



中华人民共和国国家标准

GB/T 11345—2023/ISO 17640:2018

代替 GB/T 11345—2013

焊缝无损检测 超声检测 技术、 检测等级和评定

Non-destructive testing of welds—Ultrasonic testing—Techniques,
testing levels and assessment

(ISO 17640:2018, IDT)

2023-11-27 发布

2024-06-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 符号 2

5 通则 3

6 检测前需要的信息 3

7 人员和设备要求 4

8 检测区域 5

9 扫查面准备 6

10 母材检测 6

11 时基线和灵敏度设定 7

12 检测等级 8

13 检测技术 9

14 检测报告 10

附录 A（规范性） 各种类型焊接接头的检测等级 11

参考文献 23

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 11345—2013《焊缝无损检测超声检测技术、检测等级和评定》，与 GB/T 11345—2013 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了范围(见第1章,2013年版的第1章)；
- b) 更改了术语和定义(见第3章,2013年版的第3章)；
- c) 增加了符号(见第4章)；
- d) 删除了探头接触面宽度的图示(见2013年版的图1)；
- e) 增加了不连续位置的坐标的图示(见图1)；
- f) 更改了总则(见第5章,2013年版的第4章)；
- g) 更改了检测设备要求(见7.2,2013年版的6.2)；
- h) 更改了探头参数要求(见7.3,2013年版的6.3)；
- i) 更改了扫查纵向不连续时检测区域示意图的标引序号说明(见图2,2013年版的图2)；
- j) 更改了扫查面准备要求(见第9章,2013年版的第8章)；
- k) 更改了灵敏度和时基线修正要求(见表2,2013年版的表2)；
- l) 更改了传输修正要求(见11.4,2013年版的10.4)；
- m) 更改了推荐的检测等级(见表5,2013年版的表5)；
- n) 更改了对接接头的探头位置的图示和标引序号说明(见图A.1,2013年版的图A.1)；
- o) 增加了插入式管座角接头直探头位置的图示(见图A.3,2013年版的图A.3)；
- p) 删除了串列扫查的附录(见2013年版的附录B)；
- q) 删除了曲面工件实际折射角计算的附录(见2013年版的附录D)；
- r) 删除了时基线和灵敏度设定的附录(见2013年版的附录E)；
- s) 删除了传输修正的附录(见2013年版的附录F)。

本文件等同采用 ISO 17640:2018《焊缝无损检测超声检测技术、检测等级和评定》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

——增加了注(见第5章、6.1和11.3)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国焊接标准化技术委员会(SAC/TC 55)归口。

本文件起草单位：上海材料研究所、中国特种设备检测研究院、抚顺市特种设备监督检验所、浙江省特种设备科学研究院、江苏方天电力技术有限公司、福建省建研工程检测有限公司、山东瑞祥模具有限公司、上海勘测设计研究院有限公司、武汉中科创新技术股份有限公司、广东建源检测技术有限公司、艾因蒂克科技(上海)有限公司、重庆顺泰铁塔制造有限公司、成都市特种设备检验检测研究院、铁科院(深圳)检测工程有限公司、哈尔滨焊接研究院有限公司、东营华辰石油装备有限公司、深圳市精恒工程检验有限公司。

本文件主要起草人：蒋建生、郑晖、张义凤、黄文大、潘志新、刘祥民、魏忠瑞、朱健、车友明、林光辉、娄瑞龙、张瑞、张文杰、马君鹏、王滨、黄隐、桂琳琳、汤杰、陈浩、富浩、许雷辉、丁杰、刘志波、吴小青、魏巍、苏金花、王金、陈剑。

本文件于1989年首次发布,2013年第一次修订,本次为第二次修订。

焊缝无损检测 超声检测 技术、 检测等级和评定

1 范围

本文件描述了母材厚度不小于 8 mm 的低超声衰减(特别是散射衰减)金属材料熔化焊焊接接头手工超声检测技术。检测时焊缝及其母材温度为 0℃~60℃。本文件主要适用于母材和焊缝均为铁素体类钢的全熔透焊缝。

本文件描述的材料超声特性,是基于纵波声速为(5 920±50) m/s 和横波声速为(3 255±30) m/s 的钢材。

本文件描述了四个检测等级。不同的检测等级对应不同的缺欠检出率。附录 A 给出了检测等级 A 级、B 级和 C 级的选择指南。

本文件规定了仅在特殊应用中使用检测等级 D 的一般要求。检测等级 D 仅在规范中有规定时能使用。特殊应用包括非铁素体类焊缝检测、部分熔透焊缝检测、应用自动化设备的焊缝检测和温度在 0℃~60℃外的焊缝检测。

本文件适用于通过下列任一技术对其所发现的不连续进行评定或验收:

- a) 基于不连续的长度和回波幅度的评定;
- b) 基于采用探头移动技术获得不连续的特性和尺寸的评定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

ISO 5577 无损检测 超声检测 术语(Non-destructive testing—Ultrasonic testing—Vocabulary)

注:GB/T 12604.1—2020 无损检测 术语 超声检测(ISO 5577:2017,MOD)

ISO 9712 无损检测 人员资格鉴定与认证(Non-destructive testing—Qualification and certification of NDT personnel)

注:GB/T 9445—2015 无损检测 人员资格鉴定与认证(ISO 9712:2012,IDT)

ISO 11666 焊缝无损检测 超声检测 验收等级(Non-destructive testing of welds—Ultrasonic testing—Acceptance levels)

注:GB/T 29712—2023 焊缝无损检测 超声检测 验收等级(ISO 11666:2018,IDT)

ISO 16810 无损检测 超声检测 总则(Non-destructive testing—Ultrasonic testing—General principles)

注:GB/T 39240—2020 无损检测 超声检测 总则(ISO 16810:2012,MOD)

ISO 16811 无损检测 超声检测 灵敏度和范围设定(Non-destructive testing—Ultrasonic testing—Sensitivity and range setting)

注:GB/T 39242—2020 无损检测 超声检测 灵敏度和范围设定(ISO 16811:2012,MOD)

ISO 16826 无损检测 超声检测 垂直于表面的不连续的检测(Non-destructive testing—Ultrasonic testing—Examination for discontinuities perpendicular to the surface)

注：GB/T 39238—2020 无损检测 超声检测 垂直于表面的不连续的检测(ISO 16826:2012,MOD)

ISO 17635 焊缝无损检测 金属材料应用通则(Non-destructive testing of welds—General rules for metallic materials)

注：GB/T 34628—2017 焊缝无损检测 金属材料应用通则(ISO 17635:2016,IDT)

ISO 23279 焊缝无损检测 超声检测 焊缝内部不连续的特征(Non-destructive testing of welds—Ultrasonic testing—Characterization of discontinuities in welds)

注：GB/T 29711—2023 焊缝无损检测 超声检测 焊缝内部不连续的特征(ISO 23279:2017,IDT)

ISO 22232(所有部分) 无损检测 超声检测设备的性能与检验(Non-destructive testing—Characterization and verification of ultrasonic test equipment)¹⁾

3 术语和定义

ISO 5577 和 ISO 17635 界定的术语和定义适用于本文件。

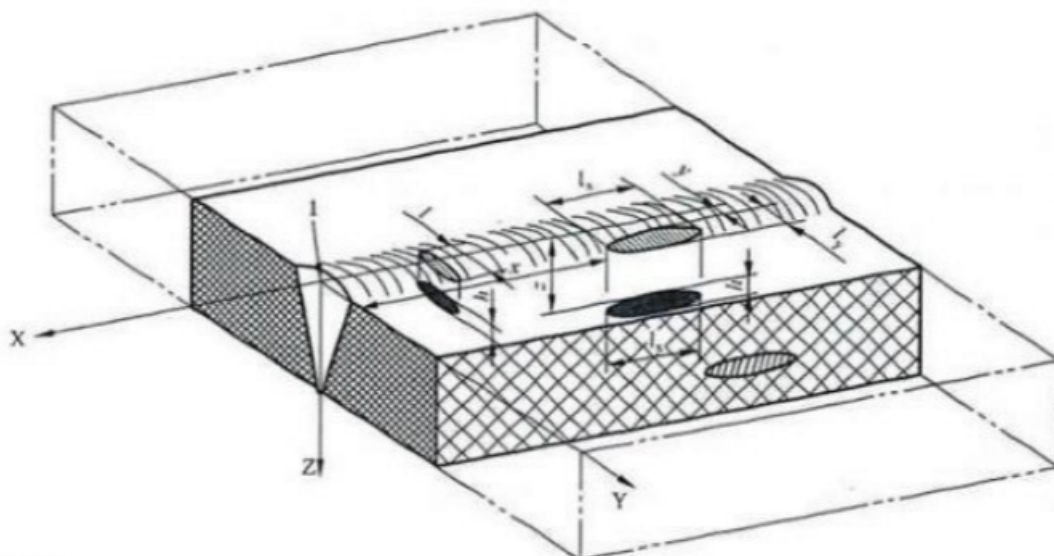
4 符号

表 1 的符号适用于本文件。

表 1 符号		
符号	定义	单位
AL	验收等级	—
D_{DSR}	圆盘形反射体(平底孔)直径	mm
h	不连续在深度方向的尺寸	mm
l	不连续的长度	mm
l_x	不连续在 x 方向的投影长度	mm
l_y	不连续在 y 方向的投影长度	mm
p	全跨距	mm
t	母材厚度 ^a	mm
x	不连续的纵向位置	mm
y	不连续的横向位置	mm
z	不连续的深度位置	mm
^a 如果焊接接头两侧母材厚度不相同,则 t 取两侧母材厚度的较小值。		

