

ICS 25.160.40
J 33



中华人民共和国国家标准

GB/T 2653—2008/ISO 5173:2000
代替 GB/T 2653—1989

焊接接头弯曲试验方法

Bend test methods on welded joints

(ISO 5173:2000, Destructive tests on welds in metallic materials—Bend tests, IDT)

2008-03-31 发布

2008-09-01 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

GB/T 2653—2008/ISO 5173:2000

前 言

本标准等同采用 ISO 5173:2000《金属材料焊缝破坏性试验 弯曲试验》(英文版)。

本标准等同翻译 ISO 5173:2000。为便于使用,本标准做了如下编辑性修改:

- 删除了国际标准的前言;
- 将标准名称改为“焊接接头弯曲试验方法”。

本标准是对 GB/T 2653—1989《焊接接头弯曲及压扁试验方法》的修订,并整合了 GB/T 2649—1989《焊接接头机械性能试验取样方法》中有关“焊接接头弯曲试验取样方法”的内容。

本标准与 GB/T 2653—1989 相比,主要修改内容如下:

- 增加了“原理”、“符号和缩略语”、“试验结果”部分内容;
- 增加了“试样的制备”方面的内容;
- 删去了原标准“压扁试验”的内容;
- 增加了“试验报告示例”部分。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由全国焊接标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位:哈尔滨焊接研究所。

本标准主要起草人:成炳煌、曲维力。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 2653—1981、GB/T 2653—1989。

焊接接头弯曲试验方法

1 范围

本标准规定了焊接接头弯曲试验方法。
本标准适用于金属材料熔化焊接头的弯曲试验。

2 术语和定义

本标准采用下列术语,其定义如下。

2.1

对接接头正弯试样 face bend test specimen for a butt weld(FBB)
焊缝表面为受拉面的试样,双面焊时焊缝表面为焊缝较宽或焊接开始的一面(见图 1 和图 3)。

2.2

对接接头背弯试样 root bend test specimen for a butt weld(RBB)
焊缝根部为受拉面的试样(见图 1 和图 3)。

2.3

对接接头侧弯试样 side bend test specimen for a butt weld(SBB)
焊缝横截面为受拉面的试样(见图 2)。

2.4

带堆焊层正弯试样 face bend test specimen for cladding without a butt weld(FBC)
堆焊层表面为受拉面的试样(见图 4)。

2.5

带堆焊层侧弯试样 side bend test specimen for cladding without a butt weld(SBC)
堆焊层的横截面为受拉面的试样(见图 5)。

2.6

带堆焊层对接接头正弯试样 face bend test specimen for cladding with a butt weld(FBCB)
对接接头堆焊层表面为受拉面的试样(见图 6)。

2.7

带堆焊层对接接头侧弯试样 side bend test specimen for cladding with a butt weld(SBCB)
对接接头横截面为受拉面的试样(见图 7)。

3 原理

对从焊接接头截取的横向或纵向试样进行弯曲,不改变弯曲方向,通过弯曲产生塑性变形,使焊接接头的表面或横截面发生拉伸变形。

除非另有规定,试验环境温度应为 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

试验按第 6 章的说明进行。

4 符号及缩略语

4.1 符号

符号及其说明见表 1 和图 1~图 17。

GB/T 2653—2008/ISO 5173:2000

表 1 符号及说明

符 号	名 称	单 位
b	试样宽度	mm
b_1	熔合线外宽度	mm
d	压头直径	mm
D	管外径	mm
l	辊筒间距离	mm
L_i	焊缝中心线与试样和辊筒接触点间初始距离	mm
L_0	原始标距	mm
L_s	加工后试样上焊缝的最大宽度	mm
L_t	试样总长度	mm
r	试样棱角半径	mm
R	辊筒半径	mm
t	试样厚度	mm
t_c	堆焊层厚度	mm
t_s	试样厚度	mm
t_w	对接接头的厚度或带有堆焊层的母材的厚度	mm
α	弯曲角度	(°)

4.2 弯曲试样的缩略语及示意图

图 1~图 7 分别表示与缩略语对应的弯曲试样示意图。

试样的拉伸面棱角应加工成半径为 r 的圆角。

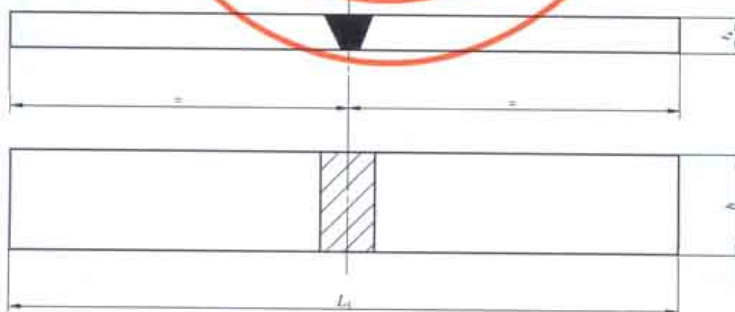


图 1 对接接头横向弯曲试样(FBB 和 RBB)

