

中华人民共和国国家标准

金属薄板成形性能与试验方法 凸耳试验

GB/T 15825.7—1995

Sheet metal formability and test methods
—Earing test

1 主题内容与适用范围

本标准规定了以凸耳率(e)为标志的金属薄板塑性平面各向异性试验方法。
本标准适用于 0.10~3.00 mm 厚度的金属薄板。

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、名称和单位

本标准所用的符号、名称和单位见表 1。

表 1

符 号	名 称	单 位
e	凸耳率(平均凸耳高度与平均凸耳谷高的百分比)	%
h_p	凸耳峰高(凸耳顶峰到拉深杯底外表面的垂直距离)	mm
\bar{h}_p	平均凸耳峰高(拉深杯体口部所有凸耳峰高的算术平均值)	mm
h_v	凸耳谷高(相邻两个凸耳之间的谷底到拉深杯底外表面的垂直距离)	mm
\bar{h}_v	平均凸耳谷高(拉深杯体口部所有凸耳谷高的算术平均值)	mm
Δh	凸耳高度(相邻凸耳峰高与凸耳谷高之差)	mm
$\overline{\Delta h}$	平均凸耳高度(平均凸耳峰高与平均凸耳谷高之差)	mm
d_p	凸模直径	mm
r_p	凸模圆角半径	mm
F_c	压边力	N
r_d	凹模圆角半径	mm
D_d	凹模内径	mm
t_0	板料基本厚度	mm
$F_{c, \min}$	最小压边力	N
e	平均凸耳率	%
e_i	各次试验得到的凸耳率,角标 $i=1,2,3,\dots$	%
n	有效重复试验次数	
α_i	凸耳峰方位角,角标 i 是凸耳峰序号	(°)
β_j	凸耳谷方位角,角标 j 是凸耳谷序号	(°)
h_{ip}	拉深杯体上第 i 个凸耳峰高	mm
h_{vj}	拉深杯体上第 j 个凸耳谷高	mm

