

中华人民共和国国家标准

GB/T 24524—2021

代替 GB/T 24524—2009

金属材料 薄板和薄带 扩孔试验方法

Metallic materials—Sheet and strip—Hole expanding test

(ISO 16630:2017, MOD)

2021-08-20 发布

2022-03-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

订单号: 0100220207100120 防伪编号: 2022-0207-0221-1482-2761 购买单位: 北京中培质联

北京中培质联 专用

目 次

前言	Ⅲ
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号和说明	1
5 原理	2
6 试验设备	3
7 试样	4
8 试验程序	5
9 试验结果计算	6
10 试验报告	6

北京中培质联 专用

订单号: 0100220207100120 防伪编号: 2022-0207-0221-1482-2761 购买单位: 北京中培质联

北京中培质联 专用

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 24524—2009《金属材料 薄板和薄带 扩孔试验方法》，与 GB/T 24524—2009 相比，除编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 将厚度范围扩大至“1.2 mm~7.0 mm”(见第1章,2009年版的第1章)；
- 增加了“贯穿裂纹”“未贯穿裂纹”的术语和定义(见第3章)；
- 明确了“扩孔试验用圆锥形凸模的硬度应不小于 55HRC”的要求(见 6.2.5)；
- 增加了“应定期检查冲压模具的磨损情况，必要时，进行修复、打磨、或者更换”的规定(见 7.5)；
- 增加了“在试样冲孔过程中，冲孔凸模与冲孔凹模保持同轴，且冲孔凸模轴心垂直试样表面”的规定(见 7.6)；
- 更改了选择凹模内径尺寸的实例(见表 3,2009年版的表 3)；
- 增加了“使用合适的量具如游标卡尺、经校准的投影仪、塞尺等，测量试样破裂后的贯穿裂纹的开口内侧裂纹宽度。扩口内侧贯穿裂纹的最大宽度宜不超过 0.1 mm”的规定(见 8.7)。

本文件使用重新起草法修改采用 ISO 16630:2017《金属材料 薄板和薄带 扩孔试验方法》。

本文件与 ISO 16630:2017 相比存在技术性差异，这些差异涉及的条款已通过在其外侧页边空白位置的垂直单线(∟)进行了标示，具体的技术性差异及其原因如下：

- 测定厚度范围修改为“1.2 mm~7.0 mm”，并按 GB/T 1.1 要求相应修改范围的表述(见第1章,ISO 16630:2017 的第1章)，目前厚度 7.0 mm 汽车用钢已广泛应用于汽车制造领域，为满足行业需求，扩大本文件的适用性；
- 关于规范性引用文件，本文件做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第2章“规范性引用文件”中，具体调整如下：
 - 增加引用了 GB/T 8170(见 9.4)；
 - 删除了 ISO 16630:2017 引用的 ISO 80000-1:2009(见 ISO 16630:2017 的 9.4)；
- 增加了“使用合适的量具或方法如经校准的投影仪、塞尺等，测量试样破裂后的贯穿裂纹的开口内侧裂纹宽度”的规定(见 8.7)，对裂纹宽度的测量的量具和方法，以及测量位置进行了规定，以提高试验结果的再现性。

本文件做了以下编辑性修改：

- 增加了表 1 的编号和表题，后续表编号顺延(见第4章)；
- 将国际标准“图 3 扩孔试验示意图”前移至第5章(见第5章,ISO 16630:2017 的第8章)；
- 余隙度计算公式前移至 7.4(见 7.4,ISO 16630:2017 的 7.5)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：宝山钢铁股份有限公司、上海申力试验机有限公司、齐齐哈尔华工机床股份有限公司、北京泰格瑞祥科技有限公司、冶金工业信息标准研究院、东莞材料基因高等理工研究院、广州汽车集团股份有限公司汽车工程研究院、中国技术经济学会。

本文件主要起草人：刘明辉、李荣锋、杨浩源、董莉、张升豪、袁志阳、李陈、刘冬、古兵平、叶燕峰、

GB/T 24524—2021

王洪亮、黄建超、黄传清、杨建、侯慧宁、甄瑞斌。

本文件于 2009 年首次发布,本次为第一次修订。

北京中培质联 专用

订单号: 0100220207100120 防伪编号: 2022-0207-0221-1482-2761 购买单位: 北京中培质联

引 言

在汽车零件制造行业,金属薄板主要涉及剪切、弯曲和拉伸等加工成型工艺。这些工艺包括在预制孔周围通过翻边工艺形成向上(向下)凸缘,这可能导致材料边缘撕裂。

金属薄板的成型工艺性能可用多种试验方法来评估。扩孔试验方法中的冲孔、扩孔过程与生产工艺中的翻边工艺条件非常接近,被认为是评估金属薄板是否适合形成此类“凸缘”的最佳试验方法之一。

