



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110112499 A

(43)申请公布日 2019.08.09

(21)申请号 201910279430.4

(22)申请日 2019.04.09

(71)申请人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路
301号

(72)发明人 徐晓明 杨宜

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/659(2014.01)

H01M 10/6552(2014.01)

H01M 10/6554(2014.01)

H01M 10/6556(2014.01)

H01M 10/6568(2014.01)

H01M 10/635(2014.01)

H01M 10/6551(2014.01)

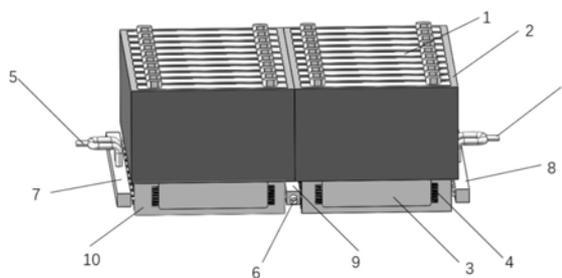
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种电池包复合热管理系统及其控制方法

(57)摘要

本发明提供了一种电池包复合热管理系统及其控制方法,包括锂电池、复合相变材料、平板式热管、液冷系统、翅片、温度传感器、电池管理系统、水泵、水箱、散热器和蓄电池;复合相变材料均匀地涂抹在锂电池的四周,锂电池的正反面贴放平板式热管的蒸发端,冷凝端露出在电池外部,并焊接有翅片;温度传感器安装在电池模组的表面,并与电池管理系统、蓄电池依次相连,电池管理系统与水泵、水箱、散热器、依次连接。平板式热管的蒸发端吸收相变材料中的热量,利用竖直液冷板给冷凝端散热,根据电池模组的温度,电池管理系统控制冷却液的流速,通过冷却液带走电池包的热量。本发明提散热效果好,提高了电池模组的安全性和使用寿命。



1. 一种电池包复合热管理系统,其特征在于,包括电池包和液冷系统,所述液冷系统位于电池包下方,所述电池包由 $2n$ 个电池模组串联而成,每个电池模组包括 m 个锂电池和 $m+1$ 个平板式热管,平板式热管的蒸发端贴放在每个锂电池的正反面;所述液冷系统包括竖直液冷板和三个集流管,第一集流管和第三集流管之间的侧面、第三集流管和第二集流管之间的侧面设有供竖直液冷板插入的圆槽,所述平板式热管的冷凝端与竖直液冷板接触,所述集流管内安装挡板,其中 m 、 n 为正整数。

2. 根据权利要求1所述的电池包复合热管理系统,其特征在于,所述锂电池的四周布满复合相变材料。

3. 根据权利要求1所述的电池包复合热管理系统,其特征在于,所述平板式热管的冷凝端焊接翅片。

4. 根据权利要求1所述的电池包复合热管理系统,其特征在于,中间的平板式热管的冷凝端卡入两竖直液冷板之间,两侧的平板式热管的冷凝端贴放在竖直液冷板的外侧。

5. 根据权利要求1所述的电池包复合热管理系统,其特征在于,两侧的集流管中间部分分别设有进水口,中间的集流管两端设有出水口。

6. 根据权利要求5所述的电池包复合热管理系统,其特征在于,所述电池模组表面安装有与电池管理系统连接的温度传感器,电池管理系统与蓄电池连接,电池管理系统还与水泵、水箱依次相连,水箱与散热器相连。

7. 一种根据权利要求1-6所述的电池包复合热管理系统的控制方法,其特征在于,温度传感器测得电池包内的最高温度 $t_{\text{最大}}$ 和最大温差 $t_{\text{温差}}$ 发送给电池管理系统,与合适的最高温度 $T_{\text{最大}}$ 和最大温差 $T_{\text{温差}}$ 进行比较,控制进水口、出水口的关闭以及水泵的流速,从而控制向竖直液冷板中输入冷却液。

