



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116722174 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 08

(21) 申请号 202310474739.5

(22) 申请日 2023.04.27

(71) 申请人 湖北隆中实验室

地址 441000 湖北省襄阳市东津新区鹿鸣路101

申请人 湖北文理学院

(72) 发明人 刘德政 潘佳成 李炎 张创

罗静 王乙坤 许文祥 余刚

(74) 专利代理机构 武汉智嘉联合知识产权代理

事务所(普通合伙) 42231

专利代理师 张杰

(51) Int. Cl.

H01M 8/04007 (2016.01)

H01M 8/18 (2006.01)

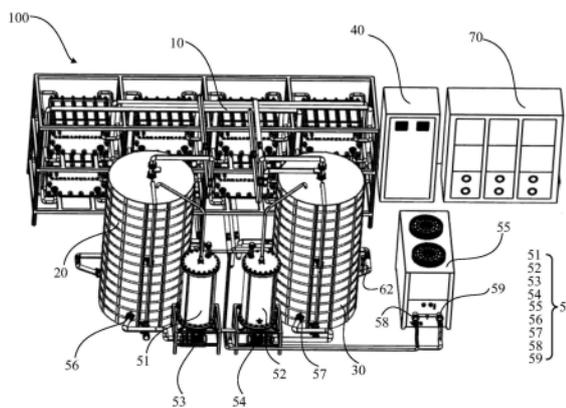
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

## (54) 发明名称

具有温度控制装置的液流电池系统

## (57) 摘要

本发明提供了一种具有温度控制装置的液流电池系统,包括温度检测模块、微处理模块、控制输出模块以及换热模块,温度检测模块用于检测液流电池系统中电解液在当前时刻的温度值,微处理模块用于判断温度值是否满足目标温度范围,并生成相应的控制指令,控制输出模块用于根据微处理器模块的控制指令产生驱动信号,换热模块用于在接收驱动信号后,将电解液对应的温度值调整至目标温度范围内;本发明使得液流电池系统的电解液的温度能够全天候地控制在目标温度范围内,进而保障了液流电池系统的安全性、稳定性和高效率。



1. 一种具有温度控制装置的液流电池系统,其特征在于,包括:  
温度检测模块,用于检测液流电池系统中电解液在当前时刻的温度值;  
微处理模块,与所述温度检测模块电连接,用于判断所述温度值是否满足目标温度范围,并生成相应的控制指令,所述目标温度范围为20摄氏度~40摄氏度;  
控制输出模块,所述控制输出模块与所述微处理器模块相连,用于根据所述微处理器模块的控制指令产生驱动信号;以及  
换热模块,用于在接收所述驱动信号后,将所述电解液对应的所述温度值调整至所述目标温度范围内。
2. 根据权利要求1所述的具有温度控制装置的液流电池系统,其特征在于,所述温度检测模块包括第一温度检测器以及第二温度检测器,所述第一温度检测器设置于所述液流电池系统中正极储液罐的出液管路上,所述第二温度检测器设置于所述液流电池系统中负极储液罐的出液管路上;  
其中,所述第一温度检测器以及所述第二温度检测器为温度传感器或者温度变送器中的任意一种。
3. 根据权利要求1所述的具有温度控制装置的液流电池系统,其特征在于,所述微处理模块以及所述控制输出模块均集成于所述液流电池系统的能量管理单元中。
4. 根据权利要求2所述的具有温度控制装置的液流电池系统,其特征在于,所述换热模块包括第一换热器以及第二换热器,所述第一换热器以及所述第二换热器均为聚四氟乙烯螺旋管式热交换器。
5. 根据权利要求4所述的具有温度控制装置的液流电池系统,其特征在于,所述第一换热器包括第一进口和第一出口,所述第二换热器包括第二进口和第二出口;  
其中,所述第一进口与所述正极储液罐的出液管路连接,所述第一出口与所述正极储液罐上的进液管路连接;所述第二进口与所述负极储液罐的出液管路连接,所述第二出口与所述负极储液罐的进液管路连接。
6. 根据权利要求5所述的具有温度控制装置的液流电池系统,其特征在于,所述换热模块还包括第一循环泵以及第二循环泵,所述第一循环泵以及所述第二循环泵均与所述控制输出模块电连接;  
其中,所述第一循环泵的第一端与所述第一进口连接,所述第一循环泵的第二端与所述正极储液罐的出液管路连接,所述第二循环泵的第一端与所述第二进口连接,所述第二循环泵的第二端与所述负极储液罐的出液管路连接。
7. 根据权利要求5所述的具有温度控制装置的液流电池系统,其特征在于,所述第一换热器还包括第三进口和第三出口,所述第二换热器还包括第四进口和第四出口;  
其中,所述第三进口通过第一管路与所述第四进口连通,所述第三出口通过第二管路与所述第四出口连通。
8. 根据权利要求7所述的具有温度控制装置的液流电池系统,其特征在于,所述换热模块还包括工业冷水机组设备,所述工业冷水机组设备与所述控制输出模块电连接,所述工业冷水机组设备用于分别为所述第一换热器以及所述第二换热器提供冷源或者热源;  
其中,所述工业冷水机组设备为风冷式工业冷水机,所述工业冷水机组设备的出液管路与所述第一管路连接,所述工业冷水机组设备的回液管路与所述第二管路连接。

9. 根据权利要求8所述的具有温度控制装置的液流电池系统,其特征在于,所述工业冷水机组设备的出液管路与所述工业冷水机组设备的回液管路之间还设置有泄压阀,所述泄压阀用于降低所述工业冷水机组设备的内部压力。

10. 根据权利要求8所述的具有温度控制装置的液流电池系统,其特征在于,所述换热模块还包括阀门组件,所述阀门组件与所述控制输出模块电连接,所述阀门组件包括第一阀门、第二阀门、第三阀门以及第四阀门,所述第一阀门、所述第二阀门、所述第三阀门以及所述第四阀门均为常闭型电磁控制阀;

其中,所述第一阀门设置于所述正极储液罐的出液管路上,所述第二阀门设置于所述负极储液罐的出液管路上;所述第三阀门设置于所述工业冷水机组设备的出液管路上,所述第四阀门设置于所述工业冷水机组设备的回液管路上。

