



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113340446 B

(45) 授权公告日 2022.06.17

(21) 申请号 202110600626.6

审查员 王蕾

(22) 申请日 2021.05.31

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113340446 A

(43) 申请公布日 2021.09.03

(73) 专利权人 江西理工大学

地址 341000 江西省赣州市章贡区红旗大道86号

专利权人 江西先进铜产业研究院

(72) 发明人 杨斌 黄晓东 黄学雨 宋小军

袁大伟 孙玉晴

(51) Int. Cl.

G01K 7/04 (2006.01)

B22D 2/00 (2006.01)

B22D 11/00 (2006.01)

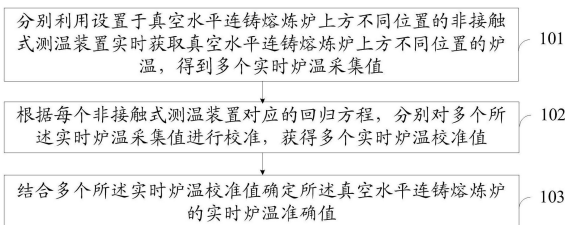
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种真空水平连铸熔炼炉实时测温方法及系统

(57) 摘要

本发明涉及一种真空水平连铸熔炼炉实时测温方法及系统,所述实时测温方法包括如下步骤:分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温,得到多个实时炉温采集值;根据每个非接触式测温装置对应的回归方程,分别对多个所述实时炉温采集值进行校准,获得多个实时炉温校准值;结合多个所述实时炉温校准值确定所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值。本发明利用表征非接触式测温装置和热电偶测温装置采集的炉温信息的差别的回归方程对基于非接触式测温装置实时采集的实时炉温采集值进行校准,以提高其精度,实现了真空水平连铸熔炼炉的实时准确的测量。



1. 一种真空水平连铸熔炼炉实时测温方法,其特征在于,所述实时测温方法包括如下步骤:

分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温,得到多个实时炉温采集值;

根据每个非接触式测温装置对应的回归方程,分别对多个所述实时炉温采集值进行校准,获得多个实时炉温校准值;所述回归方程表征非接触式测温装置和热电偶测温装置采集的炉温信息的差别;

结合多个所述实时炉温校准值确定所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值;

所述分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温,得到多个实时炉温采集值,之前还包括:

在真空水平连铸熔炼炉上方安装移动式热电偶测温装置;

间歇式采集多个数据采集时间点的每个非接触式测温装置采集的炉温和移动式热电偶测温装置采集的炉温,构建测温校准分析数据集;

将测温校准分析数据集中每个采集时间点采集的炉温分别对应的每个非接触式测温装置对应回归方程,确定所述回归方程的系数;

所述在真空水平连铸熔炼炉上方安装移动式热电偶测温装置,之前还包括:

判断是否接收到回归方程更新指令;

当接收到所述回归方程更新指令时,执行在真空水平连铸熔炼炉上方安装移动式热电偶测温装置的步骤;

当没有接收到所述回归方程更新指令时,执行分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温,得到多个实时炉温采集值的步骤。

2. 根据权利要求1所述的真空水平连铸熔炼炉实时测温方法,其特征在于,所述回归方程为: $Y=aX+b$ ;

其中, $Y$ 表示实时炉温校准值, $X$ 表示实时炉温采集值, $a$ 表示一次项系数, $b$ 表示常数项系数。

3. 根据权利要求1所述的真空水平连铸熔炼炉实时测温方法,其特征在于,所述结合多个所述实时炉温校准值确定所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值,具体包括:

计算多个所述实时炉温校准值的平均值作为所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值。

4. 一种真空水平连铸熔炼炉实时测温系统,其特征在于,所述实时测温系统包括:

实时炉温采集模块,用于分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温,得到多个实时炉温采集值;

实时炉温校准模块,用于根据每个非接触式测温装置对应的回归方程,分别对多个所述实时炉温采集值进行校准,获得多个实时炉温校准值;所述回归方程表征非接触式测温装置和热电偶测温装置采集的炉温信息的差别;

