

无色光学玻璃测试方法  
线膨胀系数和转变温度  
测试方法

UDC 666.22.01

GB 7962.16-87

Colourless optical glass test methods  
Linear thermal expansion coefficient  
and transformation temperature

本标准适用于无色光学玻璃平均线热胀系数和转变温度的测试。线膨胀系数的测试精度为  $\pm 2 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。

1 原理

平均线膨胀系数指样品在一定温度范围内温度升高  $1 \text{ } ^\circ\text{C}$  时每单位长度的伸长量。

转变温度指样品从室温至软化温度间的伸长曲线上，将低温区域和高温区域直线部分延伸相交，其交点所对应的温度。

本方法采用石英比较法。将样品与石英推杆放入一端封闭的透明石英玻璃管内，由于石英玻璃相对于玻璃样品有很小的膨胀，在温度变化时，它们之间产生相对移动。当测量出样品的温度、伸长量及长度时，用公式（1）计算玻璃的线膨胀系数。

用石英膨胀仪测量得到玻璃样品从室温至软化温度间的温度与伸长的关系曲线，由作图求得玻璃的转变温度  $T_s$ 。

$$a_L = \frac{L_2 - L_1}{L_0 (T_2 - T_1)} + a'_L \dots \dots \dots (1)$$

- 式中： $a_L$  ——样品在  $T_1 - T_2$  温度范围的平均线膨胀系数， $^\circ\text{C}^{-1}$ ；
- $T_1, T_2$  ——分别表示样品加热前后的温度， $^\circ\text{C}$ ；
- $L_1, L_2$  ——分别表示在  $T_1, T_2$  时样品的长度，cm；
- $L_0$  ——温度  $20 \text{ } ^\circ\text{C}$  时样品的长度，cm；
- $a'_L$  ——石英玻璃在  $T_1 - T_2$  温度范围的平均线膨胀系数， $^\circ\text{C}^{-1}$ 。

2 仪器、材料

- 2.1 低温石英膨胀仪：测量温度范围  $-60 \sim 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ 、 $20 \sim 120 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。
- 2.2 高温石英膨胀仪：测量温度范围  $20 \sim 800 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。
- 2.3 低温炉：加热最高温度达  $200 \text{ } ^\circ\text{C}$ ，炉体均匀带应保证样品长度方向上的温差在  $\pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$  范围。
- 2.4 高温炉：加热最高温度达  $800 \text{ } ^\circ\text{C}$  以上，炉体均匀带应保证样品长度方向上的温差在  $\pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$  范围。
- 2.5 低温杜瓦瓶。
- 2.6 冷剂：为干冰和酒精混合物或液态氮。
- 2.7 测量长度仪器：精度为  $1 \mu\text{m}$ ，测量范围为  $0 \sim 1 \text{ mm}$ 。
- 2.8 控温设备：用自动程序控制仪或可调变压器。保证炉温以  $3 \sim 4 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{min}$  速率升温。
- 2.9 测温元件：低温用铜-康铜热电偶；高温用镍铬-镍硅或镍铬-镍铝热电偶，测量精度为  $\pm 0.5 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

- 2.10 测温设备：用精度为0.01mV电位差计或自动毫伏式温度记录指示仪。  
 2.11 千分尺：精度为0.01mm。  
 2.12 冰槽及普通温度计。

### 3 样品

- 3.1 样品要求肉眼观察无气泡、条纹、结石等缺陷，并经过精密退火。  
 3.2 样品加工成直径 $\phi 4.8 \pm 0.2$ mm、长 $50 \pm 0.1$ mm的圆棒，四周精磨或抛光，两端面平行，平行度 $1' \sim 2'$ 。

