

团体标准

T/HNNMIA X-20XX

铝用炭素焙烧炉动态温度分布测试 操作规范

Test specification for dynamic temperature distribution of
carbon Baking Furnace for aluminum

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

河南有色金属工业协会发布

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。

本文件由河南有色金属行业协会提出并归口。

本文件起草单位：中铝郑州有色金属研究院有限公司，中铝矿业有限公司，河南嵩岳碳素有限公司。

本文件主要起草人：苏自伟，罗英涛，刘建军，黄其荣，刘向辉，胡聪聪，李豪，孙丽贞，杜娟，闫飞飞，张伟琦，王玉杰，刘彤，杨宏杰，蒋杨，李贺，张继光。

本文件为首次发布。

铝用炭素焙烧炉动态温度分布测试操作规范

1. 范围

本文件规定了焙烧炉动态温度分布测试的要求。
本文件适用于铝用炭素焙烧炉的动态温度分布测试。

2. 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
GB/T 16839.1 热电偶 第1部分：电动势规范和允差

3. 术语和定义

本规范引用文件中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

全焙烧流程 Full roasting process

从装炉到出炉整个焙烧过程，包括预热、高温焙烧、冷却等过程。

4. 方法原理

铝用炭素焙烧炉动态温度分布测量：使用热电偶对测试焙烧炉料箱与火道各部分温度进行全焙烧流程测量，热电偶在炭块装炉时预先埋入，通过数据记录仪记录全焙烧流程温度变化情况。

5. 仪器及设备

5.1 热电偶

N型热电偶（使用温度为-200~1300℃），长度分别为 5.4 米（热电偶 L）、3.6 米（热电偶 M）、1.5 米（热电偶 S）。

5.2 补偿导线

N分度号补偿导线，耐受温度不小于300℃。

5.3 温度数据记录仪

温度数据记录仪，可接收N型热电偶信号输入，可接收温度信号输入不小于50路。可以自动记录、储存、输出温度数据。

6. 测试前准备

6.1 劳保用品穿戴

测试人员按照测试企业焙烧炉作业要求穿戴好劳保用品。

6.2 安全培训

按照企业要求对测试人员进行必要的安全培训。

6.3 准备仪器设备及工器具

根据测试规模准备仪器设备及工器具,热电偶的数量和补偿导线的长度根据测试规模需要多准备10%以上。如图1、图2所示焙烧炉测量需要热电偶L、M、S三种规格各16支,各备用2支;补偿导线需要48根,备用5根,每根长度不小于10米。

7. 测试步骤

7.1 测点布置

选取待测焙烧炉的一个典型焙烧炉室作为测量炉室,从测量炉室选取边部、中间火道与料箱各一(比如1、3料箱和火道)为测量对象,炉室选择与测点布置图例如图1、图2所示。

例:

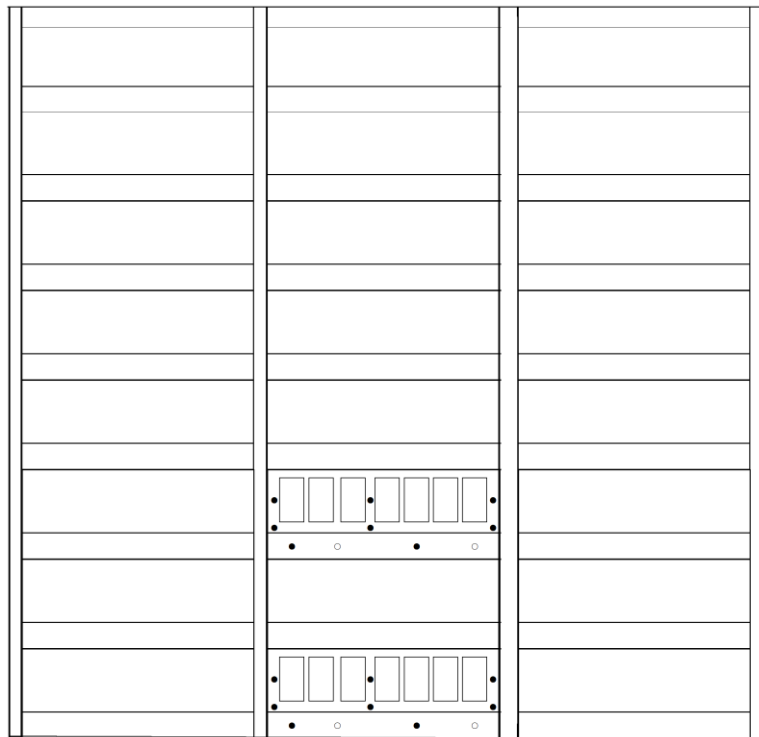


图1 动态温度分布测量炉室的选择

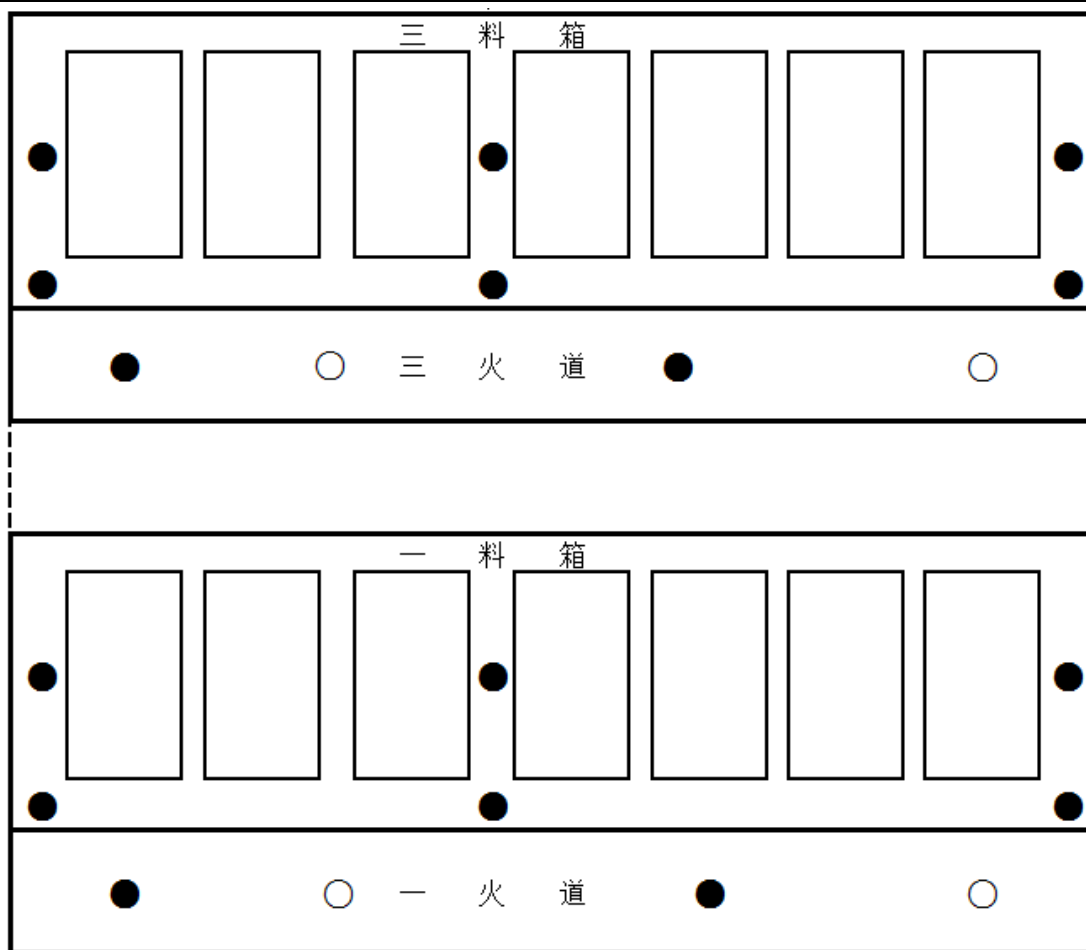


图 2 动态温度分布测点的典型布置图

图中，火道中测点，共四处，每处用 L、M、S 热电偶各一支，测点分别对应火道底部、中间和上部，计 12 个测点；料箱中测点，共 12 处，每处用 L、M、S 热电偶各一支，测点分别对应底层炭块、中层炭块和上层炭块，计 36 个测点。合计共 48 个测点。

