



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109860950 B

(45)授权公告日 2020.06.23

(21)申请号 201910087068.0

H01M 10/625(2014.01)

(22)申请日 2019.01.29

H01M 10/633(2014.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

H01M 10/637(2014.01)

申请公布号 CN 109860950 A

H01M 10/6569(2014.01)

H01M 10/6556(2014.01)

(43)申请公布日 2019.06.07

H01M 10/6568(2014.01)

(73)专利权人 武汉理工大学

H01M 10/6571(2014.01)

地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路  
122号

H01M 10/617(2014.01)

H01M 10/63(2014.01)

H01M 10/6551(2014.01)

(72)发明人 吴华春 付乐群 曹鼎钰 李欣欢

H01M 10/6563(2014.01)

(74)专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 42222

审查员 袁佳伟

代理人 杨宏伟

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

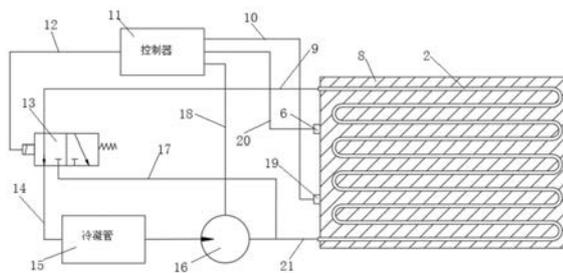
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种组合式电动汽车动力电池的热管理装置

(57)摘要

本发明公开了一种组合式电动汽车动力电池的热管理装置,每个单体电池及其冷却、加热系统组成一个模块,整体状置可根据动力电池的多少进行模块的组合。每个模块四周及底部包裹有相变材料,含有冷却工质的蛇形铜管埋于相变材料中,与冷凝管、增压泵组成装置的液冷散热系统,箱体外壳设置成可开关式并行通风的结构,散热时利用风的流动带走部分相变材料和铜管上的热量。低温时,关闭箱体外壳通风口,电池箱形成密闭空间,通过电阻丝对电池进行加热,保证电池工作与适宜温度,通过温度传感器检测相变材料的温度,利用控制器实现不同散热方式或加热模式的切换,可根据电池模块数的多少和实际环境调节冷却工质的流速,适用范围广。



1. 一种组合式电动汽车动力电池的热管理装置的动力电池热管理方法,其特征在于:热管理装置包括相变模块、热交换模块、温度传感器、控制器、增压泵、换向阀、冷却模块和加热模块,所述相变模块包裹在动力电池四周,与动力电池进行直接热量交换,所述加热模块设于动力电池与相变模块之间,用于需要时对动力电池进行加热,所述热交换模块设于相变模块内,其设有一个冷却工质入口和一个冷却工质出口,所述温度传感器用于测量相变模块温度,所述冷却工质出口通过出口连接管道与换向阀的入口相连,所述冷却工质入口通过进口连接管道与增压泵的出口相连,增压泵的入口与冷却模块的出口相连,冷却模块的入口通过冷凝管支路与换向阀的第一出口相连,所述冷却模块用于将进入该模块的高温冷却工质冷却降温并输出,冷却工质入口还通过内循环支路直接与换向阀的第二出口相连,所述控制器接收温度传感器的温度信号,根据温度信号控制换向阀切换以及是否启动冷却模块、增压泵和加热模块;

多个动力电池组合在一起形成动力电池组,动力电池组的各个动力电池的热交换模块通过连接管串联,最终在动力电池组首尾两端形成冷却工质入口和冷却工质出口;所述动力电池组外设有将其包裹的箱体外壳,箱体外壳与动力电池之间设有形成风冷通道的间隙,在箱体外壳两端分别设有与风冷通道相通的进风口和出风口,所述进风口和出风口分别设有通过控制器控制启闭的进风门和出风门;

管理方法包括以下步骤:

启动时,根据温度传感器检测到的温度判断热管理模式,当检测到温度高于电池的最低最适温度,通过控制器打开箱体外壳两端的进风口和出风口,此时动力电池所产生的热量被相变模块吸收,而相变模块吸收的热量通过汽车在行驶过程中的风经过风冷通道散发到外界空气中;

当温度传感器检测到相变模块温度升高到其相变温度后,控制器换向阀打开冷凝管支路,之后开启增压泵,此时增压泵将带动热交换模块中的冷却工质循环流动,由于热交换模块分布于相变模块中,因此相变模块所存储的热量将通过热交换模源源不断的送往冷却模块,使相变模块始终保持相变温度,维持其散热效果,直到温度传感器检测到相变模块温度开始下降时,控制器控制增压泵关闭,控制换向阀关闭冷凝管支路,打开内循环支路,相变模块的温度降利用风冷通道逐渐下降至室温;

