

中华人民共和国国家标准

GB/T 15830—2008
代替 GB/T 15830—1995

无损检测 钢制管道环向焊缝 对接接头超声检测方法

Non-destructive testing—Practice for ultrasonic testing of
circumferential butt welds in steel pipes and tubes

2008-07-30 发布

2009-02-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国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	1
4 检测机构和人员资格	1
5 检测系统	1
6 工艺要求及检测准备	2
7 检测	3
8 质量分级	6
9 检测报告	7
附录 A (规范性附录) 补偿量测量方法	8
附录 B (资料性附录) 检测报告和检测记录格式示例	9

前 言

本标准代替 GB/T 15830—1995《钢制管道对接环焊缝超声波探伤方法和检验结果的分级》。

本标准与 GB/T 15830—1995 相比主要变化如下：

- 增加了术语和定义(见第 3 章)；
- 修改了检测机构和人员资格(1995 年版的第 3 章；本版的第 4 章)；
- 调整了检测系统(1995 年版的第 4 和第 5 章；本版的第 5 章)。

本标准的附录 A 为规范性附录，附录 B 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国无损检测标准化技术委员会(SAC/TC 56)归口。

本标准起草单位：天津诚信达金属检测技术有限公司。

本标准主要起草人：张平、董艳柱、宋遼。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 15830—1995。

无损检测 钢制管道环向焊缝 对接接头超声检测方法

1 范围

本标准规定了钢制管道环向对接焊接接头的超声检测方法和质量分级。

本标准适用于壁厚大于或等于 15 mm~120 mm,标称直径大于或等于 159 mm 的钢制承压管道环向对接焊接接头超声检测。

本标准不适用于铸钢、奥氏体不锈钢的管道环向对接焊接接头超声检测。

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。

GB/T 5616 无损检测 应用导则

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证(GB/T 9445—2008,ISO 9712:2005,IDT)

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测(GB/T 12604.1—2005,ISO 5577:2000,IDT)

GB/T 18852 无损检测 超声检验 测量接触探头声束特性的参考试块和方法(GB/T 18852—2002,ISO 12715:1999,IDT)

GB/T 20737 无损检测 通用术语和定义(GB/T 20737—2006,ISO/TS 18173:2005,IDT)

