

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 43115—2023

## 金属材料 薄板和薄带 室温剪切试验方法

Metallic materials—Sheet and strip—  
Shear test method at room temperature

2023-09-07 发布

2024-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 符号 .....	2
5 原理 .....	3
6 试样 .....	3
7 试验设备 .....	4
8 试验程序 .....	4
9 结果处理 .....	5
10 试验报告 .....	5
附录 A (资料性) 典型剪切试验用模具 .....	7
附录 B (资料性) 剪切试验测量结果不确定度的评定 .....	11
参考文献 .....	14

qejc.cn、jcvba.cn、微信qejc21

## 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。

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：柳州市质量检验检测研究中心、柳州职业技术学院、柳州市金元机械制造有限公司、大连理工大学、江苏华标检测研究院有限公司、上海市建筑科学研究院有限公司、冶金工业信息标准研究院、鞍钢股份有限公司、首钢集团有限公司、宝山钢铁股份有限公司、沈阳飞机工业(集团)有限公司。

本文件主要起草人：刘兴、陈敦佳、向小汉、邓加尊、何祝斌、刘兰、汪梁、董莉、吕丹、邱宇、方健、金冬岩、李桂泉、杜雪磊、李政、林艳丽、邓港、侯慧宁、黄绍敏、覃朝兵、李甜甜、陈奕高。

qejc.cn、jcvba.cn、微信qejc

# 金属材料 薄板和薄带 室温剪切试验方法

## 1 范围

本文件规定了金属薄板和薄带室温剪切试验方法的原理、试样、试验设备、试验程序、试验结果处理和试验报告。

本文件适用于厚度 0.5 mm~3 mm 的金属薄板和薄带室温剪切性能的测定。3 mm 以上的板材可参照本文件执行。

## 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 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 8541 锻压术语
- GB/T 8845 模具 术语
- GB/T 16743—2010 冲裁间隙
- GB/T 16825.1 金属材料 静力单轴试验机的检验与校准 第 1 部分:拉力和(或)压力试验机测力系统的检验与校准
- JJG 139 拉力、压力和万能试验机
- JJG 475 电子式万能试验机
- JJG 1063 电液伺服万能试验机

## 3 术语和定义

GB/T 8541 和 GB/T 8845 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 剪切 shear