7.2 装炉

7.2.1 料箱中的热电偶，需要在装炉时埋入。炭块间的空隙可能不足时，需要用撬杠人工翘出空隙。

7.2.2 火道中的热电偶，可以在装炉后插入；用法兰盘支撑，调整高度。

7.2.3 用补偿导线连接热电偶和数据记录仪，开始记录温度。温度数据记录时间间隔不大于 5 分钟。

7.3 测试过程

7.3.1 每日对测量现场进行巡视，发现数据测量线路故障及时排除。

7.3.2 数据记录仪上可以自动显示和存储温度数据，每日进行下载备份。

7.3.3 测量炉室出炉前两小时停止测量，下载备份数据记录仪中测量数据，拆卸测量设备，收取测量工器具。

8. 测试数据的处理

测量数据从数据记录仪下载后，导入电子表格软件，进行数据处理。

8.1 火道中各点温度曲线中最高温度及这些点的最高温度平均值与标准偏差计算。

$$T_{mmax} = \max\{T_{m1}, T_{m2}, \dots, T_{mn}\} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

T_{mmax} 一火道内第 m 个测点最高温度, 单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$);

T_{mn} 一火道内第 m 个测点第 n 个测量温度, 单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)。

$$T_{max\text{平均}} = \frac{\sum T_{mmax}}{m} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$T_{max\text{平均}}$ 一火道内所有测点最高温度的平均值, 单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)。

$$T_{max\text{标准偏差}} = \sqrt{\frac{\sum (T_{mmax} - T_{max\text{平均}})^2}{m-1}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$T_{max\text{标准偏差}}$ 一火道内所有测点最高温度的标准偏差, 单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$);

8.2 料箱中各点温度曲线中最高温度及这些点的最高温度平均值与标准偏差计算。

$$T_{mmax} = \max\{T_{m1}, T_{m2}, \dots, T_{mn}\} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

T_{mmax} 一料箱内第 m 个测点最高温度, 单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$);

T_{mn} 一料箱内第 m 个测点第 n 个测量温度, 单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)。

$$T_{max\text{平均}} = \frac{\sum T_{mmax}}{m} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$T_{max\text{平均}}$ 一料箱内所有测点最高温度的平均值, 单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)。

$$T_{max\text{标准偏差}} = \sqrt{\frac{\sum (T_{mmax} - T_{max\text{平均}})^2}{m-1}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$T_{max\text{标准偏差}}$ 一料箱内所有测点最高温度的标准偏差, 单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$);

8.3 火道内各测点温度大于1150 $^{\circ}\text{C}$ 持续时间及这些点的高温持续时间平均值与标准偏差。

$$t_{m\text{高温持续时间}1150} = \frac{b \cdot t_{\text{记录间隔}}}{60} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$t_{m\text{高温持续时间}1150}$ 一火道内第 m 个测点温度大于 1150 $^{\circ}\text{C}$ 的高温持续时间, 单位为小时 (h);

b 一第 m 个测点测量温度大于 1150 $^{\circ}\text{C}$ 的测量个数。

$$t_m \text{ 高温持续时间 1150 平均} = \frac{\sum_m t_m \text{ 高温持续时间 1150}}{m} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

t_m 高温持续时间 1150 平均 一料箱内所有测点温度大于 1150℃ 的高温持续时间平均值, 单位为小时 (h)。

$$t \text{ 高温持续时间 1150 标准偏差} = \sqrt{\frac{\sum_m (t_m \text{ 高温持续时间 1150} - t_m \text{ 高温持续时间 1150 平均})^2}{m-1}} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

t 高温持续时间 1150 标准偏差 一料箱内所有测点温度大于 1150℃ 的高温持续时间标准偏差, 单位为摄氏度 (℃)

