



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105739552 B

(45)授权公告日 2018.08.28

(21)申请号 201610076804.9

(22)申请日 2016.02.03

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105739552 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(73)专利权人 华北电力大学

地址 102206 北京市昌平区朱辛庄北农路2号

(72)发明人 牛风雷 赵云淦 杜晓超 吴斌

高胜 吴宜灿

(74)专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理

有限公司 11246

代理人 黄家俊

(51)Int.Cl.

G05D 11/13(2006.01)

(56)对比文件

CN 103499983 A,2014.01.08,

CN 103076820 A,2013.05.01,

CN 103914088 A,2014.07.09,

CN 102749949 A,2012.10.24,

JP 2006250577 A,2006.09.21,

王艳青.高温液态铅铋合金氧传感器研制与实验研究.《中国博士学位论文全文数据库》.2014,(第10期),第I140-37页.

审查员 唐捷

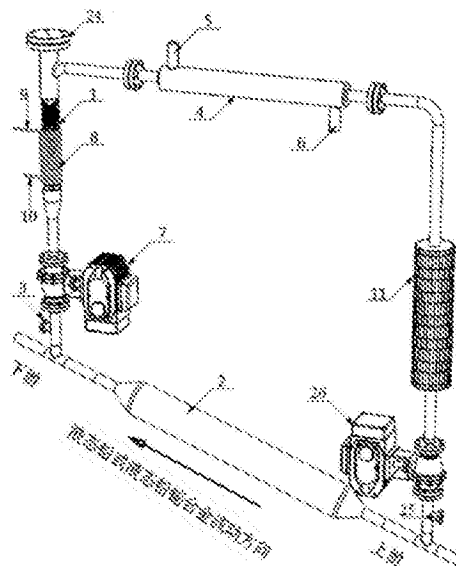
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

用于液态铅或液态铅铋合金回路系统的氧控装置及其方法

(57)摘要

本发明公开了属于核工程与核技术领域的一种用于液态铅或液态铅铋合金回路系统的氧控装置及其方法。所述氧控装置包括：驱动泵、两个氧传感器接口、两个电动阀门、质量交换器、螺旋冷却水管、第一法兰、换热器、加热器以及管道；两个氧传感器接口分别为第一氧传感器接口和第二氧传感器接口；两个电动阀门分别为第一电动阀门和第二电动阀门。所述氧控装置通过冷却装置和加热装置，调节液态铅或液态铅铋合金的温度，控制固态氧化铅在液态铅或液态铅铋合金中的溶解和析出，进而调节液态铅或液态铅铋合金中的氧浓度。该氧控装置具有高效、快速、清洁的特点；相比于以往的固态氧浓度控制方式，具有灵活操作方案、易于加工和组装的特点。



1. 一种用于液态铅或液态铅铋合金回路系统的氧控装置,其特征在于,所述氧控装置包括:驱动泵(2)、两个氧传感器接口、两个电动阀门、质量交换器(1)、螺旋冷却水管(8)、第一法兰(24)、换热器(4)、加热器(11)以及管道;两个氧传感器接口分别为第一氧传感器接口(3)和第二氧传感器接口(25);两个电动阀门分别为第一电动阀门(7)和第二电动阀门(26);

所述氧控装置,沿驱动泵(2)的下游,在管道上通过法兰或焊接的方式依次连接有第一电动阀门(7)、质量交换器(1)、第一法兰(24)、热换器(4)、加热器(11)、第二电动阀门(26),形成旁路系统;

在第一电动阀门(7)上游的管道上留有第一氧传感器接口(3),在第二电动阀门(26)下游的管道上留有第二氧传感器接口(25);

在质量交换器(1)上安装有螺旋冷却管(8),螺旋冷却管(8)的上下游分别为螺旋冷却水出口(10)和螺旋冷却水入口(9);

在热换器(4)的上下游,分别设有换热器冷却水出口(5)和换热器冷却水入口(6)。

2. 根据权利要求1所述的氧控装置,其特征在于,所述的质量交换器(1)包括第二法兰(12)、空心管(13)、氧化铅颗粒容器(14)、固定滤网(15)、弹簧(16)、活动滤网(17)、电加热棒(18)、电加热棒保护罩(19)、螺母(21)和氧化铅颗粒组件(22);

将第二法兰(12)与空心管(13)的一端进行焊接,使空心管(13)与第二法兰(12)中间的孔对接完好,然后将固定滤网(15)焊接在空心管(13)上;

将电加热棒(18)的电源线,穿过空心管(13)并通过第二法兰(12)中间的孔引出,并将电加热棒(18)与空心管(13)的另一端进行焊接,然后再将电加热棒保护罩(19)的与螺纹相对的一端与电加热棒(18)靠近第二法兰(12)的一端进行焊接;

在电加热棒保护罩(19)上依次套上弹簧(16)、活动滤网(17)和氧化铅颗粒组件(22),弹簧(16)的外径尺寸与固定滤网(15)和活动滤网(17)的外径尺寸相同,使弹簧(16)的一端被固定滤网(15)挡住,另一端与活动滤网(17)接触;最后再将氧化铅颗粒容器(14)罩在电加热棒保护罩(19)的外侧,并将电加热棒保护罩(19)的螺纹端穿过氧化铅颗粒容器(14)底部的中心孔,最后将电加热保护罩(19)的螺纹端与螺母(21)通过螺纹进行拧紧固定。

