



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108417867 B

(45)授权公告日 2020.07.07

(21)申请号 201810072225.6

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2018.01.25

H01M 8/04298(2016.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 陈燕

申请公布号 CN 108417867 A

(43)申请公布日 2018.08.17

(66)本国优先权数据

201711042663.X 2017.10.30 CN

(73)专利权人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 张新丰 姚川棋 沈华东 罗明慧

王春阳 黄道锦 戴维

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司

31225

代理人 宣慧兰

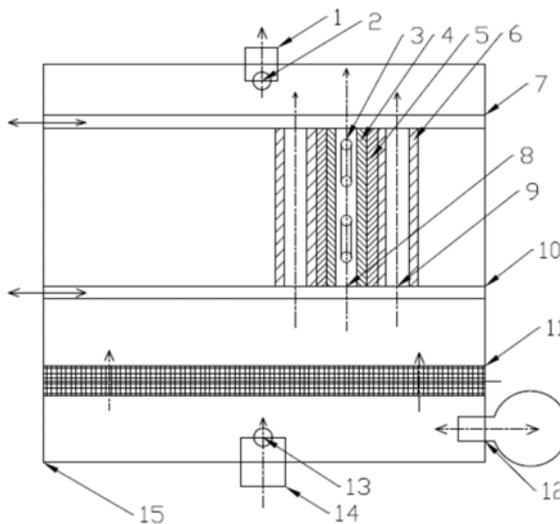
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置

(57)摘要

本发明涉及一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置,通过调节开环控制电加热管管组的通电状态以及闭环控制电加热管的端电压模拟真实电堆的不同发热功率;通过改变阻力调节组件的过滤网的层数,模拟真实电堆的流阻特性;通过仿照燃料电池的层叠结构,结合可移动栅格板的平移模拟真实电堆的热惯性和热阻特性;通过控制装置内部冷却液的体积模拟真实电堆的比热容特性。与现有技术相比,本发明可在燃料电池热管理系统的匹配开发过程中替代真实电堆,具有加快匹配测试过程,提高热管理系统开发效率等优点。



1. 一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置,其特征在于,包括:
发热模拟组件,包括层叠交替设置的发热板和冷却板,所述发热板和冷却板内都设有流通冷却液的空腔,所述发热板的空腔内设有发热装置;
栅格板组件,包括分别设于所述发热模拟组件的冷却液入口端和冷却液出口端的前端栅格板和后端栅格板,用于调节流经所述发热板和冷却板空腔的冷却液流量比;
阻力调节组件,包括多层过滤网,设于所述前端栅格板的冷却液入口侧,用于调节冷却液的流动阻力;
比热容调节阀,设于所述阻力调节组件的冷却液入口侧,用于调节装置内冷却液的体积;
所述前端栅格板和后端栅格板都包括多个平行设置的栅格骨,所述前端栅格板和后端栅格板的栅格骨对称设置且同时遮挡发热板或冷却板的空腔的冷却液入口和出口,所述前端栅格板和后端栅格板可根据需要同步平移。
2. 根据权利要求1所述的一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置,其特征在于,所述发热装置包括电加热管管组。
3. 根据权利要求1所述的一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置,其特征在于,所述发热板和冷却板之间设有传热板。
4. 根据权利要求2所述的一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置,其特征在于,所述电加热管管组包括闭环控制发热管和多个开环控制发热管,所述多个开环控制发热管包括多个功率为3~6kW的大功率发热管和功率为0.3~2kW的小功率发热管,所述闭环控制发热管为功率为0.3~1kW的发热管。
5. 根据权利要求4所述的一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置,其特征在于,所述开环控制发热管连接交流电源线,每个开环控制发热管与交流电源线之间设有开环通断接触器,所有的开环通断接触器连接开环控制器;所述闭环控制发热管通过交流调压电源连接所述交流电源线,所述闭环控制发热管和交流调压电源之间设有闭环通断接触器,所述闭环通断接触器和交流调压电源连接闭环控制器,所述闭环控制器连接设于所述交流电源线上的电功率测量装置。
6. 根据权利要求5所述的一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置,其特征在于,所述开环控制器包括相互连接的开环控制主机和开环控制译码器,所述开环控制译码器连接所述开环通断接触器。
7. 根据权利要求5所述的一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置,其特征在于,所述开环控制发热管与交流电源线之间以及交流调压电源和交流电源线之间设有熔断器。
8. 根据权利要求1所述的一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置,其特征在于,还包括分别设于装置冷却液入口和出口的入口流量控制阀和出口流量控制阀。
9. 根据权利要求1所述的一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置,其特征在于,还包括分别设于装置冷却液入口和出口的入口温度传感器和出口温度传感器。

