

中华人民共和国建材行业标准

JC/T 2172—2013

精细陶瓷弹性模量、剪切模量和 泊松比试验方法 脉冲激励法

Aluminium titanate ceramic pipe for aluminium-melt feeding

2013-04-25 发布

2013-09-01 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：中国建材检验认证集团股份有限公司、中国建筑材料科学研究总院。

本标准主要起草人：包亦望、邱岩、万德田、刘小根、张伟、田远。

本标准为首次发布。

精细陶瓷弹性模量、剪切模量和泊松比试验方法 脉冲激励法

1 范围

本标准规定了利用脉冲激励法在常温下测定精细陶瓷的弹性模量、剪切模量和泊松比的试验方法的技术和定义、试验原理、试验设备、试验、计算以及试验报告。

其他致密性的固体材料参考使用。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

弯曲振动 bending vibration

一个梁试样在长度水平面的法线方向上的振动。

2.2

扭转振动 torsion vibration

试样的横截面绕着长度方向发生的扭曲振动。

2.3

响应 response

当试样受到外部激励的时候, 由于激励所引起的振动位移量。

3 试验原理

本方法利用脉冲激励器来激励矩形截面的梁试样, 测量试样的弯曲或扭转响应频率。作用在试样上的瞬时激励是通过自动激发装置或手动小锤的敲击来实现的。激励引起试样的自由振动, 通过试样上方的信号接收器得到振动信号, 传输到计算机后通过快速傅立叶变换得到振动频率。首先利用弯曲振动的响应频率算出试样的弹性模量, 进而利用扭转振动响应频率计算出剪切模量。由于梁试样自由振动的频率是由试样尺寸、弹性模量和试样质量所唯一确定, 因此当自由振动频率已经测到后并且试样的质量和尺寸已知的情况下可以计算出弹性模量, 弹性模量取决于弯曲响应频率, 剪切模量取决于扭转响应频率, 泊松比由材料的弹性模量和剪切模量决定。三者中只有两项是独立的。

4 试验设备

4.1 总则

动态弹性性能测试仪应能够精准地测量和分析试样的振动频率并得出弹性性能。测试仪器包括: 试样支撑架、脉冲激励器、信号接收传感器、信号放大器、信号采集器和数据分析系统等。图1是测试仪器的基本框图, 图2是测量试样的弯曲响应示意图, 图3是测量试样的扭转响应示意图。通过上面两种不同安放方式, 可以得到试样的弯曲响应频率和扭转响应频率。