用两个相邻且互相平行的刃口切断材料。

### 3.2

#### 剪切力 shear force

$F$

材料对切断或剪切(3.1)的抗力。

### 3.3

#### 最大剪切力 maximum shear force

$F_m$

切断材料所需的最大力。

3.4

初始横截面积 original cross-sectional area

$S_0$

试样单侧初始承剪横截面积。

3.5

抗剪强度 shear strength

$\tau_b$

材料经受的最大剪切应力。

注：在剪切试验中，抗剪强度是用最大剪切力除以 2 倍初始横截面积所得的应力。

3.6

单边间隙 single-sided clearance

$C$

凸模和凹模刃口侧壁之间距离。

3.7

相对间隙 relative clearance

$R$

单边间隙与试样厚度百分比。

4 符号

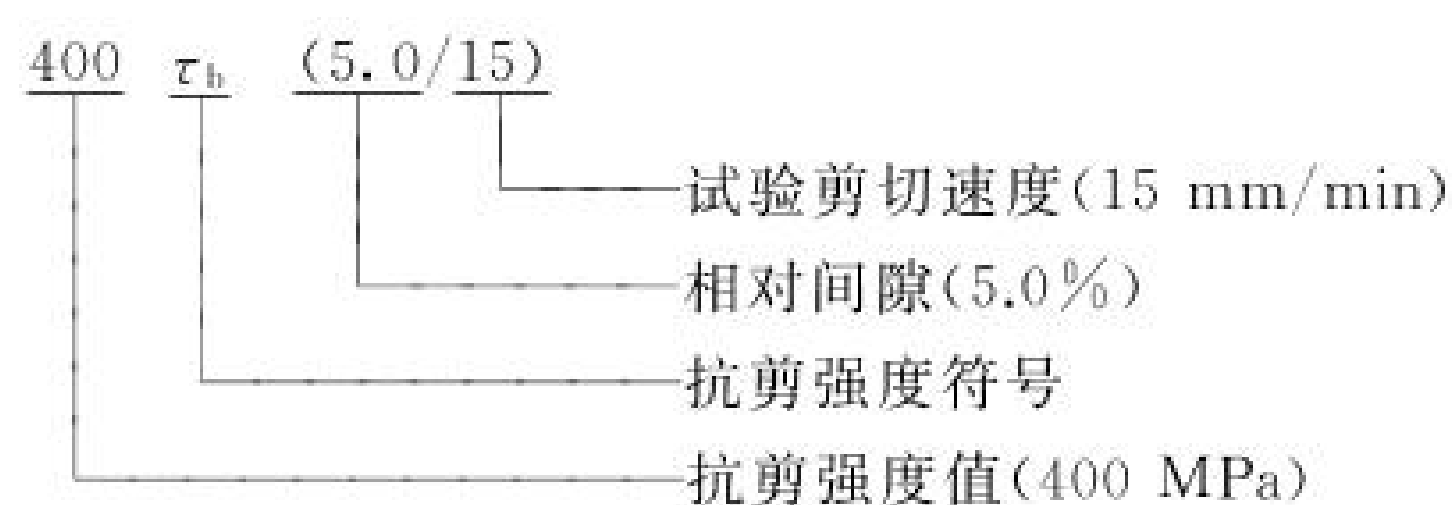
4.1 表 1 中的符号及其说明适用于本文件。

表 1 符号和说明

符号	说明	单位
$B$	试样宽度	mm
$C$	单边间隙	mm
$d_d$	凹模刃口尺寸	mm
$d_p$	凸模刃口尺寸	mm
$F_1$	最大力示值	N
$F_m$	最大剪切力	N
$G_1$	凸模重量	N
$L$	试样长度	mm
$m$	凸模质量	g
$R$	相对间隙	%
$S_0$	初始横截面积	mm <sup>2</sup>
$t$	试样厚度	mm
$\tau_b$	抗剪强度	MPa

