

中华人民共和国国家标准

金属薄板成形性能与试验方法 弯曲试验

GB/T 15825.5—1995

Sheet metal formability and test methods —Bending test

1 主题内容与适用范围

本标准规定了以最小相对弯曲半径为标志的弯曲性能试验方法。
本标准适用于厚度 0.30~4.00 mm 的金属薄板。

2 引用标准

GB/T 15825.2 金属薄板成形性能与试验方法 通用试验规程

3 符号、名称与单位

本标准所用的符号、名称和单位见表 1。

表 1

符 号	名 称	单 位
F_w	弯曲力	N
R_p	凸模(或垫模)底部弧面半径	mm
t	试样厚度	mm
r_d	凹模口部圆角半径	mm
α	弯曲角	(°)
L	凹模开度	mm
t_p	垫模厚度	mm
R	弯曲半径	mm
θ	取样角	(°)
t_0	板料基本厚度	mm
R_{min}	最小弯曲半径	mm
R_{pl}	试样变形区外侧表面出现裂纹或显著凹陷时所用的凸模底部弧面半径或所用垫模厚度的二分之一	mm
R_{min}/t	最小相对弯曲半径	
R_{mp}/t	平均最小相对弯曲半径	
$(R_{min}/t)_i$	每次试验得到的最小相对弯曲半径,角标 $i=1,2,3,\dots$	
n	有效重复试验次数	

4 试验原理

本试验采用一系列具有不同底部弧面半径的凸模(或不同厚度的垫模),将试样按照规定的弯曲角

成形(图 1、2)后,检查其变形区外侧表面[检查方法参见附录 A(参考件)中 A1 条],以确定该表面不产生裂纹或显著凹陷时的最小相对弯曲半径作为金属薄板的弯曲性能指标。

