ICS 75－010
E 10
备案号：27513—2010

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6755—2009

在役油气管道对接接头超声相控阵及多探头检测

Inspection of butt joints of in-service oil and natural gas pipeline by ultrasonic phased and multi-probes

2009－12－01 发布　　2010－05－01 实施

国家能源局　发布

目　　次

前言 …… Ⅱ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　检测人员 …… 2
5　超声设备、探头及试块 …… 2
6　检测系统的调试 …… 2
7　现场检测 …… 4
8　评定 …… 5
9　报告和存档 …… 6
附录 A（规范性附录）　参考试块的制作原则 …… 7
附录 B（规范性附录）　表面声能损失差的测定 …… 10
附录 C（规范性附录）　自动超声波检测系统的调试 …… 11
附录 D（规范性附录）　钢管中声速的测定 …… 13
附录 E（资料性附录）　管道对接接头超声波检测报告 …… 16
参考文献 …… 18

前　言

本标准广泛参考国内外有关标准，并结合我国长输管道焊缝检测的实践编制而成。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 为规范性附录，附录 E 为资料性附录。

本标准由石油工业油气储运专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油管道研究中心、中国石油管道沈阳技术分公司、中国石油西安管材研究所。

本标准主要起草人：王维斌、朱子东、刘哲、田国良、刘广文、巨西民。

在役油气管道对接接头超声相控阵及多探头检测

1 范围

本标准规定了采用超声相控阵及多探头检测系统，对石油天然气在役管道对接接头的检测。

本标准适用于具有多通道、声聚焦、分区扫查与衍射波时差法或脉冲反射法与衍射波时差法相结合的计算机采集数据超声波检测系统。

本标准适用于钢制管道壁厚为6mm～50mm、管径大于或等于57mm对接接头的检测，不适用于内外径之比小于80%的钢质管道制管对接接头的检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

SY/T 4109　石油天然气钢质管道无损检测

ASTM E－317　不采用电子测量仪器评价脉冲回波式超声波检测系统工作性能的方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

缺欠　imperfection

按本标准检测方法，所检测的金属不连续、不致密或不良现象。

3.2

缺陷　defect

按本标准检测超过规定限值的缺欠。

3.3

衍射波时差法（TOFD）　time of flight diffraction

利用缺欠端点衍射的纵波探测和测定反射体尺寸的检测技术。

3.4

直通波　lateral wave

TOFD技术中特有的一种波型，在材料表面下以最短路径传播的纵波信号。

3.5

分区扫查　zone discrimination scanning

将焊缝沿厚度方向分成若干个区，每个区用一对或两对聚焦探头（声束）检测，同时采用非聚焦探头（声束）检测。扫查器在管道环向扫查一周，即可对整个焊缝厚度方向的分区进行全面检测。

3.6

超声相控阵　ultrasonic phased array

超声波换能器晶片的阵列组合，相位转换是通过电子系统控制晶片的激发时间实现的，每一个晶片的激发时间可以单独调节，所有晶片发射的超声波形成一个整体波阵面，能够实现动态聚焦，能有效地控制发射超声束（波阵面）的形状和方向。它为确定不连续性的形状、大小和方向提供出比单个

或多个换能器系统更大的能力。

3.7

小径管　small diameter tube

外径小于或等于 100mm 的管子。

4　检测人员

检测人员必须经过专业技术培训，取得相应资格并获业主单位认可，方可从事检测工作。

5　超声设备、探头及试块

5.1　超声设备

5.1.1　计算机采集数据超声波检测系统分为半自动超声波检测系统和自动超声波检测系统。

5.1.2　超声系统应符合下列规定：超声系统应提供足够数量的检测通道，能保证扫查时对整个对接接头体积进行全面检测。仪器的线性应按照 ASTM E－317 的规定确定，每 6 个月校准一次，垂直线性误差小于或等于满幅度的 5%，水平线性误差小于或等于满刻度的 1%；闸门的位置、宽度及电平任意可调。

5.1.3　记录系统应符合下列规定：

a）应采用编码器记录焊缝扫查的位置，并配置校正系统。记录系统应清楚地指示出缺欠相对于扫查起始点的位置，误差为 ±10mm。

b）扫查记录采用 A 扫描、B 扫描及 TOFD 显示方式，也可增加扇形扫描、C 扫描及 P 扫描显示。检测结果应显示在扫查记录上。

c）采用 TOFD 技术时，记录系统应能作 256 级灰度显示并且能够记录全射频 R－F 波型。

5.2　探头

5.2.1　探头分为相控阵探头和常规探头。

5.2.2　探头应标出厂家的名称、探头类型、入射点、入射角或折射角、楔块声速、频率及晶片尺寸，聚焦探头应标出焦柱尺寸。探头的选择应符合检测技术要求。

5.2.3　探头阵列的设计应根据被检焊缝坡口参数而定。

5.2.4　探头楔块表面形状应与管道表面曲率相吻合。

5.3　试块

5.3.1　试块主要用于检测定位、确定基准灵敏度、校准检测系统及监视系统的运行状况，分为校准试块和参考试块。

5.3.2　校准试块（标准试块）：采用 SY/T 4109 中的 SGB 试块，用于半自动超声波检测系统性能的测试，也用于对环向对接接头检测时，制作距离—波幅曲线及灵敏度校验。

5.3.3　参考试块（对比试块）：分为两种，一种用于制管对接接头检测的参考试块，一种用于环向对接接头检测的参考试块。

参考试块的制作原则见附录 A。

6　检测系统的调试

6.1　半自动超声波检测系统的调试

6.1.1　半自动超声波检测系统采用一对相控阵探头或数对常规横波斜探头，与一对 TOFD 探头组合使用，对整个对接接头进行检测。

6.1.2　距离—波幅曲线的制作：分为两种方法，一种是采用相控阵超声波方法制作，一种是采用常规超声波方法制作。

a）相控阵超声波方法制作：检测环向对接接头时制作距离—波幅曲线用 SGB 试块，检测制管对

接接头时制作距离—波幅曲线用 SGB 试块和制管参考试块，具体制作方法：

1）在 SGB 试块上校准楔块延迟。

2）设置扇形扫查角度范围，一般角度范围为 35°～75°。

3）设置聚焦深度，一般为母材厚度的 2/3。

4）距离—波幅曲线制作：用设定角度范围的扇形扫查调节第一个反射体，使其最大波高达到满屏高度的 80%（误差为 ±5%），该波高为基准波高；然后分别调节不同深度的反射体，通过改变增益使其均达到基准波高；将不同的深度及其对应的基准波高分贝值连接起来，即可成为距离—波幅曲线。

b）常规超声波方法制作：检测环向对接接头时制作距离—波幅曲线用 SGB 试块，检测制管对接接头时制作距离—波幅曲线用 SGB 试块和制管参考试块，具体制作方法：

1）扫描线调节：应在 SGB 试块上进行，扫描比例依据工件厚度和选用探头角度来确定。

2）距离—波幅曲线制作：调节“增益”，使第一个反射体的最大波高达到满屏高度的 80%（误差为 ±5%），该波高为基准波高；然后保持灵敏度不变，依次探测其他反射体，找到最大反射波高；将不同的深度及其对应的最大波高连接起来，即可成为距离—波幅曲线。

