

JC

中华人民共和国建材行业标准

JC/T 678—1997

玻璃材料弹性模量、剪切模量 和泊松比试验方法

Test method for Young's modulus, shear modulus
and Poisson's ratio of glass material

1997-08-22 发布

1998-01-01 实施

国家建筑材料工业局 发布

JC/T 678-1997

前 言

本标准非等效采用了美国材料试验协会标准 ASTM C623《采用共振法测定玻璃和微晶玻璃弹性模量、剪切模量和泊松比试验方法》。考虑到建筑玻璃在常温下的实际应用情况,在编制过程中遵循了实用、有效和科学的原则,采纳了其中的常温下测定玻璃弹性模量的试验方法,删除了高温和低温下的试验方法。

本标准由国家建筑材料工业局标准化研究所提出。

本标准由中国建筑材料科学研究院玻璃科学研究所归口。

本标准起草单位:中国建筑材料科学研究院玻璃科学研究所。

本标准主要起草人:杨建军 韩 松 王文彪 王映洲

中华人民共和国建材行业标准

玻璃材料弹性模量、剪切模量 和泊松比试验方法

JC/T 678-1997

Test method for Young's modulus, shear modulus
and Poisson's ratio of glass material

1 范围

本试验方法规定了采用共振法测量常温下的玻璃材料的弹性模量、剪切模量和泊松比的试验方法。适用于玻璃和微晶玻璃材料。

2 引用标准

下列标准包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 1216-85 千分尺

3 装置

3.1 测试装置主要由音频发生器、音频放大器、功率放大器、检频器、示波器、换能器等组成,如图 1 所示。音频发生器用以产生一个正弦波,通过起振换能器将电信号转换成机械振动使玻璃试样发生振动,再通过探测换能器将探测到的材料产生的共振转换成电信号,经功率放大器放大后由检频器测得其共振频率,然后通过一定计算则可分别求得材料的弹性模量或剪切模量。

