

中华人民共和国国家标准

GB/T 3251—2023

代替 GB/T 3251—2006

铝及铝合金产品压缩试验方法

Compression test method for aluminium and aluminium alloy products

2023-08-06 发布

2024-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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 3251—2006《铝及铝合金管材压缩试验方法》，与 GB/T 3251—2006 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了试验条件(见第 5 章)；
- b) 增加了试验机要求(见 6.1)；
- c) 增加了垫板、引伸计(见 6.2、6.3)；
- d) 更改了试样类型、试样制备(见 7.1、7.2,2006 年版的第 4 章)；
- e) 增加了试验准备(见第 8 章)；
- f) 更改了试验步骤(见第 9 章,2006 年版的第 5 章)；
- g) 增加了试验结果矩形试样实际压缩力、规定非比例压缩强度、抗压强度、压缩弹性模量、上压缩屈服力、压缩率、吸能量、规定力值压缩变形量(见 10.2、10.3、10.4、10.5、10.6、10.7、10.8、10.9)；
- h) 增加了试验报告(见第 11 章)。

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。

本文件由中国有色金属工业协会提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)归口。

本文件起草单位：东北轻合金有限责任公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、国标(北京)检验认证有限公司、山东南山铝业股份有限公司、西南铝业(集团)有限责任公司、有研工程技术研究院有限公司、中铝材料应用研究院有限公司、中南大学、天津忠旺铝业有限公司、广东豪美新材股份有限公司、西北铝业有限责任公司、上海航空材料结构检测股份有限公司、中国铝业集团有限公司。

本文件主要起草人：赵胜强、吕新宇、马存真、王国军、肖新蕊、宋文城、张银祥、闫丽珍、韦绍林、高新宇、于莉莉、张臻、程素玲、罗涛涛、王守业、黄剑进、张庆东。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1982 年首次发布为 GB/T 3251—1982,2006 年第一次修订；

——本次为第二次修订。

铝及铝合金产品压缩试验方法

1 范围

本文件描述了铝及铝合金产品的压缩试验方法。

本文件适用于板材、管材、棒材、型材、锻件等铝及铝合金产品压缩性能的测定。

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

GB/T 10623 金属材料 力学性能试验术语

GB/T 12160—2019 金属材料 单轴试验用引伸计系统的标定

JJG 139 拉力、压力和万能试验机

JJG 475 电子式万能试验机

JJG 762 引伸计

JJG 1063 电液伺服万能试验机

3 术语和定义

GB/T 10623 界定的术语和定义适用于本文件。

4 方法概述

对试样轴向施加单向压缩力，当试样压缩至规定变形量或达到规定载荷或出现最大力值时，测定试样的矩形试样实际压缩力、规定非比例压缩强度、抗压强度、压缩弹性模量、上压缩屈服力、压缩率、吸能量、规定力值压缩变形量等压缩性能指标，评定材料抗压缩变形能力。

5 试验条件

试验温度为 10 °C ~ 35 °C。

6 仪器设备

6.1 试验机

6.1.1 试验机测力系统按照 JJG 139、JJG 475 或 JJG 1063 进行压缩方向校准，试验机测力系统准确度应达到或优于 1 级。

6.1.2 试验所需最大载荷宜在试验机最大载荷的 10% ~ 90% 范围内。

6.1.3 试验机上、下压板的工作表面应平行,压板的硬度应不低于 55HRC,非实心试样用压板表面应留有排气沟槽。

6.2 垫板

垫板的平行度宜不低于 1 : 0.000 2,表面粗糙度 Ra 应不大于 0.8 μm ,垫板宜采用硬质合金制作。

6.3 引伸计

6.3.1 引伸计系统按照 JJG 762 进行校准,测定弹性模量时,引伸计准确度应达到或优于 GB/T 12160—2019 的 0.5 级;测定其他力学性能时,引伸计准确度应达到或优于 GB/T 12160—2019 的 1 级。

6.3.2 测定压缩弹性模量和规定非比例压缩应变小于 0.05%规定非比例压缩强度时,引伸计系统应能测量试样至少相对两侧的平均变形。

6.3.3 引伸计标距应不小于试样直径或宽度且不大于试样原始标距。

7 试样

7.1 一般规定

试样应符合产品标准或订货(或合同)单规定,当产品标准或订货(或合同)单中无规定时,试样应符合本文件规定。

7.2 试样类型

产品类别与试样类型应符合表 1 的规定。

表 1 产品类别与试样类型

产品类别		试样类型		
		圆柱体试样	矩形试样 ^a	全截面试样
板材		板材厚度 ≥ 12.5 mm	板材厚度 < 12.5 mm, 宽度 ≥ 12.5 mm	无法得到圆柱体试样 或矩形试样的产品
棒材	圆棒	直径 > 10.0 mm	—	
	扁棒	壁厚最大内接圆直径 ≥ 12.5 mm	壁厚最大内接圆直径 < 12.5 mm, 壁厚宽度 ≥ 12.5 mm	
	其他	壁厚最大内接圆直径 ≥ 12.5 mm	—	
管材	圆管	壁厚 ≥ 12.5 mm	—	
	其他	壁厚最大内接圆直径 ≥ 12.5 mm	壁厚最大内接圆直径 < 12.5 mm, 壁厚平直宽度 ≥ 12.5 mm	
型材		壁厚 ≥ 12.5 mm	平直壁厚 < 12.5 mm, 平直壁宽 ≥ 12.5 mm	
锻件		所有	—	
注:“—”表示不取该类试样。				
^a 矩形试样厚度应大于 0.1 mm。				

7.3 试样制备

7.3.1 取样

取样应符合表 2 的规定。

表 2 取样

产品类别		取样方向	产品尺寸 mm		取样位置
板 材	纯铝及不可热处理强化铝合金	纵轴应平行于轧制方向	厚度 < 12.5		任意位置
			厚度 12.5 ~ 40		厚度的中心处
			厚度 > 40		厚度中心到表面的 1/2 处
	可热处理强化铝合金	纵轴应垂直于轧制方向	厚度 < 12.5		任意位置
			厚度 12.5 ~ 40		厚度的中心处
			厚度 > 40		厚度中心到表面的 1/2 处
棒 材	圆棒	沿挤压方向	直径 ≤ 40		挤压前端, 直径的中心处
			直径 > 40		挤压前端, 直径中心到表面的 1/2 处
	扁棒	沿挤压方向	厚度 < 12.5	宽度 < 12.5	挤压前端
				宽度 ≥ 12.5	挤压前端壁厚最厚处
			厚度 12.5 ~ 40	宽度 12.5 ~ 40	挤压前端, 宽度平分线与厚度平分线的交点处
				宽度 > 40	挤压前端横截面上, 靠边缘 1/2 宽度的平分线与厚度平分线的交点处
	厚度 > 40		挤压前端横截面上, 靠边缘 1/2 宽度的平分线与靠边缘的 1/2 厚度平分线的交点处		
	其他棒材	沿挤压方向	可加工圆柱的最大直径 < 12.5		挤压前端
			可加工圆柱的最大直径 12.5 ~ 40		挤压前端, 壁厚的中心处
			可加工圆柱的最大直径 > 40		挤压前端, 壁厚中心到表面的 1/2 处
管 材	圆管	沿挤压方向	外径 < 25		挤压前端
			外径 ≥ 25	壁厚 12.5 ~ 40	挤压前端, 壁厚的中心处
				壁厚 > 40	挤压前端, 壁厚中心到表面的 1/2 处
	其他管材	沿挤压方向	壁厚 < 12.5	平直壁宽度 < 12.5	挤压前端
				平直壁宽度 ≥ 12.5	挤压前端壁厚最厚处
			壁厚 ≥ 12.5 ~ 40		挤压前端, 壁厚的中心处
壁厚 > 40		挤压前端, 壁厚中心到表面的 1/2 处			
型 材	沿挤压方向	壁厚最大内接圆直径 < 12.5	壁厚平直宽度 < 12.5	挤压前端	
			壁厚平直宽度 ≥ 12.5	挤压前端壁厚最厚处	
		壁厚最大内接圆直径 12.5 ~ 40		挤压前端, 壁厚的中心处	
		壁厚最大内接圆直径 > 40		挤压前端, 壁厚中心到表面的 1/2 处	
锻件	按订货单(或合同)规定	所有		按订货单(或合同)规定	

