



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207517825 U

(45)授权公告日 2018.06.19

(21)申请号 201721419163.9

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2017.10.31

(73)专利权人 华南理工大学

地址 511458 广东省广州市南沙区环市大道南路25号华工大广州产研院

(72)发明人 甘云华 许磊 梁嘉林

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245

代理人 蔡克永

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/6552(2014.01)

H01M 10/6563(2014.01)

B60L 11/18(2006.01)

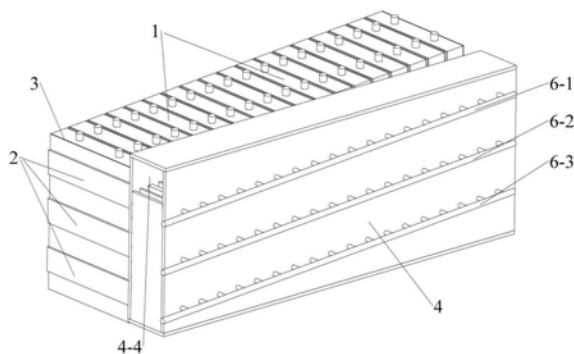
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

## (54)实用新型名称

一种大型动力电池的高效热管理系统

## (57)摘要

本实用新型公开了一种大型动力电池的高效热管理系统;包括电池组以及扁平热管;电池组的一侧设置有一冷却风箱;扁平热管由多根构成,它们被分成多排热管阵列,它们的各蒸发段有序的被各单体电池夹持并贴合在各单体电池之间,各冷却段有序的穿过冷却风箱的壁板伸入冷却风箱内部;在冷却风箱内的各冷却段之间设置有隔板,形成该冷却段独立的分支冷却通道;本系统还设有射流换热、风热换热等系统。本系统及其方法可解决电池在不同工作条件下的散热、降低大型电池组温差、迅速预热电池等技术问题,同时系统工作性能稳定,控制方式灵活、安装维护方便,优化空间大,符合电池热管理系统及电动汽车的发展趋势,具有良好的应用前景。



1. 一种大型动力电池的高效热管理系统,包括多个单体电池(1)构成的电池组,以及扁平热管(2);其特征在于:电池组的一侧设置有一冷却风箱(4);

扁平热管(2)由多根构成,它们被分成至少一排或者两排以上扁平热管阵列,它们的各蒸发段(2-1)有序的被各单体电池(1)夹持并贴合在各单体电池(1)之间,各冷却段(2-2)有序的穿过冷却风箱(4)的壁板伸入冷却风箱(4)内部;当采用两排以上时,它们沿着电池长度方向自上而下依次阵列排布;

在冷却风箱(4)内的各冷却段(2-2)之间设置有隔板(4-6),每两相邻的隔板(4-6)之间构成一个该冷却段(2-2)独立的分支冷却通道(4-2);

冷却风箱(4)包括一个总进风口(4-4)和一个总出风口(4-5);总进风口(4-4)设置在冷却风箱一端的上侧,总出风口(4-5)设置在冷却风箱(4)另一端的下侧;

冷却风箱(4)的顶板由总进风口(4-4)这一端至总出风口(4-5)端那一端逐渐向下直线倾斜,形成一个在总进风口(4-4)这一端截面积最大,往尾端方向截面积逐渐减小的梯形进风腔(4-1),该梯形进风腔(4-1)的底边直线由一字排列的冷却段(2-2)构成;

冷却风箱(4)的底板由总进风口(4-4)这一端至总出风口(4-5)端那一端逐渐向下直线倾斜,形成一个在总进风口(4-4)这一端截面积最小,往总出风口(4-5)端方向的截面积逐渐增大的梯形出风腔(4-3),该梯形出风腔(4-3)的上边直线由一字排列的冷却段(2-2)构成;

风由总进风口(4-4)进入梯形进风腔(4-1),再进入各分支冷却通道(4-2)内与冷却段(2-2)表面接触后进入梯形出风腔(4-3)汇集后由总出风口(4-5)排出。

2. 根据权利要求1所述大型动力电池的高效热管理系统,其特征在于,所述大型动力电池的高效热管理系统还包括:

用于对冷却段(2-2)喷射冷却液的喷头阵列(5);

用于通过制冷或加热将内部液体保持在设定温度的恒温水箱;

用于将恒温水箱内的液体输送至喷头阵列(5)的循环水泵;

用于对气体和液体进行分离的气液分离器;

用于加热空气的电加热器;

用于将风送入冷却风箱(4)的总进风口(4-4)的风机;

所述气液分离器的气液进口连接冷却风箱(4)的总出风口(4-5);