8. 根据权利要求7所述的电池包复合热管理系统的控制方法,其特征在于,当 $t_{\text{最大}} < T_{\text{最大}}$ 且 $t_{\text{温差}} < T_{\text{温差}}$ 时,关闭出水口,开启进水口,控制水泵以 V_1 的流速向竖直液冷板中输入冷却液;当 $t_{\text{最大}} \geq T_{\text{最大}}$, $t_{\text{温差}} < T_{\text{温差}}$ 或 $t_{\text{温差}} \geq T_{\text{温差}}$, $t_{\text{最大}} < T_{\text{最大}}$ 时,同时开启进水口和出水口,控制水泵以 V_2 的流速向竖直液冷板中输入冷却液;当 $t_{\text{最大}} \geq T_{\text{最大}}$ 且 $t_{\text{温差}} \geq T_{\text{温差}}$ 时,同时开启进水口和出水口,控制水泵以 V_3 的流速向竖直液冷板中输入冷却液;其中 $V_1 < V_2 < V_3$ 。

一种电池包复合热管理系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及轨道交通动力电池包热管理领域,具体涉及一种电池包复合热管理系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 目前国内外城市轨道交通车辆均采用电力电源,供电制式为DC750 V和DC1500 V。一旦发生故障,将导致牵引供电的中断,影响城市轨道交通运营的质量,造成运营损失。轨道车装载应急牵引动力电池包系统,在车辆故障情况下,列车转入应急自牵引模式,依靠自身配置的应急牵引动力电池包系统将列车行驶至最近的站点。由于动力电池包作为主要应急牵引来源,功率大、电压等级高,所以对动力电池包热管理尤为重要。动力电池包在大倍率的放电情况下,电池产生大量的热量,同时由于动力电池包内部结构的原因,各电池单体的温度上升速率存在差异,长时间工作时,部分电池温度过高,同时动力电池包内部温度差异过大,会使动力电池包整体使用性能以及使用寿命降低。为了保证动力电池包能正常工作,延长其使用寿命并保证其工作性能,动力电池包的散热系统至关重要。

[0003] 现在对于应急动力电池包系统的散热方式与电动汽车的动力电池包散热方式比较近似,由于放电倍率大的原因,采用液冷板的液冷式散热是主流。通过在动力电池包下方布置液冷板,冷却液流经液冷板将电池传递至液冷板的热量带走,实现对动力电池包的降温,但是目前的液冷板结构形式固定,仅能调节流量大小,无法根据动力电池包实时变化的温度分布进行散热效率的调整,散热模式单一,即无法针对高温区域进行局部强化散热,造成散热效率低下,无法将因为工况变化造成的高温电池控制在合适温度范围,同时动力电池包热均衡性差,使电池的使用性能与使用寿命受到限制。

[0004] 中国专利公开了一种高安全性锂离子电池模块,其不足之处是:1、该发明专利公开的高安全性锂离子电池模块所采用的液冷装置无法根据动力电池包的实时温度分布调整散热效率;2、将电池散热到某一温度值所需要的时间较长。

[0005] 中国专利公开了一种电池水冷散热器,其不足之处是采用液冷板对动力电池包进行散热,但是液冷板结构形式固定,无法根据动力电池包温度的实时变化进行散热效率的调整,从而降低电池的热均衡性。

发明内容

[0006] 鉴于此,本发明的目的是提供一种电池包复合热管理系统及其控制方法,使动力电池包在长时间的工作状态下保持适宜温度,提高电池包的热均衡性,降低单个电芯的最高温度,防止电池在温度过高的情况下工作而引起的热失控问题,提高电池包的整体性能和寿命。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供如下的技术方案:

[0008] 一种电池包复合热管理系统,包括电池包和液冷系统,所述液冷系统位于电池包下方,所述电池包由 $2n$ 个电池模组串联而成,每个电池模组包括 m 个锂电池和 $m+1$ 个平板式