## 具有温度控制装置的液流电池系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及液流电池储能技术领域,尤其涉及一种具有温度控制装置的液流电池系统。

### 背景技术

[0002] 液流电池储能系统是一种新型的绿色环保化学电池储能,它具有安全性好、使用寿命长、功率和容量可独立设计、无自放电、实现瞬间充电等诸多优点,能够有效平滑风力发电、光伏发电等可再生能源发电的波动,保证可再生能源发电系统的稳定供电,同时也能够实现电网的削峰填谷、系统调频以及跟踪发电计划出力,在电网级大规模储能领域具有广阔的应用前景。

[0003] 液流电池在充放电过程发生电能与化学能的相互转换,在电池内部会产生一定的热量,该热量由流经电池的电解液带走。但是在电池长期运行则会引起电解液温度上升。对于全钒液流电池,当电堆温度过低时,电池的负极电解液中的二价钒离子和三价钒离子会生成沉淀而析出;当电堆温度过高时,会引起正极电解液中的四价钒离子和五价钒离子析出,从而造成管路堵塞。全钒液流电池系统的性能受电解液温度的影响明显,库仑效率随着温度降低而增大,而能量效率随着温度的升高而上升。

[0004] 因此,亟需一种具有温度控制装置的液流电池系统以解决上述技术问题。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于,提供一种具有温度控制装置的液流电池系统,用于改善现有技术中电解液的温度控制不能达到要求,导致电池性能不足的技术问题。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种具有温度控制装置的液流电池系统,包括:

[0007] 温度检测模块,用于检测液流电池系统中电解液在当前时刻的温度值;

[0008] 微处理模块,与温度检测模块电连接,用于判断温度值是否满足目标温度范围,并生成相应的控制指令,目标温度范围为20摄氏度~40摄氏度;

[0009] 控制输出模块,控制输出模块与微处理器模块相连,用于根据微处理器模块的控制指令产生驱动信号;以及

[0010] 换热模块,用于在接收驱动信号后,将电解液对应的温度值调整至目标温度范围内。

[0011] 在本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统中,温度检测模块包括第一温度检测器以及第二温度检测器,第一温度检测器设置于液流电池系统中正极储液罐的出液管路上,第二温度检测器设置于液流电池系统中负极储液罐的出液管路上;

[0012] 其中,第一温度检测器以及第二温度检测器为温度传感器或者温度变送器中的任意一种。

[0013] 在本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统中,微处理模块以及控

制输出模块均集成于液流电池系统的能量管理单元中。

[0014] 在本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统中,换热模块包括第一换热器以及第二换热器,第一换热器以及第二换热器均为聚四氟乙烯螺旋管式热交换器。

[0015] 在本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统中,第一换热器包括第一进口和第一出口,第二换热器包括第二进口和第二出口;

[0016] 其中,第一进口与正极储液罐的出液管路连接,第一出口与正极储液罐上的进液管路连接;第二进口与负极储液罐的出液管路连接,第二出口与负极储液罐的进液管路连接。

[0017] 在本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统中,换热模块还包括第一循环泵以及第二循环泵,第一循环泵以及第二循环泵均与控制输出模块电连接;

[0018] 其中,第一循环泵的第一端与第一进口连接,第一循环泵的第二端与正极储液罐的出液管路连接,第二循环泵的第一端与第二进口连接,第二循环泵的第二端与负极储液罐的出液管路连接。

[0019] 在本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统中,第一换热器还包括第三进口和第三出口,第二换热器还包括第四进口和第四出口;

[0020] 其中,第三进口通过第一管路与第四进口连通,第三出口通过第二管路与第四出口连通。

[0021] 在本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统中,换热模块还包括工业冷水机组设备,工业冷水机组设备与控制输出模块电连接,工业冷水机组设备用于分别为第一换热器以及第二换热器提供冷源或者热源;

[0022] 其中,工业冷水机组设备为风冷式工业冷水机,工业冷水机组设备的出液管路与第一管路连接,工业冷水机组设备的回液管路与第二管路连接。

[0023] 在本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统中,工业冷水机组设备的出液管路与工业冷水机组设备的回液管路之间还设置有泄压阀,泄压阀用于降低工业冷水机组设备的内部压力、

[0024] 在本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统中,换热模块还包括阀门组件,阀门组件与控制输出模块电连接,阀门组件包括第一阀门、第二阀门、第三阀门以及第四阀门,第一阀门、第二阀门、第三阀门以及第四阀门均为常闭型电磁控制阀;

[0025] 其中,第一阀门设置于正极储液罐的出液管路上,第二阀门设置于负极储液罐的出液管路上;第三阀门设置于工业冷水机组设备的出液管路上,第四阀门设置于工业冷水机组设备的回液管路上。

[0026] 本发明的有益效果是:区别于现有技术的情况,本发明提供了一种具有温度控制装置的液流电池系统,包括温度检测模块、微处理模块、控制输出模块以及换热模块,温度检测模块用于检测液流电池系统中电解液在当前时刻的温度值,微处理模块用于判断温度值是否满足目标温度范围,并生成相应的控制指令,控制输出模块用于根据微处理器模块的控制指令产生驱动信号,换热模块用于在接收驱动信号后,将电解液对应的温度值调整至目标温度范围内;本发明提供的温度控制装置通过在检测到当前时刻的电解液的温度值后,微处理模块在判断上述温度值是否满足目标温度范围后,生成相应的控制指令至控制输出模块,控制输出模块根据上述控制指令驱动换热模块将电解液对应的温度值调整至目

标温度范围内,从而使得液流电池系统的电解液的温度能够全天候地控制在目标温度范围内,进而保障了液流电池系统的安全性、稳定性和高效率。

### 附图说明

[0027] 图1为本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统的整体结构示意图;

[0028] 图2是本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统中换热模块的背面结构示意图;

[0029] 图3是本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统中温度检测模块的结构示意图;

[0030] 图4是本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统中工业冷水机组设备的结构示意图;

