



中华人民共和国国家标准

GB/T 5464—XXXX

代替 GB/T 5464—2010

建筑材料不燃性试验方法

Non-combustibility test method for building materials

(ISO 1182: 2020, Reaction to fire tests for products—
Non-combustibility test, MOD)

(报批稿)

(完成时间: 2025.08)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验装置	2
5 试样	9
6 状态调节	10
7 试验程序	10
8 试验结果表述	18
9 试验报告	18
附录 A（资料性）试验方法的精密度	19
附录 B（资料性）试验装置的典型设计	21
附录 C（规范性）附加热电偶	24
附录 D（资料性）温度记录	25
参考文献	29

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。

本文件代替GB/T 5464—2010《建筑材料不燃性试验方法》。本文件与GB/T 5464—2010相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了次要组分和持续火焰的术语和定义（见 3.7 和 3.8）；
- b) 增加 2 支炉内热电偶的安装要求（见 4.4）；
- c) 更改了热电偶执行标准的要求（见 4.4，2010 年版的 4.4.1）；
- d) 更改了加热炉、试样和热电偶的位置示意图（见图 2，2010 年版的图 2）；
- e) 增加接触式热电偶及其辅助装置示意图（见图 4）；
- f) 更改了试样尺寸的要求，增加了试样制备中产生毛边时的处理要求，增加了试样叠加后的密度要求，增加了液体试样的制作要求（见第 5 章，2010 年版的第 5 章）；
- g) 更改了炉内温平衡的条件（见 7.2.4，2010 年版的 7.2.4）；
- h) 更改了炉内温度校准程序中的温度范围（见 7.3.2，2010 年版的 7.3.2）；
- i) 更改了试验提前终止的条件（见 7.4.8，2010 年版的 7.4.7）；
- j) 更改了试验期间的现象观察及炉内温度的记录要求（见 7.5，2010 年版的 7.5）；
- k) 更改了温升结果的表述（见 8.3，2010 年版的 8.3）。

本文件与 ISO 1182:2020 的技术差异及原因如下：

——更改了术语和定义引导语的引用文件，用GB/T 5907.1、GB/T 5907.2和GB 8624替换了ISO 13943（见第3章），以适应我国的技术条件；

——更改了术语“匀质制品”的定义表述（见3.4），以符合我国实际情况；

——更改了热电偶执行标准的要求，用GB/T 16839.1—2018替换了IEC 60584-1（见4.4），以符合我国实际情况。

——更改了状态调节执行标准的要求，用GB/T 40238替换了EN 13238（见第6章），以符合我国实际情况。

本文件做了下列编辑性改动：

——增加了 3.1 的来源，增加了 3.4 的来源。

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。

本文件由国家消防救援局提出。

本文件由全国消防标准化技术委员会（SAC/TC 113）归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——本文件于1985年首次发布GB/T 5464—1985，1999年第一次修订，2010年第二次修订；

——本次为第三次修订。

建筑材料不燃性试验方法

1 范围

本文件描述了在特定条件下使用加热炉系统测定非匀质制品主要组分和匀质制品不燃性的方法。

本文件适用于工业与民用建筑中使用的建筑材料、装饰装修材料及制品的不燃性测定，其他场所使用的材料及制品不燃性测定可参照使用。

附录A给出了试验方法精密度的信息。

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 5907.1 消防词汇 第1部分：通用术语

GB/T 5907.2 消防词汇 第2部分：火灾预防

GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级

GB/T 16839.1-2018 热电偶 第1部分：电动势规范和允差（IEC 60584-1:2013，IDT）

GB/T 40238 建筑材料及制品燃烧试验 基材选取、试样状态调节和安装要求

3 术语和定义

GB/T 5907.1、GB/T 5907.2和GB 8624中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

制品 product

要求给出相关信息的建筑材料、复合材料或组件。

[来源：GB 8624-2012，3.1]

3.2

材料 material

单一物质或均匀分布的混合物。

示例：金属、石材、木材、混凝土、含均匀分布胶合剂或聚合物的矿物棉等。

3.3

松散填充材料 loose fill material

形状不固定的材料。

3.4

匀质制品 homogeneous product

由单一材料组成的，或其内部具有均匀密度和组分的制品。

[来源：GB 8624—2012，3.4]

3.5

非匀质制品 non-homogeneous product

由多种主要和/或次要组分组成的、整个制品内部不具有均匀密度和成分的制品。

3.6

主要组分 substantial component

构成非匀质制品一个显著部分、具有单位面积质量大于等于 1.0 kg/m^2 或厚度大于等于 1.0 mm 的一层材料。

3.7

次要组分 non-substantial component

构成非匀质制品一个非显著部分、具有单位面积质量小于 1.0 kg/m^2 且厚度小于 1.0 mm 的一层材料。

3.8

持续火焰 sustained flaming

在试样可见部分持续 5 s 甚至更长时间的火焰。

注：稳定的蓝色发光气体区不能视作火焰。这种气体区是试验报告的观察记录项。

4 试验装置

4.1 要求

试验装置环境应符合7.1给出的要求。加热炉的典型设计见附录B，也可采用其他满足要求的设计。

注1：在下述试验装置中，除规定了允差外，全部尺寸均为公称值。

试验装置应由加热炉、锥形空气稳流器和气流罩等构成。其中加热炉由缠绕电热线圈的炉管及其外部覆盖的隔热层组成，锥形空气稳流器固定在加热炉底部，气流罩固定在加热炉顶部。

加热炉应安装在支架上，并配备试样架和插入装置。

应使用符合4.4规定的热电偶测量炉内温度和炉壁温度。使用符合4.5规定的热传感器沿加热炉中心轴线测量炉内温度。

注2：附录C给出了附加热电偶的详细信息，用以测量试样表面温度和试样中心温度。

4.2 炉管、气流罩和支架

4.2.1 炉管

炉管应由表1规定的密度为 $(2800 \pm 300) \text{ kg/m}^3$ 的耐火材料制成，高 $(150 \pm 1) \text{ mm}$ ，内径 $(75 \pm 1) \text{ mm}$ ，壁厚 $(10 \pm 1) \text{ mm}$ 。

表 1 炉管耐火材料的含量

材 料	含量/% (质量百分数)
三氧化二铝 (Al_2O_3)	>89
二氧化硅和三氧化二铝 ($\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3$)	>98
三氧化二铁 (Fe_2O_3)	<0.45
二氧化钛 (TiO_2)	<0.25
四氧化三锰 (Mn_3O_4)	<0.1
其他微量氧化物 (Na, K, Ca, Mg 氧化物)	其他

炉管应安装在一个由隔热材料制成的高150 mm、壁厚10 mm的空心圆柱管的中心部位，并配以带有内凹缘的顶板和底板，以便将炉管定位。炉管与圆柱管之间的环状空间内应填充适当的隔热材料。

注1：附录B的B.2给出了典型的炉管设计。

加热炉底面连接一个两端开口的倒锥形空气稳流器，其长为500 mm，并从内径(75±1) mm的顶部均匀缩减至内径(10±0.5) mm的底部。空气稳流器采用1 mm厚的钢板制作，其内表面应光滑，与加热炉之间的接口处紧密、不漏气、内表面光滑。空气稳流器的上半部采用适当的材料进行外部隔热。

注2：附录B的B.3给出了典型隔热材料信息。

4.2.2 气流罩

气流罩采用与空气稳流器相同的材料制成，高50 mm、内径(75±1) mm。气流罩安装在加热炉顶部，与加热炉接口处的内表面应光滑。气流罩外部应采用适当的材料进行隔热。

注：附录B的B.4给出了典型的隔热材料信息。

4.2.3 支架

加热炉、空气稳流器和气流罩三者组合后安装在稳固的水平支架上。该支架由底座和气流屏组成，气流屏高550 mm，用以减少稳流器底部的气流抽力，稳流器底部高于支架底面250 mm。