JB/T 8428 无损检测 超声检测用试块

JB/T 9214 A型脉冲反射式超声波探伤系统工作性能 测试方法

3 术语和定义

GB/T 12604.1 和 GB/T 20737 确立的术语和定义适用于本标准。

4 检测机构和人员资格

4.1 机构要求

按本标准实施检测的机构或单位,应符合 GB/T 5616 或等效标准、法规的相关要求。

4.2 人员资格

按本标准实施检测的人员,应按 GB/T 9445 或合同各方同意的体系进行资格鉴定与认证,并由雇主或其代理进行职位专业培训和操作授权。

5 检测系统

5.1 仪器

5.1.1 检测仪性能指标应按 JB/T 9214 规定的方法进行测试,其工作频率范围至少为 1 MHz~5 MHz。

5.1.2 仪器和斜探头的组合灵敏度,在达到所检测工件最大检测声程处,有效灵敏度余量不小于 10 dB。

5.1.3 组合分辨力:应能将 JB/T 8428 的 CSK-IA 试块上 $\phi 50$ mm 与 $\phi 44$ mm 两孔的反射信号分开,当

两孔反射波幅相同时,其波峰与波谷的差值不小于 6 dB。

5.2 探头

5.2.1 探头性能应按 GB/T 18852 的规定进行测试。

5.2.2 单斜探头声束轴线水平偏离角不应大于 2°,斜探头主声束在垂直方向不应有明显的双峰或多峰。

5.2.3 仪器和探头的组合频率与公称频率误差不得大于±10%。

5.3 试块

5.3.1 试块主要用于仪器探头系统性能校准和检测校准的测定。

5.3.2 标准试块采用 JB/T 8428 的 CSK-IA 试块。

5.3.3 对比试块采用与被检管材声学性能相同或近似的钢材制成,技术要求应符合 JB/T 8428 的规定。

5.3.4 被检管材的曲率半径应为对比试块曲率半径的 0.9 倍~1.5 倍。

5.3.5 锯齿槽(GD-I)对比试块的形状和尺寸,如图 1 所示。该试块用被探管材制作,用作对接焊接接头根部缺欠的对比测定。

单位为毫米

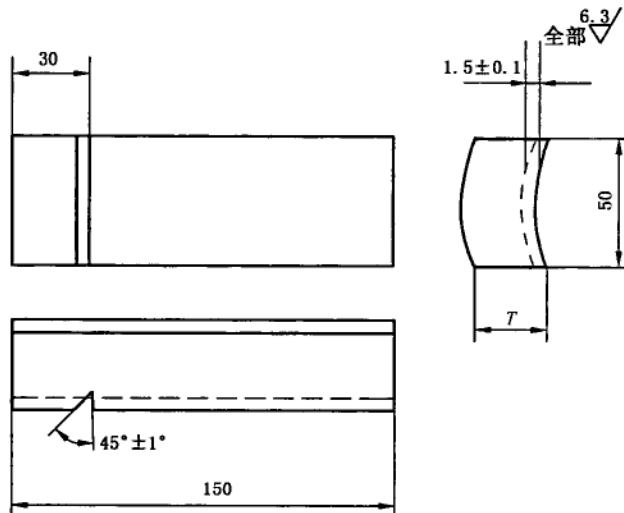


图 1 GD-I 对比试块

5.3.6 被检管材曲率半径 $R \leq W^2/4$ 时(W 为探头宽度),采用与被检曲率相同的对比试块,反射孔的位置可参照对比试块确定。试块宽度 b 一般应满足:

$$b \geq 2\lambda S/D_0 \dots\dots\dots(1)$$

式中:

b ——试块宽度,单位为毫米(mm);

λ ——超声波波长,单位为毫米(mm);

S ——声程,单位为毫米(mm);

D_0 ——声源有效直径,单位为毫米(mm)。

5.3.7 在满足灵敏度要求的条件下,可以采用其他型式的试块,并在报告中注明。

6 工艺要求及检测准备

6.1 检测前应了解焊件名称、材质、规格、焊接工艺、热处理情况、坡口型式(内坡口单侧长度不小于 0.6T, T 为管壁厚度)以及焊接接头中心位置。

6.2 被检测管道焊接接头应满足 6.2.1~6.2.4 的要求。

6.2.1 焊接接头表面质量及外形尺寸需经检查合格。

6.2.2 焊接接头两侧应清除飞溅、锈蚀、氧化物油垢及其他杂质,检测表面应平整,便于探头的扫查,其表面粗糙度 Ra 应小于等于 $6.3 \mu\text{m}$,一般应进行打磨,打磨宽度至少为探头移动范围,见图 2 所示。

6.2.3 检测区的宽度应是焊缝本身,再加上焊缝两侧各相当于母材厚度 30% 的一段区域,这个区域最小为 5 mm,最大为 10 mm。

6.2.4 去除余高的焊缝,应将余高打磨到与邻近母材平齐。保留余高的焊缝,如果焊缝表面有咬边、较大的隆起和凹陷等也应进行适当的修磨,并作圆滑过渡以免影响检测结果的评定。

