2009 年度增补

07 中文版页码	章节	修改部位	09 增　补　修　改　内　容
xxi	前言	左栏第 4 段	13～15 行中“各建造规范中批准使用的 ASME 材料标准均列于第 II 卷 A、B 两篇的‘许用的 ASTM 版本’中。……”修改为“各建造规范中批准使用的 ASME 材料标准均列于第 II 卷 A、B 两篇的‘许用的 ASTM 版本’和‘许用的非 ASTM 版本’中。……”。
xxi	前言	右栏第 3 段	1. 14～15 行中“……或第 II 卷 A、B 两篇的‘许用的 ASTM 版本’中引用的……”修改为“……或第 II 卷 A、B 两篇的‘许用版本’中引用的……”。 2. 19～21 行中“第 II 卷 A 篇的‘许用的 ASTM 版本’及第 II 卷 B 篇的‘许用的 ASTM 版本’以表格的形式……”修改为“第 II 卷 A 篇的‘许用版本’及第 II 卷 B 篇的‘许用版本’以表格的形式……”。 3. 倒数第 5 行和倒数第 4 中“……，如该标准要求不同于 A 或 B 篇的‘许用的 ASTM 版本’中对应……”修改为“……，如该标准要求不同于 A 或 B 篇的‘许用版本’中对应……”。 4. 倒数第 2 行和最后 1 行中“……证明达到 A 或 B 篇的‘许用的 ASTM 版本’的对应要求……”修改为“……证明达到 A 或 B 篇的‘许用版本’的对应要求……”。
xxiv~xxxv	委员会名单		（略）
2	第 1 章	T-190	整段修改如下： **T-190 记录/文件** (a) 文件和记录应按有关规范篇章的规定和本卷有关章节的要求编制。应按有关规范篇章的规定保存检验记录和有关文件(如：射线照相底片和送审报告、超声波扫查档案等)。规范用户应负责保存有关文件和记录。 (b)按 T-150(a)或(b)的要求进行的人员或规程演示应按有关篇章的要求编制文件。 (c)如果有关篇章对按 T-150(a)或(b)的要求进行的人员或规程演示没有规定文件要求，应至少记录以下内容： (1)负责编制和批准检验规程的组织的名称 (2)采用的检验方法 (3)规程编号或名称 (4)最近修改的编号和日期

WWW.STDBOOK.ORG

07 中文版页码	章节	修改部位	09 增　补　修　改　内　容
			(5)演示的日期 (6)进行演示的人员姓名和持证等级(如果有的话)
22	第 2 章	附录 V V-230	左栏第 10～11 行“……几何不清晰度（geometric unsharpness），增感屏……”修改为“……几何不清晰度(geometric unsharpness)，图像处理（image processing），增感屏……”。
31	第 2 章	附录 VIII VIII-210	第 2 段最后一句“附录 III《射线照相法及射线透视法的数字成像、显示和贮存》应予采用” 删除。
31	第 2 章	附录 VIII VIII-277.1	全文修改如下： **VIII-277.1 像质计的放置** (a) 源侧像质计 当如 T-277.1(a)所述在分开的试块上放置像计质时，试块厚度应达到使像质计本体的图像亮度等于或大于受检区的图像亮度(负片)。图像亮度要求是正片图像的反转。 (b) 应采用 T-277.1 的所有其它要求。
31	第 2 章	附录 VIII VIII-277.2	全文修改如下： **VIII-277.2 像质计数量** (a)多个像质计 在射线照相受检区，应按表 T-276 最小到最大厚度之间的每个有关厚度范围放置一个像质计。 (b)作为上述(a)的另一个替代方法，在满足 VIII-283.3(b)要求的条件下，可以采用至少两个像质计分别代表受检区最小和最大厚度。 © 应采用 T-277.1 的所有其它要求。
31	第 2 章	附录 VIII VIII-277.3	第 1 段全文修改如下： **VIII-277.3 孔型像质计下放置的垫片** 有余高和背衬的焊缝，与焊缝有相似射线照相特性和材料所制成的垫片，应放在工件和像质计之间，使像质计本体的图像亮度等于或大于受检区的图像亮度(负片)。图像亮度要求是正片图像的反转。
32	第 2 章	附录 VIII VIII-282	全文修改如下： **VIII-282 图像亮度** 通过孔型像质计本体或线型像质计附近的图像亮度应等于或大于受检区的图像亮度)负片。图像亮度要求是正片图像的反转。另外，T-282 的要求不适用于磷光影像屏
32	第 2 章	附录 VIII VIII-283	在 VIII-282 后新增 VIII-283 如下： **VIII-283 像质计灵敏度** **VIII-283.1 要求的灵敏度**

WWW.STDBOOK.ORG

07 中文版页码	章节	修改部位	09 增 补 修 改 内 容
			用灵敏度足够的技术摄制的射线照相底片，应能显示孔型像质计的指定孔，或线型像质计的基本线。底片上应有像质计的编号和字母。多片技术不适用于磷光影像屏。 **VIII-283.3 灵敏度范围** 摄制得到的对比度和亮度范围应解释射线照相底片的有效对比度和亮度值。当使用多个像质计来覆盖不同厚度范围时： (a) 应测定每个像质计所要求的像质计图像的对比度和亮度范围。 (b) 测定的对比度和亮度范围的重叠部分可用于中间厚度的解释。当没有重叠部分时，应附加一个像质计。
32	第 2 章	附录 VIII VIII-288	在 VIII-287 后新增 VIII-288 如下： **VIII-288 解释** 受检区的射线照相底片应在指定的像质计对比度和亮度值或，假如使用多个像质计的话，按 VIII-283.3 决定的中间厚度范围的认同对比度和亮度值的重叠部分，在认同范围内时，进行最终解释。像质计和受检区应有同样的图像格式(正片或负片)。另外，在有用时： (a) 目视比较器，如胶片带、灰度卡等，可以用于帮助判断显示的图像亮度。当使用目视比较器来判断图像区域时，它们不需要校验。 (b) 数字图像可以用负片或正片进行观察和评价。 (c) 倘若像质计和受检区用同样的图像格式进行观察和评价的话，同样，图像的不同受检区在不同的图像格式中都可显示和评价。
30.1～30.3	第 2 章	附录 IX	在 30 页后增加 30.1，31.2 页，增加附录 IX，见本增补第 9～11 页。
43	第 4 章	T-434.1.2(a)	全文修改为： (a) 相同金属焊接　制造试块的材料是为同样的产品形式和材料技术规范，或与被检材料之一的 P-No. 组号相同。本段的意图是：P-No. 1, 3, 4, 5A 到 5C 和 15A 到 15F 的材料均视为相同的材料。
44	第 4 章	图 T-434.2.1	1. 图修改加上堆焊层，修改后的图 T434.2.1 见本增补第 12 页。 2. 通注（f）修改为： (f)槽深应为最小 1.6%T，最大 2.2%T。当有堆焊层时，试块的堆焊层侧的槽深应增加堆焊层的厚度 CT(即：最小 1.6%T+CT，最大 2.2%T+CT)。

WWW.STDBOOK.ORG

07 中文版页码	章节	修改部位	09 增 补 修 改 内 容
44	第 4 章	图 T-434.3	1. 图修改加上堆焊层，修改后的图 T434.3 见本增补第 13 页。 2. 通注(c)改为 (c)槽深应为最小 8%T，最大 11%T。当有堆焊层时，试块的堆焊层侧的槽深应增加堆焊层的厚度 CT(即：最小 1.6%T+CT，最大 2.2%T+CT)。最大槽宽应为 1/4 in.(6mm)，最小槽长应为 1 in.(25mm)。
47	第 4 章	新 T463.1.4	在 T463.1.3 后增加新 T463.1.4 节如下： **T-463.1.4 另一种斜角波束校验** 当容器或其它工件的厚度为 1/2 in.(13mm)或以下，且直径等于或小于 20 in.(500mm)时，对于距离-波幅技术的斜角波束校验可用 T-464.1.1 和 T-464.1.2 的要求进行校验。
47	第 4 章	新 T463.1.5 （原 T463.1.4）	原“T463.1.4”节重新排为新“T463.1.5”，内容不变。
53	第 4 章	附录 III III-431.2	第 5～7 行中“……。仪器应提供……..是不可能的。）……”修改为“……。设备应提供至少有 64 个灰度等级的焊缝截面视图。(只有截面图像而没有基本的 A-扫描射频波形的存储是不可接受的。)……”。
57 (08 增补 第 4 页)	第 4 章	附录 IV IV-410	在第 4 行“（多角扫描）”上增加脚注 5 如下： ….和 S 扫查（多角扫描）[5]。 （此节在 08 增补中有修改，此次修改是在 08 增补基础上的修改。参见 08 增补第 4 页）。
57 (08 增补 第 5 页)	第 4 章	附录 IV IV-410 脚注	在脚注 4 下增加脚注 5 如下： [5] SE-2491 提供了设定相控阵仪器的附加信息。 （此节在 08 增补中有修改，此次修改是在 08 增补基础上的修改。参见 08 增补第 5 页）。
99	第 5 章	T534	第 3～4 行中“……。对本章来说，PNo. 1，3，4 和 5 的材料均认为是相当的。……”修改为“……本段落的意图是：P-No.1, 3, 4, 5A 到 5C 和 15A 到 15F 的材料均视为相同的材料。……”。
105	第 5 章	附录 III III-520(d)	第一句中“第 III-530(b)节提供了……”修改为“第 III-540(b)节提供了……”。
105	第 5 章	附录 III III-540(a)	第一行“以下 SE-1316 术语与本章一起使用：”修改为“以下 SE-1316 术语与本章或其它有关章节或附录一起使用：”。
105	第 5 章	附录 III III-540(b)	1. 左栏第一行“以下 SE-1316 术语与本章一起使用：”修改为“以下 SE-1316 术语与本章或其它有关章节或附录一起使用：”。 2. 在左栏倒数第 5 行前增加以下内容： 自动超声波检验〔automated ultrasonic examination (AUT)]

WWW.STDBOOK.ORG

07 中文版页码	章节	修改部位	09 增　补　修　改　内　容
			—— 一种设备和探头安装在机械装置和导轨上，远距离操纵，马达控制(驱动)，没有技术人员调节的超声波检验技术。进行检验的设备有记录超声波响应数据的能力，包括扫查位置，通过集成的编码装置能进行所采集数据的成像。 3. 在右栏第 24 行下增加以下内容： 检验覆盖区(examination coverage)——由有关规范章节规定的两个方向(平行和垂直于焊缝轴线)的探头波束覆盖区。探头波束从焊缝二侧垂直对准焊缝，当可能的时候，按被检焊缝外形选择适当的波束角。 检验系统(examination system)——包括超声仪表，搜索单元母线和搜索单元的系统。（此条为 07 中译本漏译—编注） 手工超声波检验[manual ultrasonic examination(MUT)]或编码手工超声波检验[encoded manual ultrasonic examination (MUT)]——：不用任何机械导向系统帮助，由手工操作探头的超声波检验技术。手工技术可以编码，使其采集的数据可以成像。 4. 右栏原第 25 行中“……（multiple qack reflections）……”勘误为“……（multiple back reflections）……”。 5. 右栏最后一行下增加以下内容： 扫查方式(scan plan)—— 一份检查计划文件，提供标准化和可重复进行的焊缝检验方法。扫查计划显示接头外形的截面，覆盖范围，堆焊层(如存在时)，热影响区(HAZ)，探头尺寸和频率，所有角度的波束图，探头位置(与焊缝中心线的关系)[TOFD 中的探头中心间隔]和区域覆盖区的重叠(如适用时)。
106	第 5 章	附录 III III-540(b)	左栏第 2 行下增加以下内容： 半自动超声波检验[semi-automated ultrasonic examination (SAUT)]——将设备和探头装在机械装置和导轨上，手工驱动，并可由技术人员手工调节的焊缝检验方法。进行检验的设备有记录超声波响应数据的能力，包括扫查位置，通过集成的编码装置能进行所采集数据的成像。
110	第 6 章	T675.2(b)	全文修改如下： (b) 非水显像剂的应用 应采用喷射来施加非水显像剂，除非安全性或限止进入而受到妨碍。在这种情况下，显像剂可用涂刷法，对水洗型或后乳化渗透剂，显像剂应施加在干燥表面上。对溶剂

