

ASME 锅炉及压力容器规范  
国际性规范

# II 材料

## C 篇 焊条、焊丝 及填充金属

2006 增补

ASME 锅炉及压力容器委员会压力容器分委员会 编著

中国《ASME 规范产品》协作网 (CACI) 翻译、发送

2007 年月日

北京中普科标图书有限责任公司免费提供  
下载地址: <http://www.bxkj-standards.org/standards/ASMEBPVCZW.asp>

## 2006 增补发送说明

经美国机械工程师学会（ASME）许可，中国《ASME 规范产品》协作网（CACI）翻译出版了 2004 版 ASME 锅炉及压力容器规范和相关规范。与规范英文原版一样，我们也翻译有关增补。因为英文原版是活页的，为方便更换，其增补也是活页的。而规范中译本是装订本，因此我们以表格方式翻译、编辑了增补，即注明 04 版中文本页码、章节、修改部位和 05 增补的修改内容。如修改内容多或有新增和变动较大的图、表，在表格中放不下的，则将修改内容、图、表，放在后面，并注明位于中译本中的页码。

本增补由 CACI 聘请吴祖乾、虞茂林、戴佩琨译校，CACI 编辑。

中文版增补版权属 CACI 所有。

本增补（原版）在 2005 年 7 月 1 日发布，自发布之日起 6 个月后生效。执行时应以英文原版为准。

由于各种原因，本次翻译发送的增补可能会有不足和错误，希望广大用户和读者提出批评和指正，以便改进。

来信请寄：北京市西城区月坛南街 26 号

中国《ASME 规范产品》协作网

邮政编码：100825

电子邮箱：caci@caci.org.cn

中国《ASME 规范产品》协作网

2007 年 5 月

## 2006 年度增补

| 04 中文版页码 | 章节/部位    | 05 增 补 修 改 内 容             |
|----------|----------|----------------------------|
| xv       | 前言       | 删除最后 4 小段                  |
| 218~244  | SFA-5.11 | 全文修订, 见本增补第 3 页至第 31 页。    |
| 273~289  | SFA-5.14 | 全文修订, 见本增补第 32 页至第 49 页。   |
| 335~359  | SFA-5.18 | 全文修订, 见本增补第 50 页至第 72 页。   |
| 360~387  | SFA-5.20 | 全文修订, 见本增补第 73 页至第 102 页。  |
| 471~476  | SFA-5.24 | 全文修订, 见本增补第 103 页至第 110 页。 |
| 518~542  | SFA-5.28 | 全文修订, 见本增补第 111 页至第 137 页。 |
| 543~572  | SFA-5.29 | 全文修订, 见本增补第 138 页至第 169 页。 |

(第 218 页)

## 手工电弧焊镍和镍合金焊条标准

A06

SFA-5.11

(与 AWS 标准 A5.11/A5.11M: 2005 完全等同)

## 1. 适用范围

**1.1** 本标准规定了手工电弧焊用镍和镍合金药皮焊条的分类要求。它包括那些在化学成分中镍含量超过任何其它元素的焊条<sup>1</sup>。

**1.2** 安全和健康问题及相关事项超出了本标准的范围,因此这里未充分论及,某些安全和健康的资料能够在非强制性的附录 A5 和 A10 中找到。安全和健康的资料也可以从其它的来源获得,包括 ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》和可适用的联邦和州的管理法规,但不限于此。

**1.3** 本标准采用美国惯用单位制和国际单位制(SI)体系,计量制不是精确相当的,因此每一体系必须独立于另一体系使用。当涉及材料性能时,不能以任何方式混用,代号为 A5.11 的标准采用美国惯用单位, A5.11 M 标准采用 SI 单位。后者在括号[ ]内表示或在表和图的适当栏目中示出。以任一体系为基础的标准尺寸可以在填充金属的规格或包装中使用,或同时在 A5.11 或 A5.11M 标准下使用。

## 2. 引用标准

**2.1** 下列标准含有的条款,通过在本文中的引用,构成本 AWS 标准的条款。对已过期的资料,及随后任何这些出版物的修改或修订均不应用。然而,鼓励在本 AWS 标准的基础上协议双方研究采用最新版本下列文件的可能性。对未过期的资料,则应采用最新版本的标准资料。

**2.2** 下列 ANSI/AWS 标准<sup>2</sup>是在本文件强制性部分中引用的:

- (a) AWS A1.1《焊接工业的公制实用指南》
- (b) AWS A5.01《填充金属采购导则》
- (c) AWS B4.0《焊缝力学性能试验标准方法》
- (d) AWS B4.0M《焊缝力学性能试验标准方法》

<sup>1</sup> 用于焊接铸铁的镍基合金药皮焊条单独按 ANSI/AWS A5.15《铸铁用焊条和填充丝标准》处理。该标准可从 AWS 获得。550N.W.Lejeune Rood, Miami, FL33126.a)

<sup>2</sup> AWS 标准能从美国焊接学会取得, 550 N.W.Lejeune Rood, Miami, FL33126。

**2.3** 下列 ANSI 标准<sup>3</sup>是在本文件强制性部分中引用的。

(a) ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》

**2.4** 下列 ASTM 标准<sup>4</sup>是在本文件强制性部分中引用的:

- (a) ASTM A131/A131M《船用结构钢标准》
- (b) ASTM A240/A240M《压力容器用耐热铬和铬-镍不锈钢板、薄板和带材标准》
- (c) ASTM A285/A285M《低、中抗拉强度压力容器用碳钢板标准》
- (d) ASTM A515/A515M《中、高温工况压力容器用碳钢板标准》
- (e) ASTM A560/A560M《铬、镍合金铸件标准》
- (f) ASTM B127《镍-铜合金(UNS N04400)板、薄板和带材标准》
- (g) ASTM B160《镍棒材标准》
- (h) ASTM B162《镍板、薄板和带材标准》
- (i) ASTM B164《镍-铜合金棒材和线材标准》
- (j) ASTM B166《镍-铬-铁合金(UNS N06600, N06601, N06690, N06025 和 N06045)和镍-铬-钼合金(UNS N06617)棒材和线材标准》
- (k) ASTM B167《镍-铬-铁合金(UNS N06600, N06601, N06690, N06025 和 N06045)无缝管(P)和管(T)标准》
- (l) ASTM B168《镍-铬-铁合金(UNS N06600, N06601, N06690, N06025 和 N06045)和镍-铬-钼合金(UNS N06617)板、薄板和带材标准》
- (m) ASTM B333《镍-钼合金板、薄板和带材标准》
- (n) ASTM B435《UNS N06002, UNS N06230, UNS N12160 和 UNS R30556 板、薄板和带材标准》
- (o) ASTM B443《镍-铬-钼-铌合金(UNS N06625)板、薄板和带材标准》

<sup>3</sup> ANST Z49.1 由美国焊接学会出版。550 N.W Lejeune Rood, Miami, FL33126。

<sup>4</sup> ASTM 标准能够从美国材料和试验学会取得。100Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA19428-2959

(第 219 页)

(p) ASTM B446 《镍-铬-钼-铌合金 (UNS N06625) 棒材标准》

(q) ASTM B575 《低碳镍-钼-铬合金板、薄板和带材标准》

(r) ASTM B582 《镍-铬-铁-钼-铜合金板、薄板和带材标准》

(s) ASTM DS-56H/SAE HS-1086 《金属和合金的统一编号体系》

(t) ASTM E29 《为确定与标准一致, 在试验数据中采用有效位数的标准方法》

(u) ASTM E76 《镍-铜合金化学分析标准方法》

(v) ASTM E354 《高温、电工、磁性和其它相似铁、镍和钴合金的化学分析方法》

(w) ASTM 1019 《在钢以及铁、镍和铝合金中碳、硫、氮、氧、和氢的测定方法》

(x) ASTM E1032 《焊件射线探伤标准试验方法》

(y) ASTM E1473 《镍-钴和高温合金化学分析的试验方法》

2.5 下列 ISO 标准<sup>5</sup>是本文件强制性部分中引用的:

(a) ISO 544 《焊接材料-焊接填充材料的交货技术条件-产品类型、尺寸、公差和标记》

(b) ISO 14172 《焊接材料-镍和镍合金手工电弧焊药皮焊条-分类》

### 3. 分类

3.1 A5.11/A5.11M 标准所包括的焊条是用互不依赖的美国惯用单位和国际单位制 (SI) 分类的, 是按它们未经稀释的焊缝金属化学成分分类的, 见表 1 中的规定。

3.2 被分类为一种类别的焊条, 不应再被分类为本标准中任何其它的类别, 然而, 材料可以在 A5.11 和 A5.11M 两个标准的类别下分类。

### 4. 验收

焊条的验收<sup>6</sup>应按照 ANSI/AWS A5.01 《填充金属采购导则》的条款进行。

<sup>5</sup> ISO 标准由国际标准化组织出版。Lures de Variable, Case postale 56, CH-1211, Geneva 20, Suisse/land.

<sup>6</sup> 有关发运材料的验收和试验更详细的资料, 参见附录中 A3 以及 ANSI/AWS A5.01 《填充金属采购导则》

### 5. 证明

通过在外包装上标上 AWS 标准号和分类号, 或者在产品上标明分类号, 制造厂证明产品符合本标准的要求<sup>7</sup>。

### 6. 圆整方法

为了确定与本标准的一致性, 应将实测值和计算值, 对 A5.11 的抗拉强度圆整到最接近的 1000psi (1ksi) 或对 A5.11M 的抗拉强度圆整到最接近的 10MPa, 对于表达其它数量极限值数字的最右方末位, 按照 ASTM E29 《为确定为标准一致, 在试验数据中采用有效位数的标准方法》中给出的圆整方法, 圆整到“最接近的单位”。

### 7. 试验综述

对于分类所要求的试验见表 2, 这些试验的目的在于确定化学成分, 力学性能和焊缝金属的致密性, 以及焊条的工艺性能。焊缝试件用的母材、采用的焊接和试验程序以及所要求的结果见第 9 节焊缝试件至第 13 节弯曲试验。

### 8. 复试

8.1 如果有任何一项试验的结果不符合要求, 该项试验必须再重复两次, 两次试验的结果均应满足要求。复试试样可取自原来的试件, 或取自一个或两个新的试件。对于化学分析, 仅需对不符合试验要求的那些特定的元素进行复试。

8.2 如果一个或两个复试结果不满足要求。所试材料应被认为不满足本标准对该类别的要求。

8.3 在那种情况下, 即在任一试样的制备过程中或完成后, 能清楚确定在制备焊缝试件或试样时或进行试验时, 没有遵守规定的或正确的程序, 不考虑该试验是否已实际完成或试验结果是否满足或不满足要求, 试验应视为无效。应遵循规定的正确程序重复试验。在这种情况下, 两倍数量试样的要求不适用。

### 9. 焊缝试件

9.1 为完成表 2 规定的全部所要求的试验, 至少准备一块焊缝试件。可能需要二块, 甚至三块 (根据类别、尺寸以及进行试验的方式, 也就是考虑到可供选用的其他方式)。

<sup>7</sup> 有关证明和为满足要求所进行试验的更详细资料, 参见附录中 A4 证明一节。

(第 219 页) 表 1 未经稀释焊缝金属化学成分要求

| AWS<br>类别              | UNS 号 <sup>C</sup> | 重量百分比 <sup>a,b</sup> |                  |                    |      |       |                  |      |                    |     |                  |                    |                    |                               |                  |   |                  |            |
|------------------------|--------------------|----------------------|------------------|--------------------|------|-------|------------------|------|--------------------|-----|------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|------------------|---|------------------|------------|
|                        |                    | C                    | Mn               | Fe                 | P    | S     | Si               | Cu   | Ni <sup>d</sup>    | Co  | Al               | Ti                 | Cr                 | Nb(Cb)<br>加<br>Ta             | Mo               | V | W                | 其他元素<br>总量 |
| ENi-1                  | W82141             | 0.10                 | 0.75             | 0.75               | 0.03 | 0.02  | 1.25             | 0.25 | 92.0<br>min        | —   | 1.0              | 1.0<br>to<br>4.0   | —                  | —                             | —                | — | —                | 0.50       |
| ENiCr-4                | W86172             | 0.10                 | 1.5              | 1.0                | 0.02 | 0.02  | 1.0              | 0.25 | Rem                | —   | —                | —                  | 48.0<br>to<br>52.0 | 1.0<br>to<br>2.5              | —                | — | —                | 0.50       |
| ENiCu-7                | W84190             | 0.15                 | 4.0              | 2.5                | 0.02 | 0.015 | 1.5              | Rem  | 62.0<br>To<br>69.0 | —   | 0.75             | 1.0                | —                  | —                             | —                | — | —                | 0.50       |
| ENiCrFe-1              | W86132             | 0.08                 | 3.5              | 11.0               | 0.03 | 0.015 | 0.75             | 0.50 | 62.0<br>min        | —   | —                | —                  | 13.0<br>to<br>17.0 | 1.5<br>to<br>4.0 <sup>f</sup> | —                | — | —                | 0.5        |
| ENiCrFe-2              | W86133             | 0.10                 | 1.0<br>to<br>3.5 | 12.0               | 0.03 | 0.02  | 0.75             | 0.50 | 62.0<br>min        | (e) | —                | —                  | 13.0<br>to<br>17.0 | 0.5<br>to<br>3.0 <sup>f</sup> | 0.5<br>to<br>2.5 | — | —                | 0.5        |
| ENiCrFe-3              | W86182             | 0.10                 | 5.0<br>to<br>9.5 | 10.0               | 0.03 | 0.015 | 1.0              | 0.50 | 59.0<br>min        | (e) | —                | 1.0                | 13.0<br>to<br>17.0 | 1.0<br>to<br>2.5 <sup>f</sup> | —                | — | —                | 0.5        |
| ENiCrFe-4              | W86134             | 0.20                 | 1.0<br>to<br>3.5 | 12.0               | 0.03 | 0.02  | 1.0              | 0.50 | 60.0<br>min        | —   | —                | —                  | 13.0<br>to<br>17.0 | 1.0<br>to<br>3.5              | 1.0<br>to<br>3.5 | — | —                | 0.50       |
| ENiCrFe-7 <sup>g</sup> | W86152             | 0.05                 | 5.0              | 7.0<br>to<br>12.0  | 0.03 | 0.015 | 0.75             | 0.50 | Rem                | (e) | 0.50             | 0.50               | 28.0<br>to<br>31.5 | 1.0<br>to<br>2.5              | 0.5              | — | —                | 0.50       |
| ENiCrFe-9              | W86094             | 0.15                 | 1.0<br>to<br>4.5 | 12.0               | 0.02 | 0.015 | 0.75             | 0.50 | 55.0<br>min        | —   | —                | —                  | 12.0<br>to<br>17.0 | 0.5<br>to<br>3.0              | 2.5<br>To<br>5.5 | — | 1.5              | 0.50       |
| ENiCrFe-10             | W86095             | 0.20<br>to<br>0.25   | 1.0<br>to<br>3.5 | 12.0               | 0.02 | 0.015 | 0.75             | 0.50 | 55.0<br>min        | —   | —                | —                  | 13.0<br>to<br>17.0 | 1.0<br>to<br>3.5              | 1.0<br>to<br>3.5 | — | 1.5<br>to<br>3.5 | 0.50       |
| ENiCrFe-12             | W86025             | 0.10<br>to<br>0.25   | 1.0              | 8.0<br>to<br>11.0  | 0.04 | 0.02  | 1.0              | 0.20 | Rem                | 1.0 | 1.5<br>to<br>2.2 | 0.10<br>to<br>0.40 | 24.0<br>to<br>26.0 | —                             | —                | — | —                | 0.50       |
| ENiCrFeSi-1            | W86045             | 0.05<br>to<br>0.20   | 2.5              | 21.0<br>to<br>25.0 | 0.04 | 0.03  | 2.5<br>to<br>3.0 | 0.30 | Rem                | 1.0 | 0.30             | —                  | 26.0<br>to<br>29.0 | —                             | —                | — | —                | 0.50       |

(第 220 页) 表 1 (续) 未经稀释焊缝金属化学成分要求

| AWS<br>类别 | UNS 号 <sup>c</sup> | 重量百分比 <sup>a,b</sup> |                  |                    |      |         |      |                  |                 |                  |                  |     |                    |                    |                    |      |                  |            |
|-----------|--------------------|----------------------|------------------|--------------------|------|---------|------|------------------|-----------------|------------------|------------------|-----|--------------------|--------------------|--------------------|------|------------------|------------|
|           |                    | C                    | Mn               | Fe                 | P    | S       | Si   | Cu               | Ni <sup>d</sup> | Co               | Al               | Ti  | Cr                 | Nb(Cb)<br>加<br>Ta  | Mo                 | V    | W                | 其他元素<br>总量 |
| ENiMo-1   | W80001             | 0.07                 | 1.0              | 4.0<br>to<br>7.0   | 0.04 | 0.03    | 1.0  | 0.50             | Rem             | 2.5              | —                | —   | 1.0                | —                  | 26.0<br>to<br>30.0 | 0.60 | 1.0              | 0.50       |
| ENiMo-3   | W80004             | 0.12                 | 1.0              | 4.0<br>to<br>7.0   | 0.04 | 0.03    | 1.0  | 0.50             | Rem             | 2.5              | —                | —   | 2.5<br>to<br>5.5   | —                  | 23.0<br>to<br>27.0 | 0.60 | 1.0              | 0.50       |
| ENiMo-7   | W80665             | 0.02                 | 1.75             | 2.25               | 0.04 | 0.03    | 0.2  | 0.50             | Rem             | 1.0              | —                | —   | 1.0                | —                  | 26.0<br>to<br>30.0 | —    | 1.0              | 0.50       |
| ENiMo-8   | W80008             | 0.10                 | 1.5              | 10.0               | 0.02 | 0.015   | 0.75 | 0.50             | 60.0<br>min     | —                | —                | —   | 0.5<br>to<br>3.5   | —                  | 17.0<br>to<br>20.0 | —    | 2.0<br>to<br>4.0 | 0.50       |
| ENiMo-9   | W80009             | 0.10                 | 1.5              | 7.0                | 0.02 | 0.015   | 0.75 | 0.3<br>to<br>1.3 | 62.0<br>min     | —                | —                | —   | —                  | —                  | 18.0<br>to<br>22.0 | —    | 2.0<br>to<br>4.0 | 0.50       |
| ENiMo-10  | W80675             | 0.02                 | 2.0              | 1.0<br>to<br>3.0   | 0.04 | 0.03    | 0.2  | 0.50             | Rem             | 3.0              | —                | —   | 1.0<br>to<br>3.0   | —                  | 27.0<br>to<br>32.0 | —    | 3.0              | 0.50       |
| ENiMo-11  | W80629             | 0.02                 | 2.5              | 2.0<br>to<br>5.0   | 0.04 | 0.03    | 0.2  | 0.5              | Rem             | 1.0              | 0.1<br>to<br>0.5 | 0.3 | 0.5<br>to<br>1.5   | 0.5                | 26.0<br>to<br>30.0 | —    | —                | 0.50       |
| ENiCrMo-1 | W86007             | 0.05                 | 1.0<br>to<br>2.0 | 18.0<br>to<br>21.0 | 0.04 | 0.03    | 1.0  | 1.5<br>to<br>2.5 | Rem             | 2.5              | —                | —   | 21.0<br>to<br>23.5 | 1.75<br>to<br>2.50 | 5.5<br>to<br>7.5   | —    | 1.0              | 0.50       |
| ENCrMo-2  | W86002             | 0.05<br>to<br>0.15   | 1.0              | 17.0<br>to<br>20.0 | 0.04 | 0.03    | 1.0  | 0.50             | Rem             | 0.5<br>to<br>2.5 | —                | —   | 20.5<br>to<br>23.0 | —                  | 8.0<br>to<br>10.0  | —    | 0.2<br>to<br>1.0 | 0.50       |
| ENiCrMo-3 | W86112             | 0.10                 | 1.0              | 7.0                | 0.03 | 0.02    | 0.75 | 0.50             | 55.0<br>min     | (e)              | —                | —   | 20.0<br>to<br>23.0 | 3.15<br>to<br>4.15 | 8.0<br>to<br>10.0  | —    | —                | 0.50       |
| ENiCrMo-4 | W80276             | 0.02                 | 1.0              | 4.0<br>to<br>7.0   | 0.04 | 0.03    | 0.2  | 0.50             | Rem             | 2.5              | —                | —   | 14.5<br>to<br>16.5 | —                  | 15.0<br>to<br>17.0 | 0.35 | 3.0<br>to<br>4.5 | 0.50       |
| ENiCrMo-5 | W80002             | 0.10                 | 1.0              | 4.0<br>to<br>7.0   | 0.04 | 0.031.0 | 1.0  | 0.50             | Rem             | 2.5              | —                | —   | 14.5<br>to<br>16.5 | —                  | 15.0<br>to<br>17.0 | 0.35 | 3.0<br>to<br>4.5 | 0.50       |

(第 221 页)

表 1 (续) 未经稀释焊缝金属化学成分要求

| AWS<br>类别  | UNS 号 <sup>c</sup>  | 重量百分比 <sup>a,b</sup> |                           |                    |       |       |      |                |                 |     |     |      |                    |                   |                    |      |                  |            |
|------------|---------------------|----------------------|---------------------------|--------------------|-------|-------|------|----------------|-----------------|-----|-----|------|--------------------|-------------------|--------------------|------|------------------|------------|
|            |                     | C                    | Mn                        | Fe                 | P     | S     | Si   | Cu             | Ni <sup>d</sup> | Co  | Al  | Ti   | Cr                 | Nb(Cb)<br>加<br>Ta | Mo                 | V    | W                | 其他元素<br>总量 |
| ENiCrMo-6  | W86620              | 0.10                 | 2.0<br>to<br>4.0          | 10.0               | 0.03  | 0.02  | 1.0  | 0.50           | 55.0<br>min     | —   | —   | —    | 12.0<br>to<br>17.0 | 0.5<br>to<br>2.0  | 5.0<br>to<br>9.0   | —    | 1.0<br>to<br>2.0 | 0.50       |
| ENiCrMo-7  | W86455              | 0.015                | 1.5                       | 3.0                | 0.04  | 0.03  | 0.2  | 0.50           | Rem             | 2.0 | —   | 0.70 | 14.0<br>to<br>18.0 | —                 | 14.0<br>to<br>17.0 | —    | 0.5              | 0.50       |
| ENiCrMo-9  | W86985              | 0.02                 | 1.0                       | 18.0<br>to<br>21.0 | 0.04  | 0.03  | 1.0  | 1.5<br><br>2.5 | Rem             | 5.0 | —   | —    | 21.0<br>to<br>23.5 | 0.5               | 6.0<br>to<br>8.0   | —    | 1.5              | 0.50       |
| ENiCrMo-10 | W86022              | 0.02                 | 1.0                       | 2.0<br>to<br>6.0   | 0.03  | 0.015 | 0.2  | 0.50           | Rem             | 2.5 | —   | —    | 20.0<br>to<br>22.5 | —                 | 12.5<br>to<br>14.5 | 0.35 | 2.5<br>to<br>3.5 | 0.50       |
| ENiCrMo-11 | W86030              | 0.03                 | 1.5                       | 13.0<br>to<br>17.0 | 0.04  | 0.02  | 1.0  | 1.0<br><br>2.4 | Rem             | 5.0 | —   | —    | 28.0<br>to<br>31.5 | 0.3<br>to<br>1.5  | 4.0<br>to<br>6.0   | —    | 1.5<br>to<br>4.0 | 0.50       |
| ENiCrMo-12 | W86032 <sup>h</sup> | 0.03                 | 2.2                       | 5.0                | 0.03  | 0.02  | 0.7  | 0.50           | Rem             | —   | —   | —    | 20.5<br>to<br>22.5 | 1.0<br>to<br>2.8  | 8.8<br>to<br>10.0  | —    | —                | 0.50       |
| ENiCrMo-13 | W86059              | 0.02                 | 1.0                       | 1.5                | 0.015 | 0.01  | 0.2  | —              | Rem             | —   | —   | —    | 22.0<br>to<br>24.0 | —                 | 15.0<br>to<br>16.5 | —    | —                | 0.50       |
| ENiCrMo-14 | W86026              | 0.02                 | 1.0                       | 5.0                | 0.02  | 0.02  | 0.25 | 0.50           | Rem             | —   | —   | 0.25 | 19.0<br>to<br>23.0 | —                 | 15.0<br>to<br>17.0 | —    | 3.0<br>to<br>4.4 | 0.50       |
| ENiCrMo-17 | W86200              | 0.020                | 0.5<br>3.0                | 3.0                | 0.030 | 0.015 | 0.2  | 1.3<br><br>1.9 | Rem             | 2.0 | —   | —    | 22.0<br>to<br>24.0 | —                 | 15.0<br>to<br>17.0 | —    | —                | 0.50       |
| ENiCrMo-18 | W86650              | 0.03                 | 0.7<br>12.0<br>to<br>15.0 | 12.0<br>to<br>15.0 | 0.03  | 0.02  | 0.6  | 0.3            | Rem             | 1.0 | 0.5 | —    | 19.0<br>to<br>22.0 | 0.3               | 10.0<br>to<br>13.0 | 0.15 | 1.0<br>to<br>2.0 | 0.50       |
| ENiCrMo-19 | W86058              | 0.02                 | 1.5                       | 1.5                | 0.03  | 0.02  | 0.2  | 0.5            | Rem             | 0.3 | 0.4 | —    | 20.0<br>to<br>23.0 | —                 | 19.0<br>to<br>21.0 | —    | 0.3              | 0.50       |

(第 222 页)

表 1 (续) 未经稀释焊缝金属化学成分要求

| AWS<br>类别   | UNS 号 <sup>c</sup> | 重量百分比 <sup>a,b</sup> |                  |     |      |       |                    |     |                 |                   |      |      |                    |                   |                   |   |                    |            |
|-------------|--------------------|----------------------|------------------|-----|------|-------|--------------------|-----|-----------------|-------------------|------|------|--------------------|-------------------|-------------------|---|--------------------|------------|
|             |                    | C                    | Mn               | Fe  | P    | S     | Si                 | Cu  | Ni <sup>d</sup> | Co                | Al   | Ti   | Cr                 | Nb(Cb)<br>加<br>Ta | Mo                | V | W                  | 其他元素<br>总量 |
| ENiCrCoMo-1 | W86117             | 0.05<br>to<br>0.15   | 0.3<br>to<br>2.5 | 5.0 | 0.03 | 0.015 | 0.75               | 0.5 | Rem             | 9.0<br>to<br>15.0 | —    | —    | 21.0<br>to<br>26.0 | 1.0               | 8.0<br>to<br>10.0 | — | —                  | 0.50       |
| ENCriCoMo-2 | W86231             | 0.05<br>to<br>0.10   | 0.3<br>to<br>1.0 | 3.0 | 0.02 | 0.015 | 0.25<br>to<br>0.75 | 0.5 | Rem             | 5.0               | 0.50 | 0.10 | 20.0<br>to<br>24.0 | —                 | 1.0<br>to<br>3.0  | — | 13.0<br>to<br>15.0 | 0.50       |

注： (a) 焊缝金属应按本表所列数值的特定元素进行分析。如果在分析过程中发现有其它元素存在，应确定那些元素的含量，以保证它们的总含量不超过表的最后一栏“其它元素总量”规定的极限值。

(b) 除了另有规定外，单一数值为最大百分数。Rem=余量。

(c) ASTM D5-56/SAE-1086 金属和合金的统一编号体系。

(d) 包括可能的 Co。Rem=余量。

(e) 当买方规定时，Co 不超过 0.12%。

(f) 当买方规定时，Ta 不超过 0.30%。

(g) 当买方规定时，B 不超过 0.005%。 Zr 不超过 0.020%。

(h) UNS 号先前是 W86040。

(i) N=0.02-0.15%

(第 223 页)

要求如下焊缝试件:

(1) 未经稀释焊缝金属的化学分析用的焊缝试块, 见图 1;

(2) 力学性能和焊缝致密性试验用的坡口焊缝, 见图 2;

(3) 射线照相试验致密性用坡口焊缝, 见图 3。

化学分析的试样可以取自图 2 的坡口焊缝的低稀释部位, 或者取自断裂后的拉伸试样的减缩截面部位, 这样可避免制作焊缝试块。在有争议的情况下, 应取焊缝试块仲裁。

**9.2** 每一种焊缝试件应按 9.3, 9.4.1 和 9.4.2 的规定制备, 每种试件的母材应满足表 3 所示相应的 ASTM 标准或相当标准的要求。试件的试验应按第 10 节化学分析、第 11 节射线照相试验、第 12 节拉伸试验和第 13 节弯曲试验的规定进行。

**9.3** 焊缝试块。除非选用 9.1 中的另一种办法 (从坡口焊缝金属中取样或从拉伸试样上取样), 焊缝试块则应按表 2 的规定和图 1 制备, 应采用表 3 规定类型的任何合适尺寸的材料作为焊缝试块的母材, 进行填充金属堆焊的母材表面应清洁, 焊缝试块应以平焊位置, 采用多道多层焊, 以获得不受稀释的焊缝金属。焊接时用的电流类型和电流范围应按制造厂推荐选用。预热温度应不低于 60°F [16°C], 层间温度应不高于 300°F [150°C], 每焊一道后应清除焊渣。在焊道之间, 可将试块在水 (温度高于 60°F [16°C]) 中急冷。对于每种规格的焊条, 焊成后的试块尺寸应如图 1 所示。该试件的试验应按第 10 节化学分析的规定进行。

#### 9.4 坡口焊缝

**9.4.1** 力学性能和焊缝致密性试验。试件应按图 2 和表 2 规定, 采用表 3 中合适的母材类型进行制备和焊接。该试件的试验应按第 12 节拉伸试验和第 13 节弯曲试验的规定进行。另外, 这一试件可以用于满足平焊位置的射线照相检验的要求 (表 2 注 C)。在那种情况下, 试件应按第 11 节射线照相试验的要求进行射线照相检验。试件的试验应在焊态下进行。

**9.4.2** 射线照相致密性试验。对于所有类别的焊条应制备试件, 并按图 3 所示进行焊接, 采用表 3 中所规定的合适的类别作为母材。焊接位置应按表 2 中对不同焊条规格和类别所作的规定。试件的试验应按第 11 节射线照相试验的规定进行。可以对图 2 的坡口焊缝进行射线检查 (对于以平焊位

置焊接进行射线检查的那些类别的焊条), 这样, 在那种情况下, 可不需制备图 3 的坡口焊缝。

### 10. 化学分析

**10.1** 分析的试样应取自焊接试块、拉断后拉伸试样的减缩截面处或图 2 中坡口焊缝中低稀释部位的焊缝金属。9.3 中描述的和图 1 所示的 (当采用试块时) 试块的顶部表面应去除并废弃。分析的试样应采用任何合适的机加工方法从该层下的金属中取得, 试样中应无焊渣。

对于直径小于 5/32in. [4.0mm] 的焊条, 应从距母材表面至少 3/8in. [9.5mm] 处取样。对于直径不小于 5/32in. [4.0mm] 的焊条, 应从距表面至少 3/4in. [19mm] 处取样。如果碳钢母材用作化学分析试块, 见表 3 注 (a)。从拉断的拉伸试样的减缩截面处和从坡口焊缝的低稀释部位取样, 可采用任何合适的机加工方法。

**10.2** 试样的分析应采用已认可的分析方法。仲裁的方法应是对镍基合金适用的 ASTM E1473, 并由 ASTM E1019 和 ASTM E354 增补, 或是对镍铜合金适用的 ASTM E76, 如果适用的话。

**10.3** 分析结果应满足表 1 对所试验焊条类别的要求。

### 11. 射线照相试验

**11.1** 9.4.2 所述和图 3 所示的射线照相致密性试验焊缝 [或当表 2 注 (C) 所要求的被允许时, 在 9.4.1 中所述和图 2 所示的坡口焊缝] 应进行射线照相以评定焊条的工艺性能。在准备射线照相时, 应去除衬板, 并且对焊缝的两个表面进行机加工或打磨使之呈圆滑过渡, 并与母材的原始表面 (除注明外) 齐平, 或者有不超过 3/32in. [2.5mm] 均匀的余高, 允许在试件的两面将母材去除到名义上低于母材原始表面 1/16in. [1.5mm] 的深度, 以便加快去除衬板和/或填充焊缝。不应将焊缝金属的厚度降低到比名义母材厚度小 1/16in. [1.5mm]。在焊缝区域试件的两个表面应足够平滑以避免在评片时遇到困难。

**11.2** 焊缝应按 ASTM E1032 进行射线照相, 检验质量等级应为 2-2T。

**11.3** 如果射线底片显示出下列情况, 则焊条符合本标准的要求:

(a) 没有裂纹、未熔合和未焊透;

(b) 没有超出图 4 至图 8 注 (4) 按不同焊条规格规定的射线照相标准所允许的夹渣;

(c) 没有超出图 4 至图 8 按照不同试件厚度

(第 224 页)

表 2 要求的试验和焊接位置

| AWS 类别               | 焊条直径             |                    | 要求的试验 |      |                   | 射线照相试验<br>焊接位置 <sup>c,d</sup> |
|----------------------|------------------|--------------------|-------|------|-------------------|-------------------------------|
|                      | in.              | mm                 | 化学分析  | 拉伸试验 | 弯曲试验 <sup>b</sup> |                               |
| ENi-1                |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiCr-4 <sup>g</sup> |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiCu-7              | 5/64             | 2.0                |       |      |                   |                               |
| ENiCrFe-1            | 3/32             | 2.4 <sup>e</sup>   | 要求    | 要求   | 要求                | V                             |
| ENiCrFe-2            | —                | 2.5                |       |      |                   |                               |
| ENiCrFe-3            | 1/8              | 3.2                |       |      |                   |                               |
| ENiCrFe-4            |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiCrFe-7            |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiCrFe-9            |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiCrFe-10           |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiMo-11             |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiCrMo-3            | 5/32             | 4.0                |       |      |                   |                               |
| ENiCrMo-6            | 3/16             | 4.8 <sup>e</sup>   | 要求    | 要求   | 要求                | F                             |
| ENiCrMo-10           | —                | 5.0                |       |      |                   |                               |
| ENiCrMo-12           | 1/4 <sup>f</sup> | 6.4 <sup>e,f</sup> |       |      |                   |                               |
| ENiCrMo-14           |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiCrMo-17           |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiCrCoMo-1          |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiCrFe-12           |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiCrFeSi-1          |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiMo-1              |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiMo-3              |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiMo-7              |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiMo-8              |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiMo-9              | 5/64             | 2.0                |       |      |                   |                               |
| ENiMo-10             | 3/32             | 2.4 <sup>e</sup>   |       |      |                   |                               |
| ENiCrMo-1            | —                | 2.5                | 要求    | 要求   | 要求                | F                             |
| ENiCrMo-2            | 1/8              | 3.2                |       |      |                   |                               |
| ENiCrMo-4            | 5/32             | 4.0                |       |      |                   |                               |
| ENiCrMo-5            | 3/16             | 4.8 <sup>e</sup>   |       |      |                   |                               |
| ENiCrMo-7            | —                | 5.0                |       |      |                   |                               |
| ENiCrMo-9            |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiCrMo-11           |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiCrMo-13           |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiCrMo-18           |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiCrMo-19           |                  |                    |       |      |                   |                               |
| ENiCrWMo-1           |                  |                    |       |      |                   |                               |

注: (a) 这些试验中所用的母材见表 3。

(b) 要求 3 个横向侧弯试样, 但对于 5/64in.[2.0mm] 的焊条除外。对于那种规格, 要求 2 个横向面弯试样。

(c) 力学性能试验的坡口焊缝 (图 2) 也可用于平焊位置进行的致密性的射线照相试验。在那种情况下, 试件在截取拉伸试样和弯曲试样之前要进行射线照相试验。

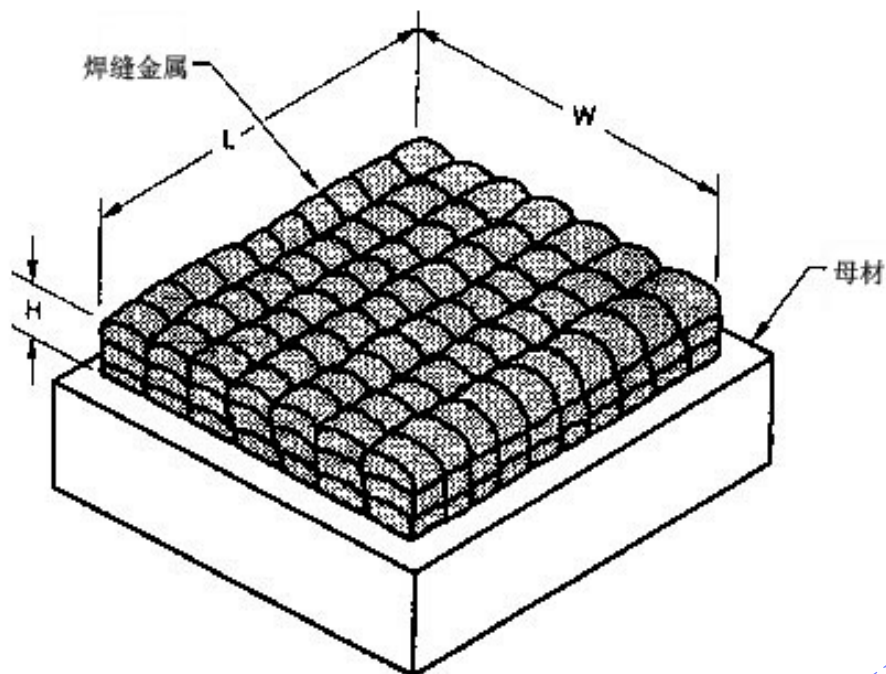
(d) 本栏中所示的焊接位置仅对于致密性的射线照相试验而言 (V=向上立焊, F=平焊)。所有其它的试件以平焊位置焊接。

(e) ISO544 中没有示出公制规格。

(f) 只用于 ENiCu-7 类别。

(g) 对本类别不要求弯曲试验。

(第 225 页)



| 焊条规格 |      | 焊缝试块尺寸                         |         |
|------|------|--------------------------------|---------|
| in.  | mm   | in., min                       | mm, min |
| 5/64 | 2.0  | L= 1-1/2<br>W= 1-1/2<br>H= 1/2 | 38      |
| 3/32 | 2.4* |                                | 38      |
| —    | 2.5  |                                | 13      |
| 1/8  | 3.2  |                                |         |
| 5/32 | 4.0  | L= 2<br>W= 2<br>H= 7/8         | 50      |
| 3/16 | 4.8* |                                | 50      |
| —    | 5.0  |                                | 22      |
| 1/4  | 6.4* |                                |         |

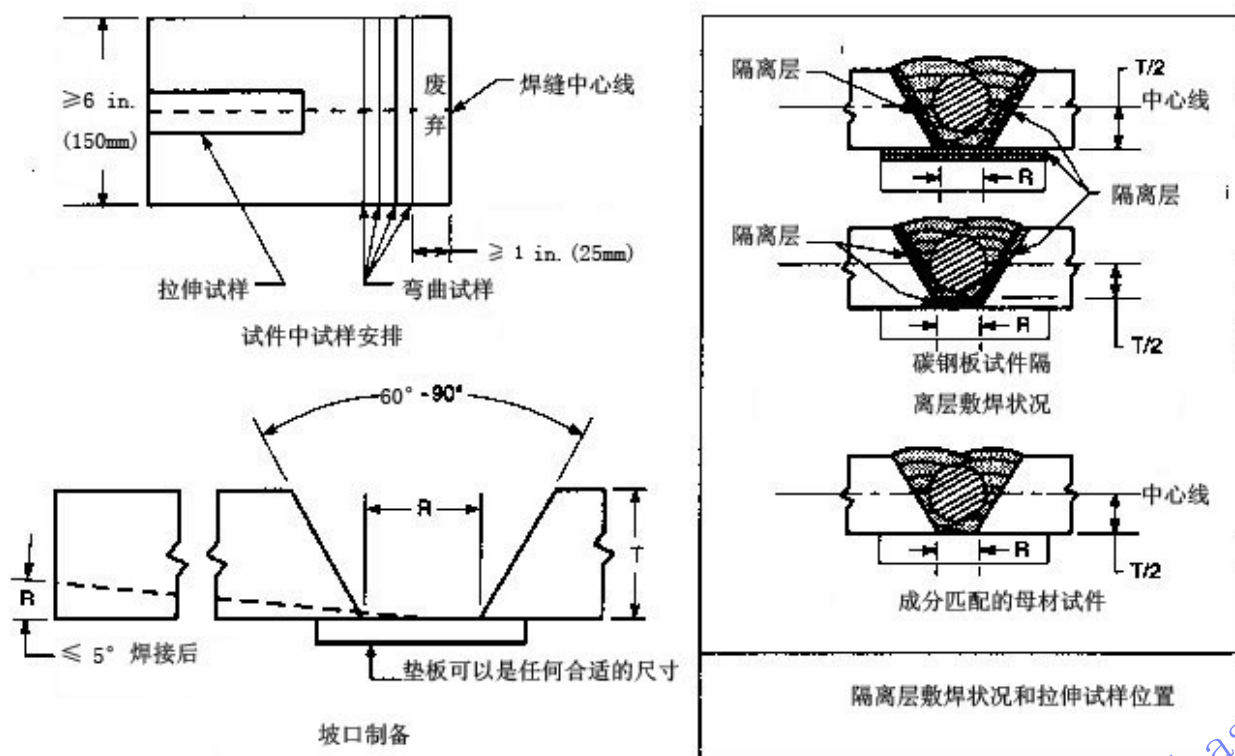
\*在 ISO544 中没有示出公制规格。

通注：(1) 焊道的数量和尺寸根据焊条的规格、摆动的宽度以及所采用的电流是会变化的。

(2) 如果化学分析试块用碳钢母材，试块高度（尺寸 H）应按表 3 注 1 的要求增加。

图 1 未经稀释焊缝金属化学成分分析用试块

(第 226 页)



| 焊条规格 |                  | T (厚度), 不小于 |    | R (根部间隙) <sup>a</sup> |    | 焊层数量 |
|------|------------------|-------------|----|-----------------------|----|------|
| in.  | mm               | in.         | mm | in.                   | mm | 不少于  |
| 5/64 | 2.0              | 3/8         | 10 | 3/16                  | 5  | (b)  |
| 3/32 | 2.4 <sup>c</sup> | 1/2         | 13 | 1/4                   | 7  | (b)  |
| -    | 2.5              | 1/2         | 13 | 1/4                   | 7  | (b)  |
| 1/8  | 3.2              | 1/2         | 13 | 1/4                   | 7  | (b)  |
| 5/32 | 4.0              | 3/4         | 19 | 1/2                   | 13 | 6    |
| 3/16 | 4.8 <sup>c</sup> | 3/4         | 19 | 1/2                   | 13 | 6    |
| -    | 5.0              | 3/4         | 19 | 1/2                   | 13 | 6    |
| 1/4  | 6.4 <sup>c</sup> | 3/4         | 19 | 1/2                   | 13 | 6    |

a. 公差为 $\pm 1/16$ in. [2mm]。

b. 焊层数不作规定, 但焊道和焊层的次序应作记录, 并写入报告。

c. ISO544 中没有示出公制规格。

通注: (1) 母材应符合表 3 规定。

(2) 焊接表面应清洁。

(3) 试件最小长度为 6in. [150mm], 但是试件应具有能提供所要求试验类型和数量试样的长度, 宽度最小为 6in. [150mm]。

(4) 焊接之前, 试件应反变形装配, 使得焊接接头平整在  $5^\circ$  之内。或者, 也可采用刚性固定或刚性固定和反变形相结合的方法。挠曲超过平面  $5^\circ$  的试件应予废弃, 禁止对试件进行校平。

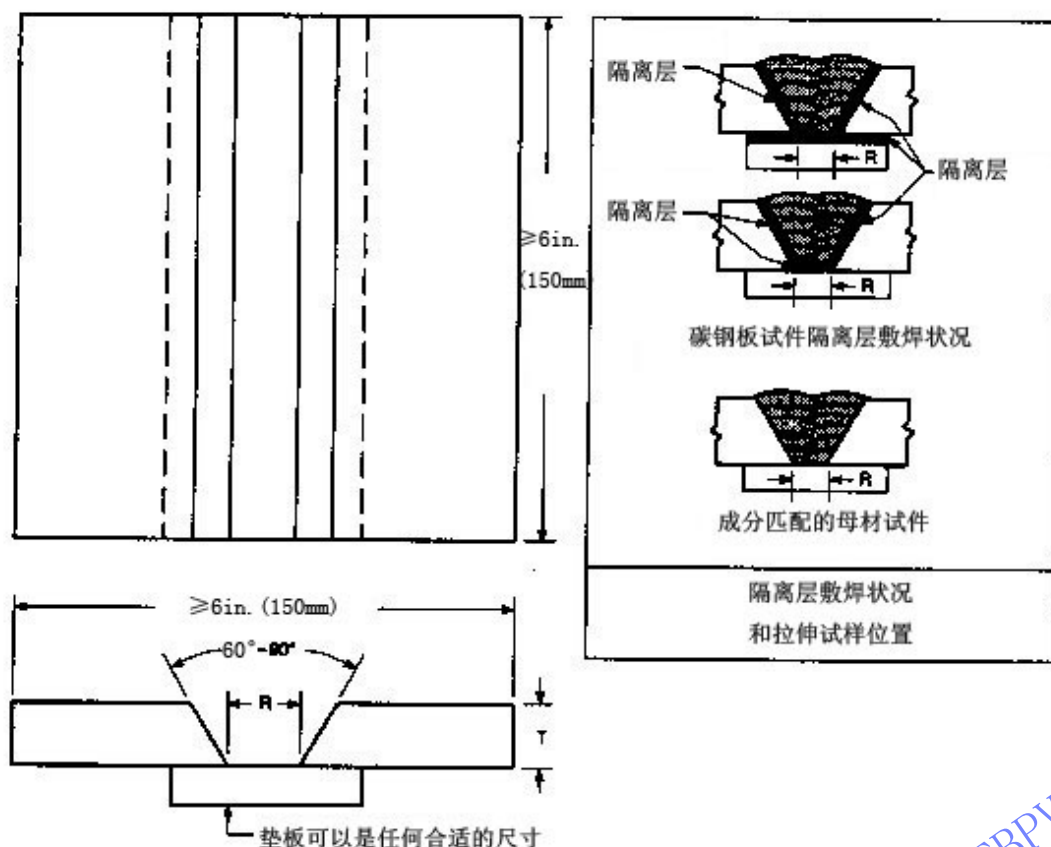
(5) 应在平焊位置进行焊接, 采用焊条制造厂所推荐的电流类型、电流范围及焊接操作技术。

(6) 预热温度应不低于  $60^\circ\text{F}$  [ $16^\circ\text{C}$ ], 层间温度应不高于  $300^\circ\text{F}$  [ $150^\circ\text{C}$ ]。(7) 焊道的熔敷应采用直焊道, 或者摆动焊道, 其宽度不大于焊芯直径的 4 倍。完成的焊缝应至少与试板表面平齐。对于直径大于  $1/8$ in. [3.2mm] 的焊条, 可采用 3/32in. 或 1/8in. [2.4, 2.5 或 3.2mm] 的焊条熔敷根部焊道。

(8) 试验应在未经焊后热处理的状态下进行。

图 2 力学性能和焊缝致密性试验的坡口焊缝试件

(第 227 页)



| 焊条规格 |                  | T (厚度), 不小于 |    | R (根部间隙) <sup>a</sup> |    |
|------|------------------|-------------|----|-----------------------|----|
| in.  | mm               | in.         | mm | in.                   | mm |
| 5/64 | 2.0              | 1/8         | 3  | 3/16                  | 3  |
| 3/32 | 2.4 <sup>b</sup> | 1/4         | 7  | 1/4                   | 7  |
| -    | 2.5              | 1/4         | 7  | 1/4                   | 7  |
| 1/8  | 3.2              | 3/8         | 10 | 5/16                  | 8  |
| 5/32 | 4.0              | 3/8         | 10 | 3/8                   | 10 |
| 3/16 | 4.8 <sup>b</sup> | 1/2         | 13 | 1/2                   | 13 |
| -    | 5.0              | 1/2         | 13 | 1/2                   | 13 |
| 1/4  | 6.4 <sup>b</sup> | 1/2         | 13 | 1/2                   | 13 |

a. 公差为 $\pm 1/16$ in. [2mm]。

b. ISO544 中没有示出公制规格。

通注:

- (1) 母材应符合表 3 规定。
- (2) 焊接表面应清洁。
- (3) 按照表 2 [亦参见表 2 的注 (C)] 的要求, 应以向上立焊或平焊的位置进行焊接, 采用焊条制造厂推荐的电流类型、电流数值及焊接操作技术。
- (4) 预热温度应不低于 60°F [16°C], 层间温度应不高于 300°F [150°C]。
- (5) 焊道的熔敷应采用细直焊道, 或者摆动焊道, 形成的焊道宽度不大于焊芯直径的 4 倍。试验焊条直径大于 1/8 in. [3.2 mm] 的根部焊层, 可以用相同类别的 3/32 in 或 1/8 in. [2.4, 2.5 或 3.2 mm] 的焊条熔敷, 除了在焊缝的两端有起弧和停弧外, 在每一焊道的中间某部位也应包含有起弧和停弧处。
- (6) 对于立焊位置的焊缝, 在焊道之间允许进行少量的打磨, 但为了获得良好焊缝, 不要进行过量的打磨。
- (7) 完成的焊缝应至少与母材表面平齐。
- (8) 垫板应去除, 试件的两面应进行机加工或打磨光滑, 并与母材的原始表面平齐 (见 1.1)。
- (9) 试件应按第 11 节射线照相试验的规定进行射线照相检验。

图 3 致密性射线照相试验用坡口焊缝试件

(第 228 页)

表 3 试件用母材

| AWS 类别                    | 材料 <sup>a,b</sup>   | ASTM 标准 <sup>c</sup> | UNS 号                                  |
|---------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------|
| ENi-1                     | 镍                   | B160, B162           | N02200, N02201                         |
| ENiCr-4                   | 镍—铬                 | A560                 | N20500                                 |
| ENiCu-7                   | 镍—铜合金               | B127, B164           | N04400                                 |
| ENiCrFe-1,2,3,4,9,10      | 镍—铬—铁合金             | B166, B168           | N06600                                 |
| ENiCrFe-7                 | 镍—铬—铁合金             | B166, B167, B168     | N06690                                 |
| ENiCrFe-12                | 镍—铬—铁合金             | B168                 | N06025                                 |
| ENiCrFeSi-1               | 镍—铬—铁—硅合金           | B168                 | N06045                                 |
| ENiMo-1,3,7,8,9,10        | 镍—钼合金               | B333                 | N10001, N10665, N10675                 |
| ENiMo-11                  | 镍—钼合金               | B333                 | N10629                                 |
| ENiCrMo-1,9,11            | 镍—铬—钼合金             | B582                 | N06007, N06985                         |
| ENiCrMo-2                 | 镍—铬—钼合金             | B435                 | N06002                                 |
| ENiCrMo-3                 | 镍—铬—钼合金             | B443, B446           | N06625                                 |
| ENiCrMo-4,5,7,10,13,14,19 | 低碳镍—铬—钼合金           | B575                 | N10276, N06445, N06022, N06059, N06686 |
| ENiCrMo-6                 | 镍—铬—钼合金             | B166, B168           | N06600                                 |
| ENiCrMo-12                | 镍—铬—钼合金<br>(奥氏体不锈钢) | A240                 | S31254                                 |
| ENiCrMo-17                | 低碳镍—铬—钼合金           | B575                 | N06200                                 |
| ENiCrMo-18                | 镍—铬—铁—钼—钨合金         | B446                 | N06650                                 |
| ENiCrCoMo-1               | 镍—铬—钴—钼合金           | B166, B168           | N06617                                 |
| ENiCrWMo-1                | 镍—铬—钨—钼合金           | B435                 | N06230                                 |

注：a. 规定的基本金属或碳钢（A131，A285，A515）都可采用。如果采用碳钢，在表面和衬板上应采用两层预堆边堆焊。  
 对化学分析，与那些规定不同的母材可以用作未经稀释焊缝试块的母材。但是，对于 1/8in. [3.2mm] 和更小规格的焊条，图 1 所示试块的最小高度应为 3/4in. [19mm]，并且分析试样的采样部位至少离母材表面 5/8in. [16mm] 以上，对于规格为 5/32in. [4mm] 至 1/4in. [6.4mm] 的焊条，这些尺寸分别为 1in. [25mm] 和 7/8in. [22mm]。  
 b. 所有规定的母材，在焊接之前都应处于退火状态。  
 c. 可采用相当的材料标准。

所规定的射线照相标准所允许的，或按 11.3.1 中所述另一种评定方法所确定的圆形显示。

评片时，试件每端 1in. [25mm] 长的焊缝应不予考虑。

**11.3.1** 另一种评定方法包括计算底片中出现圆形显示的总面积。该总面积不应超过试件厚度的 1% 乘以评定的焊缝长度（试件中焊缝的长度每端减去 1in. [25mm]）。图 4 至图 8 每张图中注（3）所给的数值是以 6in. [150mm] 长的焊缝计算的（试件长度为 8in. [200mm]）。焊缝长度与该数值不同时，则按比例折算。

**11.3.2** 底片上，长度以不超过其宽度 3 倍的显示为圆形显示。圆形显示可以是圆的、椭圆的、圆锥形的，或者是不规则形状的，它们还可以是带有尾巴的。圆形显示的规格，是包括可能存在的任何尾巴在内的显示的最大尺寸，显示可以是气孔或者夹渣。另一方法是圆形显示的总面积不应超过射线

照相标准（图 4 至图 8）注（3）所示的数值。最大尺寸不超过 1/64in. [0.40mm] 的显示不予考虑。存在大于射线照相标准中所允许的最大显示的圆形显示的试件不符合本标准的要求。

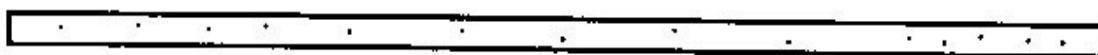
## 12、拉伸试验

**12.1** 应按图 2 所述和所示，并按 AWS B4.0 或 AWS B4.0M 拉伸试验一节的规定，加工出一根全焊缝金属拉伸试样，拉伸试样对 3/4in. [19mm] 厚的试件，应有 0.500in. [12.5mm] 的名义直径，对 1/2in. [13mm] 厚的试件，应有 0.250in. [6.4mm] 的名义直径；对 3/8in. [10mm] 厚的试件，应有 0.160in. [4.0mm] 的名义直径。

**12.2** 试样应按最新版的 AWS B4.0 或 AWS B4.0M 拉伸试验一节中所述的方法进行试验。

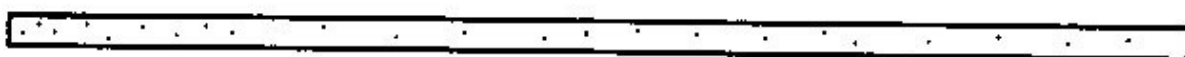
**12.3** 拉伸试验结果应满足表 4 所规定的要求。

(第 229 页)



(A) 中等的图形显示

允许的规格：不大于 0.025in. [0.6mm]  
在焊缝的任意 6in. [150mm]中的允许的数量：14 个



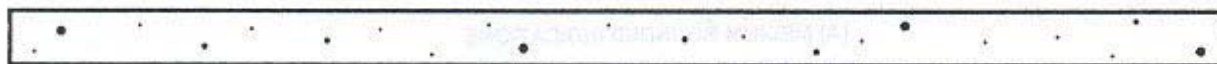
(B) 小的圆形显示

允许的规格：不大于 0.020in. [0.5mm]  
在焊缝的任意 6in. [150mm]中的允许的数量：23 个

- 注 (1) 应使用试件射线照相中最有代表性的圆形显示规格图来确定是否符合本标准。1/64in. [0.40mm]及更小的圆形显示应不予考虑。显示的最大尺寸（包括任何尾巴）是显示的规格。
- (2) 这些射线照相要求是针对专为分类目的而在试验室里焊制的试验焊缝的。它们比在一般生产中通常使用的要求更为严格。
- (3) 当采用 11.3.1 另一种评定方法时，在焊缝的任意 6in. [150mm]中，圆形显示的截面总面积（从底片中测得的数值来计算）不应超过 0.008in.<sup>2</sup> [5.2mm<sup>2</sup>]。
- (4) 本试件中对于夹渣的验收标准：
- (a) 单个夹渣显示长度：最大为 1/16in. [1.6mm]。
  - (b) 全部夹渣显示总长度：最大为 1/8in. [3.2mm]。

图 4 1/8 in. [3mm]试件的射线照相标准

(第 230 页)



## (A) 混合的圆形显示

允许的规格：不大于 0.050in. [1.3mm]

在焊缝上任意 6in. [150mm] 中允许的数量为 21 个，同时限制如下：

大的：不大于 0.050in. [1.3mm]——允许 4 个

中等的：不大于 0.031in. [0.8mm]——允许 5 个

小的：不大于 0.020in. [0.5mm]——允许 12 个



## (B) 大的圆形显示

允许的规格：不大于 0.050in. [1.3mm]

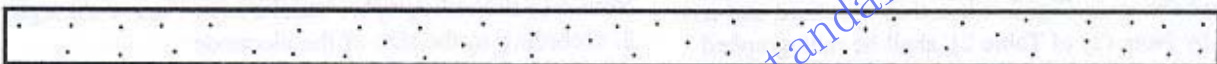
在焊缝上任意 6in. [150mm] 中允许的数量：8 个



## (C) 中等的圆形显示

允许的规格：不大于 0.031in. [0.8mm]

在焊缝上任意 6in. [160mm] 中允许的数量：19 个



## (D) 小的圆形显示

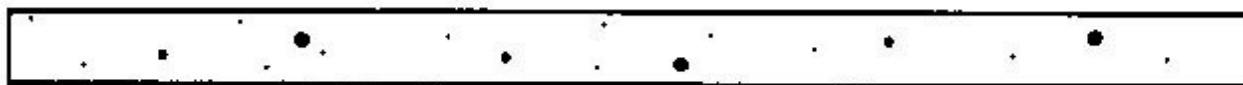
允许的规格：不大于 0.020in. [0.5mm]

在焊缝上任意 6in. [150mm] 中允许的数量：48 个

- 注：(1) 应使用试件射线照相中最有代表性的圆形显示规格图来确定是否符合本标准。1/64in. [0.40mm] 及更小的圆形显示不予考虑。显示的最大尺寸（包括任何尾巴）是显示的规格。
- (2) 这些射线照相要求是针对专为分类目的而在试验室里焊制的试验焊缝的。它们比在一般生产中通常使用的要求更为严格。
- (3) 当采用 11.3.1 另一种评定方法时，在焊缝的任意 6in. [150mm] 中，圆形显示的截面总面积（从射线底片中测得的数值来计算）不应超过 0.015in.<sup>2</sup> [9.7mm<sup>2</sup>]。
- (4) 本试件中对于夹渣的验收标准：
- 单个夹渣显示长度：最大为 5/32in. [4.0mm]。
  - 全部夹渣显示总长度：最大为 1/4in. [6.4mm]。

图 5 1/4in. [7mm] 试件的射线照相标准

(第 231 页)

**(A) 混合的圆形显示**

允许的规格：不大于 0.075in. [1.9mm]

在焊缝上任意 6in. [150mm] 中允许的数量为 17 个，同时限制如下：

大的，不大于 0.075in. [1.9mm]——允许 3 个

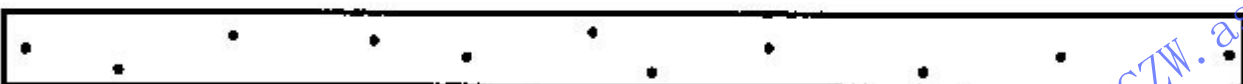
中等的，不大于 0.049in. [1.3mm]——允许 3 个

小的，不大于 0.020in. [0.5mm]——允许 11 个

**(B) 大的圆形显示**

允许的规格：不大于 0.075in. [1.9mm]

在焊缝上任意 6in. [150mm] 中允许的数量：5 个

**(C) 中等的圆形显示**

允许的规格：不大于 0.049 in. [1.3mm]

在焊缝上任意 6in. [150mm] 中允许的数量：11 个

**(D) 小的圆形显示**

允许的规格：不大于 0.020in.[0.50mm]

在焊缝上任意 6in.[150mm]中允许的数量：72 个

注：(1) 应使用试件射线照相中最有代表性的圆形显示规格图来确定是否符合本标准。1/64in.[0.40mm]及更小的圆形显示不予考虑。显示的最大尺寸（包括任何尾巴）是显示的规格。

(2) 这些射线照相要求是针对专为分类目的而在试验室里焊制的试验焊缝的。它们比在一般生产中通常使用的要求更为严格。

(3) 当采用 11.3.1 另一种评定方法时，在焊缝的任意 6in. [150mm] 中，圆形显示的截面总面积（从底片中测得的数值来计算）不应超过 0.023in.<sup>2</sup> [14.8mm<sup>2</sup>]。

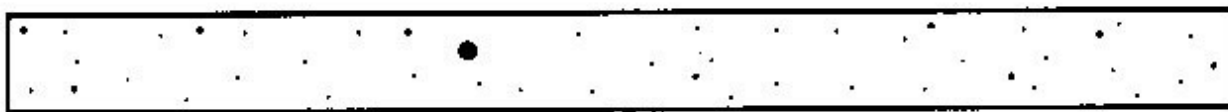
(4) 本试件中对于夹渣的验收标准：

(a) 单个夹渣显示长度：最大为 7/32in. [5.6mm]。

(b) 全部夹渣显示总长度：最大为 3/8in. [9.5mm]

图 6 3/8 in. [10mm] 试件的射线照相标准

(第 232 页)

**(A) 混合的圆形显示**

允许的规格：不大于0.10in. [2.5mm]

在焊缝上任意6in. [150mm]中允许的数量为45个，同时限制如下：

大的，不大于0.10in. [2.5mm]——允许1个

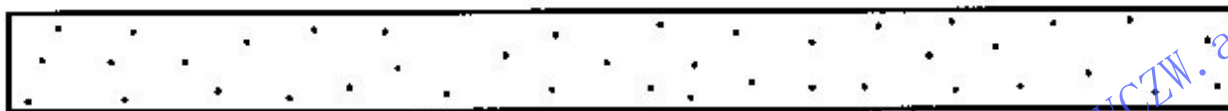
中等的，不大于0.031in. [0.8mm]——允许9个

小的，不大于0.019in. [0.5mm]——允许35个

**(B) 大的圆形显示**

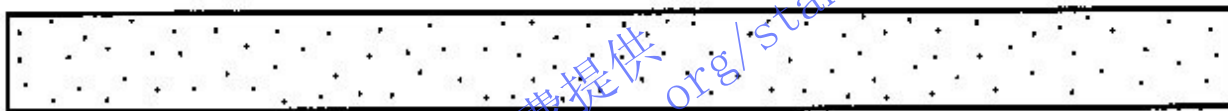
允许的规格：不大于0.10in. [2.5mm]

在焊缝上任意6in. [150mm]中允许的数量：4个

**(C) 中等的圆形显示**

允许的规格：不大于0.031in. [0.8mm]

在焊缝上任意6in. [150mm]中允许的数量：40个

**(D) 小的圆形显示**

允许的规格：不大于0.019in. [0.5mm]

在焊缝上任意6in. [150mm]中允许的数量：101个

注：（1）应使用试件射线照相中最有代表性的圆形显示规格图来确定是否符合本标准。1/64in. [0.40mm]及更小的圆形显示应不予考虑。显示的最大尺寸（包括任何尾巴）是显示的规格。

（2）这些射线照相要求是针对专为分类目的而在试验室里焊制的试验焊缝的。它们比在一般生产中通常使用的要求更为严格。

（3）当采用 11.3.1 另一种评定方法时，在焊缝的任意 6in. [150mm]中，圆形显示的截面总面积（从射线照相底片中测得的数值来计算）不应超过 0.030in.<sup>2</sup> [19.4mm<sup>2</sup>]。

（4）本试件中对于夹渣的验收标准：

（a）单个夹渣显示长度：最大为：7/32 in. [5.6mm]。

（b）全部夹渣显示总长度：最大为：7/16 in. [11mm]。

图 7 1/2 in. [13mm]试件的射线照相标准

(第 233 页)

**(A) 混合的圆形显示**

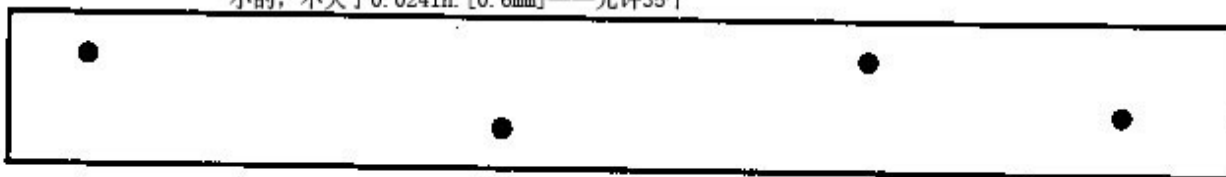
允许的规格：不大于0.125in. [3.2mm]

在焊缝上任意6in. [150mm]中允许的数量为53个，同时限制如下：

大的，不大于0.125in. [3.2mm]——允许1个

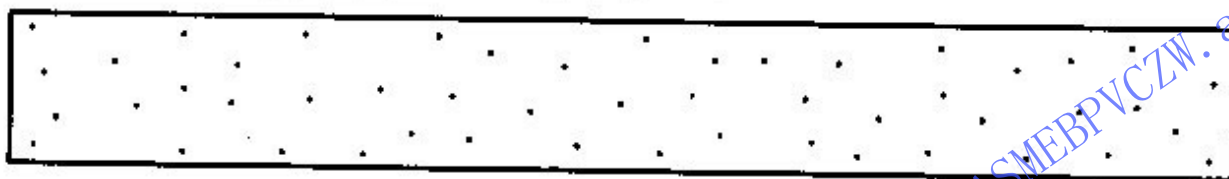
中等的，不大于0.034in. [0.9mm]——允许17个

小的，不大于0.024in. [0.6mm]——允许35个

**(B) 大的圆形显示**

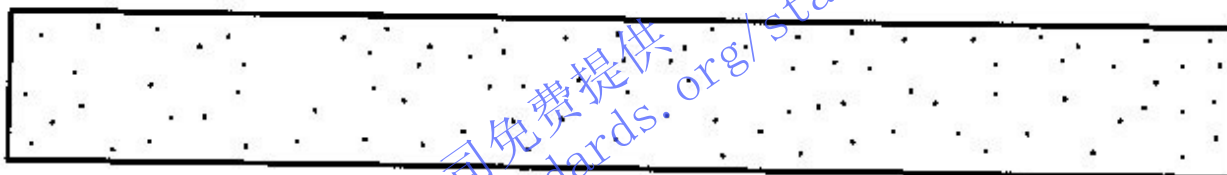
允许的规格：不大于0.125in. [3.2mm]

在焊缝上任意6in. [150mm]中允许的数量：4个

**(C) 中等的圆形显示**

允许的规格：不大于0.034in. [0.9mm]

在焊缝上任意6in. [150mm]中允许的数量：50个

**(D) 小的圆形显示**

允许的规格：不大于0.024in. [0.60mm]

在焊缝上任意6in. [150mm]中允许的数量：90个

注：（1）应使用试件射线照相中最有代表性的圆形显示规格图来确定是否符合本标准。**错误！链接无效。**。及更小的圆形显示不予考虑。显示的最大尺寸（包括任何尾巴）是显示的规格。

（2）这些射线照相要求是针对专为分类目的而在试验室里焊制的试验焊缝的。它们比在一般生产中通常使用的要求更为严格。

（3）当采用 11.3.1 另一种评定方法时，在焊缝的任意 6in. [150mm]中，圆形显示的截面总面积（从射线照相底片中测得的数值来计算）不应超过  $0.045\text{in.}^2$  [29.0mm<sup>2</sup>]。

（4）本试件中对于夹渣的验收标准：

（a）单个夹渣显示长度：最大为：5/16in. [7.9mm]。

（b）全部夹渣显示总长度：最大为：15/32in. [11.9]。

图 8 3/4in. [19mm] 试件的射线照相标准

(第 234 页)

**13、弯曲试验**

**13.1** 应从 9.4.1 所述和图 2 所示的试件中, 根据表 2 的要求, 截取三个横向侧弯试样 (对大于 5/64in.[2mm]的焊条) 或两个横向面弯试样 (对于 5/64in.[2mm]的焊条)。试样的尺寸应如表 5 所示。

**13.2** 试样应按 AWS B4.0 或 AWS B4.0M 弯曲试验一节所述的方法在半径为 **错误! 链接无效。** 下被均匀地弯曲到通过 180°。可以采用在 AWS B4.0 或 AWS B4.0M 弯曲试验一节中规定的任何合适的夹具, 侧弯试样的放置应是将带有较大不连续性 (如果有的话) 的弯曲侧面处于拉伸状态, 面弯试样的放置应使焊缝表面处于拉伸状况。对于这两种横向弯曲试样, 焊缝应处于弯曲的中心。

**13.3** 弯曲之后, 每个试样应符合 3/4in.[19mm] 的半径加一个适当的回弹余量, 当用肉眼检查时, 焊缝金属不应含有超出表 6 所允许的裂纹。

**表 4 全焊缝金属拉伸试验要求**

| AWS 类别      | 抗拉强度 min |     | 伸长率 <sup>a</sup> % |
|-------------|----------|-----|--------------------|
|             | ksi      | MPa |                    |
| Ni          |          |     |                    |
| ENi-1       | 60       | 410 | 20                 |
| NiCr        |          |     |                    |
| ENiCr-4     | 110      | 760 | —                  |
| NiCu        |          |     |                    |
| ENiCu       | 70       | 480 | 30                 |
| NiCrFe      |          |     |                    |
| ENiCrFe-1   | 80       | 550 | 30                 |
| ENiCrFe-2   |          |     |                    |
| ENiCrFe-3   |          |     |                    |
| ENiCrFe-7   |          |     |                    |
| ENiCrFe-4   | 95       | 650 | 20                 |
| EniCrFe-12  |          |     |                    |
| ENiCrFe-9   | 95       | 650 | 25                 |
| ENiCrFe-10  |          |     |                    |
| NiCrFeSi    |          |     |                    |
| ENiCrFeSi-1 | 90       | 650 | 20                 |
| NiMo        |          |     |                    |
| ENiMo-8     |          |     |                    |
| ENiMo-9     | 95       | 650 | 25                 |
| ENiMo-1     |          |     |                    |
| ENiMo-3     |          |     |                    |
| ENiMo-7     | 100      | 690 | 25                 |
| ENiMo-10    |          |     |                    |
| ENiMo-11    |          |     |                    |

**表 4(续) 全焊缝金属拉伸试验要求**

| AWS          | 抗拉强度 min |     | 伸长率 <sup>a</sup> % |
|--------------|----------|-----|--------------------|
|              | ksi      | MPa |                    |
| NiCrMo       |          |     |                    |
| ENiCrCoMo-11 | 85       | 585 | 25                 |
| ENiCrMo-1    | 90       | 620 | 20                 |
| ENiCrMo-9    | 90       | 620 | 20                 |
| ENiCrMo-6    | 90       | 620 | 20                 |
| ENiCrMo-2    | 95       | 650 | 20                 |
| ENiCrMo-18   | 95       | 650 | 35                 |
| ENiCrMo-12   | 95       | 650 | 35                 |
| ENiCrMo-4    |          |     |                    |
| ENiCrMo-5    |          |     |                    |
| ENiCrMo-7    |          |     |                    |
| ENiCrMo-10   | 100      | 690 | 25                 |
| ENiCrMo-13   |          |     |                    |
| ENiCrMo-17   |          |     |                    |
| ENiCrMo-14   | 100      | 690 | 30                 |
| ENiCrMo-3    | 110      | 760 | 30                 |
| ENiCrMo-19   | 120      | 830 | 20                 |
| NiCrCoMo     |          |     |                    |
| ENiCrCoMo-1  | 90       | 620 | 20                 |
| NiCrWMo      |          |     |                    |
| ENiCrWMo-1   | 90       | 620 | 20                 |

注: <sup>a</sup> 伸长率是以标定长度等于 4 倍标定直径来确定的。

**表 5 弯曲试样的尺寸**

|                 | 长度, min. |     | 宽度, min. |     | 厚度, min. |     |
|-----------------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
|                 | in.      | mm  | in.      | mm  | in.      | mm  |
| 侧弯 <sup>a</sup> | 6        | 150 | (b)      | (b) | 3/8      | 9.5 |
| 面弯 <sup>a</sup> | 6        | 150 | 1-1/2    | 38  | 3/8      | 9.5 |

注: a. 试样的棱角半径最大为 **错误! 链接无效。**

b. 试样的宽度是被取样试件的厚度 (见图 2)

**14. 制造方法**

按本标准分类的焊条可以采用能制造出符合本标准要求的焊条和任何方法来制造。

**15. 标准规格和长度**

**15.1** 焊条的标准规格 (焊芯的直径) 和长度见表 7。

**15.2** 焊芯直径与规定的直径相比, 不应大于  $\pm 0.003\text{in.} [\pm 0.08\text{mm}]$ 。长度与规定相比, 不得大于  $\pm 3/8\text{in.} [\pm 10\text{mm}]$

(第 235 页)

表 6 弯曲试验要求 A

| 类别          |            | 焊条规格                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                               | 允许的裂纹             |          |
|-------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|
|             |            |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               | 最大长度 <sup>c</sup> |          |
|             |            | in.                                                                                                                                      | mm                                                                                                                                                                                                                                                            | 最大数量 <sup>b</sup> | in. mm   |
| ENi-1       |            | 5/64                                                                                                                                     | 2.0                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                 | 1/8 3    |
|             |            | 3/32                                                                                                                                     | 2.4 <sup>d</sup>                                                                                                                                                                                                                                              |                   |          |
|             |            | -                                                                                                                                        | 2.5                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |          |
|             |            | 1/8                                                                                                                                      | 3.2                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |          |
|             |            | 5/32                                                                                                                                     | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                           | 4                 | 1/8 3    |
|             |            | 3/16                                                                                                                                     | 4.8 <sup>d</sup>                                                                                                                                                                                                                                              |                   |          |
| ENiCu-7     |            | -                                                                                                                                        | 5.0                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |          |
|             |            | 5/64                                                                                                                                     | 2.0                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                 | 3/32 2.5 |
|             |            | 3/32                                                                                                                                     | 2.4 <sup>d</sup>                                                                                                                                                                                                                                              |                   |          |
|             |            | -                                                                                                                                        | 2.5                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |          |
|             |            | 1/8                                                                                                                                      | 3.2                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |          |
|             |            | 5/32                                                                                                                                     | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                           | 4                 | 3/32 2.5 |
|             |            | 3/16                                                                                                                                     | 4.8 <sup>d</sup>                                                                                                                                                                                                                                              |                   |          |
|             |            | -                                                                                                                                        | 5.0                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |          |
|             |            | 1/4                                                                                                                                      | 6.4 <sup>d</sup>                                                                                                                                                                                                                                              |                   |          |
| ENiCrFe-1   | ENiCrFe-2  | 5/64<br>3/32<br>-<br>1/8<br>5/32<br>3/16<br>-<br>1/8<br>5/32<br>3/16<br>-<br>1/8<br>5/32<br>3/16<br>-<br>1/8<br>5/32<br>3/16<br>-<br>1/8 | 2.0<br>2.4 <sup>d</sup><br>2.5<br>3.2<br>4.0<br>4.8 <sup>d</sup><br>5.0<br>6.4 <sup>d</sup><br>4.0<br>4.8 <sup>d</sup><br>5.0<br>6.4 <sup>d</sup><br>4.0<br>4.8 <sup>d</sup><br>5.0<br>6.4 <sup>d</sup><br>4.0<br>4.8 <sup>d</sup><br>5.0<br>6.4 <sup>d</sup> | 3                 | 3/32 2.5 |
| ENiCrFe-4   | ENiCrFe-7  |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiCrFe-9   | ENiCrFe-10 |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiCrFe-12  |            |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiCrFeSi-1 |            |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiMo-1     | ENiMo-3    |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiMo-7     | ENiMo-8    |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiMo-9     | ENiMo-10   |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiMo-11    |            |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiCrMo-1   | EniCrMo-2  |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiCrMo-3   | EniCrMo-4  |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiCrMo-5   | EniCrMo-6  |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiCrMo-7   | EniCrMo-9  |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiCrMo-10  | EniCrMo-11 |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiCrMo-12  | EniCrMo-13 |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiCrMo-14  | EniCrMo-17 |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiCrMo-18  | EniCrMo-19 |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiCrCoMo-1 |            |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiCrWMo-1  |            |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |          |
| ENiCrFe-3   |            | 5/16                                                                                                                                     | 2.0                                                                                                                                                                                                                                                           | 2                 | 3/32 2.5 |
|             |            | 3/32                                                                                                                                     | 2.4 <sup>d</sup>                                                                                                                                                                                                                                              |                   |          |
|             |            | -                                                                                                                                        | 2.5                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |          |
|             |            | 1/8                                                                                                                                      | 3.2                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |          |
|             |            | 5/32                                                                                                                                     | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |          |
|             |            | 3/16                                                                                                                                     | 4.8 <sup>d</sup>                                                                                                                                                                                                                                              |                   |          |
| ENiCrFe-3   |            | -                                                                                                                                        | 5.0                                                                                                                                                                                                                                                           | 2                 | 3/32 2.5 |
|             |            | 5/16                                                                                                                                     | 2.0                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |          |
|             |            | 3/32                                                                                                                                     | 2.4 <sup>d</sup>                                                                                                                                                                                                                                              |                   |          |
|             |            | -                                                                                                                                        | 2.5                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |          |
|             |            | 1/8                                                                                                                                      | 3.2                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |          |
|             |            | 5/32                                                                                                                                     | 4.0                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |          |
|             |            | 3/16                                                                                                                                     | 4.8 <sup>d</sup>                                                                                                                                                                                                                                              |                   |          |
|             |            | -                                                                                                                                        | 5.0                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |          |

注: a. 这些要求对于侧弯和面弯均适用。

b. 所示数值是每一个弯曲试样中, 在拉伸面上焊缝金属中所允许裂纹的最大数量。裂纹的规格按注 (c) 确定。

c. 注 (b) 中所涉及的裂纹数量系指 1/64in.[0.4mm]和最后一栏中所示长度之间裂纹数量。长度小于 1/64in.[0.4mm]和在试样棱角上的那些裂纹应不予考虑, 具有大于所示长度裂纹的弯曲试样即为不符合本标准的要求。

d. 在 ISO 544 中没有示出公制规格。

(第 236 页)

表7 标准规格和长度

| 标准长度 a            |                    |       |     |         |     |         |     |                                                                                                       |     |                                                                                                                                                                                    |     |                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------|--------------------|-------|-----|---------|-----|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 焊条规格<br>(芯丝直径)    |                    | ENi-1 |     | ENiCr-4 |     | ENiCu-7 |     | ENiCrFe-1<br>ENiCrFe-2<br>ENiCrFe-3<br>ENiCrFe-4<br>ENiCrFe-7<br>ENiCrFe-9<br>ENiCrFe-10<br>ENiCrMo-3 |     | ENiCrFe-12<br>ENiMo-1<br>ENiMo-7<br>ENiMo-9<br>ENiMo-11<br>ENiCrMo-2<br>ENiCrMo-5<br>ENiCrMo-7<br>ENiCrMo-10<br>ENiCrMo-12 <sup>c</sup><br>ENiCrMo-14<br>ENiCrMo-18<br>ENiCrCoMo-1 |     | ENiCrFeSi-1<br>ENiMo-3<br>ENiMo-8<br>ENiMo-10<br>ENiCrMo-1<br>ENiCrMo-4<br>ENiCrMo-6<br>ENiCrMo-9<br>ENiCrMo-11<br>ENiCrMo-13<br>ENiCrMo-17<br>ENiCrMo-19<br>ENiCrWMo-1 |     |
|                   |                    |       |     |         |     |         |     |                                                                                                       |     | in.                                                                                                                                                                                | mm. | in.                                                                                                                                                                     | mm. |
| in.               | mm.                | in.   | mm. | in.     | mm. | in.     | mm. | in.                                                                                                   | mm. | in.                                                                                                                                                                                | mm. | in.                                                                                                                                                                     | mm. |
| 5/64              | 2.0                | 9     | 230 | 12      | 300 | 9       | 230 | 9                                                                                                     | 230 | 9                                                                                                                                                                                  | 230 | 9                                                                                                                                                                       | 230 |
| 3/32              | 2.4 <sup>b</sup>   | 9     | 230 | 12      | 300 | 9       | 230 | 9                                                                                                     | 230 | 9                                                                                                                                                                                  | 230 | 9                                                                                                                                                                       | 230 |
|                   |                    | or    | or  |         |     | or      | or  | or                                                                                                    | or  | or                                                                                                                                                                                 | or  | or                                                                                                                                                                      | or  |
|                   |                    | 12    | 300 |         |     | 12      | 330 | 12                                                                                                    | 300 | 12                                                                                                                                                                                 | 300 | 12                                                                                                                                                                      | 300 |
| —                 | 2.5                | —     | 250 | 14      | 350 | —       | 250 | —                                                                                                     | 250 | —                                                                                                                                                                                  | 250 | —                                                                                                                                                                       | 250 |
| 1/8               | 3.2                | 14    | 350 | 14      | 350 | 14      | 350 | 12                                                                                                    | 300 | 14                                                                                                                                                                                 | 350 | 14                                                                                                                                                                      | 350 |
|                   |                    |       |     |         |     |         |     | or                                                                                                    | or  |                                                                                                                                                                                    |     |                                                                                                                                                                         |     |
|                   |                    |       |     |         |     |         |     | 14                                                                                                    | 350 |                                                                                                                                                                                    |     |                                                                                                                                                                         |     |
| 5/32              | 4.0                | 14    | 350 | 18      | 450 | 14      | 350 | 14                                                                                                    | 350 | 14                                                                                                                                                                                 | 350 | 14                                                                                                                                                                      | 350 |
| 3/16 <sup>c</sup> | 4.8 <sup>b,c</sup> | 14    | 350 |         |     | 14      | 350 | 14                                                                                                    | 350 | 14                                                                                                                                                                                 | 350 | 14                                                                                                                                                                      | 350 |
| —                 | 5.0 <sup>c</sup>   | —     | 350 |         |     | —       | 350 | —                                                                                                     | —   | —                                                                                                                                                                                  | —   | —                                                                                                                                                                       | —   |
| 1/4               | 6.4 <sup>b</sup>   | —     | —   |         |     | 14      | 350 | —                                                                                                     | —   | —                                                                                                                                                                                  | —   | —                                                                                                                                                                       | —   |

注: a. 其它长度应由买方和供方协商一致。

b. ISO 544 中没有示出公制规格。

c. 31/64in.[4.8 或 5.0mm]的直径, 对于 ENiCrMo-12 类别是不标准的。

(第 237 页)

## 16. 焊芯和药皮

**16.1** 焊芯和药皮不得有干扰焊条均匀熔敷的缺陷。

**16.2** 焊芯和药皮有一定的同心度, 焊芯加一层药皮的最大尺寸与焊芯加一层药皮的最小尺寸之间的差不得超过如下数值:

(a) 对于规格不大于 3/32in.[2.5mm]的焊条, 为平均尺寸的 7%。

(b) 对于规格为 1/8in.[3.2mm]和 5/32in.[4.0mm]的焊条, 为平均尺寸的 5%。

(c) 对于规格不小于 3/16in.[4.8mm]的焊条, 为平均尺寸的 4%,

同心度可以用任何合适的方法来测量。

## 17. 露芯

**17.1** 每根焊条的夹持端, 为使与焊钳保持电接触, 露芯(无药皮)的长度不小于  $3/4$ in.[19mm], 但不大于  $1\frac{1}{4}$ in.[32mm]。

**17.2** 每根焊条的引弧端, 为便于引弧应充分裸露, 且药皮呈圆锥形过渡。该裸露部分的长度(从端部至整个截面都覆有药皮之间测得的距离)不得超过  $1/8$ in.[3mm]或者焊芯直径两者中的小者。在引弧端附近有药皮碎落的焊条, 露芯长度不超过  $1/4$ in.[6mm]或 2 倍直径之中的小者, 假如碎落无药皮部分不超过焊芯圆周的 50%, 是符合本标准要求的。

## 18. 焊条的识别

所有焊条应按下列条款识别:

**18.1** 在焊条夹持端的  $2\frac{1}{2}$ in.[64mm]范围内的药

皮上至少要印上一个焊条类别号的标记。此外, 假如能符合 ISO 14172 的要求, ISO 14172 的数字类别号可以用来作为参考代号(见 A2.4 和表 A1)。

**18.2** 印上标记的数字和字母应采用黑体字, 其尺寸应足够大, 以便辨认。

**18.3** 印记所用的墨水, 其颜色应与药皮颜色有足够反差, 以便在正常的使用中, 在焊接前和焊接后都能清晰地辨认出标记的数字和字母。

**18.4** 焊条类别中的前缀字母“E”可以在药皮印记中省略。

## 19. 包装

**19.1** 焊条应适当地包装, 以保证在正常条件下的运输和贮存过程中不受损伤。

**19.2** 包装的重量应由供方和买方协商决定。

## 20. 包装上的标记

**20.1** 应在每个单位包装的外部至少清晰地标出下列产品资料。

(1) AWS 标准号和类别号(出版年份可删除);

(2) 供货商名称和商业代号;

(3) 规格和净重;

(4) 批号、检验号或炉号。

**20.2** 在焊条的所有包装, 包括封入大包装中的每个单元包装上, 至少应以清楚的印刷字体醒目地标出在最新版 ANSI Z49.1 中给出的适用的警告性资料<sup>8</sup>。

<sup>8</sup> 对在某些方法中采用的一些通用的和特殊的焊接材料, “警告性标签”的典型例子示于 ANSI Z49.1 的图中。

(第 238 页)

## 附录 A

## AWS《手工电弧焊用镍和镍合金焊条标准》指南

(本附录不是 AWS A5.11/A5.11M-2005《手工电弧焊用镍和镍合金焊条标准》的一部分,附在本标准内仅作为参考资料。)

## A1 引言

本指南的目的在于使焊条的分类与它们的预期应用相联系,从而能够有效地使用本标准。当能够做到并认为有帮助时,也列出了适用的母材标准,这些参考资料仅是些例子,而不是每种填充金属所适用的材料的完整清单。

## A2 分类体系

**A2.1** 本标准中识别焊条类别的体系是遵照在其它 AWS 填充金属标准中采用的标准模式,每个类别代号的起始处的字母“E”表示焊条。

**A2.2** 由于焊条是根据熔敷焊缝金属的化学成分来分类的,化学符号 Ni 出现在“E”的右面,是作为识别焊条是镍基合金的方法。代号中的其它符号(Cr、Cu、Fe、Mo、Si、W 和 Co)是用来根据主要合金元素将焊条进行分组。每个类别号由这些符号和尾部的数字组成(例如,ENiMo-1, ENiMo-3)。这些数字在组内用来区别成分,并在那个组中不重复。

**A2.3** 从应用观点看,本标准中的焊条类别与 AWS 5.14/ AWS 5.14M《镍及镍合金光焊丝和填充丝标准》中有相应的类别,此时,焊丝和填充丝(ER)具有相对应的用途。表 A1 将本版本的药皮焊条类别与 AWS A5.14/ AWS 5.14M 中相应的 ER 类别放在一起作比较,其中也列出了特别适用的军用标准中各种类别的目前代号(当有这种代号时)。

**A2.4** 由国际焊接学会(IIW)开发的识别焊接填充金属的国际分类体系正在被许多 ISO 标准所采用。表 A1 示出在 ISO14172 标准中采用的与本标准可以比较的那些类别,为了弄懂建议的国际代号体系,其中之一就是请参阅 AWS 文件 IFS: 2002《焊接填充金属类别的国际索引》中的表 10A。

## A3. 验收

本标准分类的所有焊接材料的验收、正如标准所述,是根据 AWS A5.01《填充金属采购导则》进行的。对于根据本标准所发运的材料,买方要求供方进行的任何试验,按照 AWS A5.01 中的条款,应明确地在订货单中说明,如在订货单中没有任何这

样的说明,供方就可以根据 AWS A5.01 表 1 中 F 级别的规定,对于那个类别的材料进行正常试验,并发运该材料。按表中任何其它级别进行的试验,要在订货单中专门提出要求,此时,发运材料将按照那些要求进行验收。

## A4. 证明

在包封产品的包装上标上 AWS 标准号和类别号,或者在产品上标明类别号的做法构成了供货者(制造厂商)的证明:产品已符合标准的全部要求。

在本证明中暗示的惟一的试验要求是表示制造厂在要发运的具有代表性的材料上已实际进行了标准所要求的试验,并且材料符合标准的要求。在这种情况下,代表性材料是从用同样制造方法的该类别的任何生产批号中取出的。“证明”不被解释为对发运的特定材料的试样必须进行任何种类的试验。对于这种材料的试验可以做,也可以不做。标准要求的证明的基础是上述“代表性材料”的分类试验和 ANSI/AWS A5.01《填充金属采购导则》中的“制造厂质量保证体系”。

## A5 焊接过程中的通风

**A5.1** 焊接过程中决定焊工和焊接操作工所接触气氛中烟尘数量的 5 个主要因素是:

- (a) 施焊场所的大小(特别要注意顶棚的高度);
- (b) 在该场所工作的焊工和焊接操作工的人数;
- (c) 与材料和焊接方法有关的烟尘、气体和粉尘的释放速率。
- (d) 焊工与焊接操作工与从焊接区释放出的烟尘的接触程度,以及与他们工作场所里的气体 and 粉尘的接触程度;
- (e) 为焊接工作场所提供的通风情况。

**A5.2** 美国国家标准 ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》(由美国焊接学会颁布)讨论了焊接过程中所要求的通风以及有关实施细节。对那份文件中论及通风的一节应予以特别注意。

(第 239 页)

表 A1 各种类别的比较

| 现有的<br>AWS类别 <sup>a</sup> | UNS 号  | 军用代号 <sup>b</sup> | 相应的<br>A5.14/A5.14M <sup>c</sup> | 建议的ISO代号 |
|---------------------------|--------|-------------------|----------------------------------|----------|
| ENi-1                     | W82141 | 4N11              | ERNi-1                           | ENi2061  |
| ENiCr-4                   | W86172 | —                 | ERNiCr-4                         | —        |
| ENiCu-7                   | W84190 | 9N10              | ERNiCu-7                         | ENi4060  |
| ENiCrFe-1                 | W86132 | 3N12              | ERNiCrFe-5                       | ENi6062  |
| ENiCrFe-2                 | W86133 | 4N1A              | ERNiCrFe-6                       | ENi6133  |
| ENiCrFe-3                 | W86182 | 8N12              | ERNiCr-3                         | ENi6182  |
| ENiCrFe-4                 | W86134 | —                 | —                                | ENi6093  |
| ENiCrFe-7                 | W86152 | —                 | ERNiCrFe-7                       | ENi6152  |
| ENiCrFe-9                 | W86094 | —                 | —                                | ENi6094  |
| ENiCrFe-10                | W86095 | —                 | —                                | ENi6095  |
| ENiCrFe-12                | W86025 | —                 | ERNiCrFe-12                      | ENi6025  |
| ENiCrFeSi-1               | W86045 | —                 | ERNiCrFeSi-1                     | —        |
| ENiMo-1                   | W80001 | 3N1B              | ERNiMo-1                         | ENi1001  |
| ENiMo-3                   | W80004 | 4N1W              | ERNiMo-3                         | ENi1004  |
| ENiMo-7                   | W80665 | —                 | ERNiMo-7                         | ENi1066  |
| ENiMo-8                   | W80008 | —                 | ERNiMo-8                         | ENi1008  |
| ENiMo-9                   | W80009 | —                 | ERNiMo-9                         | ENi1009  |
| ENiMo-10                  | W80675 | —                 | ERNiMo-10                        | ENi1067  |
| ENiMo-11                  | W80629 | —                 | ERNiMo-11                        | ENi1069  |
| ENiCrMo-1                 | W86007 | —                 | ERNiCrMo-1                       | —        |
| ENiCrMo-2                 | W86002 | —                 | ERNiCrMo-2                       | ENi6002  |
| ENiCrMo-3                 | W86112 | 1N12              | ERNiCrMo-3                       | ENi6625  |
| ENiCrMo-4                 | W80276 | —                 | ERNiCrMo-4                       | ENi6276  |
| ENiCrMo-5                 | W80002 | 3N1C              | —                                | ENi6275  |
| ENiCrMo-6                 | W86620 | —                 | —                                | ENi6620  |
| ENiCrMo-7                 | W86455 | —                 | ERNiCrMo-7                       | ENi6455  |
| ENiCrMo-9                 | W86985 | —                 | ERNiCrMo-9                       | ENi6985  |
| ENiCrMo-10                | W86022 | —                 | ERNiCrMo-10                      | ENi6022  |
| ENiCrMo-11                | W86030 | —                 | ERNiCrMo-11                      | ENi6030  |
| ENiCrMo-12                | W86032 | —                 | —                                | ENi6627  |
| ENiCrMo-13                | W86059 | —                 | ERNiCrMo-13                      | ENi6059  |
| ENiCrMo-14                | W86026 | —                 | ERNiCrMo-14                      | ENi6686  |
| ENiCrMo-17                | W86200 | —                 | ERNiCrMo-17                      | ENi6200  |
| ENiCrMo-18                | W86650 | —                 | ERNiCrMo-18                      | ENi6650  |
| ENiCrMo-19                | W86058 | —                 | ERNiCrMo-19                      | —        |
| ENiCrCoMo-1               | W86117 | —                 | ERNiCrCoMo-1                     | ENi6117  |
| ENiCrWMo-1                | W86231 | —                 | ERNiCrCoMo-1                     | ENi6231  |

注： a. 当量类别的要求不一定在每一方面都是等同的。

b. 代号来自 MIL-E-22200/3 《镍基合金及钴基合金药皮焊条》。

c. ANSI/AWS A5.14/AWS A5.14M-2005 《镍及镍合金光焊丝和填充丝标准》。

(第 240 页)