GB/T 2653—2008/ISO 5173:2000

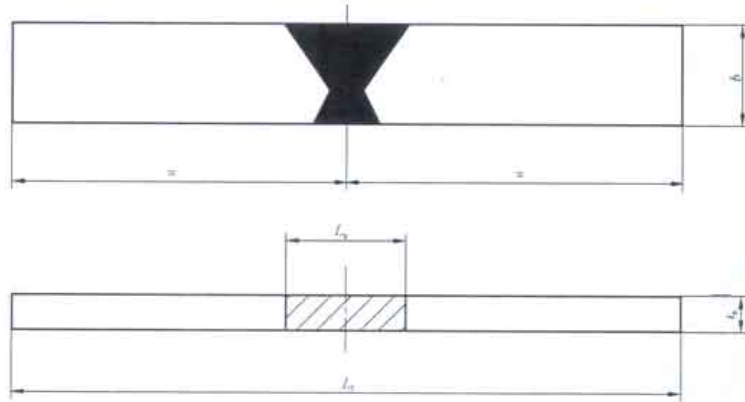


图 2 对接接头侧弯试样(SBB)

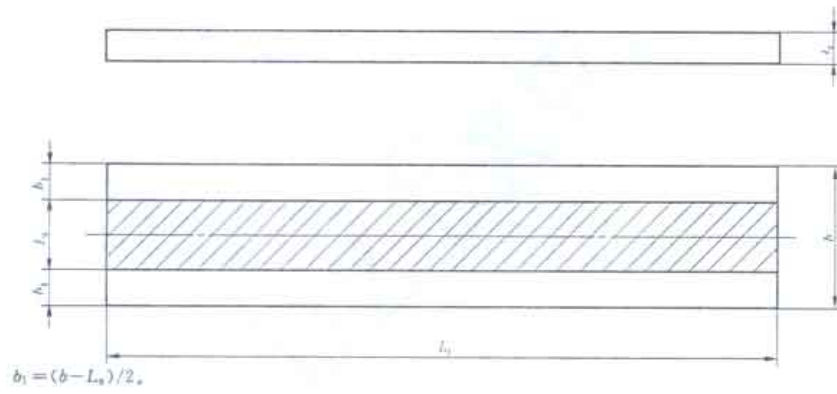


图 3 对接接头纵向弯曲试样(FBB和RBB)

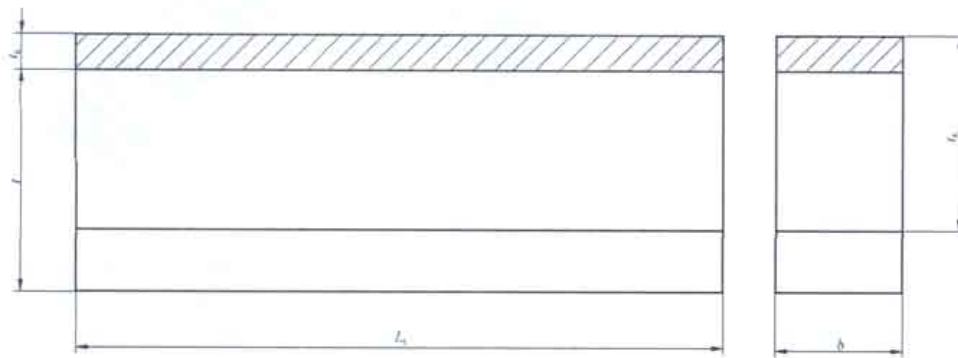


图 4 带焊缝层正弯试样(FBC)

GB/T 2653—2008/ISO 5173:2000

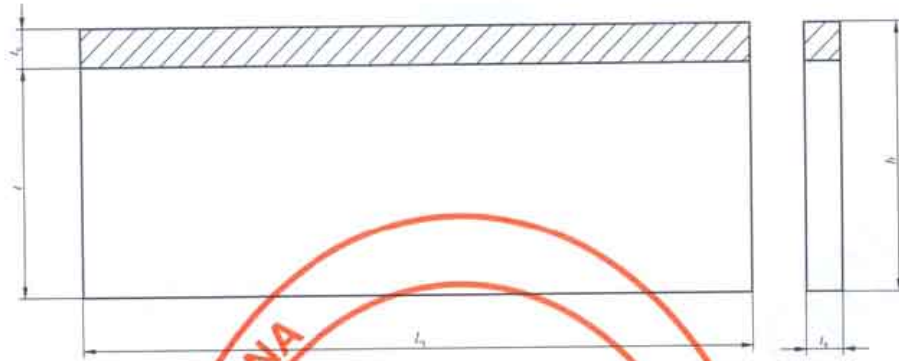
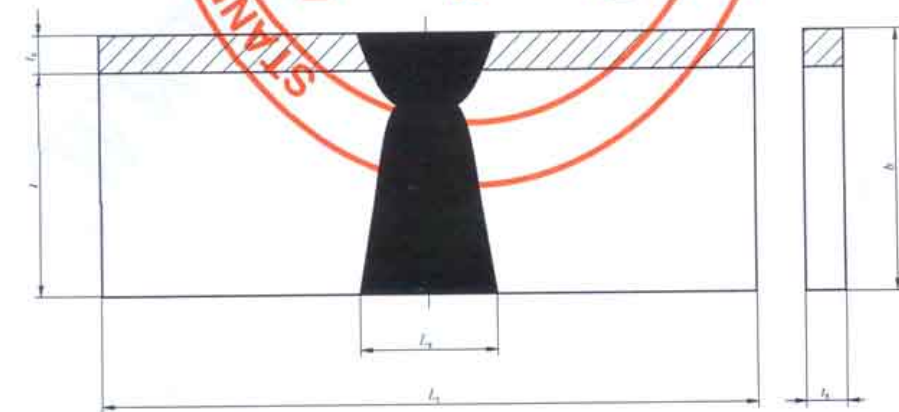


