



中华人民共和国国家标准

GB/T 31544—2015

玻璃材料高温弹性性能试验方法 脉冲激振法

Test method for elastic properties of glass at high temperatures—
Impulse excitation of vibration

2015-05-15 发布

2016-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 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。

本标准由全国工业玻璃和特种玻璃标准化技术委员会(SAC/TC 447)归口。

本标准主要起草单位: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。

本标准参与起草单位:北京国晶辉红外光学科技有限公司、中国建材检验认证集团江苏有限公司、北京厦荣工程检测有限责任公司、广东中科华大工程技术检测有限公司。

本标准主要起草人:包亦望、万德田、陈国秋、田远、黄万才、邱岩、张伟、刘小根、杨卫平、赵晋武、赵虎、王庆。

玻璃材料高温弹性性能试验方法

脉冲激振法

1 范围

本标准规定了利用脉冲激振法测定玻璃材料在高温环境下弹性模量、剪切模量和泊松比等弹性性能的术语和定义、方法概述、测试系统、试样、测试步骤、计算公式和试验报告。

本标准适用于连续均质的玻璃材料,既可测量某一给定温度点,也可连续测量不同温度点玻璃材料弹性性能。其他连续均质固体材料可参考使用。

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 1216 外径千分尺

GB/T 16839.1 热电偶 第1部分:分度表

JC/T 2172 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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

弯曲振动 flexural vibration

试样在长度水平面法线方向上的振动。

3.2

扭转振动 torsion vibration

试样在横截面绕着长度方向发生的扭曲振动。

4 方法概述

采用脉冲激励器产生机械激励,作用于高温环境下矩形截面试样,引起试样的振动,测量试样的弯曲振动频率和扭转振动频率。通过快速傅立叶变换得到试样的基频,利用弯曲振动的基频计算出试样的弹性模量,利用扭转振动的频率计算出剪切模量。泊松比由弹性模量和剪切模量关系式计算得出。

注:由于试样振动的基频取决于试样尺寸、质量和弹性模量,在试样质量和尺寸已知的情况下,测到基频后可以计算出弹性模量。弹性模量取决于弯曲振动基频,剪切模量取决于扭转振动频率。泊松比由材料的弹性模量和剪切模量决定,三者只有两项是独立的。