热管,平板式热管的蒸发端贴放在每个锂电池的正反面;所述液冷系统包括竖直液冷板和三个集流管,第一集流管和第三集流管之间的侧面、第三集流管和第二集流管之间的侧面设有供竖直液冷板插入的圆槽,所述平板式热管的冷凝端与竖直液冷板接触,所述集流管内安装挡板,其中m、n为正整数。

[0009] 上述方案中,所述锂电池的四周布满复合相变材料。

[0010] 上述方案中,所述平板式热管的冷凝端焊接翅片。

[0011] 上述方案中,中间的平板式热管的冷凝端卡入两竖直液冷板之间,两侧的平板式热管的冷凝端贴放在竖直液冷板的外侧。

[0012] 上述方案中,两侧的集流管中间部分分别设有进水口,中间的集流管两端设有出水口。

[0013] 上述方案中,所述电池模组表面安装有与电池管理系统连接的温度传感器,电池管理系统与蓄电池连接,电池管理系统还与水泵、水箱依次相连,水箱与散热器相连。

[0014] 一种电池包复合热管理系统的控制方法,温度传感器测得电池包内的最高温度 $t_{\text{最大}}$ 和最大温差 $t_{\text{温差}}$ 发送给电池管理系统,与合适的最高温度 $T_{\text{最大}}$ 和最大温差 $T_{\text{温差}}$ 进行比较,控制进水口、出水口的关闭以及水泵的流速,从而控制向竖直液冷板中输入冷却液。

[0015] 进一步,当 $t_{\text{最大}} < T_{\text{最大}}$ 且 $t_{\text{温差}} < T_{\text{温差}}$ 时,关闭出水口,开启进水口,控制水泵以 V_1 的流速向竖直液冷板中输入冷却液;当 $t_{\text{最大}} \geq T_{\text{最大}}$, $t_{\text{温差}} < T_{\text{温差}}$ 或 $t_{\text{温差}} \geq T_{\text{温差}}$, $t_{\text{最大}} < T_{\text{最大}}$ 时,同时开启进水口和出水口,控制水泵以 V_2 的流速向竖直液冷板中输入冷却液;当 $t_{\text{最大}} \geq T_{\text{最大}}$ 且 $t_{\text{温差}} \geq T_{\text{温差}}$ 时,同时开启进水口和出水口,控制水泵以 V_3 的流速向竖直液冷板中输入冷却液;其中 $V_1 < V_2 < V_3$ 。

[0016] 与现有的技术相比,本发明具有以下优点:

[0017] 1、本发明的电池包复合热管理系统将电池包的散热分为三步,第一步利用复合相变材料吸收电池产生的热量,第二步利用平板式热管吸收复合相变材料中的热量,第三步利用竖直液冷板给平板式热管散热,充分利用了三种散热工具的优点,将散热效果最大化。

[0018] 2、本发明的电池包复合散热系统中的竖直液冷板采用并联式的冷却液流动结构,冷却液从电池模组的中心处流入,从两边流出,能有效地降低单体电池间的温度不均匀性。

[0019] 3、本发明公开的基于平板式热管和竖直液冷板的电池包复合热管理系统及其控制方法,电池管理系统会通过热电偶温度传感器实时监测电池包的温度分布,将电池包内的最高温度 $t_{\text{最大}}$ 和电池包内的最大温差 $t_{\text{温差}}$,与实验测得的合适的最高温度 $T_{\text{最大}}$ 和合适的最大温差 $T_{\text{温差}}$ 进行比较,从而控制冷却液的入口流速,达到节能的效果。

附图说明

[0020] 图1为本发明实施例提供的电池包复合热管理系统的结构示意图;

[0021] 图2为本发明实施例提供的电池包复合热管理系统的俯视图;

[0022] 图3为本发明实施例提供的电池模组结构图;

[0023] 图4为本发明实施例提供的竖直液冷板的俯视流道图;

[0024] 图5为本发明实施例提供的电池包复合热管理控制系统图;

[0025] 其中:1-锂电池、2-复合相变材料、3-平板式热管、4-翅片、5-进水口、6-出水口、7-第一集流管、8-第二集流管、9-第三集流管、10-竖直液冷板、11-挡板、12-热电偶温度传感