指示所对应的不连续应根据不连续最大尺寸方向与图 1 的焊缝 x 轴的关系,分别定义为纵向不连续或横向不连续。

1) EN 12668(所有部分)由 3 部分组成,分别为 EN 12668-1:2010、EN 12668-2:2010 和 EN 12668-3:2013,2020 年 EN 12668(所有部分)废止。EN 12668-1:2010 由 EN ISO 22232-1:2020 代替。EN 12668-2:2010 由 EN ISO 22232-2:2020 代替。EN 12668-3:2013 由 EN ISO 22232-3:2020 代替。EN 12668(所有部分)和 EN ISO 22232(所有部分)无技术性差异。



标引序号说明：
1——坐标原点。

图1 不连续位置的坐标

5 通则

本文件目的是确立温度 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的常见焊接接头超声检测的通用技术。本文件覆盖了检测设备、检测准备、检测实施和报告等内容。具体参数规定尤其是探头的参数,与 ISO 11666 和 ISO 23279 的规定保持一致。

如果焊接接头两侧母材厚度不相同,则应考虑两侧母材厚度的较小值。

应规定使用的技术。

注:技术见 11.2。

6 检测前需要的信息

6.1 必要的项目

合同或技术协议中至少应包括以下内容:

- a) 参考等级的设定方法;
注 1:参考等级亦称为参考水平。
- b) 不连续的评定方法;
- c) 验收等级;
注 2:验收等级亦称为验收水平。
- d) 检测等级;
- e) 检测时被检对象所处的制造和加工状态;
- f) 人员资格鉴定;
- g) 横向不连续的检测范围;
- h) 附加串列检测的要求(按照 ISO 16826 描述的方法);
- i) 焊前和/或焊后的母材检测;
- j) 是否需要书面检测工艺规程;
- k) 书面检测工艺规程的要求。

6.2 检测前所需的必要信息

焊接接头超声检测前,检测人员应获得以下必要信息:

- a) 书面检测工艺规程,如需要(见 6.3);
- b) 母材类型和产品门类(如铸件、锻件、轧制件);
- c) 检测时被检对象所处的制造或加工状态,包括热处理状态或其他;
- d) 任何焊后热处理的时机和程度;
- e) 坡口型式和尺寸;
- f) 表面状态要求;
- g) 焊接工艺规程或相关焊接工艺参数;
- h) 报告要求;
- i) 验收等级;
- j) 检测范围(包括横向不连续的检测要求,如相关);
- k) 检测等级;
- l) 人员资格鉴定等级;
- m) 发现不可接受的不连续的纠正程序。

6.3 书面检测工艺规程

本文件的规定和要求,通常满足编制书面检测工艺规程的需要。

如不满足,或本文件描述的检测技术不适用于被检焊缝,如果技术协议有要求,应使用补充的书面检测工艺规程。

7 人员和设备要求

7.1 人员资格

按本文件实施检测的人员,应按 ISO 9712 或合同各方同意的体系进行资格鉴定与认证,取得超声检测相关工业门类的资格等级证书,并由雇主或其代理对其进行岗位培训和操作授权。

从事焊缝检测人员应掌握焊缝超声检测通用知识,具有足够的焊缝超声检测经验,并掌握一定的材料和焊接基础知识。

7.2 检测设备

与本文件配合使用的任何检测设备均应符合 ISO 22232(所有部分)的规定。

7.3 探头参数

7.3.1 检测频率

检测频率应为 2 MHz~5 MHz,同时应考虑被检焊缝特性和按验收等级(如 ISO 11666)规定选择合适的频率。

当准许按照如 ISO 23279 描述的方法,基于不连续的特征进行验收等级评定时,可使用较高的检测频率以提高探头分辨力。

当长声程检测和/或被检对象材料具有高衰减系数时,可选择较低检测频率。

7.3.2 折射角

当检测采用横波且所用技术要求超声波从底面反射时,应确保声束与底面法线的夹角为 35° ~ 70° 。

当使用多个角度的探头检测时,其中至少一个探头的角度应符合上述要求,且应确保至少一个探头的声束与焊缝熔合面接近垂直。当使用 2 个或 2 个以上探头时,探头间的折射角度差不应小于 10° 。

当探测面为曲面时,工件中横波实际折射角和底面反射角可绘制焊缝截面图计算确定,或按 ISO 16811 描述的方法确定。当折射角不能按本文件规定的方法确定时,检测报告应完整地描述所使用的声束扫查范围和任何声束未完全覆盖的检测区域,同时附上扫查困难说明及其原因分析。

7.3.3 探头晶片尺寸

探头晶片尺寸选择应与频率和声程有关。

在给定频率下,探头晶片尺寸越小,近场长度和宽度就越小,远场中声束扩散角就越大。

晶片直径为 6 mm~12 mm(或等效面积的矩形晶片)的小探头,最适合短声程检测。对于长声程检测,比如单晶直探头检测声程大于 100 mm 或斜探头检测声程大于 200 mm 时,选择晶片直径为 12 mm~24 mm(或等效面积的矩形晶片)的探头更为合适。

7.3.4 曲面扫查时的探头匹配

被测面与探头底面之间的间隙(g),不应大于 0.5 mm。

对于在圆柱面或球面上扫查的平探头,上述要求能按公式(1)核查:

$$g = \frac{a^2}{4D} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

a ——探头在曲面方向上的尺寸,单位为毫米(mm);

D ——工件直径,单位为毫米(mm)。

如果按公式(1)计算得出的间隙(g)值大于 0.5 mm,则探头底面应修磨至与曲面吻合,灵敏度和时基范围也应作相应调整。

对于在球形或复杂形状表面上扫查时,应在探头长度和宽度方向上应用公式(1)(曲面和/或探头尺寸可能存在不同)。

7.3.5 耦合剂

耦合剂应符合 ISO 16810 的规定。范围调节、灵敏度设定和工件检测时应采用相同的耦合剂。

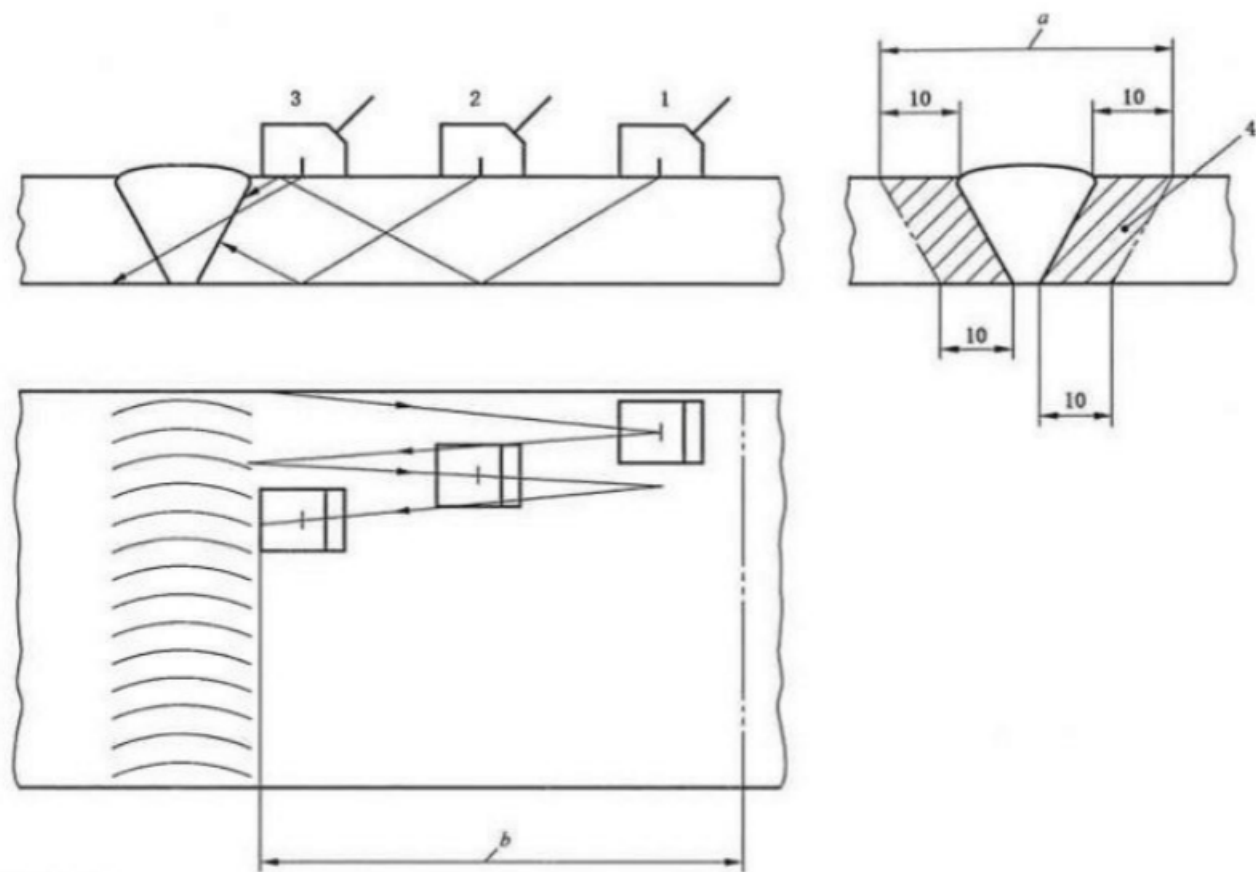
8 检测区域

检测区域(见图 2)是指焊缝和焊缝两侧热影响区宽度。如果热影响区宽度未知时,取焊缝两侧母材各 10 mm 宽度。

任何情况下,声束扫查应覆盖整个检测区域。如果声束在至少一个扫查方向上不能覆盖整个检测区域,或者折射角不满足 7.3.2 的规定时,检测双方应协商确定更换超声检测技术或者增加其他无损检测方法。在某些情况下,可磨平焊缝余高。