当启动时,温度传感器检测到相变模块温度过低时,控制器控制出风口和进风口关闭,再通过控制器启动加热模块开始工作,加热模块直接对电池进行加热直到温度传感器检测到相变模块温度变化并达到相变温度时停止加热。

2. 如权利要求1所述的热管理装置的动力电池热管理方法,其特征在于:所述相变模块为包裹在动力电池四周的相变材料,所述热交换模块为埋于相变材料中的蛇形铜管,所述相变材料中掺杂有用于提供热导率的铜、石墨以及碳纤维中任意一种或者几种。

3. 如权利要求2所述的热管理装置的动力电池热管理方法,其特征在于:所述冷却模块包括冷凝管和冷源,所述冷凝管两端分别与换向阀的第一出口和增压泵的入口相连,所述冷源用于对经过冷凝管内的冷却工质进行降温。

4. 如权利要求3所述的热管理装置的动力电池热管理方法,其特征在于:所述冷源为制冷压缩机或者散热翅片。

5. 如权利要求1所述的热管理装置的动力电池热管理方法,其特征在于:所述加热模块

为电阻丝加热片,所述电阻丝加热片通过控制器控制其启停和加热功率大小。

6.如权利要求1所述的热管理装置的动力电池热管理方法,其特征在于:所述冷却工质采用水、乙二醇以及防冻液中任意一种。

7.如权利要求1所述的热管理装置的动力电池热管理方法,其特征在于:当加热模块加热时,通过换向阀打开内循环支路,通过冷却工质在热交换模块内循环流动,使得动力电池各部分温度均一。

## 一种组合式电动汽车动力电池的热管理装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于动力电池热管理领域,涉及一种动力电池热管理技术,具体涉及一种组合式电动汽车动力电池的热管理装置。

### 背景技术

[0002] 随着电动汽车的发展,其动力电池也先后经过从铅酸电池到Ni-MH电池、Li电池的发展。作为电动汽车动力电池,须保证大功率、大容量两个要求以满足电动汽车的动力和续航能力需求。而蓄电池在充放电过程中会发生复杂的化学反应,复杂的化学反应往往伴随着大量热量的产生,尤其是在夏季,大量热量的产生不仅会大大缩短蓄电池的使用寿命,更会产生过热、燃烧、爆炸等严重威胁人类自身的安全问题。而在冬季或者在高寒地区,低温会导致蓄电池放电深度不够,导致蓄电池的续航能力下降。因此,迫切需要一种在高温时能对电池进行散热,在低温时能对电池进行加热,使电动汽车动力电池性能一直保持最佳状态的电池热管理装置。

[0003] 目前,国内外对电动汽车动力电池的热管理研究较多,部分电动汽车动力电池已采用热管理装置对动力电池进行冷却。对比现有的国内外大多数研究,发现其存在如下的问题:电池热管理只针对动力电池的冷却或加热,且对电池冷却研究较多,电池加热研究相对较少;动力电池的冷却主要采用油冷、水冷、空冷、相变传热材料、冷板等散热方式,但每种散热方式都存在其不可避免的缺陷;多种散热方式结合的热管理系统往往结构复杂,成本高,应用于实车的样例较少。

[0004] 相变材料是指随温度变化而改变形态并能提供潜热的物质,将相变材料与电池模块整合,利用相变材料在固-液相变过程中具有温度稳定及较高储热密度的特性,可有效吸收动力电池的热量,使电池组在保持在和合适温度的同时保证单体电池温度的均匀性。但当相变材料完全相变后,若无法及时将其热量导出,相变材料将无法继续吸热,无法达到控制电池温度的目的。因此对于相变材料的散热至关重要。

[0005] 经对现有技术文献的检索发现,中国发明专利申请号201010215921.1,该技术公开了一种电池热管理的控制方法,其利用水泵驱动冷却液对动力电池进行冷却,并通过检测冷却液的温度控制水泵的启停。该电池热管理控制方法对电池的冷却效果较好且避免了水泵频繁启停所造成的能量的浪费,但该专利只阐述了一种控制电池温度的方法,对于装置的具体设计并未详细说明。

[0006] 中国发明专利申请号201410001591.4,该技术公开了一种基于脉动热管的电池热管理系统,其将单体电池与脉动热管组合,将蒸发端贴于电池管壁,冷凝端伸出箱外,将动力电池进行模块化散热,提高了散热效率。但热管传热机理较为复杂,设计制造相对复杂,成本高,维护困难,且由于该方法将热管的冷凝端伸出箱外,因此箱外温度的变化必将极大地影响该热管的散热效率,导致散热不稳定。

[0007] 中国发明专利申请号201210158911.8,该技术公开了一种用于动力电池散热冷却装置,其利用铝制空心冷板外壳、相变材料和蛇形冷管组合对动力电池进行散热,可根据温