4.2 抗剪强度( $\tau_b$ )表达方法见示例。

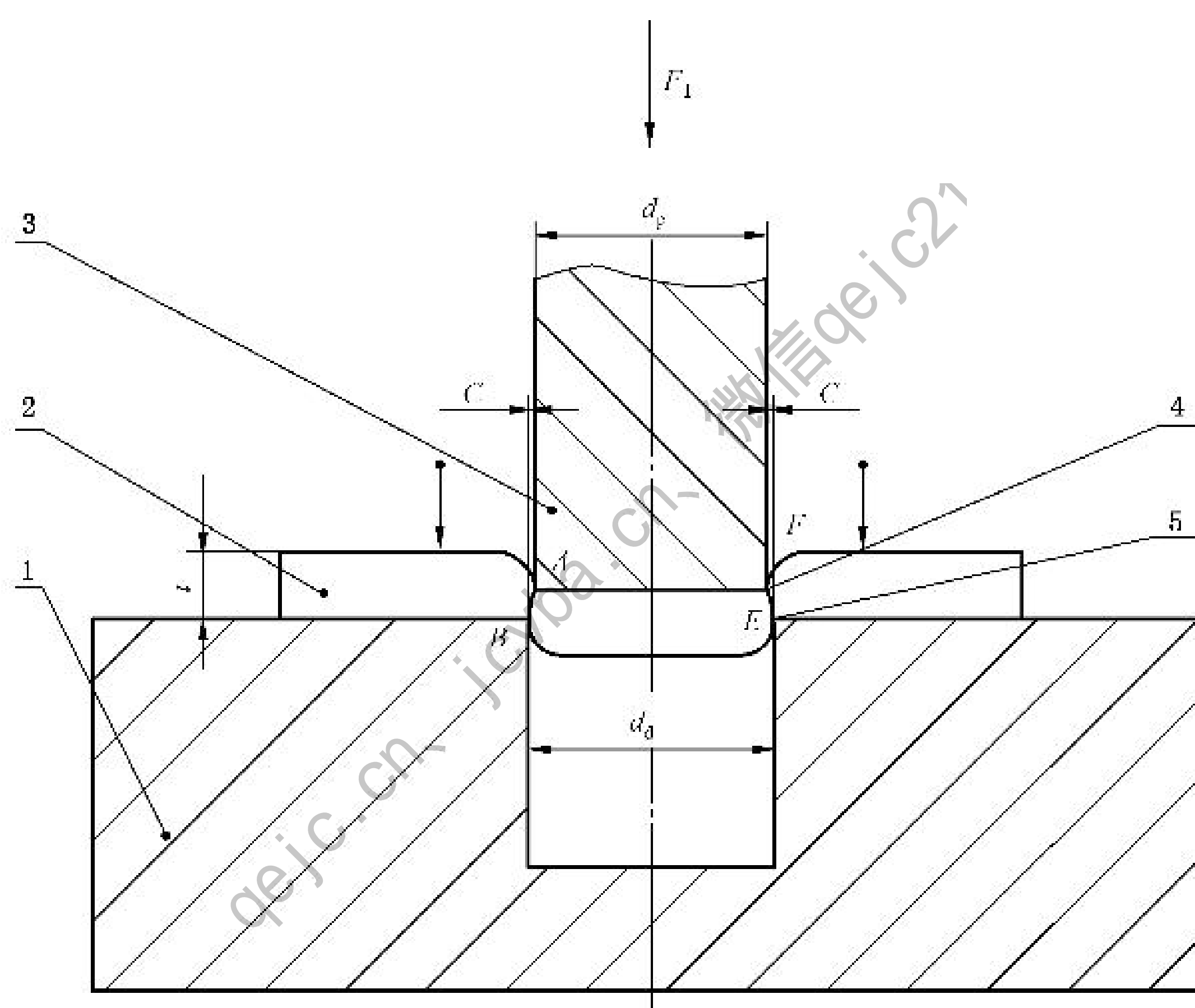
示例：



## 5 原理

试验采用压力剪切试样，一般剪切至断裂，测定其抗剪强度，见图 1。

除非另有规定，试验一般在 10 °C ~ 35 °C 的室温范围内进行。对温度要求严格的试验，试验温度应为 23 °C ± 5 °C。



标引序号说明：

- 1 —— 凹模；
- 2 —— 试样；
- 3 —— 凸模；
- 4 —— 凸模刃口，即 A、F；
- 5 —— 凹模刃口，即 B、E；
- AB、EF —— 剪切线。