双晶斜射波束检测、爬波检测或其他超声检测技术能作为补充的超声检测技术,或者能增加其他无损检测方法,如渗透检测、磁粉检测和射线检测。在选择补充或增加检测技术时,宜充分考虑焊缝类型和各种缺欠易出现的部位和走向。

单位为毫米



标引说明：

- 1——位置 1,考虑热影响区宽度；
- 2——位置 2；
- 3——位置 3；
- 4——热影响区；
- a——检测区域宽度；
- b——扫查区宽度,因存在焊缝余高,不包含焊缝宽度。

图 2 扫查纵向不连续时检测区域示意图

9 扫查面准备

扫查面应足够宽,以确保声束覆盖整个检测区域(见图 2)。或者,如果能实现焊接接头双面扫查以确保声束覆盖整个检测区域,可缩短扫查面宽度。

扫查面表面应平滑,无焊接飞溅、铁屑、油垢及其他外部杂质。扫查面表面的不平整度,不应引起探头和检测表面的间隙大于 0.5 mm。如果间隙超标,应修整扫查面表面。当遇到表面局部变化,如沿着焊趾扫查,导致探头与表面的间隙大于 1 mm 时,仅当在受影响部位增加至少一个其他角度的探头进行补充扫查时才能被允许。该补充扫查应解决因间隙超标引起声束未覆盖整个检测区域的问题。

扫查面和声束反射面应允许无干扰的耦合剂和反射物。

10 母材检测

除非能证实(如制造过程的预检)母材金属高衰减或缺欠的存在不影响横波检测,否则扫查区(见图 2)的母材金属应在焊前或焊后进行纵波检测。

存在缺欠的母材部位,应对其是否影响横波检测效果进行评定。如有影响,调整焊缝超声检测技术,严重影响声束覆盖整个检测区域时则应考虑更换其他检测方法(如射线检测)。

11 时基线和灵敏度设定

11.1 总体要求

按照本文件和 ISO 16811 的规定,每次检测前应设定时基线和灵敏度,并考虑温度的影响。时基线和灵敏度设定时的温度与焊缝检测时的温度之差不应超过 15℃。

检测中至少每 4 h 或检测结束时,应核查时基线和灵敏度设定。当系统参数发生变化或等同设定变化受到质疑时,也应重新核查时基线和灵敏度设定。

如果在核查过程中发现灵敏度偏差值大于 2 dB 或时基线偏差值大于 1%,应按表 2 进行修正。

表 2 灵敏度和时基线修正

灵敏度		
1	偏差值:≤2 dB	无需修正
2	偏差值:＞2 dB~4 dB	应在继续检测前修正设定
3	灵敏度降低值:＞4 dB	应修正设定,同时在前次核查后检测的全部焊缝应重新检测
4	灵敏度增加值:＞4 dB	应修正设定,全部记录指示应重新检测
时基线		
1	偏差值:≤1%	无需修正
2	偏差值:＞1%~2%	应在继续检测前修正设定
3	偏差值:＞2%	应修正设定,同时在前次核查后检测的全部焊缝应重新检测

11.2 参考灵敏度设定

应选用以下任一技术设定参考灵敏度。

使用这些不同的技术,可能得出不同的检测结果。

使用不同的灵敏度设定技术,能得到不同的检测结果。

- 技术 1:以直径为 3 mm 的横孔作为基准反射体,制作距离—波幅曲线(DAC);
- 技术 2:以规定尺寸的平底孔(D_{DSR})(见表 3 和表 4)作为基准反射体,分别制作纵波和横波距离—增益—尺寸曲线(DGS);
- 技术 3:应以宽度和深度均为 1 mm 的矩形槽作为基准反射体。该技术仅适用于使用折射角大于或等于 70°的斜探头检测母材厚度(t)在 $8\text{ mm} \leq t < 15\text{ mm}$ 范围内的焊缝;
- 技术 4:串列技术。以垂直于扫查面,直径为 6 mm 的圆盘形反射体(平底孔)(所有厚度)作为基准反射体。该技术仅适用于使用折射角为 45°的斜探头检测母材厚度(t)大于或等于 40 mm 的焊缝。

横孔和矩形槽的长度应大于用-20 dB 法测得的声束宽度。

表 3 技术 2 斜射波束横波检测时验收等级 2 级和验收等级 3 级的参考等级

探头标称频率 MHz	母材厚度(t)					
	8 mm $\leq t < 15$ mm		15 mm $\leq t < 40$ mm		40 mm $\leq t < 100$ mm	
	验收等级 2 级	验收等级 3 级	验收等级 2 级	验收等级 3 级	验收等级 2 级	验收等级 3 级
2.0~2.5	—	—	$D_{\text{DSR}}=2.5$ mm	$D_{\text{DSR}}=2.5$ mm	$D_{\text{DSR}}=3.0$ mm	$D_{\text{DSR}}=3.0$ mm
3.0~5.0	$D_{\text{DSR}}=1.5$ mm	$D_{\text{DSR}}=1.5$ mm	$D_{\text{DSR}}=2.0$ mm	$D_{\text{DSR}}=2.0$ mm	$D_{\text{DSR}}=3.0$ mm	$D_{\text{DSR}}=3.0$ mm

表 4 技术 2 直射波束纵波检测时的验收等级 2 级和验收等级 3 级的参考等级

探头标称频率 MHz	母材厚度(t)					
	8 mm $\leq t < 15$ mm		15 mm $\leq t < 40$ mm		40 mm $\leq t < 100$ mm	
	验收等级 2 级	验收等级 3 级	验收等级 2 级	验收等级 3 级	验收等级 2 级	验收等级 3 级
2.0~2.5	—	—	$D_{\text{DSR}}=2.5$ mm	$D_{\text{DSR}}=2.5$ mm	$D_{\text{DSR}}=3.0$ mm	$D_{\text{DSR}}=3.0$ mm
3.0~5.0	$D_{\text{DSR}}=2.0$ mm	$D_{\text{DSR}}=2.0$ mm	$D_{\text{DSR}}=2.0$ mm	$D_{\text{DSR}}=2.0$ mm	$D_{\text{DSR}}=3.0$ mm	$D_{\text{DSR}}=3.0$ mm

11.3 评定等级

应评定所有等于或超过评定等级的指示。
按 ISO 11666:2018 中表 A.1 规定的内容,确定技术 1~技术 4 的评定等级。
注:评定等级亦称为评定水平。

11.4 传输修正

当使用对比试块确定参考等级时,应在工件和试块有代表性的位置测量声能传输损失差值。按 ISO 16811 描述的方法选择适用的技术。
如差值小于或等于 2 dB,无需修正。
如差值大于 2 dB 且小于或等于 12 dB,应进行补偿。
如差值大于或等于 12 dB,应分析原因,如适用应进一步修整扫查区表面。
当检测对象存在较大的声能传输损失差值,但未发现明显原因时,应测量检测对象不同位置的声能传输损失,并应采取修正措施。

11.5 信噪比

焊缝检测时,不包括表面伪指示的噪声电平,应低于评定等级 12 dB。可根据技术协议放宽信噪比要求。

12 检测等级

焊接接头的质量要求,主要与材料、焊接工艺和服役状况有关。依据质量要求,本文件规定了 4 个检测等级(A 级、B 级、C 级和 D 级)。
从检测等级 A 级到 C 级,增加检测覆盖范围(如增加扫查次数和表面修磨等),提高缺欠检出率。检测等级 D 级适用于特殊应用,在制定书面检测工艺规程时应考虑本文件的通用要求。
通常,检测等级与焊缝质量等级(如 ISO 5817)有关。相应检测等级可由焊缝检测文件(如 ISO

17635)、产品文件或其他文件规定。
当符合 ISO 17635 的规定时,推荐的检测等级见表 5。

表 5 推荐的检测等级

检测等级	ISO 5817 给出的焊缝质量等级
A 级	C 级,D 级
B 级	B 级
C 级	根据合同
D 级	特殊应用

各种接头类型从检测等级 A 级到 C 级的要求,按附录 A 的规定执行。附录 A 规定的各种接头类型仅是理想状态,实际的焊缝条件或可检性与附录 A 的规定不完全一致时,应修改检测技术以满足本文件通用要求和检测等级要求。针对上述情况,应制定书面检测工艺规程。