实时炉温准确值计算模块,用于结合多个所述实时炉温校准值确定所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值;

所述实时测温系统还包括：

移动式热电偶测温装置安装模块，用于在真空水平连铸熔炼炉上方安装移动式热电偶测温装置；

间歇式采集模块，用于间歇式采集多个数据采集时间点的每个非接触式测温装置采集的炉温和移动式热电偶测温装置采集的炉温，构建测温校准分析数据集；

系数确定模块，用于将测温校准分析数据集中每个采集时间点采集的炉温分别对应的每个非接触式测温装置对应回归方程，确定所述回归方程的系数；

所述实时测温系统还包括：

判断模块，用于判断是否接收到回归方程更新指令；当接收到所述回归方程更新指令时，执行在真空水平连铸熔炼炉上方安装移动式热电偶测温装置的步骤；当没有接收到所述回归方程更新指令时，执行分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温，得到多个实时炉温采集值的步骤。

5. 根据权利要求4所述的真空水平连铸熔炼炉实时测温系统，其特征在于，所述回归方程为： $Y=aX+b$ ；

其中，Y表示实时炉温校准值，X表示实时炉温采集值，a表示一次项系数，b表示常数项系数。

6. 根据权利要求4所述的真空水平连铸熔炼炉实时测温系统，其特征在于，所述实时炉温准确值计算模块，具体包括：

实时炉温准确值计算子模块，用于计算多个所述实时炉温校准值的平均值作为所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值。

## 一种真空水平连铸熔炼炉实时测温方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及自动控制技术领域,特别是涉及一种真空水平连铸熔炼炉实时测温方法及系统。

### 背景技术

[0002] 在当今企业数字化、智能化建设的背景下,需要对生产过程工业数据实施连续采集。熔炼温度是真空水平连铸的重要生产工艺参数,采集熔炼温度是真空水平连铸生产数字化、智能化的前提要求。但,由于下列原因在生产过程中难以实时获取熔炼温度数据:第一,真空水平连铸熔炼炉处于高温封闭环境,同时生产过程中熔炼炉还有倾倒浇铸动作,不便安装浸入式热电偶测温;第二,热电偶在高温金属溶液中损耗大,只能间歇式使用,无法连续实时获取熔炼温度数据;第三,使用红外或激光等非接触式测温,由于熔炼过程烟气及浮渣等影响,测温准确度较低。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种真空水平连铸熔炼炉实时测温方法及系统,以实现真空水平连铸熔炼炉的实时准确的测量。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0005] 本发明提供一种真空水平连铸熔炼炉实时测温方法,所述实时测温方法包括如下步骤:

[0006] 分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温,得到多个实时炉温采集值;

[0007] 根据每个非接触式测温装置对应的回归方程,分别对多个所述实时炉温采集值进行校准,获得多个实时炉温校准值;所述回归方程表征非接触式测温装置和热电偶测温装置采集的炉温信息的差别;

[0008] 结合多个所述实时炉温校准值确定所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值。

[0009] 可选的,所述分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温,得到多个实时炉温采集值,之前还包括:

[0010] 在真空水平连铸熔炼炉上方安装移动式热电偶测温装置;

[0011] 间歇式采集多个数据采集时间点的每个非接触式测温装置采集的炉温和移动式热电偶测温装置采集的炉温,构建测温校准分析数据集;

[0012] 将测温校准分析数据集中每个采集时间点采集的炉温分别对应的每个非接触式测温装置对应回归方程,确定所述回归方程的系数。

[0013] 可选的,所述在真空水平连铸熔炼炉上方安装移动式热电偶测温装置,之前还包括:

[0014] 判断是否接收到回归方程更新指令;

[0015] 当接收到所述回归方程更新指令时,执行在真空水平连铸熔炼炉上方安装移动式热电偶测温装置步骤,

[0016] 当没有接收到所述回归方程更新指令时,执行分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温,得到多个实时炉温采集值的步骤。

[0017] 可选的,所述回归方程为: $Y=aX+b$ ;

