



中华人民共和国国家标准

GB/T 10700—2006
代替 GB/T 10700—1989

精细陶瓷弹性模量试验方法 弯 曲 法

Test methods for elastic moduli of fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics)—Bending method

2006-02-22 发布

2006-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准对 GB/T 10700—1989《工程陶瓷弹性模量试验方法》进行了修订。

本标准代替 GB/T 10700—1989。

本标准与 GB/T 10700—1989 相比主要变化如下：

- 标题“工程陶瓷”修改为“精细陶瓷”。
- 删除了原标准中动弹性模量部分。
- 将第一节的标题“主题内容与适用范围”改为“适用范围”。
- 增加了千分表的使用和测量精度的要求说明(见 4.1.3)。
- 加载速率改为小于等于 0.1 mm/min(1989 版的 4.3.3, 本版的 4.3.3)。
- 压头曲率半径由原来的 0.5 mm~3 mm 改为 1 mm~3 mm。主要考虑到半径为 0.5mm 时的压头刚度不够(见 4.1.4)。
- 为方便试验增加了载荷的取值范围的说明(见 4.3)。
- 位移测量的修正中建议用碳化钨作修正试样。修正试样的厚度由原来的试样的 4.6 倍改为 5 倍(见 4.3.4.2)。

本标准由中国建筑材料工业协会提出。

本标准由全国工业陶瓷标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国建筑材料科学研究院、深圳新三思计量技术有限公司。

本标准起草人：包亦望、曹增辰、马眷荣、仇沱、雷庆安、周丽玮。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 10700—1989。

精细陶瓷弹性模量试验方法

弯 曲 法

1 范围

本标准规定了利用弯曲试验测试精细陶瓷的弹性模量的试验方法、试验原理、试验器具、试样和检验报告的要求。

本标准适用于精细陶瓷在室温下弹性模量的测定。其他陶瓷材料也可参照执行。

2 规范性引用文件

下列标准中的条文,通过本部分的引用而构成本部分的条文。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,使用本部分的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 1031 表面粗糙度参数及其数值(GB/T 1031—1995, neq ISO 468-1982)

GB/T 1182 形状和位置公差 通则、定义、符号和图样表示法(GB/T 1182—1996, eqv ISO 1101-1996)

GB/T 6569—2006 精细陶瓷弯曲强度试验方法(ISO 14704:2000, MOD)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

弹性模量 elastic modulus

试样在受力弹性变形过程中的应力增量与应变增量的比值。

3.2

弯曲挠度 bending deflection

梁在弯曲载荷作用下相对于支撑点的最大弯曲变形量。

4 试验

4.1 试验设备

4.1.1 试验机:可用位移控制加载,载荷示值相对误差不大于 $\pm 1\%$ 的材料试验机。

4.1.2 应变试验仪:电阻应变仪或其他能够测量应变信号的仪器,应变示值相对误差不大于 $\pm 1\%$ 。

4.1.3 位移测量装置:能够测量试样弯曲挠度的引伸计、千分表、应变片式位移计或其他能够测量位移的装置(精度为 $1\ \mu\text{m}$)。

4.1.4 夹具:基本构造和尺寸参照 GB/T 6569—2006 中 5.2 的弯曲试验夹具。

4.1.5 量具:精度为 $0.02\ \text{mm}$ 的游标卡尺,精度为 $0.01\ \text{mm}$ 的千分尺。

4.2 试样

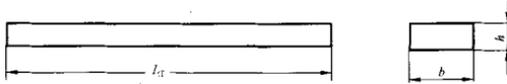
4.2.1 试样从待测制品上切取或用与待测制品相同的工艺制成,每组试样的数量不少于 5 个。其尺寸如图 1 所示。按照 GB/T 1182 的规定试样相对面的平行度不大于 $0.02\ \text{mm}$,相邻面的垂直度不大于 $0.02\ \text{mm}$ 。

GB/T 10700—2006

4.2.2 按 GB/T 1031 规定试样上下面的表面粗糙度 R_z 不大于 $1.60 \mu\text{m}$ 。

4.3 试验步骤

4.3.1 测量试样中部的宽度和厚度,精确至 0.01 mm 。



L_T ——试样全长, $L+6 \text{ mm}$;

b ——试样宽度, 4 mm ;

h ——试样厚度,采用应变片或采用位移计三点弯曲时: $1 \text{ mm} < h < 0.06 L$;

采用位移计四点弯曲时: $1 \text{ mm} < h < 0.045 L$;

L ——支撑跨距。

图 1 试样尺寸示意图

4.3.2 测量跨距,精确至 0.01 mm 。把试样放在支座正中,使试样与支撑辊轴线垂直。

4.3.3 按 GB/T 6569 方法所测弯曲强度的 70% 的载荷作为加载的载荷上限,在应力-应变曲线的直线范围内,以小于或等于 0.1 mm/min 的位移速率加载。每次记录下一对初载荷和末载荷及其对应的挠度值。载荷增量应在材料的线弹性范围内。