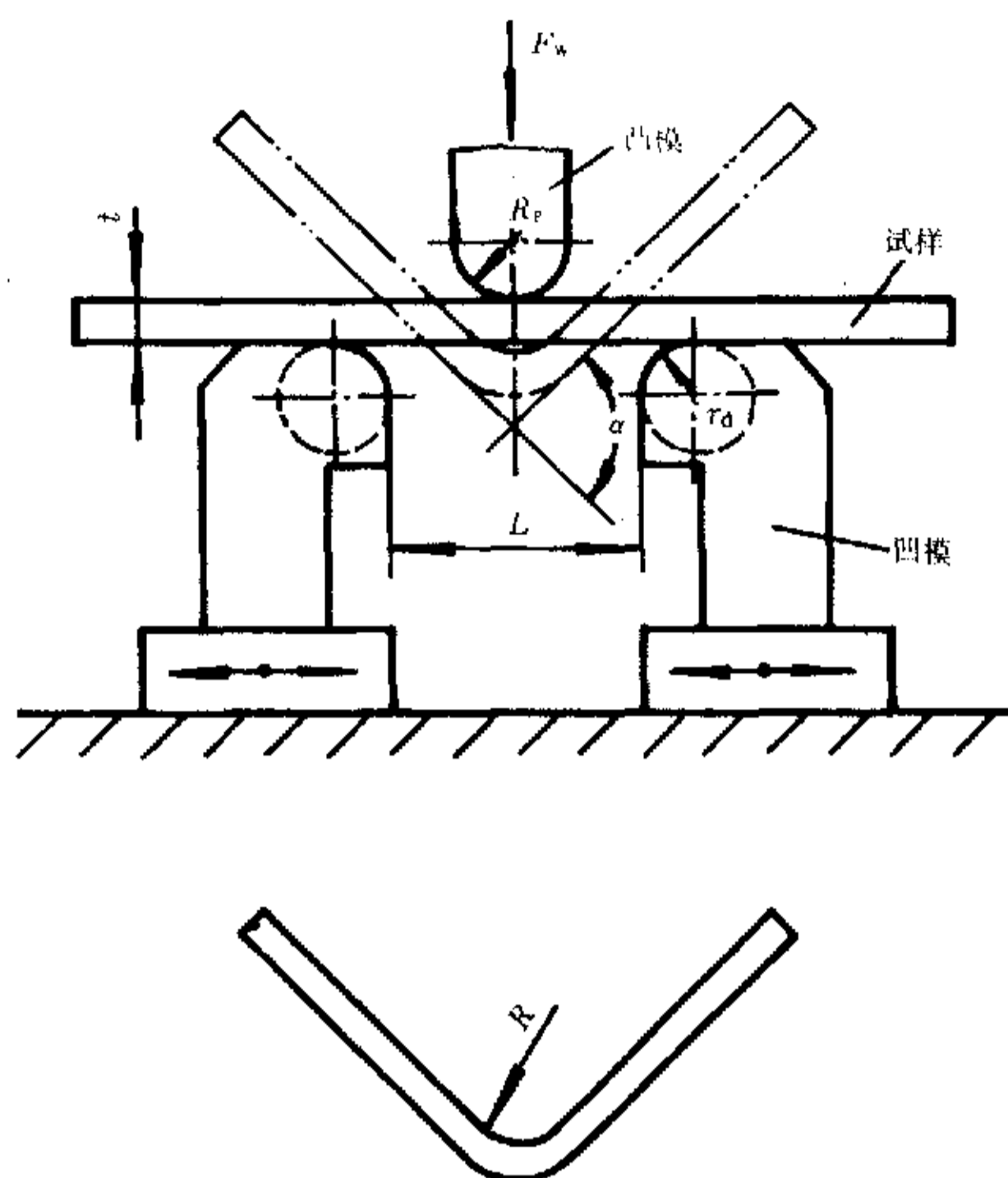


图 1 压弯

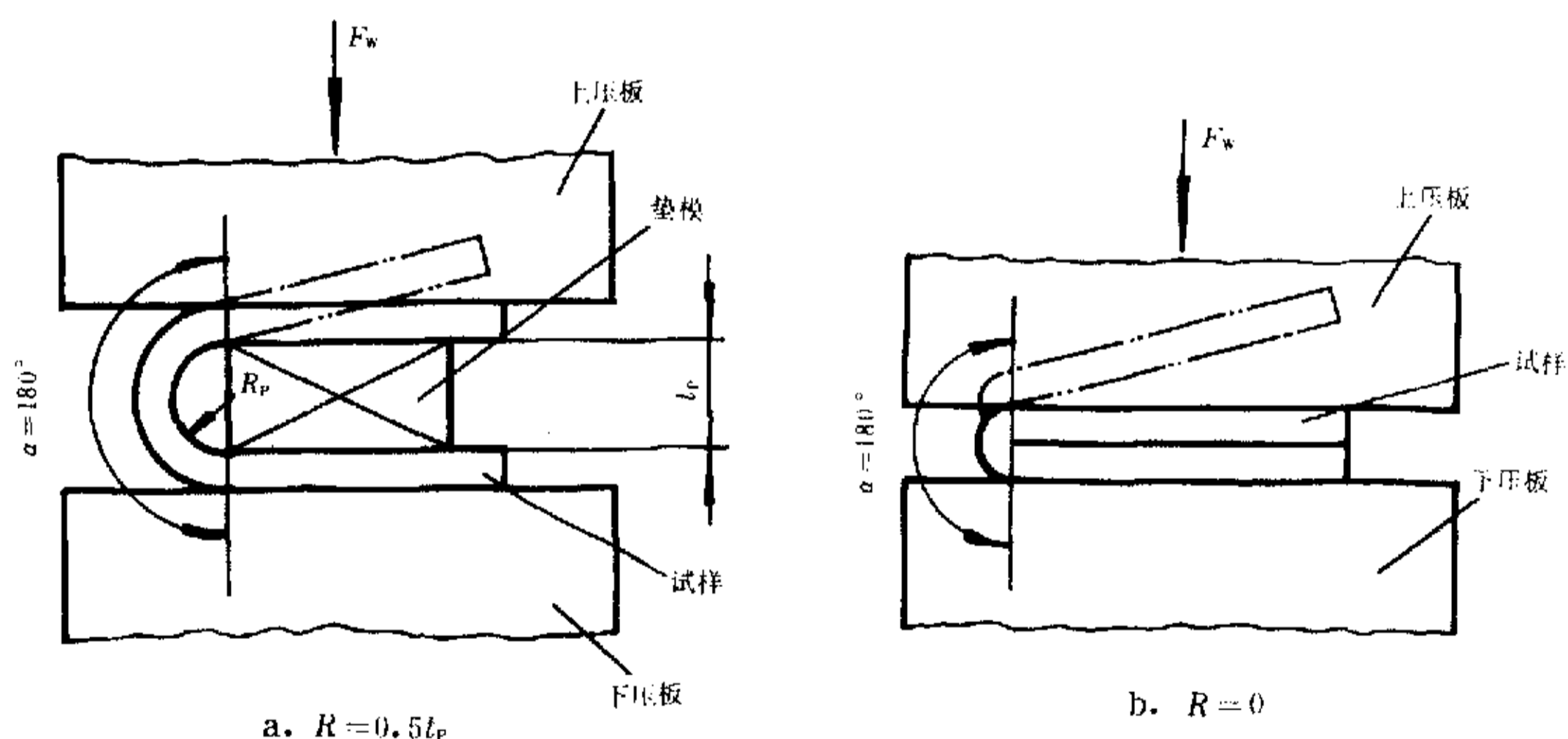


图 2 180°弯曲

5 试样

5.1 本试验采用条形试样,其宽度应大于 10 倍板料基本厚度、但不小于 20 mm,长度应保证试样弯成 V 形或 U 形。

5.2 推荐使用宽度 50 ± 0.5 mm、长度 150 ± 2.0 mm 的条形试样。

5.3 试样长度方向垂直于轧制方向(取样角 $\theta = 90^\circ$)。如有特殊要求,允许取样角改用其他数值,但必须在试验报告中注明。

5.4 按 GB/T 15825.2 第 3 章规定制备试样,特别要求逐个测量试样厚度,并按试样正反两面分组编

号,同时记录试样实测厚度。

6 模具

6.1 按 GB/T 15825.2 中 4.1 条规定制备模具。

6.2 凸模、垫模和凹模的宽度均应大于试样宽度。

6.3 凹模口部圆角 r_a (图 1)取为 10 mm。

注:凹模口部亦可设计成半径为 r_a 的可转动圆柱面。

6.4 凸模底部弧面半径 R_p (图 1),原则上以每间隔 0.1 mm 为一级规格,制造公差不大于 ± 0.01 mm。为了减少试验工作量,推荐采用表 2 所列凸模规格。