4.3 试样架和插入装置

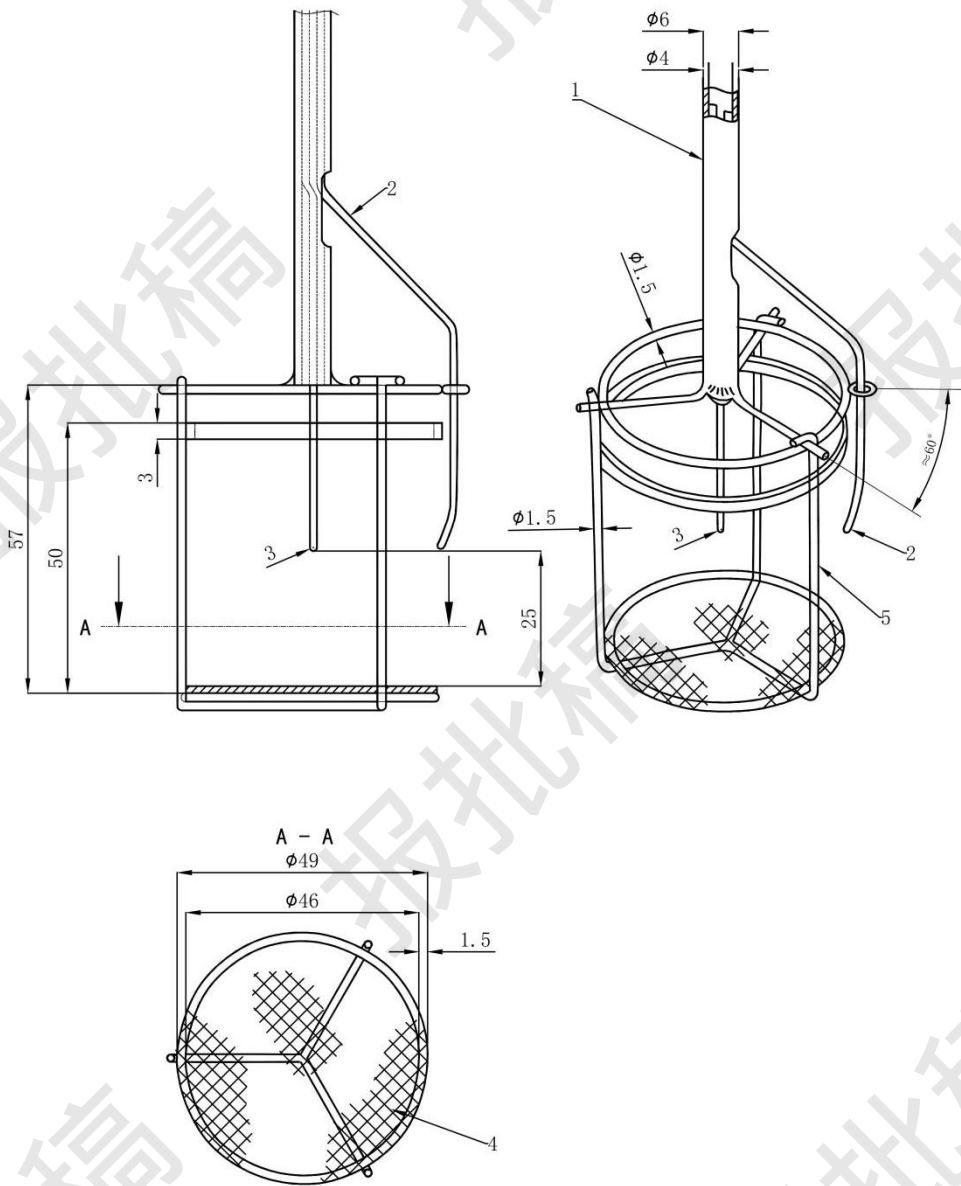
4.3.1 试样架

试样架(按图1所示)采用镍/铬或耐热钢丝制成，质量为(15±2) g，其底部安装一层耐热金属丝网。长期使用会导致试样架质量下降，应定期检查试样架的质量。

试样架应能够悬挂在一根外径6 mm、内径4 mm的不锈钢管制成的支撑件底端。

对于松散填充材料，试样架应为圆柱形，采用图1中的耐热金属丝网制成，内径与5.1规定的试样外径相同。试样架顶部应开口，且质量不超过30 g。

单位为毫米



标引序号说明:

- 1——不锈钢管支撑件;
- 2——试样表面热电偶;
- 3——试样中心热电偶;
- 4——耐热金属丝网 (网孔直径 0.9 mm、丝径 0.4 mm);
- 5——试样架垂直挡条。

图 1 试样架

4.3.2 插入装置

插入装置为一根金属滑动杆，滑动杆能在加热炉侧面的垂直导槽内自由滑动。插入装置能使试样架平稳地沿加热炉轴线移动，并保证试样在试验期间位于加热炉的几何中心。

4.4 热电偶

采用丝径为0.3 mm，外径为1.5 mm的K型热电偶或N型热电偶，其测量端应绝缘且不接地。热电偶应满足GB/T 16839.1-2018规定的I级允差等级要求。铠装保护材料为不锈钢或镍合金。新热电偶在使用前应进行人工老化以减少其反射率。

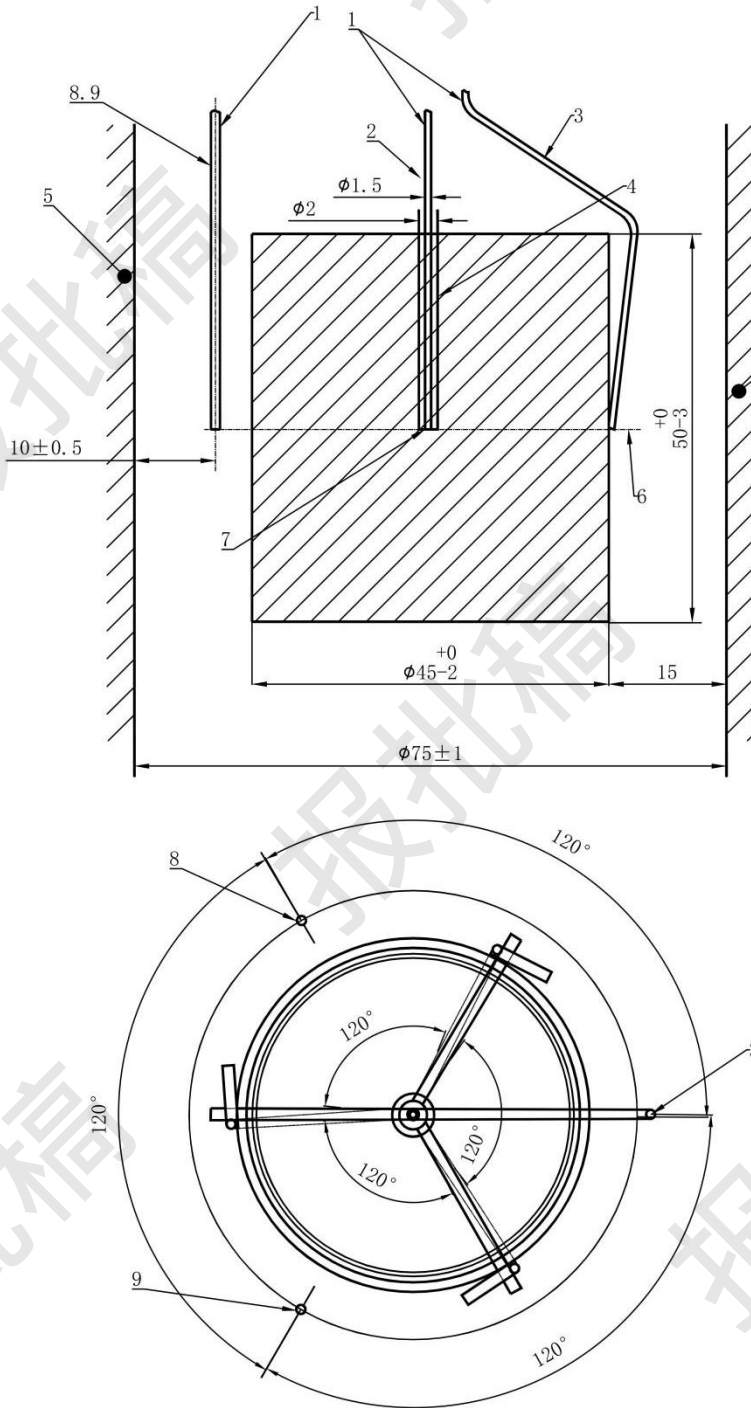
注：一种适用的老化方法是在不放入任何试样的情况下进行1 h试验。

加热炉、试样和热电偶的位置按图2所示。2支炉内热电偶（TC1和TC2）的测量端应位于炉管高度的中点，距炉管内壁（ 10 ± 0.5 ）mm，可借助一根固定于气流罩上的导杆确保热电偶处于正确位置。

可按图3所示的定位杆确定炉内热电偶位置，定位时定位杆焊接点的高度应高于热电偶测量端（ 40 ± 5 ）mm。炉内热电偶应在750℃时进行初始校准，校准获得的修正因子用于修正试验结果。200次试验后更换炉内热电偶。

附录C规定了附加热电偶（试样表面热电偶、试样中心热电偶）及其定位信息，附加热电偶为可选热电偶。

单位为毫米



标引序号说明：

1——铠装热电偶；

2——试样中心热电偶；

3——试样表面热电偶；

4——直径 2 mm 的孔；

5——加热炉壁；

6——测温平面；

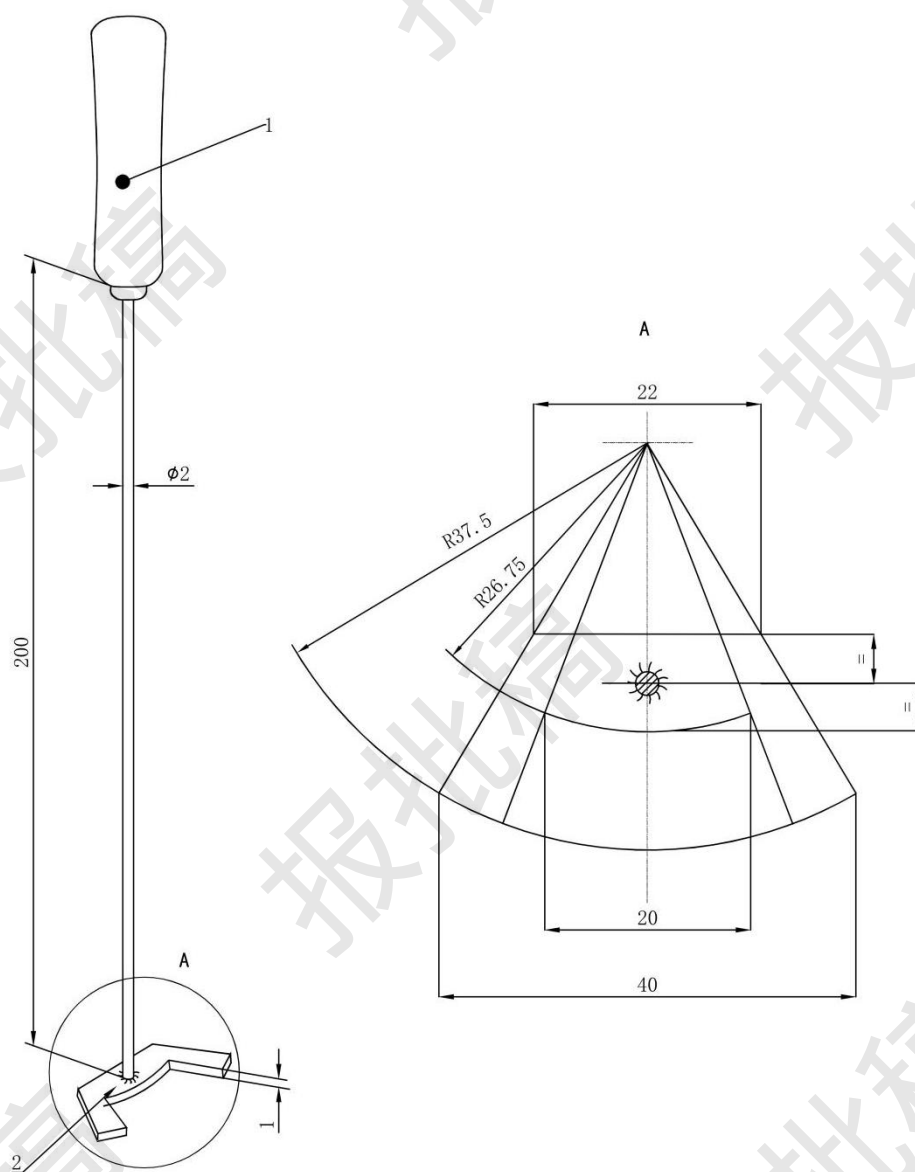
7——热电偶与材料间的接触位置；

8——炉内热电偶 TC1；

9——炉内热电偶 TC2。

图 2 加热炉、试样和热电偶的位置

单位为毫米



标引序号说明:

- 1——木柄;
2——焊接点。

图3 定位杆

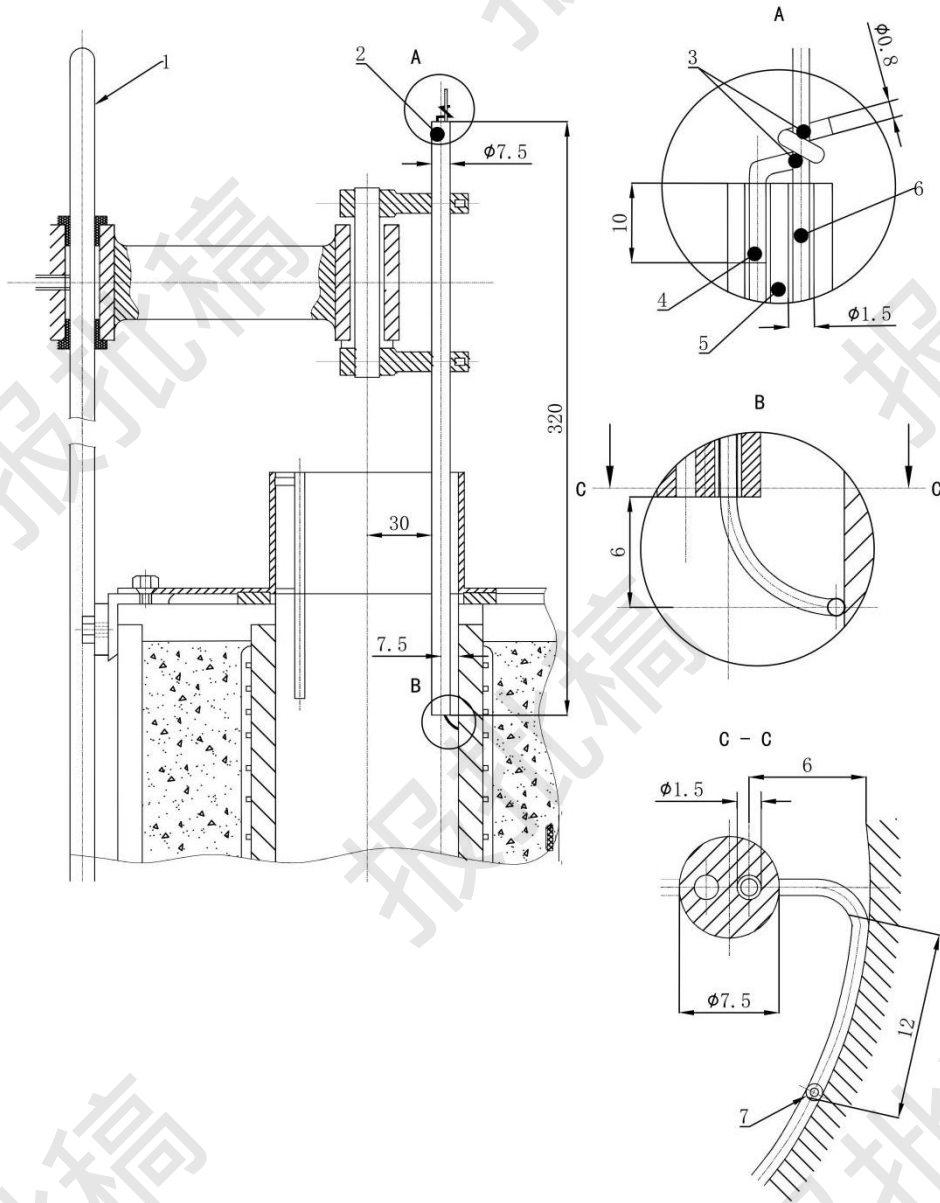
4.5 热传感器

热传感器由1支4.4中规定型号的热电偶焊接在直径 (10 ± 0.2) mm、高 (15 ± 0.2) mm的铜柱上制成，热电偶测量端应在铜柱体的几何中心处。

4.6 接触式热电偶

应为1支4.4中规定的热电偶，按图4所示。

单位为毫米



标引序号说明:

1——耐热钢杆;

2——氧化铝陶瓷热电偶护套;

3——银焊;

4——钢丝;

5——陶瓷管;

6——铂装热电偶。

7——测量端。

图 4 接触式热电偶及其辅助装置示意图

4.7 观察镜

为了操作安全,可在试验装置上方不影响试验的位置设置一面观察镜观察持续火焰。

注:观察镜为正方形,边长为300 mm,与水平方向呈30°夹角,安放在加热炉上方1 m处。

4.8 天平

称量准确度为0.01 g。

4.9 稳压器

额定功率不小于1.5 kVA的单相自动稳压器，其电压在从零至满负荷的输出过程中精度应在额定值的±1%以内。

4.10 调压变压器

最大控制功率应达1.5 kVA，输出电压能在零至输入电压的范围内进行调节。

4.11 电气仪表

应配备电流表、电压表或功率表，以便对加热炉工作温度进行快速设定。电气仪表应能测量7.2.3规定的电力要求。

4.12 功率控制器

功率控制器应是导通角控制方式输出1.5 kVA的可控硅器件，其最大电压不超过100 V，而电流的限度能调节至“100%功率”，即等于电阻带的最大额定值，可代替4.9~4.11规定的稳压器、调压变压器和电气仪表。功率控制器的稳定性约1.0%，设定点的重复性为±1.0%，在设定范围内，输出功率应呈线性变化。

4.13 温度记录仪

温度记录仪应能测量热电偶的输出信号，其分辨率约1℃或相应的毫伏值，并能以不超过1 s的间隔时间持续记录。

注：记录仪工作量程为10 mV，在大约700℃时的输出电压漂移约为0。

4.14 计时器

持续记录试验时间，其精度小于等于1 s/h。

4.15 干燥皿

贮存经状态调节的试样（见第6章）。

5 试样

5.1 试样尺寸

试样为圆柱体，直径 $45_{-0.2}^{+0.1}$ mm，高 $50_{-0.3}^{+0.1}$ mm。

应从代表制品的足够大的样品上制取试样。

5.2 试样制备

5.2.1 若材料厚度不满足 $50_{-0.3}^{+0.1}$ mm，应叠加材料层数或调整材料厚度。

5.2.2 每层材料均应在试样架中水平放置，并用两根直径不超过0.5 mm的铁丝将各层捆扎在一起，以排除各层间的气隙，但不应施加显著的压力。松散填充材料的试样应符合实际应用条件下的外观和密度

等特性。

5.2.2.1 若试样由多层材料叠加制成，则试样密度宜与生产商提供的制品密度一致。

5.2.2.2 若试样表面或边缘产生毛边，试验前应除去毛边。去除毛边后的试样尺寸与 5.1 一致。

5.2.3 若制品，或制品的主要组分为胶水或其他液体，则应按以下步骤制备试样。

5.2.3.1 将待测样品注入适当直径的塑料管中，固化形成 1 个试样。

注：待测样品固化后可能收缩，适当的尺寸修正有助于获取符合要求的试样。

5.2.3.2 若试样的试验现象正常，则按 5.2.3.1 制取剩余试样。

5.2.3.3 若试样的试验现象异常（如鼓泡引起试样剥落或炸裂），则按 5.2.3.4 制取试样。

注：若试样出现长时间燃烧或膨胀等可能损坏试验装置的现象时，终止试验。用马弗炉加热试样的预试验方式能确定上述现象是否发生。

5.2.3.4 若无法直接固化出满足要求的试样，应将样品固化成薄片，固化后的薄片厚度应为制品实际应用中的最大厚度，将薄片剪切成圆形并多片叠加制成试样。

5.2.3.5 当试样由胶水或其他液体制备时，测量试样中心温度的开孔（见附录 C）可能聚集试样产生的可燃性气体，导致出现火焰。所以不宜使用附加热电偶测量上述试样的中心温度。

5.3 试样数量

按 7.4 给出的程序，一共测试 5 组试样。

注：若分级体系标准有其他要求可增加试样数量。

6 状态调节

试样应先按 GB/T 40238 进行状态调节，再将试样放入 $(60 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的鼓风干燥箱内调节 20 h~24 h，最后将试样置于干燥皿中冷却至室温。

试验前应称量每个试样的质量，精确至 0.01 g。

7 试验程序

7.1 试验环境

试验装置不应暴露于风口、强光环境中。

试验过程中室温变化不应超过 5°C 。

7.2 试验前准备

7.2.1 试样架

将试样架（见 4.3）及其支撑件从炉内移开。

7.2.2 热电偶

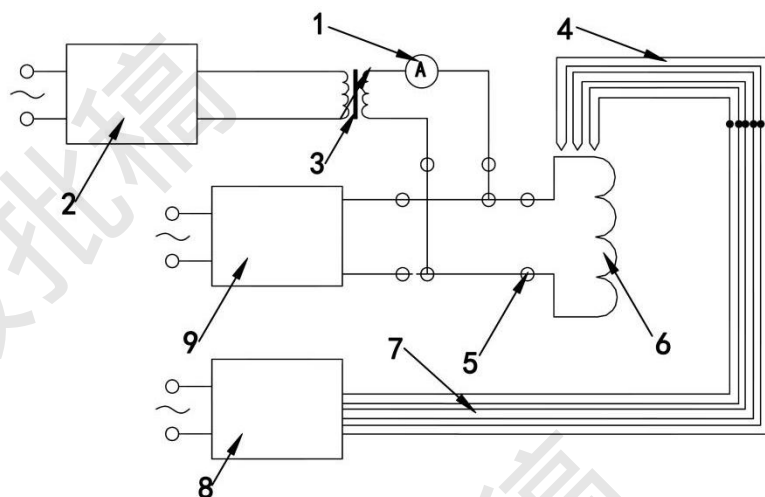
应按 4.4 的规定布置 2 支炉内热电偶，若需要使用附加热电偶，则按照 4.4 及附录 C 的规定布置。热电偶通过补偿导线连接温度记录仪（见 4.13）。