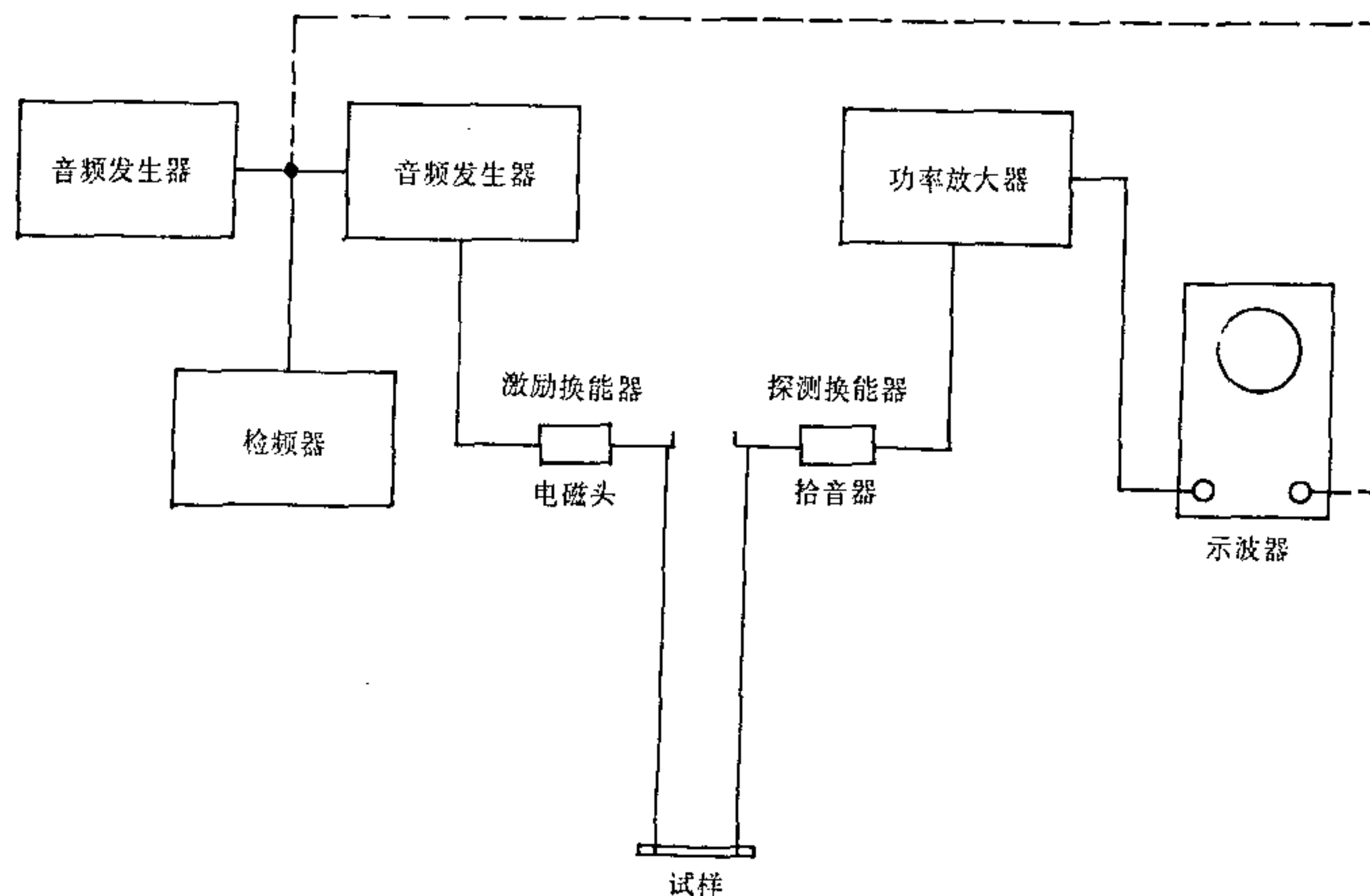


图 1 试验装置示意图

3.1.1 音频发生器

应能产生 100 Hz 到 20,000Hz 范围的频率变化,其频率漂移在任何给定值下不应超过 1 Hz/min。

3.1.2 音频放大器

应能有足够的功率输出,使激励换能器激励一定重量的材料振动。

3.1.3 换能器

应有两种换能器:一种为激励换能器,用以产生振动,可以是高频扬声器或其他类似装置;另一种为探测换能器,用以探测产生的振动,可以是晶体拾音器或其他类似装置。

3.1.4 功率放大器

应与所选择的探测器相匹配,用以放大信号。

3.1.5 示波器

一般实验室适用的阴极射线式的示波器。

3.1.6 检频器

测量精度应能在 ± 1 Hz 范围内。

3.1.7 只要使试样的振动不受到限制,任何适用的试样悬挂方法均可采用,如棉丝、玻璃纤维丝或金属丝等。

4 试样的制备

4.1 测定弹性模量的试样截面应为矩形或圆形;剪切模量的试样截面应为矩形。

4.2 对于一给定试样,其共振频率与试样尺寸、密度及其弹性模量或剪切模量之间有一定的函数关系,因此,应根据玻璃弹性模量估计值来确定试样的尺寸,使其共振频率在所选用的探测器的频率响应范围内。一般来说,对于普通钠钙硅系统玻璃,其弹性模量约为 70 GPa,建议玻璃尺寸为:矩形试样 120 mm \times 25 mm \times 3 mm;圆棒试样 120 mm \times Φ 4 mm;这样,试样的基频振动大约在 1000 Hz 到 2000 Hz 之间,以便消除悬丝的耦合影响。试样重量要大于 5 g。

4.3 试样应进行抛光处理,使所有表面保证平整、无划伤、裂痕等表面材料非均匀性缺陷;上下表面的平行度应保持在 0.02 mm 以内。

5 试验程序

5.1 弹性模量试验程序

5.1.1 将试样按图 2 所示用棉线或金属丝悬挂起来,其悬挂点位置应在试样长度的 0.224 L 以内,且在试样的中心线上,使音频发生器产生振动通过换能器激励试样产生弯曲振动;