3. 根据权利要求2所述的氧控装置,其特征在于,通过将第一法兰(24)与质量交换器(1)上的第二法兰(12)进行密封紧固,使质量交换器(1)固定在氧控装置上。

4. 根据权利要求2所述的氧控装置,其特征在于,所述的氧化铅颗粒组件(22)由环形铅网或环形铋网或环形铅铋合金网(23)和氧化铅颗粒(20)组成。

5. 根据权利要求4所述的氧控装置,其特征在于,所述的环形铅网或环形铋网或环形铅铋合金网(23)为一截面为“凹”字形的环形凹槽,凹槽内紧密排列有氧化铅颗粒(20)。

6. 根据权利要求2所述的氧控装置,其特征在于,所述的固定滤网(15)和活动滤网(17)均为环状平板,其上设有直径为2mm的小孔。

7. 根据权利要求2所述的氧控装置,其特征在于,所述的氧化铅颗粒容器(14)一端开口,另一端有底,底部中间开孔,能使电加热棒保护罩(19)的螺纹杆插入,底部四周设有直径为2mm的小孔。

8. 一种利用权利要求1-7任一项所述的氧控装置进行氧浓度控制的方法,其特征在于,当液态铅或液态铅铋合金回路系统中的氧浓度低于预设氧浓度时,开启第一电动阀门(7)

和第二电动阀门(26),启动氧控装置,一部分液态铅或液态铅铋合金进入旁路系统,并流经质量交换器(1);开启电加热棒(18),加速氧化铅颗粒(20)在液态铅或液态铅铋合金中的溶解,使旁路系统中的液态铅或液态铅铋合金中的氧浓度得以提升,氧浓度得到提升后的液态铅或液态铅铋合金返回到回路系统中,使回路系统中的氧浓度也随之提升;当液态铅或液态铅铋合金回路系统中的氧浓度达到预设氧浓度后,关闭第一电动阀门(7)和第二电动阀门(26),停止运行氧控装置;

当液态铅或液态铅铋合金回路系统中的氧浓度高于预设氧浓度时,开启第一电动阀门(7)和第二电动阀门(26),启动氧控装置,一部分液态铅或液态铅铋合金进入旁路系统,并流经质量交换器(1);开启螺旋冷却水管(8),降低氧在液态铅或液态铅铋合金中的饱和浓度,使液态铅或液态铅铋合金中的氧,以氧化铅的形式析出在氧化铅颗粒(20)的附近或表面,进而使旁路系统中的液态铅或液态铅铋合金中的氧浓度降低;含有较低氧浓度的液态铅或液态铅铋合金返回到回路系统中,使回路系统中的氧浓度也随之降低;当液态铅或液态铅铋合金回路系统中的氧浓度达降到预设氧浓度后,关闭第一电动阀门(7)和第二电动阀门(26),停止运行氧控装置。

9. 根据权利要求8所述的利用氧控装置进行氧浓度控制的方法,其特征在于,当质量交换器(1)中内置的电加热棒(18)开启时,需要同时启动换热器(4)。

10. 根据权利要求8所述的利用氧控装置进行氧浓度控制的方法,其特征在于,当开启螺旋冷却水管(8)时,需要同时启动加热器(11)。

用于液态铅或液态铅铋合金回路系统的氧控装置及其方法

技术领域

[0001] 本发明属于核工程与核技术领域,具体涉及一种用于液态铅或液态铅铋合金回路系统的氧控装置及其方法。

背景技术

[0002] 液态铅或铅铋合金是加速器驱动的次临界系统(ADS)中主要高能散列靶的首选材料和铅基反应堆中冷却剂的重要候选材料。但液态铅或铅铋合金对结构钢材的腐蚀性,成为制约其广泛应用的重要因素。目前,氧浓度控制技术普遍被认为是最有效的液态铅铋合金防腐手段。国际上现有的实验,几乎全是通过向液态金属中或其表面覆盖的气体中注射低浓度的氧气或氢气来调节液态铅铋合金中的氧含量,但这种气态氧浓度控制方式存在诸多缺点。

[0003] 通过调节固态铅/铋氧化物的溶解和析出,进而快速调节液态铅铋合金中的氧含量是一项处于国际前沿的领先技术。固态氧浓度控制技术,具有高效的质量交换、快速的氧浓度调节、无残渣生成、无需定时清理、不降低材料热力学性能及可完全废除氢气注射系统等诸多优点,相比于气体控制来说具有很大的优越性。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种用于液态铅或液态铅铋合金回路系统的氧控装置及其方法。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采取的技术方案如下:

[0006] 一种用于液态铅或液态铅铋合金回路系统中的氧控装置,所述氧控装置包括:驱动泵2、两个氧传感器接口、两个电动阀门、质量交换器1、螺旋冷却水管8、第一法兰24、换热器4、加热器11以及管道;两个氧传感器接口分别为第一氧传感器接口3和第二氧传感器接口25;两个电动阀门分别为第一电动阀门7和第二电动阀门26;