7.2.3 供电系统

将加热炉的电热线圈连接到稳压器（见4.9）、调压变压器（见4.10）、电气仪表（见4.11）或功率控制器（见4.12），按图5所示。试验期间，加热炉不应采用自动恒温方式控制。

在稳态条件下，电压约100 V时，电热线圈通过约9 A~10 A的电流，最大电流不宜超过11 A，避免过载。

对新的炉管，开始时宜慢慢加热，加热炉升温程序以约200℃分段，每个温度段加热2 h。



标引序号说明：

1——电流表；

2——稳压器；

3——调压器；

4——热电偶；

5——接线端子；

6——加热炉电阻带；

7——补偿导线；

8——温度显示器；

9——功率控制器。

图5 试验装置和附加设备的布置

7.2.4 炉内温度平衡

调节输入功率，连续记录温度数据，使2支炉内热电偶测量的温度（ T_1 和 T_2 ）（见4.4）稳定在（750±5）℃至少10 min。10 min的 T_1 和 T_2 的温度漂移（线性回归）均不应超过2℃，且 T_1 与其平均温度、 T_2 与其平均温度的最大偏差均不超过10℃（见附录D）。

7.3 校准程序

7.3.1 炉壁温度

7.3.1.1 使炉内温度达到7.2.4的平衡要求，用4.6规定的接触式热电偶和4.13规定的温度记录仪测量炉壁温度。在炉壁上取三条垂轴线并测量相邻垂轴线的距离，确保相邻垂轴线之间等距，且相邻测温点的水平夹角为120°。对于每条垂轴线，记录其炉管高度中心处及该中心上下各30 mm处的炉壁温度（见表2）。

可采用图4所示带有热电偶和隔热套管的扫描装置测量炉壁温度。对每个测温点，待温度稳定后读取该点温度值。

表2给出了9个测温点的温度读数， T_{ij} （ i 为轴1~轴3； j 为a、b、c，分别代表30 mm、0 mm及-30 mm）。

表2 炉壁温度读数

垂轴线	位 置		
	a (30 mm处)	b (0 mm处)	c (-30 mm处)
1 (0°)	$T_{1,a}$	$T_{1,b}$	$T_{1,c}$
2 (120°)	$T_{2,a}$	$T_{2,b}$	$T_{2,c}$
3 (240°)	$T_{3,a}$	$T_{3,b}$	$T_{3,c}$

7.3.1.2 记录并计算 7.3.1.1 规定的 9 个温度读数的算术平均值, 作为平均炉壁温度 T_{avg} , 见公式 (1)。

$$T_{avg} = \frac{T_{1,a} + T_{1,b} + T_{1,c} + T_{2,a} + T_{2,b} + T_{2,c} + T_{3,a} + T_{3,b} + T_{3,c}}{9} \dots \dots \dots (1)$$

式中:

- T_{avg} —— 平均炉壁温度, °C;
- $T_{1,a}$ —— 1 (0°) 垂轴线上 (30 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{1,b}$ —— 1 (0°) 垂轴线上 (0 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{1,c}$ —— 1 (0°) 垂轴线上 (-30 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{2,a}$ —— 2 (120°) 垂轴线上 (30 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{2,b}$ —— 2 (120°) 垂轴线上 (0 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{2,c}$ —— 2 (120°) 垂轴线上 (-30 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{3,a}$ —— 3 (240°) 垂轴线上 (30 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{3,b}$ —— 3 (240°) 垂轴线上 (0 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{3,c}$ —— 3 (240°) 垂轴线上 (-30 mm 处) 的炉壁温度, °C。

分别计算 7.3.1.1 规定的每条垂轴线上温度读数的算术平均值, 将其作为该垂轴线上的平均炉壁温度, 见公式 (2) ~ 公式 (4)。

$$T_{avg,axis1} = \frac{T_{1,a} + T_{1,b} + T_{1,c}}{3} \dots \dots \dots (2)$$

式中:

- $T_{avg,axis1}$ —— 1 (0°) 垂轴线上的平均炉壁温度, °C;
- $T_{1,a}$ —— 1 (0°) 垂轴线上 (30 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{1,b}$ —— 1 (0°) 垂轴线上 (0 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{1,c}$ —— 1 (0°) 垂轴线上 (-30 mm 处) 的炉壁温度, °C。

$$T_{avg,axis2} = \frac{T_{2,a} + T_{2,b} + T_{2,c}}{3} \dots \dots \dots (3)$$

式中:

- $T_{avg,axis2}$ —— 2 (120°) 垂轴线上的平均炉壁温度, °C;
- $T_{2,a}$ —— 2 (120°) 垂轴线上 (30 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{2,b}$ —— 2 (120°) 垂轴线上 (0 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{2,c}$ —— 2 (120°) 垂轴线上 (-30 mm 处) 的炉壁温度, °C。

$$T_{avg,axis3} = \frac{T_{3,a} + T_{3,b} + T_{3,c}}{3} \dots \dots \dots (4)$$

式中:

- $T_{avg,axis3}$ —— 3 (240°) 垂轴线上的平均炉壁温度, °C;
- $T_{3,a}$ —— 3 (240°) 垂轴线上 (30 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{3,b}$ —— 3 (240°) 垂轴线上 (0 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{3,c}$ —— 3 (240°) 垂轴线上 (-30 mm 处) 的炉壁温度, °C。

分别计算每条垂轴线上平均炉壁温度与9个测温点的平均炉壁温度的偏差,见公式(5)~公式(7)。

$$T_{\text{dev,axis1}}=100 \times \frac{|T_{\text{avg}}-T_{\text{avg,axis1}}|}{T_{\text{avg}}} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$T_{\text{dev,axis1}}$ ——1 (0°) 垂轴线上平均炉壁温度与9个测温点的平均炉壁温度的偏差, %;

T_{avg} ——平均炉壁温度, °C;

$T_{\text{avg,axis1}}$ ——1 (0°) 垂轴线上平均炉壁温度, °C。

$$T_{\text{dev,axis2}}=100 \times \frac{|T_{\text{avg}}-T_{\text{avg,axis2}}|}{T_{\text{avg}}} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$T_{\text{dev,axis2}}$ ——2 (120°) 垂轴线上平均炉壁温度与9个测温点的平均炉壁温度的偏差, %;

T_{avg} ——平均炉壁温度, °C;

$T_{\text{avg,axis2}}$ ——2 (120°) 垂轴线上平均炉壁温度, °C。

$$T_{\text{dev,axis3}}=100 \times \frac{|T_{\text{avg}}-T_{\text{avg,axis3}}|}{T_{\text{avg}}} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$T_{\text{dev,axis3}}$ ——3 (240°) 垂轴线上平均炉壁温度与9个测温点的平均炉壁温度的偏差, %;

T_{avg} ——平均炉壁温度, °C;

$T_{\text{avg,axis3}}$ ——3 (240°) 垂轴线上平均炉壁温度, °C。

计算3条垂轴线上平均炉壁温度与9个测温点的平均炉壁温度偏差的算术平均值,见公式(8)。

$$T_{\text{avg,dev,axis}} = \frac{T_{\text{dev,axis1}} + T_{\text{dev,axis2}} + T_{\text{dev,axis3}}}{3} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$T_{\text{avg,dev,axis}}$ ——3条垂轴线上平均炉壁温度与9个测温点的平均炉壁温度偏差的算术平均值;

$T_{\text{dev,axis1}}$ ——1 (0°) 垂轴线上平均炉壁温度与9个测温点的平均炉壁温度的偏差, %;

$T_{\text{dev,axis2}}$ ——2 (120°) 垂轴线上平均炉壁温度与9个测温点的平均炉壁温度的偏差, %;

$T_{\text{dev,axis3}}$ ——3 (240°) 垂轴线上平均炉壁温度与9个测温点的平均炉壁温度的偏差, %。

计算按7.3.1规定测量的3条垂轴线上同一水平位置的炉壁温度读数的算术平均值,见公式(9)~公式(11)。

$$T_{\text{avg,levela}} = \frac{T_{1,a} + T_{2,a} + T_{3,a}}{3} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$T_{\text{avg,levela}}$ ——(30 mm处)水平位置的平均炉壁温度;

$T_{1,a}$ ——1 (0°) 垂轴线上(30 mm处)的炉壁温度, °C;

$T_{2,a}$ ——2 (120°) 垂轴线上(30 mm处)的炉壁温度, °C;

$T_{3,a}$ ——3 (240°) 垂轴线上(30 mm处)的炉壁温度, °C。

$$T_{\text{avg,levelb}} = \frac{T_{1,b} + T_{2,b} + T_{3,b}}{3} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$T_{\text{avg,levelb}}$ ——(0 mm处)水平位置的平均炉壁温度;

$T_{1,b}$ ——1 (0°) 垂轴线上(0 mm处)的炉壁温度, °C;

$T_{2,b}$ ——2 (120°) 垂轴线上(0 mm处)的炉壁温度, °C;

$T_{3,b}$ ——3 (240°) 垂轴线上(0 mm处)的炉壁温度, °C。

$$T_{\text{avg,levelc}} = \frac{T_{1,c} + T_{2,c} + T_{3,c}}{3} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

