

中华人民共和国建材行业标准

JC/T 2406—2017

室温下连续纤维增强陶瓷基复合材料 压缩性能测试方法

Test method for compression behaviour of continuous fiber reinforced
ceramic matrix composites at room temperature

2017-04-12 发布

2017-10-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准修改采用 ISO 20504:2006 Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) – Test method for compressive behaviour of continuous fibre-reinforced composites at room temperature。

本标准与 ISO 20504:2006 的技术性差异及其原因如下：

——简化了第 1 章的陈述并删除附注；

——关于规范性引用文件，本标准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：

- 1) 用 GB/T 16825.1 代替了 ISO 7500-1；
- 2) 用 GB/T 12160 代替了 ISO 9513；
- 3) 删除了 ISO 3611、ISO 14126 标准的引用；
- 4) 增加了 GB/T 8170、GB/T 17991、GB/T 21389 和 JJG 623。

——删除了部分术语与定义；

——对试样尺寸进行了明确的规定，去除试样类型中的类型一、三、四、五；

——删除了附录。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国工业陶瓷标准化技术委员会(SAC/TC 194)归口。

本标准起草单位：山东工业陶瓷研究设计院有限公司、中国建材检验认证集团股份有限公司、中材高新材料股份有限公司、淄博高新技术产业开发区先进陶瓷研究院。

本标准主要起草人：夏卫亮、周明霞、吴萍、吕艳红、李伶、万德田、李海舰、陈常祝。

本标准为首次发布。

室温下连续纤维增强陶瓷基复合材料压缩性能测试方法

1 范围

本标准规定了室温下连续纤维增强陶瓷基复合材料压缩性能测试方法的术语和定义、原理、仪器、试样、试验条件、试验步骤、试验结果及数据处理和检测报告的要求。

本标准适用于连续纤维增强陶瓷基复合材料压缩性能的测定,非连续纤维增强陶瓷基复合材料也可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 12160 单轴试验用引伸计的标定

GB/T 16825.1 静力单轴试验机的检验 第1部分:拉力和(或)压力试验机测力系统的检验与校准

GB/T 17991 精细陶瓷术语

GB/T 21389 游标、带表和数显卡尺

JJG 623 电阻应变仪检定规程

3 术语和定义

GB/T 17991 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

标距长度 initial gauge length

测试前试样参考点之间的长度值。

3.2

初始横截面积 initial cross-sectional area

测试前试样的横截面积。

3.3

纵向形变 longitudinal deformation

压缩应力作用引起标距长度的改变。

3.4

压缩应变 compressive strain

压缩应力作用引起标距长度的变化率。

3.5

压缩载荷 compressive load

施加在轴向方向的压力值。

3.6

最大压缩载荷 **ultimate compressive load**
试样破坏时的压力值。

3.7

压缩弹性模量 **elastic modulus**
弹性形变区域内应力与应变的比值。

4 原理

以规定的速率对试样施加载荷，在整个过程中测量施加在试样上的载荷和标距的变化，通过试样的尺寸计算压缩强度、压缩弹性模量、泊松比以及应力与应变的关系。

5 仪器

5.1 试验机

压力试验机应符合 GB/T 16825.1 的规定。

5.2 应变仪

应变仪应符合 JJG 623 的规定。精度级别 $\leq 10\ \mu\epsilon$ ，温度飘逸 $\leq 0.3\%$ ，量程 $\geq 6\ 000\ \mu\text{m}$ 。

5.3 引伸计

引伸计应符合 GB/T 12160 的规定。引伸计精度级别 $\leq 20\ \mu\text{m}$ ，标距范围 $\geq 10\ \text{mm}$ 。

5.4 游标卡尺

游标卡尺应符合 GB/T 21389 的规定。

6 试样

6.1 试样形状及尺寸

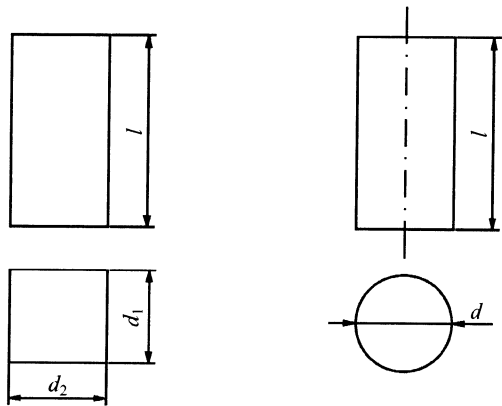


图1 试样形状

表1 试样尺寸

单位为毫米

项 目	试样参数	公 差
试样长度 l	25	± 0.5
柱形直径 d 或方截面边长 d_1 、 d_2	10	± 0.2
平行度	0.05	—
垂直度	0.05	—