6.1.3 探头位置、基准灵敏度及闸门的确定：

a）探头位置的确定应符合下列要求：

1）检测前理论计算出选择探头参数、数量及距焊缝中心线距离。在参考试块的模拟焊缝中心线两侧，将探头排布在扫查器中。根据焊缝的实际坡口参数，分别调整探头的位置，使整个对接接头处于最佳覆盖，即为该探头的位置。采用常规横波斜探头与 TOFD 探头组合检测制管对接接头时，常规横波斜探头不能固定在扫查器中，而采用前后移动扫查。

2）在参考试块上完好部位调节 TOFD 发射探头和接收探头的位置，使其声束轴线交点位于 2/3 壁厚，即为 TOFD 探头的位置。

b）基准灵敏度的确定应符合下列要求：

1）基准灵敏度为距离—波幅曲线的灵敏度。

2）将 TOFD 直通波的幅度调整到满屏高度的 40%～90%，而噪声电平低于满屏高度的 5%～10%，即为 TOFD 探头的基准灵敏度。

c）闸门的确定应符合下列要求：

1）TOFD 探头闸门设置：闸门的起点设在直通波前面，闸门的终点应滞后底面反射波。闸门的长度至少等于被检工件的壁厚。若检测需要，闸门的长度可将底面变型横波包括在内。

2）相控阵探头和常规横波斜探头闸门设置：闸门的起点在探头侧坡口前至少 3mm，闸门的长度至少覆盖探头对侧坡口（或盖面区、根焊区）。

6.1.4 闸门电平的设置：闸门电平不低于满屏高度的 20%，超过此幅度的信号应按第 8 章评定。

6.1.5 扫查速度应按式（1）计算：

$$v_c \leqslant W_c \cdot PRF/3 \qquad \cdots\cdots (1)$$

式中：

v_c——扫查速度，单位为毫米每秒（mm/s）；

W_c——探头在检测有效距离处的最窄声束宽度（用半波高度法测量），单位为毫米（mm）；

PRF——探头的有效脉冲重复频率，单位为赫兹（Hz）。

6.1.6 编码器位置的调试：记录反射体间的编码位置相对于实际位置的误差为 ±2mm，记录反射体的编码位置相对于扫查起点的实际位置的误差为 ±10mm。

6.1.7 表面声能损失补偿：表面声能损失差应记入距离—波幅曲线，表面声能损失差的测定见附录 B。

6.2 自动超声波检测系统的调试

自动超声波检测系统的调试见附录 C。

7 现场检测

7.1 表面条件

7.1.1 探头移动区的宽度应按检测设备、坡口型式及母材厚度而定，一般为焊缝两侧各不大于150mm 范围。

7.1.2 探头移动区内不得有防腐涂层（如环氧粉末）、飞溅、锈蚀、油垢及其他外部杂质。

7.2 焊缝检测标识及参考线

7.2.1 每道焊缝应有检测标识，在平焊位置还应有起始标记和扫查方向标记。起始标记应用“0”表示，扫查方向标记用箭头表示。通常沿介质流动方向用记号笔划定，所有标记应对扫查无影响。

7.2.2 参考线用于安装扫查器轨道或用于扫查器沿步进方向行走。在检测之前，应在管子表面画参考线，参考线在检测区一侧距焊缝中心线的距离根据检测设备而定。

7.3 耦合剂

7.3.1 应选用具有良好的透声性、易清洗、无毒无害的材料作为耦合剂。典型的耦合剂包括水、甲基纤维素糊状物、洗涤剂、机油和甘油，在零度以下可采用乙醇液体或相似的液体。

7.3.2 在试块上调节仪器和在管材检测时应采用同一种耦合剂。

7.4 扫查灵敏度

7.4.1 半自动超声波检测系统的扫查灵敏度不低于基准灵敏度。

7.4.2 自动超声波检测系统的扫查灵敏度为：

a）熔合区的扫查至少在基准灵敏度下进行。

b）体积通道的扫查灵敏度应满足附录 C 中的 C.1.3 b）和 c）的规定。

c）TOFD 通道的扫查灵敏度应不低于基准灵敏度。

7.5 系统性能的校验

7.5.1 半自动超声波检测系统的灵敏度校验：

a）检测前应采用试块对扫查灵敏度进行校验。扫查灵敏度应满足 7.4.1 的要求。

b）在检测过程中每隔 4h 以及检测工作结束后，利用试块进行校验。

1）对距离—波幅曲线的校核应不少于 3 点。如曲线上任何一点幅度下降 2dB 或 20%，则应对上一次以来所有的检测结果进行复检；如曲线上任何一点幅度上升 2dB 或 20%，则应对所有的记录信号进行重新评定。

2）TOFD 直通波的幅度应在满屏高度的 40%～90%之间，否则重新检测。

7.5.2 自动超声波检测系统的灵敏度校验：

a）检测前应采用参考试块进行校验，每个主反射体的波幅应为满屏高度的 80%（误差为±5%），TOFD 直通波的幅度应为满屏高度的 40%～90%。

b）在检测过程中每隔 2h 或扫查完 10 道焊缝之后（以时间短者为准）以及检测工作结束后，采用参考试块进行校验。每个主反射体的波幅应在满屏高度的 70%～99%之间；若主反射体的信号低于满屏高度的 70%，应对其检查的焊缝重新检测；若主反射体的信号高于满屏高度的 99%，应对其检测结果重新评定。TOFD 直通波的波高应在满屏高度的 40%～90%之间，否则重新检测。