本文件中规定的试验条件细节,会直接影响试验结果,例如成孔方式、毛刺与圆锥形凸模运动方向等。通过遵守本文件规定的试验程序,可有效降低扩孔试验结果的离散性。

北京中培质联 专用

订单号: 0100220207100120 防伪编号: 2022-0207-0221-1482-2761 购买单位: 北京中培质联

北京中培质联 专用

金属材料 薄板和薄带 扩孔试验方法

1 范围

本文件规定了金属薄板和薄带扩孔试验方法的原理、试验设备、试样、试验程序、试验结果计算和试验报告。

本文件适用于厚度 1.2 mm~7.0 mm、宽度不小于 90 mm 的金属薄板和薄带极限扩孔率的测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

极限扩孔率 limiting hole expansion ratio

施加载荷使圆锥形扩孔凸模垂直插入试样的冲制圆孔进行扩孔试验,直至任一穿透试样厚度的裂纹出现时,计算圆孔扩展量。

注:极限扩孔率用圆孔直径的扩展量与圆孔初始直径之比表示。

3.2

余隙度 clearance

在试样上冲制圆孔时,冲制试样圆孔所用凹模与凸模之间的相对间隙。

注:余隙度用凹模和凸模之间的间隙与试样厚度之比表示。

3.3

贯穿裂纹 through-thickness crack

贯穿试样全厚度的裂纹。

3.4

未贯穿裂纹 microcrack

未贯穿试样全厚度的裂纹。

4 符号和说明

表 1 给出的符号和说明适用于本文件。

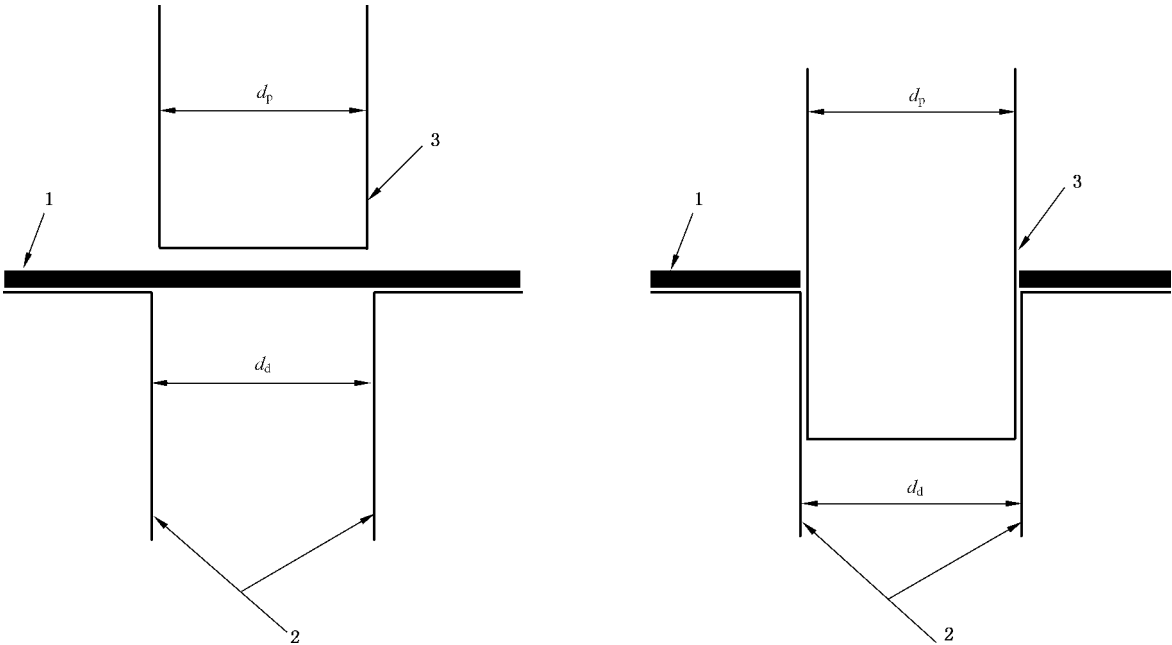
订单号: 0100220207100120 防伪编号: 2022-0207-0221-1482-2761 购买单位: 北京中培质联