## A6 焊接注意事项

**A6.1** 在焊接或加热任何镍基合金之前, 材料必须清洁。清除油、脂、漆、润滑剂、标记笔印、指示温度的材料、有害的化合物和其它经常含有硫、铅或银的材料, 因为在焊接或加热的过程中, 它们的存在会引起母材或焊缝金属产生裂纹(脆化)。

**A6.2** 某些类别的焊条是用于异种金属焊缝的。当焊制这样的焊缝时, 重要的是要从异种金属元件(例如钢)获得尽可能小的稀释。这样, 就需要减慢焊接速度以熔敷较厚的焊道, 并且要在熔融的焊缝金属上或在镍基母材处消耗电弧的能量, 而不是在异种金属元件上。

**A6.3** 本标准中的绝大多数焊条用 DCEP(直流, 焊条接正极)。但某些焊条被设计成也可使用交流电, 以使弧偏吹减到最小。如果某特殊产品要使用交流电, 宜向焊条制造厂咨询。

## A7 焊条说明和用途

**A7.1** ENi-1 类别。这一类别焊条焊得焊缝金属的名义成分(重量百分数)为 95Ni, 2.5Ti。这类焊条用于商业纯镍锻件和铸件本身的焊接以及与钢的连接(即连接镍与钢以及在钢上用镍堆焊)。这种镍母材的典型标准是 ASTM B160、B161、B162 和 B163。它们具有 UNS 号 N02200 或 N02201。规格小于  $1/8$ in. [3.2mm] 的焊条能用于横焊和平焊位置。

**A7.2** ENiCr-4 类别。这一类别焊条最初用于铸件类 ASTM A560 的焊接。ENiCr-4 能抵抗碳化炉的气氛以及当燃烧低级别重燃料时发生的燃灰腐蚀。ENiCr-4 在 2100°F [1150°C] 温度以下能抗锈垢。

**A7.3** ENiCu-7 类别。这一类别焊条焊得焊缝金属的名义成分(重量百分数)为 66Ni, 30Cu, 3Mn, 1Fe。这类焊条用于镍-铜合金本身的焊接以及与钢的焊接, 用于带有镍-铜合金复合钢接头的复合层侧的焊接以及用于在钢表面堆焊镍-铜合金焊缝金属。镍-铜合金复合钢接头的复合层侧的焊接以及用于在钢表面堆焊镍-铜合金焊缝金属。镍-铜合金母材的典型标准是 ASTM B127、B163、B164、B165。它们都具有 UNS 号 N04400。

规格小于和等于  $1/8$ in. [3.2mm] 的焊条能用于全位置焊接。比它粗的焊条仅用于横焊和平焊位

置。焊缝金属在焊态和经适当的焊后热处理之后均能合适使用。使用之前应进行评定试验, 以便在采用特定的热处理之后获得所需要的各项性能。

### A7.4 ENiCrFe-X 类别

**A7.4.1** ENiCrFe-1。这一类别焊条焊得焊缝金属的名义成分(重量百分数)为 70Ni, 15Cr, 8Fe, 3.5Mn, 2.5Nb (Cb) +Ta。这类焊条用于镍-铬-铁合金的焊接, 用于带有镍-铬-铁合金的复合钢接头的复合层侧的焊接和在钢上堆焊镍-铬-铁焊缝金属。这种焊条可用于从低温到大约 1800°F [980°C] 的温度范围。但是, 对于高于 1500°F [820°C] 的温度, 这些焊条并不表示出良好的抗氧化性和强度。这类焊条也适用于连接钢与镍基合金。镍-铬-铁母材的典型标准是 ASTM B163, B166, B167 和 B168。它们都具有 UNS 号 N06600。规格不大于  $1/8$ in. [3.2mm] 的焊条能用于全位置焊接。大于这个规格的焊条仅用于横焊和平焊位置。

**A7.4.2** ENiCrFe-2。这一类别焊条焊得焊缝金属的名义成分(重量百分数)为 70Ni, 15Cr, 8Fe, 2Mn, 2Nb (Cb) +Ta, 1.5Mo。这类焊条用于镍-铬-铁合金、9%镍钢和各种异种金属接头(包括碳钢、不锈钢、镍和镍基合金)的焊接, 母材可以是锻造的或铸造的(可焊级), 或两者, 焊条可用于从低温到大约 1800°F [980°C] 的温度范围。但是, 对于高于 1500°F [820°C] 的温度, ENiCrFe-2 焊条并不显示出良好的抗氧化性和强度。镍-铬-铁母材的典型标准是 ASTM B163, B166, B167 和 B168。它们都具有 UNS 号 N06600。规格小于  $1/8$ in. [3.2mm] 的焊条能用于全位置焊接。大于这个规格的焊条仅用于横焊和平焊位置。

**A7.4.3** ENiCrFe-3。这一类别焊条焊得焊缝金属的名义成分(重量百分数)为 65Ni, 15Cr, 8Fe, 7.5Mn, 2Nb (Cb) +Ta, 这类焊条用于镍-铬-铁合金的焊接, 用于带有镍-铬-铁合金的复合钢接头的复合层侧的焊接, 以及当比较高的锰含量为无害时, 用于在钢上进行镍-铬-铁合金的堆焊。这种焊条可用于从低温至大约 900°F [480°C] 的温度范围。镍-铬-铁母材的典型标准是 ASTM B163, B166, B167, 和 B168。它们都具有 UNS 号 N06600。

这些焊条也能用于钢与其它镍基合金的焊接。比起 ENiCrFe-1 和 ENiCrFe-2 类别的焊缝来说, 本类别焊缝金属在弯曲试验中允许有少量的裂纹。规格小于  $1/8$ in. [3.2mm] 的焊条能用于全位置焊接。更

(第 241 页)

大规格的焊条仅用于横焊和平焊位置。

**A7.4.4 ENiCrFe-4.**这一类别焊条焊得焊缝金属的名义成分(重量百分数)为 70Ni, 15Cr, 8Fe, 2.5Mn, 2.5Nb (Cb) +Ta, 2.5Mo。这类焊条用于 9%镍钢的焊接。9%镍钢母材的典型标准是 ASTM A333, A334, A353, A522 和 A553, 它们都具有 UNS 号 K81340。焊缝金属的强度比 ENiCrFe-2 类别高。

**A7.4.5 ENiCrFe-7.**这一类别焊条焊得焊缝金属的名义成分(重量百分数)为 55Ni, 29Cr, 9.5Fe, 3Mn, 1.5Nb (Cb) +Ta, 这类焊条用于 UNS 号 N06690 镍-铬-铁合金的焊接。镍-铬-铁母材的典型标准是 ASTM B166, B167 和 B168。焊条亦可用于镍-铬-铁合金与钢和不锈钢的焊接, 以及在钢上堆焊耐腐蚀层。规格小于  $1/8$ in. [3.2mm] 的焊条能用于全位置焊接。大于此规格的焊条仅用于横焊和平焊位置。

**A7.4.6 ENiCrFe-9.**这一类别焊条焊得焊缝金属的名义成分(重量百分数)为 70Ni, 14Cr, 9Fe, 1.5Nb (Cb) +Ta, 4Mo。这类焊条用于 9%Ni 钢的焊接。9%Ni 钢母材的典型标准是 ASTM A333, A334, A335, A522 和 A553, 它们的 UNS 号是 K81340。规格小于  $5/32$ in. [4.0mm] 的焊条能用于全位置焊接。大于此规格的焊条只能用于平焊和横焊位置。

**A7.4.7 ENiCrFe-10.**这一类别焊条焊得焊缝金属的名义成分(重量百分数)为 65Ni, 15Cr, 10Fe, 1.5Nb+Ta, 3Mo, 2W。这类焊条用于 9%Ni 钢的焊接。9%Ni 钢母材的典型标准是 ASTM A333, A334, A353, A522 和 A553, 所有这些母材的 UNS 号是 K81340。规格小于  $5/32$ in. [4.0mm] 的焊条能用于全位置焊接。大于此规格的焊条只能用于平焊和横焊位置。

**A7.4.8 ENiCrFe-12.**这一类别焊条焊得焊缝金属的名义成分(重量百分数)为 63Ni, 25Cr, 9.5Fe 和 2.1Al。这类焊条用于 UNS 号 N06025 的焊接, 用于镍-铬-铁与钢及与其它镍基合金的焊接。母材的典型标准是 ASTM B163, B166, B167, B168, B366, B516, B517, B546 和 B564。所有这些母材的 UNS 号是 N06025。

**A7.5 ENiCrFeSi-1 类别.**这一类别焊条焊得焊缝金属名义化学成分(重量百分数)为 46Ni, 28Cr, 23Fe 和 2.75Si。这类焊条用于 UNS 号 N06045 的

焊接, 用于镍-铬-铁与钢及与其它镍基合金的焊接。母材的典型标准是 ASTM B163, B166, B167, B168, B366, B516, B517, B546 和 B564, 所有这些母材的 UNS 号是 N06045。

#### **A7.6 ENiMo-X 类别**

**7.6.1 ENiMo-1.**这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分(重量百分数)为 67Ni, 28Mo, 5Fe。ENiMo-1 类焊条用于镍-钼合金的焊接, 以及用于带有镍-钼合金复合钢接头中复合层侧的焊接, 用于镍-钼合金与钢和与其它镍基合金的焊接。镍-钼母材的典型标准是 ASTM B333, B335, B619, B622 和 B626, 它们都具有 UNS 号 N10001。ENiMo-1 焊条通常仅用于平焊位置。

**7.6.2 ENiMo-3.**这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分(重量百分数)为 63Ni, 25Mo, 5.5Fe, 4Cr。ENiMo-3 类焊条用于镍基、钴基和铁基合金组合的异种金属焊接。这些焊条通常仅用于平焊位置。

**7.6.3 ENiMo-7.**这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分(重量百分数)为 69Ni, 28Mo, 1.5Fe, 1.5Mn。ENiMo-7 焊条中碳、铁和钴被控制得较低。它们用于镍-钼合金的焊接, 用于带有镍-钼合金的复合钢接头中复层侧焊接, 也用于镍-钼合金与钢及其它镍基合金的焊接。镍-钼母材的典型标准是 ASTM B333, B335, B619 和 B626, 它们都具有 UNS 号 N10665。这些焊条通常仅用于平焊位置。

**A7.6.4 ENiMo-8.**这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分(重量百分数)为 70Ni, 18Mo, 7Fe, 3W, 2Cr。这个类别焊条用于 9%Ni 钢的焊接, 但是它们也可用于其它场合。9%Ni 钢母材的典型标准是 ASTM A333, A334, A353, A522 和 A553, 所有这些材料的 UNS 号是 K81340。规格小于  $5/32$ in. [4.0mm] 的焊条能用于全位置焊接。大于此规格的焊条只能用于平焊和横焊位置。

**A7.6.5 ENiMo-9.**这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分(重量百分数)为 70Ni, 19Mo, 3Fe, 3W, 1Cu。这个类别焊条用于 9%Ni 钢的焊接, 但是它们也可用于其它用途。9%Ni 钢母材的典型标准是 ASTM A333, A334, A353, A522, A553, 所有这些材料的 UNS 号是 K81340。规格小于  $5/32$ in. [4.0mm] 的焊条能用于全位置焊接。大于此规格的焊条只能用于平焊和横焊位置。

**A7.6.6 ENiMo-10.**这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分(重量百分数)为 69Ni, 28Mo, 15Cr,

(第 242 页)

1.5Fe 和低碳, 这一填充材料用于镍-钼合金 (UNS 号 N10665 和 N10675) 的焊接, 也用于镍-钼合金复合钢接头复合层侧的焊接, 以及镍-钼合金与钢和其它镍基合金的焊接。镍-钼母材的典型标准是 ASTM B333, B335, B336, B564, B619, B622 和 B626, 这些药皮焊条通常用于平焊位置。

**A7.6.7 ENiMo-11.** 这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分 (重量百分数) 为 67Ni, 28Mo, 3Fe, 1.3Cr 和低碳, 这一填充材料用于镍-钼合金 (UNS 号 N10665 和 N10629) 的焊接, 也用于带有镍-钼合金复合钢接头复合层侧的焊接, 以及镍-钼合金与钢和其它镍基合金的焊接。镍-钼合金 (母材) 的 ASTM 标准是 B333, B335, B366, B564, B619, B622 和 B629, 这些药皮焊条通常用于平焊位置。

#### **A7.7 ENiCrMo-X 类别**

**A7.7.1 ENiCrMo-1.** 这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分 (重量百分数) 为 43Ni, 22Cr, 19.5Fe, 6.5Mo, 2Nb+Ta, 2Cu, 1.5Mn。这类焊条用于镍-铬-钼合金的焊接, 也用于带有镍-铬-钼合金的复合钢接头的复合层侧的焊接, 以及用于镍-铬-钼合金与钢和与其它镍基合金的焊接。镍-铬-钼母材的典型标准是 ASTM B581, B582, B619 和 B622, 它们都具有 UNS 号 N06007。这些焊条通常仅用于平焊位置的焊接。

**A7.7.2 ENiCrMo-2.** 这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分 (重量百分数) 为 47Ni, 22Cr, 18Fe, 9Mo, 1.5Co。这类焊条用于镍-铬-钼合金的焊接, 用于带有镍-铬-钼合金的复合钢接头的复合层侧的焊接, 以及用于镍-铬-钼合金与钢和与其它镍基合金的焊接。镍-铬-钼母材的典型标准是 ASTM B435, B572, B619, B622 和 B626。它们都具有 UNS 号 N06002。这些焊条通常仅用于平焊位置的焊接。

**A7.7.3 ENiCrMo-3.** 这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分 (重量百分数) 为 60Ni, 22Cr, 9Mo, 5Fe, 3.5Nb+Ta。ENiCrMo-3 类焊条用于镍-铬-钼合金本身的焊接和与钢的焊接, 用于在钢上堆焊镍-铬-钼焊缝金属。也能用于镍基合金与钢的焊接。这些焊条用于从低温至 1000°F [540°C] 温度范围的场合。镍-铬-钼母材的典型标准是 ASTM B443, B444 和 B446。它们都具有 UNS 号 N06625。规格不大于  $1/8$ in. [3.2mm] 的焊条能用于全位置焊接。比它更粗的焊条仅用于平焊和横焊位置。

**A7.7.4 ENiCrMo-4.** 这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分 (重量百分数) 为 57Ni, 16Mo, 15.5Cr, 5.5Fe, 4W, 低 C。这类焊条用于低碳镍-铬-钼合金的焊接, 用于带有低碳镍-铬-钼合金的复合钢接头的复合层侧的焊接, 以及用于低碳镍-铬-钼合金与钢和其它镍基合金的焊接。镍-铬-钼母材的典型标准是 ASTM B574, B575, B619, B622 和 B626, 它们都具有 UNS 号 N10276。这些焊条通常仅用于平焊位置的焊接。

**A7.7.5 ENiCrMo-5.** 这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分 (重量百分数) 为 53Ni, 16Mo, 15.5Cr, 5.5Fe, 4W。这类焊条用于钢表面的镍-铬-钼合金堆焊。这些焊条通常仅用于平焊位置。

**A7.7.6 ENiCrMo-6.** 这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分 (重量百分数) 为 65Ni, 14.5Cr, 7Fe, 7Mo, 3Mn, 1.5W, 1.5Nb+Ta。这类焊条用于 9% 镍钢的焊接, 但它们也能用于其它场合。9% 镍钢母材的典型标准是 ASTM A333, A334, A353, A522 和 A553, 它们都具有 UNS 号 K81340。规格不大于  $1/8$ in. [3.2mm] 的焊条能用于全位置焊接。比它更粗的焊条仅用于平焊和横焊位置。

**A7.7.7 ENiCrMo-7.** 这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分 (重量百分数) 为 65Ni, 16Cr, 15.5Mo, 1.5Fe。这类焊条用于镍-铬-钼合金的焊接, 用于带有镍-铬-钼合金的复合钢接头的复合层侧的焊接, 以及用于镍-铬-钼合金与钢和与其它镍基合金的连接。镍-铬-钼母材的典型标准是 ASTM B574, B575, B619, B622 和 B626, 它们都具有 UNS 号 N06455。这些焊条通常仅用于平焊位置。

**A7.7.8 ENiCrMo-9.** 这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分 (重量百分数) 为 44Ni, 22Cr, 19.5Fe, 7Mo, 2Co, 2Cu。这类焊条用于镍-铬-钼合金的焊接, 用于带有镍-铬-钼合金的复合钢接头的复合层侧的焊接, 以及用于镍-铬-钼合金与钢和其它镍基合金的连接。镍-铬-钼母材的典型标准是 ASTM B581, B582, B619, B622 和 B626。它们都具有 UNS 号 N06985。这些焊条通常仅用于平焊位置。

**A7.7.9 ENiCrMo-10.** 这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分 (重量百分数) 为 56Ni, 22Cr, 13Mo, 4Fe, 3W。这类焊条用于镍-铬-钼合金的焊接, 用于带有镍-铬-钼合金的复合钢接头中复合层侧的焊接, 以及用于镍-铬-钼合金与钢和与其它镍基合金的连接。镍-铬-钼母材的典型标准是 ASTM

(第 243 页)

B574, B575, B619, B622 和 B626。它们都具有 UNS 号 N06022。规格不大于  $1/8$ in. [3.2mm] 的焊条能用于全位置焊接。比它更粗的焊条仅用于平焊。

**A7.7.10 ENiCrMo-11。**这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分(重量百分数)为 43Ni, 30Cr, 15Fe, 5Mo, 2Co, 3W, 2Cu。这类焊条用于镍-铬-钼合金的焊接, 用于带有镍-铬-钼合金的复合钢接头的复合层侧的焊接, 以及用于镍-铬-钼合金与钢和与其它镍基合金的连接。镍-铬-钼母材的典型标准是 ASTM B581, B582, B619, B622 和 B626。它们都具有 UNS 号 N06030。这些焊条通常仅用于平焊位置。

**A7.7.11 ENiCrMo-12。**这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分(重量百分数)为 58Ni, 21.5Cr, 9.5Mo, 3Fe, 2Nb+Ta。这类焊条用于铬-镍-钼奥氏体不锈钢本身的焊接及与双相(奥氏体-铁素体)不锈钢, 与镍-铬-钼合金和与钢的焊接。ENiCrMo-12 成分的平衡是为了提供在低于高合金奥氏体不锈钢蠕变范围的温度下使用的焊缝具有抗腐蚀性。铬-镍-钼不锈钢母材的典型标准是 A240, A167, A182, A249, A276, A312, A358, A473 和 A479。这些标准中最特别的是包含有 UNS S31254 级。规格不大于  $1/8$ in. [3.2mm] 的焊条能用于全位置焊接。比它更粗的焊条仅用于平焊和横焊位置焊接。

**7.6.12 ENiCrMo-13。**这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分(重量百分数)为 59Ni, 23Cr, 6Mo, 1Fe, 低碳。这个类别的焊条用于低碳镍-铬-钼合金的焊接, 用于带有低碳镍-铬-钼合金复合钢接头的复合层侧焊接和低碳镍-铬-钼合金与钢和与其它镍基合金的焊接。镍-铬-钼合金的典型标准是 ASTM B574, B575, B619, B622, B626, 所有这些标准都具有 UNS 号 N06059。

**7.6.13 ENiCrMo-14。**这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分(重量百分数)为 59Ni, 21Cr, 6Mo, 1Fe, 4W。这个类别焊条用于镍-铬-钼合金(UNS 号 N06686, N06625, N10276 和 N06022)的焊接。这些合金用于严重腐蚀场合, 那里要求抗还原性, 抗氧化性, 抗间隙腐蚀, 抗点蚀。推荐用于上述环境下铁基母材上的耐腐蚀层堆焊。

**7.6.14 ENiCrMo-17。**这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分(重量百分数)为 59Ni, 23Cr, 16Mo, 1.6Cu。这个类别焊条用于镍-铬-钼合金的

焊接, 用于带有镍-铬-钼合金的复合钢接头的复合层侧的焊接, 用于与钢和与其它镍基合金合金的焊接, 以及用于与镍-铬-钼的连接。镍-铬-钼母材的典型标准是 ASTM B574, B575, B619, B622 和 B626。它们都具有 UNS 号 N06200。规格不大于  $1/8$ in. [3.2mm] 的焊条能用于全位置焊接。大于此规格的焊条仅用于平焊位置。

**7.6.15 ENiCrMo-18。**这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分(重量百分数)为 50Ni, 20Cr, 13.5Fe, 16Mo, 1.5W。这个类别焊条用于如 UNS 号为 N06625 的镍-铬-钼合金的焊接, 用于带有镍-铬-钼合金的复合钢接头的复合层侧的焊接, 用于与钢和与其它镍基合金的焊接, 以及用于与某些其它镍-铬-钼合金的连接, 诸如 UNS 号 N06625, N08825, N06985, N08020, 08926 和 N08031。规格不大于  $1/8$ in. [3.2mm] 的焊条能用于全位置焊接。大于此规格的焊条仅用于平焊位置。

**7.6.16 ENiCrMo-19。**这一类别焊条焊得焊缝金属名义成分(重量百分数)为 58Ni, 21Cr, 20Mo, 1Fe。这类焊条用于镍-铬-钼合金的焊接, 用于带有镍-铬-钼合金的复合钢接头复合层侧的焊接, 用于与钢和与其它镍基合金的焊接, 以及用于与镍-铬-钼合金的连接。镍-铬-钼母材的典型标准是 ASTM B574, B575, B366, B564, B619, B622 和 B626, 它们都具有 UNS 号 N06058。规格不大于  $1/8$ in. [3.2mm] 的焊条能用于全位置焊接。大于此规格的焊条仅用于平焊位置。

#### **A7.8 ENiCrCoMo-1 类别**

这一类别焊条焊得焊缝金属的名义成分(重量百分数)为 52Ni, 23Cr, 12Co, 9Mo, 2Fe, 1.5Mn。这类焊条用于镍-铬-钴-钼合金(UNS 号 N06617)本身及与钢的焊接, 以及在钢上堆焊镍-铬-钴-钼焊缝金属。这些焊条也用于在 1500°F [820°C] 至 2100°F [1150°C], 要求有最合适的强度和抗氧化性能的场所, 尤其是当焊接镍-铬-铁合金母材时, 规格不大于  $1/8$ in. [3.2mm] 的焊条能用于全位置焊接。大于此规格的焊条仅用于平焊或横焊位置的焊接。

#### **A7.9 ENiCrWMo-1 类别**

这一类别焊条焊得焊缝金属的名义成分(重量百分数)为 57Ni, 22Cr, 14W, <5Co, <3Fe, 2Mo。这类焊条用于具有 UNS 号 N06230 的 ASTM B366, B435, B564 和 B572 的镍-铬-钨-钼-钼合金的焊接, 这类焊条通常仅用于平焊位置。

(第 244 页)

**A8 特殊试验**

要承认,在某些应用中可能要求附加试验。此时,可能要求进行确定一些特殊性能的试验,诸如耐腐蚀性能、抗起皮性能或在高温或低温下的强度等。

AWS A5.01 包含了规定这些试验的条件。本节是为了对要规定这些特殊试验的人提供指导。那些试验可按供方和买方之间的协议进行。

**A8.1 腐蚀或起皮试验**

**A8.1.1** 虽然采用按本标准的焊条焊制的焊缝通常用于耐腐蚀和耐高温的场合,但本标准未包括那些性能的试验。当特殊应用要求时,可以从焊缝试块或焊接接头中取样进行试验。从接头中所取的试样适用于评定焊接工艺(对于包括耐腐蚀和抗氧化性能的特殊应用),但不适用于评定焊条。

从接头上取样进行试验具有缺点,这是对焊缝金属、热影响区和未受影响的母材进行综合试验。用它们来试验难以获得重现性好的数据(当试样的各个部位的性能存在差别时。)从接头上取样进行试验也具有优点,就是可使接头的设计和制造中所拟订的焊接工艺完全相同。

**A8.1.2** 纯焊缝金属的耐腐蚀和抗氧化试样,应按本标准 9.3 中所述程序进行制备。试块尺寸至少高  $3/4$ in. [19mm]、宽  $2\frac{1}{2}$ in. [65mm] 和长  $1+0.625n$  in. [ $25+16n$  mm], 此处  $n$  表示从试块上要求取的试样数量。尺寸为  $1/2$ in.  $\times$  2in.  $\times$   $1/4$ in. [13mm  $\times$  50mm  $\times$  6.4mm] 的试样是从试块的顶部用机加工方法按下述方式取下: 试样 2in. [50mm] 的尺寸应平行于试块的  $2\frac{1}{2}$ in. [65mm] 的尺寸,  $1/2$ in. [13mm] 的尺寸应平行于试块的长度方向。

**A8.1.3** 试验之前试样的热处理,表面加工和作标记宜按锻造或铸造形式的类似合金试验的标准方法进行,试验程序要符合 ASTM《进行设备腐蚀试验的推荐作法 G4》。

**A9 不再继续使用的类别**

某些类别从本标准的一个版本改成另一个版本时不再继续使用,这样造成商业实践的更换或标准中所用分类体系的变化。不再继续使用的类别示于表 A2,表中所指年份是这些类别在本标准中包含的最后年份。

**A10 一般安全注意事项**

注:安全和健康方面的问题和相关事项超出了本标准的范围,因此在这里未充分谈及。某些安全和健康的资料能够从附录的 A5 节找到。安全和健康和资料可以从其他来源得到,包括在 A10.2 ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》<sup>9</sup> 中列出的安全和健康实用手册和可适用的联邦和州的管理规定,但不限于此。

**A10.1** 安全和健康实用手册 (SHF) 下列安全和健康事项表是由美国焊接学会 (AWS) 公布的。它们可以直接从 AWS 网址 <http://www.aws.org> 下载和印刷。安全和健康实用手册周期性修订并增加补充手册。

**A10.2 AWS 安全和健康实用手册索引 (SHF)<sup>10</sup>**

| NO. | 标 题              |
|-----|------------------|
| 1   | 烟尘和气体            |
| 2   | 辐射               |
| 3   | 噪声               |
| 4   | 焊接烟尘中的铬和镍        |
| 5   | 电伤害              |
| 6   | 防火和防爆            |
| 7   | 烧伤防护             |
| 8   | 机械伤害             |
| 9   | 拌到和跌落            |
| 10  | 下落的物体            |
| 11  | 有限空间             |
| 12  | 隐形镜的磨损           |
| 13  | 焊接环境中的人与机械控制     |
| 14  | 警告性标签的图示符号       |
| 15  | 安全和健康文件的格式指南     |
| 16  | 设备调试员和焊接         |
| 17  | 电场和磁场(EMF)       |
| 18  | 关闭/作标记           |
| 19  | 激光焊接和切割安全        |
| 20  | 热喷涂安全            |
| 21  | 电阻点焊             |
| 22  | 焊接和关联作业中与镉的接触    |
| 23  | California 建议 65 |
| 24  | 弧焊和钎焊焊剂: 安全管理和使用 |
| 25  | 金属烟尘引起的发烧        |
| 27  | 钍钨极              |
| 29  | 手提式和移动式焊接发电机的接地  |

<sup>9</sup> ANSI Z49.1 由美国焊接学会出版。550 N. W. Lejeune Road, Miami FL 33126

<sup>10</sup> ANSI Z49.1 由美国焊接学会出版, 550N.W. Lejeune Road, Miami FL33126。

(第 244.1 页)

表 A2 不再继续使用的类别

| 不再继续使用的类别              | 最近出版的年份 |
|------------------------|---------|
| ENiCu-1                | 1969    |
| ENiCu-2                | 1969    |
| ENiCu-3                | 1964    |
| ENiCu-4                | 1969    |
| ENiCr-1                | 1969    |
| ENiMo-2 <sup>a</sup>   | 1964    |
| ENiMoCr-1 <sup>b</sup> | 1969    |
| ENiCuA1-1              | 1969    |

注：<sup>a</sup> 1969 年重新分类为 ENiCr-1。

<sup>b</sup> 1976 年重新分类为 ENiMoCr-5

(第 273 页)

## 镍和镍合金光填充丝和焊丝标准

A06

## SFA-5.14

(与 AWS 标准 A5.14/A5.14M: 2005 完全等同)

## 1. 适用范围

**1.1** 本标准规定了镍和镍合金光填充丝、焊带和焊丝的分类要求。它包括其镍含量均超过任何其它元素的那些成分。

**1.2** 安全和健康问题及相关事项超出了本标准的范围, 因此这里未充分论及。某些安全和健康的资料能够在非强制性的附录 A5 和 A10 中找到。安全和健康的资料也可以从其它的来源获得, 包括 ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》和可适用的联邦和州的管理法规, 但不限于此。

**1.3** 本标准采用美国惯用单位制和国际单位制(SI)体系。计量制不是精确相当的, 因此每一体系必须独立于另一体系使用。当涉及材料性能时, 不能以任何方式混用, 代号为 A5.14 的标准采用美国惯用单位, 而 A5.14M 标准则采用 SI 单位。后者在括号[ ]内表示或在表和图的适当栏目中示出。以任一体系为基础的标准尺寸可以在表明填充金属的规格或包装中使用, 或同时在 A5.14 或 A5.14M 标准下使用。

## A 篇一般要求

## 2、引用标准

**2.1** 下列标准含有的条款, 通过在本文中的引用, 构成本 AWS 标准的条款。对已过期的资料, 及随后任何这些出版物的修改或修订, 均不应用。然而, 鼓励在本 AWS 标准的基础上协议双方研究采用最新版本下列文件的可能性。对未过期的资料, 则应采用最新版本的标准资料。

**2.2** 下列 AWS 标准<sup>1</sup>是在本文件强制性部分中引用的。

(a) ANSI/AWS A1.1《焊接工业的公制实用指南》

(b) ANSI/AWS A5.01《填充金属采购导则》

**2.3** 下列 ANSI 标准<sup>2</sup>是在本文件强制性部分中引用的:

(a) ANSI E49.1《焊接, 切割和关联作业中的安全》

**2.4** 下列 ASTM 标准<sup>3</sup>是在本文件强制性部分中引用的:

(a) ASTM E29《为确定与标准一致, 在试验数据中采用有效位数的标准方法》

(b) ASTM E76《镍—铜合金化学分析标准方法》

(c) ASTM DS-56H/SAE HS-1086《金属和合金的统一编号体系》

(d) ASTM E354《高温、电工、磁性和其它相似铁、镍和钴合金的化学分析方法》

(e) ASTM 1019《在钢以及铁、镍和铝合金中碳、硫、氮、氧和氢的测定方法》

(f) ASTM E1473《镍—钴和高温合金化学分析的试验方法》

**2.5** 下列 ISO 标准<sup>4</sup>是在本文件强制性部分中引用的:

(a) ISO 544《焊接材料—焊接填充材料的交货技术条件—产品类型、尺寸、公差和标记》

(b) ISO 18274《焊接消耗材料—镍和镍合金弧焊用填充丝、焊丝和焊带—类别》

**2.6** 下列 MIL 标准<sup>5</sup>是在本文件强制性部分中引用的:

<sup>2</sup> 本 ANSI 标准能从全球工程文件, 信息处理服务 (HIS) 集团公司获得, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776。

<sup>3</sup> ASTM 标准能从美国材料和试验学会获得, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959。

<sup>4</sup> ISO 标准可从美国国家标准研究所获取, 25 West 43<sup>rd</sup> Street, 4<sup>th</sup> Floor, New York, NY 10036

<sup>5</sup> 本 MIL-E-21562 文件能从文件自动化和生产服务处获得, 700 Robbins Avenue, Bldg. 4D Philadelphia, PA 19111-5094

<sup>1</sup> AWS 标准能从全球工程文件, 信息处理服务 (HIS) 集团公司获得, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776。

(第 274 页)

(a) MIL-E-21562E 《军用标准—填充丝和焊丝—焊接, 光丝, 镍合金》

### 3. 分类

**3.1** 由 A5.14/A5.14M-97 标准所包括的焊接填充金属是用互不依赖的美国惯用单位和国际单位 (SI) 制分类的。分类是按填充金属的化学成分进行的, 见表 1 中的规定。

**3.2** 被分类为一种类别的填充金属, 不应再被分类为本标准中的任何其他类别。

**3.3** 在本标准下分类的填充金属适用于等离子弧焊、金属极气体保护焊、钨极气体保护焊和埋弧焊等焊接方法。如果被认为是适用的话, 也不禁止它们在任何其它方法中使用。

### 4. 验收

填充金属应根据 ANSI/AWS A5.01 《填充金属采购导则》的条款进行验收<sup>6</sup>

### 5. 证明

通过在包装上标上 AWS 标准号和类别号, 或者在产品上标上类别号, 制造厂证明产品满足本标准的要求<sup>7</sup>。

### 6. 圆整方法

为了确定与本标准的一致性, 应将实测值或计其值的用于表达极限值数字的最右方的末位, 按照在 ASTM E29 中给出的圆整方法, 圆整到最接近的单位。

## B 篇——试验、程序和要求

### 7. 试验综述

填充金属或制造填充金属的坯料的化学分析是按本标准进行产品分类所要求的唯一试验。

### 8. 复试

如果某一项试验结果不符合要求, 试验应重复两次。两次试验的结果都应符合要求。复试材料可取自原始试样或新试样。仅仅需要对那些不符合试验

<sup>6</sup> 有关验收, 发运材料试验和 ANSI/AWS A5.01 《填充金属采购导则》的更详细资料见附录 A3 验收。

<sup>7</sup> 有关证明和为满足本要求规定的试验的更详细资料见附录 A4 证明。

要求的特定元素进行复试。

如果一个或两个复试结果不满足要求, 所试材料应被认为不满足本标准对该类别的要求。

在下述情况下, 即在任一试验的制备过程中或完成后, 能清楚地确定在制备焊接试样或进行试验时没有遵守所规定的或正确的程序, 不考虑试验是否已实际完成或试验结果是否满足或不满足要求, 试验应视为无效, 应重复试验并遵循规定的正确程序。在这种情况下, 两倍数量试样的要求不适用。

### 9. 化学分析

**9.1** 应准备填充金属或其坯料的试样用于化学分析。

**9.2** 试样应采用认可的方法分析。仲裁方法对镍基合金应为 ASTM E1473, 并补充以 ASTM E1019 和 ASTM E354, 而对镍—铜合金应为 ASTM E76, 如果适用的话。

**9.3** 分析结果应满足表 1 对试验中填充金属的分类要求。

## C 篇——制造, 识别和包装

### 10. 制造方法

按本标准分类的填充金属可以用能生产出符合本标准要求的材料的任何方法来制造。

### 11. 标准规格

**11.1** 在不同包装形式[直段, 有支架的焊丝卷, 无支架的焊丝卷或焊丝盘(见第 13 节)]中的填充金属标准规格列于表 2

**11.2** 成卷焊带的标准规格列于表 3(见第 13 节)

### 12. 光洁度和均匀度

**12.1** 所有填充金属均需有光滑的表面, 无对焊接特性、焊机操作或焊缝金属性能不利影响的裂缝、凹坑、划痕、氧化皮、皱纹、折叠及外来物。

**12.2** 填充金属的每一连续长度应由单一炉号的材料制成; 当存在焊缝时, 应适当处理, 使焊丝在自动焊或半自动焊设备上使用时, 不影响均匀、连续的送进。

### 13. 标准包装形式

**13.1** 标准包装形式为直段、有支架的焊丝卷、无支架的焊丝卷和焊丝盘。表 4 给出每种形式的标

(第 275 页) 表 1 镍和镍合金填充丝和焊丝的化学成分要求

重量百分比<sup>a,b</sup>

| AWS<br>类别 <sup>m</sup>     | UNS 号 <sup>c</sup> | C                  | Mn               | Fe                | P     | S     | Si   | Cu   | Ni <sup>d</sup>    | Co   | Al               | Ti                 | Cr                 | Nb(Cb)<br>加<br>Ta             | Mo   | V | W | 其它元素<br>总量 |
|----------------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------------|-------|-------|------|------|--------------------|------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|------|---|---|------------|
| ERNi-1 <sup>k</sup>        | N02061             | 0.15               | 1.0              | 1.0               | 0.03  | 0.015 | 0.75 | 0.25 | 93.00<br>min       | —    | 1.5              | 2.0<br>to<br>3.5   | —                  | —                             | —    | — | — | 0.50       |
| ERNiCu-7 <sup>k</sup>      | N04060             | 0.15               | 4.0              | 2.5               | 0.02  | 0.015 | 1.25 | Rem  | 62.0<br>69.0       | —    | 1.25             | 1.5<br>to<br>3.0   | —                  | —                             | —    | — | — | 0.50       |
| ERNiCu-8 <sup>k</sup>      | N05504             | 0.25               | 1.5              | 2.0               | 0.03  | 0.015 | 1.00 | Rem  | 63.0<br>70.0       | —    | 2.0<br>to<br>4.0 | 0.25<br>to<br>1.00 | —                  | —                             | —    | — | — | 0.50       |
| ERNiCr-3 <sup>k,l</sup>    | N06082             | 0.10               | 2.5<br>to<br>3.5 | 3.0               | 0.03  | 0.015 | 0.50 | 0.50 | 67.0<br>min        | e    | —                | 0.75               | 18.0<br>to<br>22.0 | 2.0<br>to<br>3.0 <sup>f</sup> | —    | — | — | 0.50       |
| ERNiCr-4                   | N06072             | 0.01<br>0.10       | 0.20             | 0.50              | 0.02  | 0.015 | 0.20 | 0.50 | Rem                | —    | —                | 0.3<br>to<br>1.0   | 42.0<br>to<br>46.0 | —                             | —    | — | — | 0.50       |
| ERNiCr-6 <sup>k</sup>      | N06076             | 0.08<br>0.15       | 1.00             | 2.00              | 0.03  | 0.015 | 0.30 | 0.50 | 75.0<br>min        | —    | 0.40             | 0.15<br>to<br>0.50 | 19.0<br>to<br>21.0 | —                             | —    | — | — | 0.50       |
| ERNiCrFe-5 <sup>k</sup>    | N06062             | 0.08               | 1.0              | 6.0<br>to<br>10.0 | 0.03  | 0.015 | 0.35 | 0.50 | 70.0<br>min        | e    | —                | —                  | 14.0<br>to<br>17.0 | 1.5<br>to<br>3.0 <sup>f</sup> | —    | — | — | 0.50       |
| ERNiCrFe-6 <sup>k</sup>    | N07092             | 0.08               | 2.0<br>to<br>2.7 | 8.0               | 0.03  | 0.015 | 0.35 | 0.50 | 67.0<br>min        | —    | —                | 2.5<br>to<br>3.5   | 14.0<br>to<br>17.0 | —                             | —    | — | — | 0.50       |
| ERNiCrFe-7 <sup>j</sup>    | N06052             | 0.04               | 1.0              | 7.0<br>to<br>11.0 | 0.02  | 0.015 | 0.50 | 0.30 | Rem                | —    | 1.10             | 1.0                | 28.0<br>to<br>31.5 | 0.10                          | 0.50 | — | — | 0.50       |
| ERNiCrFe-7A <sup>j,p</sup> | N06054             | 0.04               | 1.0              | 7.0<br>to<br>11.0 | 0.02  | 0.015 | 0.50 | 0.30 | Rem                | 0.12 | 1.10             | 1.0                | 28.0<br>to<br>31.5 | 0.5<br>to<br>1.0              | 0.50 | — | — | 0.50       |
| ERNiCrFe-8 <sup>k</sup>    | N07069             | 0.08               | 1.0              | 5.0<br>to<br>9.0  | 0.03  | 0.015 | 0.50 | 0.50 | 70.0<br>min        | —    | 0.4<br>to<br>1.0 | 2.00<br>to<br>2.75 | 14.0<br>to<br>17.0 | 0.70<br>to<br>1.20            | —    | — | — | 0.50       |
| ERNiCrFe-11                | N06601             | 0.10               | 1.0              | Rem               | 0.03  | 0.015 | 0.50 | 1.0  | 58.0<br>to<br>63.0 | —    | 1.0<br>to<br>1.7 | —                  | 21.0<br>to<br>25.0 | —                             | —    | — | — | 0.50       |
| ERNiCrFe-12                | N06025             | 0.15<br>to<br>0.25 | 0.50             | 8.0<br>to<br>11.0 | 0.020 | 0.010 | 0.5  | 0.1  | REm                | 1.0  | 1.8<br>to<br>2.4 | 0.10<br>to<br>0.20 | 24.0<br>to<br>26.0 | —                             | —    | — | — |            |

(第 276 页) 表 1 (续) 镍和镍合金填充丝和焊丝的化学成分要求

| AWS 类别                  | UNS 号 <sup>c</sup> | C                  | Mn               | Fe                 | P     | S     | Si               | Cu               | Ni <sup>d</sup>    | Co   | Al                 | Ti                 | Cr                 | Nb(Cb)<br>加<br>Ta  | Mo                 | V                  | W                | 其它元素<br>总量 |
|-------------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|-------|-------|------------------|------------------|--------------------|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|------------|
| ERNiCrFeSi-1            | N06045             | 0.05<br>to<br>0.12 | 1.0              | 21.0<br>to<br>25.0 | 0.020 | 0.010 | 2.5<br>to<br>3.0 | 0.3              | Rem                | 1.0  | 0.30               | —                  | 26.0<br>to<br>29.0 | —                  | —                  | —                  | —                | 0.50       |
| ERNiCrFeAl-1            | N06693             | 0.15               | 1.0              | 2.5<br>to<br>6.0   | 0.03  | 0.01  | 0.5              | 0.5              | Rem                | —    | 2.5<br>to<br>4.0   | 1.0                | 27.0<br>to<br>31.0 | 0.5                | —                  | —                  | —                | 0.50       |
| ERNiFeCr-1 <sup>k</sup> | N08065             | 0.05               | 1.0              | 22.0<br>min        | 0.03  | 0.03  | 0.50             | 1.5<br>to<br>3.0 | 38.0<br>to<br>46.0 | —    | 0.20               | 0.6<br>to<br>1.2   | 19.5<br>to<br>23.5 | —                  | 2.5<br>to<br>3.5   | —                  | —                | 0.50       |
| ERNiFeCr-2 <sup>b</sup> | N07718             | 0.08               | 0.35             | Rem                | 0.015 | 0.015 | 0.35             | 0.30             | 50.0<br>to<br>55.0 | —    | 0.20<br>to<br>0.80 | 0.65<br>to<br>1.15 | 17.0<br>to<br>21.0 | 4.75<br>to<br>5.50 | 2.80<br>to<br>3.30 | —                  | —                | 0.50       |
| ERNiMo-1                | N10001             | 0.08               | 1.0              | 4.0<br>to<br>7.0   | 0.025 | 0.03  | 1.0              | 0.50             | Rem                | 2.5  | —                  | —                  | 1.0                | —                  | 26.0<br>to<br>30.0 | 0.20<br>to<br>0.40 | 1.0              | 0.50       |
| ERNiMo-2                | N10003             | 0.04<br>to<br>0.08 | 1.0              | 5.0                | 0.015 | 0.02  | 1.0              | 0.50             | Rem                | 0.20 | —                  | —                  | 6.0<br>to<br>8.0   | —                  | 15.0<br>to<br>18.0 | 0.50               | 0.50             | 0.50       |
| ERNiMo-3                | N10004             | 0.12               | 1.0              | 4.0<br>to<br>7.0   | 0.04  | 0.03  | 1.0              | 0.50             | Rem                | 2.5  | —                  | —                  | 4.0<br>to<br>6.0   | —                  | 23.0<br>to<br>26.0 | 0.60               | 1.0              | 0.50       |
| ERNiMo-7                | N10665             | 0.02               | 1.0              | 2.0                | 0.04  | 0.03  | 0.10             | 0.50             | Rem                | 1.0  | —                  | —                  | 1.0                | —                  | 26.0<br>to<br>30.0 | —                  | 1.0              | 0.50       |
| ERNiMo-8                | N10008             | 0.10               | 1.0              | 10.0               | 0.015 | 0.015 | 0.50             | 0.50             | 60.0<br>min        | —    | —                  | —                  | 0.5<br>to<br>3.5   | —                  | 18.0<br>to<br>21.0 | —                  | 2.0<br>to<br>4.0 | 0.50       |
| ERNiMo-9                | N10009             | 0.10               | 1.0              | 5.0                | 0.015 | 0.015 | 0.50             | 0.3<br>to<br>1.3 | 65.0<br>min        | —    | 1.0                | —                  | —                  | —                  | 19.0<br>to<br>22.0 | —                  | 2.0<br>to<br>4.0 | 0.50       |
| ERNiMo-10 <sup>h</sup>  | N10675             | 0.01               | 1.0              | 1.0<br>to<br>3.0   | 0.03  | 0.01  | 0.01             | 0.20             | 65.0<br>min        | 3.0  | 0.50               | 0.20               | 1.0<br>to<br>3.0   | 0.20               | 27.0<br>to<br>32.0 | 0.20               | 3.0              | 0.50       |
| ERNiMo-11               | N10629             | 0.010              | 1.0              | 2.0<br>to<br>5.0   | 0.020 | 0.010 | 0.10             | 0.5              | Rem                | 1.0  | 0.1<br>to<br>0.5   | 0.30               | 0.5<br>to<br>1.5   | 0.50               | 26.0<br>to<br>30.0 | —                  | —                | 0.50       |
| ERNiMo-12 <sup>g</sup>  | N10242             | 0.03               | 0.80             | 2.0                | 0.030 | 0.015 | 0.80             | 0.50             | Rem                | 1.0  | 0.5                | —                  | 7.0<br>to<br>9.0   | —                  | 24.0<br>to<br>26.0 | —                  | —                | —          |
| ERNiCrMo-1              | N06007             | 0.05               | 1.0<br>to<br>2.0 | 18.0<br>to<br>21.0 | 0.04  | 0.03  | 1.0              | 1.5<br>to<br>2.5 | Rem                | 2.5  | —                  | —                  | 21.0<br>to<br>23.5 | 1.75<br>to<br>2.50 | 5.5<br>to<br>7.5   | —                  | 1.0              | 0.50       |

(第 277 页) 表 1 (续) 镍和镍合金填充丝和焊丝的化学成分要求

| AWS 类别                   | UNS 号 <sup>c</sup> | C                  | Mn   | Fe                 | P     | S     | Si   | Cu                | Ni <sup>d</sup>    | Co                | Al                 | Ti                 | Cr                 | Nb(Cb)<br>加 Ta     | Mo                 | V    | W                 | 其它元素<br>总量 |
|--------------------------|--------------------|--------------------|------|--------------------|-------|-------|------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|-------------------|------------|
| ERNiCrMo-2               | N06002             | 0.05<br>to<br>0.15 | 1.0  | 17.0<br>to<br>20.0 | 0.04  | 0.03  | 1.0  | 0.50              | Rem                | 0.50<br>to<br>2.5 | —                  | —                  | 20.5<br>to<br>23.0 | —                  | 8.0<br>to<br>10.0  | —    | 0.20<br>to<br>1.0 | 0.5        |
| ERNiCrMo-3 <sup>k</sup>  | N06625             | 0.10               | 0.50 | 5.0                | 0.02  | 0.015 | 0.50 | 0.50              | 58.0<br>min        | —                 | 0.40               | 0.40               | 20.0<br>to<br>23.0 | 3.15<br>to<br>4.15 | 8.0<br>to<br>10.0  | —    | —                 | 0.5        |
| ERNiCrMo-4               | N10276             | 0.02               | 1.0  | 4.0<br>to<br>7.0   | 0.04  | 0.03  | 0.08 | 0.50              | Rem                | 2.5               | —                  | —                  | 14.5<br>to<br>16.5 | —                  | 15.0<br>to<br>17.0 | 0.35 | 3.0<br>to<br>4.5  | 0.5        |
| ERNiCrMo-7               | N06455             | 0.015              | 1.0  | 3.0                | 0.04  | 0.03  | 0.08 | 0.50              | Rem                | 2.0               | —                  | 0.70               | 14.0<br>to<br>18.0 | —                  | 14.0<br>to<br>18.0 | —    | 0.50              | 0.5        |
| ERNiCrMo-8               | N06975             | 0.03               | 1.0  | Rem                | 0.03  | 0.03  | 1.0  | 0.7<br>to<br>1.20 | 47.0<br>to<br>52.0 | —                 | —                  | 0.70<br>to<br>1.50 | 23.0<br>to<br>26.0 | —                  | 5.0<br>to<br>7.0   | —    | —                 | 0.5        |
| ERNiCrMo-9               | N06985             | 0.015              | 1.0  | 18.0<br>to<br>21.0 | 0.04  | 0.03  | 1.0  | 1.5<br>to<br>2.5  | Rem                | 5.0               | —                  | —                  | 21.0<br>to<br>23.5 | 0.50               | 6.0<br>to<br>8.0   | —    | 1.5               | 0.5        |
| ERNiCrMo-10              | N06022             | 0.015              | 0.50 | 2.0<br>to<br>6.0   | 0.02  | 0.010 | 0.08 | 0.50              | Rem                | 2.5               | —                  | —                  | 20.0<br>to<br>22.5 | —                  | 12.5<br>to<br>14.5 | 0.35 | 2.5<br>to<br>4.5  | 0.5        |
| ERNiCrMo-11              | N06030             | 0.03               | 1.5  | 13.0<br>to<br>17.0 | 0.04  | 0.02  | 0.80 | 1.0<br>to<br>2.4  | Rem                | 5.0               | —                  | —                  | 28.0<br>to<br>31.5 | 0.30<br>to<br>1.50 | 4.0<br>to<br>6.0   | —    | 1.5<br>to<br>4.0  | 0.50       |
| ERNiCrMo-13              | N06059             | 0.010              | 0.5  | 1.5                | 0.015 | 0.005 | 0.10 | —                 | Rem                | 0.3               | 0.1<br>to<br>0.4   | —                  | 22.0<br>to<br>24.0 | —                  | 15.0<br>to<br>16.5 | —    | —                 | 0.5        |
| ERNiCrMo-14              | N06686             | 0.01               | 0.1  | 5.0                | 0.02  | 0.02  | 0.08 | 0.5               | Rem                | —                 | 0.5                | 0.25               | 19.0<br>to<br>23.0 | —                  | 15.0<br>to<br>17.0 | —    | 3.0<br>to<br>4.4  | 0.5        |
| ERNiCrMo-15              | N00725             | 0.03               | 0.35 | Rem                | 0.015 | 0.01  | 0.20 | —                 | 55.0<br>to<br>59.0 | —                 | 0.35               | 1.0<br>to<br>1.7   | 19.0<br>to<br>22.5 | 2.75<br>to<br>4.00 | 7.0<br>to<br>9.5   | —    | —                 | 0.5        |
| ERNiCrMo-16              | N06057             | 0.02               | 1.0  | 2.0                | 0.04  | 0.03  | 1.0  | —                 | Rem                | —                 | —                  | —                  | 29.0<br>to<br>31.0 | —                  | 10.0<br>to<br>12.0 | 0.4  | —                 | 0.5        |
| ERNiCrMo-17              | N06200             | 0.010              | 0.5  | 3.0                | 0.025 | 0.010 | 0.08 | 1.3<br>to<br>1.9  | Rem                | 2.0               | 0.50               | —                  | 22.0<br>to<br>24.0 | —                  | 15.0<br>to<br>17.0 | —    | —                 | 0.5        |
| ERNiCrMo-18 <sup>o</sup> | N06650             | 0.03               | 0.5  | 12.0<br>to<br>16.0 | 0.020 | 0.010 | 0.50 | 0.30              | Rem                | 1.0               | 0.05<br>to<br>0.50 | —                  | 19.0<br>to<br>21.0 | 0.05<br>to<br>1.50 | 9.5<br>to<br>12.5  | 0.30 | 0.5<br>to<br>2.5  | 0.5        |

(第 278 页) 表 1 (续) 镍和镍合金填充丝和焊丝的化学成分要求

| AWS 类别                     | UNS 号 <sup>c</sup> | C                  | Mn               | Fe  | P     | S     | Si                 | Cu   | Ni <sup>d</sup> | Co                 | Al               | Ti                 | Cr                 | Nb(Cb)<br>加<br>Ta | Mo                 | V | W                  | 其它元素<br>总量 |
|----------------------------|--------------------|--------------------|------------------|-----|-------|-------|--------------------|------|-----------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---|--------------------|------------|
| ERNiCrMo-19 <sup>q</sup>   | N06058             | 0.01               | 0.5              | 1.5 | 0.015 | 0.010 | 0.10               | 0.50 | Rem             | 0.3                | 0.4              | —                  | 20.0<br>to<br>23.0 | —                 | 19.0<br>to<br>21.0 | — | 0.30               | 0.50       |
| ERNiCrMo-20                | N06660             | 0.03               | 0.5              | 2.0 | 0.015 | 0.015 | 0.5                | 0.3  | Rem             | 0.2                | 0.4              | 0.4                | 21.0<br>to<br>23.0 | 0.2               | 9.0<br>to<br>11.0  | — | 2.0<br>to<br>4.0   | —          |
| ERNiCrMo-21                | N06205             | 0.03               | 0.5              | 1.0 | 0.015 | 0.015 | 0.5                | 0.2  | Rem             | 0.2                | 0.4              | 0.04               | 24.0<br>to<br>26.0 | —                 | 14.0<br>to<br>16.0 | — | 0.3                | —          |
| ERNiCrCoMo-1               | N06617             | 0.05<br>to<br>0.15 | 1.0              | 3.0 | 0.03  | 0.015 | 1.0                | 0.50 | Rem             | 10.0<br>to<br>15.0 | 0.8<br>to<br>1.5 | 0.60               | 20.0<br>to<br>24.0 | —                 | 8.0<br>to<br>10.0  | — | —                  | 0.5        |
| ERNiCrCoSi-1               | N12160             | 0.02<br>to<br>0.10 | 1.0              | 3.5 | 0.030 | 0.015 | 2.4<br>to<br>3.0   | 0.50 | Rem             | 27.0<br>to<br>32.0 | 0.40             | 0.20<br>to<br>0.60 | 26.0<br>to<br>29.0 | 0.30              | 0.7                | — | 0.5                | 0.50       |
| ERNiCrWMo-1 <sup>h,1</sup> | N06231             | 0.05<br>to<br>0.15 | 0.3<br>to<br>1.0 | 3.0 | 0.03  | 0.015 | 0.25<br>to<br>0.75 | 0.50 | Rem             | 5.0                | 0.2<br>to<br>0.5 | —                  | 20.0<br>to<br>24.0 | —                 | 1.0<br>to<br>3.0   | — | 13.0<br>to<br>15.0 | 0.50       |

注：(a) 应对表中给出规定数值的元素进行分析，如在常规分析中表明存在其他元素，应作进一步分析，以确定那些元素的总量不超过表中最后一栏“其它元素总量”所规定的极限值

(b) 除非另有规定，表中的单个值为最大值。Rem=余量。

(c) SAE/ASTM 金属和合金的统一编号体系。

(d) 包括伴随的钴。

(e) 如买方规定的话，Co 不超过 0.12%。

(f) Mil-E-21562E 级，Ta 不超过 0.30%。

(g) 硼的最大值为 0.006%。

(h) 硼的最大值为 0.003%。

(i) 铜的最大值为 0.050%。

(j) Al+Ti 的最大值为 1.5%。

(k) MIL-E-21562E 级，Pb<0.010%， “其它元素总量” 应包括 Pb, Sn, Zn。

(l) MIL-E-21562E 级 EN82H 或 RH82H，C 为 0.03%~0.10%。

(m) 对焊带，类别号“R”应用“Q”替代。

(n) Ni+Mo 为 94.0%~98.0%，Ta 最大值为 0.02%，Zr 最大值为 0.10%。

(o) 氮为 0.05%~0.20%。

(p) B 最大值为 0.005%，Zr 最大值为 0.02%。

(q) 氮为 0.02%~0.15%。

(第 279 页)

表 2 焊丝和填充丝的标准规格<sup>a</sup>

| 标准包装<br>形式                            | 直径          |                   | 公差 <sup>b</sup> |                 |
|---------------------------------------|-------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|                                       | in.         | mm                | in.             | mm              |
| 直段 <sup>c</sup> , 有支<br>架和无支架<br>的焊丝卷 | 1/16        | 1.6               |                 |                 |
|                                       | 3/32        | 2.4               |                 |                 |
|                                       | —           | 2.5               |                 |                 |
|                                       | 1/8         | 3.2               | ±0.002          | +0.01,<br>-0.07 |
|                                       | 5/32        | 4.0               |                 |                 |
|                                       | 3/16        | 4.8 <sup>d</sup>  |                 |                 |
|                                       | —           | 5.0               |                 |                 |
| 焊丝盘                                   | 1/4         | 6.4 <sup>d</sup>  |                 |                 |
|                                       | 0.020       | 0.5               |                 |                 |
|                                       | 0.030       | 0.8               |                 |                 |
|                                       | 0.035       | 0.9               | +0.001,         | +0.01           |
|                                       | 0.045       | 1.14 <sup>d</sup> | -0.002          | -0.04           |
|                                       | 1.2         |                   |                 |                 |
|                                       | 0.062(1/16) | 1.6               |                 |                 |

注: a. 在供需双方取得协议的情况下, 可以不同于上列的尺寸、规格、公差和包装形式供应。

b. 不圆度(最大和最小直径之差)不应超过表列公差的一半。

c. 标准直段长度应为 36in., +0, -1/2in. [900mm±2%]。

d. ISO 544 中没有示出公制规格。

表 3 焊带的标准规格<sup>a, b</sup>

| 宽度   |     | 厚度    |     |
|------|-----|-------|-----|
| in.  | mm  | in.   | mm  |
| 1.18 | 30  |       |     |
| 2.36 | 60  |       |     |
| 3.54 | 90  | 0.020 | 0.5 |
| 4.72 | 120 |       |     |

注: a. 其它规格由供需双方协商确定;

b. 焊带宽度偏差不得大于 ±0.008in. [±0.20mm], 厚度偏差不得大于 ±0.20in. [±0.05mm]。

准包装尺寸和重量。不同于上述的包装形式、规格和重量应由供需双方共同协商解决。

**13.2** 有支架焊丝卷衬套的设计和制造应能防止焊丝卷在正常搬运和使用时发生变形。衬套应足够清洁和干燥, 以保持填充金属的清洁度。

**13.3** 焊丝盘的设计和制造应能防止填充金属在正常搬运和使用时发生变形。焊丝盘应足够清洁和干燥, 以保持填充金属的清洁度(见图 1)

#### 14. 缠绕要求

**14.1** 焊丝盘和焊丝卷中的填充金属在缠绕时应无扭结、波折、锐弯、重叠或嵌住, 使填充金属在无拘束状态下能自由松开。填充金属的外端(开始焊接的一端)应加识别标记, 以便于找到, 并应

固定在盘上, 以防松开。

**14.2** 焊丝卷中填充金属的弹射度和螺旋度应以保证填充金属在自动焊和半自动焊设备中能顺利地送进为准。

**14.3** 绕在 4in. [100mm] 盘中的填充金属的弹射度和螺旋度应该是这样的, 当从盘中切取足够形成一圈长度的试样, 无拘束地放在平面上时, 应该:

(a) 形成一个直径不小于 2.5in. [65mm] 而又不大于 15in. [380mm] 的圆环;

(b) 使焊丝与平面之间的垂直分离高度在任何位置不大于 1/2in [13mm]。

**14.4** 绕在 8in. [200mm] 盘中的填充金属的弹射度和螺旋度应该是这样的, 当从盘中切取足够形成一圈长度的试样, 无拘束地放在平面上时, 应该:

(a) 形成一个直径不小于 10in. [250mm] 而又不大于 35in. [890mm] 的圆环;

(b) 使焊丝与平面之间的垂直分离高度在任何位置不大于 3/4in [19mm]。

**14.5** 绕在 12in. [300mm] 盘中的填充金属的弹射度和螺旋度应该是这样的, 当从盘中切取足够形成一圈长度的试样, 无拘束地放在平面上时, 应该:

(a) 形成一个直径不小于 15in. [380mm] 而又不大于 50in. [1300mm] 的圆环;

(b) 使焊丝与平面之间的垂直分离高度在任何位置不大于 1in [25mm]。

#### 15. 填充金属的识别

**15.1** 按第 17 节对每一包装标记所要求的产品资料和警告, 都应在每一焊丝卷或焊丝盘上标出。

**15.2** 无支架的焊丝卷应有一个含有资料的标签牢固地系在焊丝卷内端的填充金属上。

**15.3** 有支架的焊丝卷应有一个牢固地系在支架显著位置上的资料。

**15.4** 焊丝盘应有一个牢固地系在焊丝盘至少一个法兰外侧显著位置上的资料。

#### 16. 包装

填充金属应适当包装, 以保证在正常条件下运输和储存中不受损伤。

#### 17. 包装的标记

**17.1** 下列产品资料(最低限度)应清晰地标出, 以便从每一个单位包装外面都能看到:

(a) AWS 标准号和类别号 (可不含出版年份),

(第 280 页)

表 4 标准包装尺寸和重量

| 光焊丝, 填充丝          |         |                 |                   |                 |     |                   |     |        |     |
|-------------------|---------|-----------------|-------------------|-----------------|-----|-------------------|-----|--------|-----|
| 焊丝规格 <sup>b</sup> |         | 净重 <sup>c</sup> |                   | 宽度              |     | 内径 <sup>h</sup>   |     | 外径, 最大 |     |
| in.               | mm      | lb              | kg                | in.             | mm  | in.               | mm  | in.    | mm  |
| 直段                |         |                 |                   |                 |     |                   |     |        |     |
| 1/16~1/4          | 1.6~6.4 | 5               | 2.2               | -               | -   | -                 | -   | -      | -   |
|                   |         | 10              | 4.5               | -               | -   | -                 | -   | -      | -   |
|                   |         | 25              | 11                | -               | -   | -                 | -   | -      | -   |
| 有支架的焊丝卷           |         |                 |                   |                 |     |                   |     |        |     |
| 1/16~1/4          | 1.6~6.4 | 25              | 11                | 2.5             | 65  | 12                | 305 | 17.5   | 445 |
|                   |         | 50              | 23                |                 |     |                   |     |        |     |
| 1/16~1/4          | 1.6~6.4 | 60              | 27                | 4.6             | 12. | 12                | 305 | 17     | 430 |
| 1/16~1/4          | 1.6~6.4 | 100             | 45                | 5               | 125 | 不作规定 <sup>d</sup> |     | 31.5   | 800 |
|                   |         | 150             | 68                |                 |     |                   |     |        |     |
|                   |         | 200             | 91                |                 |     |                   |     |        |     |
| 无支架的焊丝卷           |         |                 |                   |                 |     |                   |     |        |     |
| 1/16~1/4          | 1.6~6.4 | 按供需双方协议供应       |                   |                 |     |                   |     |        |     |
| 焊丝盘 <sup>e</sup>  |         |                 |                   |                 |     |                   |     |        |     |
| 0.020~0.062       | 0.5~1.6 | 2               | 0.9 <sup>f</sup>  |                 |     |                   |     | 4      | 102 |
|                   |         | 10              | 4.5 <sup>f</sup>  |                 |     |                   |     | 8      | 203 |
|                   |         | 25              | 11.0 <sup>g</sup> |                 |     |                   |     | 12     | 305 |
| 带极                |         |                 |                   |                 |     |                   |     |        |     |
| 带宽                |         | 净重 <sup>c</sup> |                   | 内径 <sup>h</sup> |     |                   |     |        |     |
| in.               | mm      | lb              | kg                | in. mm          |     |                   |     |        |     |
| 1.18              | 30      | 60              | 30                | 12 300          |     |                   |     |        |     |
| 2.36              | 60      | 60              | 30                |                 |     |                   |     |        |     |
| 3.54              | 90      | 120             | 55                |                 |     |                   |     |        |     |
| 4.72              | 120     | 120             | 55                |                 |     |                   |     |        |     |

注: a. 不同于上述的规格, 重量和尺寸应按供需双方协议供应。

b. 焊丝规格范围见表 2。

c. 净重变化应不大于±10%。

d. 衬套内径应由供需双方协定。

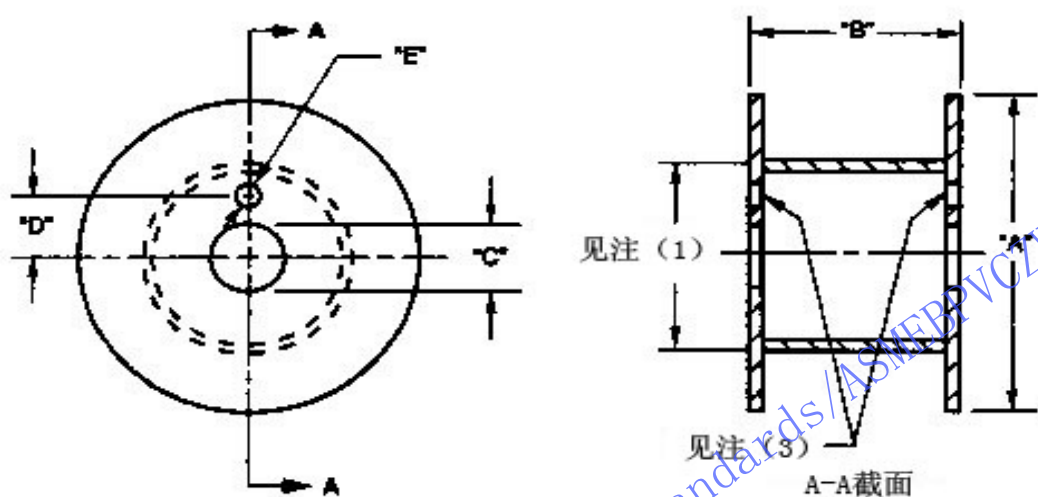
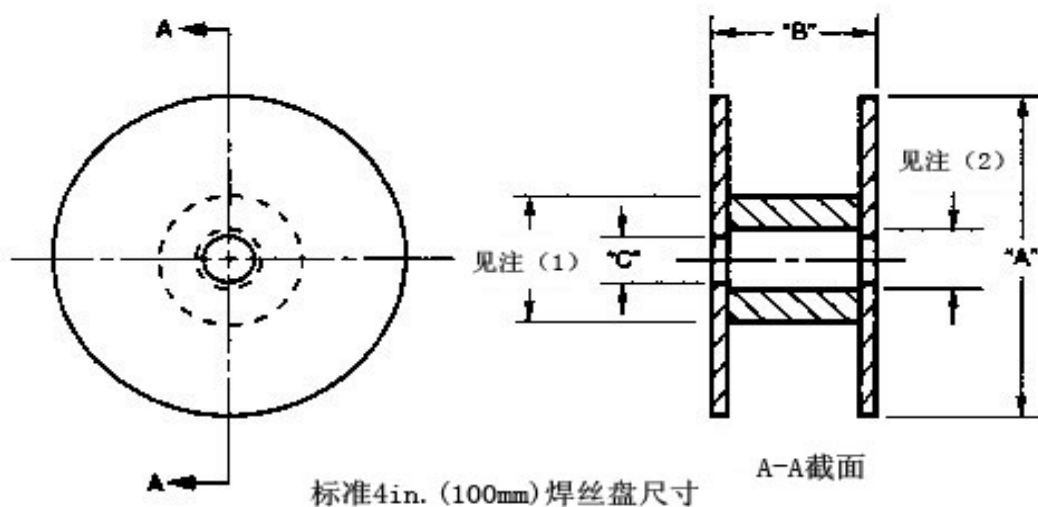
e. 标准焊丝盘的尺寸在图 1 中规定。

f. 公差为±20%。

g. 公差为±20%, 除了任意一批的 20%可以包含焊丝盘, 它的净重在 12<sup>1</sup>/<sub>2</sub>~20lb[5.76~9.11kg]之间变化。

h. 公差为±1/8in. [±3mm]

(第 281 页)



标准 8 和 12in.(200 和 300mm)焊丝盘尺寸

|   |                       | 4 in. [100mm]焊丝盘 |        | 8 in. [200mm]焊丝盘 |          | 12 in. [300mm]焊丝盘 |          |
|---|-----------------------|------------------|--------|------------------|----------|-------------------|----------|
|   |                       | in.              | mm     | in.              | mm       | in.               | mm       |
| A | 直径, 最大 <sup>(4)</sup> | 4.0              | 100    | 8.0              | 200      | 12                | 300      |
| B | 宽度                    | 1.75             | 46     | 2.16             | 56       | 4.0               | 103      |
|   | 公差                    | ±0.03            | +0, -2 | ±0.03            | +0, -3   | ±0.06             | +0, -3   |
| C | 直径                    | 0.63             | 16     | 2.03             | 50.5     | 2.03              | 50.5     |
|   | 公差                    | +0.01, -0        | +1, -0 | +0.06, -0        | +2.5, -0 | +0.06, -0         | +2.5, -0 |
| D | 轴间距离                  | —                | —      | 1.75             | 44.5     | 1.75              | 44.5     |
|   | 公差                    | —                | —      | ±0.02            | ±0.5     | ±0.02             | ±0.5     |
| E | 直径 <sup>(3)</sup>     | —                | —      | 0.44             | 10       | 0.44              | 10       |
|   | 公差                    | —                | —      | +0, -0.06        | +1, -0   | +0, -0.06         | +1, -0   |

注: (1) 盘的芯轴外径应以允许填充金属能正确送进为准。

(2) 盘的芯轴内径应以芯轴的鼓胀或芯轴和法兰不对准不会造成盘芯小于法兰内径(尺寸“C”)来确定。

(3) 每一法兰上都有孔, 但它们不需对正。

(4) 公制尺寸和公差应符合 ISO544, 除名义直径“A”规定为±公差, 而不仅是正公差, 这里以最大表示外径。

图 1 标准焊丝盘的尺寸

(第 282 页)

此外,如果满足 ISO18274 的要求,可应用 ISO18247 的数字类别号作为参考代号 (见 A2.4 和表 A1);

(b) 供货商的名称和商业代号;

(c) 规格和净重;

(d) 批号, 检验号或炉号;

**17.2** 在填充金属的所有包装上, 包括封入大包装中的单元包装上, 至少应以清楚的印刷字体醒目

地印上在最新一期 ANSI Z49.1 中给出的警告性资料<sup>8</sup>。

---

<sup>8</sup> 警告性标语的典型例子示于在 ANSI E49.1 为在某些方法中使用的一些通用或特种焊接材料的图中。

(第 283 页)

## 附录 A

## AWS《镍和镍合金光填充丝和焊丝标准》指南

(本附录不是 AWS A5.14M: 2005《镍和镍合金光填充丝和焊丝标准》的组成部分, 附在本标准内仅作为参考资料)

## A1 引言

本指南的目的是使镍和镍合金光填充丝和焊丝类别与它们的预期用途相联系, 以便它们能有效地被应用。在能够做到而又有收益的时候, 也介绍了有关的母材标准。这些参考资料仅作为例子, 而不是每一种填充金属适配材料的全部清单。

## A2 分类体系

**A2.1** 本标准中填充金属分类体系遵循在其它 AWS 填充金属标准中所用的标准模式。每一类别号开始的字母 ER 表示填充金属可用作填充丝或焊丝, 类别号开始的“EQ”替代字母“ER”表示产品以带极提供 (见表 1, 注 m)。

**A2.2** 由于填充金属是根据它们的化学成分分类的, 所以在 ER (或“EQ”) 后面的化学符号 Ni 则表示填充金属是镍基合金。代号中的其它符号 (Al, Cr, Co, Cu, Fe, Mo, Si, 和 W) 按它们的主要合金元素将填充金属分组。每一个代号由这些符号及其后面的一个数字组成 (如 ERNiMo-1, ERNiMo-2)。在组内, 这些数字区分不同的成分, 并且不重复。

**A2.3** 从应用的观点出发, 本标准中的大多数填充金属类别在 AWS A5.11/A5.11M《镍和镍合金药皮焊条标准》中有相应类别。在那种情况下光填充丝或焊丝 (ER) 和药皮焊条 (E) 有相应的用途。表 A1 列出了本标准在本版中及早期版本中的 ER 类别, 以及在 AWS A5.11/A5.11M 中相应的药皮焊条 (E) 类别。还列出了每种类别在军用标准 MIL-E-21562E 中给出的现行代号 (如果存在的话)。

**A2.4** 由国际焊接学会 (IIW) 制订的指定焊接填充金属代号的国际体系正在被许多 ISO 标准所采用。表 A1 示出了在 ISO 18274 标准中使用的那些与本标准中的可比类别作比较。为了弄懂建议的国际代号系统, 请参阅 AWS 文件 IFS: 2002《焊接填充金属类别国际索引》附录中表 10C。

## A3 验收

如标准所述, 所有按本标准分类的焊接材料应

根据 AWS A5.01 验收。对根据本标准发运的材料, 需方要求供方进行的任何试验应按照 AWS A5.01 的条款在订货单中明确提出。如在订货单中没有任何这样的阐述, 供方可用于该类别材料正常进行的试验发货, 如 AWS A5.01 表 1 的 F 级别规定的那样。按表中任何其它级别进行试验应在订货单中提出专门要求。此时, 发运材料的验收将根据那些要求进行。

## A4 证明

在产品的包装上, 或在产品本身标上 AWS 标准号和类别号, 这样的行为构成了供方 (制造厂) 的证明, 产品满足标准的所有要求。

在本证明中隐含的惟一试验要求就是制造厂实际上已按标准的要求对要发运材料的代表性材料进行了试验, 且材料符合标准的要求。在这种情况下, 代表性材料是采用同一配方的该类别的任意一批产品。证明并不意味着在特定发运材料试样上进行的任何一种试验都是必需的。在该材料上的试验可做可不做。按标准要求的证明的基础是上面提到的代表性材料的分类试验和 AWS A5.01 中的“制造厂的质量保证体系”。

## A5 焊接过程中的通风

**A5.1** 焊接过程中决定焊工和焊接操作工接触大气中烟尘数量的 5 个主要因素为:

- (a) 施焊场所的尺寸大小 (特别要注意顶棚的高度);
- (b) 在该场所工作的焊工和焊接操作工的人数;
- (c) 与材料和焊接方法有关的烟尘、气体和粉尘的释放速率;
- (d) 焊工或焊接操作工与从焊接区释放出的烟尘的接触程度以及与他们工作场所里的气体 and 粉尘的接触程度;
- (e) 为焊接场所提供的通风条件。

**A5.2** 美国国家标准 ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》(由美国焊接学会颁布) 讨论了焊接时要求的通风及有关实施细节。特别要注意该文件中有关通风一节。

(第 284 页)  
表 A1 类别的比较

| 现有类别         | UNS号   | 军用代号 <sup>a</sup>            | 在A5. 11/A5. 11M<br>中的相应类别 | 建议的<br>ISO代号 <sup>b</sup> |
|--------------|--------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ERNi-1       | N02061 | EN61 & RN61                  | ENi-1                     | SNi2061                   |
| ERNiCu-7     | N04060 | EN60 & RN60                  | ENiCu-7                   | SNi4060                   |
| ERNiCu-8     | N05504 | EN64 & RN64                  | —                         | SNi5504                   |
| ERNiCr-3     | N06082 | EN82 & RN82<br>EN82H & RN82H | ENiCrFe-3                 | SNi6082                   |
| ERNiCr-4     | N06072 | —                            | —                         | SNi6072                   |
| ERNiCr-6     | N06076 | EN6N & RN6N                  | —                         | SNi6076                   |
| ERNiCrFe-5   | N06062 | EN62 & RN62                  | ENiCrFe-1                 | SNi6062                   |
| ERNiCrFe-6   | N07092 | EN6A & RN6A                  | ENiCrFe-2                 | SNi7092                   |
| ERNiCrFe-7   | N06052 | —                            | ENiCrFe-7                 | SNi6052                   |
| ERNiCrFe-7A  | N06054 | —                            | —                         | —                         |
| ERNiCrFe-8   | N07069 | RN69                         | —                         | SNi7069                   |
| ERNiCrFe-11  | N06601 | —                            | —                         | SNi6601                   |
| ERNiCrFe-12  | N06025 | —                            | ENiCrFe-12                | SNi6025                   |
| ERNiCrFeSi-1 | N06045 | —                            | ENiCrFeSi-1               | —                         |
| ERNiCrFeAl-1 | N06693 | —                            | —                         | SNi6693                   |
| ERNiFeCr-1   | N08065 | RN65                         | —                         | SNi8065                   |
| ERNiFeCr-2   | N07718 | —                            | —                         | SNi7718                   |
| ERNiMo-1     | N10001 | —                            | ENiMo-1                   | SNi1001                   |
| ERNiMo-2     | N10003 | —                            | —                         | SNi1003                   |
| ERNiMo-3     | N10004 | —                            | ENiMo-3                   | SNi1004                   |
| ERNiMo-7     | N10665 | —                            | ENiMo-7                   | SNi1066                   |
| ERNiMo-8     | N10008 | —                            | ENiMo-8                   | SNi1008                   |
| ERNiMo-9     | N10009 | —                            | ENiMo-9                   | SNi1009                   |
| ERNiMo-10    | N10675 | —                            | ENiMo-10                  | SNi1067                   |
| ERNiMo-11    | N10629 | —                            | ENiMo-11                  | SNi1069                   |
| ERNiMo-12    | N10242 | —                            | —                         | —                         |
| ERNiCrMo-1   | N06007 | —                            | ENiCrMo-1                 | —                         |
| ERNiCrMo-2   | N06002 | —                            | ENiCrMo-2                 | SNi6002                   |
| ERNiCrMo-3   | N06625 | EN625 & RN625                | ENiCrMo-3                 | SNi6625                   |
| ERNiCrMo-4   | N10276 | —                            | ENiCrMo-4                 | SNi6276                   |
| ERNiCrMo-7   | N06455 | —                            | ENiCrMo-7                 | SNi6455                   |
| ERNiCrMo-8   | N06975 | —                            | —                         | SNi6975                   |
| ERNiCrMo-9   | N06985 | —                            | ENiCrMo-9                 | SNi6985                   |
| ERNiCrMo-10  | N06022 | —                            | ENiCrMo-10                | SNi6022                   |
| ERNiCrMo-11  | N06030 | —                            | ENiCrMo-11                | SNi6030                   |
| ERNiCrMo-13  | N06059 | —                            | ENiCrMo-13                | SNi6059                   |
| ERNiCrMo-14  | N06686 | —                            | ENiCrMo-14                | SNi6686                   |
| ERNiCrMo-15  | N07725 | —                            | —                         | SNi7725                   |
| ERNiCrMo-16  | N06057 | —                            | —                         | SNi6057                   |
| ERNiCrMo-17  | N06200 | —                            | ENiCrMo-17                | SNi6200                   |
| ERNiCrMo-18  | N06650 | —                            | ENiCrMo-18                | SNi6650                   |
| ERNiCrMo-19  | N06058 | —                            | ENiCrMo-19                | —                         |
| ERNiCrMo-20  | N06660 | —                            | —                         | SNi6660                   |
| ERNiCrMo-21  | N06205 | —                            | —                         | SNi6205                   |
| ERNiCrCoMo-1 | N06617 | —                            | ENiCrCoMo-1               | SNi6617                   |
| ERNiCoCrSi-1 | N12160 | —                            | —                         | SNi6160                   |
| ERNiCrWMo-1  | N06231 | —                            | —                         | SNi6231                   |

注：a. 所示相当类别的要求不一定在每一方面都完全等同。

b. 对焊带，类别代号“R”应用“Q”替代。

c. MIL-E-21562E

d. 对焊带，类别代号“S”应用“B”替代。

译注：注 a.b.c.d 与表中的 a..b.对不上

(第 285 页)

## A6 焊接注意事项

**A6.1** 本标准中的填充金属可用于各种焊接方法。其中主要的是钨极气体保护焊(GTAW)、金属极气体保护焊(GMAW)、埋弧焊(SAW)和等离子焊(PAW)。埋弧焊和等离子焊是非常专门化的,填充金属供货厂应提供使用建议和咨询。下面对其它两种焊接方法给出一般性的建议。

**A6.2** 在焊接或加热任何镍基合金前,母材应该洁净。油、脂、漆、润滑油、记号笔印、温度指示材料、攻螺纹用润滑剂和其它类似物质常常含有硫或铅,如它们在焊接或加热时存在的话,就会引起母材或焊缝金属开裂(脆化)。

**A6.3** 在钨极气体保护焊时,采用直流正接(dcen)。用高纯度的氩或氦(或二者的混合气体)作为保护气体。

**A6.4** 在金属极气体保护焊时,采用直流反接(dcep)。保护气体通常用氩气,也可用氩和氦的混合气体。

## A7 焊丝和填充丝的说明和用途

### A7.1 ERNi-1 类别

这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 96Ni, 3Ti。本类别的填充金属用于工业纯镍(ASTM 标准中 B160, B161, B162 和 B163, UNS 号 N02200 和 N02201)锻件和铸件自身的焊接,采用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊、埋弧焊和等离子焊等方法。填充金属中含有足量的 Ti,可以在使用这些焊接方法时控制焊缝金属中的气孔。

### A7.2 ERNiCu-X 类别

**A7.2.1** ERNiCu-7 类别。这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 65Ni, 30Cu, 3Mn, 2Ti。这类填充金属用于镍-铜合金(ASTM B127, B163, B164 和 B165, UNS 号 N04400)自身的焊接,采用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊、埋弧焊和等离子焊等方法。填充金属中含有足量的 Ti,可以在使用这些方法时控制气孔。

**A7.2.2** ERNiCu-8 类别。这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 66Ni, 29Cu, 3Al, 1Fe, 0.5Ti。这一类别的填充金属用于时效硬化镍-铜合金(ASTM F467 和 F468, UNS 号 N05500)自身的焊接,采用 GTAW, GMAW, SAW 和 PAW 方法。填充金属用热处理时效硬化。有关时效硬化的专门资料,请咨询供货商或参考供货商的技术文献。

### A7.3 ERNiCr-X 类别

**A7.3.1** ERNiCr-3。这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 72Ni, 20Cr, 3Mn, 2.5Nb+Ta。这一类别的填充金属用于镍-铬-铁合金(ASTM B163, B166, B167 和 B168, 它们都有 UNS 号 N06600)自身的焊接,用于镍-铬-铁合金复合钢接头覆层侧的焊接,用于在钢的表面进行镍-铬-铁焊缝金属堆焊,用于异种镍基合金的焊接和钢与不锈钢或镍基合金的连接,采用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊、埋弧焊和等离子焊方法。

**A7.3.2** ERNiCr-4。这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 55Ni, 44Cr。这一类别填充金属用于 50/50 镍/铬合金的钨极气体保护焊,在镍-铁-铬管(T)上堆焊镍/铬合金,和铸件补焊。填充金属耐高温腐蚀,包括在含硫和钒气氛中的烟灰腐蚀。

**A7.3.3** ERNiCr-6。这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 78Ni, 20Cr, 1Fe, 0.4Ti。这一类别填充金属用于镍-铬-铁合金(ASTM B163, B166, B167 和 B168, 它们都有 UNS 号 N06600)自身的焊接,用于镍-铬-铁合金复合钢接头覆层侧的焊接,用于在钢的表面进行镍-铬-铁焊缝金属堆焊,以及钢与镍基合金的连接,采用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊、埋弧焊和等离子焊等方法。

### A7.4 ERNiCrFe-x 类别

**A7.4.1** ERNiCrFe-5。这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 74Ni, 16Cr, 8Fe, 2Nb+Ta。这一类别填充金属用于镍-铬-铁合金(ASTM B163, B166, B167 和 B168, 它们都有 UNS 号 N06600)自身的焊接,采用钨极气体保护焊,金属极气体保护焊、埋弧焊和等离子焊等方法。填充金属中较高的铌含量是为了在厚截面母材中出现高的焊接应力时使产生的裂纹减到最小。

**A7.4.2** ERNiCrFe-6。这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 71Ni, 16Cr, 6Fe, 3Ti, 2.5Mn。这一类别填充金属适用于在钢上用镍-铬-铁焊缝金属堆焊,连接钢与镍基合金,采用钨极气体保护焊,金属极气体保护焊、埋弧焊和等离子焊方法。填充金属热处理时会时效硬化。有关时效硬化的专门资料,请咨询供货商或供货商的技术文献。

**A7.4.3** ERNiCrFe-7。这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 60Ni, 29Cr, 9Fe。这一类别填充金属用于镍-铬-铁合金(ASTM B163, B166,

(第 286 页)

B167 和 B168, 它们都有 UNS 和 N06690) 自身的焊接, 与钢的焊接, 在钢上堆焊和带有镍-铬-铁合金复合钢复合层的焊接, 采用 GTAW, GMAW, SAW 和 PAW 方法。

**A7.4.4 ERNiCrFe-7A。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 60Ni, 29Cr, 9Fe, 0.75Nb。这种成分的填充金属用于镍-铬-铁合金 (ASTM B163, B166, B167 和 B168, 它们都有 UNS 号 N06690) 自身的焊接, 与钢的焊接, 和与钢的堆焊层焊接, 采用 GTAW, GMAW, SAW, ESW 和 PAW 方法。这种成分的焊缝特别能抗低塑性开裂 (DDC) 和氧化夹什。

**A7.4.5 ERNiCrFe-8。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 73Ni, 15.5Cr, 7Fe, 2.4Ti, 1Nb, 0.7Al。这一类别的填充金属用于镍-铬-铁焊缝金属在钢上堆焊和连接钢与镍基合金, 采用 GTAW, GMAW, SAW, 和 PAW 方法。焊缝金属在热处理时会时效硬化。有关时效硬化的专门资料, 请咨询供货商或供货商的技术文献。

**A7.4.6 ERNiCrFe-11。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 61Ni, 23Cr, 14Fe, 1.4Al。这一类别的填充金属用于镍-铬-铁合金 (ASTM B166, B167 和 B168, 它们都有 UNS 号 N06601) 自身的焊接, 和与别的高温成分合金的焊接, 采用 GTAW 方法。它用于暴露温度可能超过 2100°F [1150°C]的苛刻场合。

**A7.4.7 ERNiCrFe-12。**这一类别填充金属的名义化学成分(重量%)为 67Ni, 25Cr, 9.5Fe, 2.1Al。这一类别的填充金属用于镍-铬-铁-铝合金 (ASTM B163, B166, B167, B168, B366, B516, B517, B546 和 B564, 它们都有 UNS 号 N06025) 自身的焊接, 用于镍-铬-铁合金与钢和与其它镍基合金的焊接。

#### **A7.5 ERNiFeCr-X 类别**

**A7.5.1 ERNiFeCr-1。**这一类别的填充金属的名义成分(重量%)为 42Ni, 30Fe, 21Cr, 3Mo, 2Cu。这一类别的填充金属用于镍-铬-铁-钼-铜合金 (ASTM B423, UNS 号 N08825) 自身的焊接, 采用钨极气体保护焊和金属极气体保护焊。

**A7.5.2 ERNiFeCr-2。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 52Ni, 18Fe, 19Cr, 5Nb+Ta, 3Mo, 1Ti。这一类别的填充金属用于镍-铬-铌-钼合金 (ASTM B637, AMS 5589, UNS 号 N07718)

自身的钨极气体保护焊。焊缝金属热处理时会时效硬化。有关时效硬化的专门资料, 请咨询供货商或供货商的技术文献。

**A7.6 ERNiCrFeSi-1 类别。**这一类别的填充金属的名义化学成分(重量%)为 46Ni, 28Cr, 23Fe, 2.75Si。这一类别的填充金属用于镍-铬-铁合金 (ASTM B163, B166, B167, B168, B366, B516, B517, B546 和 B564, 它们都有 UNS 号 N06045) 自身的焊接, 与钢的焊接, 以及与其它镍基合金的焊接。

**A7.7 ERNiCrFeAl-1 类别。**这一类别的填充金属的名义成分(重量%)为 59Ni, 29Cr, 4Fe, 3Al。这一类别的填充金属用于镍-铬-铁合金 (ASTM B166, B167 和 B168, 它们都有 UNS 号 N06693) 自身的焊接, 与钢的焊接, 以及与钢的堆焊层焊接, 采用 GTAW 和 GMAW 方法。用这种成分焊得的焊缝在化学和石油化工行业特别能抗金属灰尘。合金能抗碳化, 硫化和其它高温腐蚀形式。

#### **A7.8 ERNiMo-X 类别**

**A7.8.1 ERNiMo-1。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 66Ni, 28Mo, 5.5Fe。这一类别的填充金属用于镍-钼合金 (ASTM B333, UNS 号 N10001) 自身的焊接, 采用 GTAW 和 GMAW 方法。

**A7.8.2 ERNiMo-2。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 71Ni, 16Mo, 7Cr, 3Fe。这一类别的填充金属用于镍-钼合金 (ASTM B366, B434 和 B573, 它们都有 UNS 号 N10003) 自身的焊接, 与钢的焊接, 与其它镍基合金的焊接, 以及用镍钼焊缝金属在钢上堆焊, 采用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊方法。

**A7.8.3 ERNiMo-3。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 63Ni, 24Mo, 6Fe, 5Cr。该类填充金属用于各种镍基、钴基和铁基合金的补焊和镍基、钴基和铁基合金的异种连接用。

**A7.8.4 ERNiMo-7。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 69Ni, 28Mo。这一类别的填充金属用于镍-钼合金 (ASTM B333, B335, UNS 号 N10665) 自身的焊接和用镍钼焊缝金属在钢上堆焊, 采用钨极气体保护焊和金属极气体保护焊方法。

**A7.8.5 ERNiMo-8。**这一类别填充金属的

(第 287 页)

名义成分(重量%)为 70Ni, 19Mo, 5Fe, 3W, 2Cr。这一类别填充金属用于 9%Ni 钢 (ASTM A333, A334, A353 和 A553, 它们都有 UNS 号 K81340) 自身的焊接, 采用 GTAW 和 SAW 方法。

**A7.8.6 ERNiMo-9。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 70Ni, 20Mo, 3W, 1Fe。这一类别填充金属用于 9%Ni 钢 (ASTM A333, A334, A353 和 A553, 它们都有 UNS 号 K81340) 自身的焊接, 采用 GTAW 和 SAW 方法。

**A7.8.7 ERNiMo-10。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 68Ni, 28.5Mo, 1.5Cr, 1.5Fe 和低碳。这一类别填充金属用于镍-钼合金 (ASTM B333, B335, B366, B564, B619, B622 和 B626, 它们都有 UNS 号 K10675) 自身的焊接, 用于镍-钼合金复合钢接头覆层侧的焊接, 用于镍-钼合金与钢和与其它镍基合金的焊接, 采用 GTAW, GMAW 和 PAW 方法。

**A7.8.8 ERNiMo-11。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 67Ni, 28Mo, 3Fe, 1.3Cr 和低碳。这一类别填充金属用于镍-钼合金 (ASTM 标准 B333, B335, B366, B564, B619, B622 和 B626, 它们都有 UNS 号 N10625) 自身的焊接, 用于镍-钼合金复合钢接头覆层侧的焊接, 用于镍-钼合金与钢和与其它镍基合金的焊接, 采用 GTAW, GMAW 和 PAW 方法。

**A7.8.9 ERNiMo-12。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 65Ni, 25Mo, 8Cr。这一类别填充金属用于镍-钼合金 (ASTM B366, B434, B564, B619, B622 和 B626, 它们都有 UNS 号 N10242) 自身的焊接和用镍-钼焊缝金属在钢上堆焊, 采用 GTAW 和 GMAW 方法。

#### **A7.9 ERNiCrMo-X 类**

**A7.9.1 ERNiCrMo-1。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 44Ni, 22Cr, 20Fe, 25Mo, 2Nb+Ta, 2Cu, 1.5Mn。这一类别填充金属用于镍-铬-钼合金 (ASTM B581 和 B582, UNS 号 N06007) 自身的焊接, 与钢和与其它镍基合金的焊接, 以及用镍-铬-钼焊缝金属在钢上堆焊, 采用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊和等离子弧焊等方法。

**A7.9.2 ERNiCrMo-2。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 47Ni, 22Cr, 18Fe, 9Mo, 1.5Co。这一类别填充金属用于镍-铬-钼合金 (ASTM B366, B435 和 B572, 它们都有 UNS 号

N06002) 自身的焊接, 与钢或与其它镍基合金的焊接, 以及用镍-铬-钼焊缝金属在钢上堆焊, 采用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊和等离子弧焊等方法。

**A7.9.3 ERNiCrMo-3。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 61Ni, 22Cr, 9Mo, 3.5Nb+Ta。这一类别填充金属用于镍-铬-钼合金 (ASTM B443, B444 和 B446, 它们都有 UNS 号 N06625) 自身的焊接, 与钢或与其它镍基合金的焊接, 用镍-铬-钼焊缝金属在钢上堆焊, 以及用于镍-铬-钼合金复合钢接头覆层侧的焊接。采用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊、埋弧焊和等离子弧焊等方法。这一填充金属推荐用于操作温度范围从低温到 1000°F [540°C] 的场合。

**A7.9.4 ERNiCrMo-4。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 57Ni, 16Cr, 15.5Mo, 5.5Fe, 4W。这一类别的填充金属用于镍-铬-钼合金 (ASTM B574, B575, B619, B622 和 B628, 它们都有 UNS 号 N10276) 自身的焊接, 与钢或与其它镍基合金的焊接, 以及用镍-铬-钼焊缝金属在钢上堆焊, 采用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊方法。

**A7.9.5 ERNiCrMo-7。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 65Ni, 16Cr, 15.5Mo, 2Fe。这一类别的填充金属用于镍-铬-钼合金 (ASTM B574, B575, B619, B622 和 B628, 它们都有 UNS 号 N06455) 自身的焊接, 与钢或与其它镍基合金的焊接, 以及用镍-铬-钼焊缝金属在钢上堆焊, 采用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊和等离子弧焊方法。

**A7.9.6 ERNiCrMo-8。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 50Ni, 25Cr, 17Fe, 6Mo, 1Cu。这一类别的填充金属用于镍-铬-钼合金 (ASTM B581, B582, B619, B622 和 B626, UNS 号 N06975) 自身的焊接, 与钢或与其它镍基合金的焊接, 以及用镍-铬-钼焊缝金属在钢上堆焊, 采用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊和等离子弧焊方法。

**A7.9.7 ERNiCrMo-9。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 44Ni, 22Cr, 20Fe, 7Mo, 2Co, 2Cu。这一类别的填充金属用于镍-铬-钼合金 (ASTM B581, B582, B619, B622 和 B626, 它们都有 UNS 号 N06007 或 06985) 自身的焊接, 与

(第 288 页)

钢或与其它镍基合金的焊接, 以及用镍-铬-钼焊缝金属在钢上堆焊, 采用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊和等离子弧焊方法。

**A7.9.8 ERNiCrMo-10.** 这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 56Ni, 22Cr, 13Mo, 4Fe, 3W。这一类别的填充金属用于镍-铬-钼合金 (ASTM B574, B575, B619, B622 和 B628, 它们都有 UNS 号 N06022) 自身的焊接, 与钢或与其它镍基合金的焊接, 以及用镍-铬-钼焊缝金属在钢上堆焊, 采用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊和等离子弧焊方法。