8.4 料箱内各测点温度大于 1050℃ 持续时间及这些点的高温持续时间平均值与标准偏差。

$$t_m \text{ 高温持续时间 1050} = \frac{a \cdot t \text{ 记录间隔}}{60} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

t_m 高温持续时间 1050 一料箱内第 m 个测点温度大于 1050℃ 的高温持续时间, 单位为小时 (h);

a 一第 m 个测点测量温度大于 1050℃ 的测量个数;

t 记录间隔 一温度记录仪记录时间的间隔, 单位为分钟 (min)。

$$t_m \text{ 高温持续时间 1050 平均} = \frac{\sum_m t_m \text{ 高温持续时间 1050}}{m} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

t_m 高温持续时间 1050 平均 一料箱内所有测点温度大于 1050℃ 的高温持续时间平均值, 单位为小时 (h)。

$$t \text{ 高温持续时间 1050 标准偏差} = \sqrt{\frac{\sum_m (t_m \text{ 高温持续时间 1050} - t_m \text{ 高温持续时间 1050 平均})^2}{m-1}} \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

t 高温持续时间 1050 标准偏差 一料箱内所有测点温度大于 1050℃ 的高温持续时间标准偏差, 单位为摄氏度 (℃)。

8.5 料箱内各测点挥发分析出阶段 (温度为 250℃ ~ 600℃) 的最大升温梯度。

$$\Delta T_{\text{析出 } m \text{ max}} = \max\{T_{\text{析出 } m2} - T_{\text{析出 } m1}, T_{\text{析出 } m3} - T_{\text{析出 } m2}, \dots\dots T_{\text{析出 } m_n} - T_{\text{析出 } m(n-1)}\} \times \frac{60}{t_{\text{记录间隔}}} \quad \dots\dots (13)$$

式中:

$\Delta T_{\text{析出 } m \text{ max}}$ 一料箱内各测点挥发分析出阶段最大升温梯度, 单位为摄氏度每小时 (℃/h);