[0018] 其中, $Y$ 表示实时炉温校准值, $X$ 表示实时炉温采集值, $a$ 表示一次项系数, $b$ 表示常数项系数。

[0019] 可选的,所述结合多个所述实时炉温校准值确定所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值,具体包括:

[0020] 计算多个所述实时炉温校准值的平均值作为所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值。

[0021] 一种真空水平连铸熔炼炉实时测温系统,所述实时测温系统包括:

[0022] 实时炉温采集模块,用于分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温,得到多个实时炉温采集值;

[0023] 实时炉温校准模块,用于根据每个非接触式测温装置对应的回归方程,分别对多个所述实时炉温采集值进行校准,获得多个实时炉温校准值;所述回归方程表征非接触式测温装置和热电偶测温装置采集的炉温信息的差别;

[0024] 实时炉温准确值计算模块,用于结合多个所述实时炉温校准值确定所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值。

[0025] 可选的,所述实时测温系统还包括:

[0026] 移动式热电偶测温装置安装模块,用于在真空水平连铸熔炼炉上方安装移动式热电偶测温装置;

[0027] 间歇式采集模块,用于间歇式采集多个数据采集时间点的每个非接触式测温装置采集的炉温和移动式热电偶测温装置采集的炉温,构建测温校准分析数据集;

[0028] 系数确定模块,用于将测温校准分析数据集中每个采集时间点采集的炉温分别对应的每个非接触式测温装置对应回归方程,确定所述回归方程的系数。

[0029] 可选的,所述实时测温系统还包括:

[0030] 判断模块,用于判断是否接收到回归方程更新指令;当接收到所述回归方程更新指令时,执行在真空水平连铸熔炼炉上方安装移动式热电偶测温装置的步骤;当没有接收到所述回归方程更新指令时,执行分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温,得到多个实时炉温采集值的步骤。

[0031] 可选的,所述回归方程为: $Y=aX+b$ ;

[0032] 其中, $Y$ 表示实时炉温校准值, $X$ 表示实时炉温采集值, $a$ 表示一次项系数, $b$ 表示常数项系数。

[0033] 可选的,所述实时炉温准确值计算模块,具体包括:

[0034] 实时炉温准确值计算子模块,用于计算多个所述实时炉温校准值的平均值作为所

述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值。

[0035] 根据本发明提供的具体实施例,本发明公开了以下技术效果:

[0036] 本发明公开了一种真空水平连铸熔炼炉实时测温方法,所述实时测温方法包括如下步骤:分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温,得到多个实时炉温采集值;根据每个非接触式测温装置对应的回归方程,分别对多个所述实时炉温采集值进行校准,获得多个实时炉温校准值;结合多个所述实时炉温校准值确定所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值。本发明利用表征非接触式测温装置和热电偶测温装置采集的炉温信息的差别的回归方程对基于非接触式测温装置实时采集的实时炉温采集值进行校准,以提高其精度,而且只需在需要确定回归方程式利用热电偶测温装置对炉温进行间歇式采集,无需热电偶测温装置的实时采集,本发明实现了真空水平连铸熔炼炉的实时准确的测量。

### 附图说明

[0037] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0038] 图1为本发明提供的一种真空水平连铸熔炼炉实时测温方法的流程图。

### 具体实施方式

[0039] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0040] 本发明的目的是提供一种真空水平连铸熔炼炉实时测温方法及系统,以实现真空水平连铸熔炼炉的实时准确的测量。

[0041] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0042] 如图1所示,本发明提供一种真空水平连铸熔炼炉实时测温方法,所述实时测温方法包括如下步骤:

[0043] 步骤101,分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温,得到多个实时炉温采集值。所述非接触式测温装置为红外测温装置或激光测温装置等。

[0044] 步骤102,根据每个非接触式测温装置对应的回归方程,分别对多个所述实时炉温采集值进行校准,获得多个实时炉温校准值;所述回归方程表征非接触式测温装置和热电偶测温装置采集的炉温信息的差别。

[0045] 所述回归方程为: $Y=aX+b$ ;

