

YB

中华人民共和国黑色冶金行业标准

YB/T XXXXX—XXXX

等静压石墨热膨胀系数测定方法

Test method for coefficient of thermal expansion of isostatically pressed graphite

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会（SAC/TC183）归口。

本文件起草单位：中钢新材料股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、江西新新材料股份有限公司、郴州市产商品质量监督检验所。

本文件主要起草人：杨辉、徐建平、毛玉珍、田家利、邓聪秀、李建新、汪彦龙、田宁郴、覃建明、刘伟、王晓远。

等静压石墨热膨胀系数测定方法

1 范围

本文件规定了等静压石墨热膨胀系数仪器设备、试样要求、试验步骤、结果计算、允许差和试验报告。

本文件适用于推杆式热膨胀仪测定等静压石墨的线性热膨胀系数，其它炭素材料参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 1427 炭素材料取样方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热膨胀系数 coefficient of thermal expansion (α)

是指固体材料当温度改变1℃时，其长度的变化量与初始长度的比值。

3.2

线性可变差动传感器 linear variable differential transformers (LVDT)

可测量位置的传感器，即位移传感器。

3.3

修正基线 correction baseline

是指使用已知热膨胀系数的标准样品，在与待测试样相同的条件下进行测试，生成的背景数据，用于修正试样测试结果。

4 仪器设备

4.1 热膨胀仪：升温速率可调，自带位移测量恒温系统，可通入保护气体，支架与推杆材质一般为氧化铝、石英或石墨等。热膨胀仪装置示意图见图1。

注：符合4.1要求的测试仪器均可，不局限于图1所示的卧式设备，立式设备也适应本文件。

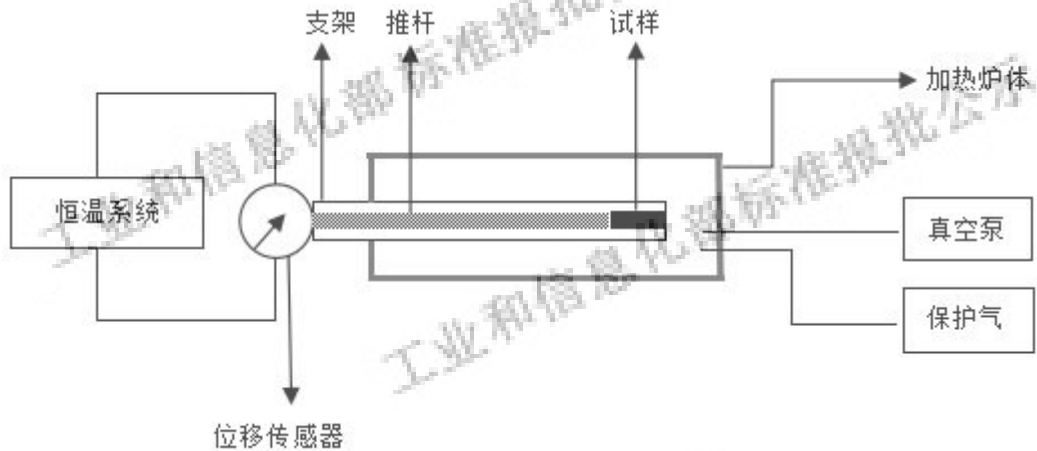


图1 热膨胀仪装置示意图

4.2 干燥箱：具有自动调温装置，能保持温度在 $105^{\circ}\text{C}\sim 110^{\circ}\text{C}$ 。

4.3 游标卡尺：测量范围 $0\text{mm}\sim 200\text{mm}$ ，精度 0.01mm 。

4.4 千分尺：测量范围 $0\text{mm}\sim 25\text{mm}$ ， $25\text{mm}\sim 50\text{mm}$ ，精度 0.01mm 。

4.5 干燥器，内装干燥剂。

4.6 真空泵。

5 试样要求

5.1 取样

按GB/T 1427规定进行取样。

5.2 尺寸

试样长度范围为 $25\text{mm}\sim 60\text{mm}$ ，直径范围为 $5\text{mm}\sim 10\text{mm}$ 。推荐试样尺寸为：直径 $6\text{mm}\pm 0.05\text{mm}$ ，长度 $25.5\text{mm}\pm 0.05\text{mm}$ 。

注：如非圆柱形，可采用尺寸相当的其他形状试样，如方条形。同时，符合5.1所述设备要求的其他尺寸试样同样适应本标准。

5.3 平行度和粗糙度

加工后试样两端平行度偏差不得大于 $0.15\text{mm}/100\text{mm}$ 。在材料允许的情况下，两端面粗糙度 $R_a\leq 0.8\mu\text{m}$ ，其他面粗糙度 $R_a\leq 3.2\mu\text{m}$ 。

5.4 外观

加工后的试样外观，应无可见裂纹、掉边、缺角、凸起、凹坑、孔洞等缺陷。

6 试验步骤

6.1 试样前处理

为排除试样加工过程中可能带来的污染，推荐使用无水乙醇、去离子水清洗试样表面。然后将试样放入105℃~110℃干燥箱内烘2h取出，存储在干燥器内，冷却至室温备用。

6.2 试样尺寸测量

直径测量：沿试样不同径向位置测3次，记录数据。长度测量：沿试样不同轴向位置测6次，记录数据，并取平均值。

6.3 建立修正基线

6.3.1 打开热膨胀仪炉体，将已知热膨胀系数及长度的标准样品放置在试样支架上，启动推杆，在一定的推力下将标准样品平稳顶住，此时推杆、标准样品在同一个中轴线上，热电偶尽可能接近但不接触标准样品，关闭炉体。