国家技术监督局 1995-12-13 批准

1996-08-01 实施

4 试验原理

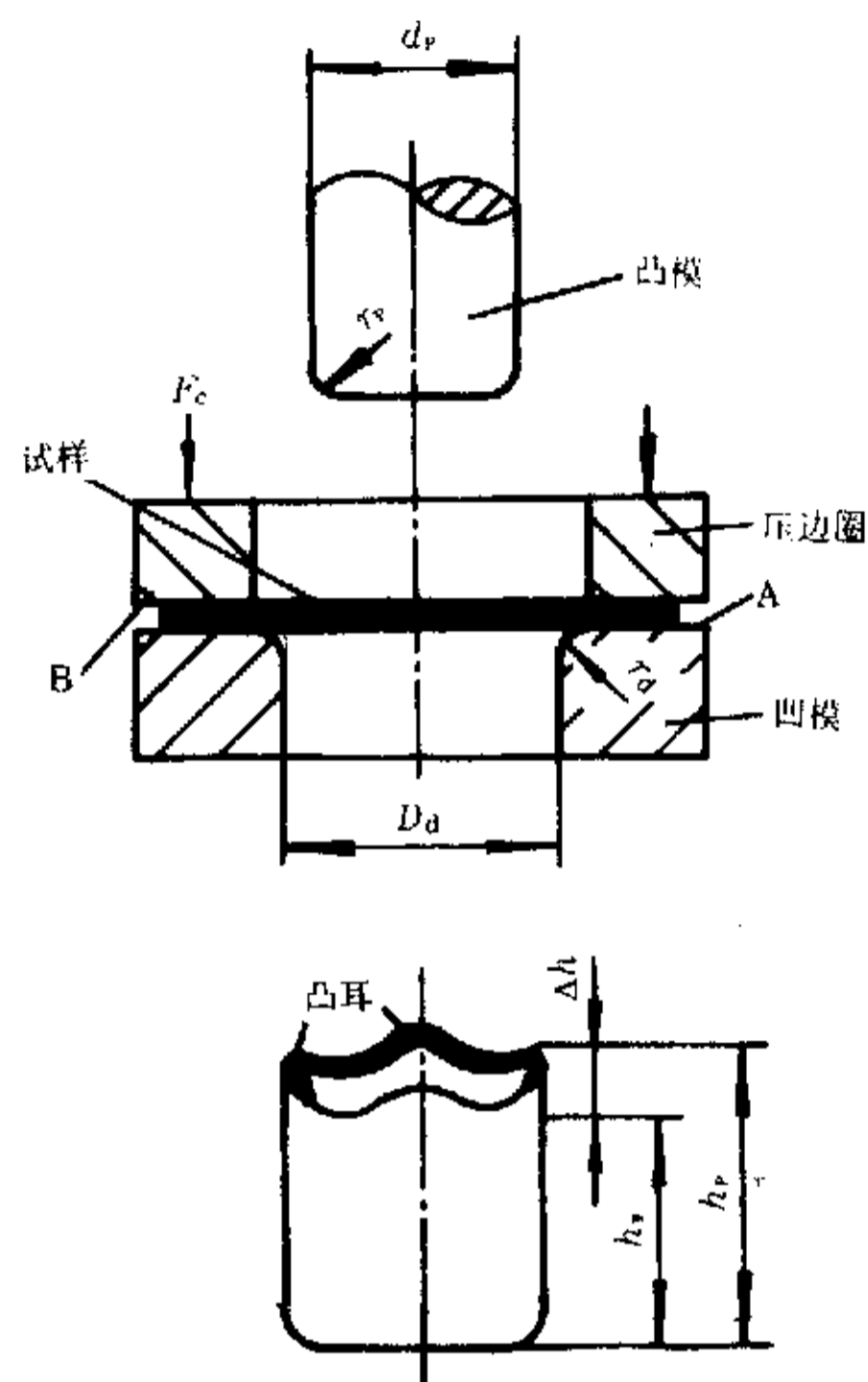


图1 凸耳试验

试验时,将圆片试样压置于凹模与压边圈之间,通过凸模对试样进行拉深,将其成形为一个空心圆柱形杯体(见图1)。试验结束后,测定杯口处凸耳的各项特性指标,并计算凸耳率作为评定金属薄板塑性平面各向异性程度的指标。

5 试样

5.1 本试验采用直径为 60 ± 0.05 mm 的试样,如果使用这一尺寸不能使试样正常成形,允许对其数值进行修正,但必须在试验报告中说明。

5.2 按 GB/T 15825.2 第3章规定制备试样,并记录试样实测厚度。

6 模具

6.1 按 GB/T 15825.2 中 4.1 条规定制备模具。

6.2 凸模、凹模的工作尺寸按表2规定。

表 2

mm

板料基本厚度 t_0	凸模直径 d_p	凸模圆角半径 $r_p \pm 0.05$	凹模内径 $D_d^{+0.05}$	凹模圆角半径 $r_d \pm 0.05$	
0.10~0.11	32 $_{-0.05}^0$	2.5	32.28	2.5	
0.12~0.14			32.35		
0.15~0.17			32.43		
0.18~0.20			32.50		
0.21~0.24			32.60		
0.25~0.29			32.75		
0.30~0.35			32.90		
0.36~0.40			33.05		3.0
0.41~0.45			33.20		4.0
0.46~0.50			33.35		
0.51~0.60		4.0	4.0	33.50	5.0
0.61~0.70				33.80	
0.71~0.80			34.10	6.0	
0.81~1.00			34.50		
1.01~1.20			6.0	35.00	7.0
1.21~1.40				35.60	
1.41~1.70	8.0		36.30	8.0	
1.71~2.00			37.00		
2.01~2.50	9.0	38.50	9.0		
2.51~3.00		39.80			