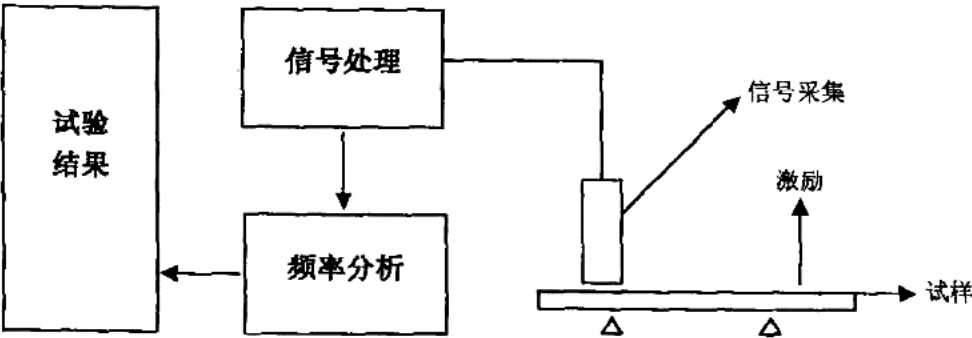


图1 仪器测量原理的基本框架示意图

说明：
1——激励信号；
2——响应信号接收；
3——弯曲振动支撑弹性线。

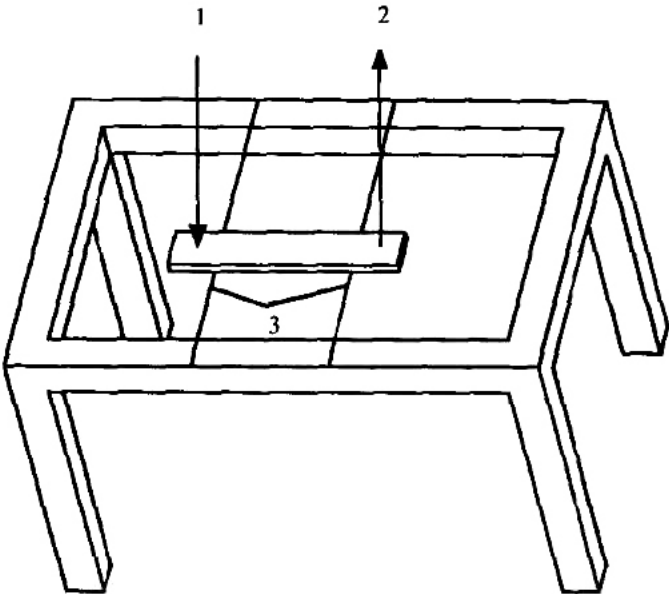


图2 试样的弯曲响应示意图

说明：
1——激励信号；
2——响应信号接收；
3——扭转振动支撑弹性线。

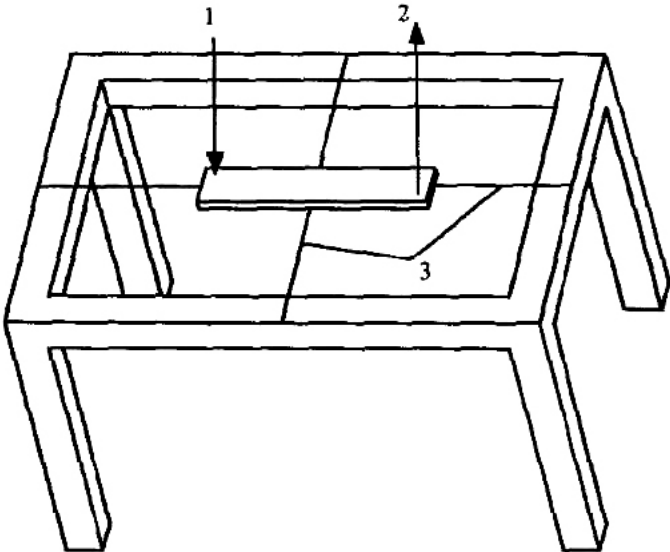


图3 试样的扭转响应示意图

4.2 脉冲激励器

可以是固体金属、陶瓷或者聚合物的球体(直径在 6 mm 左右),通过激励器脉冲碰击样品。通常采用一个小球做的小锤子敲,或通过一个电磁阀自动控制的激发器弹射一个小冲击杆。

4.3 信号采集放大系统

其中包括信号调节器、A/D 转换器、该系统频率精确到 0.1%,信号传感器通常是非接触型的传感器,例如:音频传感器、激光传感器,它们可以采集振动信号。频率范围:50 Hz~100 000 Hz。

4.4 试样支撑架

保证试样自由振动并不对振动频率有明显影响的任何方法都可以选择。试样一般可用弹性细线或钢丝悬挂,也可用接触式的支撑。较简单的方法是将试样平放在两根平行的弹性尼龙线上。尼龙线通过两根弹簧安装在长方形支撑架上面,支撑架长度应大于试样长度两倍。

4.5 游标卡尺

符合精度为 0.02 mm 的游标卡尺。

4.6 天平

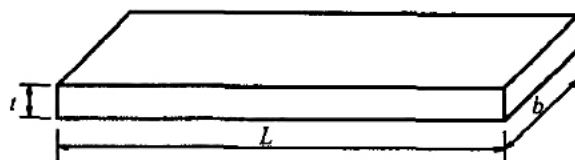
符合精度为 1 mg 的天平。

5 试验

5.1 试样

试样为规则的矩形条状或圆截面棒状。通常都为矩形截面的梁试样(见图 4)。横截面为圆形的棒状试样只适用于弯曲响应试验。该方法不适合有缺陷的样品,例如有大的裂痕或内部空隙的样品。