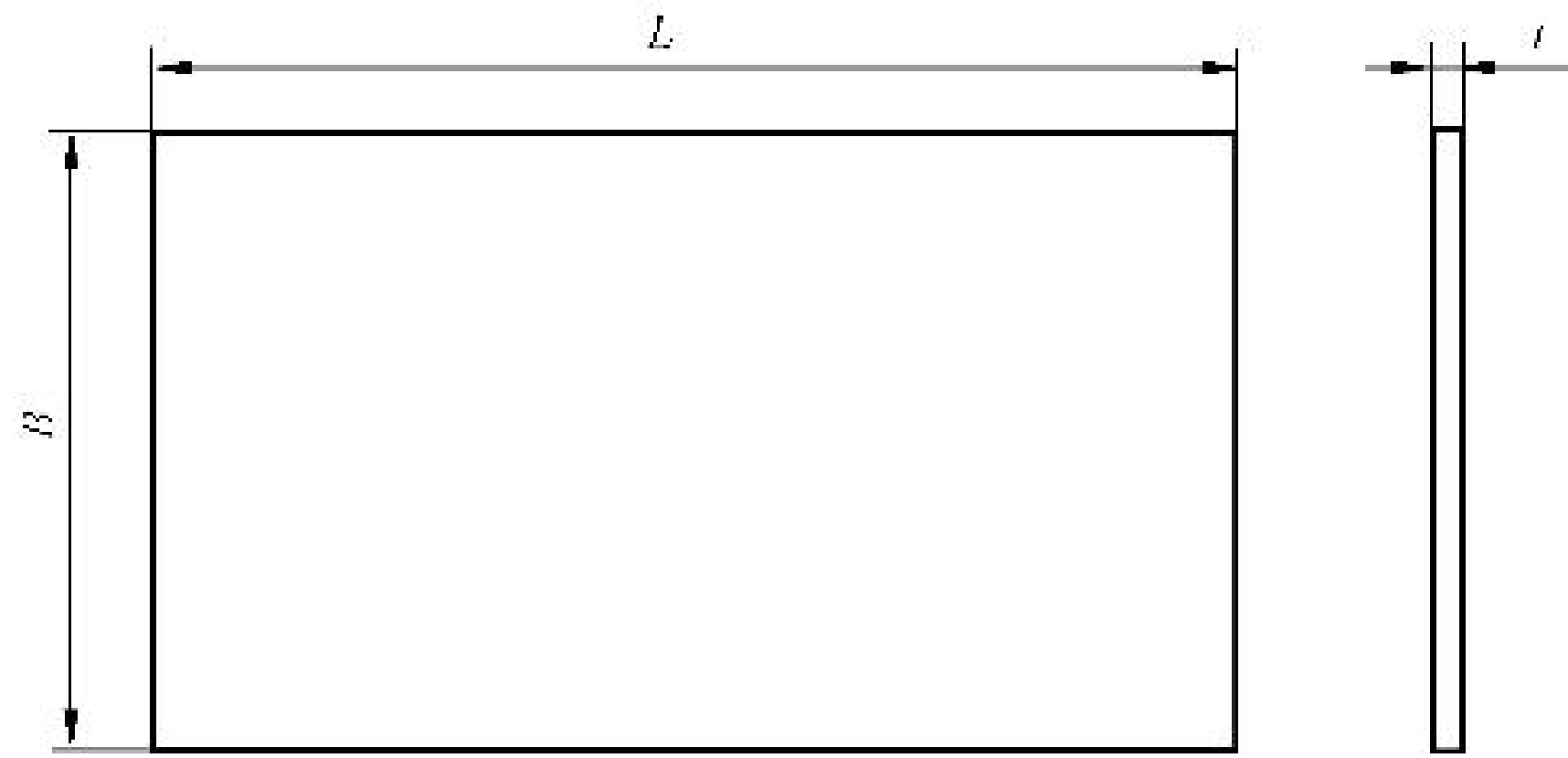
图 1 剪切试验原理图

## 6 试样

6.1 试样的数量、尺寸及切取部位应按相关产品标准规定，无规定时，按 6.2 和 6.3 的规定执行。

6.2 每组试样通常不少于 3 个。

6.3 试验采用矩形试样，见图 2。试样的厚度为产品的厚度，试样长度根据凹模型腔尺寸确定，推荐长度为 70 mm，试样宽度及公差见表 2。



标引符号说明：

$L$  —— 试样长度；

$B$  —— 试样宽度；

$t$  —— 试样厚度。

图 2 试样示意图

表 2 试样宽度及公差

单位为毫米

试样宽度( $B$ )	宽度允许偏差	宽度测量最大值与最小值之差 不大于
20	$\pm 0.5$	0.06
25	$\pm 0.5$	0.06
30	$\pm 0.5$	0.08
35	$\pm 0.5$	0.08
40	$\pm 0.5$	0.12

注：优先使用宽度  $B=40$  mm 的试样。

6.4 应按照相关产品标准或 GB/T 2975 的要求切取样坯和制备试样。试样应保留原轧制表面，表面应光滑，无明显损伤、锈蚀等缺陷；试样周边应无毛刺。

## 7 试验设备

7.1 试验可使用各种类型压力或材料万能试验机，试验机的测力系统应满足 GB/T 16825.1 的要求，并按照 JJG 139、JJG 475 或 JJG 1063 进行校准，且其准确度应为 1 级或优于 1 级。

7.2 试验机上、下压板的工作表面应平行。模具的凸模中心线与试验机的加力轴线尽量保持一致，加载应连续、平稳、无震动。

7.3 试验时可使用各种形式的双面剪切模具。推荐使用的剪切模具见附录 A。

7.4 剪切和支承作用材料应采用高强度合金钢或有足够硬度的材料，凹模和凸模硬度应为 56 HRC~60 HRC，压边条、导向板、定位销硬度应为 38 HRC~42 HRC。

## 8 试验程序

### 8.1 初始横截面积测定

试样初始横截面积按式(1)计算。

$$S_0 = B \times t \quad \dots\dots\dots(1)$$

在试样的两端和中部分别测量宽度和厚度并取平均值。厚度测量量具分辨力应优于 0.005 mm。

## 8.2 试验模具检查

安装试样前,应检查并清除凹模型腔内杂物。

## 8.3 单边间隙及凸模选用

8.3.1 单边间隙按照 GB/T 16743—2010 中 3.1.2 和 3.1.3 选择,推荐采用 II 类单边间隙的中间值。单边间隙按式(2)计算。

$$C = R \times t \quad \dots\dots\dots(2)$$

8.3.2 凸模刃口尺寸按式(3)计算。

$$d_p = d_d - 2C \quad \dots\dots\dots(3)$$

8.3.3 将试样放置于凹模上紧靠定位销并压紧,压边条应避开凸模。

8.3.4 称量凸模质量( $m$ ),精确到 1 g,并计算凸模重量  $G_1 = 9.8m$ 。

## 8.4 试验速度

试验速度应按相关标准要求执行;无要求时,推荐采用 15 mm/min。

## 8.5 设置测量系统零点

在试验加载链装配完成后,应设定剪切力测量系统的零点。

## 8.6 力的施加

施加试验力,记录试样剪切时的最大力示值  $F_1$ 。

## 8.7 抗剪强度计算

抗剪强度( $\tau_b$ )按式(4)计算:

$$\tau_b = (F_1 + G_1)/(2S_0) \quad \dots\dots\dots(4)$$

## 9 结果处理

9.1 试验结果数值应按照相关产品标准的要求进行修约。如未规定具体要求,抗剪强度值按 GB/T 8170 修约至 1 MPa。

9.2 出现试样弯曲、未完全剪断、剪切边与定位边不垂直、断面不平齐,或模具损坏等情形,试验结果无效,应重新取样试验。

9.3 抗剪强度取算术平均值作为报告值。

9.4 评定剪切试验测量结果的不确定度。剪切试验测量结果不确定度的评定示例见附录 B。

## 10 试验报告

试验报告至少包括以下主要内容:

- a) 本文件编号;
- b) 试验条件信息;
- c) 试样标识;

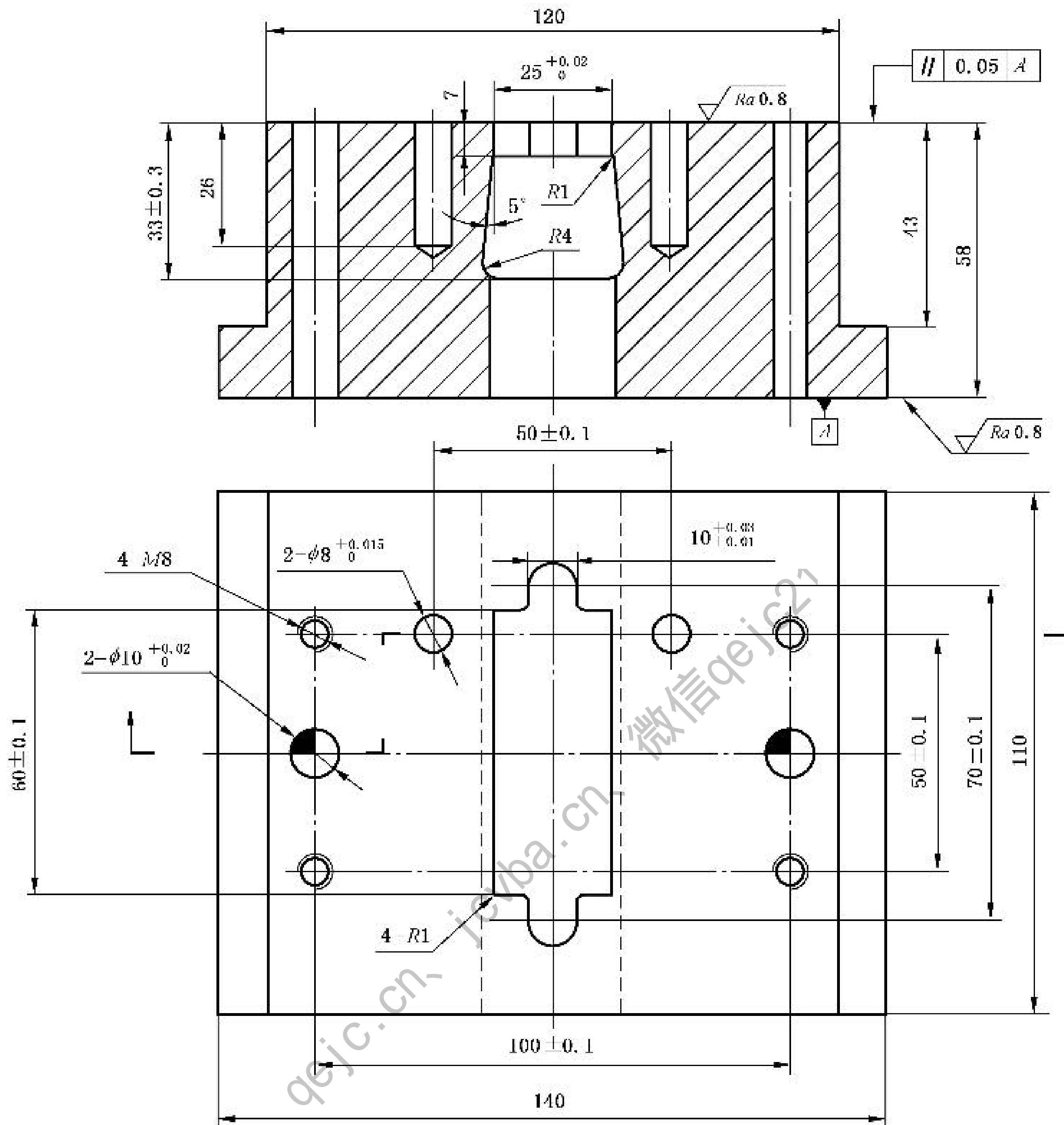


- d) 材料名称、牌号、规格、状态、批次等信息(如已知)；
- e) 试样取样位置和方向(如已知)；
- f) 试验过程中异常情况；
- g) 试验结果。

qejc.cn、jcvba.cn、微信qejc21



尺寸单位为毫米  