图5 带堆焊层侧弯试样(SBC)



图6 带堆焊层对接接头正弯试样(FBCB)



$b = t + t_0$

图7 带堆焊层对接接头侧弯试样(SBCB)

5 试样的制备

5.1 一般要求

试样的制备应不影响母材和焊缝金属性能。

5.2 位置

对于对接接头横向弯曲试验,应从产品或试件的焊接接头上横向截取试样以保证加工后焊缝的轴线在试样的中心或适合于试验的位置。

对于对接接头纵向弯曲试验,应从产品或试件的焊接接头上纵向截取试样。

带堆焊层的弯曲试样的位置和方向应符合相关标准或协议的规定。

5.3 标记

每个试件都应标记以便识别其在产品或接头中的准确位置。

如相关标准有要求,应标记试样的加工方向(例如轧制方向或挤压方向)。

每个试样都应标记以便识别其在试件中的准确位置。

5.4 热处理和/或时效处理

除非相关标准规定或允许被试验的焊接接头要进行热处理,焊接接头和试样不进行热处理。如进行热处理应在报告中详细记录热处理的参数。对于铝合金如果产生了自然时效,应记录焊接至开始试验的间隔时间。

5.5 试样截取

5.5.1 一般要求

采用机械加工方法或热加工方法截取的试样不应改变试样的性能。

5.5.2 钢

当厚度大于 8 mm 时不能采用剪切方法截取。如果采用热切割或其他可能产生影响切割表面的切割方法从试件截取试样时,任意切割面距离试样的表面应大于或等于 8 mm。

5.5.3 其他金属材料

不允许采用剪切方法或热切割方法,只能采用机械加工方法。

5.6 试样的尺寸

5.6.1 对接接头弯曲试样(FBB 和 RBB)

试样的截取参见图 8。

试样厚度 t_s 应等于焊接接头处母材的厚度。

当相关标准要求对整个厚度(30 mm 以上)进行试验时,可以截取若干个试样覆盖整个厚度。在这种情况下,试样在焊接接头厚度方向的位置应做标识。

5.6.2 对接接头侧弯试样(SBB)

试样的截取参见图 9。

试样宽度 b 应等于焊接接头处母材的厚度。试样厚度 t_s 至少应为 (10 ± 0.5) mm,而且试样宽度应大于或等于试样厚度的 1.5 倍。

当接头厚度超过 40 mm 时,允许从焊接接头截取几个试样代替一个全厚度试样,试样宽度 b 的范围为 20 mm~40 mm。在这种情况下,试样在焊接接头厚度方向的位置应做标识。

5.6.3 对接接头纵向弯曲试样(FBB 和 RBB)

试样的截取参见图 10。

试样厚度 t_s 应等于焊接接头处母材的厚度。如果试件厚度 t 大于 12 mm,试样厚度 t_s 应为 (12 ± 0.5) mm,而且试样应取自焊缝的正面或背面。

5.6.4 带堆焊层的正弯试样(FBC)

试样的截取参见图 11。

试样厚度 t_s 应等于基材厚度加上堆焊层的厚度,最大为 30 mm。

GB/T 2653—2008/ISO 5173:2000

当基材厚度加上堆焊层的厚度超过 30 mm 时,允许去除部分基材使加工好的试样厚度 t_s 符合相关标准或协议的要求。

5.6.5 带堆焊层的侧弯试样(SBC)

试样的截取参见图 12。

试样宽度 b 应等于基材厚度加上堆焊层的厚度,最大为 30 mm。试样厚度 t_s 至少应为 (10 ± 0.5) mm,而且试样宽度应大于或等于试样厚度的 1.5 倍。

当基材厚度加上堆焊层的厚度超过 30 mm 时,允许去除部分母材使加工好的试样宽度 b 符合相关标准或协议的要求。

5.6.6 带堆焊层对接接头的正弯试样(FBCB)

试样的截取参见图 13。

试样厚度 t_s 应等于基材厚度加上堆焊层的厚度。在这种情况下,焊缝应位于试样的中心或适合于试验的位置。

当试验要求覆盖整个接头既要有对接接头又要有堆焊层且接头的厚度超过 30 mm 时,可以按 5.6.1 和图 8 的要求截取几个试样。

当试验的目的仅是检验堆焊层且试样的厚度超过 30 mm 时,不需要对基材部分做试验。

5.6.7 带堆焊层对接接头的侧弯试样(SBCB)

试样的截取参见图 7。

试样宽度 b 应等于基材厚度加上堆焊层的厚度。试样厚度 t_s 至少应为 (10 ± 0.5) mm,而且试样宽度应大于或等于试样厚度的 1.5 倍。在这种情况下,焊缝应位于试样的中心或适合于试验的位置。