[0031] 图5是本发明实施例提供的用于液流电池系统的温度控制方法的流程图。

### 具体实施方式

[0032] 下面将结合本发明实施例,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,均属于本发明保护的范围。

[0033] 请参阅图1至图5,本发明提供了一种具有温度控制装置的液流电池系统100,包括温度检测模块60、微处理模块、控制输出模块以及换热模块50,温度检测模块60用于检测液流电池系统100中电解液在当前时刻的温度值,微处理模块用于判断温度值是否满足目标温度范围,并生成相应的控制指令,控制输出模块用于根据微处理器模块的控制指令产生驱动信号,换热模块50用于在接收驱动信号后,将电解液对应的温度值调整至目标温度范围内;

[0034] 本发明提供的温度控制装置通过在检测到当前时刻的电解液的温度值后,微处理模块在判断上述温度值是否满足目标温度范围后,生成相应的控制指令至控制输出模块,控制输出模块根据上述控制指令驱动换热模块50将电解液对应的温度值调整至目标温度范围内,从而使得液流电池系统100的电解液的温度能够全天候地控制在目标温度范围内,进而保障了液流电池系统100的安全性、稳定性和高效率。

[0035] 现结合具体实施例对本申请的技术方案进行描述。

[0036] 请参阅图1以及图4,图1为本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统100的整体结构示意图;图2是本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统100中换热模块50的背面结构示意图;图3是本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统100中温度检测模块60的结构示意图;图4是本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统100中工业冷水机组设备55的结构示意图。

[0037] 在本发明实施例中,液流电池系统100包括电堆10、正极储液罐20、负极储液罐30、能量管理单元40、换热模块50、温度检测模块60以及变流器70;变流器70用于将液流电池系统100生产的电能转换成交流电。

[0038] 具体地,正极储液罐20设置有第一液位计21,负极储液罐30设置有第二液位计31,第一液位计21用于实时测量正极储液罐20中正极电解液的水位情况,以方便随时添加新的正极电解液;第二液位计31用于实时测量负极储液罐30中负极电解液的水位情况,以方便随时添加新的负极电解液。

[0039] 在本发明实施例中,液流电池系统100中的温度控制装置包括温度检测模块60、微处理模块、控制输出模块以及换热模块50,温度检测模块60用于检测液流电池系统100中电解液在当前时刻的温度值,微处理模块用于判断温度值是否满足目标温度范围,并生成相应的控制指令,控制输出模块用于根据微处理器模块的控制指令产生驱动信号,换热模块50用于在接收驱动信号后,将电解液对应的温度值调整至目标温度范围内。

[0040] 请参阅图1以及图3,温度检测模块60包括第一温度检测器61以及第二温度检测器62,第一温度检测器61设置于液流电池系统100中正极储液罐20的出液管路上,第二温度检测器62设置于液流电池系统100中负极储液罐30的出液管路上;

[0041] 其中,第一温度检测器61以及第二温度检测器62为温度传感器或者温度变送器中的任意一种。

[0042] 具体地,第一温度检测器61用于对正极储液罐20中的正极电解液在当前时刻的温度进行采集,并将采集结果发送至微处理模块;第二温度检测器62用于对负极储液罐30中的负极电解液在当前时刻的温度进行采集,并将采集结果发送至微处理模块。

[0043] 请参阅图1,微处理模块以及控制输出模块均集成于液流电池系统100的能量管理单元40中。其中,能量管理单元40还包括电池管理系统、显示模组、无线通信模组、电气设备、用于为液流电池系统100的电气设备供电的电池组以及用于采集电池组的电池信息的采集模组。

[0044] 请参阅图1至图3,换热模块50包括耐腐蚀的第一换热器51以及第二换热器52,第一换热器51以及第二换热器52可以优选为聚四氟乙烯螺旋管式热交换器。

[0045] 具体地,第一换热器51包括第一进口511和第一出口512,第二换热器52包括第二进口521和第二出口522;

[0046] 其中,第一进口511与正极储液罐20的出液管路连接,第一出口512与正极储液罐20上的进液管路连接;第二进口521与负极储液罐30的出液管路连接,第二出口522与正极储液罐20的进液管路连接。这样设置是为了防止正极电解液与负极电解液混合。

[0047] 进一步地,换热模块50还包括第一循环泵53以及第二循环泵54,第一循环泵53以及第二循环泵54均与控制输出模块电连接;

[0048] 其中,第一循环泵53的第一端与第一进口511连接,第一循环泵53的第二端与正极储液罐20的出液管路连接,第二循环泵54的第一端与第二进口521连接,第二循环泵54的第二端与负极储液罐30的出液管路连接。

[0049] 具体地,第一循环泵53提供动力将正极储液罐20中的正极电解液送至第一换热器51中与目标温度换热水进行热交换;第二循环泵54提供动力将负极储液罐30中的负极电解液送至第二换热器52中与目标温度换热水进行热交换。

[0050] 在本发明实施例中,第一换热器51还包括第三进口513和第三出口514,第二换热器52还包括第四进口523和第四出口524;

[0051] 其中,第三进口513通过第一管路与第四进口523连通,第三出口514通过第二管路

与第四出口524连通。

[0052] 请参阅图1至图4,换热模块50还包括工业冷水机组设备55,工业冷水机组设备55与控制输出模块电连接,工业冷水机组设备55用于分别为第一换热器51以及第二换热器52提供冷源或者热源,冷源为低于目标温度范围的换热水,热源为高于目标温度范围的换热水;

[0053] 其中,工业冷水机组设备55为风冷式工业冷水机,工业冷水机组设备55的出液管路与第一管路连接,工业冷水机组设备55的回液管路与第二管路连接。

[0054] 上述设计是为了使工业冷水机组设备55分别将换热水输入至第一换热器51的腔体内部以及第二换热器52的腔体内部,第一换热器51以及第二换热器52内部的电解液管均为螺旋缠绕式设计,从而使得正极电解液与换热水在第一换热器51中贴附换热,同时使负极电解液与换热水在第二换热器52中贴附换热,进而避免正极电解液与负极电解液在换热模块50中混合。