表面粗糙度单位为微米



标引符号说明：  
Ra——表面粗糙度。

图 A.2 凹模



尺寸单位为毫米  
表面粗糙度单位为微米

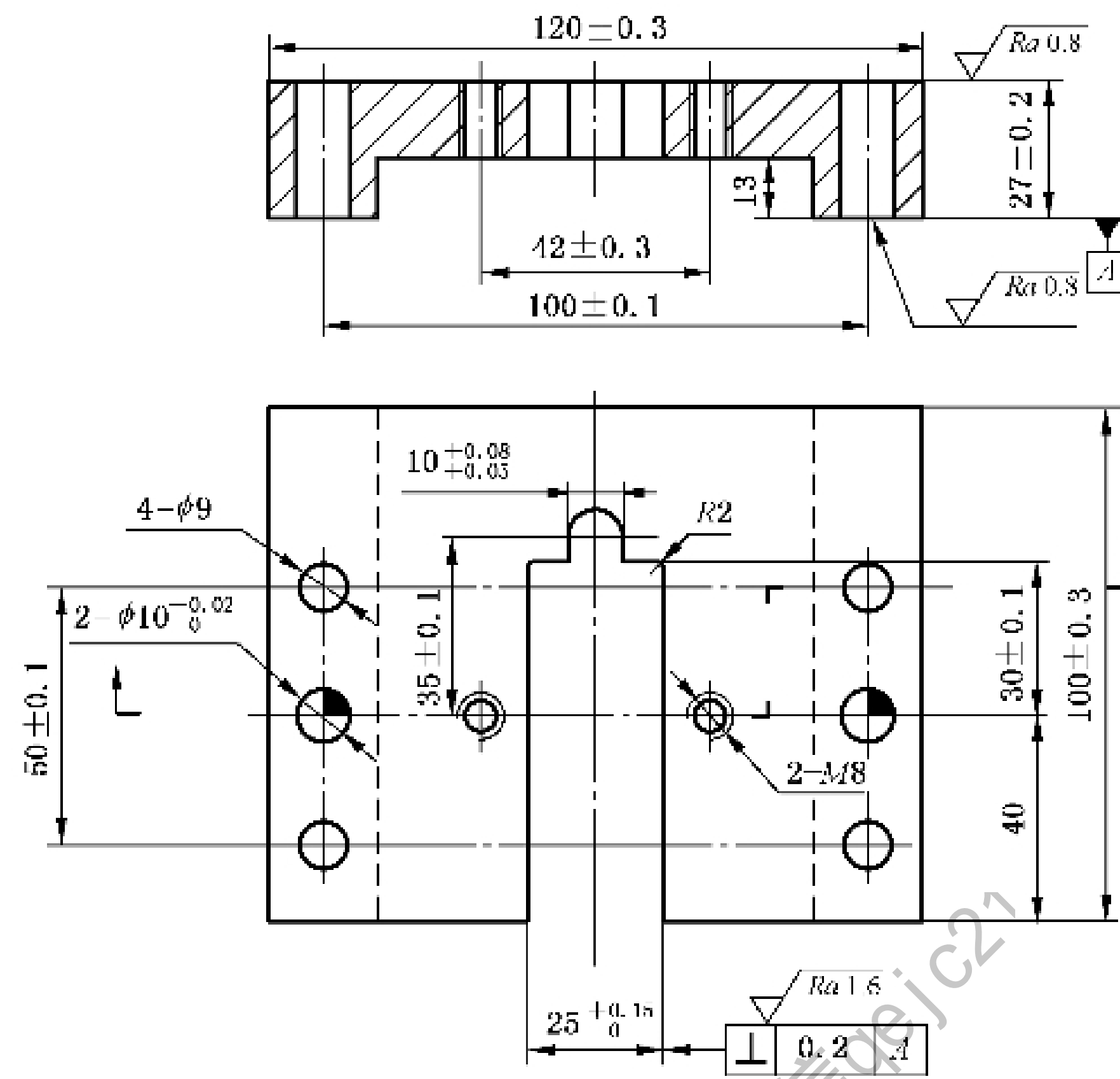


图 A.5 导向板

单位为毫米

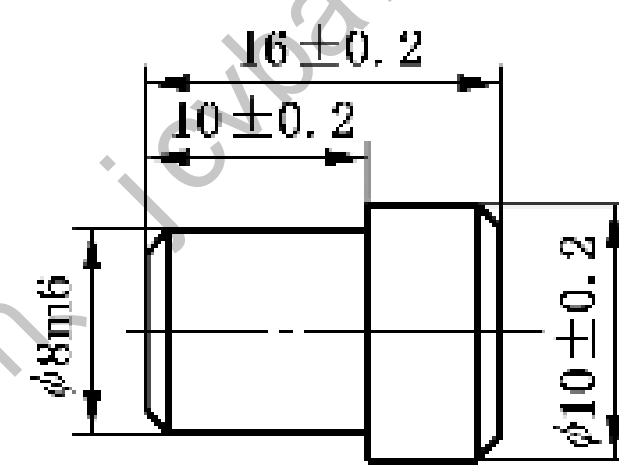


图 A.6 定位销

附录 B

(资料性)