6.5 180°弯曲所用垫模厚度 t_p (图 2a),原则上以每间隔 0.2 mm 为一级规格,制造公差不大于 ± 0.01 mm。为了减少试验工作量,推荐将表 2 所列数据增大一倍作为垫模厚度使用(即 $t_p=2R_p$)。

表 2

mm

组 号	凸模底部弧面半径 $R_p \pm 0.01$
I	0.4,0.5,0.6,0.7,0.8,0.9,1.0, 1.1,1.2,1.3,1.4,1.5
II	1.6,1.8,2.0
III	2.2,2.5
IV	2.8,3.2
V	由 3.2 mm 起始按级差 0.4 mm 选增

7 试验装置与试验机

7.1 试验装置

按 GB/T 15825.2 中 5.1 条规定准备试验装置,并要求满足下述技术条件。

7.1.1 试验装置应能方便、快速地更换凸模。

7.1.2 在工作行程内,试验装置应能保证凸模和凹模对中,其偏差不大于 0.1 mm。

7.1.3 试验装置应能对试样准确定位。

7.1.4 试验装置应能调整凹模开度 L (图 1),并在调整后能够锁紧,以保证 L 在试验过程中不发生变化。

7.1.5 调整凹模开度 L 时,按公式(1)、(2)进行计算,计算结果保留两位小数。

弯曲角 $\alpha \neq 180^\circ$ 时: $L = 2R_p + 3t_0 \pm t_0/2$ (1)