WWW.STDBOOK.ORG

07 中文版页码	章节	修改部位	09 增 补 修 改 内 容
			去除型渗透剂，显像剂可以在多余渗透剂除去后，尽可能早地施加。应通过正常蒸发进行干燥。
111	第 6 章	T693	全文删除。
123	第 6 章	T794	全文删除。
126	第 7 章	附录 I I-792	全文删除。
136	第 8 章	附录 II II-890.3	全文删除。
138	第 8 章	附录 III III-892	全文删除。
140	第 8 章	附录 IV IV-892	全文删除。
142	第 8 章	附录 V V-892	全文删除。
145	第 8 章	附录 VI VI-892	全文删除。
147	第 9 章	T992	全文删除。
237	第 15 章	T1594	全文删除。
238	第 16 章	T1610	第 1 段第 1 句修改为： 本章叙述漏磁检测(MFL)方法的要求，它适用于单面涂层铁磁材料的 MFL 检测。
242	第 17 章	图 T-1762	修改，修改后图 1762 见本增补第 14 页。
244	第 17 章	T1791	全文删除。
341	SA-578/ SA-578M	副标题	括号内副标题修改为； (与 ASTM 标准 A 578/A 578M-07 等同)
342	SA-578/ SA-578M	9	整节修改为： **9 验收标准-C 级** **9.1** 在同一个平面(在板厚的 5%以内)有一个或多个不连续使底波连续消失，并伴有连续指示，且不能被 1 in.(25mm)直径的圆包围，则应该拒收。
342	SA-578/ SA-578M	10	整节修改为： **10 报告** **10.1** 除订货单位和制造商另有协议以外，制造商应报告以下内容： **10.1.1** 在一张草图上列出所有可记录的指示，并有足够的与钢板几何形状有关的数据和标记。 **10.1.2** 检测参数包括：仪器制造商和型号，检测频率，表面状况，探头(类型和频率)和耦合剂。 **10.1.3** 检测日期

WWW.STDBOOK.ORG

07 中文版页码	章节	修改部位	09 增 补 修 改 内 容
343	SA-578/ SA-578M	新 12（原 10）	原第 10 节重新编为第 12 节，内容不变（小节号作相应改变）。
343	SA-578/ SA-578M	新 13（原 12）	原第 12 节重新编为第 13 节，内容不变（小节号作相应改变）。
344	SA-578/ SA-578M	补充要求 S6	整节修改为： **S6. 撤消** 对堆焊质量等级见 A263 A264 和 A265 技术规范。
344	SA-578/ SA-578M	补充要求 S7	整节修改为： **S7. 撤消** 对堆焊质量等级见 A263 A264 和 A265 技术规范。
347	SA-609/ SA-609M	副标题	括号内副标题修改为； [与 ASTM 标准 A 609/A 609M-91(R2007)等同]
390.1~	SE-2491	新增	在 390 页后添增第 390.1～390. 页，增加“SE-2491 评价相控阵超声波检验仪器和系统性能的标准指南”，见本增补第 15～31 页。
395	SD-516	副标题	括号内副标题修改为； (与 ASTM 标准 D 516-07 等同)
396	SD-516	10.1	右栏第 4 行中“2.0、5.0、10.0、……”修改为“5.0、10.0、……”
396	SD-516	11.2	整节修改为： **11.2** 将等于或少于 100 ml，并含有 0.5-4.0 mg 硫酸根离子(注 2)的清洁样品抽入 250ml 的量杯内，如有必要，用水稀释到 100ml，加入 5.0ml 预备试剂(注 1)。
486	SE-650	副标题	括号内副标题修改为； [与 ASTM 标准 E650-97(R2007)等同]

WWW.STDBOOK.ORG

（第 30.1 页）

附录 IX 数字射线照相术的应用　　A09

IX-210 适用范围

本附录提供采用数字射线照相(DR)技术替代胶片射线照相术的要求。本附录说明的技术是将数字图像检测器直接转换图像的技术和，而不是采用中间处理将模拟图像转换到数字图像。本附录说明在射线曝光时，射线检测器和射线源可以移动也可以不移动的应用。

当本附录对第 2 章的修改条款和第 2 章所有其它有关要求满足时，可以对材料(包括铸件和焊件)进行数字射线照相。

IX-220 通用要求

IX-221 规程要求

IX-221.1 书面规程 要求一份书面规程。作为替代 T-221.1 的要求，每个规程应包括下列要求(当有关的话):

(a)材料类型和厚度范围

(b)线源类型或最大 X 线电压

(c)检测器类型

(d)最小线源至工件的距离(T-274.1 中的 D)

(e)试件和检测器之间的距离(T-274.1 中的 d)

(f)线源尺寸(T-274.1 中的 F)

(g)试件扫查方式(假如可用的话)

(h)图像显示的参数

(i)设备制造商和型号

(j)存贮介质(媒体)

IX-221.2 系统鉴定和规程演示 数字射线照相系统的鉴定要求进行图像质量指示器(像质计)的演示。当使用线型像质计时，放置二个线径轴成 90°的像质计对系统进行不对称灵敏度评价。如果系统显示不对称灵敏度，线径轴应沿产生射线照相的最小灵敏度的系统轴线方向。一旦完成图像相等性能评价，并测定足够的话，产生射线照相图像的书面规程可以作为像质计图像质量要求的演示符合规程的满意凭证。

IX-225 监督射线照相底片的黑度限制

T-225 的要求不能用于数字射线照相。

IX-230 设备和器材

IX-231 胶片

T-231 的要求不能用于数字射线照相。

IX-232 增感屏

T-232 的要求不能用于数字射线照相。

IX-234 射线照相底片的观察设施

观察设施不应有干扰解释过程的，在监视器上产生反射、阴影或眩眼的光线，而应提供一个昏暗的背景光。

IX-260 校验

IX-262 黑度片和阶梯黑度比较片

T-262 的要求不能用于数字射线照相。

IX-270 检验

IX-277 监督射线照相检验的像质计的使用

IX-277.1 像质计的放置

(a) 源侧像质计 当使用如 T-277.1(a)所述的分离试块放置像质计时，试块的厚度应使像质计本体的图像亮度等于或大于受检区的图像亮度(负片)。图像亮度要求是正片图像格式的反转。

(b) 应采用 T-277.1 所有其它要求。

IX-277.2 像质计的数量

(a) 多个像质计 在射线照相受检区应按表 T-276

WWW.STDBOOK.ORG

的最小到最大厚度之间的每个有关厚度范围放置一个像质计。

(b) 作为上述(a)的另一个替代方法，倘若满足 IX-283.3 要求，可以采用至少 2 个像质计分别代表受检区的最小厚度和最大厚度。

(c) 应采用 T-277.2 的所有其它要求。

IX-277.3 孔型像质计下放置的垫片 有余高和背衬的邻近，在焊缝具有相似射线照相特性的材料制成的垫片应放在工件和像质计之间，使像质计本体的图像亮度等于或大于受检区的图像亮度(负片)。图像亮度要求是正片图像格式的反转。垫片的尺寸应超过像质计尺寸，使得像质计在射线照相底片上的图像至少能看到像质计 3 条边的轮廓。

IX-280 评定

IX-281 射线照相底片的质量

IX-281.1 非功能性像素的显示 应按制造商的说明和推荐的频率产生非功能性像素显示，用作系统检查。

IX-281.2 系统感应的伪缺陷 非功能性像素的相关性应予评价。数字图像应没有系统感应的伪缺陷。例如，检测器中受检区的非功能性(非函数)像素，它会掩盖或混淆任何不连续的图像。

IX-282 图像亮度

通过孔型像质计本体或线型像质计指定线附近的图像亮度应等于或大于受检区的图像亮度(负片)图像要求是正片图像格式的反转。另外，T-252 的要求不适用于数字射线照相。

IX-283 像质计灵敏度

IX-283.1 要求的灵敏度 用灵敏度足够的技术摄制的射线照相底片，应能显示孔型像质计的指定孔，或线型像质计的基本线。底片上应有像质计的编号和字母。多片技术不适用于磷光影像屏。

IX-283.3 灵敏度覆盖范围 摄制得到灵敏度的对比度和亮度范围应是解释射线底片的有效对比度和亮度值。当使用多个像质计来覆盖不同厚度范围时，

(a) 应决定每个像质计所要求的像质计图像的对比度和亮度范围。

(b) 测定的对比度和亮度范围的重叠部分可用于中间厚度的解释。当没有重叠部分时，应附加一个像质计。

IX-287 测量刻度

用于解释的测量刻度应能提供图像的投影尺寸。测量刻度的工具应以已知尺寸的比较器为根据。比较器放在检测器上或工件邻近检测器的一侧，在曝光期间靠近受检区。

IX-288 解释

受检区的射线照相底片应在指定的像质计图像对比度和亮度值或，假如使用多个像质计的话，按 IX-283.3 决定的中间厚度范围的认同对比度和亮度值的重叠部分，在认同范围时，进行最终解释。像质计和受检区应有同样的图像格式(正片或负片)。另外，在有用时：

(a) 目视比较器，如胶片带、灰度卡等，可以用于帮助判断显示的图像亮度。当使用目视比较器来判断图像区域时，它们不需要校验。

(b) 数字图像可以用负片或正片进行观察和评价。

(c) 倘若像质计和受检区用同样的图像格式进行观察和评价的话，同样，图像的不同受检区在不同的图像格式中都可显示和评价。

IX-290 文件

WWW.STDBOOK.ORG

（第 30.3 页）

IX-291 数字图像技术文件详情

制造商应编制和文件化射线照相技术详情。至少应提供下列内容：

(a)按 T-224 要求的编号

(b)按 T-275.5 标记放置的尺寸图(假如使用的话)

(c)工件采用规定的扫查方式

(d)X 线电压或同位素

(e)线源尺寸(T-274.1 中的 F)

(f)母材类型和厚度，焊缝余高(当有关的话)

(g)源到工件的距离(T-274.1 中的 D)

(h)工件源侧到检测器的距离(T-274.1 中的 d)

(i)检测器制造商，名称和出厂编号

(j)图像采集(数字化)设备和制造商，型号和生产厂编号

(k)单壁或双壁曝光

(l)单壁或双壁观察

(m)规程编号和版本等级

(n)图像软件版本和修改

(o)最终图像处理参数的数值，即：过滤器、窗口(对比度)每次观察的等级(亮度)

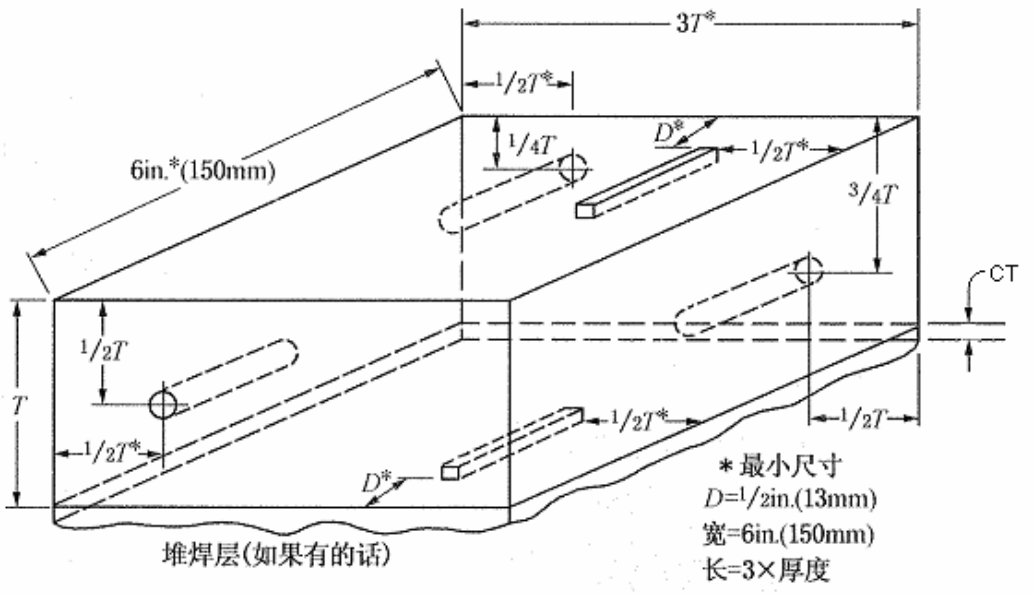
(p)每个图像的非功能性像素评定

(q)计算机监视器分辨率

技术详情可嵌入数据文件中。当这样做时，可以使用 ASME E 1475，数字射线照相数据的计算机化传输字段的标准指南，作为建立数据字段和信息的指南。

WWW.STDBOOK.ORG

（第 44 页）



焊缝厚度 t，in.（mm）	T，in.（mm）	孔径，in.（mm）
≤1(25)	3/4(19)或 t	3/32(2.5)
>1(25)～2(50)	1½(38)或 t	⅛(3)
>2(50)～4(100)	3(75)或 t	3/16(5)
>4(100)	t±1(25)	[注 1]