剪切试验测量结果不确定度的评定

B.1 剪切试验测量结果的标准偏差

B.1.1 评定 Q355B 钢以 3 个试样平均结果的抗剪强度不确定度。

B.1.2 使用 10 组试样,得到测量列,测量得到的结果见表 B.1。

B.1.3 试验标准偏差按贝塞尔公式计算,见式(B.1)和式(B.2)。

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / (n - 1)} \dots\dots\dots (B.1)$$

$$\bar{X} = (\sum_{i=1}^n X_i) / n \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

$s$  ——标准偏差;

$X_i$  ——1 组(3 个试样)的抗剪强度的平均值;

$\bar{X}$  ——10 组试样的抗剪强度的平均值;

$n$  ——试验组数。

表 B.1 重复性试验测量结果

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
抗剪强度( $\tau_b$ )/MPa	344	343	344	345	344	341	346	343	342	347
平均值/MPa	343.9									
标准偏差/MPa	1.792									
相对标准偏差	0.521%									

B.2 抗剪强度不确定度的评定

B.2.1 数学模型

按照式(B.3)和式(B.4)建立数学模型。

$$\tau_b = F_m / 2S_0 = F_m / (2B \times t) \dots\dots\dots (B.3)$$

$$u_{rel}(\tau_b) = \sqrt{u_{rel}^2(F_m) + u_{rel}^2(S_0) + u_{rel}^2(rep) + u_{rel}^2(\tau_{bv})} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

$u_{rel}(\tau_b)$  ——抗剪强度相对合成不确定度;

$u_{rel}(F_m)$  ——最大剪切力产生的相对不确定度;

$u_{rel}(S_0)$  ——测量初始横截面积产生的相对不确定度;

$u_{rel}(rep)$  ——重复性产生的相对不确定度;

$u_{rel}(\tau_{bv})$  ——剪切速率产生的相对不确定度。

B.2.2 重复性产生的相对不确定度  $u_{rel}(rep)$  (A 类相对标准不确定度)

A 类相对标准不确定度分项主要考虑重复性产生的相对不确定度  $u_{rel}(rep)$ ,重复性测量按式(B.5)。

$$u = s / \sqrt{n} \quad \dots\dots\dots ( B.5 )$$

式中：

$u$  —— 不确定度；

$s$  —— 测量的标准偏差；

$n$  —— 在正常情况下报告测量结果的平均观测数。

本例评定 3 个试样测量平均值的不确定度，故应除以 $\sqrt{3}$ ，见式(B.6)。

$$u_{rel}(rep) = \frac{s}{\sqrt{3}} = \frac{0.521\%}{\sqrt{3}} = 0.301\% \quad \dots\dots\dots ( B.6 )$$

**B.2.3 最大剪切力( $F_m$ )的 B 类相对标准不确定度分项  $u_{rel}(F_m)$  评定**

**B.2.3.1 试验机测力系统示值误差带来的相对不确定度  $u_{rel}(F_1)$ 。**

1.0 级拉力试验机示值误差 $\pm 1\%$ ，按均匀分布考虑置信因子  $k = \sqrt{3}$ ，见式(B.7)。

$$u_{rel}(F_1) = \frac{1.0\%}{\sqrt{3}} = 0.577\% \quad \dots\dots\dots ( B.7 )$$

**B.2.3.2 标准测力仪的相对标准不确定度  $u_{rel}(F_2)$ 。**

使用 0.3 级标准测力仪对试验机检定。重复性  $r = 0.3\%$ 。可以看成重复性极限。则其相对标准不确定度为式(B.8)。

$$u_{rel}(F_2) = \frac{r}{2.83} = \frac{0.3\%}{2.83} = 0.106\% \quad \dots\dots\dots ( B.8 )$$