7.5.3 编码器的校验：编码器应每月校验一次，编码器显示的编码位置应与管子焊缝上的位置相对应，其误差为±10mm，否则应重新校准编码器。

7.5.4 自动超声波检测系统的耦合监视校验：在检测过程中，记录系统的耦合监视通道显示不良区域超过缺欠最小允许长度时，应对耦合不良区域进行处理，重新检测。

7.5.5 温差的校验：系统设置前应测量被检工件声速，声速的测量见附录 D。当试块的温度与被检管件的温度差变化超过±10℃时，整个系统应重新调试。

8 评定

8.1 显示分为相关显示和非相关显示。非相关显示包括由错边、根焊和盖面焊以及坡口形状的变化等引起的显示；相关显示是由缺欠引起的显示，分为线型显示和体积型显示。

8.1.1 线型缺欠包括但不限于根部未焊透、错边未焊透、中间未焊透、表面未熔合、层间未熔合、夹渣、裂纹、外咬边、内咬边或空心焊道。

8.1.2 面积型缺欠包括但不限于裂纹、独立夹渣、引弧或熄弧时的层间未熔合。

8.1.3 体积型缺欠包括但不限于根部内凹、烧穿、独立夹渣、气孔和密集气孔。

8.1.4 非裂纹面积型缺欠按体积型缺欠评定。

8.2 根据 A 扫描中超过记录电平且颜色变化的图像或在 B 扫描、TOFD 图像中，测定缺欠的尺寸和位置，估判缺欠性质。

8.3 缺欠评定。

8.3.1 环向对接接头的缺欠评定。

8.3.1.1 符合下列条件之一的相关显示判为缺陷：

a）被判定为裂纹的显示。

b）圆周位置相同的多个相关显示，其自身高度之和大于 1/2 壁厚。

8.3.1.2 表面非裂纹线型缺欠显示，符合下列条件之一判为缺陷：

a）当壁厚小于或等于 16mm 时，缺欠自身高度大于 1/4 壁厚；当壁厚大于 16mm 时，缺欠自身高度大于 4mm。

b）在任何连续 300mm 的焊缝长度中，其累计长度大于 25mm；小径管缺欠显示累计长度超过焊缝长度的 8%。

c）外表面开口缺欠。

8.3.1.3 内部线型缺欠符合下列条件之一的显示判为缺陷：

a）当壁厚小于或等于 24mm 时，缺欠自身高度大于 1/4 壁厚；当壁厚大于 24mm 时，缺欠自身高度大于 6mm。

b）在任何连续 300mm 的焊缝长度中，缺欠显示的累计长度超过 50mm；小径管缺欠显示累计长度超过焊缝长度的 8%。

8.3.1.4 体积型缺欠的判定：

a）单个体积型缺欠显示的最大尺寸大于 3mm 时，应判为缺陷。

b）密集体积型缺欠显示区的最大尺寸大于 13mm 时，应判为缺陷。

c）根部体积型开口缺欠的显示，符合下列条件之一为缺陷：

1）缺欠自身高度大于 1/4 壁厚。

2）单个最大尺寸大于 6mm。

3）在任何连续 300mm 的焊缝长度中，其累计长度大于 13mm 时，应判为缺陷。

8.3.1.5 单面焊根部开口线型缺欠的判定：

a）当缺欠自身高度小于或等于 1/4 壁厚，且不大于 4mm 时，符合下列条件之一的显示为缺陷：

1）单个长度大于 25mm 或在任何连续 300mm 的焊缝长度中，其累计长度大于 50mm。

2）错边未焊透、根部咬边及内凹，单个长度大于 50mm 或在任何连续 300mm 的焊缝长度中，其累计长度大于 75mm。

3）小径管缺欠显示累计长度超过焊缝长度的 8%。

b）当壁厚小于或等于 16mm 时，缺欠自身高度大于 1/4 壁厚；当壁厚大于 16mm 时，缺欠自身

高度大于 4mm。

8.3.1.6 缺欠显示的累计长度，除错边未焊透、根部咬边及内凹外，符合下列条件之一的显示判为缺陷：

a）在任何连续 300mm 的焊缝长度中，缺欠显示的累计长度超过 50mm。

b）缺欠的累计长度超过焊缝长度的 8%。

8.3.2 制管对接接头的缺欠评定：

a）判定裂纹的显示为缺陷。

b）反射波幅度超过距离—波幅曲线的缺欠显示为缺陷。

8.4 维修后的对接接头仍按本标准进行检测。

9 报告和存档

9.1 扫查记录应以电子版存形式保存。

9.2 报告作为检测结果的永久性记录，其内容包括并不限于：工程名称、焊口编号、坡口型式、材质、规格、验收标准、检测人员（级别）、审核人员（级别）、检验日期、评定结论、检测单位盖章以及业主提出的其他要求等。报告格式参见附录 E。

9.3 扫查记录和报告应按规定要求存档，至少应保存 7 年。

附 录 A
(规范性附录)
参考试块的制作原则

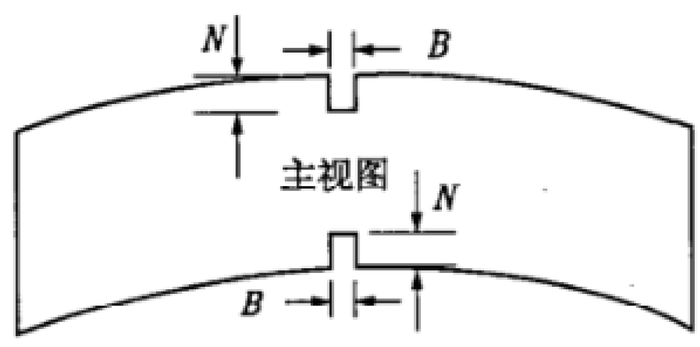
A.1 制管对接接头的参考试块

参考试块制作符合下列原则：

a) 参考试块的材料应为被检管道的一段，也可以用与被检管道规格相同、声学性能相似的材料制作。试块的材料在 ϕ2mm 平底孔灵敏度检测时，不得出现大于 ϕ2mm 平底孔回波幅度 1/4 的缺欠信号。

b) 在参考试块模拟对接接头中心线上，内外表面各加工一个方槽，方槽与对接接头中心线平行，且方槽中心线与对接接头中心线重合。槽长为 50mm（误差为 ±0.1mm）；槽宽为 1mm；槽深为 5%t±15%（t 为母材厚度），但不得小于 0.3mm±0.05mm。

c) 参考试块上人工反射体布置见图 A.1。



槽长—50mm；槽宽 B—1mm；
槽深 N—5%t±15%（t 为母材厚度）

图 A.1 制管对接接头参考试块的形状和尺寸

A.2 环向对接接头的参考试块

环向对接接头的参考试块主要用于自动超声波检测系统调试和校验，也可用于半自动超声波检测系统 TOFD 调试、探头位置布置及测试声耦合损失。采用半自动超声波检测系统检测时，参考试块仅需制作表面槽和附加反射体。采用自动超声波检测系统检测时，必须按 A.2.1 制作参考试块。

A.2.1 参考试块制作符合下列原则：

a) 参考试块的材料应为被检管道的一段，也可以用与被检管道规格相同、声学性能相似的材料制成。试块的材料在 ϕ2mm 平底孔灵敏度检测时，不得出现大于 ϕ2mm 平底孔回波幅度 1/4 的缺欠信号。

b) 参考试块制作应根据检测项目的焊接工艺等要求进行，并应符合试块产品技术条件。

c) 根据焊缝坡口型式及焊接层数来分区，每个区高度宜为 1mm～3mm，设置两个对应的人工反射体用来调节灵敏度和缺欠定位。该反射体为主反射体，采用聚焦探头检测。

d) 人工反射体的设置应符合下列要求：

1) 在坡口面上设置人工反射体，其直径应为 ϕ2mm～ϕ3mm 的平底孔。平底孔中心线应垂直于坡口面且在坡口面长度方向等分。

2) 在外表面的熔合线上设置方槽，其深为 1mm、宽为 2mm、长为 10mm～20mm。也可在根焊区设槽，长度为 10mm～20mm，其深度和角度应与被检焊缝根部坡口型式一致。