6.3 耦合剂应具有良好的润湿能力和透声性能,且无毒、无腐蚀性、易清除。常用的耦合剂为机油、甘油和浆糊。

6.4 探头的工作面与管道外表面应紧密接触,必要时进行修磨。修磨后的探头应重新测量入射点及折射角。

6.5 焊后需热处理的焊接接头,应在热处理后检测。

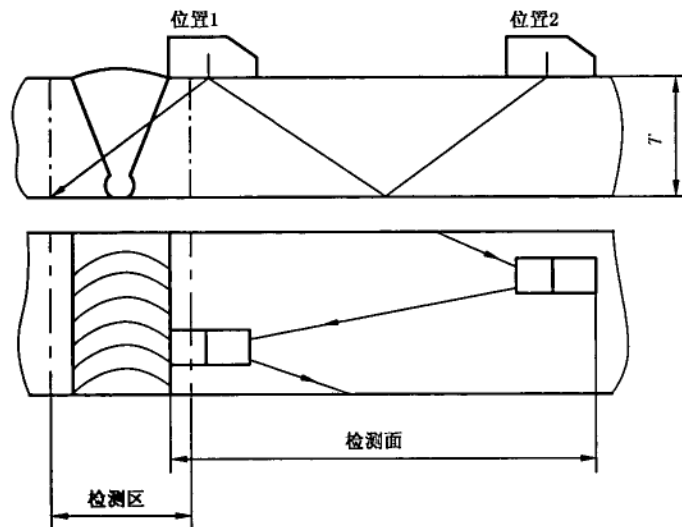


图 2 检测和探头移动区

7 检测

7.1 探头选择

7.1.1 斜探头折射角的选择以直射波声束中心线至少能扫查焊接接头厚度的 $2/5$ 为原则,可参考表 1。检测根部缺欠时,不宜使用折射角为 60° 的探头。

表 1 斜探头折射角的选择

管壁厚度/mm	探头折射角/ $^\circ$
15~46	70 或 60
>46~100	60 或 45; 45 和 60、45 和 70 并用
>100~120	60 和 45 并用

7.1.2 探头频率一般采用 2.5 MHz,当管壁厚度较薄时,采用 5 MHz 探头。

7.2 检测位置及探头移动范围

7.2.1 一般要求从焊接接头两侧检测。因条件限制只能从焊接接头一侧检测时,应采用两种角度的探头进行检测,两种探头的折射角相差应不小于 10° 。

7.2.2 采用一次反射法检测时,探头移动区大于或等于 $1.25P$ 。

$$P = 2T \tan \beta \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- P——跨距,单位为毫米(mm);
- T——母材厚度,单位为毫米(mm);
- β ——探头折射角,单位为度(°)。

7.2.3 当管壁较厚(壁厚>50 mm)时,采用直射法检测,但还需增加一个折射角度大的探头检测,参见表2。探头移动区应大于 $0.75P, P=2T \tan \beta$ 。

7.2.4 如需检测横向缺欠,一般应在去除余高的焊接接头上检测。

7.3 母材的检查

斜探头扫查声束通过的母材区域应用直探头检查,以便确定是否有影响斜角检测结果解释的分层性或其他类型的缺欠存在。该项检查仅作参考,不属于对母材的验收检测。检查的要点如下:

- a) 检测方法:接触式脉冲反射法,采用频率为(2~5)MHz的直探头,晶片直径(10~25)mm。
- b) 检测灵敏度:将无缺欠处第二次底波调节到荧光屏满刻度。
- c) 记录:凡缺欠信号超过荧光屏满刻度20%幅度的部位,应在工作表面做出标记,并记录。
- d) 检测管壁较薄的管材或近表面缺欠时,若单晶探头达不到所要求的近表面分辨力,可选用双晶探头。

7.4 扫查方式

7.4.1 一般采用探头沿焊接接头作矩形的基本扫查方式。扫查时,为确保检测时超声波声束能扫查到工件的整个被检区域,探头的每次扫查覆盖率应大于探头直径的15%。在保持探头移动方向与焊缝中心线垂直的同时,根据管径曲率大小,还要作小角度的摆动,如图3所示。