[0007] 所述氧控装置,沿驱动泵2的下游,在管道上通过法兰或焊接的方式依次连接有第一电动阀门7、质量交换器1、第一法兰24、热换器4、加热器11、第二电动阀门26,形成旁路系统;

[0008] 在第一电动阀门7上游的管道上留有第一氧传感器接口3,在第二电动阀门26下游的管道上留有第二氧传感器接口25;第一氧传感器接口3和第二氧传感器接口25,用于在氧控装置的上游和下游安装氧传感器;

[0009] 在质量交换器1上安装有螺旋冷却管8,螺旋冷却管8的上下游分别为螺旋冷却水出口10和螺旋冷却水入口9;

[0010] 在热换器4的上下游,分别设有换热器冷却水出口5和换热器冷却水入口6。

[0011] 所述的质量交换器1包括第二法兰12、空心管13、氧化铅颗粒容器14、固定滤网15、弹簧16、活动滤网17、电加热棒18、电加热棒保护罩19、螺母21和氧化铅颗粒组件22;

[0012] 将第二法兰12与空心管13的一端进行焊接,使空心管13与第二法兰12中间的孔对

接完好,然后将固定滤网15焊接在空心管13上;

[0013] 将电加热棒18的电源线,穿过空心管13并通过第二法兰12中间的孔引出,并将电加热棒18与空心管13的另一端进行焊接,这里的焊接要保证密封性,不能存在焊缝,以免液态铅或液态铅铋合金流入到空心管浸泡电加热棒18的电源线;然后再将电加热棒保护罩19的与螺纹相对的一端与电加热棒18靠近第二法兰12的一端进行焊接;

[0014] 在电加热棒保护罩19上依次套上弹簧16、活动滤网17和氧化铅颗粒组件22,氧化铅颗粒组件的个数由电加热棒保护罩19的长度与氧化铅颗粒组件22的尺寸决定,弹簧16的外径尺寸与固定滤网15和活动滤网17的外径尺寸相同,使弹簧16的一端被固定滤网15挡住,另一端与活动滤网17接触;最后再将氧化铅颗粒容器14罩在电加热棒保护罩19的外侧,并将电加热棒保护罩19的螺纹端穿过氧化铅颗粒容器14底部的中心孔,最后将电加热保护罩19的螺纹端与螺母21通过螺纹进行拧紧固定;弹簧16保证了氧化铅颗粒14内部体积变化(主要是氧化铅颗粒组件22中的氧化铅颗粒20的溶解与析出引起的)时,上述的装置仍然处于压紧状态。

[0015] 通过将第一法兰24与质量交换器1上的第二法兰12进行密封紧固,使质量交换器1固定在氧控装置上。

[0016] 所述的氧化铅颗粒组件22由环形铅网或环形铋网或环形铅铋合金网23和氧化铅颗粒20组成。

[0017] 所述的环形铅网或环形铋网或环形铅铋合金网23为一截面为“凹”字形的环形凹槽,凹槽内紧密排列有氧化铅颗粒20。

[0018] 所述的固定滤网15和活动滤网17均为环状平板,其上具设有直径为2mm的小孔。

[0019] 所述的氧化铅颗粒容器14的一端开口,另一端有底,底部中间开孔,能使电加热棒保护罩19的螺纹杆插入,底部四周设有直径为2mm的小孔,允许液态铅或液态铅铋合金通过。

[0020] 所述的氧控装置进行氧浓度控制的方法为:当液态铅或液态铅铋合金回路系统中的氧浓度低于预设氧浓度时,开启第一电动阀门7和第二电动阀门26,启动氧控装置,一部分液态铅或液态铅铋合金进入旁路系统,并流经质量交换器1;开启电加热棒18,加速氧化铅颗粒20在液态铅或液态铅铋合金中的溶解,使旁路系统中的液态铅或液态铅铋合金中的氧浓度得以提升,氧浓度得到提升后的液态铅或液态铅铋合金返回到回路系统中,使回路系统中的氧浓度也随之提升;当液态铅或液态铅铋合金回路系统中的氧浓度达到预设氧浓度后,关闭第一电动阀门7和第二电动阀门26,停止运行氧控装置;

[0021] 当液态铅或液态铅铋合金回路系统中的氧浓度高于预设氧浓度时,开启第一电动阀门7和第二电动阀门26,启动氧控装置,一部分液态铅或液态铅铋合金进入旁路系统,并流经质量交换器1;开启螺旋冷却水管8,降低氧在液态铅或液态铅铋合金中的饱和浓度,使液态铅或液态铅铋合金中的氧,以氧化铅的形式析出在氧化铅颗粒20的附近或表面,进而使旁路系统中的液态铅或液态铅铋合金中的氧浓度降低;含有较低氧浓度的液态铅或液态铅铋合金返回到回路系统中,使回路系统中的氧浓度也随之降低;当液态铅或液态铅铋合金回路系统中的氧浓度达降到预设氧浓度后,关闭第一电动阀门7和第二电动阀门26,停止运行氧控装置。