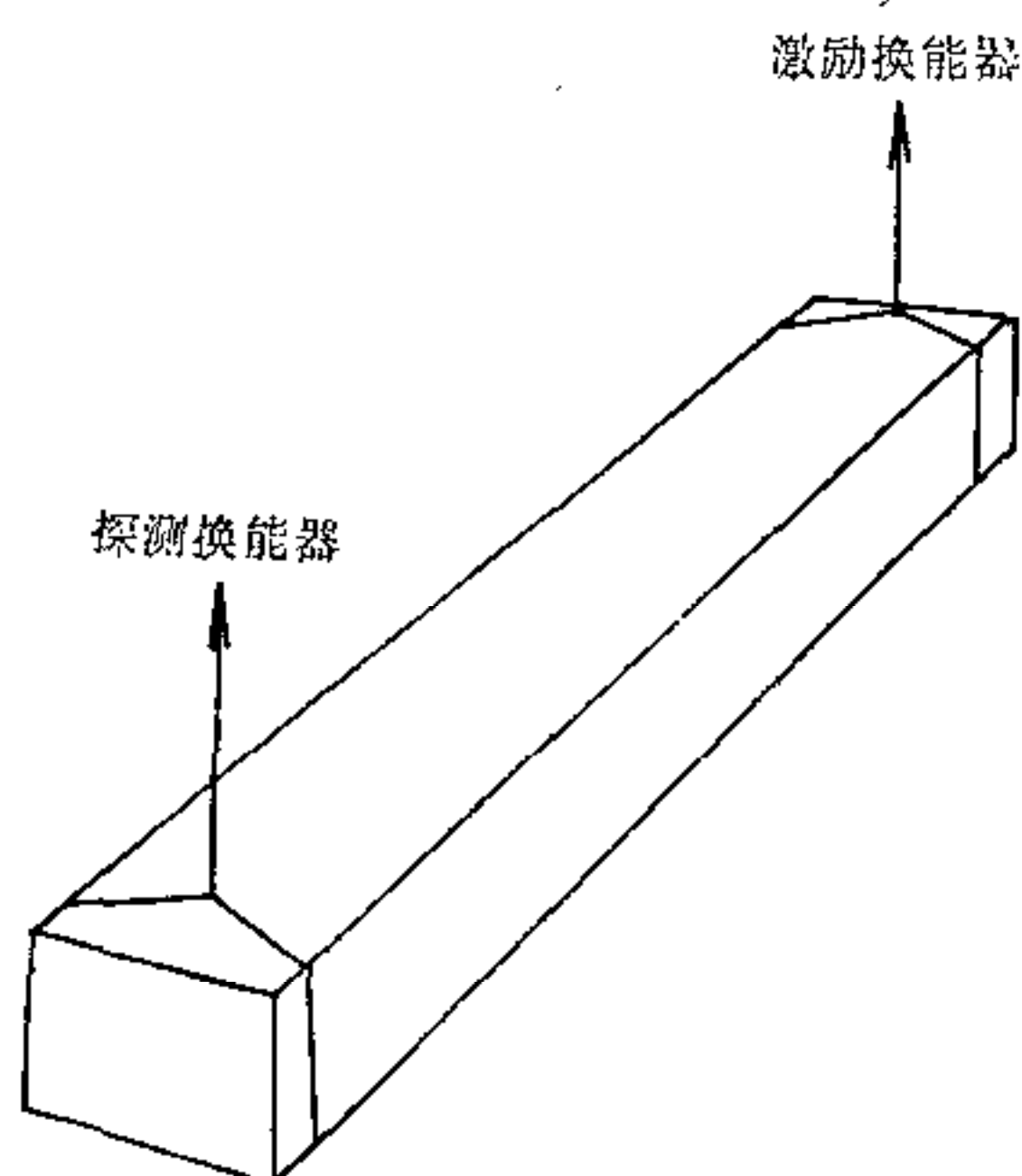


图 2 用棉线或金属丝悬挂法测量弹性模量时的悬挂位置示意图

- 5.1.2 在试样没有被激励时,调节示波器,使之产生一水平基线。
- 5.1.3 调节探测回路的增益,将探测到试样的振动,经过放大后,使信号最强,并显示于示波器上,以便进行精确测量频率。
- 5.1.4 慢慢调节音频发生器的频率,使试样产生的最大正弦波图形显示于示波器上。
- 5.1.5 找到试样稳态共振时的弯曲基频。在确定基频时,将探测器的悬挂位置定在试样节点处,见图 3,此时,共振信号则会降至零,表明此前的共振频率为弯曲基频。