槽的尺寸，in.（mm）
槽深 =2% T
槽宽 =¼(6.4)最大
槽长 =1(25)最小

* 最小尺寸。

图 T-434.2.1 非管焊缝校验试块

WWW.STD

（第 45 页）

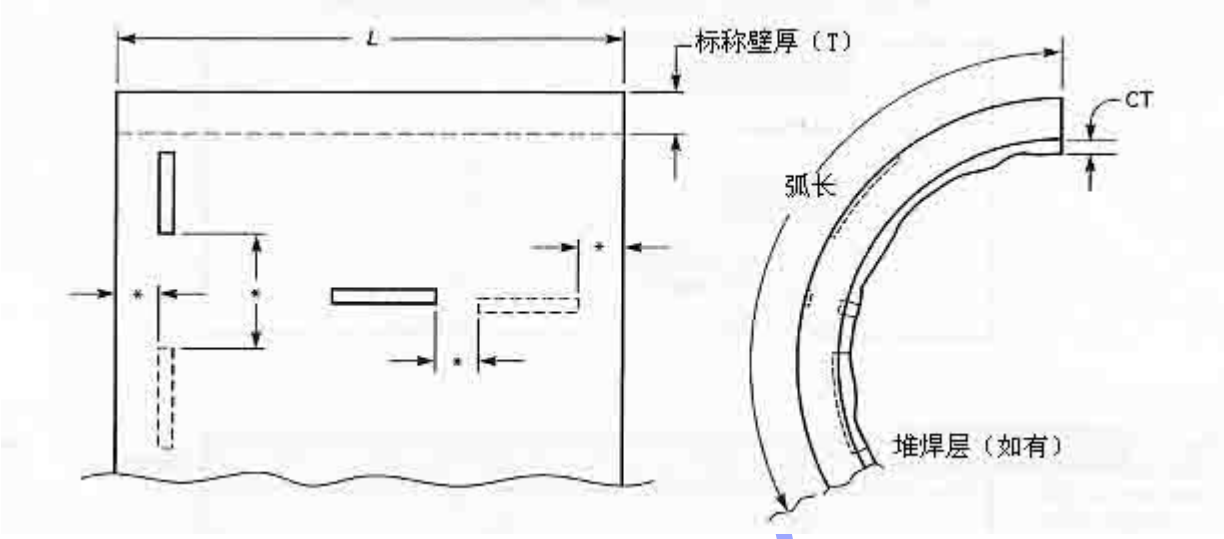


图 T434.3 管焊缝校验试块

WWW.STDBOOK.

（第 242 页）

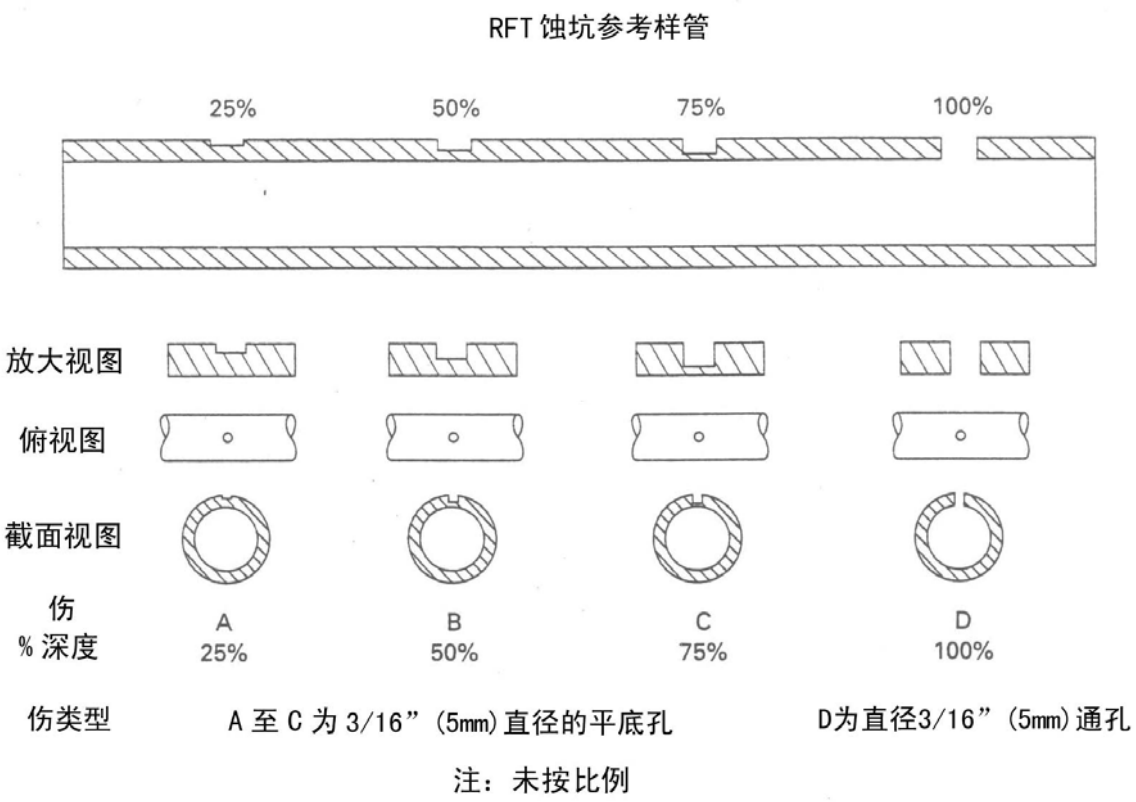


图 T-1762　蚀坑参考样管（典型）

WWW.STDB

（第 390.1 页）

评价相控阵超声波检验仪器和系统性能的标准指南

SE-2491

(与 ASTM E 2491-06 等同)

1. 适用范围

1.1 本标准叙述评价相控阵超声波检测仪器和系统的某些操作特性的规程。

1.2 这些特性的评价的意图是为了对较仪器和系统，通过定期重复的评价，可知道一台使用的仪器或系统特性在一段时间内的变化，这种变化可能指出即将发生的故障。如果超过一定限度，这将要求对它们进行校准维修。按照本指南进行测量的仪器特性，是关于超声波检测有用的特性。而相控阵仪器的其它电子仪器特点，类似于非相控阵仪器，可按 E 1065 或 E 1324 进行测量。

1.3 使用脉冲波列和 A 扫描（射频或影像）的超声检验系统均可进行评价。

1.4 本指南不对检验系统建立性能极限；假如要求这样的验收标准，必须由使用方来规定。当在本标准中出现验收标准时，这仅仅是作为例子，且或多或少受客户和最终用户的控制文件的限制。

1.5 评价的参数、条件和测试周期，和要求报告的数据，也必须由用户决定。

1.6 本指南可用于对一个完整的检验系统进行评价，包括探头、仪器、连接线、扫查装置和连接的报警装置和辅助设备，最初反复使用没有改变或替代的系统。本指南不企图用于任何已知材料的检验仪器或系统校验和标准化工作。

1.7 要求的测试用器材，除了进行评价的仪器和系统外，还包括试块、位置编码器。

1.8 本标准也包括有关规程适用性和结论解释的预先提醒。

1.9 另一种规程，如本标准描述的例子，或者其它规程，只有在用户批准后方可使用。

1.10 本标准并不说明所有与其使用相关的安全性。在使用本标准前，建立适当的安全及健康实施细则，并确定法规限制的适用性是本标准使用者的责任。

2. 参照文件

2.1 ASTM 标准：

E 317 不使用电子测量仪器，对脉冲胃回波超声波检验仪器和系统操作特性的评价实施细则

E 494 测量材料中超声波速的实施细则

E 1065 评价超声波探头特性的指南

E 1316 无损检测术语总汇

E 1324 测量超声波检验仪器的某些电子特性的指南

3 术语

3.1 本指南的术语定义参照 E1316。

3.2 定义：

3.2.1 角度校准增益(angle corrected gain) – 亦称 ACG。在第 S -扫描校准期间，对来自固定深度横钻孔（SDHs）的信号波幅变化的补偿。典型的补偿是在多个深度上的电子补偿。注意：ACG 有技术限制，也就是说，超过某个角度范围，补偿是不可能的。

3.2.2 环形阵列探头(annular array probes) – 换能器配置成一组同心环的相控阵探头。它们能使波束沿轴线在不同的深度上聚焦。每个环的表面积在大多数情况下是恒定值，每个环的宽度不同。

3.2.3 阵列（相位的）[array (phased)] - 一种元件排列方式。典型的排列方式包括线性、环形、二维矩阵和“距离-角度”方式。

3.2.4 电子扫查(electronic scan) – 亦称 E 扫查。将相同的聚焦法则多路传输到一组活动元件（晶片）上；电子光栅扫查是在沿相控阵探头长度上以一个恒定的角度进行的。这相当于传统的超声探头执行一个光栅扫描。也称为电子扫查。

3.2.5 聚焦法则（focal law） - 影响相控阵探头的声场灵敏度的一组硬件和软件参数，或者是脉冲回波，或者是发收配置。在聚焦法则中，有发射器的延迟法则和接收器的延迟法则，以及变迹法则和元件激活法则。

WWW.STDBOOK.ORG

（第 390.2 页）

3.2.6 线性阵列探头(linear array probes) - 使用一组元件沿线性轴并列且排成一直线制成的探头。它们能沿单一方向角平面使波束移动、聚焦和偏转。

3.2.7 矩阵阵列探头（matrix array probes） - 这种探头有一个活动区域，分隔为两部份不同的元件。这种分隔可以为棋盘式或扇区环。这种探头允许超声波束在一个以上的平面上导入。

3.2.8 扇形扫查（sectorial scan） - 也称为 S 扫查或方位角扫描。这可以指波束运动，或数据显示。当意为数据显示时，它是所有指定的经过延迟和折射角校准的元件的 A 扫描的二维视图。当意为波束运动时，是指一组聚焦法则，采用相同的一组元件扫查规定的角度范围。

3.2.9 S-扫查(S-Scan) – 见扇形扫查

4. 指南概要

4.1 相控阵仪器和系统具有与单通道或多路传输脉冲回波传统的超声波探伤仪相类似的独立的部件。这些部件包括脉冲发生器、接收器、探头和互连电缆。最主要的差别是：相控阵系统通过结构性相位干涉从相控阵探头独立的脉冲元件，以子波形式发射超声波脉冲。

4.2 每个相控阵探头是由一系列独立的电线连接的元件（晶片）所组成，这些元件由可编程的时间延迟模式分别激活。改变使用元件的数量和传送到每个元件的脉冲之间的时间延迟，即可控制波束。根据探头设计而定，可以以电子方式改变角度（入射或斜交），或焦距，或波束尺寸，或三者的组合。在接收模式中，声能由元件接收，信号经过与发射时相同的时间延迟后叠加处理。

4.3 波束可控转向程度取决于某些参数其中包括：元件数量、元件间距、元件尺寸，元件阵列形式，元件谐振频率，波束导入的材料，激发相邻发射器和接收器的最小延迟时间，和脉冲器电压特性。