当试验要求覆盖整个接头既要有对接接头又要有堆焊层且接头的厚度超过 40 mm 时,可以按 5.6.2 和图 9 的要求截取几个试样。

当试验的目的仅是检验堆焊层且试样的厚度超过 30 mm 时,不需要对基材部分做试验。

图 8~图 13 给出了对接接头和堆焊层的弯曲试样位置示例。

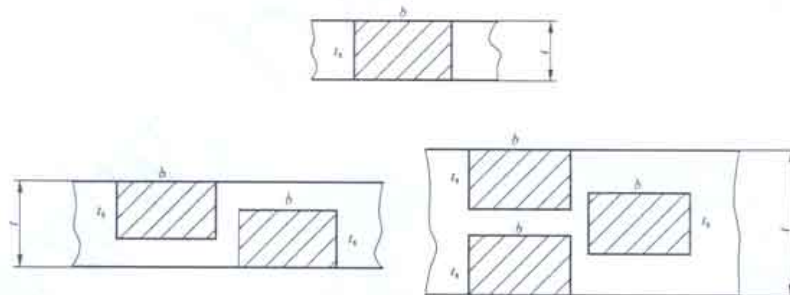


图 8 对接接头弯曲试样(FBB 和 RBB)

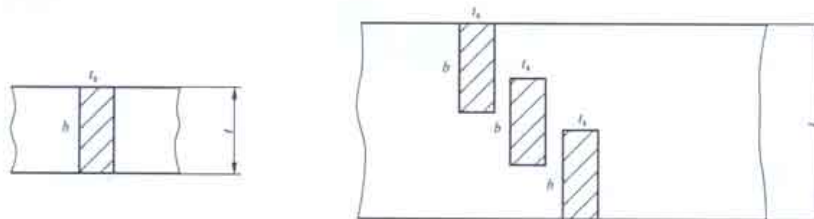


图 9 对接接头侧弯试样(SBB)

GB/T 2653—2008/ISO 5173:2000

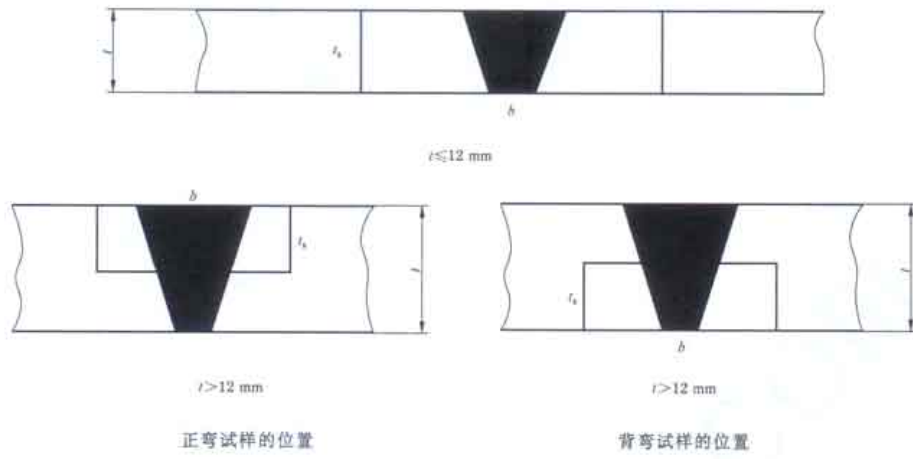


图 10 对接接头纵向弯曲试样 (FBB 和 RBB)

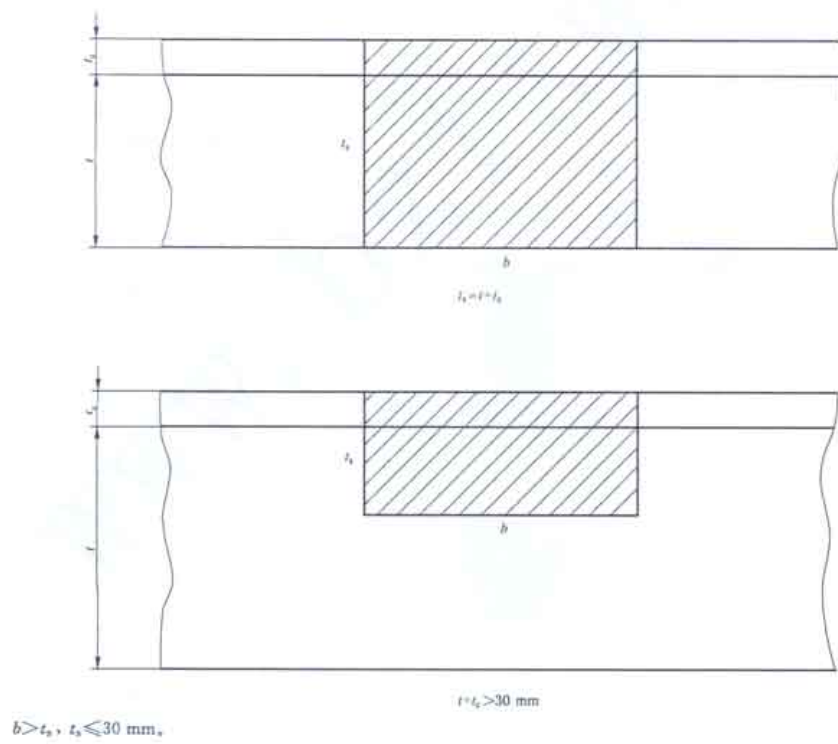


图 11 带堆焊层正弯试样 (FBC)