[0022] 当质量交换器1中内置的电加热棒18开启时,需要同时启动换热器4,使旁路系统

中的液态铅或液态铅铋合金的温度不至于过高,引起较大的热应力,损坏设备。

[0023] 当开启螺旋冷却水管8时,需要同时启动加热器11,补偿由于冷却造成的旁路系统中液态铅或液态铅铋合金温度的变化。

[0024] 本发明的有益效果为:所述氧控装置通过螺旋冷却水管8和电加热棒18,调节液态铅或液态铅铋合金的温度,控制固态氧化铅在液态铅或液态铅铋合金中的溶解和析出,进而调节液态铅或液态铅铋合金中的氧浓度。所述氧控装置基于固态氧浓度控制技术,相比于传统的气态氧浓度控制方式,该装置具有高效、快速、清洁的特点;相比于以往的固态氧浓度控制方式,具有灵活操作方案、易于加工和组装的特点。

附图说明

[0025] 图1本发明所述氧控装置的原理图;加热时:温度 $T_2 > T_1$,氧浓度 $C_{O3} > C_{O2} > C_{O1}$;冷却时:温度 $T_2 < T_1$,氧浓度 $C_{O3} < C_{O2} < C_{O1}$ 。

[0026] 图2本发明所述的氧控装置图。

[0027] 图3质量交换器结构示意图。

[0028] 图4质量交换器分解示意图。

[0029] 图5氧化铅颗粒容器剖视图。

[0030] 图6电加热棒保护罩剖视图。

[0031] 图7氧化铅颗粒组件结构示意图。

[0032] 图中标号分别为:1-质量交换器;2-驱动泵;3-第一氧传感器接口;4-换热器;5-换热器冷却水出口;6-换热器冷却水入口;7-第一电动阀门;8-螺旋冷却水管;9-螺旋冷却水管入口;10-螺旋冷却水管出口;11-加热器;12-第二法兰;13-空心管;14-氧化铅颗粒容器;15-固定滤网;16-弹簧;17-活动滤网;18-电加热棒;19-电加热棒保护罩;20-氧化铅颗粒;21-螺母;22-氧化铅颗粒组件;23-环形铅网或环形铋网或环形铅铋合金网;24-第一法兰;25-第二氧传感器接口;26-第二电动阀门。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0034] 1氧控装置的设计

[0035] 将氧控装置设计成旁路系统,使得在液态铅或液态铅铋合金回路系统运行时,能够安装和拆卸质量交换器1,而不需要将回路系统停止下来;同时可以在需要调控回路系统中液态铅或液态铅铋合金时,通过打开第一电动阀门7和第二电动阀门26,启用氧控装置;不需要调控氧浓度时,关闭第一电动阀门7和第二电动阀门26,将氧控装置隔离。

[0036] 旁路系统的安装位置与驱动泵2并列,液态铅或液态铅铋合金由驱动泵2的下游进入旁路系统,从驱动泵2的上游返回到回路系统。

[0037] 所述的氧控装置包括:驱动泵2、两个氧传感器接口、两个电动阀门、质量交换器1、螺旋冷却水管8、第一法兰24、换热器4、加热器11以及管道;两个氧传感器接口分别为第一氧传感器接口3和第二氧传感器接口25;两个电动阀门分别为第一电动阀门7和第二电动阀门26;

[0038] 所述氧控装置,沿驱动泵2的下游,在管道上通过法兰或焊接的方式依次连接有第

一电动阀门7、质量交换器1、第一法兰24、热换器4、加热器11、第二电动阀门26,形成旁路系统;

[0039] 在第一电动阀门7上游的管道上留有第一氧传感器接口3,在第二电动阀门26下游的管道上留有第二氧传感器接口25;第一氧传感器接口3和第二氧传感器接口25用于在氧控装置的上游和下游安装氧传感器;

[0040] 在质量交换器1上安装有螺旋冷却管8,螺旋冷却管8的上下游分别为螺旋冷却水出口10和螺旋冷却水入口9;

[0041] 在热换器4的上下游,分别设有换热器冷却水出口5和换热器冷却水入口6。

[0042] 其中,质量交换器1:提供物质交换介质,内置的氧化铅颗粒20可以与流经其表面的液态铅或液态铅铋合金之间进行物质交换;驱动泵2:本身是液态铅或液态铅铋合金回路系统的动力源,这里用来同时为氧控装置提供动力,不需要额外为氧控装置设计动力源;第一氧传感器接口3和第二氧传感器接口25:可分别在氧控装置的上游和下游安装氧传感器,实时监视流入和流出氧控装置的液态铅或液态铅铋合金中的氧浓度;换热器4:当质量交换器1中内置的电加热棒18开启时,需要同时启动换热器4,将液态铅或液态铅铋合金适当降温,避免液态铅或液态铅铋合金进入回路系统时与回路中的液态铅或液态铅铋合金温差过大,产生较大的热应力;第一电动阀门7和第二电动阀门26:控制氧控装置是否启用和旁路系统中液态铅或液态铅铋合金流量大小,必要时,可使氧控装置与液态铅或液态铅铋合金回路系统隔离;螺旋冷却水管8,开启时可降低流经质量交换器的液态铅或液态铅铋合金的温度,从而降低氧在其中的饱和浓度;若氧浓度较高,可使液态铅或液态铅铋合金中的氧,以氧化铅的形式析出,从而降低液态铅或液态铅铋合金中的氧浓度;加热器11:配合螺旋冷却水管8使用,补偿由于冷却造成的旁路系统中液态铅或液态铅铋合金的温度变化。