7 试验条件

7.1 润滑

按 GB/T 15825.2 第 6 章规定,推荐使用 1[#] 或 3[#] 润滑剂对试样进行润滑。

7.2 压边力

7.2.1 对试样施加的压边力应满足下述要求:

a. 不允许压边圈下面的试样材料起皱,但必须保证它们能够在凸模的拉深力作用下发生流动和拉深变形;

b. 试验过程中,压边力应保持恒定,重复试验时的压边力偏差保持在±5%内。

7.2.2 采用预试验方法确定合理的压边力,并将其数值控制为 500 N 的整数倍。

7.2.3 用预试验方法确定的压边力应大于抑制压边圈下面试样材料起皱的最小压边力 $F_{c\min}$,但不得大于 $1.75 F_{c\min}$ 。

7.2.4 允许使用经验方法估算最小压边力 $F_{c\min}$,并推荐使用 GB/T 15825.2 附录 A 所列经验公式。

7.3 试验速度

推荐使用 $(1.6 \sim 12) \times 10^{-4}$ m/s 试验速度(凸模运动速度)。

8 试验装置与试验机

8.1 试验装置

按 GB/T 15825.2 中 5.1 条规定准备试验装置,要求满足以下技术条件。

8.1.1 试验装置应能保证试样定位,试样中心与凸模中心线的偏差不大于 0.3 mm。

8.1.2 在工作行程内,凸模与凹模中心线应重合,偏差不大于 0.1 mm。

8.1.3 凹模工作面 A 与压边圈工作面 B(参见图 1)之间的平行度不超过 0.05 mm。

8.1.4 压边装置应能通过压边圈对试样均匀施加压力,并保证 7.2.1 条规定。

8.2 试验机

按 GB/T 15825.2 中 5.2 条规定准备试验机,要求满足以下技术条件。

8.2.1 试验机应保证试样拉深所需的变形力。

8.2.2 试验机工作速度应满足 7.3 条规定。

9 试验程序 and 操作方法

9.1 根据板料基本厚度按表 2 选择试验模具。

9.2 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。

9.3 进行预试验,确定合理的压边力。

9.4 将经过润滑处理的试样置于试验装置中压紧后进行试验,直到试样被拉深成形为一个空心圆柱形杯体。

9.5 对同种材料应进行 3 次以上有效重复试验。

9.6 每进行一次重复试验之前,都应对凸模、凹模和压边圈进行揩擦和检查,一旦发现划痕、擦伤或粘接现象,必须及时磨除。

9.7 出现下述任一情况,试验无效:

- a. 试样发生破裂;
- b. 杯体形状明显不对称,两个对向凸耳的峰高之差大于 2 mm;
- c. 杯体口部或外表面具有影响测量凸耳特性指标的皱褶。

10 试验测量与计算

10.1 测量并计算所有的凸耳特性指标,测量精度不低于 0.05 mm,其中凸耳率 e 按公式(1)计算,计算结果修约到 0.1%的整数倍。

$$e = \overline{\Delta h} / \bar{h}_0 \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

10.2 按公式(2)计算平均凸耳率 \bar{e} ,计算结果修约到 0.1%的整数倍。

$$\bar{e} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i \quad \dots\dots\dots(2)$$

10.3 如果要求测量凸耳方位角,应按下述步骤进行:

- a. 找出拉深杯底的中心,通过该中心划线(即杯底直径)标示轧制方向,凸耳方位角以此轧制线为 0°基准;
- b. 从 0°基准开始,依次通过每一个凸耳峰顶和谷底,在杯体外部轮廓柱面上划线标示凸耳峰高和谷高(参见图 2);
- c. 通过凸耳峰高和谷高标示线与杯底边缘的交点,向杯底中心划半径辐射线(参见图 2),则辐射线与轧制线构成的圆心角 α_i (角标 $i=1,2,\dots$,是凸耳峰的序号)称为凸耳峰方位角,而圆心角 β_j (角标 $j=1,2,\dots$,是凸耳谷的序号)称为凸耳谷方位角,它们可以用于绘制拉深杯体的凸耳展开图(图 3)。
- d. 根据划线标示测量每一个凸耳的方位角。