表 1 符号和说明

符 号	说 明	单 位
c	余隙度	%
d_d	冲制试样圆孔用的凹模内径	mm
d_p	冲制试样圆孔用的凸模直径	mm
D_d	扩孔装置的凹模内径	mm
D_h	破裂后的圆孔平均直径	mm
D_o	冲制圆孔的初始直径	mm
D_p	扩孔装置的凸模圆柱直径	mm
F	压边力	N
R	扩孔装置凹模肩部的圆角半径	mm
t	试样厚度	mm
λ	极限扩孔率	%
$\bar{\lambda}$	平均极限扩孔率	%

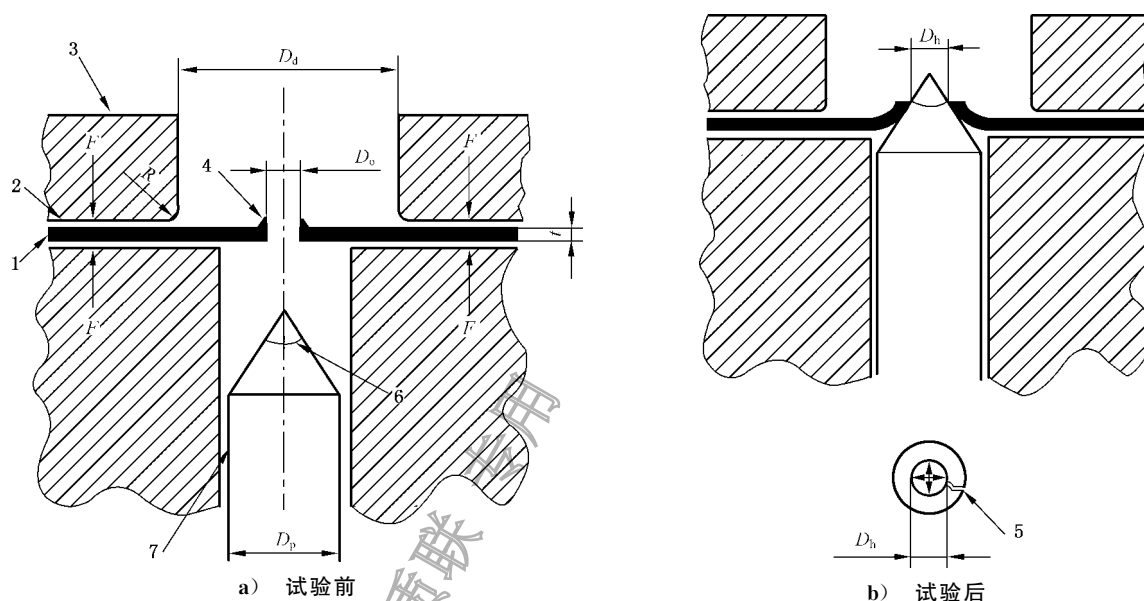
5 原理

在试样上冲制圆孔(见图 1),将规定形状和尺寸的圆锥形扩孔凸模顶入试样的冲制圆孔进行扩孔试验,直至圆孔边缘出现贯穿裂纹,停止凸模冲顶,测定极限扩孔率(见图 2)。



标引序号说明:
1——试样;
2——冲制圆孔用凹模;
3——冲制圆孔用凸模。

图 1 冲孔示意图



标引序号说明：

- 1——试样；
- 2——凹模肩部；
- 3——凹模；
- 4——冲孔毛边；
- 5——裂纹；
- 6——凸模顶角；
- 7——凸模。

图2 扩孔试验示意图

6 试验设备

6.1 试验机

6.1.1 试验机应提供可靠的压边力保证试验过程中试样的固定,具有试样对中定位功能,试验机应具有迅速灵敏的停机功能,确保当试样圆孔边缘出现贯穿裂纹时立即停机。

6.1.2 试验机扩孔模具的位移速率应可控,以保证试验的稳定进行。

6.1.3 除专用扩孔试验机外,能够满足上述要求的深冲压试验机以及其他压缩试验机均可用于扩孔试验。

6.2 试验模具

6.2.1 扩孔试验用凹模与凸模的形状与尺寸在 6.2.2~6.2.5 中给出(见图 2)。

6.2.2 扩孔试验用凸模应呈圆锥形,其顶角为 $60^\circ \pm 1^\circ$ 。凸模圆柱直径 D_p 应足够大,以保证试样圆孔边缘出现贯穿裂纹。

6.2.3 扩孔试验过程中应依据期望的极限扩孔率确定压边用凹模内径 D_d ,凹模内径 D_d 宜不小于 40 mm。

6.2.4 扩孔试验用凹模肩部的圆角半径 R 应在 2 mm~20 mm 之间,推荐使用圆角半径 R 为 5 mm。

6.2.5 扩孔试验用圆锥形凸模模具表面应光滑,且硬度应不小于 55 HRC。

订单号: 0100220207100120 防伪编号: 2022-0207-0221-1482-2761 购买单位: 北京中培质联

7 试样

- 7.1 应在同一样坯上取 3 个试样(详见 8.2)。
- 7.2 试样应平直,试样上的冲制圆孔中心与试样边缘的距离不小于 45 mm,两相邻圆孔中心之间的距离不小于 90 mm(见图 3)。