6.2 试样制备

6.2.1 测试样品应从整板上切下，试样的取位区应距板材边缘 8mm~10mm，且避开气泡、褶皱、分层、孔洞等明显缺陷。

6.2.2 试样取样位置的纤维铺层方向一般应在实验报告中注明。

6.2.3 连续纤维增强复合材料一般为各向异性，应该按照各向异性材料的主要方向(轴向、经向、法向等)切割试样，且严格保证纤维方向和铺层方向与实验要求相符。

6.2.4 机械加工过程中应避免造成试样损坏。

6.3 试样数量

每组有效试样数量不少于 5 块。

6.4 试样处理

6.4.1 试验前，试样需在 $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中进行烘干至恒重，即试样烘干间隔 1 h 两次称量之差小于其前一次的 0.1% 视为恒重。

6.4.2 若测量弹性模量及泊松比，需连接引伸计或粘贴应变片，应变片应该沿着受力方向粘贴在试样高度方向的中心位置。

7 试验条件

7.1 试验环境条件

温度： $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ；相对湿度： $(50 \pm 10)\%$ 。

7.2 加载模式和速率

加载模式选择位移控制。加载速度控制在 $0.1\text{ mm/min} \sim 1\text{ mm/min}$ 。

8 试验步骤

8.1 试样尺寸测量

用游标卡尺测量试样标距段任意 3 处的横截面边长或直径并记录数据，取各自算术平均值。

8.2 测试过程

8.2.1 在试验机上安装压缩夹具，并进行校准。

8.2.2 将试样按预定压缩方向平放于承压台(下压头)中央,将上压头移动到试样表面,试样放置过程中不应产生弯曲或者扭转负荷。上下压头的平行度应不大于 0.02 mm。

8.2.3 沿试样的轴向安装引伸计,校准,调零。

8.2.4 测量泊松比时,将应变片按轴向和横向分别粘贴到试样标距的中间部位,并将试样上的应变片与应变仪相连接。

8.2.5 按 7.2 的规定进行加载,直至试样破坏或者达到预定变形量。对于塑性材料,设定试样的变形量一般为 3%、5%、10%,或根据实际要求设定。

8.2.6 记录载荷、位移的变化关系。

9 试验结果及数据处理

9.1 应力-应变曲线

绘制压缩应力-应变曲线。压缩应力按公式(1)计算:

$$\sigma_c = \frac{P_c}{A_0} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

σ_c ——压缩应力,单位为兆帕(MPa);

P_c ——压缩载荷,单位为牛顿(N);

A_0 ——试样初始横截面积(长方体试样 $A_0 = d_1 \times d_2$,圆柱体试样 $A_0 = \pi d^2/4$),单位为平方毫米(mm²)。

压缩应变按公式(2)计算:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

ΔL ——对应于标距的长度变化量,单位为毫米(mm);

L_0 ——试样的标距,单位为毫米(mm)。

9.2 压缩强度

压缩强度按公式(3)计算:

$$\sigma_{c,m} = \frac{P_{c,m}}{A_0} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\sigma_{c,m}$ ——压缩强度,单位为兆帕(MPa);

$P_{c,m}$ ——试样破坏时的压缩载荷,单位为牛顿(N)。

9.3 压缩弹性模量

压缩弹性模量按公式(4)计算:

$$E_c = \frac{\Delta \sigma_c}{\Delta \varepsilon_L} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

E_c ——压缩弹性模量, 单位为吉帕(GPa);

$\Delta\sigma_c$ ——压缩应力-应变曲线上线性区域内的应力变化量, 单位为兆帕(MPa);

$\Delta\varepsilon_L$ ——与应力变化量对应的纵向压缩应变。

9.4 泊松比

泊松比按照公式(5)计算:

$$\mu = \left| \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} \right| \dots\dots\dots (5)$$

式中:

μ ——泊松比;

ε_1 ——压缩应力-应变曲线上线性区域内与载荷增量 ΔP 对应的轴向应变;

ε_2 ——压缩应力-应变曲线上线性区域内与载荷增量 ΔP 对应的横向应变。

9.5 平均值与标准偏差

9.5.1 平均值

平均值按公式(6)计算:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

X_i ——测量值;

n ——有效测试的数量。

9.5.2 标准偏差

标准偏差按公式(7)计算:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

X_i ——测量值;

n ——有效测试的数量。

9.6 结果取舍

用算术平均值表示测定结果, 计算结果按 GB/T 8170 进行修约, 结果保留三位有效数字。

10 检测报告

检测报告应包括以下内容:

- a) 试样名称;
 - b) 检测日期;
 - c) 检测设备的名称及型号;
 - d) 试样的制备方法;
 - e) 试样的尺寸;
 - f) 试样的数量;
 - g) 实验环境的条件及加载速度;
 - h) 每个测试系列的算数平均值、标准偏差;
 - i) 本标准的编号。
-