**B.2.3.3 计算机数据采集系统带来的相对标准不确定度  $u_{rel}(F_3)$ 。**

计算机数据采集系统所引入的 B 类相对标准不确定度为  $0.2 \times 10^{-2}$ ，见式(B.9)：

$$u_{rel}(F_3) = 0.2\% \quad \dots\dots\dots ( B.9 )$$

**B.2.3.4 最大剪切力的相对标准不确定度分项  $u_{rel}(F_m)$  按式(B.10)计算。**

$$\begin{aligned} u_{rel}(F_m) &= \sqrt{u_{rel}^2(F_1) + u_{rel}^2(F_2) + u_{rel}^2(F_3)} \\ &= \sqrt{(0.577\%)^2 + (0.106\%)^2 + (0.2\%)^2} \\ &= 0.620\% \quad \dots\dots\dots ( B.10 ) \end{aligned}$$

**B.2.4 初始横截面积( $S_0$ )的 B 类相对标准不确定度分项  $u_{rel}(S_0)$  的评定**

测定初始横截面积时，测量每个尺寸应精确到 $\pm 0.5\%$ 。 $S_0 = 2B \times t$ ，见式(B.11)和式(B.12)。

$$u_{rel}(B) = u_{rel}(t) = \frac{0.5\%}{\sqrt{3}} = 0.289\% \quad \dots\dots\dots ( B.11 )$$

$$u_{rel}(S_0) = 2u_{rel}(B) = 2 \times 0.289\% = 0.578\% \quad \dots\dots\dots ( B.12 )$$

**B.2.5 剪切速率影响带来的相对标准不确定度分项  $u_{rel}(\tau_{bv})$**

试验得出，在剪切速率变化范围内抗剪强度最大相差 6 MPa，所以剪切速率对抗剪强度的影响为 $\pm 3$  MPa，按均匀分布考虑，有式(B.13)和式(B.14)。

$$u(\tau_{bv}) = \frac{3}{\sqrt{3}} = 1.732 \text{ MPa} \quad \dots\dots\dots ( B.13 )$$

$$u_{rel}(\tau_{bv}) = \frac{1.732}{343.9} = 0.504\% \quad \dots\dots\dots ( B.14 )$$

**B.2.6 抗剪强度的相对合成不确定度**

**B.2.6.1 抗剪强度的标准合成不确定度分项汇总见表 B.2，并按式(B.15)计算。**

表 B.2 抗剪强度的标准合成不确定度分项汇总

标准不确定度分项	不确定度来源	相对标准不确定度
$u_{\text{rel}}(\text{rep})$	测量重复性	0.301%
$u_{\text{rel}}(F_m)$	最大剪切力	0.620%
$u_{\text{rel}}(S_0)$	试样初始横截面积	0.578%
$u_{\text{rel}}(\tau_{\text{bv}})$	剪切速率	0.504%

$$\begin{aligned}
 u_{\text{crel}}(\tau_b) &= \sqrt{u_{\text{rel}}^2(F_m) + u_{\text{rel}}^2(S_0) + u_{\text{rel}}^2(\text{rep}) + u_{\text{rel}}^2(\tau_{\text{bv}})} \\
 &= \sqrt{(0.620\%)^2 + (0.578\%)^2 + (0.301\%)^2 + (0.504\%)^2} \\
 &= 1.02\% \quad \dots\dots\dots (\text{B.15})
 \end{aligned}$$

**B.2.6.2** 抗剪强度的相对扩展不确定度取包含概率  $P = 95\%$ ，按置信因子  $k = 2$ 。见式(B.16)和式(B.17)。

$$u_{\text{rel}}(\tau_b) = k \cdot u_{\text{crel}}(\tau_b) \quad \dots\dots\dots (\text{B.16})$$

$$u_{\text{rel}}(\tau_b) = 2 \times 1.02\% = 2.04\% \quad \dots\dots\dots (\text{B.17})$$

**B.2.6.3** 抗剪强度的扩展不确定度按式(B.18)和式(B.19)计算。

$$u(\tau_b) = 343.9 \times 2.04\% = 7.02 \text{ MPa} \approx 7.0 \text{ MPa} \quad \dots\dots\dots (\text{B.18})$$

$$\text{报告测量结果为: } \tau_b = (343.9 \pm 7.0) \text{ MPa}, k = 2 \quad \dots\dots\dots (\text{B.19})$$



参 考 文 献

- [1] GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法
  - [2] GB/T 13683 销 剪切试验方法
  - [3] JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示
  - [4] HB 6736 金属板材剪切试验方法
  - [5] 湖南省机械工程学会锻压分会.冲压工艺[M].长沙:湖南科学技术出版社,1984.
  - [6] 李硕本,于连仲.锻压手册[M].北京:机械工业出版社,2002.
- 

qejc.cn、jcvba.cn、微信qejc21