5 测试系统

5.1 构成

测试系统包括:加热炉、温度测量和显示装置、激励器、信号采集器和处理器、试样支撑及数据分析

系统等。图 1 是测试系统的工作原理示意图。

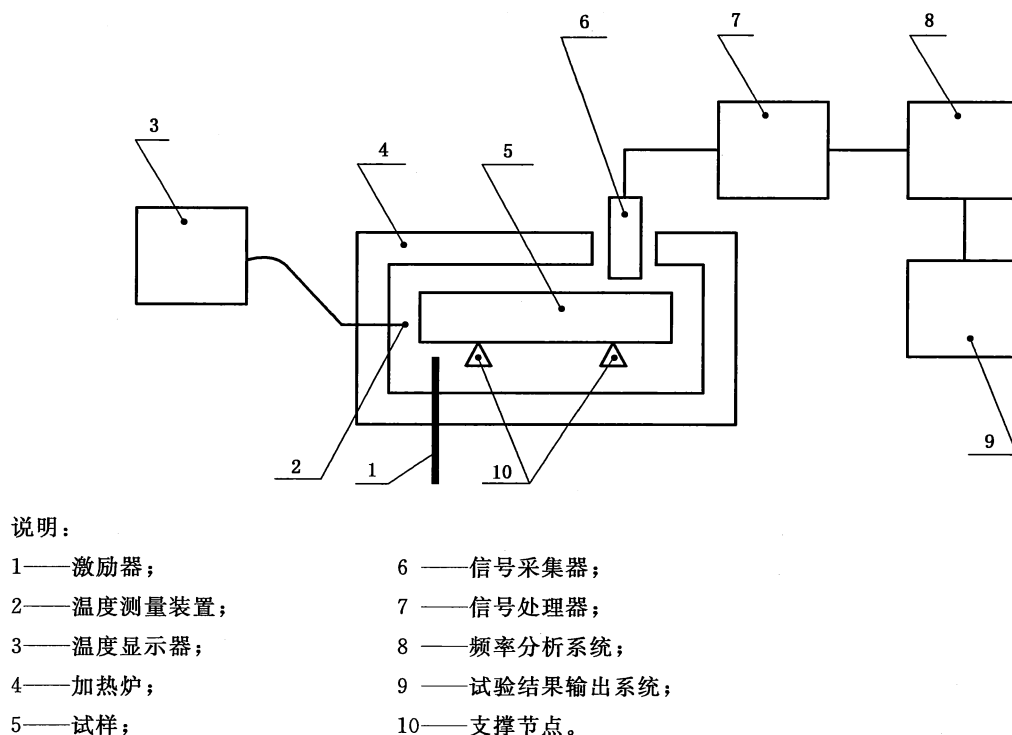


图 1 测试系统的工作原理示意图

5.2 加热炉

加热炉应具有升温 and 保温控制功能。加热炉内气氛可以是空气、惰性气体或真空。加热炉应自动控制并调节升温速度，到达试验温度点后的惯性升温应不超过 5°C 。保持恒温状态时炉内测量温度变化应小于 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。试样在加热炉内应均匀受热，当达到试验温度后应恒温 15 min 后开始测试，试样表面温度差别应不大于 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。

5.3 温度测量和显示装置

热电偶应符合 GB/T 16839.1 规定。热电偶要有足够长度，插入加热炉使其端头尽量接近试样。热电偶测温系统应每年至少定期校验一次，或一年内多次校验。若使用光学高温计测温，应选用分辨率高于 5°C 和 2% 准确度的测温仪。

5.4 脉冲激励器

符合 JC/T 2172 规定。激励杆宜采用直径小于 5 mm 的陶瓷或者金属杆。

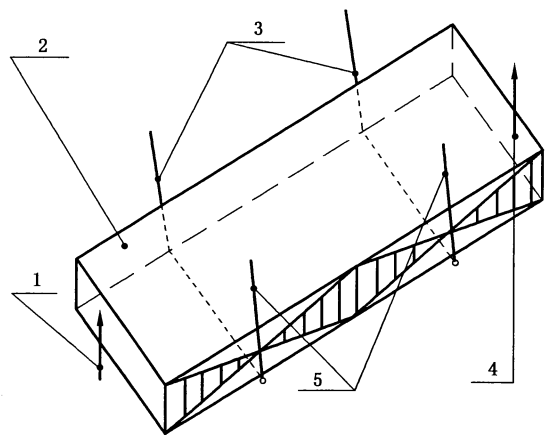
5.5 信号采集器

符合 JC/T 2172 规定，宜采用声传感器和激光位移传感器等非接触型传感器。

5.6 试样支撑

试样支撑应采用能使试样受激振后自由振动的方法。通常有两种方式，可采用弹性耐高温金属细线悬挂，也可用接触式的支撑。试样放置在两根平行的铂丝上，铂丝直径宜为 0.3 mm~0.5 mm，铂丝

固定在耐高温夹具的支撑架上,支撑架宜采用氧化铝、氮化硅等耐高温材料。图 2 为铂丝悬挂试样的示意图。



说明:
1——激励点;
2——试样;
3——铂丝;
4——信号采集点;
5——支撑节点。

图 2 铂丝悬挂试样的示意图

6 试样

试样要求如下:

- a) 试样为长方体,长度应不小于 60 mm。长度(L)、宽度(b)、厚度(t)的比例约为 20 : 5 : 1;
- b) 试样长度、宽度和厚度的平行度误差应分别小于 0.5%、0.1%和 0.1%;
- c) 试样表面应光滑平整,边缘不需倒角;
- d) 试样质量应不小于 5 g。

7 测试步骤

7.1 试样质量和尺寸的测量

符合精度为 1 mg 的天平称量试样质量,符合 GB/T 1216 规定的游标卡尺测量试样长度、宽度和厚度。在试样宽度和厚度测试时应分别测量试样两端和中间,取平均值。

7.2 试样放置方式

测量弯曲振动基频时,试样长度已知为 L ,将试样放置在两根水平拉紧的铂丝上,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。激励点在试样表面中央。

测量扭转振动频率时,将试样放置在两根水平拉紧的铂丝上,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。激励点和信号采集点对应在试样的两个对角的对应点上,脉冲激励器和信号采集器互为对角位置,如图 2 所示。激励的力值应保证试样扭转振动。

7.3 信号采集器定位

加热装置内气氛为空气或惰性气体,信号采集器宜采用声传感器。连接声传感器的陶瓷导管前端,置于试样上方 10 mm 左右。

加热装置内气氛为真空高温环境,信号采集器应采用激光位移传感器,通常放置在试样上方,且距离试样约 0.5 m 的真空环境外。

7.4 试样加热

启动加热装置,按照设定的程序对试样进行加热,达到设定温度后,恒温 15 min。

7.5 测量

启动检测装置,输入 7.1 测得的试样尺寸和质量,设置仪器的基本参数,启动激励装置,利用信号采集器和信号处理器获得一个阻尼自由振动曲线,通过数据分析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。

