

JC

中华人民共和国建材行业标准

JC/T 679—1997

玻璃平均线性热膨胀系数试验方法

Glass—The method for measuring coefficient of
mean linear thermal expansion

1997-08-22 发布

1998-01-01 实施

国家建筑材料工业局 发布

前 言

本标准是根据国际标准化组织 ISO 7991—87《玻璃—平均线膨胀系数试验方法》制定的,在技术内容上与 ISO 7991—87 等效。

为了适应我国的国情,同时为便于本标准的贯彻和实施,本标准未对试验装置和仪器作过多的限制,只对其误差作了规定。在控制系统误差方面,本标准作了较为详细的规定。

依据 ISO 7991 制定本标准时,增加了试验原理一章,还增加了试验装置的部分内容,删去了引用标准一章,对 ISO 7991 的第 9 章“仪器校正”的内容进行了调整,写入第 4 章。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准由中国建筑材料科学研究院玻璃科学研究所提出并归口。

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:孙德岩

中华人民共和国建材行业标准

玻璃平均线性热膨胀系数试验方法

JC/T 679-1997

eqv ISO 7991-1987

Glass—The method for measuring coefficient
of mean linear thermal expansion

1 范围

本标准规定了在弹性固体状态下,玻璃平均线性热膨胀系数试验方法。适用于具有普通膨胀量的玻璃,不适用于石英玻璃或其它具有低膨胀系数的玻璃。

2 定义

本标准采用下列定义。

2.1 平均线性热膨胀系数 $\alpha(t_0;t)$: 在一定温度范围内的试样长度变化与这个温度范围的比率除以初始长度,所得到的值。

它可用式(1)表示:

$$\alpha(t_0;t) = \frac{1}{L_0} \times \frac{L - L_0}{t - t_0} \dots\dots\dots(1)$$

式中: t_0 ——初始温度, °C;

t ——实际(恒定或变化)的试样温度, °C;

L_0 ——受测玻璃试样(通常是由受测玻璃制成的棒),在温度为 t_0 时的长度, mm;

L ——温度为 t 时的试样长度, mm。

标称初始温度 t_0 为 20°C; 因此平均线性热膨胀系数就应表示为 $\alpha(20^\circ\text{C};t)$ 。

2.2 简易推棒膨胀仪: 膨胀仪内只有一套试样支架,利用仪器可以直接测出受测试样的长度变化。

2.3 差动推棒膨胀仪: 膨胀仪内有两套试样支架,其中一套装配受测试样,另外一套装配已知线性热膨胀系数的标样,根据标样长度变化和试样与标样的长度变化量的差值,推算出受测试样的长度变化和受测试样的温度。

3 原理

将试样放在膨胀仪电炉内均匀加热,观察试样长度随温度均匀上升而伸长的情况;或者将试样从室温开始加热至规定温度,测定该温度区间试样的伸长。根据仪器的布置方法,例如用紧贴试样热偶元件的热电动势,或根据与试样一起在仪器炉里的金属标样的长度变化等方法,确定试样的温度。

4 装置

4.1 测量试样长度的仪器

最大误差不应超过 $0.001 L_0$ 。

4.2 膨胀仪

a) 膨胀仪应能测定试样在 $2 \times 10^{-5} L_0$ 范围内的长度变化;

b) 试样支架应保证试样牢固地安装在其位置上,并且在试验过程中应保证试样与推棒的同轴度

(见附录 A);

c) 如果试样支架或推棒是由石英玻璃制成,则应符合 7.2 的规定;

d) 膨胀仪应定期进行校正,校正方法见 4.6;

e) 用于监测试样长度变化的膨胀仪设备,对试样产生的最大压力不得大于 150 kPa。直接影响测量结果的膨胀仪传动机构头部和仪器金属连接部件,温度应在 20~23℃ 之间,且在每个阶段,温度的波动不得大于 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

4.3 电炉

电炉与膨胀仪相连接,电炉温度应能达到试样转变温度以上 50℃。在试验温度范围内,电炉应能保证试样的温度分布均匀,整个试样长度的最大温度误差为 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

4.4 炉温控制仪器

在试验过程中,电炉的升温速度应能控制在 $(5 \pm 1)^\circ\text{C}/\text{min}$ (见 6.1),而降温速度,根据 5.2 中的退火程序,应能控制在 $(2 \pm 0.2)^\circ\text{C}/\text{min}$ 。