- 对于弯曲响应,试样的长度(L)应大于 40 mm,长和厚度(t)的比 L/t ,或长和直径(d)的比 L/d 应大于 20;
- 对于扭曲响应, L 应大于 40 mm, L/t 应大于 20,宽(b)和厚的比 b/t 应为 5;
- 厚度方向和宽度方向的对称表面的平行度误差应小于 0.1%,长度方向上小于 0.5%;
- 试样的表面光滑平整;
- 试样的边缘不倒角。如试样边角碎裂的地方影响到测试结果则适当倒小角;
- 试样的质量不小于 5 g。



说明:

t ——试样厚度;

L ——试样长度;

b ——试样宽度。

图4 试样形状示意图

5.2 试样质量和尺寸的测量

符合 4.6 规定的天平称量试样的质量。符合 4.5 规定的游标卡尺测量试样的两端和中间分别测量厚度和宽度，取平均值。测量试样的长度。

5.3 试样的定位及激励点定位

符合要求放置试样(见图 2 或图 3)。支撑试样时推荐用尼龙线和橡胶。支撑点应在振动的拐点。

5.4 弯曲振动

弯曲振动试样的长度已知为 L ，将试样平放在支撑框架上两根水平拉紧的尼龙线上，两根线的相对距离为 $(0.552 \pm 0.005)L$ 。试样两端伸出的长度相等，如图 2 所示。激励点可在试样表面两端或中央。

5.5 扭转振动

试样放在平行或十字交叉的两个尼龙线上，交叉点位于试样的中点。激励点和信号接收点可分别对在试样的两个对角上，即确定好脉冲激励器和信号接收器互为对角的位置，如图 3 所示。激励的力值应保证试样扭转自由振动。将传感器置于试样上方 10 mm 左右，以便获得预期的振动频率。

5.6 测量

启动检测装置，输入 5.2 测得的试样尺寸和质量，设置好仪器的基本参数，启动激励装置，利用信号接收器获得一个阻尼自由振动曲线，通过数据处理系统算出试样振动的固有频率，并得到弹性模量、剪切模量和泊松比等性能。

6 计算

6.1 按公式(1)计算矩形截面梁试样弯曲振动动态弹性模量：

$$E = 0.9465 \frac{mf_f^2}{b} \left(\frac{L}{t}\right)^3 \left[1 + 6.585\left(\frac{t}{L}\right)^2\right] \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E ——动态弹性模量，单位为帕斯卡(Pa)；

m ——试样的质量，单位为克(g)；

f_f ——弯曲响应频率，单位为赫兹(Hz)；

b ——试样的宽度，单位为毫米(mm)；

L ——试样的长度，单位为毫米(mm)；

t ——试样的厚度，单位为毫米(mm)。

6.2 按公式(2)计算矩形截面梁试样的动态剪切模量：

$$G = \frac{4Lmf_f^2}{bt} \left(\frac{B}{1+A}\right) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

G ——动态剪切模量，单位为帕斯卡(Pa)；

f ——扭曲共振频率，单位为赫兹(Hz)；

B ——形状参数， $B = [(b/t) + (t/b)]/[4(t/b) - 2.52(t/b)^2 + 0.21(t/b)^6]$ ；

A ——经验修正参数，由图 5 获得或

$$A = [0.5062 - 0.8776(b/t) + 0.3504(b/t)^2 - 0.0078(b/t)^3] / [12.03(b/t) + 9.892(b/t)^2].$$

