(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114956514 A
(43)申请公布日 2022.08.30

(21)申请号 202210665012.0

(22)申请日 2022.06.14

(71)申请人 山东红阳高温节能材料股份有限公司
地址 255110 山东省淄博市淄川西过境线二里村段

(72)发明人 郑志永 孙选 孙腾 蒲伟 董本清 王方水

(74)专利代理机构 青岛发思特专利商标代理有限公司 37212
专利代理师 孙佩佩

(51)Int.Cl.
C03B 5/16(2006.01)
C03C 13/06(2006.01)
G05D 27/02(2006.01)

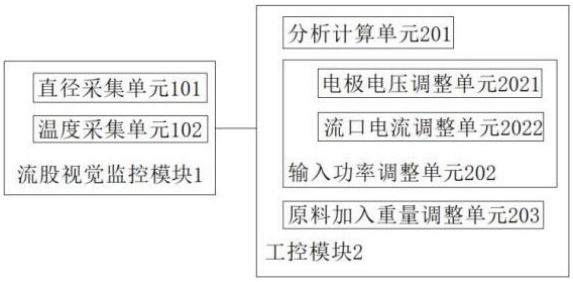
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

陶瓷纤维电阻熔炉控制系统、方法、设备及存储介质

(57)摘要

本发明涉及一种陶瓷纤维电阻熔炉控制系统、方法、设备及存储介质，属于陶瓷纤维生产技术领域；系统，包括流股视觉监控模块和工控模块；方法包括步骤S1、数据采集：流股视觉监控模块采集流出电阻熔炉的流股的纵向直径和横向直径以及温度；步骤S2、数据计算：根据流股的纵向直径和横向直径以及重量模拟模型计算流股的重量，根据流股的重量和温度以及输出功率模拟模型计算流股的输出功率；步骤S3、数据调整：工控模块控制原料加入电阻熔炉的重量比流股的重量高2%—5%，控制电阻熔炉的输入功率大于输出功率17%—20%；实现了全自动控制，提高了产品质量一级合格率达到了98%以上，使两幅产品即前后卷、左右卷重量差分别控制在0.5kg以下，同时降了劳动强度。



CN 114956514 A

1.一种陶瓷纤维电阻熔炉控制系统,其特征在于,包括流股视觉监控模块(1)和工控模块(2),

流股视觉监控模块(1):用于监控流出电阻熔炉(4)的流股(3)的纵向直径和横向直径以及温度;

工控模块(2):用于根据纵向直径和横向直径以及温度,控制原料加入电阻熔炉(4)的重量比流股(3)的重量高2—5%,控制电阻熔炉(4)的输入功率大于输出功率17%—20%。

2.根据权利要求1所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统,其特征在于,所述流股视觉监控模块(1)包括直径采集单元(101)、温度采集单元(102)、分析计算单元(103),

直径采集单元(101):包括2套高速摄像机(5),所述2套高速摄像机(5)设置同水平、镜头成90度,用于采集流出电阻熔炉(4)的流股(3)的纵向直径和横向直径;

温度采集单元(102):用于通过热辅射测温仪(6)采集流出电阻熔炉(4)的流股(3)的温度。

3.根据权利要求1所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统,其特征在于,所述工控模块(2)包括分析计算单元(201)、输入功率调整单元(202)和原料加入重量调整单元(203),

分析计算单元(201):用于根据流股(3)的纵向直径和横向直径以及温度分析计算流股(3)的重量和输出功率;

输入功率调整单元(202):包括电极电压调整单元(2021)和流口电流调整单元(2022),用于通过电阻熔炉的电源控制调整电阻熔炉(4)的输入功率大于输出功率17%—20%;

电极电压调整单元(2021):用于通过电阻熔炉(4)的A相电极(15)、B相电极(16)和C相电极(17)的电压控制电阻熔炉(4)的输入功率大于输出功率17%—20%;

流口电流调整单元(2022):用于在流股(3)的纵向直径和横向直径以及温度3个参数同时变化时,调整流口电流;

原料加入重量调整单元(203):用于通过电动叶片给料器(7)的变频器控制原料加入电阻熔炉(4)的重量比流股(3)的重量高2%—5%。

4.一种陶瓷纤维电阻熔炉控制方法,其特征在于,应用于如权利要求1-3任一项所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统,包括如下步骤:

步骤S1、数据采集:流股视觉监控模块(1)采集流出电阻熔炉(4)的流股(3)的纵向直径和横向直径以及温度;

步骤S2、数据计算:根据流股(3)的纵向直径和横向直径以及重量模拟模型计算流股(3)的重量,根据流股(3)的重量和温度以及输出功率模拟模型计算流股(3)的输出功率;

步骤S3、数据调整:工控模块(2)控制原料加入电阻熔炉(4)的重量比流股(3)的重量高2—5%,控制电阻熔炉(4)的输入功率大于输出功率17%—20%。

5.根据权利要求4所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制方法,其特征在于,所述步骤S3具体如下:

输入功率调整:通过电阻熔炉的电源控制调整电阻熔炉(4)的输入功率大于输出功率17%—20%;在流股(3)的纵向直径和横向直径以及温度3个参数同时变化时,调整流口电流;

原料加入重量调整:通过电动叶片给料器(7)的变频器控制原料加入电阻熔炉(4)的重量比流股(3)的重量高2%—5%。

6.根据权利要求5所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制方法,其特征在于,所述输入功率调整