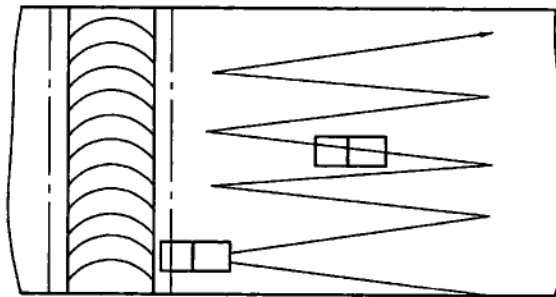


图3 锯齿型扫查

7.4.2 为了确定缺欠的位置、方向、形状、观察缺欠动态波形或区分缺欠信号与伪信号,可采用前后、左右、转角等扫查方式,如图4所示。

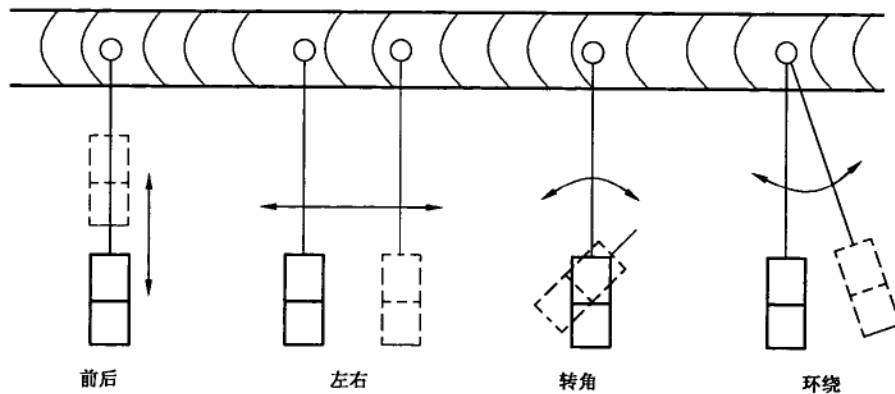


图4 四种基本扫查方法

7.5 距离-波幅曲线的绘制

7.5.1 距离-波幅曲线以所用检测仪和探头在对比试块上实测的数据绘制,也可根据实测数据在智能型检测仪上自绘。该曲线族图由评定线(EL)、定量线(SL)和判废线(RL)组成。评定线与定量线之间(包括评定线)为 I 区,定量线与判废线之间(包括定量线)为 II 区,判废线及其以上区域为 III 区,如图 5 所示。

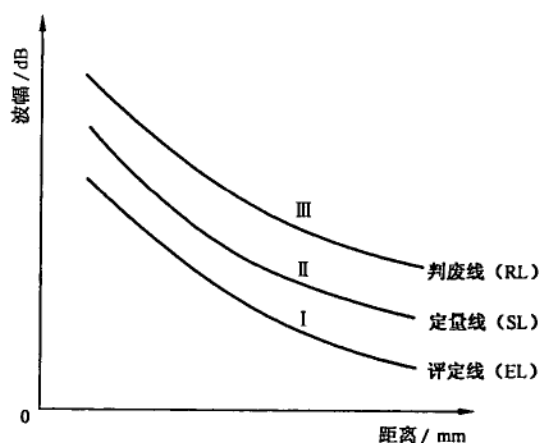


图 5 距离-波幅曲线示意图

7.5.2 不同管壁厚度的距离-波幅曲线灵敏度按表 2 规定。

表 2 距离-波幅曲线的灵敏度

管壁厚度/mm	评定线(EL)	定量线(SL)	判废线(RL)
$\geq 15 \sim 46$	$\phi 3 \times 40 - 20$ dB	$\phi 3 \times 40 - 14$ dB	$\phi 3 \times 40 - 6$ dB
$> 46 \sim 120$	$\phi 3 \times 40 - 16$ dB	$\phi 3 \times 40 - 10$ dB	$\phi 3 \times 40$