单位为毫米

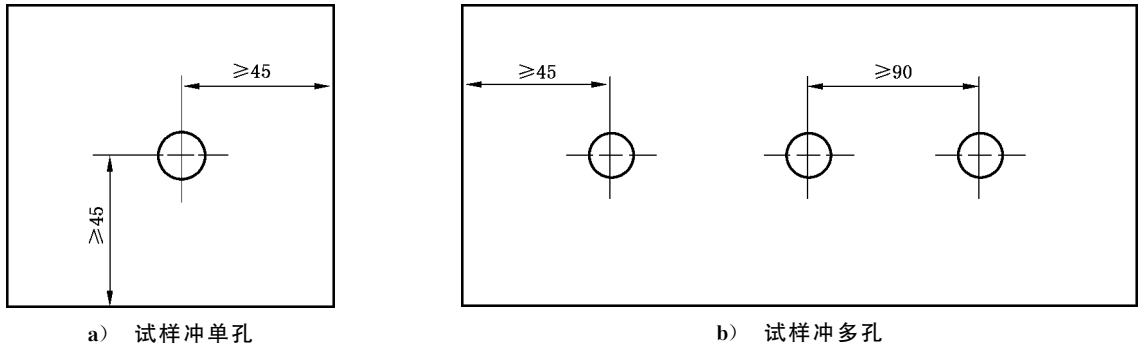


图 3 试样尺寸示意图

- 7.3 试样上的冲制圆孔用直径为 10 mm 的凸模冲压形成(见图 1)。
- 7.4 冲制试样上的圆孔时,所选凹模须满足表 2 所示与凸模之间的余隙度。余隙度按式(1)计算。凹模内径的选择应以 0.10 mm 的增量递增或递减。

注: 表 3 给出了符合上述要求的选择凹模内径尺寸的实例。

表 2 凸模与凹模的余隙度允许偏差

试样厚度 t mm	余隙度 c %
$t < 2.0$	12 ± 2
$t \geq 2.0$	12 ± 1

$$c = \frac{d_d - d_p}{2t} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

- 式中:
- c —— 余隙度, %;
- d_d —— 为试样冲孔时凹模内径, 单位为毫米(mm);
- d_p —— 试样冲孔时凸模直径, 单位为毫米(mm);
- t —— 试样厚度, 单位为毫米(mm)。

表 3 选择凹模内径尺寸的实例

单位为毫米

试样厚度 t	凹模内径 d_d
$1.2 \leq t < 1.5$	10.30
$1.5 \leq t < 1.9$	10.40
$1.9 \leq t < 2.3$	10.50

表 3 选择凹模内径尺寸的实例 (续)

单位为毫米

试样厚度 t	凹模内径 d_d
$2.3 \leq t < 2.7$	10.60
$2.7 \leq t < 3.1$	10.70
$3.1 \leq t < 3.6$	10.80
$3.6 \leq t < 4.0$	10.90
$4.0 \leq t < 4.4$	11.00
$4.4 \leq t < 4.8$	11.10
$4.8 \leq t < 5.2$	11.20
$5.2 \leq t < 5.7$	11.30
$5.7 \leq t < 6.0$	11.40
$6.0 \leq t < 6.5$	11.50
$6.5 \leq t \leq 7.0$	11.60

7.5 冲孔模具尺寸的允许偏差应符合表 4 的规定。宜定期检查冲压模具的磨损情况,必要时,进行修复、打磨或者更换。

注 1: 冲孔模具的磨损情况对极限扩孔率结果有影响。

注 2: 对于某些产品,冲孔速率对极限扩孔率结果有影响。

表 4 冲孔模具尺寸的允许偏差

尺寸	允许偏差 mm
冲孔凸模直径 d_p (10 mm)	$+0.02$ -0.03
冲孔凹模内径 d_d (见表 3)	$+0.03$ -0.02

7.6 在试样冲孔过程中,冲孔凸模与冲孔凹模宜保持同轴,且冲孔凸模轴线应垂直试样表面。

8 试验程序

8.1 试验一般在室温 $10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内进行。对温度要求严格的试验,试验温度应为 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