7.3.2 试样型号、尺寸及典型适用检测项目

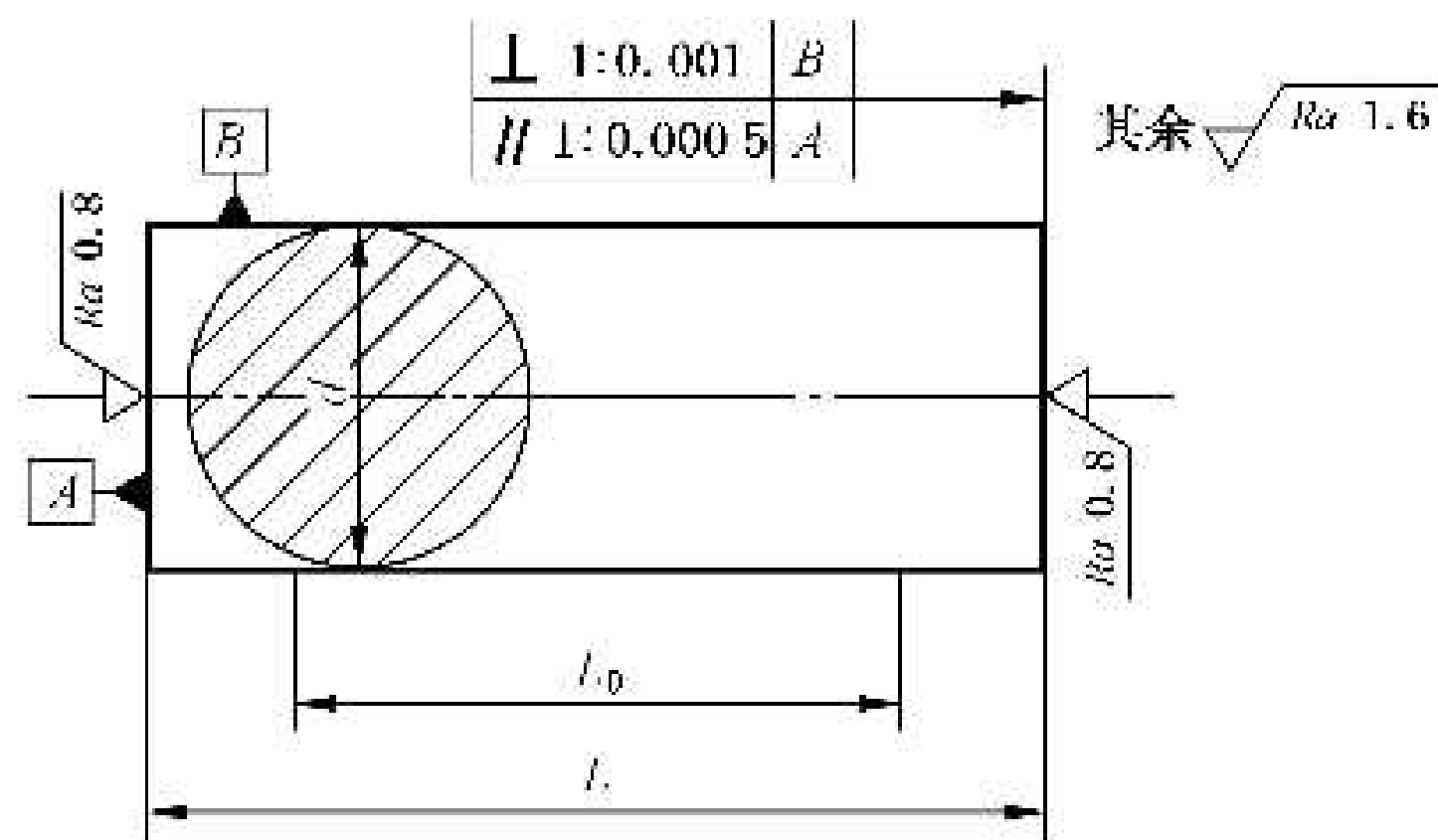
7.3.2.1 圆柱体试样

圆柱体试样型号、尺寸及典型适用检测项目应符合表 3 的规定,示意图见图 1。

表 3 圆柱体试样型号、尺寸及典型适用检测项目

试样型号	试样尺寸 mm						典型适用 检测项目
	直径 d	直径允许 偏差	长度 L	长度允许 偏差	原始标距 L_0	试样 同轴度	
Y15	10	±0.05	15	±0.1	—	<0.25	抗压强度 R_{mc}
Y20	13		25		—		
Y10	20		20		—		
Y35D	10		35		25		规定非比例压缩强度 R_{pc} 、 抗压强度 R_{mc}
Y30D	13		38		25		
Y30Z	15		45		30		
Y35C	15		52.5		35		
Y30C	20		60		40		
Y50D	10		50		40		
Y50C	15		75		60		
Y80D	15		120		100		规定非比例压缩强度 $R_{pc0.01}$ 、 压缩弹性模量 E_c
Y80C	20		160		140		