13 检测技术

13.1 总体要求

应按照 ISO 16810 和 13.2~13.5 描述的方法进行超声检测。

13.2 手工扫查路径

在保持声束垂直焊缝作前后移动(见图 2)的同时,探头还应作 10°左右的转动。

13.3 与检测面垂直的缺欠检测

单一斜角检测技术很难检测与检测面垂直的近表面的平面型缺欠。宜考虑采用特定的检测技术检测此类缺欠(尤其厚焊缝检测)。上述检测技术的使用应写入技术合同中。

13.4 不连续位置

所有不连续的位置,应在同一个参考坐标系里标注,见图 1。应选择检测面的某一点作为坐标原点。

当从多个表面进行检测时,每个检测面都应规定坐标原点。在这种情况下,应当建立所有坐标原点之间的位置关系,以便所有不连续的绝对位置可以从指定的坐标原点确定。

环形焊缝检测时,能在装配前规定内外圈的坐标原点。

13.5 指示评定

13.5.1 总体要求

所有超过评定等级的相关指示应按 13.5.2~13.5.4 的规定进行评定。

13.5.2 最大回波幅度

应移动探头找到最大回波幅度,并记录相对于参考等级的幅度差值。

13.5.3 不连续的长度

除非另有规定,不连续的纵向长度(l_z)或不连续的横向长度(l_y),应使用验收等级文件规定的技术

测定。

13.5.4 不连续的自身高度

应仅在技术协议要求时,测定不连续的自身高度。

13.5.5 不连续的特征

如有规定,不连续的特征应按照 ISO 23279 描述的方法评定。

14 检测报告

检测报告应至少包含以下信息。

- a) 被检对象特征:
 - 1) 材质和产品门类;
 - 2) 尺寸;
 - 3) 被检焊缝/焊接接头所处位置,几何结构图示(如需);
 - 4) 焊接工艺、技术协议和热处理状态;
 - 5) 制造状态;
 - 6) 表面状态;
 - 7) 被检对象温度。
- b) 合同要求,如工艺、导则和特殊协议等。
- c) 检测地点和检测日期。
- d) 检测机构标识和检测人员签名和认证信息。
- e) 超声检测仪的制造商、机型和编号(如需)。
- f) 探头的制造商、类型、标称频率、晶片尺寸、实际折射角度和编号(如需)。
- g) 参考试块的编号,附带图示(如需)。
- h) 耦合剂。
- i) 检测等级和引用的书面检测工艺规程。
- j) 检测范围。
- k) 扫查区位置。
- l) 按 13.4 规定的坐标原点和参考坐标系详情。
- m) 按附录 A 规定或使用图示示意,标识探头摆放位置。
- n) 时基线范围。
- o) 灵敏度设定方法及其数值(参考等级的增益设定值和传输修正值)。
- p) 参考等级。
- q) 母材检测结果。
- r) 验收等级的标准化文件。
- s) 与本文件或合同要求的偏离。
- t) 按 13.4 规定获得的不连续的坐标信息,给出相关探头及其位置的示意图。
- u) 按 13.5.2 规定测得的最大回波幅度,(如需)给出不连续的类型和尺寸。
- v) 按 13.5.3 规定测得不连续的长度。
- w) 按规定的验收等级,给出评价结论。
- x) 本文件编号。

附录 A

(规范性)

各种类型焊接接头的检测等级

各种类型焊接接头的检测等级,见图 A.1~图 A.7 和表 A.1~表 A.7。

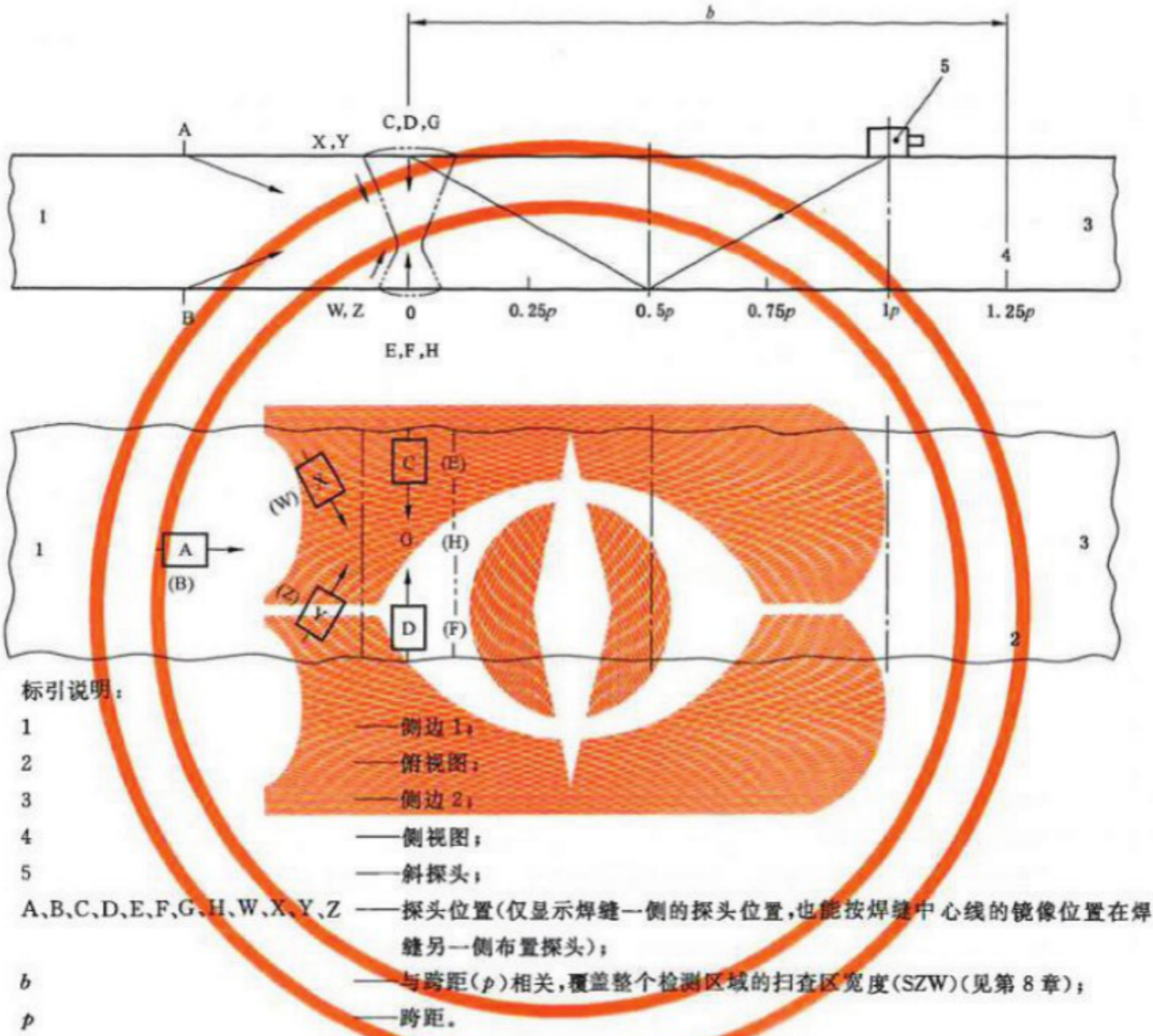
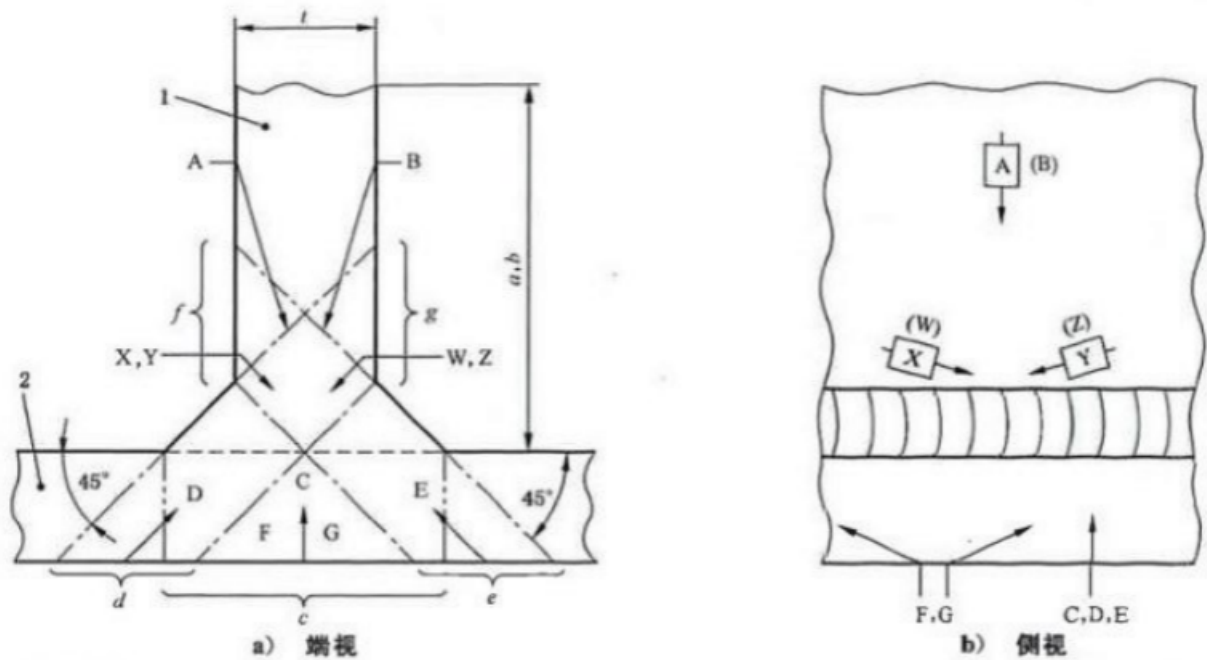