7.5.3 距离-波幅曲线的校验以所用检测仪和探头在对比试块上进行,检测应不少于两点。

7.6 扫描速度的调节

7.6.1 扫描速度的调节可在标准试块或对比试块上进行。

7.6.2 扫描速度比例依据工件厚度和选用探头角度来确定。

7.6.3 探头移动速度应小于 150 mm/s。

7.7 检测灵敏度

7.7.1 检测时由于管件表面耦合损失、材料衰减以及内外曲率的影响,应对检测灵敏度进行综合补偿,综合补偿量必须计入距离-波幅曲线。补偿的测量方法见附录 A。

7.7.2 检测灵敏度不得低于评定线,检测过程中应每隔 2 h 对检测灵敏度进行校准一次。

7.8 缺欠性质判断

焊接接头缺欠的性质,可根据缺欠反射信号的特征、部位、采用动态包络线波形分析法,改变探头角度或扫查方式,并结合焊接工艺等进行综合分析。

7.9 缺欠的定量

7.9.1 出现在定量线或定量线以上的缺欠反射信号,应进行波幅和缺欠指示长度的测定。

7.9.2 缺欠波幅的测定:将探头移至缺欠出现最大反射信号的位置,根据波幅确定它在距离-波幅曲线图中的区域。

7.9.3 缺欠指示长度的测定:缺欠反射波只有一个高点,且位于定量线或定量线以上时,用 6 dB 法测其指示长度,如图 6 所示。缺欠反射信号起伏变化有多个高点,且缺欠端部反射波幅位于定量线或定量线以上时,用端点 6 dB 法测量其指示长度,如图 7 所示。当缺欠反射波峰位于评定线到定量线,如认为有必要记录时,将探头左右移动,将波幅降到评定线,以此测量缺欠指示长度。

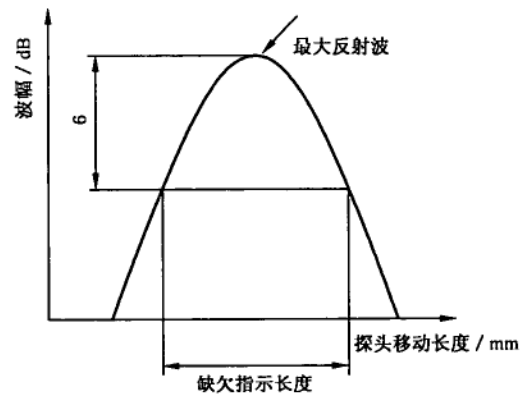


图 6 6 dB 测长法

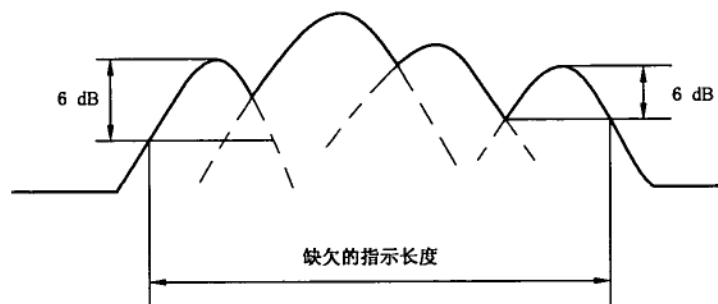


图 7 端点 6 dB 测长法

7.10 缺欠定位

7.10.1 检测时发现缺欠反射波信号时,宜精确测量该处的管壁厚度。

7.10.2 缺欠位置以荧光屏上显示的缺欠最大反射信号的位置表示。根据探头的相应位置和反射信号在荧光屏上的位置,来确定缺欠沿焊接接头方向的位置。

7.10.3 缺欠的深度和水平距离两数值中的一个可由缺欠最大反射信号在荧光屏上的位置直接读出,另一数值可用计算法、曲线法、作图法求出。

7.11 缺欠评定

7.11.1 最大反射信号位于 II 区的缺欠,其指示长度小于 10 mm,按 5 mm 计。

7.11.2 相邻两缺欠间距小于 8 mm 时,两缺欠指示长度之和作为单个缺欠的指示长度。

7.11.3 根部未焊透的对比测定:检测时当发现根部缺欠,经综合分析确认为未焊透时,改用折射角为 $45^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 、频率为 5 MHz 的斜探头,以图 1 中锯齿槽对比试块上深 1.5 mm 通槽的反射波幅调至荧光屏满刻度的 50% 作为对比灵敏度进行对比测定。