表面粗糙度单位为微米



标引序号说明：
 L ——试样长度；
 L_0 ——试样原始标距；
 d ——试样直径。

图 1 圆柱体试样示意图

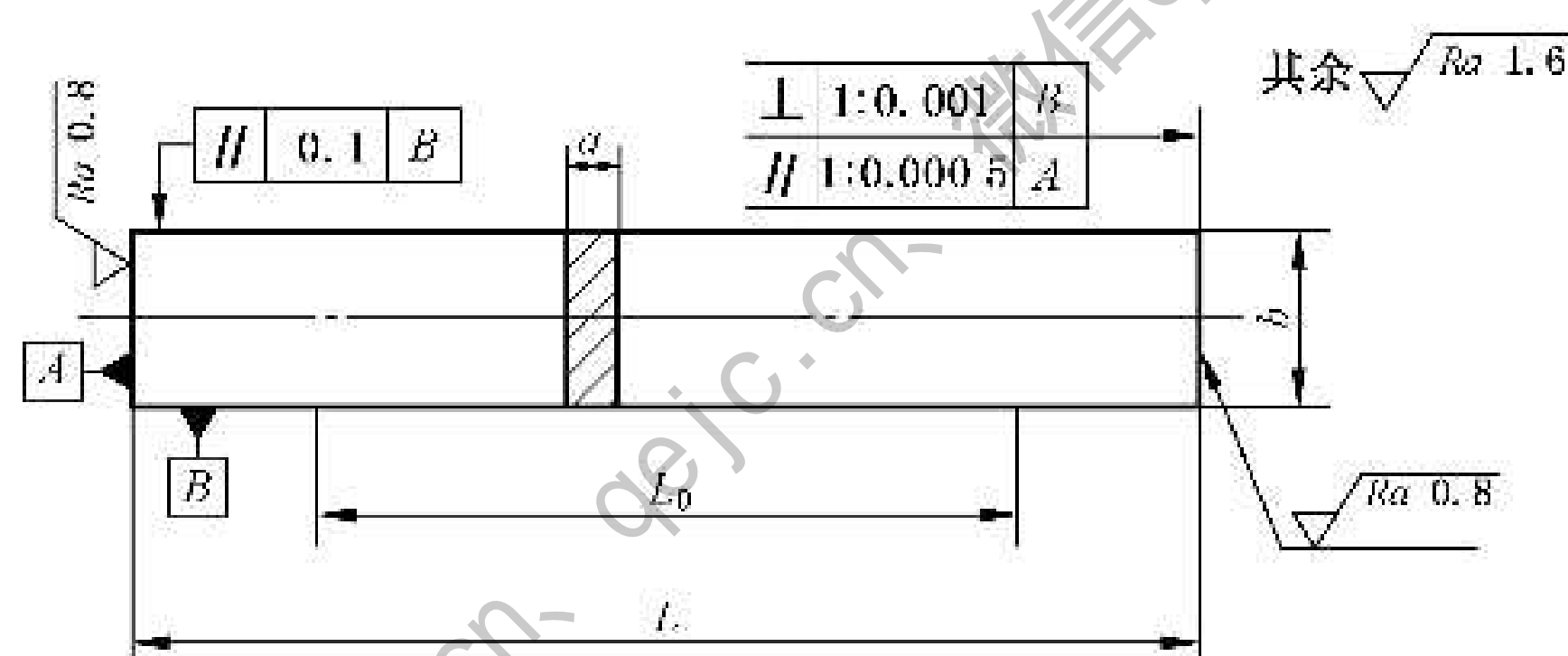
7.3.2.2 矩形试样

矩形试样型号、尺寸及典型适用检测项目应符合表 4 的规定,示意图见图 2。

表 4 矩形试样型号、尺寸及典型适用检测项目

试样型号	试样尺寸 mm						典型适用 检测项目
	宽度 b	宽度允许 偏差	长度 L	长度允许 偏差	原始标距 L_0	试样 同轴度	
J025D	12.5	±0.05	50	±0.1	25	<0.25	抗压强度 R_{mc}
J025C	12.5		67		25		抗压强度 R_{mc} 、 规定非比例压缩强度 R_{pc}
J050	12.5		100		50		规定非比例压缩强度 $R_{pe0.01}$ 、 压缩弹性模量 E_c

表面粗糙度单位为微米



标引序号说明:

- L ——试样长度;
- L_0 ——试样原始标距;
- a ——试样厚度;
- b ——试样宽度。

图 2 矩形试样示意图

7.3.2.3 全截面试样

全截面试样两端面应与试样纵轴线垂直,试样长度等于试样最小外接圆直径的两倍。

7.3.3 试样的标识与制备

7.3.3.1 试样的标识

每个试样都应有明确的标识,标识应不影响试验。

7.3.3.2 试样的制备

7.3.3.2.1 切取试样时,样坯应留有足够的加工余量。机械加工试样时,每次加工深度应适当并进行充分冷却(如用切削液)以减少加工过程硬化或过热影响力学性能。

7.3.3.2.2 试样加工后应削除毛刺,尖锐棱边宜倒角。

7.3.3.2.3 试样表面应无显著横向刀痕、机械损伤、明显的淬火变形、裂纹或肉眼可见的缺陷。

7.3.3.2.4 除预处理膜产品、阳极氧化膜产品、阳极氧化复合膜产品或电泳涂漆产品外,其他经表面处理的产品应去除试样表面的膜层。

8 试验准备

8.1 试样尺寸测量

8.1.1 圆柱体试样原始横截面积测定

8.1.1.1 在试样标距中间部位截面上两个互相垂直的方向上各测一次直径,测量结果取平均值,记为试样直径(d),测量精度符合表 5 的规定。

表 5 横截面尺寸测量精确度

单位为毫米

试样横截面尺寸	精确度 不大于
0.1~0.5	0.001
>0.5~2.0	0.002
>2.0~10.0	0.010
>10.0~500.0	0.02
>500.0	1

8.1.1.2 按公式(1)计算试样原始横截面积(S_0),数值以平方毫米(mm^2)表示。

$$S_0 = \pi d^2 / 4 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

S_0 ——试样原始横截面积,单位为平方毫米(mm^2);

d ——试样直径,单位为毫米(mm)。

8.1.2 矩形板试样原始横截面积测定

8.1.2.1 在标距中间横截面进行厚度(a)和宽度(b)的测量,测量精度符合表 5 的规定。

8.1.2.2 按公式(2)计算试样原始横截面积(S_0),数值以平方毫米(mm^2)表示。

$$S_0 = a \cdot b \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

a ——试样厚度,单位为毫米(mm);

b ——试样宽度,单位为毫米(mm)。

8.1.3 全截面试样原始截面积测定

8.1.3.1 圆管全截面试样原始横截面积测定

8.1.3.1.1 在试样标距中心处横截面上两个互相垂直的方向上各测一次外径尺寸,测量结果取平均值,记为圆管外径(D),在同一管端圆周上直径的两端各测一次壁厚尺寸,测量结果取平均值,记为圆管壁厚(a_0),测量精度符合表 5 的规定。

8.1.3.1.2 按公式(3)计算试样原始横截面积(S_0),数值以平方毫米(mm^2)表示。

$$S_0 = \pi a_0 (D - a_0) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

a_0 ——圆管壁厚,单位为毫米(mm);

D ——圆管外径,单位为毫米(mm)。

8.1.3.2 非圆管试样原始横截面积测定

非圆管全截面试样的原始横截面积可采用实测尺寸测量并计算,测量精度符合表5的规定。也可采用图纸的理论值或按公式(4)计算试样原始横截面积(S_0),数值以平方毫米(mm^2)表示。

$$S_0 = \frac{m}{\rho L} \times 1\,000 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

m ——试样的质量,单位为克(g);

ρ ——试样材料的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

L ——试样长度,单位为毫米(mm)。

8.2 平行度调整

8.2.1 上、下压板工作表面平行度低于1:0.000 2,可采用调平垫块(见附录A)调整平行度。

8.2.2 压板平行度每年至少检测一次,检测方法可按以下方法进行。

a) 直接法:

- 1) 以下压板作为测量基准面,将带指示器的测量架放在下压板平面上;
- 2) 移动测量架,测量整个上压板表面;
- 3) 记录指示器的最大示值与最小示值;
- 4) 最大示值与最小示值之差除以压盘直径,作为压板的平行度。

b) 间接法:

- 1) 通过支承将水平仪或激光跟踪仪测定压头调整至水平位置;
- 2) 分别在上压板表面和下压板表面上沿平行直径方向分段首尾相接进行测量,并记录各测量点上水平读数;
- 3) 将水平仪读数角度值换算成线值;
- 4) 根据记录读数,用图解法或计算法求出其平行度。首先根据测得值绘出上表面和下表面近似轮廓,由下表面轮廓按最小条件要求找出基准平面位置A—A,然后找出被测表面轮廓各测点沿垂直坐标方向到A—A基准间的最大距离 L_{\max} 和最小距离 L_{\min} ,最大距离和最小距离的差值与压盘直径的比值即为平行度。

8.3 试样安装

8.3.1 硬度较高的试样应在试样两端垫以适宜的硬质材料制作的垫板。

8.3.2 矩形试样不应发生屈曲,宜参照附录B对试样进行约束。

8.3.3 将试样直立于两平行压板之间,试样的轴线与试验机的载荷中心线重合。

8.3.4 使用引伸计测定规定非比例压缩强度、压缩弹性模量,引伸计测量范围在试样原始标距内,试样纵轴中心线应与引伸计压头轴线重合。多个引伸计应对称放置。使用接触式引伸计时宜避免因夹持力不足导致应变测量不准确或因夹持力过大导致试样上产生明显夹持痕迹。

8.4 试验速率设定

8.4.1 测定规定非比例压缩强度、抗压强度、压缩弹性模量时,试验过程中试验速率应恒定。试验速度控制采用应变速率的方法,其应变速率控制为 0.005 min^{-1} 。如果材料对应变速率敏感,应变速率控制为 0.003 min^{-1} 。对于无应变调速装置的试验机,允许设置一个平均速度相当于应变速率 0.005 min^{-1} 的横梁位移速度。按公式(5)计算横梁位移速度(v_c),数值以毫米每分(mm/min)表示。

$$v_c = 0.005 \times L \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

L ——试样长度,单位为毫米(mm)。

8.4.2 测定压缩率、吸能量、上压缩屈服力以及评定材料抗压缩变形能力时,试验压缩速度控制在 $10 \text{ mm/min} \sim 60 \text{ mm/min}$ 范围内。

8.4.3 测定规定力值压缩变形量时,试验过程中试验速率应恒定。试验压缩速度控制为 2 mm/min 。

8.5 测力系统调零

在试样两端被压实之前,设定力测量系统的零点。测力系统调零后,试验期间不应再设定力测量系统的零点。

9 试验步骤

9.1 运行试验机,压缩试样至规定变形量或达到规定载荷或出现最大压缩力(F_{mc})时,停止试验或卸力至零位,用肉眼检查试样变形处,试验过程中应保持试验速率恒定。出现下列情况之一时,试验结果无效,应重取相同数量试样重新试验:

- 未达到试验终点时,发生由于非轴向加力而引起试样在其全长度上的弹性失稳;
- 未达到试验终点时,试样在其全长度上的非弹性失稳;
- 未达到试验终点时,试样横截面绕其纵轴转动而发生的扭曲或扭转失效;
- 未达到试验终点时,试样端部出现局部压坏。

9.2 根据不同的试验目的,还应完成以下试验步骤。

- 外观:匀速压缩试样至原高度的二分之一或规定变形量后观察。
- 矩形试样实际压缩力:绘制加载过程的力-变形曲线或使用自动装置或自动测试系统(如计算机数据采集系统)测定。
- 规定非比例压缩强度:绘制加载过程的力-原始标距变形曲线或使用自动装置或自动测试系统(如计算机数据采集系统)测定。日常试验允许采用绘图制力-压头位移曲线的方法测定不小于 0.2% 的规定非比例延伸强度($R_{p0.2}$),但不作为仲裁方法。
- 抗压强度:记录最大压缩力或绘制加载过程的力-变形曲线或使用自动装置或自动测试系统(如计算机数据采集系统)测定。
- 压缩弹性模量:绘制加载过程的力-变形曲线。
- 上压缩屈服力:绘制加载过程的力-位移曲线。
- 压缩率:测量压缩后的试样长度。
- 吸能量:绘制加载过程的力-位移曲线。
- 规定力值压缩变形量:绘制加载过程的力-位移曲线或使用自动装置或自动测试系统(如计算机数据采集系统)测定。

10 试验结果

10.1 外观

10.1.1 型材如产品标准中无要求,开裂长度小于 15 mm 判为合格,否则判为不合格。型材中间立柱处开裂不作为判定依据。

10.1.2 其他产品试样变形处若无裂纹、裂口,判为合格,否则判为不合格。

10.2 矩形试样实际压缩力(F)

10.2.1 试验时自动绘制的力-变形曲线,一般初始部分因受摩擦力影响而并非线性关系(见图 3)。当力足够大时,摩擦力达到一个定值,此后摩擦力不再进一步影响力-变形曲线。设摩擦力 F_f 平均分布在试样表面上。

10.2.2 按公式(6)计算矩形试样实际压缩力(F),数值以牛(N)表示。

$$F = F_0 - \frac{1}{2}F_f \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

F_0 ——试样上端所受到的力,单位为牛(N);

F_f ——摩擦力,单位为牛(N)。

10.2.3 用图解法确定矩形试样实际压缩力(F)。在自动绘制的力-变形曲线上,沿弹性直线段,反延直线交原横坐标轴于 O'' ,在原横坐标轴原点 O' 与 O'' 的连线中点上,作垂线交反延的直线于 O 点, O 点即为力-变形曲线的真实原点。过 O 点作平行原坐标轴的直线,即为修正后的坐标轴,实际压缩力可在新坐标系上直接判读(见图 3)。