**A7.9.9 ERNiCrMo-11.** 这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 43Ni, 30Cr, 15Fe, 5Mo, 2Co, 3W, 2Cu。这一类别的填充金属用于镍-铬-钼合金 (ASTM B581, B582, B619, B622 和 B626, 它们都有 UNS 号 N06030) 自身的焊接, 与钢或与其它镍基合金的焊接, 以及用镍-铬-钼焊缝金属在钢上堆焊, 采用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊和等离子弧焊方法。

**A7.9.10 ERNiCrMo-13.** 这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 59Ni, 23Cr, 16Mo, 1Fe, 低碳。这一类别的填充金属用于镍-铬-钼合金 (ASTM B564, B574, B619, B622 和 B626, 它们都有 UNS 号 N06059) 自身的焊接, 与钢或与其它镍基合金的焊接, 以及在钢上堆焊, 采用 GTAW, GMAW, SAW 和 PAW 方法。

**A7.9.11 ERNiCrMo-14.** 这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 57Ni, 21Cr, 16Mo, 4W。这一类别的填充金属用于镍-铬-钼合金 (ASTM B574, B575, B619, B622 和 B628, 它们都有 UNS 号 N06686) 自身的焊接, 与钢或与其它镍基合金的焊接, 以及在钢上堆焊, 采用 GTAW, GMAW 和 SAW 方法。

**A7.9.12 ERNiCrMo-15.** 这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 57Ni, 21Cr, 8Mo, 7Fe, 3Nb+Ta, 1.4Ti。这一类别的填充金属用于镍-铬-钼合金 (ASTM B805, UNS 号 N07725) 自身的焊接和在钢上堆焊, 采用 GMAW 和 GTAW 方法。焊缝金属在热处理时会时效硬化。有关时效硬化的专门资料, 请咨询供货商或供货商的技术文献。

**A7.9.13 ERNiCrMo-16.** 这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 60Ni, 30Cr 和 10Mo。这一类别的填充金属用于抗腐蚀堆焊(对抗缝隙腐

蚀尤佳) 采用 GTAW, GMAW 和 PAW 方法。

**A7.9.14 ERNiCrMo-17.** 这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 59Ni, 23Cr, 16Mo, 1.6Cu。这一类别的填充金属用于镍-铬-钼合金 (ASTM B574, B575, B619, B622 和 B629, 它们都有 UNS 号 N06200) 自身的焊接, 与钢的焊接, 与超级奥氏体不锈钢的焊接, 与其它镍基合金的焊接, 以及用镍-铬-钼焊缝金属在钢上堆焊, 采用 GTAW, GMAW 和 PAW 方法。

**A7.9.15 ERNiCrMo-18.** 这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 50Ni, 20Cr, 11.5Mo 和 1.5W。这一类别的填充金属用于具有 UNS 号 N06650 镍-铬-钼合金自身的焊接, 与钢的焊接, 与超级奥氏体不锈钢的焊接, 与其它镍基合金的焊接, 以及用镍-铬-钼焊缝金属在钢上堆焊, 采用 GTAW, GMAW 和 PAW 方法。

**A7.9.16 ERNiCrMo-19.** 这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 58Ni, 21Cr, 20Mo 和 1Fe。这一类别的填充金属用于镍-铬-钼合金 (ASTM B574, B575, B366, B564, B619, B622 和 B626, 它们都有 UNS 号 N06058) 自身的焊接, 与钢的焊接, 与其它镍基合金的焊接, 以及用镍-铬-钼焊缝金属在钢上堆焊, 采用 GTAW, GMAW 和 PAW 方法。

**A7.9.17 ERNiCrMo-20.** 这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 64Ni, 22Cr 和 9Mo (无铌)。这种填充金属的性能适用于焊接在低温场合具有高冲击韧性的超级双相不锈钢。这种成分的填充金属用于同种成分镍-铬-钼合金的焊接, 以及用于堆焊, 采用 GTAW, GMAW, SAW 和 PAW 方法。

**A7.9.18 ERNiCrMo-21.** 这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 55Ni, 25Cr, 15Mo, 1Fe。这一类别的填充金属用于镍-铬-钼合金 (ASTM B574, B575, B366, B564, B619, B622 和 B626, 它们都有 UNS 号 N06205) 自身的焊接, 与钢的焊接, 与其它镍基合金的焊接, 以及用镍-铬-钼焊缝金属在钢上堆焊, 采用 GTAW, GMAW 和 PAW 方法。

**A7.10 ERNiCrCoMo-1.** 这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 53Ni, 23Cr, 12Co, 9Mo, 1Fe。这一类别的填充金属用于镍-铬-钼合金 (UNS 号 N06617) 自身的焊接, 采用 GTAW 和 GMAW

(第 289 页)

方法。

**A7.11 ERNiCoCrSi-1 类别。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 38Ni, 30Co, 28Cr, 2.8Si 和 1Fe。这一类别的填充金属用于镍-铬-硅合金 (ASTM B435, B572, B619 和 B626, 它们都有 UNS 号 N12160)自身的焊接,采用 GTAW, GMAW 和 PAW 方法。该合金对铁的熔入敏感,因此不推荐该类别在镍-钴-铬-硅合金与铁基合金焊接中使用。

**A7.12 ERNiCrWMo-1 类别。**这一类别填充金属的名义成分(重量%)为 57Ni, 22Cr, 14W, 2Co, 1Fe, 2Mo。这一类别的填充金属用于镍-铬-钨-钼-钽合金 (ASTM B366, B435, B564 和 B572, 它们都有 UNS 号 N06230)自身的焊接,采用 GTAW 和 GMAW 方法。

## A8 特殊试验

要承认,对某些应用来说,可能要求做补充试验。在这种情况下,可能需要进行确定特殊性能的试验,如抗腐蚀性、抗氧化性、高温或低温下的强度。AWS A5.01 包含了提出那些试验要求的条款。本节被包括进来是对要求进行特殊试验的人们进行指导。那些试验应按供需双方取得的协议进行。

**A8.1 腐蚀或氧化试验。**虽然用于本标准中的焊丝或填充丝焊成的焊缝通常在腐蚀或耐热条件下使用,但为那些性能所做的试验并不包括在标准中。当某一特殊用途有要求时,可以在从焊块或焊接接头中切取的试样上进行试验。

**A8.1.1 从接头上切取的试样适用于对焊接工艺进行评定**(对包括抗腐蚀、抗氧化的特殊应用),但不填充金属进行评定。接头试样的试验有缺点,即它是焊缝金属、热影响区和未受影响的母材的综合性能试验。用这样的试样要获得数据重现是比较困难的(当在试样不同部位的金属性能存在差异时)。接头试样的优点是能够把接头设计和为生产所安排的焊接顺序做到重现。

**A8.1.2 单纯焊缝金属的抗腐蚀试验和抗氧化试验用试样是按通常为准备化学分析用试块的工艺制取的**(见 AWS A5.11/A5.11M 中的 9.3)。试块尺寸至少为  $\frac{3}{4}$ in. [19mm]高,  $2\frac{1}{2}$ in. [65mm]宽和  $(1+0.625n)$ in. [25+16n mm]长,式中  $n$  为需要从试块中切取的试样数。尺寸为  $\frac{1}{2}$ in.  $\times$  2in.  $\times$   $\frac{1}{4}$ in. [13mm  $\times$  50mm  $\times$  6.5mm]的试样从试块的顶部

用机加工方法切取,试样的 2in. [50mm]边平行于试块的  $2\frac{1}{2}$ in. [65mm]边,试样的  $\frac{1}{2}$ in. [13mm]边平行于试块的长度。试验前,试样的热处理、表面精加工和标记等应按相似合金的锻件或铸件的标准试验方法进行。试验程序应符合 ASTM G4《设备腐蚀试验推荐方法》的规定。

## A8.2 力学性能试验

本标准中的填充金属可用于不同的焊接方法和焊接工艺。因此,焊缝金属试验没有包括在本标准中。用这些填充金属得到的焊缝拉伸性能、弯曲延性和致密性是在工艺评定时确定的。

工艺的不同(电流、电压和焊速)、保护介质的不同(特殊的混合气体或焊剂)、焊工操作熟练程度的不同以及母材和填充金属成分的不同都会影响所得到的结果。焊缝金属的典型抗拉性能值见表 A2。当力学性能的补充试验有所规定时,应按 AWS B4.0 或 AWS B4.0M《焊缝力学性能试验标准方法》进行。

表 A2 典型的焊缝金属抗拉强度<sup>a</sup>

| AWS 类别       | 抗拉强度 (典型的)       |                   |
|--------------|------------------|-------------------|
|              | ksi              | MPa               |
| ERNi-1       | 55               | 380               |
| ERNiCu-7     | 70               | 480               |
| ERNiCu-8     | 100 <sup>b</sup> | 690 <sup>b</sup>  |
| ERNiCr-3     | 80               | 550               |
| ERNiCr-4     | 100              | 690               |
| ERNiCr-6     | 80               | 550               |
| ERNiCrFe-5   | 80               | 550               |
| ERNiCrFe-6   | 80               | 550               |
| ERNiCrFe-7   | 80               | 550               |
| ERNiCrFe-7A  | 85               | 590               |
| ERNiCrFe-8   | 125 <sup>c</sup> | 860 <sup>c</sup>  |
| ERNiCrFe-11  | 94               | 650               |
| ERNiCrFe-12  | 95               | 660               |
| ERNiCrFeSi-1 | 90               | 620               |
| ERNiCrFeAl-1 | 85               | 590               |
| ERNiFeCr-1   | 80               | 550               |
| ERNiFeCr-2   | 165 <sup>d</sup> | 1140 <sup>d</sup> |
| ERNiMo-1     | 100              | 690               |
| ERNiMo-2     | 100              | 690               |
| ERNiMo-3     | 100              | 690               |
| ERNiMo-7     | 110              | 760               |
| ERNiMo-8     | 95               | 660               |
| ERNiMo-9     | 95               | 660               |
| ERNiMo-10    | 110              | 760               |
| ERNiMo-11    | 100              | 690               |

(第 289.1 页)

表 A2(续) 典型的焊缝金属抗拉强度<sup>a</sup>

| AWS 类别       | 抗拉强度 (典型的)       |                   |
|--------------|------------------|-------------------|
|              | ksi              | MPa               |
| ERNiMo-12    | 100              | 690               |
| ERNiCrMo-1   | 85               | 590               |
| ERNiCrMo-2   | 95               | 660               |
| ERNiCrMo-3   | 110              | 760               |
| ERNiCrMo-4   | 100              | 690               |
| ERNiCrMo-7   | 100              | 690               |
| ERNiCrMo-8   | 85               | 590               |
| ERNiCrMo-9   | 85               | 590               |
| ERNiCrMo-10  | 100              | 690               |
| ERNiCrMo-11  | 85               | 590               |
| ERNiCrMo-13  | 110              | 760               |
| ERNiCrMo-14  | 110              | 760               |
| ERNiCrMo-15  | 147 <sup>c</sup> | 1200 <sup>c</sup> |
| ERNiCrMo-16  | 85               | 590               |
| ERNiCrMo-17  | 100              | 690               |
| ERNiCrMo-18  | 95               | 660               |
| ERNiCrMo-19  | 120              | 830               |
| ERNiCrMo-20  | 110              | 830               |
| ERNiCrMo-21  | 115              | 780               |
| ERNiCrCoMo-1 | 90               | 620               |
| ERNiCrWMo-1  | 110              | 760               |

注: a. 除非另有规定, 表中所列为焊态下的抗拉强度。

b. 时效硬化条件: 加热到 1475°F [802°C] 保温 2h, 1100°F [593°C] 保温 16h, 然后以每小时 25°F [14°C] 的速度在炉中冷却到 900°F [482°C], 空冷。

c. 时效硬化条件: 加热到 1950°F [1066°C] 保温 2h, 1300°F [704°C] 保温 20h, 空冷。

d. 时效硬化条件: 加热到 1325°F [718°C] 保温 8h, 然后以每小时 100°F [56°C] 的速度在炉中冷却到 1150°F [620°C], 保温 8h, 空冷。

e. 时效硬化条件: 加热到 1900°F [1038°C] 保温 1h, 1350°F [732°C] 保温 8h, 然后以每小时 100°F [56°C] 的速度在炉中冷却到 1150°F [621°C], 保温 8h, 空冷。

**A9 不再继续使用的类别**

一些类别从本标准的一个版本到另一个版本时不再继续使用。这样造成商业操作的改变或标准中所用类别体系的变化。不再继续使用的类别列于表 A3, 连同在标准中包含的最后年份。

表 A3 不再继续使用的类别

| 不再继续使用的类别             | 最后公布日期 |
|-----------------------|--------|
| RNi-2                 | 1969   |
| ERNi-3                | 1969   |
| ENiCu-5               | 1969   |
| ENiCu-6               | 1969   |
| ERNiCrFe-4            | 1969   |
| ERNiMo-4 <sup>a</sup> | 1969   |
| ERNiMo-5              | 1969   |
| ERNiMo-6 <sup>b</sup> | 1969   |

注: a. 在 1976 年重新分类为 ERNiMo-1。

b. 在 1976 年重新分类为 ERNiMo-3。

**A10 一般安全注意事项**

注: 安全和健康方面的问题和相关事项超出了本标准的范围, 因此在这里未充分谈及。某些安全和健康的资料能够从附录的 A5 节找到。安全和健康的资料可以从其他来源得到, 包括在 A10.2 ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》<sup>9</sup> 中列出的安全和健康实用手册和可适用的联邦和州的管理规定, 但不限于此。

**A10.1 安全和健康实用手册 (SHF)** 下列安全和健康事项表是由美国焊接学会 (AWS) 公布的。它们可以直接从 AWS 网址 <http://www.aws.org> 下载和印刷。安全和健康实用手册周期性修订并增加补充手册。

**A10.2 安全和健康实用手册索引 (SHF)<sup>10</sup>**

| NO. | 标题               |
|-----|------------------|
| 1   | 烟尘和气体            |
| 2   | 辐射               |
| 3   | 噪声               |
| 4   | 焊接烟尘中的铬和镍        |
| 5   | 电伤害              |
| 6   | 防火和防爆            |
| 7   | 烧伤防护             |
| 8   | 机械伤害             |
| 9   | 摔倒和跌落            |
| 10  | 下落的物体            |
| 11  | 有限空间             |
| 12  | 隐形镜的磨损           |
| 13  | 焊接环境中的人与机械控制     |
| 14  | 警告性标签的图示符号       |
| 15  | 安全和健康文件的格式指南     |
| 16  | 设备调试员和焊接         |
| 17  | 电场和磁场 (EMF)      |
| 18  | 关闭/作标记           |
| 19  | 激光焊接和切割安全        |
| 20  | 热喷涂安全            |
| 21  | 电阻点焊             |
| 22  | 焊接和关联作业中与镉的接触    |
| 23  | California 建议 65 |
| 24  | 弧焊和钎焊焊剂: 安全管理和使用 |
| 25  | 金属烟尘引起的发烧        |
| 27  | 钍钨极              |
| 29  | 手提式和移动式焊接发电机的接地  |

<sup>9</sup> ANSI Z49.1 能从全球工程文件, 信息处理服务集团公司获得, 15 Inverness Way East, Englewood, CO80112-5776。

<sup>10</sup> AWS 标准能从全球工程文件, 信息处理服务集团公司获得, 15 Inverness Way East, Englewood, CO80112-5776。

(第 335 页)

## 气体保护焊用碳钢焊丝和填充丝标准

A06

## SFA 5.18

(与 AWS 标准 A5.18/A5.18M-2005 完全等同)

## 1 适用范围

1.1 本标准规定了对用于金属极气体保护焊 (GMAW)、钨极气体保护焊 (GTAW) 和等离子焊 (PAW) 的碳钢焊丝 (实心、组合绞合和组合金属芯焊丝) 和填充丝 (实心) 的分类要求。

1.2 安全和健康的问题及相关事情超越了本标准的范围, 因此在这里未充分论及。某些安全和健康的资料能从非强制性的附录 A5 和 A10 节找到。安全和健康的资料也可以从其它来源得到, 包括 ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》和可适用的联邦和州的规定, 但并不限于此。

1.3 本标准采用美国惯用单位制和国际单位制 (SI) 两种体系。计量值不是确切相当的。因此, 每一体系必须独立于另一体系使用, 当涉及到焊缝金属性能时, 不能以任何方式混用。以 A5.18 为代号的标准采用美国惯用单位, A5.18M 标准采用 SI 单位。后者在括号 [ ] 或在表和图的相应栏目内示出。基于任一体系的标准尺寸都可以在 A5.18 或 A5.18M 标准下用来作为焊丝或包装或两者的规格。

## A 篇——一般要求

## 2 引用标准

2.1 ASTM 标准<sup>1</sup>。下列 ASTM 标准用于本文件的强制性部分中:

(a) A36/A36M《碳结构钢标准》。

(b) AA285/A285M《压力容器用中低抗拉强度用碳钢板标准》。

(c) A515/A515M《中高温工况压力容器用碳钢板标准》。

(d) A516/A516M《中低温工况压力容器用碳钢板标准》。

(e) E29《为确定与标准一致, 在试验数据中采用有效位数的标准实用规程》。

(f) E350《碳钢、低合金钢、硅电工钢、铌铁

和熟铁的化学分析标准方法》。

(g) E1032《焊件射线照相试验标准方法》。

2.2 AWS 标准<sup>2</sup>。下列 AWS 标准用于本文件的强制性部分中:

(a) AWS A5.01《填充金属采购导则》。

(b) AWS A5.32/A5.32M《焊接保护气体标准》。

(c) AWS A4.3《测定马氏体、贝氏体和铁素体钢电弧焊焊缝金属扩散氢含量的标准方法》。

(d) AWS B4.0 或 B4.0M《焊缝力学性能试验标准方法》。

2.3 ANSI 标准<sup>3</sup>。下列 ANSI 标准用于本文件的强制性部分中:

(a) ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》。

2.4 ISO 标准<sup>4</sup>。下列 ISO 标准用于本文件的强制性部分中。

(a) ISO 544《焊接耗材——焊接填充金属发货技术条件——产品类型、尺寸、公差和标记》。

## 3 分类

3.1 A5.18 标准覆盖的实心焊丝 (和填充丝) 采用基于美国惯用单位的分类体系, 按焊丝的化学成分分类如表 1 所列, 按焊态焊缝金属的力学性能分类如表 3 和表 4 所列。本标准覆盖的组合绞合和组合金属芯焊丝亦采用基于美国惯用单位的分类体系, 按焊缝金属的化学成分和力学性能分类如表 2、表 3 和表 4 所列, 以及按使用的保护气体分类。

3.1M A5.18M 标准覆盖的实心焊丝 (和填充丝) 采用基于国际单位制 (SI) 的分类体系, 按焊丝的化学成分分类如表 1 所列, 按焊缝金属的力学性能分类如表 3 和表 4 所列。本标准覆盖的组合绞合和组合金属芯焊丝亦采用基于国际单位制 (SI) 的分类体系, 按焊缝金属的化学成分和力学性能分类如表 2、表 3 和表 4 所列, 以及按使用的保护气体分类。

<sup>1</sup>ASTM 标准能从 ASTM 获取, 100Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA19428。

<sup>2</sup>AWS 标准能从美国焊接学会获取。地址略。

<sup>3</sup>ANSI 标准能从美国国家标准学会获取。地址略。

<sup>4</sup>ISO 标准是由国际标准化组织出版, 地址略。

(第 336 页)

3.2 分为一种类别的焊丝和填充丝,不应再分为本标准中的任何其它类别,其例外是分为 E70C-XC[E48C-XC]的组合绞合或组合金属芯焊丝也可分为 E70C-XM[E48C-XM],或相反,假如产品同时符合二个类别的要求。

3.3 按本标准分类的焊丝和填充丝适用于气体保护电弧焊,但不妨碍它们在任何其它方法(或任何其它保护气体,或混合保护气体)中使用,只要它们对这种方法是适宜的。

#### 4 验收

填充金属的验收<sup>5</sup>应按 AWS A5.01《填充金属采购导则》的条款进行。

#### 5 证明

制造厂通过在包装上标明 AWS 标准号和类别号,或者在产品上标明类别号来证明产品符合本标准的要求<sup>6</sup>。

#### 6 圆整方法

为了确定与本标准的一致性,应将测定值或计算值,对抗拉强度和屈服强度,圆整到最接近的 1000psi[10MPa],对用来表示其它数量极限值数字的最右方末位,按照 ASTM E29《为了确定与标准的一致,在试验数据中采用有效位数的标准方法》中给出的圆整方法,圆整到最接近的单位。

表 1 实心焊丝和填充丝的化学成分要求

| AWS类别 <sup>b</sup> |         | UNS <sup>c</sup> | 重量百分数 <sup>a</sup> |                                 |                    |       |       |      |      |      |      |                 |                    |                    |                    |
|--------------------|---------|------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|-------|-------|------|------|------|------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| A5.18              | A5.18M  |                  | C                  | Mn                              | Si                 | P     | S     | Ni   | Cr   | Mo   | V    | Cu <sup>d</sup> | Ti                 | Zr                 | Al                 |
| ER70S-2            | ER48S-2 | K10726           | 0.07               | 0.90<br>to<br>1.40              | 0.40<br>to<br>0.70 | 0.025 | 0.035 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.03 | 0.50            | 0.05<br>to<br>0.15 | 0.02<br>to<br>0.12 | 0.05<br>to<br>0.15 |
| ER70S-3            | ER48S-3 | K11022           | 0.06<br>to<br>0.15 | 0.90<br>to<br>1.40              | 0.45<br>to<br>0.75 | 0.025 | 0.035 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.03 | 0.50            | —                  | —                  | —                  |
| ER70S-4            | ER48S-4 | K11132           | 0.06<br>to<br>0.15 | 1.00<br>to<br>1.50              | 0.65<br>to<br>0.85 | 0.025 | 0.035 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.03 | 0.50            | —                  | —                  | —                  |
| ER70S-6            | ER48S-6 | K11140           | 0.06<br>to<br>0.15 | 1.40<br>to<br>1.85              | 0.80<br>to<br>1.15 | 0.025 | 0.035 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.03 | 0.50            | —                  | —                  | —                  |
| ER70S-7            | ER48S-7 | K11125           | 0.07<br>to<br>0.15 | 1.50<br>to<br>2.00 <sup>e</sup> | 0.50<br>to<br>0.80 | 0.025 | 0.035 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.03 | 0.50            | —                  | —                  | —                  |
| ER70S-G            | ER48S-G | —                | 不作规定 <sup>f</sup>  |                                 |                    |       |       |      |      |      |      |                 |                    |                    |                    |

注: a 单值为最大值

b 作为类别后缀的字母“N”表示焊缝金属适用于核反应堆活性区,本标准附录中有说明。该后缀改变磷和铜的极限值如下:

$P \leq 0.012\%$

$Cu \leq 0.08\%$

c SAE HS-1086/ASTM DS-56 金属和合金的统一编号体系。

d 任何在焊丝填充丝上的镀层铜,加上填充金属本身的铜,不应超过表列最大 0.50%。

e 在这一类别中,锰的最大含量可以超过 2.0%,在此情况下,含锰量每增加 0.05%或其部分,最大含碳量应降低 0.01%。

f 化学成分不作规定,但不应故意添加 Ni、Cr、Mo 和 V 元素。成分应作报导,应符合供需双方同意的那些要求。

<sup>5</sup> 有关发运材料的验收和试验的更详细的资料请参阅附录中 A3 节验收和 AWS A5.01。

<sup>6</sup> 有关证明和为满足本要求所提出试验的更详细的资料请参阅附录中 A4 节证明。

(第 337 页)

表 2 组合焊丝焊缝金属的化学成分要求

| AWS类别 <sup>a</sup> |            | UNS号 <sup>b</sup> | 保护气体 <sup>c</sup>                                  | 重量百分数 <sup>d</sup> |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |      |
|--------------------|------------|-------------------|----------------------------------------------------|--------------------|------|------|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|------|
| A5.18              | A5.18M     |                   |                                                    | C                  | Mn   | Si   | S    | P    | Ni <sup>e</sup> | Cr <sup>e</sup> | Mo <sup>e</sup> | V <sup>e</sup> | Cu   |
| 多道焊类别              |            |                   |                                                    |                    |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |      |
| E70C-3X            | E48C-3X    | W07703            | 75-80% Ar/ 余<br>CO <sub>2</sub> or CO <sub>2</sub> | 0.12               | 1.75 | 0.90 | 0.03 | 0.03 | 0.50            | 0.20            | 0.30            | 0.08           | 0.50 |
| E70C-6X            | E48C-6X    | W07706            | 75-80% Ar/ 余<br>CO <sub>2</sub> 或 CO <sub>2</sub>  | 0.12               | 1.75 | 0.90 | 0.03 | 0.03 | 0.50            | 0.20            | 0.30            | 0.08           | 0.50 |
| E70C-G(X)          | E48C-G(X)  | —                 | f                                                  | 不作规定 <sup>g</sup>  |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |      |
| 单道焊类别              |            |                   |                                                    |                    |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |      |
| E70C-GS(X)         | E48C-GS(X) | —                 | f                                                  | 不作规定 <sup>h</sup>  |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |      |

注: a 示于类别号最后的字母 X 代表“C”或“M”,它对应于焊丝与其一起分类的保护气体。“C”代表 100%CO<sub>2</sub> 保护 (AWS A5.32 SG-C 类),“M”代表 75%~80% Ar/余 CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-AC-Y 类,这里 Y 是 20 到 25)。对 E70C-G[E48C-G]和 E70C-GS[E48C-GS],如果这些气体并未用于分类,最后的“C”和“M”可以省略。

b SAE HS-1086/ASTM DS-56 金属和合金的统一编号体系。

c 采用不同于所规定的保护气体会造成不同的焊缝金属成分。

d 单值为最大值。

e Ni、Cr、Mo 和 V 的总量应不超过 0.50%。

f 保护气体应在供需双方之间协定,除非用后缀 C 或 M 指明。

g 化学成分应作报道,应符合供需双方同意的那些要求。

h 由于这一类别的焊丝仅适用于单道焊缝,所以从这一类别所得焊缝金属的化学成分也不作规定。在这类焊缝中,稀释率往往是很高的。

表 3 拉伸试验要求(焊态)

| AWS类别 <sup>a</sup> |            | 保护气体                         | 抗拉强度<br>(不小于) |     | 屈服强度 <sup>b</sup><br>(不小于) |     | 伸长率 <sup>b</sup> , %<br>(不小于) |
|--------------------|------------|------------------------------|---------------|-----|----------------------------|-----|-------------------------------|
| A5.18              | A5.18M     |                              | psi           | MPa | psi                        | MPa |                               |
| ER70S-2            | ER48S-2    | CO <sub>2</sub> <sup>c</sup> | 70 000        | 480 | 58 000                     | 400 | 22                            |
| ER70S-3            | ER48S-3    |                              |               |     |                            |     |                               |
| ER70S-4            | ER48S-4    |                              |               |     |                            |     |                               |
| ER70S-6            | ER48S-6    |                              |               |     |                            |     |                               |
| ER70S-7            | ER48S-7    |                              |               |     |                            |     |                               |
| ER70S-G            | ER48S-G    | d                            | 70 000        | 480 | 58 000                     | 400 | 22                            |
| E70C-3X            | E48C-3X    | 75-80% Ar/ 余 CO <sub>2</sub> | 70 000        | 480 | 58 000                     | 400 | 22                            |
| E70C-6X            | E48C-6X    |                              |               |     |                            |     |                               |
| E70C-G(X)          | E48C-G(X)  | d                            | 70 000        | 480 | 58 000                     | 400 | 22                            |
| E70C-GS(X)         | E48C-GS(X) | d                            | 70 000        | 480 | 不作规定                       |     | 不作规定                          |

注: a 示于类别号最后的字母 X 代表“C”或“M”,它对应于焊丝与其一起分类的保护气体。“C”代表 100%CO<sub>2</sub> 保护 (AWS A5.32 SG-C 类),“M”代表 75%~80% Ar/余 CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-AC-Y 类别,这里 Y 是 20 到 25)。对 E70C-G[E48C-G]和 E70C-GS[E48C-GS],最后的“C”和“M”可以省略。

b 为 0.2%残余变形时的屈服强度和标距为 2in. [50mm]时的伸长率或为在 A4.2 中推荐的供选用的验收试验用 0.35in. [9.0mm]拉伸试样,在采用钨极氩弧焊时标距为 1.4in. [36mm]。

c CO<sub>2</sub> = 二氧化碳保护气体 (AWS A5.32 SG-C 类别)。为分类目的采用 CO<sub>2</sub> 不应理解为排除采用 Ar/CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-AC-Y 类别)或 Ar/O<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-AO-X 类别)混合保护气体。用诸如 Ar/O<sub>2</sub> 或 Ar/CO<sub>2</sub> 混合气体试验的填充金属可能会造成焊缝金属有较高的强度和较低的伸长率。当分类试验仅仅以 GTAW 为基础时(见附录 A 中的 A4.2),要求进行用 100%氩气保护 (AWS A5.32 SG-A 类别)的试验。

d 保护气体由供需双方协定,除非用后缀 C 或 M 指明。

(第 338 页)

表 4 冲击试验要求 (焊态)

| AWS 类别     |            | 平均冲击强度 a,b(不小于)   |              |
|------------|------------|-------------------|--------------|
| A5.18      | A5.18M     | A5.18             | A5.18M       |
| ER70S-2    | ER48S-2    | 20 ft·lbf -20°F 时 | 27 J -30°C 时 |
| ER70S-3    | ER48S-3    | 20 ft·lbf 0°F 时   | 27 J -20°C 时 |
| ER70S-4    | ER48S-4    | 不要求               | 不要求          |
| ER70S-6    | ER48S-6    | 20 ft·lbf -20°F 时 | 27 J -30°C 时 |
| ER70S-7    | ER48S-7    | 20 ft·lbf -20°F 时 | 27 J -30°C 时 |
| ER70S-G    | ER48S-G    | 由供需双方商定           |              |
| E70C-G(X)  | E48C-G(X)  | 由供需双方商定           |              |
| E70C-3X    | E48C-3X    | 20 ft·lbf 0°F 时   | 27 J -20°C 时 |
| E70C-6X    | E48C-6X    | 20 ft·lbf -20°F 时 | 27 J -30°C 时 |
| E70C-GS(X) | E48C-GS(X) | 不要求               | 不要求          |

注: a 在计算冲击强度时, 所得 5 个试验数值应除去最高和最低值。剩下 3 个值中的 2 个应等于或超过 20ft·lbf[27J]; 剩下 3 个值中可以有 1 个低于 20ft·lbf[27J], 但不低于 15ft·lbf[20J], 3 个值的平均数应不低于规定的 20ft·lbf[27J]。

b 对带有“N”(核)代号的类别, 应在室温下试验 3 个附加试样。3 个中的 2 个应等于或超过 75ft·lbf[100J], 另一个应不低于 70ft·lbf[95J], 3 个值的平均数应等于或超过 75ft·lbf[100J]。

## B 篇——试验、方法和要求

### 7 试验综述

7.1 对每一类别所要求的试验示于表 5, 试验目的是要确定焊缝金属的化学成分、力学性能和内在质量。第 9 节至第 14 节给出了焊缝试件用母材、采用的焊接和试验方法以及要求的结果。对仅以钨极气体保护焊 (GTAW) 为基础的类别的要求见附录中的 A4.2 节。

7.2 在第 15 节“扩散氢试验”中供选用的扩散氢试验, 对分类不要求进行。见表 5 的注(c)。

### 8 复试

如果任意一项试验结果不符合要求, 试验应重复两次, 两次重复试验的结果均应符合要求。重复试样可以取自原始试件, 或取自一个或二个新的试件。对于化学分析, 只需要对那些不符合要求的元素进行复试。如果一次或二次重复试验的结果不符合要求, 应认为所试验的材料不符合本标准对该类别的要求。

在那种情况下, 即在任一试验的准备过程中或完成后, 能清楚确定在制备焊缝试件或试样时, 或进行试验时, 没有遵守规定的正确程序, 试验应认为无效。不考虑试验是否已实际完成或试验结果满足或不满足要求, 应重复试验, 遵循规定的正确程

序。在这种情况下, 两倍数量试样的要求不适用。

### 9 焊缝试件

9.1 按照表 5 的规定, 至少需要一个焊缝试件, 也可能需要二个焊缝试件 (与实心焊丝还是组合焊丝以及与分析用试样的提取方法有关), 它们是:

(a) 为组合焊丝和实心焊丝两者进行焊缝金属力学性能和致密性试验的示于图 1 的坡口焊缝 (见附录 A4.2 对仅仅是钨极气体保护焊为基础的分类要求), 或为指明仅用于单道焊的组合绞合和组合金属芯焊丝进行力学性能试验的示于图 2 的坡口焊缝;

(b) 为组合绞合和组合金属芯焊丝焊缝金属进行化学分析用的焊缝试块示于图 3。

组合焊丝焊缝金属的化学分析试样可以取自自己断裂的全焊缝金属拉伸试样的减缩截面, 或取自图 1 坡口焊缝中的相应位置 (或任何高于它的位置), 这样可避免制作焊块。在有争议的情况下, 图 3 的焊缝试块应是仲裁方法。

从指明用于单道焊的组合绞合和组合金属芯焊丝所得焊缝金属的化学分析, 由于母材金属的高稀释量, 不可从图 2 的坡口焊缝中获取。

9.2 每个焊缝试件的制备应如 9.3 和 9.4 所述。每个试件的母材应符合表 6 的要求, 同时亦应符合该处所示 ASTM 标准的要求, 或相当标准的要求。

(第 339 页)

表 5 要求的试验

| 类别                      |                         | 化学分析 |      | 射线照相 | 拉伸试验            | 弯曲试验 | 冲击试验 | 扩散氢 |
|-------------------------|-------------------------|------|------|------|-----------------|------|------|-----|
| A5.18                   | A5.18M                  | 焊丝   | 焊缝金属 | 试验   |                 |      |      | 试验  |
| 实心焊丝                    |                         |      |      |      |                 |      |      |     |
| ER70S-2                 | ER48S-2                 | 要求   | 不要求  | 要求   | 要求              | 不要求  | 要求   | c   |
| ER70S-3                 | ER48S-3                 | 要求   | 不要求  | 要求   | 要求              | 不要求  | 要求   | c   |
| ER70S-4                 | ER48S-4                 | 要求   | 不要求  | 要求   | 要求              | 不要求  | 不要求  | c   |
| ER70S-6                 | ER48S-6                 | 要求   | 不要求  | 要求   | 要求              | 不要求  | 要求   | c   |
| ER70S-7                 | ER48S-7                 | 要求   | 不要求  | 要求   | 要求              | 不要求  | 要求   | c   |
| ER70S-G                 | ER48S-g                 | 要求   | 不要求  | 要求   | 要求              | 不要求  | 不要求  | c   |
| 组合焊丝                    |                         |      |      |      |                 |      |      |     |
| E70C-3X                 | E48C-3X                 | 不要求  | 要求   | 要求   | 要求              | 不要求  | 要求   | c   |
| E70C-6X                 | E48C-6X                 | 不要求  | 要求   | 要求   | 要求              | 不要求  | 要求   | c   |
| E70C-G(X)               | E48C-G(X)               | 不要求  | 要求   | 要求   | 要求              | 不要求  | 不要求  | c   |
| E70C-GS(X) <sup>a</sup> | E48C-GS(X) <sup>a</sup> | 不要求  | 不要求  | 不要求  | 要求 <sup>b</sup> | 要求   | 不要求  | c   |

注: a 适用于单道焊。

b 横向拉伸试验, 其余均为全焊缝金属拉伸试验。

c 只有当需方有规定, 或制造厂将扩散氢代号置于标签时(见附录 A2.2 和 A8.2), 才要求进行供选用的扩散氢试验。

试件的试验应按 10.2、10.3 和第 11 到 14 节进行

### 9.3 坡口焊缝

**9.3.1** 除 E70C-GS (X) [E48C-GS (X)] 外, 对所有的类别, 都应采用表 6 规定的适当类别的母材, 按图 1 的规定制备和焊接试件。采用的焊丝规格应为 0.045in. 或  $\frac{1}{16}$ in. [1.2mm 或 1.6mm] (如果这些规格不生产, 可采用制造厂生产的最接近上述的规格)。见附录中 A4.2 节对仅以钨极气体保护焊 (GTAW) 为基础的分类要求。

焊接应在平焊位置进行, 焊件在焊接时应受约束 (或预变形), 以防止挠曲变形超过  $5^\circ$ , 挠曲超过  $5^\circ$  的试件不得进行校平, 应予废弃。试件应在室温下定位焊, 并应在该温度 (不低于  $60^\circ\text{F}$  [ $15^\circ\text{C}$ ]) 下开始焊接。焊接应连续进行, 直到试件的最高层间温度达到  $325^\circ\text{F}$  [ $165^\circ\text{C}$ ], 该温度是在图 1 所示的位置用温度指示笔式表面温度计测量的。

焊缝的余下部分应保持预热温度不低于  $275^\circ\text{F}$  [ $135^\circ\text{C}$ ] 和层间温度不超过  $325^\circ\text{F}$  [ $165^\circ\text{C}$ ]。如果必须中断焊接, 应让试件在静止空气中冷却到室温。在恢复焊接前, 试件应预热到  $300^\circ\text{F} \pm 25^\circ\text{F}$  [ $150^\circ\text{C} \pm 15^\circ\text{C}$ ]。

当焊接结束和试件冷却后, 试件应按第 11 节射线照相试验、第 12 节拉伸试验和第 14 节冲击试验的规定进行准备和试验。除了在 12.1.1 中规定的全焊缝金属拉伸试样的供选用的时效试验外, 所有

试验都在焊态条件下进行。

### 9.3.2 对单道焊焊丝类别 E70C-GS (X)

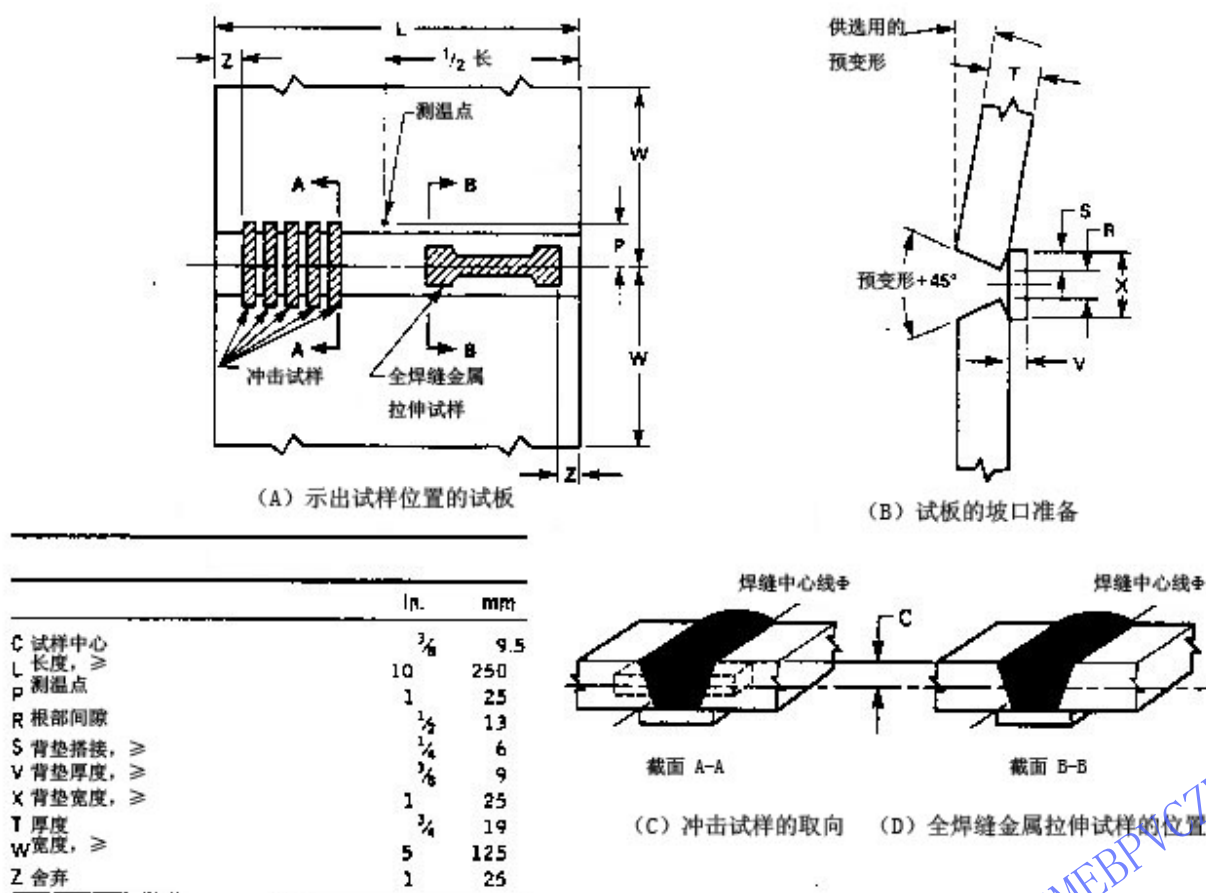
[E48C-GS (X)], 应采用表 6 规定的母材, 按图 2 制备和焊接试件, 在板的两端定位焊接后, 试件应在平焊位置焊接, 每面焊一道。试件在室温 (不超过  $60^\circ\text{F}$  [ $15^\circ\text{C}$ ]) 下开始焊接。当一面的焊道完成后, 应将试件翻身, 在另一面熔敷焊道, 如图 2 所示。这一次序不应中断。焊丝规格应为 0.045in. 或  $\frac{1}{16}$ in. [1.2mm 或 1.6mm] (如果这些规格不生产, 可采用制造厂生产的最接近上述的规格)。

完成焊接在静止空气中冷却到室温后, 试件应按 12.2 和第 13 节弯曲试验的规定进行准备和试验, 除了在 13.2 中规定供选用的弯曲试样时效试验外, 所有试验均在焊态下进行。

### 9.4 焊缝试块

分析试样除了可取自在 9.1 中所述的坡口焊缝 (图 1) 或已断裂的全焊缝金属拉伸试样外, 还应采用组合绞合和组合金属芯焊丝准备如图 3 所示的焊缝试块。对焊缝试块应采用满足图 3 最低要求并具有表 6 规定类型的任意合适规格的母材。用于填充金属熔敷的母材表面应是干净的。试块应在平焊位置进行多层焊, 直至获得未稀释的焊缝金属为止 (至少 4 层厚)。焊丝规格应为 0.045in. 或  $\frac{1}{16}$ in. [1.2mm 或 1.6mm], 如果这些规格不生产, 则为制造厂生产的最接近上述的规格。预热温度应不低于

(第 340 页)



| 实心焊丝试验条件 <sup>1, 2</sup> |                                   |                     |                                   |                     |
|--------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 标准规格[注 (3)]              | 0.045in.                          | [1.2mm]             | 1/16                              | [1.6mm]             |
| 保护气体[注 (4)]              | CO <sub>2</sub>                   | CO <sub>2</sub>     | CO <sub>2</sub>                   | CO <sub>2</sub>     |
| 送丝速度                     | 450in./min $\pm$ 5%               | [190mm/s] $\pm$ 5%  | 240in./min $\pm$ 5%               | [100mm/s] $\pm$ 5%  |
| 额定电弧电压                   | 27~31V                            | 27~31V              | 26~30V                            | 26~30V              |
| 达到的电流, DCEP[注 (5)]       | 260~290A                          | 260~290A            | 330~360A                          | 330~360A            |
| (DCEP = 焊丝接正极)           |                                   |                     |                                   |                     |
| 焊嘴至工件距离[注 (6)]           | $\frac{3}{4} \pm \frac{1}{8}$ in. | [19 $\pm$ 3mm]      | $\frac{3}{4} \pm \frac{1}{8}$ in. | [19 $\pm$ 3mm]      |
| 行走速度                     | $13 \pm 1$ in./min                | [5.5 $\pm$ 0.5mm/s] | $13 \pm 1$ in./min                | [5.5 $\pm$ 0.5mm/s] |

通注: (a) 母材应符合表 6 规定。

(b) 待焊表面应清洁。

(c) 焊接前, 试件可采用如图所示的预变形, 使焊接接头足够平整, 便于取样。作为替代, 也可采用拘束或拘束和预变形的联合措施。

注: (1) 组合焊丝的试验条件应按制造厂的推荐执行。

(2) 对实心焊丝和组合焊丝, 预热和层间温度均应按 9.3.1 执行。

(3) 如果用不同于 0.045in. 和  $\frac{1}{16}$ in. [1.2mm 或 1.6mm] 规格的焊丝试验, 需要时, 应改变送丝速度 (和达到的电流)、电弧电压和焊嘴到工作的距离。对小于 0.035in. [0.9mm] 规格的焊丝, 不推荐这种接头形式。

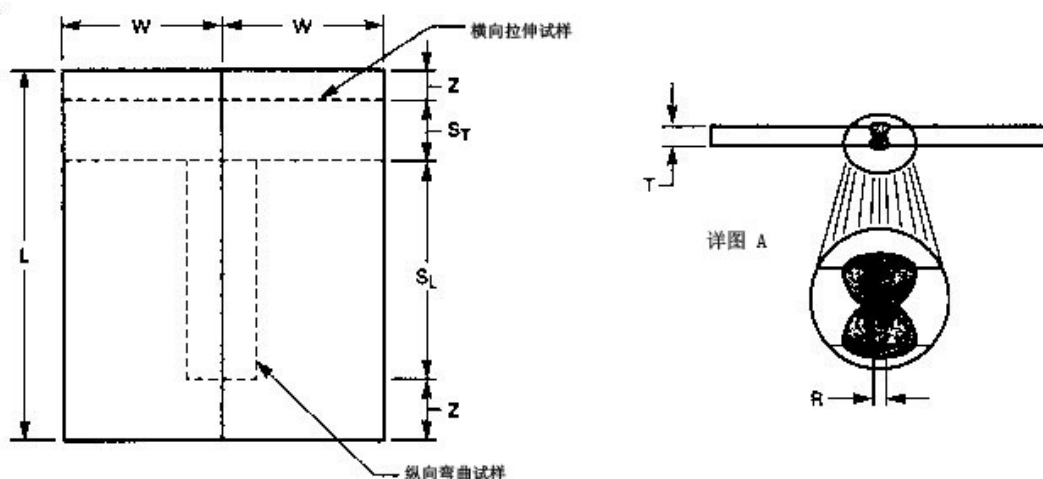
(4) 如果采用不同于 CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-C 类别) 的保护气体或混合气体, 则送丝速度 (和达到的电流)、电弧电压和焊接速度应由供需双方协定。

(5) 所要求的送丝速率、电弧电压和焊嘴到工件距离的组合应产生出所示范围内的焊接电流。实质上, 在这些范围以外的电流说明在送丝速率、焊嘴到工件的距离、电压设置或在使用的仪器上有误差。

(6) 是从接触焊嘴到工件的距离, 而不是气体保护罩到工件的距离。

图 1 力学性能和致密性试验用的坡口焊缝试件

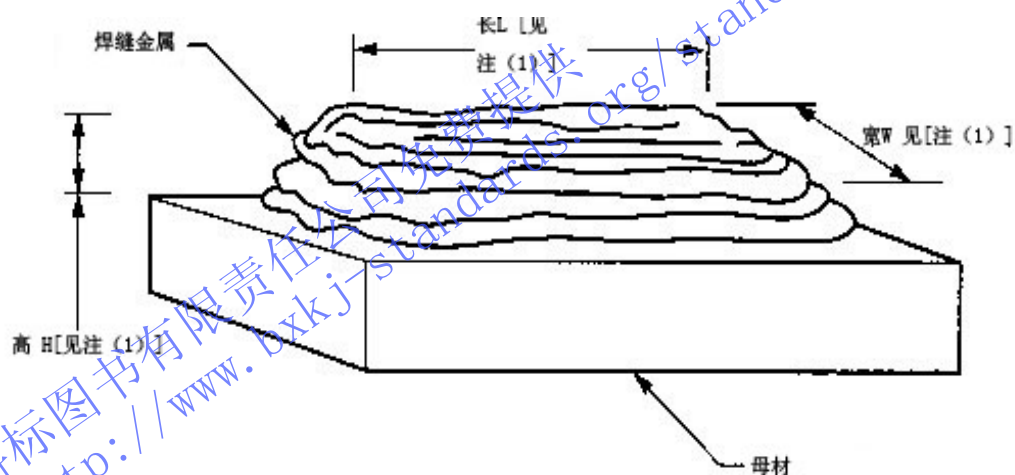
(第 341 页)



| 尺 寸   |              | in.  | mm  |
|-------|--------------|------|-----|
| $L$   | 长度, $\geq$   | 10   | 250 |
| $W$   | 宽度, $\geq$   | 4    | 100 |
| $R$   | 根部间隙, $\leq$ | 1/16 | 1.5 |
| $S_T$ | 横向试样         | 2    | 50  |
| $S_L$ | 纵向试样         | 6    | 150 |
| $T$   | 厚度           | 1/4  | 6.4 |
| $Z$   | 舍弃, $\geq$   | 1    | 25  |

- 通注: (a) 母材应符合表 6 规定。  
 (b) 待焊表面应清洁。  
 (c) 详图 A 示出完成的接头和焊缝的大致形状。  
 (d) 试验条件应符合生产厂的推荐, 并应在买方要求下做到有效。

图 2 横向拉伸和纵向导向弯曲试验用的坡口焊缝试件



通注: (a) 应采用任何合适规格和表 6 中规定的任何类型的母材来作为焊缝试块的基材。

- (b) 填充金属熔敷的母材表面应是干净的。  
 (c) 试块应在平焊位置连续熔敷多层, 以获得足够高的焊缝金属。  
 (d) 焊道的层数和规格随焊丝的规格、摆动宽度和使用电流的大小而变化。  
 (e) 预热温度不低于  $60^{\circ}\text{F}$  [ $15^{\circ}\text{C}$ ], 层间温度应不超过  $325^{\circ}\text{F}$  [ $165^{\circ}\text{C}$ ].  
 (g) 为控制层间温度, 在道与道之间, 试件可在水中淬火。

注: (1) 已完工试块的最小规格应至少为 4 层高 (H)。在扣除起弧和熄弧区后的长度 (L) 和宽度 (W) 对完成分析应是足够的。分析试样至少应取自母材原始表面  $\frac{3}{8}\text{in.}$  (9.5mm) 以上。

图 3 组合焊丝焊缝金属化学分析用试块

(第 342 页)

表 6 试件用母材

| AWS 类别                               | ASTM 标准    | UNS 号  |
|--------------------------------------|------------|--------|
| 除 E70C-GS (X)<br>[E48C-GS (X)]外的所有类别 | A36        | K02600 |
|                                      | A285 C 级   | K02801 |
|                                      | A515 70 级或 | K03101 |
|                                      | A516 70 级  | K02700 |
| E70C-GS (X) [E48C-GS (X)]            | A515 70 级或 | K03101 |
|                                      | A516 70    | K02700 |

60°F [15°C], 层间温度应不超过 325°F [165°C]。每道焊接后, 应去除焊渣。道与道之间试块可在水中淬火 (水温不作规定)。完工试块的尺寸应如图 3 所示。该试件的试验应按 10.2 和 10.3 的规定进行。结果应符合 10.4 的要求。

## 10 化学分析

**10.1** 应为实心焊丝或填充丝准备化学分析用试样。当分析到存在于镀层中的元素 (如薄镀铜层) 时, 应在不去掉镀层的情况下对实心填充金属进行分析。当分析不同于镀层中的那些元素, 而它的存在会影响到其它元素的分析结果时, 则填充金属上的镀层应去除。

**10.2** 组合绞合和组合金属芯焊丝应在焊缝金属而不是填充金属的状态下分析。分析试样应取自用表 2 和表 3 规定的焊丝和保护气体组合所获得的焊缝金属。试样可取自按 9.4 所准备的焊缝试块, 取自在 9.1 规定的坡口焊缝区域, 或取自己断裂拉伸试样的减缩截面。在有争议的情况下, 焊缝试块是仲裁方法。

9.4 所述和图 3 所示的试块顶端表面应切除和舍弃。分析用试样应用任何合适的机械手段取自下面的金属, 但距图 3 所示的母材表面不得小于  $\frac{3}{8}$ in. [9.5mm]。试样应无焊渣。当试样取自坡口焊缝或已断裂试样的减缩截面时, 应采用任意合适的机械手段制备分析用材料。

**10.3** 按 10.1 或 10.2 规定所取得的试样应采用可接受的方法分析。仲裁方法应为 ASTM E350《碳钢、低合金钢、电工硅钢、铌铁和可锻铁的化学分析标准方法》。

**10.4** 分析结果应符合表 1 对实心焊丝或表 2 对组合焊丝中对试验焊丝类别的要求。

## 11 射线照相试验

**11.1 9.3.1** 所述和图 1 所示的坡口焊缝应进行射线照相, 以评定焊缝金属的致密性。在准备射线照相时, 应去除衬垫, 焊缝的两表面应机械加工或打磨光滑, 并应达到母材的原始表面或不超过名义尺寸  $\frac{3}{32}$ in. [2.5mm] 的均匀的加强高。为了去除衬板方便, 允许在试件两边去除母材至原始表面以下深  $\frac{1}{16}$ in. [1.5mm] 名义尺寸。焊缝金属厚度的减少应不超过比名义母材厚度小  $\frac{1}{16}$ in. [1.5mm]。在焊缝区的试件两表面应足够光滑, 以免在评片时遇到困难。

**11.2** 焊缝应按 ASTM E1032 检查。检验的质量水平应为 2—2T 级。

**11.3** 如果射线照相底片无裂纹、无未熔合以及无超过图 4 射线照相标准中所允许的圆形显示, 焊缝金属的致密性符合本标准要求。在评定底片时, 试件两端各 1in. [25mm] 的焊缝应舍弃不计。

圆形显示是长度不超过其 3 倍宽度的显示 (在底片上)。圆形显示可以是圆形、椭圆形、锥形或形状不规则的, 而且它们可以有尾巴。圆形显示的规格是指显示的最大尺寸, 包括可能存在的任何尾巴。显示可能是气孔或夹渣。最大尺寸不超过  $\frac{1}{64}$ in. [0.4mm] 的显示应忽略不计。带有超过射线照相标准 (图 4) 允许的最大显示的试件, 不符合本标准的要求。

## 12 拉伸试验

**12.1** 应按 9.3.1 所述和图 1 所示的坡口焊缝中加工出一个表 5 所要求, AWS B4.0 或 B4.0M《焊缝力学性能试验标准方法》拉伸试验一节所规定的全焊缝金属圆形拉伸试样。拉伸试样应有直径 0.500in. [12.5mm] 和名义的标距长度与直径之比为 4:1。拉伸试样的其它尺寸应为在 AWS B4.0 或 B4.0M 拉伸试验一节中所规定的那样。

**12.1.1** 加工后, 但在试验前, 只有组合焊丝所得的试样可在 200-220°F [95~105°C] 下时效不超过 48 小时, 然后冷至室温。有关时效的目的参阅 A8.3 的讨论。

**12.1.2** 试样应按 AWS B4.0 或 B4.0M《焊缝力学性能试验标准方法》拉伸试验一节所描述的方法进行试验。

**12.1.3** 全焊缝金属拉伸试验的结果应符合表 3 规定的要求。如果试样是在时效条件下试验的

(第 343 页)

(仅为组合焊缝), 那么在试验报告中应该指出。

**12.2** 应从 9.3.2 所述和图 2 所示的坡口焊缝中加工出一个表 5 所要求的, AWS B4.0 或 B4.0M《焊缝力学性能试验标准方法》拉伸试验一节所规定的横向矩形拉伸试样。横向拉伸试样应有的标定厚度为  $\frac{1}{4}$ in. [6.5mm], 减缩截面宽度  $1\frac{1}{2}$ in. [38mm] 和最小长度 8in. [200mm]。横向拉伸试样的其它尺寸应在 AWS B4.0 或 B4.0M 拉伸试验一节中所规定的那样。

**12.2.1** 试样应按 AWS B4.0 或 B4.0M 拉伸试验一节所描述的方法在焊态(非时效)条件下进行试验。

**12.2.2** 横向拉伸试验的结果应符合表 3 规定的要求。断裂在母材上的试样认为符合那些要求。

### 13 弯曲试验

**13.1** 应从 9.3.2 所述和图 2 所示的坡口焊缝中加工出一个表 5 所要求的, AWS B4.0 或 B4.0M《焊缝力学性能试验标准方法》弯曲试验一节所规定的纵向面弯试样。纵向面弯试样应有名义厚度为  $\frac{1}{4}$ in. [6.5mm], 试样宽度  $1\frac{1}{2}$ in. [38mm] 和最小长度 6in. [150mm]。纵向弯曲试样的其它尺寸应在 AWS B4.0 或 B4.0M 弯曲试验一节中所规定的那样。

**13.2** 加工后, 但在弯曲前, 试样可在 200~220 °F [95~105°C] 下时效不超过 48 小时, 然后冷至室温。有关时效的目的参阅 A8.3 的讨论。

**13.3** 试样应按在 AWS B4.0 或 B4.0M 的弯曲试验一节中所描述的方法, 在该节所示的任意一种标准弯曲试验夹具内进行试验。弯曲半径应为  $\frac{3}{4}$ in. [19mm]。试样的位置应该使可能有较大表面缺陷的焊道处于拉伸状态。

**13.4** 弯曲后, 每个试样应符合  $\frac{3}{4}$ in. [19mm] 半径, 允许有适当的回弹, 焊缝金属在凸面上不应有超过  $\frac{1}{8}$ in. [3.2mm] 的开口。

### 14 冲击试验

**14.1** 对那些在表 5 中要求进行冲击试验的类别, 应从图 1 所示的试件中加工出在 AWS B4.0 或 B4.0M《焊缝力学性能试验标准方法》焊缝断裂韧性试验一节中所规定的五个夏比 V 形缺口冲击试样。

夏比 V 形缺口冲击试样的缺口表面和被冲击表面应在 0.002in. [0.05mm] 内平行。其他两个表面应与缺口或被冲击表面在  $\pm 10$  分度内成直角。缺

口应用机械方法光滑地切割, 并应与试样的纵侧面在 1 度内成直角。

缺口的几何形状应至少在每组五个试样的一个试样上测量。测量应在投影仪上或在金相显微镜上至少放大 50 倍进行。缺口的正确位置应在加工前或加工后用浸蚀校验。

**14.2** 五个试样应按 AWS B4.0 或 B4.0M 断裂韧性试验一节进行试验。试验温度应符合表 4 对试验类别的规定。

**14.3** 在评定试验结果时, 应舍弃最低值和最高值, 余下的三个值中的二个应不低于 20ft · lbf [27J] 的能量水平。三个值中可以有一个较低, 但应不低于 15ft · lbf [20J], 三个值的平均数应不低于 20ft · lbf [27J] 能量水平。

**14.4** 对带有“N”(核)代号的类别, 应准备三个附加试样, 这些试样应在室温下试验。三个中的二个应等于或超过 75ft · lbf [100J], 第三个应不低于 70ft · lbf [90J]。三个值的平均数应等于或超过 75ft · lbf [100J]。

### 15 扩散氢试验

**15.1** 对用供选用的附加扩散氢代号指明的每一种焊丝, 应按 AWS A4.3 给出的方法之一, 用 0.045in. 或  $\frac{1}{16}$ in. [1.2mm 或 1.6mm] 的规格, 或假如规定的规格不生产, 则用制造厂生产的最接近上述的规格进行试验。在试验结果平均值符合表 7 要求的基础上, 可将供选用的附加扩散氢代号加在类别号的后面。

**15.2** 除非制造厂另有推荐, 试验应在焊丝不再重新烘焙或其它处理的情况下进行, 如果焊丝重新烘焙, 那么重新烘焙和所采用的方法, 应在试验报告中注明。

**15.3** 为了证实与供选用的扩散氢要求相符性的目的, 焊接时的参数大气条件应是绝对湿度为每磅干空气含 10 格令水蒸气 [1.43g/kg]。连同按 AWS A4.3 进行试验所得的平均值外, 实际大气条件亦应报告<sup>7</sup>。

**15.4** 在准备试件时, 如果绝对湿度等于或超过参考条件, 倘若实际试验结果满足对适用于供选用的附加代号的扩散氢要求, 作为表示与本标准相符性, 试验应是可接受的。如果焊丝的实际测定结

<sup>7</sup> 见 A8.2 (在附录 A 中)

(第 344 页)

果满足表 7 规定的较低或最低扩散氢代号的要求, 则焊丝亦满足对表 7 中所有较高扩散氢代号的要求, 而无需重新测定。

表 7 供选用的扩散氢要求

| AWS 类别 | 供选用的附加扩散氢代号 <sup>a,b</sup> | 扩散氢平均值, 不大于 (mL/100g 熔敷金属) <sup>c</sup> |
|--------|----------------------------|-----------------------------------------|
| 所有     | H16                        | 16.0                                    |
| 所有     | H8                         | 8.0                                     |
| 所有     | H4                         | 4.0                                     |

注: a 见表 5 的注 c。

b. 本代号加在完整的焊丝类别号后面。

c. 某些类别号可能不满足较低的平均扩散氢水平(H8 和 H4)。

## C 篇——制造、识别和包装

### 16 制造方法

按本标准分类的焊丝和填充丝可以用任何方法制造, 只要生产出的材料符合本标准的要求。

### 17 标准规格

在不同包装形式中的焊丝和填充丝标准规格(直段、有支架焊丝卷、无支架焊丝卷、焊丝盘和焊丝筒一见第 19 节标准包装形式)示于表 8。

### 18 光洁度和均匀度

**18.1** 所有焊丝和填充丝应有光滑的表面, 既无毛刺、压痕、划痕、氧化皮、发纹、折叠(组合金属芯焊丝的纵向接头除外)和外来物质, 它们对焊接特性、焊接设备的操作或焊缝金属性能会带来不利影响。

**18.2** 填充金属的每一连续长度应以材料的单一炉号或批号制成, 当存在接头时, 应使之在自动和半自动焊设备上不影响填充金属均匀和不间断地送进。

**18.3** 组合焊丝的成分(包括金属芯焊丝中的芯部组成)在整个焊丝长度上应足够均匀地分布, 以至对焊丝的行为或焊缝金属的性能无不利影响。

**18.4** 对本标准中的任何填充金属可采用合适的保护层。除了在其代号带有后缀“N”(核)外, 对任何类别都可用铜作为镀层。

### 19 标准包装形式

**19.1** 标准包装形式是直段、有支架焊丝卷、

无支架焊丝卷、焊丝盘和焊丝筒。每一种形式的标准包装尺寸和重量见表 9。不同于这些的包装形式、规格和重量应由供需双方协定。

**19.2** 有支架焊丝卷的衬套应设计和建造成在正常的操作和使用情况下, 保护焊丝卷不受扭曲。衬套必须相当干净和干燥, 以保持填充金属的清洁。

**19.3** 焊丝盘应设计和建造成在正常的操作和使用情况下, 保护填充金属不受扭曲。焊丝盘必须相当干净和干燥, 以保持填充金属的清洁。标准焊丝盘示于图 5A 和 5B。

### 20 卷绕要求

**20.1** 焊丝在焊丝盘和焊丝卷(包括焊丝筒和卷轴)中的卷绕应避免打结, 呈波浪形、锐弯、重叠和楔插, 并让填充金属能无拘束地自由退绕。填充金属的外端(开始焊接的一端)应有所识别, 使它能容易地就位, 并应扎牢以免松开。

**20.2** 在焊丝卷、焊丝盘和焊丝筒中焊丝的弹射度和螺旋度应以不妨碍焊丝在自动和半自动焊接设备中连续送进行为准。

**20.3** 在 4in. [100mm] 焊丝盘中实心填充金属的弹射度和螺旋度应该这样, 即从焊丝盘中割下一段长度足够形成单一圆圈的试样, 并无拘束地放置在平面上时, 会:

(1) 形成一个直径不小于 4in. [100mm] 也不大于 9in. [230mm] 的圆;

(2) 在任何位置从平面上升高不大于  $\frac{1}{2}$ in. [13mm]。

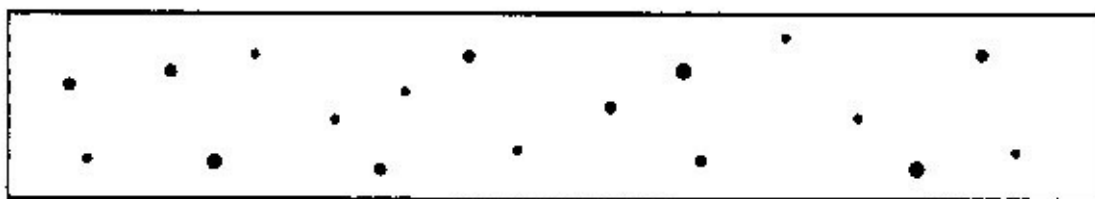
**20.4** 在任何其它包装形式中实心填充金属的弹射度和螺旋度应该这样, 即从焊丝盘中割下一段长度足够形成单一圆圈的试样, 并无拘束地放置在平面上时, 会:

(1) 形成一个, 对 0.030in. [0.8mm] 和更小规格直径不小于 12in. [305mm] 的圆, 对 0.35in. [0.9mm] 和更大规格直径不小于 15in. [380mm] 的圆;

(2) 在任何位置从平面上升高不大于 1in. [25mm]。

某些大容量包装可以含有经弹性卷绕或其它处理的焊丝, 以保证直丝送进。焊丝从这些包装中割下后不会形成圆圈。传统的弹射度和螺旋度测量可能毫无意义。这样处理过的焊丝应仅依照卷绕要求 20.1 和 20.2 办理。任何检查焊丝形状的方法应由供需双方协定。

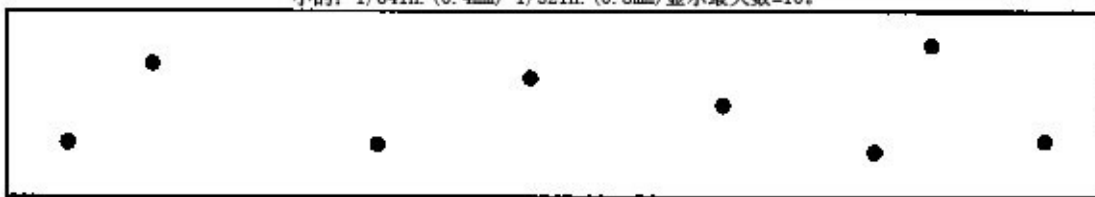
(第 345 页)



(a) 混合的圆形显示

直径长度规格为  $1/64\text{in.}$  (0.4mm) ~  $1/16\text{in.}$  (1.6mm)

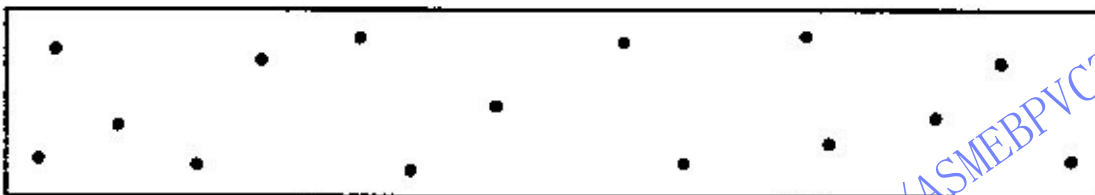
在任意 6in. (150mm) 焊缝长度上的显示最大数=18, 并受下列限制:

大的:  $3/64\text{in.}$  (1.2mm) ~  $1/16\text{in.}$  (1.6mm) 显示最大数=3。中等的:  $1/32\text{in.}$  (0.8mm) ~  $3/64\text{in.}$  (1.2mm) 显示最大数=5。小的:  $1/64\text{in.}$  (0.4mm) ~  $1/32\text{in.}$  (0.8mm) 显示最大数=10。

(b) 大的圆形显示

直径或长度规格为  $3/64\text{in.}$  (1.2mm) ~  $1/16\text{in.}$  (1.6mm)

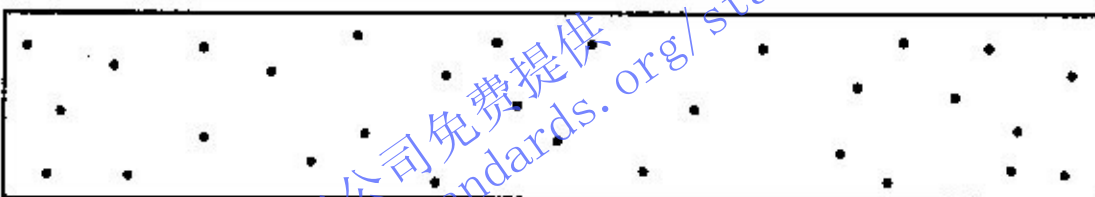
在任意 6in. (150mm) 焊缝长度上的显示最大数=8。



(c) 中等的圆形显示

直径或长度规格为  $1/32\text{in.}$  (0.8mm) ~  $3/64\text{in.}$  (1.2mm)

在任意 6in. (150mm) 焊缝长度上的显示最大数=15。



(d) 小的圆形显示

直径或长度规格为  $1/64\text{in.}$  (0.4mm) ~  $1/32\text{in.}$  (0.8mm)

在任意 6in. (150mm) 焊缝长度上的显示最大数=30。

通注:

- 在使用这些标准时, 应利用试样射线照相底片中存在的最有代表性的圆形显示规格图来确定是否符合本标准。
- 由于这些试验焊缝是在实验室中为分类目的而专门制备的, 所以对这些试验焊缝的射线照相要求比那些在一般生产中要求的更为严格。
- 最大尺寸不超过  $1/64\text{in.}$  [0.4mm] 的显示应忽略不计。
- 这些标准与 ANSI/AWS A5.1 《手工电弧焊用碳钢焊条标准》的 I 级标准相当

图 4 射线照相的验收标准

(第 346 页))  
表 8 标准规格<sup>a</sup>

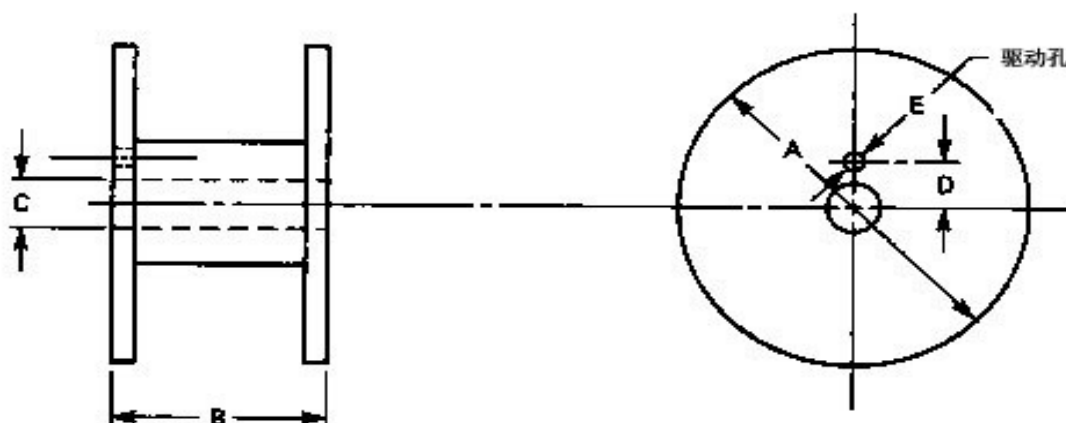
|                  |                | 直 径   |                  | 公 差    |              |        |              |
|------------------|----------------|-------|------------------|--------|--------------|--------|--------------|
|                  |                |       |                  | 实 心    |              | 组 合    |              |
|                  |                | in.   | mm               | in.    | mm           | in.    | mm           |
| 直 段 <sup>b</sup> |                | 0.045 | —                | ±0.001 | —            | ±0.002 | —            |
|                  |                | —     | 1.2              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                  | $\frac{1}{16}$ | 0.062 | 1.6              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.06 |
|                  | $\frac{5}{64}$ | 0.078 | 2.0              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                  | $\frac{3}{32}$ | 0.094 | 2.4              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                  | $\frac{1}{8}$  | 0.125 | 3.2              | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.02, -0.07 |
|                  | $\frac{5}{32}$ | 0.156 | 4.0              | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.02, -0.07 |
| 有支架和无支<br>架的焊丝卷  | $\frac{3}{16}$ | 0.188 | 4.8 <sup>c</sup> | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.06, -0.08 |
|                  |                | 0.030 | 0.8              | ±0.001 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.05 |
|                  |                | 0.035 | 0.9              | ±0.001 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.05 |
|                  |                | —     | 1.0              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                  |                | 0.045 | —                | ±0.001 | —            | ±0.002 | —            |
|                  |                | —     | 1.2              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                  |                | 0.052 | —                | ±0.002 | —            | ±0.002 | —            |
|                  |                | —     | 1.4              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                  | $\frac{1}{16}$ | 0.062 | 1.6              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.06 |
|                  | $\frac{5}{64}$ | 0.078 | 2.0              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                  | $\frac{3}{32}$ | 0.094 | 2.4              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                  | $\frac{7}{64}$ | 0.109 | 2.8              | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
| 焊 丝 筒            | $\frac{1}{8}$  | 0.125 | 3.2              | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.02, -0.07 |
|                  |                | 0.035 | 0.9              | ±0.001 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.05 |
|                  |                | —     | 1.0              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                  |                | 0.045 | —                | ±0.001 | —            | ±0.002 | —            |
|                  |                | —     | 1.2              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                  |                | 0.052 | —                | ±0.002 | —            | ±0.002 | —            |
|                  |                | —     | 1.4              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                  | $\frac{1}{16}$ | 0.062 | 1.6              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.06 |
|                  | $\frac{5}{64}$ | 0.078 | 2.0              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                  | $\frac{3}{32}$ | 0.094 | 2.4              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                  | $\frac{7}{64}$ | 0.109 | 2.8              | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                  | $\frac{1}{8}$  | 0.125 | 3.2              | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.02, -0.07 |
| 焊 丝 盘            |                | 0.020 | 0.5 <sup>c</sup> | ±0.001 | +0.01, -0.03 | ±0.002 | +0.02, -0.05 |
|                  |                | 0.025 | 0.6              | ±0.001 | +0.01, -0.03 | ±0.002 | +0.02, -0.05 |
|                  |                | 0.030 | 0.8              | ±0.001 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.05 |
|                  |                | 0.035 | 0.9              | ±0.001 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.05 |
|                  |                | —     | 1.0              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                  |                | 0.045 | —                | ±0.001 | —            | ±0.002 | —            |
|                  |                | —     | 1.2              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                  |                | 0.052 | —                | ±0.002 | —            | ±0.002 | —            |
|                  |                | —     | 1.4              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                  | $\frac{1}{16}$ | 0.062 | 1.6              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.06 |
|                  | $\frac{5}{64}$ | 0.078 | 2.0              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                  | $\frac{3}{32}$ | 0.094 | 2.4              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                  | $\frac{7}{64}$ | 0.109 | 2.8              | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |

注: a. 不同于表列的尺寸、规格、公差和包装形式应由供需双方协定。

b. 长度应为 36in. ± 1/2in. [900 ± 2.0mm]。

c. 在 ISO 544:2003 中不作为标准公制规格。

(第 347 页)



|   |              | 尺寸               |        |                  |           |                   |           |                   |           |
|---|--------------|------------------|--------|------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|
|   |              | 4 in. [100mm]焊丝盘 |        | 8 in. [200mm]焊丝盘 |           | 12 in. [300mm]焊丝盘 |           | 14 in. [350mm]焊丝盘 |           |
|   |              | in.              | mm     | in.              | mm        | in.               | mm        | in.               | mm        |
| A | 直径, 最大 (注 1) | 4.0              | 102    | 8.0              | 203       | 12                | 305       | 14                | 355       |
| B | 宽度           | 1.75             | 46     | 2.16             | 56        | 4.0               | 103       | 4.0               | 103       |
|   | 公差           | $\pm 0.03$       | +0, -2 | $\pm 0.03$       | +0, -3    | $\pm 0.06$        | +0, -3    | $\pm 0.06$        | +0, -3    |
| C | 直径           | 0.63             | 16     | 2.03             | 50.5      | 2.03              | 50.5      | 2.03              | 50.5      |
|   | 公差           | +0.01, -0        | +1, -0 | +0.06, -0        | +2.5, -0  | +0.06, -0         | +2.5, -0  | +0.06, -0         | +2.5, -0  |
| D | 轴间距离         | —                | —      | 1.75             | 44.5      | 1.75              | 44.5      | 1.75              | 44.5      |
|   | 公差           | —                | —      | $\pm 0.02$       | $\pm 0.5$ | $\pm 0.02$        | $\pm 0.5$ | $\pm 0.02$        | $\pm 0.5$ |
| E | 直径 (注 2)     | —                | —      | 0.44             | 10        | 0.44              | 10        | 0.44              | 10        |
|   | 公差           | —                | —      | +0, -0.06        | +1, -0    | +0, -0.06         | +1, -0    | +0, -0.06         | +1, -0    |

通注: (a) 芯轴的外径应以使填充金属能正常地送进为准。

(b) 芯轴的内径应以使芯轴膨胀或芯轴与法兰之间的不对称不致造成芯轴直径的内壁小于法兰的内径。

注: 1. 公制尺寸和公差遵从 ISO 864, 除了“A”与其在标定直径上规定 $\pm$ 公差, 还不如仅规定正公差, 它在这里以最大值标出。

2. 在每一个法兰上都有孔, 但它们不需要在一直线上。对 4 in. [100mm] 的焊丝盘不要求驱动孔。

图 5A 标准焊丝盘——4、8、12 和 14 in. [100、200、300 和 350mm] 焊丝盘的尺寸

(第 348 页)  
表 9 包装要求<sup>a</sup>

| 包装形式           | 包装规格 <sup>d</sup>  |              | 焊丝净重 <sup>b</sup>  |                            |
|----------------|--------------------|--------------|--------------------|----------------------------|
|                | in.                | mm           | lb.                | kg                         |
| 无支架焊丝卷         | 由需方规定 <sup>c</sup> |              | 由需方规定 <sup>c</sup> |                            |
| 有支架焊丝卷 (见下面)   | 6-3/4<br>12        | ID<br>ID     | 170<br>300         | 14<br>25, 30, 50, 60, 和 65 |
| 焊丝盘            | 4                  | OD           | 100                | 1-1/2 和 2-1/2              |
|                | 8                  | OD           | 200                | 10, 12, 和 15               |
|                | 12                 | OD           | 300                | 25, 30, 35, 和 44           |
|                | 14                 | OD           | 350                | 50 和 60                    |
|                | 22                 | OD           | 560                | 250                        |
|                | 24                 | OD           | 610                | 300                        |
|                | 30                 | OD           | 760                | 600, 750, 和 1000           |
| 焊丝筒            | 15-1/2             | OD           | 400                | 由需方规定 <sup>c</sup>         |
|                | 20                 | OD           | 500                | 由需方规定 <sup>c</sup>         |
|                | 23                 | OD           | 600                | 300 和 600                  |
| 直 段            | 36 长               | 900 长        | 2, 5, 10, 和 50     | 1, 2, 5, 和 20              |
| 有支架焊丝卷-标准尺寸和重量 |                    |              |                    |                            |
| 焊丝规格           | 焊丝卷净重 <sup>b</sup> |              | 焊丝卷尺寸              |                            |
|                | lb.                | kg           | 芯筒直径               | 卷绕焊丝宽度                     |
| 所有规格           | 14                 | 6            | 6-3/4 ± 1/8        | 3                          |
|                | 25 和 30            | 10 和 15      | 12 ± 1/8           | 2-1/2 或 4-3/8              |
|                | 50, 60, 和 65       | 20, 25, 和 30 | 12 ± 1/8           | 4-3/8                      |
|                |                    |              | 170 ± 3            | 75                         |
|                |                    |              | 300 +3, -10        | 65 或 120                   |
|                |                    |              | 300 +3, -10        | 120                        |

注: a. 不同于规定的那些规格和净重可以由供需双方协定供应。

b. 净重的公差应为 ±10%。

c. 由供需双方商定。

d. ID = 内径, OD = 外径。

## 21 填充金属识别

21.1 在第 23 节对每个包装件的标记中所要求的产品资料和警告性资料亦应在每个焊丝卷、焊丝盘和焊丝筒上出现。

21.2 无支架焊丝卷应在焊丝卷的里端的填充金属上牢固地系上含有这些资料的标签。

21.3 有支架焊丝卷应在支架的固定位置上牢固地贴上这些资料。

21.4 焊丝盘应至少在盘的一个法兰外面的固定位置上牢固地贴上这些资料。

21.5 焊丝筒应在筒侧的固定位置上牢固地贴上这些资料。

## 22 包装

焊丝和填充丝应合适包装, 以保证在正常条件下运输和贮存期间不受损伤。

## 23 包装标记

23.1 下列产品资料 (最起码的) 应清晰地作出标记, 使得从每个单元包装外面都能看到:

(1) AWS 标准号 (可不包括颁布年份) 和 AWS 类别号, 如果适用的话, 也可包括任何供选用的附加代号;

(2) 供货厂的名称和商业代号;

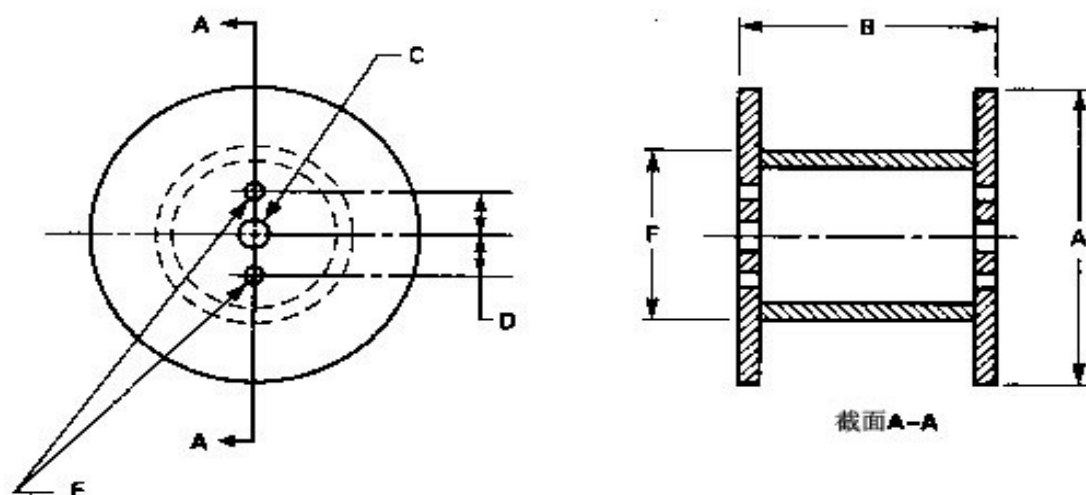
(3) 规格和净重;

(4) 批号、检验号或炉号。

23.2 在所有包装上, 包括封入大包装中的个别单元包装上, 至少应醒目地用清晰的字体显示出在 ANSI Z49.1 最新版本中给出的适当的警告性资料<sup>8</sup>。

<sup>8</sup> 在 ANSI Z49.1 的图中, 对某些通用的或专用的用于一定方法的消耗材料, 示出了“警告性标语”的典型例子。

(第 349 页)



|   |          | 尺寸                 |      |                    |      |                    |      |
|---|----------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|
|   |          | 22 in. [560mm] 焊丝盘 |      | 24 in. [610mm] 焊丝盘 |      | 30 in. [760mm] 焊丝盘 |      |
|   |          | in.                | mm   | in.                | mm   | in.                | mm   |
| A | 直径, ≤    | 22                 | 560  | 24                 | 610  | 30                 | 760  |
| B | 宽度, ≤    | 12                 | 305  | 13.5               | 345  | 13.5               | 345  |
| C | 直径       | 1.31               | 35.0 | 1.31               | 35.0 | 1.31               | 35.0 |
|   | 公差       | +0.13, -0          | ±1.5 | +0.13, -0          | ±1.5 | +0.13, -0          | ±1.5 |
| D | 中心到中心的距离 | 2.5                | 63.5 | 2.5                | 63.5 | 2.5                | 63.5 |
|   | 公差       | ±0.1               | ±1.5 | 0.1                | ±1.5 | 0.1                | ±1.5 |
| E | 直径 (注 1) | 0.69               | 16.7 | 0.69               | 16.7 | 0.69               | 16.7 |
|   | 公差       | +0, -0.06          | ±0.7 | +0, -0.06          | ±0.7 | +0, -0.06          | ±0.7 |

通注: (a) 芯轴的外径应以使填充金属能正常地送进为准。

(b) 芯轴的内径应以使芯轴膨胀或芯轴与法兰之间的不对称不致造成芯轴直径的内壁小于法兰的内径。

注: (1) 在每一个法兰上有二个孔, 在二个法兰上, 它们与中心孔应在一直线上。

图 5B 标准焊丝盘——22、24 和 30 in. [560、610 和 760 mm] 焊丝盘的尺寸

(第 350 页)  
附 录  
气体保护焊用碳钢焊丝和填充丝标准指南  
SFA 5.18

(本附录不是 AWS A5.18/A5.18M: 2005 《气体保护焊用碳钢焊丝和填充丝标准》的一部分, 附于此仅作为资料)

## A1 引言

本指南的目的在于建立焊丝和填充丝类别与预期应用之间的关系, 使标准能更有效地应用。只要能够做到, 而且会有帮助时, 也提到了相应的母材标准。这些参考资料只是作为例子, 而不是对每种填充金属都适用的材料的完整清单。

## A2 分类体系

**A2.1** 本标准中的焊丝类别识别系统遵循在其他 AWS 填充金属标准中采用的标准模式, 如图 A1 所示。

**A2.2** 与其他标准一样, 前缀“E”代表焊丝。字母“ER”表示填充金属可以用来作为焊丝, 也可以用作填充丝。对 A5.18, 数字 70 代表按 A5.18 标准制作的试验焊缝中, 焊缝金属要求的最低抗拉强度, 作为 1000psi 的倍数。同样, 对 A5.18M,

数字 48 代表按 A5.18 标准制作的试验焊缝中, 焊缝金属要求的最低抗拉强度, 作为 10MPa 的倍数。

字母“S”代表实心焊丝或填充丝;

字母“C”代表组合焊丝。

一划后面的数字, 2、3、4、6、7、G 或 GS 代表在表 1 到表 5 中规定的化学成分和/或冲击试验要求。

在某些组合绞合和金属芯焊丝的情况下, 后面会加上字母“M”或“C”, 表示保护气体的类型。

附加字母“N”作为类别的词尾, 表示焊丝指定用于核装置中某些非常特殊的焊缝, 它处于反应堆压力容器的堆芯区。该区承受强烈的中子辐照, 为了抵制中子辐照引起的脆化, 焊缝金属中的磷、钒和铜含量必须受到限制。同样, 为了抵抗某些脆化, 使之在若干年后依然保持服役能力, 焊缝金属必须有高的上平台能量水平。

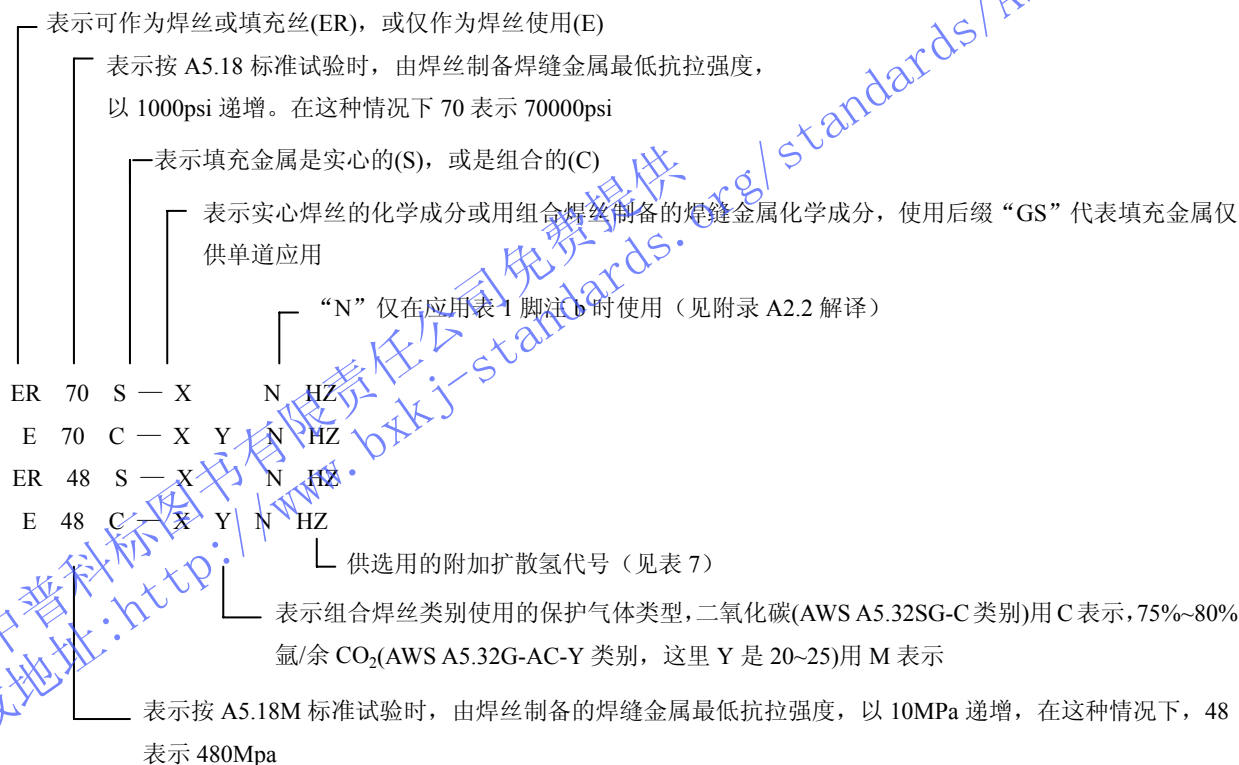


图 A1 分类体系

(第 351 页)

为了识别焊丝和填充丝,在本标准中亦采用供选用的代号,以满足强制性的类别要求和供需双方协定的某些附加要求。类别号后可尾随供选用的附加扩散氢代号(H16、H8 或 H4),它表示按 AWS A4.3 提出的要求试验时,焊丝符合每 100g 熔敷金属中最大含氢量为 16, 8 或 4 mL 的水平。如表 7 中规定的那样,指明满足较低或最低氢限值的焊丝,可以理解为亦满足任何较高的限值,而不需要再指明。

## A2.3 “G”类

**A2.3.1** 本标准包括分类为 ER70S-G [ER48S-G], E70C-G[E48C-G] 和 ER70S-GS [ER48C-GS]的填充金属。“G”(多道)或“GS”(单道)表示填充金属有“一般”类别。其所以是一般,因为并非所有对每个其它类别所规定的特殊要求对本类别也有规定。建立这些类别的意图在于提供这样一种手段,借助它,在一个方面或另一方面(例如化学成分)不同于其它类别的填充金属(它意味着,在例子的情况下,填充金属的化学成分不符合标准中为任何类别所规定的成分),仍然可按标准分类。其目的是让有用的填充金属在现有的标准下立即分类,否则就要等待修订标准。然而,这意味着,每个都带有同一“G”类别的两种填充金属,在某些特殊方面(再次例如化学成分)可能完全不同。

**A2.3.2** 上面谈到的不同点(虽然不一定是不同量)从标准中“不要求”和“不作规定”词汇的使用中,会很快地显示出来。这些词汇的使用如下所述:

(a) “不作规定”用于标准涉及到某些特定试验结果的那些领域。它指出,对该特定类别,试验要求的那些领域。它指出,对该特定类别,试验要求不作规定。

(b) “不要求”用于标准涉及到为了填充金属分类必须进行试验的那些领域。它指出,因为对该特定类别的试验要求(结果)不作规定,所以不要求试验。

重新阐述一下,当要求不作规定时,不需要为填充金属分为该类别而进行相应的试验。当买方为了某种应用而考虑到该类别的特定产品,要求由该试验提供资料时,买方应同产品的供方商妥有关资料。买方亦应同供方制订对该试验的试验方法和验收要求,买方可以将该资料写入订货单(AWS A5.01《填充金属采购导则》)。

## A2.3.3 申请填充金属类别。

**A2.3.3.1** 当填充金属不能按不同于“G”类别的某些类别时,制造厂可以为该填充金属提出类别申请,并可按下述程序办理:当制造厂选用“G”类别时,填充金属和相关材料委员会推荐他们仍然为该填充金属提出类别申请,只要该填充金属具有商业意义。

**A2.3.3.2** 提出建立新填充金属类别的申请应为书面申请,它需要提供足够的细节,让填充金属和相关材料委员会或分委员会确定,是新的类别合适,还是现有类别的改型更合适,甚至是两者都要来满足要求。

特别强调,申请需要包括:

(a) 对现有类别所给出的所有分类要求,诸如化学成分范围和力学性能要求。

(b) 用来显示产品满足分类要求所进行试验的任何试验条件(譬如,指出焊接条件与对其它类别是一样的就足够了)。

(c) 有关说明和用途的资料,与现有类别的对比,与附录一节的对比。

对没有上述资料的新类别的申请将被认为是不完全的。秘书处会把申请书退回给申请者以补充进一步的资料。

**A2.3.3.3** 申请书应送交在美国焊接学会总部的填充金属和相关材料委员会秘书处。收到申请后,秘书处将会:

(1) 给申请书指定一个识别号,该号应包括收到申请书的日期;

(2) 确认收到申请书,并把识别号告诉提出申请的本人;

(3) 将申请书的副本送交填充金属和相关材料委员会主席和有关特定分委员会主席;

(4) 将申请书原本存档;

(5) 把申请书加入待处理的申请书案卷中。

**A2.3.3.4** 对每一份申请书的所有必要行动将尽可能快地完成。如果超过 12 个月,秘书处应将申请的进展情况通知申请人,同时将副本送交委员会和分委员会主席。如果在 18 个月后依然未解决,那么应将申请视为在“及时方式”上尚未取得答复,秘书处则应将这些情况向填充金属和相关材料委员会主席报告,以发挥主席的作用。

**A2.3.3.5** 秘书处应将所有悬而未决的和在

(第 352 页)