具体如下：

电极电压调整：工控模块(2)根据输入功率和输出功率之间的比例发送控制指令给电极中间继电器，电极中间继电器接收指令并控制A相电动小调压器(9)、B相电动小调压器(10)和C相电动小调压器(11)的电机正反转，从而调整A相大功率磁性调压器(12)、B相大功率磁性调压器(13)和C相大功率磁性调压器(14)输出相应电压给电阻熔炉(4)的A相电极(15)、B相电极(16)和C相电极(17)，控制电阻熔炉(4)的输入功率大于输出功率17%—20%；

流口电流调整：工控模块(2)根据流股(3)的纵向直径和横向直径以及温度3个参数的变化发送控制指令给流口中间继电器，流口中间继电器接收指令并控制流口电动小调压器(19)的电机正反转，从而调整流口大功率磁性调压器(20)输出相应电压给电阻熔炉(4)的流口体(21)，控制流口体(21)电流稳定。

7.根据权利要求6所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制方法，其特征在于，所述A相电极(15)、B相电极(16)和C相电极(17)采用钼电极，钼电极连接有电极水套杆(23)，电极水套杆(23)上设置有电极加电部件(24)；A相大功率磁性调压器(12)、B相大功率磁性调压器(13)和C相大功率磁性调压器(14)通过电极加电部件(24)施加电压给电阻熔炉(4)的A相电极(15)、B相电极(16)和C相电极(17)。

8.根据权利要求4所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制方法，其特征在于，所述原料加入重量调整具体如下：

工控模块(2)根据流股(3)的重量和原料加入电阻熔炉(4)的重量直接按的比例，发送控制指令给电动叶片给料器(7)的变频器变频，从而调整叶片给料器(7)的电机转速，控制原料加入电阻熔炉(4)的重量比流股(3)的重量高2%—5%。

9.一种陶瓷纤维电阻熔炉控制设备，其特征在于，包括存储器和处理器，

存储器：用于存储计算机程序；

处理器：用于执行所述计算机程序时实现如权利要求5-8任一项所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制方法的步骤。

10.一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求5-8任一项所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制方法的步骤。

陶瓷纤维电阻熔炉控制系统、方法、设备及存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及一种陶瓷纤维电阻熔炉控制系统、方法、设备及存储介质，属于陶瓷纤维生产技术领域。

背景技术

[0002] 公司生产陶瓷耐火纤维、陶瓷纤维针刺毯已有30多年的历史，对陶瓷纤维、陶瓷纤维针刺毯生产和工艺具有丰富的经验，已有陶瓷耐火纤维生产线二十多条，其中：万吨/年生产线二条，通过对各生产线不断的技术改造，实现了全机械化、半自动化、全自动化控制生产。

[0003] 陶瓷纤维的产量与熔炉的大小、输入功率、熔池的高矮、大小；熔汁温度高低；流口的孔径大小、输入流口体的电流大小(也就是流口体的发热量)有关；流口电流大、流口体发热大、流股大、产量高，控制了输入流口体的电流也就控制了产量。传统的调整流口流股(产量)的大小，是靠人工调整输入流口体的电流实现的。由于人的不确定因素，人工调整控制流口电流，对产量影响大，使产品前后袋称重误差大(20kg/袋误差2--3kg)。

[0004] 根据现实情况，急需展开对生产线电阻熔炉加料、电功率输入、流口体电流自动控制进行研究，以实现陶瓷纤维连续生产产量稳定，降低操作人员体力、脑力劳动和精力付出。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是：提供一种陶瓷纤维电阻熔炉控制系统、方法、设备及存储介质，通过熔炉和供电设施的平衡控制，实现陶瓷纤维连续生产产量稳定，降低操作人员体力、脑力劳动和精力付出。

[0006] 本发明所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统，包括流股视觉监控模块和工控模块，

流股视觉监控模块：用于监控流出电阻熔炉的流股的纵向直径和横向直径以及温度；

工控模块：用于根据纵向直径和横向直径以及温度，控制原料加入电阻熔炉的重量比流股的重量高2%—5%，控制电阻熔炉的输入功率大于输出功率17%—20%。

[0007] 陶瓷纤维电阻熔炉生产陶瓷纤维时，最理想的电阻熔炉和供电设施要达到二个平衡，一是电阻熔炉加的陶瓷纤维配比原料重量与流出电阻熔炉的流股的重量达到平衡；二是电阻熔炉输入功率与流出电阻熔炉的流股消耗的输出功率达到平衡，二者之一达不到平衡，就不能连续化正常生产。实际生产中配比原料加入电阻熔炉的重量，要比熔炉流口流出高温熔汁重量高2%—5%。

[0008] 理论上陶瓷纤维电阻熔炉电输入功率与输出功率平衡最理想；由于电阻熔炉的流股发光、发热、散热；冷却水带走的热量，输入输出功率不可能平衡，实际生产中控制在输入功率大于输出功率17%—20%左右。

[0009] 优选地，所述流股视觉监控模块包括直径采集单元、温度采集单元、分析计算单

元，

直径采集单元：包括2套高速摄像机，所述2套高速摄像机设置同水平、镜头成90度，用于采集流出电阻熔炉的流股的纵向直径和横向直径；

温度采集单元：用于通过热辅射测温仪采集流出电阻熔炉的流股的温度。

[0010] 本发明所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统，增加了高科技高速摄像机2套且2套高速摄像机设置同水平、镜头成90度安设，对垂直下流的高温熔汁流股起到前后即纵向、左右即横向的监控；增加1套热辅射测温仪，时时监控垂直下流的高温流股。