8.2 通常情况下同一样坯应进行 3 次试验。也可在相关方同意的情况下增加试验次数。

8.3 将冲制圆孔的毛边朝向凹模孔,试样平放在扩孔模具上,使试样的冲制圆孔中心与圆锥形扩孔凸模的轴线保持一致且试样平面垂直于扩孔凸模的轴线(见图 2),以保持扩孔方向与冲孔方向一致。

8.4 对试样施加足够大的压边力夹紧试样,保证试验过程中试样材料在夹紧区域不发生变形流动。

示例: 对于 $150\text{ mm} \times 150\text{ mm}$ 的试样,压边力一般不小于 50 kN 。

若夹紧区域发生变形流动,则试验应无效,并应重新进行试验。

8.5 施加压力使圆锥形扩孔凸模以一定的速率垂直插入试样的冲制圆孔进行扩孔(见图 2),该速率应

能够保证试验者在第一条贯穿裂纹出现时停止试验。圆锥形扩孔凸模推进速率宜不大于 1 mm/s。

8.6 试验过程中应保证孔的边缘一直处于监视中,并且在第一次出现未贯穿裂纹时,立即减慢扩孔凸模的推进速率,使从出现未贯穿裂纹到停止凸模运动的时间内,孔径增加量尽量少。

8.7 当出现贯穿裂纹时,立即停止扩孔凸模推进并退回凸模。使用合适的量具或方法,如经校准的投影仪、塞尺等,测量试样破裂后的贯穿裂纹的开口内侧裂纹宽度,其最大宽度宜不超过 0.1 mm。使用游标卡尺或其他合适量具(如经校准的投影仪)测量试样破裂后的圆孔内径,精确到 0.05 mm。测量过程中,应避免裂纹所在的位置,在两个相互垂直的方向分别测量圆孔内径。

8.8 某些牌号(钢级)的钢可能会出现扩孔凸模的圆柱部分穿过试样扩展后的圆孔,而圆孔的边缘并未出现裂纹。此时,试验无效。应重新选取较大直径的圆锥形扩孔凸模进行试验。若没有较大直径的扩孔模具,也可在相关方同意的前提下减小冲制圆孔的直径重新试验。

9 试验结果计算

9.1 应按 9.2~9.4 的规定计算极限扩孔率 λ 。

9.2 利用 8.7 中测量的两个相互垂直的圆孔内径,确定破裂后的圆孔平均直径。

9.3 用保留一位小数的平均直径分别按式(2)计算 3 次(或更多,见 8.2)试验中每一个试样的极限扩孔率。

$$\lambda = \frac{D_h - D_o}{D_o} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

λ —— 极限扩孔率, %;

D_o —— 冲制圆孔的初始直径(一般情况下, $D_o = 10$ mm);

D_h —— 破裂后的圆孔平均直径,单位为毫米(mm)。

9.4 根据 9.3 中的 3 次(或更多,见 8.2)试验的试验结果计算平均极限扩孔率 $\bar{\lambda}$,修约至整数(间隔为 1%)。数值修约方法应按照 GB/T 8170 规定执行。

10 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- 本文件编号;
- 试样的标识;
- 试样的厚度;
- 平均极限扩孔率,以及试验次数(当试验次数大于 3 时);
- 极限扩孔率的变化范围(可在需方要求时提供);
- 任何与本文件偏离的内容(需经相关方同意)。

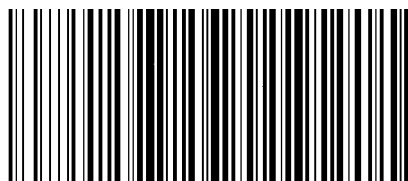
北京中培质联 专用

 版权声明

中国标准在线服务网(www.spc.org.cn)是中国标准出版社委托北京标科网络技术有限公司负责运营销售正版标准资源的网络服务平台,本网站所有标准资源均已获得国内外相关版权方的合法授权。未经授权,严禁任何单位、组织及个人对标准文本进行复制、发行、销售、传播和翻译出版等违法行为。版权所有,违者必究!

中国标准在线服务网
<http://www.spc.org.cn>

标准号: GB/T 24524-2021
购买者: 北京中培质联
订单号: 0100220207100120
防伪号: 2022-0207-0221-1482-2761
时 间: 2022-02-07
定 价: 24元



GB/T 24524-2021



码上扫一扫 正版服务到

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
金属材料 薄板和薄带 扩孔试验方法
GB/T 24524—2021

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2021年8月第一版

*

书号: 155066 • 1-67746

版权专有 侵权必究