3) 在焊缝中心线上设置一个直径为 2mm 的通孔或制作一个宽 1mm、长 5mm 的通槽，该孔或槽中心线应与焊缝截面中心线相重合且垂直于管壁。

4) 必要时，可在钝边处设一个平底孔，其中心线垂直于钝边并与钝边中心线重合。

e）人工反射体在水平方向的布置应使显示信号达到独立的程度，邻近区反射体不得互相干扰。

f）除 A. 2. 1 d）对人工反射体的最低要求外，也可增加附加反射体，但不得与规定的反射体相抵触。

g）人工反射体允许误差为：

1）孔直径：±0. 1mm。

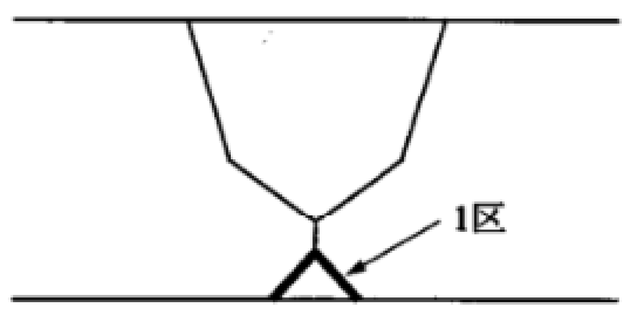
2）槽长度：±0. 1mm。

3）槽深度：±0. 2mm。

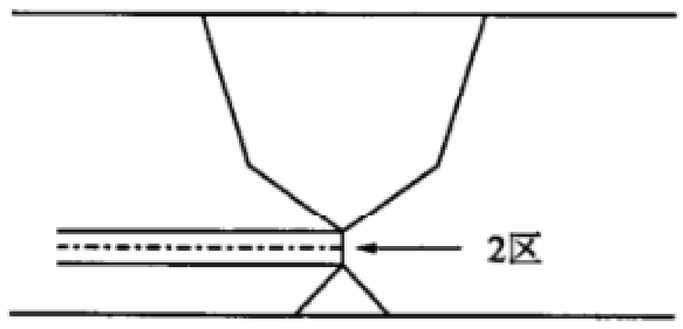
4）角度：±1°。

5）反射体中心位置：±0. 1mm。

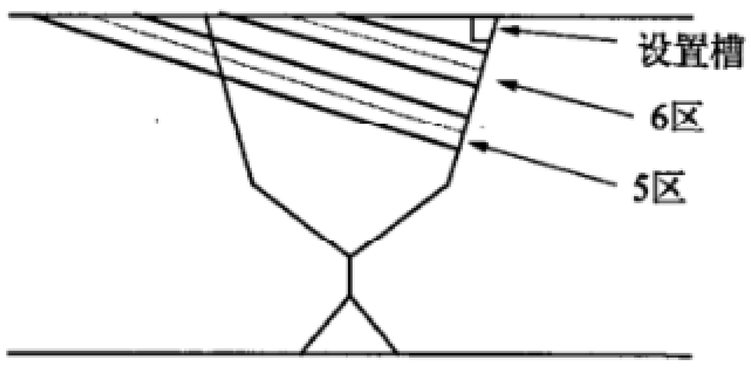
h）参考试块上人工反射体布置见图 A. 2。



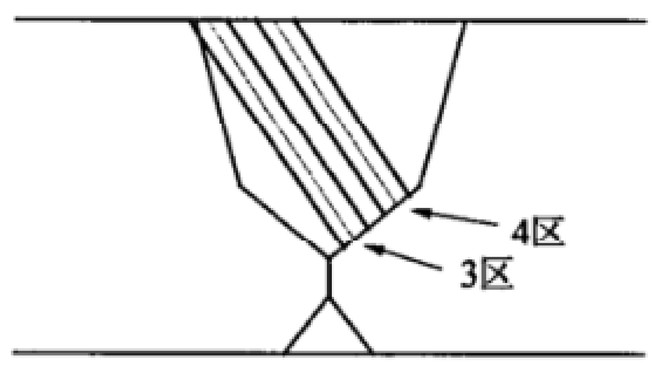
a）根焊区设置φ2mm的平底孔或槽



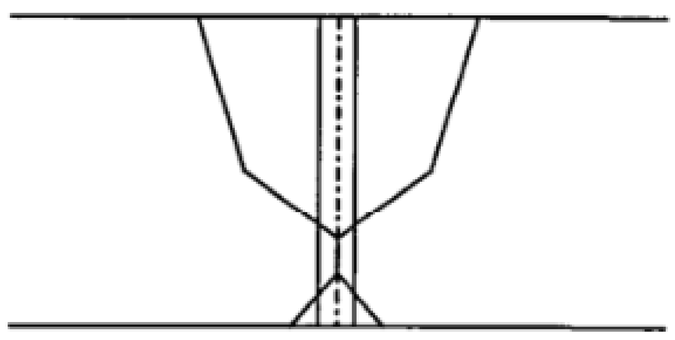
b）钝边处设置φ2mm的平底孔



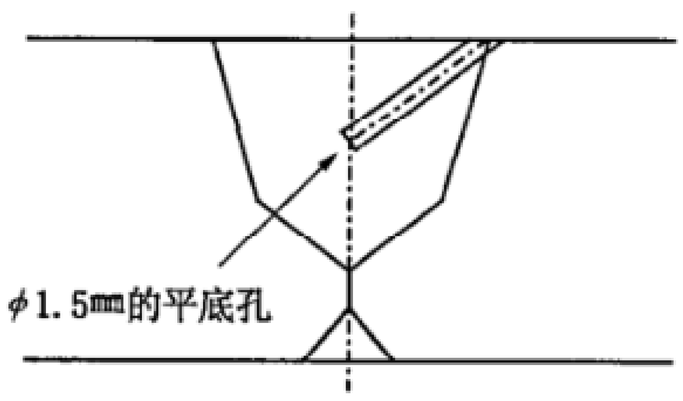
c）填充区设置φ2mm的平底孔



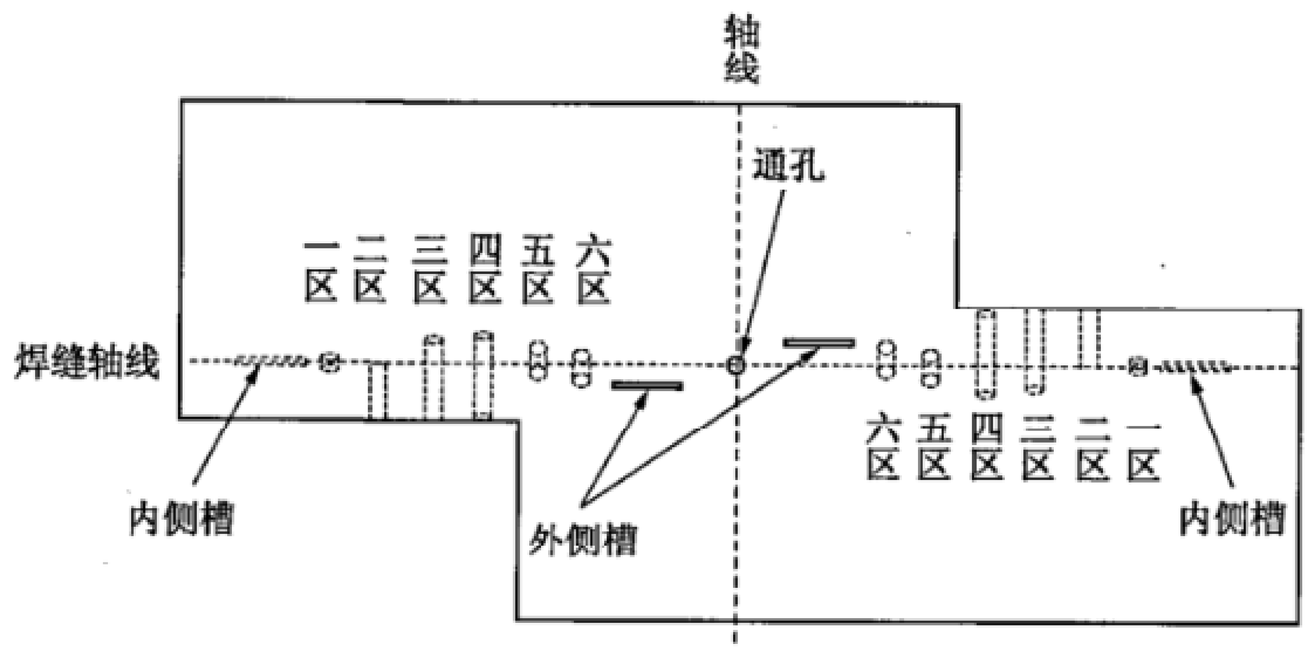
d）热焊区设置φ2mm的平底孔



e）设置φ2mm的通孔



f）在焊缝中心线上设置45° 附加反射体



g）参考试块上人工反射体分布图

图 A. 2　环向对接接头参考试块参考示意图

A. 2. 2 试块应经国家指定计量机构标定，并调试合格，方可使用。

A. 2. 3 试块应做出永久性标记。内容应包括制造厂、管径、壁厚、声速及编号等。

附 录 B
(规范性附录)
表面声能损失差的测定

B.1 用两个同型号的斜探头置于参考试块的表面上，做一发一收探测，探头间距约为实际检测时探头至焊缝截面中心距离的两倍。找到接收波的最大波幅，调节衰减器，使波高为满刻度的60%。

B.2 保证灵敏度不变的情况，用同样的方法，使斜探头置于工件上，不通过焊缝做一收一发探测，仅调节衰减器，使波高仍为满刻度的60%。衰减器的两次读数差，即为表面声能损失差。表面声能损失差的测定见图B.1。