[0011] 优选地，所述工控模块包括分析计算单元、输入功率调整单元和原料加入重量调整单元，

分析计算单元：用于根据流股的纵向直径和横向直径以及温度分析计算流股的重量和输出功率；

输入功率调整单元：包括电极电压调整单元和流口电流调整单元，用于通过电阻熔炉的电源控制调整电阻熔炉的输入功率大于输出功率17%—20%；

电极电压调整单元：用于通过电阻熔炉的A相电极、B相电极和C相电极的电压控制电阻熔炉的输入功率大于输出功率17%—20%；

流口电流调整单元：用于在流股的纵向直径和横向直径以及温度3个参数同时变化时，调整流口电流；

原料加入重量调整单元：用于通过电动叶片给料器的变频器控制原料加入电阻熔炉的重量比流股的重量高2%—5%。

[0012] 本发明所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统，还增加了一套工控模块，2套高速摄像机和1套热辅射测温仪检测到的数据信号时时传输到工控模块，数据信号即流股的前后直径和左右直径以及时时温度。工控模块对传输的信号分析计算，时时流股流出电阻熔炉的输出功率即为流出的热量。由于高速摄像机为600帧/秒的速度，流股直径细微的变化就能高速摄像机抓取，高速摄像机信号和热辐射测温仪信号传输工控模块，通过模拟量计算比较，工控模块发出指令控制电压、电流、功率的升降，实现流口电流自动控制。根据流股直径和温度，计算时时电阻熔炉输出功率与实际输入功率比较，工控模块发出指令控制电阻熔炉的A相电极、B相电极和C相电极的电压，实现输入功率自动控制，使输入功率大于输出功率17%—20%之间，也起到了节能降耗作用。同时根据流股的模拟重量，工控模块发出指令控制配比原料布料机给料转速达到自动定量加料，使电阻熔炉达到了上述说的二个平衡全自动化调整；达到连续稳定生产的目的。

[0013] 本发明所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制方法，应用于上述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统，包括如下步骤：

步骤S1、数据采集：流股视觉监控模块采集流出电阻熔炉的流股的纵向直径和横向直径以及温度；

步骤S2、数据计算：根据流股的纵向直径和横向直径以及重量模拟模型计算流股的重量，根据流股的重量和温度以及输出功率模拟模型计算流股的输出功率；

步骤S3、数据调整：工控模块控制原料加入电阻熔炉的重量比流股的重量高2%—5%，控制电阻熔炉的输入功率大于输出功率17%—20%。

[0014] 优选地，所述步骤S3具体如下：

输入功率调整:通过电阻熔炉的电源控制调整电阻熔炉的输入功率大于输出功率17%—20%;在流股的纵向直径和横向直径以及温度3个参数同时变化时,调整流口电流;

原料加入重量调整:通过电动叶片给料器的变频器控制原料加入电阻熔炉的重量比流股的重量高2%—5%。

[0015] 优选地,所述输入功率调整具体如下:

电极电压调整:工控模块根据输入功率和输出功率之间的比例发送控制指令给电极中间继电器,电极中间继电器接收指令并控制A相电动小调压器、B相电动小调压器和C相电动小调压器的电机正反转,从而调整A相大功率磁性调压器、B相大功率磁性调压器和C相大功率磁性调压器输出相应电压给电阻熔炉的A相电极、B相电极和C相电极,控制电阻熔炉的输入功率大于输出功率17%—20%;

流口电流调整:工控模块根据流股的纵向直径和横向直径以及温度3个参数的变化发送控制指令给流口中间继电器,流口中间继电器接收指令并控制流口电动小调压器的电机正反转,从而调整流口大功率磁性调压器输出相应电压给电阻熔炉的流口体,控制流口体电流稳定。

[0016] 优选地,所述A相电极、B相电极和C相电极采用钼电极,钼电极连接有电极水套杆,电极水套杆上设置有电极加电部件;A相大功率磁性调压器、B相大功率磁性调压器和C相大功率磁性调压器通过电极加电部件施加电压给电阻熔炉的A相电极、B相电极和C相电极。

[0017] 具体的,A相电极、B相电极和C相电极分别连接有A相电极水套杆、B相电极水套杆和C相电极水套杆,A相电极水套杆、B相电极水套杆和C相电极水套杆上分别设置有A相电极加电部件、B相电极加电部件和C相电极加电部件;A相大功率磁性调压器、B相大功率磁性调压器和C相大功率磁性调压器通过A相电极加电部件、B相电极加电部件和C相电极加电部件施加电压给电阻熔炉的A相电极、B相电极和C相电极。优选地,所述原料加入重量调整具体如下:

工控模块根据流股的重量和原料加入电阻熔炉的重量直接按的比例,发送控制指令给电动叶片给料器的变频器变频,从而调整叶片给料器的电机转速,控制原料加入电阻熔炉的重量比流股的重量高2%—5%。

[0018] 本发明所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制设备,包括存储器和处理器,

存储器:用于存储计算机程序;

处理器:用于执行所述计算机程序时实现上述的陶瓷纤维电阻熔炉控制方法的步骤。

[0019] 本发明所述的计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述的陶瓷纤维电阻熔炉控制方法的步骤。

[0020] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

本发明所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统、方法、设备及存储介质,使电阻熔炉加料、功率输入、流口电流一实现了全自动控制,控制技术先进;技术含量高,彻底解决了人的不确定性,大大降低了操作人员的脑力劳动和精力付出,提高了产品质量一级合格率达到了98%以上,使两幅产品即前后卷、左右卷重量差分别控制在0.5kg以下;并且实现了连续稳定生产,同时降了下工序包装人员倒包允重的劳动强度。