一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆动力技术及应用领域,尤其是涉及一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置。

背景技术

[0002] 燃料电池是通过燃料(比如氢气)发生电化学反应而直接产生电能。由于燃料电池具有效率高、零排放、运行平稳、无噪声等一系列优良性能,被视为未来汽车最有可能的动力来源,燃料电池汽车是未来汽车产业发展的趋势。目前的设计中,燃料电池电堆很容易因为局部电流密度大、温度过高而导致质子交换膜失水。燃料电池电堆产生的热能约占总能量的50%,为了防止膜的干燥及高温运行,需要有相应的散热机制来移走电化学反应产生的热量。

[0003] 在一般的冷却系统开发过程中,需要以燃料电池实物作为试验对象,并且需要调节燃料电池处于不同的工作状态,以测试冷却系统在不同的工况下是否能保证燃料电池温度的相对稳定。这种开发模式不仅成本很高,而且燃料电池的正常运行需要多个子系统协调工作,测试准备的时间长,工作量大,而且难度较高。

[0004] 为了方便燃料电池冷却系统的开发,可以利用相似性原理,将燃料电池的发热和散热特性从燃料电池的工作过程中抽象出来,再利用一套热模拟装置实现对这两种特性的模拟。开发燃料电池冷却系统时,可以选择经过简化的热模拟装置代替燃料电池实物作为测试对象,从而可以大大降低冷却系统的开发周期和开发成本。

[0005] 目前在已公开或授权的专利文献中,已经有人提出了空气供应辅助系统的设计方案,比如:

[0006] 清华大学的专利“用于热管理系统试验的质子交换膜燃料电池堆热模拟装置”(公开号CN1405917),公开了一种燃料电池发热模拟的装置,其主要特征是利用控制大量贴片电阻相对独立的发热状况,模拟燃料电池电堆发热的空间分布特性。所使用的电阻总发热功率不能达到真实模拟燃料电池运行时的大功率发热。其传热是通过模拟燃料电池的基础结构进行模拟,具有刚性不可调节的特点,该装置只能针对某一种固定的燃料电池进行模拟,使用不够灵活。此外其设计中没有充分考虑电堆内部流动阻力和电堆比热容等问题,所以只能用于大致描述燃料电池发热和冷却状况,不能用于不同型号多种燃料电池的热管理子系统匹配和测试工作。

[0007] 目前公开的技术仅仅在于给出了不同的燃料电池热模拟系统设计特定方案;而没有给出针对开发过程、开发方法及开发过程中使用的设备设计的模拟装置。在设计燃料电池热管理系统时,会面临以下问题:(1)仅仅根据现有电堆的热相关特性参数,在没有实物的情况下是否能快速设计出一个良好的热管理子系统;(2)热管理系统中的关键零部件参数如何良好匹配。

发明内容

[0008] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置。

[0009] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现：

[0010] 一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置，包括：

[0011] 发热模拟组件，包括层叠交替设置的发热板和冷却板，所述发热板和冷却板内都设有流通冷却液的空腔，所述发热板的空腔内设有发热装置；

[0012] 栅格板组件，包括分别设于所述发热模拟组件的冷却液入口端和冷却液出口端的前端栅格板和后端栅格板，用于调节流经所述发热板和冷却板空腔的冷却液流量比；

[0013] 阻力调节组件，包括多层过滤网，设于所述前端栅格板的冷却液入口侧，用于调节冷却液的流动阻力；

[0014] 比热容调节阀，设于所述阻力调节组件的冷却液入口侧，用于调节装置内冷却液的体积。

[0015] 优选的，所述发热装置包括电加热管管组。

[0016] 优选的，所述发热板和冷却板之间设有传热板。

[0017] 优选的，所述前端栅格板和后端栅格板都包括多个平行设置的栅格骨，所述前端栅格板和后端栅格板的栅格骨对称设置且同时遮挡发热板或冷却板的空腔的冷却液入口和出口，所述前端栅格板和后端栅格板可根据需要同步平移。