- $T_{\text{avg,levelc}}$ —— (-30 mm 处) 水平位置的平均炉壁温度;
- $T_{1,c}$ —— 1 (0°) 垂轴线上 (-30 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{2,c}$ —— 2 (120°) 垂轴线上 (-30 mm 处) 的炉壁温度, °C;
- $T_{3,c}$ —— 3 (240°) 垂轴线上 (-30 mm 处) 的炉壁温度, °C。

计算每一水平位置的平均炉壁温度值相对于9个测温点的平均炉壁温度的偏差, 见公式 (12) ~ 公式 (14)。

$$T_{\text{dev,levela}} = 100 \times \left| \frac{T_{\text{avg}} - T_{\text{avg,levela}}}{T_{\text{avg}}} \right| \dots\dots\dots (12)$$

式中:

- $T_{\text{dev,levela}}$ —— (30 mm 处) 水平位置的平均炉壁温度与 9 个测温点的平均炉壁温度的偏差;
- T_{avg} —— 炉壁平均温度, °C;
- $T_{\text{avg,levela}}$ —— (30 mm 处) 水平位置的平均炉壁温度。

$$T_{\text{dev,levelb}} = 100 \times \left| \frac{T_{\text{avg}} - T_{\text{avg,levelb}}}{T_{\text{avg}}} \right| \dots\dots\dots (13)$$

式中:

- $T_{\text{dev,levelb}}$ —— (0 mm 处) 水平位置的平均炉壁温度与 9 个测温点的平均炉壁温度的偏差;
- T_{avg} —— 炉壁平均温度, °C;
- $T_{\text{avg,levelb}}$ —— (0 mm 处) 水平位置的平均炉壁温度。

$$T_{\text{dev,levelc}} = 100 \times \left| \frac{T_{\text{avg}} - T_{\text{avg,levelc}}}{T_{\text{avg}}} \right| \dots\dots\dots (14)$$

式中:

- $T_{\text{dev,levelc}}$ —— (-30 mm 处) 水平位置的平均炉壁温度与 9 个测温点的平均炉壁温度的偏差;
- T_{avg} —— 炉壁平均温度, °C;
- $T_{\text{avg,levelc}}$ —— (-30 mm 处) 水平位置的平均炉壁温度。

计算3个水平位置的平均炉壁温度与9个测温点的平均炉壁温度偏差的算术平均值, 见公式 (15)。

$$T_{\text{avg,dev,level}} = \frac{T_{\text{dev,levela}} + T_{\text{dev,levelb}} + T_{\text{dev,levelc}}}{3} \dots\dots\dots (15)$$

式中:

- $T_{\text{avg,dev,level}}$ —— 3 个水平位置的平均炉壁温度与 9 个测温点的平均炉壁温度偏差的算术平均值;
- $T_{\text{dev,levela}}$ —— (30 mm 处) 水平位置的平均炉壁温度与 9 个测温点的平均炉壁温度的偏差;
- $T_{\text{dev,levelb}}$ —— (0 mm 处) 水平位置的平均炉壁温度与 9 个测温点的平均炉壁温度的偏差;
- $T_{\text{dev,levelc}}$ —— (-30 mm 处) 水平位置的平均炉壁温度与 9 个测温点的平均炉壁温度的偏差。
- $T_{\text{avg,dev,axis}}$ (见公式8) 不应超过0.5%, $T_{\text{avg,dev,level}}$ (见公式15) 不应超过1.5%。

7.3.1.3 位置 (30mm) 处的 $T_{\text{avg,levela}}$ (见公式 9) 应低于位置 (-30 mm) 处的 $T_{\text{avg,levelc}}$, 见公式 (11)。

7.3.2 炉内温度

7.3.2.1 使炉内温度达到 7.2.4 的平衡要求, 按 7.3.1 的规定校准炉壁温度后, 用 4.5 规定的热传感器和 4.13 规定的温度记录仪沿加热炉中轴线测量温度。应采用合适的定位装置对热传感器进行定位, 垂直定位的参考面是热传感器铜柱体的上表面。

沿炉管的中轴线, 在炉管高度中点处记录该测温点温度值。

沿炉管中轴线的中点向下，以不超过10 mm的间距设置测温点，移动热传感器直至抵达炉管底部，待温度读数稳定5 min后，记录每个测温点的温度值。

沿炉管中轴线的底部向上，以不超过10 mm的间距设置测温点，移动热传感器直至抵达炉管顶部，待温度读数稳定5 min后，记录每个测温点的温度值。

沿炉管中轴线的顶部向下，以不超过10 mm的间距设置测温点，移动热传感器直至抵达炉管中点，待温度读数稳定5 min后，记录每个测温点的温度值。

每个测温点均记录两个温度值，一个是向上移动时测量的温度值，另一个是向下移动时测量的温度值，并计算其算术平均值。

7.3.2.2 同一测温点的平均温度应符合公式（16）和公式（17）的规定（按图6所示）：

$$T_{\min} = 541.653 + (5.901 \times h_{\text{furn}}) - (0.067 \times h_{\text{furn}}^2) + (3.375 \times 10^{-4} \times h_{\text{furn}}^3) - (8.553 \times 10^{-7} \times h_{\text{furn}}^4) \dots\dots\dots (16)$$

式中：

T_{\min} ——同一测温点的平均温度的最小值；

h_{furn} ——测温点的高度（mm）；测温点位于炉管底部时 $h_{\text{furn}}=0$ 。

$$T_{\max} = 614.167 + (5.347 \times h_{\text{furn}}) - (0.08138 \times h_{\text{furn}}^2) + (5.826 \times 10^{-4} \times h_{\text{furn}}^3) - (1.772 \times 10^{-6} \times h_{\text{furn}}^4) \dots\dots\dots (17)$$

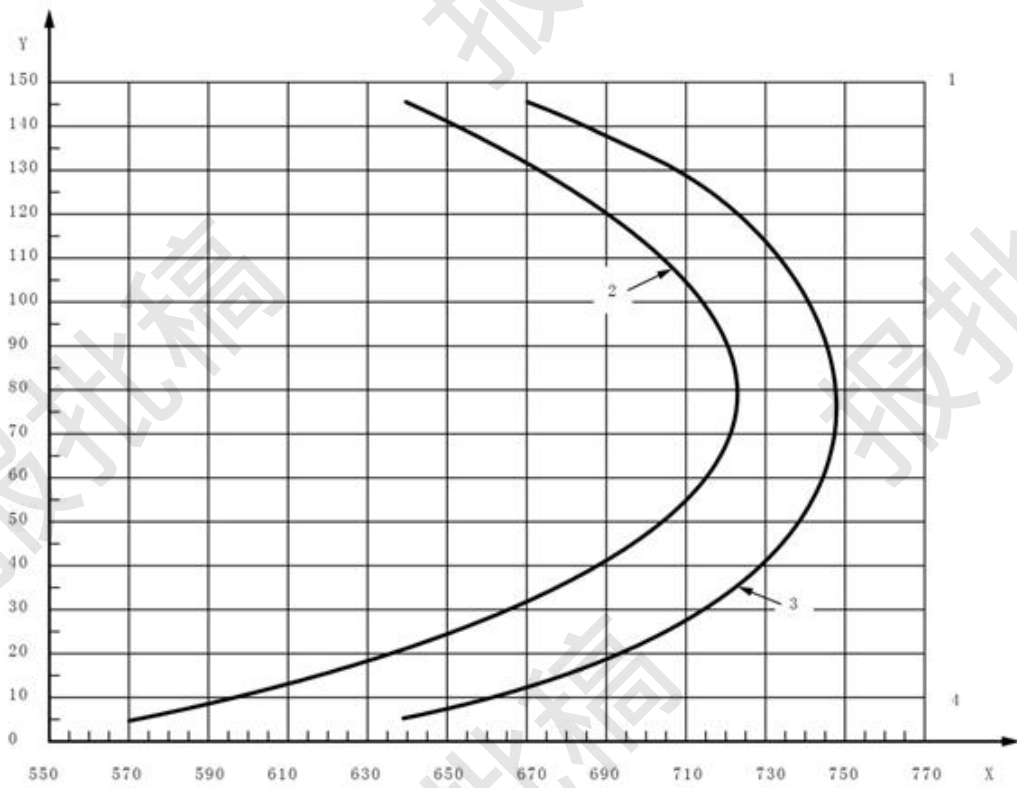
式中：

T_{\max} ——同一测温点的平均温度的最大值，℃；

h_{furn} ——测温点的高度（mm）；测温点位于炉管底部时 $h_{\text{furn}}=0$ 。

注：公式（16）和（17）为表3数据值的近似公式。

表3给出了图6中的数据。



标引序号说明：

X——温度, T ($^{\circ}\text{C}$) ;

2——温度下限, T_{\min} ;

Y——炉管中测温点高度, h_{furn} (mm) ;

3——温度上限, T_{\max} ;

1——炉管顶部;

4——炉管底部。

图 6 采用热传感器沿炉内中轴线测量的温度曲线图

表 3 炉内温度分布值

炉管中测温点高度, h_{furn} mm	T_{\min} $^{\circ}\text{C}$	T_{\max} $^{\circ}\text{C}$
145	639	671
135	664	698
125	683	716
115	698	729
105	709	737
95	717	743
85	722	746
75	723	747
65	720	746
55	712	743
45	699	736

表3 炉内温度分布值（续）

炉管中测温点高度, h_{fum} mm	T_{min} ℃	T_{max} ℃
35	679	724
25	652	705
15	616	678
5	570	639