8 质量分级

8.1 管道焊接接头质量以每个焊接接头为评定单位,其质量分为三级。

8.2 非裂纹类等缺欠反射波幅位于 I 区时,评为 I 级。

8.3 焊接接头中存在下列情况之一的缺欠时,该焊接接头评为 III 级。

8.3.1 当缺欠反射波幅位于 III 区时。

8.3.2 当缺欠反射波幅位于 II 区时,且缺欠的指示长度(经修正后的圆周方向的弧长)超过表 3 中 II 级的规定时。

表 3 允许存在的缺欠指示长度

质量等级	I 级	II 级
缺欠指示长度 L/mm	$L=T/3$,但最小可为 10,最大不超过 30	$L=2T/3$,最小为 12,最大不超过 50
注:管壁厚度不等的焊接接头, T 取薄壁管厚度。		

8.3.3 当缺欠累计指示长度经修正后超过表 4 中 II 级规定时。

表 4 允许存在缺欠的累计指示长度

质量等级	I 级	II 级
修正后缺欠累计指示长度	在 $10T$ 范围内,累计指示长度之和 $\leq T$	在 $5T$ 范围内,累计指示长度之和 $\leq T$

8.3.4 当非氩弧焊打底的焊接接头根部未焊透缺欠幅度或长度超过表 5 中 II 级的规定时。

表 5 根部未焊透缺欠的允许范围

质量等级	对比灵敏度	缺欠在根部的长度 l
I 级	1.5×20	\leq 焊缝周长的 10%
II 级	$1.5 \times 20 + 4 \text{ dB}$	\leq 焊缝周长的 15%
注 1:当缺欠反射波幅 \geq 用锯齿槽试块调节的对比灵敏度反射波幅时,应以缺欠反射波幅度评定。 注 2:当缺欠反射波幅 $<$ 用锯齿槽试块调节的对比灵敏度反射波幅时,用端点 14 dB 法测量缺欠指示长度 L ,并按下式换算成未焊透在根部的长度 l , $l=L(D-2T)/D$ (D 为管道外径)。 注 3:氩弧焊打底的焊接接头,不允许存在未焊透缺欠。 注 4:表中焊缝周长以内径计算。		

8.4 检测中如检测人员能判定缺欠性质为裂纹、未熔合等危险性缺欠时,不受 8.3 限制,该焊接接头应评为 III 级。

8.5 不合格的焊缝应返修,返修部位及返修时受影响的部位均应复检。复检按原检测条件进行,质量评定按 8.3、8.4 规定。

9 检测报告

9.1 超声检测报告应包括以下内容:

- a) 委托单位;
- b) 被检焊接接头编号的管道系统图、名称、编号、规格、材质、坡口型式、焊接方法和热处理状况;
- c) 检测设备:检测仪、探头、试块;
- d) 检测规范:探头角度、探头频率、检测面和检测灵敏度;
- e) 检测部位及缺欠的类型、尺寸、位置和分布应在草图上予以标明,如有因几何形状限制而检测不到的部位,也应加以说明;
- f) 检测结果及质量分级、检测标准名称和验收等级;
- g) 检测人员和责任人员签字及其技术资格;
- h) 检测日期。

9.2 制作、安装(或检修)结束后,应将检测报告及检测记录整理成册,并归档统一保管。

9.3 检测报告及检测记录格式可参见附录 B。

附录 A
(规范性附录)
补偿量测量方法

A.1 试块

A.1.1 制作与被检测管道的材质、规格及表面粗糙相同的试块,见图 A.1。

A.1.2 在试块上钻横孔,当管壁厚度 ≤ 25 mm,钻一个孔,距内壁 $T/2$,见图 A.1a);管壁厚度 > 25 mm,钻两个孔,距内壁分别为 $T/4$ 和 $3T/4$,见图 A.1b)。

A.2 测量方法

A.2.1 以所用的仪器和探头在对比试块上作出距离-波幅曲线。

A.2.2 相同的仪器和探头,在相同的起始灵敏度条件下探测试块上 $\phi 3$ mm 横孔,直射波探下孔,一次反射波探上孔,图 A.1b)。当试块只有一个孔时,图 A.1a);将直射波与一次反射波的波幅调至规定的高度,然后读取衰减器的分贝数 N 。