测量不同温度点的玻璃弹性性能时,在完成较低的温度点测量后,重复步骤 7.4 继续升温到高的温度点,然后重复步骤 7.5。

8 计算公式

8.1 弹性模量按式(1)计算:

$$E = 0.946 \, 5 \frac{m f_b^2}{b} \left(\frac{L}{t} \right)^3 \left[1 + 6.585 \left(\frac{t}{L} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (1)$$

式中:

E ——弹性模量,单位为帕(Pa);
 m ——试样质量,单位为克(g);
 f_b ——弯曲振动的基频,单位为赫兹(Hz);
 b ——试样宽度,单位为毫米(mm);
 L ——试样长度,单位为毫米(mm);
 t ——试样厚度,单位为毫米(mm)。

8.2 剪切模量按式(2)计算:

$$G = \frac{4 L m f_t^2}{b t} \left(\frac{B}{1 + A} \right) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

G ——剪切模量,单位为帕(Pa);
 f_t ——扭转振动的频率,单位为赫兹(Hz);
 B ——形状参数,按式(3)计算;
 A ——经验修正参数,按式(4)计算或由图 3 获得。

$$B = [(b/t) + (t/b)]/[4(t/b) - 2.52(t/b)^2 + 0.21(t/b)^6] \dots\dots\dots (3)$$

$$A = [0.506 \, 2 - 0.877 \, 6(b/t) + 0.350 \, 4(b/t)^2 - 0.007 \, 8(b/t)^3]/[12.03(b/t) + 9.892(b/t)^2] \dots\dots\dots (4)$$

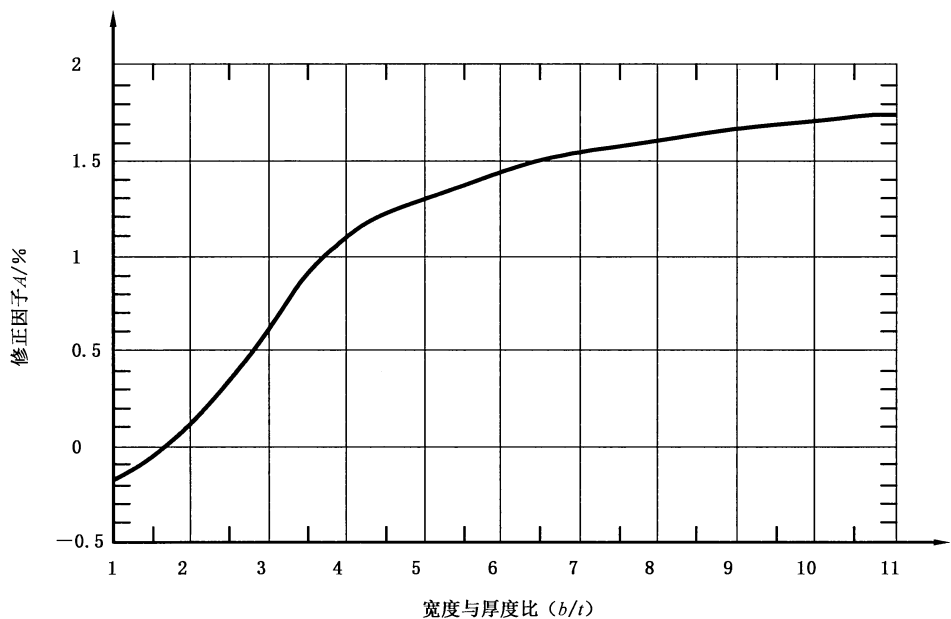


图 3 计算剪切模量所用的经验修正因子 A

8.3 泊松比按式(5)计算：

$$\nu = \frac{E}{2G} - 1 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：
ν——泊松比。

9 试验报告

试验报告应包含下列信息：

- a) 试验部门；
- b) 试验设备；
- c) 试验日期；
- d) 试样数量；
- e) 试样的质量和尺寸；
- f) 试验人员；
- g) 试验温度,基频；
- h) 弹性模量、剪切模量和泊松比；
- 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
国 家 标 准
玻璃材料高温弹性性能试验方法
脉冲激振法

GB/T 31544—2015

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 16 千字
2015年6月第一版 2015年6月第一次印刷

*

书号: 155066·1-51900 定价 16.00 元



GB/T 31544—2015

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107