4.5 测温装置

测温元件在整个温度变化范围内的测温精度应为 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

当由标样的膨胀量推导受测试样的温度时,标样与受测试样的温度应相同,并且宜使用一致熔融点的合金材料作为标样。

4.6 参考材料

为了检验整个设备是否正常操作,可使用已知平均线性热膨胀系数的参考材料试样进行性能检验和计算。

推荐参考材料如下:

——如 8.2 那样退火的透明石英;

——化学纯净铂。

参考材料试样的形状、尺寸应与通常使用在设备上的试样相同。

应保证参考材料的热膨胀性质在试验中的稳定性。如果参考材料是一种玻璃,则应根据 5.2 进行退火或重新退火。

5 试样及其制备

5.1 形状和尺寸

试样通常为棒状。它的形状取决于膨胀仪的类型。试样长度至少应是膨胀仪测量精度的 5×10^4 倍。

试样可具有直径为 5 mm 的圆截面,也可具有 5 mm × 5 mm 的方截面,并且长度为 25 ~ 100 mm。在某些情况下,试样的截面积可为 100 mm²。

5.2 制备

试样在进行试验之前,应经过退火处理。将试样加热至转变温度以上约 30℃,然后以 $(2 \pm 0.2)^\circ\text{C}/\text{min}$ 的降温速度冷却至转变温度以下约 150℃,之后在自然通风的空气中冷却至室温。

退火后,试样端面应加工,使两端面平行,且平整,并保证其端面与试样主轴垂直。

5.3 试样的数量

试验试样两个。

6 程序

6.1 试验温度范围的选择

本标准第 2.1 规定,标称温度为 20℃。但由于实际情况,试验应从 18~28℃ 之间开始。理想的终止温度为 $290^\circ\text{C} \leq t \leq 310^\circ\text{C}$ 。如果试验中不能以此温度作为终止温度,那么可以选择的代替值是 $190^\circ\text{C} \leq t \leq 210^\circ\text{C}$,或者,在特殊情况下,可选择的代替值是 $95^\circ\text{C} \leq t \leq 105^\circ\text{C}$ 及 $390^\circ\text{C} \leq t \leq 410^\circ\text{C}$ 。这些温度范

围的标称值是 300℃, 200℃, 100℃ 和 400℃。

温度值和温度差的读数应精确至 2℃。计算线性热膨胀系数时, 应使用实际温度值, 表示试验温度范围应使用与实际值相对应的标称值(见 7.4)。

6.2 初始长度的确定

在初始温度 t_0 下, 确定退火后试样的初始长度, 并精确至 0.1%。然后, 将试样放置在膨胀仪支架上, 在进行试验之前, 应静置 5 min。

6.3 在动态加热制度下测定平均线性热膨胀系数

在初始温度 t_0 时确定膨胀仪的位置, 并取此位置读数为零。将炉温控制仪器调至理想的加热程序, 均匀加热。升温速度不应超过 5℃/min, 直至炉温达到预想终止温度, 记录温度 t 和相应的膨胀仪读数 ΔL_{meas} 。

由于膨胀仪读数 ΔL_{meas} 是在温度从 t_0 升到 t 的过程中记录的, 所以应明确热电偶测得的温度是炉温, 这一温度与试样之间存在着一定温差, 必要时应加以修正。修正值可通过与静态加热制度下的测量值的比较进行确定。

6.4 在静态加热制度下测定平均线性热膨胀系数

在温度为 t_0 时, 确定膨胀仪的位置, 并取此位置读数为零。在 20 min 内, 将电炉升温至预想终止温度 t , 将炉温变化控制在 $\pm 2^\circ\text{C}$ 之间。读取 ΔL_{meas} 的读数。

注: 使用动态加热制度(见 6.3)能在一个试验过程中得出的一系列与不同的 t 值相应的 $\alpha(t_0; t)$; 使用静态加热制度(见 6.4)只有一个终止温度值 t , 但在这个温度范围内测得的 $\alpha(t_0; t)$ 具有更高的精确性。

7 试验结果

7.1 终止长度

根据在温度 t 时的膨胀仪读数 ΔL_{meas} , 以确定试样终止长度 L , 按式 (2) 计算:

$$L = L_0 + \Delta L_{\text{meas}} + \Delta L_Q - \Delta L_B \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中: ΔL_Q 和 ΔL_B 为试样支架和膨胀仪的修正量, 它们的详细说明见 7.2 和 7.3。

7.2 修正量

7.2.1 试样支架的修正量

如果是简易推棒式膨胀仪, 则式 (2) 中的修正量 ΔL_Q 即为沿试样方向膨胀的试样支架的膨胀量。这里, 试样支架在温度为 t_0 时, 试样长度为 ΔL_Q 。