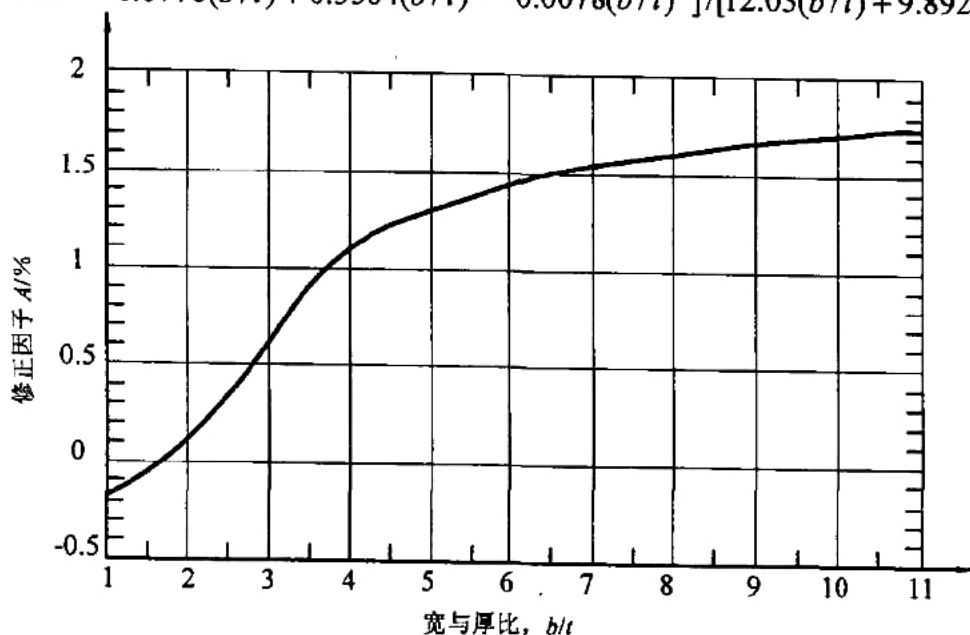


图5 计算剪切模量所用的经验修正参数 A 与宽厚比的关系曲线

6.3 按公式(3)计算圆截面的棒状试样的动弹性模量:

$$E = 1.6067(mf_f^2)\left(\frac{L^3}{d^4}\right)\left[1 + 4.939\left(\frac{d}{L}\right)^2\right] \dots\dots\dots (3)$$

式中:

d ——试样的横截面直径。

6.4 按公式(4)计算泊松比:

$$\nu = \frac{E}{2G} - 1 \dots\dots\dots (4)$$

式中:

E ——动态弹性模量，单位为帕斯卡(Pa)；

G ——动态剪切模量，单位为帕斯卡(Pa)；

ν ——泊松比。

注：对于各向同性材料，弹性模量、剪切模量以及泊松比存在上述关系，各相异性复合材料不适用上述关系。任何固体材料的泊松比应在0到0.5之间。

7 试验报告

试验报告应包含下列信息:

- 试验部门;
- 试验设备;
- 试验日期;
- 试样数量;
- 试样的质量和几何尺寸;

- f) 试验人员;
 - g) 频率;
 - h) 动态弹性模量、动态剪切模量和动态泊松比;
 - i) 试样描述:
 - 1) 试样名称、组成和来源;
 - 2) 加工条件, 表面处理和边角情况;
 - 3) 其他必要信息(试样背景, 处理记录等)。
 - j) 其他有关信息。
-

中 华 人 民 共 和 国
建 材 行 业 标 准
精细陶瓷弹性模量、剪切模量和
泊松比试验方法 脉冲激励法
JC/T 2172—2013

*

中国建材工业出版社出版
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市展兴印刷厂印刷
版权所有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 16 千字
2013 年 8 月第一版 2013 年 10 月第二次印刷
印数 801~1000 定价 18.00 元
统一书号：155160·253

*

编号：0894

本社网址：www.jccbs.com.cn 电话：(010) 88386906
地址：北京市西城区车公庄大街 6 号院 3 号楼 邮编：100044
本标准如出现印装质量问题，由发行部负责调换。