



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 15825.5—2008  
代替 GB/T 15825.5—1995

---

## 金属薄板成形性能与试验方法 第 5 部分：弯曲试验

Sheet metal formability and test methods—  
Part 5: Bending test

2008-12-23 发布

2009-06-01 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

## 前 言

GB/T 15825《金属薄板成形性能与试验方法》分为 8 个部分：

- 第 1 部分：成形性能和指标；
- 第 2 部分：通用试验规程；
- 第 3 部分：拉深与拉深载荷试验；
- 第 4 部分：扩孔试验；
- 第 5 部分：弯曲试验；
- 第 6 部分：锥杯试验；
- 第 7 部分：凸耳试验；
- 第 8 部分：成形极限图(FLD)测定指南。

本部分是 GB/T 15825 的第 5 部分。

本部分代替 GB/T 15825.5—1995《金属薄板成形性能与试验方法 弯曲试验》。

本部分与 GB/T 15825.5—1995 相比，主要变化如下：

- 增加了“前言”；
- 在“2 规范性引用文件”中增加了引导性文字；
- 修改了图 1 和图 2 的名称；
- 增加了表 2 的名称；
- 将 7.1.1~7.1.6 修改为列项 a)~f)；
- 将 7.2.1 的内容添加到 7.2 的悬置行中，并修改了该悬置行的语句；
- 将 7.2.2、7.2.3、7.2.4、7.2.5 分别修改为列项 a)~d)；
- 增加了“8 试验温度”；
- 删除 9.5，其后的条款编号依次向前递推；
- 删除表 3 下面的“注”；
- 把附录 A 的名称修改为“对弯曲试验的说明”；
- 修改了附录 A.1 的内容；
- 修改了图 A.2 的名称；
- 除以上修改外，还对原标准中的一些文字、图题格式和列项编号进行了编辑性修改。

本部分的附录 A 为资料性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国锻压标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：武汉理工大学、郑州大学、东风汽车模具冲压有限公司。

本部分主要起草人：姜奎华、曹宏深、华林、李建华、黄尚宇、毛华杰。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 15825.5—1995。

# 金属薄板成形性能与试验方法

## 第5部分:弯曲试验

### 1 范围

GB/T 15825 的本部分规定了以最小相对弯曲半径为指标的金属薄板弯曲成形性能试验方法。  
本部分适用于厚度 0.30 mm~4.00 mm 的金属薄板。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 15825 的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

GB/T 15825.2—2008 金属薄板成形性能与试验方法 第2部分:通用试验规程

### 3 符号、名称和单位

本部分所用的符号、名称和单位见表1。

表1 符号、名称和单位

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
$\alpha$	弯曲角	(°)
$L$	凹模开度	mm
$t_p$	垫模厚度	mm
$R$	弯曲半径	mm
$\theta$	取样角	(°)
$t_0$	板料基本厚度	mm
$R_{\min}$	最小弯曲半径	mm
$R_{pf}$	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	
$\bar{R}_{\min}/t$	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	
$F_c$	压边力	N

#### 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、图 2)后,检查其变形区外侧表面(检查方法见附录 A 中的 A. 1),将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成形性能指标。