4.4 相控阵系统的脉冲发生器和接收器参数通常是由计算机控制的。接收到的信号经由计算机数据采集系统，在计算机监视器上显示，并存入计算机文件。

4.5 虽然大多数系统的元件(晶片)使用压电材料，也有用电磁声换能器（EMAT）装置和装在相控阵仪器中。

4.6 大多数相控阵系统能使用编码器自动和半自动扫查。

4.7 在本文件使用的靶标是横钻孔，其直径应小于评估脉冲波长，其长度应足以避免引起干扰信号的端头效应。典型有设计是：孔直径 1.5mm 至 2.5mm, 长度 20mm 至 25mm。

5.意义和用途

5.1 本指南的意图是对相控阵探头和仪器组合的性能评估，并不意图规定性能和验收标准。但反过来说，从提供的数据可建立验收标准。

5.2 本指南中推荐的步骤的意图是提供有关性能的测量法，这些测量值能用简单的靶标和相控阵检测系统，在规定的试验条件下重复产生。相控阵缺陷检测仪器的名义频率范围是在 1-20Mhz 下操作，但规程是在他们主要采用较高频率的部件进行有关测量的。

5.3 本指南不用于校验，或电路系统的维修。

5.4 特定评定的实现可能需要在用设备的更详细的过程说明书。

5.5 本指南的用户获得的测量数据可用于规定、描述或提供一份采购和质量保证的性能标准，或用于相控阵系统操作特性的评价。

5.6 在本指南中描述的所有评定并不适用于所有系统。由用户决定使用本指南的全部或部分。

6.步骤

6.1 在相控阵系统若干参数的评估步骤在附件 A1 到 A7 中描述。

6.1.1 这些参数包括：波束外形的测定、波束导入能力、元件激活率、聚焦能力、软件计算(接收信号的控制和显示)、斜楔衰减的补偿、接收器增益线性。

7.关键词

7.1 特性；焦点；相控阵；相控阵探头；波束外形；超声。

WWW.STUBOOK.ORG

（第 390.3 页）

附录
（强制性信息）

A1 相控阵波束外形的测量

A1.1 引言

A1.1.1 本附件描述测定相控阵探头波束外形的步骤。水浸法或接触法均能采用本程序。然而，应注意：假如事先不采取适当的措施来保证耦合条件不变的话，接触法的评估可能得到比允许公差更大的变化。

A1.2 测试设置

A1.2.1 单聚焦法则的波束是固定的（即不用电子扫查或扇形扫描模式），并且探头是在水浸装置中，采用 E1065 可以选择球形靶标或水听器。当相控阵探头采用动态方式，用几个聚焦法则来产生扇形或电子扫查时，评估波束外形不需要或需要很少的机械移动。如采用机械移动，应进行和移动距离有关的信号时间和幅度编码。编码器的精度是否在适合于测量的公差范围内，应进行验证。将对接触探头的电子扫查和扇形扫查波束外形的评估进行描述；然而，当评价要求在水中进行时，机械靶标可能要换成棒或球。

A1.2.2 线性相控阵探头 - 线性相探阵探头有一个激活的平面和一个不激活的平面，使用具有足够元件(晶片)数量的探头，在波束通过测试靶标之前，用电子扫查顺序对激活平面中的波束进行评估。利用大部分有效元件形成波束的相探阵探头，用于电子光栅的留下的数量可能太少，而不允许波束通过靶标。在这种情况下，必须将机械运动编码，并分别沿激活平面对每个聚焦法则进行评估。

Al.2.3 应将横钻孔以各种深度安排在一块没有伤的测试材料试块中，其中聚焦法则已经编程。利用相控阵系统的线性扫查特色，波束在各种测试深度上通过靶标。图 A1.1 用示意图说明电子扫查情况。

A1.2.4 应对整个测试范围的波形进行数据收集。幅度应以彩色或灰度来显示。在测试材料中的时间或相当的距离应沿一轴呈现，沿另一个轴呈现距离位移。图 A1.2 是典型的 B 扫描。

A1.2.5 装在斜楔上的相控阵探头进行电子扫查的数据显示，类似于用简单的的时间与位移正交显示，或如图 Al.3 的角度校准。

A1.2.6 沿位移轴的分辨率是电子扫查步长尺寸的函数，或假如扫查是用编码的机械装置进行的，分辨率取决于采样时编码器步长尺寸。

Al.2.7 沿波束轴的分辨率是靶程之间间隔的函数。高度聚焦的波束，在声程到靶程之间可能要考虑到有小小的差异(例如 1mm 或 2mm)。

A1.2.8 在不激活平面中也能进行波形的评估。在线性相控阵探头中的不激活平面是垂直于激活平面的，且在该平面中，不能通过相位控制改变波束方向。不激活方向的波束外形评估要求机械移动扫查。

A1.2.9 用激活平面的电子扫查和不激活平面的编码机械移动相结合的方法来进行信号的波形收集，这可进行投影修正来产生不激活平面中的波束尺寸的数据。图 1.4 说明在不激活平面中的波束评估方法。这种技术是用一系列台阶组成的在不同深度上的端钻孔的角反射。

A1.2.10 图 A1.5 是图 A1.4 的另一种阶梯间隔的试块。一个通孔垂直于所要求的折射角，产生一个到靶标的声程长度的连续过渡。

A1.2.11 可采用一种投影的 C 扫描，根据波幅下降的色彩或灰度变化，或由计算机来显示画出有关位移的波幅。这种投影 C 扫描可根据图 A1.6 所示草图进行选择。

A2 相控阵波束转向限度的测定

A2.1 引言

A2.1.1 本附录叙述测定相控阵探头的波束转向能力的实际限度的步骤，且仅适用于激活平面。这些步骤可用于水浸探头或接触探头。然而，应注意：假如事先不采取适当的措施来保证耦合条件不变的话，接触探头的评估可能得到比允许公差更大的变化。

A2.1.2 推荐限度用于建立相控阵探头的有关每个元件的波束扩散的角扫描工作范围。当用于脉冲回波模式时，转向限度应在单个元件的 6dB 扩散包络内。所以，根据名义频率和制造厂提供的元件尺寸上的信息，有可能计算理论限度。然而，有一些参数会影响理论计算。这些主要是有关探头的名义频率，某些参数影响实际频率，

WWW.STDBOOK.ORG

（第 390.4 页）

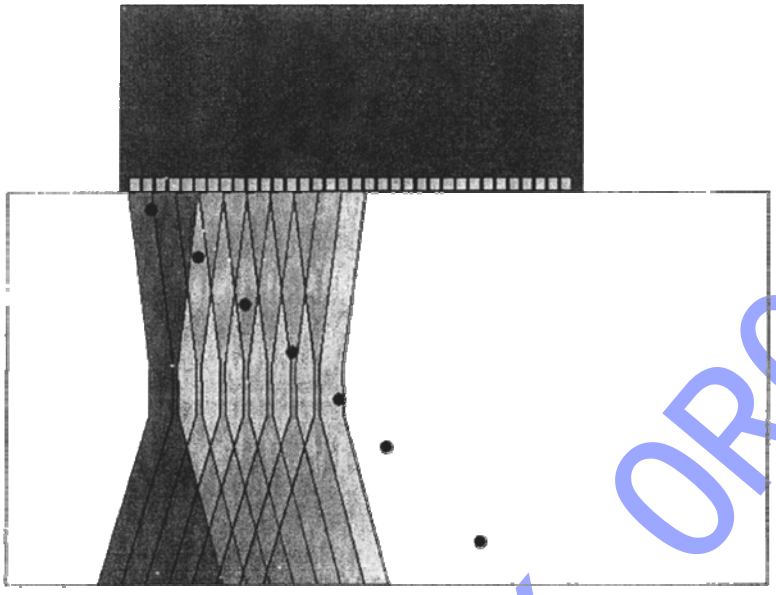


图 Al.1 横钻孔的电子扫查

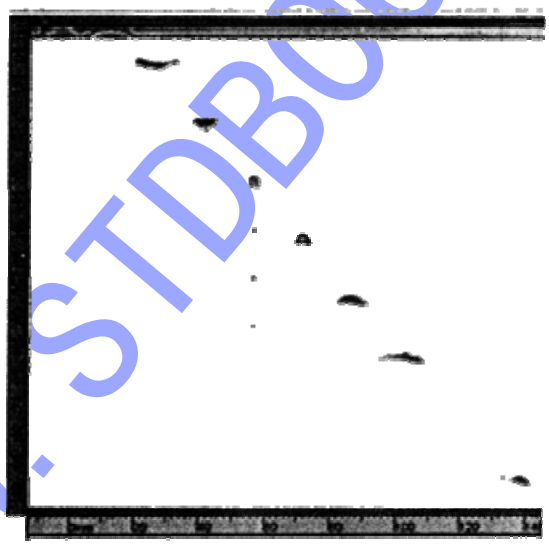


图 A1.2 图 A1.1 电子扫查的 B 扫描显示
（垂直轴是深度；水平轴代表电子扫查的距离）

WWW.STDBOOK.ORG

（第 390.5 页）

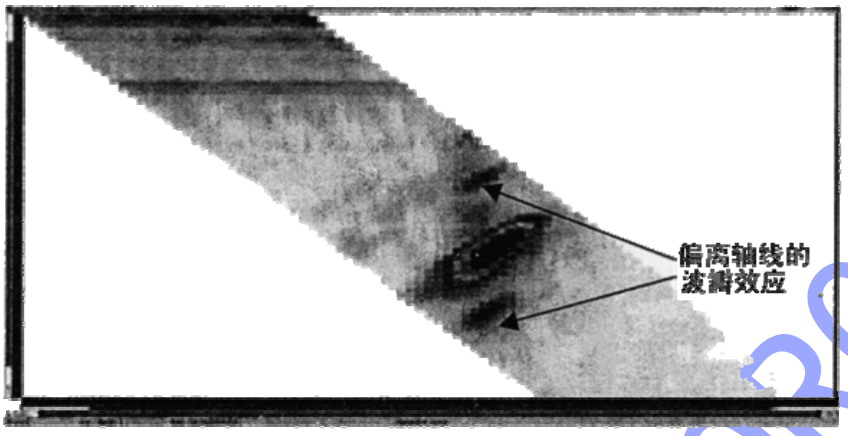


图 A1.3 相控阵波束(横波)在横钻孔(在显示中可以看到偏离轴线的波瓣效应)上的角度校准的 B 扫描

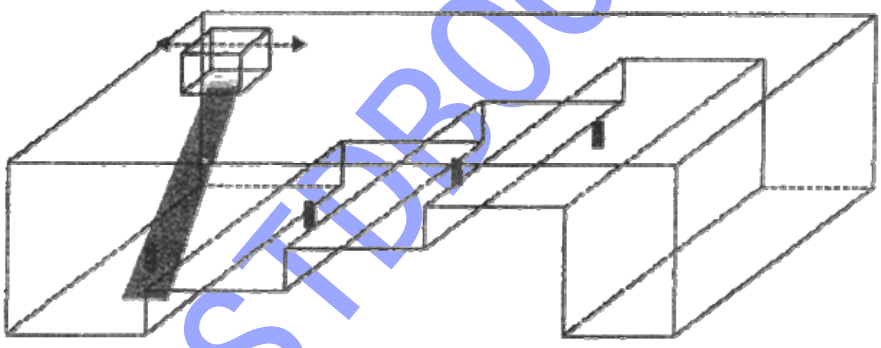


图 Al.4 扫查端钻孔取得在不激活平面的波束尺寸

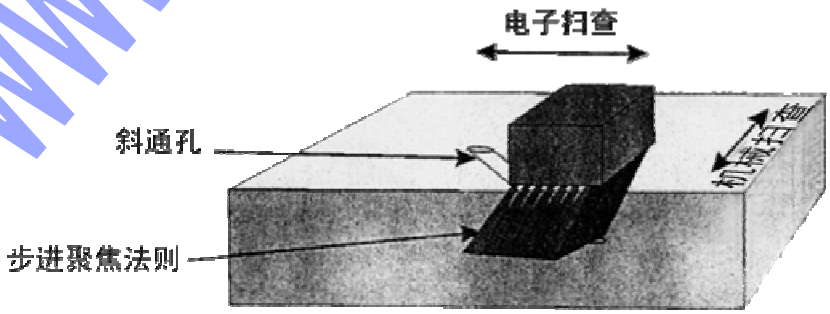


图 A1.5 在不激活平面中斜孔呈现的波束特性

WWW.STDBOOK.ORG

（第 390.6 页）

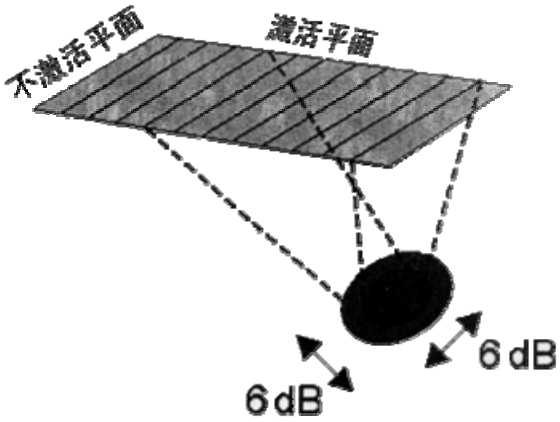


图 A1.6 在图 A1.4 中看到的端钻孔的投影 C 扫描

它们是：脉冲宽度、阻尼、延迟线或折射楔块的使用，和在厚度搭接和匹配层上制造商加工过程中的变化。

A2.1.3 本附录的目的，即对波束转向能力的评估，将基于对不同偏转角的信噪比的比较。波束转向能力也将受到波束投射要求的影响。在需要聚焦的应用中，可能达不到不需聚焦的应用的转向限度。