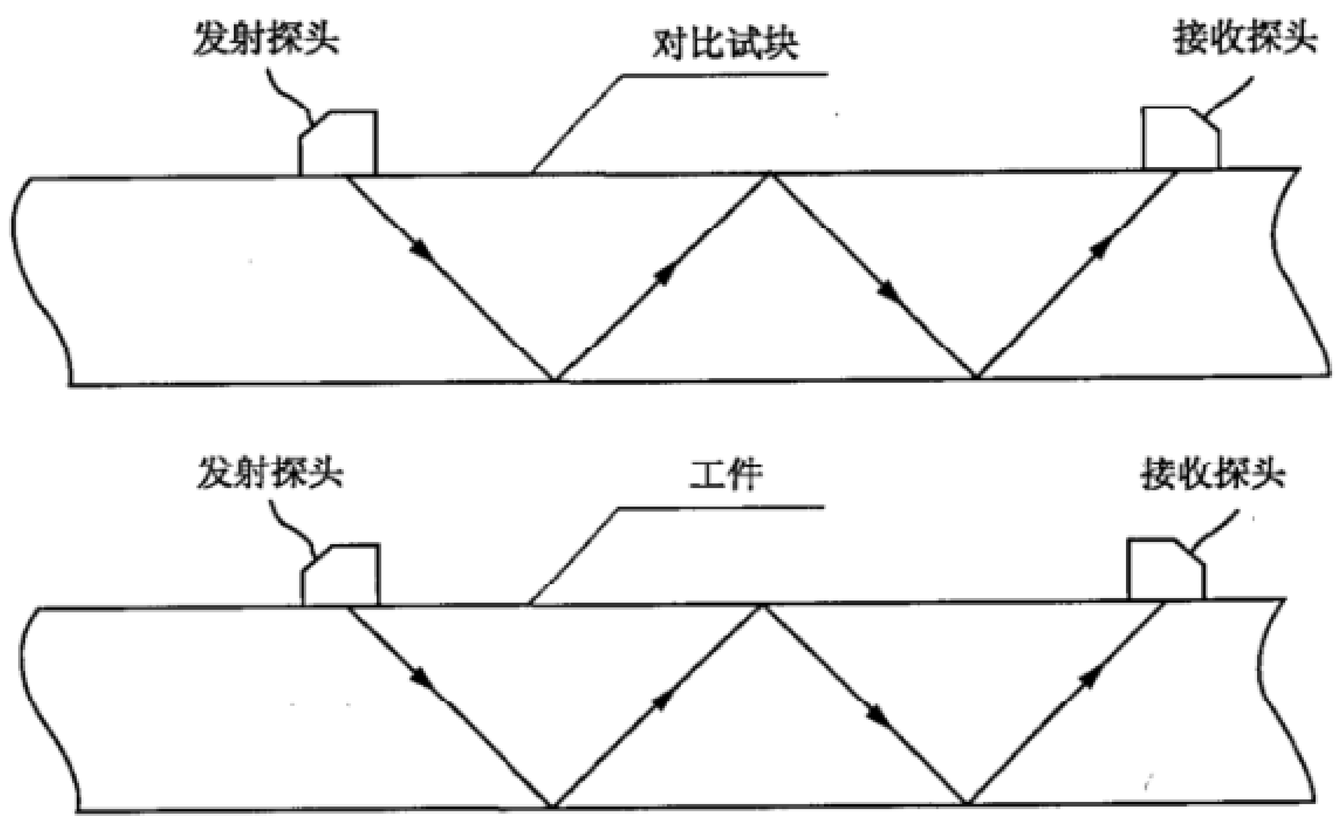


图 B.1 表面声能损失差的测定

附 录 C
（规范性附录）
自动超声波检测系统的调试

C.1 系统设置

C.1.1 检测系统设置时，应将焊缝沿厚度方向进行分区，每个区用一对或两对聚焦探头（声束）检测。此外还应采用非聚焦探头（声束）对分区进行检测。

C.1.2 探头位置和基准灵敏度的确定：

a）探头位置的确定应符合下列要求：

1）检测前理论计算出选择探头参数、数量及距焊缝中心线距离。在参考试块的模拟焊缝中心线两侧，根据反射体的位置，将探头排布在扫查器中。

2）移动扫查器，分别调整探头（声束）的位置，使每个探头（声束）对应的反射体信号均达到峰值，即为该探头的位置。

3）在参考试块上完好部位调节 TOFD 发射探头和接收探头的位置，使其声束轴线交点位于 2/3 壁厚，即为 TOFD 探头的位置。

b）基准灵敏度的确定应符合下列要求：

1）将每个探头（声束）的峰值信号调整到满屏高度的 80%（误差为 ±5%），即为该探头（声束）的基准灵敏度。

2）将 TOFD 直通波的幅度调整到满屏高度的 40%～90%，而噪声电平低于满屏高度的 5%～10%，即为 TOFD 探头的基准灵敏度。

C.1.3 闸门及扫查灵敏度设置应符合下列要求：

a）熔合区的设置：用参考试块上熔合区的反射体设置闸门和扫查灵敏度。先用一侧探头的声束对准一个主反射体，在该反射体声束的路径上设置一个闸门，闸门的起点在坡口前至少 3mm，闸门终点至少超过焊缝中心线 1mm；该区另一侧闸门的设置与上述同。扫查灵敏度为基准灵敏度。

b）填充区（含盖面区、热焊区）的设置：

1）当管子壁厚大于或等于 12mm 时，在填充区、热焊区的焊缝中心线上设置附加反射体来调节体积通道的闸门及扫查灵敏度。闸门的起点在探头侧坡口前至少 3mm，闸门的长度至少覆盖探头对侧的坡口（或盖面区）；该区另一侧闸门的设置与上述相同。扫查灵敏度一般在附加反射体基准灵敏度的基础上再提高约 8dB～14dB，但不得影响准确评定。

2）当管子壁厚小于 12mm，可用熔合区的反射体调节体积通道的闸门及扫查灵敏度。闸门的起点在探头侧坡口前至少 3mm，闸门的长度至少覆盖探头对侧的坡口（或盖面区）；该区另一侧闸门的设置与上述相同。扫查灵敏度在熔合区反射体基准灵敏度的基础上适当提高约 8dB～14dB，但不得影响准确评定。

c）根焊区的设置：用参考试块上根焊区的反射体调节体积通道的闸门及扫查灵敏度。先用一侧探头的声束对准一个主反射体，在该反射体声束路径上设置闸门，闸门的起点在探头侧坡口前至少 3mm，闸门的长度至少覆盖根焊区；该区另一侧闸门的设置与上述相同；扫查灵敏度一般在 ϕ1.5mm～ϕ2mm 平底孔的反射信号 80%满屏高度基础上再提高约 4dB～14dB，但不得影响准确评定。

d）TOFD 通道的设置：在参考试块上完好部位设置 TOFD 闸门及扫查灵敏度。闸门的起点设在直通波前面，闸门的终点应滞后底面反射波。闸门的长度至少等于被检工件的壁厚。若检测

需要，闸门的长度可将底面变型横波包括在内。扫查灵敏度为基准灵敏度。

C.1.4 闸门电平的设置：闸门电平不低于满屏高度的20%，超过此幅度的信号应按第8章评定。

C.1.5 记录的设置：每个通道的输出信号均有显示，对于每个反射体，应在焊缝中心线两侧对称显示，也可用图像（B扫描、TOFD）显示。

C.1.6 耦合监视通道的设置：在被检工件上调试耦合监视通道。将最大波调整到满屏高度的80%（误差为±5%），在此基础上提高6dB～12dB，即为耦合监视通道的灵敏度。

C.1.7 圆周扫查速度应按式（C.1）计算：

$$v_c \leqslant W_c \cdot PRF/3 \qquad \text{(C.1)}$$

式中：

v_c——圆周扫查速度，单位为毫米每秒（mm/s）；

W_c——探头在检测有效距离处的最窄声束宽度（用半波高度法测量），单位为毫米（mm）；

PRF——探头的有效脉冲重复频率，单位为赫兹（Hz）。

C.2 动态调试

C.2.1 系统经过调试设置，确定系统参数后，应使用与现场检测相同的扫查速度对参考试块进行总体扫查。

C.2.2 系统调试应符合下列规定：

a）灵敏度的调试：

1）每个主反射体的峰值信号达到满幅度的80%。

2）TOFD的直通波幅度应为满幅度的40%～90%。

b）显示记录的调试：扫查过程中参考试块上主反射体的波幅达到满屏高度80%时，其两侧临近反射体的显示波幅的变化范围为6dB～24dB，当未达到此值时应重新确定探头位置或替换探头重新调试。