弯曲角 $\alpha = 180^\circ$ 时: $L = 2R_p + 2t_0 \pm t_0/2$ (2)

7.1.6 试验装置在工作时不应发生倾斜、偏移和振动。

7.2 试验机

按 GB/T 15825.2 中 5.2 条规定准备试验机,并参考下述技术要求。

7.2.1 可以使用材料试验机或油压机等设备。

7.2.2 试验机应保证弯曲变形所需的作用力。

7.2.3 试验速度 $(0.8 \sim 3.3) \times 10^{-4}$ m/s。

7.2.4 试验机能显示凸模行程,显示误差不大于 0.1 mm。

7.2.5 试验机与试验装置可配有适当的检测装置,以便直接读取弯曲角数值。

8 试验程序 and 操作方法

8.1 开始试验前,按 GB/T 15825.2 中 4.2、5.1.2、5.2.2 和 5.2.3 条规定,对模具、试验装置和试验机

进行清洗、检查和润滑。

- 8.2 每进行一次试验之前,可用全损耗系统用油 L-AN100 对凹模口部圆角区域进行适当润滑。
- 8.3 调整凹模开度 L ,调整后锁紧。
- 8.4 按规定的弯曲角,用图 1 或图 2 所示方法,由大到小选择凸模或垫模规格,逐次对试样进行弯曲试验(其他试验方法见附录 A 中 A2 条),直到试样变形区外侧表面在 5 倍放大镜下出现裂纹或显著凹陷时为止。开始试验选用的凸模或垫模规格可根据经验确定。
- 8.5 如果采用冲裁或剪切加工的试样,安放试样时应注意将其光亮带作为外侧变形区。
- 8.6 使用图 1 压弯方法时,如果最小规格的凸模仍不能使试样变形区外侧表面产生裂纹或显著凹陷,允许改变试样弯曲角度或对试样进行图 2 所示 180°弯曲,但必须在试验报告中说明。
- 8.7 如果凸模刚度允许,可使用图 1 压弯方法直接对试样进行 180°弯曲,且凹模开度按公式(2)确定。
- 8.8 不能用压弯方法进行 180°弯曲时,应先将试样压弯到一定角度(如 170°左右),然后再将其移至两块压板之间进行 180°弯曲(图 2)。
- 8.9 对同种材料正、反两面分别进行 3 次以上有效重复试验。
- 8.10 变形区外侧表面无裂纹,但纵向侧边出现裂纹时,试验无效。

9 弯曲角的测量和最小弯曲半径的确定

- 9.1 弯曲角在加载条件下测量,允许测量误差±1°。
- 9.2 试验装置或试验机不带有弯曲角显示装置时,用样板在试验加载过程中测量弯曲角,或将弯曲角换算成凸模行程进行试验控制。
- 9.3 压弯试验或 180°有垫模弯曲试验时,按公式(3)确定最小弯曲半径 R_{\min} 。

$$R_{\min} = R_{\text{pl}} + 0.1 \quad \dots\dots\dots(3)$$

- 9.4 180°无垫模弯曲试验时,按下述原则确定最小弯曲半径 R_{\min} 。
 - a. 试样变形区外侧表面在 5 倍放大镜下出现裂纹或显著凹陷时,最小弯曲半径 $R_{\min} = 0.1 \text{ mm}$;
 - b. 试样变形区外侧表面在 5 倍放大镜下无裂纹或显著凹陷时,最小弯曲半径 $R_{\min} = 0$ 。

10 试验结果计算

- 10.1 计算最小相对弯曲半径 R_{\min}/t ,计算结果保留一位小数。
- 10.2 计算平均最小相对弯曲半径 \bar{R}_{\min}/t ,计算结果保留一位小数。

$$\bar{R}_{\min}/t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_{\min}/t)_i \quad \dots\dots\dots(4)$$