注：标准样品选取原则是热膨胀系数与试样接近，推荐选用有效的氧化铝、石英、石墨或钨标样。同时为准确测量，推荐试样与标准样品长度尽量保持一致。

6.3.2 启动真空泵，抽真空并充入保护气体。

6.3.3 根据需要设置起始参考温度、目标温度等参数，升温速率控制在5℃/min以内，设置完成后，启动测试。如希望获取更优的测试精度，推荐起始温度的平衡时间不少于1h，且升温速率不高于2℃/min。

6.3.4 测试完成后，记录测量结果。

6.3.5 当试样尺寸、温度曲线等测试参数发生变化时，需要重新建立修正基线。同时，规定时间间隔或规定测试样品数量后（推荐1个月或测试20个样品后，以时间先到为准）用标准样品核查基线，当核查不合格时，也需要重新建立修正基线。

6.4 试样测试

将试样装入热膨胀仪炉体，重复6.3.1—6.3.5步骤。

7 结果计算

7.1 试样安装在仪器的支架内，一端与推杆在一定推力下相接触，当炉子加热时，试样、推杆、支架同时被加热发生膨胀。

7.2 推杆处于加热区的部分和样品膨胀同方向，为加和关系；支架处于加热区的部分其膨胀则与样品、推杆的膨胀反向，为相减关系，可视为“收缩”信号。最终位移传感器测得的是所有膨胀、收缩信号的累加。除试样本身膨胀外，其余所有系统部分（包括支架、推杆，在某些情况下还包括试样辅助垫片等）的膨胀或收缩可累加归一为“系统膨胀” $\Delta L_{\text{系}}$ 。位移传感器测得的膨胀量 $\Delta L_{\text{测}}$ ，按式（1）计算：

$$\Delta L_{\text{测}} = \Delta L_{\text{样}} + \Delta L_{\text{系}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\Delta L_{\text{测}}$ ——位移传感器测得的膨胀量，单位为毫米（mm）；

$\Delta L_{\text{样}}$ ——试样的膨胀量，单位为毫米（mm）；

$\Delta L_{\text{系}}$ ——系统的膨胀量，单位为毫米（mm）。

7.3 为精确测出试样热膨胀系数，在与待测试样相同测量条件下，测试已知膨胀量 $\Delta L_{\text{标}}$ 的标准样品时，位移传感器测得的膨胀量 $\Delta L_{\text{标测}}$ ，按式（2）可计算得出系统膨胀量 $\Delta L_{\text{系}}$ ：

$$\Delta L_{\text{标测}} = \Delta L_{\text{标}} + \Delta L_{\text{系}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\Delta L_{\text{标测}}$ ——测试标准样品时，位移传感器测得的膨胀量，单位为毫米（mm）；

$\Delta L_{\text{标}}$ ——标准样品的膨胀量，单位为毫米（mm）。

在相同测试条件下，测试试样时，位移传感器测得的膨胀量 $\Delta L_{\text{样测}}$ ，按式（3）计算：

$$\Delta L_{\text{样测}} = \Delta L_{\text{样}} + \Delta L_{\text{系}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\Delta L_{\text{样测}}$ ——测试试样时，位移传感器测得的膨胀量，单位为毫米（mm）。

式（2）与（3）两个方程相减，即可消除“系统膨胀”，试样的膨胀量 $\Delta L_{\text{样}}$ ，按式（4）计算：

$$\Delta L_{\text{样}} = \Delta L_{\text{样测}} - \Delta L_{\text{标测}} + \Delta L_{\text{标}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

试样热膨胀系数 $\alpha_{(T_1-T_2)}$ （ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ），按式（5）计算：

$$\alpha_{(T_1-T_2)} = \frac{\Delta L_{\text{样}} - \Delta L_{\text{标}}}{(T_2 - T_1) \cdot L_0} + \alpha_{\text{标}} \cdot \frac{L_{\text{标}_0}}{L_0} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\alpha_{(T_1-T_2)}$ ——试样在 T_1 至 T_2 （ $T_2 > T_1$ ）温度区间平均热膨胀系数，单位为每摄氏度（ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ）；

T_1 ——起始参考温度（一般为室温），单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

T_2 ——测试目标温度（ $T_2 > T_1$ ），单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

$L_{\text{标}_0}$ ——标准样品初始长度，单位为毫米（mm）；

L_0 ——试样初始长度，单位为毫米（mm）；

$\alpha_{\text{标}}$ ——标准样品在 T_1 至 T_2 温度区间平均热膨胀系数，单位为每摄氏度（ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ）。

数值修约按 GB/T 8170 规定进行，结果保留 3 位有效数字。

8 允许差

两次试验的重复性应不大于4%。

9 试验报告

试验报告应至少包括下列内容：

a) 委托单位；

b) 试样编号、名称及规格；

- c) 试验条件;
- d) 试验结果;
- e) 试验单位;
- f) 审核人员;
- g) 试验日期;
- h) 试验方法。

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示