度的不同自动控制冷却装置,但是其蛇形铜管仅分布于箱体底部,将导致单体电池的不同部位出现温差,且该种方式在低温环境下将导致电池温度过低而影响低温下电池的放电深度和使用寿命。

### 发明内容

[0008] 本发明旨在针对现有技术的不足,开发一种相变散热耦合液冷及低温电阻丝加热的电动汽车电池热管理装置。本发明需要解决两个技术问题,一是解决电动汽车在充放电时大电流导致的发热过快而造成电池温度升高导致电池寿命缩短的问题,二是解决在高寒地区冬季由于外界温度过低导致放电深度急剧下降的问题。本发明通过电池热管理系统,实现电动汽车动力电池在温度过高时快速冷却,在温度过低时快速升温,使电池始终在最合适的温度范围内工作,从而在提高电池放电深度的同时延长电池的使用寿命。本发明为组合式电池热管理装置,每个单体电池及其冷却、加热系统组成一个模块,整体装置可根据动力电池的多少进行模块的组合,如下图1所示。

[0009] 本发明解决这两个技术问题所采用的技术方案是:

[0010] 一种组合式电动汽车动力电池的热管理装置,其特征在于:包括相变模块、热交换模块、温度传感器、控制器、增压泵、换向阀、冷却模块和加热模块,所述相变模块包裹在动力电池四周,与动力电池进行直接热量交换,所述加热模块设于动力电池与相变模块之间,用于需要时对动力电池进行加热,所述热交换模块设于相变模块内,其设有一个冷却工质入口和一个冷却工质出口,所述温度传感器用于测量相变模块温度,所述冷却工质出口通过出口连接管道与换向阀的入口相连,所述冷却工质入口通过进口连接管道与增压泵的出口相连,增压泵的入口与冷却模块的出口相连,冷却模块的入口通过冷凝管支路与换向阀的第一出口相连,所述冷却模块用于将进入该模块的高温冷却工质冷却降温并输出,冷却工质入口还通过内循环支路直接与换向阀的第二出口相连,所述控制器接收温度传感器的温度信号,根据温度信号控制换向阀切换以及是否启动冷却模块、增压泵和加热模块。

[0011] 作为改进,多个动力电池组合在一起形成动力电池组,动力电池组的各个动力电池的热交换模块通过连接管串联,最终在动力电池组首尾两端形成冷却工质入口和冷却工质出口。

[0012] 作为改进,所述动力电池组外设有将其包裹的箱体外壳,箱体外壳与动力电池之间设有形成风冷通道的间隙,在箱体外壳两端分别设有与风冷通道相通的进风口和出风口,所述进风口和出风口分别设有通过控制器控制启闭的进风门和出风门。

[0013] 作为改进,所述相变模块为包裹在动力电池四周的相变材料,所述热交换模块为埋于相变材料中的蛇形铜管,所述相变材料中掺杂有用于提供热导率的铜、石墨以及碳纤维中任意一种或者几种。

[0014] 作为改进,所述冷却模块包括冷凝管和冷源,所述冷凝管两端分别与换向阀的第一出口和增压泵的入口相连,所述冷源用于对经过冷凝管内的冷却工质进行降温。

[0015] 作为改进,所述冷源为制冷压缩机或者散热翅片。

[0016] 作为改进,所述加热模块为电阻丝加热片,所述电阻丝加热片通过控制器控制其启停和加热功率大小。

[0017] 作为改进,所述冷却工质可采用水、乙二醇、防冻液等比热容较大且熔点低的液

体。

[0018] 一种利用上述热管理装置进行动力电池热管理方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0019] 启动时,根据温度传感器检测到的温度判断热管理模式,当检测到温度高于电池的最低最适温度,通过控制器打开箱体外壳两端的进风口和出风口,此时动力电池所产生的热量被相变模块吸收,而相变模块吸收的热量通过汽车在行驶过程中的风经过风冷通道散发到外界空气中;

[0020] 当温度传感器检测到相变模块温度升高到其相变温度后,控制器换向阀打开冷凝管支路,之后开启增压泵,此时增压泵将带动热交换模块中的冷却工质循环流动,由于热交换模块分布于相变模块中,因此相变模块所存储的热量将通过热交换模块源源不断的送往冷却模块,使相变模块始终保持相变温度,维持其散热效果,直到温度传感器检测到相变模块温度开始下降时,控制器控制增压泵关闭,控制换向阀关闭冷凝管支路,打开内循环支路,相变模块的温度降利用风冷通道逐渐下降至室温;

[0021] 当启动时,温度传感器检测到相变模块温度过低时,控制器控制出风口和进风口关闭,再通过控制器启动加热模块开始工作,加热模块直接对电池进行加热直到温度传感器检测到相变模块温度变化并达到相变温度时停止加热。