GB/T 2653—2008/ISO 5173:2000

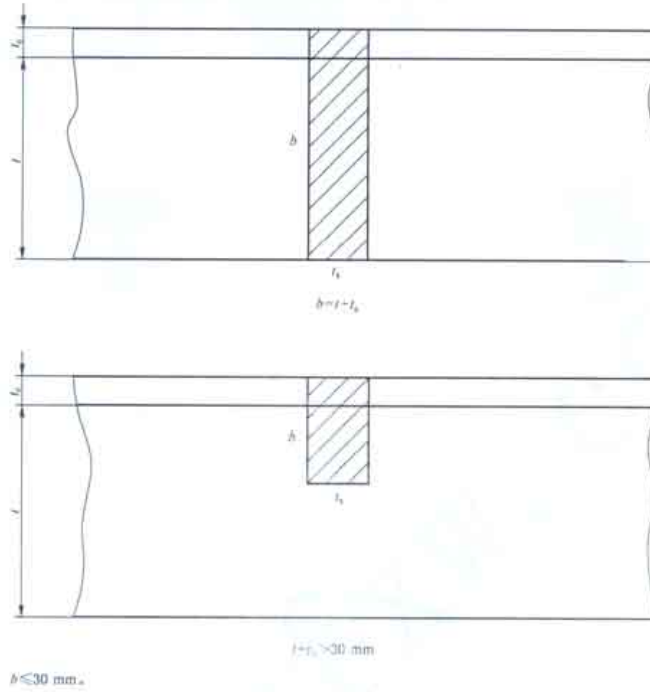
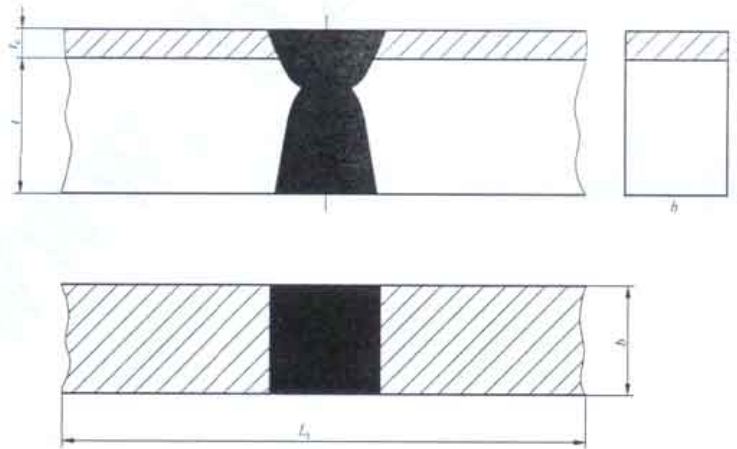


图 12 搭接焊层叠置试样(SBC)



$t_c = t + t_c$, $t_c \leq 30 \text{ mm}$.

注: 如果 $t + t_c > 30 \text{ mm}$ 参照图 8。

图 13 带焊焊层对接接头正弯试样(FBCB)

5.6.8 尺寸

5.6.8.1 长度

试样的长度 L_0 应为 $L_0 \geq l + 2R$, 且至少应满足相关标准的要求。

5.6.8.2 厚度

试样厚度 t_0 的要求见 5.6.1~5.6.7。

5.6.8.3 宽度

a) 横向正弯和背弯试样

— 钢板试样宽度 b 应不小于 $1.5t_0$, 最小为 20 mm。

— 铝、铜及其合金板试样宽度 b 应不小于 $2t_0$, 最小为 20 mm。

— 管径 ≤ 50 mm 时, 管试样宽度 b 最小应为 $t_0 + 0.1D$ (最小为 8 mm)。

— 管径 > 50 mm 时, 管试样宽度 b 最小应为 $t_0 + 0.05D$ (最小为 8 mm, 而最大为 40 mm)。

注: 外径 $D > 25 \times$ 管壁厚, 试样的截取按板要求。

b) 侧弯试样

试样宽度 b 一般等于焊接接头处母材厚度。

c) 纵向弯曲试样

试样宽度 b 应为 $b = L_0 + 2b_0$, 尺寸见表 2。

表 2 纵向弯曲试样宽度

单位为毫米

材 料	试样厚度 t_0	试样宽度 b (见图 3)
钢	≤ 20	$L_0 + 2 \times 10$
	> 20	$L_0 + 2 \times 15$
铝、铜及其合金	≤ 20	$L_0 + 2 \times 15$
	> 20	$L_0 + 2 \times 25$

注: 其他金属材料试样宽度按协议要求。

5.6.8.4 棱角

试样拉伸面棱角应加工成圆角, 其半径 r 不超过 $0.2t_0$, 最大为 3 mm (见图 14)。

5.6.9 表面制备

试样加工的最后工序应采用机加工或磨削, 其目的是为了材料的表面变形硬化或过热。在试验的长度 l 范围内 (见图 14~图 16), 试样表面应没有横向划痕或切痕, 不得除去咬边除非相关标准和/或协议另有要求。