[0043] 当启用质量交换器1中内置的电加热棒18时,需要配合换热器4使用,避免流入回路系统中的液态铅或液态铅铋合金的温度过高,并且不能够与螺旋冷却水管8或加热器11同时使用;当启用螺旋冷却水管8时,需要配合加热器11使用,避免流入回路系统中的液态铅或液态铅铋合金的温度过低,并且不能够与电加热棒18或换热器4同时使用。

[0044] 2质量交换器的设计

[0045] 质量交换器1是氧控装置的核心部分。其主要的作用是包容固态氧化铅颗粒,形成一个由氧化铅颗粒组成的多孔介质,保证一定流量的液态铅或液态铅铋合金从中流过,并与氧化铅颗粒表面发生物质交换(溶解或者析出),从而增加或减少液态铅或液态铅铋合金中的氧浓度。

[0046] 所述的质量交换器1包括第二法兰12、空心管13、氧化铅颗粒容器14、固定滤网15、弹簧16、活动滤网17、电加热棒18、电加热棒保护罩19、螺母21、氧化铅颗粒组件22;氧化铅颗粒组件22由环形铅网或环形铋网或环形铅铋合金网23和氧化铅颗粒20组成,所述的环形铅网或环形铋网或环形铅铋合金网23为一截面为“凹”字形的环形凹槽,凹槽内紧密排列有氧化铅颗粒20;

[0047] 将第二法兰12与空心管13的一端进行焊接,使空心管13与第二法兰12中间的孔对接完好,然后将固定滤网15焊接在空心管13上;

[0048] 将电加热棒18的电源线,穿过空心管13并通过第二法兰12中间的孔引出,并将电加热棒18与空心管13的另一端进行焊接,这里的焊接要保证密封性,不能存在焊缝,以免液

态铅或液态铅铋合金流入空心管13浸泡电加热棒18的电源线;然后再将电加热棒保护罩19的A端与电加热棒18进行焊接;

[0049] 在电加热棒保护罩19上依次套上弹簧16、活动滤网17和若干氧化铅颗粒组件22,弹簧16的外径尺寸与固定滤网15和活动滤网17的外径尺寸相同,使弹簧16的一端被固定滤网15挡住,另一端与活动滤网17接触;最后再将氧化铅颗粒容器14罩在电加热棒保护罩19的外侧,并将电加热棒保护罩19的B端穿过氧化铅颗粒容器14B端的中心孔,最后将电加热保护罩19B端与螺母21通过螺纹进行拧紧固定。表1为质量交换器1中各部件的特点和作用。

[0050] 表1:质量交换器1中各部件的特点和作用

[0051]

| 编号 | 名称 | 特点和作用 | 材质 |
|----|---------|--|-------------|
| 12 | 第二法兰 | 中间有小孔,用于引出电加热棒18的电源线;有楔形密封槽,与紫铜密封圈配合使用,将液态铅或液态铅铋合金密封在氧控装置的管道内;将整个质量交换器1固定在旁路系统上 | 316L 不锈钢 |
| 13 | 空心管 | 两端分别与第二法兰12和电加热棒18焊接,其上焊有固定滤网15;内部的空间可为电加热棒18提供电源引线空间;与电加热棒18之间的焊接需要严格密封,避免液态铅或液态铅铋合金流入 | 316L 不锈钢 |
| 14 | 氧化铅颗粒容器 | 包容氧化铅颗粒20;A端开口,B端有底,底部中间开孔,可以插入电加热棒保护罩19的螺纹杆,底部四周有若干直径为2mm的小孔,允许液态铅或液态铅铋合金通过,阻止氧化铅颗粒20通过 | 316L 不锈钢 |
| 15 | 固定滤网 | 环状平板,开有若干直径为2mm的小孔,焊接在空心管13上,允许液态铅或液态铅铋合金通过,阻止氧化铅颗粒20通过 | 316L 不锈钢 |
| 16 | 弹簧 | 补偿由于氧化铅颗粒20的溶解和析出引起的体积变化 | 316L 不锈钢 |
| 17 | 活动滤网 | 环状平板,开有若干直径为2mm的小孔,焊接在空心管13上,允许液态铅或液态铅铋合金的通过,阻止氧化铅颗粒20通过; | 316L 不锈钢 |
| 18 | 电加热棒 | 加热流经其附近的液态铅或液 | 外壳 316L 不锈钢 |

[0052]

| | | | |
|----|---------|---|----------|
| | | 态铅铋合金，提高氧在液态铅或液态铅铋合金中的溶解度；加速氧化铅颗粒 20 的溶解 | |
| 19 | 电加热棒保护罩 | 避免电加热棒 18 与氧化铅颗粒 20 直接接触，造成电加热棒 18 的表面污染；避免氧化铅颗粒 20 受热不均而碎裂 | 316L 不锈钢 |
| 21 | 螺母 | 与电加热棒保护罩 19 底部的螺纹杆使用，固定氧化铅颗粒容器 14 | 316L 不锈钢 |
| 22 | 氧化铅颗粒组件 | 由若干氧化铅颗粒 20 和环形铅网 23 组成，方便氧化铅颗粒 20 在氧化铅颗粒容器 14 内的排列和安装 | 氧化铅 |