A2.1.4 转向能力可能特定于某个声程距离、孔径和材料。

A2.2 测试设置— 根据测试条件配置探头的聚焦法则，包括水浸或接触、折射楔块或延迟线、不聚焦或一个规定的聚焦距离、所用的试验材料。

A2.2.1 在应用所用的材料中所用距离上准备一系列的横钻孔。横钻孔的布置图见图 A2.1。图 A2.1 中的孔在离开放置探头的中心 25 毫米和 50 毫米的距离上以 5 度的间隔分布。

A2.2.2 不同的应用进行相似的评定是可能的。当一组聚焦法则在代替一个声程距离的平面中规定分辨率时，这个受检平面可以用于评定波束的转向限度。用于评定的试块应在受检平面中安排横钻孔。图 A2.2 说明这样一块规定的平面试块；在其垂直和水平平面中，在离名义入射点规定的距离上，有一系列的孔。横钻孔可以安排在其它平面(斜角)。

A2.2.3 探头的波束中心线放在试块指定的中心线上，使波束进入试块进行评定。探头分析时，在所有没有延迟线或折射楔块的单一平面中，元件阵列的中间点应与中心线对准。当整个有效元件仅仅部分应用聚焦法则时，元件孔径的中间点应与试块中心线对准。当使用延迟线、折射楔块或水浸法时，为了补偿沿试块入射面上“明显的”入射点的移动，要求进行校准。当直接接触法探头与验证试块接触时（见图 A2.2），中心线两侧的不对称使正、反扫描角度不能同时评定。当使用这种试块评定二个方向的扫查限度时，要求首先在一个方向上评定，然后再转 180°在相反的扫查方向进行评定。

A2.2.4 在 A 扫描样本之间的角度步长会影响测得的扫查限度。建议评定转向限度时，S 扫描样本间最多相差 1°。角度步长受系统的脉冲间的延时能力和元件间隔特征的限制。图 A2.1 和 A2.2 中，大多数靶标间的间隔是 5°；根据所要求的分辨率，也可以用更大或更小的间隔。

A2.2.5 转向限度的评定应以两个相邻横钻孔的最大和最小信号幅度之间的分贝差来进行。例如，当相控阵探头被配置成在试块上扫查+45°时，一对横钻孔的波高相差 6dB，应认为是探头配置的最大转向能力。

A2.2.6 可以接受的转向限度可以用能达到预先规定的相邻孔之间分离的最大和最小角度来说明。取决于应用，可以规定要求的分离值 6dB 或 20dB（或其他值）。

A2.2.7 转向能力可以用作先决条件；例如，相控阵系统要求达到的最小转向能力为名义中间角±20 （对 5 分辨率的 2mm 直径横钻孔）。反过来说，一个系统对 S 扫查的限度不得超过规定信号分离的评定角度，例如：在被 5 分开的 2mm 直径横钻孔之间为-20dB。

WWW.STDBOOK.ORG

（第 390.7 页）

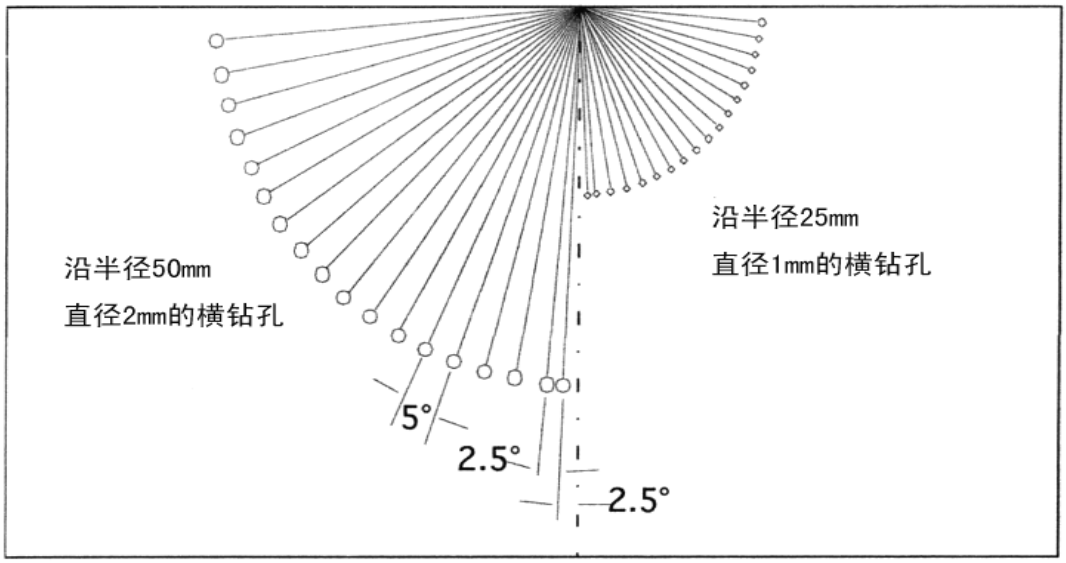


图 A2.1　波束转向评定试块 – 恒定声程

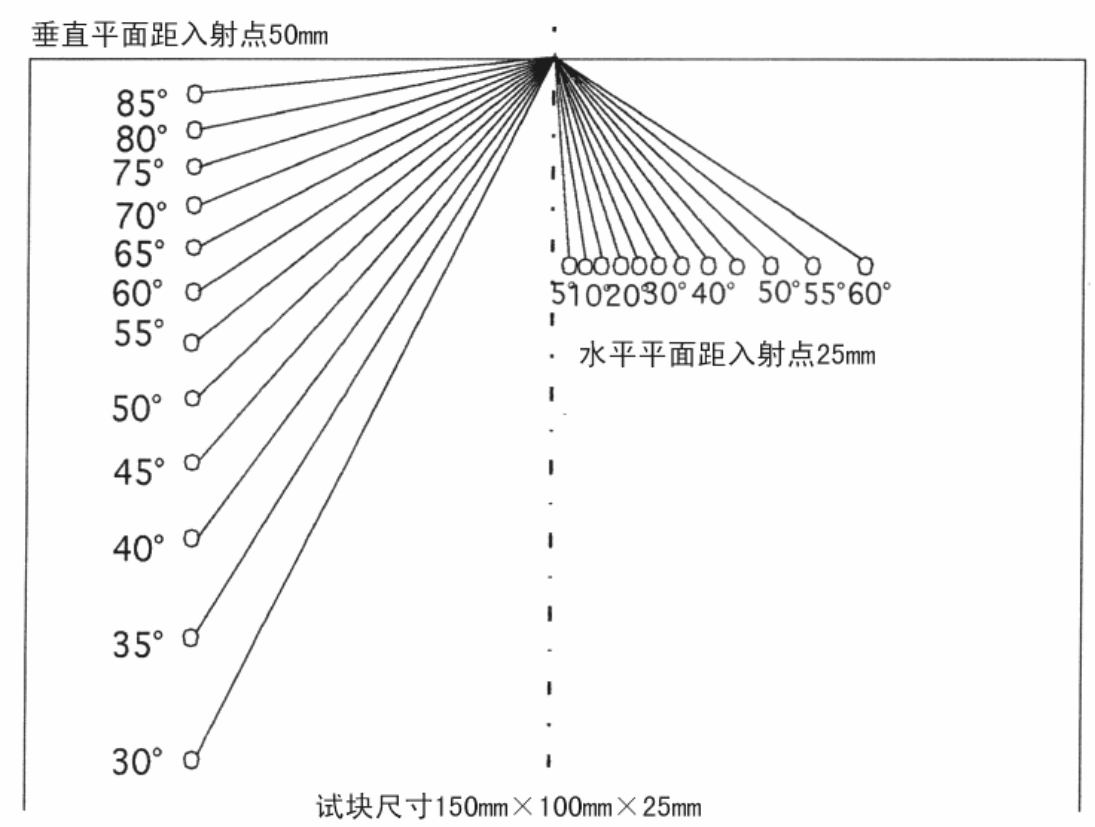


图 2.2　波束转向评定试块 – 单一平面

（第 390.8 页）

表 A3.1 探头元件活性表：输入 80%屏高时的接收器增益

元件号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
增益																
激活(□) 不激活(×)																

A2.3 可采用在规定的深度或声程上的单个横钻孔来进行评定。采用最大和最小角度的 A 扫描显示，通过观察信号峰值上的信噪比来评定转向能力。必须注意：在光栅的波瓣信号上没有峰值时才采用这种方法。采用这种方法还要求确认横钻孔的位置是在计算的折射角上。

A3 相控阵元件激活率的测定

A3.1 引言

A3.1.1 本评定是用于测定相控阵探头元件的激活率及声能的一致性。在正常的时间顺序操作期间，每个元件是由单独的脉冲发生器和接收器处理的，必须使用某种方法来保证相控阵仪器对每个元件的电气性能都是相同的，而任何差异都归因于探头本身。为了确保任何元件性能的差异仅是由于探头的构造原因，可选择一个单一的脉冲接收器通道来以处理每个元件。

A3.2 测试设置

A3.2.1 将要测试的相控阵探头除去延迟线和折射楔块后，连接到相控阵超声波仪器上。

A3.2.2 探头与 IIW 试块的 25 毫米厚度声耦合，其耦合层应均匀稳定。通过接触间隙技术，即：探头与试块的界面在水中（保证均匀稳定耦合）来完成这种耦合。另一种液浸方法采用一个固定的水声程，监视水与钢界面的信号，而不是钢的厚度。

A3.2.3 为所有元件配置一个只有一个元件的电子扫查，每次步进一个元件。（这将确保 1 号脉冲发生器-接收器用于每个聚焦法则，或某个可以选定的通道用于每个元件）。设置脉冲参数以优化对探头阵列标称频率的响应，将探头中每个元件的从试块底面或水声程的脉冲回波响应调到 80%显示高度。

A3.2.4 观察阵列中每个元件的 A 扫描显示，并记录每个元件信号幅度达到 80%时的接收器增益中。结果可记录在类似于表 A3.1 的表式中。

A3.2.5 观察并记录不产生底面或水声程信号的元件（不激活元件）结果可记录在类似于表 A3.1 的表式中。

A3.2.6 如果有用于检查元件激活率的预装程序，也可以使用。

A3.2.7 收集的数据用于评定探头的一致性和功能性。与以前使用同样仪器设定所做的保存在文件中的评定（包括增益）进行比较。提供 80%响应的接收器增益与任何以前的评定相差应当在±2dB 范围内，且相互间相差也在±2dB 范围内。

A3.2.8 探头中不激活元件的总数及相邻的不激活元件数应经约定并在书面规程中明确。这一数字在原始状态和使用过程中验证时可以不同。一些相控阵探头可能有几百个元件，甚至新的相控阵探头也可能发现不激活元件。这是因为，尺寸不到 1mm 的元件在制造时以确保其电气连接。