去年已解决的那些申请记录的副本安排到每一次填充金属和相关材料委员会会议的议事日程中去。任何已经获得解决的申请的发布,如果认为合适的话,将由美国焊接学会选择。

### A3 验收

正如标准所述,按本标准分类的所有焊接材料,应根据 AWS A5.01《填充金属采购导则》进行验收。买方要求供方对按本标准发货材料的任何试验,应按 AWS A5.01 的条款,清楚地买方的订货单中阐明。如果在订货单中没有任何这类说明,供方可按在 AWS A5.01 表 1 的 F 级别中对该类材料规定进行的常规试验后发货。按该表任何其它级别的试验要求应在买方的订单中专门提出。在这种情况下,对发货材料的验收应按那些注明的要求进行。

### A4 证明

**A4.1** 把 AWS 标准号和类别号标明在产品的包装箱上,或把类别号标于产品本身,这一行为构成了供方(制造厂)的证明,即产品满足标准的所有要求。

在本证明中隐含的惟一试验要求,就是制造厂实际上是在要发货的符合标准要求的代表性材料上,进行标准所要求的试验。在这种情况下,代表性材料是采用同一配方的该类别的任何一批产品。证明不解释为任何一种试验都需在特定发货的材料试样上进行。在这种材料上的试验可以做也可以不做。按标准要求的证明基础是上面引用的“代表性材料”的分类试验和在 ANSI/AWS A5.01 中的“制造厂的质量保证体系”。

**A4.2** (供选用的)根据买方的选择和花费,可以在本标准要求的,在图 A2 描述的 GTAW 试件上进行的任何或所有试验结果的基础上验收。

应从图 A2 所描述的坡口焊缝中加工出一个在 AWS B4.0 或 B4.0M《焊缝力学性能试验标准方法》拉伸试验一节所规定的全焊缝金属圆形拉伸试样。拉伸试样应有名义直径 0.350in. [9.0mm]和名义标距与直径之比为 4:1。试样应按 12.1 中的规定试验。拉伸试样的其它尺寸应符合 AWS B4.0 或 B4.0M 拉伸试验一节的规定。

夏比 V 形缺口试样在第 14 节有规定。对 GTAW 或 PAW 通常不推荐用组合焊丝。

### A5 焊接时的通风

**A5.1** 在焊接过程中,焊工和焊接操作工所接触气氛中的烟尘数量,取决于 5 个主要因素:

- (1) 施工场地的空间大小(特别要考虑顶棚的高度);
- (2) 在该空间操作的焊工和焊接操作工的人数;
- (3) 与使用的材料和焊接方法有关的烟雾、气体或粉尘的释放速率;
- (4) 焊工或焊接操作工与从焊接区释放出来的烟尘的接触程度,以及他们在工作空间对气体和粉尘的接触程度;
- (5) 为焊接场地所提供的通风情况。

**A5.2** 美国国家标准 Z49.1《焊接与切割和关联作业中的安全》(美国焊接学会出版),讨论了焊接过程中要求的通风及其所涉及到的实施细节。特别应注意文件中“健康保护和通风”一节。

### A6 焊接注意事项

**A6.1** 在金属过渡模式的基础上,金属极气体保护焊(GMAW)能够分为三类。这些模式是喷射过渡(普通的或脉冲的)、颗粒过渡、短路过渡。在喷射、脉冲喷射和颗粒过渡模式中,过渡就像从焊丝上脱离的明显熔滴,沿着弧柱向焊缝熔池过渡那样发生。在短路过渡模式中,金属在焊丝的频繁短路中熔入熔池中。

#### A6.2 喷射过渡

**A6.2.1** 碳钢的喷射过渡模式通常在采用氩气加小于 5%O<sub>2</sub>(AWS A5.32 SG-AO-X 类别,这里 X 是 1~5)或加小于 15%CO<sub>2</sub>(AWS A5.32 SG-AC-Y 类别,这里 Y 是 5~15)混合保护气体时最易获得。这种保护气体的特性是有平稳的等离子弧,通过它,每秒钟有数百个非常细的熔滴向焊缝熔池过渡。

**A6.2.2** 在氩-氧(AWS A5.32 SG-AO-X 类别)或氩-二氧化碳(AWS A5.32 SG-AC-Y 类别)保护气体中的喷射过渡主要与电流密度、极性和焊丝的电阻热有关。当电流超过通常称之为转折电流的临界值(对每种焊丝规格)时,会突然发生高的熔滴形成速率(每秒钟约 250 滴)。低于这一电流,金属一般以大于焊丝直径的粗滴过渡,速度为每秒 10~20 滴(粗滴过渡)。转折电流在某些程度上亦取决于焊丝的化学成分。对直径为 1/16in. [1.6mm]

(第 353 页)

的碳钢焊丝, 转折电流通常为 270A[直流反接(dcep)]。对这种类型的焊接, 不推荐用交流电, 因为它产生的电弧不稳定。

**A6.2.3 脉冲喷射过渡。**脉冲喷射焊接时的金属过渡与上述喷射电弧时的过渡相似, 但它在较低的平均电流下发生。采用介于金属以喷射模式快速过渡的大电流和不产生过渡的小电流之间的焊接电流快速脉冲, 有可能造成较低的平均电流。在每秒钟 60~120 次脉冲的典型速度下, 由低电流电弧形成熔滴, 然后由高电流脉冲“挤出”。这种类型允许进行全位置焊接。

**A6.3 粗滴过渡。**以 100% CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-C 类别) 作为保护气体为特征的过渡模式就是粗滴过渡。粗滴过渡的一般实践是采用低电弧电压以减少飞溅。它埋藏电弧并产生大的熔深。对于这种过渡类型, 直径为 0.045in. 和 1/16in. [1.2mm 和 1.6mm] 的焊丝通常在焊接电流为 275~400A(dcep) 的范围内使用。熔滴(粗滴)的过渡速度在每秒钟 20~70 滴的范围内变化, 它取决于焊丝的规格、电流、极性和电弧电压。

**A6.4 短路过渡。**这种过渡模式采用小直径焊丝 0.030~0.045in. [0.8~1.2mm] 获得, 采用较低的电弧电压和电流, 以及专门用于短路过渡的电源。焊丝与工件的短路速率通常为每秒 50~200 次。金属每短路一次便过渡一次, 但不穿过电弧。碳钢的短路过渡金属极气体保护焊通常在氩和 CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-AC-Y 类别) 混合气体或单独用 CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-C 类别) 气体保护下进行。用 CO<sub>2</sub> 得到的焊缝熔深要大于用氩-CO<sub>2</sub> 混合气体得到的熔深。对薄件来说, 50%~80% 氩与余 CO<sub>2</sub> 的混合气体 (AWS A5.32 SG-AC-Y 类别, 这里 Y 是 20~50) 可能是有利的。但是, 50% 到 70% 氩与余 CO<sub>2</sub> 的混合保护气体 (AWS A5.32 SG-AC-Y 类别, 这里 Y 是 30~50) 在气体状态下是不稳定的, 必须在使用前即时从单一气体组成混合。它们比单独用 CO<sub>2</sub> 提供了低熔深、较高的短路速率和较低的最小电流和电压。这可能是在薄板焊接时的一个优点。

## A7 焊丝和填充丝的说明和用途

**A7.1 ER70S-2[ER48S-2]。**ER70S-2[ER48S-2] 类别的焊丝和填充丝主要用于镇静钢、半镇静钢和沸腾钢的单道焊, 也可用于某些多道焊的场合。由于添加了脱氧剂, 这种填充金属能够用来焊接表面有锈和污物的钢材, 但可能损害焊缝质量, 它取决于表面条件。ER70S-2[ER48S-2] 填充金属广泛地用

于用 GTAW 方法生产的高质量和高韧性焊缝。这些填充金属亦很好地适用于在单面焊接, 而不需要在接头反面采用根部气体保护。这些钢的典型标准为 ASTM A36、A285-C、A515-55 和 A516-70, 它们的 UNS 号分别为 K02600、K02801、K02001 和 K02700。

**A7.2 ER70S-3[ER48S-3]。**ER70S-3[ER48S-3] 类别的焊丝和填充丝适用于焊接单道和多道焊缝。典型的母材标准通常与 ER70S-2[ER48S-2] 类别适用的一样。ER70S-3[ER48S-3] 类别的焊丝是在本标准下分类的使用最广泛的 GMAW 焊丝。

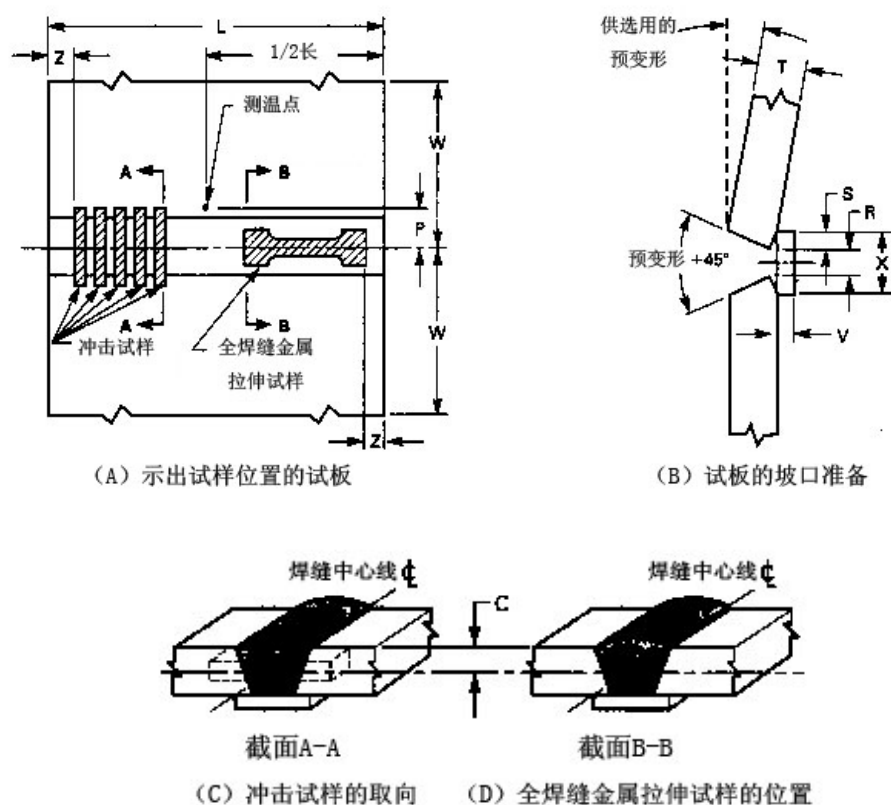
**A7.3 ER70S-4[ER48S-4]。**ER70S-4[ER48S-4] 类别的焊丝和填充丝适用于焊接其条件要求比 ER70S-3[ER48S-3] 填充金属能提供更多脱氧能力的钢种。典型的母材标准通常与 ER70S-2[ER48S-2] 类别适用的一样。本类别不要求冲击试验。

**A7.4 ER70S-6[ER48S-6]。**ER70S-6[ER48S-6] 类别的焊丝和填充丝适用于单道焊, 又适用于多道焊。它们特别适合于期望有平滑焊道的金属薄板和有中等数量铁锈或热轧氧化皮的型钢和钢板。在进行 CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-C 类别) 气体保护或氩和氧混合气体 (AWS A5.32 SG-AO-X 类别) 或氩和二氧化碳混合气体 (AWS A5.32 SG-AC-X 类别) 焊接时, 这些焊丝允许较高的电流范围。然而, 当按 AWS A5.32 标准采用二元和三元混合保护气体时, 这些焊丝要求比在前描述过的焊丝有较高水准的氧化性。典型的母材标准通常与 ER70S-2 [ER48S-2] 类别适用的一样。

**A7.5 ER70S-7[ER48S-7]。**ER70S-7[ER48S-7] 类别的焊丝和填充丝适用于单道焊和多道焊。与 ER70S-3 填充金属相比, 它们可以在较高的行走速度下焊接。与那些填充金属相比, 它们还提供某些较好的润湿作用和焊道成形。在进行 CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-C 类别) 保护气体或氩和氧混合气体 (AWS A5.32 SG-AO-X 类别) 或氩和二氧化碳混合气体 (AWS A5.32 SG-AC-X 类别) 焊接时, 这些焊丝允许采用较高的电流范围。然而, 当按 AWS S5.32 标准采用二元或三元混合气体时, 这些焊丝要求像上面所述的焊丝有较高水准的氧化性 (更多的 CO<sub>2</sub> 或 O<sub>2</sub>)。典型的母材标准通常与 ER70S-2 [ER48S-2] 类别适用的一样。

**A7.6 ER70S-G[ER48S-G] 和 E70C-G[E48C-G]。**ER70S-G[ER48S-G] 焊丝和填充丝和 E70C-G[E48C-G] 焊丝类别是不包括在上述等级类别中的那些填充金属, 对它们来说, 仅规定了某些力学性

(第 354 页)



|                | 尺 寸 |     |
|----------------|-----|-----|
|                | in. | mm  |
| C 试样中心         | 1/4 | 6.5 |
| L 长度, $\geq$   | 10  | 250 |
| P 测温点          | 1   | 25  |
| R 根部开口         | 1/4 | 6.5 |
| S 背垫搭接, $\geq$ | 3/8 | 9   |
| V 背垫厚度, $\geq$ | 1/4 | 6.5 |
| X 背垫宽度, $\geq$ | 1   | 25  |
| T 厚度           | 1/2 | 13  |
| W 宽度, $\geq$   | 5   | 125 |
| Z 舍弃, $\geq$   | 1   | 25  |

实心焊丝试验条件<sup>1, 2</sup>

|                |             |                 |             |                 |
|----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
| 标准规格[注 (3)]    | 3/32in.     | [2.4mm].        | 1/8in.      | [3.2mm].        |
| 保护气体[注 (3)]    | 氩气          | 氩气              | 氩气          | 氩气              |
| 额定电弧电压         | 13~16V      | 13~16V          | 16~19V      | 16~19V          |
| 达到的电流, DCEN    | 260~290A    | 260~290A        | 330~360A    | 330~360A        |
| (DCEN = 焊条接正极) |             |                 |             |                 |
| 预热温度           | 275°F 最小    | [135°C]最小       | 275°F 最小    | [135°C]最小       |
| 层间温度           | 325°F 最小    | [165°C]最小       | 325°F 最小    | [165°C]最小       |
| 行走速度           | 4~6 in./min | [2.0±0.4mm/sec] | 4~6 in./min | [2.0±0.4mm/sec] |

通注: a. 母材应符合表 6 规定。

b. 被焊表面应清洁。

c. 焊接前, 试件可采用图中所示的预变形, 使焊接接头足够平整, 便于取样。作为替代, 也可采用拘束或拘束和预变形的联合措施。

注: 1. 用来作为填充丝的组合焊丝试验条件应按生产厂的推荐。

2. 如果采用不同于上面所示的那些规格, 必要时, 应改变额定电流和电弧电压。

3. AWS A5.32 SG-A 类别。

图 A2 供选用的力学性能和致密性试验用的 GTAW 坡口焊缝试件

(第 355 页)

能要求。E70C-G[E48C-G]类别焊丝可以按 CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-C 类别) 或 75%~80%Ar/余 CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-AC-Y 类别, 这里 Y 是 20~25) 分类, 用后缀“C”或“M”表示。无后缀 C 或 M 意味着于试验的保护气体不是上面 AWS 类别之一, 可向焊丝制造厂咨询推荐使用的保护气体。焊丝在单道焊和多道焊下应用均适用。有关这些类别的成分、性能、特性和用途可与填充金属的供方磋商 (更详细的资料见 A2.3)。

**A7.7 E70C-GS[E48C-GS]。E70C-GS[E48C-GS]** 类别的焊丝是组合绞合或组合金属芯焊丝, 仅适用于单道焊。焊丝可按 CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-C 类别) 或 75%~80%Ar/余 CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-AC-Y 类别, 这里 Y 是 20~25) 分类, 用后缀“C”或“M”表示。无后缀 C 或 M 意味着于试验的气体不是上面 AWS 类别之一, 可向焊丝制造厂咨询推荐使用的保护气体。有关这些类别的性能, 特性和用途可与填充金属的供方磋商。这些焊丝可以有较高的合金含量, 它改善单道焊的应用 (诸如容许热轧氧化皮等), 但由于有较高的合金过渡, 所以也可能妨碍它们在多道焊的场合使用。

**A7.8 E70C-3[E48C-3] 和 E70C-6[E48C-6]。**E70C-3[E48C-3]和 E70C-6[E48C-6]类别的焊丝是组合绞合或组合金属芯焊丝, 适用于单道焊和多道焊二种场合下使用。它们的特点是有喷射电弧和极佳的焊道道润湿性能。焊丝可以按 CO<sub>2</sub>(AWS A5.32 SG-C 类别) 或 75%~80%Ar/余 CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-AC-Y 类别, 这里 Y 是 20~25) 分类, 以后缀“C”或“M”表示。E70C-3[E48C-3]类别要求在 0°F[-20℃]时冲击值, 而 E70C-6[E48C-6]要求在-20°F[-30℃]下的冲击值。

## A8 特殊试验

**A8.1** 考虑到对某些应用可能要求附加试验。在这种情况下, 可以要求进行补充试验来确定特殊性能, 诸如硬度、抗腐蚀性以及在较高或较低服役温度下的力学性能。AWS A5.01《填充金属采购导则》含有要求进行这些试验的条款。包含本节的目的在于指导那些希望规定这些专门试验的人们。这些试验可按供需双方协定进行。

### A8.2 扩散氢

**A8.2.1** 氢致焊缝金属或热影响区开裂对含有 0.3%或更低碳的普碳钢, 或对较低强度的合金

钢来说, 通常不是问题。然而, 在本标准中分类的焊丝有时会用来连接含碳量较高的钢或低合金高强度钢, 这时氢致开裂可能是严重问题。

**A8.2.2** 一般认为, 金属极气体保护焊 (GMAW) 和钨极气体保护焊 (GTAW) 是低氢焊接方法。然而, 随着焊缝金属或热影响区强度或硬度增加, 在给定的拘束条件以及热输入量变得较低的情况下, 扩散氢浓度会引起开裂。对于用这些方法焊接时评估产生的扩散氢可能是合适的。这种开裂 (或它的检测) 通常在冷却后要延迟几个小时。它可以表现为焊缝横向裂纹、纵向裂纹 (特别在根部焊道) 和焊趾或热影响区焊道下裂纹。

**A8.2.3** 由于可得到的扩散氢水平对氢致裂纹的倾向性有强烈的影响。因此产生了测量由特定焊丝造成的扩散氢含量的想法。所以, 本标准包含了采用供选用的扩散氢附加代号来表示在 AWS A4.3《马氏体、贝氏体和铁素体钢电弧焊焊缝金属中扩散氢含量的标准测定方法》中明确规定的试验条件下获得的最高平均值。

代号为符合表 7 规定的较低或最低氢含量的焊丝也可理解为符合任何较高的氢限量, 虽然它们不需要跟焊丝类别一起命名。譬如, 代号为“H4”的焊丝亦符合“H8”和“H16”的要求, 但不需要这样命名。

**A8.2.4** 请本资料的使用者注意, 实际生产条件可以造成与那些代号表示的不同的扩散氢值。

**A8.2.5** 由于电弧总是受到不完全的保护, 所以很有必要采用在焊接时的参考大气条件。与焊丝或气体中的水分不同, 从空气中来的水分能进入电弧, 随后再进入焊接熔池, 造成可观察到的扩散氢。维持合适的气体流速和适应于稳定电弧的尽可能短的弧长, 其作用可能会很小。有时, 某些空气会与气体混合, 将其水分加入到其它扩散氢源中。由于这种额外的扩散氢很可能对扩散氢很可能对扩散氢试验的结果产生很大的影响。因此, 规定参考大气条件是合适的。每磅干空气中含有 10 格令水分 [即 1.43g/kg] 的参考大气条件相当于在 70°F [18℃] 和 29.92in. Hg [760mm] 气压下 10% 的相对湿度。采用刻度式湿度计测量的等于或超过这一参考条件的实际条件提供保证, 即焊接时的条件不会减小试验的最终结果。

### A8.3 拉伸和弯曲试样的时效

焊缝金属在它们完成后的某个时间内会含有

(第 356 页)

大量的氢。随着时间的推移,大部分的氢会逐渐逸出,在室温下它会持续几个星期或在较高温度下几个小时。作为氢含量可能发生变化的结果,焊缝金属的韧性朝它的固有值增加,而屈服、抗拉和冲击强度保持相对不变。本标准允许拉伸试样和弯曲试样(仅对组合焊丝)试验前在较高温度下时效小于 48 小时。这种处理的目的在于加速氢从试样中逸出,以减少在试验中的矛盾。有时时效处理还用于低氢熔敷金属,特别当试验高强度熔敷金属时。要注意,时效可以包括将试样在室温下保持几天或在较高温度下保持较短时间。因而,提请用户们注意,采用合适的预热和层间温度以避免氢在生产焊缝时的有害作用。

#### A9 不再继续使用的类别

从本标准的一个修订版到另一个修订版,某些类别已不再继续使用。这一结果或是由于商业实践的改变,或者在标准中使用的分类系统的改变。表 A1 中的类别在本标准的有效期内已不再继续使用(包括它们在标准中最后包括的年份)。

#### A10 安全注意事项

**A10.1** 安全和健康的问题和相关事情超过了本标准的范围,因此在这里未充分谈及。某些安全和健康的资料在非强制性的附录 A5 和下面可以找到。安全和健康的资料可以从其它来源得到,包括 ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》<sup>9</sup>。和可适用的联邦和州立规定,但并不限于此。

**A10.2** 安全和健康实用手册 下列安全和健康实用手册是由美国焊接学会(AWS)公布的。可以从 AWS 网址 <http://www.aws.org> 下载或直接打印。安全和健康实用手册周期性地修订和增加内容。

#### A10.3 AWS 安全健康实用手册索引(SHF)<sup>10</sup>

| 编号 | 标 题              |
|----|------------------|
| 1  | 烟尘和气体            |
| 2  | 辐射               |
| 3  | 噪声               |
| 4  | 焊接烟尘中的铬和镍        |
| 5  | 电伤害              |
| 6  | 防火和防爆            |
| 7  | 烧伤防护             |
| 8  | 机械伤害             |
| 9  | 绊倒和跌落            |
| 10 | 下落物体             |
| 11 | 有限空间             |
| 12 | 隐形镜磨损            |
| 13 | 焊接环境中的人与机械控制     |
| 14 | 警告性标签的图示符号       |
| 15 | 安全和健康文件的格式指南     |
| 16 | 设备调式员和焊接         |
| 17 | 电场和磁场(EMF)       |
| 18 | 关闭/作标记           |
| 19 | 激光焊接和切割的安全       |
| 20 | 热喷涂安全            |
| 21 | 电阻点焊             |
| 22 | 焊接和关联作业中与镉的接触    |
| 23 | California 建议 65 |
| 24 | 弧焊和钎焊的焊剂:安全管理和使用 |
| 25 | 金属烟尘引起的发烧        |
| 27 | 钍钨极              |
| 29 | 手提式和移动式焊接发电机接地   |

<sup>9</sup> ANSI 文件可从美国国家标准学会得到。

<sup>10</sup> AWS 标准可从信息服务(IHS)集团公司的环球工程文件中得到。

(第 357 页)

表 A1 不再继续使用的焊丝类别

| 不再继续使用的类别            | 最后颁布年份 | 不再继续使用的类别            | 最后颁布年份 |
|----------------------|--------|----------------------|--------|
| E-60S-1              | 1965   | E70S-1               | 1969   |
| E-60S-2              | 1965   | E70S-1B <sup>b</sup> | 1969   |
| E-60S-3              | 1965   | E70S-2 <sup>c</sup>  | 1969   |
| E-70T-1 <sup>a</sup> | 1965   | E70S-3 <sup>c</sup>  | 1969   |
| E-70T-2 <sup>a</sup> | 1965   | E70S-4 <sup>c</sup>  | 1969   |
| E-70T-3 <sup>a</sup> | 1965   | E70S-5               | 1969   |
| E-70-4 <sup>a</sup>  | 1965   | E70S-6 <sup>c</sup>  | 1969   |
| E-70T-5 <sup>a</sup> | 1965   | E70S-G <sup>c</sup>  | 1969   |
| E-70T-G <sup>a</sup> | 1965   | E70U-1               | 1969   |
|                      |        | ER70S-5              | 1993   |

注：a 这些药芯焊丝类别已转入 AWS A5.20-69，并继续包括在该标准的修订版中。

b 本焊丝类别已转入新的 AWS A5.28 标准，在该标准中被分类为 ER80S-D2。

c 这些焊丝类别已改为新的类别 ER70S-X，并保留在标准的现行修订版中。

(第 360 页)

## 弧焊用碳钢药芯焊丝标准

A06

## SFA 5.20

(与 AWS 标准 A5.20/A5.20M:2005 完全等同)

## 1、适用范围

1.1 本标准规定了使用或不用保护气体的碳钢药芯电弧焊 (FCAW) 用焊丝的分类要求。(金属芯碳钢焊丝根据 AWS A5.18/A5.18M 分类)<sup>1</sup>。

1.2 安全和健康的问题及相关事情超越了本标准的范围,因此在这里未充分论及。某些安全和健康的资料能从非强制性的附录 A5 和 A10 中找到。安全和健康的资料也可以从其他来源得到,包括(但并不限于此)ANSI Z49.1<sup>2</sup>和适用的联邦和州的规定。

1.3 本标准采用美国惯用单位制和国际单位制 (SI) 两种体系。计量值不是确切相当的。因此,每一体系必须独立于另一体系使用,当涉及到焊缝金属性能时,不能以任何方式混用。以 A5.20 为代号的标准采用美国惯用单位, A5.20M 标准采用 SI 单位。后者在方括号 [ ] 或在表和图的相应栏目内示出。基于任一体系的标准尺寸都可以在 A5.20 或 A5.20M 标准下用来作为焊丝包装或两者的规格。

## 2、引用标准

下列标准作为参考资料引用于正文,组成了本 AWS 标准的条款。对注有日期的参考标准,不能使用增补、修订的版本。然而鼓励同意以本 AWS 标准为基础的双方去研究采用下列标准的最新版本的可能性。对没有注明日期的参考标准,尽量采用这些标准的最新版本。

2.1 下列 AWS 标准用于本文件的强制性部分中:

(a) AWS A4.3《测定马氏体、贝氏体的铁素体钢电弧焊焊缝金属扩散氢含量的标准方法》。

(b) AWS A5.01《填充金属采购导则》。

(c) AWS A5.32/A5.32M《焊接保护气体标准》。

(d) AWS B4.0 或 B4.0M《焊缝力学性能试验标准方法》。

2.2 下列 ANSI 标准用于本文件的强制性部分中:

(a) ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》。

2.3 下列 ASTM 标准<sup>3</sup>用于本文件的强制性部分中:

(a) ASTM A36/A36M《碳结构钢标准》。

(b) ASTM A285/A285M《压力容器用中低抗拉强度用碳钢板标准》

(c) ASTM A515/A515M《中高温工况压力容器用碳钢板标准》。

(d) ASTM A516M/A516M《中低温工况压力容器用碳钢板标准》。

(e) ASTM A830/A830M《优质碳钢板化学成份要求的标准规范》。

(f) ASTM DS—56 (或 SAE HS—1086《统一编号体系中的金属和合金》。

(g) ASTM E29《为确定与标准一致,在试验数据中采用有效位数的标准实用规程》。

(h) ASTM E350《碳钢、低合金钢、硅电工钢、铌铁和熟铁的化学分析标准方法》。

(i) ASTM E1032,《焊件射线探伤的标准试验方法》。

2.4 下列 ISO 标准<sup>4</sup>用于本文件的强制性部分中:

(a) ISO 544《焊接耗材—填充金属发货技术条件—产品类型,尺寸,公差和标记》。

2.5 下列 FEMA (联邦紧急管理代理) 文件<sup>5</sup>用于本文件的强制性部分中:

(a) FEMA 353,《地震应用的钢的力矩框架结构的推荐规范和质量保证导则》。

## 3 分类

3.1 A5.20 标准复盖的药芯焊丝采用基于美国惯用单位制的分类体系并按照表 1U 中规定的焊缝金属的力学性能来分类的。参见图 1。

3.1M A5.20M 标准复盖的药芯焊丝采用基于

<sup>1</sup> AWS 标准可以从信息控制服务 (IHS) 集团公司的环球工程文件中得到。地址略。

<sup>2</sup> ANSI 标准可以从美国标准学会和信息控制服务集团公司的环球工程文件中得到。地址略。

<sup>3</sup> ASTM 标准可以从美国材料与试验学会获得。地址略。

<sup>4</sup> ISO 标准可以从美国国家标准研究所获得。地址略。

<sup>5</sup> FEMA 文件可从 FEMA 出版社获得。地址略。

(第 361 页)

表 1U SFA-5.20 力学性能要求

| AWS 类别                                  | 抗拉强度<br>ksi | 最小屈服强度 <sup>a</sup><br>ksi | 最小伸长率 <sup>b</sup><br>% | 最小夏比 V 缺口<br>冲击能量 |
|-----------------------------------------|-------------|----------------------------|-------------------------|-------------------|
| E7XT-1C,-1M                             | 70-95       | 58                         | 22                      | 20ft-lbf, 在 0°F   |
| E7XT-2C <sup>c</sup> , -2M <sup>c</sup> | 70 最小       | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |
| E7XT-3 <sup>c</sup>                     | 70 最小       | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |
| E7XT-4                                  | 70-95       | 58                         | 22                      | 不作规定              |
| E7XT-5C, 5M                             | 70-95       | 58                         | 22                      | 20ft-lbf, 在 -20°F |
| E7XT-6                                  | 70-95       | 58                         | 22                      | 20ft-lbf, 在 -20°F |
| E7XT-7                                  | 70-95       | 58                         | 22                      | 不作规定              |
| E7XT-8                                  | 70-95       | 58                         | 22                      | 20ft-lbf, 在 -20°F |
| E7XT-9C, 9M                             | 70-95       | 58                         | 22                      | 20ft-lbf, 在 -20°F |
| E7XT-10 <sup>c</sup>                    | 70 最小       | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |
| E7XT-11                                 | 70-95       | 58                         | 20 <sup>d</sup>         | 不作规定              |
| E7XT-12C, 12M                           | 70-90       | 58                         | 22                      | 20ft-lbf, 在 -20°F |
| E7XT-13 <sup>c</sup>                    | 60 最小       | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |
| E7XT-13 <sup>c</sup>                    | 70 最小       | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |
| E7XT-14 <sup>c</sup>                    | 70 最小       | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |
| E6XT-G                                  | 60-80       | 48                         | 22                      | 不作规定              |
| E7XT-G                                  | 70-95       | 58                         | 22                      | 不作规定              |
| E6XT-GS <sup>c</sup>                    | 60 最小       | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |
| E7XT-GS <sup>c</sup>                    | 70 最小       | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |

注: a. 在 0.2% 补偿的屈服强度

b. 采用当名义直径为 0.500in 拉伸试样的标距 2in., 名义标距与直径之比为 4: 1 (见 AWS B4.0 拉伸试验部分规定)

c. 这些类别焊丝都用于单道焊。它们不适用于多道焊。仅规定拉伸强度, 因此, 只要求横向拉伸和纵向导向弯曲 (见表 3)。

d. 当对规格 ≤ 0.045in. 的 E7XT-11 类别允许采用名义直径为 0.250in. 的拉伸试样时, 其标距为 1in.。

国际单位制的分类体系, 并按照表 1M 规定的焊缝金属力学性能来分类的。参见图 1。

**3.1.1** 用于多道焊分类的药芯焊丝按下列情况分类:

(a) 由特定气体得到的 (如果有的话) 焊缝金属焊态的力学性能如表 1U (表 1M) 中规定。

(b) 焊丝适用的焊接位置如表 2 和图 1 所示。

(c) 焊丝 (包括用和不用保护气体) 的一定的工艺特性, 在表 2 和图 1 中规定。

**3.1.2** 用于单道焊的药芯焊丝在焊态并根据下列情况分类:

(a) 由使用特定气体 (如果有的话) 得到的焊缝金属的拉伸性能, 见表 1U [表 1M] 规定。

(b) 焊丝适用的焊接位置, 如表 2 和图 1 所示。

(c) 焊丝 (包括用和不用保护气体) 的一定的工艺特性, 在表 2 和图 1 中规定。

**3.2** 分类为某种类别的焊丝不能分类为本标准中任意一个其他类别, 但下列除外: (1) 一种焊丝

可以用 100%CO<sub>2</sub> (AWS A5.32/A5.32M SG-C 级) 保护气体 (代号“C”) 和用 75~80%Ar/余量 CO<sub>2</sub> (AWS A5.32/A5.32M SG-AC-25 或 SG-AC-20 级) 混合气体代号“M”来分类, (2) E7XT-1C, -1M [E49XT-1C, -1M] 也可分类为 E7XT-9C, -9M [E49XT-9C, 9M] 和/或 E7XT-12C, -12M, [E49XT-12C, -12M] 所提供的焊丝满足每个类别的所有要求。

焊丝可以在以美国惯用单位制的 A5.20 标准下分类或在以国际单位(SI)制的 A5.20M 标准下分类, 也可在二者体系下都分类, 不管以那一种体系下分类的焊丝, 必须满足在该体系下类别的全部要求。分类体系示于图 1

**3.3** 按本标准分类的焊丝, 倾向用于药芯弧焊, 不论用还是不用保护气体。用于不采用外部保护气体的焊丝或表 2 规定的采用保护气体的焊丝不禁止它们用于他们认为合适的其他任何方法或气体。

(第 362 页)

表 1M SFA-5.20M 力学性能要求

| AWS 类别                                   | 抗拉强度<br>MPa | 最小屈服强度 <sup>a</sup><br>MPa | 最小伸长率 <sup>b</sup><br>% | 最小夏比 V 缺口<br>冲击能量 |
|------------------------------------------|-------------|----------------------------|-------------------------|-------------------|
| E49XT-1C,-1M                             | 490-670     | 390                        | 22                      | 27J, 在-20℃        |
| E49XT-2C <sup>c</sup> , -2M <sup>c</sup> | 490 最小      | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |
| E49XT-3 <sup>c</sup>                     | 490 最小      | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |
| E49XT-4                                  | 490-670     | 390                        | 22                      | 不作规定              |
| E49XT-5C,5M                              | 490-670     | 390                        | 22                      | 27J, 在-30℃        |
| E49XT-6                                  | 490-670     | 390                        | 22                      | 27J, 在-30℃        |
| E49XT-7                                  | 490-670     | 390                        | 22                      | 不作规定              |
| E49XT-8                                  | 490-670     | 390                        | 22                      | 27J, 在-30℃        |
| E49XT-9C,9M                              | 490-670     | 390                        | 22                      | 27J, 在-30℃        |
| E49XT-10 <sup>c</sup>                    | 490 最小      | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |
| E49XT-11                                 | 490-670     | 390                        | 20 <sup>d</sup>         | 不作规定              |
| E49XT-12C, 12M                           | 490-620     | 390                        | 22                      | 27J, 在-30℃        |
| E49XT-13 <sup>c</sup>                    | 430 最小      | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |
| E49XT-13 <sup>c</sup>                    | 490 最小      | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |
| E49T-14 <sup>c</sup>                     | 490 最小      | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |
| E43XT-G                                  | 430-600     | 330                        | 22                      | 不作规定              |
| E49XT-G                                  | 490-670     | 390                        | 22                      | 不作规定              |
| E43XT-GS <sup>c</sup>                    | 430 最小      | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |
| E49XT-GS <sup>c</sup>                    | 490 最小      | 不作规定                       | 不作规定                    | 不作规定              |

注: a. 0.2%补偿时屈服强度

b. 采用当名义直径为 12.5mm 拉伸试样时标距为 50mm, 名义标距与直径之比为 4:1 (见 AWS B4.0 拉伸试验部分规定)。

c. 这些类别焊丝都用于单道焊, 它们不适用于多道焊。仅规定拉伸强度, 因此只要求横向拉伸和纵向导向弯曲 (见表 3)。

d. 当规格 ≤ 1.2mm 的 E49XT-11 类焊丝允许, 采用名义直径 6.5mm 的拉伸试样其标距为 25mm。

#### 4、验收

焊丝的验收<sup>6</sup>应该根据 AWSA5.01 规定。

#### 5、证明

制造厂的包装上标明 AWS 标准号和类别号或在产品上标上类别号来证明产品符合本标准的要求<sup>7</sup>。

#### 6、圆整方法

为了确定与本标准的一致性, 应将实测值和计算值对于抗拉和屈服强度值在 A5.20 标准中圆整到最接近的 1000psi[或对 A5.20M 标准为最接近的 10MPa]; 对于表示其他数量极限值数字的最右方的末位, 按照 ASTM E29 给出的方法圆整到“最接近的单位”。

<sup>6</sup> 要了有关发运材料的验收、试验, 详细资料请参阅附录 A 中的 A3 节和 AWS A5.01

<sup>7</sup> 更详细的有关证明和满足本要求的试验参阅附录 A 中的 A4 一节。

#### 7. 试验综述

7.1 每个类别所要求的试验在表 3 中给予规定, 试验的目的是确定焊缝金属的力学性能, 内在质量和化学成份以及焊丝的工艺性。焊缝试件的母材、所用的焊接和试验方法和要求的结果在 9-15 节中给出。

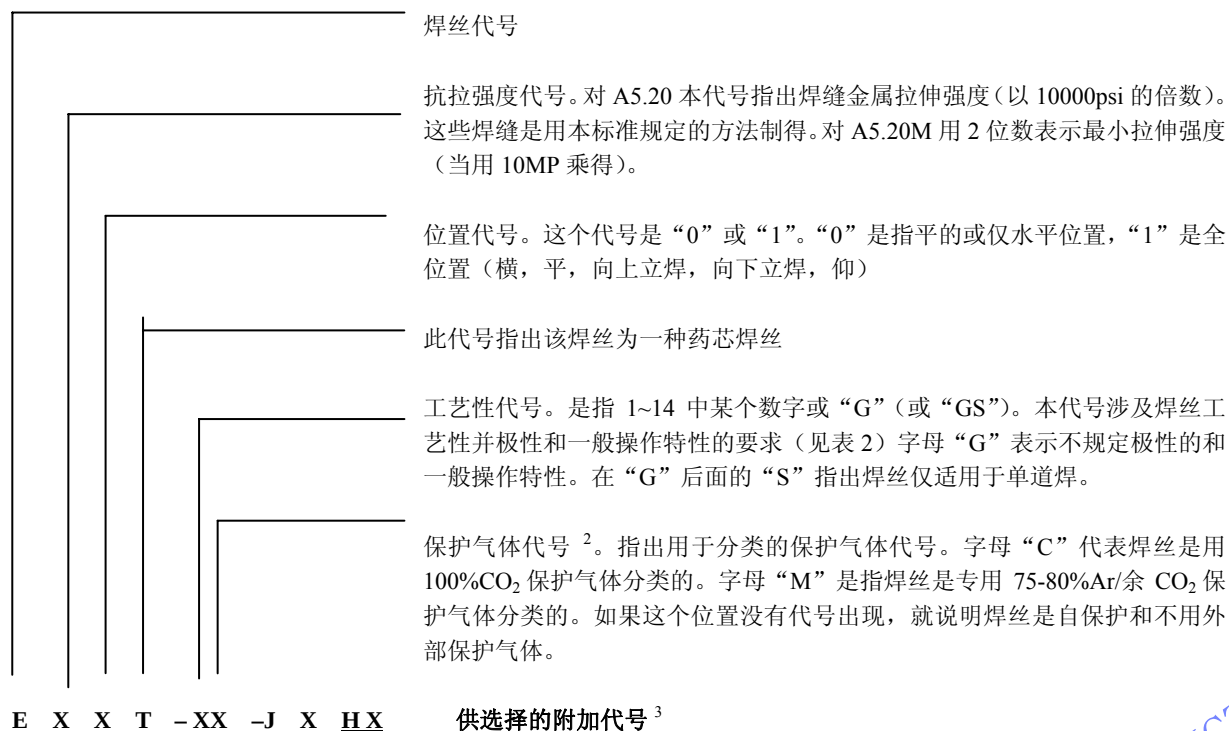
7.2 本文件提供了 4 种附加试验, 它们是分类所不要求的, 但它们包括在内是作为供选择的供需方协定的附加代号。

7.2.1 在 16 节中所规定的扩散氢附加试验, 用记号 H16、H8 或 H4。

7.2.2 供选择的附加代号“J”可用于表示被分类的焊丝满足改善韧性的要求并当熔敷的焊缝金属是采用本标准规定的方法制得的话, 其夏比 V 缺口冲击能量在-40°F 时至少 20ft·lb[-40℃, 27J]。

7.2.3 供选择的附加代号“D”或“Q”可以用来表示与本标准的射线探伤要求的一致性和表 10 规定的全焊缝力学性能要求的一致性, 这焊缝金属熔敷是用 (1) 低热输入, 快冷却速率方法 (2)

(第 363 页)

强制性分类代号<sup>1</sup>

供选择的附加扩散氢代号(见表 8)。

如果该位置出现字母“D”或“Q”, 表示焊缝金属将满足第 17 节表 9 和表 10 规定的低热输入, 快冷却速率方法或高热输入, 低冷却速率方法得到的补充力学性能要求。

如果字母“J”出现在该位置上, 代表了焊缝满足改进韧性要求以及当焊缝用本标准规定的方法制得的话其熔敷金属至少有-40°F 夏比 V 型冲击 20ftlb[-40°C 27J]能量。

注: 1. 这些代号的组合组成了药芯焊丝的分类。

2. 参见 AWS A5.32/A5.32M。

3. 这些代号是供选择的并不是焊条类别的一个组成部分。

图 1 A5.20/A5.20M 分类体系

(第 364 页)

表 2 焊丝工艺性要求

| 工艺性代号 | AWS 类别   |           | 焊接位置 <sup>a,b</sup> | 外部保护 <sup>c</sup>          | 极性 <sup>d</sup>             | 应用 <sup>e</sup> |
|-------|----------|-----------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------|
|       | A5.20    | A5.20M    |                     |                            |                             |                 |
| 1     | E70T-1   | E490T-1   | H, F                | CO <sub>2</sub>            | DCEP                        | M               |
|       | E70T-1M  | E490T-1M  | H, F                | 75-80Ar/余 CO <sub>2</sub>  |                             |                 |
|       | E71T-1   | E491T-1   | H, F, VU, OH        | CO <sub>2</sub>            |                             |                 |
|       | E71T-1M  | E491T-1M  | H, F, VU, OH        | 75-80Ar/余 CO <sub>2</sub>  |                             |                 |
| 2     | E70T-2C  | E490T-2C  | H, F                | CO <sub>2</sub>            | DECP                        | S               |
|       | E70T-2M  | E490T-2M  | H, F                | 75-80Ar/余 CO <sub>2</sub>  |                             |                 |
|       | E71T-2C  | E491T-2C  | H, F, VU, OH        | CO <sub>2</sub>            |                             |                 |
|       | E71T-2M  | E491T-2M  | H, F, VU, OH        | 75-80Ar/余 CO <sub>2</sub>  |                             |                 |
| 3     | E70T-3   | E490T-3   | H, F                | 无                          | DCEP                        | S               |
| 4     | E70T-4   | E490T-4   | H, F                | 无                          | DCEP                        | M               |
| 5     | E70T-5C  | E490T-5C  | H, F                | CO <sub>2</sub>            | DCEP 或<br>DCEN <sup>f</sup> | M               |
|       | E70T-5M  | E490T-5M  | H, F                | 75-80Ar/余 CO <sub>2</sub>  |                             |                 |
|       | E71T-5C  | E491T-5C  | H, F, VU, OH        | CO <sub>2</sub>            |                             |                 |
|       | E71T-5M  | E491T-5M  | H, F, VU, OH        | 75-80Ar/余 CO <sub>2</sub>  |                             |                 |
| 6     | E70T-6   | E490T-6   | H, F                | 无                          | DCEP                        | M               |
| 7     | E70T-7   | E490T-7   | H, F                | 无                          | DCEN                        | M               |
|       | E71T-7   | E491T-7   | H, F, VU, OH        |                            |                             |                 |
| 8     | E70T-8   | E490T-8   | H, F                | 无                          | DCEN                        | M               |
|       | E71T-8   | E491T-8   | H, F, VU, OH        |                            |                             |                 |
| 9     | E70T-9C  | E490T-9C  | H, F                | CO <sub>2</sub>            | DCEP                        | M               |
|       | E70T-9M  | E490T-9M  | H, F                | 75-80Ar/余 CO <sub>2</sub>  |                             |                 |
|       | E71T-9C  | E491T-9C  | H, F, VU, OH        | CO <sub>2</sub>            |                             |                 |
|       | E71T-9M  | E491T-9M  | H, F, VU, OH        | 75-80Ar/余 CO <sub>2</sub>  |                             |                 |
| 10    | E70T-10  | E490T-10  | H, F                | 无                          | DCEN                        | S               |
| 11    | E70T-11  | E490T-11  | H, F                | 无                          | DCEN                        | M               |
|       | E71T-11  | E491T-11  | H, F, VD, OH        | 无                          |                             |                 |
| 12    | E70T-12C | E490T-12C | H, F                | CO <sub>2</sub>            | DCEP                        | M               |
|       | E70T-12M | E490T-12M | H, F                | 75-80Ar/balCO <sub>2</sub> |                             |                 |
|       | E71T-12C | E491T-12C | H, F, VU, OH        | CO <sub>2</sub>            |                             |                 |
|       | E71T-12M | E491T-12M | H, F, VU, OH        | 75-80Ar/balCO <sub>2</sub> |                             |                 |
| 13    | E61T-13  | E431T-13  | H, F, VD, OH        | 无                          | DCEN                        | S               |
|       | E71T-13  | E491T-13  |                     |                            |                             |                 |
| 14    | E71T-14  | E491T-14  | H, F, VD, OH        | 无                          | DCEN                        | S               |
|       | E60T-G   | E430T-G   |                     |                            |                             |                 |
| G     | E70-G    | E490T-G   | H, F                | 不作规定                       | 不作规定                        | M               |
|       | E61T-G   | E431T-G   | H, F, VD 或 VU, OH   | 不作规定                       | 不作规定                        | M               |
|       | E71T-G   | E491T-G   |                     |                            |                             |                 |
|       | E60T-GS  | E430T-GS  | H, F                | 不作规定                       | 不作规定                        | S               |
|       | E70T-GS  | E490T-GS  |                     |                            |                             |                 |
|       | E61T-GS  | E431T-GS  | H, F, VD 或 VU, OH   | 不作规定                       | 不作规定                        | S               |
|       | E71T-GS  | E491T-GS  |                     |                            |                             |                 |

(第 365 页)

表 2 (续) 焊丝工艺性要求

注: a、H=横焊、F=平焊、OH=仰焊, VD=向下立焊、VU=向上立焊

- b、适用于非平焊或横焊的特殊焊接位置的焊丝规格通常是: 小于 3/32in[2.4mm]或者与 9.4.1 中坡口焊缝所要求的最接近的规格。为此符合坡口焊缝试验和角焊缝试验要求的焊丝可以不考虑它们的规格而被分类为 EXIT-XX[此处 X 代表抗拉强度工艺性能和保护气体 (如果有的话)]。更详细的资料请参阅附录 A7 和图 1。
- c、用外部保护气体的焊条的焊缝金属的性能。没有询问过焊丝制造商之前, 以一专门保护气体分类的焊丝不应采用其他保护气体使用。
- d、术语“DCEP”表示直流, 焊丝接正极 (直流, 反极性)  
术语“DCEN”表示直流, 焊丝接负极 (直流, 正极性)。
- e、M=单道或多道焊, S=仅为单道焊 (见附录 A7)
- f、某些 EXIT-5C 和 EXIT-5M 焊丝, 为了改善特殊位置的操作, 可以推荐采用 DCEN, 可向制造厂咨询被推荐的极性。

表 3 要求的试验

| 类别                                      | 化学分析 | 射线探伤 | 拉伸试验           | 冲击试验 | 弯曲试验 | 角焊缝试验 <sup>b</sup> |
|-----------------------------------------|------|------|----------------|------|------|--------------------|
| EXXT-1C,-1M                             | R    | R    | R              | R    | NR   | R                  |
| EXXT-4                                  | R    | R    | R              | NR   | NR   | R                  |
| EXXT-5C,-5M                             | R    | R    | R              | R    | NR   | R                  |
| EXXT-6                                  | R    | R    | R              | R    | NR   | R                  |
| EXXT-7                                  | R    | R    | R              | NR   | NR   | R                  |
| EXXT-8                                  | R    | R    | R              | R    | NR   | R                  |
| EXXT-9C,9M                              | R    | R    | R              | R    | NR   | R                  |
| EXXT-11                                 | R    | R    | R              | NR   | NR   | R                  |
| EXXT-12C, 12M                           | R    | R    | R              | R    | NR   | R                  |
| EXXT-G                                  | R    | R    | R              | NR   | NR   | R                  |
| EXXT-2C <sup>d</sup> , -2M <sup>d</sup> | NR   | NR   | R <sup>c</sup> | NR   | R    | R                  |
| EXXT-3 <sup>d</sup>                     | NR   | NR   | R <sup>c</sup> | NR   | R    | NR                 |
| EXXT-10 <sup>d</sup>                    | NR   | NR   | R <sup>c</sup> | NR   | R    | NR                 |
| EXXT-13 <sup>d</sup>                    | NR   | NR   | R <sup>c</sup> | NR   | R    | R                  |
| EXXT-14 <sup>d</sup>                    | NR   | NR   | R <sup>c</sup> | NR   | R    | R                  |
| EXXT-GS <sup>d</sup>                    | NR   | NR   | R <sup>c</sup> | NR   | R    | R                  |

注: a、字母“R”表示要求试验。“NR”表示不要求试验。

- b、对于角焊缝试验, 用于向下立焊分类的焊丝 (EXOT-XX 焊丝) 应在横焊位置试验。用于全位置焊分类的焊丝 (EXIT-XX 焊丝) 应在立焊和仰焊位置都进行试验 (参见 9.4.3)。
- c、横向拉伸试验。所有其他焊丝要求全焊缝金属拉伸试验。
- d、用于单道焊。

高热输入, 低冷却速率方法, 这些方法在 17 节和表 9 中都有规定。“D”代号用来表示这些 E7XT-X, -XC 或 XM 药芯焊丝用 FEMA353 规定的方法制得的焊缝中满足 FEMA 353 所推荐的力学性能。“Q”代号用来表示这些 E7XT-X, -XC 或 XM 药芯焊丝满足美国海军提出的附加要求。

## 8、复试

如果任意一项试验结果不符合要求, 试验应重

复两次, 两次重复试验的结果均应符合要求。重复试样可以取自原始试件, 或取自一个或二个新的试件。对于化学分析, 只需对那些不符合要求的元素进行复试。如果一次或两次重复试验的结果不符合要求, 应认为所试验的材料不符合本标准对该类别的要求。

在任一试验的准备过程中或完成后, 能清楚确定在制备焊缝试件或试样时, 或进行试验时, 没有遵守规定的或正确的程序, 试验应认为无效。不考

(第 366 页)

考虑试验是否已实际完成或试验结果满不满足要求,应遵循规定的正确程序重新试验。在这种情况下,两倍数量试样的要求不适用。

## 9、焊缝试件

**9.1** 根据焊丝的类别和试验方法要求下列 4 种焊缝试件中的一种或多种:

(a) 焊缝金属的化学分析用焊缝试块见图 2

(b) 对多道焊丝,图 3 中的试件用来测试焊缝金属的力学性能和致密性。

(c) 对单道焊丝,图 4 中的试件用于测力学性能。

(d) 角焊缝试件见图 5,用于测焊丝工艺性。

化学分析用试样可以取自拉断的拉伸试样的缩截面或图 3 中坡口焊缝中焊缝金属中相应位置(或它上面的任何位置),避免再需要准备焊块。在有争议的情况下,焊块应是仲裁的方法。

**9.2** 每个试件应按 9.3 至 9.4.3 节规定制备。每个试件的母材应符合表 4 中要求以及表中列出的任一 ASTM 标准或等同标准的要求。焊接试件的试验应按 10 至 15 节规定进行。

**9.3** 焊缝试块。焊缝试块应按图 2 中规定制备,除了选择了 9.1 节中替代外(从断裂的拉伸试样上或从图 3 中坡口焊缝中焊缝金属上的任意位置上取样)。应将表 4 中规定的形式的任何方便的规格的母材用作焊块的母材。熔敷填充金属的母材的表面应清洁。焊块应用平位置多层焊以获得未经稀释的焊缝金属(厚度 $\geq 1/2$ in. [12mm])。焊试块的焊接方法应满足表 5 规定的热输入要求。预热温度应不低于 60°F [15°C],道间温度应不超过 325°F [165°C],每道焊后应除渣,道间可能要将试块水淬。完整的试块示于图 2 中,试块的试验应符合第 10 节规定。

### 9.4 焊缝试件

**9.4.1** 用于多道焊焊丝的试块。对于多道焊焊丝(EXXT-1X、EXXT-4、EXXT-5X、EXXT-6、EXXT-7、EXXT-8、EXXT-9、EXXT-11、EXXT-12X 和 EXXT-G)应根据图 3、9.4.1.1 和表 5 中规定制备和焊接试件,母材采用表 4 中规定的合适的类型。一个试件所用焊丝直径应为 3/32in. [2.4mm]或所生产的最大直径。其他试验试件用焊丝直径应为 0.045in. [1.6mm]或仅小于需要试验的最大直径,焊丝的极性应按照表 2 中规定。试验应在焊态进行并符合表 3 规定。

**9.4.1.1** 应在平焊位置进行焊接,试件在焊接过程中应加以拘束(或预置变形)以避免挠曲变形超过 5°。从平面起挠曲变形超过 5°的试件应予报废,不得进行校平。应在不低于 60°F [15°C]开始焊接,焊接应连续进行直至试件温度达到 300°F $\pm$ 25°F [150°C $\pm$ 15°C],采用温度指示笔或表面温度计在图 3 所示的部位测量温度,焊缝的其他剩下部分的层间温度应保持不变。当有必要中断焊接时,可允许在静止的空气中冷却。在重新开始焊接前,试件应加热到 300°F $\pm$ 25°F [150°C $\pm$ 15°C]。

**9.4.2** 用于单道焊焊丝的试件。应按照图 4 和 9.4.2.1 中规定的方法加工和焊接对接接头的试件,母材用表 4 中规定的材料。在板每端搭接焊后,试板应在每面采用单道平焊。

**9.4.2.1** 应在试件温度不低于 60°F [15°C]开始焊接。当焊道已在正面完成,试件应翻身而在反面再焊,如图 4 所示。焊接按不应中断。焊丝规格应为直径 3/32in. [2.4mm]或者制造厂最接近直径 3/32in. [2.4mm]的产品。焊接极性应如表 2 中相应所试验的类别的规定。焊接完成和试件冷却后,试件应在焊接状态依照 12 和 13 节规定制备和试验(除了在 13.2 中规定的弯曲试样的时效外)。

**9.4.3** 角焊缝试件。试件应按表 3 中规定和图 5 制备和焊接,可采用表 4 所列任何一种母材。如果指定对 EXOT-XX 类别,试件应用横焊。如果对 EXIT-XX 类别要求 2 个试件,1 个用立焊位置焊接,1 个用仰焊位置焊接,立焊的方向随类别的不同(见表 2)可以向上或向下。

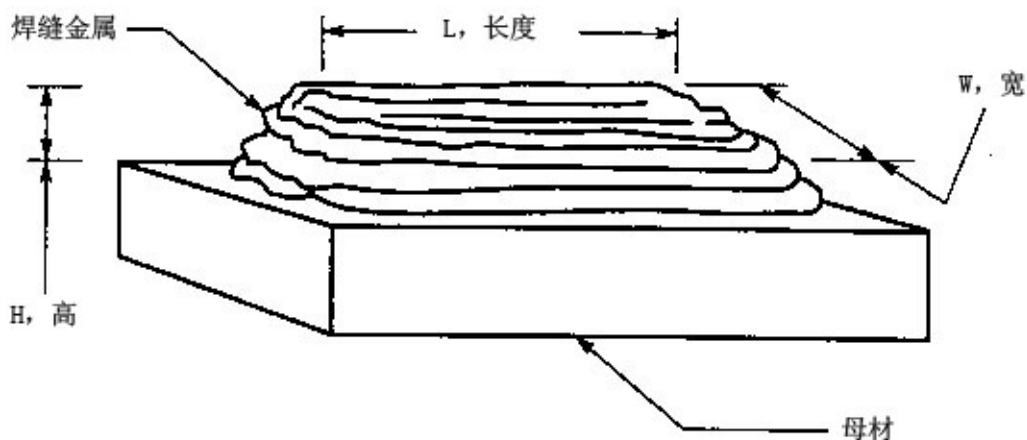
在装配之前,立板(腹板)应具有一个沿其整个长度经加工的边,底板(翼板)面应平直、光滑和干净。试板应按图 5 所示进行装配。当装配完毕,结合表面应沿接头的整个长度有紧密的接触。试件通过在焊接接头每端进行定位焊装配固定。

焊接工艺和试验焊丝的规格应由制造厂选择。角焊缝应是由制造厂选定的半自动或机械化的方法熔敷的单道焊缝。角焊缝的规格应不大于 3/8in. [10mm]。角焊缝应如图 5 所示在接头的一侧进行熔敷。焊缝的清理仅限于铲削、刷擦和轻敲氧化皮法。角焊缝表面的磨削、锉削或其它金属切割方法是禁止使用的。试件的试验应按第 15 节角焊缝试验中的规定进行。

## 10 化学分析

**10.1** 当表 3 规定要做时,化学分析试样应从

(第 367 页)



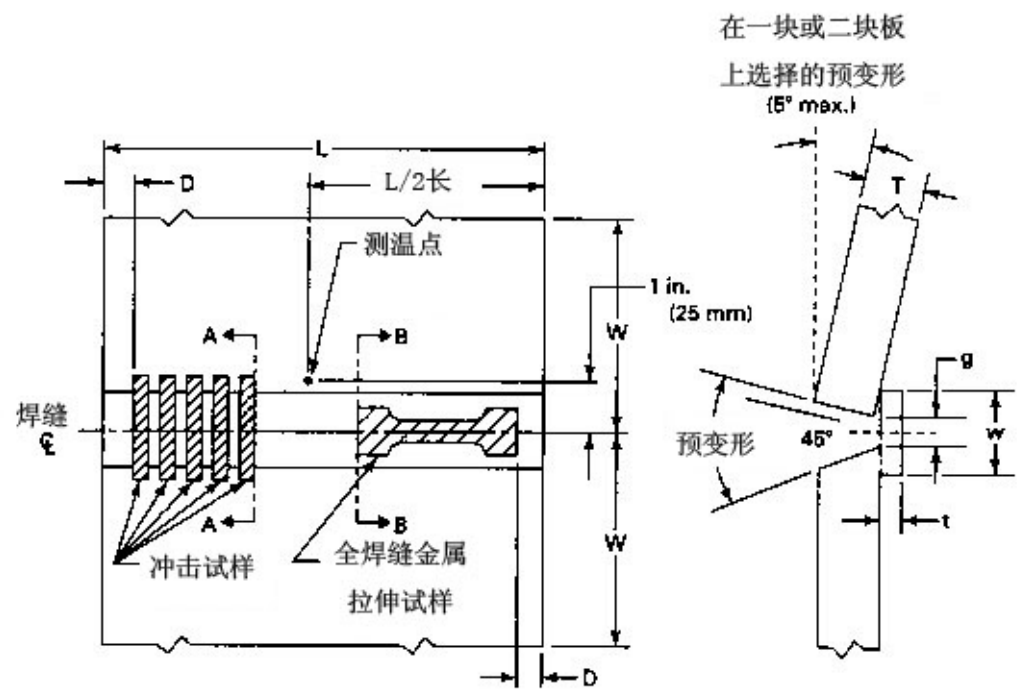
| 焊块规格, 最小 |    |     |    |     |    |
|----------|----|-----|----|-----|----|
| 长 L      |    | 宽 W |    | 高 H |    |
| in.      | mm | in. | mm | in. | mm |
| 1-1/2    | 38 | 1/2 | 12 | 1/2 | 12 |

注:

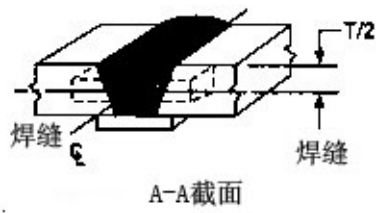
- 1、任何适宜规格和表 4 中规定的类型的母材应被用作焊块的母材。
- 2、待熔敷填充金属的母材表面应清洁。
- 3、焊块应在平焊位置焊接, 采用逐次堆焊的多层焊, 以获得未经稀释的焊缝金属, 如果用保护气体采用表 2 规定的极性和表 5 规定的热输入要求。
- 4、焊道的数量和规格, 会随焊丝的规格和摆动的宽度及所用电流大小而变化, 摆动应限制在 6 倍焊丝直径之内。
- 5、预热温度应不于 60°F [15°C], 层间温度应不超过 325 [165°C]
- 6、为控制道间温度, 每道之间可在水中快冷 (温度并不重要)。
- 7、完成的焊块的最小尺寸如上图所示。按第 10 节试验的试样应取自原始母材表面以上 3/8 in. [10 mm] 的焊缝金属。

图 2 熔敷金属化学分析用焊块

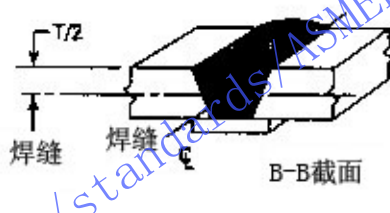
(第 368 页)



(a) 显示试样位置的试板



(b) 冲击试样方向



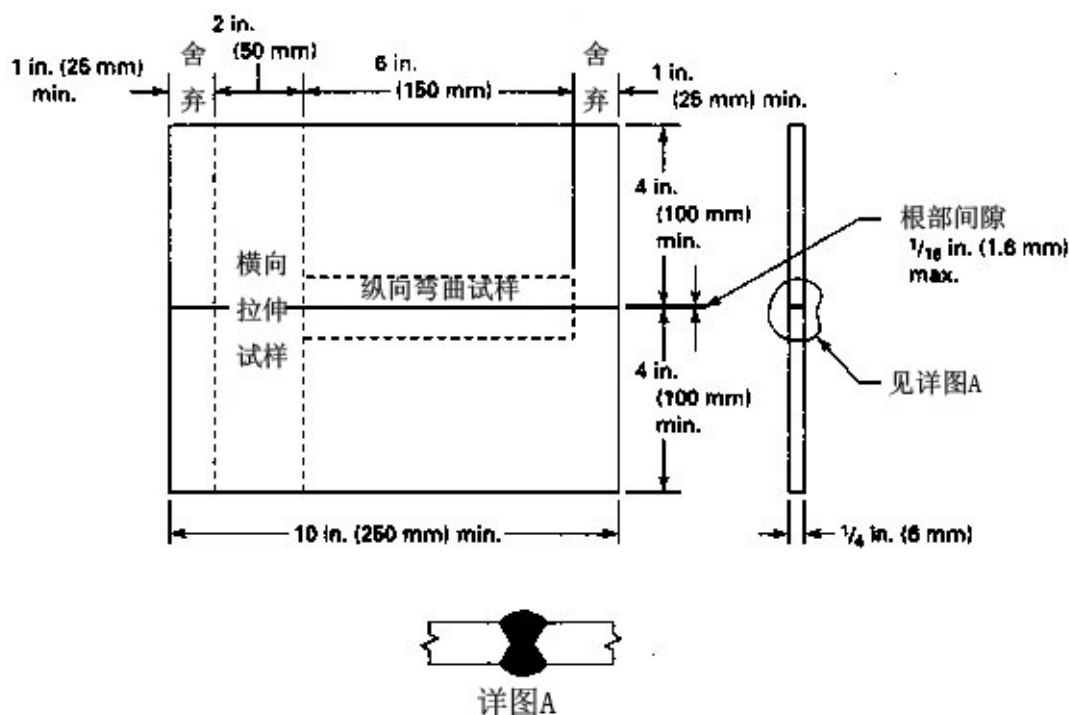
(c) 全焊缝金属拉伸试样位置

| L                 | W                 | T                              | D                | I                | g                                        | w            | t                   |
|-------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------------------------------|--------------|---------------------|
| 试板长<br>(最小)       | 试板宽<br>(最小)       | 试板厚                            | 切除<br>(最小)       | 倾斜角              | 根部间隙                                     | 衬板宽度<br>(最小) | 衬板厚度<br>(最小)        |
| 10 in.<br>[250mm] | 6 in.<br>[150 mm] | $3/4 \pm 1/32$ in.<br>[20±1mm] | 1 in.<br>[25 mm] | $22.5^0 \pm 2^0$ | $1/2-0$ in.+ $1/16$ in.<br>[12-0 mm+1mm] | 约 2×g        | $1/4$ in.<br>[6 mm] |

注：1. 对于直径不大于 0.045in. [1.2 mm] 的 EXXT-11 类别，试板厚度应为 1/2in. [12mm]，根部间隙不大于 1/4 in.，-0in. +1/16 in. [6mm-0mm,+1mm]。

图 3 焊缝金属的力学性能和致密性试验用试样

(第 369 页)



注：1. 详图 A 示出完整的接头和近似的焊缝轮廓。

2. 对于直径小于等于 0.068in. [1.7mm] 的焊丝，试板的厚度可以减小至 3/16in. [5mm]。

图 4 用单道焊丝得到的焊缝的横向拉伸和纵向导向弯曲用试样

已分类的药芯焊丝和保护气体（如果有的话），产生的焊缝金属上制取。试样应从焊块上或在断裂拉伸试样的减缩截面上或在图 3 坡口焊接中相应位置或高于此位置的任意位置取得。如有争议的话，焊块应为仲裁方法。

**10.2** 9.3 中描述的和图 2 中所示的上表面应去除并舍弃，分析试样应用任何合适的机械方法取自下层金属。试样应无渣。试样应取自距母材最近表面不小于 3/8in. [10mm]。当从断裂拉伸试样缩减截面或从图 3 坡口焊缝的相应位置取得时，试样可以用任何适当的机械方法获取。

**10.3** 试样应采用被认可的分析方法进行分析。仲裁的方法应是 ASTM E350。

**10.4** 分析的结果应满足表 6 中对所试验的焊丝类别的要求。

## 11 射线照相试验

**11.1** 9.4.1 所述和图 3 所示的焊接试件应进行射线照相来评定焊缝金属的致密性。准备射线照相

时，应除去背面衬垫，焊缝的 2 个面应切削加工或打磨光滑并与母材的原始表面平齐或有一均匀的加强高不超过 3/32in. [2.5mm]。允许试件的两边去除母材可低于原始表面 1/16in. [1.5mm]，为了将衬板和/或焊缝金属去除方便。焊缝金属的厚度不比名义的母材厚度减少超过 1/16in. [1.5mm]。在焊缝区，试件的两表面应足够光滑以免评片时发生困难。

**11.2** 焊缝应按 ASTM E1032 进行射线照相试验，检验的质量水平应是 2-2T。

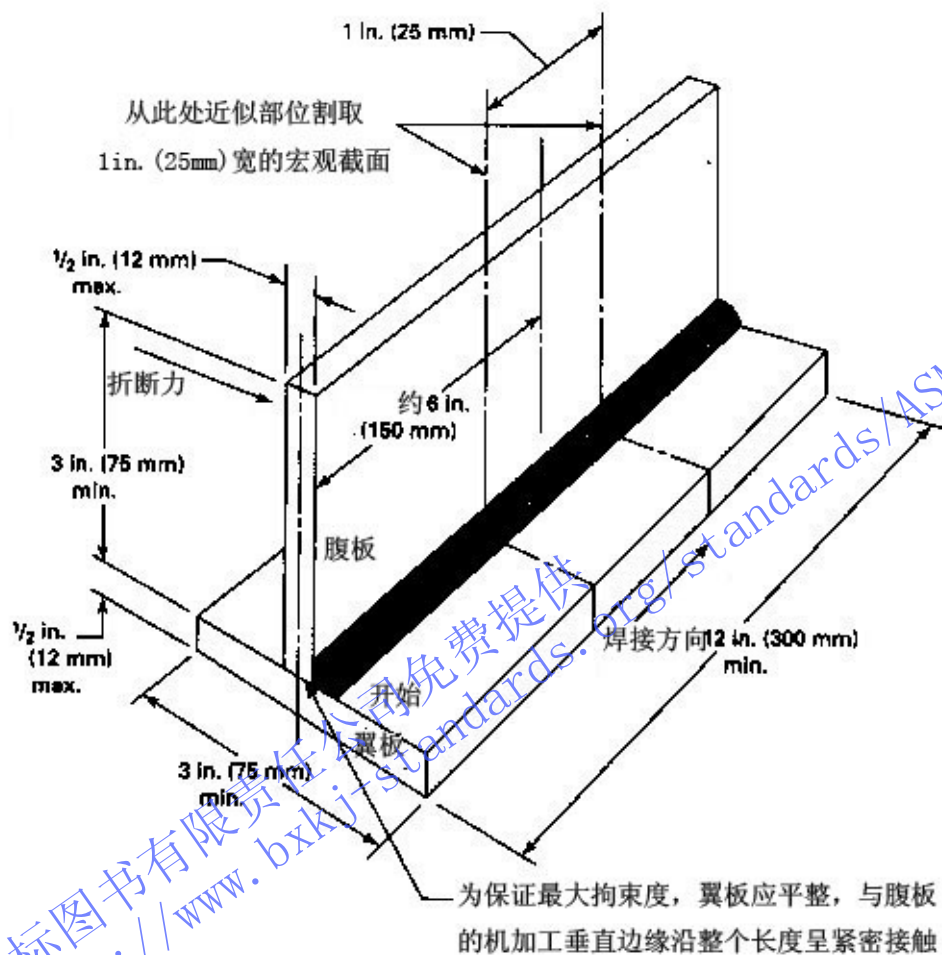
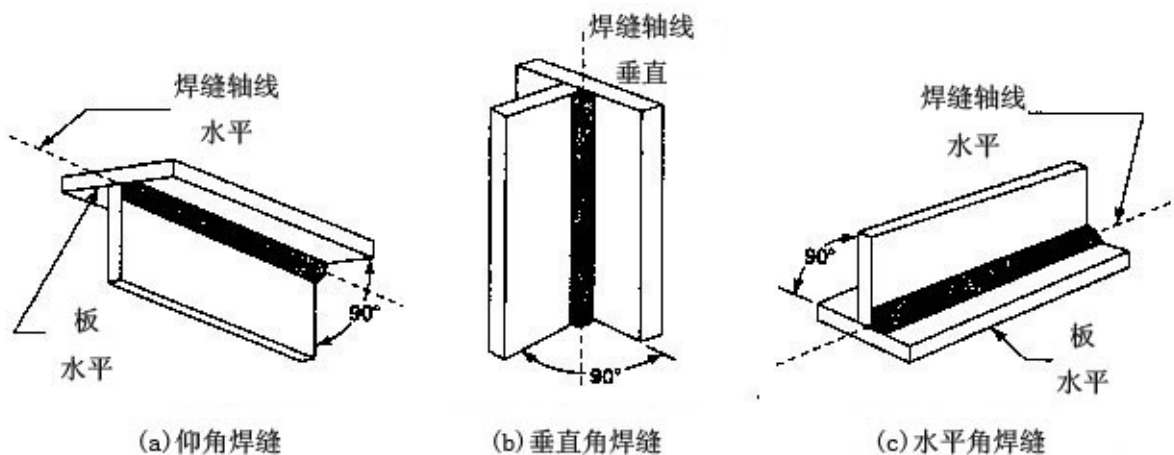
**11.3** 如果底片显示如下则认为焊缝金属满足致密性要求：

(a) 无裂缝，无未熔合和无未完全焊透。

(b) 无大于 1/4in. [6mm] 或焊缝厚度 1/3，二者较大者，的焊渣夹杂或无在 12 倍焊缝厚度的长度内总长度超过焊缝厚度的线性夹杂群除了当连续夹杂物之间的距离超过该群中最长夹杂长度的 6 倍外，以及

(c) 没有超出图 8 中射线照相标准的允许的图

(第 370 页)



注: 1. 如果腹板和翼板的厚度  $\leq 1/4$  in. [6 mm], 腹板和翼板的宽度应  $\geq 2$  in. [50 mm]。

2. 对于 EXXT-3 焊丝类别, 试板厚度应为  $3/16$  in. [5 mm]。

图 5 角焊缝试件

(第 371 页)

表 4 试件用母材

| AWS 类别         | ASTM 标准            | UNS 号  |
|----------------|--------------------|--------|
| EXXT-1C, -1M   | A36/A36M           | K02600 |
| EXXT-4         | A285/A285M C 级,    | K02801 |
| EXXT-5C, -5M   | A515/A515M 70 级    | K03101 |
| EXXT-6         | A516/A516M 70 级    | K02700 |
| EXXT-7         | A830/A830M 1015 级  | G10150 |
| EXXT-8         | A830/A830M 1018 级或 | G10180 |
| EXXT-9C, -9M   | A830/A830M 1020 级  | G10200 |
| EXXT-11        |                    |        |
| EXXT-12C, -12M |                    |        |
| EXXT-G         |                    |        |
| EXXT-2C, -2M   | A515/A515M 70 级或   | K03101 |
| EXXT-3         | A516/A516M 70 级    | K02700 |
| EXXT-10        |                    |        |
| EXXT-13        |                    |        |
| EXXT-14        |                    |        |
| EXXT-GS        |                    |        |

注: a. 依据 ASTM DS-56 (或 SAE HS-1086)。

b. 对角焊缝试验, 本表所列的任一种母材可用于任何类别。

表 5 多道焊焊丝类别的热输入要求和推荐的焊道和焊层数

| 直径          |      | 要求的平均热输入 |         | 建议的每层道数 |          | 建议的层数 |
|-------------|------|----------|---------|---------|----------|-------|
| in.         | mm   | kJ/in.   | kJ/mm   | 第 1 层   | 第 2 层至顶部 |       |
| ≤0.030      | ≤0.8 | 20-35    | 0.8-1.4 | 1 或 2   | 2 或 3    | 6-9   |
| 0.035       | 0.9  |          |         |         |          |       |
| ...         | 1.0  | 25-50    | 1.0-2.0 | 1 或 2   | 2 或 3    | 6-9   |
| 0.045       | ...  |          |         |         |          |       |
| ...         | 1.2  |          |         |         |          |       |
| 0.052       | ...  | 25-55    | 1.0-2.2 | 1 或 2   | 2 或 3    | 5-8   |
| ...         | 1.4  |          |         |         |          |       |
| 1/16        | 1.6  |          |         |         |          |       |
| 0.068       | ...  | 35-65    | 1.4-2.6 | 1 或 2   | 2 或 3    | 5-8   |
| ...         | 1.8  |          |         |         |          |       |
| 0.072       | ...  |          |         |         |          |       |
| 5/64(0.078) | 2.0  |          |         |         |          |       |
| 3/32(0.094) | 2.4  | 40-65    | 1.6-2.6 | 1 或 2   | 2 或 3    | 4-8   |
| 7/64(0.109) | 2.8  | 50-70    | 2.0-2.8 | 1 或 2   | 2 或 3    | 4-7   |
| 0.120       | ...  | 55-75    | 2.2-3.0 | 1 或 2   | 2        | 4-7   |
| 1/8(0.125)  | 3.2  |          |         |         |          |       |
| 5/32(0.156) | 4.0  | 65-85    | 2.6-3.3 | 1       | 2        | 4-7   |

注: a. 用于计算热输入的是:

$$(1) \text{ 热输入 (KJ/in.)} = \frac{\text{电压} \times \text{电流} \times 60}{\text{速度 (in./min)} \times 1000} \text{ 或 } \frac{\text{电压} \times \text{电流} \times 60 \times \text{弧时间 (min)}}{\text{焊缝长度(in.)} \times 1000}$$

$$(2) \text{ 热输入 (KJ/mm)} = \frac{\text{电压} \times \text{电流} \times 60}{\text{速度 (mm./min)} \times 1000} \text{ 或 } \frac{\text{电压} \times \text{电流} \times 60 \times \text{弧时间 (min)}}{\text{焊缝长度(mm.)} \times 1000}$$

b. 不适用于第 1 层。第 1 层应有一个 2 道的最大值。

c. 平均热输入是除了第 1 层外的所有道次的计算平均值。

d. 应采用无脉冲稳压(CV)电源。

(第 372 页)

表 6 焊缝金属化学成分要求

| AWS A5.20 类<br>别 | AWS A5.20M 类<br>别 | UNS 号 <sup>a</sup> | 重量百分数 <sup>b,c</sup> |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |                   |                 |  |
|------------------|-------------------|--------------------|----------------------|------|------|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------------|-----------------|--|
|                  |                   |                    | C                    | Mn   | Si   | S    | P    | Cr <sup>d</sup> | Ni <sup>d</sup> | Mo <sup>d</sup> | V <sup>d</sup> | Al <sup>d,e</sup> | Cu <sup>d</sup> |  |
| E7XT-1C,-1M      | E49XT-1C,-1M      | W07601             |                      |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |                   |                 |  |
| E7XT-5C,-5M      | E49XT-5C,-5M      | W07605             | 0.12                 | 1.75 | 0.90 | 0.03 | 0.03 | 0.20            | 0.50            | 0.30            | 0.08           | -                 | 0.35            |  |
| E7XT-9C,-9M      | E49XT-9C,-9M      | W07609             |                      |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |                   |                 |  |
| E7XT-4           | E49XT-4           | W07604             |                      |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |                   |                 |  |
| E7XT-6           | E49XT-6           | W07606             |                      |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |                   |                 |  |
| E7XT-7           | E49XT-7           | W07607             | 0.30                 | 1.75 | 0.60 | 0.03 | 0.03 | 0.20            | 0.50            | 0.30            | 0.08           | 1.8               | 0.35            |  |
| E7XT-8           | E49XT-8           | W07608             |                      |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |                   |                 |  |
| E7XT-11          | E49XT-11          | W07611             |                      |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |                   |                 |  |
| EXXT-G           | -                 | -                  | (f)                  | 1.75 | 0.90 | 0.03 | 0.03 | 0.20            | 0.50            | 0.30            | 0.08           | 1.8               | 0.35            |  |
| E7XT-12C,-12M    | E49XT-12C,-12M    | W07612             | 0.12                 | 0.16 | 0.90 | 0.03 | 0.03 | 0.20            | 0.50            | 0.30            | 0.08           | -                 | 0.35            |  |
| E6XT-13          | E43XT-13          | W06613             |                      |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |                   |                 |  |
| E7XT-2C,-2M      | E43XT-2C,-2M      | W07602             |                      |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |                   |                 |  |
| E7XT-3           | E43XT-3           | W07603             |                      |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |                   |                 |  |
| E7XT-10          | E43XT-10          | W07610             |                      |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |                   |                 |  |
| E7XT-13          | E43XT-13          | W07613             |                      |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |                   |                 |  |
| E7XT-14          | E43XT-14          | W07614             |                      |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |                   |                 |  |
| EXXT-GS          | -                 | -                  |                      |      |      |      |      |                 |                 |                 |                |                   |                 |  |

注: a. 依据 ASTM DS-56 (或 SAE HS-1086)。

b. 应对焊缝金属中含在本表中有数值的特定元素进行分析。列于本表的所有元素的总量不超过 5%。

c. 单个值为最大值。

d. 这些元素分析数值只有在故意加入时才写入报告。

e. 仅适用于自保护焊丝, 与保护气体一起使用的焊丝, 通常不大量加入 Al。

f. 气体保护焊丝最大极限为 0.18%。自保护焊丝最大极限为 0.3%。

g. 由于这些焊丝仅用于单道焊, 焊缝金属的成份是无意义的, 在这种焊缝中母材的稀释通常是很高的 (见附录中 A6)。

形显示。

在评片时, 试件两端 1in. [25mm] 的焊缝应忽略。

**11.3.1** 一个圆形显示是指在底片上长度不超过 3 倍宽度的显示。圆形显示在形状上可以是圆形的或不规则的, 也可有尾巴。圆球尺寸是显示的最大尺寸, 包括可能带有的尾巴。显示可能是气孔或夹渣。带有大于射线照相标准 (图 8) 所允许的大显示的试件不满足本标准的要求。

## 12. 拉伸试验

**12.1** 对多道焊焊丝类应从 9.4.1 叙述的和图 3 中示出的焊接试件中机械加工出 AWS B4.0 或 B4.0M 拉伸试验部分规定的全焊缝金属拉伸试样。拉伸试验试样应有名义直径 0.500in. [12.5mm] (或对表 1U 和表 1M 中某些焊丝为 0.250in. [6.5mm]) 以及一个长度与直径比为 4:1 的名义标距。

**12.1.1** 试样在机加工后, 但在试验前, 可能进行在温度不超过 220°F [105°C] 保温小于 48 时的

时效。然后允许冷却到室温。有关时效目的的讨论。参阅 A8.3

**12.1.2** 试样应采用 AWS B4.0 或 B4.0M 的拉伸试验部分所描述的方法进行试验。

**12.1.3** 全焊缝金属拉伸试验的结果应满足所采用的表 1U 或表 1M 规定的要求。

**12.2** 对单道焊焊丝类, 应从 9.4.2 叙述的和图 4 中示出的焊接的试件中机械加工出 AWS B4.0 或 B4.0M 拉伸试验部分规定的横向拉伸试验试样。横向的矩形拉伸试样是横切焊缝的全厚度试样并有名义减截面宽度 1.50in. [38mm]。

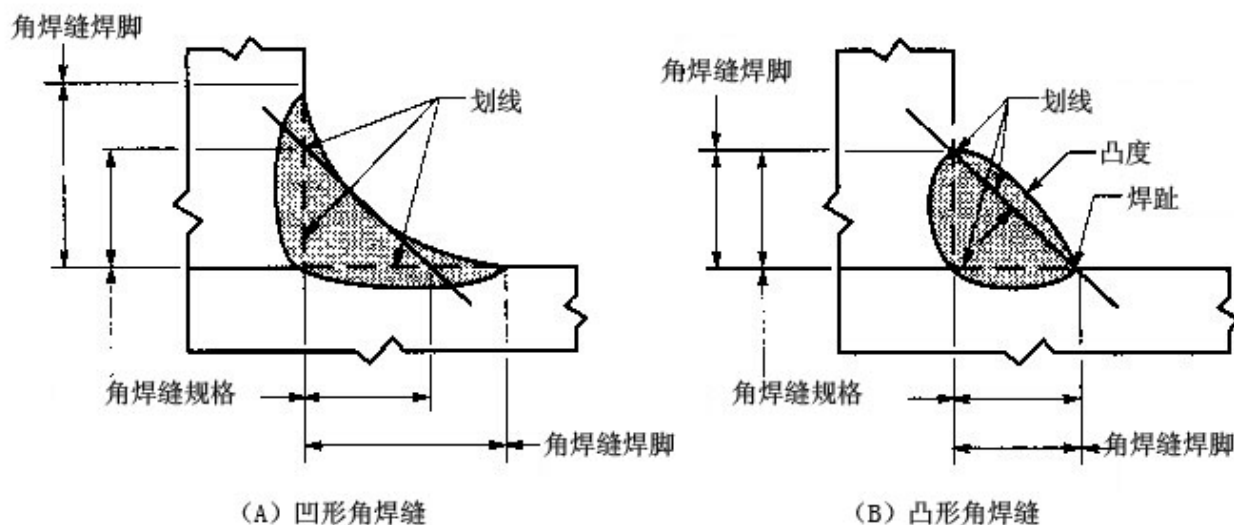
**12.2.1** 试样应采用 AWS B4.0 或 B4.0M 的拉伸试验部分所描述的方法进行试验。

**12.2.2** 位伸试验的结果应满足所采用的表 1U 或表 1M 规定的要求。

## 13 弯曲试验

**13.1** 根据表 3 的要求, 应从 9.4.2 所描述的和图 4 中所示的焊接试件加工出 1 根纵向面弯曲试

(第 373 页)



- 注: 1、角焊缝规格是在角焊缝截面上划线得出的最大等腰直角三角形的直角边长度。  
 2、凸度是从凸形角焊缝表面垂直线与连接两焊趾直线之间的最大距离。  
 3、角焊缝焊脚是从接头根部至角焊缝焊趾之间的距离。

图 6 角焊缝的尺寸

样。试样尺寸应如图 4 所示。弯曲试样的其他尺寸应符合 AWS B4.0 或 B4.0M 弯曲试验部分中的规定。

**13.2** 机加工之后的但在弯曲试验之前试样可以在  $\leq 200^{\circ}\text{F}$  [ $105^{\circ}\text{C}$ ] 的温度下, 时效不超过 48h, 然后允许冷却到室温。有关时效目的讨论参见 A8.3。

**13.3** 试样应按 AWS B4.0 或 B4.0M 弯曲试验部分所描述的方法进行试验。用在 B4.0 或 B4.0M 弯曲试验部分中规定的任意合适夹具在半径为  $\frac{3}{4}\text{in.}$  [19mm] 上均匀地弯曲通过  $180^{\circ}$ 。弯曲试样的放置应使最后焊接一面的焊缝表面处于拉伸状态。

**13.4** 弯曲以后试样应符合  $\frac{3}{4}\text{in.}$  [19mm] 半径。并有适当的回弹误差, 以及焊缝金属应在任何方向上当不用附加仪器检查时不存在任何裂缝或其他不超过  $\frac{1}{16}\text{in.}$  [3.2mm] 的开口性缺陷。母材中的裂缝, 只要它们不进入焊缝金属可以被忽略。当母材开口或裂缝进入焊缝金属, 试验应视为无效。发生这种情况的试样应替换。在这种情况下, 第 8 节中关于双倍试样的要求不适用。

## 14. 冲击试验

**14.1** 对表 1U[表 1M]和表 3 那些规定要求冲击试验的类别或采用了供选择的附加代号 “J”、“D” 或 “Q” 的类别应从图 3 所示焊接试件中加工出 5 支如 AWS B4.0 或 B4.0M 断裂韧性试验部分规定的全尺寸夏比 V 缺口冲击试样。

夏比 V 缺口试样的开缺口的面和被冲击的面的平行度应在 0.002in. [0.05mm] 之内, 试样的其他 2 个面与缺口面或受冲击面应在垂直度  $1^{\circ}$  的  $10^{\circ}$  之内。缺口应用机械的方法光滑地切割, 并与试样的长边垂直度在  $1^{\circ}$  之内。

至少要对 1 组 5 个试样中的 1 个试样测定其几何尺寸。测量要在至少放大 50 倍的情况下进行, 用投影仪或图象仪测试。在机加工前, 或加工后要用浸蚀的方法确认缺口的正确位置。

**14.2** 5 个试样应按照 AWS B4.0 或 B4.0M 进行试验。试验温度符合表 1U[表 1M]或表 10 (如果采用的话) 类别或供选择的附加代号中规定。

**14.3** 在评定试验结果中, 得到的最高和最低试验值舍弃。剩作的 3 个值应大于或等于规定的  $20\text{ft} \cdot \text{lb}$  [27J] 能量水平。3 个值中允许 1 个略低, 但不得低于  $15\text{ft} \cdot \text{lb}$  [20J] 而 3 个值之平均值应不低

(第 374 页)

表 7 角焊缝工艺性试验试样尺寸要求

| 测得的角焊缝规格 <sup>a</sup> |     | 最大凸度 <sup>a, b</sup> |     | 角焊缝焊脚的最大差值 <sup>a</sup> |     |
|-----------------------|-----|----------------------|-----|-------------------------|-----|
| in.                   | mm  | in.                  | mm  | in.                     | mm  |
| 1/8                   | 3.0 | 5/64                 | 2.0 | 1/32                    | 1.0 |
| 9/64                  | 3.5 | 5/64                 | 2.0 | 3/64                    | 1.0 |
| 5/32                  | 4.0 | 5/64                 | 2.0 | 3/64                    | 1.0 |
| 11/64                 | 4.5 | 5/64                 | 2.0 | 1/16                    | 1.5 |
| 3/16                  | ... | 5/64                 | ... | 1/16                    | ... |
| 13/64                 | 5.0 | 5/64                 | 2.0 | 5/64                    | 2.0 |
| 7/32                  | 5.5 | 5/64                 | 2.0 | 5/64                    | 2.0 |
| 15/64                 | 6.0 | 5/64                 | 2.0 | 3/32                    | 2.5 |
| 1/4                   | 6.5 | 5/64                 | 2.0 | 3/32                    | 2.5 |
| 17/64                 | ... | 3/32                 | ... | 7/64                    | ... |
| 9/32                  | 7.0 | 3/32                 | 2.5 | 7/64                    | 3.0 |
| 19/64                 | 7.5 | 3/32                 | 2.5 | 1/8                     | 3.0 |
| 5/16                  | 8.0 | 3/32                 | 2.5 | 1/8                     | 3.0 |
| 21/64                 | 8.5 | 3/32                 | 2.5 | 9/64                    | 3.5 |
| 11/32                 | 9.0 | 3/32                 | 2.5 | 9/64                    | 4.0 |
| 23/64                 | ... | 3/32                 | ... | 5/32                    | ... |
| 3/8                   | 9.5 | 3/32                 | 2.5 | 5/32                    | 4.0 |

注: a. 所有测得值应圆整到最接近 1/64in. [0.5mm]。

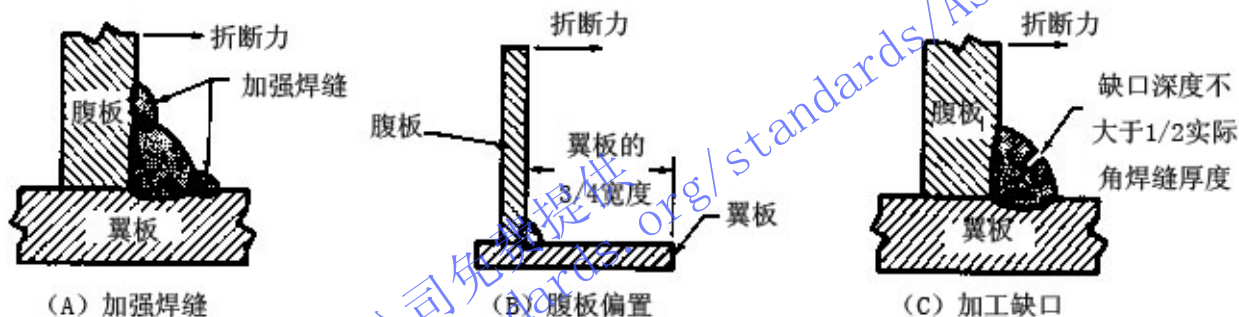
b. 对 EXXT-5C<sub>2</sub>-5M 焊丝最大凸度可能比表列要求大 1/32in. [0.8mm。]

图 7 促使角焊缝断裂的几种方法

于要求的 20ft · lb[27J]的能量水平。对“D”和“Q”供选择的附加代号类,其要求应采用表 10 中所示的值。

### 15 角焊缝试验

15.1 当表 3 中有要求时,应该根据 9.4.3 和图 5 进行角焊缝试验。用肉眼检查完成的角焊缝的整个表面应无裂纹的显示并焊缝应该无咬边、溢流、夹渣和表面气孔。在肉眼检查后应制备如图 5 所示的含有约 1in.[25mm] 焊缝(在长度方向)的试样。试样的一个横截面表面应被抛光和浸蚀并按 15.2 中要求进行试验。

15.2 在准备好的试样表面划线,如图 6 所示,应用实际测量的方法量角焊缝的焊脚的长度和凸度,精确到 1/64in. [0.5mm]。尺寸应满足表 7 对角焊缝规格、凸度以及焊脚长度差允许值的规定。

15.3 剩下的 2 块试件应采用图 5 中所示的作用力从纵向将角焊缝折断。如有必要,可用下列一种或几种办法,使通过角焊缝断裂:

(a) 如图 7(A)中所示,在角焊缝的每个焊脚上加上一道加强焊道。

(b) 为图 7(B)中所示,可以改变翼板上的腹板位置。

(第 375 页)

(c) 如图 7(C)中所示, 角焊缝面上可开缺口。

弯曲时焊缝金属从母材上拉开, 试验无效。发生这种情况的试样被掉换, 一个代一个, 直至完成试验。在这种情况下第 8 节复试规定的双倍试样要求不适用。

**15.4** 应检查断裂的表面。它们应无裂缝以及无不合格的气孔和夹渣。焊缝根部的未熔合不应超过焊缝总长度的 20%。图 6 中所示的斜边为基线的等腰三角形的顶点以外的夹渣不视为未熔合。

## 16. 扩散氢试验

**16.1** 用供选用的附加扩散氢代号识别的焊丝无论直径 $\geq 2\frac{3}{32}$ in. [2.4mm]或 $\leq 0.045$ in. [1.2mm]都应按 AWS A4.3 中给出的方法进行试验。如果制造的最大直径 $\leq \frac{1}{16}$ in. [1.6mm], 只需对最大直径进行试验。在扩散氢试验中应采用一个机械化焊接系统。在满足表 8 要求的试验结果平均值基础上, 可将一定的扩散氢代号加在类别的末尾。

**16.2** 试验应用从事先未打开的容器中取出的焊丝进行。试验前对焊丝改善性处理是不允许的。改善性处理可以被认作为任何专门的准备和处理, 如果用户通常不进行的焊丝焙烘。用于分类用的保护气体, 如果用的话, 也应用来进行扩散氢试验。确定氢的焊缝应在一定的焊丝送进速率(或焊接电流)下制得, 它取决于制造厂推荐的所试验的焊丝规格和类型的操作范围。当使用焊丝送进速率时, 为扩散氢试验的所用的最小送丝速率由下列方程给出。当用焊接电流时, 方程式就将在有“WFR”出现的地方用“焊接电流”替代进行修改。电压应由制造商为试验所采用送丝速率(或焊接电流)而推荐。接触顶部到工件的距离(CTWD)应为制造商为试验所采用送丝速率(或焊接电流)而推荐的最小值(参阅 16.3 中“Q”代号要求)。所用的焊接速度应是建立一个试样所要求的焊缝宽度所要求的那样, 参见 A8.27。

$$WFR_{\min} = WFR_{\text{mfg. min}} + 0.75(WFR_{\text{mfg. max}} - WFR_{\text{mfg. min}})$$

此处:

$WFR_{\text{mfg. max}}$  = 扩散氢试验用的最小送丝速率

$WFR_{\text{mfg. min}}$  = 由制造厂推荐的最小送丝速率

$WFR_{\text{mfg. max}}$  = 由制造厂推荐的最大送丝速率

**16.3** 对带有“Q”供选择的附加代号的焊丝的氢试验, 其 CTWD 对直径 $< \frac{1}{16}$ in. [1.6mm]的焊丝应 $\leq \frac{5}{8}$ in. [1.6mm]; 对 $\frac{1}{16}$ in. [1.6mm]应 $\leq \frac{3}{4}$ in. [20mm]; 对 $> \frac{1}{16}$ in. [1.6mm]的焊丝来说应 $\leq 1$ in. [25mm]。带选择的附加代号“Q”的焊丝应当按照本标准试验时扩散氢的最大平均值应为 5.0ml/100g 熔敷金属或 8.0ml/100g 熔敷金属。满足最大平均扩散氢极限为 5.0ml/100g 熔敷金属的“Q”代号焊丝不用选择的附加的氢代号。最大平均扩散氢超过 5.0ml/100g 熔敷金属但满足 8.0ml/100g 熔敷金属的“Q”代号的焊丝应用选择的附加氢代号“H8”来识别(参见图 1)。满足最大平均扩散氢 5.0ml/100g 熔敷金属的焊丝也满足代号“H8”焊丝的要求。

**16.4** 为了验证与扩散氢要求的一致性, 参考气氛的条件应该是在焊接时干燥空气的绝对湿度为 10 格林水汽/lb[1.43g/kg]。(参见 A8.2.5)。根据 AWS A4.3 实际的气氛条件应与试验的平均值一起写入报告。

表 8 焊缝金属供选择的氢极限<sup>a</sup>

| 供选择的附加的<br>扩散氢代号 <sup>b,c,d</sup> | 平均扩散氢, 最大 <sup>e,f</sup><br>ml/100g 熔敷金属 |
|-----------------------------------|------------------------------------------|
| H16                               | 16.0                                     |
| H8                                | 8.0                                      |
| H4                                | 4.0                                      |

注: a 当按 16 节规定的 AWS A4.3 进行试验时的扩散氢极限值。

b 见图 1。

c 在某些类别中可能不存在较低的扩散氢水平 (H8 和 H4) (见 A8.2.7)。

d 满足 H4 代号的扩散氢极限值要求的焊丝也满足 H8 和 H16 代号的扩散氢极限值要求。

满足 H8 代号的扩散氢极限值要求的焊丝也满足 H16 代号的扩散氢极限值的要求。

e 这些氢的极限值是在含有不超过 10grain/lb[1.43g/kg]水的干燥空气中进行焊接为基础的。在任何较高大气湿度下试验是可以接受的, 提供的极限值也是可以接受的(见 16.4.16.5)

f 当根据本标准进行试验时(见 16.3), 带有“Q”供选择的附加代号的焊丝的最大扩散氢平均值要求应是 5.0ml/100g 熔敷金属或 8.0ml/100g 熔敷金属。

**16.5** 当在准备试件时绝对湿度等于或超过参考条件, 试验应视为验证本标准要求的与实际试验结果满足所用代号的扩散氢要求的一致性。如果一焊丝的实际试验结果满足表 8 中规定的较低(或最

\*从文章意思看此处应为  $WFR_{\min}$ 。原文有误一译者

(第 376 页)

表 9 供选择的附加代号“D”和“Q”方法的要求

| 供选择的<br>附加代号          | 热输入方法<br>(快或慢冷) | 预热温度<br>°F [°C]        | 道间温度<br>°F [°C]        | 单焊道热输入<br>要求 <sup>a</sup> | 所有焊道平均<br>热输入要求 <sup>a</sup>         |
|-----------------------|-----------------|------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| 对焊丝直径<3/32in. [2.4mm] |                 |                        |                        |                           |                                      |
| D                     | 低<br>(快冷速率)     | 70±25°F<br>[20±15°C]   | 200±25°F<br>[90±15°C]  | ≤33kJ/in.<br>[1.3kJ/mm]   | 30+2,-5kJ/in.<br>[1.2+0.1,-0.2kJ/mm] |
|                       |                 |                        |                        | 对焊丝直径≥3/32 in. [2.4mm]    |                                      |
| Q                     | 高<br>(慢冷速率)     | 300±25°F<br>[150±15°C] | 500±50°F<br>[260±25°C] | ≤44kJ/in.<br>[1.7kJ/mm]   | 40+2,-5kJ/in.<br>[1.6+0.1,-0.2kJ/mm] |
|                       |                 |                        |                        | ≥75kJ/in.<br>[3.0kJ/mm]   | 80+5,-2kJ/in.<br>[3.1+0.2,-0.1kJ/mm] |
|                       | 低<br>(快冷速率)     | 70±25°F<br>[20±15°C]   | 150°F 最大<br>[65°C 最大]  | ≥33kJ/in.<br>[1.3kJ/mm]   | 30+2,-5kJ/in.<br>[1.2+0.1,-0.2kJ/mm] |
|                       |                 |                        |                        | ≥60kJ/in.<br>[2.4kJ/mm]   | 70+5,-2kJ/in.<br>[2.8+0.2,-0.1kJ/mm] |

注：<sup>a</sup> 不要用于第一层。第一层可能有 1 或 2 焊道。

低)氢代号,该焊丝也满足表 8 中所有较高代号的要求,无需重新试验。

## 17 “D”和“Q”供选择的附加代号试验。

17.1 任何直径用“D”或“Q”供选择的附加代号识别的焊丝(见图 1)应用(1)低热输入、快冷却速率方法和(2)高热输入、慢冷却速率方法(见 17.2、17.3、17.4、17.5 和表 9)上述 2 种方法进行试验。

17.1.1 用表 4 规定的母材的试件应按图 3 制备。焊接时试件应受拘束(或预变形),以防止翘曲超过 5°。从平面翘曲超过 5°的试板应该舍弃,不得校平。

17.1.2 “D”和“Q”代号的低热输入、高冷却速率坡口焊缝用 1G 位置焊接。

17.1.3 “D”和“Q”代号的高热输入、低冷却速率坡口焊缝,对分类为平焊和横焊(位置代号“0”)的焊丝应用 1G 位置焊接。

对分类为全位置焊(位置代号“1”)的焊丝,高热输入,低冷却速率坡口焊缝应用 3G 位置向上行进方法焊接。

17.2 当对“D”代号焊丝试验时,低热输入,高的冷却速率坡口焊缝的焊接应在试件温度 70°F ±25°F [20°C ±15°C]时开始。应连续焊接直到试件

达到道间温度 200°F ±25°F [90°C ±15°C]。对剩余的焊缝部分也应保持此道间温度。如果必须中断焊接,应允许试件在室温静止空气中冷却。当要继续焊接之前,试件应加热到道间温度范围。

对直径小于 3/32 in. [2.4mm]的焊丝,除了第 1 层外,所有的焊道的平均热输入应为 30+2,-5kJ/in. [1.2+0.1,-0.2kJ/mm]。除了第 1 层外,应没有个别焊道的热输入超过 33kJ/in. [1.3kJ/mm]。参阅表 9。

对直径≥3/32 in. [2.4mm]的焊丝,其热输入,除了第 1 层外,对所有的焊道应为 40+2,-5kJ/in. [1.6+0.1,-0.2kJ/mm]。应没有个别焊道的热输入超过 44kJ/in. [1.7kJ/mm]。参见表 9

17.3 当对“D”代号进行试验时,高热输入,慢冷速率的坡口焊缝应在试样预热到 300°F ±25°F [150°C ±15°C]再开始焊接。焊接应连续进行,直到试件温度达到 500°F ±50°F [260°C ±25°C]的道间温度。在剩余的焊缝上应保持这个温度。如果必须中断焊接,试件应被允许在室温的空气中冷却。如要继续焊接,焊前必须将试件加热到道间温度范围之内。

除了第 1 层外的所有焊道的平均热输入应为 80+5,-2kJ/in. [3.1+0.2,-0.1kJ/mm]。除了第 1 层外,没有单独的焊道应在<75kJ/in. [3.0kJ/mm]的热输入下制得,参见表 9

(第 377 页)

表 10 对“D”和“Q”供选择的附加代号焊丝的力学性能要求

| 供选择的附加代号 | 拉伸试验要求                                   | 最小夏比 V 缺口冲击要求        |
|----------|------------------------------------------|----------------------|
| D        | 屈服强度 $\geq 58\text{ksi}[400\text{MPa}]$  | 40ft • lbf 在 +70°F 时 |
|          | 抗拉强度 $\geq 70\text{ksi}[490\text{MPa}]$  | [54J 在 +20°C]        |
|          | 标距为 2 in. [50mm] 的伸长率 $\geq 22\%$        | (见注 a,b)             |
| Q        | 屈服强度 58–80ksi[400–550MPa]                | 20ft • lbf 在 -20°F 时 |
|          | 对高热输入, 慢冷速率试验                            | [27J 在 -30°C]        |
|          | $\leq 90\text{ksi}[620\text{MPa}]$       | (见注 d)               |
|          | 对低热输入, 快冷速率试验                            |                      |
|          | 标距为 2 in. [50mm] 的伸长率 $\geq 22\%$ (见注 C) |                      |

注: a 试验 5 个试样。从单一试验板上取的 5 个试样中得到的最低和最高值应舍弃。余下的 3 个值应大于等于规定的在试验温度下的 40ft • lbf(54J)能量水平。3 个中的一个可略低但不能小于 30ft • lbf[41J]以及 3 个的平均值应不低于要求的 40ft • lbf[54J]能量水平。

b 当根据 A5.20[A5.20M]分类试验要求进行试验时, 焊丝也应满足最小的韧性要求: 20ft • lbf 在 0°F [27J 在 -18°C]。

c 当对代号“Q”试验时, 试样应不进行时效。

d 应试验 5 个试样, 5 个中的一个可以低于规定的 20ft • lbf[27J]能量水平, 但不能低于 15ft • lbf[20J], 同时 5 个试样的平均值应不低于 20ft • lbf[27J]能量水平。

**17.4** 当对“Q”代号试验时, 低热输入, 快冷却速率的坡口焊缝试样的焊接应从试件温度 70°F  $\pm 25^\circ\text{F}$  [20°C  $\pm 15^\circ\text{C}$ ] 时进行。焊接应连续进行, 直至试件达到最高的道间温度。如果必需中断焊接, 允许试件在室温的静止空气中冷却。在继续焊接之前应将试件加热到最高道间温度之内。

除了第 1 层外, 所有焊道的平均热输入应该是 30+2, -2kJ/in. [1.2+0.1, -0.2kJ/mm]。除了第 1 层外, 没有单独的焊道的热输入超过 33kJ/in. [1.3kJ/mm]。参见表 9。

**17.5** 当对“Q”代号试验时, 高热输入, 慢冷却速率坡口焊缝应在预热到 300°F  $\pm 25^\circ\text{F}$  [150°C  $\pm 15^\circ\text{C}$ ] 的试件上开始焊接。剩余的焊缝应保持道间温度 300°F  $\pm 25^\circ\text{F}$  [150°C  $\pm 15^\circ\text{C}$ ]。如果必须中断焊接, 允许试件在室温的静止空气中冷却。在继续焊接之前, 应将试件加热到最高道间温度范围之内。

除了第 1 层外, 所有焊道的平均热输入应为 70+5, -2kJ/in. [2.8+0.2, -0.1kJ/mm]。除了第 1 层外, 没有单独的焊道在低于 60kJ/in. [2.4kJ/mm] 的热输入下制得。参见表 9

**17.6** 在焊接完成并试样可冷却之后, 试件应根据图 3 和 11, 12, 14 节规定进行制备和试验。拉伸和冲击试验应满足表 10 中“D”或“Q”代号之规定。

**17.7** 当验证带有“D”或“Q”供选择的附加代号的焊丝时, 所采用的 2 种 (低热输入, 高冷却

速率和高热输入、低冷却速率) 坡口焊缝的平均热输入, 除第一层外, 都应清楚地在试验报告中陈述。

## 18 制造方法

按本标准分类的焊丝可以采用能生产出符合本标准要求的焊丝的任何方法来制造。

## 19 标准规格

不同包装形式的填充金属如有支架卷、无支架卷、焊丝筒和焊丝盘等标准规格列于表 11。

## 20 光洁度和均匀度

**20.1** 所有焊丝应具有光滑的表面, 应无对焊接特性, 焊接设备的操作或对焊缝金属的性能有害作用的毛刺, 凹陷、刮伤、氧化皮、缝隙、折叠 (纵向接头除外) 和外来物质。

**20.2** 每一连续长度的焊丝应由 AWS A5.01 中定义的单一批号的材料组成, 当存在焊缝时, 应制成在自动焊或半自动焊设备中不阻碍焊丝均匀和不间断地送进的状态。

**20.3** 焊丝的芯部组成物应沿整个长度足够均匀分布, 使焊丝的操作和焊缝金属的性能不受到有害的影响。

**20.4** 本标准中的任何焊丝都可采用适当的保护镀层。

(第 378 页) 表 11 焊丝的标准规格和公差<sup>a</sup>

| 美国惯用单位      |         | 国际制单位(SI) <sup>b</sup> |             |
|-------------|---------|------------------------|-------------|
| 直径(in.)     | 公差(in.) | 直径(mm)                 | 公差(mm)      |
| 0.030       | ±0.002  | 0.8                    | +0.02/-0.05 |
| 0.035       | ±0.002  | 0.8                    | +0.02/-0.05 |
| 0.040       | ±0.002  | 1.0                    | +0.02/-0.05 |
| 0.045       | ±0.002  | ...                    | ...         |
| ...         | ...     | 1.2                    | +0.02/-0.05 |
| 0.052       | ±0.002  | ...                    | ...         |
| ...         | ...     | 1.4                    | +0.02/-0.05 |
| 1/16(0.062) | ±0.002  | 1.6                    | +0.02/-0.06 |
| 0.068       | ±0.003  | ...                    | ...         |
| ...         | ...     | 1.8                    | +0.02/-0.06 |
| 0.072       | ±0.003  | ...                    | ...         |
| 5/64(0.078) | ±0.003  | 2.0                    | +0.02/-0.06 |
| 3/32(0.094) | ±0.003  | 2.4                    | +0.02/-0.06 |
| 7/64(0.109) | ±0.003  | 2.8                    | +0.02/-0.06 |
| 0.120       | ±0.003  | ...                    | ...         |
| 1/8(0.125)  | ±0.003  | 3.2                    | +0.02/-0.07 |
| 5/32(0.156) | ±0.003  | 4.0                    | +0.02/-0.07 |

注: a 与上述不同规格生产的焊丝可用与所示相似的公差进行分类。

b 所示公差 ISO544 中规定的。

## 21 标准的包装形式

**21.1** 标准的包装形式是有支架卷、无支架卷焊丝盘和焊丝筒。每种形式的标准尺寸和公差在表 12 和图 9 和图 10 中给出。与这些不同的其他的包装形式、规格和重量应由供需双方协定。

**21.2** 有支架焊丝卷的衬套的设计和制作应能防止焊丝卷在正常的搬运和使用中发生变形, 并且它们应足够干净和干燥, 以保持焊丝的清洁。

**21.3** 焊丝盘的设计和制造应能防止焊丝在正常的搬运和使用过程中发生变形, 并且它们应足够干净和干燥, 以保持焊丝的清洁。

## 22 缠绕要求

**22.1** 焊丝盘和焊丝卷(包括焊丝筒)上焊丝的缠绕应避免扭折、波浪形、锐弯、重叠或楔形嵌入, 并能够无阻碍地自由退绕。焊丝的外面一端(开始焊接的一端)应作识别标记, 使它能容易地被找出, 并应牢牢地固定好, 以免松开。

**22.2** 焊丝卷、焊丝盘和焊丝筒中的焊丝的弹射度和螺旋度应能使焊丝在自动和半自动焊接设备上不间断地送进的程度。

## 23 填充金属的识别

**23.1** 第 25 节包装的标记中要求的每个包装上标出的产品资料和警告性资料也应出现在每个焊丝卷、焊丝盘和焊丝筒上。

**23.2** 无支架焊丝卷应在卷中焊丝的里面一端

牢固地系上附有包含这些资料的标签。

**23.3** 有支架焊丝应在支架的显著位置牢固地附上这种资料。

**23.4** 焊丝盘应至少在一个法兰的外侧的显著部位牢固地附上这种资料。

**23.5** 焊丝筒应在其外边的显著部位上牢固地附上这种资料。

## 24 包装

焊丝应合适地包装, 以保证在正常情况下的搬运和贮存中不受损伤。

## 25 包装的标记

**25.1** 每个单位包装的外部要至少看到醒目地标出的下列产品资料:

- (a) AWS 标准号(版本年份可以删去)和类别号, 以及适用的供选择的代号。
- (b) 供货商姓名和商业代号
- (c) 规格和净重。
- (d) 批号、检验号或炉号。

**25.2** 在所有药芯焊丝的包装(包括大包装中的单位包装)上都应清晰地、醒目地印有 ANSI Z49.1 最新版本(作为最低要求)中给出的或相当内容的合适的警告性资料<sup>8</sup>。

8. 对某些普近的或采用一定方法的特殊耗材的警告性标签的典型例子示于 ANSI Z49.1 中的图中。

(第 379 页)

表 12 包装要求<sup>a</sup>

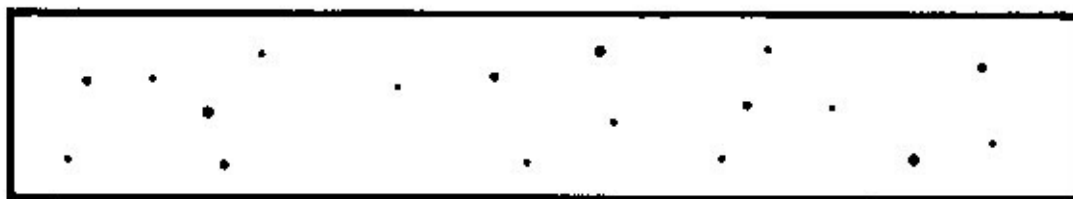
| 包装类型                      |             | 包装规格 <sup>b</sup> |           | 焊丝净重 <sup>c</sup> |                 |          |
|---------------------------|-------------|-------------------|-----------|-------------------|-----------------|----------|
|                           |             | in.               | mm        | lb                | kg              |          |
| 无支架卷                      |             | (见注 d)            |           | (见注 d)            |                 |          |
| 有支架卷（见下面）                 | 内径          | 6-3/4             | 170       | 14                | 6               |          |
|                           | 内径          | 12                | 300       | 25, 30, 50 和 60   | 10, 15, 25 和 30 |          |
| 盘                         | 外径          | 4                 | 100       | 1-1/2 和 2-1/2     | 0.5 和 1.0       |          |
|                           | 外径          | 8                 | 200       | 10, 15 和 22       | 4.5, 5.5 和 7    |          |
|                           | 外径          | 12                | 300       | 25, 30, 35 和 44   | 10, 15 和 20     |          |
|                           | 外径          | 14                | 350       | 50 和 60           | 20 和 25         |          |
|                           | 外径          | 22                | 560       | 250               | 100             |          |
|                           | 外径          | 24                | 610       | 300               | 150             |          |
|                           | 外径          | 30                | 760       | 600, 750 和 1000   | 250, 350 和 450  |          |
|                           | 筒           | 外径                | 15-1/2    | 400               | (见注 C)          |          |
| 外径                        |             | 20                | 500       | (见注 C)            |                 |          |
| 外径                        |             | 23                | 600       | 300 和 600         | 140 和 270       |          |
| 有支架卷—标准尺寸和重量 <sup>a</sup> |             |                   |           |                   |                 |          |
| 卷净重 <sup>c</sup>          |             |                   | 卷尺寸       |                   |                 |          |
| 焊丝规格                      |             | 衬套内径              |           | 绕成焊丝的宽度           |                 |          |
|                           |             | lb                | kg        | in.               | mm              |          |
| 全部                        | 14          | 6                 | 6-3/4±1/8 | 170±3             | 3               | 75       |
|                           | 25 和 30     | 10 和 15           | 12±18     | 300+3, -10        | 2-1/2 或 4-5/8   | 65 或 120 |
|                           | 50, 60 和 65 | 20, 25 和 30       | 12±18     | 300+3, -10        | 4-5/8           |          |

注: a 与本规定不同的其他规格和净重可由供需双方协定。

c 净重的公差应为±10%。

d 按供需双方协定。

(第 380 页)



(A) 混合的圆形显示

直径和长度的规格为 $1/64\text{in.}$  ( $0.4\text{mm}$ )至 $1/16\text{in.}$  ( $1.6\text{mm}$ )

在焊缝的任何 $6\text{in.}$  ( $150\text{mm}$ )内显示的最大数量=18, 但限制如下:

直径或长度为 $3/64\text{in.}$  ( $1.2\text{mm}$ )至 $1/16\text{in.}$  ( $1.6\text{mm}$ )的大显示的最大数量=3

直径或长度为 $1/32\text{in.}$  ( $0.8\text{mm}$ )至 $3/64\text{in.}$  ( $1.2\text{mm}$ )的中等显示的最大数量=5

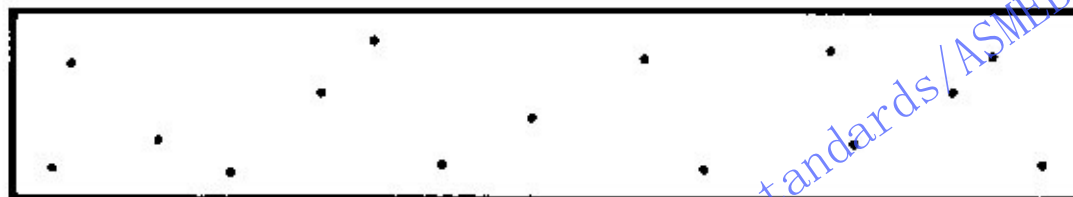
直径或长度为 $1/64\text{in.}$  ( $0.4\text{mm}$ )至 $1/32\text{in.}$  ( $0.8\text{mm}$ )的小显示的最大数量=10



(B) 大的圆形显示

直径或长度为 $3/64\text{in.}$  ( $1.2\text{mm}$ )至 $1/16\text{in.}$  ( $1.6\text{mm}$ )

在焊缝的任何 $6\text{in.}$  ( $150\text{mm}$ )内显示的最大数量=8



(C) 中等的圆形显示

直径或长度为 $1/32\text{in.}$  ( $0.8\text{mm}$ )至 $3/64\text{in.}$  ( $1.2\text{mm}$ )

在焊缝的任何 $6\text{in.}$  ( $150\text{mm}$ )内显示的最大数量=15



(D) 小的圆形显示

直径或长度为 $1/64\text{in.}$  ( $0.4\text{mm}$ )至 $1/32\text{in.}$  ( $0.8\text{mm}$ )

在焊缝的任何 $6\text{in.}$  ( $150\text{mm}$ )内显示的最大数量=30

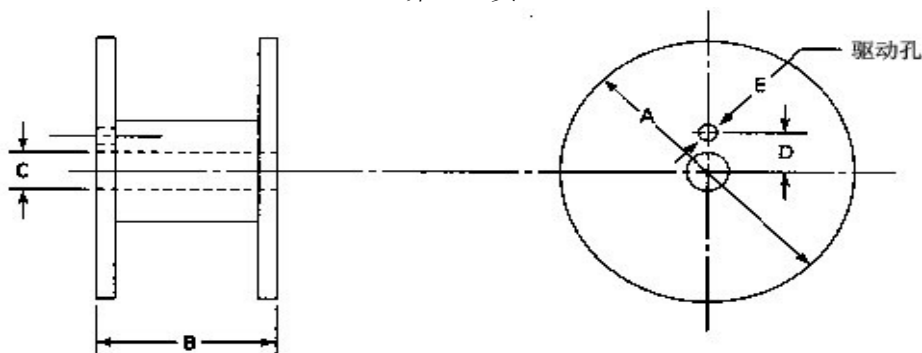
注: 1. 在使用这些标准中, 应该用试样射线底片中存在的圆形显示最有代表性的规格图来确定其与射线照相标准的一致性。

2. 由于这些是专为分类目的而在试验室里焊制的试验焊缝, 这些试验焊缝的射线探伤要求比一般在生产中要求的更为严格。

3. 最大尺寸不超过  $1/64\text{in.}$  [ $0.4\text{mm}$ ] 直径或长度的显示应不予考虑。

图 8 图 3 中试体的射线照相标准

(第 381 页)



|               | 尺 寸            |        |                |           |                 |           |                 |           |
|---------------|----------------|--------|----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
|               | 4 in. [100mm]盘 |        | 8 in. [200mm]盘 |           | 12 in. [300mm]盘 |           | 14 in. [350mm]盘 |           |
|               | in.            | mm     | in.            | mm        | in.             | mm        | in.             | mm        |
| A 直径, 最大[注 4] | 4.0            | 102    | 8.0            | 203       | 12              | 305       | 14              | 355       |
| B 宽           | 1.75           | 46     | 2.16           | 56        | 4.0             | 103       | 4.0             | 103       |
| 公差            | $\pm 0.03$     | +0, -2 | $\pm 0.03$     | +0, -3    | $\pm 0.06$      | +0, -3    | $\pm 0.06$      | +0, -3    |
| C 直径          | 0.63           | 16     | 2.03           | 50.5      | 2.03            | 50.5      | 2.03            | 50.5      |
| 公差            | +0.01, -0      | +1, -0 | +0.06, -0      | +2.5, -0  | +0.06, -0       | +2.5, -0  | +0.06, -0       | +2.5, -0  |
| D 轴间距离        | —              | —      | 1.75           | 44.5      | 1.75            | 44.5      | 1.75            | 44.5      |
| 公差            | —              | —      | $\pm 0.02$     | $\pm 0.5$ | $\pm 0.02$      | $\pm 0.5$ | $\pm 0.02$      | $\pm 0.5$ |
| E 直径[注 3]     | —              | —      | 0.44           | 10        | 0.44            | 10        | 0.44            | 10        |
| 公差            | —              | —      | +0, -0.06      | +1, -0    | +0, -0.06       | +1, -0    | +0, -0.06       | +1, -0    |

注: (1) 芯轴的外径应能使填充金属顺利地送进。

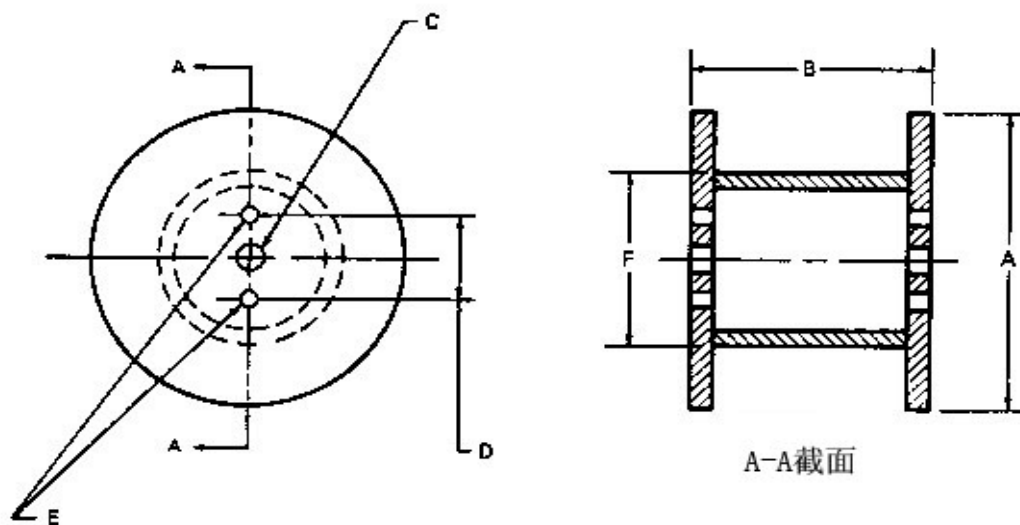
(2) 芯轴的内径应能使芯轴的隆起式芯轴与法兰的对中不会导致焊丝盘心部小于法兰的内径。

(3) 每个法兰上的孔不需要对中的在一直线。4in. [100mm]. 焊丝盘不要求驱动孔。

(4) 公制尺寸和公差符合 ISO 544 标准, 除了在名义直径的“A”规定值±公差 (宁愿仅使用正公差) 图中示出的是最大值。

图 9 标准焊丝盘—4、8、12 和 14in. [100、200、300 和 350mm]焊丝盘尺寸

(第 382 页)



|               | 尺寸               |      |                  |      |                  |      |
|---------------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|
|               | 22 in. [560mm] 盘 |      | 24 in. [610mm] 盘 |      | 30 in. [760mm] 盘 |      |
|               | in.              | mm   | in.              | mm   | in.              | mm   |
| A 直径, 最大[注 4] | 22               | 560  | 24               | 610  | 30               | 760  |
| B 宽           | 12               | 305  | 13.5             | 345  | 13.5             | 345  |
| C 直径          | 1.31             | 35.0 | 1.31             | 35.0 | 1.31             | 35.0 |
| 公差            | +0.13, -0        | ±1.5 | +0.13, -0        | ±1.5 | +0.13, -0        | ±1.5 |
| D 中心至中心距离     | 2.5              | 63.5 | 2.5              | 63.5 | 2.5              | 63.5 |
| 公差            | ±0.1             | ±1.5 | ±0.1             | ±1.5 | ±0.1             | ±1.5 |
| E 直径[注 3]     | 0.69             | 16.7 | 0.69             | 16.7 | 0.69             | 16.7 |
| 公差            | +0, -0.06        | ±0.7 | +0, -0.06        | ±0.7 | +0, -0.06        | ±0.7 |

注: (1) 芯轴的外径, 尺寸 F, 应允许焊丝正确地送进。

(2) 芯轴的内径应能从芯轴的隆起或芯轴与法兰的不对中不会导致焊丝盘心部小于法兰的内径。

(3) 在每个法兰上有 2 个孔并与 2 个法兰上的中心孔一直线上。

图 10 标准焊丝盘—22、24 和 30 in. [560、610 和 760mm] 焊丝盘的尺寸

(第 383 页)

## 附录 A

## AWS《弧焊用碳钢药芯焊丝标准》指南

(本附录不是 AWS A5.20/5.20M: 2005《弧焊用碳钢药芯焊丝标准》的一部分, 附在本标准中仅作为参考资料)

## A1、引言

本指南的目的在于建立焊丝类别与其预期应用之间的相互关系, 使标准能更有效地被应用。本指南提供了一些例子, 而不是每种焊丝所适用的材料及其应用的完整的清单。

## A2 分类体系

**A2.1 焊丝的分类。** A5.20 和 5.20M 标准中焊丝类别的识别体系绝大部分遵循了在其他 AWS 填充金属中所采用的标准模式, 本体系的图解说明见图 1。

AWS 文件传统性的用字母“X”(或 X 的系列)作为普通的代号, 它代表类别或供选用的附加代号中所用的每一个(不固定的)代号。

**A2.2 某些类别仅用于平焊和横焊位置的焊缝**(如 EXOT-5C, -5M)。其他则应用于所有位置焊接(如 EXIT-1C, -1M)。在涂层焊丝情况下, 小规格药芯焊丝是用于不适当位置焊接的焊丝。直径大于 5/64in. [2.0mm] 的药芯焊丝, 通常于用横焊位置角焊缝和平位置焊接。

**A2.3 在本标准中也用了供选择的附加代号以识别满足供需双方协定的一定的附加要求的焊丝类别。** 供选择的附加代号不是焊丝类别的一部分。

**A2.3.1 本标准已包括了用于扩散氢的供选择的代号**(参见表 8 和 A8.2)来指出在 AWS 中清楚地规定的试验条件下得到的最大平均值。当试验是根据第 16 节进行时, 代号为满足表 8 中规定较低或最低极限值的焊丝被认为也能满足较高的氢的极限值。例如见表 8 的脚注“d”。

**A2.3.2 A5.20/A5.20M 标准已经建立了多道焊分类要求, 采用表 5 中规定的热输入、向下焊接的方法制得的如图 3 所示的试件。** 此外, 标准也包括了供选择的附加的代号“J”, “D”和“Q”来表明相应的力学性能要求。

**A2.3.2.1 为了包括在低温下具有改善韧性的产品。** 加入了供选择的附加的代号“J”来识别那种在试验时产生-40°F 时 20ft·lbf[-40°C 时 27J] 焊缝金属的焊丝。请用户注意, 虽然当焊接是在与按本标准规定的条件下完成时改进的焊缝金属韧性可以得到证实, 但焊丝的其他应用, 如长时间的

焊后热处理或采用高的热输入进行向上立焊可能会产生与给出的改善的韧性明显不同。用户应该经常进行自己的力学性能验证试验。

**A2.3.2.2 添加 2 个供选择的附加的代号来识别那些在采用 2 种焊接方法**(低热输入、快冷方法和高热输入, 慢冷方法)都符合分类的射线照相要求以及表 10 中规定的拉伸试验和夏比 V 缺口冲击试验要求(参见 17 节)第一个供选择的附加的代号“D”是用于证明 FEMA 353 规定的地震应用钢力矩框架节点焊接的 FEMA 导则的一致性。第二个供选择的附加的代号“Q”是用来证明海军船只的焊接的一定要求相一致。

## A2.4 “G”类别

**A2.4.1 本标准包括了 E6XT-G, E6XT-GS, E7XT-G 和 E7XT-GS 类别的焊丝。**“G”或“GS”是指焊丝属于“一般”类别。它们所以是“一般”, 因为不是对每一个其他类别也作出规定。建立这个类别的目的是对在这一方面或那一方面(例如工艺性描述和/或操作的极性)与其他的所有类别不相同的焊丝仍能根据本标准分类。目的是允许一种有用的填充金属在现行标准下立即分类, 否则不得不得等待修订标准。这意味着带有同样“G”的两种焊丝可以在某些方面(再例如工艺性能和极性)有很大不同。

**A2.4.2 “G”类别和无“G”(或甚至有 G, 就此而言)的相似类别的焊丝之间的差别点**(虽然没有必然的量的差别)将从本标准中的词汇“不要求”和“不作规定”直接出现。这些词汇的使用如下:

(a)“不作规定”是用于标准中涉及某些特定试验结果的那些地方。它表示该项试验的要求对那个特别的类别不规定。

(b)“不要求”用于标准中涉及到为了一种焊丝分类所必须进行的试验那些地方, 它表示由于对那个特殊类别的试验要求(结果)没有规定, 就不要求进行试验。重新说明一下。当没有规定要求,

就没有必要进行为了将焊条分为那个类别相应的试验。当买方为了考虑那个类别的特定产品的某个用途而需要通过试验提供时, 买方必须与产品供方一起为此资料作出安排。买方将必须与供方一起确

(第 384 页)

定试验方法和验收要求。买方可以在订货单中提出所想要的那些资料(通过 AWS A5.01)。

### A2.5 填充金属类别的申请

**A2.5.1** 当一种焊丝不能依照“G”类别之外的某些类别分类时,制造商可以为该焊丝申请建立一个类别的申请。他们可以按这里给出的顺序办理。当制造商选择使用“G”类别时,填充金属和相关材料委员会推荐制造商还是要申请新类别,只要该焊丝是有商业意义的。

**A2.5.2** 提出建立新填充金属类别的申请必须是书面的,同时必须提供足够的详细资料给填充金属和相关材料委员会或分委员会,让他们确定是建立一个新的类别还是对现有的类别进行改型更为合适,或者为满足要求两者都是需要的。

特别指出,申请书应包括:

(a)对现有类别所给出的所有要求,如化学成分范围、力学性能要求和工艺性试验要求。

(b)证明产品满足分类要求所进行的试验的任何试验条件。

(c)有关产品的说明和用途的资料,即与附录中有关章节已有的类别的对比资料。

(d)建议的 ASME “F” 数字,如果合适的话。

没有上述资料的新类别申请将被认为是材料不完整的。秘书将会将申请退回,并要求补充材料。

**A2.5.3** 申请应交到 AWS 总部填充金属和相关材料委员会秘书处。。收到申请书后,秘书将:

(a)给申请书指定一个识别号。该识别号应包括收到申请的日期。

(b)确认申请收到,以及将识别号告诉申请者本人。

(c)将申请书的副本送交填充金属和相关材料委员会主席和有关特定分委员会主席。

(d)将申请书加入到处理的申请书案卷中。

(e)把申请加入到待处理的申请书案卷中。

**A2.5.4** 每一申请所必需的活动要尽快完成。如果超过 12 个月,秘书应将申请的发展情况通知申请者,同时将副本送交委员会和分委员会的主席。如果在 18 个月后依然未解决,应认为没有及时回答,秘书应将此报告填充金属和相关材料委员会主席,使加快行动。

**A2.5.5** 秘书应将所有悬而未决的和在去年已解决的那些申请记录的副本安排到每一次填充

金属和相关材料委员会的议事日程中去。已经获得解决的申请的任何其他的发布工作由美国焊接学会选择其认为合适的方式进行。

**A2.6** 国际焊接学会 (IIW) 正在开发为适用于许多 ISO 标准中的代号指定焊接填充金属的国际体系。表 A1 示出用于 ISO17632 中的代号。为了弄清用于 ISO17632B 建议的代号体系,可参考表 2 和 AWS 附加文件 IFS: 2002: 焊接填充金属类别的国际索引。

### A3 验收

按本标准分类的焊接材料的验收应如标准所述,按 AWS A5.01 进行。对按本标准发运的材料,买方要求供方进行的任何试验,均需依照 AWS A5.01 标准规定在定货单中清楚地表明。如果在定单中没有任何这类陈述,买方可以发运只进行过填充金属导则中表 IF 级别规定的试验的材料。表中其他级别规定的试验应由买方在定单中专门提出。在这种情况下,发运材料的验收应根据提出要求进行。

### A4 证明

在产品包装上标上 AWS 标准号、类别号和供选择的附加代号,(如果合适的话)或在产品本身标上类别号,这就构成了供方(制造商)的证明,即产品满足了标准的所有要求。

在本证明中所隐含的仅有的试验要求是指制造商已在该被发运材料的代表材料上实际进行了标准所要求的试验,并且满足标准要求。在这种情况下,所谓代表材料是指用任何方法生产出来的以相同成分分类的材料。“证明”并不认为任何种类的试验都必须在指定的发运材料试样上进行。在这些材料上试验可以做也可以不做。标准要求的“证明”的基础上述代表材料的分类试验以及 AWS A 5.01 中的“制造商的质量保证大纲”。

### A5. 焊接的通风

**A5.1** 焊接的过程中,焊工和焊接操作工受到的烟尘数量取决于 5 个主要因素:

(a)施焊场地的空间大小(特别要注意顶棚的高度)。

(b)在该空间工作的焊工或焊接操作工的人数。

(c)与材料和焊接方法有关的烟尘,气体或粉尘的释放速率。

(d)焊工和焊接操作工与焊接区散发烟尘的接

(第 385 页)

表 A1 类别比较<sup>a, b</sup>

| ISO      |             | AWS      |           |
|----------|-------------|----------|-----------|
| 177632-A | 17632-B     | A5.20    | A5.20M    |
| T42XRX   | T49XT1-XXX  | E7XT-1X  | E49XT-1X  |
| T4TZRN   | T49T2-XX    | E7XT-2X  | E49XT-2X  |
| T4TZVN   | T49T3-XN    | E7XT-3   | E49XT-3   |
| T42ZWN   | T49XT4-XNX  | E7XT-4   | E49XT-4   |
| T42XBX   | T49XT5-XXX  | E7XT-5X  | E49XT-5X  |
| T42XYN   | T49XT6-XNX  | E7XT-6   | E49XT-6   |
| T42XWN   | T49XT7-XNX  | E7XT-7   | E49XT-7   |
| T42XYW   | T49X78-XNX  | E7XT-8   | E49XT-8   |
| ...      | ...         | E7XT-9X  | E49XT-9X  |
| T4TZVN   | T49T10-XN   | E7XT-10  | E49XT-10  |
| T42XWN   | T49XT11-XNX | E7XT-11  | E49XT-11  |
| T4XRX    | T49XT12-XXX | E7XT-12X | E49XT-12X |
| T4TZVN   | T49T13-XN   | E7XT-13  | E49XT-13  |
| T4TZVN   | T49T14-XN   | E7XT-14  | E49XT-14  |

注: a. 出处为 IFS: 2002 的表 2。

b. AWS 出版物 IFS: 2002 电子版 (DC-ROM) 可从信息管理服务 (IHS) 集团公司的环球工程文件中得到。公司地址、电话略。

触程度以及他们与工作空间的空气和粉尘的接触程度。

(e) 焊接操作空间的通风情况。

**A5.2** 美国国际标准 Z49.1 讨论了焊接期间的通风要求及其细节。特别注意文件中健康保护和通风部分。

## A6 焊接注意事项

**A6.1** 当检查根据本标准得到的试验结果的焊缝所要求的性能时, 应该认识到, 试验条件和方法在生产中可能与在本标准中存在着差异[例如焊丝的规格、电流、电压、保护气体的种类和数量、焊接位置、焊丝端部到工件的距离 (CTWD)、板厚、接头的几何形状、预热和道间温度、焊接速度、表面状态、母材化学成分和稀释等], 造成焊缝的性能也会存在差异。此外, 差别可大可小。

**A6.2** 由于不可能对被分类于本标准中任何给定类别的所有产品规定一种单一的详细的焊接工艺, 用于对每一产品进行分类的详细工艺应由制造商记录下来, 用户要求时可以提供。这种资料可以包括 A6.1 中所述的每个项目, 并且还有要完成焊缝试件所要求的实际焊道数和焊层数。

**A6.3** 本标准中不同类别的韧性要求可用来作为对于有一定程度的低温缺口冲击韧性要求应用中焊丝选用的指导。对于任何给定类别的焊丝, 除

非对焊缝的焊制和试样的加工 (甚至试样在焊缝中的位置和方向), 试验温度和试验机的操作特别小心, 一个试件与另一个试件, 或者甚至一个冲击试样与另一个冲击试样之间, 冲出试验的结果可能会有很大的差别。

**A6.4** 硬化。取决于焊丝是采用气体保护的还是自保护的, 焊缝熔敷金属中含碳量对硬化性能的影响存在着固有的差别。气体保护焊的焊丝通常采用 Mn-Si 脱氧系统。碳和合金的含量对硬化的影响是与为碳钢发表的许多典型的碳当量公式一样。大多数自保护的焊丝采用铝基脱氧系统提供保护和脱氧。铝的作用之一就是改善碳对硬化的影响, 因此采用自保护焊丝的硬化程度就会比基于典型的碳当量公式给出的硬化程度要低。

## A7 药芯焊丝的说明和用途

本标准包含许多不同类别的药芯焊丝, 每个类别中的工艺性代号 (1~14 或字母“G”或字母“GS”) 表示含有相似焊剂或芯部组成物的一个总的组别, 它们具有相似的工艺性能, 除了“G”类别外“G”类的工艺性能可以有别于相似的类别的焊丝。

**A7.1** EXXT-IC 和 EXXT-IM 类。EXXT-IC 和 EXXT-IM 两类别焊丝有相似类型的渣和设计用于单道和多道焊, 采用直流反接 (DCEP) 操作较大的直径 (通常  $\geq 5/64$  in. [2.0mm]) 焊丝典型地用于

(第 386 页)

平焊位置焊接和横焊位置角焊缝的焊接。较小直径 (通常  $\leq 1/16\text{in.}$  [1.6mm]) 典型地用于所有位置焊接。这些焊丝的特点是射流过渡。低的飞溅损失, 焊道形状平滑至微凸以及能完全复盖焊道的中等体积的焊渣。本类别的焊丝具有氧化钛基的焊渣并产生高的熔敷率。

EXXT-IC 组的焊丝是与  $\text{CO}_2$  保护气体 (AWS A5.32/A5.32MSG-C 级) 一起分类的。然而, 其他气体例如  $\text{Ar-CO}_2$  (AWS 5.32/A5.32M SG-AC-25 级或 SG-AC-20 级) 当制造商推荐时可以用来改善工艺性能, 特别对不正常位置焊接。在  $\text{Ar-CO}_2$  混合气体中增加  $\text{Ar}$  量将增加焊缝金属中的  $\text{Mn}$  和  $\text{Si}$  以及某些其他合金如  $\text{Cr}$  的含量。 $\text{Mn}$ 、 $\text{Si}$  或其他合金含量的增加, 将提高屈服强度和抗拉强度并可影响冲击性能。

EXXT-IM 组中的焊丝是以 75%至 80% $\text{Ar}$ , 其余  $\text{CO}_2$  的保护气体来分类的。在  $\text{Ar-CO}_2$  混合气体中增加  $\text{Ar}$  的量, 将减少发生在电弧中的  $\text{Mn}$  和  $\text{Si}$  以及一定的其他元素 (如  $\text{Cr}$ ) 的损失。增加  $\text{Mn}$  和  $\text{Si}$  和其他元素的结果将提高屈服强度和抗拉强度并可影响冲击性能。

**A7.2 EXXT-2C 和 EXXT-2M 类。**这些类别的焊丝是在 EXXT-1 和 EXXT-1M 基础上增加  $\text{Mn}$  或  $\text{Si}$ , 或两者。主要设计用于平焊位置的单道焊和横焊位置的角焊缝焊接。这些焊丝中较高含量的脱氧剂允许在严重氧化的或起皮的钢上进行单道焊和横焊位置的角焊缝焊接。这些焊丝中较高含量的脱氧剂允许在严重氧化的或起皮的钢上进行单道焊。

由于对未经稀释焊缝金属的化学成分的检验不能提供单道焊缝的成分指标, 对于单道焊丝来说, 对焊缝金属成分的要求不作规定。这些焊丝可给出单道焊缝的良好的力学性能。

用 EXXT-2C 和 EXXT-2M 焊丝制得的多道焊缝的焊缝金属的含  $\text{Mn}$  量和拉伸强度是高的。这些焊丝可用于焊接具有严重氧化皮、铁锈或其他外来物质的母材。而这对某些 EXXT-1C 或 EXXT-1M 类焊丝是不允许的。这些焊丝的电弧特性、焊接特性和熔敷速率与 EXXT-1C 或 EXXT-1M 类相似。

**A7.3 EXXT-3 类。**本类别的焊丝是自保护的。采用直流反接(DCEP)操作, 具有射流型过渡性质。渣系的设计可使焊接速度尽可能高。这些焊丝用于较薄 板材的平焊、横焊和立焊 (倾斜至  $20^\circ$ , 自上往下) 等位置的单道焊缝的焊接。由于这些焊

丝对母材快冷作用的敏感性, 它们一般不被推荐用于下述情况:

(1) 厚于  $3/16\text{in.}$  [5mm] 材料的 T 型或搭接接头。

(2) 厚于  $1/4\text{in.}$  [6mm] 材料的对接, 边缘接或角接接头。

对于特别的推荐, 可向焊丝制造厂咨询。

**A7.4 EXXT-4 类。**本类别的焊丝是自保护的, 采用直流反接 (DCEP) 操作, 具有熔滴型过渡特点。渣系的设计是尽可能得到高的熔敷率, 并且能产生含  $\text{S}$  量很低的焊缝, 使其具有良好的抗热裂纹性能, 这些焊丝被设计为在焊缝根部以下有小的熔深, 从而可用于装配不佳的接头以及用于单道焊和多道焊。

**A7.5 EXXT-5C 和 EXXT-5M 类。**EXXT-5C 和 EXXT-5M 类焊丝主要用于平焊位置的单道焊和多道焊及横焊位置的角焊缝, 依据制造商的推荐可采用直流反接 (DCEP) 或直流正接 (DCEN) 操作。这些焊丝的特点是熔滴过渡, 微凸的焊道外形和可能不完全覆盖焊道的薄渣。这些焊丝具有大理石—莹石的碱性渣系。这些焊丝制得的焊缝熔敷金属典型地具有比氧化钛焊渣的焊缝更好的冲击性能、抗冷、热裂纹的性能。某些焊丝采用直流正接 (DCEN), 能用于全位置焊接。然而, 操作者对这些焊丝的兴趣不如氧化钛渣系的焊丝。

EXXT-5C 焊丝被设计成与  $\text{CO}_2$  保护气体 (AWS A5.32/A5.32M SG-C 级) 一起使用; 然而, 与 EXXT-IC 类别一起使用时一样, 当制造商推荐时,  $\text{Ar-CO}_2$  混合气体可用来改善飞溅程度。增加  $\text{Ar-CO}_2$  混合气体中的  $\text{Ar}$  量将增加  $\text{Mn}$ ,  $\text{Si}$  和某些特定元素的含量, 这将增加屈服强度和抗拉强度也可能影响其冲击性能。

EXXT-5M 类焊丝被设计成与 75%至 80% $\text{Ar}$ , 其余是  $\text{CO}_2$  的保护气体一起使用。它们与减少  $\text{Ar}$  量的  $\text{CO}_2$  混合保护气体一起使用将造成某些电弧特性变坏的结果如飞溅增加, 也使焊缝中  $\text{Mn}$ ,  $\text{Si}$  和某些特定合金元素的减少。 $\text{Mn}$ ,  $\text{Si}$  或其他合金元素的减少将降低屈服强度、抗拉强度以及可能影响到冲击性能。

**A7.6 EXXT-6 类,**该类焊丝是自保护的, 采用直流反接(DCEP)操作, 并是射流型过渡。渣系的设计使它能提供好的低温冲击性能, 焊缝根部有好的熔深以及甚至在深坡口中具有良好的脱渣性。这些焊丝用于平焊和横焊位置的单道焊和多道焊。

**A7.7 EXXT-7 类。**本类别的焊丝是自保护的,

(第 387 页)

采用直流正接 (DCEN) 操作, 具有小颗粒至射流型过渡特性。渣系的设计能使大规格的焊丝用于横焊和平焊位置的高熔敷率焊接, 使小规格的焊丝用于全位置焊接。焊丝用于单道和多道焊接, 并产生非常低含 S 量的焊缝, 它能具有极好的抗裂性能。

**A7.8 EXXT-8 类**, 本类别的焊丝是自保护的, 采用直流正接 (DCEN) 操作, 具有小颗粒至射流型过渡特性。焊丝适用于所有位置焊接, 焊接金属具有极好的低温缺口韧性和抗开裂性能。焊丝用于单道和多道焊接。

**A7.9 EXXP-9C 和 EXXT-9M 类**, EXXT-9C 组焊丝被分类为采用与 CO<sub>2</sub> 保护气体 (AWS A5.32/A5.32MSG-C 级) 一起使用的, 然而, 某些时候为改善工艺性能, 特别在不适当位置应用时, 会用 Ar-CO<sub>2</sub> 混合气体。增加 Ar-CO<sub>2</sub> 混合气体中 Ar 的量会影响由这些焊丝熔敷得到的焊缝金属的成分和力学性能, 就如它们在 A7.1 中由 EXXT-1 和 EXXT-1M 焊丝熔敷得到的焊接金属中的影响一样。

EXXT-9M 组被分类为采用 75-80%Ar 余量为 CO<sub>2</sub> 的保护气体 (AWS A5.32/A5.32M, SG-AC-25 或 SG-AC-20 级) 采用减少 Ar 的混合气体或采用 CO<sub>2</sub> 作保护, 会导致电弧特性和不适当位置的焊接有某些恶化。此外, 降低焊缝中 Mn 和 Si 的含量会对用这些焊丝熔敷的焊缝金属性能有影响, 正如对 EXXT-1 和 EXXT-1M 焊丝熔敷的焊缝金属的性能的影响是一样的 (见 A7.1)

EXXT-9C 和 EXXT-9M 两种焊丝都设计为用于单道焊和多道焊。较大直径 (通常为  $\geq 5/64$  in. [2.0mm]) 用于平焊位置 and 横焊位置角焊缝的焊接。较小直径 (通常  $\leq 1/16$  in. [1.6mm]) 经常用于全位置的焊接。

EXXT-9C 和 EXXT-9M 类焊丝的电弧过渡, 焊接特性和熔敷率与 EXXT-1C 或 EXXT-1M 类别相似 (见 A7.1)。EXXT-9C 和 EXXT-9M 焊丝实质上与 EXXT-1C 和 EXXT-1M 焊丝一样, 就是其熔敷的焊缝金属改善了冲击性能。

本标准中的某些焊丝, 为了得到好的射线照相质量的焊缝, 要求接头较为清洁, 无油污、无过氧化物和氧化皮。

**A7.10 EXXT-10 类**, 本类别的焊丝是自保护的, 采用直流正接 (DCEN) 操作, 具有小熔滴过渡特性。焊丝在任何厚度的材料上, 用平焊、横焊

和立焊 (倾斜至 20°) 位置, 以高的速度进行单道焊接。

**A7.11 EXXT-11 类**。本类别的焊丝是自保护的, 采用直流正极性操作, 具有平稳的射流型过渡特性。它们是以各种位置进行单道焊和多道焊的通用焊丝。通常不推荐它们用于厚度大于 3/4 in. [19mm] 对于特别的推荐, 可向焊丝制造商咨询。

**A7.12 EXXT-12C 和 EXXT-12M 类**。这些类别的焊丝基本上就是 EXXT-1C 和 EXXT-1M 焊丝并在电弧过渡、焊接特性和熔敷率类似; 但是, 它们已经改进以改善冲击韧性和满足 ASME 锅炉和压力容器规范第 IX 卷中 A-1 成分组的低锰含量的要求。因而他们伴有拉伸强度和硬度的降低。由于焊接工艺会影响焊缝金属的性能, 用户应在任何对最大硬度水平有要求的应用中检查硬度。

**A7.13 EXXT-13 类**。本类别的焊丝是自保护的, 采用直流正接 (DCEN) 操作。通常以短弧过渡进行设计, 渣系设计使这些焊丝能用于管道环焊缝根部焊道的全位置焊。

焊丝能用于所有壁厚的管道, 但仅被推荐用于第一道, 一般不推荐它们用于多道焊。

**A7.14 EXXT-14 类别**。本类别的焊丝是自保护的。采用直流正接 (DCEN) 操作, 具有平稳的射流过渡特性。它们倾向用于单道焊。渣系设计与特性相结合, 因此这些焊丝能用于全位置和高速焊接。它们用于小于 3/16 in. [5mm] 厚的薄板金属的焊接, 特别适用于焊接镀锌、镀铝或其他有镀层的钢材。由于这些焊丝对母材的快冷作用很敏感, 故一般不推荐用于下述情况:

(a) 厚度大于 3/16 in. [5mm] 材料的 T 型或搭焊接头;

(b) 厚度大于 1/4 in. [6mm] 材料的对接, 边接或角焊接头。

对于特别的推荐, 可向焊丝制造厂咨询。

**A7.15 EXXT-G 类**, 本类别是使用性能尚未被任何现已确定的类别所覆盖的多道焊丝。除了规定保证碳钢熔敷金属的化学成分和抗拉强度要求外, 对本类别的要求不作规定。它们需由供需双方协定。

**A7.16 EXXT-GS 类**。本类别是使用性能尚未被任何现已确定的类别所覆盖的单道焊丝。除了规定拉伸强度外, 该类别的要求不作规定。它们需由供需双方协定。

(第 387.1 页)

## A8 特殊试验

**A8.1** 应该承认, 为了确定这些焊丝对于涉及到某些性能应用的适应性, 需要进行附加的试验, 这些性能如硬度, 耐腐蚀性, 高温或低温工况下的力学性能, 耐磨性以及异种金属焊接的工艺性等。附加要求由供需双方协定, 并遵照 AWS A5.01 导则的规定加至订货单中。

### A8.2 扩散氢试验

**A8.2.1** 焊缝金属或热影响区的氢致裂纹对于含碳量不超过 0.3% 的碳钢或低强度的合金钢来说是不成问题的。然而, 本标准中分类的焊丝有时用来连接高碳钢或低合金高强度钢, 则氢致裂纹可能是个严重问题。

**A8.2.2** 当焊缝金属或热影响区强度或硬度增高, 扩散氢的集中, 在给定的拘束条件下和热输入降低下会引起开裂。这个开裂(或者它的检测量)通常推迟到在冷却后几个小时。它可以为横向焊缝裂纹, 纵向裂纹(特别在根部焊道)和热影响区的焊趾或焊道下裂纹。

**A8.2.3** 由于已有的扩散氢水平强烈地影响氢致开裂的倾向, 可考虑测量用一特殊焊丝焊接产生的扩散氢含量。因此本标准包括了使用了为扩散氢的供选择的代号以指出在 AWS A4.3 清楚地规定的试验条件下得到的最大平均值。

**A8.2.4** 大多数药芯焊丝熔敷焊金属具有扩散氢的水平小于 16mL/100g 熔敷金属。因此, 通常认为药芯焊丝是低氢的。然而, 某些商业用产品在一定的条件下会得到超过 16mL/100g 熔敷金属的扩散氢含量的焊缝金属。因此, 当规定使用的药芯焊丝时, 对一定的应用采用供选择的扩散氢的附加代号是合适的。

**A8.2.5** 在焊接期间使用参考大气的条件是必须的。因为当不论用自保护或气体保护的药芯焊丝时, 电弧会受到大气污染。空气中的水分, 与焊丝中的不同, 它能进入电弧, 然后到溶池, 导致可测的扩散氢。在采用稳定电弧的同时, 保持尽可能短的弧长就可以降低这种作用。经验表明, 弧长的影响在 H16 级水平时很小而在 H4 级水平时很大。在参考大气状态下, 满足 H4 要求的焊丝, 当在高湿度条件下焊接时就可能不符合要求, 特别是当保持长电弧时。

**A8.2.6** 使用本资料的用户被告知: 在实际生产条件下可能会得到与所示代号不相同的扩散

氢数值。

在焊接过程中焊接耗材并不是扩散氢的唯一来源。实际上, 下列因素可能会对完成的焊缝扩散氢含量有影响:

(a) 表面污染。锈、涂底剂、防飞溅组合物、灰尘和油脂都可以在焊接中增加扩散氢水平。因此焊接材料的分类的标准扩散氢试验要求试验材料没有污染。AWS A4.3 规定了实验材料清洁的方法。

(b) 大气湿度。当使用自保护或气体保护焊丝时, 焊接电弧会受到大气污染。空气中的水分与焊丝中的不同, 会进入电弧, 接着进入焊接熔池, 造成可测出的扩散氢。AWS A4.3 已经确定了参考大气条件, 在那里大气的湿度对扩散氢的影响被忽略不计。大气湿度的影响也可以通过保持尽可能短的稳定的电弧来减少到最小。对药芯焊丝, 电弧长度主要用电弧电压来控制。经验指出, 电弧长度的作用在 H16 水平时很小但在 H4 水平时可以很大。满足 H4 要求的焊丝, 在参考大气状态下, 在高湿度条件下焊接时就可能不符合要求, 特别是当保持长电弧时。

(c) 保护气体, 读者被告知保护气体本身会对扩散氢有较大影响。通常, 焊接级保护气体都倾向于具有非常低的露点和非常低的杂质水平。但是并非经常如此。当用一个被污染的气体容器(如气瓶)就会造成焊缝金属中扩散氢大大增加就是一个例子。另外, 水汽通过某些软管并在不使用的气体管线中凝结, 会成为焊接时的扩散氢源。当有疑问时, 建议检查气体的露点, 对于大多数应用, 露点为 -40°F [-40°C] 或更低被认为是合适的。

(d) 吸收/吸收水汽。药芯焊丝可以随时随地地吸收提高扩散氢水平的水汽。这种行为在手工电弧焊药皮暴露在大气中的文件里已有记录。在被认为是“正常”贮存条件下的实心焊丝表面的氧化膜或润滑剂中的氢, 也已被报告未对扩散氢有影响。如果材料贮存在潮湿环境中一个受损或开口的包装内或长期没保护则水汽吸收/吸收可能会特别大。在最坏的高湿度的情况下, 甚至整夜暴露, 焊丝会导致扩散氢的大量增加。因此, 应避免不确定周期的贮存。

(e) 焊接过程变化的影响, 焊接过程中的变化(如电流、电压、焊丝端部与工件距离(CTWD)保护气体的类型、电流类型/极性、单根焊丝或多根焊丝焊接等变化)以各种方式影响扩散氢试验结

(第 387.2 页)

果的情况都有报告。例如,关于 CTWD,一个较长的接触顶端即工件的距离将促使焊丝更多地预热,使某些会产生氢的化合物(如水汽、润滑剂等)在达到电弧之前就去掉一些。因此,长的焊丝端部到工件的距离的结果可能会减少扩散氢。但是,用外部气体保护焊方法如过长的接触顶端到工件的距离会引起一些保护的损失。如果接触顶端没有适当地停留在气体帽中,保护被打扰,较多的空气会进入电弧并增加了扩散氢。这也会因氮的进入产生气孔。

由于焊接过程变化会对扩散氢试验结果有很大影响,应该指出,例如一种焊丝在分类试验条件下满足 H4 要求,不要期望它在所有焊接条件下都是不变的。某些变化被希望和用于焊材选择和实践中制订操作范围。

**A8.2.7** 正如 A8.2.6(e)中指出的那样,药芯焊丝的焊接工艺将影响扩散氢试验中得到的数值。为此, AWS A5M 《药芯电弧焊用碳钢和低合金钢焊丝分委员会》已经将此在它的标准中具体化,即当为确定与表 8 中所示的氢的供选择附加代号和要求相一致而进行的扩散氢试验时的试验方法和要求,参见 16 节。

**A8.2.8** 不是所有类别焊丝都有 H16、H8 或 H4 级扩散氢水平。对于满足这些限制的产品可得到否,应向特定焊条制造厂咨询。

**A8.3** 拉伸试样的时效。焊缝金属在它们焊制后的某段时间含有大量的氢。大多数氢会随时间逐渐逸出,这在室温下需几个星期或在高温下几个小时。这种氢水平最终改变的结果造成焊缝金属的延性增加到其固有的数值,同时屈服、拉伸及冲击强度保持相对不变。A5.20 和 A5.20M 标准允许拉伸试样在温度不超过 220°F [105°C],时间不大于 48 小时保温条件下时效,然后冷却到室温再进行拉伸试验。处理的目的是为了试验中得到最小误差而有效地去除试样中氢。

时效处理有时用于低氢焊丝的熔敷金属,特别是在试验高强度的熔敷金属时。要注意,时效可以包含试样在室温下保持几天或高温下一个很短的时间。因此,用户要注意采用合适的预热和道间温度,以避免氢在产品焊接中的有害作用。

## A9 一般的安全注意事项

注:安全和健康方面的问题和相关事项超出了本标准的范

围,因此在这里未充分提及。某些安全和健康的资料可以从其他来源资料,包括(但不限于此)列于 A9.2 中《安全的健康实用手册》、ANSI Z49.1 和可适用的联邦和州的规定。

**A9.1** 安全和健康实用手册。下列安全和健康实用手册是由美国焊接学会(AWS)公布的。它们可以直接从 AWS 网站 <http://www.aws.org> 下载和打印。安全和健康实用手册定期地修订和增补。

## A9.2 AWS 安全和健康实用手册索引(SHF)

| No. | 标 题              |
|-----|------------------|
| 1   | 烟尘和气体            |
| 2   | 辐射               |
| 3   | 噪声               |
| 4   | 焊接烟尘中的铬和镍        |
| 5   | 电伤害              |
| 6   | 防火和防爆            |
| 7   | 烧伤防护             |
| 8   | 机械伤害             |
| 9   | 摔倒和跌落            |
| 10  | 下落的物体            |
| 11  | 有限空间             |
| 12  | 隐形镜的磨损           |
| 13  | 焊接环境中的人与机械控制     |
| 14  | 警告性标签的图示符号       |
| 15  | 安全和健康文件的格式指南     |
| 16  | 设备调试员和焊接         |
| 17  | 电场和磁场(EMF)       |
| 18  | 关闭/作标记           |
| 19  | 激光焊接和切割安全        |
| 20  | 热喷涂安全            |
| 21  | 电阻点焊             |
| 22  | 焊接和关联作业中与镉的接触    |
| 23  | California 建议 65 |
| 24  | 弧焊和钎焊焊剂: 安全管理和使用 |
| 25  | 金属烟尘引起的发烧        |
| 27  | 钍钨极              |
| 29  | 手提式和移动式焊接发电机接地   |

## A10 不再使用的类别

E60T-7 和 E60T-8 已不再使用并相应用 E7XT-7 和 E7XT-8 来替代。

(第 471 页)

## 锆和锆合金焊丝和填充丝标准

A06

SFA-5.24

(与 AWS 标准 A5.24/A5.24M: 2005 完全等同)、

## 1. 适用范围

1.1 本标准规定了钨极气体保护焊、金属极气体保护焊和等离子弧焊用锆和锆合金焊丝和填充丝的分类要求。

1.2 安全和健康问题及相关事项超出了本标准的范围,因此这里未充分论及,某些安全和健康的资料能够在非强制性的附录 A5 和 A9 中找到。安全和健康的资料可以从其它的来源获得,包括 ANSI Z49.1《焊接,切割和关联作业中的安全》和可适用的联邦和州的管理法规,但不限于此。

1.3 本标准采用美国惯用单位制和国际单位制(SI)体系。计量制不是精确相当的,因此每一体系必须独立于另一体系使用,当涉及材料性能时,不能以任何方式混用,代号为 A5.24 的标准采用美国惯用单位,而 A5.24M 标准则采用 SI 单位。后者在括号[ ]内表示或在表和图的适当栏目中示出。以任一体系为基础的标准尺寸可以在表明焊丝的规格或包装中使用,或同时在 A5.24 或 A5.24M 标准下使用。

## 2. 引用标准

2.1 下列 ANSI/AWS 标准<sup>1</sup>是在本文件强制性部分中引用的:

(a) AWS A5.01《填充金属采购导则》

(b) ANSI Z49.1《焊接,切割和关联作业中的安全》

2.2 下列 ASTM 标准<sup>2</sup>是在本文件强制性部分中引用的:

(a) ASTM E29《为确定与标准一致,在试验数据中采用有效位数的标准方法》

(b) ASTM E146《锆和锆基合金化学分析的标准方法》

2.3 下列 ISO 标准<sup>3</sup>是在本文件强制性部分中

引用的:

(a) ISO 544《焊接材料——焊接填充材料的交货技术条件——产品类型、尺寸、公差和标记》。

## 3. 分类

3.1 由 A5.24/A5.24M 标准所覆盖的焊接材料是用互不依赖的美国惯用单位和国际单位(SI)制分类的。分类是按化学成分进行的,见表 1 中的规定。

3.2 被分类为一种类别的材料,不应再被分类为本标准中的任何其它类别。焊丝和填充丝可以在 A5.24 和 A5.24M 两个标准下分类,只要它符合两个标准的要求。

3.3 在本标准下分类的填充金属适用于钨极气体保护焊、金属极气体保护焊和等离子弧焊等方法。如果被认为是适用的话,也不禁止它们在任何其它方法中使用。

## 4. 验收

材料应根据 ANSI/AWS A5.01《填充金属采购导则》的条款验收<sup>4</sup>。

## 5. 证明

通过在包装上标上 AWS 标准号和类别号,或者在产品上标上类别号,制造厂证明产品符合本标准的要求<sup>5</sup>。

## 6. 圆整方法

为了确定与本标准的一致性,应将实测值或计算值用于表达极限值数字的最右方末位,按照在 ASTM E29《为确定与标准的一致,在试验数据中采用有效位数的标准方法》中给出的圆整方法,圆整到最接近的单位。

## 7. 试验综述

填充金属在所有热加工和化学加工后的全化

<sup>1</sup> AWS 标准能从全球工程文件,信息处理服务(HIS)集团公司获得,15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5756。

<sup>2</sup> ASTM 标准能从美国材料和试验学会获得,100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA19428-2959。

<sup>3</sup> ISO 标准可从美国标准研究所获取,25 West 43rd Street Fourth Floor, New York, Ny 10036。

<sup>4</sup> 有关验收、发运材料试验和 ANSI/AWS A5.01《填充金属采购导则》的更详细资料见 A3 节(在附录 A 中)。

<sup>5</sup> 有关证明和为满足本要求规定的试验的更详细资料见 A4 节(在附录 A 中)。

(第 472 页)

表 1 锆和锆合金焊丝和填充丝的化学成分要求

| AWS<br>类别 | 重量百分比 <sup>(1)</sup> |         |     |            |            |                  |                  |                  |                  |          |
|-----------|----------------------|---------|-----|------------|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------|
|           | UNS 号 <sup>(2)</sup> | 锆+铅     | 铅   | 铁+锆        | 锡          | 氧 <sup>(3)</sup> | 氢 <sup>(3)</sup> | 氮 <sup>(3)</sup> | 碳 <sup>(3)</sup> | 铌(钶)     |
| ERZr2     | R60702               | 99.0min | 4.5 | 0.20       | ...        | 0.11to0.15       | 0.005            | 0.015            | 0.03             | ...      |
| ERZr3     | R60704               | 97.5min | 4.5 | 0.20to0.40 | 1.00to2.00 | 0.11to0.16       | 0.005            | 0.015            | 0.03             | ...      |
| ERZr4     | R60705               | 95.5min | 4.5 | 0.20       | ...        | 0.11to0.16       | 0.005            | 0.015            | 0.03             | 2.0to3.0 |

注：(1) 除了特别注明外，单值为最大值。

(2) SAE HS-1086《金属和合金的统一编号体系》。文件可从 SAE 国际外获得。400 Commonwealth Drive Warrendale, PA 15096-0001。

(3) 间隙元素 C、O、H 和 N 的分析应从加工到最终直径和所有加工过程完成后的填充金属试样上进行。其它元素的分析也可在这些同样的试样上或从用来制造填充金属的铸锭或坯料上所取的试样上进行。有争议的话，从加工好的填充金属上取样应为仲裁方法。

学分析，或者如表 1 注 (3) 所允许的那样，坯料或用来生产这种填充金属原始制品熔融金属的部分化学分析，连同在分析间隙元素 C、H、O 和 N 时，加工好的填充金属的部分化学分析是产品在本标准下分类所要求的唯一试验。

## 8. 复试

如果某一项试验结果不符合要求，试验应重复两次。两次试验的结果都应符合要求。复试材料可取自原始试样或新试样。仅仅需要对那些不符合试验要求的特定元素进行复试。如果一个或两个复试结果不符合要求，所试材料应被认为不符合本标准对该类别的要求。

在下述情况下，即在任一试验的制备过程中或完成后，能清楚地确定在制备焊接试样或进行试验时没有遵守所规定的或正确的程序，不考虑试验是否已实际完成或试验结果是否满足或是不满足要求，试验应视为无效，应重复试验并遵循规定和正确程序。在这种情况下，两倍数量试样的要求不适用。

## 9. 化学分析

**9.1** 应准备填充金属或其坯料的试样用于化学分析，表 1 注 (3) 所提供的除外。

**9.2** 试样应采用认可的方法分析。

**9.3** 分析结果应符合表 1 对试验中填充金属的分类要求。

## 10. 制造方法

按本标准分类的焊丝和填充丝可以用能生产出符合标准要求材料的任何方法来制造。

## 11. 标准规格和长度

在不同包装形式（直段，有支架的焊丝卷，无支架的焊丝卷和焊丝盘）中焊丝和填充丝的标准规格示于表 2。

## 12. 光洁度和均匀度

**12.1** 所有焊丝和填充丝均需有光滑的表面，无对焊接特性，焊机操作或焊缝金属性能有不利影响的裂纹、凹坑、划痕、氧化皮、皱纹、折叠及外来物。

**12.2** 填充金属的每一连续长度应由单一炉号的材料制成，当存在焊缝时，应适当处理，使焊丝在自动或半自动焊接设备上使用时，不影响均匀，连续的送进。

## 13. 标准包装形式

**13.1** 标准包装形式是直段，有支架焊丝卷，无支架焊丝卷和焊丝盘。每种形式的标准包装尺寸和重量见表 3。与这些不同的包装形式，规格和重量应由供需双方协定。

**13.2** 有支架焊丝卷的衬套应设计并制成能防止在正常搬运和使用中焊丝卷的变形，并应足够地清洁和干燥，以保持填充金属的清洁度。

**13.3** 焊丝盘（图 1）应设计并制成能防止在正常搬运和使用中焊丝盘变形，并应足够地清洁和干燥。以保持填充金属的清洁度。

## 14. 缠绕要求

**14.1** 焊丝卷和焊丝盘中的填充金属在缠绕时应无扭结、波折、锐弯、重叠或嵌住，使填充金属在无拘束状态下能自由松开。焊丝的外端（开始焊

(第 473 页)

表 2 标准规格和长度<sup>a</sup>

| 标准包装形式                              | 直径   |                  |                  | 公差             |              |
|-------------------------------------|------|------------------|------------------|----------------|--------------|
|                                     | 十进制  |                  |                  |                |              |
|                                     | in.  | in. <sup>b</sup> | mm               | in.            | mm           |
| 直段 <sup>c</sup><br>无支架焊丝卷<br>带支架焊丝卷 | 1/16 | 0.079            | 2.0              | ±0.002         | +0.01, -0.04 |
|                                     | 3/32 | 0.062            | 1.6              | ±0.002         | +0.01, -0.04 |
|                                     |      | 0.094            | 2.4              | ±0.002         | +0.01, -0.04 |
|                                     |      | 0.098            | 2.5 <sup>d</sup> | ±0.002         | +0.01, -0.04 |
|                                     | 1/8  | 0.125            | 3.2              | ±0.002         | +0.01, -0.07 |
|                                     | 5/32 | 0.156            | 4.0              | ±0.002         | +0.01, -0.07 |
|                                     | 3/16 | 0.188            | 4.8 <sup>d</sup> | ±0.002         | +0.01, -0.07 |
|                                     |      | 0.197            | 5.0              | ±0.002         | +0.01, -0.07 |
|                                     | 1/4  | 0.25             | 6.4 <sup>d</sup> | ±0.002         | +0.01, -0.07 |
|                                     |      | 0.030            | 0.8              | +0.001, -0.002 | +0.01, -0.03 |
| 焊丝盘                                 |      | 0.036            | 0.9 <sup>d</sup> | +0.001, -0.002 | +0.01, -0.03 |
|                                     |      | 0.039            | 1.0              | +0.001, -0.002 | +0.01, -0.04 |
|                                     |      | 0.045            | ...              | +0.001, -0.002 | ...          |
|                                     |      | 0.047            | 1.2              | +0.001, -0.002 | +0.01, -0.04 |
|                                     | 1/16 | 0.062            | 1.6              | ±0.002         | +0.01, -0.04 |
|                                     |      |                  |                  |                |              |

注：(1) 与上述不同的尺寸、规格、公差和包装形式应由供需双方协定。

(2) 在适当的圆整后，十进制英寸可精确转换。

(3) 长度应为 36in. ±1/4in. [900mm ±5mm]

(4) 在 ISO 544 中未作为标准公制规格示出。

接的一端)应加标识标记,以便于找到,并应固定,以防松开。应在水平位置缠绕。

**14.2 焊丝卷和焊丝盘中填充金属的弹射度和螺旋度**应以保证填充金属在自动焊和半自动焊设备中能顺利地送丝为准。

**14.2.1 绕在 4in. [100mm] 盘中填充金属的弹射度和螺旋度**应该是这样的,当从盘中切取足够形成一圈长度的试样,无拘束地放在平面上时,应该:

(a) 形成一个直径不小于 2.5in. [65mm] 而又

不大于 9in. [230mm] 的圆环;

(b) 使焊丝与平面之间的垂直分离高度在任何位置不大于 0.5in. [13mm]。

**14.2.2 绕在 8in. [200mm] 盘中填充金属的弹射度和螺旋度**应该是这样的,当从盘中切取足够形成一圈长度的试样,无拘束地放在平面上时,应该:

(a) 形成一个直径不小于 10in. [250mm] 而又

不大于 20in. [510mm] 的圆环;

(b) 使焊丝与平面之间的垂直分离高度在任何位置不大于 0.75in. [19mm]。

**14.2.3 绕在 12in. [300mm] 盘中填充金属的弹射度和螺旋度**应该是这样的,当从盘中切取足够形成一圈长度的试样,无拘束地放在平面上时,应该:

(a) 形成一个直径不小于 15in. [380mm] 而又

不大于 30in. [760mm] 的圆环;

(b) 使焊丝与平面之间的垂直分离高度在任何位置不大于 1in. [25mm]。

表 3 标准包装、尺寸和重量

| 包装形式    |        | 名义净重 |       |      |
|---------|--------|------|-------|------|
|         |        | lb   | kg    |      |
| 直段      |        | 5    | 2.5   |      |
|         |        | 10   | 5     |      |
|         |        | 25   | 10    |      |
|         |        | 50   | 25    |      |
| 无支架的焊丝卷 |        | 25   | 10    |      |
| 带支架的焊丝卷 |        | 50   | 25    |      |
|         |        | 60   | 30    |      |
| 焊丝盘     | in.    | mm   |       |      |
|         | 4      | 100  | 1     | 0.5  |
|         | 8      | 200  | 5     | 2.5  |
|         | 12     | 300  | 10-26 | 5-12 |
|         | 13-1/2 | 340  | 30    | 15   |

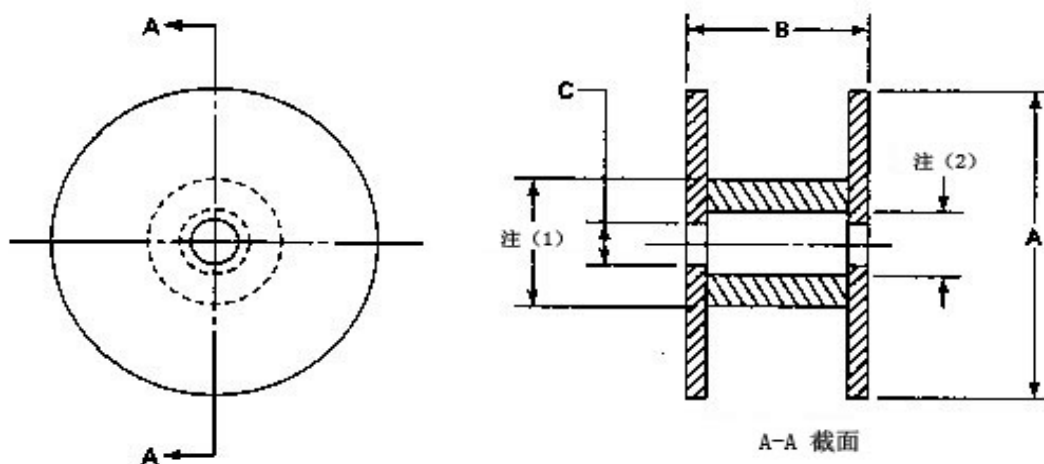
通注：(a) 所有形式和长度的填充金属直径示于表 2

(b) 在每个包装中应包括不超过一个的类别或规格。

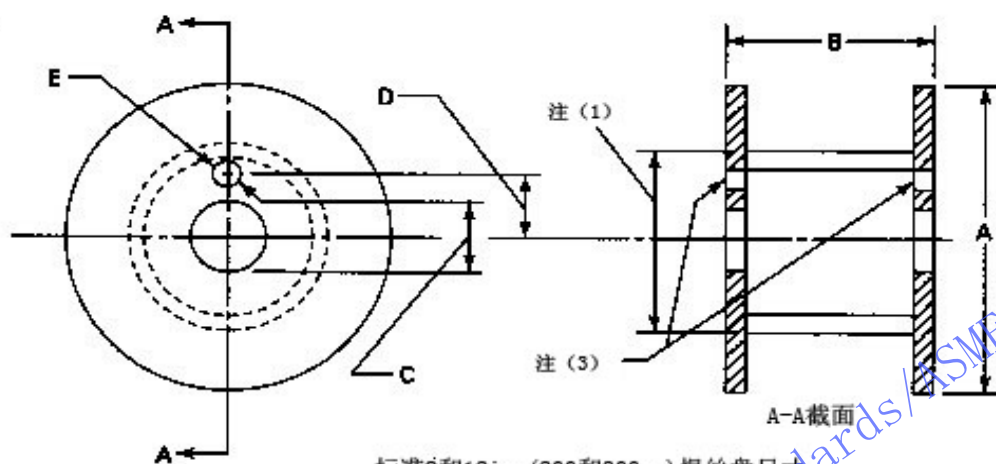
(c) 焊丝卷的尺寸应由供需双方协定

(d) 标准焊丝盘的尺寸示于图 1

(第 474 页)



标准 4in. (100mm) 焊丝盘尺寸



标准 8 和 12in. (200 和 300mm) 焊丝盘尺寸

|   |               | 4in.[100mm] |          | 8in.[200mm] |            | 12in.[300mm] |            |
|---|---------------|-------------|----------|-------------|------------|--------------|------------|
|   |               | in.         | mm       | in.         | mm         | in.          | mm         |
| A | 直径, 最大[注 (4)] | 4.0         | 102      | 8.0         | 203        | 12           | 305        |
| B | 宽度            | 1.75        | 45       | 2.16        | 55         | 4.0          | 16.5       |
|   | 公差            | $\pm 0.03$  | $+0, -2$ | $\pm 0.03$  | $+0, -3$   | $\pm 0.06$   | $+0, -3$   |
| C | 直径            | 0.63        | 16       | 2.03        | 50.5       | 2.03         | 50.5       |
|   | 公差            | $+0.01, -0$ | $+1, -0$ | $+0.06, -0$ | $+2.5, -0$ | $+0.06, -0$  | $+2.5, -0$ |
| D | 轴间距离          | ...         | ...      | 1.75        | 44.5       | 1.75         | 44.5       |
|   | 公差            | ...         | ...      | $\pm 0.02$  | $\pm 0.5$  | $\pm 0.02$   | $\pm 0.5$  |
| E | 直径[注 (3)]     | ...         | ...      | 0.44        | 10         | 0.44         | 10         |
|   | 公差            | ...         | ...      | $+0, -0.06$ | $+1, -0$   | $+0, -0.06$  | $+1, -0$   |

注: (1) 芯轴外径应以允许填充金属送进为准。

(2) 芯轴内径应以芯轴的鼓胀或芯轴与法兰不对准不会造成芯轴的内径小于法兰的内径。

(3) 每一法兰上都有孔, 但它们不需对正, 对 4in [100mm] 的焊丝盘不需要驱动孔。

(4) 公制尺寸和公差符合 ISO544, 除对名义直径“A”规定为 $\pm$ 公差, 而不仅是正公差, 这里表示的为最大。

图 1 4.8 和 12in. (100、200 和 300mm) 直径焊丝盘的尺寸

(第 475 页)

**15 填充金属的识别**

**15.1** 按第 17 节对每一包装标记所要求的产品资料和警告, 都应在每一焊丝卷或焊丝盘上标出。

**15.2** 无支架的焊丝卷应有一个含有资料的标签牢固地系在焊丝卷内端的填充金属上。

**15.3** 有支架的焊丝卷应有一个牢固地系在支架显著位置上的资料。

**15.4** 焊丝盘应有一个牢固地系在焊丝盘至少一个法盘外侧显著位置上的资料。

**16 包装**

焊丝和填充丝应适当包装, 以保证在正常条件下运输和储存中不受损伤。

**17 包装的标记**

**17.1** 应清晰地标出下列产品资料(最低限度), 以便从每一个单位包装外面都能看到:

(a) AWS 标准号(可不含出版年份)和 AWS 类别号;

(b) 供货商的名称和商业代号;

(c) 规格和净重;

(d) 批号、检验号或炉号。

**17.2** 在焊接材料的所有包装上, 包括封入大包装中的单元包装上, 至少应以清楚的印刷字体醒目地印上在最新一期 ANSI Z49.1 中给出的警告性资料<sup>6</sup>。

<sup>6</sup> 警告性标语的典型例子示于在 ANSI 49.1 为在某些方法中使用的一些通用或特种焊接材料的图中。

(第 476 页)

## 附录 A

## AWS《锆和锆合金焊丝和填充丝标准》指南

(本附录不是 AWS A5.24/A5.24M:2005《锆和锆合金焊丝和填充丝标准》的组成部分, 附在本标准内仅作为参考资料)

## A1 引言

本指南的目的是使填充金属类别与它们的预期应用相联系, 以便标准能有效地被使用。在能够做到而又有益的时候, 也介绍了有关母材的标准, 这些参考资料仅作为例子, 而不是每一种填充金属适配材料的完整清单。

## A2 分类体系

**A2.1** 在本标准中识别填充金属类别的体系遵循在其它 AWS 填充金属标准中采用的标准模式。每一类别号开始的字母“E”表示焊丝, “R”代表填充丝。因为这些填充金属在金属极气体保护焊中用来作为焊丝, 在钨极气体保护焊中作为填充丝, 所以两个字母都采用。

**A2.2** “R”后面出现的化学符号“Zr”表示填充金属可识别为非合金锆或锆基合金, 数字表示在成分中不同变数的识别。

**A2.3** 表 A1 提供了在本版中的类别与那些在早期(1990、1979、1976)版本以及与锆合金填充金属其它标准的比较。所列 ASTM (ASME 标准同样在工业中广泛使用), 如在表 A1 中所示。

**A2.4 申请填充金属类别**

**A2.4.1** 当填充金属不能按某些现有的类别分类时, 制造厂可以为该填充金属提出建立类别的申请, 他们可以按下面给出的程序办理。

**A2.4.2** 提出新填充金属类别的申请应为书面申请, 它需要提供足够的细节, 让填充金属和相关材料委员或分委员会确定, 是新的类别合适, 还是现有类别的改型更合适, 甚至为满足要求两者都需要。

具体讲, 申请需要包括:

(a) 对现有类别所给出的所有分类要求, 诸如所有的化学成分范围。

(b) 有关“说明和用途”的资料, 与现有类别的对比, 与附录 A 该节的对比。

没有上述资料的新类别申请将被认为是不完全的, 秘书处会把申请书退回给申请者以补充进一步的资料。

**A2.4.3** 申请书应送到在美国焊接学会总部的

填充金属和相关材料 A5 委员会秘书处。收到申请后, 秘书处将会:

(a) 给申请书指定一个识别号, 该号应包括收到申请书的日期;

(b) 确认收到申请书, 并把识别号告诉提出申请的本人的;

(c) 将申请书的副本送交填充金属和相关材料 A5 委员会主席和有关特定分委员会主席;

(d) 将申请书原本存档;

(e) 把申请书加入待处理的申请书案卷中。

**A2.4.4** 时每一份申请书的所有必要行动将尽可能快地完成。如果超过 12 个月, 秘书处应将申请的进展情况通知申请人, 同时将副本送交委员会和分委员会主席。如果在 18 个月后依然未介决, 那么应将申请视为在“及时方式”上尚未取得答复, 秘书处则应将这些情况向填充金属和相关材料 A5 委员会主席报告, 以发挥主席的作用。

**A2.4.5** 秘书处应将所有悬而未决的和在去年已解决的那些申请记录的副本安排到每一次填充金属和相关材料委员会会议的议事日程中去。已经获得解决的申请的任何另行发布, 如果认为合适的话, 将由美国焊接学会选择。

## A3 验收

正如标准所述, 按本标准分类的所有焊接材料, 应根据 AWS A5.01《填充金属采购导则》进行验收。需方要求供方对按本标准发货材料的任何试验, 应按 AWS A5.01 的条款, 清楚地在需方的订货单中阐明。如果在订货单中没有任何这类说明, 供方可按在《填充金属采购导则》中表 1 的 F 级别对该类材料规定进行的常规试验发货。按该表任何其它级别的试验要求应在需方的订单中专门提出, 在这种情况下, 对发货材料的验收应按那些要求进行。

## A4 证明

把 AWS 标准号和类别号标明在产品的包装箱上, 或把类别号标于产品本身, 这一行为构成了供方(制造厂)的证明, 即产品符合标准的所有要求。

在本标准中隐含的惟一试验要求, 就是制造厂实际上是在要发货的符合标准要求的代表性材料

(第 476.1 页)

表 A1 标准相互索引—包括不再继续的锆焊丝

| 填充金属   |       |       |       | 基本金属, ASTM/ASME 基本号 |        |                   |
|--------|-------|-------|-------|---------------------|--------|-------------------|
| AWS 类别 |       |       |       |                     |        |                   |
| 2005   | 1990  | 1979  | 1976  | UNS 号               | UNS 号  | 级别代号 <sup>a</sup> |
| 不再继续   | 不再继续  | 不再继续  | ERZr1 |                     |        |                   |
| ERZr2  | ERZr2 | ERZr2 | ERZr2 | R60702              | R60702 | 非合金 Zr            |
| ERZr3  | ERZr3 | ERZr3 | ERZr3 | R60704              | R60704 | Zr-Fe-Sn-Cr       |
| ERZr4  | ERZr4 | ERZr4 | —     | 60705               | 60705  | Zr-2.5%Nb         |

注: a 参考 ASTM B493 B523 B551 和 B653。

上进行标准所要求的试验。在这种情况下,代表性材料是采用同一配方的该类别的任何一批产品。证明不解释为任何一种试验都需在特定发货材料的试样上进行。在这种材料上的试验可以做也可以不做。按标准要求的证明基础是上面引用的“代表性材料”的分类试验和在 AWS A5.01《填充金属采购导则》中的“制造厂的质量保证大纲”。

### A5 焊接时的通风

**A5.1** 在焊接过程中,焊工和焊接操作工所接触气氛中的烟尘数量,取决于 5 个主要因素:

- (a) 施工场地的空间大小(特别要考虑顶棚的高度);
- (b) 在该空间操作的焊工和焊接操作工的人数;
- (c) 与使用的材料和焊接方法有关的烟雾,气体或粉尘的释放速率;
- (d) 焊工或焊接操作工与从焊接区释放出来的烟尘的接触程度,以及他们在工作空间对气体粉尘的接触程度;

(e) 为焊接场地所提供的通风情况。

**A5.2** 美国国家标准 Z49.1《焊接与切割和关联作业中的安全》(美国焊接学会出版),讨论了焊接过程中要求的通风及其所涉及到的实施细节。特别应注意文件中“通风”一节。

### A6 焊接注意事项

**A6.1** 锆和锆合金能用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊、等离子弧焊和电子束焊等方法焊接。锆是活性金属,并在温度 1100°F (590°C) 以上对氧、氮和氢的脆化敏感。因此,金属应予以保护,防止大气污染。这能采用高纯度惰性气体来保护金属,或将金属置于惰性气体腔室,或置于  $10^{-4}$  Torr (0.013 Pa) 或更低的真空中予以保护。在弧焊

时,锆应加以保护,与大气隔开,直至冷到约 800°F [430°C] 以下。当在大气中焊接时,应用辅助的惰性气体给以适当的保护,在关键场合应用时,焊接应在空气完全被排除的气密并充满高纯度惰性气体的腔室中进行。

锆金属应无严重氧化,并在焊接前用化学方法清洗,因为氧化物、水、油脂和脏物的污染也会引起脆化。

锆填充丝必须用化学方法清洗,并无严重的氧化、吸收水汽、油脂和脏物,焊接时,填充丝要保持在惰性气体中,冷却时,在填充丝端部形成的氧化物在填充丝再次使用前必须去除。

锆能成功地与钛、钽、铌(钶)和钒进行熔焊,虽然焊缝金属会比母材的强度更高,延性要差。锆不能与其它普通的铜、铁、镍和铝结构合金焊接,因为它会形成脆性的锆金属间合金,造成极脆的焊缝。

### A7 焊丝和填充的说明和用途

**A7.1** EREr2 类别是“工业纯”锆,由它得到的焊缝金属具有良好的强度和塑性。抗拉强度至少应为 55ksi [380MPa],这里焊丝和填充丝可用来焊接 UNS R60702 锆合金。

**A7.2** EREr3 类别含有作为合金元素的锡。锡提高了焊缝金属的强度,但仍保持了良好的塑性。强度应至少为 60ksi [410MPa],这些焊丝和填充丝只用来焊接 UNS R60704 锆合金。EREr3 填充金属形成的焊缝金属与 EREr2 填充金属形成的焊缝金属一样可能不抗腐蚀。

**A7.3** EREr4 类别含有作为合金元素的铌(钶),它所形成的焊缝金属具有良好的塑性,抗拉强度至少为 80ksi [550MPa]。这些焊丝和填充丝仅用来焊接 UNS R60705 锆合金,从 EREr4 填充金属得到的

(第 476.2 页)

焊缝金属与从 EREr2 填充金属一样可能不抗腐蚀。采用 EREr4 填充金属得到的所有焊缝要进行焊后热处理以降低延时氢化开裂的敏感性。

### A8 特殊试验

要承认,对某些应用来说,可能要求做补充试验,在这种情况下,可能需要进行确定特殊性能的试验,如抗腐蚀性、抗氧化性、高温或低温下的强度。AWS A5.01《填充金属采购导则》提供了能够将这些试验纳入订货单的方法。本节被包括进来是对要求进行特殊性能的人们进行指导。那些试验应按供需双方达成的协议进行。

**A8.1 腐蚀试验。**虽然用本标准中的焊丝或填充丝焊成的焊缝通常在腐蚀场合使用,但为那些性能所做的试验并不包括在标准中。当某一特殊用途有要求时,可以在从焊块或焊接接头中切取的试样上进行试验。从接头上切取的试样适用于对焊接工艺进行评定(对包括抗腐蚀、抗氧化的特殊应用),但不对填充金属进行评定。接头试样的试验有缺点,即它是焊缝金属、热影响区和未受影响的母材的综合性能试验。用这样的试样要获得数据重现是比较困难的(当在试样不同部位的金属性能存在差异时)。

从接头中所取试样的优点是能够把接头设计和为生产所安排的焊接顺序做到重现。

**A8.1.1 单纯焊缝金属的抗腐蚀试验用试样**是按供需双方协定的下列程序准备的。试块规格应至少为 3/4in. [19mm] 高, 2-2/1in. [65mm] 宽和 1+5/8in. (in.) [25+16n (mm)] 长, 式中 n 为需要从试块中切取的试样数。尺寸为 1/2in. × 2in. × 1/4in. [13mm × 50mm × 6.4mm] 的试样从试块的顶部用机加工方法切取, 试样的 2in. [50mm] 尺寸平行于试块的 1/2in. [65mm] 尺寸, 试样的 1/2in. [13mm] 尺寸平行于试块的长度。

**A8.1.2 试验前,**试样的热处理, 表面精加工和标记等应按相似合金的锻件和铸件的标准试验方法进行。试验程序应符合 ASTM G4《设备腐蚀试验推荐方法》或 ASTM G31《金属实验室浸渍腐蚀试验的推荐方法》的规定, 如果实例可行的话。

### A9 不再继续使用的类别

一些类别从本标准的一个版本到另一个版本时不再继续使用。这样造成商业操作的改变或标准

中所用类别体系的变化。不再继续使用的类别列于表 A1, 连同在标准中包含的最后年份。

### A10 一般安全注意事项

注: 安全和健康方面的问题和相关事项超出了本标准的范围, 因此在这里未充分谈及。某些安全和健康的资料能够从附录的 A5 节找到。安全和健康的资料可以从其他来源得到, 包括在 A10.2 ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》<sup>7</sup> 中列出的安全和健康实用手册和可适用的联邦和州的管理规定, 但不限于此。