[0053] 3利用氧控装置的进行氧浓度控制的方法

[0054] (1) 当液态铅或液态铅铋合金回路系统中的氧浓度低于预设氧浓度时，开启第一电动阀门7和第二电动阀门26，启动氧控装置，一部分液态铅或液态铅铋进入旁路系统，并流经质量交换器1，开启电加热棒18，加速氧化铅颗粒20在液态铅或液态铅铋合金中的溶解，使旁路系统中的液态铅或液态铅铋合金中的氧浓度得以提升，氧浓度得到提升后的液态铅或液态铅铋合金返回到回路系统中，使回路系统中的氧浓度也随之提升；在这个过程中需要与换热器4配合使用，使旁路系统中的液态铅或液态铅铋合金的温度不至于过高，引起较大的热应力，损坏设备；当液态铅或液态铅铋合金回路系统中的氧浓度达到预设氧浓度后，关闭第一电动阀门7和第二电动阀门26，停止运行氧控装置；

[0055] 当液态铅或液态铅铋合金回路系统中的氧浓度高于预设氧浓度时，开启第一电动阀门7和第二电动阀门26，启动氧控装置，一部分液态铅或液态铅铋合金进入旁路系统，并流经质量交换器1，开启螺旋冷却水管8，降低氧在液态铅或液态铅铋合金中的饱和浓度，使液态铅或液态铅铋合金中的氧，以氧化铅的形式析出在氧化铅颗粒20的附近或表面，进而使旁路系统中的液态铅或液态铅铋合金中的氧浓度降低；含有较低氧浓度的液态铅或液态铅铋合金返回到回路系统中，使回路系统中的氧浓度也随之降低；此过程需要配合螺旋冷却水管8使用，补偿由于冷却造成的旁路系统中液态铅或液态铅铋合金的温度变化。当液态铅或液态铅铋合金回路系统中的氧浓度达降到预设氧浓度后，关闭第一电动阀门7和第二电动阀门26，停止运行氧控装置。

