

中华人民共和国国家标准

金属薄板成形性能与试验方法
扩孔试验

GB/T 15825.4—1995

Sheet metal formability and test methods
—Hole expanding test

1 主题内容与适用范围

本标准规定了金属薄板扩孔性能试验方法
本标准适用于厚度 0.20~4.00 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
λ	扩孔率	%
D_d	凹模内径	mm
d'_0	导销直径	mm
r_d	凹模圆角半径	mm
r_p	凸模圆角半径	mm
F_c	压边力	N
F_p	凸模力	N
d_p	凸模直径	mm
d_0	预制圆孔初始直径	mm
t	试样厚度	mm
d_i	预制圆孔胀裂后的直径	mm
t_0	板料基本厚度	mm
D_0	试样直径	mm
l_0	试样边长	mm
$d_{i\max}$	预制圆孔胀裂后的孔径最大值	mm
$d_{i\min}$	预制圆孔胀裂后的孔径最小值	mm
\bar{d}_i	预制圆孔胀裂后的平均直径	mm
λ	平均扩孔率	%
n	有效重复试验次数	
λ_i	各次试验得到的扩孔率,角标 $i=1,2,3,\dots$	%

国家技术监督局 1995-12-13 批准

1996-08-01 实施

4 试验原理

试验时,将中心带有预制圆孔的试样置于凹模与压边圈之间压紧,通过凸模将其下部的试样材料压入凹模,迫使预制圆孔直径不断胀大(见图 1),直至孔缘局部发生开裂停止凸模运动测量试样孔径的最大值和最小值,用它们计算扩孔率 λ 作为金属薄板的扩孔性能指标