11 试验报告

- 11.1 试验报告格式自行设计。
- 11.2 试验报告应包括下述主要内容。
 - a. 试验材料的规格、牌号和状态;
 - b. 试样实测厚度;
 - c. 试验方法:按 GB/T 15825.5;
 - d. 试样尺寸;
 - e. 取样角;
 - f. 弯曲角;
 - g. 试验条件:包括试验机的类型与试验速度等;

h. 试验记录和计算结果(可参考表 2 设计);

表 2

弯曲角 = $\times\times^\circ$

项 目	1		2		3		综合平均值
	正面	反面	正面	反面	正面	反面	
最小弯曲半径 R_{\min}							
最小相对弯曲半径 R_{\min}/t							

注:正反两面指试样板料的两个平面。

i. 试验日期。

附录 A
关于弯曲试验的说明
(参考件)

A1 检查试样变形区外侧表面是否出现裂纹或显著凹陷的方法有三种:

- a. 肉眼观察;
- b. 用 20 倍工具显微镜观察;
- c. 用扫描电镜在 250 倍下观察。

在上述三种方法中,前两种可靠性差,其中第一种最为粗糙,但工作比较简单。第三种方法虽然可靠性好,但试验费用高且受设备条件限制。鉴此,本标准在第一种方法基础上规定用肉眼使用 5 倍放大镜观察,观察到裂纹或显著凹陷后,在实际弯曲半径上增加 0.1 mm 安全裕度[见公式(3)和 9.4a 条]作为试样的最小弯曲半径。