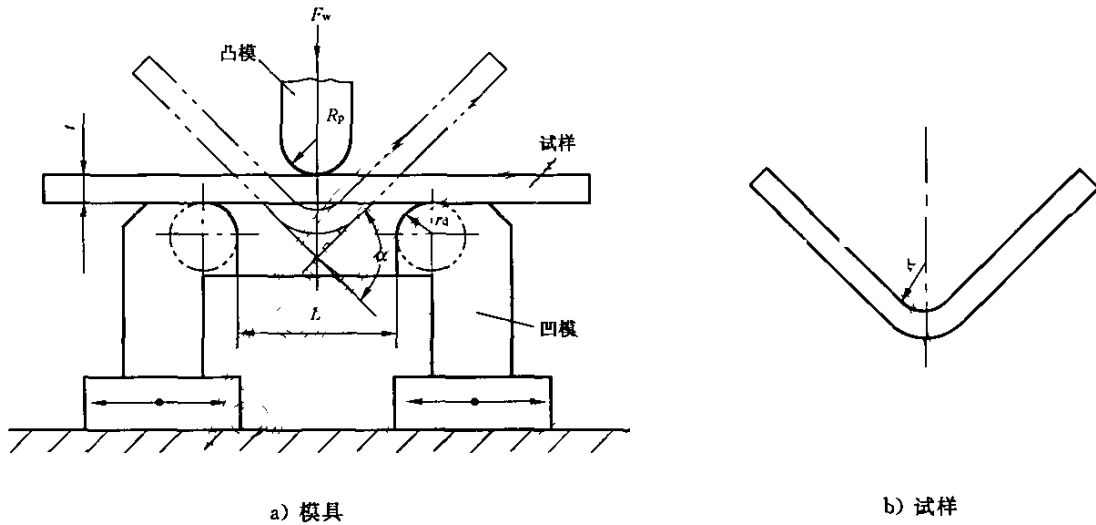


图 1 压弯试验

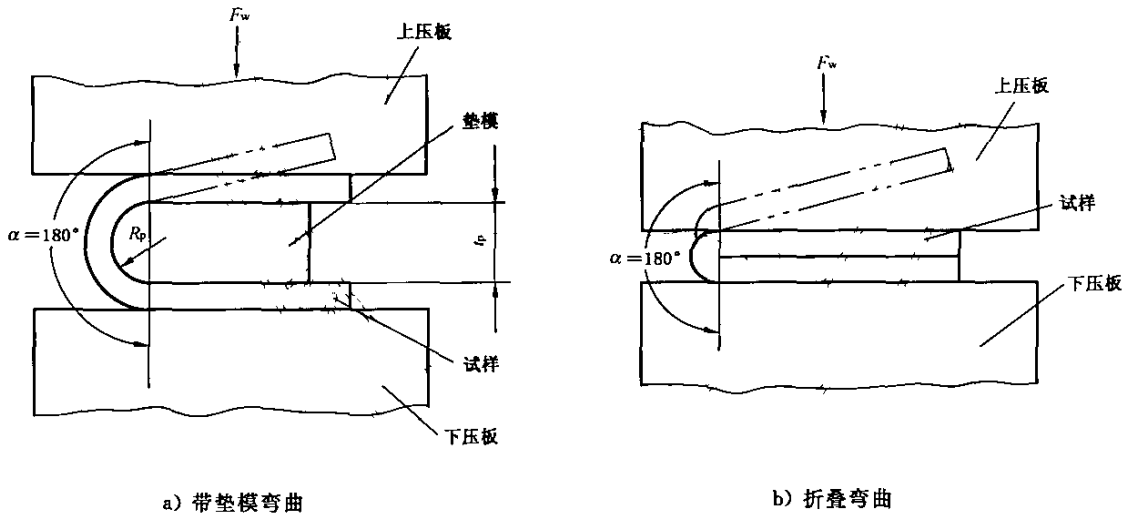


图 2 180°弯曲试验

#### 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,但不应小于 20 mm,且长度应保证试样可弯成“V”形或“U”形。

5.2 推荐使用宽度  $50 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$ ,长度  $150 \text{ mm} \pm 2.0 \text{ mm}$  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,但应在试验报告中注明。

5.4 按 GB/T 15825.2-2008 中第 3 章的规定准备试样,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—2008 中第 4 章的规定准备模具。

6.2 凸模、垫模和凹模的宽度均应大于试样宽度。

6.3 凹模口部圆角半径  $r_d$ (图 1)取为 10 mm。

注:凹模口部亦可设计成半径为  $r_d$  的可转动圆柱体。

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,制造公差范围  $\pm 0.01$  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[图 2a)],原则上以每间隔 0.2 mm 为一级规格,制造公差范围  $\pm 0.01$  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,即  $t_p \approx 2R_p$ 。

表 2 凸模规格

单位为毫米

组号	凸模底部弧面半径 $R_p$
I	0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8,0.9,1.0,1.1,1.2,1.3,1.4,1.5
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 连续或隔级选取

## 7 试验装置与试验机

### 7.1 试验装置

按 GB/T 15825.2—2008 中 5.1 规定准备试验装置,要求满足下述技术条件:

- 试验装置应能方便、快速地更换凸模;
- 在工作行程内,凸模与凹模对中,偏差不大于 0.1 mm;
- 试验装置应能对试样准确定位;
- 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;
- 调整凹模开度  $L$  时,按式(1)、式(2)计算其数值,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)
- 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—2008 中 5.2 规定可以使用材料试验机或油压机等设备,并参考下述技术条件:

- 试验机应保证弯曲变形所需的工作载荷;
- 试验机工作速度  $(0.8 \sim 3.3) \times 10^{-4}$  m/s;
- 试验机检测装置能显示凸模运动行程,显示误差不大于 0.1 mm;
- 试验机与试验装置可配有适当的测量装置,以便直接读取弯曲角数值。