图 A.1 对接接头的探头位置示例

表 A.1 板-板和管-管对接接头

检测等级	母材厚度 (<i>t</i>) mm	纵向不连续						横向不连续			
		数量要求				合计 扫查 次数	备注	数量要求		合计 扫查 次数	备注
		探头角度	探头位置	扫查区 宽度	探头位置			探头 角度	探头位置		
A 级	$8 \leq t < 15$	1	A 或 B	$1.25p$	—	2	*	1	(X 和 Y)或(W 和 Z)	4	^c
	$15 \leq t < 40$	1	A 或 B	$1.25p$	—	2	*	1	(X 和 Y)或(W 和 Z)	4	^c
B 级	$8 \leq t < 15$	1	A 或 B	$1.25p$	—	2	^e	1	(X 和 Y)或(W 和 Z)	4	^c
	$15 \leq t < 40$	2 ^f	A 或 B	$1.25p$	—	4	^{b,c}	1	(X 和 Y)或(W 和 Z)	4	^c
	$40 \leq t < 60$	2	A 或 B	$1.25p$	—	4	^b	2	(X 和 Y)或(W 和 Z)	8	^c
	$60 \leq t \leq 100$	2	A 或 B	$1.25p$	—	4	^b	2	(C 和 D)或(E 和 F)	4	^{c,d}
C 级	$8 \leq t < 15$	1	A 或 B	$1.25p$	G 或 H	3	^d	1	(C 和 D)或(E 和 F)	2	^d
	$15 \leq t \leq 40$	2	A 或 B	$1.25p$	G 或 H	5	^{b,d}	2	(C 和 D)或(E 和 F)	4	^d
	$t > 40$	2	A 或 B	$1.25p$	G 或 H	5	^{b,d}	2	(C 和 D)或(E 和 F)	4	^d
注 1: 符号见图 A.1。											
注 2: L-扫查——使用斜探头扫查纵向不连续；											
N-扫查——使用直探头扫查；											
T-扫查——使用斜探头扫查横向不连续；											
<i>p</i> ——跨距。											
* 可由检测合同限制为单面单次扫查。											
^b 由检测合同特别规定增加串列检测技术。											
^c 仅由检测合同特别规定。											
^d 焊缝表面应符合第 9 章的规定。能要求焊缝表面磨平。单面环焊缝只磨外表面即可。											
^e 如果只进行单面扫查,应选用 2 种不同角度的探头。											
^f 当 $15 \text{ mm} < t \leq 25 \text{ mm}$ 时,如果选用频率低于 3 MHz 的探头,1 个角度的探头扫查即可。											



标引说明：
1 — 部件 1；
2 — 部件 2；
A、B、C、D、E、F、G、W、X、Y、Z — 探头位置；
 $a、b、c、d、e、f、g$ — 扫查区宽度；
 t — 母材厚度。

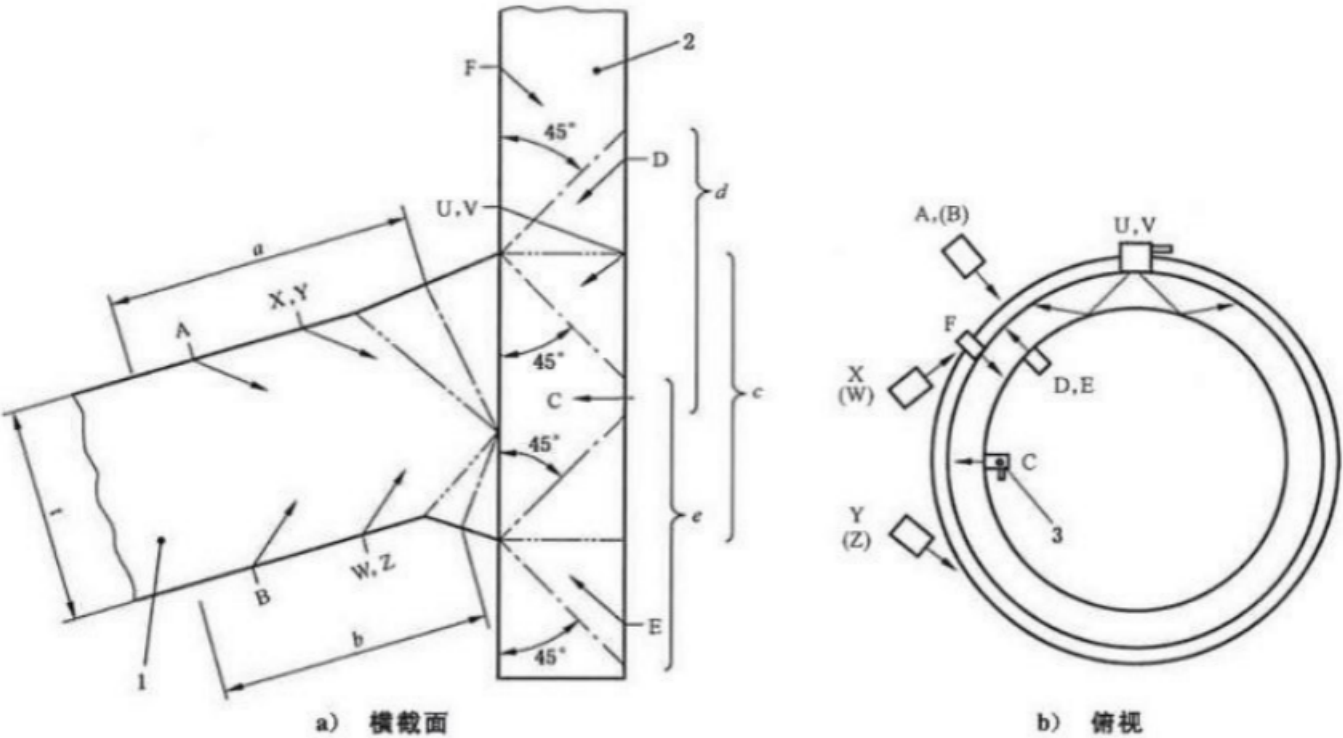
图 A.2 结构 T 型接头的探头位置示例

表 A.2 结构 T 型接头

检测等级	母材厚度 (<i>t</i>) mm	纵向不连续						横向不连续				
		数量要求					合计 扫查 次数	数量要求			合计 扫查 次数	备注
		探头 角度	探头 位置	扫查区 宽度	探头 位置	扫查区 宽度		探头 角度	探头位置	扫查区 宽度		
		L-扫查		N-扫查		T-扫查						
A 级	$8 \leq t < 15$	1	A 或 B	$1.25p$	C ^e	—	1	—	—	—	—	a
	$15 \leq t < 40$	1	A 或 B	$1.25p$	C ^e	<i>c</i>	2	—	—	—	—	a
B 级	$8 \leq t < 15$	1	A 或 B	$1.25p$	C ^e	—	2	1	F 和 G	<i>c</i>	2	b
	$15 \leq t < 40$	1	A 和 B	$1.25p$	C ^e	<i>c</i>	3	1	(F 和 G)或(X 和 Y) 或(W 和 Z)	$\begin{matrix} c \\ f+g \end{matrix}$	2	b
	$40 \leq t \leq 100$	2	A 和 B	$0.75p$	C ^e	<i>c</i>	5	1	(F 和 G)或(X 和 Y) 或(W 和 Z)	$\begin{matrix} c \\ f+g \end{matrix}$	2	b
C 级	$8 \leq t < 15$	1	A 和 B	$1.25p$	C ^e	<i>c</i>	3	2	F 和 G	$\begin{matrix} c \\ f+g \end{matrix}$	4	b
	$15 \leq t < 40$	$\begin{matrix} 2 \\ 1 \end{matrix}$	(A 和 B) 和 (D 和 E)	$\begin{matrix} 1.25p \\ d+e \end{matrix}$	C ^e	<i>c</i>	7	1	(F 和 G)和(X 和 Y) 或(W 和 Z)	$\begin{matrix} c \\ f+g \end{matrix}$	4	b

表 A.2 结构 T 型接头(续)

检测等级	母材厚度 (<i>t</i>) mm	纵向不连续						横向不连续				
		数量要求					合计 扫查 次数	数量要求			合计 扫查 次数	备注
		探头 角度	探头 位置	扫查区 宽度	探头 位置	扫查区 宽度		探头 角度	探头位置	扫查区 宽度		
		L-扫查			N-扫查			T-扫查				
C 级	$40 \leq t \leq 100$	2 1	(A 和 B) 和 (D 和 E)	$0.75p$ $d+e$	C ^c	c	7	2	(F 和 G)和(X 和 Y) 或(W 和 Z)	c $f+g$	8	b
	$t > 100$	3 1	(A 和 B) 和 (D 和 E)	$0.75p$ $d+e$	C ^c	c	9	2	(F 和 G)和(X 和 Y) 或(W 和 Z)	c $f+g$	8	b
<p>注 1: 符号见图 A.2。</p> <p>注 2: L-扫查——使用斜探头扫查纵向不连续; N-扫查——使用直探头扫查; T-扫查——使用斜探头扫查横向不连续; p ——跨距。</p>												
<p>^a 不适用。</p> <p>^b 应在检测合同特别规定时使用。</p> <p>^c 如果位置 C 不能扫查,从位置 A 或位置 B 使用串列检测技术代替。</p>												