[0018] 优选的，所述电加热管管组包括闭环控制发热管和多个开环控制发热管，所述多个开环控制发热管包括多个功率为3~6kW的大功率发热管和功率为0.3~2kW的小功率发热管，所述闭环控制发热管为功率为0.3~1kW的发热管。

[0019] 优选的，所述开环控制发热管连接交流电源线，每个开环控制发热管与交流电源线之间设有开环通断接触器，所有的开环通断接触器连接开环控制器；所述闭环控制发热管通过交流调压电源连接所述交流电源线，所述闭环控制发热管和交流调压电源之间设有闭环通断接触器，所述闭环通断接触器和交流调压电源连接闭环控制器，所述闭环控制器连接设于所述交流电源线上的电功率测量装置。

[0020] 优选的，所述开环控制器包括相互连接的开环控制主机和开环控制译码器，所述开环控制译码器连接所述开环通断接触器。

[0021] 优选的，所述开环控制发热管与交流电源线之间以及交流调压电源和交流电源线之间设有熔断器。

[0022] 优选的，还包括分别设于装置冷却液入口和出口的入口流量控制阀和出口流量控制阀。

[0023] 优选的，还包括分别设于装置冷却液入口和出口的入口温度传感器和出口温度传感器。

[0024] 与现有技术相比，本发明具有以下优点：

[0025] 1、本装置可在燃料电池热管理系统的匹配开发过程中替代真实电堆，具有加快匹配测试过程，提高热管理系统开发效率等优点。

[0026] 2、通过调节开环控制发热管管组的通电状态以及闭环控制发热管的端电压，可以较准确的模拟真实电堆不同的发热功率。

[0027] 3、通过仿照燃料电池的层叠结构,结合可移动栅格板组件的平移,能较好的模拟真实电堆的内部传热特性。

[0028] 4、通过控制阻力调节组件的过滤网堆叠的层数来改变冷却液的流动状态,从而调节本装置中液体的流动阻力,达到较好的模拟真实燃料电池电堆冷却液流动阻力的效果。

[0029] 5、通过比热容调节阀动态调节本装置内部的冷却液的体积,从而动态调整本装置比热容大小,达到较准确的模拟真实燃料电池电堆比热容特性的效果。

附图说明

[0030] 图1为本发明电堆模拟装置的整体结构示意图;

[0031] 图2为本发明中发热模拟组件的发热量控制的电路原理图;

[0032] 图3为本发明中发热模拟组件的发热量控制的逻辑算法框图;

[0033] 图4为本发明中栅格板组件调节液体流量的示意图。

[0034] 图中标注:1、出口流量控制阀,2、出口温度传感器,3、电加热管管组,4、发热板,5、传热板,6、冷却板,7、后端栅格板,8、发热板空腔,9、冷却板空腔,10、前端栅格板,11、阻力调节组件,12、比热容调节阀,13、入口温度传感器,14、入口流量控制阀,15、装置外箱,101、第一220V交流电源线,102、第一电功率测量装置,103、交流调压电源,104、闭环通断接触器,105、闭环控制发热管,106、闭环控制器,107、开环通断接触器,108、熔断器,109、第二电功率测量装置,110、第二220V交流电源线,111、第二开环控制译码器,112、开环控制主机,113、第一开环控制译码器。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。本实施例以本发明技术方案为前提进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0036] 实施例

[0037] 如图1所示,一种用于大功率燃料电池热管理系统开发的电堆模拟装置,本装置由具有良好的密封和隔热特性的装置外箱15构成边界,可与燃料电池热管理子系统的外围部分连接,接口分为冷却液入口和冷却液出口。本装置包括:

[0038] 发热模拟组件,包括层叠交替设置的发热板4和冷却板6,发热板4和冷却板6内分别设有流通冷却液的发热板空腔8和冷却板空腔9,发热板空腔8内设有发热装置,模拟真实电堆发热,本实施例中,发热装置包括电加热管管组;栅格板组件,包括分别设在发热模拟组件的冷却液入口端和冷却液出口端的可平移的前端栅格板10和后端栅格板7,用于调节流经发热板空腔8和冷却板空腔9的冷却液流量比,达到模拟燃料电池内部传热特性的效果;阻力调节组件11,包括多层过滤网,本实施例中为金属过滤网,设于前端栅格板10的冷却液入口侧,通过控制金属过滤网堆叠的层数来改变冷却液的流动状态,从而调节本装置中液体的流动阻力,达到模拟真实燃料电池电堆冷却液流动阻力的效果;比热容调节阀12,设于阻力调节组件11的冷却液入口侧,通过动态调节本装置内部的冷却液的体积,从而动态调整本装置比热容大小,达到模拟真实燃料电池电堆比热容特性的效果。