A3.2.9 允许的不激活元件的数量应根据其它性能的表现而定（例如：所用聚焦法则的聚焦和转向限度）。对相控阵探头不激活元件的数量没有简单的规定。通常情况下，如果不激活元件数量超过了总量的 25%，灵敏度和转向能力将会受到影响。同样，允许的相邻不激活元件的数量应当由应用所要求的转向和电子光栅分辨率来决定。

A3.2.10 比较评定时的稳定耦合是基本的要求。如果使用接触方式，且元件评定时产生了超过±2dB 范围的信号，应检查耦合并再次测试。如果仍在可接受的范围之外，应从服务中移去探头，经过纠正后才能继续使用。测试使用固定的水/钢界面的水声程，这将减少耦合变化。

WWW.STDBOOK.ORG

（第 390.9 页）

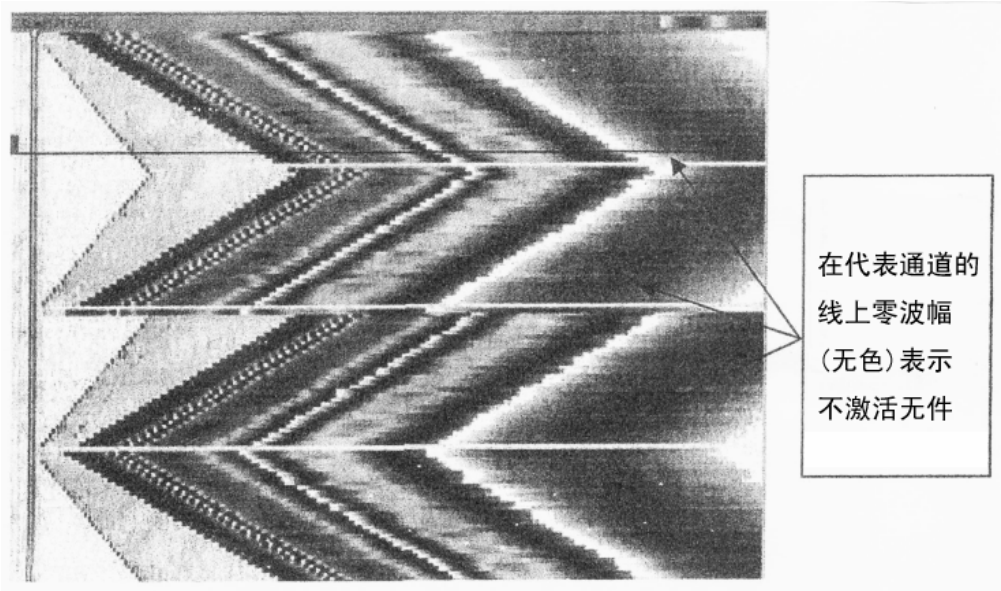


图 A3.1 相控阵或电缆的连续性显示

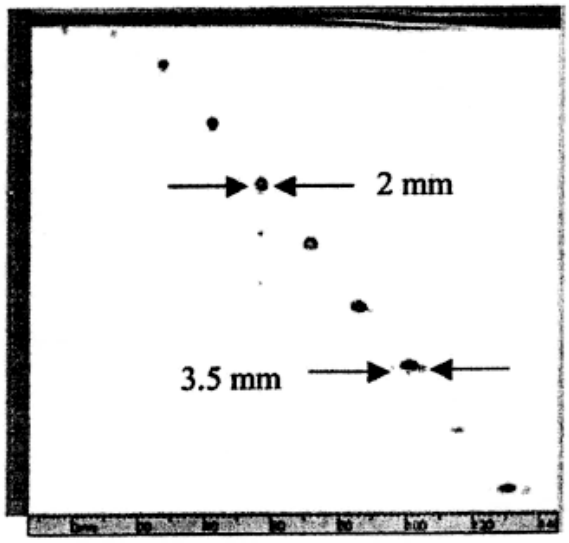


图 A4.1 动态深度聚焦算法的 B 扫描投影图像

A3.2.11 从服务中移去探头之前，应调换另一根测试用电缆，以确认元件不激活不是由于电缆不好。

A3.2.12 多股接触器单独测试可使用电缆连接接头。这些连接接头可以直接连接到相控阵仪器上，验证所有输出通道是否激活，或可连接到电缆的探头端，表明连接电缆中单个同轴连接器的连续性。图 A3.1 说明在相控阵仪器或电缆中识别不激活通道显示的例子。

A4 相控阵聚焦能力的评定

A4.1 引言

A4.1.1 超声波束的聚焦是基于众所周知的原理。然而，与单元件探头不同，相控阵系统可以经过配置，在某个声程范围内以发射和接收两种模式聚焦。聚焦算法的有效性可以通过测定波束的尺寸来评定。这类似于附录 A 1 所描述的波束外形分析。聚焦极限是探头参数所固有的，且受制于相控阵超声波仪器的最小时间延迟能力。

A4.2 测试设置

A4.2.1 对被评定的聚焦法则配置相控阵系统，并如图 A1.1 所示把相控阵探头与有倾斜横钻孔的试块进行声耦合。这个方法可以用于折射楔块的横波模式和有或没有延迟线的纵波模式的评定。

A4.2.2 通过本方法评定个单一的折射角的聚焦。使用多种角度，应分别对每个角度的聚焦能力进行评定。

A4.2.3 在受检平面中使用电子或编码的机械扫查时，如图 A4.1 所示，在一个深度修正的 B 扫描投影图像中，收集和显示整个波形。

A4.2.4 根据最大波幅下降 dB 数和投影图像的直径与实际横钻孔机加工直径的比较，来评定

聚焦算法的有效性的评估。

A4.2.5 可由横钻孔过大的最大尺寸协议来决定聚焦算法的工作范围。例如，如果使用 2mm 直径横钻孔，在 B 扫描中用 6dB 下降法测量直径，工作范围可规定为深度或声程距离，在该范围内用 6dB 法测得的直径小于二倍实际直径。

A4.2.6 要求得到孔直径和焦点尺寸的实用限度。聚焦波束的实用焦点不能小于所用波长的 1.5 倍。钢中 5MHz 的纵波波长约为 1.7mm。焦点尺寸是声程的函数；孔越深，聚焦能力越弱。

A4.2.7 为了使尺寸评定有意义，采样间隔必须比评定靶标小。推荐在一个孔直径距离上至少采样 4 次。例如，对于一个 2mm 直径的横钻孔靶标，机械编码器的采样间隙应为 0.5mm，或电子扫查的步长在每个聚焦法则之间应不超过 0.5mm（这是由探头的元件节距限定的）。

A5 相控阵参数和数据显示的计算机控制的评定

A5.1 引言

A5.1.1 相控阵波束控制是基于费马（Fermat）原理，即声波沿时间最短的路程传播。这一原理用于从相控阵探头的元件发射的波阵面到规定的位置的声程的射线跟踪，计算为将波束指向规定位置而在电子计时器件中所需的延迟。使用费马原理,通过输入材料的声速来计算折射角和焦点位置。如果材料的声速是正确的，计算的波束位置也是正确的。计算的精度是几个可变量的函数，包括：材料的声速，探头部件的尺寸（元件尺寸，支配频率，扩散，在延迟线或楔块中的传播距离）和影响必要的相位干涉模式的脉冲发生器的计时精度。如果所有变量都准确地输入适当的方程式，波束应有精确的指向。在计算机控制系统中，操作人员得到的凭证仅仅是数据显示。这个显示是从靶标上得到信号，并显示在二维或三维坐标系统中。在显示器上将理论绘图位置与实际已知位置相关联，是评定变数组合与计算机算法有效性的唯一有效方法。

A5.2 测试设置

A5.2.1 用一个名义频率 5MHz 的接触式线性相控阵探头，具有至少 16 个元件，节距不超过 1mm，将软件配置成 2 个单独的 S 扫查，一个为 ±30，钢中焦距为 25mm（也就是说，聚焦在钢中 25mm 的声程上），另一个为±30，钢中焦距为 50mm（也就是说，聚焦在钢中 50mm 的声程上）。对二种配置，角度步长间隔编程为 0.5，且所有聚焦法则均应使用 16 个相邻元件。

A5.2.2 确保数据收集数字化频率至少为 80MHz。

A5.2.3 在钢质试块中准备一系列的横钻孔，钢质试块声速已按 E 494 测定。这个速度值将用于聚焦法则中。

A5.2.4 如图 A2.1 所示进行探头与试块的声学耦合和对齐，使元件阵列中心与孔中心线对齐。

A5.2.5 对 25 毫米焦距孔进行扫描并保存 S 扫描。

A5.2.6 对 50 毫米焦距孔进行扫描并保存 S 扫描。

A5.2.7 使用计算机显示器上的光标评定，并在表格中记录深度、到中心线的偏移和到横钻孔的角度。对于 50mm 半径横钻孔，使用在 50mm 处配置的聚焦法则，对于 25mm 半径横钻孔，使用在 25mm 处配置的聚焦法则。

A5.2.8 将用软件评定得到的值与试块中孔的物理位置进行比较。显示在计算机显示器上的声程距离应为孔位置的±O.5mm 范围内。孔的深度和偏移位置应在±O.5mm 范围内，所有孔的角度应在±1 范围内。

A6 相控阵楔块衰减和延迟补偿的评定

A6.1 引言

A6.1.1 当采用电子或扇形扫查时，在每个脉冲发生器和接收器电子器件之间的差异和探头元件之间的差异可能导致聚焦法则之间的微小的增益差异。另外，生成效率随角度变化，偏移楔块的“自然”角度后将下降。当使用延时线或折射楔块时，楔块内的声程差异将使某些聚焦法则要求更大或更小的放大器增益。需要一种增益变化的补偿方法，将电子器件或 S 扫描中的聚焦法则“归一化”。

A6.1.2 当相控阵探头使用延迟线或折射楔块时，对波束转向和投影显示的计算依赖费马原理。这就要求操作人员确定探头元件的空间位置。这确保能准确知道楔块内到钢界面的声程长度。要验证操作人员使用的提供正确的深度计算的坐标。这可以保证显示软件正确地定位检测到的显示。

WWW.STDBOOK.ORG

（第 390.11 页）

A6.1.3 对衰减和延迟时间的差异的补偿可以一次对一个聚焦法则进行，或软件可以配置，进行动态补偿。（译注：本段以下内容与 A5.2.7 后半段内容相同，应为编辑错误，删除）

A6.2 楔块衰减的补偿

A6.2.1 本指南适用于采用 1D 线性阵列探头的 E 扫查或电子光栅扫查的楔块衰减补偿的评估。

A6.2.2 配置相控阵系统，使用在电子光栅扫查应用中要用的聚焦法则。

A6.2.3 将相控阵探头与已知的深度的横钻孔试块进行声学耦合。IIW 试块上 1.5mm 横钻孔是一个方便的靶标。

A6.2.4 对配置的第一个聚焦法则，选择 A 型扫描，前后移动探头，找到横钻孔的最大信号位置。

A6.2.5 将横钻孔的响应调到 80%全屏高度（FSH），并将参数保存到聚焦法则文件。

A6.2.6 对每个聚焦法则重复这一过程，找到横钻孔的最大信号位置，将横钻孔的响应调到 80%全屏高度，完成后保存配置文件。

A6.2.7 另外，这一过程可以计算机化，灵敏度调整的动态评估由计算机计算。一个动态评估将只要求操作人员在横钻孔上来回移动探头，确保所有聚焦法则的波束通过横钻孔。相控阵系统计算楔块衰减的修正，确保每个聚焦法则测得的横钻孔波幅调整到相同的幅度。

A6.2.8 楔块衰减补偿，要求有一个恒定的钢声程，以保证只对起作用的楔块变化进行评估。对于 1D 线性阵列探头的 S 扫描，单个的横钻孔，对每个角度均改变钢声程，因此不适合这一任务。建议的靶标是一个类似 IIW 试块的 100mm 半径曲面。对于 S 扫描，可用 A6.2.2 到 A6.2.6 的步骤来替代有合适半径的横钻孔。S 扫描配置所用的半径也提供了在角度变化中回波传送效应的校准。