**A10.1 安全和健康实用手册 (SHF)** 下列安全和健康事项表是由美国焊接学会 (AWS) 公布的。它们可以直接从 AWS 网址 <http://www.aws.org> 下载和印刷。安全和健康实用手册进行周期性修订并增加补充手册。

#### A10.2 AWS 安全和健康实用手册索引 (SHF)<sup>8</sup>

| No. | 标 题              |
|-----|------------------|
| 1   | 烟尘和气体            |
| 2   | 辐射               |
| 3   | 噪声               |
| 4   | 焊接烟尘中的铬和镍        |
| 5   | 电伤害              |
| 6   | 防火和防爆            |
| 7   | 烧伤防护             |
| 8   | 机械伤害             |
| 9   | 拌倒和跌落            |
| 10  | 下落的物体            |
| 11  | 有限空间             |
| 12  | 隐形眼镜的磨损          |
| 13  | 焊接环境中的人与机械控制     |
| 14  | 警告性标签的图示符号       |
| 15  | 安全和健康文件的格式指南     |
| 16  | 设备调试员和焊接         |
| 17  | 电场和磁场 (EMF)      |
| 18  | 关闭/作标记           |
| 19  | 激光焊接和切割安全        |
| 20  | 热喷涂安全            |
| 21  | 电阻点焊             |
| 22  | 焊接和关联作业中与镉的接触    |
| 23  | California 建议 65 |
| 24  | 弧焊和钎焊焊剂: 安全管理和使用 |
| 25  | 金属烟尘引起的发烧        |

<sup>7</sup>ANSI Z49.1 能从全球工程文件, 信息处理服务集团公司获得, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776。

<sup>8</sup>AWS 标准能从全球工程文件, 信息处理服务集团公司获得, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776。

(第 518 页)

# 气体保护电弧焊用低合金钢焊丝和填充丝标准 SFA-5.28

A06

(与 AWS 标准 A5.28/A5.28M:2005 完全等同)

## 1. 适用范围

**1.1** 本标准规定了对金属极气体保护电弧焊 (GMAW)、钨极气体保护电弧焊 (GTAW) 和等离子电弧焊 (PAW) 用的低合金钢焊丝 (实心焊丝、组合绞合和组合金属芯焊丝) 和填充丝 (实心焊丝) 的分类要求。

**1.2** 安全和健康文件和有关规定超出本标准的适用范围, 因此, 在这里不完全列出。某些安全和健康资料可以在非强制性的 A5 和 A10 节中找到。安全和健康资料可以从其它来源获得, 包括, 但不局限于, ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》, 以及适用的联邦和州的法规。

**1.3** 本标准既使用美国惯用单位, 又使用国际单位制 (SI)。当涉及到焊缝金属性能时, 计量值不精确等同。因此每个单位体系必须独立使用而不能以任何方式混用其值。代号为 A5.28 的标准使用美国惯用单位。代号为 A5.28M 的标准使用 SI 单位。后者用 [ ] 括号表示, 或者在表和图中用适当的栏表示。基于任一体系的的标准尺寸都可以在 A5.28 或 A5.28M 标准下用来作为填充金属的或包装的, 或两者的规格。

## A 篇——一般要求

## 2、引用标准

通过在本标准的正文中引用下列标准所含有的条款, 构成了本 AWS 标准的条款。对于有版本日期的引用标准, 任何这些出版物的随后的改正或修订均不适用。然而, 基于本 AWS 标准的, 经协商一致的各方鼓励下面所列文件现行版本应用可能性的研究。对于无版本日期的引用标准。要采用引用标准的最新版本。

### 2.1 ASTM 标准<sup>1</sup>

(a) A36/A36M《碳素结构钢标准》

(b) A203/A203M《压力容器用镍合金钢板材标准》

(c) A285/A285M《压力容器用低和中等抗拉强度碳钢板材标准》

<sup>1</sup>ASTM 标准由美国试验和材料学会颁布, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA19428。

(d) A387/A387M《压力容器用铬—钼合金钢板材标准》

(e) A515/A515M《压力容器用中和高温工况碳钢板材标准》

(f) A516/A516M《压力容器用中和低温工况碳钢板材标准》

(g) A537/A387M《压力容器用热处理的碳—锰—硅钢板材标准》

(h) E29《为确定与标准一致, 在试验数据中采用有效位数的标准方法》

(i) E350《碳钢、低合金钢、硅电工钢、铌铁和锻铁化学分析的标准试验方法》

(j) E1032《焊件射线照相检验的标准试验方法》

### 2.2 AWS 标准<sup>2</sup>

(a) AWSA5.01《填充金属采购导则》

(b) AWS A5.32/A5.32M《焊接保护气体标准》

(c) AWS A4.3《确定马氏体、贝氏体和铁素体钢弧焊焊缝金属扩散氢含量的标准方法》

(d) AWS B4.0《焊缝力学性能试验的标准方法》

(e) AWS B4.0M《焊缝力学性能试验的标准方法》

### 2.3 ANSI 标准<sup>3</sup>

(a) ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》

### 2.4 ISO 标准<sup>4</sup>

(a) ISO544《焊接消耗材料——焊接填充材料的交货技术条件——产品类型、尺寸、公差和标记》。

### 2.5 国防部标准<sup>5</sup>

(a) MIL-S-16216《高屈服强度合金结构钢板 (HY80 和 HY100) 军用标准》

<sup>2</sup> AWS 标准由美国焊接学会颁布, 550N.W. LeJeune Road, Miami, FL33126

<sup>3</sup> ANSI 标准由美国国家标准学会颁布, 25West 43<sup>rd</sup> Street, 4th Floor, New York, NY10036。

<sup>4</sup> ISO 标准由国际标准化组织颁布, 1, rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland

<sup>5</sup> 国际部标准由 DODSSP 标准化文件发布署颁布, 700 Robbins Avenue, Bldg 4D, Philadelphia PA 19111-5094。

(第 519 页)

### 3、分类

**3.1 A5.28** 标准所包含的实心焊丝（和填充丝）采用以美国惯用单位为基础的分类体系、并按照焊丝的化学成分（表 1）和焊缝金属的力学性能（表 3 和表 4）进行分类。该标准所包含的组合绞合焊丝和组合金属芯焊丝也采用以美国惯用单位为基础的分类体系，并按照焊缝金属的化学成分和力学性能（表 2、表 3 和表 4）和使用的保护气体进行分类。

**3.1M A5.28M** 标准的包含的实心焊丝（和填充丝）采用以国际单位制（SI）为基础的分类体系，并按照焊丝的化学成分（表 1）和焊缝金属的力学性能（表 3 和表 4）进行分类。该标准所包含的组合绞合焊丝和组合金属芯焊丝也采用以国际单位制（SI）为基础的分类体系，并按照焊缝金属的化学成分和力学性能（表 2、表 3 和表 4）和使用的保护气体进行分类。

**3.2** 被分类为一种类别的焊丝和填充丝不应再被分类为本标准中的任何其它类别，其例外是 ER80S-D2[ER55S-D2] 也可被分类为 ER90S-D2[ER62S-D2]，只要产品同时满足两者的分类要求即可。然而，材料可以按 A5.28 和 A5.28M 两个标准进行分类。

**3.3** 按本标准分类的焊丝和填充丝是预期应用于气体保护电弧焊的，但并不禁止其应用于任何其它工艺方法（或任何其它保护气体或保护气体的混合），只要它们被认为合适的就行。

### 4. 验收

焊丝和填充丝的验收<sup>6</sup>应按照 AWS A5.01 的条款进行。

### 5. 证明

制造厂通过在包装上标明 AWS 标准号和类别号，或者在产品上标上类别号，证明产品符合本标准的要求<sup>7</sup>。

### 6. 圆整方法

为了确定与本标准的一致性，应将抗拉强度和屈服强度的实测值或计算值圆整到最近的

1000psi[10MPa]，对用于表达其它数量极限值数字的最右方末位，按照 ASTM E29 中给出的圆整方法圆整到“最接近的单位”。

## B 篇——试验、方法和要求

### 7. 试验综述

**7.1** 对每一类别要求的试验在表 5 中规定。这些试验的目的是确定焊缝金属的化学成分，力学性能和致密完好性。第 9 节至第 13 节给出焊缝试件的母材，采用的焊接和试验方法及要求的结果，对仅基于钨极气体保护电弧焊（GTAW）的分类要求，见附录中的 A4.2 节。

**7.2** 第 14 节“扩散氢试验”中的供选用的扩散氢试验不要求用于分类。见表 5 的注（a）

### 8、复试

如果有任何一项试验的结果不符合要求，该试验应重复两次。两次试验的结果均应满足要求。复试试样可取自原来的试件，或从 1 个或 2 个新的试件截取。对于化学分析，仅需要对不符合要求的那些特定元素进行复试。如果 1 个或 2 个复试结果不符合要求，则所试验的材料应被认为不符合本标准对那个类别的要求。

在下述情况下，即在任一试验的置备的过程中或完成后，能清楚地确定在置备焊缝试件或试样，或者在进行试验时没有遵循规定的或正确的程序，不考虑试验是否已实际完成或试验结果是否满足或不满足要求，该试验应该被认作为无效。应遵循规定的正确程序重复进行该项试验。在这种情况下，双倍试样数量的要求不适用。

### 9. 焊缝试件

**9.1** 按照表 5 的规定，要求至少 1 个焊缝试件，也可能要求 2 个（取决于焊丝是实心的还是组合的，以及化学分析的取样方法）。它们是：

(a) 为组合的和实心的焊丝两者进行焊缝金属力学性能和致密性试验的坡口焊缝（图 1）。（对仅基于钨极气体保护电弧焊的分类要求见附录中的 A4.2 节）。

(b) 为组合绞合焊丝和组合金属芯焊丝焊缝金属进行化学分析的焊缝试块（图 2）。

为了避免制作焊缝试块，组合焊丝焊缝金属的化学分析试样可取自断裂的全焊缝金属拉伸试样的减缩截面处，或取自图 1 坡口焊缝中的相应部位

<sup>6</sup> 有关发运材料验收、试验的进一步资料见 A3 节“验收”和 AWS A5.01

<sup>7</sup> 有关证明为满足该要求该提出的试验的进一步资料参见 A4 节“证明”。

(第 520 页)

表 1 实心焊丝和填充丝的化学成分要求

| AWS 类别 <sup>c</sup>       |                           |                    | 重量百分比 <sup>a,b</sup> |           |           |       |       |           |           |           |           |      |      |      |      | 其他元素总量 |
|---------------------------|---------------------------|--------------------|----------------------|-----------|-----------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|------|------|------|--------|
| A5.28                     | A5.28M                    | UNS 号 <sup>d</sup> | C                    | Mn        | Si        | P     | S     | Ni        | Cr        | Mo        | V         | Ti   | Zr   | Al   | Cu   |        |
| 碳—钼钢焊丝和填充丝                |                           |                    |                      |           |           |       |       |           |           |           |           |      |      |      |      |        |
| ER70S-A1                  | ER49S-A1                  | K11235             | 0.12                 | 1.30      | 0.30-0.70 | 0.025 | 0.025 | 0.20      | -         | 0.40-0.65 | -         | -    | -    | -    | 0.35 | 0.50   |
| 铬—钼钢焊丝和填充丝                |                           |                    |                      |           |           |       |       |           |           |           |           |      |      |      |      |        |
| ER80S-B2                  | ER55S-B2                  | K20900             | 0.07-0.12            | 0.40-0.70 | 0.40-0.70 | 0.025 | 0.025 | 0.20      | 1.20-1.50 | 0.40-0.65 | -         | -    | -    | -    | 0.35 | 0.50   |
| ER70S-B2L                 | ER49S-B2L                 | K20500             | 0.05                 | 0.40-0.70 | 0.40-0.70 | 0.025 | 0.025 | 0.20      | 1.20-1.50 | 0.40-0.65 | -         | -    | -    | -    | 0.35 | 0.50   |
| ER90S-B3                  | ER62S-B3                  | K30960             | 0.07-0.12            | 0.40-0.70 | 0.40-0.70 | 0.025 | 0.025 | 0.20      | 2.30-2.70 | 0.90-1.20 | -         | -    | -    | -    | 0.35 | 0.50   |
| ER80S-B3L                 | ER55S-B3L                 | K30560             | 0.05                 | 0.40-0.70 | 0.40-0.70 | 0.025 | 0.025 | 0.20      | 2.30-2.70 | 0.90-1.20 | -         | -    | -    | -    | 0.35 | 0.50   |
| ER80S-B6 <sup>f</sup>     | ER55S-B6 <sup>f</sup>     | S50280             | 0.10                 | 0.40-0.70 | 0.50      | 0.025 | 0.025 | 0.6       | 4.50-6.00 | 0.45-0.65 | -         | -    | -    | -    | 0.35 | 0.50   |
| ER80S-B8 <sup>g</sup>     | ER55S-B8 <sup>g</sup>     | S50480             | 0.10                 | 0.40-0.70 | 0.50      | 0.025 | 0.025 | 0.5       | 8.00-10.5 | 0.8-1.2   | -         | -    | -    | -    | 0.35 | 0.50   |
| ER90S-B9 <sup>h,i,j</sup> | ER62S-B9 <sup>h,i,j</sup> | S50482             | 0.07-0.13            | 1.25      | 0.15-0.30 | 0.010 | 0.010 | 1.00      | 8.00-9.50 | 0.80-1.10 | 0.15-0.25 | -    | -    | 0.04 | 0.20 | 0.50   |
| 镍钢焊丝和填充丝                  |                           |                    |                      |           |           |       |       |           |           |           |           |      |      |      |      |        |
| ER80S-Ni1                 | ER55S-Ni1                 | K11260             | 0.12                 | 1.25      | 0.40-0.80 | 0.025 | 0.025 | 0.80-1.10 | 0.15      | 0.35      | 0.05      | -    | -    | -    | 0.35 | 0.50   |
| ER80S-Ni2                 | ER55S-Ni2                 | K21240             | 0.12                 | 1.25      | 0.40-0.80 | 0.025 | 0.025 | 2.00-2.75 | -         | -         | -         | -    | -    | -    | 0.35 | 0.50   |
| ER80S-Ni3                 | ER55S-Ni3                 | K31240             | 0.12                 | 1.25      | 0.40-0.80 | 0.025 | 0.025 | 3.00-3.75 | -         | -         | -         | -    | -    | -    | 0.35 | 0.50   |
| 锰—钼钢焊丝和填充丝                |                           |                    |                      |           |           |       |       |           |           |           |           |      |      |      |      |        |
| ER80S-D2                  | ER55S-D2                  | K10945             | 0.07-0.12            | 1.60-2.10 | 0.50-0.80 | 0.025 | 0.025 | 0.15      | -         | 0.40-0.60 | -         | -    | -    | -    | 0.50 | 0.50   |
| ER90S-D2                  | ER62S-D2                  |                    |                      |           |           |       |       |           |           |           |           |      |      |      |      |        |
| 其他低合金钢焊丝和填充丝              |                           |                    |                      |           |           |       |       |           |           |           |           |      |      |      |      |        |
| ER100S-1                  | ER69S-1                   | K10882             | 0.08                 | 1.25-1.80 | 0.20-0.55 | 0.010 | 0.010 | 1.40-2.10 | 0.30      | 0.25-0.55 | 0.05      | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.25 | 0.50   |
| ER110S-1                  | ER76S-1                   | K21015             | 0.09                 | 1.40-1.80 | 0.20-0.55 | 0.010 | 0.010 | 1.90-2.60 | 0.50      | 0.25-0.55 | 0.04      | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.25 | 0.50   |
| ER120S-1                  | ER83S-1                   | K21030             | 0.10                 | 1.40-1.80 | 0.25-0.60 | 0.010 | 0.010 | 2.00-2.80 | 0.60      | 0.30-0.65 | 0.03      | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.25 | 0.50   |
| ERXXS-G                   | ERXXS-G                   | -                  | 不作规定 <sup>k</sup>    |           |           |       |       |           |           |           |           |      |      |      |      |        |

注：a. 对本表中示有数值的元素应进行分析，如果在分析过程中发现有其它元素存在，应确定那些元素的含量，以保证它们的总量（铁除外）不超过“其它元素总量”栏中规定的极

限值。

b 单个值为最大值。

c 后缀 B2、Ni1 等表示焊丝和填充丝类别的化学成分。

d SAE HS-1086/ASTM A594 DS-56H《金属和合金的统一编号体系》。

e 焊丝或填充丝镀层中的铜含量加上填充金属本身的铜含量不应超过所示的 0.50%。

f 与 AWS 标准 A5.9-93 中原 ER502 类别相似。

g 与 AWS 标准 A5.9-93 中原 ER505 类别相似。

h 铌（钶）0.02-0.10%

i 氮 0.03-0.07%

j Mn 和 Ni 之和应≤1.50%

k 为满足“G”类别要求，焊丝必须具有下列一种或多种元素的最低值：0.50%Ni、0.30%Cr 或 0.20%Mo，成分应报告，要求由供需双方协商确定。

(第 521 页)

表 2 组合焊丝焊缝金属的化学成分要求<sup>a</sup>

| AWS 类别 <sup>d</sup>  |          |                    | 重量百分比 <sup>b,c</sup> |                   |           |       |       |                   |            |           |           |    |    |      |           | 其他元素总量            |
|----------------------|----------|--------------------|----------------------|-------------------|-----------|-------|-------|-------------------|------------|-----------|-----------|----|----|------|-----------|-------------------|
| A5.28                | A5.28M   | UNS 号 <sup>e</sup> | C                    | Mn                | Si        | P     | S     | Ni                | Cr         | Mo        | V         | Ti | Zr | Al   | Cu        |                   |
| 铬—钼焊缝金属              |          |                    |                      |                   |           |       |       |                   |            |           |           |    |    |      |           |                   |
| E80C-B2              | E55C-B2  | W52030             | 0.05-0.12            | 0.40-1.00         | 0.25-0.60 | 0.025 | 0.030 | 0.20              | 1.00-1.50  | 0.40-0.65 | 0.03      | -  | -  | -    | -         | 0.50              |
| E70C-B2L             | E49C-B2L | W52130             | 0.05                 | 0.40-1.00         | 0.25-0.60 | 0.025 | 0.030 | 0.20              | 1.00-1.50  | 0.40-0.65 | 0.03      | -  | -  | -    | 0.35      | 0.50              |
| E90C-B3              | E62C-B3  | W53030             | 0.05-0.12            | 0.40-1.00         | 0.25-0.60 | 0.025 | 0.030 | 0.20              | 2.00-2.50  | 0.90-1.20 | 0.03      | -  | -  | -    | 0.35      | 0.50              |
| E80C-B6              | E55C-B6  | W53130             | 0.05                 | 0.40-1.00         | 0.25-0.60 | 0.025 | 0.030 | 0.20              | 2.00-2.50  | 0.90-1.20 | 0.03      | -  | -  | -    | 0.35      | 0.50              |
| E80C-B8              | E55C-B8  |                    | 0.10                 | 0.40-1.00         | 0.25-0.60 | 0.025 | 0.025 | 0.60              | 4.50-6.00  | 0.45-0.65 | 0.03      | -  | -  | -    | 0.35      | 0.50              |
| E90C-B9 <sup>f</sup> | E55C-B9  |                    | 0.10                 | 0.40-1.00         | 0.25-0.60 | 0.025 | 0.025 | 0.20              | 8.00-10.50 | 0.80-1.20 | 0.03      | -  | -  | -    | 0.35      | 0.50              |
|                      |          |                    | 0.08-0.13            | 1.20 <sup>g</sup> | 0.50      | 0.020 | 0.015 | 0.80 <sup>g</sup> | 8.00-10.50 | 0.85-1.20 | 0.15-0.03 | -  | -  | 0.04 | 0.20      | 0.50              |
| 镍钢焊缝金属*              |          |                    |                      |                   |           |       |       |                   |            |           |           |    |    |      |           |                   |
| E80C-Ni1             | E55C-Ni1 | W21030             | 0.12                 | 1.50              | 0.90      | 0.025 | 0.030 | 0.80-1.10         | -          | 0.30      | 0.03      | -  | -  | -    | 0.35      | 0.50              |
| E70C-Ni2             | E49C-Ni2 | W22030             | 0.08                 | 1.25              | 0.90      | 0.025 | 0.030 | 1.75-2.75         | -          | -         | 0.30      | -  | -  | -    | 0.35      | 0.50              |
| E80C-Ni2             | E55C-Ni2 | W22030             | 0.12                 | 1.50              | 0.90      | 0.025 | 0.030 | 1.75-2.75         | -          | -         | 0.03      | -  | -  | -    | 0.35      | 0.50              |
| E80C-Ni3             | E55C-Ni3 | W23030             | 0.12                 | 1.50              | 0.90      | 0.025 | 0.030 | 2.75-3.75         | -          | -         | 0.03      | -  | -  | -    | 0.35      | 0.50              |
| 锰—钼钢焊缝金属*            |          |                    |                      |                   |           |       |       |                   |            |           |           |    |    |      |           |                   |
| E90C-D2              | E62C-D2  | W19230             | 0.12                 | 1.00-1.90         | 0.90      | 0.025 | 0.030 | -                 | -          | 0.40-0.60 | 0.03      | -  | -  | -    | 0.35      | 0.50              |
| 其他低合金钢焊缝金属*          |          |                    |                      |                   |           |       |       |                   |            |           |           |    |    |      |           |                   |
| E90C-K3              | E62C-K3  |                    | 0.15                 | 0.75-2.25         | 0.80      | 0.025 | 0.025 | 0.50-2.50         | 0.15       | 0.25-0.65 | 0.03      | -  | -  | -    | 0.35      | 0.50              |
| E100C-K3             | E69C-K3  |                    | 0.15                 | 0.75-2.25         | 0.80      | 0.025 | 0.025 | 0.50-2.50         | 0.15       | 0.25-0.65 | 0.03      | -  | -  | -    | 0.35      | 0.50              |
| E110C-K3             | E76C-K3  |                    | 0.15                 | 0.75-2.25         | 0.80      | 0.025 | 0.025 | 0.50-2.50         | 0.15       | 0.25-0.65 | 0.03      | -  | -  | -    | 0.35      | 0.50              |
| E110C-K4             | E76C-K4  |                    | 0.15                 | 0.75-2.25         | 0.80      | 0.025 | 0.025 | 0.50-2.50         | 0.15-0.65  | 0.25-0.65 | 0.03      | -  | -  | -    | 0.35      | 0.50              |
| E120C-K4             | E83C-K4  |                    | 0.15                 | 0.75-2.25         | 0.80      | 0.025 | 0.025 | 0.50-2.50         | 0.15-0.65  | 0.25-0.65 | 0.03      | -  | -  | -    | 0.35      | 0.50              |
| E80C-W2              | E55C-W2  |                    | 0.12                 | 0.50-1.30         | 0.35-0.80 | 0.025 | 0.030 | 0.40-0.80         | 0.45-0.70  | -         | 0.03      | -  | -  | -    | 0.30-0.75 | 0.50              |
| EXX-G                | EXX-G    | -                  |                      |                   |           |       |       |                   |            |           |           |    |    |      |           | 不作规定 <sup>h</sup> |

注: a 组合焊丝的化学成分要求是基于采用表 3 规定的保护气体, 对焊态的焊缝金属进行分析的。

b 应对本表中有规定值的焊缝金属特定元素进行分析。如果在分析的过程中发现有其它元素存在, 应确定那些元素的数量, 以保证它们的总值(铁除外)不超出“其它元素总量”所规定的极限值。

c 单一值为最大值。

d 实心焊丝通常推荐用于钨极气体保护电弧焊(GTAW)或等离子电弧焊(PAW)。

e SAE/HS-1086/ASTM DS-56H《金属和合金的同意编号体系》。

f 铌(钶) 0.02-0.10%, 氮 0.03-0.07%

g Mn 和 Ni 之和应≤1.50%

h 为满足“G”类别要求, 焊丝必须具有下列一种或多种元素的最低值: 0.50%Ni、0.30%Cr 或 0.20%Mo, 成分应报告, 要求由供需双方协商确定。

\*原文为“焊丝和填充丝”系误。应为“焊缝金属”——译注。

(第 522 页)  
表 3 拉伸试验要求

| AWS 类别    |           | 保护气体 <sup>a</sup>                                    | 抗拉强度（最低） |        | 屈服强度 <sup>b</sup> （最低） |     | 伸长率百分数（最低）                         | 试验条件              |
|-----------|-----------|------------------------------------------------------|----------|--------|------------------------|-----|------------------------------------|-------------------|
| A5.28     | A5.28M    |                                                      | psi      | MPa    | psi                    | MPa |                                    |                   |
| ER70S-B2L | ER49S-B2L | 氩/1-5%氧<br>（SG-AO-1 至<br>SG-AO-5 类）                  | 75,000   | 515    | 58,000                 | 400 | 19                                 | PWHT <sup>c</sup> |
| ER70C-B2L | ER49C-B2L |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| ER70S-A1  | ER49S-A1  |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| ER80S-B2  | ER55S-B2  |                                                      | 80,000   | 550    | 68,000                 | 470 | 19                                 |                   |
| E80C-B2   | E55C-B2   |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| ER80S-B3L | ER55S-B3L |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| E80C-B3L  | E55C-B3L  |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| ER90S-B3  | ER62S-B3  |                                                      | 90,000   | 620    | 78,000                 | 540 | 17                                 |                   |
| E90C-B3   | E62C-B3   |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| ER80S-B6  | ER55S-B6  |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| E80C-B6   | E55C-B6   |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| ER80S-B8  | ER55S-B8  | 80,000                                               | 550      | 68,000 | 470                    | 17  |                                    |                   |
| E80C-B8   | E55C-B8   |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| ER90S-B9  | ER62S-B9  |                                                      |          |        |                        |     | 氩/5%CO <sub>2</sub><br>（SG-AC-5 类） | 90,000            |
| E90C-B9   | E62C-B9   | 氩/5-25% CO <sub>2</sub><br>（SG-AO-5 至<br>SG-AC-25 类） |          |        |                        |     |                                    |                   |
| E70C-Ni2  | E49C-Ni2  | 氩/1-5%氧<br>（SG-AO-1 至<br>SG-AO-5 类）                  | 70,000   | 480    | 58,000                 | 400 | 24                                 | PWHT <sup>c</sup> |
| ER80S-Ni1 | ER55S-Ni1 |                                                      | 80,000   | 550    | 68,000                 | 470 | 24                                 | 焊态                |
| E80C-Ni1  | E55C-Ni1  |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| ER80S-Ni2 | ER55S-Ni2 |                                                      | 80,000   | 550    | 68,000                 | 470 | 24                                 | PWHT <sup>c</sup> |
| E80C-Ni2  | E55C-Ni2  |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| ER80S-Ni3 | ER55S-Ni3 | CO <sub>2</sub> （SG-C 类）                             | 80,000   | 550    | 68,000                 | 470 | 17                                 | 焊态                |
| E80C-Ni3  | E55C-Ni3  |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| ER80S-D2  | ER55S-D2  | 氩/1-5%氧<br>（SG-AO-1 至<br>SG-AO-5 类）                  | 90,000   | 620    | 78,000                 | 540 | 17                                 | 焊态                |
| ER90S-D2  | ER62S-D2  | 氩/2%氧<br>（SG-AO-2 类）                                 | 100,000  | 690    | 88,000                 | 610 | 16                                 | 焊态                |
| E90C-D2   | E62C-D2   |                                                      | 110,000  | 760    | 95,000                 | 660 | 15                                 |                   |
| ER100S-1  | ER69S-1   | 氩/5-25% CO <sub>2</sub><br>（SG-AC-5 至<br>SG-AC-25 类） | 120,000  | 830    | 105,000                | 730 | 14                                 | 焊态                |
| ER110S-1  | ER76S-1   |                                                      | 90,000   | 620    | 78,000                 | 540 | 18                                 |                   |
| ER120S-1  | ER83S-1   | 氩/5-25% CO <sub>2</sub><br>（SG-AC-5 至<br>SG-AC-25 类） | 100,000  | 690    | 88,000                 | 610 | 16                                 | 焊态                |
| E90C-K3   | E62C-K3   |                                                      | 110,000  | 760    | 98,000                 | 680 | 15                                 |                   |
| E100C-K3  | E69C-K3   |                                                      | 120,000  | 830    | 108,000                | 750 | 15                                 |                   |
| E110C-K3  | E76C-K3   |                                                      | 80,000   | 550    | 68,000                 | 470 | 22                                 |                   |
| E110C-K4  | E76C-K4   |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| E120CK-4  | E83CK-4   | (d)                                                  | 70,000   | 480    | (e)                    | (e) | (e)                                | (e)               |
| E80C-W2   | E55C-W2   | (d)                                                  | 80,000   | 550    | (e)                    | (e) | (e)                                | (e)               |
| ER70S-G   |           | (d)                                                  | 90,000   | 620    | (e)                    | (e) | (e)                                | (e)               |
| E70C-G    |           | (d)                                                  | 100,000  | 690    | (e)                    | (e) | (e)                                | (e)               |
| ER80S-G   |           | (d)                                                  | 110,000  | 760    | (e)                    | (e) | (e)                                | (e)               |
| E80C-G    |           | (d)                                                  | 120,000  | 830    | (e)                    | (e) | (e)                                | (e)               |
| ER90S-G   |           | (d)                                                  |          |        |                        |     |                                    |                   |
| E90C-G    |           |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| ER100S-G  |           |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| E100C-G   |           |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| ER110S-G  |           |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| E110C-G   |           |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| ER120S-G  |           |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |
| E120C-G   |           |                                                      |          |        |                        |     |                                    |                   |

(第 523 页)

表 3 拉伸试验要求 (续)

注: a. 为分类目的而采用特定的保护气体不应理解为限制使用混合保护气体。用其它混合气体进行试验的填充金属, 如氩/ $O_2$  或氩/ $CO_2$ , 会导致焊缝金属具有不同的强度和伸长率。用其它混合气体进行分类应由供需双方协商确定。

b. 0.20%残余变形的屈服强度和伸长率的标距长度为  $2in.$  [ $51mm$ ]。

c. 按表 7 的热处理状态。

d. 保护气体由供需双方协商确定。

e. 不作规定 (由供需双方协商确定)。

(或任何其以上部位)。在有争议的场所, 图 2 中的焊缝试块应是仲裁方法。

**9.2** 应按 9.3 和 9.4 的规定制备每一个焊缝试件, 每个试件的母材应按表 6 要求, 并满足所列标准或与其相当的标准的的要求。试件的试验应按 10.2、10.3 和第 11-13 节的规定。

### 9.3 坡口焊缝

**9.3.1** 对所有的类别、应按图 1 的规定制备和焊接 1 个试件。采用表 6 规定的适当的母材和表 7 规定的预热和层间温度。采用的焊丝规格应为  $0.045in.$  或  $1/16in.$  [ $1.2mm$  或  $1.6mm$ ] (如果这些规格不生产, 可采用制造厂生产的最接近其一种的规格)。对仅基于钨极气体保护电弧焊 (GTAW) 的分类要求, 见附录中的 A4.2 节。

应以平焊位置进行焊接, 试件在焊接时应刚性固定 (预置反变形) 以防止挠曲变形超过  $5^\circ$ 。试件的挠曲超出平面  $5^\circ$  以上应废弃。不可以对试件进行校平。试件应在室温或高于室温下进行点固焊, 应在表 7 规定的预热温度下开始焊接。焊接应持续进行直至试件达到表 7 规定的层间温度。采用测温笔或表面测温仪在图 1 所示部位测温。

焊缝其余部分的焊接, 应保持表 7 规定的预热温度和层间温度, 当有必要中断焊接, 试件应在静止空气中冷却到室温, 在重新焊接之前, 试件应预热到表 7 规定的温度。当焊接已完成, 试件已经冷却, 试件应按第 11 节“射线照相试验”、第 12 节“拉伸试验”和第 13 节“冲击试验”进行置备和试验。应按表 3 和表 4 的规定, 在焊态或焊后热处理状态下进行试验。

**9.3.2** 当有要求, 试件应在截取力学性能试样之前进行焊后热处理。该焊后热处理可以在射线照相检验之前或之后进行。

**9.3.2.1** 当将试件放入炉子时, 炉温应不超过  $600^\circ F$  [ $320^\circ C$ ]。从该点到表 7 规定的保持温度的加热速率不应超过  $400^\circ F/h$  [ $220^\circ C/h$ ]

**9.3.2.2** 试件应在表 7 规定的温度下保温 1

小时 ( $-0, \pm 15$  分钟)。

**9.3.2.3** 保温 1 小时后, 试件应在炉中冷却到低于  $600^\circ F$  [ $320^\circ C$ ] 的温度。冷却速率不应超过每小时  $350^\circ F$  [每小时  $190^\circ C$ ]。试件可以在低于  $600^\circ F$  [ $320^\circ C$ ] 的任何温度下从炉子中取出, 并在静止空气中冷却到室温。试件的试验应按第 11 至 13 节的规定进行。

**9.4** 焊缝试块。除了 9.3 所允许的分析试样可取自坡口焊缝 (图 1) 或断裂的全焊缝金属拉伸试样外, 应采用组合绞合和组合金属芯焊丝制备如图 2 所示的焊缝试块。应采用满足图 2 最低要求, 并具有表 6 规定类型的任何合适规格的母材作为焊缝试块的母材。熔敷填充金属的母材表面应干净。试块应以平焊位置进行多层焊接, 以获得未经稀释的焊缝金属 (至少 4 层厚)。焊丝规格应为  $0.045in.$  或  $1/16in.$  [ $1.2mm$  或  $1.6mm$ ]。如果这些规格不生产, 则为制造厂所生产的最接近其中之一的规格。预热温度应不低于  $60^\circ F$  [ $15^\circ C$ ], 层间温度不应超过表 7 的规定。每道焊接后应清除焊渣。焊道与焊道之间, 试块可以在水中淬火 (水温不作规定)。完成后的试块的尺寸应如图 2 所示。该试件的试验应按 10.2 和 10.3 的规定进行。结果应满足表 2 的要求。

## 10、化学分析

**10.1** 应为化学分析准备实心焊丝或制造填充丝的坏料的试样。当分析到存在于实心填充金属镀层 (例如铜镀层) 中的元素时, 应在不去除镀层的情况下进行分析。当对不同于镀层中的那些元素进行分析, 并且其存在会影响其它元素分析结果时, 则应将镀层除去。

**10.2** 组合绞合或金属芯焊丝应以焊缝金属的形式, 而不是填充金属的形式进行分析。分析试样应取自按表 3 规定的焊丝和保护气体组合所获得的焊缝金属。试样可取自按 9.4 置备的焊缝试块; 取自 9.1 规定的坡口焊缝区域, 或取自断裂的拉伸试样的减缩截面处。在有争议的情况下, 焊缝试块是仲裁方法。

(第 524 页)

表 4 冲击试验要求

| AWS 类别    |            | 平均冲击吸收功 <sup>a,b</sup> (不低于) |            | 试验条件              |
|-----------|------------|------------------------------|------------|-------------------|
| A5.28     | A5.28M     | A5.28                        | A5.28M     |                   |
| ER70S-A1  | ER49S-A1   |                              |            |                   |
| ER70S-B2L | ER449S-B2L |                              |            |                   |
| E70C-B2L  | E49C-B2L   |                              |            |                   |
| ER80S-B2  | ER55S-B2   |                              |            |                   |
| E80C-B2   | E55C-B2    |                              |            |                   |
| ER80S-B3L | ER55S-B3L  |                              |            |                   |
| E80C-B3L  | E55C-B3L   |                              |            |                   |
| ER90S-B3  | ER62S-B3   | 不要求                          | 不要求        | —                 |
| E90C-B3   | E62C-B3    |                              |            |                   |
| ER80S-B6  | ER55S-B6   |                              |            |                   |
| E380C-B6  | E55C-B6    |                              |            |                   |
| ER80S-B8  | ER55S-B8   |                              |            |                   |
| E80C-B8   | E55C-B8    |                              |            |                   |
| ER90S-B9  | ER62S-B9   |                              |            |                   |
| E90C-B9   | E62C-B9    |                              |            |                   |
| ER80S-Ni1 | ER55S-Ni1  | 20 ft • lbf 在-50°F           | 27J 在-45°C | 焊态                |
| E80C-Ni1  | E55C-Ni1   |                              |            |                   |
| E70C-Ni2  | E49C-Ni2   | 20 ft • lbf 在-80°F           | 27J 在-60°C | PWHT <sup>b</sup> |
| ER80S-Ni2 | ER55S-Ni2  |                              |            |                   |
| E80C-Ni2  | E55C-Ni2   |                              |            |                   |
| ER80S-Ni3 | ER55S-Ni3  | 20 ft • lbf 在-100°F          | 27J 在-75°C | PWHT <sup>b</sup> |
| E80C-Ni3  | E55C-Ni3   |                              |            |                   |
| ER80S-D2  | ER55S-D2   | 20 ft • lbf 在-20°F           | 27J 在-30°C | 焊态                |
| ER90S-D2  | ER62S-D2   |                              |            |                   |
| E90C-D2   | E62C-D2    |                              |            |                   |
| ER100S-1  | ER69S-1    | 50 ft • lbf 在-60°F           | 68J 在-45°C | 焊态                |
| ER110S-1  | ER76S-1    |                              |            |                   |
| ER120S-1  | ER83S-1    |                              |            |                   |
| E90C-K3   | E62C-K3    | 20 ft • lbf 在-60°F           | 27J 在-50°C | 焊态                |
| E100C-K3  | E69C-K3    |                              |            |                   |
| E110C-K3  | E76C-K3    |                              |            |                   |
| E110C-K4  | E76C-K4    |                              |            |                   |
| E120C-K4  | E83C-K4    |                              |            |                   |
| E80C-W2   | E55C-W2    | 20 ft • lbf 在-20°F           | 27J 在-30°C | 焊态                |
| ERXXS-G   | ERXXS-G    | 由供需双方协商确定                    | 由供需双方协商确定  | —                 |
| EXXC-G    | EXXC-G     |                              |            | —                 |

注: a. 在计算平均冲击吸收功时, 所得到的 5 个试验值中的最大的和最小的值应除去。

对要求 20ft • lbf[27J] 的类别: 余下 3 个值中的 2 个应  $\geq 20\text{ft} \cdot \text{lbf}[27\text{J}]$ ; 余下 3 个值中的 1 个可低于 20ft • lbf[27J], 但不低于 15ft • lbf[20J]。3 个值的平均值不应小于规定的 20ft • lbf[27J]。

对要求 50ft • lbf[68J] 的类别: 余下 3 个值中的 2 个应  $\geq 50\text{ft} \cdot \text{lbf}[68\text{J}]$ ; 余下 3 个值中的 1 个可低于 50ft • lbf[68J], 但不低于 40ft • lbf[54J]。3 个值的平均值不应小于规定的 50ft • lbf[68J]。

b. 焊后热处理按表 7 进行。

(第 525 页)

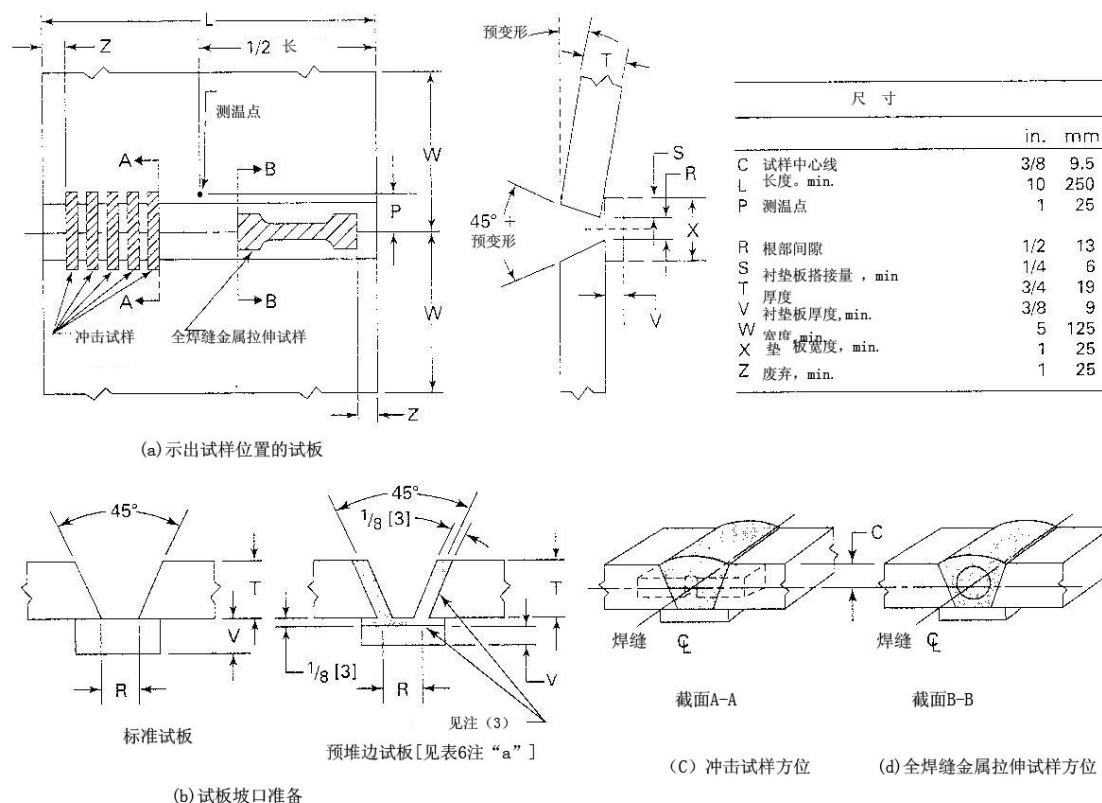
表 5 要求的试验

| AWS 类别    |           | 化学分析 |                 |        |      |      |       |
|-----------|-----------|------|-----------------|--------|------|------|-------|
| A5.28     | A5.28M    | 焊丝   | 焊缝金属            | 射线照相检验 | 拉伸试验 | 冲击试验 | 扩散氢试验 |
| 实心焊丝      |           |      |                 |        |      |      |       |
| ER70S-A1  | ER49S-A1  |      |                 |        |      |      |       |
| ER80S-B2  | ER55S-B2  |      |                 |        |      |      |       |
| ER70S-B2L | ER49S-B2L |      |                 |        |      |      |       |
| ER90S-B3  | ER62S-B3  | 要求   | 不要求             | 要求     | 要求   | 不要求  | a     |
| ER80S-B3L | ER55S-B3L |      |                 |        |      |      |       |
| ER80S-B6  | ER55S-B6  |      |                 |        |      |      |       |
| ER80S-B8  | ER55S-B8  |      |                 |        |      |      |       |
| ER90S-B9  | ER62S-B9  |      |                 |        |      |      |       |
| ER80S-Ni1 | ER55S-Ni1 |      |                 |        |      |      |       |
| ER80S-Ni2 | ER55S-Ni2 | 要求   | 不要求             | 要求     | 要求   | 要求   | a     |
| ER80S-Ni3 | ER55S-Ni3 |      |                 |        |      |      |       |
| ER80S-D2  | ER55S-D2  | 要求   | 不要求             | 要求     | 要求   | 要求   | a     |
| ER90S-D2  | ER62S-D2  |      |                 |        |      |      |       |
| ER100S-1  | ER69S-1   |      |                 |        |      |      |       |
| ER110S-1  | ER76S-1   | 要求   | 不要求             | 要求     | 要求   | 要求   | a     |
| ER120S-1  | ER83S-1   |      |                 |        |      |      |       |
| ERXXS-G   | ERXXS-G   | 要求   | 不要求             | 要求     | 要求   | 不要求  | a     |
| 组合金属芯焊丝   |           |      |                 |        |      |      |       |
| E80C-B2   | E55C-B2   |      |                 |        |      |      |       |
| E70C-B2L  | E49C-B2L  |      |                 |        |      |      |       |
| E90C-B3   | E62C-B3   |      |                 |        |      |      |       |
| E80C-B3L  | E55C-B3L  | 不要求  | 要求              | 要求     | 要求   | 不要求  | a     |
| E80C-B6   | E55C-B6   |      |                 |        |      |      |       |
| E80C-B8   | E55C-B8   |      |                 |        |      |      |       |
| E90C-B9   | E62C-B9   |      |                 |        |      |      |       |
| E80C-Ni1  | E55C-Ni1  |      |                 |        |      |      |       |
| E70C-Ni2  | E49C-Ni2  | 不要求  | 要求              | 要求     | 要求   | 要求   | a     |
| E80C-Ni2  | E55C-Ni2  |      |                 |        |      |      |       |
| E80C-Ni3  | E55C-Ni3  |      |                 |        |      |      |       |
| E90C-D2   | E62C-D2   | 不要求  | 要求              | 要求     | 要求   | 要求   | a     |
| E90C-K3   | E62C-K3   |      |                 |        |      |      |       |
| E100C-K3  | E69C-K3   |      |                 |        |      |      |       |
| E110C-K3  | E76C-K3   | 不要求  | 要求              | 要求     | 要求   | 要求   | a     |
| E110C-K4  | E76C-K4   |      |                 |        |      |      |       |
| E120-K4   | E83-K4    |      |                 |        |      |      |       |
| E80C-W2   | E55C-W2   | 不要求  | 要求              | 要求     | 要求   | 要求   | a     |
| EXXC-G    | EXXC-G    | 不要求  | 要求 <sup>b</sup> | 要求     | 要求   | 不要求  | a     |

注：a. 只有当买方规定或制造厂在标签上注明扩散氢代号时，才要求进行供选用的扩散氢试验（见 A2.2 和 A8.2）。

b. 结果应报告。见 A7.19。

(第 526 页)



| 实心焊丝试验条件 (注 4 和注 5) |                            |                            |
|---------------------|----------------------------|----------------------------|
| 标准规格 (注 7)          | 0.045in.[1.2mm]            | 1/16in.                    |
| 保护气体 (注 8)          | 见表 3                       | 见表 3                       |
| 送丝速度                | 450in./min[190mm/sec]±5%   | 240in./min[102mm/sec]±5%   |
| 名义电弧电压              | 27~32V                     | 25~30V                     |
| 达到的电流, DCEP (注 9)   | 300~360A(注 6)              | 340~420A(注 6)              |
| (DCEP=焊丝接正)         |                            |                            |
| 导电嘴至工件距离 (注 10)     | 7/8±1/8in.[22±3mm]         | 7/8±1/8in.[22±3mm]         |
| 焊接速度                | 13±2in./min[5.5±1.0mm/sec] | 13±2in./min[5.5±1.0mm/sec] |

注: 1、母材应按表 6 的规定。焊接的表面应清洁。

2、焊接之前, 试件可作如图所示的反变形装配。这样焊接接头将足够平齐, 以便于截取试样。另一种做法是采用刚性固定或刚性固定与预变形相结合。

3、当有要求时, 坡口边缘和衬垫的接触表面应如图进行预堆边。预堆边可采用任何规格的试验焊丝, 见表 6 注 a。

4、组合焊丝的试验条件由制造厂推荐。

5、对实心焊丝和组合焊丝的预热和层间温度应按表 7 规定。

6、对于 ER80S-D2[ER55S-D2]类别, 0.045in.[1.2mm]的电流应为 260-320A; 1/16in.[1.6mm]的电流为 330-410A。

7、如果试验的规格不是 0.045in. 和 1/16in.[1.2mm 和 1.6mm], 送丝速度 (及达到的电流)、电弧电压和导电嘴至工件距离应按需要作改变。对小于 0.035in.[0.9mm]规格的焊丝, 不推荐这种接头形状。

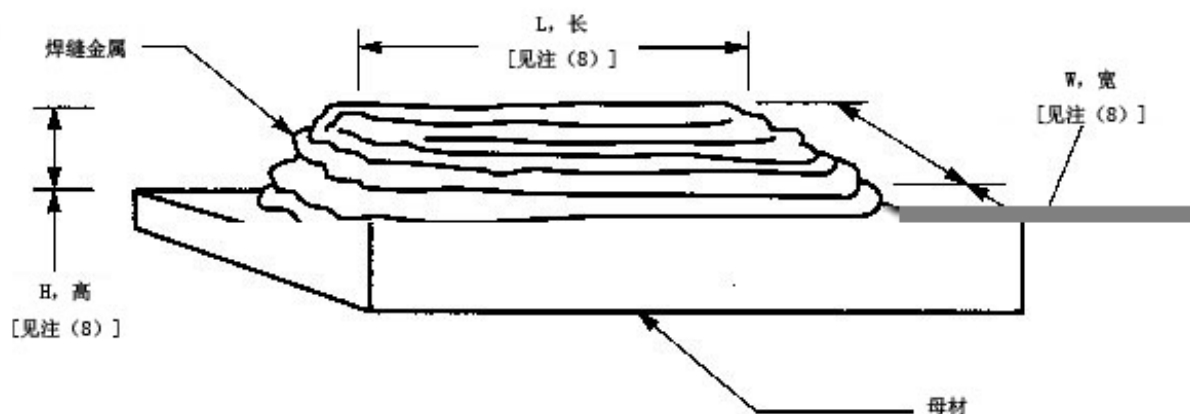
8、如果采用不同于表 3 所示的保护气体或混合气体, 送丝速度 (及达到的电流), 电弧电压和焊接速度应由供需双方协商确定。

9、要求的送丝速度, 电弧电压和导电嘴至工件距离的组合形成在所示范围内的焊接电流。电流真实地在此范围之外, 说明了在送丝速度, 导电嘴至工件距离、电弧电压调节或者测试仪器上有误。

10、导电嘴至工件距离, 而不是保护气体喷嘴至工件的距离。

图 1 力学性能和致密性试验用坡口焊缝试件

(第 526 页)



注：1、应采用任何合适的规格和表 6 规定的任何类型的母材作为焊缝试块的母材。

2、熔敷填充金属的母材表面应清洁。

3、试块应以平焊位置焊接，采用多层焊以获得足够高度的焊缝金属。

4、焊道数及其规格随焊丝规格，摆动宽度以及采用的电流大小而变化。

5、预热温度应不低于 60°F [15°C]，最高层间温度应不超过表 7 中的规定。

6、每焊 1 道后，应除去任何焊渣。

7、为控制层间温度，在焊道与焊道之间，试件可以在水中淬火。

8、已完成的试块规格应至少具有 4 层高度 (H。) 分析试样至少在母材原始表面以上 3/8in. [9.5mm] 处取样。在扣除起弧和熄弧部位后，其长度 (L) 和宽度 (W) 应足够用于完成分析。

图 2 组合焊丝焊缝金属化学分析用试块。

9.4 所述和图 2 所示的试块表面层应去除和舍弃。分析试样应采用任何合适的机械方法取自下层的金属，并距图 2 所示母材表面不得少于 3/8in. [9.5mm]。试样应无焊渣。当试样取自坡口焊缝或断裂的拉伸试样的减缩截面时，应采用任何合适的机械方法制备分析用材料。

**10.3** 按 10.1 或 10.2 取得的试样应采用经认可的分析方法进行分析。仲裁方法应是：ASTM E350。

**10.4** 试验结果应符合表 1 对实心焊丝或表 2 对组合焊丝中对所试验焊丝类别的要求。

## 11. 射线照相检验

**11.1** 9.3.1 所描述和图 1 所示的坡口焊缝应进行射线照相以评定焊缝金属的致密完好性。在准备射线照相中，应除去衬垫板，焊缝两个表面应机加工或打磨至光滑。为便于去除衬垫板和/或多余的熔敷焊缝，允许试件的两个面去除母材至低于母材原始表面以下 1/16in. [1.5mm] 的名义深度。焊缝金

属的厚度不应比母材名义厚度减少至 1/16in. [1.5mm] 以上。试件两个表面在焊缝区应足够光滑。以避免在进行射线照相时遇到困难。

**11.2** 焊缝应按 ASTM E1032 进行射线照相。检验质量等级应为 2-2T

**11.3** 如果在射线底片中无裂纹，未熔合及无超过图 3 射线照相标准中允许的图形显示，则焊缝金属的致密性符合本标准的要求。在评定射线底片时，试件焊缝的每端应舍弃 1in. [25mm]。

圆形显示是指其长度不超过 3 倍宽度的显示（在射线底片上）。圆形显示可以是圆形、椭圆形、锥形或不规则形状的，它们可以有尾巴。圆形显示的规格是显示的最大尺寸，包括可能存在的任何尾巴。显示可能是气孔或夹渣。最大尺寸不超过 1/64in. [0.4mm] 的显示应忽略不计。具有超过射线照相标准（图 3）所允许的最大显示的试件。不符合本标准的要求。

(第 527 页)

表 6 试件用母材

| AWS 类别                                                  |                                                     | 母材的 ASTM 标准 <sup>a</sup>                              | 母材的 UNS 号 <sup>b</sup>                                                                               |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A5.28                                                   | A5.28M                                              |                                                       |                                                                                                      |
| ER70S-B2L<br>E70C-B2L<br>ER80S-B2<br>E80C-B2            | ER49S-B2L<br>E49C-B2L<br>ER55S-B2<br>E55C-B2        | A387 11 级                                             | K11789                                                                                               |
| ER80S-B3L<br>E80C-B3L<br>ER90S-B3<br>E90C-B3            | ER55S-B3L<br>E55C-B3L<br>ER62S-B3<br>E62C-B3        | A387 22 级                                             | K21590                                                                                               |
| ER80S-B6<br>E80C-B6                                     | ER55S-B6<br>E55C-B6                                 | A387 5 级                                              | S50200                                                                                               |
| ER80S-B8<br>E80C-B6                                     | ER55S-B8<br>E55C-B6                                 | A387 9 级                                              | S50400                                                                                               |
| ER90S-B9<br>E90C-B9                                     | ER62S-B9<br>E62C-B9                                 | A387 91 级                                             | S50460                                                                                               |
| ER80S-Ni1<br>E80C-Ni1                                   | ER55S-Ni1<br>E55C-Ni1                               | A516 60, 65 或 70 级                                    | K02100, K02403 或 K02700                                                                              |
|                                                         |                                                     | A537 1 或 2 类                                          | K12437, K21703 或 K22103                                                                              |
|                                                         |                                                     | A203 A 或 B 级,<br>HY-80 钢按 MIL-S-16216                 | K22103, K21702, 或 J42015                                                                             |
| E70C-Ni2<br>ER80S-Ni2<br>E80C-Ni2                       | E49C-Ni2<br>ER55S-Ni2<br>E55C-Ni2                   | A203 A 或 B 级,<br>HY-80 钢按 MIL-S-16216                 | K22103, K21703, 或 J42015                                                                             |
| ER80S-Ni3<br>E80C-Ni3                                   | ER55S-Ni3<br>E55C-Ni3                               | A203 D 或 E 级,<br>HY-80 钢按 MIL-S-16216                 | K31718, K32018, 或 J42015                                                                             |
| ER70S-A1<br>ER80S-D2<br>E90C-D2<br>ER90S-D2             | ER49S-A1<br>ER55S-D2<br>ER62S-D2<br>E62C-D2         | ASTM A36, A285 C 级<br>A515 70 级或<br>A516 70 级         | K02600<br>K03101<br>K02700                                                                           |
| ER100S-1<br>ER110S-1<br>ER120S-1                        | ER69S-1<br>ER76S-1<br>ER83S-1                       | HY-80 或 HY-100 钢<br>按 MIL-S-16216                     | J42015 或 J42240                                                                                      |
| E90C-K3<br>E100C-K3<br>E110C-K3<br>E110C-K4<br>E120C-K4 | E62C-K3<br>E69C-K3<br>E76C-K3<br>E76C-K4<br>E83C-K4 | A514 或 A517, 任何级<br>HY-80 或 HY-100 钢<br>按 MIL-S-16216 | K11511, K11576, K11625<br>K11630, K11646, K11683<br>K11856, K21604 或 K21650,<br>或<br>J42015 或 J42240 |
| E80C-W2                                                 | E55C-W2                                             | A572 或 A588 这些标准中任何级或<br>A709 50W 级                   | K02303, K02304, K02305<br>K02306, K11430, K12040<br>K12043 或 K11538                                  |
| ERXXS-G<br>EXXC-G                                       | ERXXS-G<br>EXXC-G                                   | 见注 <sup>a</sup>                                       |                                                                                                      |

注: 1. 对本标准中任何焊缝金属类别, 可采用 ASTM A36、A285 C 级, A515 70 级或 A516 70 级。在那种情况下, 坡口表面和衬垫板的接触表面应采用分类试验的焊丝或具有与分类试验焊丝所规定的同一焊缝金属成分的焊丝, 或采用其它 AWS 低合金钢填充金属标准中分类的有规定成分的焊丝按图 1 所示的预堆边。满足图 2 中最小高度要求的化学分析用焊缝试块不要求附加的预堆边。另一种做法是, 对于所示焊缝金属类别, 采用相应的焊缝试件母材而不采用预堆边。在有争议的场合, 经预堆边的 A36 钢是仲裁的材料。

2. SAE-HS-1086/ASTM DS-58H 《金属和合金的统一编号体系》。

(第 528 页)

表 7 预热、层间和焊后热处理温度

| AWS 类别    |           | 预热和层间温度 <sup>a</sup> |         | PWHT 温度 <sup>a</sup> |                |
|-----------|-----------|----------------------|---------|----------------------|----------------|
| A5.28     | A5.28     | °F                   | °C      | °F                   | °C             |
| ER70S-A1  | ER49S-A1  |                      |         |                      |                |
| ER80S-B2  | ER55S-B2  |                      |         |                      |                |
| E80C-B2   | E55C-B2   | 275-325              | 135-165 | 1150±25              | 620±15         |
| ER70S-B2L | ER49S-B2L |                      |         |                      |                |
| E70C-B2L  | E49C-B2L  |                      |         |                      |                |
| ER90S-B3  | ER62S-B3  |                      |         |                      |                |
| E90C-B3   | E62C-B3   | 375-425              | 185-215 | 1275±25              | 690±15         |
| ER80S-B3L | ER55S-B3L |                      |         |                      |                |
| E80C-B3L  | E55C-B3L  |                      |         |                      |                |
| ER80S-B6  | ER55S-B6  | 350-450              | 177-232 | 1375±25              | 745±15         |
| E80C-B6   | E55C-B6   |                      |         |                      |                |
| ER80S-B8  | ER55S-B8  | 400-500              | 205-260 | 1375±25              | 745±15         |
| E80C-B8   | E55C-B8   |                      |         |                      |                |
| ER90S-B9  | ER62S-B9  | 300-500              | 150-260 | 1400±25              | 760±15         |
| E90C-B9   | E62C-B9   |                      |         |                      |                |
| E70C-Ni2  | E49C-Ni2  |                      |         |                      |                |
| ER80S-Ni2 | ER55S-Ni2 |                      |         |                      |                |
| E80C-Ni2  | E55C-Ni2  | 275-325              | 135-165 | 1150±25              | 620±15         |
| ER80S-Ni3 | ER55S-Ni3 |                      |         |                      |                |
| E80C-Ni3  | E55C-Ni3  |                      |         |                      |                |
| ER80S-D2  | ER55S-D2  |                      |         |                      |                |
| ER90S-D2  | ER62S-D2  |                      |         |                      |                |
| E90C-D2   | E62C-D2   |                      |         |                      |                |
| ER80S-Ni1 | ER55S-Ni1 |                      |         |                      |                |
| E80C-Ni1  | E55C-Ni1  |                      |         |                      |                |
| ER100S-1  | ER69S-1   |                      |         |                      |                |
| ER110S-1  | ER76S-1   | 275-325              | 135-165 | 无 <sup>b</sup>       | 无 <sup>b</sup> |
| ER120S-1  | ER83S-1   |                      |         |                      |                |
| E90C-K3   | E62C-K3   |                      |         |                      |                |
| E100C-K3  | E69C-K3   |                      |         |                      |                |
| E110C-K3  | E76C-K3   |                      |         |                      |                |
| E110C-K4  | E76C-K4   |                      |         |                      |                |
| E120C-K4  | E83C-K4   |                      |         |                      |                |
| E80C-W2   | E55C-W2   |                      |         |                      |                |
| ERXXS-G   | ERXXS-G   | 条件由供需双方协商确定          |         |                      |                |
| EXXC-G    | EXXC-G    |                      |         |                      |                |

注：a 这些温度是为本标准中的试验所规定的，而不认为是推荐于生产焊接中的预热，层间和焊后热处理温度。生产焊接中的要求必须由用户确定。它们可以与这里要求的相同，亦可以不同。

b 这些类别通常在焊态下使用。

c 焊后热处理之前，允许焊件在静止空气中冷却到 200°F [100°C] 以下。在规定温度下保持 2 小时。

## 12、拉伸试验

**12.1** 按表 5 要求，应从 9.3.1 所述和图 1 所示的坡口焊缝采用机加工方法截取 1 根 AWS B4.0[AWS B4.0M]中“拉伸试验”一节所规定的全焊缝全属圆形拉伸试样。拉伸试样的名义直径应为 0.500in.[12.5mm]，名义标长对直径的比率为 4:1。

拉伸试样的其它尺寸应按 AWS B4.0[AWS B4.0M]中“拉伸试验”一节的规定。

**12.1.1** 试样加工后，但在试验之前，可进行 200-220°F [95-105°C]，不超过 48h 的时效，然后允许冷却至室温。对于时效目的的讨论参阅 A8.3。

**12.1.2** 试样应按 AWS B4.0[AWS B4.0M]拉

(第 529 页)

伸试验一节所描述的方法进行试验。

**12.1.3** 全焊缝金属拉伸试验的结果应符合表 3 的规定。如果试样在时效状态下进行试验,在报告中应写明。

### 13 冲击试验

**13.1** 对那些表 5 中要求进行冲击试验的类别,应从图 1 所示试件中加工出 5 个 AWS B4.0[AWS B4.0M]中“焊缝断裂韧性试验”一节所规定的夏比 V-型缺口冲击试样。

夏比 V-型缺口冲击试样的缺口表面与撞击面在 0.002in.[0.05mm]内平行。另两个表面与缺口表面或撞击表面的垂直度应在±10 分度内。缺口应采用机械手段切割光滑,并与试样纵向边缘的垂直度在 1 度之内。

在一组 5 个试样中,至少有 1 个试样应测量缺口的几何尺寸。应在投影仪或金相显微镜上在放大 50 倍的情况下进行测量。在机加工之前或之后用侵蚀方法验证缺口的正确位置。

**13.2** 5 个试样按 AWS B4.0[AWS B4.0M]中“断裂韧性试验”一节进行试验。试验温度应按表 4 对所述试验的类别的规定。

**13.3** 在评定试验结果时,可得最低和最高的值应舍弃。剩下 3 个中的 2 个应等于或超过规定的 20ft·lb[27J]能量水平。3 个中的 1 个可以稍低,但不低于 15ft·lb[20J],并且 3 个值的平均值应不低于要求的 20ft·lb[27J]能量水平。对于要求 50ft·lb[68J]的类别,剩下 3 个值中的 2 个应等于或超过规定的 50ft·lb[68J]能量水平。3 个值中的 1 个可以稍低,但不低于 40ft·lb[54J],并且 3 个值的平均值不应低于要求的 50ft·lb[68J]的能量水平。

表 8 供选用扩散氢要求

| AWS 类别 | 供选用的附加扩散氢代号 <sup>a,b</sup> | 扩散氢平均值(最高)<br>mL/100g 熔敷金属 |
|--------|----------------------------|----------------------------|
| 所有     | H16                        | 16.0                       |
| 所有     | H8                         | 8.0                        |
| 所有     | H4                         | 4.0                        |
| 所有     | H2                         | 2.0                        |

注: a. 见表 5 的注 a

b. 这个代号加在完整的焊丝类别代号的末位。

c. 某些类别可能不满足较低的平均扩散氢水平(H8、H4 和 H2)。

### 14. 扩散氢试验

**14.1** 对于准备采用供选用的附加扩散氢代号来表示的每一种焊丝,应按 AWS A4.3 给出的方法

之一对 0.045in.或 1/16in.[1.2mm 或 1.6mm]规格的焊丝,或假如规定的规格不生产,则用制造厂生产的最接近于这些规格之一的焊丝进行试验。根据试验结果的平均值。其满足表 8 要求,适当的扩散氢代号就可加在类别号后面。

**14.2** 除非制造厂另有推荐,试验应在焊丝不重新烘焙或无另外处理的条件下进行。如果焊丝重新烘焙,那么这一事实,连同烘焙所用的方法都应在试验报告中注明。

**14.3** 为了证实与供选用的扩散氢要求相一致的目的,焊接时的参考大气条件应是绝对湿度为每磅干空气中含有 10 格令水蒸汽[1.43g/kg]。连同按 AWS A4.3<sup>8</sup> 试验的平均值,实际大气条件亦应报告。

**14.4** 当在准备试件时的绝对湿度等于或超过参考条件,假如实际试验结果满足对适用代号的扩散氢要求,作为表示与本标准要求的一致性、试验应是可接受的。同样,如果一种焊丝的实际试验结果符合表 8 规定较低或最低的氢代号的要求,焊丝也就满足表 8 中所有较高氢代号的要求,而不需要重得试验。

## C 篇——制造、识别和包装

### 15. 制造方法

按本标准分类的焊丝和填充丝可以采用能生产出符合本标准要求的焊丝和填充丝的任何方法制造。

### 16. 标准规格

在不同包装形式[直段、有支架的焊丝卷、无支架的焊丝卷、焊丝筒和焊丝盘(见第 18 节“标准包装形式”)]中的焊丝和填充丝的标准规格示于表 9。

### 17. 光洁度和均匀度

**17.1** 所有焊丝和填充丝应具有光滑的表面,没有对焊接特性、焊接设备的操作或焊缝金属的性能会带来不利影响的毛刺、凹陷、划痕、氧化皮、皱纹、折叠(组合金属芯焊丝的纵向接头除外)以及外来物质。

**17.2** 每一填充金属的连续长度应属单一炉号或批号的材料,当存在焊缝时,应处置使得在自动和半自动设备上不影响填充金属的均匀和不间断地输送。

**17.3** 组合焊丝中的成分(包括金属芯焊丝中的

<sup>8</sup> 见 A8.2(附录 A 中)

(第 530 页)

芯部组成物)在整个焊丝长度上的分布应足够均匀,使之对焊丝的作业或焊缝金属的性能无不利影响。

**17.4** 对本标准的任何填充金属均可采用合适的保护镀层。对于任何类别,铜都可用作镀层。

## 18. 标准包装形式

**18.1** 标准包装形式是直段、有支架焊丝卷、无支架焊丝卷、焊丝盘和焊丝筒。每种形式的标准包装尺寸和重量在表 10 中给出。不同于这些的包装形式,规格和重量应由供需双方协商确定。

**18.2** 有支架焊丝卷的衬套的设计和制作应能防止焊丝卷在正常的搬运和使用中发生变形。它们应足够清洁和干燥,以保持填充金属的清洁度。

**18.3** 焊丝盘的设计和制作应能防止填充金属在正常的搬运和使用中发生变形。它们应足够清洁和干燥,以保持填充金属的清洁度,标准的焊丝盘示于图 4A 和 4B。

## 19 缠绕要求

**19.1** 焊丝在焊丝盘和焊丝卷(包括焊丝筒和卷轴)中的缠绕应无扭结、波折、锐弯、重叠或嵌入,使填充金属能无拘束地自由退绕。填充金属的外端(开始焊接的一端)上应作好识别标记,使其容易被找到,并应固定避免松开。

**19.2** 焊丝卷,焊丝盘和焊丝筒中焊丝的弹射度和螺旋度应能使焊丝在自动和半自动设备中不间断地输送。

**19.3** 在 4in.[100mm]焊丝盘中的实心填充金属的弹射度和螺旋度,当从焊丝盘中切下足够长的试样形成一个圈,并无拘束地放置在一个平面上,应达到下列要求:

(a) 形成一个圈的直径不小于 4in.[100mm]及不大于 9in.[230mm]。

(b) 在任何部位离开平面的升高量不超过 1/2in.[13mm]。

**19.4** 在其它所有包装形式中的实心填充金属的弹射度和螺旋度,当从包装中切取足够长的试样形成一个圈,并无拘束地放置在一个平面上,应达到如下要求:

(a) 形成一个圈的直径,对规格 $\leq 0.030$ in.[0.8mm]焊丝不小于 12in.[300mm],对规格 $\geq 0.035$ in.[0.9mm]的焊丝不小于 15in.[380mm]。

(b) 在任何部位离开平面的升高量不超过 1in.[25mm]。

某些大容量的包装可能含有已经过弹性扭转或其它方法处理的焊丝以提供直丝输送。焊丝从这些包装切下后不会形成一个圈。传统的弹射度和螺旋度测量可能毫无意义。这样处理过的焊丝应符合 19.1 和 19.2 的缠绕要求。检验焊丝形式的任何方法应由供需双方协商确定。

## 20. 填充金属识别

**20.1** 在第 22 节中关于每个包装上的标记所要求的产品资料的警告性资料也应出现在每个焊丝卷、焊丝盘和焊丝筒上。

**20.2** 无支架焊丝卷应在焊丝卷的里端的填充金属上牢固地系上含有这些资料的标签。

**20.3** 有支架焊丝卷应在支架的显著位置上牢固地贴上这些资料。

**20.4** 焊丝盘应少在一个法兰的外面的显著位置上牢固地贴上这些资料。

**20.5** 焊丝筒应在筒侧面的显著位置上牢固地贴上这些资料。

## 21. 包装

焊丝和填充丝应适当地包装以保证在正常状态下的运输和贮存中不受损伤。

## 22. 包装标记

**22.1** 下列产品资(最起码的)应清晰地标出,使得从每一个单位包装的外面都能看得到:

(a) AWS 标准号(颁布年份可删去)和 AWS 类别号,如果有的话,也包括任何供选用的附加代号。

(b) 供货者的名称和商业代号。

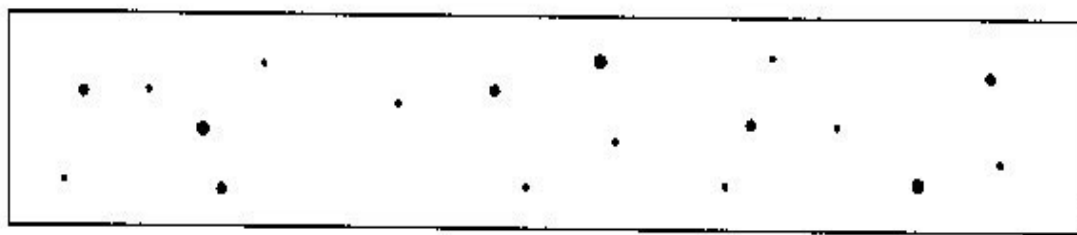
(c) 规格的净重(见 1.3)。

(d) 批号、检验号和炉号。

**22.2** 在所有包装上,包括封入一个大包装中的单独的单位包装上,应醒目地,用印刷字体标出最近版本的,ANSI Z49.1(最起码的)中给出的适当的警告性资料<sup>9</sup>。

<sup>9</sup> 对某些通用的或某些焊接方法中的特殊焊接材料的“警告性标签”的典型例子示于 ANSI Z49.1 的图中。

(第 531 页)



(a) 混合的圆形显示

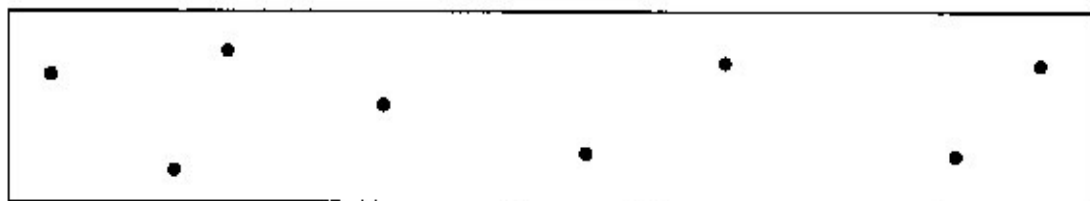
直径或长度规格为  $1/64\text{in.}(0.4\text{mm})$  至  $1/16\text{in.}(1.6\text{mm})$ 。

在任何  $6\text{in.}(150\text{mm})$  焊缝长度内显示最大数=18, 并受下列限制:

直径或长度  $3/64\text{in.}(1.2\text{mm})$  至  $1/16\text{in.}(1.6\text{mm})$  大的显示最大数=3。

直径或长度  $1/32\text{in.}(0.8\text{mm})$  至  $3/64\text{in.}(1.2\text{mm})$  中等的显示最大数=5。

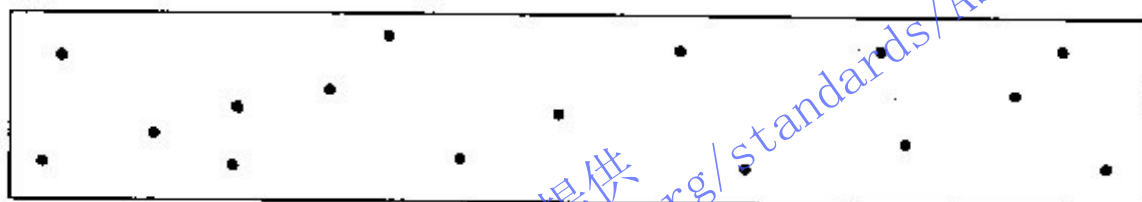
直径或长度  $1/64\text{in.}(0.4\text{mm})$  至  $1/32\text{in.}(0.8\text{mm})$  小的显示最大数=10。



(b) 大的圆形显示

直径或长度规格为  $3/64\text{in.}(1.2\text{mm})$  至  $1/16\text{in.}(1.6\text{mm})$ 。

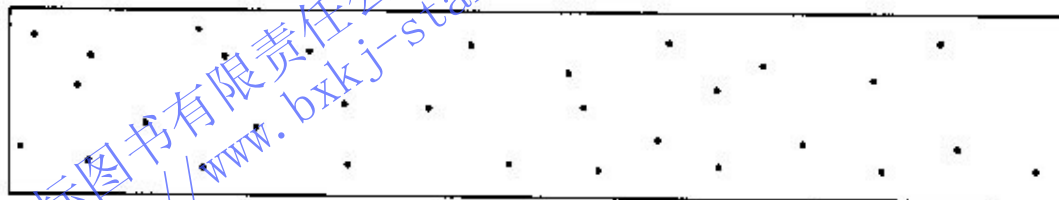
在任何  $6\text{in.}(150\text{mm})$  焊缝长度为显示的最大数=8。



(c) 中等的圆形显示

直径或长度规格为  $1/32\text{in.}(0.8\text{mm})$  至  $3/64\text{in.}(1.2\text{mm})$ 。

在任何  $6\text{in.}(150\text{mm})$  焊缝长度内显示的最大数=15。



(d) 小的圆形显示

直径或长度规格为  $1/64\text{in.}(0.4\text{mm})$  至  $1/32\text{in.}(0.8\text{mm})$ 。

在任何  $6\text{in.}(150\text{mm})$  焊缝长度内显示的最大数=30。

注: 1. 在使用这些标准时, 应采用试样底片中存在的最有代表性的圆形显示规格图来确定是否符合这些射线照相标准。

2. 由于这些是试验室里专为分类目的而制备的试验焊缝, 对这些试验焊缝的射线照相要求比在一般生产中的要求更为严格。

3. 最大尺寸不超过  $1/64\text{in.}(0.4\text{mm})$  的显示应忽略不计。

4. 这些标准与 AWS A5.1 《手工电弧焊用碳钢焊条标准》中的一极标准相当。

图 3 射线照相验收标准

(第 532 页)  
表 9 标准规格<sup>a</sup>

| 标准包装形式          | 直径    |       |                  | 公差 (±) |              |        |              |
|-----------------|-------|-------|------------------|--------|--------------|--------|--------------|
|                 |       |       |                  | 实心     |              | 组合     |              |
|                 | in.   | mm    | mm               | in.    | mm           | in.    | mm           |
| 直段 <sup>b</sup> |       | 0.045 | —                | ±0.001 | —            | ±0.002 | —            |
|                 |       | —     | 1.2              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                 | 1/16  | 0.062 | 1.6              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.06 |
|                 | 5/64  | 0.078 | 2.0              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                 | 3/32  | 0.094 | 2.4              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                 | 1/8   | 0.125 | 3.2              | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.02, -0.07 |
|                 | 5/32  | 0.156 | 4.0              | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.02, -0.07 |
|                 | 3/16  | 0.188 | 4.8 <sup>c</sup> | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.06, -0.08 |
| 有和无支架焊丝卷        | 0.030 |       | 0.8              | ±0.001 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.05 |
|                 | 0.035 |       | 0.9              | ±0.001 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.05 |
|                 | —     |       | 1.0              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                 | 0.045 |       | —                | ±0.001 | —            | ±0.002 | —            |
|                 | —     |       | 1.2              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                 | 0.052 |       | —                | ±0.002 | —            | ±0.002 | —            |
|                 | —     |       | 1.4              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                 | 1/16  | 0.062 | 1.6              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.06 |
|                 | 5/64  | 0.078 | 2.0              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                 | 3/32  | 0.094 | 2.4              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                 | 7/64  | 0.109 | 2.8              | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                 | 1/8   | 0.125 | 3.2              | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.02, -0.07 |
| 焊丝筒             | 0.035 |       | 0.9              | ±0.001 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.05 |
|                 | —     |       | 1.0              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                 | 0.045 |       | —                | ±0.001 | —            | ±0.002 | —            |
|                 | —     |       | 1.2              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                 | 0.052 |       | —                | ±0.002 | —            | ±0.002 | —            |
|                 | —     |       | 1.4              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                 | 1/16  | 0.062 | 1.6              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.06 |
|                 | 5/64  | 0.078 | 2.0              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                 | 3/32  | 0.094 | 2.4              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                 | 7/64  | 0.109 | 2.8              | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                 | 1/8   | 0.125 | 3.2              | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.02, -0.07 |
| 焊丝盘             | 0.020 |       | 0.5 <sup>c</sup> | ±0.001 | +0.01, -0.03 | ±0.002 | +0.02, -0.05 |
|                 | 0.025 |       | 0.6              | ±0.001 | +0.01, -0.03 | ±0.002 | +0.02, -0.05 |
|                 | 0.030 |       | 0.8              | ±0.001 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.05 |
|                 | 0.035 |       | 0.9              | ±0.001 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.05 |
|                 | —     |       | 1.0              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                 | 0.045 |       | —                | ±0.001 | —            | ±0.002 | —            |
|                 | —     |       | 1.2              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                 | 0.052 |       | —                | ±0.002 | —            | ±0.002 | —            |
|                 | —     |       | 1.4              | —      | +0.01, -0.04 | —      | +0.02, -0.05 |
|                 | 1/16  | 0.062 | 1.6              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.002 | +0.02, -0.06 |
|                 | 5/64  | 0.078 | 2.0              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                 | 3/32  | 0.094 | 2.4              | ±0.002 | +0.01, -0.04 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                 | 7/64  | 0.109 | 2.8              | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.02, -0.06 |
|                 | 1/8   | 0.125 | 3.2              | ±0.002 | +0.01, -0.07 | ±0.003 | +0.02, -0.07 |

注: a. 不同于那些所示尺寸、规格、公差和包装形式应由供需双方商定。

b. 长度应为 36in. ± 1/2in. [900mm + 25, -0mm]。

c. 未示出 ISO 544 中的标准米制规格。

(第 533 页)

表 10 包装要求<sup>a</sup>

| 包装形式           |                    | 包装规格 <sup>d</sup> |           | 焊丝净重 <sup>b</sup>  |                     |          |
|----------------|--------------------|-------------------|-----------|--------------------|---------------------|----------|
|                |                    | in.               | mm        | lb                 | kg（约）               |          |
| 无支架焊丝卷         | 由买方规定 <sup>c</sup> |                   |           |                    |                     |          |
| 有支架焊丝卷<br>（见下） | ID                 | 6-3/4             | 170       | 14                 | 6                   |          |
|                | ID                 | 12                | 300       | 25, 30, 50 和 60    | 10, 15, 20, 25 和 30 |          |
| 焊丝盘            | OD                 | 4                 | 100       | 1-1/2 和 2-1/2      | 0.5 和 1.0           |          |
|                | OD                 | 8                 | 200       | 10,12 和 15         | 4.5, 5.5 和 7        |          |
|                | OD                 | 12                | 300       | 25, 30, 35 和 44    | 10, 15 和 20         |          |
|                | OD                 | 14                | 360       | 50 和 60            | 20 和 25             |          |
|                | OD                 | 22                | 560       | 250                | 100                 |          |
|                | OD                 | 24                | 610       | 300                | 150                 |          |
|                | OD                 | 30                | 760       | 600, 750 和 1000    | 250, 350 和 450      |          |
| 焊丝筒            | OD                 | 15-1/2            | 400       | 由买方规定 <sup>c</sup> |                     |          |
|                | OD                 | 20                | 500       |                    |                     |          |
|                | OD                 | 23                | 600       | 300 和 600          | 150 和 300           |          |
| 直段             |                    | 36（长）             | 900（长）    | 2, 5, 10 和 50      | 1, 2, 5 和 20        |          |
|                |                    |                   |           |                    |                     |          |
| 有支架焊丝卷—标准尺寸和重量 |                    |                   |           |                    |                     |          |
| 焊丝规格           | 焊丝卷净重 <sup>b</sup> |                   | 芯轴内径      |                    | 绕成焊丝宽度              |          |
|                | lb                 | kg（约）             | in.       | mm                 | in. max.            | Mm max.  |
| 所有             | 14                 | 6                 | 6-3/4±1/8 | 170±3              | 3                   | 75       |
|                | 25 和 30            | 10 和 15           | 12±1/8    | 300±3              | 2-1/2 或 4-5/8       | 65 或 120 |
|                | 50, 60 和 65        | 20, 25 和 30       | 12±1/8    | 300±3              | 4-5/8               | 120      |

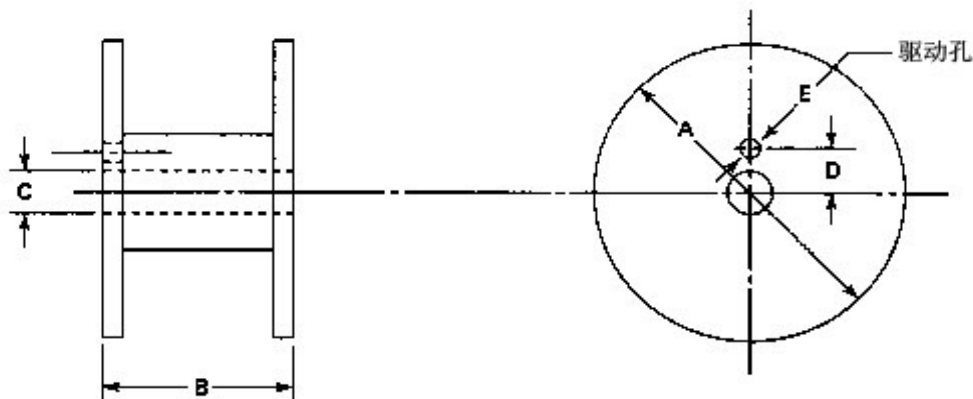
注： 1. 不同于那些规定的规格和净重，可按供需双方协商一致的供货。

2. 净重的公差应为±10%。

3. 由供需双方协商确定。

4. ID=内径；OD=外径。

(第 534 页)



|                  | 尺寸             |        |                |           |                 |           |                 |           |
|------------------|----------------|--------|----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
|                  | 4 in. [100 mm] |        | 8 in. [200 mm] |           | 12 in. [300 mm] |           | 14 in. [350 mm] |           |
|                  | 焊丝盘            |        | 焊丝盘            |           | 焊丝盘             |           | 焊丝盘             |           |
|                  | in.            | mm     | in.            | mm        | in.             | mm        | in.             | mm        |
| A 直径, max. (注 4) | 4.0            | 102    | 8.0            | 203       | 12              | 305       | 14              | 355       |
| B 宽              | 1.75           | 46     | 2.16           | 56        | 4.0             | 103       | 4.0             | 103       |
| 公差               | $\pm 0.03$     | +0, -2 | $\pm 0.03$     | +0, -3    | $\pm 0.06$      | +0, -3    | $\pm 0.06$      | +0, -3    |
| C 直径             | 0.63           | 16     | 2.03           | 50.5      | 2.03            | 50.5      | 2.03            | 50.5      |
| 公差               | +0.01, -0      | +1, -0 | +0.06, -0      | +2.5, -0  | +0.06, -0       | +2.5, -0  | +0.06, -0       | +2.5, -0  |
| D 两轴间距离          | -              | -      | 1.75           | 44.5      | 1.75            | 44.5      | 1.75            | 44.5      |
| 公差               | -              | -      | $\pm 0.02$     | $\pm 0.5$ | $\pm 0.02$      | $\pm 0.5$ | $\pm 0.02$      | $\pm 0.5$ |
| E 直径 (注 3)       | -              | -      | 0.44           | 10        | 0.44            | 10        | 0.44            | 10        |
| 公差               | -              | -      | +0, -0.06      | +1, -0    | +0, -0.06       | +1, -0    | +0, -0.06       | +1, -0    |

注：1. 芯轴的外径应以能输送填充金属为准。

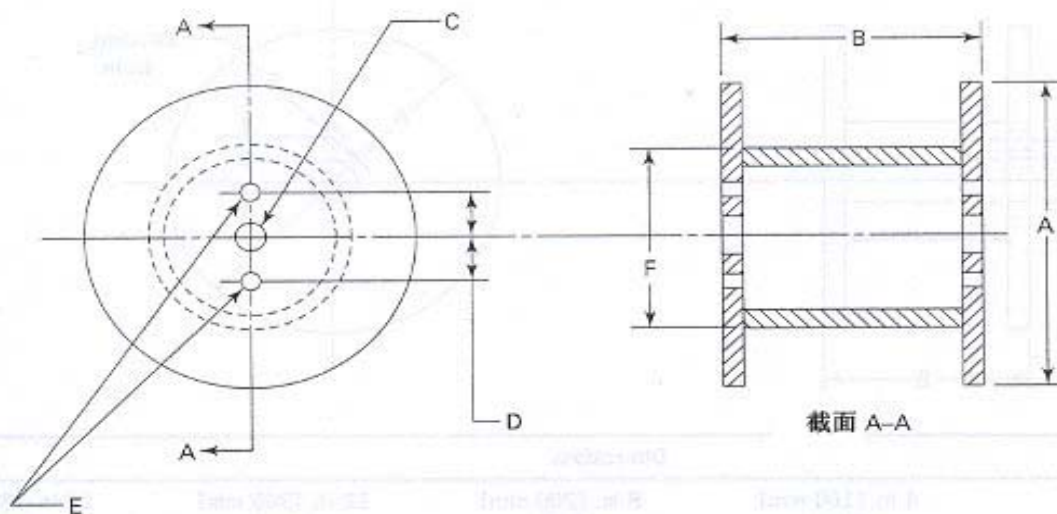
2. 芯轴的内径应以使芯轴的膨胀或心轴与法兰的不对准不会导致芯轴内径小于法兰内径为准。

3. 每个法兰上备有孔，但它们不要求对准。对 4in.[100mm]焊丝盘不要求驱动孔。

4. 除了“A”在名义直径上规定±公差，而不是为十公差外，此处表示最大值。米制尺寸和公差与 ISO544 相符。

图 4A 标准焊丝盘——4、8、12 和 14in.[100、200、300 和 350mm]焊丝盘的尺寸

(第 535 页)



|            | 尺寸                     |      |                        |      |                        |      |
|------------|------------------------|------|------------------------|------|------------------------|------|
|            | 22 in. [560 mm]<br>焊丝盘 |      | 24 in. [610 mm]<br>焊丝盘 |      | 30 in. [760 mm]<br>焊丝盘 |      |
|            | in.                    | mm   | in.                    | mm   | in.                    | mm   |
| A 直径, max. | 22                     | 560  | 24                     | 610  | 30                     | 760  |
| B 宽, max.  | 12                     | 305  | 13.5                   | 345  | 13.5                   | 345  |
| C 直径       | 1.31                   | 35.0 | 1.31                   | 35.0 | 1.31                   | 35.0 |
| 公差         | +0.13, -0              | ±1.5 | +0.13, -0              | ±1.5 | +0.13, -0              | ±1.5 |
| D 中心距      | 2.5                    | 63.5 | 2.5                    | 63.5 | 2.5                    | 63.5 |
| 公差         | ±0.1                   | ±1.5 | ±0.1                   | ±1.5 | ±0.1                   | ±1.5 |
| E 直径 (注 3) | 0.69                   | 16.7 | 0.69                   | 16.7 | 0.69                   | 16.7 |
| 公差         | +0, -0.06              | ±0.7 | +0, -0.06              | ±0.7 | +0, -0.06              | ±0.7 |

通注: 1. 芯轴的外径, 尺寸 F 应以能输送焊丝为准。

2. 芯轴的内径应以使芯轴的膨胀或芯轴与法兰的不对准不会导致芯轴内径小于法兰内径为准。

3. 每个法兰上备有 2 个孔, 在 2 个法兰上它们应与中心孔对准。

图 4B 标准焊丝盘——22、24 和 30in.[560、610 和 760mm]焊丝盘的尺寸

(第 536 页)

## 附录 A

## AWS《气体保护电弧焊用低合金钢焊丝和填充丝标准》指南

(本标准不是 AWS A5.28/A5.28M: 2005《气体保护电弧焊用低合金钢焊丝和填充丝标准》的一部分, 附在此仅作为参考资料)

## A1. 引言

本指南的目的在于建立焊丝和填充丝类别与它们的预期应用之间的关系, 使标准能更有效地被使用。只要能够做到, 并且有帮助时, 提出了相应母材标准的参考资料。这些参考资料只是作为例子而不是对每种填充金属适用的材料的完整清单。

## A2. 分类体系

**A2.1** 本标准中焊丝类别的识别体系遵循在其它 AWS 填充金属标准中使用的标准模式, 如图 1A 所示。

**A2.2** 与其它标准一样, 前缀“E”代表焊丝。字母“ER”表示填充金属既可以用作焊丝, 也可以用作填充丝。对于 A5.28, 例如数字 70 表示要求的最低的焊缝金属抗拉强度 (以每 1000psi 递增), 焊缝金属的试验焊缝按 A5.28 标准制得。同样, 对于 A5.28M, 例如数字 49 代表按 A5.28M 标准制得的试验焊缝中的焊缝金属所要求的最低抗拉强度, 以每 10MPa 递增。

字母“S”代表实心焊丝或填充丝。

字母“C”代表组合焊丝。短划后面的后缀, 在实心焊丝和填充丝的情况下代表填充金属本身的化学成分, 或者在组合绞合或金属芯焊缝的情况下代表在某个规定的试验条件下的焊接缝金属化学成分。为了识别焊丝和填充丝已经满足强制性的分类要求和供需双方协定的某些附加要求, 在本标准中也采用供选用的代号。一种供选用的附加扩散氢代号 (H16、H8、H4 或 H2) 可跟在类别代号的后面, 它表示按 AWS A4.3 可述的试验, 焊丝会符合每 100 克焊缝金属最大的扩散氢含量为 16、8、4 和 2ml 的水平。已表示出符合表 8 中规定的较低或最低的氢水平极限的焊丝也可以被认作为可满足任何较高氢极限, 此时不需要再据此作出代号

**A2.3 “G”类别**

**A2.3.1** 这些标准包括分类为 ER80S-G [ER55S-G]、E80C-G[E55C-G]等的填充金属。“G”表示填充金属是属于一般类别。其所以是一般, 因为并非所有对每个其它类别所规定的特殊要求在本类别中亦有规定。建立这些类别的意图是提供手

段, 借助它, 在一方面或另一方面 (例如化学成分) 不同于所有其它类别 (在举例的情况下, 填充金属的化学成分不符合标准中对任何类别规定的成分) 的填充金属, 仍可按标准进行分类。其目的是让有用的填充金属在现有的标准下立即分类, 否则就要等到标准的修订。然而它也意味着带有同一“G”类别的两种填充金属在某些方面 (再例如化学成分) 可能完全不同。

**A2.3.2** 上面所提到的不同点 (虽然不一定要在数量上的不同) 很容易从标准中采用“不要求”和“不作规定”的词汇中看到, 这些词汇的用法如下:

(a) “不作规定”用于标准中涉及到某种特定试验结果的那些地方。它表示对于那个特定的类别, 对试验的要求不作规定。

(b) “不要求”用于标准中涉及填充金属分类中必须要求进行试验的那些地方。它表示由于试验的要求 (结果) 对那个特定类别还没有作出规定而不要求进行试验。

重申、当要求未作规定时, 就没有必要为了将填充金属分类到那个类别进行相应的试验。当买方为了某种应用考虑到那个类别的特定产品而需要提供那种试验的资料时, 买方宜与产品的提供者联系索要资料。买方还要与供方确立对于那种试验该有怎样的试验程序和验收要求。买方可以要求将那种资料 (借助于 AWS A5.01《填充金属采购导则》) 写入订货单中。

**A2.3.3 填充金属类别申请**

**A2.3.3.1** 当填充金属不能按“G”类别以外的某个类别分类时, 制造厂可以为该填充金属申请建立类别。并可按这里以下所述的程序办理。当制造厂选择选用“G”类别时, 填充金属和关联材料委员会建议制造厂仍然为该填充金属申请建立类别, 只要该填充金属具有商业意义。

**A2.3.3.2** 提出新的填充金属类别的申请必须采用书面形式, 并需要提供足够的细节, 以便填充金属和关联材料委员会或分委员会确定作新的类别合适, 还是改进现有的类别更为合适, 甚至是两者都需要来满足需求。

(第 537 页)