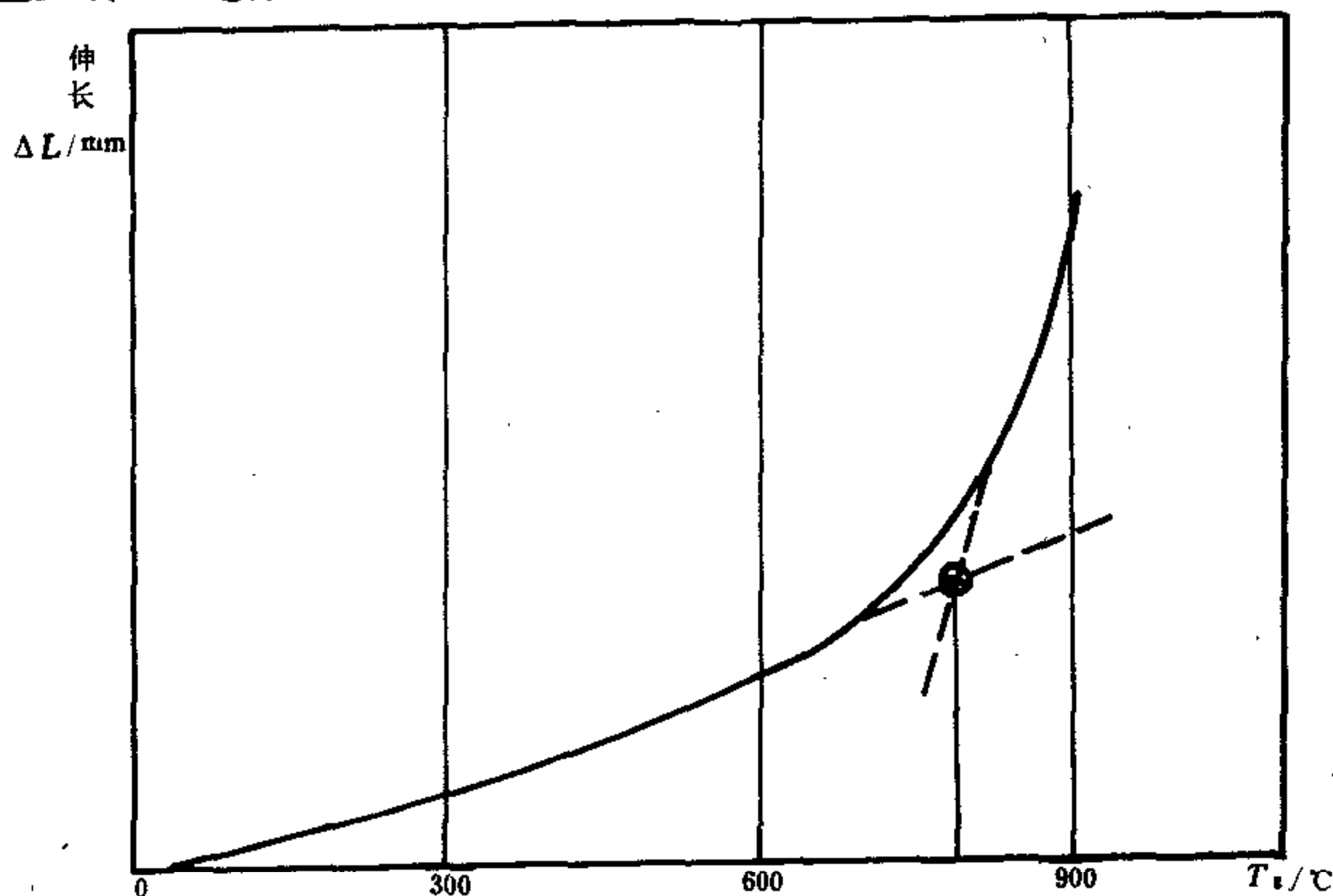
### 4 测量步骤

- 4.1 将清洁样品测量长度后装入膨胀仪内，使石英棒与样品及测长仪头部紧密接触，轻轻敲击测长仪头部，使其保持零点。  
 4.2 将热电偶头部紧靠样品中部，冷端插入冰水槽中。  
 4.3 测量低温膨胀时，在杜瓦瓶中装入冷剂后放在升降架上，将低温石英膨胀仪浸入杜瓦瓶中降温，当炉内温度降至 $-70^{\circ}\text{C}$ 时，取下杜瓦瓶，调节加热炉电流，使加热炉以 $3 \sim 4^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的恒定速率升温，直至 $150^{\circ}\text{C}$ 时，停止加热。  
 4.4 测量高温膨胀时，高温炉从室温开始以 $3 \sim 4^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 恒定速率升温至 $300^{\circ}\text{C}$ 时停止加热。当测量转变温度时，炉子升温直至软化温度后停止加热。  
 4.5 每当炉子升温开始，同时记录温度与对应的伸长量。  
 4.6 绘制温度与伸长的关系曲线。

### 5 结果

5.1 由低温石英膨胀仪测得的温度与伸长的关系曲线上，求取 $-60 \sim 20^{\circ}\text{C}$ 、 $20 \sim 120^{\circ}\text{C}$ 温度范围对应的样品伸长量和由高温石英膨胀仪测得的温度与伸长的关系曲线上，求取 $20 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 温度范围对应的样品伸长量，代入公式(1)计算，得到各温度范围的平均线膨胀系数。

5.2 由高温石英膨胀仪测得室温至软化温度范围内温度与伸长的关系曲线，如下图所示，把低温区域直线与高温区域直线延伸相交，定出交点对应的温度，即为转变温度 $T_s$ ，以整数表示。



确定转变温度 $T_s$ 示意图

5.3 按表 1 记录测量各值。

表 1

玻璃牌号		熔 炼 号		退 火 号	
室温, °C		室温样品长度, mm		冷端温度, °C	
伸 长 记 录			控 温 记 录		
样品伸长, μm	电动势, mV	温度, °C	时间, min	电动势, mV	温度, °C

测量者: \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_ 复核者: \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_

5.4 按表 2 填写报告单。

表 2

玻璃牌号		熔 炼 号		退 火 号	
线膨胀系数 ( $10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ) $\alpha (-60 \sim 20 \text{ } ^\circ\text{C})$			线膨胀系数 ( $10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ) $\alpha (20 \sim 300 \text{ } ^\circ\text{C})$		
线膨胀系数 ( $10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ) $\alpha (20 \sim 120 \text{ } ^\circ\text{C})$			$T, \text{ } ^\circ\text{C}$		

测量者: \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_ 复核者: \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_

附加说明:

本标准由中国科学院长春光机所负责起草。

本标准主要起草人顾琢如。