$T_{\text{析出 } mn}$ 一料箱内测点 m 挥发分析出阶段 (温度为 250℃ ~ 600℃) 第 n 个测量温度, 单位为摄氏度 (℃)。

8.6 统计料箱内各测点冷却阶段冷却终温。

附录 A
(资料性附录)
测试报告模板

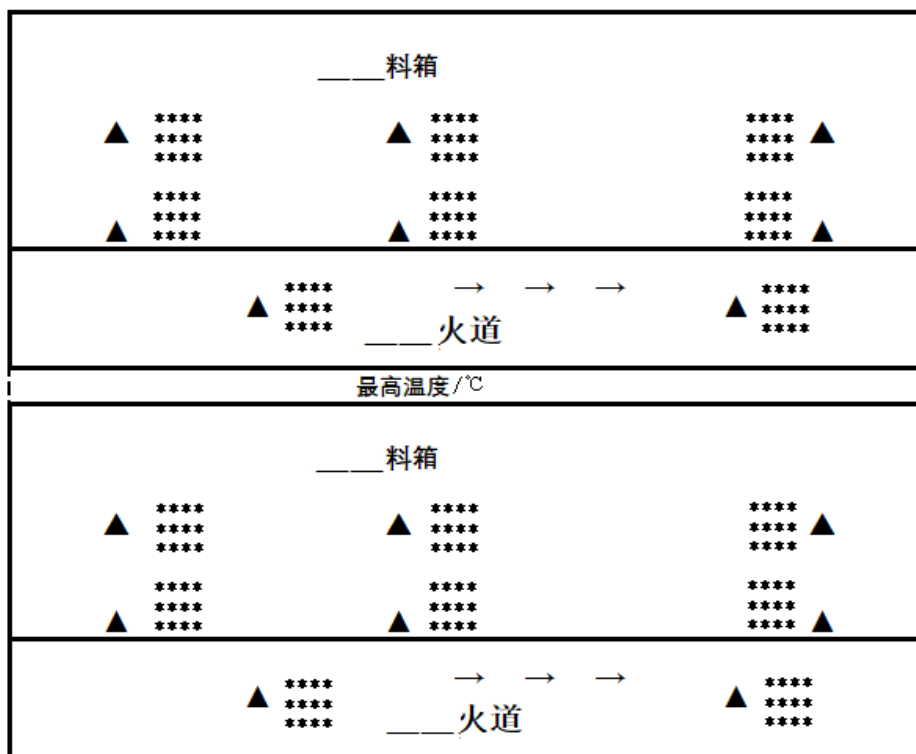
焙烧炉动态温度分布测试报告

测试焙烧炉所属单位: _____ 测试焙烧炉编号: _____

测 试 单 位: _____ 测 试 人 员: _____

测试使用的标准: _____ : _____ 测 试 日 期: _____

A.1 火道（料箱）中各点温度曲线中最高温度及这些点的最高温度平均值与标准偏差

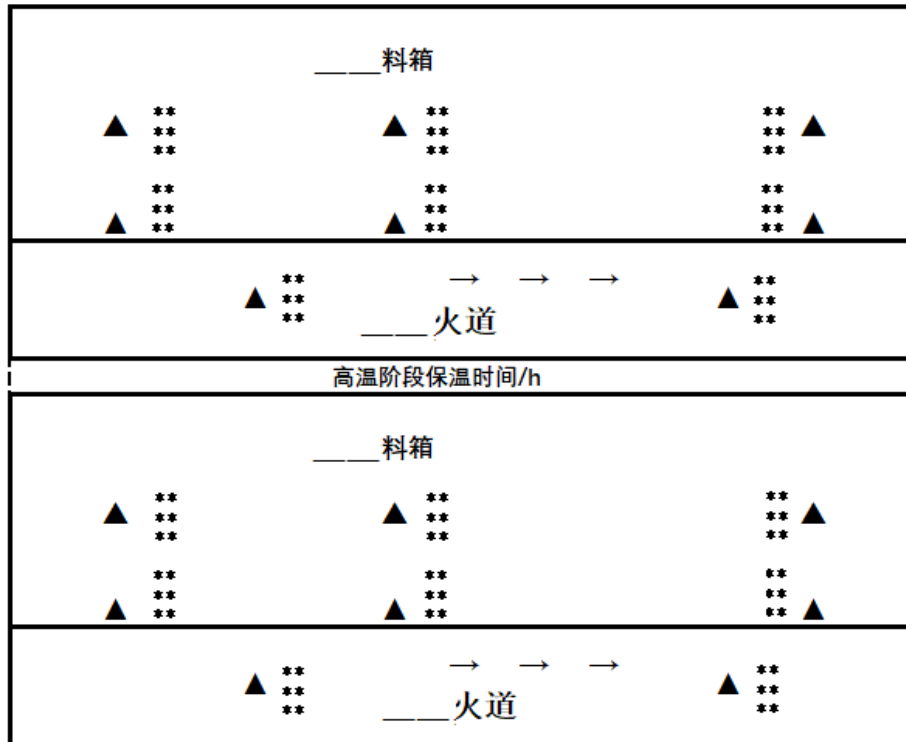


注：图中每个测点所列数据从上到下依次为该测点 S、M、L 热电偶测到的最高温度