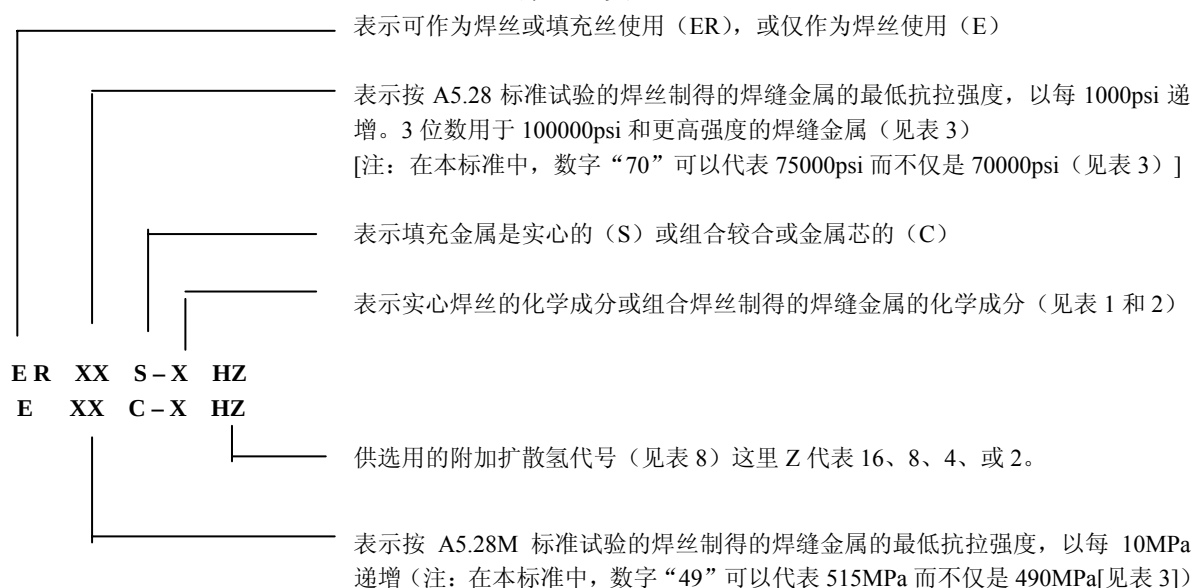


图 A1 分类体系

特别地, 申请书需要包括:

(a) 对现有类别给出的所有分类要求, 诸如化学成分范围和力学性能要求。

(b) 用来显示产品满足分类要求所进行试验的任何试验条件 (如指出焊接条件与对其它类别是一样的就足够了)。

(c) 有关“说明和用途”的资料, 与现有类别和附录 A 中那一节的对此。

对没有上述资料的新类别的申请将被认为是不完整的。秘书处将把申请书退回给申请者以补充进一步的资料。

**A2.3.3.3** 申请书应送交在 AWS 总部的填充金属和关联材料委员会秘书处, 收到申请书后, 秘书处将会:

(a) 给申请书指定一个识别号, 该号应包括收到申请书的日期。

(b) 确认收到申请书, 并把识别号告诉提出申请的本人。

(c) 将申请书的副本送交填充金属和关联材料委员会主席和有关特定分委员会主席。

(d) 将申请书原本存档

(e) 把申请书加入待处理申请书的案卷中

**A2.3.3.4** 对每一份申请书的所有必要动作将尽可能快地完成。如果超过 12 个月, 秘书处应将申请的进展情况通知申请人, 同时将副本送交

委员会和分委员会主席。如果在 18 个月后还未解决, 则应将申请视为在“及时方式”上尚未得到答复, 秘书处应将这些情况向填充金属和关联材料委员会主席报告, 以发挥他的作用。

**A2.3.3.5** 秘书处应将所有悬而未决的和在上一年已解决的那些申请记录的副本安排到每一次填充金属和关联材料委员会会议的议事日程上来。已经获得解决的申请的任何另行发布, 如果认为合适的话, 将由美国焊接学会来选择。

### A3、验收

正如标准所述, 按本标准分类的所有焊接材料应根据 AWS A5.01《填充金属采购导则》进行验收。买方要求供方对按本标准发运材料的任何试验, 应按 AWS A5.01 的条款清楚地买方的订货单中写明。如果在订货单中没有任何这样的说明, 供方可进行按 AWS A5.01 表 1 的 F 级别中对该类材料规定的常规试验后发货。按该表任何其它级别的试验要求应在买方的订货单中专门提出。在这种情况下, 对发运材料的验收应按那些要求进行。

### A4. 证明

**A4.1** 将 AWS 标准号和类别号和供选用的附加代号 (如果采用的话) 标明在产品的包装上, 或将类别号标于产品本身的这样的行为构成了供方

(第 538 页)

(制造厂)的证明,即产品满足标准的全部要求。

在本“证明”中隐含的唯一的试验要求是制造厂实际上已经对要发货的代表性材料进行了标准所要求的试验,并且材料符合标准的要求。在这种情况下,代表性材料是采用同一配方的该类别的任何一批产品。“证明”并不解释为任何一种试验都需要在特定发货材料的试样上进行。在这种材料上的试验可以做,也可以不做。标准要求的证明的基础是上述“代表性材料”的分类试验和 AWS A5.01《填充金属采购导则》中的“制造厂的质量保证体系”。

**A4.2** (供选用的)在买方提出和付费的情况下,可根据按本标准要求的,在图 A2 所描述的 GTAM 试件上任一或全部试验的结果进行验收。

应从图 A2 所描述的坡口焊缝机加工出 1 根 AWS B4.0[AWS B4.0M]《焊缝力学性能试验标准方法》中“拉伸试验”一节所规定的全焊缝金属圆形拉伸试样。拉伸试样的名义直径应为 0.035in. [9.0mm],名义标长与直径之比应为 4:1。试样应按 12.1 中的规定进行试验。拉伸试样的其它尺寸应按 AWS B4.0[AWS B4.0M]中“拉伸试验”中的规定。

夏比 V 型缺口的试样应按第 13 节中的规定,组合焊丝通常不推荐用于 GTAW 或 PAW。

## A5. 焊接过程中的通风

**A5.1** 在焊接过程中,焊工和焊接操作工所接触气氛中的烟尘的数量取决于 5 个主要因素:

(a) 进行焊接的空间的尺寸(特别要考虑顶棚高度);

(b) 在那个空间中工作的焊工和焊接操作工的人数;

(c) 与使用的材料和焊接方法有关的烟尘,气体和粉尘的释放速率;

(d) 焊工或焊接操作工与焊接区域释放出来的烟尘的接触程度,以及与他们工作空间中的气体和粉尘的接触程度;

(e) 为焊工工作场所所提供的通风情况。

**A5.2** 美国国家标准 Z49.1《焊接、切割和关作业中的安全》(由美国焊接学会颁布)讨论了焊接过程中要求的通风,以及涉及到的实施细节。特定要注意那份文件中的“健康保护和通风”一节。

## A6 焊接注意事项

**A6.1** 在金属过渡模式方面、金属极气体保护电弧焊(GMAW)可以被分为 3 类,这些模式是:

(1) 喷射过渡(普通的或脉冲的)、(2) 颗粒过渡和(3) 短路过渡。在喷射、脉冲喷射和颗粒过渡模式中,就像从焊丝上脱离的熔滴沿着弧柱向焊缝熔池那样发生过渡。在短路过渡模式中,金属在焊丝的频繁短路中熔敷到熔池中。

### A6.2 喷射过渡

**A6.2.1** 碳钢的喷射过渡模式最常在氩气加小于 5%氧(AWS A5.32 SG-AO-X 类别, X 是 1-5)或加小于 15%的二氧化碳(AWS A5.32 SG-AC-Y 类别, Y 是 5-15)混合保护气体时获得。这些混合保护气体的特性是平稳的等离子弧,通过它每秒钟有数百个很细小的熔滴向焊缝熔池过渡。

**A6.2.2** 在氩-氧(AWS A5.32 SG-AO-X 类别)或氩-二氧化碳(AWS A5.32 SG-AC-X 类别)保护气体中的喷射过渡,主要与电流密度,极性和焊丝的电阻加热有关。当电流超过通常称之为转折电流的临界值(对每种焊丝规格的)时,会突然发生高的熔滴形成速率(约每秒钟 250 个熔滴)。低于此电流值,金属一般以大于焊丝直径的粗熔滴过渡,速率为每秒钟 10-20 个(颗粒过渡)。转折电流在某种程度上取决于焊丝的化学成分。对于 1/16in. [1.6mm]直径的碳钢焊丝,一般转折电流为 270 安培(直流、焊丝接正[dcep])。对于这种类型的焊接,由于不产生稳定的电弧,不推荐采用交流电焊接。

**A6.2.3** 脉冲喷射。脉冲喷射焊接中的金属过渡与上面所述喷射过渡相似,但它在较低的平均电流时发生。采用介于金属以喷射模式快速过渡的大电流和不发生过渡的小电流之间的焊接电流快速脉冲,有可能得到较低的平均电流。在每秒钟 60-120 次脉冲的典型速率下低电流的电弧形成熔滴,然后高电流的脉冲将其“挤出”。这种类型允许进行全位置焊接。

**A6.3** 颗粒过渡,以 100%CO<sub>2</sub>(AWS A5.32 SG-C 类别)为保护气体为特征的过渡模式就是颗粒过渡。颗粒过渡的一般实践是采用低的电弧电压以减少飞溅。这样可缩短弧长,可埋藏电弧,导致大的熔深和更好地让飞溅进入到熔池中去。对于这种过渡类型,直径为 0.045in.至 1/16in. [0.2mm至 1.6mm]的焊丝通常使用的电流范围为 275-400A(dcep)。取

(第 539 页)

决于焊丝规格, 电流、极性和电弧电压, 熔滴(颗粒)的过渡速度范围为每秒钟 20-70 滴。

**A6.4 短路过渡。**这种过渡模式采用小直径焊丝(0.03-0.045in. [0.8-1.2mm]) 获得, 采用低的电弧电压和电流, 以及专为短路过渡设计的电源。焊丝与焊缝金属的短路速率通常为每秒钟 50-200 次。金属每短路一次便过渡一次, 但不穿过电弧。碳钢的短路过渡金属极气体保护电弧焊最常在氩和 CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-AC-Y 类别) 混合保护气体或单独用 CO<sub>2</sub> (AWS A5.32 SG-C 类别) 为保护气体下进行。用 CO<sub>2</sub> 得到的焊缝熔深要比采用氩-CO<sub>2</sub> 混合气体的大。对于薄的材料, 50-80%氩, 余为 CO<sub>2</sub> 的混合气体(AWS A5.32 SG-AC-Y 类别, 这里 Y 是 20-50) 更具优越性。然而, 50-70%氩余为 CO<sub>2</sub> 的混合气体(AWS A5.32 SG-AC-Y 类别, 这里 Y 是 30-50) 在气体状态下是不稳定的, 必须在使用前立即与单一气体组成混合。它们比起单独使用 CO<sub>2</sub> 提供低的熔深, 较高的短路速率和较低的最小电流和电压。这对于焊接薄版具有优越性。

不管采用何种气体, 总的线能量限制熔化和熔深。因此, 许多用户对于这种方法限制于材料厚度不超过 1/2in. [13mm]。

## A7. 焊丝和填充丝的说明和用途

**A7.1** 下面是按本标准分类的填充金属的特性说明和预期应用。在本标准的表 1 和表 2 中给出了所有类别的代号和化学成分要求。各种类别填充金属制得的焊缝金属的力学性能要满足本标准中表 3 和表 4 的最低要求。

**A7.2** 应该指出, 取决于所用填充金属的规格和电流、板厚、接头的几何型式, 预热和层间温度、表面状态, 母材成分和与填充金属的合金化程度以及保护气体等, 焊缝的性能可以有显著的变化。例如, 当熔敷的填充金属化学成分处于表 1 的范围之内, 采用氩-氧保护气体, 焊缝金属的化学成分比起填充金属制造状态的成分变化不会很大。然而, 当采用 CO<sub>2</sub> 作为保护气体时, 锰、硅和其它脱氧剂的含量将有很大的下降。

**A7.3** ER70S-A1[ER49S-A1]类别(1/2Mo)。本类别的填充金属, 除了加有 0.5%Mo 外, 与 AWS A5.18/A5.18M 中分类的许多碳钢填充金属相似。添加钼提高缝金属的强度, 特别是高温下的强度,

使抗腐蚀性能有所提高。然而, 它好像降低焊缝金属的缺口韧性。典型的应用包括焊接 C-Mo 钢母材, 如 ASTM 204 板材和 A335-P1 管子

**A7.4** ER80S-B2[ER55S-B2] 和 E80C-B2 [E55C-B2]类别(1-1/4Cr-1/2Mo)。这些类别的填充金属用于焊接在高温和腐蚀工况下使用的 1/2Cr-1/2Mo、1Cr-1/2Mo 和 1-1/4Cr-1/2Mo 钢。它们也用来连接 Cr-Mo 钢与碳钢的异种钢接头。可使用 GMAW 的所有过渡模式。仔细控制预热, 层间温度和焊后热处理对避免裂纹是非常关键的。这些焊丝在焊后热处理状态下进行分类试验。当在焊后状态使用它们。由于强度水平较高, 必须十分小心。

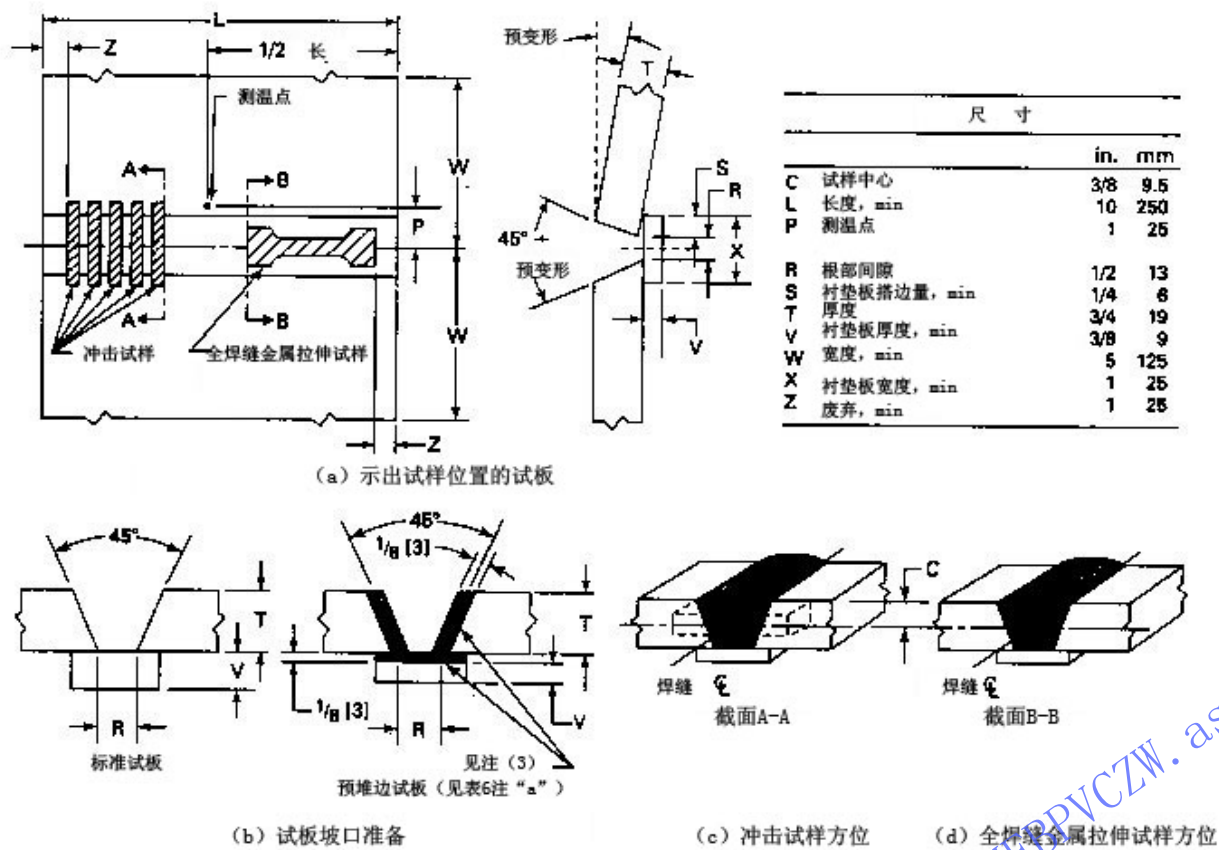
**A7.5** ER70S-B2L[ER49S-B2L] 和 E70C-B2L [E49C-B2L]类别(1-1/4Cr-1/2Mo)。这些填充金属, 除了低的含碳量(≤0.05%) 及由此带来较低的强度水平外, 与 ER80S-B2[ER55S-B2]和 E80C-B2 [E55C-B2]填充金属是一样的。这也降低硬度, 并在某些条件下改善抗腐蚀性能。这种合金具有较好的抗裂性, 较适合于在焊态下, 或当严格的焊后热处理作业可能成问题时使用的焊缝。这些类别以前在 A5.28-79 标准中为 ER80SB2L 和 E80C-B2L。改变了的强度要求和类别代号反映了化学成分的真实强度水平。

**A7.6** ER90S-B3[ER62S-B3] 和 E90C-B3 [E62C-B3]类别(2-1/4Cr-1Mo)。这些类别的填充金属用于焊接高温/高压管子和压力容器用 2-1/4Cr-1Mo。它们也可用来连接 Cr-Mo 钢与碳钢的结合。GMAW 所有模式都可使用。严格控制预热, 层间温度和焊后热处理对避免裂纹是关键。这些焊丝是在焊后热处理状态下进行分类的。当它们在焊态下使用, 由于较高的强度水平, 必须特别小心。

**A7.7** ER80S-B3L[ER55S-B3L] 和 E80C-B3L [E55C-B3L]类别(2-1/4Cr-1Mo)。这些填充金属除了低碳含量(≤0.05%) 和因此而强度较低外, 与 ER90S-B3[ER62S-B3]和 E90C-B3 (E62C-B3) 类别是一样的。这些合金具有较好的抗裂性而适合于焊态下使用的焊缝。这些类别以前在 A5.28-79 标准中为 ER90S-B3L 和 E90C-B3L。改变了的强度要求和类别代号反映了化学成分的真实强度水平。

**A7.8** ER80S-Ni[ER55S-Ni] 和 E80CNi [E55C-Ni]类别(1.0Ni)。这些填充金属熔敷的焊缝金属与 E8018C3 药皮焊条相似。用于焊接在-50°F

(第 540 页)



| 实心填充丝实验条件 (注 4 和 5) |                           |                           |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| 标准规格 (注 5)          | 3/32 in. [24mm]           | 1/8 in. [3.2mm]           |
| 保护气体                | 氩 (注 6)                   | 氩 (注 6)                   |
| 名义电弧电压              | 13~16V                    | 16~19V                    |
| 名义电流, DCEN          | 220~250A                  | 220~250A                  |
| (DCEN=电极接负)         |                           |                           |
| 预热/层间温度             | 见表 7                      | 见表 7                      |
| 焊接速度                | 4~6in./min[2.0+0.4mm/sec] | 4~6in./min[2.0+0.4mm/sec] |

- 注: 1. 母材应按表 6 规定。
2. 要焊接的表面应清洁。
3. 焊接之前, 试件可按图中所示采用预变形, 使焊接接头足够平整, 便于取样。另一种做法是可采用拘束或拘束与预弯形相结合。当有要求时, 坡口边缘和衬垫的接触面应按图所示作预堆边。预堆边可采用任何规格的试验焊丝, 见表 6 注 a。
4. 组合焊丝用作填充丝时的试验条件应由制造厂推荐。
5. 如果试验的规格与那些所示的不一样, 应按需要改变名义电流和电弧电压。
6. AWS A5.32 SG-A 类别
7. 应按表 7 对试验类别的规定进行焊后热处理。

图 A2 供选用的力学性能和致密性试验用的 GTAW 坡口焊缝试件

(第 541 页)

[-45℃]低温下要求好的韧性的低合金高强度钢。

**A7.9** ER80S-Ni2[ER55S-Ni2]、E70C-Ni2[E49C-Ni2]和E80C-Ni2[E55C-Ni2]类别(2-1/4Ni)。这些填充金属熔敷的焊缝金属与E8018-C1焊条相似。典型地,它们用于焊接2.5Ni钢和在-80°F[-60℃]低温下要求好的韧性的其它材料。

**A7.10** ER80S-Ni3[ER55S-Ni3]和E80C-Ni3[E55C-Ni3]类别(3-1/4Ni)。这些填充金属熔敷的焊缝金属与E8018-C2焊条相似。典型地它们用于焊接低温运行的3.5Ni钢。

**A7.11** ER80S-D2[ER55S-D2]、ER90S-D2[ER62S-D2]和E90C-D2[E62C-D2]类别(1/2Mo)。ER80S-D2[ER55S-D2]和ER90S-D2[ER62S-D2]类别与AWS A5.18-69中E70S-1B类别具有相同的化学成分要求。ER80S-D2[ER55S-D2]和ER90S-D2[ER62S-D2]类别之间的不同点在于保护气体不同和表3中规定的力学性能要求不同。这些类别的填充金属含有钼提高了强度和当采用CO<sub>2</sub>(AWS A5.32 SG-C类别)作为保护气体焊接时,提供高效的脱氧剂来控制气孔。在常用的和难焊的碳钢与低合金钢中,它们可提供射线照相高质量的焊缝及极好的焊缝成形。采用短路和脉冲弧焊方法时,它们显示出极好的多种位置的焊接特性。焊缝致密性与强度的结合使得这些类别的填充金属适合于碳钢与低合金高强度钢在焊态和焊后热处理状态的单道焊和多道焊。这些类别的化学成分不同于AWS A5.5中“D2”类别焊条的化学成分。

**A7.12** ER100S-1[ER69S-1]、ER110S-1[ER76S-1]和ER120S-1[ER83S-1]类别。这些填充金属为关键应用熔敷高强度和高韧性焊缝金属。它们原先被开发焊接军用的HY80和HY100钢,这些填充金属同样亦用于要求抗拉强度超过100ksi[690MPa]和在-60°F[-50℃]低温下具有极佳韧性的结构钢的焊接。取决于采用的线能量大小,这些类别的焊丝所制得的焊缝熔敷金属的力学性能会发生变化。

**A7.14** ER80S-B8[ER55S-B8]、E80C-B8[E55C-B8]类别(9Cr-1Mo)。本类别含有8.0-10.5%铬和约1.0%钼。本类别填充金属用于焊接相似成分的母材,通常形式为管子或管道。该合金是一种空气淬硬的材料,因此,当用这种填充金属进行焊接时要求预热和焊后热处理。本焊丝与原先在AWS A5.9-93中被分类为ER505焊丝相似。

**A7.15** ER90S-B9[ER62S-B9]、E90C-B9[E62C-B9]

类别[9Cr-1M-0.2V-0.07Nb(Cb)]。ER90S-B9[ER62S-B9]和E90C-B9[E62C-B9]是9Cr-1Mo焊丝的改型,其中加入铌(钶)和钒,可提供在高温下的强度,韧性,疲劳寿命、抗氧化性和耐腐蚀性能。由于该合金具有较高的高温性能,所以目前用不锈钢和铁素体钢制造的部件可以用单一合金制造。可消除异种钢焊缝所带来的问题。

除了本标准的分类要求外,应确定冲击韧性或高温蠕变强度性能。由于碳和铌(钶)不同含量的影响,规定值和试验要求必须由供需双方协商确定。

本合金的热处理是非常关键的,必须严格控制。显微组织完全转变为马氏体(Mf)的温度相对较低,因此,在完成焊接和进行焊后热处理之前,推荐使焊件冷却到至少200°F[93℃],使其尽可能多的转变成马氏体。允许的最高焊后热处理温度也是很关键的。因为变温度的下限Ac<sub>1</sub>也相对较低。为有助于进行合适的焊后热处理,提出了限制Mn+Ni的含量(见表1注j和表2注g)。Mn和Ni的组合趋向于降低Ac<sub>1</sub>温度,当焊后热处理温度接近Ac<sub>1</sub>,可能引起微观组织的部分转变。通过限制Mn+Ni,焊后热处理温度将此Ac<sub>1</sub>足够低,以避免部分转变的发生。

**A7.16** E90C-K3[E62C-K3]、E100C-K3[E69C-K3]、E110C-K3[E76C-K3]类别。这些类别中的某些焊丝产生的焊缝金属的典型成分为1.5%Ni和小于0.35%Mo。这些焊丝用于许多最低屈服强度范围为80-110ksi[550-760MPa]的高强度应用中,主要在焊态下使用,典型的应用包括船舶焊接,海上平台结构焊接以及其它许多要求低温韧性的钢结构焊接。焊接的钢种包括HY80、HY100、ASTMA710、A514、A517以及其它类似的高强度钢。这些类型的其它焊丝产生高锰、镍和钼的焊缝熔敷金属,通常具有高的强度。典型的应用包括焊接HY100、A514和A517钢。

**A7.17** E110C-K4[E76C-K4]、E120C-K4[E83C-K4]类别。这些类别的焊丝产生与EXXC-K3焊丝相似的焊缝熔敷金属,但加有约0.5%的铬。这种加入的合金可提供在需要超过120000psi[830MPa]抗拉强度的许多应用中要求的较高的强度,如装甲钢板。

**A7.18** E80C-W2[E55C-W2]类别(耐候钢)。

(第 542 页)

本类别被设计产生与 ASTM 的耐腐蚀和抗着色的耐候结构钢, 诸如 A242、A588 和 A70950 级相匹配的焊缝金属。这些特殊的性能是通过在焊缝金属中加入约 0.5% 的铜获得的。为满足焊缝金属强度, 延性和缺口韧性要求, 也推荐加入铬和镍。

**A7.19 ERXXS-G 和 EXXC-G 类别。**ERXXS-G 类别的焊丝和填充丝和 EXXC-G 类别的焊丝是不包括在前面类别中的那些填充金属。对它们仅规定了某些力学性能要求。焊丝用于单道焊和多道焊。关于这些类别的成分、性能、特性和预期应用应向填充金属的供应方咨询。

## A8、特殊试验

**A8.1** 应该承认, 对某些应用可能要求附加试验。在这种情况下, 可能要求进行补充试验来确定诸如硬度, 耐腐蚀性能、在高温和低温下运行的力学性能等特殊性能。AWS A5.01《填充金属采购导则》包含有提出这些试验的条款。本节包括进来是为了向要求规定这些特殊试验的人提供指导。那些试验可按供需双方协商进行。

### A8.2 扩散氢

**A8.2.1** 对于含碳量 $\leq 0.3\%$ 的碳钢或低强度合金钢焊缝金属或热影响区(HAZ)的氢致裂纹通常不成问题。然而, 对于在本标准中被分类为用于连接高碳钢或低合金高强度钢的焊丝, 氢致裂纹可能是个严重的问题。

**A8.2.2** 金属极气体保护电弧焊(GMAW)和钨极气体保护电弧焊(GTAW)通常被认为是低氢的焊接方法。然而, 当焊缝金属或热影响区强度或硬度升高, 在给定的拘束及线能量较低条件下, 扩散氢的集中将引起裂纹。评定在这些方法的焊接过程中产生的扩散氢可能是合适的。这种裂纹(或其被检测到)通常在冷却后延滞几个小时发生。它的表现形式可以是焊缝横向裂纹、纵向裂纹(尤其在根部焊道中)和热影响区中焊趾或焊道下裂纹。

**A8.2.3** 由于得到的扩散氢水平对氢致裂纹的倾向性有强裂的影响, 产生了测定由特定焊丝造成的扩散氢含量的要求。因此本标准提出了使用供选用的扩散氢附加代号来表示在 AWS A4.3《测定马氏体、贝氏体和铁素体钢电弧焊焊缝金属中扩散氢含量的标准方法》中明确规定的试验条件下获得的最高平均值。

被表示为符合表 8 规定的较低或最低的氢极限值的焊丝, 亦可被理解为符合较高的氢极限, 虽然这些焊丝不需要与焊丝类别一起命名。因此, 例如代号为“H4”的焊丝亦符合“H8”和“H16”的要求而不需要这样的命名。

**A8.2.4** 提请本资料的使用者注意的是实际生产条件可能导致与那些代号表示的不同的扩散氢数值。

**A8.2.4.1** 表面污染。焊接材料不是焊接过程中扩散氢的惟一来源。例如, 锈、初始的镀层, 防飞溅化合物、垃圾和油脂等在实际上都能影响扩散氢水平。于是, 为焊接材料标明代号的标准的扩散氢试验要求试验用母材无污染。AWS A4.3 规定了对试验用母材进行清洁处理的程序。试验焊接材料的表面污染应经常在产品的交货时引起注意。

**A8.2.4.2** 保护气体中的水分。保护气体亦可能是进入电弧的水分的来源, 在 AWS A5.32/A5.32M 中分类的保护气体都有规定的最高露点, 它被认为对焊接来讲是足够干燥的。采用有规定最高露点的保护气体, 保证保护气体不成为水分污染的来源。保护气体的输送管路也必须设计和维护防止气体送入电弧时水分进入保护气体而成为其来源。

**A8.2.5** 因为电弧总是不完全地被保护的, 在焊接时需要采用参考大气条件。与焊丝或气体中的水分不同, 从空气中来的水分能进入电弧, 然后再进入焊缝熔池, 造成可观察到的扩散氢。通过维持合适的气体流速和适应于稳定电弧的尽可能短的弧长。能将这种作用降到最小。有时, 一些空气会与气体混合, 并将其水分加到其它扩散氢源中。有可能这种额外的扩散氢对扩散氢试验的结果有很大的影响。因此, 规定参考大气条件是很合适的。每磅干燥空气中含有 10 格令水分[1.43g/kg]的参考大气条件相当于在 70°F [18°C] 和 29.92in.Hg [760mmHg] 气压下 10% 的相对湿度。采用经标定的湿度计测得的实际条件等于或超过这个参考大气条件, 对于焊接时的条件不会减少试验的最终结果提供了保证。

**A8.3** 拉伸试样的时效。焊缝金属在焊接完成后的若干时间内会含有相当数量的氢。随着时间的推延, 绝大部分氢逐渐溢出。这需要在室温下可能几个星期或在高温下几个小时。这种氢含量最终变化的结果, 焊缝金属的延性会比其固有值升高, 而

(第 542.1 页)

屈服强度、抗拉强度和冲击强度则相对保持不变。本标准允许拉伸试样在进行试验之前作在高温下不超过 48h 的时效。这种处理的目的在于促使氢从试样逸出,减少试验中的误差。时效处理有时用于低氢焊丝熔敷金属,尤其当对高强度熔敷金属进行试验时。注意,时效可以是在室温下将试样保持数天或是在高温下保持较短的时间。因此,提请用户注意,要在生产焊接中采用适当的预热和层间温度来避免氢的有害作用。对于 AWSA5.01 中 I 级别或 J 级别禁止的所有力学试验试样的热时效。买方可与供方相互协商确定。

### A9、不再继续使用的类别

从本标准的一个修订版本到另一个修订版本,某些类别已不再继续使用。这一结果或是由于商业实践的改变,或是由于在标准中使用的分类体系的改变。下列类别在本标准的有效期满(随同它们最后被包括在标准中的年份)后已不再继续使用。

| 不再继续使用的类别 | 颁布年份 | 替代的类别     |
|-----------|------|-----------|
| ER100S-2  | 1979 | 无         |
| ER80S-B2L | 1979 | ER70S-B2L |
| E80C-B2L  | 1979 | E70C-B2L  |
| ER90S-B3L | 1979 | ER80S-B3L |
| E90C-B3L  | 1979 | E80C-B3L  |

### A10、一般安全注意事项

注:安全与健康文件和有关规定已超出本标准的适用范围,因此这里不完整地列出。在附录第 A5 节中可找到某些安全与健康资料。安全与健康资料可以从其它来源获得,包括,但不局限于 A10.2 中所列《安全与健康实用手册》、ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》<sup>10</sup>以及适用的联邦和州的法规。

**A10.1 安全与健康实用手册。**下列《安全与健康实用手册》由美国焊接学会(AWS)颁布。它们可以从AWS网址 <http://www.aws.org> 下载和直接打印出来。《安全与健康实用手册》周期性地修订和补充。

### A10.2 《AWS 安全与健康实用手册》(SHF) 索引

| No. | 标 题               |
|-----|-------------------|
| 1   | 烟尘和气体             |
| 2   | 辐射                |
| 3   | 噪声                |
| 4   | 焊接烟尘中的铬和镍         |
| 5   | 电伤害               |
| 6   | 防火和防爆             |
| 7   | 烧伤防护              |
| 8   | 机械伤害              |
| 9   | 绊倒和跌落             |
| 10  | 下落物体              |
| 11  | 有限空间              |
| 12  | 隐形镜磨损             |
| 13  | 焊接环境中人与机械控制       |
| 14  | 警告性标签的图示符号        |
| 15  | 安全与健康文件的格式指南      |
| 16  | 设备调试员和焊接          |
| 17  | 电场和磁场(EMF)        |
| 18  | 关闭/作标记            |
| 19  | 激光焊接和切割安全         |
| 20  | 热喷涂安全             |
| 21  | 电阻点焊              |
| 22  | 焊接和关联作业中与镉的接触     |
| 23  | California 建议 65  |
| 24  | 弧焊焊剂和钎焊钎剂:安全管理和使用 |
| 25  | 金属烟尘引起的发烧         |
| 27  | 钎焊电极              |
| 29  | 手提式和移动式焊接发电机的接地   |

<sup>10</sup> ANSI 标准由美国国家标准学颁布, 25 West 43<sup>rd</sup> Street, 4<sup>th</sup> Floor, New York, NY10036

(第 543 页)

## 弧焊用低合金钢药芯焊丝标准

A06

## SFA-5.29

(与 AWS 标准 A5.29/A5.29M:2005 完全等同)

## 1. 适用范围

**1.1** 本标准规定了弧焊用低合金钢药芯焊丝 (FCAW), 有或无保护气体, 的分类要求。铁是用这些焊丝熔敷的未经稀释的焊缝金属中含量唯一超过 10.5% 的元素。金属芯低合金钢焊丝不在本标准中分类, 它们按 AWS A5.28/A5.28M<sup>1</sup> 进行分类。

**1.2** 安全与健康文件和有关规定超出本标准的适用范围, 因此, 在这里不完全列出。某些安全与健康资料可以在附录第 A5 和 A10\* 节中找到。安全与健康资料可以从其它来源获得, 包括, 但不局限于 ANSI Z49.1<sup>2</sup> 和适用的联邦和州的法。

**1.3** 本标准既使用美国惯用单位, 又使用国际单位制 (SI) 当涉及到焊缝金属性能时, 计量值不精确等同。因此, 每个单位体系必须独立使用而不能以任何方式混用其值。代号为 A5.29 的标准使用美国惯用单位。A5.29M 标准使用 SI 单位。后者用 [ ] 括号表示或者在表中或图中用适当的栏表示。基于任何单位体系的标准尺寸都可以在 A5.29 和 A5.29M 标准下用来作为填充金属的或包装的, 或两者的规格。

## 2、引用标准

通过在此正文中引用下列标准所包含的条款, 构成了本 AWS 标准的条款。对于有版本日期的引用标准, 任何这些出版物的随后的改正或修订均不适用。然而, 基于本 AWS 标准的, 经协商一致的各方鼓励进行下面所列文件现行版本应用可能性的研究。对于无版本日期的引用标准。要采用最新版本的引用标准。

**2.1** 本文件的强制性部分引用下列 AWS 标准:

- (a) AWS A4.3 《确定马氏体、贝氏体、和铁素体钢弧焊焊缝金属中扩散含氢量的标准方法》。
- (b) AWS A5.01 《填充金属采购导则》
- (c) AWS A5.32/A5.32M 《焊接保护气体标准》
- (d) AWS B4.0 或 B4.0M 《焊缝力学性能试验

的标准方法》

**2.2** 本文件的强制性部分引用下列 ANSI 标准:

(a) ANSI Z49.1 《焊接、切割和关联作业中的安全》。

**2.3** 本文件的强制性部分引用下列 ASTM 标准<sup>3</sup>:

- (a) ASTM A36/A36M 《碳素结构钢标准》
- (b) ASTM A203/A203M 《镍合金钢压力容器用板材标准》。
- (c) ASTM A285/A285M 《压力容器用低和中等抗拉强度碳钢板材标准》。
- (d) ASTM A302/A302M 《压力容器用锰—铝和锰—铜—镍合金钢板材标准》。
- (e) ASTM A387/A387M 《压力容器用铬—钼合金钢板材标准》。
- (f) ASTM A514/A514M 《适合于焊接的高屈服强度调质合金钢板材标准》。
- (g) ASTM A537/A537M 《压力容器用热处理的碳—锰—硅钢板材标准》。
- (h) ASTM A588/A588M 《最低屈服点为 50ksi [345MPa]、厚 4in. [100mm] 高强度结构钢标准》。
- (i) ASTM A588/A588M 《金属和合金统一编号体系》。
- (j) ASTM E29 《为确定与标准一致, 在试验数据中采用有效位数的标准方法》。
- (k) ASTM E350 《碳钢、低合金钢、硅电工钢、铌铁和锻铁化学分析的标准试验方法》。
- (l) ASTM E1032 《焊件射线照相检验的标准试验方法》。

**2.4** 本文件的强制性部分引用下列 MTL 标准<sup>4</sup>:

- (a) MTL-S-16216 《高屈服强度合金结构钢 (HY80 和 HY100) 板材标准》。
- (b) MTL-S-24645 《高屈服强度时效硬化合金结构钢 (HSLA-80 和 HSLA-100) 板材, 薄板或

<sup>1</sup> AWS 标准由美国焊接学会颁布。550 N.W. Le Jeune Road, Miami, FL 33126。

<sup>2</sup> ANSI 标准由美国国家标准研究所颁布, 25 West 43<sup>rd</sup> Street, Fourth Floor, New York, NY 10036。

\* 原文为 A9, 系误——译注。

<sup>3</sup> ASTM 标准由美国试验和材料学会颁布。100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959。

<sup>4</sup> 关于查询 MIL-S-16216 MIL-S-24645 参阅互联网网址: <http://assisy.daps.dla.mil/online>。申请 NAVSEA 技术文献 T9074-BD-GIB-010/0300 的复印件, 与海军文献编目控制中心联系。700 Robins Avenue, Philadelphia, PA 19111-5094。

(第 544 页)

卷钢标准》。

(c) NAVSEA 技术文献 T9074-BDGIB -010/300,《临界应用的基本材料: HY80/100/130 和 HSLA-80/100 低合金钢板材、锻件、铸件、型钢、棒材和封头》。

2.5 本文件的强制性部分引用下列 ISO 标准<sup>5</sup>:

(a) ISO 544《焊接消耗材料——焊接填充材料交货技术条件——产品类型、尺寸、公差和标准》。

### 3. 分类

3.1 A5.29 包含的药芯焊丝采用以美国惯用单位为基础的分类体系,并按下列进行分类:

(a) 焊缝金属的力学性能,见表 1U 规定。

(b) 对焊丝适宜的焊接位置,如图 1 所示

(c) 焊丝的某些工艺特性(包括有或无保护气体),见表 2 规定和图 1,以及

(d) 焊缝金属的化学成分,见表 7 规定。

3.1M A5.29M 包含的药芯焊丝采用以国际单位制(SI)为基础的分类体系,并按下列进行分类:

(a) 焊缝金属的力学性能,见表 1M 规定

(b) 对焊丝适宜的焊接位置,如图 1 所示。

(c) 焊丝的某些工艺特性(包括有或无保护气体),见表 2 规定和图 1,以及

(d) 焊缝金属的化学成分,见表 7 规定。

3.2 被分类为一种类别的焊丝不应再被分类为本标准中的任何其它类别,其例外是:气体保护的焊丝可分类为用 100%CO<sub>2</sub>(AWS A5.32 SG-C 类别)保护气体(代号“C”)和用 75~80%氩/余 CO<sub>2</sub>(AWS A5.32 SG-AC-25 或 SG-AC-20 类别)保护气体(代号“M”)。

焊丝可以按 A 29 采用美国惯用单位和/或按 A 29M 采用国际单位制(SI)进行分类。不管按哪个单位体系分类的焊丝必须符合按该体系的分类的全部要求。

3.3 按本标准分类的焊丝是预期应用于有或没有外部保护气体的药芯焊丝电弧焊。意欲不采用外部保护气体或采用表 2 规定的保护气体的焊丝,只要它们被认为合适即行。

### 4. 验收

焊丝的验收<sup>6</sup>应按 AWSA5.01 的条款进行。

### 5. 证明

制造厂通过在包装上标明 AWS 标准号和类别号或在产品上标上类别号,证明产品符合本标准的要求<sup>7</sup>。

### 6. 圆整方法

为了确定与本标准的一致性,应将抗拉强度和屈服强度的实测值和计算值对于 A5.29 圆整到最接近的 1000psi[抗拉强度和屈服强度对于 A5.29M 圆整到最接近的 10MPa],对于表达其它数量极限值数字的最右方末位,按照 ASTM E29 中给出的圆整方法圆整到最接近的单位。

### 7. 试验综述

7.1 对每一类别要求的试验在表 3 中规定。这些试验的目的是确定焊缝金属的力学性能、致密完好性和化学成分以及焊丝的工艺性能。焊缝试件的母材,采用的焊接和试验程序和要求的结果在第 9 至 14 节中给出。

7.2 第 15 节中的供选用的扩散氢附加试验不要求用于分类,但经供需双方协商一致,一个供选用的焊丝代号可包括在此。另一方供选用的附加代号(J)可以用来表示在比标准温度更低的温度下的夏比冲击试验(见图 1)

### 8. 复试

如果有任何试验结果不符合要求,那项试验应重复两次。两次试验的结果都应符合要求。复试的材料、试样或样品可取自原来的试件,或从 1 个或 2 个新的试件或样品上截取。对于化学分析,仅需要对不符合试验要求的那些特定元素进行复试。如果 1 项或 2 项复试的结果不符合要求,则所试验的材料应被认作为不符合本标准对于那个类别的要求。

在下述情况下,即在任何一项试验的置备过程中或完成后,能清楚地确定在制备焊缝试件或试样,或者在进行试验时没有遵循规定的或正确的程

<sup>5</sup> ISO 标准由国际标准化组织颁布, 1 rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland.

<sup>6</sup> 有关发运材料的验收、试验的进一步资料见第 A3 节(在附录 A 中)。

<sup>7</sup> 有关证明和为满足该要求所提出的试验的进一步资料见第 A4 节(在附录 A 中)

(第 545 页)

表 1U A5.29 力学性能要求

| AWS 类别 <sup>a, b</sup>                                                               | 状态 <sup>c</sup> | 抗拉强度<br>(ksi) | 屈服强度<br>(ksi) | 伸长率%<br>不小于 | 夏比 V 缺口冲击能量<br>不小于 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|
| E7XT5-A1C, -A1M                                                                      | PWHT            | 70-90         | 58 min.       | 20          | 20 ft.lbf@-20°F    |
| E8XT1-A1C, -A1M                                                                      | PWHT            | 80-100        | 68 min.       | 19          | 不作规定               |
| E8XT1-B1C, -B1M, -B1LC, -B1LM                                                        | PWHT            | 80-100        | 68 min.       | 19          | 不作规定               |
| E8XT1-B2C, -B2M, -B2HC, -B2HM<br>-B2LC, -B2LM                                        | PWHT            | 80-100        | 68 min.       | 19          | 不作规定               |
| E8XT5-B2C, -B2M, -B2LC, -B2LM                                                        |                 |               |               |             |                    |
| E9XT1-B3C, -B3M, -B3LC, -B3LM<br>-B3HC, -B3HM                                        | PWHT            | 90-110        | 78 min.       | 17          | 不作规定               |
| E9XT5-B3C, -B3M,                                                                     |                 |               |               |             |                    |
| E10XT1-B3C, -B3M                                                                     | PWHT            | 100-120       | 88 min.       | 16          | 不作规定               |
| E8XT1-B6C <sup>e</sup> , -B6M <sup>e</sup> , -B6LC <sup>e</sup> , -B6LM <sup>e</sup> | PWHT            | 80-100        | 68 min.       | 19          | 不作规定               |
| E8XT5-B6C <sup>e</sup> , -B6M <sup>e</sup> , -B6LC <sup>e</sup> , -B6LM <sup>e</sup> |                 |               |               |             |                    |
| E8XT1-B8C <sup>e</sup> , -B8M <sup>e</sup> , -B8LC <sup>e</sup> , -B8LM <sup>e</sup> | PWHT            | 80-100        | 68 min.       | 19          | 不作规定               |
| E8XT5-B8C <sup>e</sup> , -B8M <sup>e</sup> , -B8LC <sup>e</sup> , -B8LM <sup>e</sup> |                 |               |               |             |                    |
| E9XT1-B9C, -B9M                                                                      | PWHT            | 90-120        | 78 min.       | 16          | 不作规定               |
| E6XT1-Ni1C, -Ni1M                                                                    | AW              | 60-80         | 50 min.       | 22          | 20 ft.lbf@-20°F    |
| E7XT6-Ni1                                                                            | AW              | 70-90         | 58 min.       | 20          | 20 ft.lbf@-20°F    |
| E7XT8-Ni1                                                                            | AW              | 70-90         | 58 min.       | 20          | 20 ft.lbf@-20°F    |
| E8XT1-Ni1C, -Ni1M                                                                    | AW              | 80-100        | 68 min.       | 19          | 20 ft.lbf@-20°F    |
| E8XT5-Ni1C, -Ni1M                                                                    | PWHT            | 80-100        | 68 min.       | 19          | 20 ft.lbf@-60°F    |
| E7XT8-Ni2                                                                            | AW              | 70-90         | 58 min.       | 20          | 20 ft.lbf@-20°F    |
| E8XT8-Ni2                                                                            | AW              | 80-100        | 68 min.       | 19          | 20 ft.lbf@-20°F    |
| E8XT1-Ni2C, -Ni2M                                                                    | AW              | 80-100        | 68 min.       | 19          | 20 ft.lbf@-40°F    |
| E8XT5-Ni2C <sup>e</sup> , -Ni2M <sup>f</sup>                                         | PWHT            | 80-100        | 68 min.       | 19          | 20 ft.lbf@-75°F    |
| E9XT1-Ni2C, -Ni2M                                                                    | AW              | 90-110        | 78 min.       | 17          | 20 ft.lbf@-40°F    |
| E8XT5-Ni3C <sup>e</sup> , -Ni3M <sup>f</sup>                                         | PWHT            | 80-100        | 68 min.       | 19          | 20 ft.lbf@-100°F   |
| E9XT5-Ni3C <sup>e</sup> , -Ni3M <sup>f</sup>                                         | PWHT            | 90-110        | 78 min.       | 17          | 20 ft.lbf@-100°F   |
| E8XT11-Ni3                                                                           | AW              | 80-100        | 68 min.       | 19          | 20 ft.lbf@-0°F     |
| E9XT1-D1C, -D1M                                                                      | AW              | 90-110        | 78 min.       | 17          | 20 ft.lbf@-40°F    |
| E9XT5-D2C, -D2M                                                                      | PWHT            | 90-110        | 78 min.       | 17          | 20 ft.lbf@-60°F    |
| E10XT5-D2C, -D2M                                                                     | PWHT            | 100-120       | 88 min.       | 16          | 20 ft.lbf@-40°F    |
| E9XT1-D3C, -D3M                                                                      | AW              | 90-110        | 78 min.       | 17          | 20 ft.lbf@-20°F    |
| E8XT5-K1C, -K1M                                                                      | AW              | 80-100        | 68 min.       | 19          | 20 ft.lbf@-40°F    |
| E7XT7-K2                                                                             | AW              | 70-90         | 58 min.       | 20          | 20 ft.lbf@-20°F    |
| E7XT4-K2                                                                             | AW              | 70-90         | 58 min.       | 20          | 20 ft.lbf@-0°F     |
| E7XT8-K2                                                                             | AW              | 70-90         | 58 min.       | 20          | 20 ft.lbf@-20°F    |
| E7XT11-K2                                                                            | AW              | 70-90         | 58 min.       | 20          | 20 ft.lbf@+32°F    |
| E8XT1-K2C, -K2M                                                                      | AW              | 80-100        | 68 min.       | 19          | 20 ft.lbf@-20°F    |
| E8XT5-K2C, -K2M                                                                      |                 |               |               |             |                    |
| E9XT1-K2C, -K2M                                                                      | AW              | 90-110        | 78 min.       | 17          | 20 ft.lbf@-0°F     |
| E9XT5-K2C, -K2M                                                                      | AW              | 90-110        | 78 min.       | 17          | 20 ft.lbf@-60°F    |
| E10XT1-K3C, -K3M                                                                     | AW              | 100-120       | 88 min.       | 16          | 20 ft.lbf@-0°F     |
| E10XT5-K3C, -K3M                                                                     | AW              | 100-120       | 88 min.       | 16          | 20 ft.lbf@-60°F    |
| E11XT1-K3C, -K3M                                                                     | AW              | 110-130       | 98 min.       | 15          | 20 ft.lbf@-0°F     |
| E11XT5-K3C, -K3M                                                                     | AW              | 110-130       | 98 min.       | 15          | 20 ft.lbf@-60°F    |
| E11XT1-K4C, -K4M                                                                     | AW              | 110-130       | 98 min.       | 15          | 20 ft.lbf@-0°F     |
| E11XT5-K4C, -K4M                                                                     | AW              | 110-130       | 98 min.       | 15          | 20 ft.lbf@-60°F    |

(第 546 页)

表 1U A5.29 力学性能要求 (续)

| AWS 类别 <sup>a, b</sup>                                     | 状态 <sup>c</sup>                                                                        | 抗拉强度<br>(ksi)        | 屈服强度<br>(ksi) | 伸长率%<br>不小于 | 夏比 V 缺口冲击能量<br>不小于 |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------|-------------|--------------------|
| E12XT5-K4C,-K4M                                            | AW                                                                                     | 120-140              | 108 min.      | 14          | 20 ft.lbf@-60°F    |
| E12XT1-K5C,-K5M                                            | AW                                                                                     | 120-140              | 108 min.      | 14          | 不作规定               |
| E7XT5-K6C,-K6M                                             | AW                                                                                     | 70-90                | 58 min.       | 20          | 20 ft.lbf@-75°F    |
| E6XT8-K6                                                   | AW                                                                                     | 60-80                | 50 min.       | 22          | 20 ft.lbf@-20°F    |
| E7XT8-K6                                                   | AW                                                                                     | 70-90                | 58 min.       | 20          | 20 ft.lbf@-20°F    |
| E10XT1-K7C,-K7M                                            | AW                                                                                     | 100-120              | 88 min.       | 16          | 20 ft.lbf@-60°F    |
| E9XT8-K8                                                   | AW                                                                                     | 90-110               | 78 min.       | 17          | 20 ft.lbf@-20°F    |
| E10XT1-K9C,-K9M                                            | AW                                                                                     | 100-120 <sup>g</sup> | 82-97         | 18          | 20 ft.lbf@-60°F    |
| E8XT1-W2C,-W2M                                             | AW                                                                                     | 80-100               | 68 min.       | 19          | 20 ft.lbf@-20°F    |
| EXXTX-G <sup>h</sup> , -GC <sup>h</sup> , -GM <sup>h</sup> | 焊缝熔敷金属成分、试验状态 (AW 或 PWHT) 和夏比 V-缺口冲击性能按供需双方协商确定, 拉伸试验要求、焊接位置、渣系和保护气体、如果有的话, 符合那些指出的数字。 |                      |               |             |                    |
| EXXTG-X <sup>h</sup>                                       | 渣系、保护气体、如果有的话, 试验状态 (AW 或 PWHT)、和夏比 V-缺口冲击性能按供需双方协商确定。拉伸试验要求、焊接位置和焊缝熔敷金属成分符合那些指出的数字。   |                      |               |             |                    |
| EXXTG-G <sup>h</sup>                                       | 渣系、保护气体、如果有的话, 试验状态 (AW 或 PWHT)、夏比 V-缺口冲击性能和焊缝熔敷金属的成分按供需双方协商确定。拉伸试验要求和焊接位置符合那些指出的数字。   |                      |               |             |                    |

注: a、用合适的代号代替实际类别代号中的“Xs”, 见图 1。

b、在代号中放置“G”是表示那些性能已经得到供方和买方协商同意。

c、AW=焊态, PWHT=按表 6 和 9.4.1.2 的焊后热处理状态。

d、带有供选用的附加代号“J”的焊丝应在比表 1U 对那个类别所示试验温度低 20°F 的试验温度下, 满足其类别的最低夏比 V-缺口冲击韧性要求。

e、这些类别的焊丝目前在 AWS A5.22-95 中被分类为 E502 TX-X 或 E505TX-X。随着 A5.22 的下一修订, 它们将去掉, 并只在本标准中列出。

f、PWHT 温度超过 1150°F 会降低夏比 V-缺口冲击性能。

g、对于该类别 (E10XT1-K9C, -K9M) 所示抗拉强度范围不是要求, 它是一个近似值。

h、EXXTX-G, -GC, -GM, EXXTG-X 和 EXXTG-G 焊丝的抗拉强度、屈服强度和伸长率百分数要求是在本表中列出的其它具有相同抗拉强度代号的焊丝类别的要求 (不包括 E10XT1-K9C, -K9M 类别)。

序, 不考虑试验是否已实际完成或试验结果是否满足或不满足试验要求。该试验应被认作为无效。应遵循正确的规定程序重新进行该项试验。此时, 双倍试样数量的要求不适用。

## 9. 试件

9.1 取决于焊丝的种类和进行试验的方式, 要求 2 个或 3 个焊缝试件, 它们是:

(a) 焊缝金属化学分析用焊缝试块, 见图 2

(b) 焊缝金属力学性能和致密性试验用图 3 所示的坡口焊缝。

(c) 焊丝工艺性试验用图 4 所示的角焊缝。

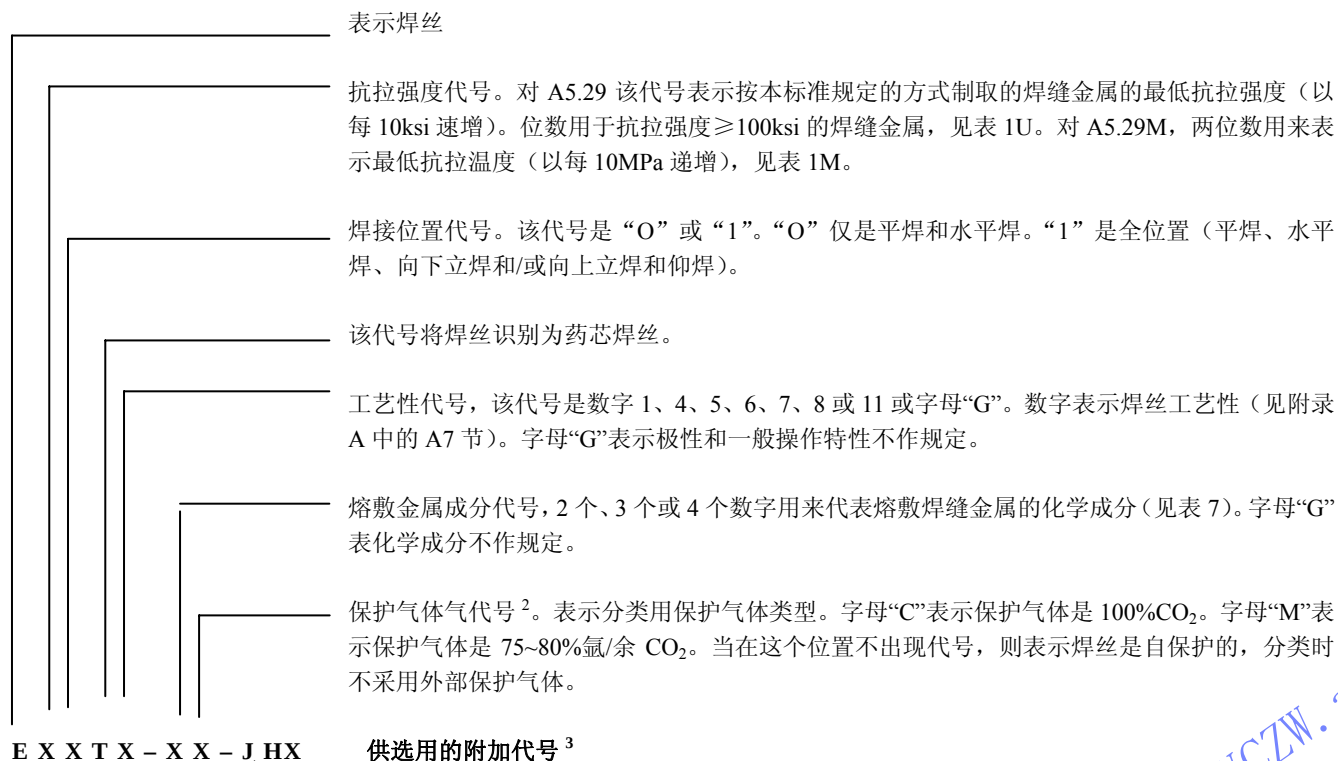
化学分析样品可取自已断裂的拉伸试样的减速缩截面处或从图 3 坡口焊缝中焊缝金属的相应部位或其上面的任何部位, 这样可避开制作焊缝试

块。当有争议的时候, 焊缝试块应是仲裁的方法。

9.2 每个试件的制备应按 9.3、9.4 和 9.5 的规定。每个试件的母材应按表 4 要求, 并应符合那里所示的任何一个合适的标准或与其相当标准的要求。试件的试验应按第 10 至 14 节的规定进行。

9.3 焊缝试块。除了选择 9.1 中的另一种取样方法 (从已断裂的拉伸试样或在图 3 坡口焊缝中焊缝金属的相应部位或其上面的任何部位取样), 应按图 2 规定置备焊缝试块。焊缝试块的母材应采用图 4 (包括那个表的注 c) 规定的材料类别的任何合适规格的母材。熔敷填充金属的母材表面应清洁, 试块应在平焊位置采用多道焊进引焊接, 以便获得未经稀释的焊缝金属 (至少 1/2in. [12mm] 厚)。预热温度应不低于 60°F [15°C], 层间温度应不超过 325°F [165°C]。焊缝试块所用焊接工艺应满足表 5

(第 547 页)

**强制性类别代号<sup>1</sup>**

供选用的附加扩散氢代号（见表 9）。

当在这个位置存在字母“J”，表示焊丝满足改善了的韧性要求，并熔敷出比表 1U[表 1M]中所示那个类别的试验温度低 20°F[10℃]的温度下具有至少 20 ft.lbf[2.7J]的夏比 V-缺口性能。

注：1. 这些代号的组合构成了药芯焊丝的类别号。注意，在标准中特定化学成分不总是和特定的力学性能一起被识别的。

标准要求供货者包括在与焊丝类别中的特定焊丝相适应的力学性能。这样，例如，一个完整的代号是 E80T5-Ni3。EXXT5-Ni3 不是一个完整的类别号。

2. 见 AWS A5.32/A5.32M《焊接保护气体标准》。

3. 这些代号是供选用的，并不构成药芯焊丝类别号的一部分。

图 1 A5.29/A5.29M 分类体系

(第 548 页)

表 1M A5.29M 力学性能要求

| AWS 类别 <sup>a, b</sup>                         | 状态 <sup>c</sup> | 抗拉强度<br>(MPa) | 屈服强度<br>(MPa) | 伸长率%<br>不小于 | 夏比 V-缺口冲击能量<br>不小于 |
|------------------------------------------------|-----------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|
| E49XT5-A1C, -A1M                               | PWHT            | 490-620       | 400 min.      | 20          | 27J@-30°C          |
| E55XT1-A1C, -A1M                               | PWHT            | 550-690       | 470 min.      | 19          | 不作规定               |
| E55XT1-B1C, -B1M, -B1LC, -B1LM                 | PWHT            | 550-690       | 470 min.      | 19          | 不作规定               |
| E55XT1-B2C, -B2M, -B2HC, -B2HM<br>-B2LC, -B2LM | PWHT            | 550-690       | 470 min.      | 19          | 不作规定               |
| E55XT5-B2C, -B2M, -B2LC, -B2LM                 |                 |               |               |             |                    |
| E62XT1-B3C, -B3M, -B3LC, -B3LM<br>-B3HC, -B3HM | PWHT            | 620-760       | 540 min.      | 17          | 不作规定               |
| E62XT5-B3C, -B3M,                              |                 |               |               |             |                    |
| E69XT1-B3C, -B3M                               | PWHT            | 690-830       | 610 min.      | 16          | 不作规定               |
| E55XT1-B6C, -B6M, -B6LC, -B6LM                 | PWHT            | 550-690       | 470 min.      | 19          | 不作规定               |
| E55XT5-B6C, -B6M, -B6LC, -B6LM                 |                 |               |               |             |                    |
| E55XT1-B8C, -B8M, -B8LC, -B8LM                 | PWHT            | 550-690       | 470 min.      | 19          | 不作规定               |
| E55XT5-B8C, -B8M, -B8LC, -B8LM                 |                 |               |               |             |                    |
| E62XT1-B9C, -B9M                               | PWHT            | 620-830       | 540 min.      | 16          | 不作规定               |
| E43XT1-Ni1C, -Ni1M                             | AW              | 430-550       | 340 min.      | 22          | 27J@-30°C          |
| E49XT6-Ni1                                     | AW              | 490-620       | 400 min.      | 20          | 27J@-30°C          |
| E49XT8-Ni1                                     | AW              | 490-620       | 400 min.      | 20          | 27J@-30°C          |
| E55XT1-Ni1C, -Ni1M                             | AW              | 550-690       | 470 min.      | 19          | 27J@-30°C          |
| E55XT5-Ni1C, -Ni1M                             | PWHT            | 550-690       | 470 min.      | 19          | 27J@-50°C          |
| E49XT8-Ni2                                     | AW              | 490-620       | 400 min.      | 20          | 27J@-30°C          |
| E55XT8-Ni2                                     | AW              | 550-690       | 470 min.      | 19          | 27J@-30°C          |
| E55XT1-Ni2C, -Ni2M                             | AW              | 550-690       | 470 min.      | 19          | 27J@-40°C          |
| E55XT5-Ni2C <sup>e</sup> , -Ni2M <sup>e</sup>  | PWHT            | 550-690       | 470 min.      | 19          | 27J@-60°C          |
| E62XT1-Ni2C, -Ni2M                             | AW              | 620-760       | 540 min.      | 17          | 27J@-40°C          |
| E55XT5-Ni3C <sup>e</sup> , -Ni3M <sup>e</sup>  | PWHT            | 550-690       | 470 min.      | 19          | 27J@-70°C          |
| E62XT5-Ni3C <sup>e</sup> , -Ni3M <sup>e</sup>  | PWHT            | 620-760       | 540 min.      | 17          | 27J@-70°C          |
| E55XT11-Ni3                                    | AW              | 550-690       | 470 min.      | 19          | 27J@-20°C          |
| E62X1-D1C, -D1M                                | AW              | 620-760       | 540 min.      | 17          | 27J@-40°C          |
| E62XT5-D2C, -D2M                               | PWHT            | 620-760       | 540 min.      | 17          | 27J@-50°C          |
| E69XT5-D2C, -D2M                               | PWHT            | 690-830       | 610 min.      | 16          | 27J@-40°C          |
| E62XT1-D3C, -D3M                               | AW              | 620-760       | 540 min.      | 17          | 27J@-30°C          |
| E55XT5-K1C, -K1M                               | AW              | 550-690       | 470 min.      | 19          | 27J@-40°C          |
| E49XT7-K2                                      | AW              | 490-620       | 400 min.      | 20          | 27J@-30°C          |
| E49XT4-K2                                      | AW              | 490-620       | 400 min.      | 20          | 27J@-20°C          |
| E49XT8-K2                                      | AW              | 490-620       | 400 min.      | 20          | 27J@-30°C          |
| E49XT11-K2                                     | AW              | 490-620       | 400 min.      | 20          | 27J@ 0°C           |
| E55XT1-K2C, -K2M E55XT5-K2C, -K2M              | AW              | 550-690       | 470 min.      | 19          | 27J@-30°C          |
| E62XT1-K2C, -K2M                               | AW              | 620-760       | 540 min.      | 17          | 27J@-20°C          |
| E62XT5-K2C, -K2M                               | AW              | 620-760       | 540 min.      | 17          | 27J@-50°C          |
| E69XT1-K3C, -K3M                               | AW              | 690-830       | 610 min.      | 16          | 27J@-20°C          |
| E69XT5-K3C, -K3M                               | AW              | 690-830       | 610 min.      | 16          | 27J@-50°C          |
| E76XT1-K3C, -K3M                               | AW              | 760-900       | 680 min.      | 15          | 27J@-20°C          |
| E76XT5-K3C, -K3M                               | AW              | 760-900       | 680 min.      | 15          | 27J@-50°C          |
| E76XT1-K4C, -K4M                               | AW              | 760-900       | 680 min.      | 15          | 27J@-20°C          |
| E76XT5-K4C, -K4M                               | AW              | 760-900       | 680 min.      | 15          | 27J@-50°C          |

(第 549 页)

表 1M A5.29M 力学性能要求 (续)

| AWS 类别 <sup>a, b</sup>                                     | 状态 <sup>c</sup>                                                                         | 抗拉强度<br>(MPa)        | 屈服强度<br>(MPa) | 伸长率%<br>不小于 | 夏比 V 缺口冲击能量<br>不小于 |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------|-------------|--------------------|
| E83XT5-K4C,-K4M                                            | AW                                                                                      | 830-970              | 745 min.      | 14          | 27J@-50°C          |
| E83XT1-K5C,-K5M                                            | AW                                                                                      | 830-970              | 745 min.      | 14          | 不作规定               |
| E49XT5-K6C,-K6M                                            | AW                                                                                      | 490-620              | 400 min.      | 20          | 27J@-60°C          |
| E43XT8-K6                                                  | AW                                                                                      | 430-550              | 340 min.      | 22          | 27J@-30°C          |
| E49XT8-K6                                                  | AW                                                                                      | 490-620              | 400 min.      | 20          | 27J@-30°C          |
| E69XT1-K7C,-K7M                                            | AW                                                                                      | 690-830              | 610 min.      | 16          | 27J@-50°C          |
| E62XT8-K8                                                  | AW                                                                                      | 620-760              | 540 min.      | 17          | 27J@-30°C          |
| E69XT1-K9C,-K9M                                            | AW                                                                                      | 690-830 <sup>f</sup> | 560-670       | 18          | 27J@-50°C          |
| E55XT1-W2C,-W2M                                            | AW                                                                                      | 550-690              | 470 min.      | 19          | 27J@-30°C          |
| EXXTX-G <sup>g</sup> , -GC <sup>g</sup> , -GM <sup>g</sup> | 焊缝熔敷金属成分、试验状态 (AW 或 PWHT) 和夏比 V-缺口冲击性能按供需双方协商确定, 拉伸试验要求、焊接位置、渣系和保护气体, 如果有的话, 符合那些指出的数字。 |                      |               |             |                    |
| EXXTG-X <sup>g</sup>                                       | 渣系、保护气体、如果有的话, 试验状态 (AW 或 PWHT) 和夏比 V-缺口冲击性能按供需双方协商确定。拉伸试验要求、焊接位置和焊缝熔敷金属成分符合那些指出的数字。    |                      |               |             |                    |
| EXXTG-G <sup>g</sup>                                       | 渣系、保护气体、如果有的话, 试验状态 (AW 或 PWHT)、夏比 V-缺口冲击性能和焊缝熔敷金属的成分按供需双方协商确定。拉伸试验要求和焊接位置符合那些指出的数字。    |                      |               |             |                    |

注: a. 用合适的代号代替实际类别代号中的“Xs”, 见图 1。

b. 在代号中放置“G”是表示那些性能已经得到供方和买方协商同意。

c. AW=焊态, PWHT=按表 6 和 9.4.1.2 的焊后热处理状态。

d. 带有供选用的附加代号“J”的焊丝应在比表 1M 对那个类别所示试验温度低 10°C 的试验温度下满足其类别的最低夏比 V-缺口冲击韧性要求。

e. PWHT 温度超过 620°C 会降低夏比 V-缺口冲击性能。

f. 对于该类别 (E69XT1-K9C, -K9M) 所示抗拉强度范围不是要求, 它是一个近似值。

g. EXXTX-G, -GC, -GM, EXXTG-X 和 EXXTG-G 焊丝的抗拉强度、屈服强度和伸长率百分数要求是在本表中列出的其它具有相同抗拉强度代号的焊丝类别的要求 (不包括 E69XT1-K9C, -K9M 类别)。

规定的线能量要求。每一焊道焊完后应清除焊渣。焊道之间试件可以在水中淬冷。完成的试块的尺寸应如图 2 所示。该试件的试验应按 10.2 的规定进行。

#### 9.4 焊缝试件

**9.4.1 多道焊焊丝的试件。**应按图 3 和表 5 规定置备和焊接 1 个或 2 个坡口焊缝试件, 采用表 4 规定的合适类型的母材。预热和层间温度应按表 6 规定。该试件的试验应按表 3 规定。当采用 ASTM A36 或 A285 作为母材, 除了在表 4 中注 b 和 f 说明的外, 坡口面和衬垫板的接触面应采用与试验类别相同成分的焊丝进行预堆边。如果采用预堆边工艺, 预堆边层的厚度应约 1/8 in. [3mm] (见图 3 注 2)。一个试件的焊丝直径应为 3/32 in. [2.4mm] 或所生产的最大直径。另一个试件的焊丝直径应为 0.045 in. [1.2mm] 或所生产的最小直径。如果生产的最大直径为 1/16 in. [1.6mm] 或更小, 则仅试验最大的直径。

焊丝极性应按表 2 规定。试件应在焊态或表 6 规定的焊后热处理状态按表 3 要求进行试验。

**9.4.1.1** 应以平焊位置进行焊接, 焊接时试件应刚性固定 (或按图 3 所示预置变形) 以避免挠曲角变形超过 5°。挠曲超出平面 5° 以上的试件应废弃。它不应作校平。

焊接之前, 试件应加热到表 6 对试验焊丝所规定的预热温度。焊接应连续进行, 直到试件达到表 6 规定的要求的层间温度。用测温笔或表面温度计在图 3 所示部位测量温度, 剩下焊缝的焊接要保持该层间温度。当有必要中断焊接, 试件应在静止空气中冷却。重新焊接之前, 试件应加热到规定的层间温度范围。

**9.4.1.2** 当要求进行焊后热处理时, 应在截力学性能试样之前进行热处理。该热处理可以在射线照相检验之前或之后进行。

(第 550 页)

表 2 焊丝工艺性能要求

| 工艺代号 | AWS 类别   | 焊接位置 <sup>a,b</sup> | 外部保护 <sup>c</sup>         | 极性 <sup>d</sup> | 应用 <sup>e</sup> |
|------|----------|---------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| 1    | EX0T1-XC | H, F                | CO <sub>2</sub>           | DCEP            | M               |
|      | EX0T1-XM |                     | 75-80Ar/余 CO <sub>2</sub> |                 |                 |
|      | EX1T1-XC | H, F, VU, OH        | CO <sub>2</sub>           |                 |                 |
|      | EX1T1-XM |                     | 75-80Ar/余 CO <sub>2</sub> |                 |                 |
| 4    | EX0T4-X  | H, F                | 无                         | DCEP            | M               |
| 5    | EX0T5-XC | H, F                | CO <sub>2</sub>           | DCEP            | M               |
|      | EX0T5-XM |                     | 75-80Ar/余 CO <sub>2</sub> |                 |                 |
|      | EX1T5-XC | H, F, VU, OH        | CO <sub>2</sub>           |                 |                 |
|      | EX1T5-XM |                     | 75-80Ar/余 CO <sub>2</sub> |                 |                 |
| 6    | EX0T6-X  | H, F                | 无                         | DCEP            | M               |
| 7    | EX0T7-X  | H, F                | 无                         | DCEN            | M               |
|      | EX1T7-X  | H, F, VU, OH        |                           |                 |                 |
| 8    | EX0T8-X  | H, F                | 无                         | DCEN            | M               |
|      | EX1T8-X  | H, F, VU, OH        |                           |                 |                 |
| 11   | EX0T11-X | H, F                | 无                         | DCEN            | M               |
|      | EX1T11-X | H, F, VD, OH        |                           |                 |                 |
| G    | EX0TX-G  | H, F                | 无                         | (g)             | M               |
|      | EX0TX-GC |                     | CO <sub>2</sub>           | (g)             |                 |
|      | EX0TX-GM |                     | 75-80Ar/余 CO <sub>2</sub> | (g)             |                 |
|      | EX0TX-X  |                     | 不作规定                      | 不作规定            |                 |
|      | EX0TX-G  |                     | 不作规定                      | 不作规定            |                 |
|      | EX1TX-G  | H, F, VU, VD, OH    | 无                         | (g)             | M               |
|      | EX1TX-GC |                     | CO <sub>2</sub>           | (g)             |                 |
|      | EX1TX-GM |                     | 75-80Ar 余 CO <sub>2</sub> | (g)             |                 |
|      | EX1TX-X  |                     | 不作规定                      | 不作规定            |                 |
|      | EX1TX-G  |                     | 不作规定                      | 不作规定            |                 |

注： a. H=水平位置、F=平焊位置、OH=仰焊位置，VU=立焊向上位置，VD=立焊向下位置。

b. 适宜于不利位置焊接，即不是平焊或水平焊的焊接位置，的焊丝规格通常是小于 3/32in.(2.4mm)规格的那些规格或者在 9.4.1 中对坡口焊缝提出的最接近的一种规格。由于这个原因，满足坡口焊缝试验和角焊缝试验要求的焊丝可以分类为 EX1TX-XX(这里 X 代表抗拉强度、工艺性、熔敷金属成分和保护气体，如果有的话，代号)，而不论它们的规格。更详细可见附录 A 中的 A7 节和图 1。

c. 采用外部保护气体的焊丝的焊缝金属性能，按所使用的保护气体，会发生变化。在没有首先向焊丝制造厂进行咨询的情况下，按规定保护气体分类的焊丝不能用其它的保护气体。

d. 术语，“DCEP”是直流，焊丝接正（dc 反极性）。术语“DCEN”是直流，焊丝接负（dc 正极性）。

e. M=对于单道焊和多道焊应用均合适。

f. 某些 EX1TS-XC, XM 焊丝，为改善不利位置的焊接，可能被推荐用于 DCEN，关于推荐的极性应向制造厂咨询。

g. 带有不是 G 的工艺性代号焊丝的极性按本表中对那些代号的规定。

(第 551 页)

表 3 分类要求的试验

| AWS 类别                                                                                 | 化学分析 | 射线照相试验         | 拉伸试验           | 冲击试验     | 角焊缝试验          |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|----------------|----------|----------------|
| EXXT1-XC, -XM<br>EX0T4-X<br>EXXT5-XC, -XM<br>EX0T6-X<br>EXXT7-X<br>EXXT8-X<br>EXXT11-X | R    | R              | R              | (a)      | R <sup>b</sup> |
| E10XTX-K9X<br>[E69XTX-K9X]                                                             | R    | R <sup>c</sup> | R <sup>c</sup> | (a), (c) | R <sup>b</sup> |
| EXXTX-G, -GC, -GM                                                                      | (d)  | R              | R              | (d)      | R <sup>b</sup> |
| EXXTG-X                                                                                | R    | R              | R              | (d)      | R <sup>b</sup> |
| EXXTG-G                                                                                | (d)  | R              | R              | (d)      | R <sup>b</sup> |

- 注： a. 当分类要求表 1U (表 1M) 规定的最低冲击性能时，要求进行夏比 V-缺口冲击试验。  
b. 对于角焊缝试验，分类为向下焊接的焊丝 (EXOTX-XX 焊丝) 应以水平焊位位置进行试验。分类为全位置焊接的焊丝 (EX1TX-XX 焊丝) 应以立焊和仰焊两个位置进行试验。  
c. 本类别的坡口焊缝应以立焊向上位置进行焊接，见附录 A 中的 A7.9.4.9。  
d. 按供需双方协商。  
e. 表中“R”表示要求一译注。

试件在合适的炉子里，以每小时 150-500°F [85-280°C] 的升温速度加热到表 6 对焊丝类别规定的焊后热处理温度。除非在表 6 中另有说明，这个温度应保持 1 小时 (-0.+15 分钟)。然后，试件应以不大于每小时 350°F [200°C] 的速率在炉中冷却。当炉温达到 600°F [2=300°C] 时，试件可以从炉子中取出，并在静止空气中冷却。

**9.4.2 角焊缝试件。**应按表 3 的规定和图 4 所示置备和焊接试件。采用表 4 规定的合适类型的母材。焊接位置应按表 3 注 b 的规定。

组装之前，立板 (腹板) 的一个边缘的整个长度应加工以及基板 (翼板) 侧应平整、光滑以及清洁。应按图 4 所示组装试板。当装配完毕，结合面应沿接头的整个长度呈紧密接触。试件应在焊缝接头的每一端熔敷点固焊缝固定。

焊接程序和试验焊丝的规格应由制造厂选择。角焊缝应是由制造厂选定的半自动或机械模式熔敷的单道焊缝。角焊缝的规格应不大于 3/8in. [10mm]。应按图 4 所示仅在接头的一侧熔敷角焊缝。焊缝的清理仅限于刮、刷和敲打氧化皮。角焊缝表面的磨、锉或其它金属切割是禁止的。试件的试验应按第 14 节的规定进行。

## 10. 化学分析

**10.1** 分析用样品应取自进行分类的药芯焊丝和保护气体 (如果有的话) 制造的焊缝金属，样品应取自焊缝试块，或断裂的拉伸试样的减缩截面处，或取自图 3 坡口焊缝中相应部位或任何其以上部位。在有争议的时候，焊缝试块应是仲裁的方法。

**10.2** 应除去 9.3 新描述和图 2 所示的焊缝试块的顶部表面层并废弃。用任何合适的机械手段从其以下的金属层中取得分析样品，样品中应无焊渣。样品应在母材最近表面以上至少 3/8in. [10mm] 处取得。从断裂的拉伸试样减缩截面处或图 3 坡口焊缝中相应部位分析样品的截取应采用任何合适的机械加工方法。

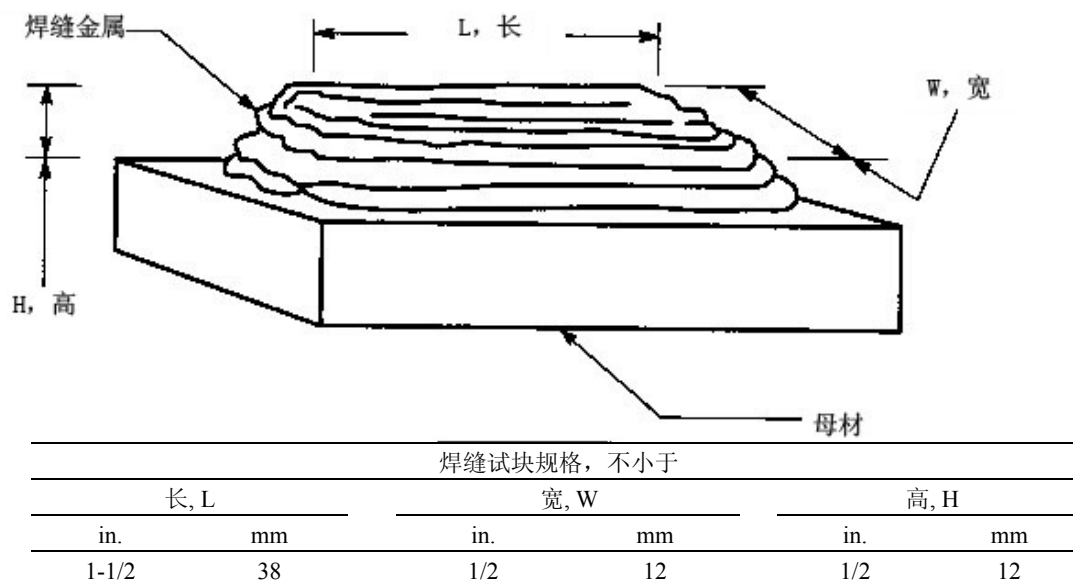
**10.3** 样品应采用认可的方法进行分析。仲裁的方法应是 ASTM E350。

**10.4** 分析的结果应满足表 7 对所试验焊丝类别的要求。

## 11. 射线照相试验

**11.1** 应对 9.4.1 所述和图 3 所示的焊缝试件进行射线照相来评定焊缝金属的致密性。在射线照相的准备工作中，应除去衬垫板。焊缝的两个表面应进行机加工或打磨至光滑，并与母材原始表面平

(第 552 页)



注：1、应采用表 4 规定的类型任何合适规格的母材作为焊缝试块的母材。

2、熔敷填充金属的母材表面应清洁。

3、试块应以平焊位置逐层焊接以获得未经稀释的焊缝金属，采用规定的保护气体（如果有的话），采用表 2 规定的极性和遵守表 5 规定的线能量要求。

4、按焊丝的规格和摆动宽度以及所采用的电流大小，焊道的数量和规格会有变化，摆动宽度应限制在 6 倍焊丝直径之内。

5、预热温度不应低于 60°F [15°C]，层间温度不应超过 325°F [165°C]。

6、在焊道之间，为控制层间温度，试件可以在水中淬火（温度并不重要）。

7、完成后的试块的最小规格应如上面所示。第 10 节中试验的样品应从母材原始表面以上至少 3/8 in. [10mm] 处的焊缝金属中取样。当采用 ASTM A36 或 A285 母材，有关要求参见表 4 注 C。

图 2 未经稀释焊缝金属化学分析用试块

齐，或者有一个不超过 3/32 in. [2.5mm] 的均匀的余高。

为便于去除衬垫板或/和多余的熔敷金属，允许试件的两个面去除母材到低于母材原始表面以下 1/16 in. [1.5mm] 的名义深度。焊缝金属厚度不应比母材名义厚度减少至 1/16 in. [1.5mm]。试件的两个表面在焊缝区域应足够光滑，以避免在射线照相中遇到困难。

11.2 焊缝应按 ASTM E1032 进行射线照相。检验的质量等级应为 2-2T。

11.3 如果射线照相底片显示出下列结果，焊缝金属的致密性就符合本标准的要求：

(a) 无裂纹、无未熔合和无未焊透；

(b) 无长于 1/4 in. [6mm] 或 1/3 焊缝厚度的夹渣，取其中较大者，或在 12 倍焊缝厚度的长度内无总长度超过焊缝厚度的连成线的一组夹渣。如果相邻夹渣之间的距离超过这个组内最长夹渣长度的 6 倍。则除外。

(c) 无超出图 7 射线照相标准所允许的圆形显示。

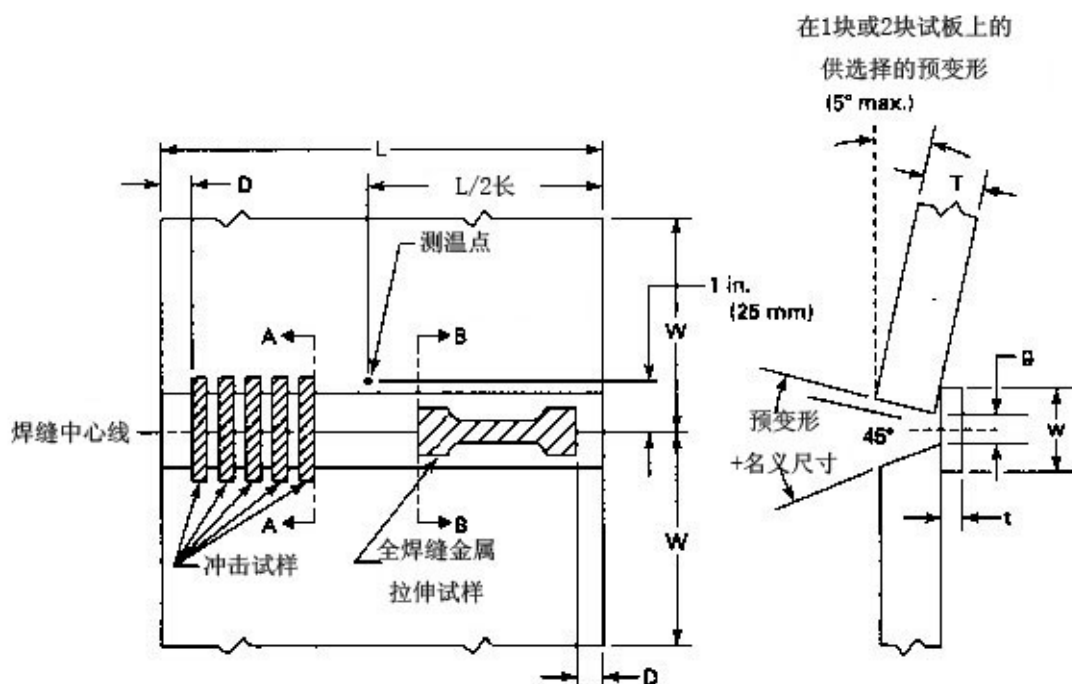
评片时，试件的每端 1 in. [25mm] 的焊缝应舍弃。

11.3.1 图形显示是其长度不超过 3 倍宽度的显示（在射线照相底片上）。图形显示可以是圆形或不规则形状。它们可以有尾巴。圆形显示的规格是包括可能存在的尾巴显示的最大尺寸。显示可能是气孔或夹渣。试件中的显示大于射线照相标准（图 7）中所允许的最大的显示不满足本标准的要求。

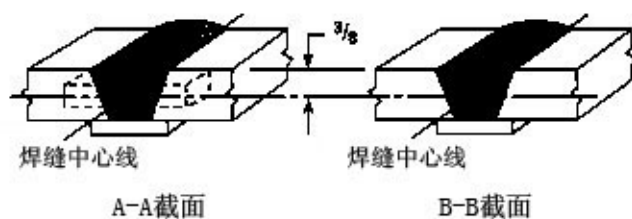
## 12. 拉伸试验

12.1 对于多道焊焊丝类别，应从 9.4.1 所描述的和图 3 所示的焊妥的试件中，用机加工方法加工出 1 根 AWS B4.0 或 B4.0M “拉伸试验”一节所规定的全焊缝金属拉伸试样。拉伸试样的名义直径应

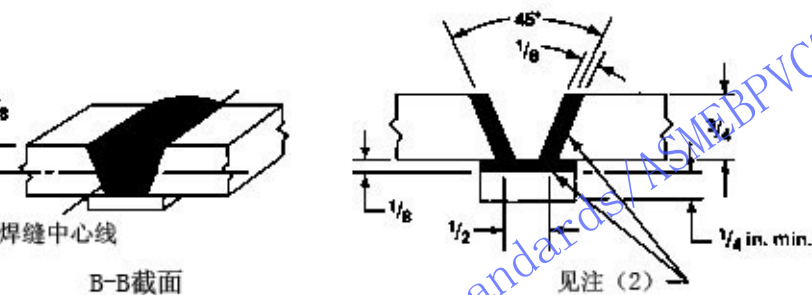
(第 553 页)



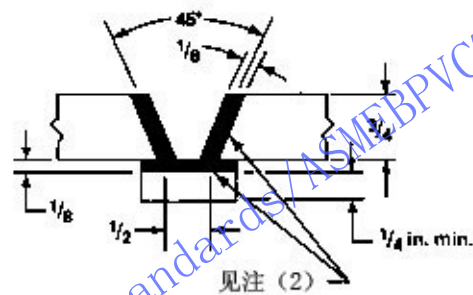
(a) 示出试样位置的试板



(b) 冲击试样方位



(c) 全焊缝金属拉伸试样位置



(d) 预堆边试板

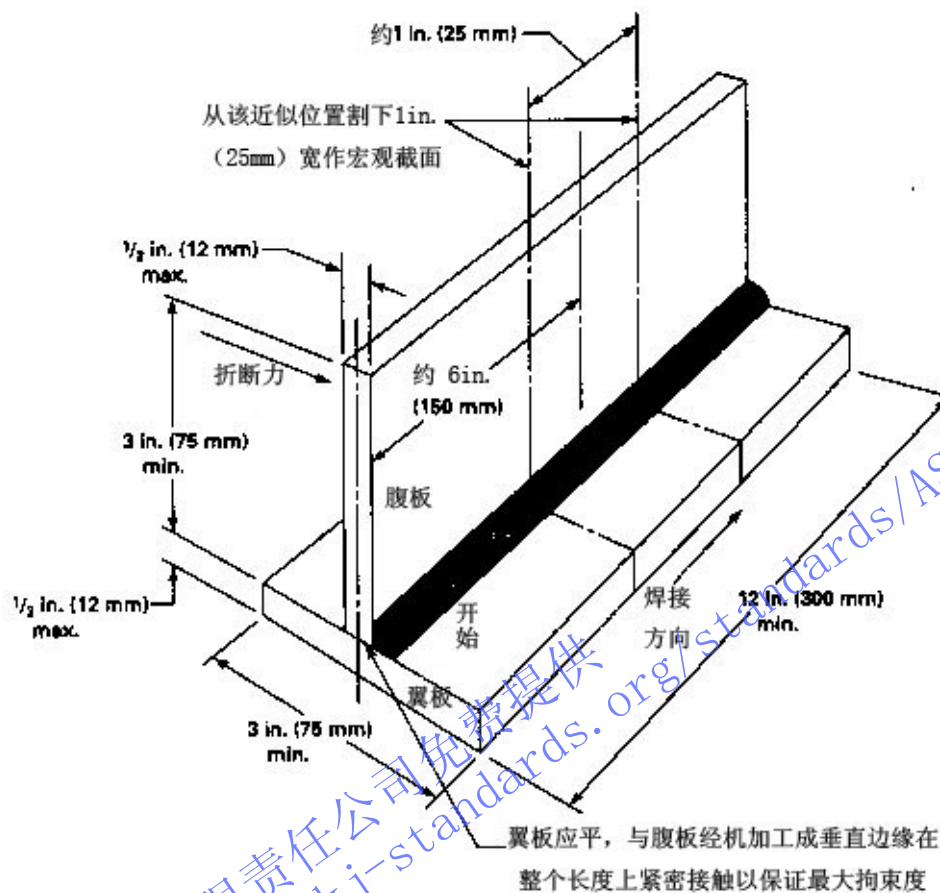
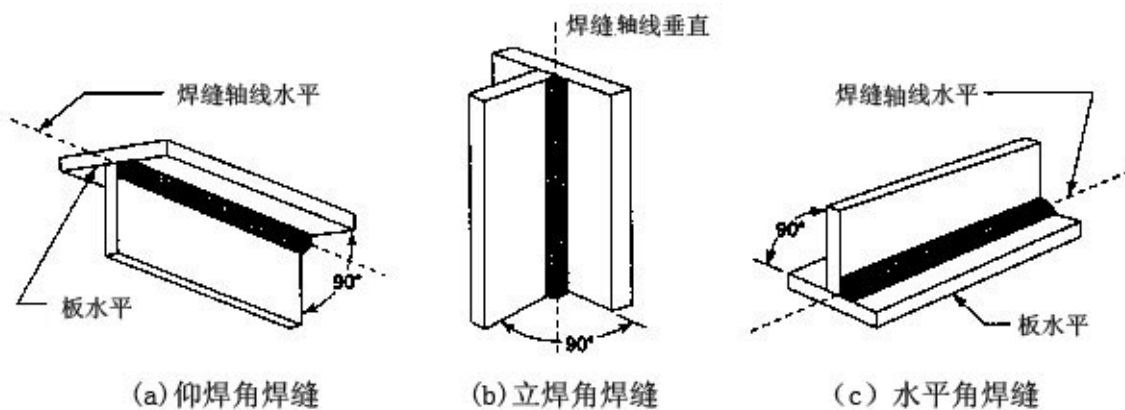
| L            | W            | T                  | D          | 坡口单边                     | G                                        | W              | t            | M           |
|--------------|--------------|--------------------|------------|--------------------------|------------------------------------------|----------------|--------------|-------------|
| 试板长度<br>(in) | 试板宽度<br>(in) | 试板厚度<br>(in)       | 废弃<br>(in) | 角度                       | 根部间隙                                     | 衬垫宽度<br>(in)   | 衬垫厚度<br>(in) | 预堆边<br>(in) |
| 10 in.       | 6 in.        | $3/4 \pm 1/32$ in. | 1 in.      | $22.5^\circ \pm 2^\circ$ | $1/2 - 0 \text{ in.} + 1/16 \text{ in.}$ | 约 $2 \times g$ | $1/4$ in.    | $1/8$ in.   |
| [250mm]      | [150 mm]     | [20 ± 1mm]         | [25 mm]    |                          | [12-0 mm+1 mm]                           |                | [6mm]        | [3 mm]      |

注: 1. 对于 0.045[1.2mm] 及更小直径的 EXXTH-X 焊丝类别, 试板厚度应为  $1/2 \text{ in.} [12 \text{ mm}]$ , 最大根部间隙应为  $1/4 \text{ in.} - 0 \text{ in.} + 1/16 \text{ in.} [6 \text{ mm} - 0 \text{ mm} + 1 \text{ mm}]$ 。

2. 当有要求, 坡口面和衬垫板的接触面应如(d)所示预堆边。见表 4 注 a

图 3 焊缝金属力学性能和致密性试验用试件

(第 554 页)



- 通注: 1. 要焊接的表面应清洁。  
2. 一个试件应以表 3 规定的每一种位置进行焊接, 采用规定类别要求的保护气体和极性。  
3. 最低预热温度应为 60°F [16°C]。  
4. 应在接头的一侧熔敷一条单道角焊缝。  
5. 立焊位置的焊接应如表 3 所述。  
6. 焊缝的清理只限于刮、刷和敲打氧化皮。禁止对焊缝表面磨、锉。  
7. 进行试验中不作焊后热处理。  
8. 所有尺寸单位为英寸。  
9. 如果腹板和翼板的厚度小于或等于 1/4 in. [6.4 mm] 腹板和翼板的宽度应  $\geq 2$  in. [51 mm]。

图 4 角焊缝试件

(第 555 页)

表 4 试件用木材<sup>a,b,c,d</sup>

| 焊缝金属代号                              | ASTM 和军用标准            | UNS 号 <sup>e</sup> |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| A1                                  | A204, A 级             | K11820             |
|                                     | A204, B 级             | K12020             |
|                                     | A204, C 级             | K12320             |
| B1, B2, B2L, B2H                    | A387, 11 级            | K11789             |
| B3, B3L, B3H                        | A387, 22 级            | K21590             |
| B6, B6L                             | A387, 5 级             | S50200             |
| B8, B8L                             | A387, 9 级             | S50400             |
| B9                                  | A387, 91 级            | K91560             |
| Ni1                                 | A537 1 或 2 类          | K12437             |
| Ni2, Ni3                            | A203, E 级             | K32018             |
|                                     | HY-80(MIL-S-16216)    | K31820             |
|                                     | HY-100(MIL-S-16216)   | K32045             |
|                                     | HSLA-80(MIL-S-24645)  | —                  |
|                                     | HSLA-100(MIL-S-24645) | —                  |
| D1, D2, D3                          | A302, A 级             | K12021             |
|                                     | A302, B 级             | K12022             |
| K1, K3, K4, K5, K7, K9 <sup>f</sup> | A514 任何级              | K11856             |
|                                     | HY-80 <sup>g</sup>    | K31820             |
|                                     | HY-100 <sup>g</sup>   | K32045             |
|                                     | HSLA-80 <sup>h</sup>  | —                  |
|                                     | HSLA-100 <sup>h</sup> | —                  |
| K2, K6, K8                          | A537, 1 或 2 类         | K12437             |
| W2                                  | A 588 A 级             | K11430             |
|                                     | A588, B 级             | K12043             |
|                                     | A588, C 级             | K11538             |