[0046] 其中, $Y$ 表示实时炉温校准值, $X$ 表示实时炉温采集值, $a$ 表示一次项系数, $b$ 表示常数项系数。

[0047] 步骤103,结合多个所述实时炉温校准值确定所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值。作为一个优选的实施方式但是不限于该实施方式,计算多个所述实时炉温校准值的平均值作为所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值。

[0048] 步骤101,所述分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温,得到多个实时炉温采集值,之前还包括:

[0049] 在真空水平连铸熔炼炉上方安装移动式热电偶测温装置。

[0050] 间歇式采集多个数据采集时间点的每个非接触式测温装置采集的炉温和移动式热电偶测温装置采集的炉温,构建测温校准分析数据集;

[0051] 具体的,在真空水平连铸熔炼炉上方不同位置安装两套红外测温装置(或激光测温装置),实现实时炉温采集,数据采集频度为1秒/次,所测炉温分为:炉温1,炉温2。

[0052] 在连铸熔炼炉上方安装上下移动式热电偶测温装置,实现间歇式炉温采集,同步记录采集测温数据的时间,所测炉温为:炉温3。

[0053] 根据采集数据的时间对炉温1,炉温2,炉温3进行匹配,生成测温校准分析数据集,如表1所示。

[0054] 表1 测温校准分析数据集

数据采集时间	炉温 1	炉温 2	炉温 3
<b>2021/01/01 08:01:01</b>	1890	1891	1902
[0055] <b>2021/01/01 08:01:02</b>	1891	1892	1901
<b>2021/01/01 08:01:03</b>	1889	1891	1903
<b>2021/01/01 08:01:04</b>	1891	1890	1900

[0056] 将测温校准分析数据集中每个采集时间点采集的炉温分别对应的每个非接触式测温装置对应回归方程,确定所述回归方程的系数;

[0057] 具体的,对数据集进行相关性分析,得到红外测温值与热电偶测温值之间回归方程。

[0058]  $Y=1.012X_1+9.652$  (1)

[0059]  $Y=1.009X_2+9.726$  (2)

[0060] 其中,Y为热电偶测温值即炉温3(可认为是准确炉温值),X1、X2分别是两个红外测温值即炉温1和炉温2。

[0061] 根据回归方程推导出红外测温值的校准算法。

[0062] 根据回归方程式(1)和式(2),考虑消除两个红外测温仪的测量偏差,得到实时炉温准确值算法为:

[0063]  $Z=(1.012X_1+9.652+1.009X_2+9.726)/2$  (3)

[0064] 式中:Z为炉温准确值,X1、X2分别是两个红外测温值。

[0065] 生产过程中只需采用非接触式测温装置进行炉温测定,并采用在边缘计算端部署校准算法(步骤102和步骤103,例如公式(3))对所测温度值进行校准。当更换合金配方时,

需要重新确定回归方程。为实现该功能本发明设置了如下步骤：

[0066] 所述在真空水平连铸熔炼炉上方安装移动式热电偶测温装置，之前还包括：判断是否接收到回归方程更新指令；当接收到所述回归方程更新指令时，执行在真空水平连铸熔炼炉上方安装移动式热电偶测温装置的步骤；当没有接收到所述回归方程更新指令时，执行分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温，得到多个实时炉温采集值的步骤。

[0067] 本发明还提供一种真空水平连铸熔炼炉实时测温系统，所述实时测温系统包括：

[0068] 实时炉温采集模块，用于分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温，得到多个实时炉温采集值。

[0069] 实时炉温校准模块，用于根据每个非接触式测温装置对应的回归方程，分别对多个所述实时炉温采集值进行校准，获得多个实时炉温校准值；所述回归方程表征非接触式测温装置和热电偶测温装置采集的炉温信息的差别。

[0070] 所述回归方程为： $Y=aX+b$ ；

[0071] 其中， $Y$ 表示实时炉温校准值， $X$ 表示实时炉温采集值， $a$ 表示一次项系数， $b$ 表示常数项系数。

[0072] 实时炉温准确值计算模块，用于结合多个所述实时炉温校准值确定所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值。