火道中各点最高温度平均值为_____℃，标准偏差_____℃。

料箱中各点最高温度平均值为_____℃，标准偏差_____℃。

A.2 火道（料箱）内各测点温度大于 1150℃（1050℃）持续时间及其平均值与标准偏差

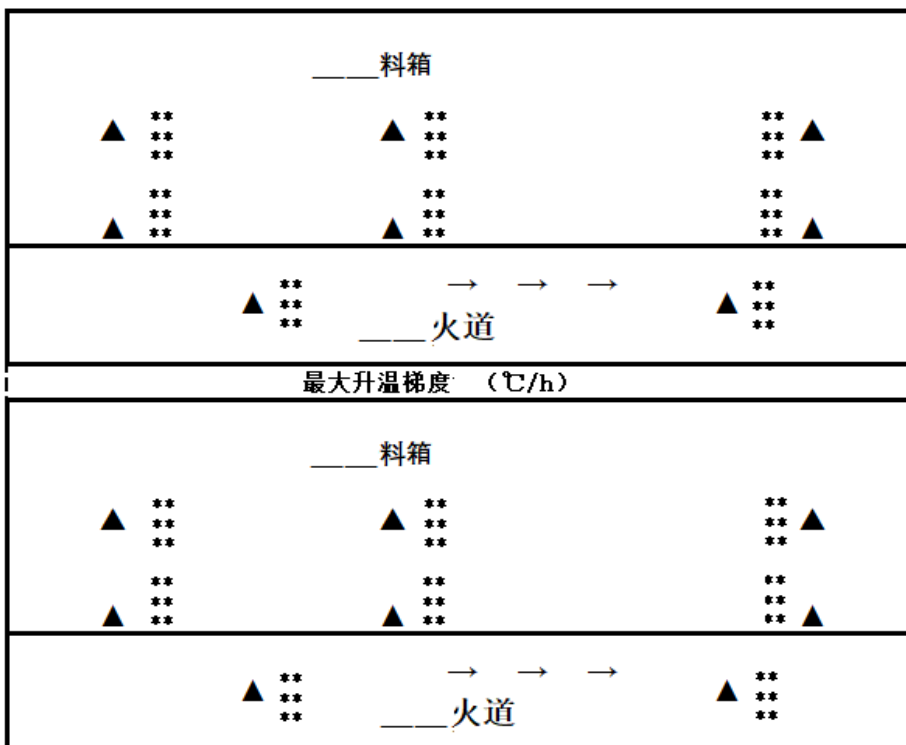


注：图中每个测点所列数据从上到下依次为该测点 S、M、L 热电偶的高温阶段保温时间

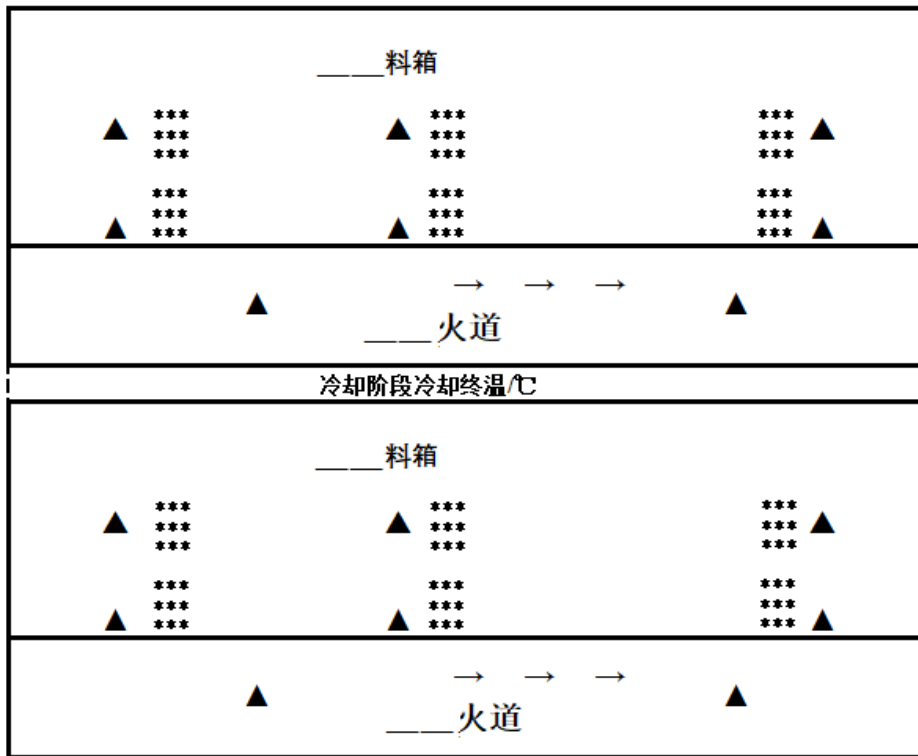
火道中各点高温保温时间平均值为_____℃，标准偏差_____℃。

料箱中各点高温保温时间平均值为_____℃，标准偏差_____℃。

A.3 料箱内各测点挥发分析出阶段（温度为 250℃ ~ 600℃）的最大升温梯度。



A. 4 料箱内各测点冷却阶段冷却终温



A. 5 测试过程中的出现的异常现象记录