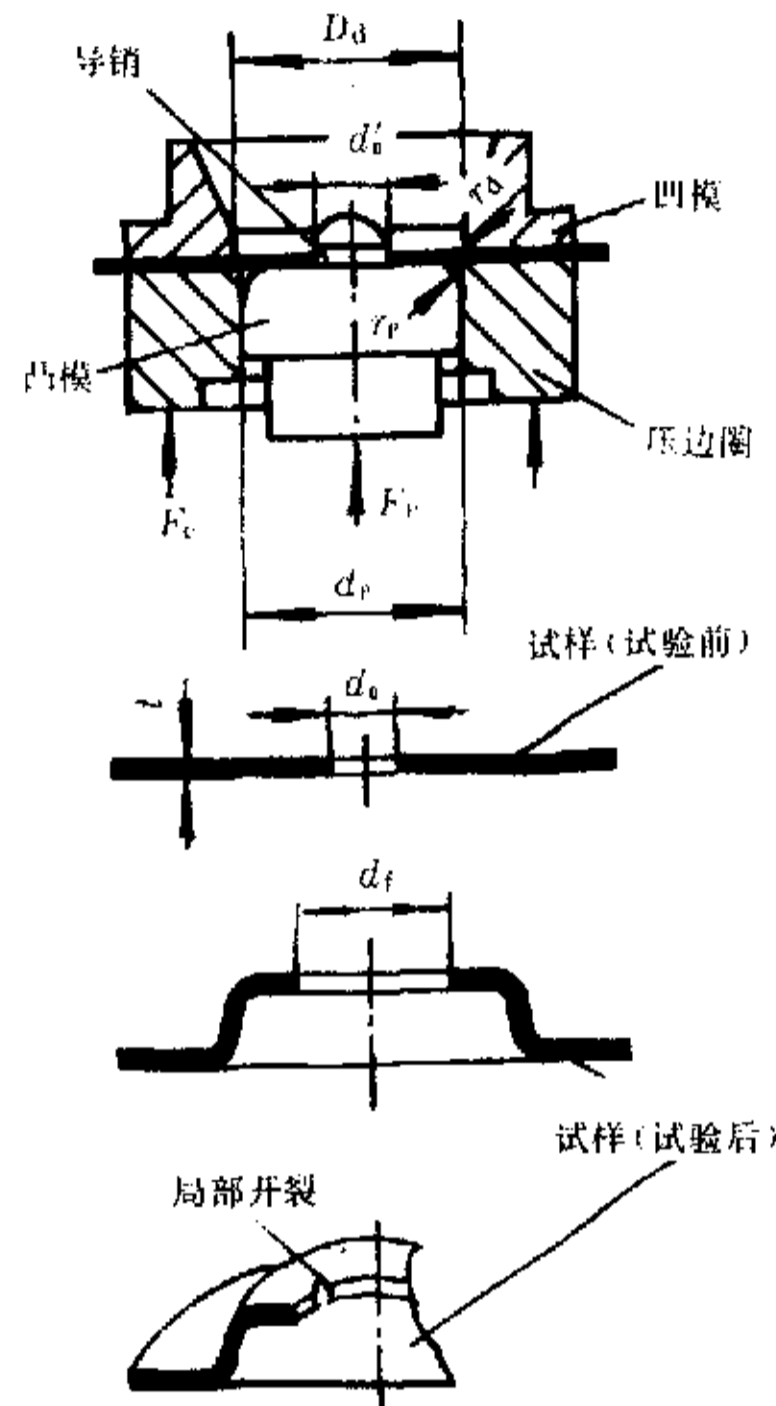


图 1 扩孔试验

5 试样

5.1 试样形状可为圆形或方形,其直径或边长按表 2 规定。

表 2

mm

板料基本厚度 t_0	凸模		凹模		预制圆孔 初始直径 d_0	导销 直径 d'_0	圆形试样 直径 D_0	方形试样 边长 L_0
	直径 d_p	圆角半径 r_p	内径 D_d	圆角半径 r_d				
0.20~1.00	$25_{-0.05}^0$	3 ± 0.1	$27_{+0.05}^0$	1 ± 0.1	$7.50_{+0.05}^0$ $6.25_{+0.05}^0$ $5.00_{+0.05}^0$	$7.50_{-0.05}^0$ $6.25_{-0.05}^0$ $5.00_{-0.05}^0$	$\geq 45 \sim 70$	
>1.00~2.00	$40_{+0.05}^0$	5 ± 0.1	$44_{+0.05}^0$	1 ± 0.1	$12.0_{+0.05}^0$ $10.0_{+0.05}^0$ $8.0_{+0.05}^0$	$12.0_{-0.05}^0$ $10.0_{-0.05}^0$ $8.0_{-0.05}^0$		
>2.00~4.00	$55_{-0.05}^0$	8 ± 0.1	$63_{-0.05}^0$	1 ± 0.1	$16.5_{+0.05}^0$	$16.5_{-0.05}^0$		

注: 预制圆孔初始直径优先取大值,当孔缘不发生开裂时,按表中数值依次取较小值并更换与其相应的导销。

5.2 根据表 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 凸模和凹模的工作尺寸按表 2 规定。

6.2 凸模上的圆柱导销头部需设计为半球状或抛物线状(图 1),圆柱部分直径按表 2 选择,高度必须大于试样厚度。

6.3 按 GB/T 15825.2 中 4.1 条规定制备模具。

7 试验条件

7.1 润滑

按 GB/T 15825.2 第 6 章规定,推荐使用 2[#]、3[#]和 4[#]润滑剂对试样进行润滑。

7.2 压边力

7.2.1 本标准推荐采用 10 kN 压边力,并在试验过程中保持恒定,如果出现压边圈不能压紧试样的情况,允许适当加大压边力数值,但必须在试验报告中说明。

7.2.2 重复试验时压边力的偏差不大于±5%。

7.3 试验速度

允许试验速度(凸模运动速度)在 $(0.8\sim 3.3)\times 10^{-4}$ m/s 范围内选择和调整,试验快结束时,可将速度降到下限值附近,以便准确把握预制圆孔开裂的瞬间。

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,并要求满足以下技术条件。

8.1.1 试验装置应能对试样定位,试样中心与凸模中心线偏差不大于凸模直径的 1%。

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

8.1.3 凹模工作面与压边圈工作面之间的平行度不超过 0.05 mm。

8.2 试验机

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

8.2.1 试验机应保证扩孔试验所需的变形力,推荐试验机能够提供 60 kN 以上的压力。

8.2.2 试验机应能对试样提供可靠的压边力,推荐试验机能够提供 20 kN 的压边力。

8.2.3 试验机应具备迅速灵敏的停机装置。

9 试验程序 and 操作方法

9.1 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,对试验装置和试验机进行清洗、检查和润滑。

9.3 进行预试验。

9.4 将试样通过预制圆孔和导销套放在凸模顶端,施加压边力后启动凸模运动进行扩孔试验,至试样孔缘上任何一个局部开始破裂时立即停机,取出试样。套放试样时应注意以下要求:

a. 使用 4[#]润滑剂时应将粘敷有聚乙烯薄膜的试样表面和凸模顶端面贴合;

b. 如果试样内孔为冲裁加工,则应将内孔光亮带朝向凹模一侧。

9.5 测量试样孔径时,应避开孔缘上的局部裂纹,分别测量出孔径的最大值 $d_{I\max}$ 和最小值 $d_{I\min}$,测量精确到 0.05 mm。

9.6 对于同种材料进行 10 次有效重复试验。

9.7 出现下述任一情况,试验无效:

- a. 预制圆孔胀大后,明显偏离试样中心;
- b. 试样起皱;
- c. 孔缘裂纹沿试样边缘缺陷或伤痕方向发展。

10 试验结果计算

10.1 按公式(1)计算预制圆孔胀裂后的平均直径 \bar{d}_t , 计算结果保留一位小数。

$$\bar{d}_t = \frac{1}{2}(d_{t \max} + d_{t \min}) \quad \dots\dots\dots(1)$$

10.2 按公式(2)计算扩孔率 λ :

$$\lambda = \frac{\bar{d}_t - d_0}{d_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

10.3 按公式(3)计算平均扩孔率 $\bar{\lambda}$:

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad \dots\dots\dots(3)$$

注:试验结果分散性比较大时,允许计算时除去两个数值过大的试验结果。

10.4 公式(2)、(3)的计算结果均修约到1%的整数倍。

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 15825.4;
- d. 试样:包括试样直径(或边长)、预制圆孔初始直径;
- e. 模具:包括凸模直径、凹模内径、导销直径,以及凸模、凹模、导销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. 试验记录和计算结果:包括预制圆孔胀裂后的孔径最大值、最小值、平均值,以及每个试样的扩孔率和所有试样的平均扩孔率等;
- h. 试验日期。

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。