附图说明

[0021] 图1为本发明所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统的结构框图；

图2为本发明所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统的结构示意图；

图3为本发明所述的电动叶片给料器的结构示意图；

图4为本发明所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制方法的流程图；

图5为本发明所述的电阻熔炉的结构示意图。

[0022] 图中：1、流股视觉监控模块；101、直径采集单元；102、温度采集单元； 2、工控模块；201、分析计算单元；202、输入功率调整单元；2021、电极电压调整单元；2022、流口电流调整单元； 203、原料加入重量调整单元；3、流股；4、电阻熔炉；5、高速摄像机；6、热辅射测温仪；7、电动叶片给料器；8、手动调节按钮；9、A相电动小调压器；10、B相电动小调压器；11、C相电动小调压器；12、A相大功率磁性调压器；13、B相大功率磁性调压器；14、C相大功率磁性调压器；15、A相电极；16、B相电极；17、C相电极；18、电工仪表；19、流口电动小调压器；20、流口大功率磁性调压器；21、流口体；22、甩丝机；23、电极水套杆；231、A相电极水套杆；232、B相电极水套杆；233、C相电极水套杆；24、电极加电导线；241、A相电极加电部件；242、B相电极加电部件；243、C相电极加电部件；25、触摸屏式显示器。

具体实施方式

[0023] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0024] 对陶瓷纤维电阻熔炉生产陶瓷纤维进行研究，最理想的电阻熔炉4和供电设施要达到二个平衡，一是电阻熔炉4加的陶瓷纤维配比原料重量与流出电阻熔炉4的流股3的重量达到平衡；二是电阻熔炉4输入功率与流出电阻熔炉4的流股3消耗的输出功率达到平衡，二者之一达不到平衡，就不能连续化正常生产。实际生产中配比原料加入电阻熔炉4的重量，要比熔炉流口流出高温熔汁重量高2%—5%。

[0025] 理论上陶瓷纤维电阻熔炉电输入功率与输出功率平衡最理想；由于电阻熔炉4的流股3发光、发热、散热；冷却水带走的热量，输入输出功率不可能平衡，实际生产中控制在输入功率大于输出功率17%—20%左右。

[0026] 实施例1

如图1-3所示，本发明所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统，包括流股视觉监控模块1和工控模块2，

流股视觉监控模块1：用于监控流出电阻熔炉4的流股3的纵向直径和横向直径以及温度；

工控模块2：用于根据纵向直径和横向直径以及温度，控制原料加入电阻熔炉4的重量比流股3的重量高2%—5%，控制电阻熔炉4的输入功率大于输出功率17%—20%。

[0027] 在此，流出电阻熔炉4的流股3的纵向直径和横向直径以及温度信号通过电工智能仪表的信号传输至工控模块2。

[0028] 具体的，所述流股视觉监控模块1包括直径采集单元101、温度采集单元102、分析计算单元103，

直径采集单元101：包括2套高速摄像机5，所述2套高速摄像机5设置同水平、镜头

成90度，用于采集流出电阻熔炉4的流股3的纵向直径和横向直径；

温度采集单元102：用于通过热辅射测温仪6采集流出电阻熔炉4的流股3的温度。

[0029] 所述工控模块2包括分析计算单元201、输入功率调整单元202和原料加入重量调整单元203，

分析计算单元201：用于根据流股3的纵向直径和横向直径以及温度分析计算流股3的重量和输出功率；

输入功率调整单元202：包括电极电压调整单元2021和流口电流调整单元2022，用于通过电阻熔炉的电源控制调整电阻熔炉4的输入功率大于输出功率17%—20%；

电极电压调整单元2021：用于通过电阻熔炉4的A相电极15、B相电极16和C相电极17的电压控制电阻熔炉4的输入功率大于输出功率17%—20%；

流口电流调整单元2022：用于在流股3的纵向直径和横向直径以及温度3个参数同时变化时，调整流口电流；

原料加入重量调整单元203：用于通过电动叶片给料器7的变频器控制原料加入电阻熔炉4的重量比流股3的重量高2%—5%。

[0030] 本发明所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统，增加了高科技高速摄像机52套且2套高速摄像机5设置同水平、镜头成90度安设，对垂直下流的高温熔汁流股3起到前后即纵向、左右即横向的监控；增加1套热辅射测温仪6，时时监控垂直下流的高温流股3，流股3垂直下流后进入甩丝机22。

[0031] 本发明所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统，还增加了一套工控模块2，2套高速摄像机5和1套热辅射测温仪6检测到的数据信号时时传输到工控模块2，数据信号即流股3的前后直径和左右直径以及时时温度。工控模块2对传输的信号分析计算，时时流股3流出电阻熔炉4的输出功率即为流出的热量。由于高速摄像机5为600帧/秒的速度，流股3直径细微的变化就能高速摄像机5抓取，高速摄像机5信号和热辐射测温仪6信号传输工控模块2，通过模拟量计算比较，工控模块2发出指令控制电压、电流、功率的升降，实现流口电流自动控制。根据流股3直径和温度，计算时时电阻熔炉4输出功率与实际输入功率比较，工控模块2发出指令控制电阻熔炉4的A相电极15、B相电极16和C相电极17的电压，实现输入功率自动控制，使输入功率大于输出功率17%—20%之间，也起到了节能降耗作用。同时根据流股3的模拟重量，工控模块2发出指令控制配比原料布料机给料转速达到自动定量加料，使电阻熔炉4达到了上述说的二个平衡全自动化调整；达到连续稳定生产的目的。