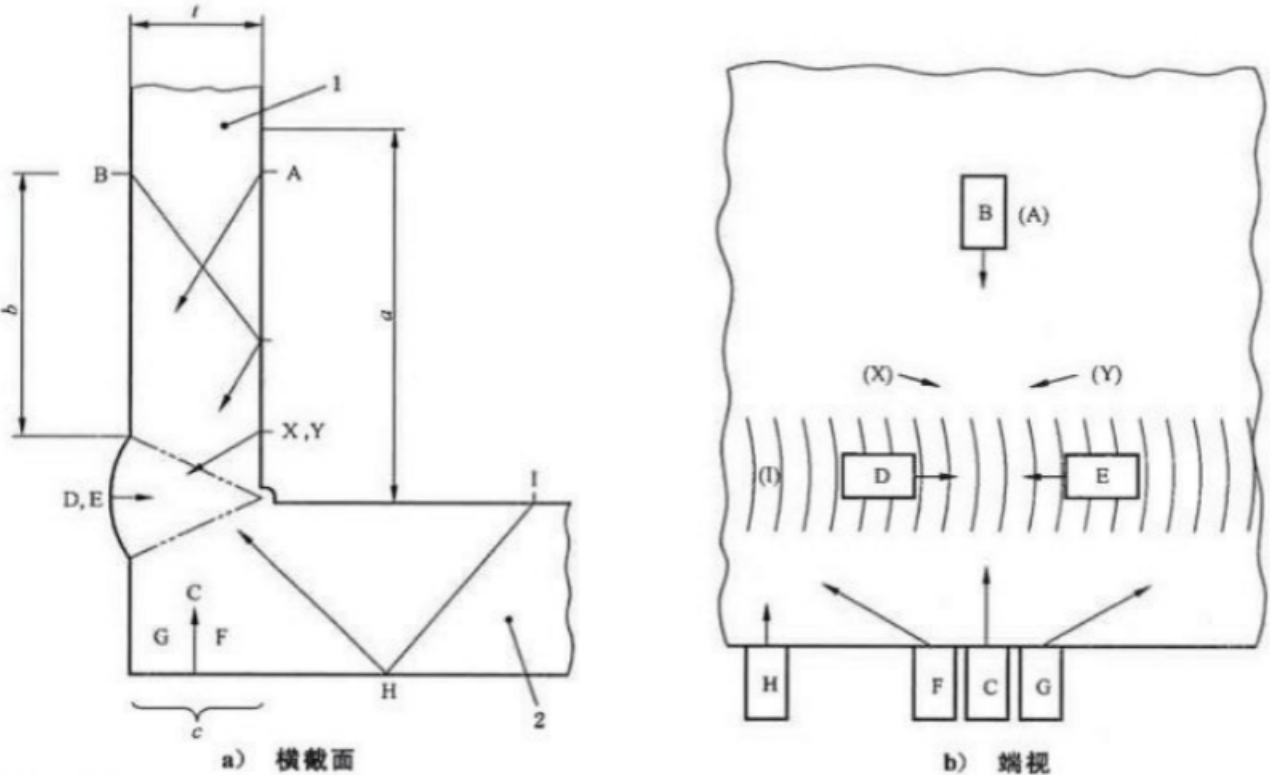
标引说明:

- 1 —— 部件 1, 筒体/平板;
- 2 —— 部件 2, 接管;
- 3 —— 直探头;
- A、B、C、D、E、F、U、V、W、X、Y、Z —— 探头位置;
- a 、 b 、 c 、 d 、 e —— 扫查区宽度;
- t —— 母材厚度。

图 A.3 插入式管座角接头的直探头位置示例

表 A.3 插入式管座角接头

检测等级	母材厚度 (<i>t</i>) mm	纵向不连续						横向不连续			
		数量要求					合计 扫查 次数	数量要求		合计 扫查 次数	备注
		探头 角度	探头 位置	扫查区 宽度	探头 位置	扫查区 宽度		探头 角度	探头位置		
		L-扫查			N-扫查			T-扫查			
A 级	$8 \leq t < 15$	1	A	$1.25p$	C	<i>c</i>	1	—	—	—	^a
	$15 \leq t \leq 40$	1	A 或 F 或 D	$1.25p$ <i>d</i>	C	<i>c</i>	2	—	—	—	^a
B 级	$8 \leq t < 15$	1	A 或 D	$1.25p$ <i>d+e</i>	C	<i>c</i>	2	1	(U 和 V)或(X 和 Y) 或(W 和 Z)	2	^b
	$15 \leq t < 40$	1	A 或 (D 和 E)	$1.25p$ <i>d+e</i>	C	<i>c</i>	2 或 3	1	(U 和 V)或(X 和 Y) 或(W 和 Z)	2	^b
	$40 \leq t < 60$	1	(A 或 B)和 (D 和 E)	$1.25p$ <i>d+e</i>	C	<i>c</i>	4	1	(X 和 Y)和(W 和 Z)	4	^b
	$60 \leq t \leq 100$	2 1	(A 和 B)和 (D 和 E)	$0.5p$ <i>d+e</i>	C	<i>c</i>	7	2	(X 和 Y)和(W 和 Z)	8	^b
C 级	$8 \leq t < 15$	1	(A 或 B)和 (D 或 E)	$1.25p$ <i>d</i> 或 <i>e</i>	C	<i>c</i>	3	1	(U 和 V)或(X 和 Y) 和(W 和 Z)	2 或 4	^b
	$15 \leq t \leq 40$	2	(A 或 B)和 (D 或 E)	$0.5p$ <i>d</i> 或 <i>e</i>	C	<i>c</i>	5	2	(X 和 Y)和(W 和 Z)	8	^b
	$t > 40$	2	(A 或 B)和 (D 或 E)	$0.5p$ <i>d+e</i>	C	<i>c</i>	9	2	(X 和 Y)和(W 和 Z)	8	^b
注 1：符号见图 A.3。											
注 2：L-扫查——使用斜探头扫查纵向不连续；											
N-扫查——使用直探头扫查；											
T-扫查——使用斜探头扫查横向不连续；											
<i>p</i> ——跨距。											
^a 不适用。											
^b 仅应在检测合同特别规定时使用。											