7.3.3 校准周期

当使用新的加热炉或更换炉管、电热线圈、隔热材料或供电系统时,应按7.3.1和7.3.2规定进行校准。

7.4 标准试验步骤

7.4.1 按7.2.4规定使炉内温度平衡。

如果温度记录仪没有实时计算功能,试验结束后应检查炉内温度是否达到平衡,如果不满足7.2.4的规定,应重新试验。

7.4.2 试验前应确保试验装置处于正常工作状态,如空气稳流器整洁畅通、插入装置能平稳滑动、试样架能准确插入炉内规定位置。

7.4.3 将1个试样放入试样架内(见4.3),试样架悬挂在支撑件上。

7.4.4 5 s内,将试样架插入炉内规定位置(见4.3.2)。

7.4.5 当试样位于炉内规定位置时,立即启动计时器(见4.14)。

7.4.6 记录炉内热电偶测量的温度(见4.4),必要时,测量并记录试样表面温度和中心温度(见附录C)。测量炉内温度的2支热电偶应按4.4的要求进行校准。

7.4.7 进行30 min试验。

2支炉内热电偶在最后10 min内温度漂移(线性回归)均不超过2℃时视为最终温度平衡。若炉内温度在30 min时达到最终温度平衡,结束试验。若30 min时未能达到最终温度平衡,继续试验,同时每隔5 min检查是否达到最终温度平衡,当炉内温度达到最终温度平衡或试验60 min时,应结束试验,从加热炉内取出试样架,试验时间为最后一个5 min的结束时刻或60 min(见附录D)。

若温度记录仪不能进行实时记录,试验后应检查试验结束的温度。若不能满足最终温度平衡,应重新试验。

若试验使用了附加热电偶,则应在所有热电偶均达到最终温度平衡或试验60 min时结束试验。

7.4.8 若任一热电偶所测温度较炉内初始温度[按7.5.3 a)规定]的温升超过200℃,则应移除试样,防止设备损坏。

7.4.9 收集试验时和试验后试样碎裂或掉落所有碳化物、灰或其他残屑,同试样一起放入干燥皿中冷却至环境温度后,称量试样的残留质量。

7.4.10 按7.4.1~7.4.9的规定共测试5个试样。

7.5 试验期间的观察

7.5.1 按7.4的规定,分别记录每个试样试验前和试验后的质量并记录试验期间试样的燃烧行为。

7.5.2 记录发生的持续火焰及持续时间,精确到s。记录出现稳定蓝色发光气体区的现象。

7.5.3 记录以下炉内热电偶测量的温度,单位为℃:

- a) 炉内初始温度 $T_{1,i}$ 和 $T_{2,i}$ ，即 7.2.4 规定的炉内温度平衡过程中最后 10 min 的温度平均值；
 - b) 炉内最高温度 $T_{1,max}$ 和 $T_{2,max}$ ，即整个试验期间的最高温度值；
 - c) 炉内最终温度 $T_{1,f}$ 和 $T_{2,f}$ ，即 7.4.7 规定的试验过程中最后 1 min 的温度平均值。
- 温度数据记录示例见附录D。若使用了附加热电偶，则按附录C的规定记录温度数据。

8 试验结果表述

8.1 质量损失

计算并记录按 7.5.1 规定测量的每个试样的质量损失，以试样初始质量的百分数表示。

8.2 持续火焰

计算并记录按 7.5.2 规定测量的每个试样持续火焰的持续时间总和，单位为 s。

8.3 温升

根据 7.5.3 的测试结果，计算并记录每个试样的炉内温升， $\Delta T_1 = T_{1,max} - T_{1,f}$ 和 $\Delta T_2 = T_{2,max} - T_{2,f}$ ，单位为 $^{\circ}\text{C}$ ；

计算并记录 5 个试样的炉内平均温升， $\Delta T = (\Delta T_1 + \Delta T_2) / 2$ ，单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。

9 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- a) 试验依据标准 GB/T 5464；
- b) 试验方法的偏离（适用时）；
- c) 试验室的名称及地址；
- d) 试验报告日期和编号；
- e) 委托试验单位的名称及地址；
- f) 制造商/送检方名称和地址（适用时）；
- g) 到样日期；
- h) 制品名称；
- i) 有关抽样程序描述（适用时）；
- j) 样品的密度、单位面积质量、厚度、成分等说明，试样的结构描述；
- k) 状态调节说明；
- l) 试验日期；
- m) 按 7.3.1 和 7.3.2 规定表述的校准结果；
- n) 按第 8 章规定表述的试验结果。若使用了附加热电偶，按第 8 章和附录 C 的 C.5 规定表述试验结果， ΔT_s 和 ΔT_c 作为资料性信息进行表述；
- o) 试验中观察到的现象；
- p) 声明：“试验结果仅与试样在特定试验条件下的性能有关，不能将其作为评价该制品在实际使用中潜在火灾危险性的唯一依据”。

附录 A

(资料性)

试验方法的精密度

表 A.1 给出了循环验证试验中测试的制品信息，采用的试验程序与本文件一致，区别是仅使用了 1 支炉内热电偶。

表 A.1 循环验证试验的制品

制品	密度 kg/m ³	厚度 mm
玻璃棉	10.9	100
石棉	145	50
纤维增强硅钙板	460	50.8
木纤维板	50	25
石膏纤维板 (含质量百分比10%的纸纤维)	1100	25
纤维素松散填充材料	30	—
矿棉松散填充材料	30	—
蛭石硅酸钙板	190	50.1
聚苯乙烯水泥板	50	25

表 A.2 给出了根据 ISO 5725-2 计算的温升 (ΔT , °C)、质量损失 (Δm , %) 和持续火焰的持续时间 (t_f , s) 三个参数在 95% 置信区间内的统计平均值 (m)、标准偏差 (S_f 和 S_R)、重复性 (r) 和再现性 (R) 数值。 r 和 R 值等于其合理标准偏差值的 2.8 倍。统计数据含离散值，不含异常值。

表 A.2 循环验证试验的统计结果

参数	平均值 m	标准偏差 S_f	标准偏差 S_R	r	R	S_f/m %	S_R/m %
ΔT , °C	1.60~144.17	1.13~20.17	1.13~54.26	3.15~56.47	3.15~151.94	9.37~70.36	0.64~0.36
Δm , %	2.12~90.13	0.25~1.68	0.33~3.06	0.71~4.70	0.93~8.57	0.55~29.60	1.33~29.62
t_f , s	0.00~251.22	0.00~37.05	0.00~61.75	0.00~103.73	0.00~172.90	9.19~43.37	23.62~136.19

注：由于除以非常小的平均值，所以百分数值变得非常大。

表 A.3 给出了每个参数的 S_f 、 S_R 、 r 和 R 的线性模型及相应的系数。图 A.1 给出的 ΔT 统计模型的曲线示例，对于质量损失 (%) 和火焰持续时间 (s) 参数，尽管这些模型在统计意义上是正确的，但由统计结果推导的模型实际意义不大。比线性模型更复杂的模型可能更好地拟合这些参数，但在循环验证试验中未予以考虑。

表 A.3 循环验证试验的统计模型

参数	S_f	S_R	r	R
ΔT , °C	$=1.26+0.10 \times \Delta T$	$=0.96+0.26 \times \Delta T$	$=3.53+0.29 \times \Delta T$	$=2.68+0.73 \times \Delta T$
Δm , %	$=0.00+0.09 \times \Delta m$	$=0.00+0.11 \times \Delta m$	$=0.00+0.24 \times \Delta m$	$=0.00+0.30 \times \Delta m$
t_f , s	$=0.00+0.14 \times t_f$	$=0.00+0.32 \times t_f$	$=0.00+0.38 \times t_f$	$=0.00+0.89 \times t_f$

当上述模型正确拟合这些参数，它们能用作预测“试验结果”的工具。能通过以下举例说明：假设实验室测试给定制品的一个试样，温升的测量结果为25℃，如果该实验室测试该制品的第二个试样，那么 r 的估值按公式（A.1）计算。

$$r = 3.53 + 0.29 \times 25 \approx 11^\circ\text{C} \quad \text{..... (A.1)}$$

式中：

r ——重复性，℃。

则第二个试样的试验结果在14℃～36℃范围内的概率为95%。

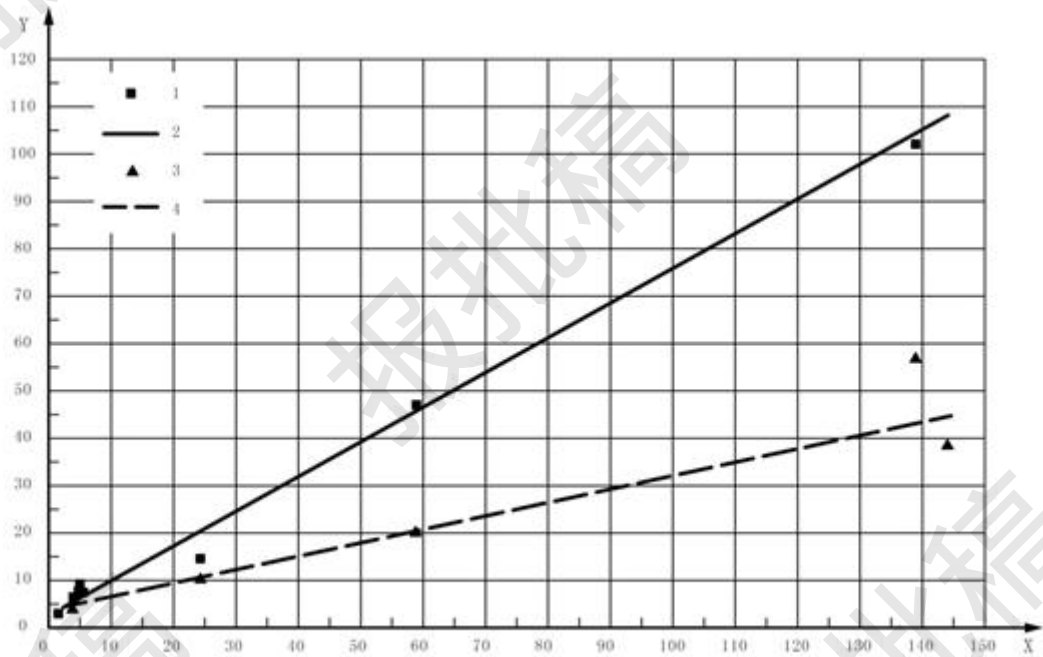
假设该制品由另一个实验室进行试验，那么 R 的估值按公式（A.2）计算。

$$R = 2.68 + 0.73 \times 25 \approx 21^\circ\text{C} \quad \text{..... (A.2)}$$

式中：

R ——再现性，℃。

则该实验室的试验结果在4℃～46℃范围内的概率为95%。



标引序号说明：

X——估算平均值 m ；

Y—— ΔT ；

1—— r ；

2—— r 模型；

3—— R ；

4—— R 模型。

图 A.1 $\Delta T(^\circ\text{C})$ 的统计模型

附录 B

(资料性)