注 6.1 – 如果得不到合适的补偿，例如，当角度范围大而信号幅度不能得到有效的补偿，那么，角度范围必须减小，直到可能得到补偿。

A6.2.9 各种楔块和扫描类型配置如图 A6.1 所示。

A6.3 楔块延迟补偿

A6.3.1 当 E 扫查或 S 扫描使用角度折射楔块，或当 S 扫描使用固定的厚度延迟线，楔块材料中的声程对每个聚焦法则都不相同。要求对此延迟时间差进行补偿，以确保检测到的显示能在投影扫描显示正确定位，即在试件中的深度和角度能正确绘制。

A6.3.2 配置相控阵系统，使用用于在 S 扫描或电子光栅扫描应用的聚焦法则。

A6.3.3 将相控阵探头与曲率半径的试进行块声学耦合。IIW 试块上 50mm 或 100mm 半径曲面是方便的靶标。

A6.3.4 对配置的第一个聚焦法则选择 A 扫描，前后移动探头找到从选定半径的最大信号位置。

A6.3.5 调节延迟设定使在金属中的声程能正确显示所用的半径，保存聚焦法则参数。

A6.3.6 对扫查设定中的每个聚焦法则重复这一步骤。调整好每个延迟时间后，保存参数设定。

A6.3.7 另外，这一过程也可计算机化，使延迟调整的动态评估由计算机计算。一个动态评估将只要求操作人员在半径中心前后移动探头，确保所有使用的聚焦法则的波束中心以其合适的角度在半径曲面上达到峰值。

A6.3.8 小角度纵波聚焦法则可以用一块定制的试块进行楔块延迟补偿。

A6.3.9 各种楔块的探头移动和配置扫查类型见图 A6.2。

A7 相控阵仪器线性的评定

A7.1 引言

A7.1.1 相控阵超声仪器的的单个脉冲发生器和接收器部件的基本操作，与任何单通道超声波仪器是相同的。要求达到的线性要求可采用 E317 所叙述的内容。然而由于所有相控阵仪器数字控制的性质和多脉冲发生器和接收器的使用，要求相控阵仪器的线性的评定与传统的单声道仪器有所不同。

WWW.STDBOOK.ORG

（第 390.12 页）

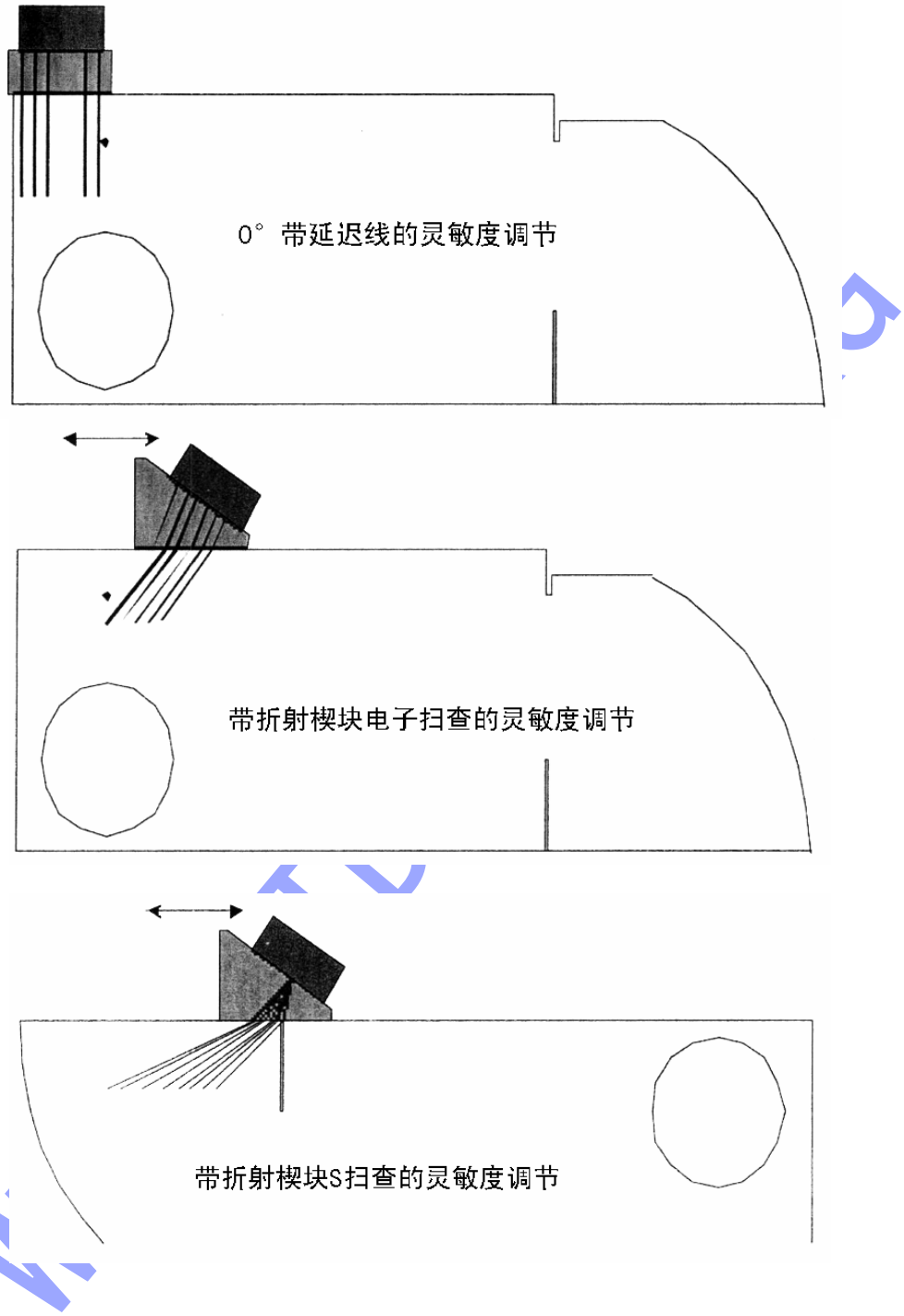


图 A6.1　补偿楔块衰减在横钻孔上得到最大信号的扫查移动

（第 390.13 页）

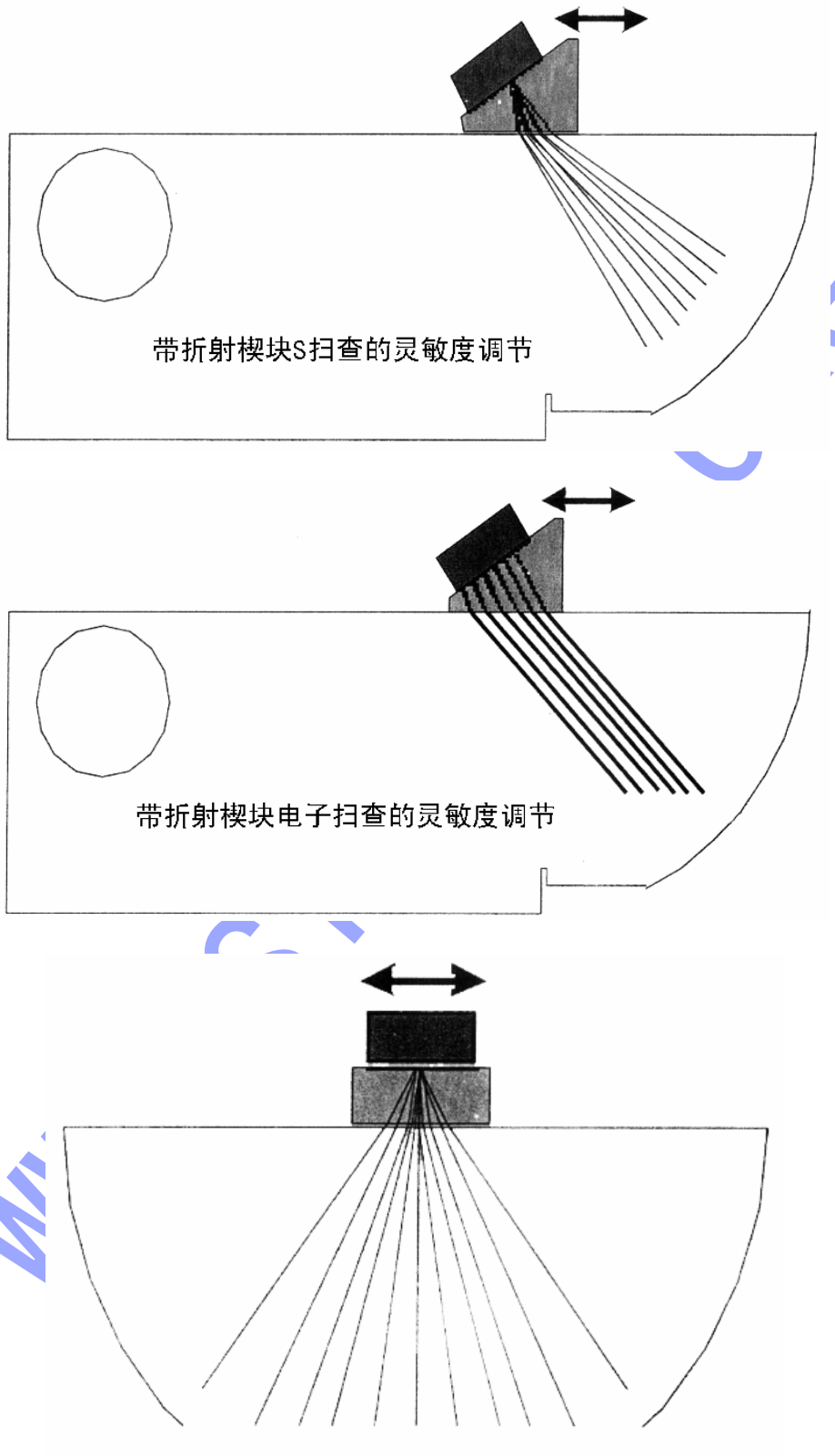


图 A6.2　对曲面扫描的延迟调节

（第 390.14 页）

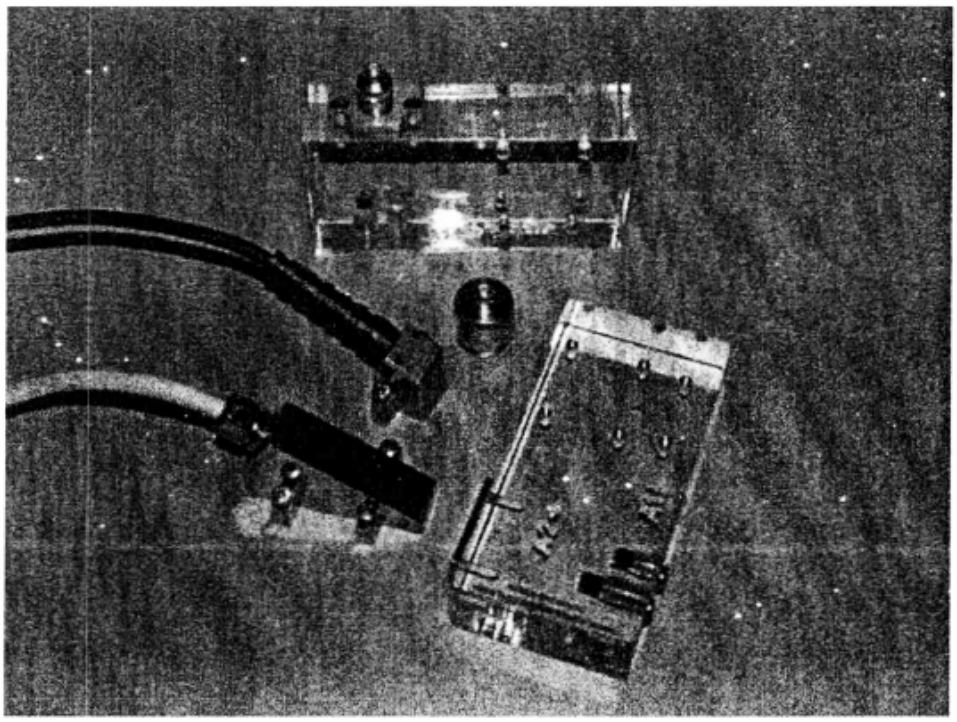


图 A7.1 相控阵仪器和探头评定用定制的线性试块

A7.2 测试设置

A7.2.1 配置相控阵仪器为显示 A 扫描显示。

A7.2.2 调整 A 扫描时基线以适应验证线性所选的脉冲回波显示范围。选用类似 E317 所述的线性试块，提供信号来评定仪器的线性。这样的试块（见图 A7.1 所示）有一个单元件安装在上面。