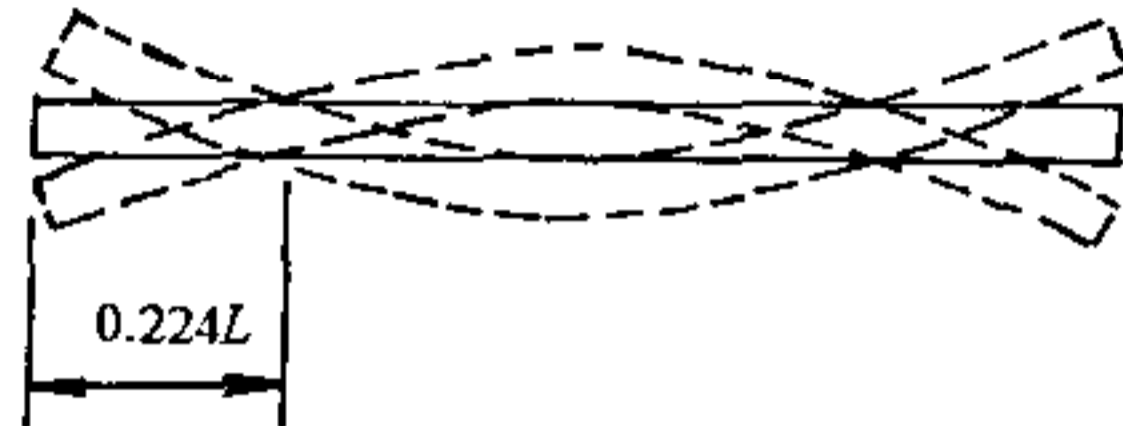


图 3 基频振动时的节点位置示意图

5.2 剪切模量试验程序

- 5.2.1 将试样按图 4 所示用棉线或金属丝悬挂起来,其悬挂点位置应在试样长度的 0.224 L 以内,使音频发生器产生的振动通过激励换能器激励试样产生扭曲振动。
- 5.2.2 找到试样稳态共振时的扭振基频。在确定此基频时,将探测器的悬挂位置定在试样宽度的中间位置,此时,共振信号则会降至零,表明此前的共振频率为扭振基频。