[0032] 本发明所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统，还增加有触摸屏式显示器25。工控模块2发出指令控制电压、电流、功率的升降，触摸屏式显示器25同时显示输入电阻熔炉4的A、B、C三相电功率 、以及流口电压、电流、功率；流口电流的自动控制是通过工控模块2对流股3直径检测和流股3温度的变化计算出流股3时时重量。采用手动控制和自动控制两套方案，采用触摸屏式显示器25人机数据交换方便、稳定、可靠；手动控制(刚点炉时使用)、自动控制切换自如。

[0033] 由于陶瓷纤维(硅酸铝纤维)原料用的是配比原料，其成分：主要是高岭土(标准料：含铝(AI)41%左右；硅(Si)57 %；铁(Fe)0.31%；钛(Ti)0.63% ；其它(杂质、水分等)1.06%；这是实验数据。在实际生产中原料用(煤矿废弃的煤矸石煅烧)高岭土，含铝AI36%-----43%(原料批次含铝量不等)；硅Si含48%——59%(原料批次含硅量不等)，杂质水分等为

2%——5%左右。原料中的铝、硅含量的多少直接影响陶瓷纤维的耐温度，所以根据原料的批次铝、硅含量不同配比（加的3氧化2铝、二氧化硅）数量不同；或根据客户使用温度高低配比不同的铝、硅含量，例如：红阳公司生产的陶瓷纤维：【牌号1260】建议使用温度1000度以下；【牌号1140】建议使用温度800度以下；【牌号1010】建议使用温度600度以下，【高铝 ——】建议使用温度1200度以下 ，【含锆铝——】建议使用温度1250度以下。

[0034] 用不同的原料配比不同的产品纤维温度，水分杂质含量不同，即杂质和含水控制在2—5%，实际生产中原料的水分随电阻熔炉4内的高温蒸发；杂质中和原料其它成分中含有灼碱，随炉内高温熔化原料时释放，还有小部分原料炉内加料时，产生的粉尘进入除尘器。生产中实测1000kg配比原料生产955kg，其中：陶瓷纤维764kg+渣球191kg（未成纤的）；成纤率80%）；原料利用率95.5%、损失率4.5%。所以原料加入电阻熔炉4的重量要比流出的流股3重量高2%—5%。

[0035] 实际生产中电阻炉的输入功率，用功率表直接读取数相加，即输入功率=A相+B相+C相+流口；也可通过电流、电压、功率因数表计算（输入功率3相：P=1.732×U线×I相×COSØ；单相：P=3×U相×I相×COSØ）或电能计量表（电度表）时间段（两段电度表数值差、乘电压互感器倍率乘、电流互感器倍率、除时间）获取。

[0036] 电阻熔炉流口流出的高温流股3，根据2台高速摄像机5抓取的流股3下流的直径。流股3稳定20分钟后，流股3纵向和横向两图像显示的流股3直径无变化，热辐射测温仪6测出的流股3温度无变化时，用人工测量流股3单位时间内流出的重量；同时根据热辐射测温仪6测的流股3的温度和流股3单位时间内流出的重量，测算出单位时间流口流出的电功率。

[0037] 重量模拟量：确定流股3直径和温度不变，以此为基数，用秒表计时法，使用长柄坩埚勺快速放到流股3处接上高温熔汁，用电子秤称取重量减去长柄坩埚自重，即测到单位时间内流口流出高温熔汁的重量，为了单位时间测的重量基数的准确，要重复3—5次取平均值。高温熔汁重量乘上成纤率，就得到单位时间内陶瓷纤维的重量。

[0038] 例如：确定流股直径7mm；流股温度2100度

20（S）秒内测得高温熔汁4kg，每秒4kg÷20s=0.2kg/s；

每天24时 高温熔汁流出重量=4kg÷20s×3600s×24h=17280kg；

每天24时 纤维重量=17280kg×80%（成纤率）=13824kg；

每天24时 渣球（未成纤熔汁）=17280kg－13824kg=3456kg

电功率模拟量：根据有关资料陶瓷纤维【牌号1140】，建议使用温度1000度以下，实验室用1100度试验24小时无变化。原料（高岭土）熔化温度1780度（熔点），1公斤【牌号1140】的陶瓷纤维配比原料用1.2kwh/kg电能熔化（1780度）。电阻熔炉内温度高达2300度——2500度左右，1公斤【牌号1140】的陶瓷纤维配比料熔融达到熔汁流出的（温度2300度时），用1.6kwh/kg电能（多年经验和经多次试验测得）。

[0039] 例如：热辐射测量仪6显示流股温度1890度，（测试仪探头距流股1000毫米）；实际温度达到2100度。根据实际情况，热辐射测量仪6测的温度乘以修正修系数1.11。

[0040] 生产中实测流口流出电功率即输出功率：流股3 2100度时，

1小时流出的流股3重量=4kg/20s×3600s=720kg；

720流股耗能（kwh） =720kg ×1.6kwh/kg=1152kwh；时时输入功率大于流口输出功率=1152kwh÷1h×1.18（18%）=1359kw。

[0041] 如图4所示，上述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统的陶瓷纤维电阻熔炉控制方法，包括如下步骤：