[0039] 本装置的核心部位是发热模拟组件的多层板件层叠结构。发热板4和冷却板6是层

叠结构的基本要素,发热板4用于电加热管管组3的安装和发热时热量的传导,冷却板6用于发热时热量的传导,在发热板4和冷却板6之间还可以设置传热板5,传热板5是用于热量传导的实心板。层叠结构的叠加延伸的方向与冷却液的流动方向垂直。

[0040] 如图4所示,前端栅格板10和后端栅格板7都包括多个平行设置的栅格骨,前端栅格板10和后端栅格板7的栅格骨对称设置且同时遮挡发热板空腔8或冷却板空腔9的入口和出口,前端栅格板10和后端栅格板7可以在电机的控制下同步地左右平移,以调整发热板空腔8或者冷却板空腔9的开度大小,从而灵活调整冷却液流过发热板空腔8和冷却板空腔9的流量比。

[0041] 如图2所示,电加热管管组3包括闭环控制发热管105和多个开环控制发热管,均直接或间接从220V交流电源线取电。多个开环控制发热管包括多个功率为3~6kW的大功率发热管和功率为0.3~2kW的小功率发热管,通过串联开环通断接触器107连接到220V交流电源。本实施例中,开环控制发热管采用4kW的大功率发热管配合若干2kW、1kW和0.5kW的小功率发热管;闭环控制发热管105为功率为0.3~1kW的发热管,本实施例中,闭环控制发热管105是单独的0.5kW额定功率发热管,通过串联闭环通断接触器104连接到0~220V交流调压电源103。0~220V交流调压电源103连接到220V交流电源并可在给定电信号下调压。

[0042] 所有的开环通断接触器107都通过开环控制器控制,开环控制器包括相互连接的开环控制主机112和开环控制译码器,开环控制译码器连接开环通断接触器107;闭环通断接触器104和交流调压电源103连接闭环控制器106,闭环控制器106连接设于220V交流电源线上的电功率测量装置,实现对闭环控制发热管105端电压的调节。开环控制发热管与220V交流电源线之间以及0~220V交流调压电源103和220V交流电源线之间设有保护电路的熔断器108。

[0043] 如图2所示,本实施例中,交流电源线包括第一220V交流电源线101和第二220V交流电源线110两路,开环控制发热管也包括两组,分别连接两路交流电源线,开环控制主机112通过两个开环控制译码器分别控制两组开环控制发热管;闭环控制发热管105连接其中一路交流电源线,闭环控制器106连接分别设于两路交流电源线上的两个电功率测量装置。

[0044] 本装置在冷却液入口设有入口流量控制阀14和入口温度传感器13,在冷却液出口设有出口流量控制阀1和出口温度传感器2。冷却液从装置的冷却液入口流入本装置,流入流量由入口流量控制阀14控制。装置内部的冷却液先流过流动阻力调节组件11,再以分流的方式通过发热板空腔8和冷却板空腔9。最后冷却液从冷却液出口流出本装置,流出流量由出口流量控制阀1控制。入口温度传感器13和出口温度传感器2分别检测冷却液入口处的液体温度和冷却液出口处的液体温度。为了实现本装置比热容的调节,可通过比热容调节阀12调节装置内部冷却液的量。

[0045] 本装置主要用于大功率燃料电池热管理子系统匹配和测试,其基础工作是获得要匹配的燃料电池对象的相关特性与数据,主要体现在发热规律、传热规律、流动阻力规律和比热容变化规律等方面。

[0046] 发热规律的模拟方法为:先将想要获得的输出有效电功率时间曲线经过基于燃料电池极化曲线的数学处理,转化为目标的发热功率曲线,通过图3所示的控制流程图,本装置的实际的发热功率曲线将被控制在目标发热功率曲线的 $\pm 0.5\text{kW}$ 误差限度内,实现对真实燃料电池发热特性持续的良好模拟。