标引说明：

1 — 部件 1, 接件；

2 — 部件 2, 主件；

A、B、C、D、E、F、G、H、I、X、Y — 探头位置；

a、b、c — 扫查区宽度；

t — 母材厚度。

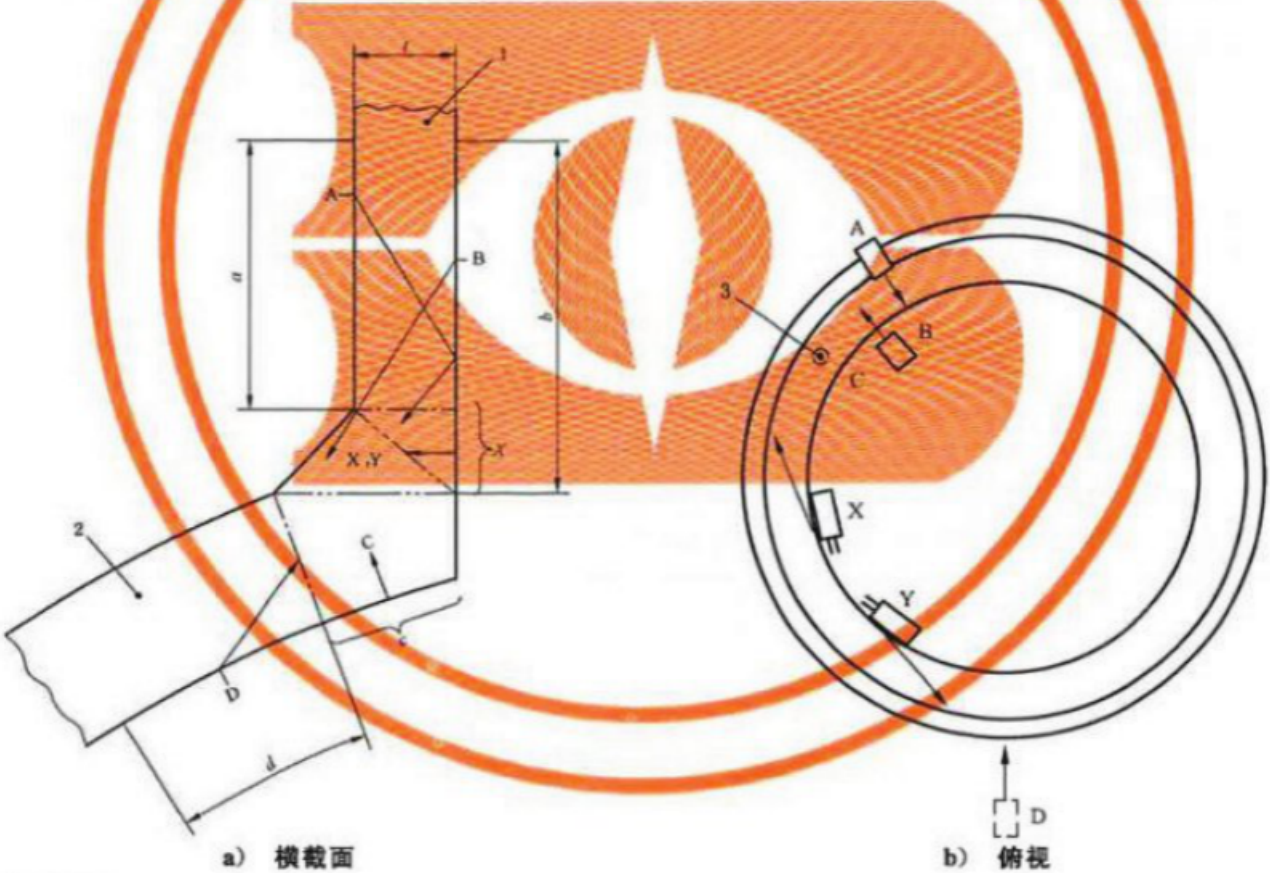
图 A.4 L 型接头的探头位置示例

表 A.4 L 型接头

检测等级	母材厚度 (<i>t</i>) mm	纵向不连续						横向不连续			
		数量要求					合计 扫查 次数	数量要求		合计 扫查 次数	备注
		探头 角度	探头 位置	扫查区 宽度	探头 位置	扫查区 宽度		探头 角度	探头位置		
		L-扫查			N-扫查			T-扫查			
A 级	$8 \leq t < 15$	1	A 或 B 或 H	$1.25p$	C	<i>c</i>	1	—	—	—	a
	$15 \leq t \leq 40$	1	A 或 B 或 H	$1.25p$	C	<i>c</i>	2	—	—	—	a
B 级	$8 \leq t < 15$	1	A 或 B 或 H	$1.25p$	C	<i>c</i>	1	1	(F 和 G)或(X 和 Y)	2	b
	$15 \leq t < 40$	2	A 或 B 或 H	$1.25p$	C	<i>c</i>	3	2	(F 和 G)或(X 和 Y)	4	b
	$40 \leq t \leq 100$	2	(H 或 A)和 B	$0.75p$	C	<i>c</i>	5	2	D 和 E	4	b,c
C 级	$8 \leq t < 15$	1	(H 或 A)和 B	$1.25p$	C	<i>c</i>	3	1	D 和 E	2	b,c
	$15 \leq t < 40$	2	(H 或 A)和 B	$1.25p$	C	<i>c</i>	5	1	D 和 E	2	b,c
	$40 \leq t \leq 100$	3	(H 或 A)和 B	$1.25p$	C	<i>c</i>	7	2	D 和 E	4	b,c
	$t > 100$	3	(H 或 A)和 B	$0.5p$	C	<i>c</i>	7	2	D 和 E	4	b,c

表 A.4 L 型接头(续)

检测等级	母材厚度 (<i>t</i>) mm	纵向不连续					横向不连续					
		数量要求					合计 扫查 次数	数量要求		合计 扫查 次数	备注	
		探头 角度	探头 位置	扫查区 宽度	探头 位置	扫查区 宽度		探头 角度	探头位置			
												L-扫查
注 1：符号见图 A.4。 注 2：L-扫查——使用斜探头扫查纵向不连续； N-扫查——使用直探头扫查； T-扫查——使用斜探头扫查横向不连续； <i>p</i> ——跨距。												
▪ 不适用。 ▪ 仅应在检测合同特别规定时使用。 ▪ 焊缝表面应符合第 9 章规定。能要求焊缝表面磨平。												



标引说明：

1 —— 部件 1，支管；

2 —— 部件 2，主管；

3 —— 直探头；

A、B、C、D、X、Y —— 探头位置；

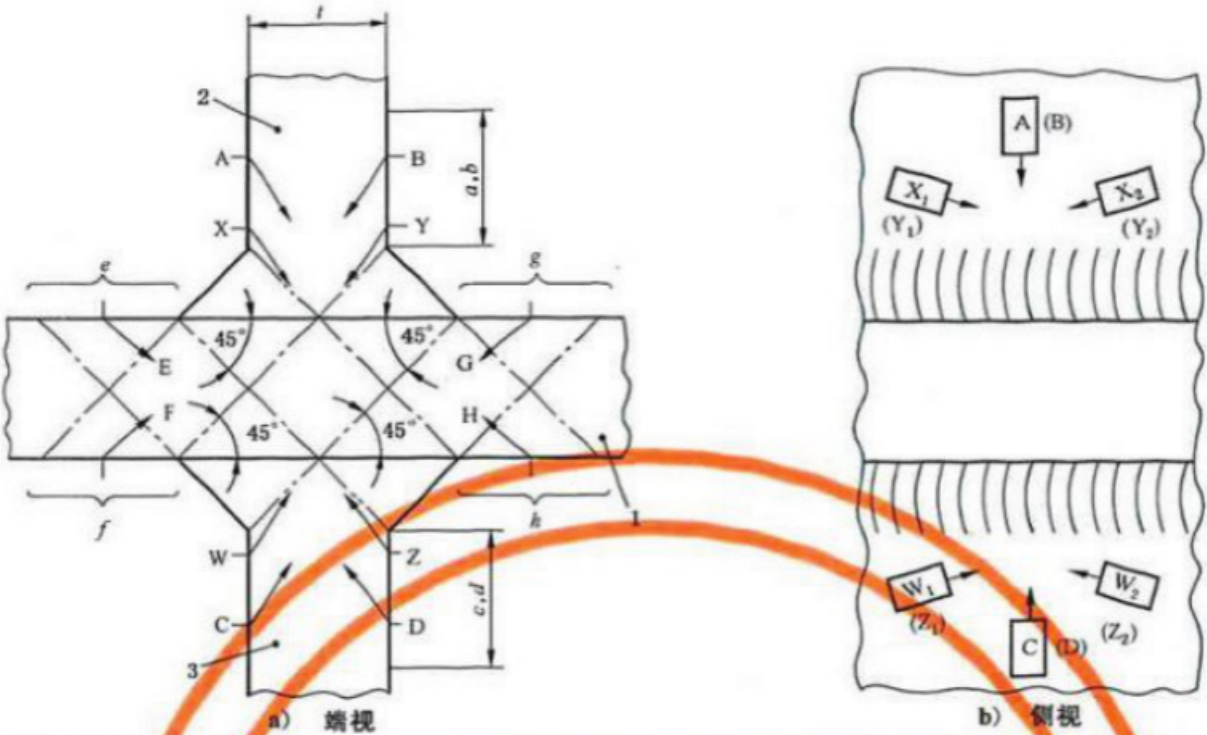
a、b、c、d、x —— 扫查区宽度；

t —— 母材厚度。

图 A.5 骑坐式管座角接头的探头位置示例

表 A.5 骑坐式管座角接头

检测等级	母材厚度 (<i>t</i>) mm	纵向不连续							横向不连续			
		数量要求						合计 扫查 次数	数量要求		合计 扫查 次数	备注
		探头 角度	探头 位置	扫查区宽度		探头 位置	扫查区 宽度		探头 角度	探头位置		
		L-扫查			N-扫查				T-扫查			
A 级	$8 \leq t < 15$	1	A 或 B	$1.25p \quad 0.50p$		—	—	1	—	—	—	a
	$15 \leq t \leq 40$	1	A 或 B	$1.25p \quad 0.50p$		C	<i>c</i>	2	—	—	—	a
B 级	$8 \leq t < 15$	2	A 或 B	$1.25p \quad 0.50p$		—	—	2	1	X 和 Y	2	b,c
	$15 \leq t < 40$	2	A 或 B	$1.25p \quad 0.50p$		C	<i>c</i>	3	1	X 和 Y	2	b,c
	$40 \leq t < 60$	2	A 和 (B 或 D)	$1.25p \quad 0.50p$		C	<i>c</i>	5	2	X 和 Y	4	b,c
	$60 \leq t \leq 100$	2	A 和 (B 或 D)	$1.25p \quad 0.50p$		C	<i>c</i>	5	2	X 和 Y	4	b,c
C 级	$8 \leq t < 15$	3	A 或 B	$1.25p \quad 0.50p$		C	<i>c</i>	4	1	X 和 Y	2	b,c
	$15 \leq t < 40$	3	A 或 B	$1.25p \quad 0.50p$		C	<i>c</i>	4	1	X 和 Y	2	b,c
	$40 \leq t < 60$	3	A 和 B	$1.25p \quad 0.50p$		C	<i>c</i>	7	2	X 和 Y	4	b,c
	$60 \leq t \leq 100$	3	A 和 B	$1.25p \quad 0.50p$		C	<i>c</i>	7	2	X 和 Y	4	b,c
注 1：符号见图 A.5。												
注 2：L-扫查——使用斜探头扫查纵向不连续；												
N-扫查——使用直探头扫查；												
T-扫查——使用斜探头扫查横向不连续；												
<i>p</i> ——跨距。												
a 不适用。												
b 仅应在检测合同特别规定时使用。												
c 焊缝表面应符合第 9 章规定。能要求焊缝表面磨平。												



标引说明:

1
2
3
A、B、C、D、E、F、G、H、W、W₁、W₂、X、X₁、X₂、Y、Y₁、Y₂、Z、Z₁、Z₂
a、b、c、d、e、f、g、h
t

——部件 1;
——部件 2;
——部件 3;
——探头位置;
——扫查区宽度;
——母材厚度。

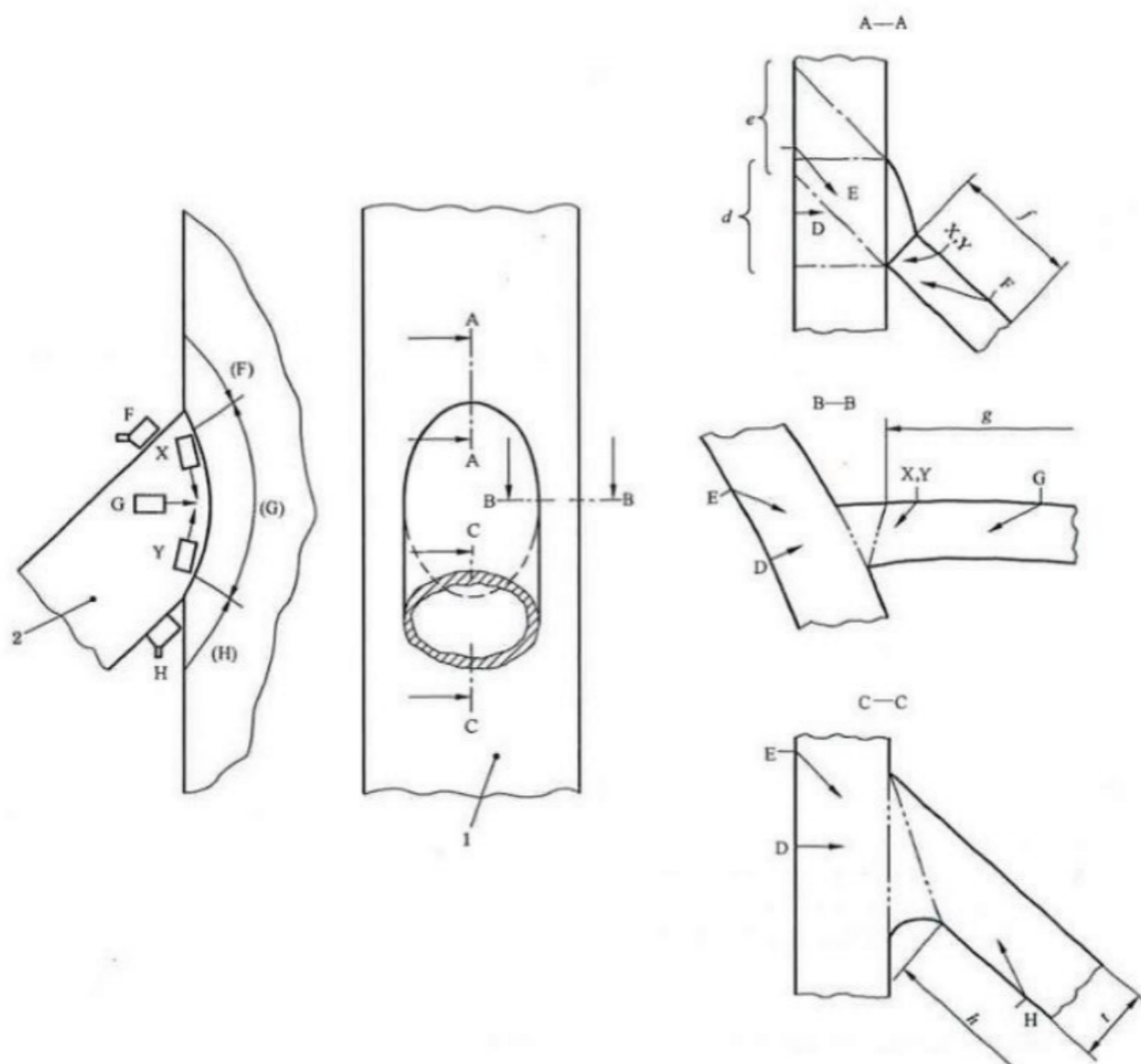
图 A.6 十字接头的探头位置示例

表 A.6 十字接头

检测等级	母材厚度 (t) mm	纵向不连续					横向不连续			
		数量要求			合计 扫查 次数	备注	数量要求		合计 扫查 次数	备注
		探头 角度	探头位置	扫查区 宽度			探头 角度	探头位置		
A 级	$8 \leq t < 15$	1	(A 和 C) 或 (B 和 D)	$1.25p$	2	—	—	—	—	a
	$15 \leq t < 40$	1	A 和 B 和 C 和 D	$0.75p$	4	e	—	—	—	a
	$40 \leq t \leq 100$	2	A 和 B 和 C 和 D	$0.75p$	8	e	—	—	—	—
B 级	$8 \leq t < 15$	1	A 和 B 和 C 和 D	$1.25p$	4	—	1	(X ₁ 和 Y ₁ 和 W ₁ 和 Z ₁) 和 (X ₂ 和 Y ₂ 和 W ₂ 和 Z ₂)	8	b
	$15 \leq t < 40$	2	A 和 B 和 C 和 D	$0.75p$	8	e	1	(X ₁ 和 Y ₁ 和 W ₁ 和 Z ₁) 和 (X ₂ 和 Y ₂ 和 W ₂ 和 Z ₂)	8	b
	$40 \leq t \leq 100$	2 1	(A 和 B 和 C 和 D) 和 (E 和 F 和 G 和 H)	$0.75p$ e-h	12	d d	2	(X ₁ 和 Y ₁ 和 W ₁ 和 Z ₁) 和 (X ₂ 和 Y ₂ 和 W ₂ 和 Z ₂)	16	b

表 A.6 十字接头(续)

检测等级	母材厚度 (<i>t</i>) mm	纵向不连续						横向不连续				
		数量要求				合计 扫查 次数	备注	数量要求		合计 扫查 次数	备注	
		探头 角度	探头位置		扫查区 宽度			探头 角度	探头位置			
												L-扫查
C 级	$40 \leq t \leq 100$	2 1	(A 和 B) 和(C 和 D) 和(E 和 F) 和(G 和 H)	和串列扫查 (A 或 B)和 (C 或 D)	$0.75p$ <i>e-h</i>	14	—	2	(X_1 和 Y_1 和 W_1 和 Z_1) 和(X_2 和 Y_2 和 W_2 和 Z_2)	16	^b	
<p>注 1：符号见图 A.6。</p> <p>注 2：L-扫查——使用斜探头扫查纵向不连续； N-扫查——使用直探头扫查； T-扫查——使用斜探头扫查横向不连续； <i>p</i> ——跨距。</p>												
<p>^a 不适用。</p> <p>^b 仅应在检测合同特别规定时使用。</p> <p>^c 若要求更高的灵敏度等级，应使用串列检测技术。</p> <p>^d 若要求更高的灵敏度等级，应使用串列检测技术。在此情况下，应略去位置 E、位置 F、位置 G、位置 H 的扫查。</p>												



标引说明:

- | | |
|------------------------------|--------------|
| 1 | —— 部件 1, 主管; |
| 2 | —— 部件 2, 支管; |
| A, B, C, D, E, F, G, H, X, Y | —— 探头位置; |
| d, e, f, g, h | —— 扫查区宽度; |
| t | —— 母材厚度。 |

图 A.7 管座相贯角接头的探头位置示例

表 A.7 管座相贯角接头

检测等级	母材厚度 (<i>t</i>) mm	纵向不连续						横向不连续			
		数量要求					合计 扫查 次数	数量要求		合计 扫查 次数	备注
		探头 角度	探头 位置	扫查区宽度	探头 位置	扫查区 宽度		探头 角度	探头位置		
		L-扫查			N-扫查			T-扫查			
A 级	$8 \leq t < 15$	2	F 和 G 和 H	$1.25p$	—	—	6	—	—	—	a,b
	$15 \leq t < 40$	3	F 和 G 和 H	$1.25p$	—	—	9	—	—	—	a,b
	$40 \leq t \leq 100$	3	F 和 G 和 H	$1.25p$	—	—	9	—	—	—	a,b
B 级	$8 \leq t < 15$	2	F 和 G 和 H	$1.25p$ $0.50p$	D	<i>d</i>	7	1	X 和 Y	2	a,c
	$15 \leq t < 40$	3	F 和 G 和 H	$1.25p$ $0.50p$	D	<i>d</i>	10	2	X 和 Y	4	a,c
	$40 \leq t \leq 100$	3 1	(F 和 G 和 H) 和 E	$1.25p$ <i>e</i>	D	<i>d</i>	11	2	X 和 Y	4	a,c
C 级	—										
<p>注 1：符号见图 A.7。</p> <p>注 2：L-扫查——使用斜探头扫查纵向不连续； N-扫查——使用直探头扫查； T-扫查——使用斜探头扫查横向不连续； <i>p</i> ——跨距。</p>											
<p>^a 相贯接头检测通常应使用检测等级 D 级，由检测合同特别规定。</p> <p>^b 不适用。</p> <p>^c 如果部件 1 内孔不可达(位置 D 和 E)，则检测等级 B 不能适用。</p>											

参 考 文 献

- [1] ISO 5817 Welding—Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded)—Quality levels for imperfections
-