## 8 试验温度

通常可在 10 °C ~ 35 °C 温度环境下进行试验,如有必要亦可把温度环境设置为 23 °C  $\pm$  5 °C。

## 9 试验程序 and 操作方法

- 9.1 试验前,按 GB/T 15825.2—2008 中 4.2、5.1.2、5.2.2 和 5.2.3 规定,对模具、试验装置和试验机进行清洗、检查和润滑。
- 9.2 每次试验前,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。
- 9.3 调整凹模开度,调整后锁紧。
- 9.4 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),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。
- 9.5 使用图 1 压弯试验方法时,如果最小规格的凸模或垫模仍不能使试样变形区外侧表面产生裂纹或显著凹陷,可改变试样弯曲角度或对试样进行图 2b)所示 180°折叠弯曲,但应在试验报告中说明。
- 9.6 如果凸模刚度允许,可使用图 1 压弯试验方法直接对试样进行 180°弯曲,且凹模开度按式(2)确定。
- 9.7 不能用压弯试验方法进行 180°弯曲时,应先将试样压弯到一定角度,然后将其移至上、下两块压板之间进行 180°弯曲(图 2)。
- 9.8 对同种材料正、反两面分别进行 3 次以上有效重复试验。
- 9.9 变形区外侧表面无裂纹,但纵向侧边出现裂纹时,试验无效。为避免这种现象,必要时打磨毛刺。

## 10 弯曲角的测量和最小弯曲半径的确定

- 10.1 弯曲角在加载条件下测量,允许测量误差±1°。
- 10.2 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。
- 10.3 压弯试验或 180°有垫模弯曲试验时,按式(3)确定最小弯曲半径  $R_{\min}$ 。

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

- 10.4 180°无垫模弯曲试验时,按下述原则确定最小弯曲半径:
- 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  $R_{\min} = 0.1 \text{ mm}$ ;
  - 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  $R_{\min} = 0$ 。

## 11 试验结果计算

- 11.1 计算最小相对弯曲半径  $R_{\min}/t$ ,计算结果保留一位小数。
- 11.2 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。

## 12 试验报告

- 12.1 试验报告的格式自行设计。
- 12.2 试验报告应包括以下主要内容:
- 试验材料的规格、牌号和状态;
  - 试样实测厚度;
  - 试验方法;
  - 试样尺寸;
  - 取样角;
  - 弯曲角;

- g) 试验条件:试验机类型、试验速度和环境温度等;  
 h) 试验记录和试验结果(可按表 3 设计);  
 i) 试验日期。

表 3 试验记录

项目	试样序号						综合平均值
	1		2		3		
	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 $R_{\min}/t$							

**附录 A**  
**(资料性附录)**  
**对弯曲试验的说明**

A.1 根据国内外弯曲试验标准规定或推荐(见参考文献),主要有下面 3 种方法可用于检查试样变形区外侧表面是否出现裂纹或显著凹陷:

- a) 肉眼观察;
- b) 用工具显微镜观察;
- c) 用扫描电镜观察。

在上述 3 种方法中,a)方法粗糙,但工作简单,c)方法虽然可靠性好,但试验成本高或需要投入高额设备经费。基于本部分规定试验目标主要面向冲压成形加工而非材料工程应用,而且按本部分第 9 章规定的方法确定最小弯曲半径时,已经对材料预留 0.1 mm 变形裕度,所以本部分在 a)方法基础上规定使用 5 倍放大镜肉眼观察。

A.2 弯曲试验除图 1 和图 2 所示方法外,还可采用图 A.1 和图 A.2 所示方法。

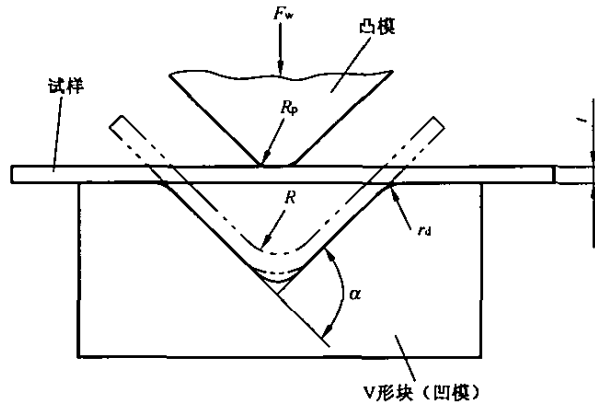


图 A.1 “V”形块弯曲

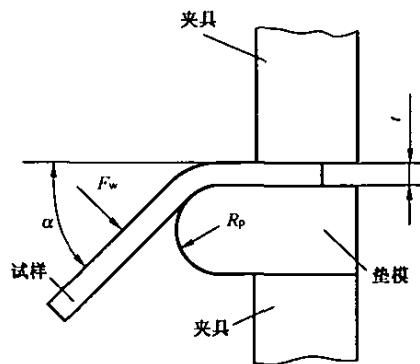


图 A.2 卷弯