器、13-电池管理系统、14-蓄电池、15-水泵、16-水箱、17-散热器。

具体实施方式

[0026] 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其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0027] 如图1-3所示,本发明提供电池包复合热管理系统包括散热系统,所述包括散热系统:锂电池1、复合相变材料2、平板式热管3、翅片4、进水口5、出水口6、第一集流管7、第二集流管8、第三集流管9、竖直液冷板10,电池包由 $2n$ 个电池模组串联而成, n 为正整数,每个电池模组包括十个方壳锂电池1、复合相变材料2和十一个平板式热管3。先在每个锂电池1的四周布满复合相变材料2,再将平板式热管3的蒸发端贴放在每个电池1的正反面,平板式热管3的冷凝端则露出在电池1下方,利用摩擦焊的技术在冷凝端焊接翅片4,增大换热面积。电池1的蒸发端与复合相变材料2直接接触,复合相变材料2是高效的储热物质,本实施例的复合相变材料2利用石蜡与膨胀石墨按照4:1的比例混合制备而成。复合相变材料2能够吸收电池1产生的热量并发生相态变化将热量储存在自身,电池模组其余部分皆为密封部件,相变材料2中的热量被平板式热管3的蒸发端吸收,并在冷凝端放出。电池模组下部设置液冷系统,将每个电池模组中间的九个平板式热管3的冷凝端卡入两竖直液冷板10之间,而模组两侧的平板式热管3的冷凝端贴放在竖直液冷板10的外侧,通过液冷板中的冷却液最终将电池的热量散去。

[0028] 如图4所示,液冷系统由竖直液冷板10、第一集流管7、第二集流管8、第三集流管9组成,第一集流管7和第二集流管8的中间分别装有进水口5,第三集流管9的两端各装有一个出水口6。集流管侧面设置有圆槽,通过圆槽插入竖直液冷板10,插入的深度在5mm左右,圆槽通过冲压加工成型。集流管内安装挡板11,从而控制冷却液的流向,所述竖直液冷板10、集流管、挡板11均采用导热性能良好的铝合金材料。

[0029] 所述散热系统的散热分为三步,第一步利用复合相变材料1吸收锂电池1产生的热量,第二步利用平板式热管3吸收复合相变材料2中的热量,第三步利用竖直液冷板10给平板式热管3散热。

[0030] 本发明提供如图5所示的电池包复合热管理系统:热电偶温度传感器12安装在电池模组表面,监测电池模组的温度,并通过线束与电池管理系统13连接,电池管理系统13与蓄电池14连接,电池管理系统13还与水泵15、水箱16依次相连,水箱16与散热器17相连,根据热电偶温度传感器12测得的实时温度,控制冷却液的流量,最终达到均匀散热的目的;进水口5、出水口6与水泵15连接。电池管理系统13通过热电偶温度传感器12实时监测电池包的温度,一般说来,电池包的最适宜的工作温度为 $20^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$,如果电池管理系统13监测到电池的最高温度高于 40°C ,则达到热管理的要求,则电池管理系统13就会控制水泵16工作,向竖直液冷板10中通入冷却液对平板式热管的冷凝端进行散热。

[0031] 电池管理系统13根据热电偶传感器12测得的整个电池包的温度分布情况,控制水泵15的功率,从而控制进水口5冷却液的流速,既能达到最佳的散热效果,又能节省能源。首先温度传感器12会测得电池包内的最高温度 $t_{\text{最大}}$ 和电池包内的最大温差 $t_{\text{温差}}$,发送给电池管

理系统13,电池管理系统13将其与合适的最高温度 $T_{\text{最大}}$ 和合适的最大温差 $T_{\text{温差}}$ 进行比较, $T_{\text{最大}}$ 和 $T_{\text{温差}}$ 可以根据实验获得,根据实际的车辆测试可知, $T_{\text{最大}}$ 可以设置为 40°C , $T_{\text{温差}}$ 可设置为 4°C 。