4.3.4 应变测量或位移测量

4.3.4.1 应变测量:采用应变测量装置测量试样应变时,在三点弯曲时应变片的长度不得大于 1 mm ,在四点弯曲时应变片长度不得大于 5 mm 。应变片粘贴于试样跨距的中央,记录加载过程中载荷与应变的变化值。

4.3.4.2 位移测量:采用位移测量装置测量弯曲挠度或加载点位移时,为使所测挠度不含有系统的接触变形(特别是对于厚度与跨距比值大于 0.06 的情况),应进行挠度修正试验。可采用弹性模量不低于被测试样的材料制成大刚度的修正试样(可用碳化钨, $E=600 \text{ GPa}$)。修正试样的长和宽与试样一致,厚度应不小于试样的 5 倍以上。也可采用相同跨距,宽度和厚度立方的乘积为原试样的 100 倍的修正试样。假设修正试样在与试样相同的载荷范围内,其弯曲挠度近似为零,所测修正试样的弯曲挠度实际上是接触变形,以此作为被测试样挠度的修正值。即实际挠度值 $Y_c = Y_m - Y_c$ (Y_m 为挠度测量值, Y_c 为挠度修正值)。

4.4 结果计算

4.4.1 三点弯曲加载方式测量的弹性模量

4.4.1.1 使用应变片时,参照图 2,按式(1)计算弹性模量:

$$E_{33} = \frac{3L(P_2 - P_1)}{2bh^2(\epsilon_2 - \epsilon_1)} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

E_{33} ——三点弯曲加载方式测量的弹性模量,单位吉帕(GPa);

P_1, P_2 ——分别为材料在线性范围内加载的初载荷和末载荷,单位牛顿(N);

L ——试样支座间的距离,单位毫米(mm);

b ——试样宽度,单位毫米(mm);

h ——试样厚度,单位毫米(mm);

ϵ_1, ϵ_2 ——分别为与 P_1 和 P_2 对应的试样跨中的应变,无量纲。

4.4.1.2 采用位移测量装置测量试样弯曲挠度或加载点位移时,以试样位移测量值 Y_m 与试样位移测量修正值 Y_c 之差作为实际挠度 Y_c 。参照图 3,按式(2)用载荷增量和挠度增量来计算弹性模量:

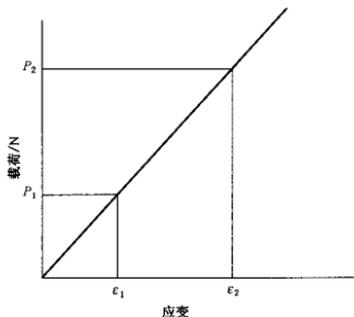


图 2 载荷-应变曲线

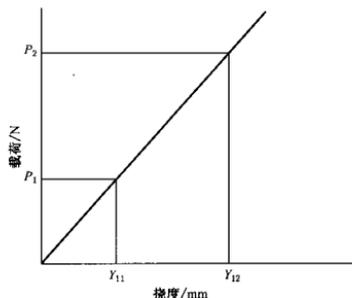


图 3 载荷-挠度曲线

$$E_{bs} = \frac{L^3(P_2 - P_1)}{4bh^3(Y_{12} - Y_{11})} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

Y_{11}, Y_{12} ——分别为与载荷 P_1 和 P_2 对应的跨中挠度,单位毫米(mm);

其余各项同式(1)。

4.4.2 四点弯曲加载方式测量的弹性模量

4.4.2.1 使用应变片时,参照图 2 按式(3)载荷增量和应变增量来计算弹性模量:

$$E_{bt} = \frac{L(P_2 - P_1)}{bh^2(\epsilon_2 - \epsilon_1)} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

E_{bt} ——四点弯曲加载方式测量的弹性模量,单位吉帕(GPa);

其余各项同式(1)。

4.4.2.2 测量试样跨中位移时,参照图 3 按式(4)用载荷增量和挠度增量来计算弹性模量:

$$E_{bt} = \frac{23L^3(P_2 - P_1)}{108bh^3(Y_{12} - Y_{11})} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

E_{bt} ——同式(3);单位吉帕(GPa);

Y_{11}, Y_{12} ——分别为与载荷 P_1 和 P_2 对应的跨中挠度,单位毫米(mm);

GB/T 10700—2006

其余各项同式(1)。

4.4.2.3 测量加载点位移时,参照图3按式(5)用载荷增量和位移增量来计算:

$$E_M = \frac{5L^3(P_2 - P_1)}{27bh^3(Y_{i2} - Y_{i1})} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

E_M ——同式(3);

Y_{i1}, Y_{i2} ——分别为在载荷 P_1 和 P_2 时刻对应的加载点的挠度,单位毫米(mm);

其余各项同式(1)。

5 试验报告

试验报告应包含下列信息:

- a) 试验部门;
- b) 使用的设备;
- c) 试验日期,样品数量;
- d) 试样的质量和几何形状;
- e) 试验人员;
- f) 试验细节记录;
- g) 试验结果(单值,平均值,标准偏差);
- h) 样品描述;
- i) 其他有关信息。