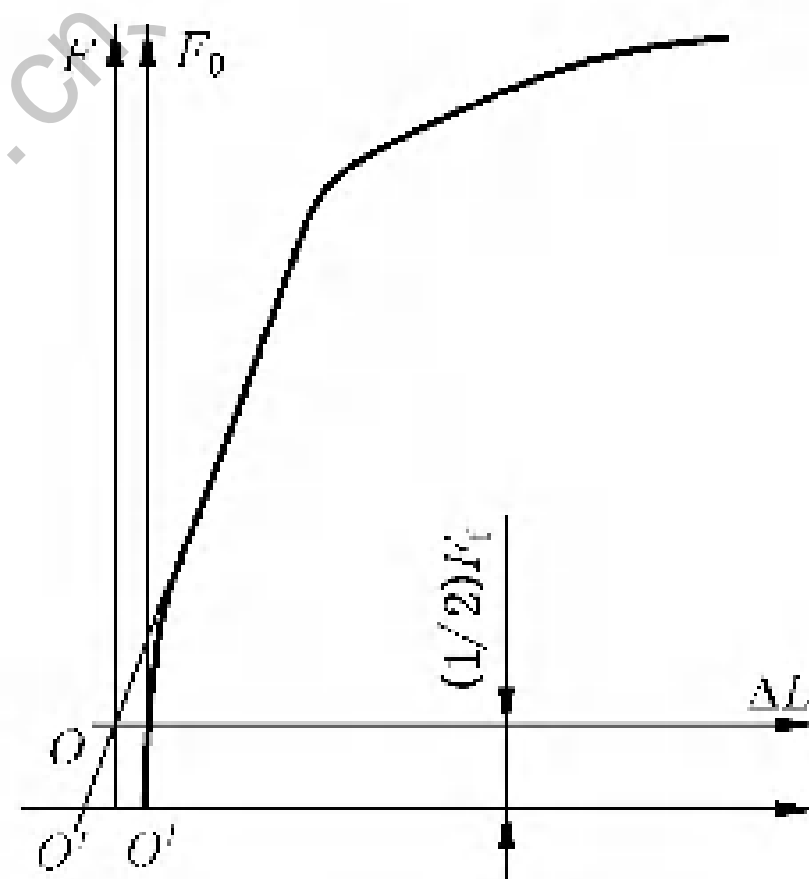
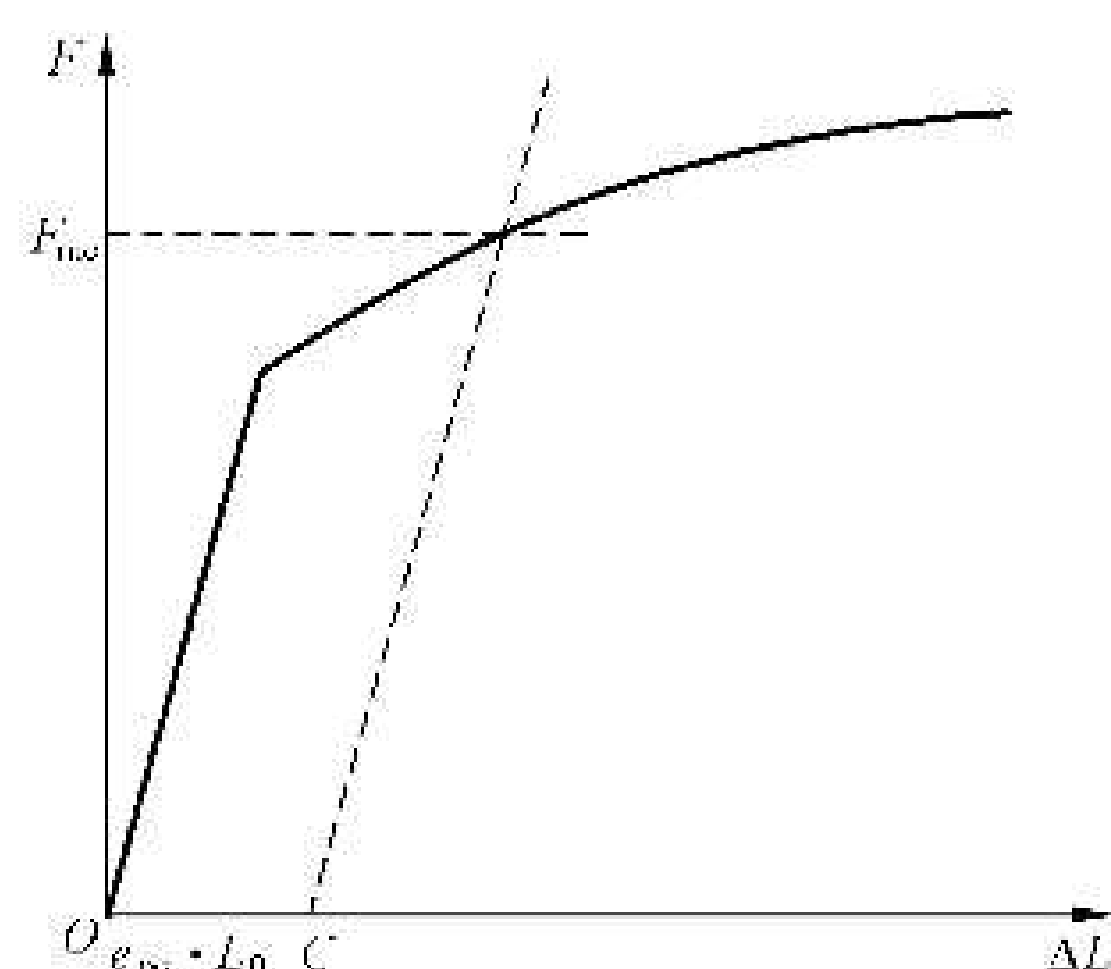


图 3 图解法确定实际压缩力(F)

10.2.4 使用自动装置或自动测试系统(如计算机数据采集系统)测定时,直接读取矩形试样实际压缩力(F)。

10.3 规定非比例压缩强度(R_{pc})

10.3.1 在绘制的力-变形曲线图上,自 O 点起,截取一段相当于规定非比例变形的距离 OC ($e_{pc} \cdot L_0$),过点 C 点作平行于弹性直线段的直线 CA 交曲线于 A 点,其对应的力 F_{pc} 为所测规定非比例压缩力(见图 4)。



标引序号说明：

e_{pc} ——规定非比例压缩应变；

L_0 ——试样原始标距；

ΔL ——试样原始标距压缩增量，单位为毫米(mm)。

图4 图解法求规定非比例压缩力(F_{pc})

10.3.2 按公式(7)计算规定非比例压缩强度(R_{pc})，数值以兆帕(MPa)表示，计算结果按 GB/T 8170 的规定修约至个位。

$$R_{pc} = \frac{F_{pc}}{S_0} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

F_{pc} ——规定非比例压缩力，单位为牛(N)。

10.3.3 使用自动装置或自动测试系统(如计算机数据采集系统)测定时，直接读取规定非比例压缩强度(R_{pc})。

10.4 抗压强度(R_{mc})