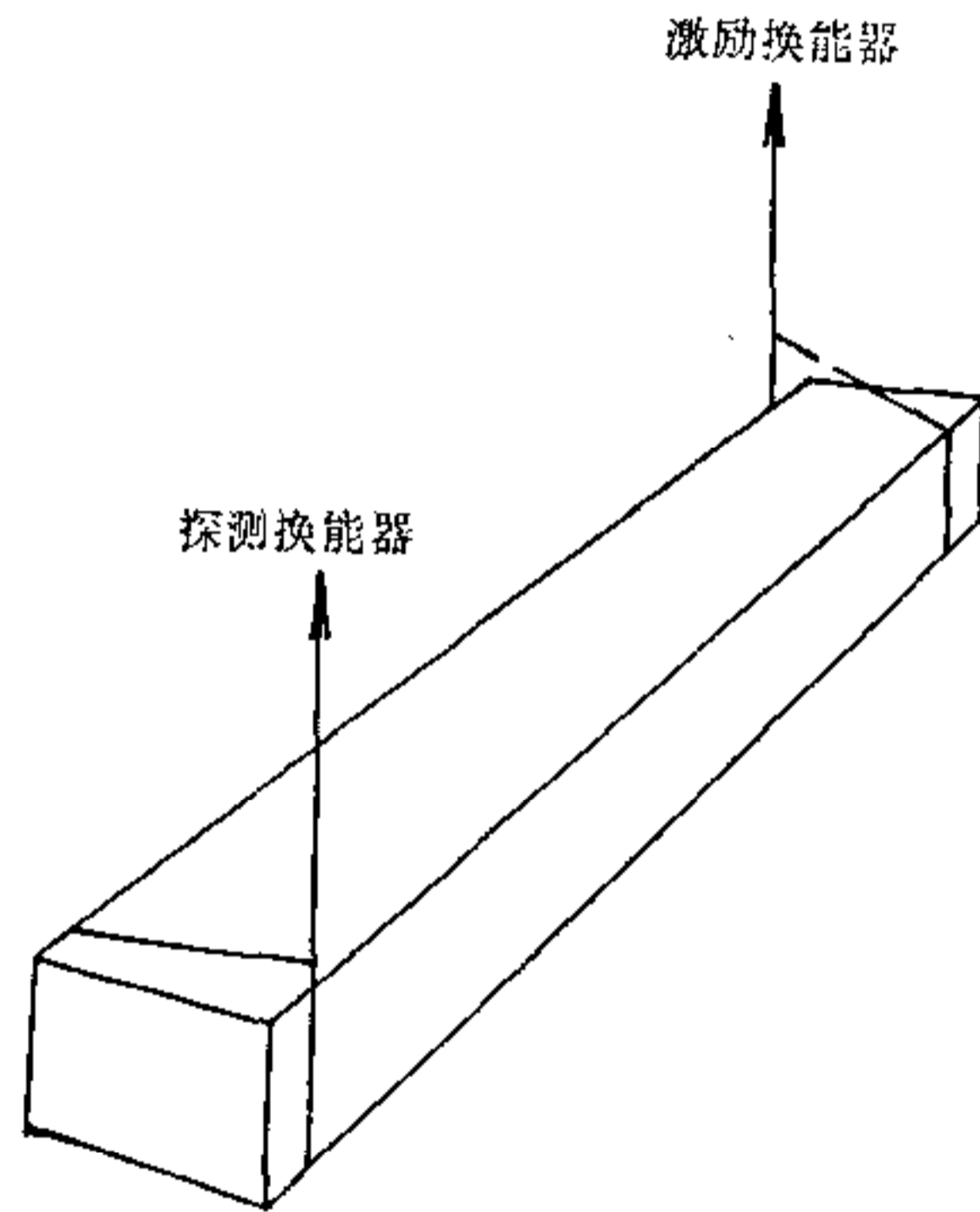


图 4 用棉线或金属丝悬挂法测量剪切模量时的悬挂位置示意图

- 5.3 用符合 GB 1216 的精度为 ± 0.01 mm 的千分尺精确测量试样的尺寸。
- 5.4 用称量精度为 ± 10 mg 的天平精确称量试样的重量。

6 结果计算

6.1 弹性模量的计算

6.1.1 矩形试样,按式(1)计算:

$$E = 94.65 (L^3/bt^3) T_1 \omega f^2 \times 10^{-12} \dots\dots\dots (1)$$

- 式中: E ——弹性模量, GPa;
- L ——试样长度, cm;
- b ——试样宽度, cm;
- t ——试样厚度, cm;
- ω ——试样重量, g;

f ——试样的共振频率, Hz;