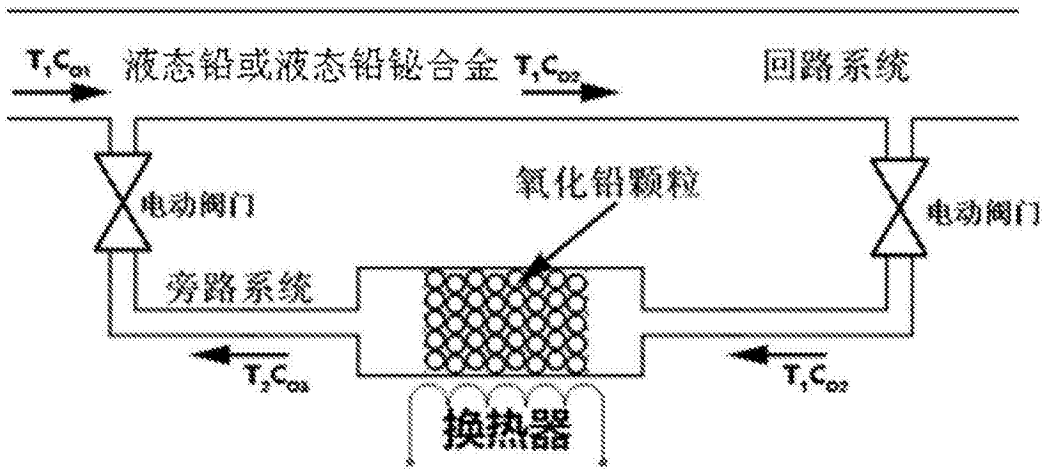


图1

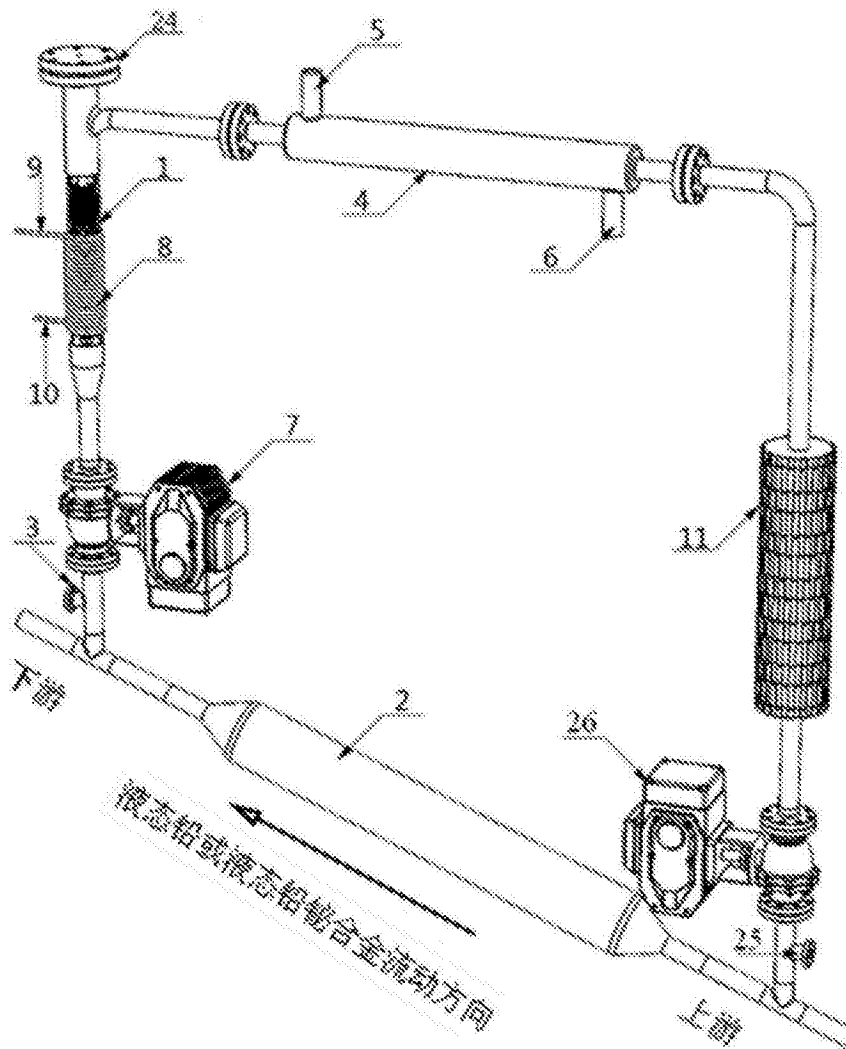


图2

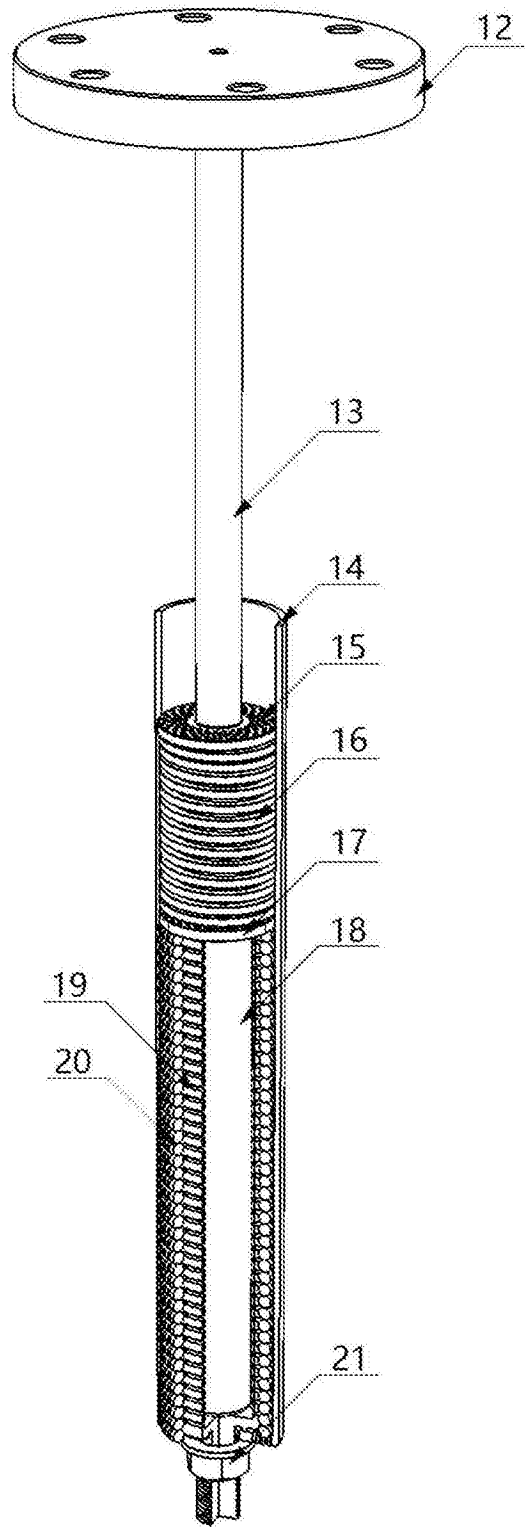


图3

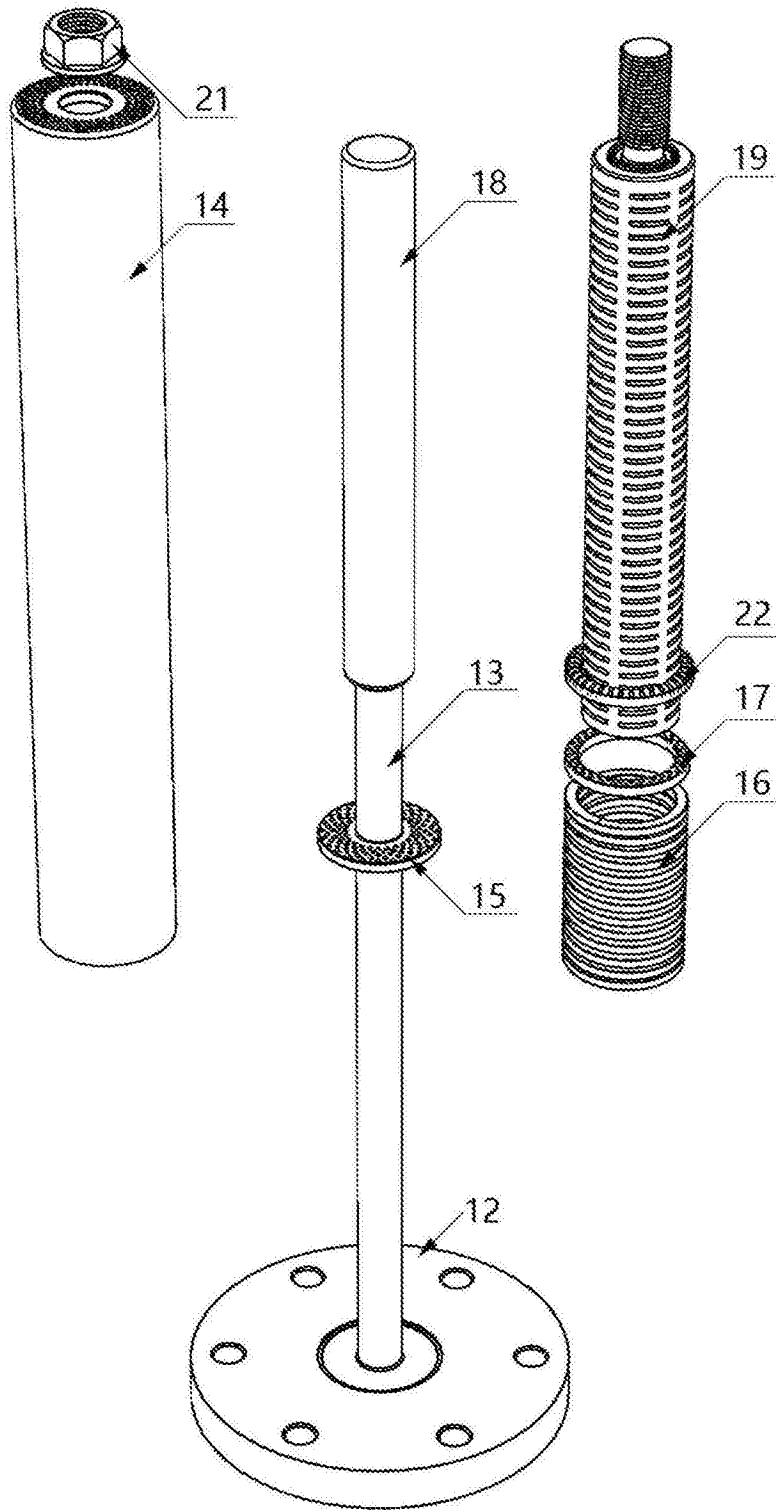