步骤S1、数据采集：流股视觉监控模块1采集流出电阻熔炉4的流股3的纵向直径和横向直径以及温度；

步骤S2、数据计算：根据流股3的纵向直径和横向直径以及重量模拟模型计算流股3的重量，根据流股3的重量和温度以及输出功率模拟模型计算流股3的输出功率；

步骤S3、数据调整：工控模块2控制原料加入电阻熔炉4的重量比流股3的重量高2—5%，控制电阻熔炉4的输入功率大于输出功率17%—20%。

[0042] 重量模拟模型的数据通过重量模拟量采集，输出功率模拟模型通过电功率模拟量采集。

[0043] 具体的，所述步骤S3具体如下：

输入功率调整：通过电阻熔炉的电源控制调整电阻熔炉4的输入功率大于输出功率17%—20%；在流股3的纵向直径和横向直径以及温度3个参数同时变化时，调整流口电流；

原料加入重量调整：通过电动叶片给料器7的变频器控制原料加入电阻熔炉4的重量比流股3的重量高2%—5%。

[0044] 所述输入功率调整具体如下：

电极电压调整：工控模块2根据输入功率和输出功率之间的比例发送控制指令给电极中间继电器，电极中间继电器接收指令并控制A相电动小调压器9、B相电动小调压器10和C相电动小调压器11的电机正反转，从而调整A相大功率磁性调压器12、B相大功率磁性调压器13和C相大功率磁性调压器14输出相应电压给电阻熔炉4的A相电极15、B相电极16和C相电极17，控制电阻熔炉4的输入功率大于输出功率17%—20%；

流口电流调整：工控模块2根据流股3的纵向直径和横向直径以及温度3个参数的变化发送控制指令给流口中间继电器，流口中间继电器接收指令并控制流口电动小调压器19的电机正反转，从而调整流口大功率磁性调压器20输出相应电压给电阻熔炉4的流口体21，控制流口体21电流稳定。

[0045] 在此，根据电阻熔炉4流口单位时间流出的重量折算模拟流出功率，输入功率可以给定指令20分钟调整1次。只有流股3纵向、横向直径同时变化(增大或减小)，热辐射测温仪6温度变化(升高或降低)，流口电流大小自动调整。流股3横向、横向直径任一个变化，热辐射测温仪6温度不变化，流口电流不调整。流股3直径纵向、横向、温度3个参数有1个变化，流口电流大小不自动调整。工控模块2根据时时信号，发出指令弱电控制强电熔炉给料、布料机变频器给定配比原料流量，即小功率电动调压器控制大功率磁性调压器。

[0046] 所述电极中间继电器和流口中间继电器设置在控制柜内，触摸屏式显示器25嵌在控制柜表面，控制柜表面还安设A、B、C三相和流口电压、电流、功率电工仪表18及手动控制按钮8，电工仪表18有通信485接口与工控机连接；电工仪表18采集的信号通过工控机程序计算分析在触摸屏式显示器25显示：《输入电阻熔炉4的A、B、C三相电压、电流、功率以及流口、电压、电流、功率》。输入功率与输出功率信号通过软件程序计算比较，按设定值发出指令通过中间继电器使；A相电动小调压器9以及B相电动小调压器10和C相电动小调压器11的输出电流、流口电动小调压器19的输出控制电流。在此，电动小调压器输出端依次设置有隔离变压器和硅整流模块，直流电流是通过直流分流器(75mv)信号反映在电工仪表18上，显

示直流输入大功率磁性调压器的控制电流。

[0047] 另外，触摸屏式显示器25上还设置有手动、自动切换模拟按钮，并且手动、自动切换灵敏可靠，可在陶瓷纤维电阻熔炉控制系统故障时或点炉时进行手动控制。

[0048] 所述A相电极15、B相电极16和C相电极17采用钼电极，钼电极连接有电极水套杆23，电极水套杆23上设有电极加电导线24，(导线与磁性调压之间设有电流互感器3000/5，分别取A相、B相、C及流口电流参数。A相大功率磁性调压器12、B相大功率磁性调压器13和C相大功率磁性调压器14通过电极加电导线24施加电压给电阻熔炉4。由于陶瓷纤维原料熔化成汁后导电，三相A相电极15、B相电极16、C相电极17形成导电回路；钼流口电同样与原料溶汁形成回路。

[0049] 如图5所示，A相电极15、B相电极16和C相电极17分别连接有A相电极水套杆231、B相电极水套杆232和C相电极水套杆233，A相电极水套杆231、B相电极水套杆232和C相电极水套杆233上分别设置有A相电极加电部件241、B相电极加电部件242和C相电极加电部件243；A相大功率磁性调压器12、B相大功率磁性调压器13和C相大功率磁性调压器14通过A相电极加电部件241、B相电极加电部件242和C相电极加电部件243施加电压给电阻熔炉的A相电极15、B相电极16和C相电极17。大容量磁性调压器单相320kva、 500kva 、750kva、1000kva 4种分别用于4种不同产能的电阻熔炉4，每套电阻熔炉4用3台同容量的大容量磁性调压器。流口大功率磁性调压器20容量50kva、80kva、100kva、200kva 根据产能设计选取流口大功率调压器20的容量。

[0050] 大容量磁性调压器的特性：输入控制端子直流电流的大小就控制了输入电阻熔炉4的3个电极电压、电流的升降，也就控制了输入功率，公式P=3×U×I×COSØ(电阻熔炉4COSØ=1)。