[0055] 请参阅图1至图3,换热模块50还包括阀门组件,阀门组件与控制输出模块电连接,阀门组件包括第一阀门56、第二阀门57、第三阀门58以及第四阀门59,第一阀门56、第二阀门57、第三阀门58以及第四阀门59均为常闭型电磁控制阀;

[0056] 其中,第一阀门56设置于正极储液罐20的出液管路上,第二阀门57设置于负极储液罐30的出液管路上;第三阀门58设置于工业冷水机组设备55的出液管路上,第四阀门59设置于工业冷水机组设备55的回液管路上。

[0057] 请参阅图4,图4为本发明实施例提供的具有温度控制装置的液流电池系统100中工业冷水机组设备55的结构示意图;其中,工业冷水机组设备55的出液管路与工业冷水机组设备55的回液管路之间还设置有泄压阀555,泄压阀555用于在阀门组件中的所有阀门关闭时,打开泄压以降低工业冷水机组设备55的内部压力。

[0058] 具体地,工业冷水机组设备55为冷热水一体机,具备制冷模式和加热模式,可以提供一定范围内的循环换热水(0~50摄氏度)。工业冷水机组设备55还具备通讯接口,支持远程自动控制启动、停止和设定出水温度。

[0059] 进一步地,工业冷水机组设备55的水箱外部设置液位观察管556,液位观察管556处标注适宜水位界限,液位观察管556用于获取工业冷水机组设备55中换热水的液面高低情况,以便随时补水;高于适宜水位处设有补水口551和满水口552,在水箱底部设有手动阀门控制的第一排水口553和第二排水口554。

[0060] 请参阅图1至图5,图5是本发明实施例用于液流电池系统100的温度控制方法的流程图;具体地,上述方法包括:

[0061] S10,检测液流电池系统100中电解液在当前时刻的温度值。

[0062] 具体地,S10还包括:

[0063] 首先,通过第一温度检测器61对正极储液罐20中的正极电解液在当前时刻的温度进行采集以得到第一温度值,并将采集结果发送至微处理模块;同时,通过第二温度检测器62对负极储液罐30中的负极电解液在当前时刻的温度进行采集以得到第二温度值,并将采集结果发送至微处理模块。

[0064] S20,判断温度值是否满足目标温度范围,并生成相应的控制指令,目标温度范围为20摄氏度~40摄氏度。

[0065] 具体地,S20还包括:

[0066] 分别判断第一温度值以及第二温度值是否满足目标温度范围(20摄氏度~40摄氏度),并分别生成相应的控制指令至控制输出模块;

[0067] 进一步地,当第一温度值以及第二温度值均满足目标温度范围时,生成第一控制指令至控制输出模块;

[0068] 进一步地,当第一温度值以及第二温度值中的一种不满足目标温度范围且另一种满足目标温度范围时,生成第二控制指令至控制输出模块;

[0069] 进一步地,当第一温度值以及第二温度值均不满足目标温度范围时,生成第三控制指令至控制输出模块。

[0070] S30,控制输出模块根据微处理器模块的控制指令产生对应的驱动信号控制换热模块50。

[0071] 具体地,S30还包括:

[0072] 当微处理器模块生成第一控制指令至控制输出模块时,控制输出模块产生第一驱动信号以控制换热模块50;

[0073] 当微处理器模块生成第二控制指令至控制输出模块时,控制输出模块产生第二驱动信号以控制换热模块50;

[0074] 当微处理器模块生成第三控制指令至控制输出模块时,控制输出模块产生第三驱动信号以控制换热模块50。

[0075] S40,换热模块50根据对应的驱动信号将液流电池系统100中的电解液对应的温度调整至目标温度范围内。

[0076] 具体地,S40还包括:

[0077] 在本步骤的第一种实施例中,当控制输出模块产生第一驱动信号以控制换热模块50时,控制输出模块控制换热模块50中的第一阀门56、第二阀门57、第三阀门58以及第四阀门59均关闭,此时工业冷水机组设备55关闭;此时,正极电解液以及负极电解液在当前时刻的温度均满足目标温度范围,正极电解液以及负极电解液均不需要进入换热模块50中进行换热,正极电解液以及负极电解液直接流入液流电池系统100的电堆10中发生化学反应,从而将化学能转化为电能。

[0078] 进一步地,当液流电池系统100处于充电状态时,液流电池系统100的正负极反应方程式如下:

[0079] 充电时正极发生氧化反应: $V^{2+}+H_2O \rightarrow VO_2^++2H^++e^-$ ;

[0080] 充电时负极发生还原反应: $V^{3+}+e^- \rightarrow V^{2+}$ ;

[0081] 总反应方程式为: $V^{2+}+H_2O+V^{3+} \rightarrow V^{2+}+VO_2^++2H^+$ 。

[0082] 当液流电池系统100处于放电状态时,液流电池系统100的正负极反应方程式如下:

[0083] 放电时正极发生还原反应: $VO_2^++2H^++e^- \rightarrow V^{2+}+H_2O$ ;

[0084] 放电时负极发生氧化反应: $V^{2+} \rightarrow V^{3+}+e^-$ ;

[0085] 总反应方程式为: $V^{2+}+VO_2^++2H^+ \rightarrow V^{2+}+H_2O+V^{3+}$ 。

[0086] 在本步骤的第二种实施例中,当控制输出模块产生第二驱动信号以控制换热模块50时,第一温度值以及第二温度值中的一种不满足目标温度范围且另一种满足目标温度范

围。

[0087] 进一步地,当正极电解液在当前时刻的温度满足目标温度范围,而负极电解液在当前时刻的温度不满足目标温度范围时,负极电解液需要进入换热模块50中进行换热,以使负极电解液的温度满足目标温度范围后回流至负极储液罐30后再流入电堆10中,正极电解液不需要进入换热模块50中进行换热,正极电解液直接流入电堆10中。此时,控制输出模块控制换热模块50中的第二阀门57、第三阀门58以及第四阀门59均开启,同时控制第一阀门56关闭。