试验装置的典型设计

B.1 概述

典型的试验装置如图 B.1 所示。

B.2 炉管

炉管可按图 B.2 所示的缠绕方式采用 80/20 的镍铬电阻带或电线进行缠绕。为了缠绕的准确性，可在炉管的表面进行开槽。

在炉管周围的环形空间可用密度为 $(170 \pm 30) \text{ kg/m}^3$ 的氧化镁粉进行填充。

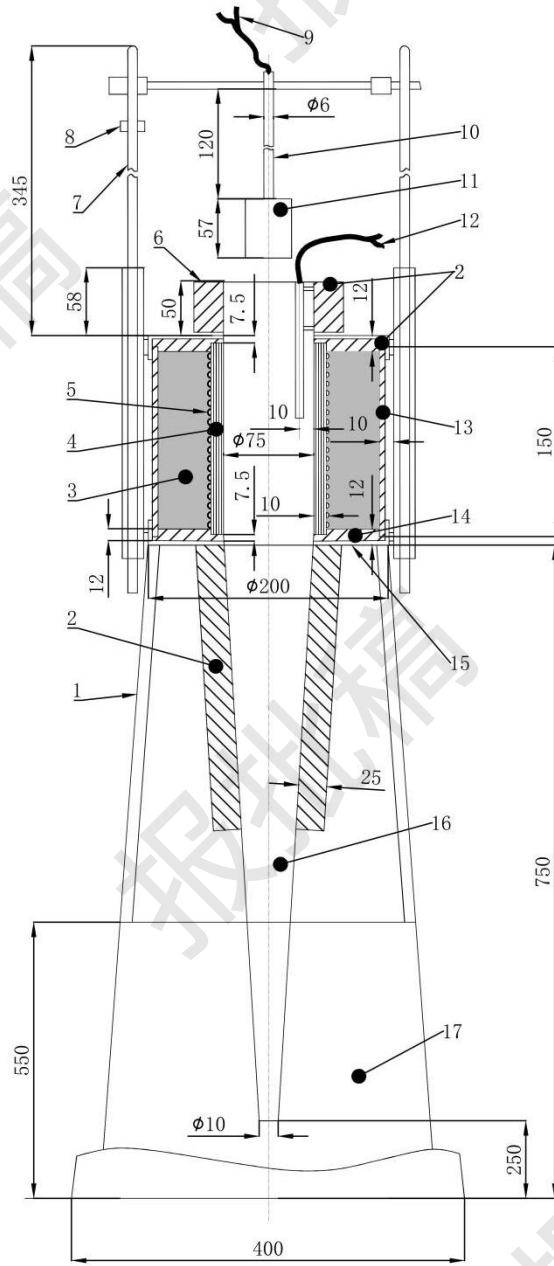
B.3 空气稳流器

空气稳流器的上半部分应采用厚 25 mm、导热系数为 $(0.04 \pm 0.01) \text{ W/(m}\cdot\text{k)}$ (平均温度为 20°C) 的矿棉纤维进行隔热处理。

B.4 气流罩

气流罩的外部应采用厚 25 mm、导热系数为 $(0.04 \pm 0.01) \text{ W/(m}\cdot\text{k)}$ (平均温度为 20°C) 的矿棉纤维进行隔热处理。

单位为毫米



标引序号说明:

- 1—支架;
- 2—矿棉隔热层;
- 3—氧化镁粉;
- 4—炉管;
- 5—加热电阻带;
- 6—气流罩;

- 7—插入装置;
- 8—定位块;
- 9—试样热电偶 (可选);
- 10—支撑件钢管;
- 11—试样架;
- 12—其中 1 支炉内热电偶。

- 13—外部隔热层;
- 14—矿物棉;
- 15—密封件;
- 16—空气稳流器;
- 17—气流屏 (钢板)。

图 B.1 典型的试验装置图

附录 C

(规范性)

附加热电偶

C.1 概述

除了测量炉内温度和炉壁温度（见4.1）外，必要时，可使用附加热电偶测量试样几何中心和试样表面的温度，附加热电偶的要求见C.2~C.4。

C.2 附加热电偶的位置

C.2.1 试样中心热电偶

试样中心热电偶的测量端应位于试样的几何中心（按图1和图2所示）。应从试样顶部沿中轴线开直径2 mm的孔实现定位。

C.2.2 试样表面热电偶

试样表面热电偶的测量端应位于试样中部，并与任意1支炉内热电偶呈120°夹角（按图1和图2所示）。

C.3 试验程序

按第7章规定进行试验，并全程记录试验过程中2支附加热电偶的测量温度。
对于热稳定性较差的材料试样，不应使用中心热电偶。

C.4 试验期间的观察

除了7.5中要求的观察内容外，还应记录以下数据：

- a) 试样中心热电偶的最高温度 $T_c(\max)$ ；
- b) 试样中心热电偶的最终温度 $T_c(\text{final})$ ；
- c) 试样表面热电偶的最高温度 $T_s(\max)$ ；
- d) 试样表面热电偶的最终温度 $T_s(\text{final})$ 。

试样表面和中心热电偶的最高和最终温度与7.5.3中与炉内热电偶的最高和最终温度定义相同。

C.5 试验结果的表述

计算并记录每个试样的附加热电偶的温升：

- a) 试样中心温升： $T_c = T_c(\max) - T_c(\text{final})$ ；
- b) 试样表面温升： $T_s = T_s(\max) - T_s(\text{final})$ 。

附录 D

(资料性)

温度记录

D.1 初始温度平衡

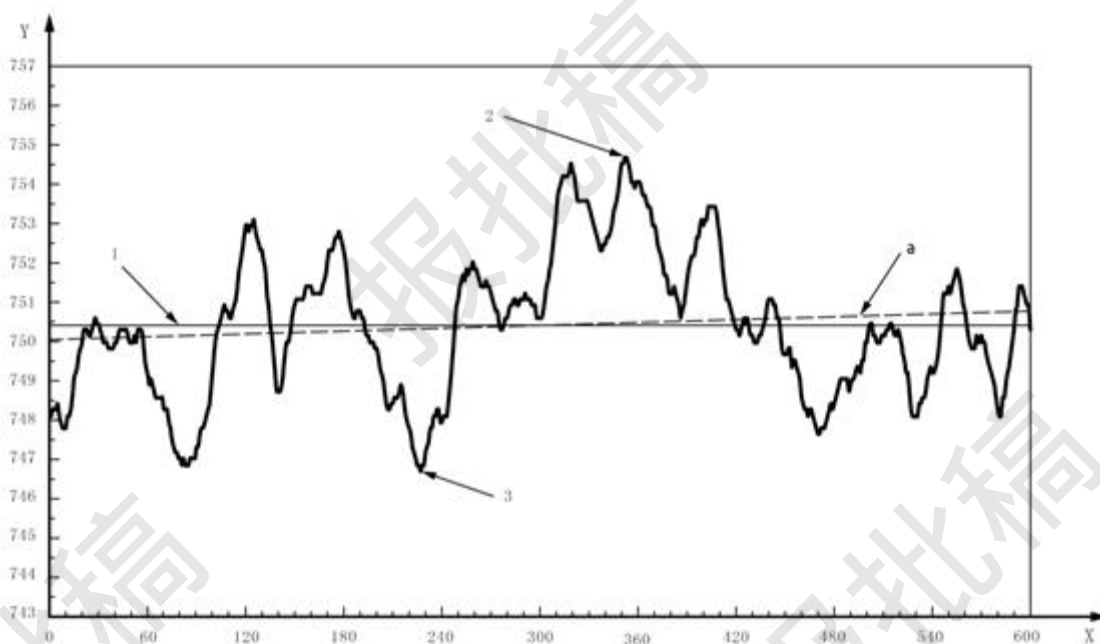
D.1.1 初始温度平衡的判定条件在7.2.4中给出。即在10min以上时间段内达到以下条件：

- a) 平均温度： $T_{\text{avg}} = (750 \pm 5) \text{ } ^\circ\text{C}$ ；
- b) 温度偏差： $|T - T_{\text{avg}}| \leq 10 \text{ } ^\circ\text{C}$ ；
- c) 漂移（线性回归）小于等于 $2 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

D.1.2 图D.1中给出了初始温度平衡的示例：

- 平均温度： $750.4 \text{ } ^\circ\text{C}$ ；
- 最大温度偏差： $4.3 \text{ } ^\circ\text{C}$ ；
- 漂移： $0.7 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

根据7.5.3对初始温度的定义， T_i 即等于 T_{avg} 。图D.1中 $T_i = 750.4 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。