c）耦合监视通道的调试：在参考试块上进行总体扫查，耦合监视通道应保证在耦合状态良好时，扫查记录上无耦合不良显示，否则应重新调试。

d）编码器位置的调试：记录反射体间的编码位置相对于实际圆周位置的误差为±2mm，记录反射体的编码位置相对于扫查起点的实际圆周位置的误差为±10mm。

附　录　D
（规范性附录）
钢管中声速的测定

D.1　总则

D.1.1　本附录规定了钢管中横波声速的测定方法。

D.1.2　本附录规定的声速测量方法适用于自动超声波检测系统；其他超声波检测设备的声速测量方法按常规方法执行，本附录不再叙述。

D.2　设备

测量横波声速宜选用以下的设备：

a）螺旋测微器或游标卡尺。

b）横波直探头（频率为5MHz，直径为6mm～10mm）。

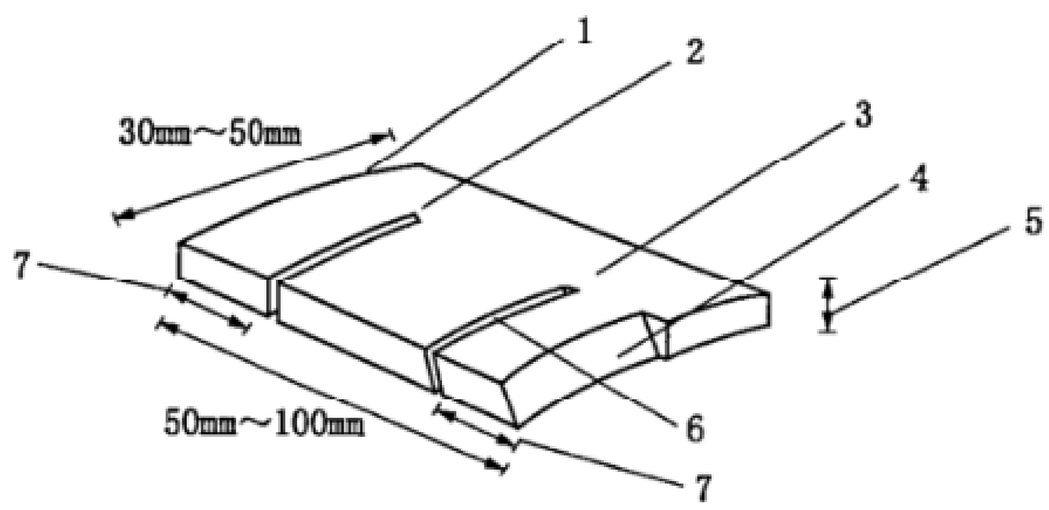
c）耦合液体（非牛顿黏性液体）。

d）数字或模拟示波器和超声脉冲发射/接收系统，也可选用自动超声波检测仪系统。系统的接收放大器不低于－6dB，频带宽度为1 MHz～10MHz，显示分辨率不低于10ns。

D.3　声速试块制作

D.3.1　声速试块的材料应在被检测的钢管上截取，测得的结果只能用于检测材质、管径、壁厚和制造厂家等内容都与声速试块相同的管。

D.3.2　管线钢是各向异性的，因此加工的试样应能满足多个方向上声速的测量需要。至少应加工两对平行的平面作为测量面：一对是径向平面（垂直被检管的外表面），另一对与外表面的垂直方向成20°角。如果需要更多的数据点，可以加工具有其他角度的更多对平行平面。试样的最小截取尺寸为50mm×50mm，加工尺寸见图D.1。