[0088] 更进一步地,当负极电解液在当前时刻的温度小于目标温度范围时(第二温度小于20摄氏度),需要对负极电解液进行加热以满足目标温度范围。具体地,控制输出模块控制换热模块50中的工业冷水机组设备55开启加热功能,使工业冷水机组设备55提供的换热水温度高于目标温度范围(大于20摄氏度);同时控制输出模块控制换热模块50中的第二循环泵54将负极储液罐30中的负极电解液输送至第二换热器52中。

[0089] 同时,工业冷水机组设备55的内部水泵运行,以为换热水提供动力,换热水通过工业冷水机组设备55的出液管路进入至第二换热器52中,第二换热器52内部的换热水管路和负极电解液管路互相贴附换热(负极电解液与换热水由于温度不同而形成温差,进而能够进行换热),第二换热器52内部的每一根换热管束均以螺旋结构按一定规律均匀缠绕在第二换热器52的壳体内,从而在单位体积内增大了换热面积,使负极电解液在换热管内停留时间延长,换热更加充分。

[0090] 进一步地,在第二换热器52中将热量传递给负极电解液的换热水的温度降低,第二换热器52中的换热水通过与第二换热器52的第四出口524连接的工业冷水机组设备55的回液管路回流至工业冷水机组设备55中,换热水在工业冷水机组设备55中再次加热提高温度回到第二换热器52中换热,从而如此往复形成循环不间断加热,直至将负极电解液的温度提升至目标温度范围内。

[0091] 此时,负极储液罐30中已经调整至目标温度范围的负极电解液可以避免因为温度过低而产生结晶,已经调整至目标温度范围的负极电解液从第二换热器52的第二出口522流回负极储液罐30中,负极电解液再经过与电堆10连接的管路进入至电堆10中。

[0092] 在经过第二换热器52换热后,第二温度检测器62采集负极储液罐30中负极电解液在当前时刻的温度值,进而将数据传输至微处理器模块,微处理器模块判断出负极电解液和正极电解液的温度均满足目标温度范围,从而生成第一控制指令至控制输出模块,控制输出模块产生第一驱动信号以控制换热模块50中的第一阀门56、第二阀门57、第三阀门58以及第四阀门59均关闭,此时工业冷水机组设备55关闭;此时,正极电解液以及负极电解液在当前时刻的温度均满足目标温度范围,正极电解液以及负极电解液均不需要进入换热模块50中进行换热,正极电解液以及负极电解液直接流入液流电池系统100的电堆10中发生化学反应,从而将化学能转化为电能。

[0093] 更进一步地,当负极电解液在当前时刻的温度大于目标温度范围时(第二温度大于40摄氏度),需要对负极电解液进行冷却以满足目标温度范围。具体地,控制输出模块控制换热模块50中的工业冷水机组设备55开启制冷功能,使工业冷水机组设备55提供的换热水温度低于目标温度范围(小于40摄氏度);同时控制输出模块控制换热模块50中的第二循环泵54将负极储液罐30中的负极电解液输送至第二换热器52中,对负极电解液进行降温的

后续步骤与负极电解液在当前时刻的温度小于目标温度范围时后续步骤大致相同,在此不再赘叙。

[0094] 更进一步地,当正极电解液在当前时刻的温度不满足目标温度范围,而负极电解液在当前时刻的温度满足目标温度范围时,正极电解液需要进入换热模块50中进行换热,以使正极电解液的温度满足目标温度范围后回流至正极储液罐20后再流入电堆10中,负极电解液不需要进入换热模块50中进行换热,负极电解液直接流入电堆10中。此时,控制输出模块控制换热模块50中的第一阀门56、第三阀门58以及第四阀门59均开启,同时控制第二阀门57关闭。

[0095] 具体地,对正极电解液进行降温(加热)处理,以使正极电解液在当前时刻的温度值满足目标温度范围的后续步骤与以使负极电解液在当前时刻的温度值满足目标温度范围的后续步骤大致相同,在此不再赘叙。

[0096] 在本步骤的第三种实施例中,当控制输出模块产生第三驱动信号以控制换热模块50时,第一温度值以及第二温度值均不满足目标温度范围。此时,控制输出模块控制换热模块50中的第一阀门56、第二阀门57、第三阀门58以及第四阀门59均开启。

[0097] 进一步地,当正极电解液以及负极电解液在当前时刻的温度小于目标温度范围时(均小于20摄氏度),此时均需要对正极电解液以及负极电解液进行加热以满足目标温度范围。

[0098] 具体地,控制输出模块控制换热模块50中的工业冷水机组设备55开启加热功能,使工业冷水机组设备55提供的换热水温度高于目标温度范围(大于20摄氏度);同时控制输出模块控制换热模块50中的第一循环泵53将正极储液罐20中的正极电解液输送至第一换热器51中,以及控制换热模块50中的第二循环泵54将负极储液罐30中的负极电解液输送至第二换热器52中。

[0099] 同时,工业冷水机组设备55的内部水泵运行,以为换热水提供动力,换热水通过工业冷水机组设备55的出液管路分布进入至第一换热器51和第二换热器52中,第一换热器51内部的换热水管路和正极电解液管路互相贴附换热,第二换热器52内部的换热水管路和负极电解液管路互相贴附换热。

[0100] 进一步地,在第一换热器51以及第二换热器52中将热量传递给正极电解液和负极电解液的换热水的温度降低,第一换热器51以及第二换热器52中的换热水通过与第二换热器52的第四出口524连接的工业冷水机组设备55的回液管路回流至工业冷水机组设备55中,换热水在工业冷水机组设备55中再次加热提高温度回到第一换热器51和第二换热器52中换热,从而如此往复形成循环不间断加热,直至将正极电解液以及负极电解液的温度提升至目标温度范围内。

[0101] 此时,已经调整至目标温度范围的负极电解液可以避免因为温度过低而产生结晶,已经调整至目标温度范围的负极电解液从第二换热器52的第二出口522流回负极储液罐30中,负极电解液再经过与电堆10连接的管路进入至电堆10中。