除非相关标准和/或协议另有要求, 超出试样表面的焊缝金属一般应通过机加工方法除去。小直径管内壁的熔透焊缝允许保留。

6 试验条件

6.1 腐蚀

在开始弯曲试验前, 可对试样表面稍做腐蚀以分清熔化区域的形状、位置或熔合线。

6.2 试验

6.2.1 圆形压头弯曲

圆形压头弯曲见图 14~图 16。

把试样放在两个平行的辊筒上进行试验。焊缝应在两个辊筒间中心线位置, 纵向弯曲除外。在两个辊筒间中点, 即焊缝的轴线, 垂直于试样表面通过压头施加载荷 (三点弯曲), 使试样逐渐连续地弯曲。

6.2.2 辊筒弯曲

辊筒弯曲见图 17。

辊筒弯曲是另一种试验方法, 用于铝合金和异种材料接头, 对于异种材料接头其焊缝金属或一侧母

GB/T 2653—2008/ISO 5173:2000

材的屈服强度或规定非比例延伸强度低于(另一侧)母材。

将试样的一端牢固的卡紧在两个平行辊筒的试验装置内,进行试验。通过外辊筒沿以内辊筒轴线为中心的圆弧转动,向试样施加载荷,使试样逐渐连续地弯曲。

6.3 压头和辊筒尺寸

压头的直径 d 应依据相关标准确定。

辊筒的直径至少为 20 mm,除非相关标准另有规定。

6.4 辊筒间的距离

辊筒间的距离 l (见图 14~图 16)应在 $d+2t_s$ 和 $d+3t_s$ 之间。

6.5 弯曲角度

当弯曲角度 α (见图 14~图 17)达到相关标准规定的值时试验完成。

6.6 弯曲伸长率

当需要测量伸长率时,钢正弯和背弯试样应采用的标距如下:

——熔化焊缝: $L_0=L_s$ 或 $2L_s$ 或 L_s+t_s ,

——压焊缝、电子束焊缝和激光焊缝: $L_0=t_s$ 或 $2t_s$,

对于其他金属材料,如果需要测量伸长率,标距按协议规定。

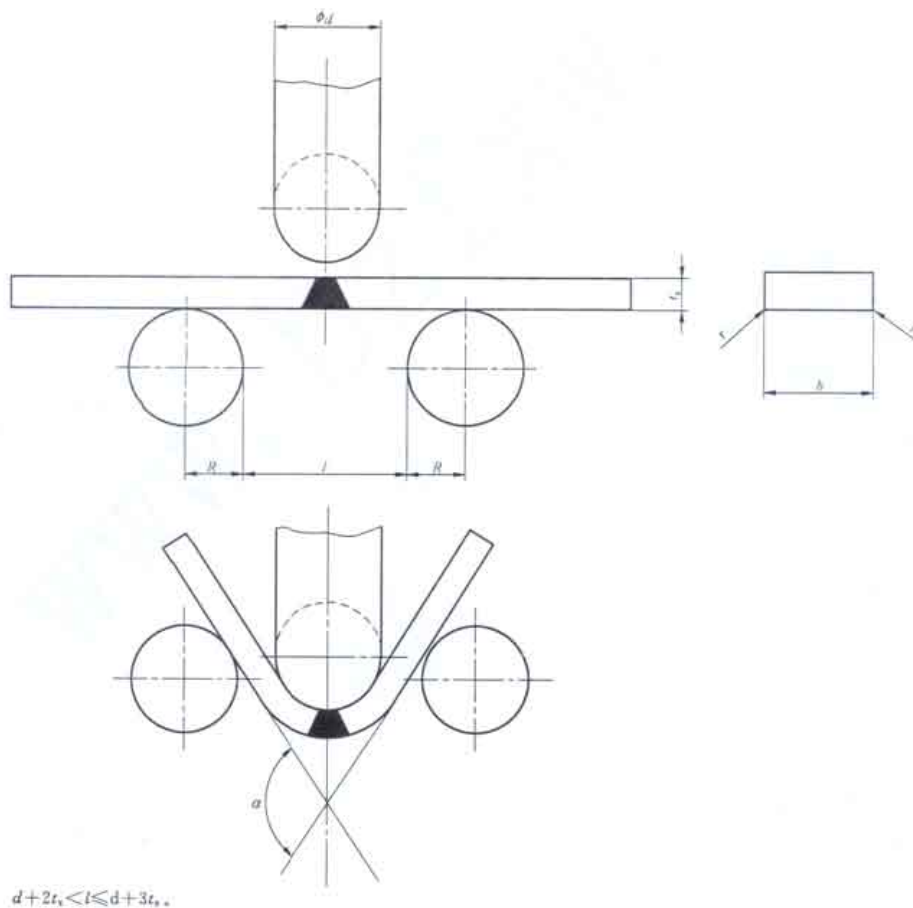
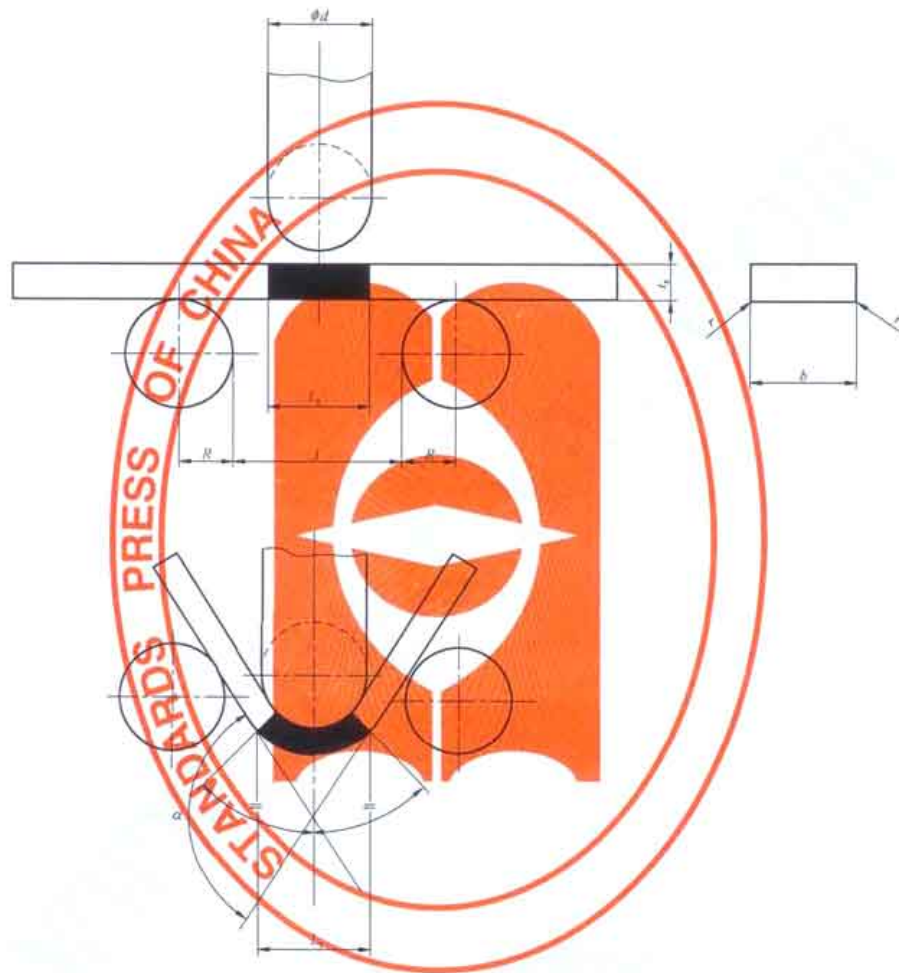