[0022] 作为改进,当加热模块加热时,通过换向阀打开内循环支路,通过冷却工质在热交换模块内循环流动,使得动力电池各部分温度均一。

[0023] 本发明相比现有技术具有以下优点:

[0024] (1) 本发明将电池组进行模块化,可根据使用电池数量的多少来进行组合,每一个模块都具有单独的冷却和加热系统,适用于不同动力需求的汽车,适用范围广,同时可根据模块组合的多少选择不同功率的增压泵或调节冷却工质的流量和流速,可利用最少的能量来降低或升高电池的温度,使能量利用最大化。

[0025] (2) 本发明将PCM材料(相变材料)传热与液冷、风冷散热方式耦合,利用埋于相变材料中的蛇形铜管将相变材料吸收的热量带出电池组内部,并通过冷凝管散发到外界,或在短时间运行时利用风冷将相变材料的热量带至外界保证相变材料始终保持在吸热状态。

[0026] (3) 本发明蛇形铜管埋于相变材料内部,且由于蛇形冷管分布于动力电池四周,因此可选择管径较小的蛇形冷管,极大地节约了电池组的安放空间。

[0027] (4) 本发明利用相变材料的被动冷却性能,将温度传感器置于相变材料中,利用相变材料潜热大和相变温度范围小的特点,在达到相变温度后的一段时间启动液体冷却系统,减少增压泵启停的频率,从而延长增压泵使用寿命并节约能源。

[0028] (5) 本发明的电池热管理装置,可以智能地管理电池模块的工作温度,使电池模块不受外界温度的影响,始终工作在适当的温度范围内,同时能够把能量消耗最低化。

## 附图说明

[0029] 通过以下参考附图的详细说明,本发明的其它方面和特征变得明显。但是应当知道,该附图仅仅为解释的目的设计,而不是作为本发明的范围的限定,这是因为其应当参考附加的权利要求。还应当知道,除非另外指出,不必要依比例绘制附图,它们仅仅力图概念地说明此处描述的结构和流程。

[0030] 图1是无箱体外壳和相变材料的热管理装置整体示意图;

[0031] 图2是本发明热管理装置简化俯视图；

[0032] 图3是本发明热管理装置原理图；

[0033] 图4是本发明热管理装置工作过程流程图；

[0034] 图5是本发明热管理装置风冷模块示意图。

[0035] 图中,1-动力电池,2-蛇形铜管,3-冷却工质出口,4-U型连接管,5-冷却工质入口,6-电阻丝加热片,7-箱体外壳,8-相变材料,9-出口连接管道,10-温度传输线路,11-控制器,12-电磁阀控制线路,13-二位四通电磁阀,14-冷凝管支路,15-冷凝管,16-增压泵,17-内循环支路,18-增压泵控制线路,19-温度传感器,20-加热控制线路,21-进口连接管道,22-进风门,23-出风门,24-风冷通道,30-相变材料封装壳体。

## 具体实施方式

[0036] 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。

[0037] 一种组合式电动汽车动力电池的热管理装置,通过相变散热耦合液冷及低温电阻丝加热进行电动汽车电池热管理,如下附图所示,包括有动力电池组,蛇形铜管2,U型连接管4,电阻丝加热片6、相变模块、控制器11、二位四通换向阀、冷凝管15、增压泵16和温度传感器19,所述动力电池组由多个动力电池1组合在一起组成,外部通过箱体外壳7包裹,箱体外壳7与动力电池1之间设有形成风冷通道的间隙24,在箱体外壳7两端分别设有与风冷通道24相通的进风口和出风口,所述进风口和出风口分别设有通过控制器11控制启闭的进风门22和出风门23,所述风冷通道24、进风门22和出风门23一起构成的风冷系统。

[0038] 本发明二位四通换向阀、蛇形铜管、冷凝管支路、内循环支路、冷凝管和增压泵一起组成了液冷散热系统。

[0039] 所述电池组可根据不同动力的电动汽车进行模块化安装和拆分,每一个动力电池1都具有单独的电池热管理模块;下面对于单独的一个电池热管理模块进行介绍:

[0040] 所述相变模块包裹在动力电池四周的相变材料8,相变材料8外围包裹着相变材料封装壳30,相变材料8与动力电池1进行直接热量交换,所述电阻丝加热片6的电热丝设于动力电池1与相变模块之间,用于需要时对动力电池1进行加热,所述蛇形铜管2块设于相变材料8内且分布在动力电池1四周,对于单个电池热管理模块,蛇形铜管2设有一个冷却工质入口5和一个冷却工质出口3,所述温度传感器19用于测量相变材料8温度,设于相变材料8上,所述冷却工质出口3通过出口连接管道9与二位四通电磁阀13的入口相连,所述冷却工质入口5通过进口连接管道21与增压泵16的出口相连,增压泵16的入口与冷凝管15的出口相连,冷凝管15的入口通过冷凝管支路14与二位四通电磁阀13的第一出口相连,所述冷却模块用于将进入该模块的高温冷却工质冷却降温并输出,冷却工质入口5还通过内循环支路17直接与二位四通电磁阀13的第二出口相连,所述控制器11接收温度传感器19的温度信号,根据温度信号控制二位四通电磁阀13切换是否启动冷却模块和增压泵16,以及是否启动加热模块。