如果是差动推棒式膨胀仪, 则式 (2) 中的修正量 ΔL_Q 即为标样的膨胀量, 这里, 标样在温度为 t_0 时, 试样长度为 L_0 。

对于以上两种情况, 修正量 ΔL_Q 可按式 (3) 计算:

$$\Delta L_Q = L_0 \alpha_Q (t - t_0) \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中: α_Q 是 (对于简易推棒膨胀仪) 制成试样支架的材料平均线性热膨胀系数; 或者是 (对于差动推棒膨胀仪) 制成标样的材料的平均线性热膨胀系数。

如果试样支架, 推棒或标样是由石英玻璃制成, 则可使用表 1 中所列的 α_Q 值。膨胀仪的这些部分或标样如果是第一次使用, 在使用之前应退火。退火过程为, 1100℃ 保温 7 h, 然后以 0.2℃/min 的冷却速度, 从 1100℃ 冷却至 900℃。

为避免石英玻璃析晶, 其表面应在退火前进行清洗。建议用分析纯无水乙醇清洗两次, 清洗后应避免手指粘碰。

表 1 透明石英的平均线性热膨胀系数 α_Q

温度范围, °C	α_Q 的值, °C ⁻¹
20~100	0.54×10^{-6}
20~200	0.57×10^{-6}
20~300	0.58×10^{-6}
20~400	0.57×10^{-6}

注: 如果膨胀仪加热至 700 °C 以上, 表中的值将改变

7.2.2 膨胀仪修正量

由于在试样和膨胀仪之间, 温度分布是不规则的, 故应确定膨胀仪修正量 ΔL_R 。确定膨胀仪修正量, 应通过一种空白试验进行。

对于简易推棒膨胀仪, 空白试验的试样应由与膨胀仪相同的材料制成, 尺寸应与通常使用在设备上的试样相同, 如果这种材料是石英玻璃, 空白试验的试样应按 7.2.1 的规定进行退火。

对于差动推棒膨胀仪, 可以用两个相同的材料, 任意一种适当的材料作空白试验试样。

7.3 空白试验和测定玻璃线性热膨胀系数的试验应在相同的条件下进行。

7.4 平均线性热膨胀系数的计算

计算平均线性热膨胀系数 $\alpha(t_0; t)$ 时, 应将测定值 L_0 、 ΔL_{meas} 修正量和 t_0 、 t 的实际值(如果是在动态加热制度下进行的试验, 则可对 t 进行修正)引入式 (4)。

$$\alpha(t_0; t) = \frac{1}{L_0} \times \frac{\Delta L_{meas} + \Delta L_Q - \Delta L_R}{t - t_0} \dots\dots\dots (4)$$

计算 $\alpha(20^\circ\text{C}, 300^\circ\text{C})$ 、 $\alpha(20^\circ\text{C}, 200^\circ\text{C})$ 、 $\alpha(20^\circ\text{C}, 100^\circ\text{C})$ 或者 $\alpha(20^\circ\text{C}, 400^\circ\text{C})$, 如果计算值 $\alpha(20^\circ\text{C}; t)$ 小于 $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 则应取两位有效数字; 如果 $\alpha(20^\circ\text{C}; t)$ 大于 $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 则应取 3 位有效数字。

如果两个试样的计算值的差小于 $0.2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 则取平均值, 如果大于 $0.2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 则应选择另外两个试样重新进行试验。

8 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 说明, 受检玻璃试样的种类和编号标记;
- b) 试样的形状、尺寸和数量;
- c) 推棒式膨胀仪的种类;
- d) 试验过程(是动态加热制度, 还是静态加热制度);
- e) 平均线性热膨胀系数的值 $\alpha(t_0; t)$, 采用 $10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 的表示方法。