T_1 ——校正因子, 与试样几何尺寸、泊松比有关, 见表 1。

表 1 校正因子 T_1

$K(t/L)^*$	泊松比			
	0.15	0.20	0.25	0.30
0.000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
0.005	1.002029	1.002053	1.002077	1.002100
0.010	1.008102	1.008199	1.008295	1.008388
0.015	1.018186	1.018405	1.018619	1.018826
0.020	1.032233	1.032618	1.032994	1.033360
0.025	1.050174	1.050765	1.051344	1.051916
0.030	1.071920	1.072753	1.073577	1.074393
0.035	1.097378	1.098495	1.099599	1.100694
0.040	1.126452	1.127884	1.129302	1.130711
0.045	1.159039	1.160817	1.162582	1.164337
0.050	1.195038	1.197191	1.199332	1.201464
0.055	1.234351	1.236906	1.239449	1.241986
0.060	1.276886	1.279865	1.282836	1.285807
0.065	1.322555	1.325980	1.329403	1.332832
0.070	1.371276	1.375167	1.379065	1.382977
0.075	1.422974	1.427352	1.431747	1.436169
0.080	1.477584	1.482465	1.487380	1.492337
0.085	1.535043	1.540446	1.545901	1.551420
0.090	1.595298	1.601240	1.607259	1.613367
0.095	1.658300	1.664800	1.671405	1.678129
0.100	1.724007	1.731082	1.738298	1.745669
0.105	1.792382	1.800052	1.807904	1.815954
0.110	1.863393	1.871677	1.880193	1.888956
0.115	1.937012	1.945932	1.955140	1.964653
0.120	2.013216	2.022795	2.032727	2.043030
0.125	2.091985	2.102247	2.112937	2.124075
0.130	2.173303	2.184276	2.195762	2.207781
0.135	2.257157	2.268871	2.281194	2.294146
0.140	2.343539	2.356026	2.369231	2.383174
0.145	2.432439	2.445736	2.459873	2.474869
0.150	2.523855	2.538002	2.553126	2.569244

* 注: 对于圆棒试样 $K=1/4$; 对于矩形试样 $K=1/3.4641$

6.1.2 圆棒试样, 按式(2)计算:

$$E = 1.6091 (L^3/D^4) T_1 w f^2 \times 10^{-10} \dots\dots\dots(2)$$

式中: D ——圆棒直径, cm。

6.2 剪切模量的计算

矩形试样, 按式(3)计算

$$G = (10Bw f^2 \times 10^{-11}) / (1 + A) \dots\dots\dots(3)$$

$$B = \frac{4L}{bt} \left[\frac{b/t + t/b}{4(t/b) - 2.52(t/b)^2 + 0.21(t/b)^6} \right]$$

式中: A ——校正因子, 与试样宽厚比有关, 见图 5;

G ——剪切模量, GPa;