[0051] 本发明所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制系统采用3台大容量磁性调压器(熔炉)，1台小容量磁性调压器(流口)，用4台小功率电动调压器控制大磁性调压器，控制了小功率调压器的电机正反转，也就控制了大磁性调压器电压、电流、功率的升降。在电动小调压器和大磁性调压器之间增加隔离整流变压器和硅整流模块实现电动小调压器和大磁性调压器之间的连接。

[0052] 所述原料加入重量调整具体如下：

工控模块2根据流股3的重量和原料加入电阻熔炉4的重量直接按的比例，发送控制指令给电动叶片给料器7的变频器变频，从而调整叶片给料器7的电机转速，控制原料加入电阻熔炉4的重量比流股3的重量高2%—5%。

[0053] 在此，电阻熔炉4配比原料可以给定指令30分钟调整一次。根据熔炉流口每小时流出(720kg)的重量数据，加上4.5%损耗，应加720kg×1.045=752.4kg。如图3所示：料仓下面的叶片给料器7由电动机带动，电动机由变频器控制，叶片给料器7转1圈设定(机械调整)下原料3kg ，控制了电机的转速也就控制了给料量。

[0054] 实施例2

本发明所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制设备，包括存储器和处理器，

存储器：用于存储计算机程序；

处理器：用于执行所述计算机程序时实现实施例1所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制方法的步骤。

[0055] 工控模块2采用工业控制计算机，存储器和处理器设置在工业控制计算机上。

[0056] 实施例3

本发明所述的计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现实施例1所述的陶瓷纤维电阻熔炉控制方法的步骤。

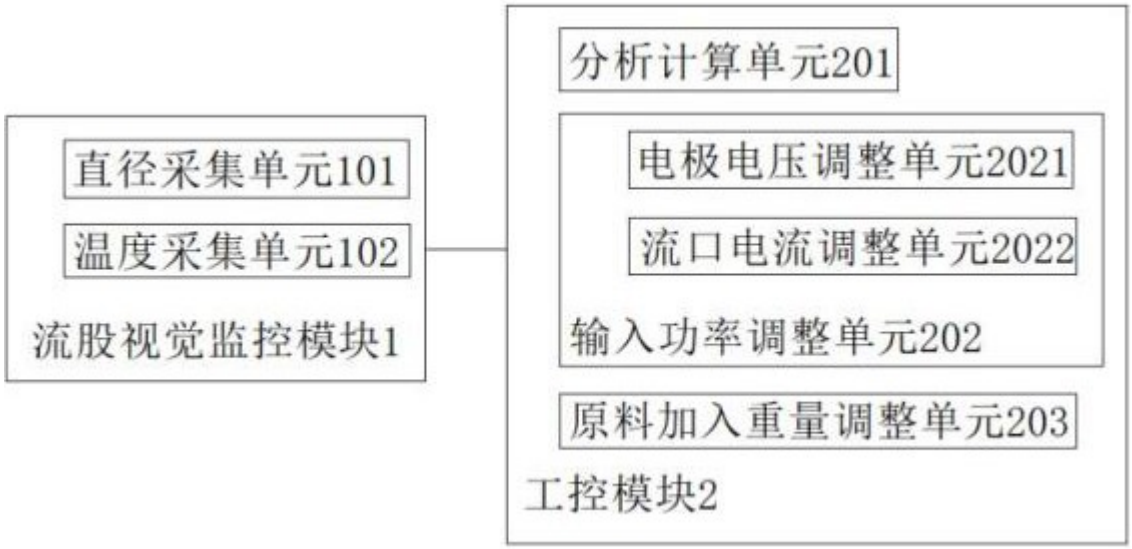

直径采集单元101
温度采集单元102
流股视觉监控模块1
分析计算单元201
电极电压调整单元2021
流口电流调整单元2022
输入功率调整单元202
原料加入重量调整单元203
工控模块2