[0041] 所述蛇形铜管2埋于相变材料8中,其在每一个模块都设有一个冷却工质入口5和

一个冷却工质出口3,其分别有两种连接方式,冷却工质入口5既可与进口连接管道21相连,也可与前一个模块的冷却工质出口3通过U型连接管4相连,冷却工质出口3既可以与后一个模块的冷却工质入口5通过U型连接管4相连也可以与出口连接管道9相连。

[0042] 所述冷凝管支路14和内循环支路17并联与进口连接管道21串联,内循环支路17起到将冷凝管15和增压泵16旁通作用,所述出口连接管道9与二位四通电磁阀13入口相连。

[0043] 所述U型连接管4主要起连接两个模块间蛇形铜管2,保证量蛇形铜管2密封性的作用,其外形不限于本发明所提及的U型,但其主要作用不变。

[0044] 所述相变材料8覆盖于单体动力电池1四周和底面,相变的温度选择为动力电池1适宜的温度范围内(可根据不同电池选择不同相变温度的材料,一般为35~50℃),相变材料8可选择掺杂有铜、石墨、碳纤维等可以使相变材料8热导率提高的复合相变材料,比如石蜡或者掺杂石墨的石蜡。

[0045] 所述电阻丝加热片6为片状,其上分布有电阻丝,贴于动力电池1的四周及底部,夹于电池与相变材料8之间;

[0046] 所述控制器11输入信号为温度传感器19检测到的温度信号,温度传感器19检测温度后通过温度传输线路10将温度信号传送至控制器11,控制器11根据温度信号的不同分别通过电磁阀控制线路12、增压泵控制线路18和加热控制线路20分别控制二位四通电磁阀13、增压泵16和电阻丝加热片6的工作状态。

[0047] 本装置具有多种工作模式,各种工作模式可通过温度传感器19和控制器11来控制转换,下面将逐一介绍。

[0048] 如附图4工作流程图所示:启动时,温度传感器19检测到温度高于电池的最低最适温度(如:15℃),那么控制系统将打开进风门22和出风门23,此时动力电池1所产生的热量被相变材料8吸收,而相变材料8的热量通过汽车在行驶过程中的风经过风冷通道24散发到外界空气中。但由于空冷随外界温度影响较大,且为节约电池空间,风冷通道24设计较小,因此风冷只用于辅助散热,当外界温度较高时,风冷散热量已远超电池的产热量,此时将启用液冷散热系统。

[0049] 如图附3所示,当温度传感器19检测到相变材料8温度升高到其相变温度后一段时间,控制器11将控制二位四通电磁阀13打开冷凝管支路14,之后开启增压泵16,此时增压泵16将带动蛇形铜管2中的冷却液开始流动,由于蛇形铜管2分布于相变材料8中,因此相变材料8所存储的热量将通过蛇形铜管2被其中的冷却液吸收,被加热的冷却液将沿着蛇形铜管2通过出口连接管道9回流流入冷凝管15,经冷凝管15冷却过后的冷却液将重新被增压泵16压入蛇形铜管2,不断循环,使相变材料8始终保持固体状态,维持其散热效果,直到温度传感器19检测到相变材料8温度开始下降时,控制器11控制增压泵16关闭,控制二位四通电磁阀13关闭冷凝管支路14,打开内循环支路17,相变材料8的温度降利用风冷通道24逐渐下降至室温。

[0050] 如附图4所示,当启动时温度传感器19检测到相变材料8温度过低时(如在高寒地区),控制器11控制出风门23和进风门22关闭,再通过加热控制电路控制电阻丝加热片6开始工作,电热丝直接对电池进行加热直到温度传感器19检测到相变材料8温度变化并达到相变温度时停止加热。当电阻丝加热时,二位四通电磁阀13打开内循环支路17,由于电池箱各处的温度不同,因此电池箱不同部位的冷却液将形成温差,导致冷却液相互混合流动,此

过程可使电池箱各处的温差减小。若行驶过程中由于放电过大导致温度急剧升高,可通过打开风冷通道24的方式辅助散热,但温度下降时及时关闭风冷通道24。

[0051] 本发明的各种散热方式和加热方式通过温度传感器19检测并将温度信号输送至控制器11,控制器11可根据具体情况在各种散热方式之间自动切换,但本发明以液体散热为主要途径,辅助以风冷散热。