[0032] (1) 当 $t_{\text{最大}} < T_{\text{最大}}$ 且 $t_{\text{温差}} < T_{\text{温差}}$ 时,关闭出水口6,开启进水口5,控制水泵16以28-32L/h的入口流速向竖直液冷板10中输入冷却液;若电池管理系统13监控到竖直液冷板10中充满冷却液时,关闭水泵16,停止输入冷却液。

[0033] (2) 当 $t_{\text{最大}} \geq T_{\text{最大}}$, $t_{\text{温差}} < T_{\text{温差}}$ 或 $t_{\text{温差}} \geq T_{\text{温差}}$, $t_{\text{最大}} < T_{\text{最大}}$ 时,同时开启进水口5和出水口6,控制水泵16以48-52L/h的入口流速向竖直液冷板10中输入冷却液;若电池管理系统13监控到竖直液冷板10中充满冷却液时,关闭水泵16,停止输入冷却液。

[0034] (3) 当 $t_{\text{最大}} \geq T_{\text{最大}}$ 且 $t_{\text{温差}} \geq T_{\text{温差}}$ 时,同时开启进水口5、出水口6,控制水泵16以68-72L/h的入口流速向竖直液冷板10中输入冷却液;若电池管理系统13监控到竖直液冷板10中充满冷却液时,关闭水泵16,停止输入冷却液。

[0035] 从上述技术方案来看,本发明实施例提供的基于平板式热管和竖直液冷板的电池包复合热管理系统及控制方法,能有效地解决轨道交通电池包的散热的问题,提高电池包的寿命和安全性,使电池包始终维持在适宜的工作温度。

[0036] 以上说明仅仅为本发明的较佳实施例,本发明并不限于列举上述实施例,应当说明的是,任何熟悉本领域的技术人员在本说明书的教导下,所做出的所有等同替代、明显变形形式,均落在本说明书的实质范围之内,理应受到本发明保护。