10.4.1 在绘制的力-变形曲线图上，确定最大压缩力(F_{mc}) (见图5)。

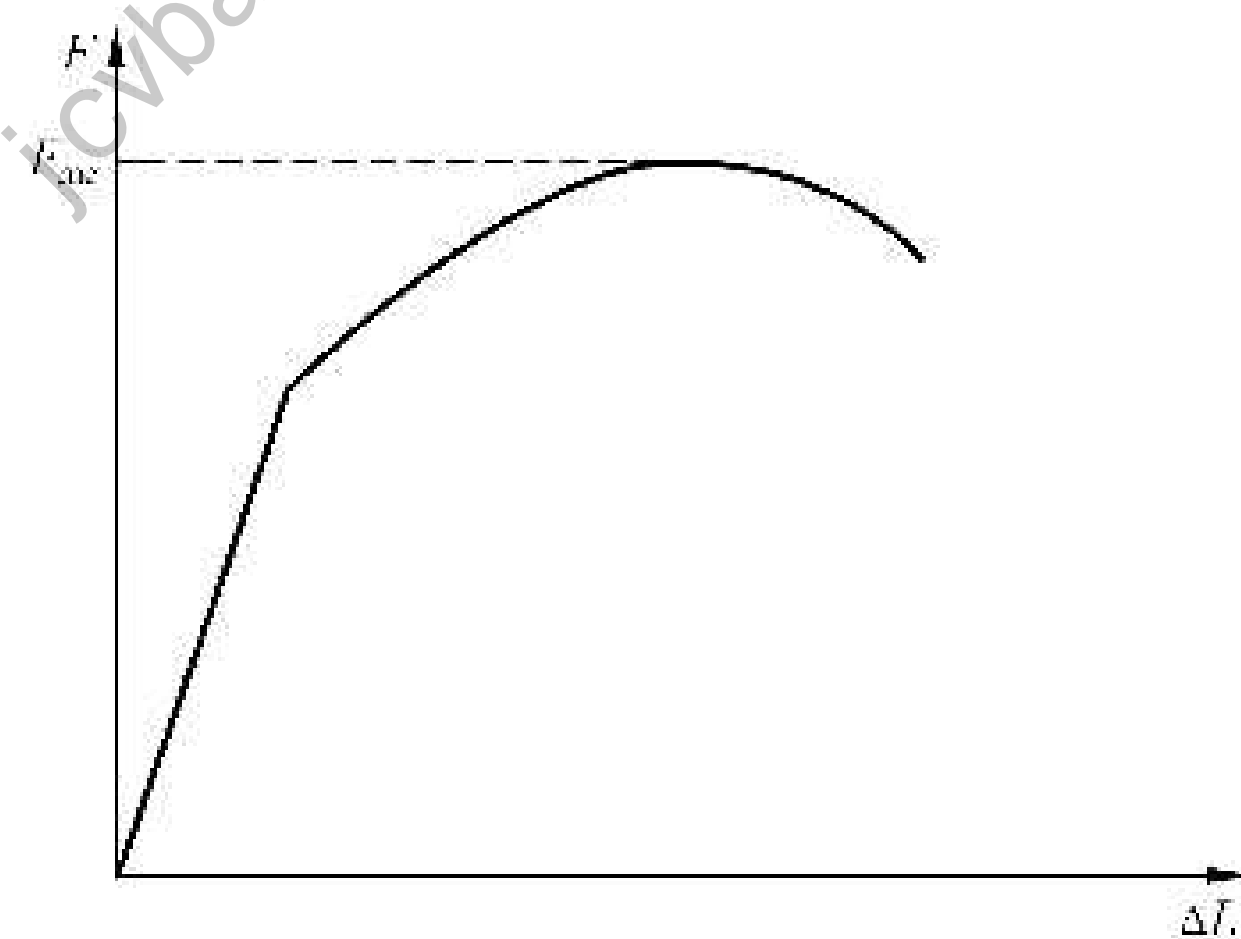


图5 图解法求最大压缩力(F_{mc})

10.4.2 按公式(8)计算抗压强度(R_{mc})，数值以兆帕(MPa)表示，计算结果按 GB/T 8170 的规定修约至个位。

$$R_{mc} = \frac{F_{mc}}{S_0} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

F_{mc} ——最大压缩力，单位为牛(N)。

10.4.3 对于塑性材料，根据应力-应变曲线在规定的应变下，测定其抗压强度，在报告中应给出所测应力处的应变。

10.4.4 使用自动装置或自动测试系统(如计算机数据采集系统)测定时,直接读取抗压强度(R_{mc})。

10.5 压缩弹性模量(E_c)

10.5.1 在力-变形曲线中弹性直线上,选取尽可能相距较远的两点,分别读取两点的压缩力和变形量。两点之间压缩力的差值记为负荷增量,两点之间变形量的差值记为压缩增量。

10.5.2 按公式(9)计算压缩弹性模量(E_c),数值以吉帕(GPa)表示,计算结果按 GB/T 8170 的规定修约至小数点后 1 位。

$$E_c = \left(\frac{\Delta F}{S_0} \right) \cdot \left(\frac{L_0}{\Delta L} \right) \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中:

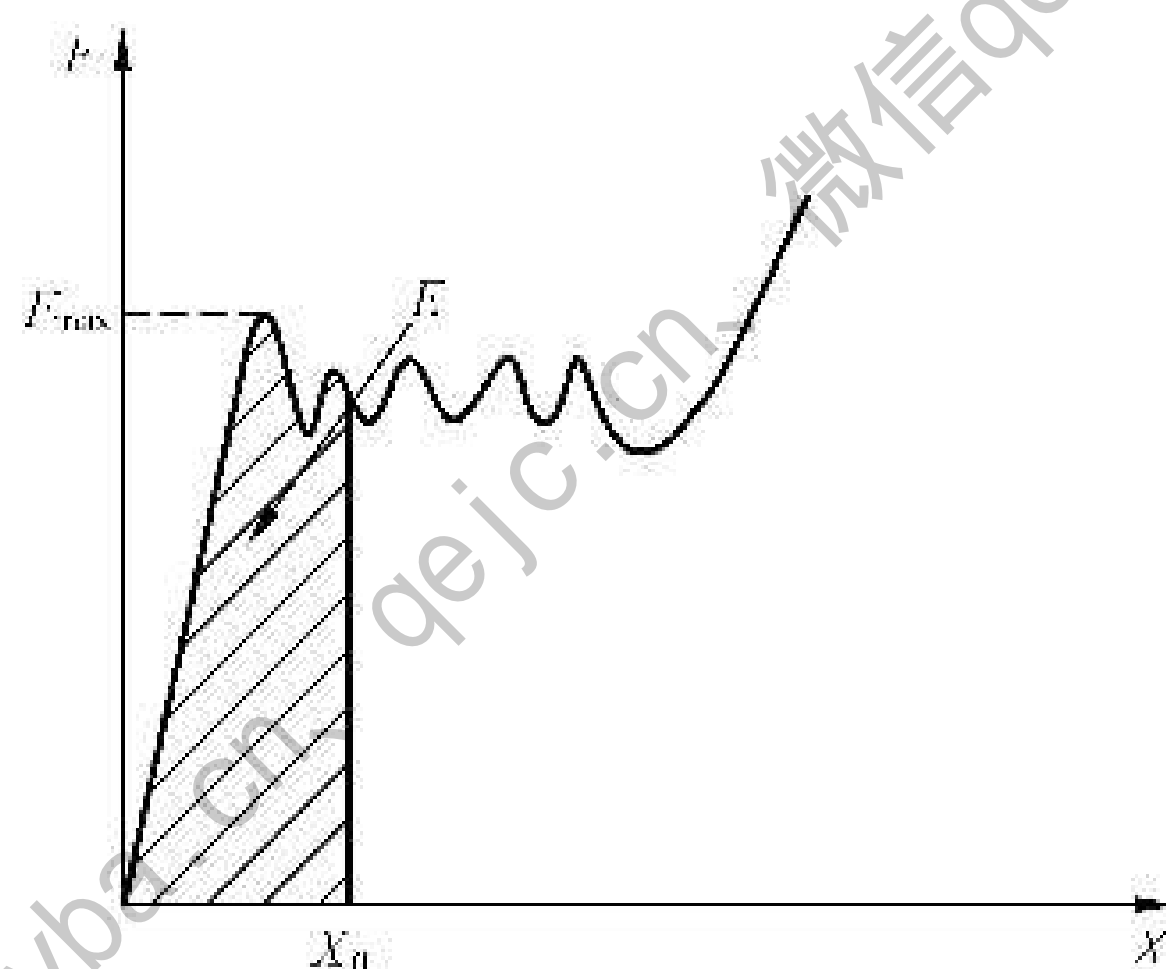
ΔF ——负荷增量,单位为牛(N);

ΔL ——试样原始标距压缩增量,单位为毫米(mm);

L_0 ——试样原始标距,单位为毫米(mm)。

10.6 上压缩屈服力(F_{max})

在试验记录的力-位移曲线上读取试样发生压力首次下降前的上压缩屈服力(F_{max}),数值以牛(N)表示,修约至小数点后 2 位,见图 6。



标引序号说明:

F ——压缩力,单位为牛(N);