[0102] 在经过第一换热器51和第二换热器52换热后,第一温度检测器61采集正极储液罐20中正极电解液在当前时刻的温度值,同时第二温度检测器62采集负极储液罐30中负极电解液在当前时刻的温度值,进而将数据传输至微处理器模块,微处理器模块判断出负极电解液和正极电解液的温度均满足目标温度范围,从而生成第一控制指令至控制输出模块,

控制输出模块产生第一驱动信号以控制换热模块50中的第一阀门56、第二阀门57、第三阀门58以及第四阀门59均关闭,此时工业冷水机组设备55关闭;此时,正极电解液以及负极电解液在当前时刻的温度均满足目标温度范围,正极电解液以及负极电解液均不需要进入换热模块50中进行换热,正极电解液以及负极电解液直接流入液流电池系统100的电堆10中发生化学反应,从而将化学能转化为电能。

[0103] 更进一步地,当正极电解液以及负极电解液在当前时刻的温度均大于目标温度范围时(均大于40摄氏度),此时均需要对正极电解液以及负极电解液进行冷却以满足目标温度范围。

[0104] 其中,对正极电解液以及负极电解液均进行冷却的后续步骤与对正极电解液以及负极电解液均进行加热的后续步骤大致相同,在此不再赘叙。

[0105] 更进一步地,当正极电解液以及负极电解液中的一种在当前时刻的温度大于目标温度范围时,且正极电解液以及负极电解液中的另一种在当前时刻的温度小于目标温度范围时,此种情况几乎不存在。因为正极电解液以及负极电解液最终会在电堆10中进行反应,在此过程中正极电解液以及负极电解液之间的温差很小,几乎可以忽略。

[0106] 在本发明实施例中,通过实时监测液流电池系统100中的电解液温度,当温度满足设定条件时则及时对电解液进行换热处理,即避免电解液温度过高析出和温度过低结晶的情况发生,实现了将液流电池的电解液温度控制在适宜的目标温度范围内,从而保障了液流电池的安全性和稳定性,能够保障电池全天候不间断运行。

[0107] 在本发明实施例中,当液流电池系统100开始运行后,根据温度检测模块60确定液流电池系统100中电解液在当前时刻的温度值,并通过微处理模块对比液流电池系统100设定的目标温度值。其中,液流电池系统100在充电过程中需要交换的热量可根据公式一求得: $Q = |T1 - T2| \times C \times V$ ;

[0108] 其中, $Q$ 为液流电池系统100在充电过程中需要交换的热量, $T1$ 为电解液当前的温度值, $T2$ 为液流电池系统100设定的目标温度值, $C$ 为液流电池系统100的电解液比热, $V$ 为液流电池系统100的电解液体积。

[0109] 具体地,由公式一可得出液流电池系统100在充电过程中需要交换的热量,进而可得出工业冷水机组设备55需要提供的冷热量,根据第一换热器51以及第二换热器52的换热效率,可以计算出工业冷水机组设备55的输入功率,并通过本发明提供的具有温度控制装置的液流电池系统100以实现电解液的温度控制。

[0110] 现有的液流电池系统100连续运行时(以10kW/10kWh全钒液流电池系统100为例),当电解液温升较快,环境温度30摄氏度时,每小时会温升约2摄氏度,这样电解液连续运行8个小时后就会超过温度上限,就需停机。而在采用本实施例中的具有温度控制装置的液流电池系统100后,可以及时对过高温度的电解液进行降温换热,即实现对电解液温升的有效抑制,可保障电池系统24小时不间断运行。

[0111] 当电解液的温度过低时,特别地对于严寒地区,当液流电池系统100充放电停止后,工业冷水机组设备55会启动加热模式,通过第一换热器51以及第二换热器52间接地对电解液进行升温换热,故可保障环境温度降低时,电解液的温度不低于结晶温度,有效地保证液流电池系统100的稳定运行。

[0112] 本发明提供的具有温度控制装置的液流电池系统100保障了液流电池系统100能

够长时间地安全且稳定运行；另外，也拓宽了液流电池的应用环境范围，增强液流电池的使用性能。

[0113] 综上，区别于现有技术的情况，本发明通过实时监测液流电池中的电解液温度，当温度过高则控制工业冷水机组设备55提供冷水对电解液进行降温换热；当温度过低则控制工业冷水机组设备55提供热水对电解液进行升温换热，即避免电解液温度过高析出和温度过低结晶的情况发生，实现了将液流电池的电解液温度控制在适宜的目标温度范围内，从而保障了液流电池的安全性和稳定性，能够保障电池全天候不间断运行。本发明的温度控制装置保障了全钒液流电池的安全性、稳定性和高效率。

[0114] 需要说明的是，以上各实施例均属于同一发明构思，各实施例的描述各有侧重，在个别实施例中描述未详尽之处，可参考其他实施例中的描述。

[0115] 以上实施例仅表达了本发明的实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本发明的保护范围。因此，发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