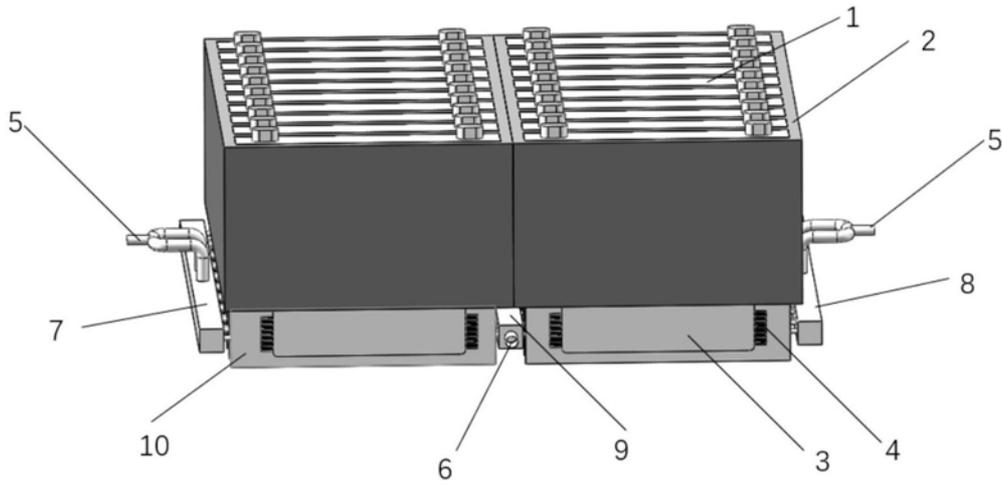


图1

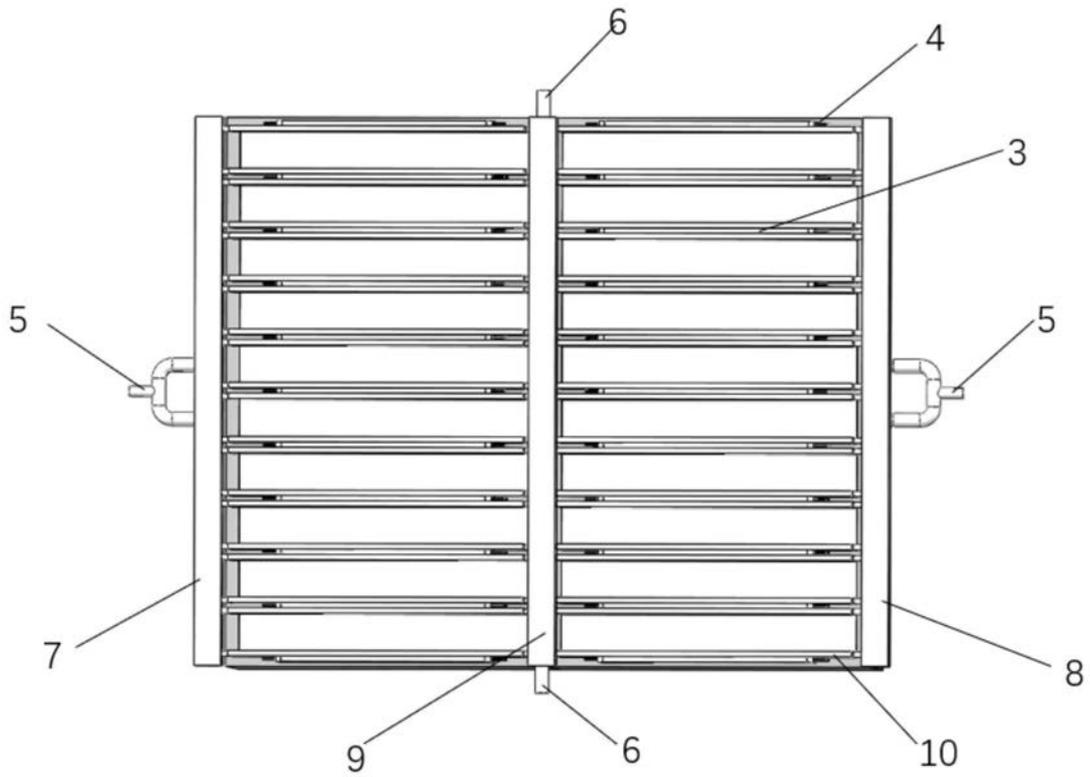


图2

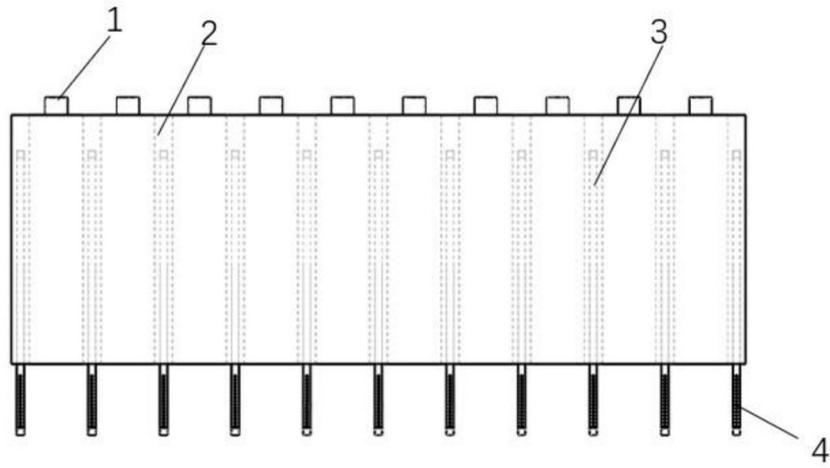