1—与直径平行的端面；2—径向槽，长10mm～30mm；
3—20°角槽，长10mm～30mm；4—20°角平面槽，
长10mm～30mm；5—管壁厚度；6—槽长10mm～30mm；
7—最小宽度10mm

图D.1　声速试块

D.3.3　加工出来的表面的粗糙度应达到20μm以上。试样的测试面最小宽度应达到20mm，两个平行平面之间的距离不小于10mm。测试面在垂直方向上的尺度受管壁厚度的限制。

D.4 检测程序

D.4.1 用螺旋测微器或卡尺测定钢试件上经过加工的平行平面之间的距离。每个测量面最少要测量三遍，取平均值。

D.4.2 按图 D.2 所示连接好脉冲发射/接收仪、横波直探头和示波器，用非牛顿黏性耦合剂将探头耦合到参考试块上。在探头上施加足够的压力得到清楚的底波和二次底波。在检测面上转动探头，观察一次和二次底波中有两个位置靠近信号，这是由于双折射引起的。双折射的发生取决于材料各向异性的性质。声速随着切变波的极化方向和材料的微观结构而改变。调节示波器读取两个底波信号中较快信号之间的时间间隔，并且读取前两个多次前壁信号中较快信号之间的时间间隔。双折射信号示例见图 D.3。

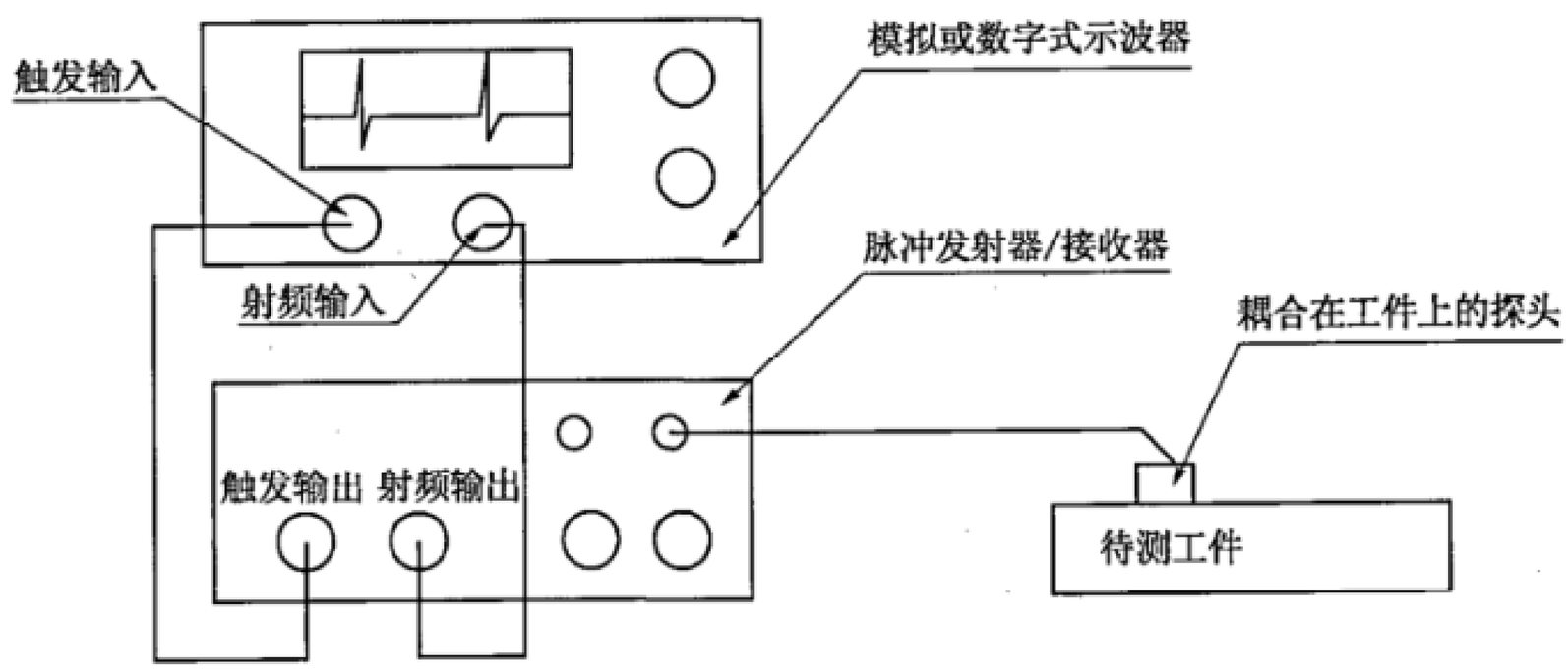
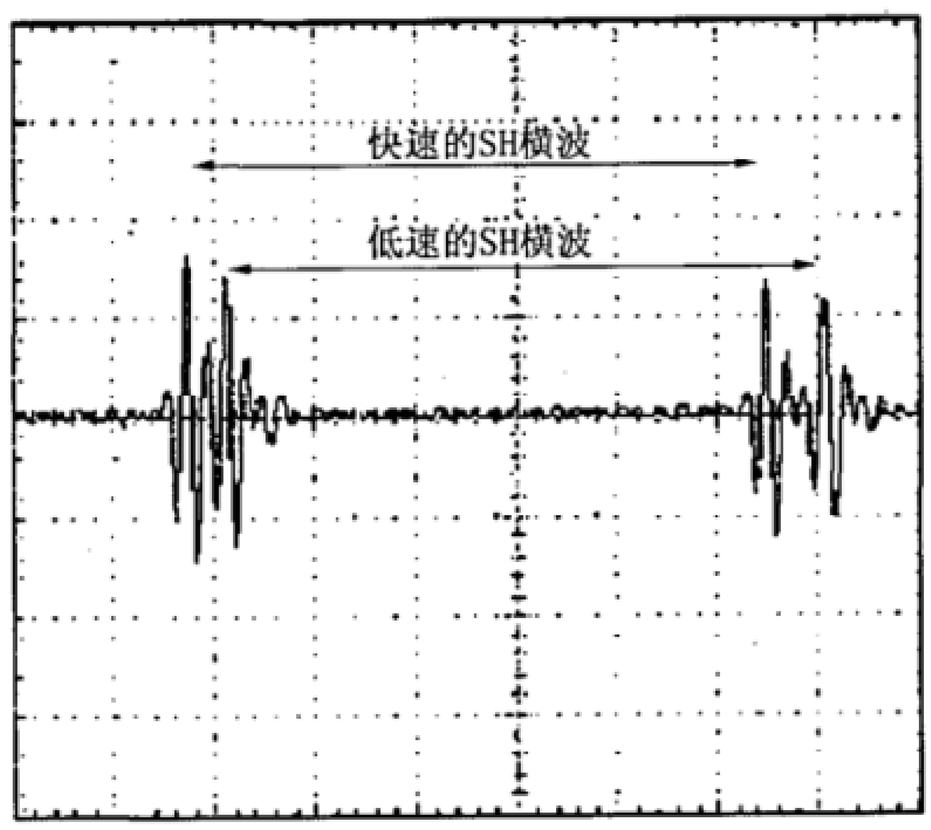