E ——吸能量,单位为焦耳(J);

X_0 ——试样压缩至特定点的 X_0 位移,单位为毫米(mm);

X ——位移,单位为毫米(mm)。

图 6 上压缩屈服力示意图

10.7 压缩率(A_H)

按公式(10)计算压缩率(A_H),数值以百分数表示,计算结果按 GB/T 8170 的规定修约至小数点后 1 位有效数字。

$$A_H = \frac{L - H}{L} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

L ——试样长度,单位为毫米(mm);

H ——压缩试验后试样长度,单位为毫米(mm)。

10.8 吸能量(E)

按公式(11)计算吸能量(E),数值以焦耳(J)表示,计算结果按 GB/T 8170 的规定修约至小数点后

两位,见图 6。 X_0 宜为 100 mm,其值由供需双方协商确定,并在试验报告中注明。

$$E = \int_0^{X_0} F(X) dX \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中:

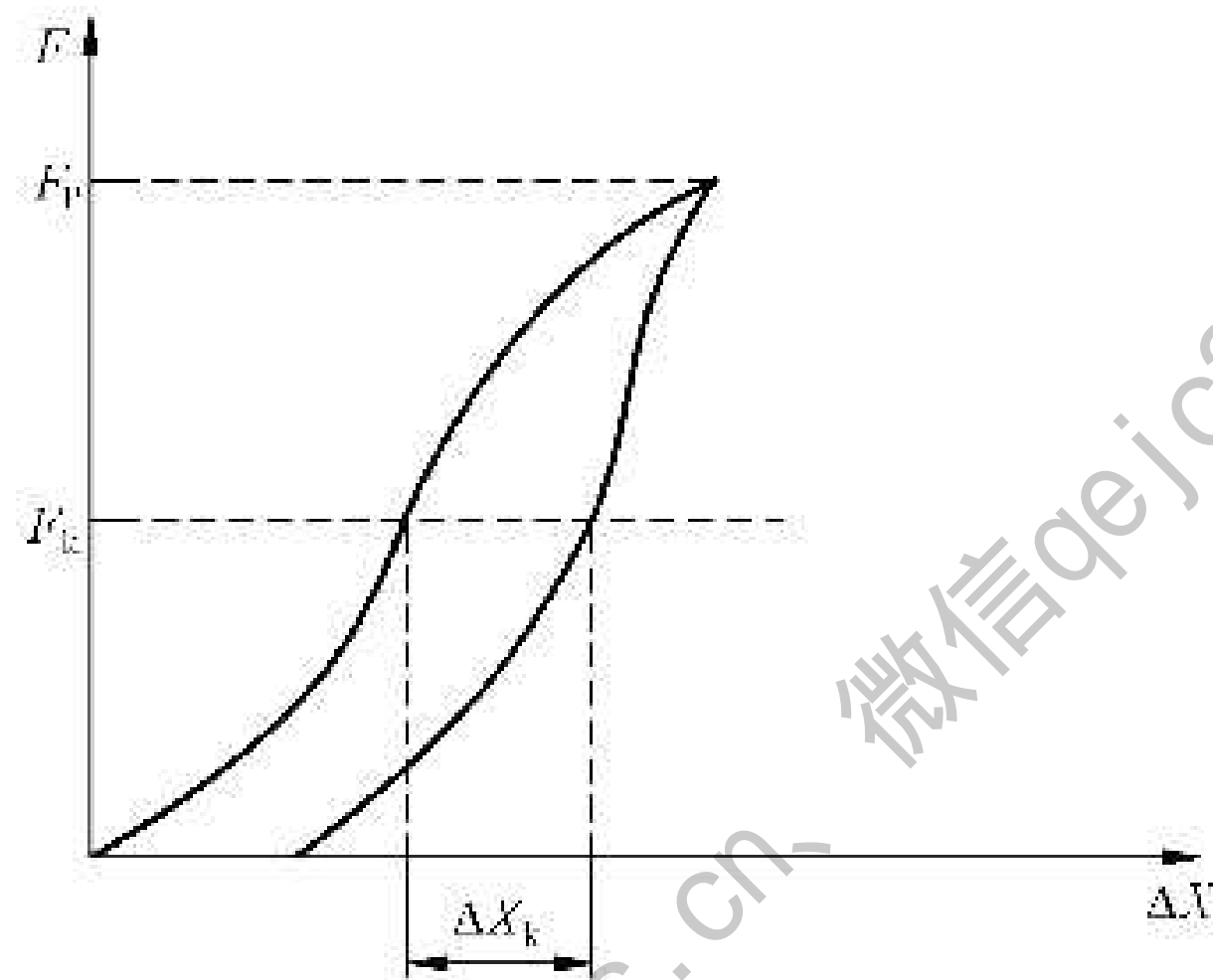
$F(X)$ ——压缩力,单位为千牛(kN);

X ——位移,单位为毫米(mm);

X_0 ——试样压缩至特定点的位移,单位为毫米(mm)。

10.9 规定力值压缩变形量(ΔL)

在试验记录的力-位移曲线上规定力值(F_k)处,读取位移上升和下降间的变形量,见图 7。精度不小于 0.01 mm。产品标准无明确要求时, F_p 为产品标准中对应规定非比例延伸力,规定力值(F_k)为规定非比例延伸力(F_p)的二分之一。



标引序号说明:

F_p ——规定非比例延伸力,单位为牛(N);

F_k ——规定力值,单位为牛(N);

X_k ——规定力值压缩变形量(ΔL),单位为毫米(mm)。

图 7 规定力值压缩变形量示意图

11 试验报告

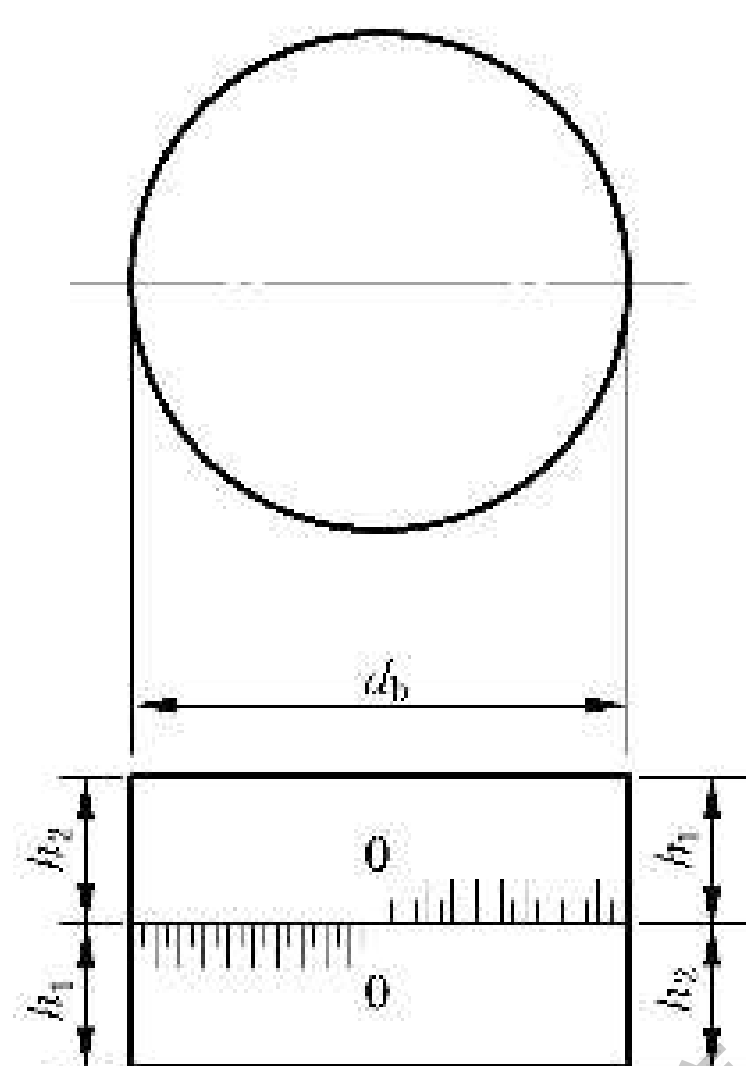
试验报告应至少包括下列内容:

- a) 本文件编号;
- b) 试样标识;
- c) 试样名称、牌号和状态;
- d) 试样取样方向和位置;
- e) 试样类型、试样型号和尺寸规格;
- f) 试验机型号;
- g) 试验速度和控制方式;
- h) 试验结果;
- i) 无效试验的原因(如有);
- j) 试验过程中可能影响试验结果的异常情况说明(如试验后,试样上出现分层、气泡、夹杂、缩孔等缺陷);
- k) 测试人员和日期。

附录 A
(资料性)
调平垫块

A.1 调平垫块示意图见图 A.1,其表面硬度应不低于 55HRC,表面粗糙度 Ra 应不大于 $0.8 \mu\text{m}$ 。

单位为毫米



标引序号说明:

d_b ——调平垫块的直径;

h_1 ——上调平垫块厚度, $h-0.05 \text{ mm}$, h 为垫块基准高度;

h_2 ——下调平垫块厚度, $h+0.05 \text{ mm}$ 。

图 A.1 调平垫块示意图

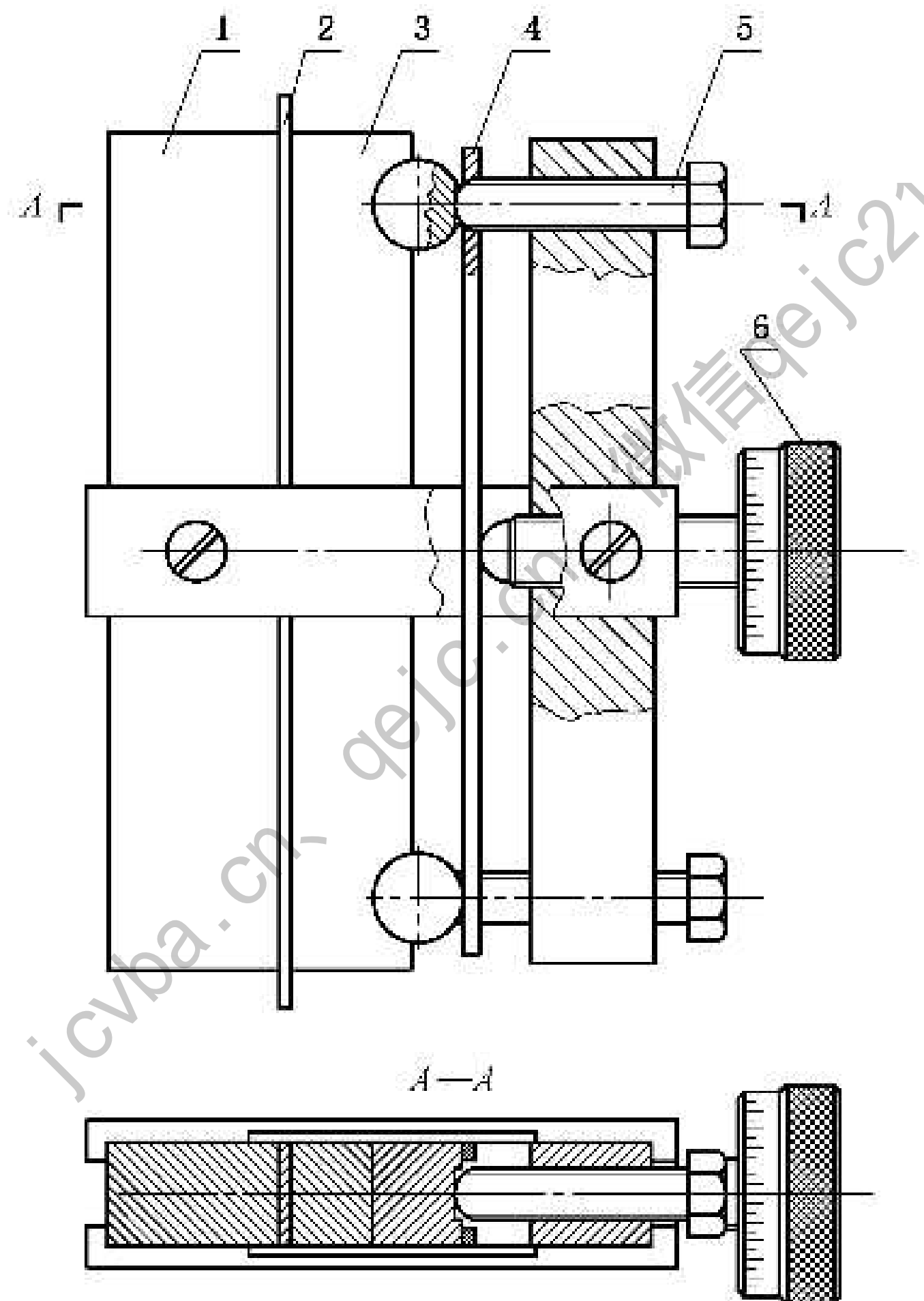
A.2 调平垫块直径宜为 $60 \text{ mm} \sim 80 \text{ mm}$ 。

附录 B
(资料性)
矩形板试样约束

B.1 约束装置

约束装置具备如下功能：

- a) 试样在低于规定的压缩力作用下不发生屈曲；
- b) 不影响试样轴向自由收缩及沿宽度和厚度方向的自由胀大；
- c) 试验过程摩擦力为定值。



标引序号说明：

- 1——夹板；
- 2——试样；
- 3——夹板；
- 4——板簧；
- 5——限位螺钉；
- 6——夹紧螺钉。

图 B.1 约束装置示意图

B.2 试样约束

B.2.1 使用无腐蚀性的溶剂清洗试样。

B.2.2 约束装置两侧面与夹板间铺一层厚度不大于 0.05 mm 聚四氟乙烯薄膜，或均匀涂抹一层润

滑剂。

B.2.3 将试样安装在约束装置中。

B.2.4 根据材料的规定非比例压缩强度($R_{p0.2}$)及材料厚度选择矩形试样夹紧力。摩擦力(F_f)一般不大于规定非比例压缩力($F_{p0.2}$)估计值的 2%。对厚度小于 0.3 mm 的试样,允许摩擦力(F_f)达到规定非比例压缩力($F_{p0.2}$)估计值的 5%。在保证试验正常进行的条件下,夹紧力尽可能小。

B.2.5 矩形试样装夹后,用细纱布擦净两端面。

jcvba.cn、qejc.cn、微信qejc21