B——参数。

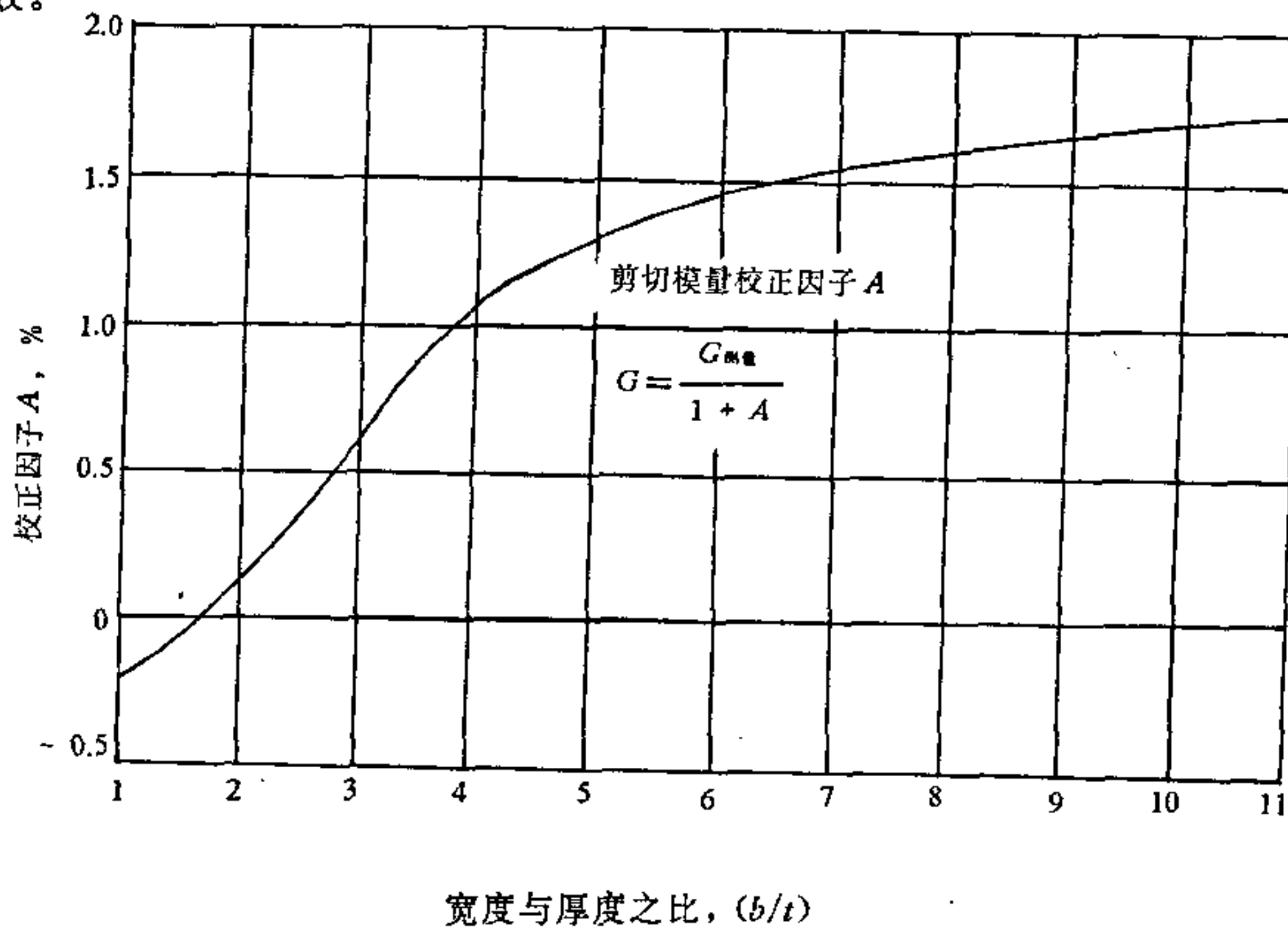


图 5 剪切模量校正因子 A 与宽厚比的曲线图

6.3 泊松比的计算

泊松比按式(4)计算:

$$\mu = (E/2G) - 1 \dots\dots\dots(4)$$

式中: μ ——泊松比;

E ——弹性模量 GPa;

G ——剪切模量 GPa。

7 精度

弹性模量、剪切模量的精度应达到 1%;泊松比的精度应达到 10%。

8 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 委托单位;
- b) 试样名称、规格和编号;
- c) 所用仪器型号;
- d) 试验方法;
- e) 试样重量;
- f) 弹性模量、剪切模量和泊松比计算值;
- g) 试验单位及试验人员;
- h) 试验日期。

J C/T 6 7 8-1 9 9 7

中华人民共和国建材
行业标准
玻璃材料弹性模量、剪切模量
和泊松比试验方法
Test method for Young's modulus, shear modulus
and Poisson's ratio of glass material

JC/T 6 7 8-1 9 9 7

*

国家建筑材料工业局标准化研究所出版发行

地址:北京朝阳区管庄

邮政编码:100024

电话:65755125

机械科学研究院标准出版中心印刷

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 3/4 字数 12,000
1997 年 12 月第一版 1997 年 12 月第一次印刷

*

编号 1082