图 14 横向正弯或背弯试验



$$d + 2t_s < L \leq d + 3t_s$$

$$d \geq 1.3L_s - t_s$$

图 15 横向侧弯试验

GB/T 2653—2008/ISO 5173:2000

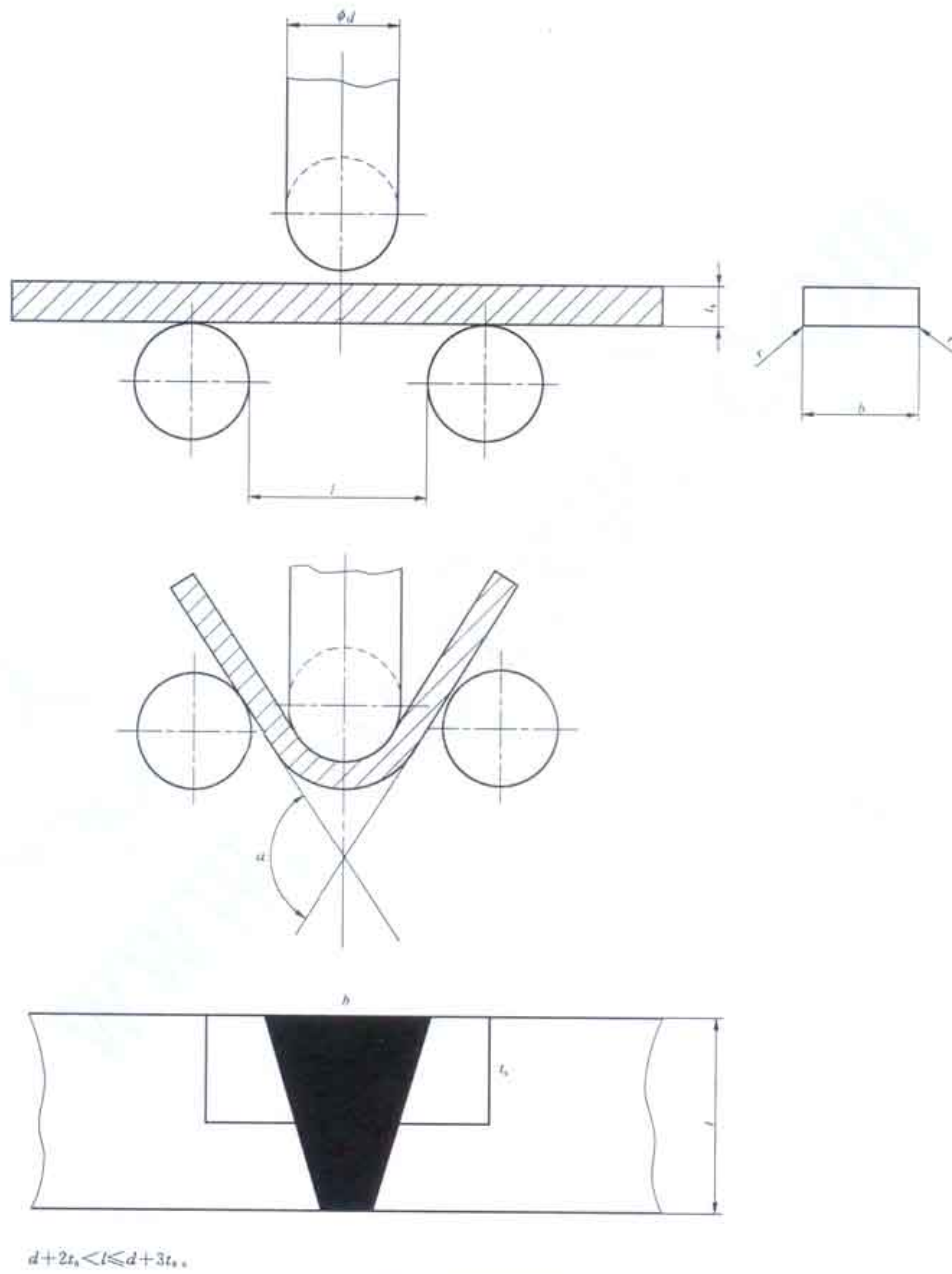
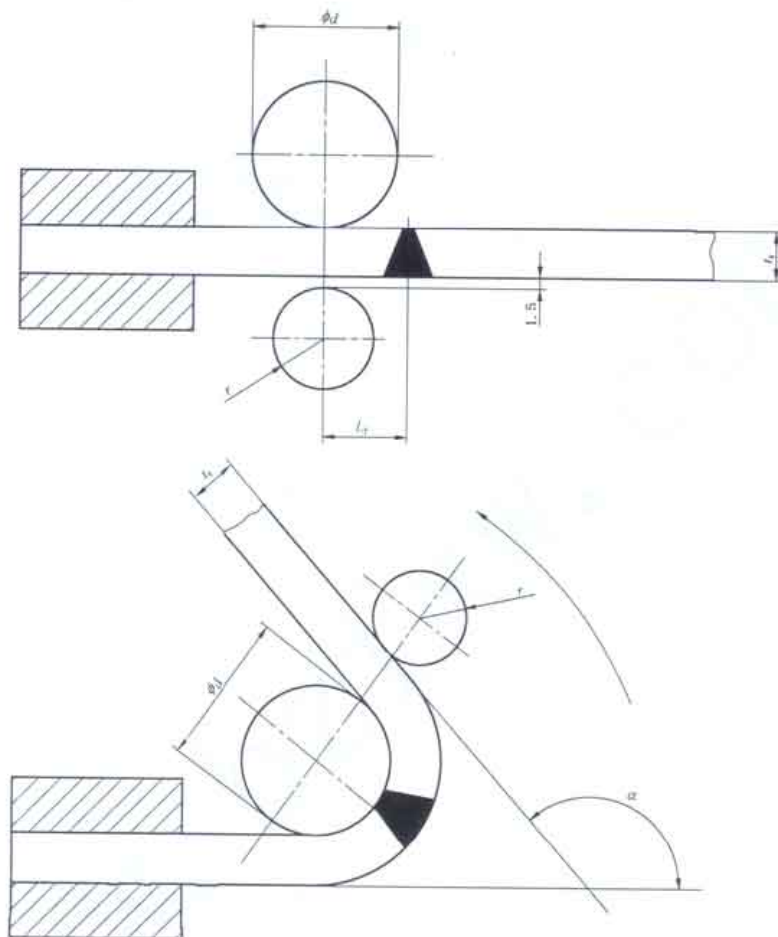


图 16 纵向弯曲试验

GB/T 2653—2008/ISO 5173:2000



$$0.7d < L_1 < 0.9d.$$

图 17 辊筒弯曲试验方法

7 试验结果

弯曲结束后,试样的外表面和侧面都应进行检验。
依据相关标准对弯曲试样进行评定并记录。
除非另有规定,在试样表面上小于 3 mm 长的缺欠应判为合格。

8 试验报告

试验报告至少应包括以下内容:

- 依据的国家标准,例如 GB/T 2653。
- 试样说明(标记、母材类型、热处理等)。
- 试样的形状和尺寸。

GB/T 2653—2008/ISO 5173:2000

- d) 弯曲试验的类型和代号(正弯和背弯、横向弯曲或纵向弯曲、侧弯等)。
- e) 试验条件(见第 6 章):
 - 试验方法(圆形压头弯曲或辊筒弯曲);
 - 压头直径;
 - 辊筒间距离。
- f) 试验温度。
- g) 观察到的缺欠的类型和尺寸。
- h) 弯曲角。

附录 A 给出了典型的试验报告示例。

GB/T 2653—2008/ISO 5173:2000

附 录 A
(资料性附录)
试验报告示例

序号:

依据的焊接工艺规程(WPS)或焊接工艺预规程(pWPS):

依据 GB/T 2653 进行焊接接头弯曲试验。

试验结果:

制造商:

试验目的:

产品种类:

母材:

填充金属:

试验温度:

表 A.1 依据 GB/T 2653 焊接接头弯曲试验

试样编号 No./位置	试验类型	尺寸/ mm	压头直径/ mm	辊筒间距离/ mm	弯曲角/ (°)	原始标距/ mm	伸长率/ %	说明例如缺欠的 类型和尺寸

检测:

(签名和日期)

审核:

(签名和日期)