图 1

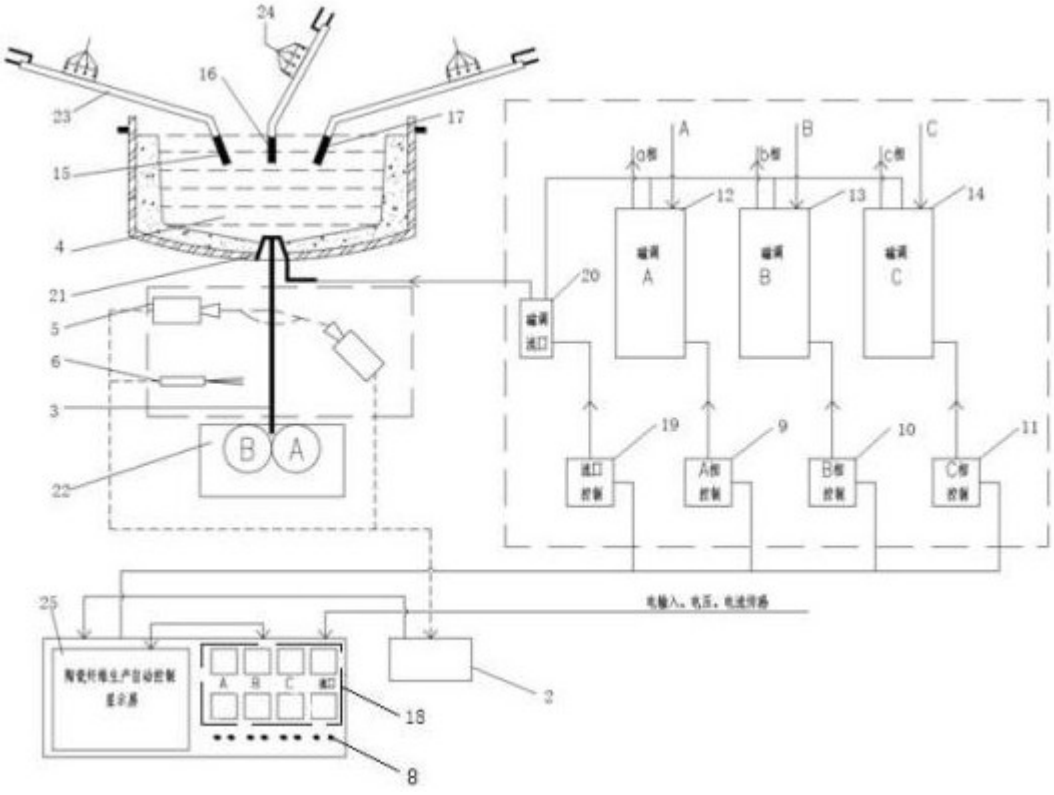

24
16
23
17
15
4
21
5
6
3
22
B
A
A
B
C
a泵
b泵
c泵
12
13
14
20
磁调
A
磁调
B
磁调
C
磁调
流口
19
9
10
11
流口
控制
A泵
控制
B泵
控制
C泵
控制
25
A
B
C
流口
18
8
2

图 2

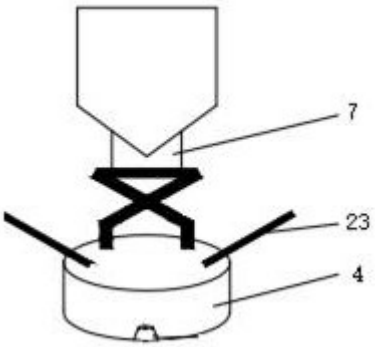

7
23
4

图 3

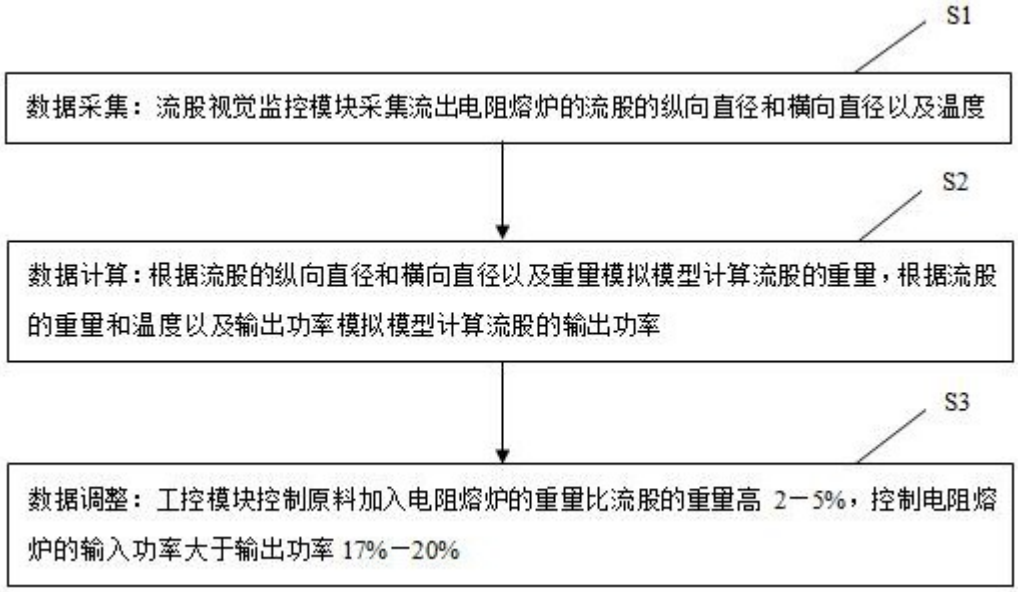

S1
数据采集：流股视觉监控模块采集流出电阻熔炉的流股的纵向直径和横向直径以及温度
S2
数据计算：根据流股的纵向直径和横向直径以及重量模拟模型计算流股的重量，根据流股的重量和温度以及输出功率模拟模型计算流股的输出功率
S3
数据调整：工控模块控制原料加入电阻熔炉的重量比流股的重量高 2－5%，控制电阻熔炉的输入功率大于输出功率 17%－20%

图 4

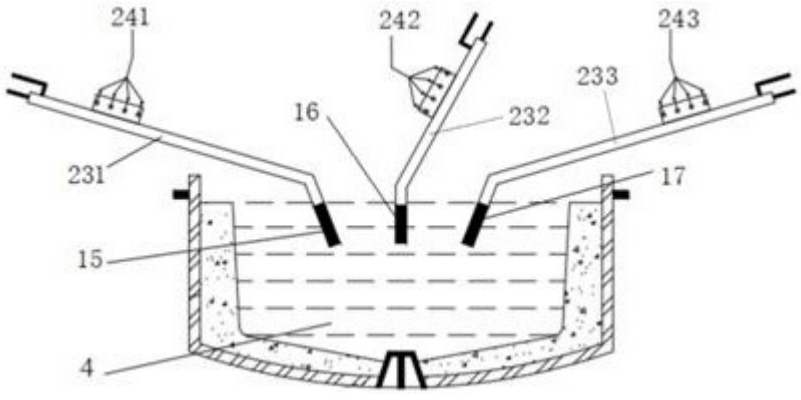

241
242
243
233
16
232
231
17
15
4

图 5