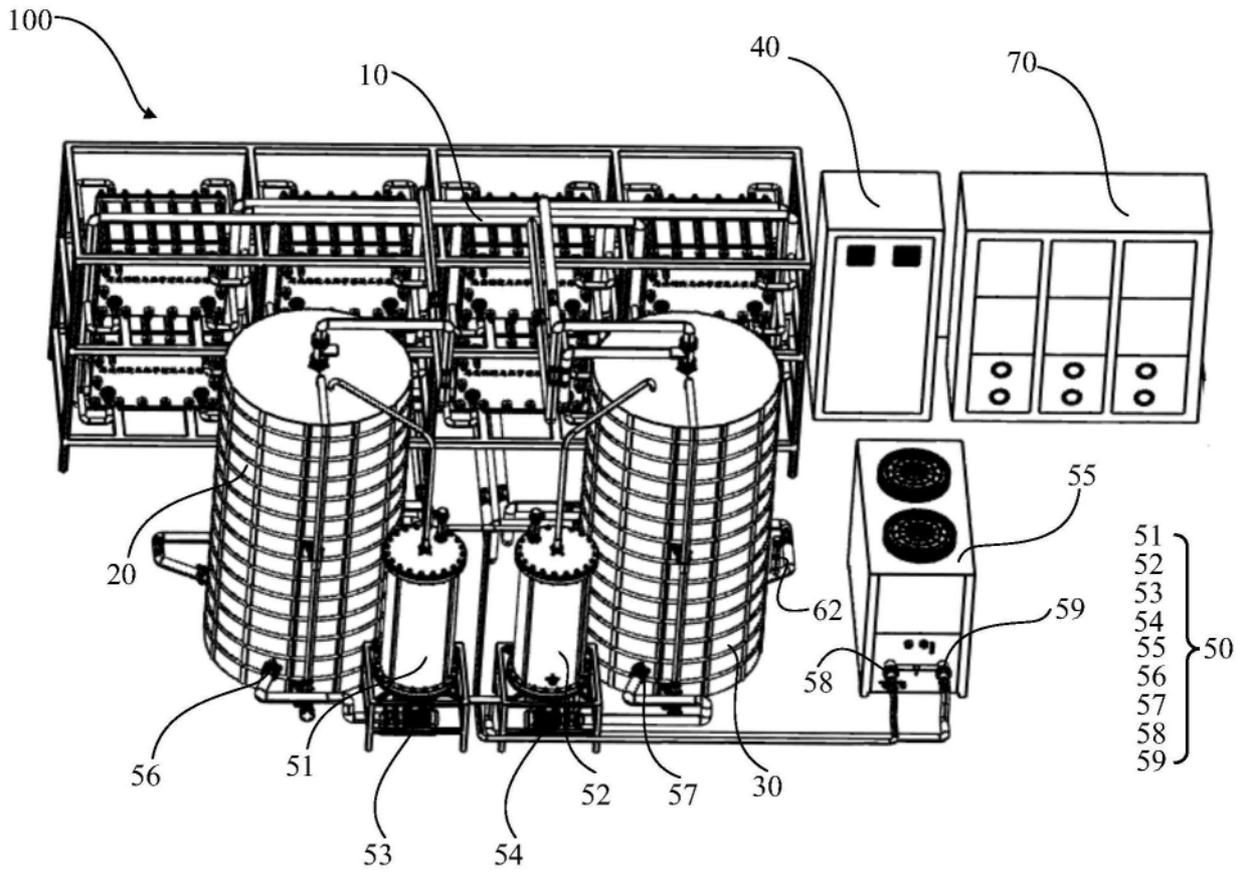


图1

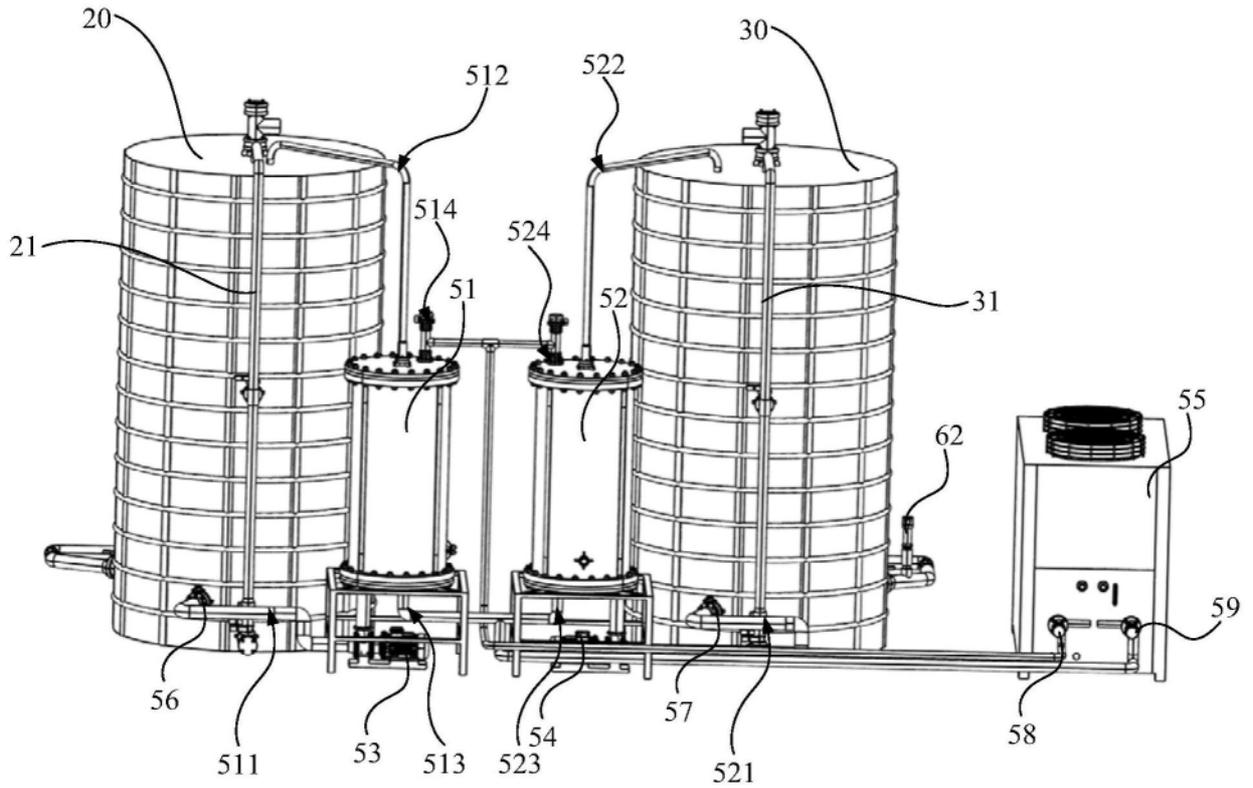


图2

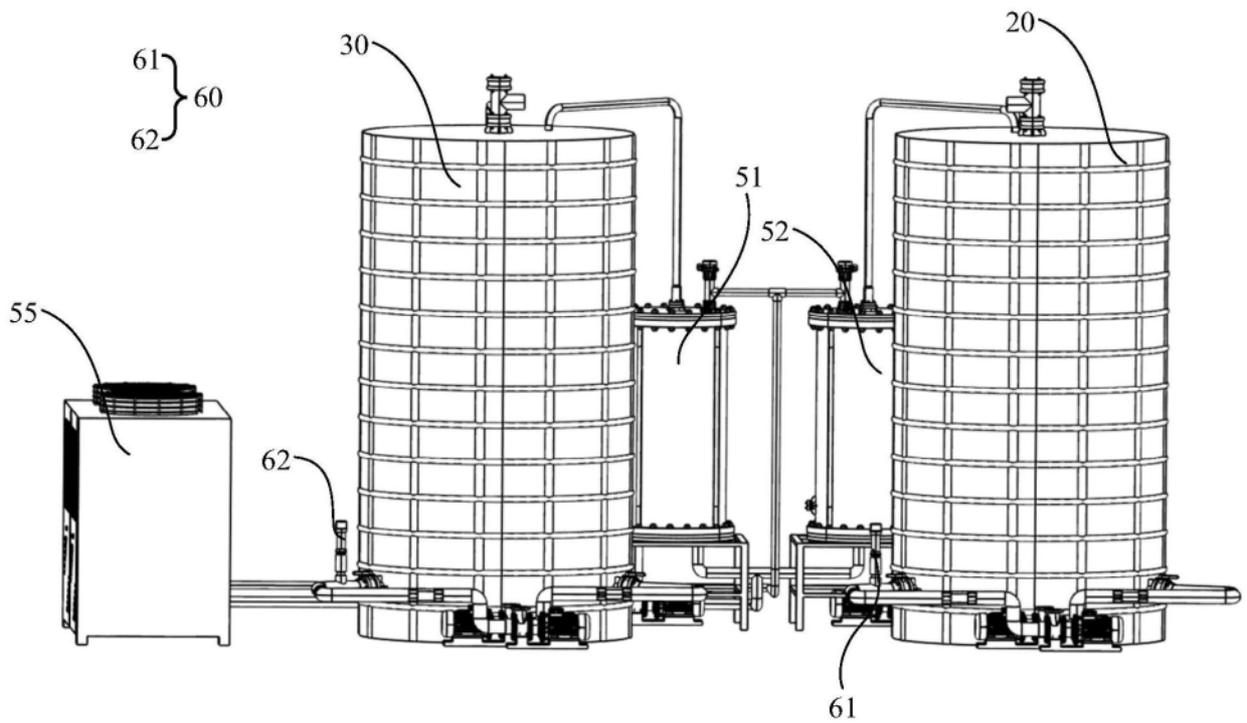