A2 弯曲试验除图 1 和图 2 所示方法外,还可以采用图 A1 和图 A2 所示方法。

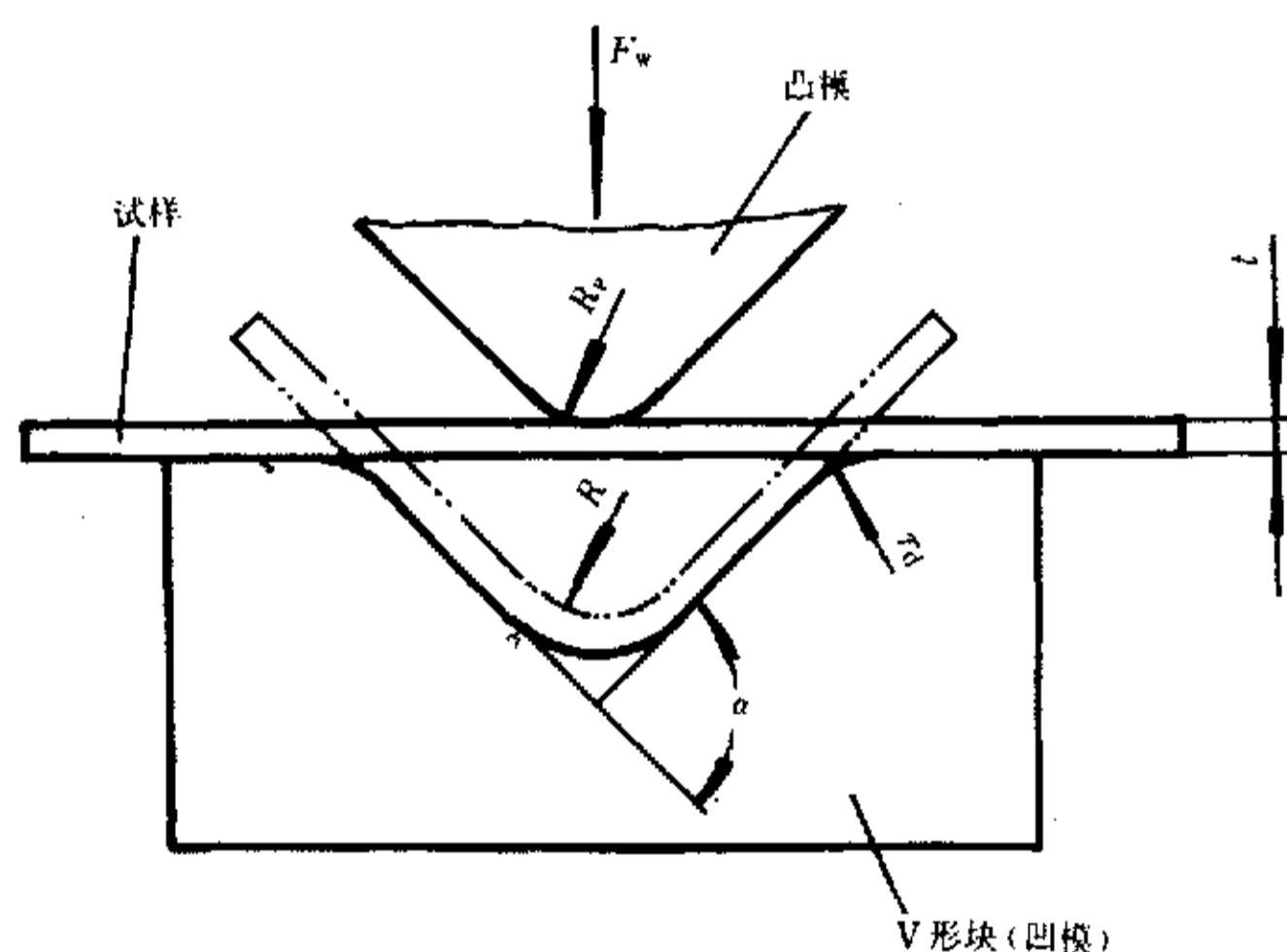


图 A1 V形块弯曲

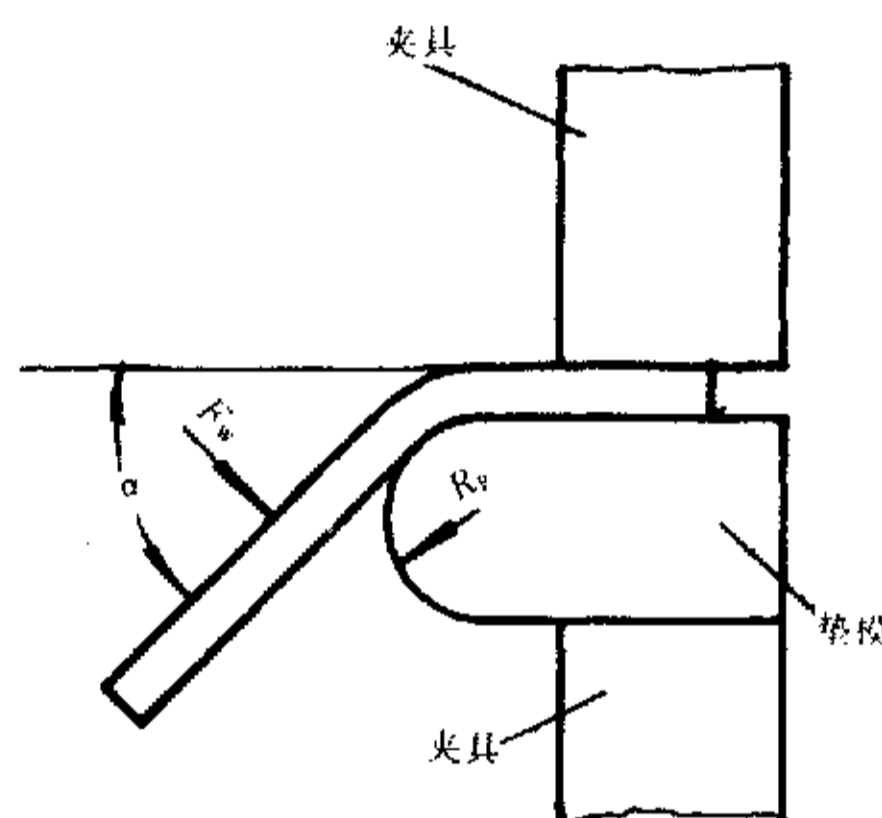


图 A2 卷曲

附加说明:

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国锻压标准化技术委员会归口。

本标准由武汉工学院负责起草。

本标准主要起草人曹宏琛、姜奎华。

本系列标准自实施之日起,原部标 JB 4409—88《薄钢板的成形性能和试验方法》标准作废。