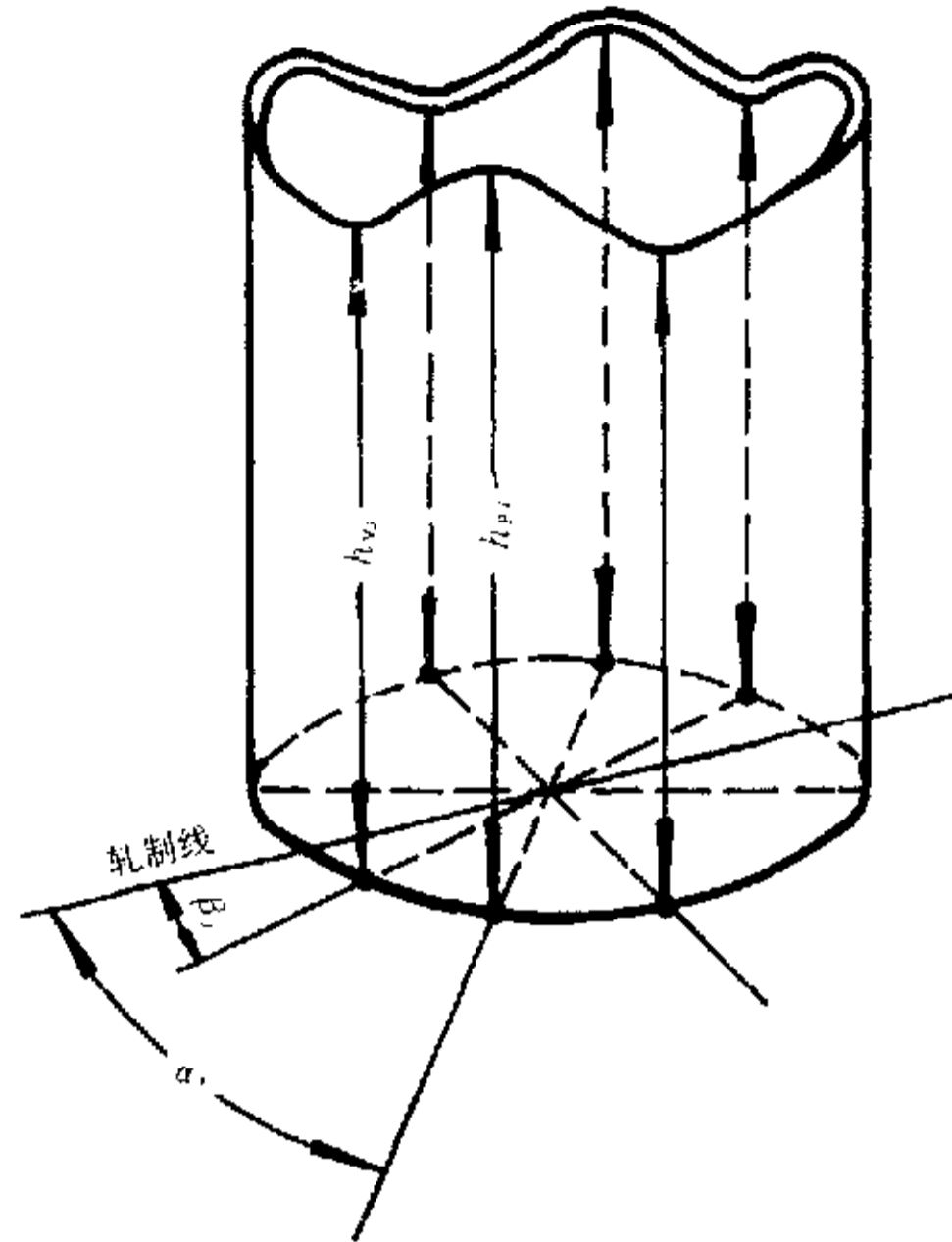


图 2 凸耳方位角测量

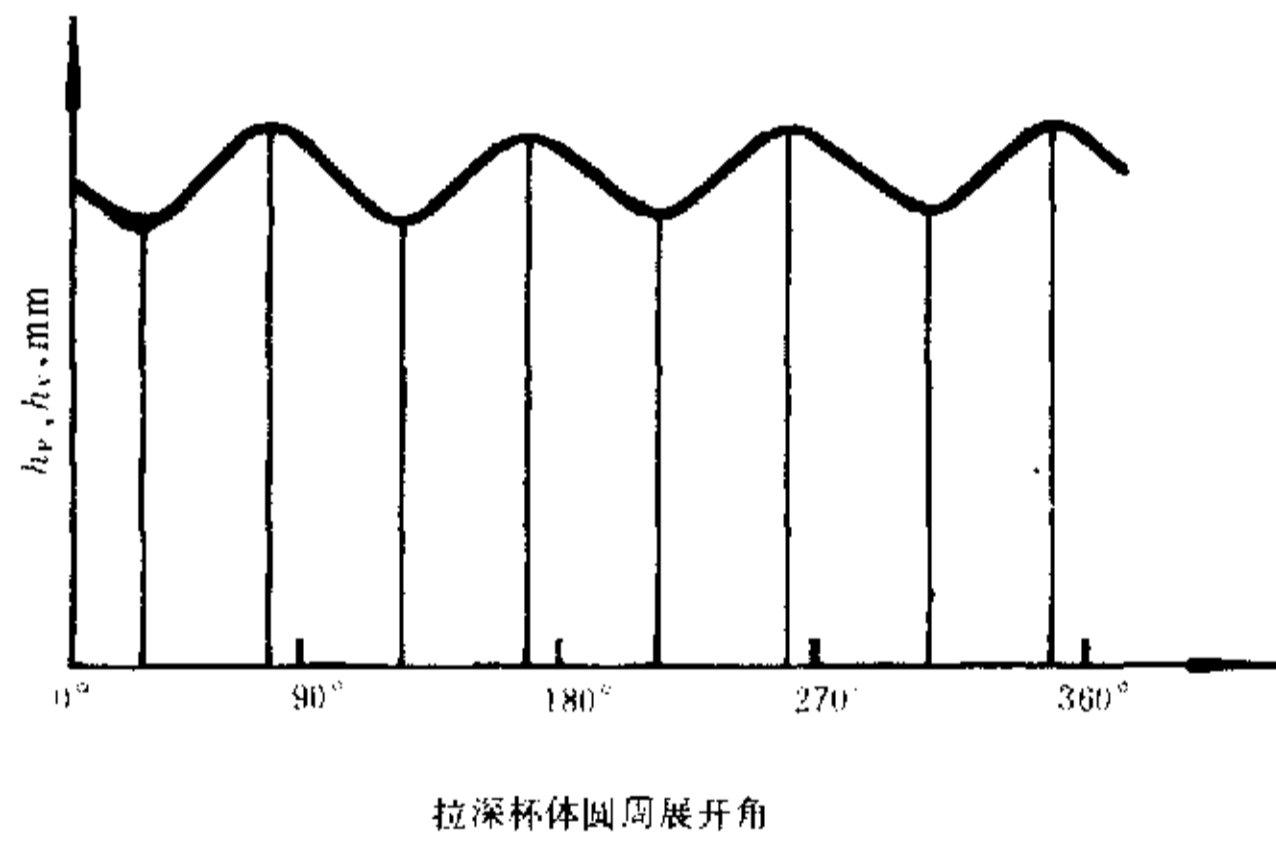


图 3 凸耳展开图

11 试验报告

11.1 试验报告的格式自行设计。

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 15825.7；
- d. 试样尺寸；
- e. 模具：包括凸模直径、凹模内径、凸模、凹模和压边圈的材料及硬度；
- f. 试验条件：包括试样的润滑剂、润滑方法、压边力和试验速度等；
- g. 试验机；
- h. 试验记录和试验结果：包括每个试样的凸耳数量、平均凸耳峰高、平均凸耳谷高、平均凸耳高度、凸耳率，以及所有试样的平均凸耳率等。

i. 试验日期。

11.3 如果要求试验报告记录凸耳峰和凸耳谷方位角,按 10.3 规定进行测量,并按图 3 绘制凸耳展开图。

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。