[0052] 采用本发明的电池热管理方法,可以在电池温度不高时直接采用相变冷却的方式来降低电池组的温度,若相变材料8的温度未达到设定值时可无需采用任何的降温措施,只需利用汽车行驶过程中的风经空冷散热系统辅助散热,只有当相变材料8的温度达到设定值一段时间后才采用液冷方式对相变材料8进行散热,此种方法极大地降低了风机的启停频率,延长了风机的使用寿命,同时降低了由于频繁启停而造成的能量的损耗。

[0053] 本系统控制器11中的温度设定可根据不同电池,不同地区的不同情况来进行具体的设置,使本发明适应范围广。

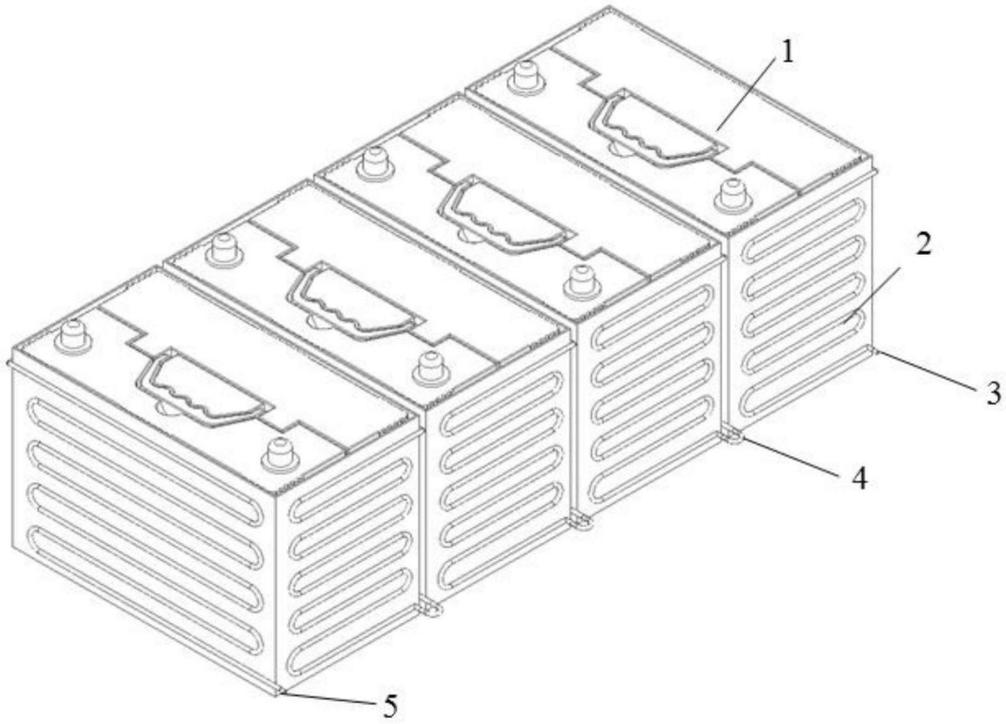


图1

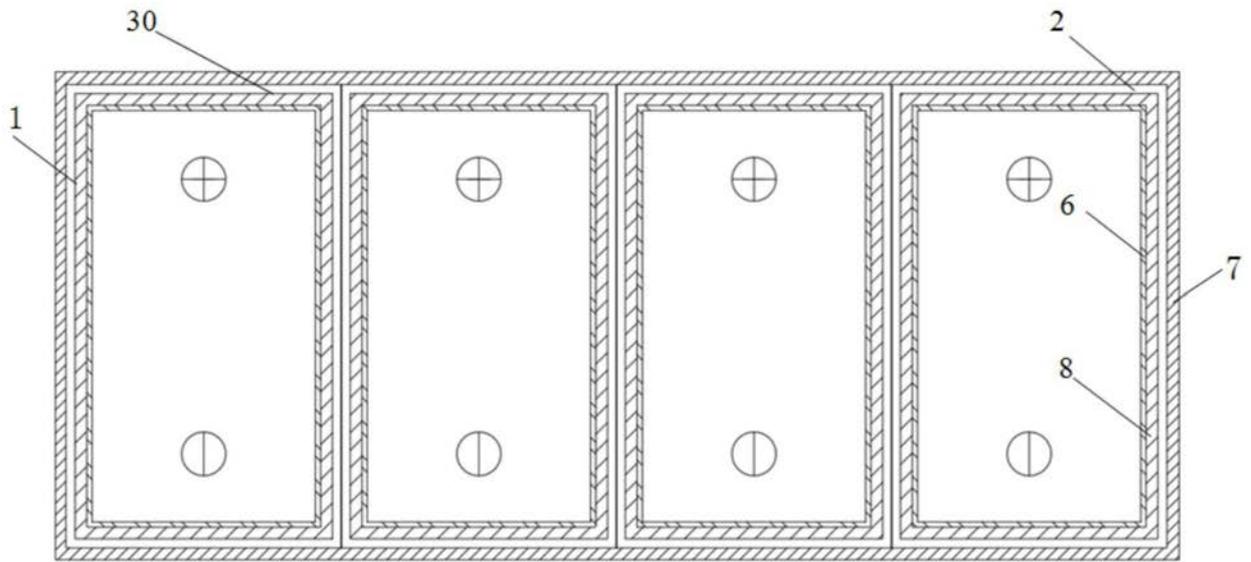