标引序号说明：

X——时间 (s)；

Y——温度 ($^\circ\text{C}$)；

1—— $T_{\text{avg}} = 750.4 \text{ } ^\circ\text{C}$ ；

2—— $T_{\text{max}} = 754.7 \text{ } ^\circ\text{C}$ (354 s)；

3—— $T_{\text{min}} = 746.7 \text{ } ^\circ\text{C}$ (227 s)；

a——漂移 = $0.7 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

图 D.1 初始温度平衡

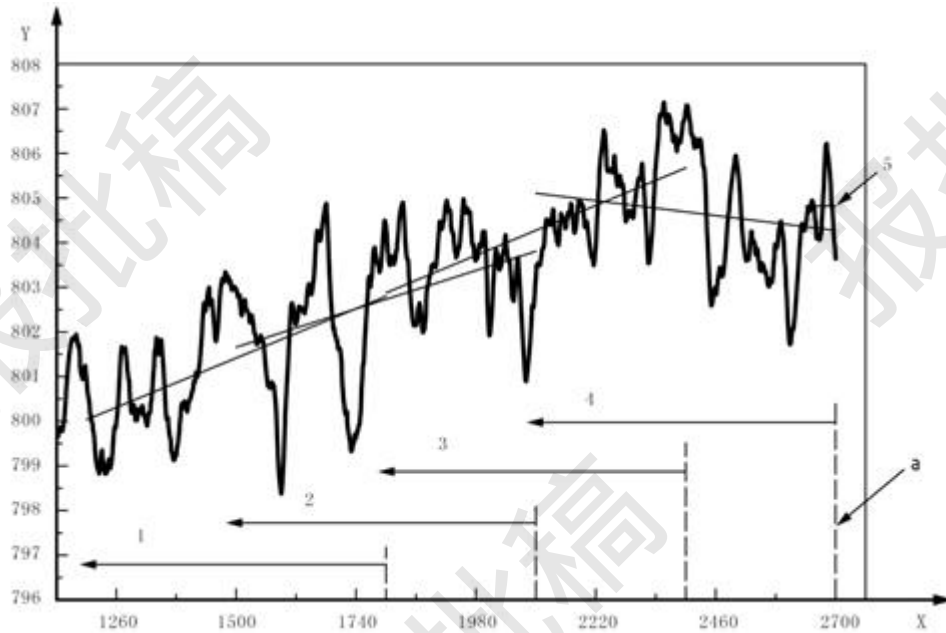
D.2 最终温度平衡

如果温度在30 min内达到平衡条件，那么试验结束时间应为30 min。如果温度在30 min~60 min内达到平衡条件，那么达到平衡的时间即为试验结束时间。如果温度在60 min内未达到平衡，则试验应在60 min时结束。

最终温度的平衡条件是在10 min期间漂移在2℃内，以5 min的时间间隔进行计算。

在图D.2及表D.1中给出了最终温度平衡的示例。

如果温度漂移在35 min~45 min之间小于2℃（10 min内），那么温度平衡条件是在45 min达到的，试验应在45 min时结束。



标引序号说明：

X——时间（s）；

Y——温度（℃）；

1——漂移[20 min~30 min]=2.76℃；

2——漂移[25 min~35 min]=2.15℃；

3——漂移[30 min~40 min]=2.80℃；

4——漂移[35 min~45 min]=0.84℃；

5—— $T_f = T_{avg}[44 \text{ min} \sim 45 \text{ min}] = 804.8^\circ\text{C}$ ；

6——试验结束时间=45 min。

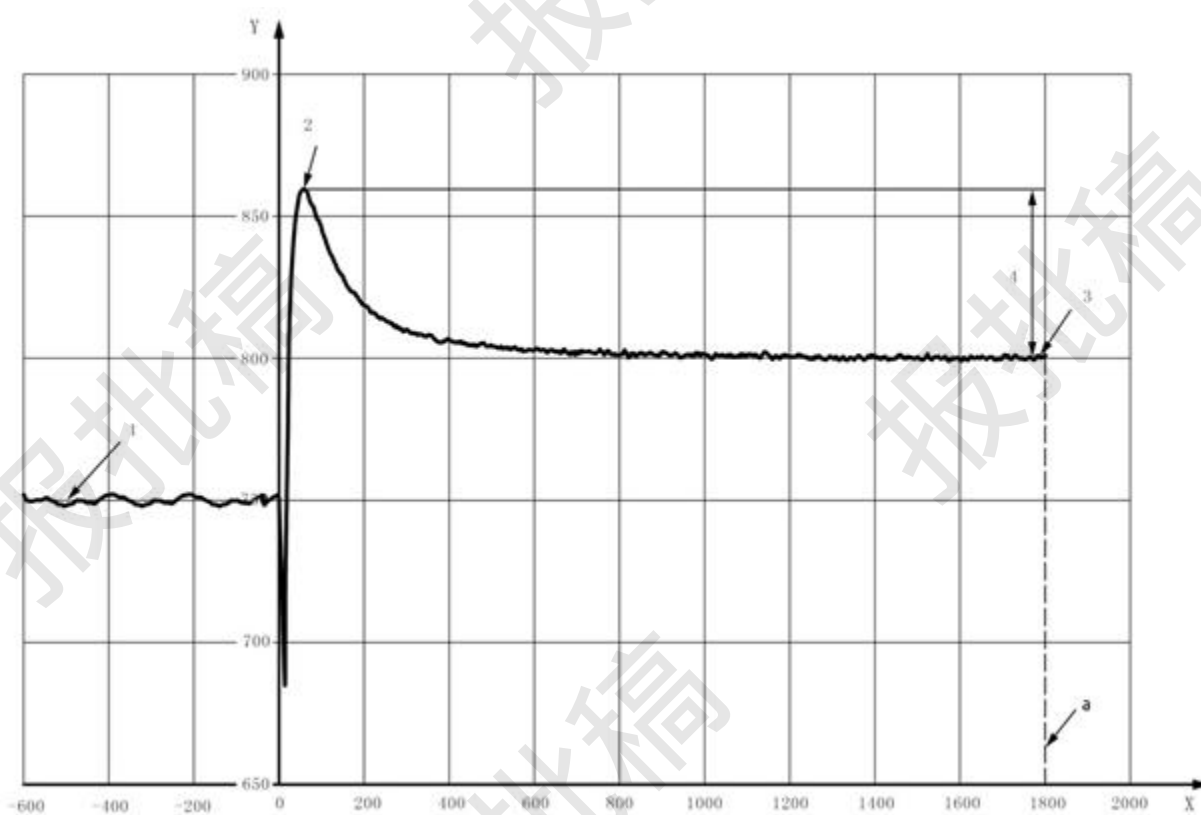
图 D. 2 最终温度平衡

D.3 温升的确定

按8.3计算温升。表D.1给出了图D.3和图D.4示例的温升等试验结果。

表 D. 1 试验结果

示例	结束时间	T_i	T_{max}	T_f	$T_{max} - T_f$
图D.3	30 min	749.9℃	859.4℃	800.2℃	59.2℃
图D.4	45 min	752.9℃	807.1℃	804.3℃	2.8℃



标引序号说明：

X——时间 (s)；

Y——温度 (°C)；

1—— $T_i=749.9$ °C；

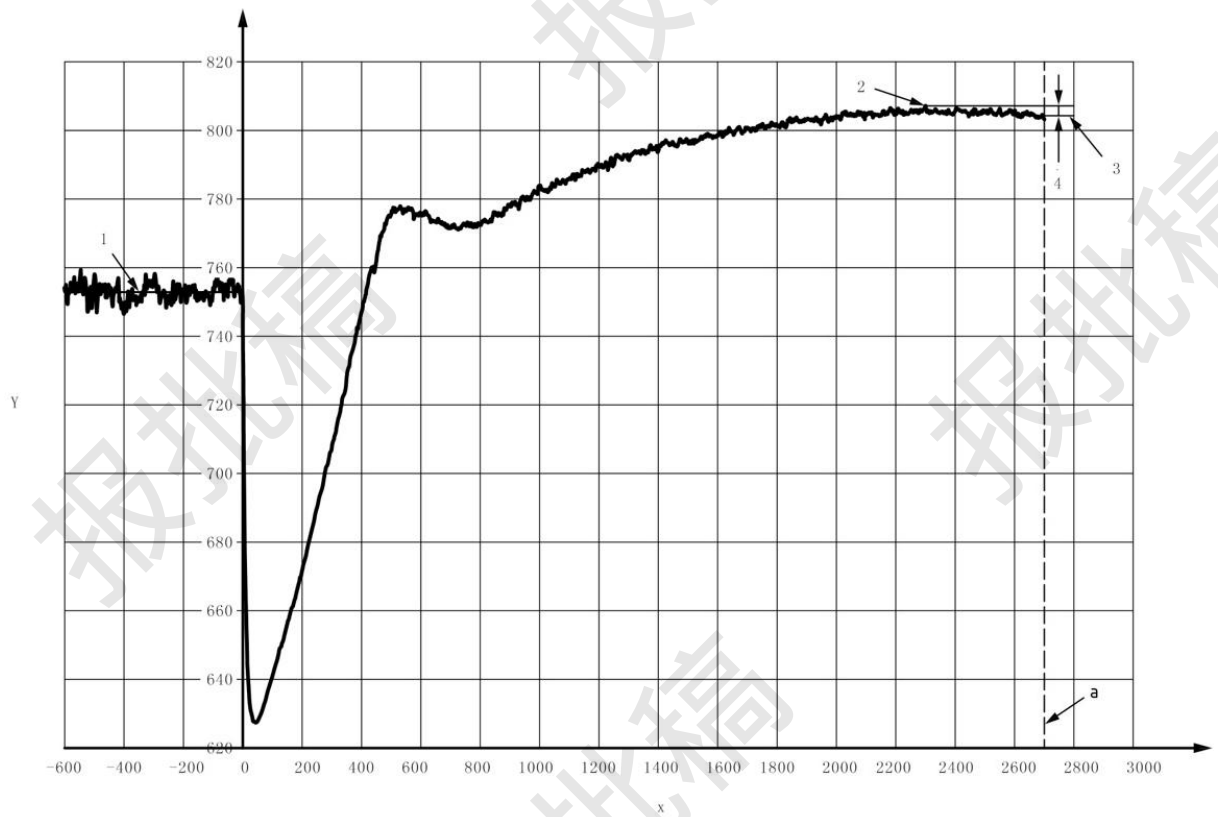
2—— $T_{\max}=859.4$ °C；

3—— $T_f=800.2$ °C；

4—— $T_{\max}-T_f=59.2$ °C；

a——试验结束=30 min。

图 D.3 试验 A 的温度记录示例



标引序号说明：

X——时间 (s)；

Y——温度 (°C)；

1—— $T_i=752.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

2—— $T_{\text{max}}=807.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

3—— $T_f=804.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

4—— $T_{\text{max}}-T_f=2.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

a——试验结束=45 min。

图 D.4 试验 B 的温度记录示例

参 考 文 献

[1] ISO 5725-2 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method