A.2.3 在距离-波幅曲线上查出同距离的分贝数 N' ,则综合补偿量 ΔN 由公式(A.1)决定:

$$\Delta N = N - N' \quad \dots\dots\dots(A.1)$$

单位为毫米

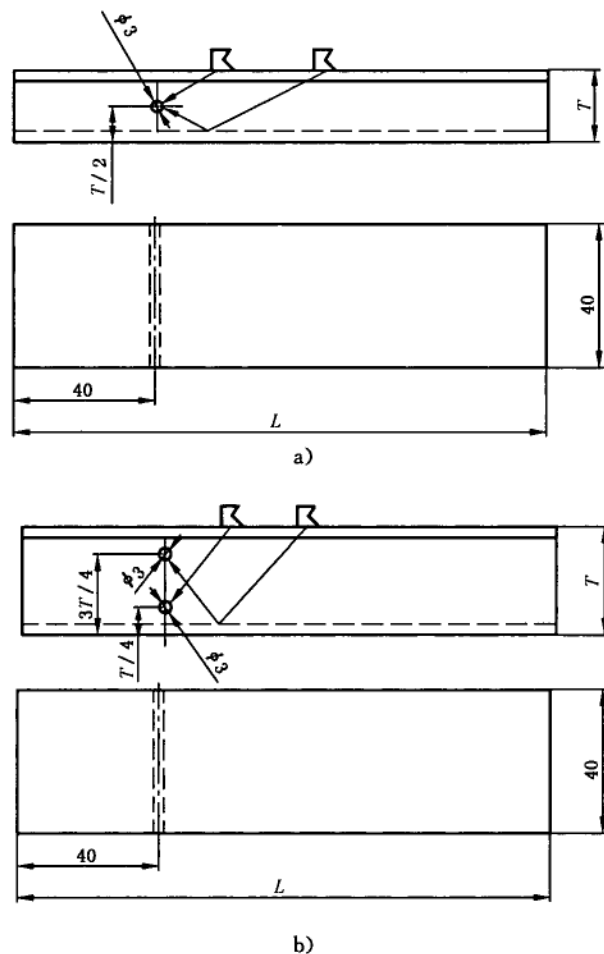


图 A.1 补偿量测量试块

附录 B
(资料性附录)
检测报告和检测记录格式示例
管道对接接头超声检测报告

报告编号：

检测对象						
工程名称				验收准则		
管道名称		材质		规格		
焊缝编号		坡口型式		焊工姓名及代号		
焊接材料		焊接方式		热处理规范		
检测条件						
仪器型号		探头规格				
		频率		折射角		晶片尺寸
试块型式				耦合剂		
检测灵敏度				灵敏度补偿		
评定及处理意见：						
审核人员姓名： 资格：			检测人员姓名： 资格：			

检测单位：(盖章)

年 月 日

管道对接接头超声检测记录

焊缝编号：

缺欠编号	缺欠位置 (点)	探测位置	实测厚度	探头焊缝 距离	缺欠深度	缺欠指示 长度	记录指示 长度	缺欠波幅 $\phi 3 \times 40 \pm \text{dB}$	缺欠性质 推断	备注
1		A								
		B								
2		A								
		B								
3		A								
		B								
4		A								
		B								
5		A								
		B								
6		A								
		B								
7		A								
		B								
8		A								
		B								
9		A								
		B								
10		A								
		B								
审核人员姓名				资格					年 月 日	
检测人员姓名				资格					年 月 日	

中华人民共和国
国家标准
无损检测 钢制管道环向焊缝
对接接头超声检测方法
GB/T 15830—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

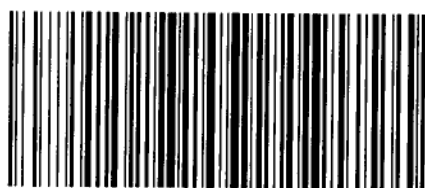
*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 22 千字
2008年11月第一版 2008年11月第一次印刷

*

书号: 155066·1-34199 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 15830-2008