[0073] 所述实时炉温准确值计算模块，具体包括：实时炉温准确值计算子模块，用于计算多个所述实时炉温校准值的平均值作为所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值。

[0074] 所述实时测温系统还包括：移动式热电偶测温装置安装模块，用于在真空水平连铸熔炼炉上方安装移动式热电偶测温装置；间歇式采集模块，用于间歇式采集多个数据采集时间点的每个非接触式测温装置采集的炉温和移动式热电偶测温装置采集的炉温，构建测温校准分析数据集；系数确定模块，用于将测温校准分析数据集中每个采集时间点采集的炉温分别对应的每个非接触式测温装置对应回归方程，确定所述回归方程的系数。

[0075] 所述实时测温系统还包括：判断模块，用于判断是否接收到回归方程更新指令；当接收到所述回归方程更新指令时，执行在真空水平连铸熔炼炉上方安装移动式热电偶测温装置的步骤；当没有接收到所述回归方程更新指令时，执行分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温，得到多个实时炉温采集值的步骤。

[0076] 根据本发明提供的具体实施例，本发明公开了以下技术效果：

[0077] 本发明公开了一种真空水平连铸熔炼炉实时测温方法，所述实时测温方法包括如下步骤：分别利用设置于真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的非接触式测温装置实时获取真空水平连铸熔炼炉上方不同位置的炉温，得到多个实时炉温采集值；根据每个非接触式测温装置对应的回归方程，分别对多个所述实时炉温采集值进行校准，获得多个实时炉温校准值；结合多个所述实时炉温校准值确定所述真空水平连铸熔炼炉的实时炉温准确值。本发明利用表征非接触式测温装置和热电偶测温装置采集的炉温信息的差别的回归方程对基于非接触式测温装置实时采集的实时炉温采集值进行校准，以提高其精度，而且只需在需要确定回归方程式利用热电偶测温装置对炉温进行间歇式采集，无需热电偶测温装置



的实时采集,本发明实现了真空水平连铸熔炼炉的实时准确的测量。

[0078] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0079] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

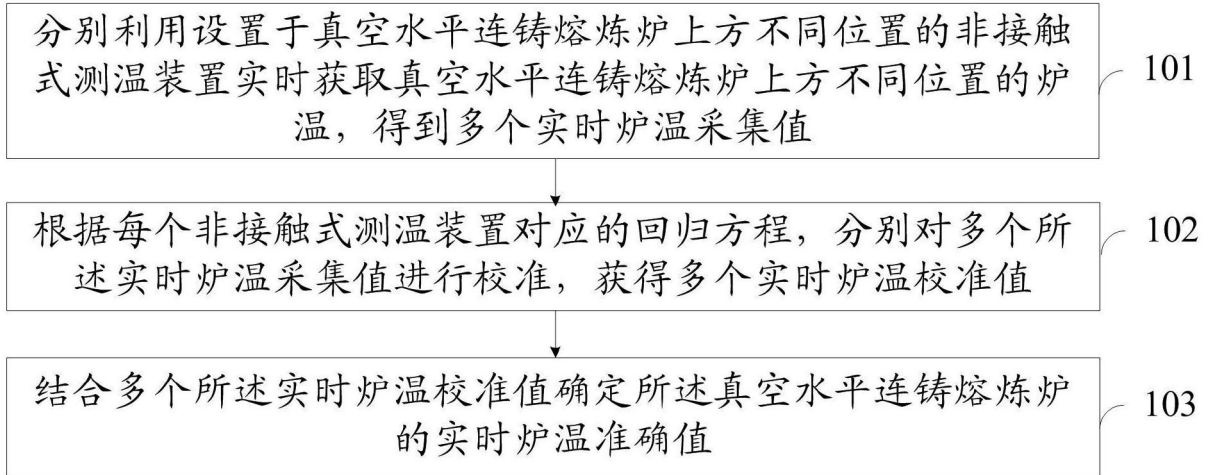


图1