A7.2.3 选择脉冲发生器的频率和带通滤波器参数，使得用于验证线性的（单元件）探头的脉冲回波信号响应为最佳状态。

A7.2.4 设置接收增益，使显示高度和幅度控制线性评定的信号在有关范围内没有饱和。

A7.3 显示高度线性

A7.3.1 把探头（横波或纵波）连接到相控阵仪器上，与任何试块耦合，产生两个如图 A7.2 所示的信号，调整探头，使这两个信号的波达到显示屏高的 80%和 40%。如果相控阵仪器具有在脉冲回波模式下处理单元件探头的功能，可在定制试块中加入两个声阻抗可调的平底孔（如图 A7.1）来提供这样的信号。

A7.3.2 增大接收器增益，使较大的回波为 100%显示屏高。在此增益设置下，记录较小回波的高度。

注 A7.1 —对于 8 位数字化系统，这个值应为 99%，到 100%会产生饱和信号。

A7.3.3 以 10%显示屏高为步长，将较高回波逐步减小到 10%显示屏高，并记录每一步的较低回波的高度。

A7.3.4 使较大的信号返回到 80%显示屏高，确保较小的信号并没有因为耦合变化偏离 40%显示屏高。如果第二信号变化大于 41%或低于 39%显示屏高，应重复试验。

A7.3.5 在 10%到 100%（如饱和，应为 99%）显示屏高范围内，两个反射体的回波应保持 2 比 1 的关系，±3%显示屏高的差异是可以接受的。

A7.3.6 结果记录到仪器线性表中。

A7.4 波幅控制线性

A7.4.1 一台 16/64（译注：有 64 个元件，每 16 个元件为一组）的相控阵仪器有 16 个脉冲发生器和接收器，用于激活 64 个元件。检查每个脉冲接收器组件，以确定该仪器放大能力的线性。

WWW.STDBOOK

（第 390.15 页）

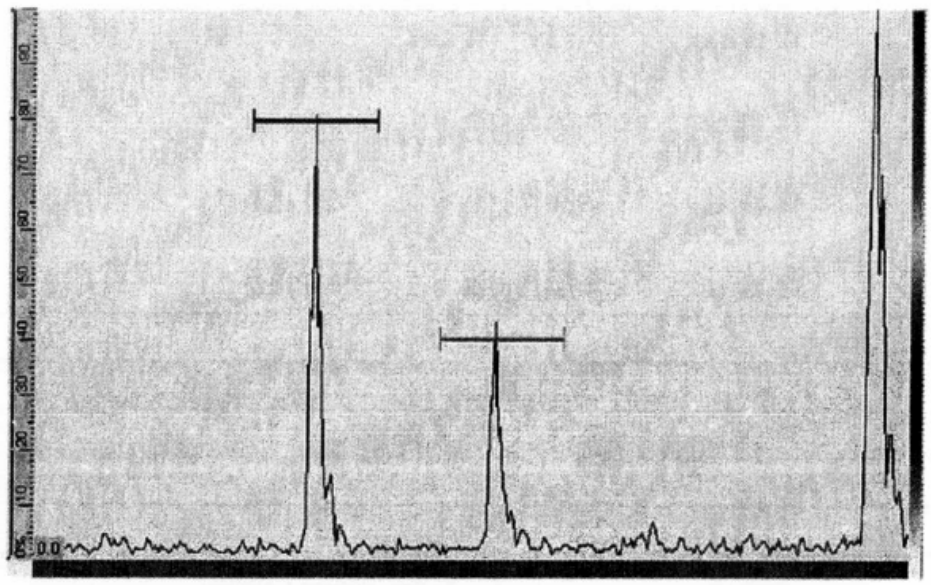
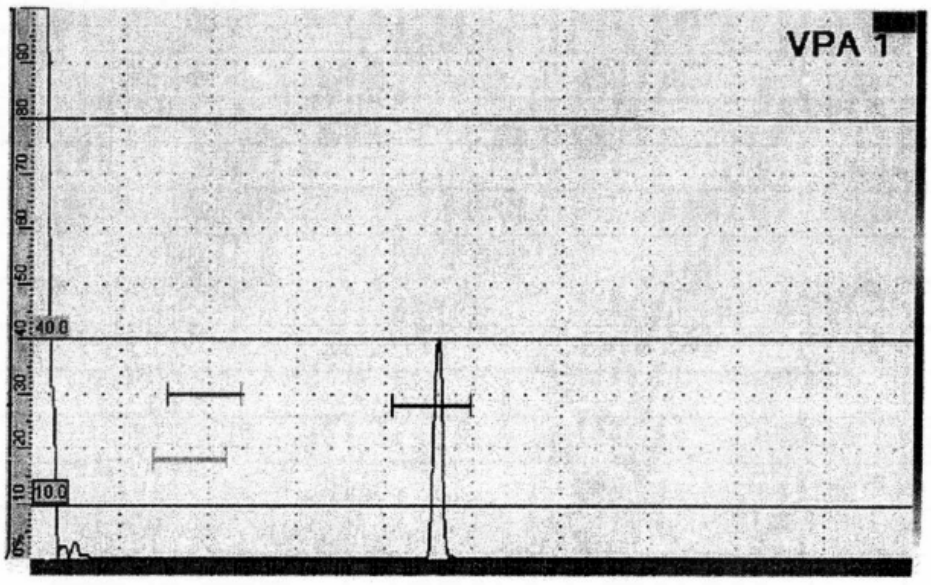


图 A7.2　显示高度线性



A7.3　在相控阵仪器通道 1 上的底波的 A 扫描显示

A7.4.2　选择一个平的（垂直入射）线性阵列相控阵探头，该探头的元件至少应与控阵超声波仪器的脉冲发生器一样多。

A7.4.3　使用这种探头，配置相控阵超声波仪器，使用电子光栅扫查。每个聚焦法则包括一个元件，从 1 号元件开始扫描，直到与相控阵仪器具有的脉冲发生器数量对应的元件号结束。

A7.4.4　将探头耦合到适当的表面，获得每个聚焦法则的脉冲回波。IIW 试块上的 25mm 厚度回波或图 A7.1 所示定制线性试块上的 20mm 厚度回波提供了适用的靶标。另外，可以使用水浸法测试。

A7.4.5　选择相控阵仪的 1 号脉冲接收器。使用 A 扫描显示，监察所选定靶标的回波响应。调整增益，使信号达到 40％的屏幕高度。如图 A7.3 所示。

A7.4.6　分别将接收器增益增加 1dB、2dB、4dB 和 6dB。每次增加增益后应再去掉所加的增

（第 390.16 页）

表 A7.1 线性核查报告表

位置：			日期：		
操作：			签名：		
仪器：			耦合剂：		
脉冲发生器电压(V)：	脉冲持续时间(ns)：		接收器(带宽)：	接收器平滑：	
数字化频率(MHz):			平均：		
显示高度线性			波幅控制线性		
大信号(%)	小信号允许范围	小信号实际值	显示高度	dB	允许范围
100	47-53		40	+1	42-47
90	42-48		40	+2	48-52
80	40	40	40	+4	60-66
70	32-38		40	+6	77-83
60	27-33		40	-6	47-53
50	22-28				
40	17-23				
30	12-18				
20	7-13				
10	2-8				

波幅控制线性通道测量结果(记录结果不在允许范围内的通道)															
通道(对 32 或 64 脉冲接收器的仪器，如需要，可再增加)															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

时基线性(用 IIW 试块 25mm 厚度)									
回波次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
厚度	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
测得的间隔										
允许的偏离±0.5mm (是/否)										

WWW.STDBOOK.ORG

（第 390.17 页）

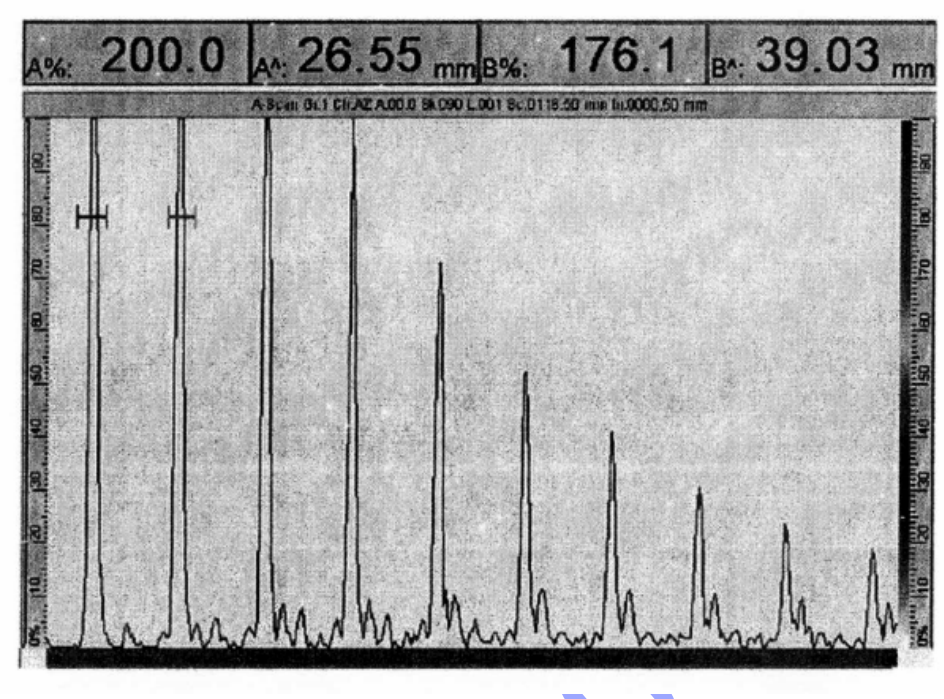


图 A7.4　A 扫描水平线性

益，以保证信号已回复到 40%显示高度。以显示高度的百分数记录实际信号高度。

A7.4.7　调节信号为 100%显示高度，去掉 6dB 增益，以显示高度的百分比记录作为实际信号高度。

A7.4.8　单个信号波幅应落在表 A7.1 所要求的显示屏高的±3%之内。

A7.4.9　对所有其他脉冲接收器通道重复 A7.4.5 到 A7.4.7 的步骤。

A7.4.10　对于具有 10 位或 12 位数字化和配置成在一个闸门区域中读取比屏显可见幅度更大的幅度的仪器，可采用更大的检查范围。对这些仪器，可用闸门输入替代 A 扫描显示进行线性评估。

注 A7.2 – 如图 A7.4 看到的是一个幅度大于 100%显示高度的例子。其中 A%表示 200%的信号和门 B%表示 176%。

A7.5　时基线性（水平线性）

A7.5.1　配置相控阵仪器，显示 A 扫描。

A7.5.2　选择任一纵波探头，配置相控阵仪显示一个合适的范围，获得从已知的厚度试块上的至少 10 个回波。IIW 试块上的 25mm 厚度回波适用于这个测试。

A7.5.3　设置相控阵仪器的模-数的转换率为至少 80MHz。

A7.5.4　将探头耦合到试块，A 扫描图至少显示 10 次清晰回波，如图 A7.4 所示。采用显示软件来评估相邻底面回波信号的间隔。

A7.5.5　试块的声速按 E494 所描述的方法确定，并输入到显示软件，配置显示为读出距离（厚度）。

A7.5.6　使用参照和测量光标确定前 10 个回波之间的间隔并记录。

A7.5.7　按照一个允许误差确立可接受的线性，该允许误差为根据模数转换率转换成的等值距离。例如，在 100MHz 时，时基线上每 10ns(纳秒)有一次采样。对声速为 5900m/s 的钢而言，时基线上每 10ns 进行一次脉冲回波模式采样，表示 30μm。大多数模数转换系统应能达到±3 计时样本的误差。某些误差应为速度测定的误差（约 1%）。对钢而言，多次回波的误差不应超过 ±0.5mm。

A7.5.8　表 A7.1 说明线性检查记录表的例子。

WWW.STDBOOK.CN