图 D.2 设备结构示例



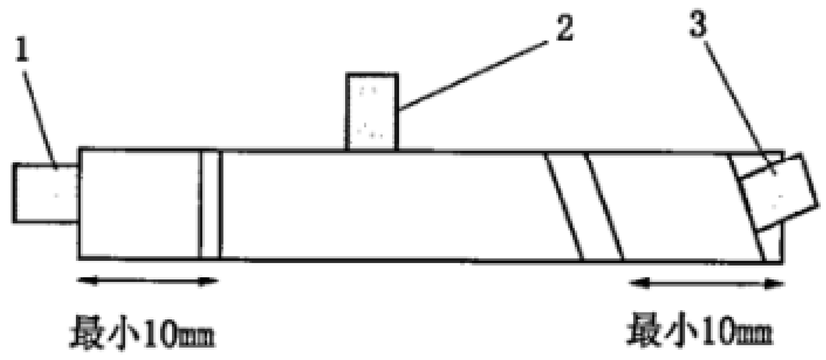
注：被显示出来的底波和第一次多次反射波即二次底波（始脉冲被延迟到显示屏之外）。

图 D.3 在双折射材料中测定时间间隔示例

D.4.3 记录测得的时间间隔。

D.4.4 除了在两对加工的平面上进行测量（轴向声速合成一个角度的声速）之外，还要从外表面测量得到第三个读数，得到径向声速。应用螺旋测微器或卡尺在探头与试样表面接触点处测定试样的厚度。图 D.4 中列出了测定径向速度和为检测焊接接头测定声速时的布置。如果要检验直缝管上的纵向焊接接头，必须在周向平面上进行测量，并且应用周向声速取代轴向声速，斜向声速在圆周平面内

与垂直方向成 20°角。



1—测量轴向声速时探头位置；2—测量径向声速时探头位置；3—测量具有某种角度的声速时探头位置

图 D.4　不同方向的声速测量布置

D.4.5　声速应按式（D.1）进行计算：

$$v = 2d/t \qquad \text{(D.1)}$$

式中：

v——声速，单位为米每秒（m/s）；

d——试样的厚度（测量所得），单位为米（m）；

t——时间间隔（用脉冲回波法测量所得），单位为秒（s）。

D.5　允许误差

为了保证声速的测量误差不大于±20m/s，声速试块厚度测量必须精确到±0.1mm，时间测量必须精确到 25ns。

D.6　记录和绘制曲线

将声速的数值绘成二维极坐标曲线，用曲线可以估测直接测定方向以外方向的声速。在极端的测试条件下，温度会对声速有明显的影响，因此，测量读数时的温度也必须记录下来。

附　录　E
（资料性附录）
管道对接接头超声波检测报告

管道对接接头超声波检测报告

报告编号：　　共　页第　页

工程名称		施工单位	
检测日期		桩号/站场	
检测部位		材质	
规格	mm	坡口型式	
焊接方法		表面状态	
设备型号		检测标准	
探头型号		试块类型	
耦合剂		扫查灵敏度	dB
表面补偿	dB	检测数量	
检测部位示意图			
结论：			
检测人员： 年　月　日	审核人员： 年　月　日	检测单位（盖章） 年　月　日	业主或监理（签字）： 年　月　日

管道对接接头超声波检测报告（附页）

报告编号：　　共　页　第　页

工程名称		施工单位	
桩号/站场		检测日期	

序号	焊缝编号	GPS信息	检测长度 mm	缺欠记录							评定结果	备注
				缺欠类型	缺欠位置 mm	长度 mm	深度 mm	偏离中心距离 mm	自身高度 mm	幅度 %或 dB		

参 考 文 献

[1] SY/T 0327　石油天然气钢质管道对接环焊缝全自动超声波检测
[2] API Spec 5L　管线管规范
[3] API Std 1104　管道及相关设施焊接
[4] ASTM E1961　配备聚焦装置分区扫查的环焊缝全自动超声波检测标准
[5] ASME Ⅴ　锅炉及压力容器规范第Ⅴ卷　无损检测

中华人民共和国
石油天然气行业标准
在役油气管道对接接头
超声相控阵及多探头检测
SY/T 6755—2009
*
石油工业出版社出版
（北京安定门外安华里二区一号楼）
石油工业出版社印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行
*
880×1230 毫米 16 开本 1.5 印张 42 千字 印 1—1500
2010 年 3 月北京第 1 版　2010 年 3 月北京第 1 次印刷
书号：155021・6374
版权专有　不得翻印

www.bzxz.net

免费标准下载网