图3

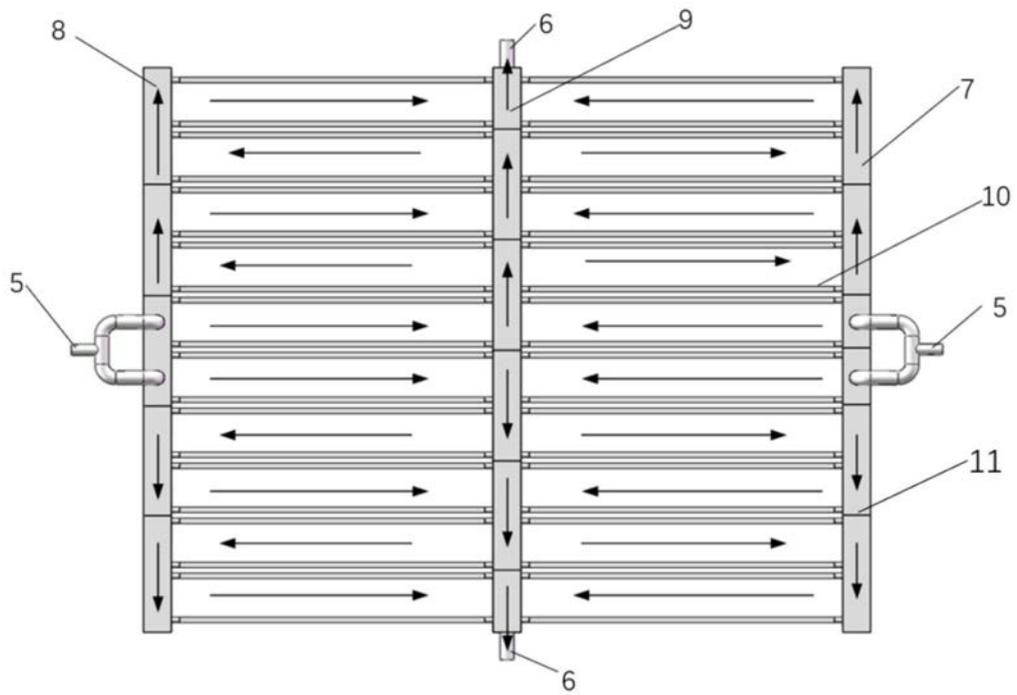


图4

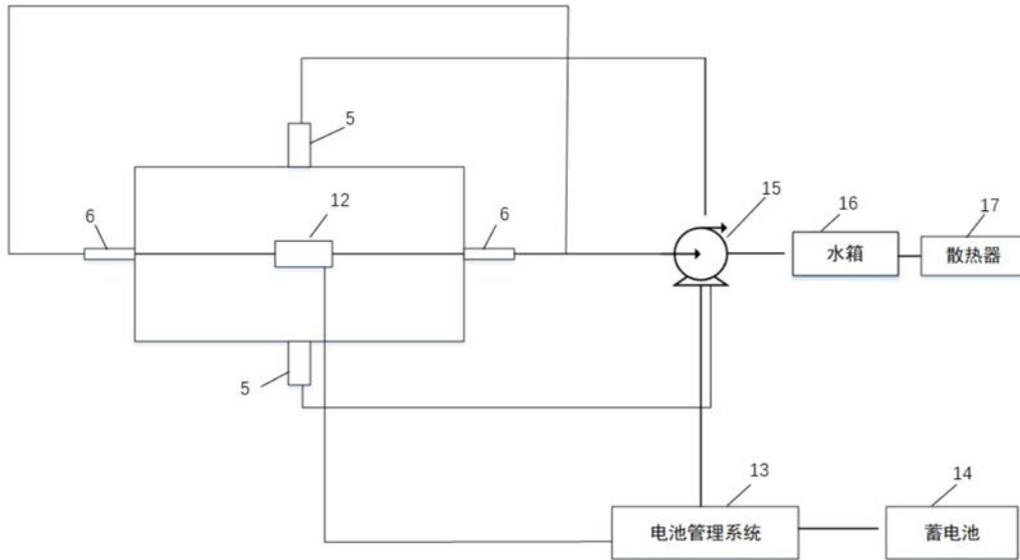


图5