[0047] 传热规律模拟方法为:根据实际燃料电池各部分的热阻和内部冷却系统热惯性等数据,计算出发热功率变化时内部冷却液的温度变化规律。通过如图4所示的栅格板结构,实时控制装置内部冷却液总流量中流过发热板空腔8和冷却板空腔9的流量比。此流量比的不同影响到总发热能量通过两种不同途径传递到冷却液中的比例,可改变本装置的等效热惯性和等效热阻,从而可对真实燃料电池的传热规律进行拟合。

[0048] 流动阻力规律模拟方法为:阻力调节组件11通过控制金属过滤网堆叠的层数来调节本装置的冷却液流动阻力,实现对实际燃料电池电堆的冷却液流动阻力变化规律的模拟。

[0049] 比热容变化规律模拟方法为:比热容调节阀12用于调节本装置内部的冷却液的体积,从而本装置的比热容,模拟实际燃料电池电堆的比热容特性。

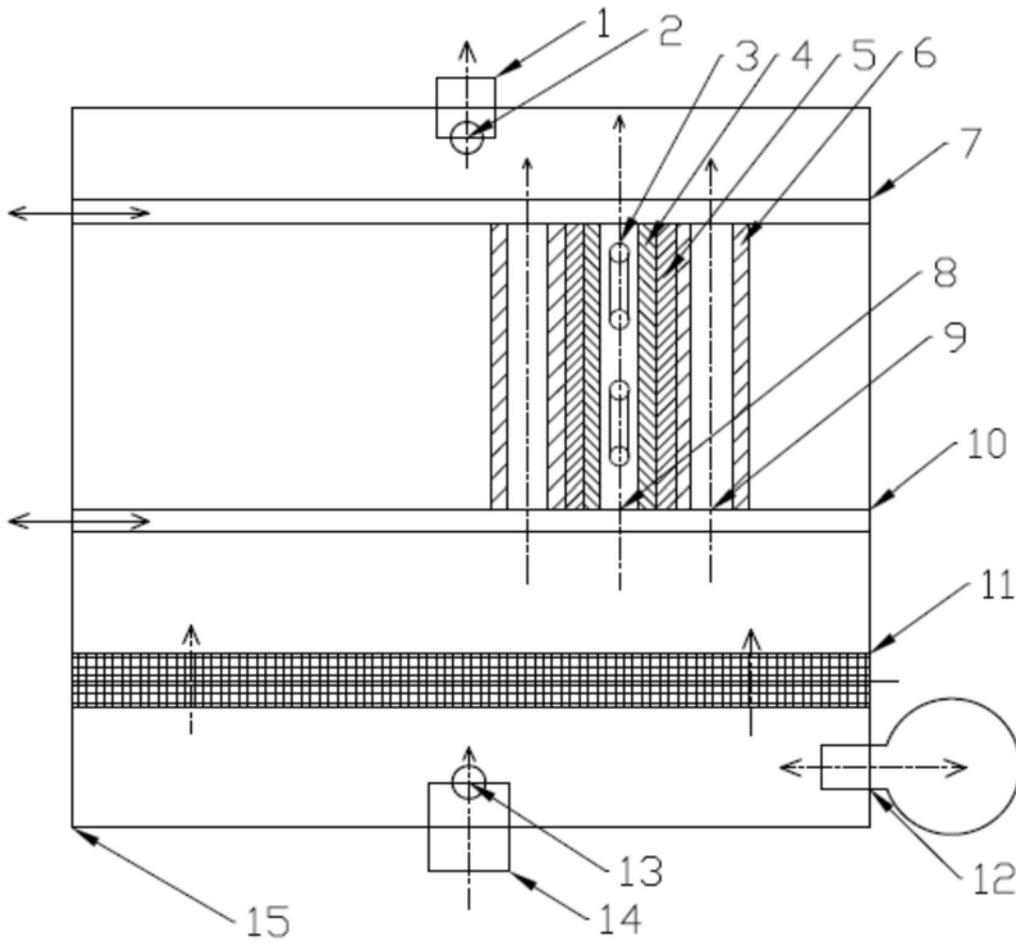


图1

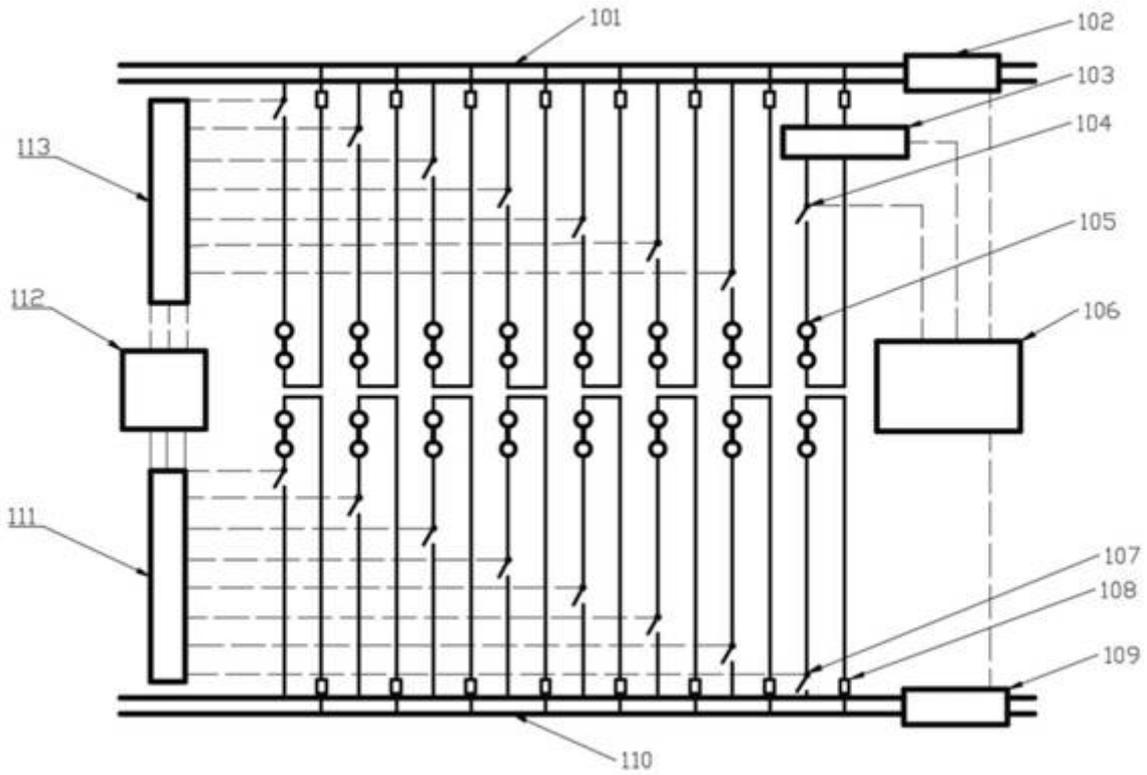


图2

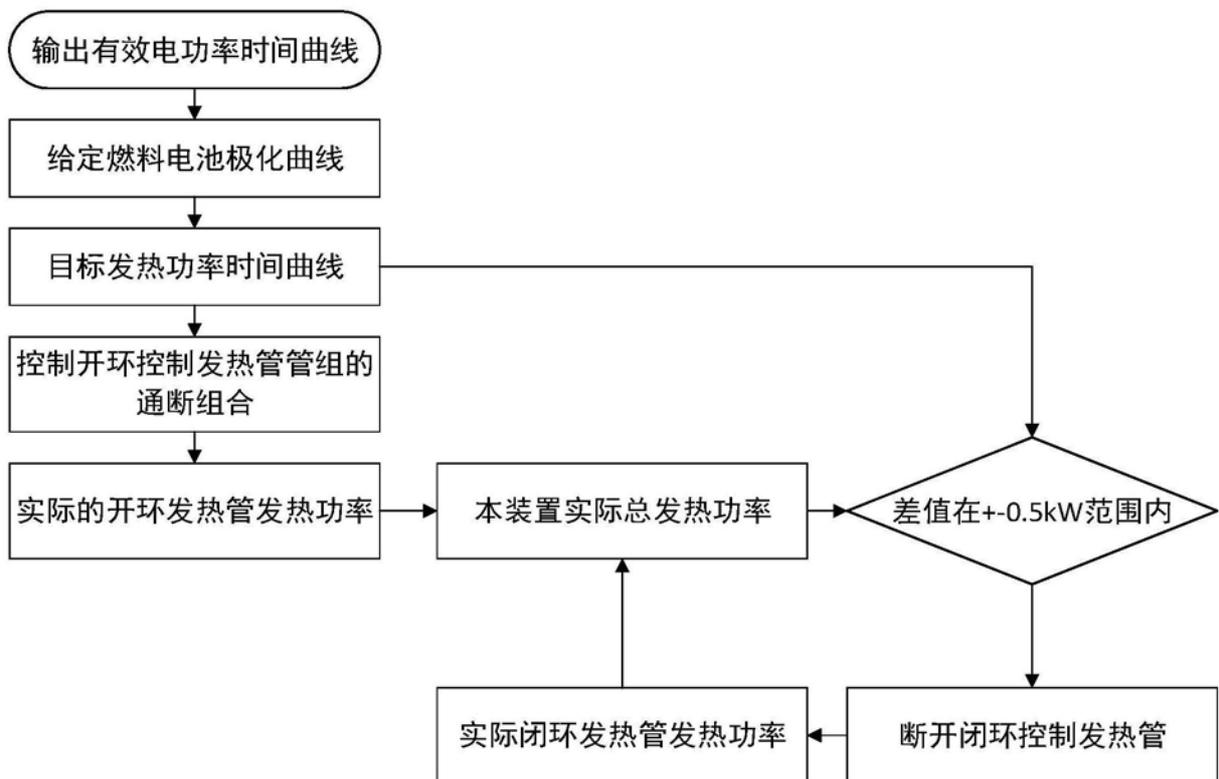


图3

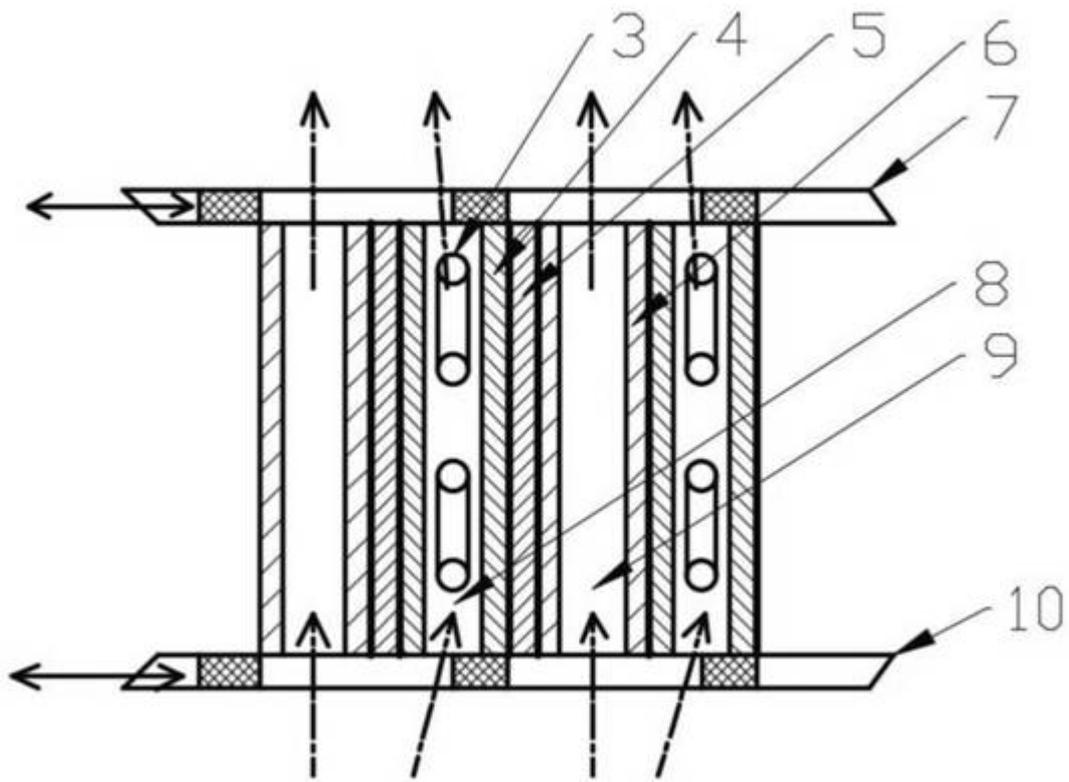


图4