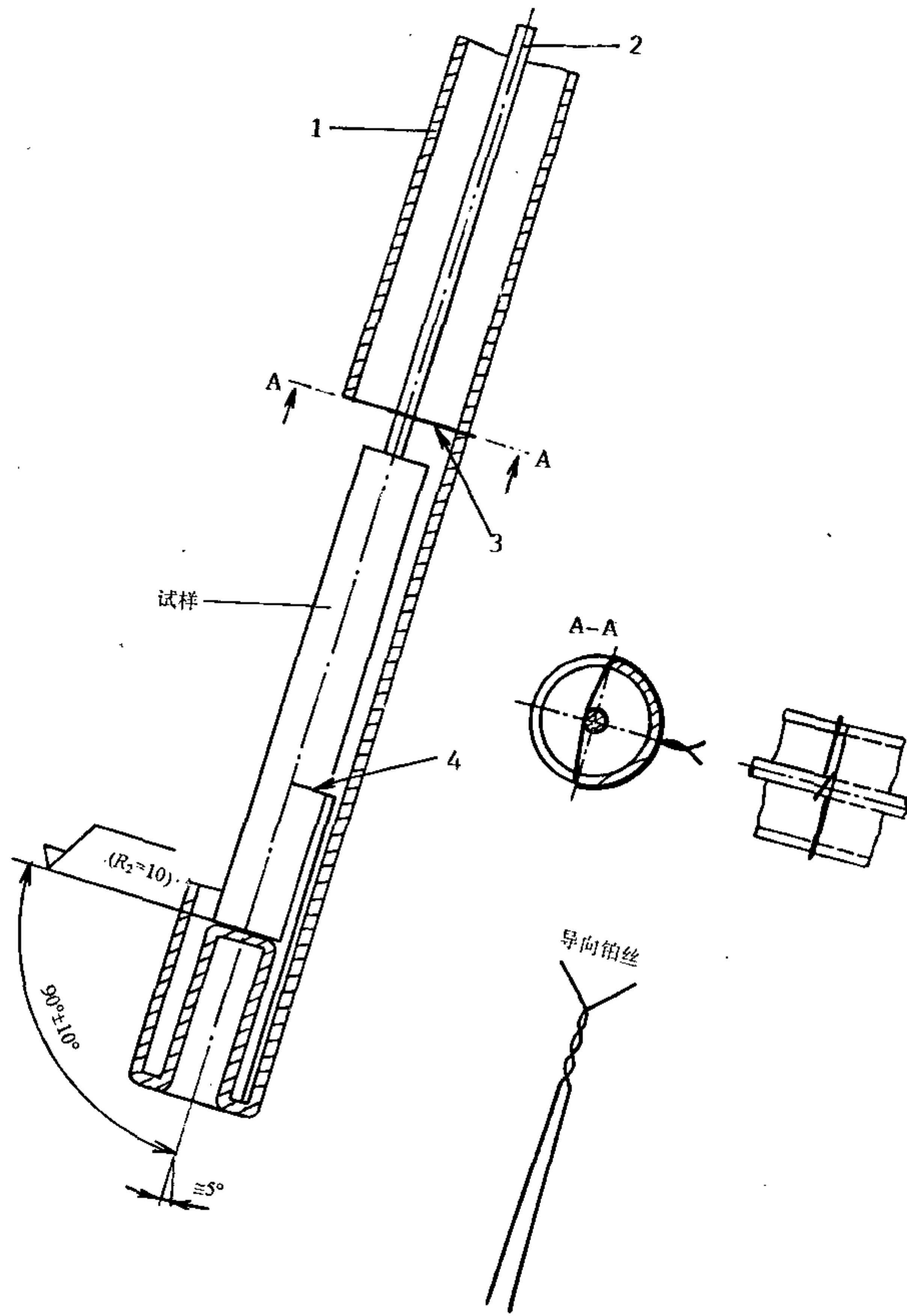
对于温度 t_0, t , 应使用标称温度(见 7.4)。

试样与推棒同轴度的调整

试样和推棒应尽量同轴,并且应在轴线内测量 L_0 的值。实际上,试样的轴线与推棒的轴线存在微小的偏差。此偏差只有在整个试验过程中保持不变时,才能将其忽略不计。应保持推棒运动方向与有效的膨胀方向相同。同轴度的改变(例如由于仪器振动产生的同轴度改变)应通过采用图 A1 或图 A2 所示的装置避免。