图4

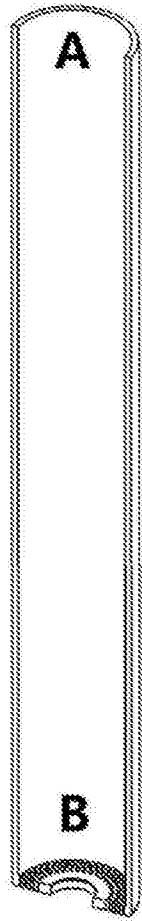


图5

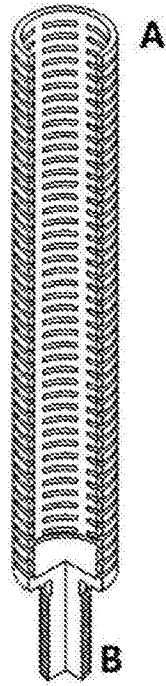


图6

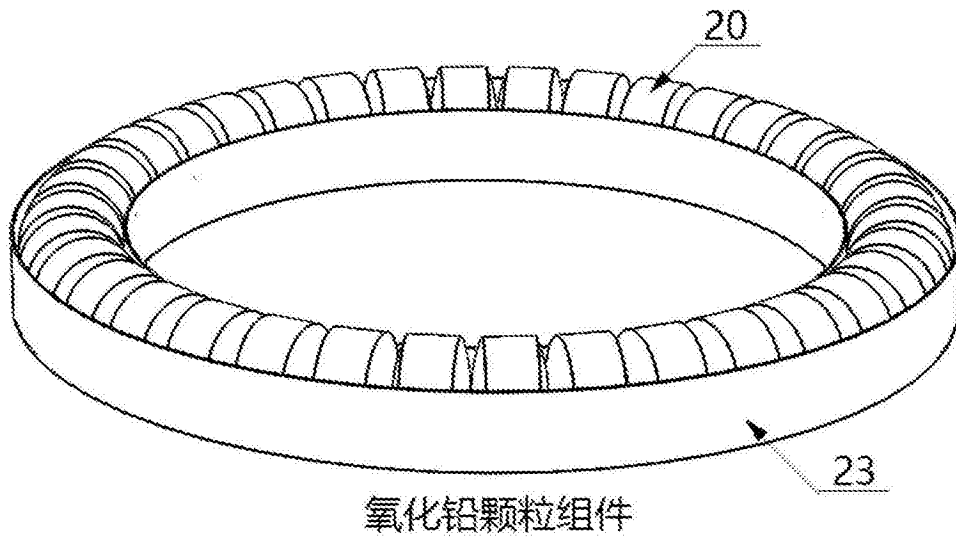


图7