注: a. 对于图 3 所示坡口焊缝, 可采用 ASTM A36 或 A285 母材, 然而, 应采用与所试类别有相同成分的焊丝按图 3 所示在接头表面进行预堆边。

b. 当试验 EXXT4-X、EXXT6-X、EXXT7-X、EXXT8-X 和 EXXT11-X 焊丝是 70ksi[490MPa]或以下类别, 采用 A36 或 A285 母材不要求图 3 坡口焊缝的预堆边。

c. ASTM A36 或 A285 母材可以用于图 2 所示的焊缝试块, 然而焊缝金属的最小高度应增加 5/8in. [16mm]。第 10 节中试验的样品应取自母材原始表面以上至少 1/2in.[12mm]的焊缝金属。

d. 对于角焊缝试验允许采用不预堆边的 ASTM A36 或 A285 母材。

e. SAE/ASTM《金属和合金统一编号体系》。

f. 对于 K9 焊缝金属代号, 不允许预堆边。

g. 按 MIL-S-16216 或 NAVSEA 技术文献 T9074-BD-GIB-010/0300, 附录 B。

h. 按 MIL-S-24645 或 NAVSEA 技术文献 T9074-BD-GIB-010/0300, 附录 A。

为 0.500in.[12.5mm] (对于图 3 注 1 指出的某些焊丝为 0.250in[6.5mm]) 以及名义标长与直径的比为 4:1。

**12.1.1** 机加工之后, 但在试验之前, 表 1U[表 1M]规定的在焊态下试验的类别的拉伸试样可以在不超过 220°F[105°C]温度下, 作不超过 48 小时的时效处理。然后冷却至室温。关于时效目的讨论参见 A8.3

**12.1.2** 试件应按 AWS B4.0 或 B4.0M 中“拉伸试验”一节描述的方式进行试验。

**12.1.3** 全焊缝金属拉伸试验的结果应满足

所适用的表 1U 或表 1M 中要求。

### 13. 冲击试验

**13.1** 应从表 3 要求进行冲击试验的那些焊丝类别的图 3 所示的焊缝试件中机加工出 5 根 AWS B4.0 或 B4.0M 断裂韧性试验一节规定的全规格夏比 V-缺口冲击韧性试样。

夏比 V-缺口冲击试样的缺口表面与打击表面的相互平行度在 0.002in.[0.05mm]之内。另外两个试样表面与缺口或打击表面的直角度在 10 分度之内。缺口应机加工光滑, 并与试样纵向边缘的垂

(第 556 页)

表 5 多道焊焊丝类别的线能量要求和焊道、焊层控制

| 直径          |      | 要求的平均线能量<br>a,b,c,d |         | 建议每层焊道数 |        |       |
|-------------|------|---------------------|---------|---------|--------|-------|
| in.         | mm   | kJ/in.              | kJ/mm   | 第一层     | 第二层至顶部 | 建议焊层数 |
| ≤0.030      | ≤0.8 | 20-35               | 0.8-1.4 | 1 或 2   | 2 或 3  | 6~9   |
| 0.035       | 0.9  |                     |         |         |        |       |
| —           | 1.0  | 25-50               | 1.0-2.0 | 1 或 2   | 2 或 3  | 6~9   |
| 0.045       | —    |                     |         |         |        |       |
| —           | 1.2  |                     |         |         |        |       |
| 0.052       | —    | 25-55               | 1.0-2.2 | 1 或 2   | 2 或 3  | 5~8   |
| —           | 1.4  |                     |         |         |        |       |
| 1/16        | 1.6  |                     |         |         |        |       |
| 0.068       | —    | 36-65               | 1.4-2.6 | 1 或 2   | 2 或 3  | 5~8   |
| —           | 1.8  |                     |         |         |        |       |
| 0.072       | —    |                     |         |         |        |       |
| 5/64(0.078) | 2.0  | 40-65               | 1.6-2.6 | 1 或 2   | 2 或 3  | 4~8   |
| 3/32(0.094) | 2.4  |                     |         |         |        |       |
| 7/64(0.109) | 2.8  |                     |         |         |        |       |
| 0.120       | —    | 55-75               | 2.2-3.0 | 1 或 2   | 2      | 4~7   |
| 1/8(0.125)  | 3.2  |                     |         |         |        |       |
| 5/32(0.156) | 4.0  |                     |         |         |        |       |
|             |      | 65-85               | 2.6-3.3 | 1       | 2      | 4~7   |

注：a. 线能量采用的计算公式：

$$(1) \text{ 线能量 (KJ/in.)} = \frac{\text{电压 (V)} \times \text{电流 (A)} \times 60}{\text{焊接速度 (in./min)} \times 1000} \text{ 或 } \frac{\text{电压 (V)} \times \text{电流 (A)} \times 60 \times \text{电弧时间 (min)}}{\text{焊缝长度 (in.)} \times 1000}$$

$$(2) \text{ 线能量 (KJ/mm)} = \frac{\text{电压 (V)} \times \text{电流 (A)} \times 60}{\text{焊接速度 (mm/min)} \times 1000} \text{ 或 } \frac{\text{电压 (V)} \times \text{电流 (A)} \times 60 \times \text{电弧时间 (min)}}{\text{焊缝长度 (mm)} \times 1000}$$

b. 不用于第一层。第一层应最多有 2 道。

c. 平均线能量按除第一层外的所有焊道的平均值计算。

d. 应采用无脉冲，恒电压 (cv) 电源。

直度在 1 度之内。

5 个试样为一组的试样中，至少有 1 个试样应测量缺口几何尺寸。应采用投影仪或金相显微镜在放大至少 50 倍的条件下进行测量。应在机加工之前或之后，用浸蚀方法确认缺口的正确位置。

**13.2** 应按 AWS B4.0 或 B4.0M“断裂韧性试验”一节对 5 个试样进行试验。试验温度应按表 1U[表 1M]对试验类别的规定。对于采用供选用的附加冲击代号“J”识别的那些焊丝，试验温度应按表 1U[表 1M]中注 d 的规定。

**13.3** 在评定试验结果中，应不考虑所得到的最

低值和最高值。剩下 3 个值中的 2 个应等于或超过规定的 20ft.lbf[27J]能量水平。3 个值中的 1 个可以稍低，但不得低于 15ft.lbf[20J]，并且 3 个的平均值应不低于要求的 20ft.lbf [27J]能量水平。对于要求 K9 类别，所有 5 个值的平均值必须满足最低要求。5 个中的 1 个可以比最低要求低 10ft.lbf [14J]。

#### 14. 角焊缝试验

**14.1** 当表 3 中有要求，应按照 9.4.2 和图 4 的要求进行角焊缝试验。焊妥的角焊缝的整个表面应进行目视检查。应无裂纹迹象，焊缝理所当然地应

(第 557 页)

表 6 预热、层间和焊后热处理温度

| AWS 类别                                                                                        | 预热和层间温度 <sup>a</sup> |          | 焊后热处理温度 <sup>a, b</sup> |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|-------------------------|-----------------------|
|                                                                                               | A5.29                | A5.29M   | A5.29                   | A5.29M                |
| E6XT1-Ni1C, -Ni1M[E43XT1-Ni1C, -Ni1M]                                                         |                      |          |                         |                       |
| E7XT6-Ni1[E49XT6-Ni1]                                                                         |                      |          |                         |                       |
| E7XT8-Ni1[E49XT8-Ni1]                                                                         |                      |          |                         |                       |
| E8XT1-Ni1C, -Ni1M[E55XT1-Ni1C, -Ni1M]                                                         |                      |          |                         |                       |
| E7XT8-Ni2[E49XT8-Ni2]                                                                         | 300±25°F             | 150±15°C | 无                       | 无                     |
| E8XT1-Ni2C, -Ni2M[E55XT1-Ni2C, -Ni2M]                                                         |                      |          |                         |                       |
| E8XT8-Ni2[E55XT8-Ni2]                                                                         |                      |          |                         |                       |
| E8XT11-Ni3[E55XT11-Ni3]                                                                       |                      |          |                         |                       |
| E9XT1-Ni2C, -Ni2M[E62XT1-Ni2C, -Ni2M]                                                         |                      |          |                         |                       |
| E7XT5-A1C, -A1M[E49XT5-A1C, -A1M]                                                             |                      |          |                         |                       |
| E8XT1-A1C, -A1M[E55XT1-A1C, -A1M]                                                             |                      |          |                         |                       |
| E8XT5-Ni1C, -Ni1M[E55XT5-Ni1C, -Ni1M]                                                         |                      |          |                         |                       |
| E8XT5-Ni2C <sup>c</sup> , -Ni2M <sup>c</sup> [E55XT5-Ni2C <sup>c</sup> , -Ni2M <sup>c</sup> ] |                      |          |                         |                       |
| E8XT5-Ni3C <sup>c</sup> , -Ni3M <sup>c</sup> [E55XT5-Ni3C <sup>c</sup> , -Ni3M <sup>c</sup> ] | 300±25°F             | 150±15°C | 1150±25°F               | 620±15°C              |
| E9XT5-Ni3C <sup>c</sup> , -Ni3M <sup>c</sup> [E62XT5-Ni3C <sup>c</sup> , -Ni3M <sup>c</sup> ] |                      |          |                         |                       |
| E9XT5-D2C, -D2M[E62XT5-D2C, -D2M]                                                             |                      |          |                         |                       |
| E10XT5-D2C, -D2M[E69XT5-D2C, -D2M]                                                            |                      |          |                         |                       |
| 有 B1, B1L, B2, B2L, B2H, B3, B3L 或 B3H 焊缝金属代号的所有类别                                            | 350±25°F             | 175±15°C | 1275±25°F               | 690±15°C              |
| 有 B6, B6L, B8, 或 B8L 焊缝金属代号的所有类别                                                              | 400±100°F            | 200±50°C | 1375±25°F <sup>d</sup>  | 745±15°C <sup>d</sup> |
| E9XT1-B9C, -B9M[E62XT1-B9C, -B9M]                                                             | 500±100°F            | 260±50°C | 1400±25°F <sup>d</sup>  | 760±15°C <sup>d</sup> |
| 有 D1, D3, K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9 或 W2 焊缝金属代号的所有类别                                 | 300±25°F             | 150±15°C | 无                       | 无                     |
| EXXTX-G, -GC, -GM                                                                             |                      |          |                         |                       |
| EXXTG-X                                                                                       |                      |          |                         |                       |
| EXXTG-G                                                                                       |                      |          |                         |                       |

注: a. 这些温度是为本标准的试验规定的, 不能作为生产焊接中推荐的预热和焊后热处理 (PWHT) 用。生产焊接中的要求必须由用户确定。

b. 焊后热处理的程序如下: 以不超过每小时 500°F [280°C] 的速度升温到要求的温度, 在要求的温度下保温 1h -0+15min., 以不超过每小时 350°F [195°C] 的速度炉冷至 600°F [315°C], 然后空冷。

c. 焊后热处理温度超过 1150°F\* [620°C] 会降低夏比 V-缺口冲击强度 (\*原文为 150°F, 系误——译注)。

d. 在规定温度下保温 2 小时-0+15 分钟。

e. 见表 1U (表 1M) 注 b。

没有咬边、焊瘤、夹渣和表面气孔。目视检查之后, 应如图 4 所示, 置备焊缝长度方向约 1in.[25mm] 长的试样。试样的横截面应抛光和浸蚀, 并按 14.2 的要求进行检验。

**14.2** 应按图 5 所示在准备妥的表面上划线, 用实际测量的方法确定角焊缝的焊脚长度和凸度, 精确到最接近的 1/64in.[0.5mm], 这些测得的数值应

满足表 8 对凸度的要求的及焊脚长度之间的允许差值。

**14.3** 试件剩下的 2 段应采用图 4 所示施加外力, 使整个角焊缝纵向断裂。需要时, 为方便穿过角焊缝断裂, 可采用下述 1 个或多个方法:

(a) 可在每个焊缝焊脚上加焊加强焊道, 如图 6 (a) 所示。

(第 558 页)

表 7 按 5.29/A5.29M 分类的焊缝金属化学成分要求

| 焊缝<br>金属<br>代号 | UNS 号 <sup>b</sup> | 重量百分数 <sup>a</sup> |                   |       |       |       |                   |                   |                   |                   |                  |       |                                     |
|----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------|-------------------------------------|
|                |                    | C                  | Mn                | P     | S     | Si    | Ni                | Cr                | Mo                | V                 | Al               | Cu    | 其他                                  |
| 钼钢焊丝           |                    |                    |                   |       |       |       |                   |                   |                   |                   |                  |       |                                     |
| A1             | W1703X             | 0.12               | 1.25              | 0.030 | 0.003 | 0.80  |                   |                   | 0.40-0.65         |                   |                  |       |                                     |
| 铬-钼钢焊丝         |                    |                    |                   |       |       |       |                   |                   |                   |                   |                  |       |                                     |
| B1             | W5103X             | 0.05-0.12          | 1.25              | 0.030 | 0.030 | 0.80  | -                 | 0.40-0.65         | 0.40-0.65         | -                 | -                | -     | -                                   |
| B1L            | W5113X             | 0.05               | 1.25              | 0.030 | 0.030 | 0.80  | -                 | 0.40-0.65         | 0.40-0.65         | -                 | -                | -     | -                                   |
| B2             | W5203X             | 0.05-0.12          | 1.25              | 0.030 | 0.030 | 0.80  | -                 | 1.00-1.50         | 0.40-0.65         | -                 | -                | -     | -                                   |
| B2L            | W5213X             | 0.05               | 1.25              | 0.030 | 0.030 | 0.80  | -                 | 1.00-1.50         | 0.40-0.65         | -                 | -                | -     | -                                   |
| B2H            | W5223X             | 0.10-0.15          | 1.25              | 0.030 | 0.030 | 0.80  | -                 | 1.00-1.50         | 0.40-0.65         | -                 | -                | -     | -                                   |
| B3             | W5303X             | 0.05-0.12          | 1.25              | 0.030 | 0.030 | 0.80  | -                 | 2.00-2.50         | 0.90-1.20         | -                 | -                | -     | -                                   |
| B3L            | W5313X             | 0.05               | 1.25              | 0.030 | 0.030 | 0.80  | -                 | 2.00-2.50         | 0.90-1.20         | -                 | -                | -     | -                                   |
| B3H            | W5323X             | 0.10-0.15          | 1.25              | 0.030 | 0.030 | 0.80  | -                 | 2.00-2.50         | 0.90-1.20         | -                 | -                | -     | -                                   |
| B6             | W50231             | 0.05-0.12          | 1.25              | 0.040 | 0.030 | 1.00  | 0.40              | 4.0-6.0           | 0.40-0.65         | -                 | -                | 0.50  | -                                   |
| B6L            | W50230             | 0.05               | 1.25              | 0.040 | 0.030 | 1.00  | 0.40              | 4.0-6.0           | 0.45-0.65         | -                 | -                | 0.50  | -                                   |
| B8             | W50431             | 0.05-0.12          | 1.25              | 0.040 | 0.030 | 1.00  | 0.40              | 8.0-10.5          | 0.85-1.20         | -                 | -                | 0.50  | -                                   |
| B8L            | W50430             | 0.05               | 1.25              | 0.030 | 0.030 | 1.00  | 0.40              | 8.0-10.5          | 0.85-1.20         | -                 | -                | 0.50  | -                                   |
| B9             | W50531             | 0.08-0.13          | 1.20 <sup>d</sup> | 0.020 | 0.015 | 0.50  | 0.80 <sup>d</sup> | 8.0-10.5          | 0.85-1.20         | 0.15-0.30         | 0.04             | 0.25  | Nb:<br>0.02-0.10<br>N:<br>0.02-0.07 |
| 镍钢焊丝           |                    |                    |                   |       |       |       |                   |                   |                   |                   |                  |       |                                     |
| Ni1            | W2103X             | 0.12               | 1.5               | 0.030 | 0.030 | 0.80  | 0.80-1.10         | 0.15              | 0.35              | 0.05              | 1.8 <sup>c</sup> | -     | -                                   |
| Ni2            | W2203X             | 0.12               | 1.5               | 0.030 | 0.030 | 0.80  | 1.75-2.75         | -                 | -                 | -                 | 1.8 <sup>c</sup> | -     | -                                   |
| Ni3            | W2303X             | 0.12               | 1.5               | 0.030 | 0.030 | 0.80  | 2.75-3.75         | -                 | -                 | -                 | 1.8 <sup>c</sup> | -     | -                                   |
| 锰-钼钢焊丝         |                    |                    |                   |       |       |       |                   |                   |                   |                   |                  |       |                                     |
| D1             | W1913X             | 0.12               | 1.25-2.00         | 0.030 | 0.030 | 0.80  | -                 | -                 | 0.25-0.55         | -                 | -                | -     | -                                   |
| D2             | W1923X             | 0.15               | 1.65-2.25         | 0.030 | 0.030 | 0.80  | -                 | -                 | 0.25-0.55         | -                 | -                | -     | -                                   |
| D3             | W1933X             | 0.12               | 1.00-1.75         | 0.030 | 0.030 | 0.80  | -                 | -                 | 0.40-0.65         | -                 | -                | -     | -                                   |
| 其它低合金钢焊丝       |                    |                    |                   |       |       |       |                   |                   |                   |                   |                  |       |                                     |
| K1             | W2113X             | 0.15               | 0.80-1.40         | 0.030 | 0.030 | 0.80  | 0.80-1.10         | 0.15              | 0.20-0.65         | 0.05              | -                | -     | -                                   |
| K2             | W2123X             | 0.15               | 0.50-1.75         | 0.030 | 0.030 | 0.80  | 1.00-2.00         | 0.15              | 0.35              | 0.05              | 1.8 <sup>c</sup> | -     | -                                   |
| K3             | W2133X             | 0.15               | 0.75-2.25         | 0.030 | 0.030 | 0.80  | 1.25-2.60         | 0.15              | 0.25-0.65         | 0.05              | -                | -     | -                                   |
| K4             | W2223X             | 0.15               | 1.20-2.52         | 0.030 | 0.030 | 0.80  | 1.75-2.60         | 0.20-0.60         | 0.20-0.65         | 0.03              | -                | -     | -                                   |
| K5             | W2162X             | 0.10-0.25          | 0.60-1.60         | 0.030 | 0.030 | 0.80  | 0.75-2.00         | 0.20-0.70         | 0.15-0.55         | 0.05              | -                | -     | -                                   |
| K6             | W2104X             | 0.15               | 0.50-1.50         | 0.030 | 0.030 | 0.80  | 0.40-1.00         | 0.20              | 0.15              | 0.05              | 1.8 <sup>c</sup> | -     | -                                   |
| K7             | W2205X             | 0.15               | 1.00-1.75         | 0.030 | 0.030 | 0.80  | 2.00-2.75         | -                 | -                 | -                 | -                | -     | -                                   |
| K8             | W2143X             | 0.15               | 1.00-2.00         | 0.030 | 0.030 | 0.40  | 0.50-1.50         | 0.20              | 0.20              | 0.05              | 1.8 <sup>c</sup> | -     | -                                   |
| K9             | W23230             | 0.07               | 0.50-1.50         | 0.015 | 0.015 | 0.60  | 1.30-3.75         | 0.20              | 0.50              | 0.05-             | -                | 0.06  | -                                   |
| W2             | W2013X             | 0.12               | 0.50-1.30         | 0.030 | 0.030 | 0.35- | 0.40-0.80         | 0.45-0.70         | -                 | -                 | -                | 0.30- | -                                   |
| Ge             | -                  | -                  | 0.50 <sup>f</sup> | 0.030 | 0.030 | 1.00  | 0.50 <sup>f</sup> | 0.30 <sup>f</sup> | 0.20 <sup>f</sup> | 0.10 <sup>f</sup> | 1.8 <sup>c</sup> | -     | -                                   |

注: a. 除非另有注明, 单一值为最大值。

b. ASTM D5-56 或 SAE HS-1086。当在最后位置存在一个“X”它代表用于熔敷焊缝金属焊丝类型的工艺性代号。对于 T11 焊丝类型这个用途是个例外, 这是用“9”代替“11”。

c. 仅适用于自保护焊丝。预期采用通常的保护气体的焊丝不加入很多的铝。

d. Mn+Ni≤1.5%。见附录 A 中的 A7.9.2

e. 为了满足 G 组的合金要求, 未经稀释的焊缝金属, 对于一种或更多下列合金, 应具有不小于其规定的最小值: Mn、Ni、Cr、Mo 或 V。

f. 最低的数值。

(第 559 页)

表 8 角焊缝工艺性试样的尺寸要求

| 测得的角焊缝规格 <sup>a</sup> |     | 最大凸度 <sup>a, b</sup> |     | 角焊缝两焊脚间最大差值 <sup>a</sup> |     |
|-----------------------|-----|----------------------|-----|--------------------------|-----|
| in.                   | mm  | in.                  | mm  | in.                      | mm  |
| 1/8                   | 3.0 | 5/64                 | 2.0 | 1/32                     | 1.0 |
| 9/64                  | 3.5 | 5/64                 | 2.0 | 3/64                     | 1.0 |
| 5/32                  | 4.0 | 5/64                 | 2.0 | 3/64                     | 1.0 |
| 11/64                 | 4.5 | 5/64                 | 2.0 | 1/16                     | 1.5 |
| 3/16                  | ... | 5/64                 | ... | 1/16                     | ... |
| 13/64                 | 5.0 | 5/64                 | 2.0 | 5/64                     | 2.0 |
| 7/32                  | 5.5 | 5/64                 | 2.0 | 5/64                     | 2.0 |
| 15/64                 | 6.0 | 5/64                 | 2.0 | 3/32                     | 2.5 |
| 1/4                   | 6.5 | 5/64                 | 2.0 | 3/32                     | 2.5 |
| 17/64                 | ... | 3/32                 | ... | 7/64                     | ... |
| 9/32                  | 7.0 | 3/32                 | 2.5 | 7/64                     | 3.0 |
| 19/64                 | 7.5 | 3/32                 | 2.5 | 1/8                      | 3.0 |
| 5/16                  | 8.0 | 3/32                 | 2.5 | 1/8                      | 3.0 |
| 21/64                 | 8.5 | 3/32                 | 2.5 | 9/64                     | 3.5 |
| 11/32                 | 9.0 | 3/32                 | 2.5 | 9/64                     | 3.5 |
| 23/64                 | ... | 3/32                 | ... | 5/32                     | ... |
| 3/8                   | 9.5 | 3/32                 | 2.5 | 5/32                     | 4.0 |

注: a. 所有的测得值应圆整到最接近的 1/64in.[0.5mm]。

b. 对于 EXXT5-XC, -XM 焊丝, 最大凸度可以比所列要求大 1/32in.[0.8mm]。

(b)可改变腹板在翼板上的位置, 如图 6 (b) 所示。

(c)可在角焊缝表面开缺口, 如图 6 (c) 所示。

弯曲时焊缝金属被拉出母材的试验是无效的。发生这种情况的试样应被替代, 一个换一个, 直至完成试验。在这种情况下, 第 8 节复试中要求的两倍试样不适用。

**14.4** 应检查断裂表面。它们应无裂纹, 并理所当然地应无气孔和夹渣。焊缝根部的未熔合应不超过焊缝总长的 20%。图 5 所示的以斜边作底的等腰直角三角形顶点以外的焊渣不应视作为未熔合。

## 15. 扩散氢试验

**15.1** 用供选用的附加扩散氢代号标识的 3/32in.[2.4mm]或最大直径及 0.045in.[1.2mm]或最小直径的焊丝应按 AWS A4.3 中给出的方法之一进行试验。如果制造的最大直径≤1/16in.[1.6mm], 仅需要试验最大直径的焊丝。扩散氢试验应采用机械化的焊接系统。根据满足表 9 要求的试验结果平均值, 可在类别号的尾部加上合适的扩散氢代号。

**15.2** 应采用从先前未曾开启过的容器中取出的焊丝进行试验。试验之前, 不允许对焊丝进行处理。处理可以被理解作为一种专门的准备或工艺, 诸如烘焙焊丝, 用户在实际中通常并不采用。用于分

类目的保护气体, 如果有的话, 亦应用于扩散氢试验。确定氢含量焊缝的制作应采用制造厂对所试验焊丝的规格和类型推荐的送丝速度 (或焊接电流) 的操作范围。当采用送丝速度, 扩散氢试验采用的最低送丝速度由下面所列公式给出。当采用焊接电流, 下面所示公式中用焊接电流代替所出现的“WFR”。电压应按制造厂根据试验时用的送丝速度 (或焊接电流) 所作的推荐。焊丝伸出长度 (CTWD) 应如制造厂对试验用送丝速度 (或焊接电流) 所作推荐的最小值。所采用的焊接速度应能满足得到能适合试样的焊缝宽度的要求。见 A8.2.7

$$WFR_{\min} = WFR_{\text{mfg.min}} + 0.75(WFR_{\text{mfg.max}} - WFR_{\text{mfg.min}})$$

这里,  $WFR_{\min}$  = 扩散氢试验采用的最低送丝速度

$WFR_{\text{mfg.min}}$  = 制造厂推荐的最低送丝速度

$WFR_{\text{mfg.max}}$  = 制造厂推荐的最高送丝速度。

**15.3** 为证明符合扩散氢要求, 参考大气条件应是在焊接时每磅干燥空气中含有 10 格令[1.43g/kg]水分的绝对湿度<sup>8</sup>。实际的大气条件应随同按 AWS A4.3 作试验所得平均值一起写入报告。

**15.4** 当在准备试验时, 绝对温度等于或超过参考条件时, 如果试验结果满足适用代号的扩散氢要求, 则试验满足本标准的要求。如果一种焊丝的实际试验结果满足表 9 规定的较低或最低的氢代号

<sup>8</sup> 见附录 A 中 A8.2.5。

(第 560 页)

**表 9 焊缝金属扩散氢限值**

| 供选用的附加扩散氢<br>代号 <sup>a, b, c</sup> | 平均扩散氢含量, 不大于 <sup>e</sup><br>ml/100g, 熔敷金属 |
|------------------------------------|--------------------------------------------|
| H16                                | 16.0                                       |
| H8                                 | 8.0                                        |
| H4                                 | 4.0                                        |

注: a. 当按照 AWS A4.3 进行试验, 扩散氢限值在第 16 节中规定。

b. 见图 1

c. 较低的扩散氢水平 (H8 和 H4) 在某些类别中可以不用 (见 A8.2.8)。

d. 满足 H4 等级扩散氢限值的焊丝亦满足 H8 和 H16 等级的限值。满足 H8 等级扩散氢限值的焊丝亦满足 H16 等级的限值。

e. 这些是基于在每磅干燥空气中含有最高 10 格令水分 [1.43g/kg] 的空气中进行焊接的扩散氢限值。假若满足这些限值, 在任何更高大气温度水平下的试验应予以验收 (见 15.3)。

的要求, 则焊丝亦不满足 9 中较高代号的要求而不需要再试验。

## 16. 制造方法

按本标准分类的焊丝可以采用能生产出符合本标准要求的焊丝的任何方法来制造。

## 17. 标准规格

不同包装形式, 诸如有支架焊丝卷, 无支架焊丝卷、焊丝筒和焊丝盘等的填充金属的标准规格在表 10 中列出 (见第 19 节 “标准包装形式”)。

## 18. 光洁度和均匀度

**18.1** 所有焊丝应具有光滑的表面, 应无对焊接特性, 焊接设备的操作或焊缝金属的性能有不利影响的毛刺, 凹陷、划痕、氧化皮、纵缝, 折叠 (纵向接头除外) 和外来物货。

**18.2** 每一焊丝的长度应由 AWS A5.01 中所定义的单一批号的材料制成。当存在有碱风, 应这样处理, 使得不干扰焊丝在自动和半自动设备上均匀和不间断地送进。

**18.3** 芯部组成物应沿焊丝的整个长度分布足够均匀, 使得对焊丝的特性或焊缝金属的性能不受不利影响。

**18.4** 对本标准中的任何焊丝都可以采用适宜的保护镀层。

## 19. 标准包装形式

**19.1** 标准包装形式是有支架焊丝卷、无支架焊

丝卷、焊丝盘和焊丝筒。每种形式的包装的尺寸和重量在表 11 和图 8 和图 9 中给出。与这些不同的色装形式, 规格和重量应由供需双方协商确定。

**表 10 焊丝的标准规格和公差**

| 美国惯用单位      |         | 国际单位体系(SI) |                     |
|-------------|---------|------------|---------------------|
| 直径 (in.)    | 公差(in.) | 直径 (mm.)   | 公差(mm) <sup>b</sup> |
| 0.030       | ±0.002  | 0.8        | +0.02/-0.05         |
| 0.035       | ±0.002  | 0.9        | +0.02/-0.05         |
| 0.040       | ±0.002  | 1.0        | +0.02/-0.05         |
| 0.045       | ±0.002  | ...        | ...                 |
| ...         | ...     | 1.2        | +0.02/-0.05         |
| 0.052       | ±0.002  | ...        | ...                 |
| ...         | ...     | 1.4        | +0.02/-0.05         |
| 1/16(0.062) | ±0.002  | 1.6        | +0.02/-0.06         |
| 0.068       | ±0.003  | ...        | ...                 |
| ...         | ...     | 1.8        | +0.02/-0.06         |
| 0.072       | ±0.003  | ...        | ...                 |
| 5/64(0.078) | ±0.003  | 2.0        | +0.02/-0.06         |
| 3/32(0.094) | ±0.003  | 2.4        | +0.02/-0.06         |
| 7/64(0.109) | ±0.003  | 2.8        | +0.02/-0.06         |
| 0.120       | ±0.003  | ...        | ...                 |
| 1/8(0.125)  | ±0.003  | 3.2        | +0.02/-0.07         |
| 5/32(0.156) | ±0.003  | 4.0        | +0.02/-0.07         |

注: a. 所生产的不同于上述规格的焊丝, 可采用所示的类似公差进行分类。

b. 所示公差在 ISO 544 中规定。

**19.2** 有支架焊丝卷的衬套应这样设计和制作, 使得能防止在正常的搬运和使用过程中焊丝卷发生变形, 并且应清洁和干燥, 以保持焊丝的清洁度。

**19.3** 焊丝盘应这样设计和制作, 使得能防止在正常的搬运和使用过程中焊丝盘和焊丝发生变形, 并且应足够清洁和干燥, 以保持焊丝的清洁度。

## 20. 缠绕要求

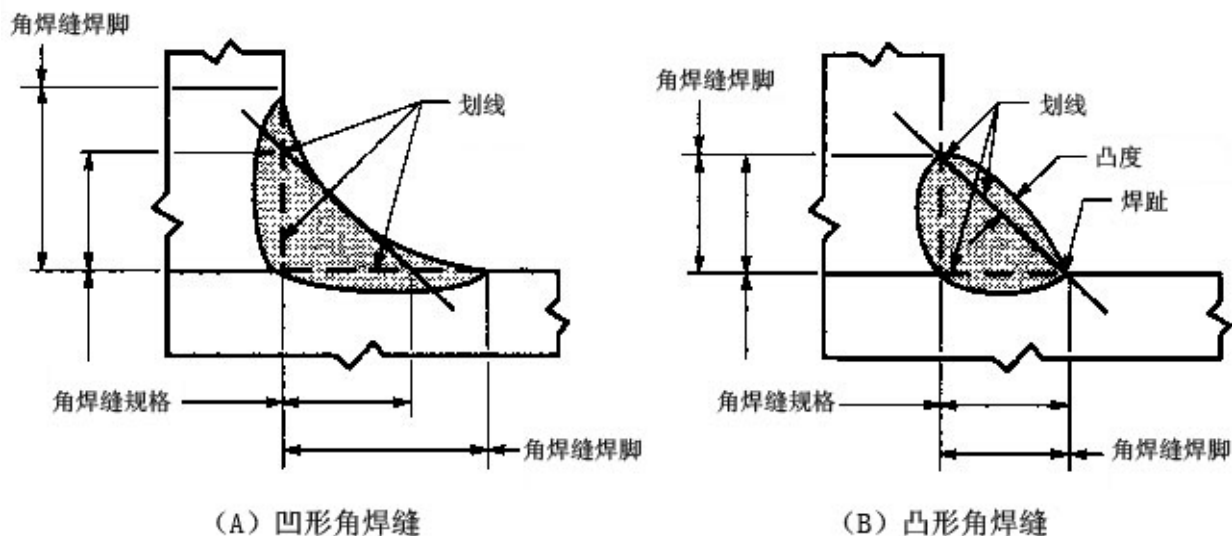
**20.1** 焊丝盘和焊丝卷 (包括焊丝筒) 中的焊丝的缠绕应无扭结、波浪形、锐弯, 重叠或嵌入, 并且焊丝能无拘束地自由退绕。焊丝的外端 (开始焊接的一端) 应体识别标记, 并应容易被找到。要固定住, 以免松开。

**20.2** 焊丝卷、焊丝盘和焊丝筒中焊丝的弹射度和螺旋度应能保证焊丝在自动和半自动设备中能连续不断地送进。

## 21. 焊丝识别

**21.1** 第 23 节中对在每个包装上作标记要求的

(第 561 页)



## (A) 凹形角焊缝

通注：1. 角焊缝规格是角焊缝横截面内最大内接等腰直角三角形的焊脚长度。

2. 凸度是从凸形角焊缝的面到焊趾连线的最大垂直距离。

3. 角焊缝焊脚是从接头根部到角焊缝焊趾的距离。

图 5 角焊缝尺寸

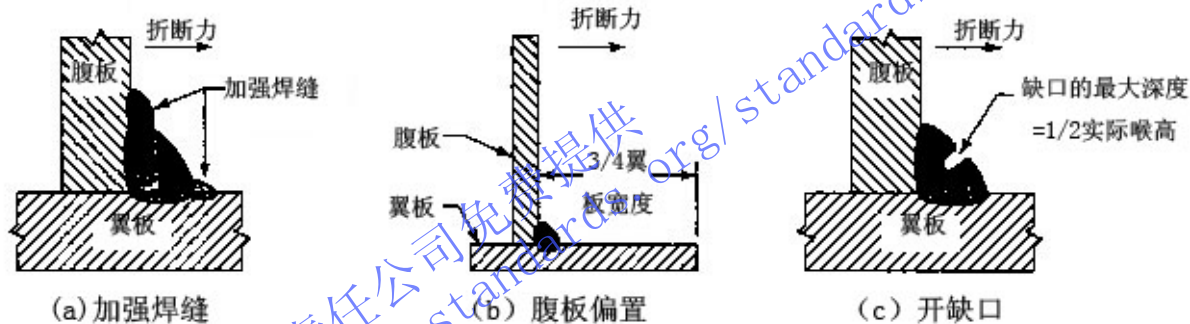


图 6 促使角焊缝断裂的几种方法

(第 562 页)

表 11 包装要求<sup>a</sup>

| 包装类型                        | 包装规格 <sup>b</sup>  |             |           |            | 焊丝净重 <sup>c</sup> |                 |
|-----------------------------|--------------------|-------------|-----------|------------|-------------------|-----------------|
|                             | in.                |             | mm        |            | lb                | kg              |
| 无支架焊丝卷                      | (d)                | (d)         | (d)       | (d)        |                   |                 |
| 有支架焊丝卷<br>(见下面)             | 6-3/4              | ID          | 170       | ID         | 14                | 6               |
|                             | 12                 | ID          | 300       | ID         | 25, 30, 50 和 60   | 10, 15, 25 和 30 |
| 焊丝盘                         | 4                  | OD          | 100       | OD         | 1-1/2 和 2-1/2     | 0.5 和 1.0       |
|                             | 8                  | OD          | 200       | OD         | 10, 12 和 15       | 4.5, 5.5 和 7    |
|                             | 12                 | OD          | 300       | OD         | 25, 30, 35 和 44   | 10, 15 和 20     |
|                             | 14                 | OD          | 350       | OD         | 50 和 60           | 20 和 25         |
|                             | 22                 | OD          | 560       | OD         | 250               | 100             |
|                             | 24                 | OD          | 610       | OD         | 300               | 150             |
|                             | 30                 | OD          | 760       | OD         | 600, 750 和 1000   | 250, 350 和 450  |
| 焊丝筒                         | 15-1/2             | OD          | 400       | OD         | (d)               | (d)             |
|                             | 20                 | OD          | 500       | OD         | (d)               | (d)             |
|                             | 23                 | OD          | 600       | OD         | 300 和 600         | 150 和 300       |
| 有支架焊丝卷—标准尺寸和重量 <sup>a</sup> |                    |             |           |            |                   |                 |
| 焊丝规格                        | 焊丝卷净重 <sup>c</sup> |             | 焊丝卷尺寸     |            |                   |                 |
|                             | lb                 | kg          | 衬套内径      |            | 焊丝缠绕宽度            |                 |
|                             |                    |             | in.       | mm         | in.(max.)         | mm(max.)        |
| 所有                          | 14                 | 6           | 6-3/4±1/8 | 170±3      | 3                 | 75              |
|                             | 25 和 30            | 10 和 15     | 12±1/8    | 300+3, -10 | 1-1/2 或 4-5/8     | 65 或 120        |
|                             | 50, 60 和 65        | 20, 25 和 30 | 12±1/8    | 300+3, -10 | 4-5/8             | 120             |

注: a. 与那些规定不同的规格和净重可由供需双方协商确定。

b. ID=内径, OD=外径。

c. 净重的公差应为±10%

d. 由供需双方协商确定

产品资料和警告性资料也应在每个焊丝卷、焊丝盘和焊丝筒上出现。

**21.2** 无支架焊丝卷应将具有这种资料的标签牢固地系在焊丝卷内端的焊丝上。

**21.3** 有支架焊丝卷应将这些资料牢固地固定在支架的显著位置上。

**21.4** 焊丝盘应将这些资料牢固地贴在至少一个焊丝盘法兰外侧显著的位置上。

**21.5** 焊丝筒应将这些资料牢固地贴在焊丝筒外侧的显著位置上。

## 22. 包装

焊丝应适当地包装以保证在正常条件下的运输和贮存中不受到损伤。

## 23. 包装标记

**23.1** 下列产品资料(最起码的)应清晰地标出、使得从每个单位包装的外面都能看到。

(a) AWS 标准号(可删除颁布年份)和类别代号, 随同适用的供选用的代号。

(b) 供货者名称和商业代号。

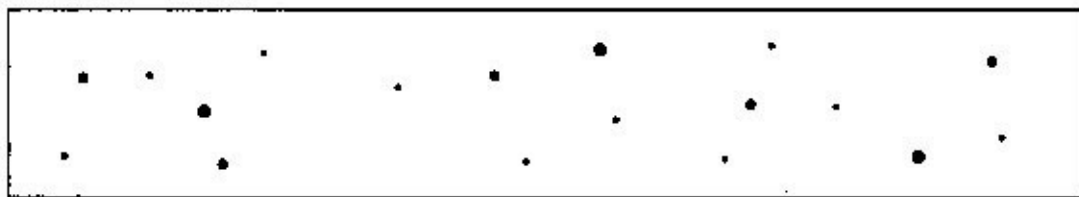
(c) 规格和净重。

(d) 批号、检验号或炉号。

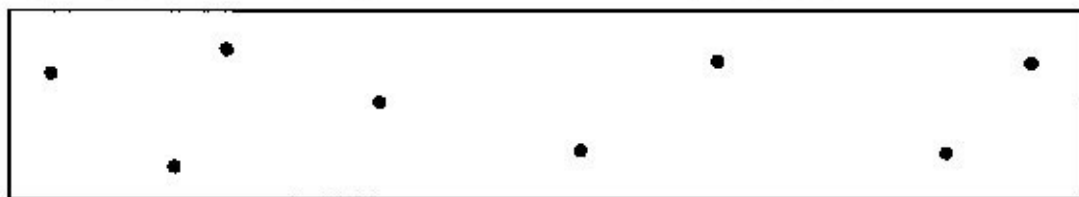
**23.2** 在所有的焊丝包装上, 包括封入一个大包装中的单独的单位包装上, 应醒目地、用印刷体字体标出最近版本的 ANSI Z49.1 (作为最起码的) 或与其相当标准给出的适当的警告性资料<sup>9</sup>。

<sup>9</sup> 对某些通用的或某些焊接方法中特殊的焊接材料的警告性标签的典型例子外示于 ANSI Z49.1 的图中。

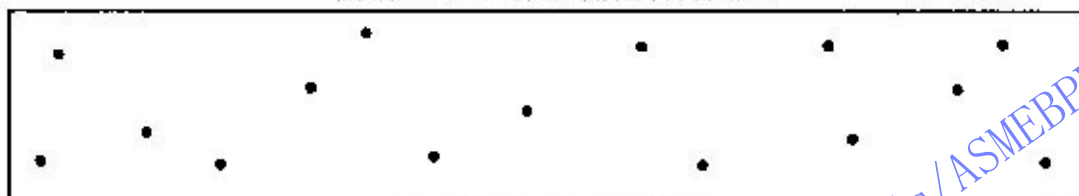
(第 563 页)



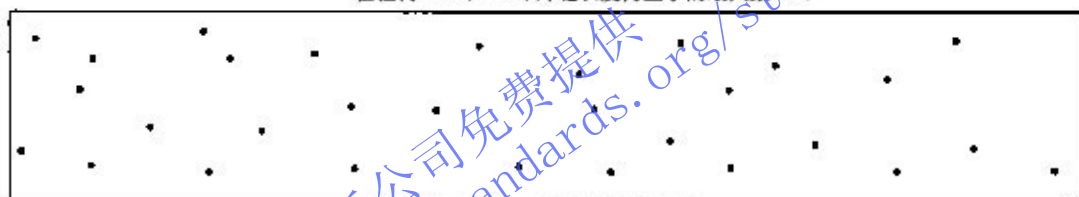
(a) 混合的圆形显示

直径或长度规格为  $1/64\text{in.}$  (0.4mm) 至  $1/16\text{in.}$  (1.6mm)在任何  $6\text{in.}$  (150mm) 焊缝长度内显示的最大数=18, 并受下列限制:直径或长度  $3/64\text{in.}$  (1.2mm) 至  $1/16\text{in.}$  (1.6mm) 大的显示数=3; 直径或长度  $1/32\text{in.}$  (0.8mm) 至  $3/64\text{in.}$  (1.2mm)中等的显示最大数=5; 直径或长度  $1/64\text{in.}$  (0.4mm) 至  $1/32\text{in.}$  (0.8mm) 小的显示最大数=10

(b) 大的圆形显示

直径或长度规格为  $3/64\text{in.}$  (1.2mm) 至  $1/16\text{in.}$  (1.6mm)。在任何  $6\text{in.}$  (150mm) 焊缝长度内显示的最大数=8。

(c) 中等的圆形显示

直径或长度规格为  $1/32\text{in.}$  (0.8mm) 至  $3/64\text{in.}$  (1.2mm)。在任何  $6\text{in.}$  (150mm) 焊缝长度内显示的最大数=13。

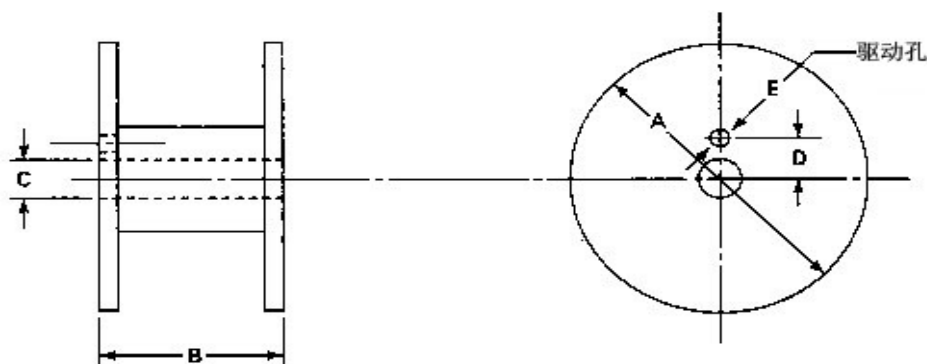
(d) 小的圆形显示

直径或长度规格为  $1/64\text{in.}$  (0.4mm) 至  $1/32\text{in.}$  (0.8mm)。在任何  $6\text{in.}$  (150mm) 焊缝长度内的显示最大数=30。

- 注: 1. 在使用这些标准时, 应采用试样底片中存在的最有代表性的圆形显示规格图来确定是否符合这些射线照相标准。
2. 由于这些是在试验室里专为分类目的而制备的试验焊缝, 对这些试验焊缝的射线照相要求比在一般生产中的要求更为严格。
3. 最大尺寸不超过  $1/64\text{in.}$  [0.4mm] 的显示应忽略不计。

图 7 图 3 试件的射线照相标准

(第 564 页)



|                  | 尺寸                    |        |                       |           |                        |           |                        |           |
|------------------|-----------------------|--------|-----------------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|
|                  | 4 in. [100 mm]<br>焊丝盘 |        | 8 in. [200 mm]<br>焊丝盘 |           | 12 in. [300 mm]<br>焊丝盘 |           | 14 in. [350 mm]<br>焊丝盘 |           |
|                  | in.                   | mm     | in.                   | mm        | in.                    | mm        | in.                    | mm        |
| A 直径, max. (注 4) | 4.0                   | 102    | 8.0                   | 203       | 12                     | 305       | 14                     | 355       |
| B 宽              | 1.75                  | 46     | 2.16                  | 56        | 4.0                    | 103       | 4.0                    | 103       |
| 公差               | $\pm 0.03$            | +0, -2 | $\pm 0.03$            | +0, -3    | $\pm 0.06$             | +0, -3    | $\pm 0.06$             | +0, -3    |
| C 直径             | 0.63                  | 16     | 2.03                  | 50.5      | 2.03                   | 50.5      | 2.03                   | 50.5      |
| 公差               | +0.01, -0             | +1, -0 | +0.06, -0             | +2.5, -0  | +0.06, -0              | +2.5, -0  | +0.06, -0              | +2.5, -0  |
| D 两轴间距离          | -                     | -      | 1.75                  | 44.5      | 1.75                   | 44.5      | 1.75                   | 44.5      |
| 公差               | -                     | -      | $\pm 0.02$            | $\pm 0.5$ | $\pm 0.02$             | $\pm 0.5$ | $\pm 0.02$             | $\pm 0.5$ |
| E 直径 (注 3)       | -                     | -      | 0.44                  | 10        | 0.44                   | 10        | 0.44                   | 10        |
| 公差               | -                     | -      | +0, -0.06             | +1, -0    | +0, -0.06              | +1, -0    | +0, -0.06              | +1, -0    |

注：1. 芯轴的外径应以能输送填充金属为准。

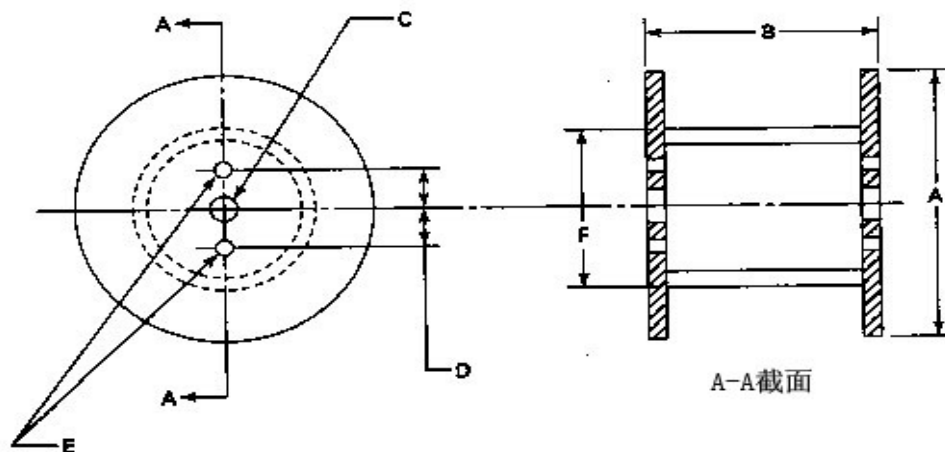
2. 芯轴的内径应以使芯轴的膨胀或芯轴与法兰的不对准不会导致芯轴内径小于法兰内径为准。

3. 每个法兰上备有孔，但它们不要求对准。对 4in.[100mm]焊接盘不要求驱动孔。

4. 除了“A”在名义直径上规定±公差，而不是仅为+公差外，此处表示最大直径。米制尺寸和公差与 ISO 544 相符。

图 8 标准焊丝盘——4、8、12 和 14in.[100、200、300 和 350mm]焊丝盘的尺寸

(第 565 页)



|            | 尺寸              |      |                 |      |                 |      |
|------------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|
|            | 22 in. [560 mm] |      | 24 in. [610 mm] |      | 30 in. [760 mm] |      |
|            | 焊丝盘             |      | 焊丝盘             |      | 焊丝盘             |      |
|            | in.             | mm   | in.             | mm   | in.             | mm   |
| A 直径, max. | 22              | 560  | 24              | 610  | 30              | 760  |
| B 宽, max.  | 12              | 305  | 13.5            | 345  | 13.5            | 345  |
| C 直径       | 1.31            | 35.0 | 1.31            | 35.0 | 1.31            | 35.0 |
| 公差         | +0.13, -0       | ±1.5 | +0.13, -0       | ±1.5 | +0.13, -0       | ±1.5 |
| D 中心距      | 2.5             | 63.5 | 2.5             | 63.5 | 2.5             | 63.5 |
| 公差         | ±0.1            | ±1.5 | ±0.1            | ±1.5 | ±0.1            | ±1.5 |
| E 直径 (注 1) | 0.69            | 16.7 | 0.69            | 16.7 | 0.69            | 16.7 |
| 公差         | +0, -0.06       | ±0.7 | +0, -0.06       | ±0.7 | +0, -0.06       | ±0.7 |

注: 1. 芯轴的外径应以能输送焊丝为准。

2. 芯轴的内径应以使芯轴的膨胀或芯轴与法兰的不对准不会导致芯轴的内径小于内径为准。

3. 每个法兰上备有孔, 但它们不要求对准。对 4in.[100mm]焊丝盘不要求驱动孔。

图 9 标准焊丝盘——22、24 或 30in.[560、610 和 760mm]焊丝盘的尺寸

(第 566 页)

## 附录 A

## AWS《弧焊用低合金钢药芯焊丝标准》指南

(本标准不是 AWS A5.29/A5.29M:2005《弧焊用低合金钢药芯焊丝标准》的一部分, 附在此仅作为参考资料)

## A1 引言

本指南的目的是使焊丝类别与它们的预期应用相联系, 以便标准能有效地被使用。只要能够做到, 并有帮助时, 提出了相合适的母材标准或焊接方法的参考资料。这些参考资料仅是作为例子, 而不是对每种焊丝适用的材料或焊接方法的完整的清单。

## A2 分类体系

**A2.1** 本标准中焊丝类别的识别体系绝大部分遵循其它 AWS 填充金属标准中所用的标准模式。本体系的图示在图 1 中给出。

**A2.2** 某些类别预期只用于平焊和水平焊位置 (例如: E705-A1C)。其它是用于全位置焊接 (例如, E81T1-NiMo)。正如在药皮焊条的情况下, 较小规格的药芯焊丝是一种用于不适宜位置焊接的焊丝, 直径大于 5/64in.[2.0mm]的药芯焊丝通常用于水平焊缝和平焊位置的焊接。

**A2.3** 为了识别已经满足供需双方协商确定的某些附加要求的焊丝类别, 本标准中也采用供选用的附加代号。供选用的附加代号不是类别的一部分, 也不是它的代号。

**A2.3.1** 本标准包括的许多类别具有对在多种温度下进行冲击试验的要求, 如表 1U[表 1M]所示。为了包括在较低温度下具有改善了的焊缝金属韧性的产品, 在类别标识上已添加了供选用的附加代号 J。当试验时, 焊缝金属比在表 1U[表 1M]中所示标准温度低 20°F [10°C] 的温度下具有 20ft·lb[27J]的冲击性能。提请用户注意的是, 当在类似于本标准规定的试件制备方法的条件下, 虽然焊缝金属的韧性得到了改善, 但在诸如长时间的焊后热处理或用较高的线能量进行向上立焊等其它用途时, 冲击韧性可能与给出的改善了的韧性水平有显著的差别。用户宜经常进行他们自己的性能验证试验。

**A2.3.2** 本标准已包括了采用供选用的扩散氢代号 (见表 9 和 A8.2) 以指出在 AWS A4.3 清楚地定义的试验条件下所得到的最高平均值。当按第 15 节进行试验, 表示满足表 9 规定的较低或最低

氢限值的焊丝可被理解为也满足较高的氢限值。见表 9 注 d 的例子。

## A2.4 “G” 类别

**A2.4.1** 本标准包括被分类为 EXXTX-G、-GC、-GM, EXXTG-X 和 EXXTGG 等焊丝。“G”表示焊丝是属于“一般”类别。其所以是“一般”, 因为并非所有对每个其它类别所规定的特殊要求在本类别中亦有规定。建立本类别的意图是提供手段, 借助它, 在一方面或另一方面 (例如化学成分) 不同于所有其它类别 (在举例的情况下, 焊丝的化学成分不符合标准中对任何类别规定的成分) 的焊丝, 仍可按标准进行分类。其目的是让有用的填充金属在现有的标准下立即分类, 否则就要等到标准的修订。然而它也意味着带有同一“G”类别的两种焊丝在某些方面 (再例如化学成分) 可能完全不同。

**A2.4.2** “G”类别焊丝与无“G”的相似类别的焊丝 (或关于那点, 甚至带有它) 之间的不同点 (虽然不一定要在数量上的不同) 很容易在标准中采用“不要求”和“不作规定”的词汇中看到。这些词汇的用法如下:

(a) “不作规定”用于标准中涉及到某种特定试验结果的那些地方。它表示对于那个特定的类别, 对试验的要求不作规定。

(b) “不要求”用于标准中涉及到焊丝分类中必须要求进行试验的那些地方。它表示由于试验的要求对那个特定类别还没有作出规定而不要求进行试验。在此情况下重申, 当要求未作规定时, 就没有必要为了将焊丝分类到那个类别进行相应的试验。当买方为了某种应用考虑到那个类别的特定产品而需要提供那种试验的资料时, 买方宜与产品的提供者联系索要资料。买方还要与供方确定对于那种试验该有怎样的试验程序和验收要求。买方可以要求将那种资料 (借助于 AWS A 5.01) 写入订货单中。

## A2.5 填充金属类别申请

**A2.5.1** 当焊丝不能按“G”类别以外的某个类别进行分类时, 制造厂可以为该填充金属申请建立类别。并且可按这里以下所述的程序办理。当制造厂选择使用“G”类别时, 填充金属和关联材料

(第 567 页)

委员会建议制造厂仍然为该焊丝申请建立类别,只要该填充金属具有商业意义。

**A2.5.2** 提出新的填充金属类别的申请必须采用书面形式,并需要提供足够的细节,以便填充金属和关联材料委员会或分委员会确定作新的类别合适,还是改进现有的类别更为合适,甚至是两者都需要满足需求。

特别地,申请书需要包括:

(a) 对现有类别给出的所有分类要求,诸如化学成分范围,力学性能要求和工艺性试验要求。

(b) 用来显示产品满足分类要求所进行试验的任何试验条件(如指出焊接条件与对其它类别是一样的就足够了)。

(c) 有关“说明和用途”的资料,与现有类别和附录中那一节的对比。

(d) 如果认为合适,提出 ASME “F” 号。

对没有上述资料的新类别的申请将被认为是不完整的。秘书处将把申请书退回给申请者以补充进一步的资料。

**A2.5.3** 应将申请书送交在 AWS 总部的填充金属和关联材料委员会秘书处。收到申请书之后,秘书处将会:

(a) 给申请书指定一个识别号,该号应包括收到申请书的日期。

(b) 确认收到申请书,并把识别号告诉提出申请的本人。

(c) 将申请书到副本送交填充金属和关联材料委员会主席和有关特定分委员会主席。

(d) 将申请书原本存档。

(e) 把申请书加入待处理申请书的案卷中。

**A2.5.4** 对每一份申请书的所有必要的动作将尽可能快地完成。如果超过了 12 个月,秘书处应将申请的进展情况通知申请人,同时将副本送交委员会和分委员会主席。如果在 18 个月后还未解决,则应将申请视为在“及时方式”上尚未作出答复。此时秘书处应将这些情况向填充金属和关联材料委员会主席报告,以发挥其作用。

**A2.5.5** 秘书处应将所有悬而未决的和在上一年已解决的那些申请记录的副本安排到每一次填充金属和关联材料委员会会议的议事日程上来。已经获得解决的申请的任何另行发布,如果认为合适的话,将由美国焊接学会来选择。

**A2.6** 焊接填充金属的国际代号体系正由国际

焊接学会 (IIW) 研究其可能被采纳为 ISO 标准。

对于焊接填充金属的最近建议出现在 AWS IFS: 2002《焊接填充金属类别国际索引》中。表 A1、A2 和 A3 列出本标准所包括的适用的填充金属类别的建议的 ISO 代号。

### A3. 验收

正如标准所述,按本标准分类的所有焊接材料应根据 AWS A5.01 进行验收。买方要求供方对按本标准发运材料的任何试验,应按 AWS A5.01 的条款清楚地买方的订货单中写明。如果在订货单中没有任何这样的说明,供方可进行按 AWS A5.01 表 1 中的 F 级别中对该材料规定的常规试验后发货。按该表任何其它级别的试验要求应在买方的订货单中专门提出。在这种情况下,对发运材料的验收应按那些要求进行。

### A4. 证明

将 AWS 标准号和类别代号和供选用的附加代号(如果采用的话)标明在封住产品的包装上,或将类别号标于产品本身这样的行为构成了供货者(制造厂)的证明,即产品满足那份标准的全部要求。

在本“证明”中隐含的惟一的试验要求是制造厂实际上已经对要发运的材料代表性材料进行了标准所要求的试验,并且材料满足标准的要求。在这种情况下,代表性材料是采用同一配方的该类别的任何一批产品。“证明”并不解释为任何一种试验都需要在特定发运材料的样品上进行。在这种材料上的试验可以做,也可以不做。标准要求的证明的基础是上述“代表性材料”的分类试验和 AWS A 5.01 中的《制造厂的质量保证体系》。

### A5 焊接过程中的通风

**A5.1** 在焊接过程中,决定焊工和焊接操作工所接触气氛中的烟尘的数量的 5 个主要因素是:

(a) 进行焊接的空间的尺寸(特别要考虑顶棚高度)。

(b) 在那个空间中工作的焊工和焊接操作工的人数。

(c) 与使用的材料和焊接方法有关的烟尘,气体和粉尘的释放速率。

(d) 焊工或焊接操作工与焊接区域释放出来的烟尘的接触程度,以及与他们工作空间中的

(第 568 页)

表 A1 对 ISO/DIS 17632<sup>c</sup> 近似相当类别<sup>a,b</sup> 的比较

| ISO/DIS 17632A <sup>c</sup> | ISO/DIS 17632B  | AWS A5.29  | AWS A5.29M  |
|-----------------------------|-----------------|------------|-------------|
| T46Z Mo X X                 | T493T5-XXP-2M3  | E7XT5-A1X  | E49XT5-A1X  |
|                             | T55ZT1-XXA-2M3  | E8XT1-A1X  | E55XT1-A1X  |
|                             | T433T8-XNA-N1   | E6XT8-K6   | E43XT8-K6   |
|                             | T493T8-XNA-N1   | E7XT8-K6   | E49XT8-K6   |
|                             | T496T5-XXA-N1   | E7XT5-K6X  | E49XT5-K6X  |
| T35 3 1 Ni X X              | T433T1-XXA-N2   | E6XT1-Ni1X | E43XT1-Ni1X |
| T38 3 1 Ni X X              | E493T6-XNA-N2   | E7XT6-Ni1  | E49XT6-Ni1  |
|                             | T493T8-XNA-N2   | E7XT8-Ni1  | E49XT8-Ni1  |
|                             | T553T1-XXA-N2   | E8XT1-Ni1X | E55XT1-Ni1X |
| T46 3 1 Ni X X              | T556T5-XXP-N2   | E8XT5-Ni1X | E55XT5-Ni1X |
|                             | T493T8-XNA-N5   | E7XT8-Ni2  | E49XT8-Ni2  |
|                             | T553T8-XNA-N5   | E8XT8-Ni2  | E55XT8-Ni2  |
|                             | T554T1-XXA-N5   | E8XT1-Ni2X | E55XT1-Ni2X |
| T46 4 2 Ni X X              | T557T5-XXP-N7   | E8XT5-Ni3X | E55XT5-Ni3X |
| T46 6 3 Ni X X              | T554T5-XXA-N2M2 | E8XT5-K1X  | E55XT5-K1X  |
| T50 3 1 NiMo X X            | T492T4-XNA-N3M1 | E70T4-K2   | E490T4-K2   |
|                             | T493T7-XNA-N3M1 | E7XT7-K2   | E49XT7-K2   |
|                             | T493T8-XNA-N3M1 | E7XT8-K2   | E49XT8-K2   |
|                             | T553T1-XXA-N3M1 | E8XT1-K2X  | E55XT1-K2X  |
|                             | T553T5-XXA-N3M1 | E8XT5-K2X  | E55XT5-K2X  |
|                             | T553T1-XXA-NCC1 | E8XT1-W2X  | E55XT1-W2X  |
|                             |                 |            |             |
|                             |                 |            |             |

注: .a. 所示相当类别的要求不需要在每个方面都完全等同。

.b. 代号中的“X”表示焊丝的芯部、焊接位置或所用保护气体的类型(如果有的话)。ISO 17632B 代号的符号“A”和“P”表示力学性能是在焊态(A)或是焊后热处理状态(P)下达到的。当不要求采用保护气体,在“X”后面采用符号“N”(在 ISO 17632B 类别中)。

c. ISO/DIS 17632 《焊接消耗材料——非合金和细晶粒钢有保护气体和无保护气体金属极弧焊用管状药芯焊丝——类别》。

表 A2 对 ISO 17634<sup>c</sup> 近似相当类别<sup>a,b</sup> 的比较

| ISO 17634A <sup>c</sup> | ISO 17634B     | AWS A5.29  | AWS A5.29M  |
|-------------------------|----------------|------------|-------------|
| T Mo X X                | T55TX-XX-2M3   | E8XTX-A1X  | E55X-A1X    |
| T Mo L X X              | T49TX-XX-2M3   | E7XTX-A1X  | E49X-A1X    |
|                         | T55TX-XX-CM    | E8XTX-B1X  | E55X-B1X    |
|                         | T55TX-XX-CML   | E8XTX-B1LX | E55X-B1LX   |
|                         | T55TX-XX-1CM   | E8XTX-B2X  | E55X-B2X    |
| T CrMo1 X X             | T55TX-XX-1CML  | E8XTX-B2LX | E55X-B2LX   |
| T CrMo1L X X            | T55TX-XX-1CMH  | E8XTX-B2HX | E55X-B2HX   |
|                         | T55TX-XX-2C1M  | E8XTX-B3X  | E55X-B3X    |
| T CrMo2 X X             | T55TX-XX-2C1ML | E8XTX-B3LX | E55X-B3LX   |
| T CrMo2L X X            | T55TX-XX-2C1MH | E8XTX-B3HX | E55X-B3HX   |
|                         | T55TX-XX-5CM   | E8XTX-B6X  | E55XTX-B6X  |
| T CrMo5 X X             | T55TX-XX-5CML  | E8XTX-B6LX | E55XTX-B6LX |
|                         | T55TX-XX-9C1M  | E8XTX-B8X  | E55XTX-B8X  |
|                         | T55TX-XX-9C1ML | E8XTX-B8LX | E55XTX-B8LX |
|                         | T55TX-XX-9C1MV | E9XTX-B9X  | E62XTX-B9X  |

注: .a. 所示相当类别的要求不需要在每个方面都完全等同。

b. 代号中的“X”表示焊丝芯部的类型、焊丝的工艺性、使用的适宜的焊接位置和保护气体类型(如果有的话),

c. ISO 17634 《焊接消耗材料——抗蠕变钢金属极气体保护弧焊用管状药芯焊丝——类别》。

(第 569 页)

表 A3 对 ISO 18276<sup>c</sup> 近似相当类别<sup>a,b</sup> 的比较

| ISO/DIS 18276A <sup>c</sup> | ISO/DIS 18276B    | AWS A5.29  | AWS A5.29M  |
|-----------------------------|-------------------|------------|-------------|
|                             | T624T1-XXA-N4     | E9XT1-Ni2X | E62XT1-Ni2X |
|                             | T627T5-XXP-N7     | E9XT5-Ni3X | E62XT5-Ni3X |
|                             | T624T1-XXA-3M2    | E9XT1-D1X  | E62XT1-D1X  |
| T55 4 MnMo X X              | T625T5-XXP-4M2    | E9XT5-D2X  | E62XT5-D2X  |
| T62 3 MnMo X X              | T694T5-XXP-4M2    | E10XT5-D2X | E69XT5-D2X  |
| T55 1 MnMo X X              | T622T1-XXA-3M3    | E9XT1-D3X  | E62XT1-D3X  |
|                             | T625T5-XXA-N3M1   | E9XT5-K2X  | E62XT5-K2X  |
| T55 2 MnNiMo X X            | T692T1-XXA-N3M2   | E10XT1-K3X | E69XT1-K3X  |
| T55 4 MnNiMo X X            | T695T5-XXA-N3M2   | E10XT5-K3X | E69XT5-K3X  |
| T62 1 Mn2NiMo X X           | T762T1-XXA-N3M2   | E11XT1-K3X | E76XT1-K3X  |
|                             | T83ZT1-XXA-N3C1M2 | E12XT1-K5X | E83XT1-K5X  |
| T62 1 Mn2NiCrMo X X         | T762T1-XXA-N4C1M2 | E11XT1-K4X | E76XT1-K4X  |
| T62 4 Mn2NiCrMo X X         | T765T5-XXA-N4C1M2 | E11XT5-K4X | E76XT5-K4X  |
| T69 4 Mn2NiCrMo X X         | T835T5-XXA-N4C1M2 | E12XT5-K4X | E83XT5-K4X  |
|                             | T695T1-XXA-N5     | E10XT1-K7X | E69XT1-K7X  |
|                             | T623T8-XNA-N2     | E9XT8-K8   | E62XT8-K8   |
|                             | T695T1-XXA-N6C1M1 | E10XT1-K9X | E69XT1-K9X  |

注：a. 所示相当类别的要求不需要在每个方面都完全等同。

b. 代号中的“X”表示焊丝的芯部、焊接位置或所用保护气体的类型（如果有的话），ISO 18276 代号中的符号“A”和“P”表示力学性能是在焊态（A）或是在焊后热处理状态（P）下达到的；当不要求采用保护气体，在“X”后面采用符号“N”。

c. ISO/DIS 18276 《焊接消耗材料——高强度钢金属极气体保护弧焊用管状药芯焊丝——类别》。

气体和粉尘的接触程度。

(e) 为焊工工作场所提供的通风情况。

**A5.2 美国国家标准 Z 49.1**（由美国焊接学会颁布）讨论了焊接过程中要求的通风，以及涉及到的实施细节。特别要注意那份文件中的“通风”一节。

## A6. 焊接注意事项

**A6.1** 当按照本标准的试验结果检验焊缝金属所要求的性能时，应该承认在生产中条件和工艺可能与本标准中那些条件和工艺不相同（焊丝规格、焊接电流、电弧电压、保护气体的类型和数量、焊接位置、焊丝伸出长度、板厚、接头几何型式、预热和层间温度、焊接速度、表面状态、母材成分和稀释情况等），焊缝金属的性能也可能不同。并且这种不同有大有小。

**A6.2** 由于不可能对本标准内任一给定类别下分类的所有产品规定单一的、详细的焊接工艺，在每一产品分类中所用焊接工艺的细节应由制造厂作记录，当用户需要时提供给用户。资料应包括在上述 A6.1 中指出的每一项，以及完成焊缝试件所要求的实际焊道数和焊层数。

**A6.3** 本标准中对不同类别的韧性要求可以用作对要求某种程度低温缺口韧性用途选择焊丝的

指南。对任何一种给定类别的焊丝，从一个试件到另一个试件的冲击试验结果可能有明显的不同，甚至从一个冲击试样到另一个冲击试样，除非对焊缝的制作和置备的方法（甚至试样在焊缝内的位置和方向）、试验温度和试验机的操作给予特别的注意，也是如此。

**A6.4 淬硬性。**根据焊丝是气体保护还是自保护，焊缝熔敷金属的碳含量对淬硬性的作用原本是不同的。气体保护焊丝通常采用 Mn-Si 脱氧系统。碳含量对硬度影响的方式是对碳钢所发表的许多典型的碳当量公式。许多自保护焊丝采用铝合金体系来提供保护和脱氧。铝的作用之一是改善碳对淬硬性的作用。因此，采用自保护焊丝获得的硬度水平要低于碳含量所指出的那样（当考虑以典型的碳当量公式为基础时）。

## A7. 药芯焊丝的说明和用途

本标准包含了许多药芯焊丝不同的类别。每个类别中的工艺性代号（1、4、5、6、7、8、11 或 G）表示含有相似药粉或芯部成分以及具有相似工艺特性焊丝的通用组别，但“G”类别除外，其工艺特性在相似类别焊丝之间可能不同。

**A7.1 EXXT1-XC 和 EXXT1-XM 类别。**EXXT1

(第 570 页)

-XC 组的焊丝被分类为采用 CO<sub>2</sub> 保护气体 (AWS A5.32 SG-C 类)。然而, 其它混合气体 (如氩-CO<sub>2</sub>) 可以用来改善工艺性, 特别是当制造厂推荐时, 对不适宜位置焊接的应用。在氩-CO<sub>2</sub> 混合气体中增加氩的含量会增加焊缝金属中锰和硅的含量, 以及诸如铬等某些其它合金的含量。锰, 硅或其它合金元素的增加会提高屈服强度和抗拉强度以及可能影响冲击性能。

EXXT1-XM 组的焊丝被分类为采用 75-80% 氩/余 CO<sub>2</sub> 保护气体 (AWS A5.32 SG-AC-25 或 SG-AC-20 类)。采用减少氩数量的氩/CO<sub>2</sub> 混合气体或采用 CO<sub>2</sub> 保护气体会导致电弧特性和不适宜位置焊接特性的某些变化, 此外, 焊缝金属中锰、硅和某些其它合金成分的降低会降低屈服强度和抗拉强度以及可能影响冲击性能。

EXXT1-XC 和 EXXT1-XM 两种焊丝是被设计用于 DCEP 极性的单道焊和多道焊。较大直径 (通常 5/64in.[2.0mm] 及更大) 典型地用于平焊位置焊接和水平位置角焊缝的焊制。较小直径 (通常 1/16in.[1.6mm] 及更小) 典型地用于全位置焊接。这些焊丝的特点是射流过渡, 低的飞溅损失。平和微凸的焊道外形和中等数量并能覆盖焊道的焊渣。本类别大部分焊丝具有氧化钛基焊渣, 以及产生高的熔敷率。

**A7.2 EXXT4-X 类别。**本类别的焊丝是自保护的, 用直流、焊丝接正 (DCEP) 操作, 具有颗粒型过渡。渣系的设计使得具有尽可能高的熔敷效率, 并产生含硫量很低的焊缝。使得焊缝对热裂纹有很大抗力。这些焊丝的设计, 使焊缝根部以外部位有低的熔深, 使它们用于装配不良的接头以及用于单道焊和多道焊。

**A7.3 EXXT5-XC 和 EXXT5-XM 类别。**EXXT5-XC 类别焊丝被设计用 CO<sub>2</sub> 保护气体 (AWS A5.32 SG-C 类); 但与 EXXT1-XC 类别一样, 当制造厂推荐时, 可采用氩-CO<sub>2</sub> 混合气体以减少飞溅。在氩-CO<sub>2</sub> 混合气体中增加氩的数量会增高锰和硅以及某些其它合金元素的含量, 这会提高屈服强度和抗拉强度, 并可能影响到冲击性能。

EXXT5-XM 组中的焊丝被分类为采用 75-80% 氩/余为 CO<sub>2</sub> 的保护气体 (AWS A5.32 SG-AC-25 或 SG-AC-20 类)。采用减少了氩数量混合气体或采用 CO<sub>2</sub> 保护气体会导致电弧特性的某些变坏, 增加飞溅及降低焊缝金属中的锰、硅和某些其它合金元素

的含量。这种锰、硅或其它合金元素的降低会降低屈服强度和抗拉强度, 并会影响冲击性能。

EXOT5-XC 和 EXOT5-XM 类别的焊丝主要用于平焊位置的单道焊和多道焊, 取决于制造厂的推荐采用 DCEP 或 DCEN 在水平位置制作角焊缝。这些焊丝的特点是颗粒过渡、微凸的焊道外形及不完全覆盖焊缝的薄的焊渣。这些焊丝具有氧化钙-氯化物碱性渣。这些焊丝的焊缝熔敷金属典型地具有好至极佳的冲击性能及抵抗热裂纹和冷裂纹的能力, 这种性能采用氧化钛渣系是不能得到的。某些 EX1T5-XC 和 EX1T5-XM 焊丝采用 DCEN 可用于全位置焊接。但操作工反映这些焊丝没有氧化钛渣系的那些焊丝好。

**A7.4 EXXT6-X 类别。**本类别焊丝是自保护的, 以 DCEP 操作, 具有有小熔滴至喷射型的过渡。渣系的设计使具有好的低温冲击性能, 焊缝根部中好的熔深, 极佳的甚至在深坡口之中的脱渣性。这些焊丝用于平焊和水平焊位置的单道和多道焊接。

**A7.5 EXXT7-X 类别。**本类别焊丝是自保护的, 以 DCEN 操作, 具有小熔滴至喷射型的过渡。渣系的设计使得较大规格用于高熔敷率的水平和平焊位置以及使得较小规格用于全位置焊接。这些焊丝用于单道焊和多道焊, 并产生含硫量很低的焊缝, 具有很好的抗裂性。

**A7.6 EXXT8-X 类别。**本类别焊丝是自保护的, 以 DCEN 操作, 具有小熔滴或喷射型的过渡。这些焊丝适用于全位置焊接, 焊缝金属具有很好的低温缺口韧性和抗裂性。这些焊丝用于单道和多道焊缝。

**A7.7 EXXT11-X 类别。**本类别的焊丝是自保护的, 以 DEEN 操作, 具有平滑的喷射型过渡。这些焊丝趋向于全位置单道和多道焊接。有关板厚方面的限制要向制造厂咨询。

**A7.8 EXXTX-G、EXXTG-X 和 EXXTG-G 类别。**这些类别是没有被任一现有确定类别所包括的多道焊焊丝。力学性能能够被本标准所覆盖。用为完成分类选择的数字来确定要求。类别代号中放置“G”是表示没有确定合金元素的要求、保护气体/渣系、或两者, 这些都是需要供需双方协商确定的。

**A7.9 化学成分。**所得到的焊缝金属的化学成分在选择焊丝中经常是首先要考虑的。后缀, 它是每一合金焊丝类别的-部分, 用来识别该焊丝焊得的焊缝金属的化学成分。下面几段是类别的简要说明、用途和典型应用。

(第 571 页)

**A7.9.1 EXXTX-A1X (C-M 钢) 焊丝。**这些焊丝,除了添加 0.5%钼外,与 AWS A5.20《弧焊用碳钢药芯焊丝标准》中分类的 EXXT-XX 碳钢焊丝相似。这种添加增加了尤其是在高温下的焊缝金属强度,提供了某些耐腐蚀性的增加,然而,它可能降低焊缝金属的缺口韧性。这种类型的焊丝通常用于锅炉和压力容器的制造和安装。典型的用途包括焊接 C-Mo 钢母材,诸如 ASTM A161、A204 和 A302A 级钢板和 A335-P1 管子 (P)。

**A7.9.2 EXXTX-BXX、EXXTX-BXLX 和 EXXTX-BXHX(Cr-Mo 钢)焊丝。**这些焊丝焊得的焊缝金属含有 0.5%至 10%的铬和 0.5%至 1%的钼。它们被设计出产生用于高温工况和与下列典型母材性能相匹配的焊缝金属:

- (a) EXXTX-B1X ASTM A335-P2 管 (P);
- (b) ASTM A387 2 级板 EXXTX-B2X ASTM A335-P11 管 (P);
- (c) ASTM A387 11 级板 EXXTX-B2LX 薄壁 A335-P11 管 (P) 或
- (d) A231-T11 或 A213-T22 管 (T),在焊态下使用或首先要考虑低硬度的应用场合;
- (e) EXXTX-B3X ASTM A335-P22 管 (P);
- (f) ASTM A387 22 级板 EXXTX-B3LX 薄壁 A335-P22 管 (P) 或管 (T),在焊态下使用或首先要考虑低硬度的应用场合;
- (g) EXXTX-B6X ASTM A213-T5 管 (T);
- (h) ASTM A335-P5 管 (P) EXXTX-B8X ASTM A213-T9 管 (T);
- (i) ASTM A335-P9 管 (P) EXXTX-B9X ASTM A213-T91 管 (T);
- (j) ASTM A335-P91 管 (P)。

对于两种 Cr-Mo 焊丝类别,已建立了 EXXTX-BXLX 类别,如果常规的 Cr-Mo 焊丝焊得的焊缝金属含有 0.05%~0.12%的碳,则“L-级”被限制于最高为 0.05%的碳。焊缝金属中较低百分数的碳含量会改善延性和降低硬度,它也会降低焊缝金属的高温强度和抗蠕变能力。

这些焊丝中的一些级别也已被确立为高碳级别 (EXXTX-BXHX)。在这些情况下,焊丝的焊缝金属含有 0.10%~0.15%碳,可满足对高温强度有要求的某些场合。

由于所有 Cr-Mo 焊丝焊得的焊缝金属会在静

止空气中淬硬,对于大多数应用,要求预热和焊后热处理。

对于任何 Cr-Mo 焊丝类别都还没有确立最低的缺口韧性要求。当有可能获得在环境温度低至 32°F [0°C] 下具有最低韧性值的 Cr-Mo 焊丝,特定值和试验必须由供需双方协商确定。

对于 EXXTX-B9X 类别,热处理是很关键的,必须严格控制。微观组织完全转变为马氏体 (Mf) 的温度相对较低,因此,在焊接完成时及进行焊后热处理之前,建议使焊件冷却到至少 200°F [93°C],使得提高马氏体转变的程度。焊后热处理的最高允许温度也是很关键的,因为转变温度的下限 (Ac1) 也相对较低,为帮助很好地进行焊后热处理,提出了限制 Mn+Ni (见表 7 注 d)。Mn 和 Ni 的结合倾向于降低 Ac1 温度至焊后热处理达到 Ac1 的点,可能导致显微组织的部分转变。通过限制 Mn+Ni,焊后热处理温度会低于 Ac1 很多,从而避免这种部分转变。

**A7.9.3 EXXTX-DXX (Mn-Mo 钢) 焊丝。**这些焊丝焊得的焊缝金属含有约 1.5%~2%的锰和 0.25%和 0.65%之间的钼。这种焊缝金属提供比 7.9.1 中讨论的 C-0.5Mo 焊线更好的缺口韧性以及比 7.9.4.1 中讨论的 1%Ni、0.5%Mo 钢焊缝金属更高的抗拉强度。然而,这些 Mn-Mo 钢焊丝焊得的焊缝金属十分容易空气淬硬,通常要求预热和焊后热处理。该焊丝组的一些个别焊丝已被设计成与高强度、低合金压力容器钢,如 ASTM A302B 级以及 HSLA 钢和锰钼钢铸件,如 ASTM A 49、A291 和 A735 的力学性能和抗腐蚀性能相匹配。

**A7.9.4 EXXTX-KXX (各种类型低合金钢) 焊丝。**这组焊丝焊得一些不同化学成分的焊缝金属。这些焊丝主要倾向于焊态应用。每种类别要求的韧性水平比较见图 1U (图 1M)。

**A7.9.4.1 EXXTX-K1X 焊丝。**该类别的焊丝焊得的焊缝金属通常具有 1%Ni 和 0.5%Mo。这些焊丝能用于长时间消除应力应用的低合金高强度钢的焊接,特别是 1%Ni 钢。

**A7.9.4.2 EXXTX-K2X 焊丝。**该类别的焊丝焊得的焊缝金属的化学成分为 1.5%Ni 和多至 0.35%Mo。这些焊丝用于最低屈服强度范围从 80-110ksi [550-760MPa] 的许多高强度钢应用。典型的应用包括海上平台结构的焊接和许多要求极好低温韧性的结构的焊接。被焊接的钢种包括

(第 572 页)

HY-80、HY100、ASTM A710、ASTM A514 和类似的高强度钢。

**A7.9.4.3 EXXTX-K3X 焊丝。**这类焊丝焊得的焊缝金属比 EXXTX-K2X 类具有更高的 Mn、Ni 和 Mo 的含量。它们通常比-K1 和-K2 型具有更高的强度。典型的应用包括焊接 HY-100 和 ASTM A514 钢。

**A7.9.4.4 EXXTX-K4X 焊丝。**本类别的焊丝熔敷的焊缝金属类似于-K3 焊丝的焊缝，但加有约 0.5%的铬。这种加入的合金元素为需要超过 120ksi[830MPa]抗拉强度的许多应用提供了更高的强度，诸如装甲钢板。

**A7.9.4.5 EXXTX-K5X 焊丝。**该类别的焊丝焊得的焊缝金属被设计为与诸如 SAE 4130 和 8630 钢在焊后进行淬火加回火的力学性能相匹配。分类要求只保证焊态下的力学性能，因此，鼓励最终的用户进行评定试验。

**A7.9.4.6 EXXTX-K6X 焊丝。**本类别焊丝焊得的焊缝金属采用小于 1%的镍在 60 和 70ksi[430 和 490MPa]的抗拉强度范围内达到极好的韧性。用途包括结构件、海上平台建造和环形管道的焊接。

**A7.9.4.7 EXXTX-K7X 焊丝。**该焊丝类别焊得的焊缝金属类似于 EXXTX-Ni2X 和 EXXTX-Ni3X 焊丝的焊缝金属。这种焊缝金属含有约 1.5%的锰和 2.5%的镍。

**A7.9.4.8 EXXTX-K8X 焊丝。**该类别被设计成用于管线 (P) 中环形管环焊缝焊接的焊丝。焊缝熔敷金属含有约 1.5%锰、1%镍和少量的其它合金。它预期专门用于 API 5LX80 管道 (P) 钢。

**A7.9.4.9 EXXTX-K9X 焊丝。**该焊丝焊得的焊缝金属类似于-K2 和-K3 型焊丝的焊缝金属，但是预期类似于 MIL-E-24403/2C 中 MIL-101TM 和 MIL-101TC 焊丝的军用要求。焊丝被设计用于焊接 HY-80 钢。

**A7.9.5 EXX-TX-NiXX (Ni-钢) 焊丝。**这些焊丝被设计成焊得的焊缝金属具有提高了的强度 (而无空气淬硬性)，或具有在-100°F[-73℃]的低温下提高了的缺口韧性。对它们规定的镍含量分成 3 个名义等级，即 1%Ni 钢、2%Ni 钢和 3%Ni 钢。

含碳量提高至 0.12%，强度增加，允许某些 Ni 钢焊丝被分类为 E8XTX-NiXX 和 E9XTX-NiXX。然而，某些类别可产生与诸如 ASTM

A203A 级和 ASTM A352 LC1 级和 LC2 级等镍钢母材性能相匹配的低温缺口韧性。对于特定的夏比 V-缺口冲击韧性宜向制造厂咨询。典型的母材也包括 ASTM A302 和 A734。

许多低合金钢要求焊后热处理以消除焊缝应力或给焊缝金属和热影响区 (HAZ) 进行回火来提高延性。对于大多数应用，保持的温度宜不超过表 6 对所考虑类别给出的最高温度，因为镍钢可能在高温下发生脆化。对于某些类别，较高的焊后热处理温度可以被接受。对于许多其它应用。镍钢焊缝金属能够不经焊后热处理而被使用。

EXXTX-NiXX 型焊丝常被用于要求极佳韧性 (夏比 V-缺口或 CTOD) 的结构应用。

**A7.9.6 EXXTX-W2X (耐候钢) 焊丝。**这些焊丝被设计为焊得的焊缝金属与耐腐蚀和 ASTM 耐候型结构钢的色彩相匹配。这些特殊的性能是通过在焊缝金属中添加 0.5%的铜来达到的。为满足焊缝金属中的强度、延性和缺口韧性，也添加某些铬和镍。这些焊丝用来焊接典型的耐候钢，如 ASTM A242 和 A588。

**A7.9.7 EXXTX-G、-GC、-GM (一般低合金钢) 焊丝。**这些焊丝在 A2.4 中描述。这些焊丝类别可以是其它分散类别的改进型，或者是完全新的类别。买方和用户宜从供方确定焊丝的说明和用途。

## A8. 特殊试验

**A8.1** 应该承认，可能需要进行附加试验来确定这些焊丝在涉及诸如硬度、耐腐蚀性、高温和低温工况下的力学性能、耐磨性等性能的应用中的适用性，以及对于异种金属焊接组合的适用性，供需双方商定的附加要求可遵循 AWS A5.01 的指南加到订货单中去。

### A8.2 扩散氢试验

**A8.2.1** 焊缝金属或热影响区的氢致裂纹对于含碳量等于或小于 0.3%的碳钢或低强度合金钢通常都不是问题。然而，在本标准中分类的焊丝有时用于连接高碳钢或低合金高强度钢，氢致裂纹可能是个严重的问题。

**A8.2.2** 由于焊缝金属或热影响区强度或硬度提高，扩散氢的集中，在给定的拘束条件和线能量较低的情况下会引开裂的发生，这种裂纹 (或者它被探出) 通常在冷却后延滞几个小时发生。其形

(第 572.1 页)

式可能是焊缝横向裂纹、纵向裂纹（尤其在根部焊道中）和热影响区中焊趾或焊道下裂纹。

**A8.2.3** 因为得到的扩散氢水平对氢致裂纹倾向有强裂的影响，就有可能要求测定用特定焊丝焊接所引起的扩散氢含量。因此，本标准已包括了使用供选用的扩散氢代号来表示在 AWS A4.3 中明确规定的条件下获得的最高平均值。

**A8.2.4** 大多数药芯焊丝熔敷的焊缝金属具有的扩散氢水平低于 16ml/100g 熔敷金属。由于这个原因，药芯焊丝一般被认为是低氢的。但是，一些商业上能买到的产品，在某些条件下会焊得具有扩散氢水平超过 16ml/100 熔敷金属的焊缝金属。因此，当规定采用药芯焊丝时，采用供选用的扩散氢附加代号对某些应用可能是合适的。

**A8.2.5** 采用焊接过程中的参考大气条件是必要的。因为当采用自保护或气体保护药芯焊丝时，电弧会受到大气的污染。空气中的水分，与焊丝中的不同，能够进入电弧，随后进入焊缝熔池，使造成可观察到的扩散氢。这种作用可以通过在保持电弧稳定的条件下，尽量缩短弧长被限制到最小。经验表明，电弧长度的作用在 H16 水平时最小，而在 H4 水平时可能非常明显。一种在参考大气条件下满足 H4 要求的焊丝，在高湿度条件下进行焊接有可能达不到，特别如果要保持长的电弧长度时。

**A8.2.6** 提请本资料的用户注意，实际制造条件可能产生此代号所表示的有不同的扩散氢值。焊接消耗材料不是在焊接过程中扩散氢的唯一来源。在实际中，下列情况可能影响到完成的焊件中的氢含量。

(a) 表面污染。锈、初始的镀层、防飞溅化合物、垃圾和油脂等在实际上都能影响到扩散氢水平。于是，焊接消耗材料分类用标准的扩散氢试验要求试验材料无污染。AWS A4.3 规定了试验材料的清洁程序。

(b) 大气湿度。当采用自保护或气体保护焊接消耗材料时，电弧受到大气的污染。空气中的水分与焊接消耗材料中的不一样，能够进入电弧并随后进入焊缝熔池。造成可被观察到的扩散氢。AWS A4.3 确立参考大气条件，在此条件下来自大气湿度的扩散氢的影响可被认为是微不足道的。这种大气湿度的影响也能通过在保持电弧稳定的情况下，尽可能缩短电弧长度被限制到最小。对于药芯焊

丝，弧长主要通过电弧电压来控制。实践经验表明，弧长的作用在 H16 水平时最小，但在 H4 水平时可能非常显著。一种在参考大气条件下满足 H4 要求的焊丝，当在高湿度条件下焊接时，特别如果要保持长的电弧长度时，就有可能做不到。

(c) 保护气体。提请读者注意，保护气体本身能显著地促成扩散氢。通常，焊接级的保护气体倾向于具有很低的露点和很低的杂质水平。可是，这不经常是这样的。曾经发生受污染的气瓶造成焊缝金属中扩散氢的明显增加，甚者，通过一些管路渗透的水分和在未用过的气瓶中凝结的水分在焊接过程中可能成为扩散氢源。当有怀疑时，建议核查气体的露点。露点在  $-40^{\circ}\text{F}$  [ $-40^{\circ}\text{C}$ ] 或更低被认为可满足大多数的应用。

(d) 吸收/吸附水分。药芯焊丝能够随时吸收/吸附水分，促使扩散氢水平的升高。这种现象对于手工电焊条药皮暴露在大气中有很多报道。氧化物膜的水化作用和实心焊丝的表面润滑这些被认为是“正常”的贮存条件也被报道其对扩散氢有影响。如果材料在损坏的或敞开的包装中贮存在潮湿的环境中。或者如果长时间未进行保护，水分的吸收和吸附可能特别显著。在高湿度的最坏情况下，甚至未加保护的焊丝通宵暴露在外能够导致扩散氢的大量增加。为了这个原因，应避免不定周期的贮存。保护焊接消耗材料的贮存和搬运实践对于各个产品，甚至在给定的类别中应有所不同。因此，消耗材料制造厂应经常接受有关贮存和搬运实践方面推荐的咨询。在焊丝已经暴露的情况下，有关对控制氢的特性可能发生的损害和可能做到的对焊丝的重新处理，应向制造厂咨询。

(e) 焊接工艺参数的作用。焊接工艺参数的变化（例如，焊接电流、电弧电压、焊丝伸出长度、保护气体类型、电流种类/极性、单丝焊还是多丝焊等）都被报道对扩散氢试验结果在各种渠道有影响。例如，关于焊丝伸出长度（CTWD），较长的 CTWD 使焊丝受到较多的预热，导致带氢化合物（如水分、润滑油等）在其到达电弧之前得到某些清除。这样，长的 CTWD 的结果能够减少扩散氢。然而，采用外部保护气体焊接方法中过长的 CTWD，假如导电嘴没有适当的深藏在喷嘴中，会引起保护的某些损失。如果保护气体产生紊流，更多的空气可能进入电弧、增加扩

(第 572.3 页)

散氢。这也可能导致由于氮的渗入形成气孔。

由于焊接工艺参数能够对扩散氧试验结果有很大的作用。应该指出,例如一种在分类试验条件下满足 H4 要求的焊丝,不应预料为在所有焊接条件下也会如此,当选择焊接消耗材料和确立实际中的操作范围时,应预料和估计某些变化。

**A8.2.7** 正如在 A8.2.6(e)中指出的,采用药芯焊丝的焊接工艺会影响到扩散氢试验得到的数值。为此,当确定与表 9 中所示供选用的附加氢代号要求是否一致, AWS 弧焊用碳钢和低合金钢药芯焊丝 A5M 分委员会拟定了进行扩散氢试验的标准试验程序要求,见第 15 节。

**A8.2.8** 不是所有类别都能达到 H16、H8 或 H4 的扩散氢水平。对于满足这些限值的产品的可得性宜向该焊丝的制造厂咨询。

**A8.3** 拉伸试样的时效。焊缝金属在它们焊成后的一段时间内,可能含有大量的氢。在一段时间内大部分这种氢会逐渐逸出。在室温下这可能要几个星期,或在高温下要几个小时。由于这种氢水平可能发生变化的结果,焊缝金属的延性向它的原有值提高,同时屈服强度、抗拉强度和冲击强度保持相对不变。A5.29 和 A5.29M 标准允许拉伸试样在进行拉伸试验前在不超过 220°F [105°C] 的高温下时效不超过 48 小时,然后冷却至室温。这种处理的目的是便于从试样去除氢,使得试验中的不一致性减小到最小。

时效处理有时用于低氢焊丝的熔敷金属,特别是在试验高强度熔敷金属时,注意,时效可包括让试样在室温下保持几天或在高温下保存较短时间。因此,提请用户注意要采用足够的预热和层间温度来避免生产焊缝中氢的有害作用。用户可通过与供方互相协商一致。对于 AWS A5.01 中 I 或 J 级别禁止进行的所有力学性能试验的试样提出进行热时效。

#### A9. 改变或废除的类别

A5.29-80 中的 E80T1-W 类别,为与其它文件相一致,已改成 E8XT1-W2C、-W2M。

#### A10. 一般安全注意事项

**A10.1** 安全和健康文件和有关规定已超出本标准的适用范围,因此在这里不完整地列出。在第

A5 节中可找到某些安全和健康资料。安全和健康资料可以从其它来源获得,包括,但不局限于 A10.3 中所列《安全和健康实用手册》、ANSI Z49.1 以及适用的联邦和州的法规。

**A10.2** 安全和健康实用手册。下列《安全和健康实用手册》由美国焊接学会 (AWS) 颁布。它们可以从 AWS 网址 <http://www.aws.org> 下载和直接打印出来。《安全和健康实用手册》周期性地修订和补充。

#### A10.3 AWS《安全和健康实用手册》索引 (SHF)

NO.      标      题

- 1 烟尘和气体
- 2 辐射
- 3 噪声
- 4 焊接烟尘中的铬和镍
- 5 电伤害
- 6 防火和防爆
- 7 烧伤防护
- 8 机械伤害
- 9 绊倒和跌落
- 10 下落物体
- 11 有限空间
- 12 隐形镜磨损
- 13 焊接环境中人与机械控制
- 14 警告性标签的图示符号
- 15 安全和健康文件的格式指南
- 16 设备调试员和焊接
- 17 电场和磁场 (EMF)
- 18 关闭/作标记
- 19 激光焊接和切割安全
- 20 热喷涂安全
- 21 电阻点焊
- 22 焊接和关联作业中与镉的接触
- 23 California 建议 65
- 24 弧焊焊剂和纤焊纤剂: 安全管理和使用。
- 25 金属烟尘引起的发烧
- 27 钍钨电极
- 29 手提式和移动式焊接发电机的接地。