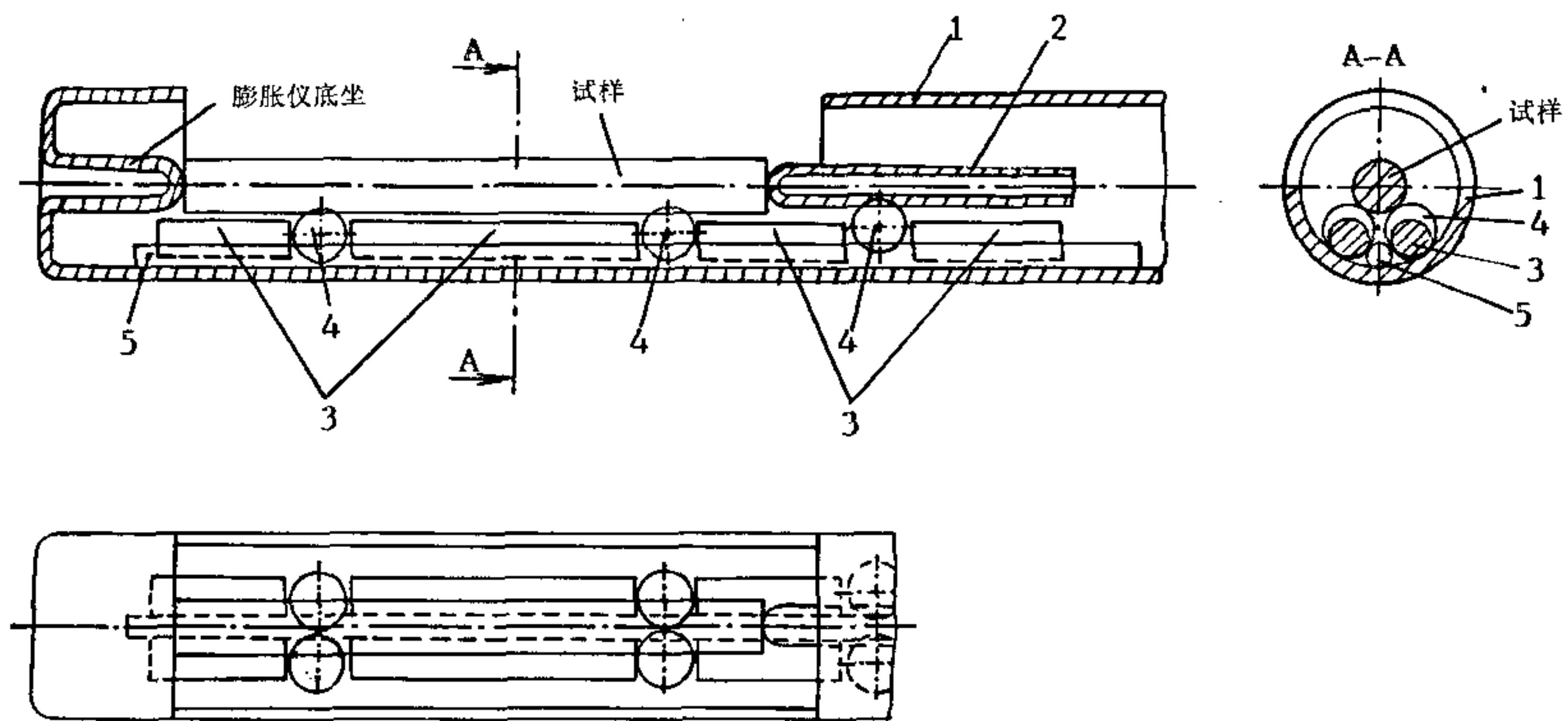
减小竖直的试样支架与试样的同轴度改变的装置如图 A1 所示。轻轻摇动用铂丝制成的导向装置,可以使试样和推棒获得稳定的联接,即可限制水平方向(横向)位移。由热膨胀产生的竖直方向(轴向)运动则不受影响。

在水平方向操作的膨胀仪中,保证试样与推棒的同轴度的方法如图 A2 所示。试样的支撑由四个辊珠、圆柱形推棒和辊珠座组成。推棒的支撑由两个适当直径的辊珠组成。轻摇动此装置,试样和推棒即可同轴。



- 1-用石英玻璃制成的试样固定管,具有平面与管轴线垂直的膨胀仪底座和尾封;
- 2-用石英玻璃制成的推棒;
- 3-推棒导向装置,由铂丝制成,直径为 0.5 至 1 mm;
- 4-试样导向装置,由铂丝制成,直径为 0.5 至 1 mm.
- 注:在底座与推棒之间,为便于更换试样,将固定管切除一半。

图 A1 在近似竖直操作的膨胀仪中,试样固定方法例图



1-底座由石英玻璃制成的试样固定管；

2-由石英玻璃制成的推棒；

3-由石英玻璃制成的辊珠座；

4-由石英玻璃或红宝石制成的支承辊珠；

5-由石英玻璃制成的辊珠座。

注：在推棒与底座之间，为了便于更换试样，将固定管切除一半。

图 A2 在水平操作的膨胀计中，试样的固定方法例图

JC/T 679—1997

中华人民共和国建材
行业标准
玻璃平均线性热膨胀系数试验方法
Glass—The method for measuring
coefficient of mean linear thermal expansion

JC/T 679—1997

*

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 $\frac{3}{4}$ 字数 16,000
1997 年 12 月第一版 1997 年 12 月第一次印刷

*

编号 1083