图2

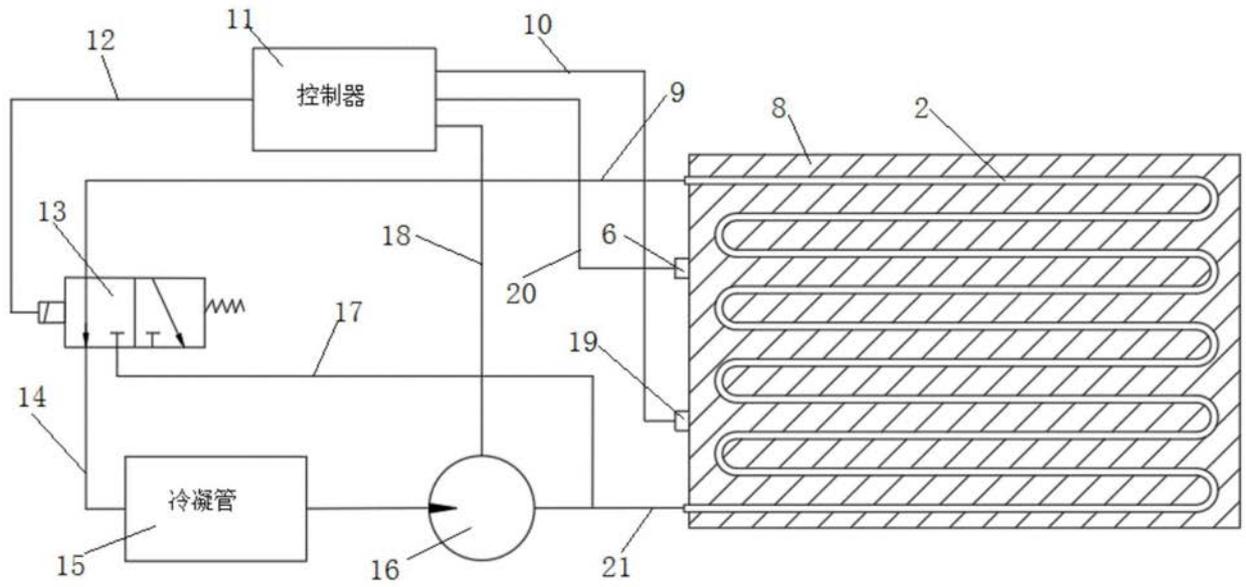


图3

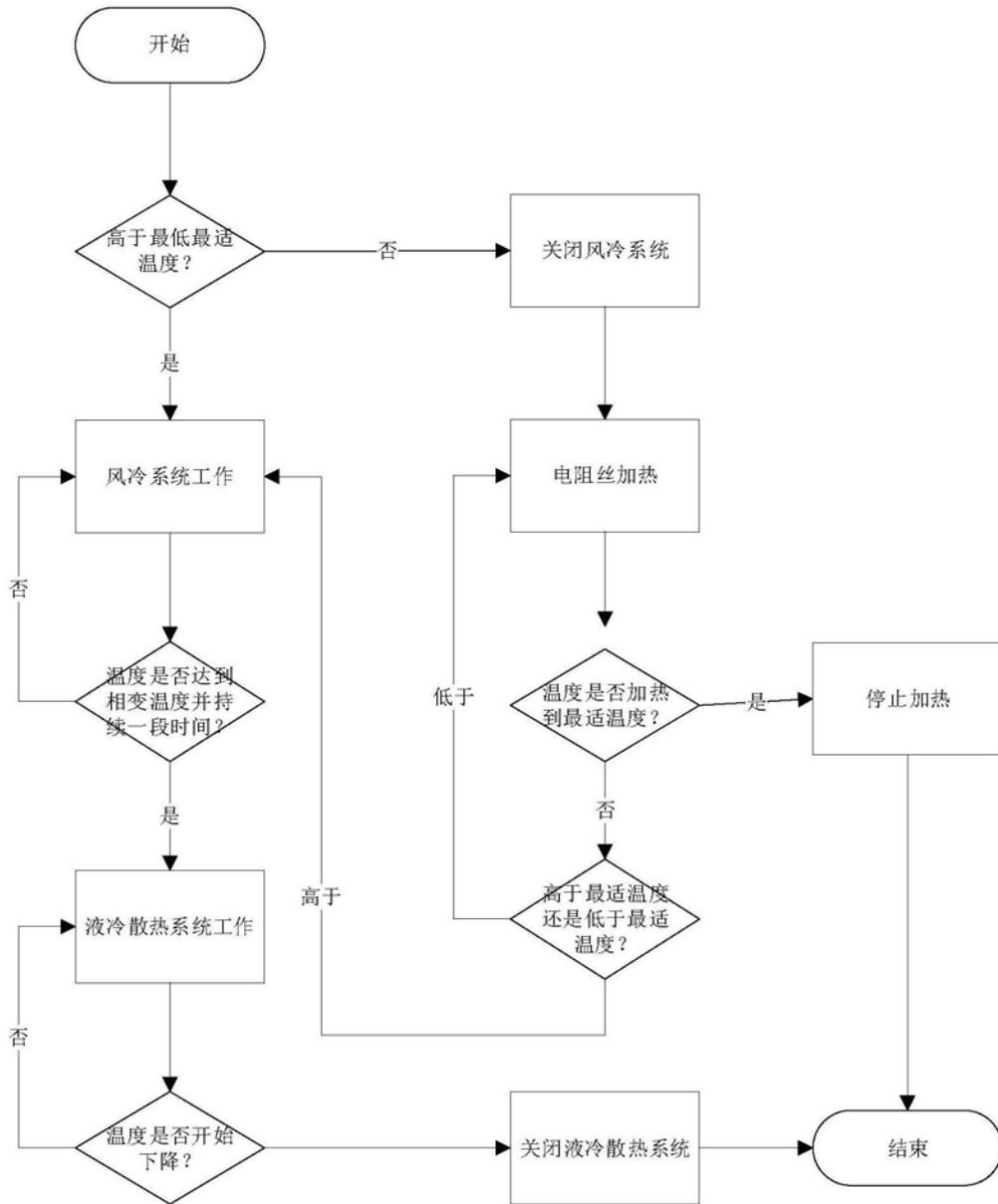


图4

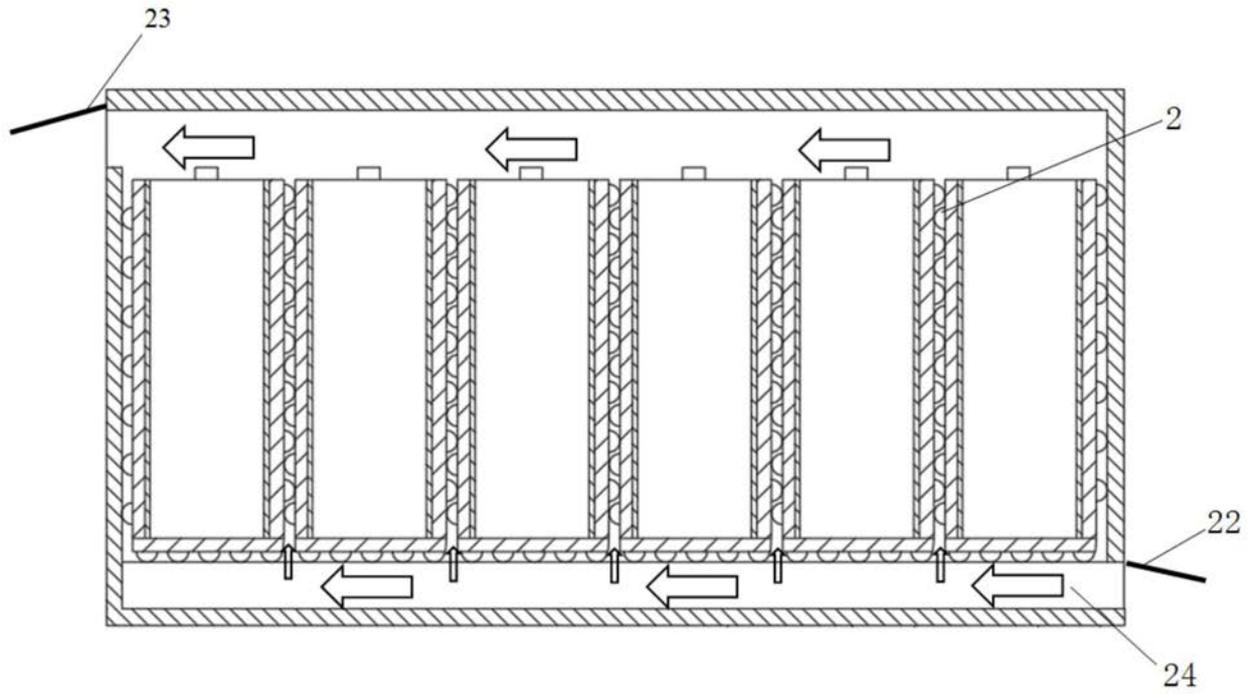


图5