图3

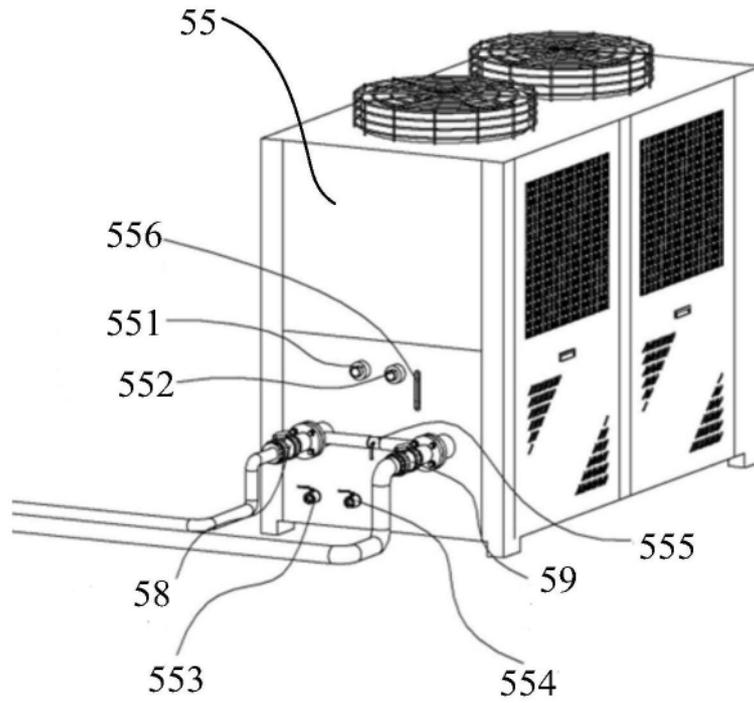


图4

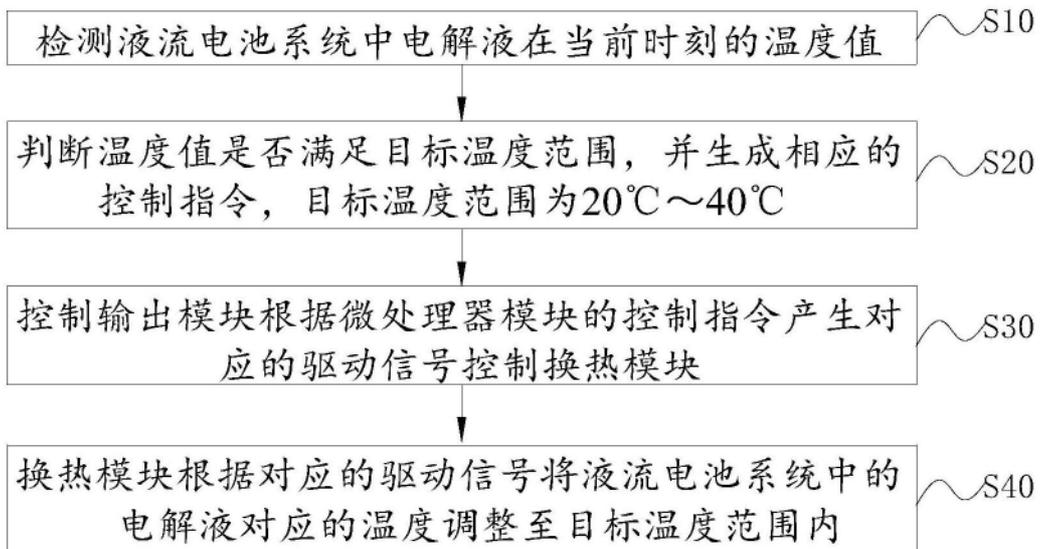


图5