所述气液分离器的出风端与大气相通;所述气液分离器的出液端通过管路连接恒温水箱的入口端;恒温水箱的出口端通过管路连接循环水泵的进水口,循环水泵的出水口通过管路连接管路连接冷却风箱(4)内置的喷头阵列(5);

所述气液分离器的出风端还通过管路依次串联有一个第二截止阀和一个用于对管路内空气进行加热的电加热器;电加热器的出风口连接风机的进口端。

3. 根据权利要求2所述大型动力电池的高效热管理系统,其特征在于,所述喷头阵列(5)的各个喷头设置在隔板(4-6)上,喷射方向对应扁平热管的冷却段(2-2)。

4. 根据权利要求2所述大型动力电池的高效热管理系统,其特征在于,所述蒸发段(2-1)与单体电池(1)表面之间夹垫有石墨片(3)。

5. 根据权利要求2所述大型动力电池的高效热管理系统,其特征在于,所述循环水泵为变频循环水泵。

## 一种大型动力电池的高效热管理系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及动力电池保护装置,尤其涉及一种大型动力电池的高效热管理系统。

### 背景技术

[0002] 近年来,能源危机和环境问题日益成为许多国家在工业化道路上遇到的一个大问题。随着汽车的保有量日益升高,传统内燃机汽车汽油消耗量占到全球汽油消耗量的三分之一以上,而在我国预计超过一半的石油将用于汽车行业。此外,传统内燃机汽车高污染、噪音等弊病已经严重影响到人们的生活质量。挪威、德国、法国等欧美发达国家都已经相继公布了禁售燃油车的截止年限,以促进相关行业寻找新的动力代替品。电动汽车有着低排放、高效率等优点,且近年来电池能量密度不断提高以及电池成本不断下降,电动汽车将已经大部分汽车公司的选择。丰田、宝马等传统车企已推出了相应的电动车型。此外,汽车电气化也有利于实现基于人工智能的自动驾驶,正逐渐受到互联网科技公司的关注。

[0003] 电池在工作过程中,内部由于一些物理或电化学反应会产生大量的热量,使电池的温度升高,过高的温度会影响到电池的效率,降低电池循环寿命。在电池成组安装时,电池组温度不均匀将导致放电不一致,影响电池组的功率输出。在某些极端情况,过高温度甚至导致爆炸事故的发生。此外,在较低环境温度中,电池的容量会急剧衰减,内阻会持续增大,电动汽车甚至无法直接启动。因此,电池热管理对于电池的安全高效运行有重要意义,已经逐渐引起了车企和相关研究人员的重视。

[0004] 热管理技术主要分为风冷、液冷、相变材料(PCM)等。风冷虽然成本较低,但散热速率慢,很多情况下均无法满足电池的散热需求。液冷冷却速率较高,但实际中冷却板刚性接触易损等问题导致漏液的可能性较大,此外也存在结构复杂、压降较大等不利因素。PCM在电池温度均匀性方面表现较为出色,但是其导热速率较低,需辅以相应的增强措施。同时,PCM热管理作为一种被动式的系统,难以灵活应对电动汽车工况多变的情况。热管是一种十分高效的传热装置,其导热效率高于目前所知的一切金属,热管的换热原理是内部工作液在热管蒸发段吸热蒸发,通过内部蒸汽压差以及毛细力的作用形成工作液循环。采用热管与液冷或风冷结合,能有效兼顾电池包紧凑性与热管理系统的高散热效率。

[0005] 目前,电池主要由圆柱形、方形、软包型三种形状,圆柱形电池虽然加工工艺较为成熟,一般体积较小,因此成组安装时,数量较多,空间利用率较低,且热管理以及电池管理都较为复杂。方形和软包等大型电池则空间利用率较高,同样储能量的前提下,布置数量较之圆柱形电池更少,因而电池管理和热管理相对简单。但是大型电池单体产热较不均匀,单体温度差异性较大。对于针对这类电池组的热管理,较之纯液冷结构,结合热管使得流道结构大为简化。然而,整个水流结构重量仍较大,且冷却水在整个电池系统中流动,压力损失较大,部分冷却水利用率较低,难以根据工况进行灵活控制以及消除电池局部热点。此外,整个流动系统要保证良好的气密性,否则不凝性气体的进入将恶化热管冷却段与冷却流体的换热。

## 发明内容

[0006] 本实用新型的目的在于克服上述现有技术的缺点和不足,提供一种结构简单、热控制精确的大型动力电池的高效热管理系统。能有效提高大型动力电池温度均匀性,减小能耗。

[0007] 本实用新型通过下述技术方案实现:

[0008] 一种大型动力电池的高效热管理系统,包括多个单体电池1构成的电池组,以及扁平热管2;电池组的一侧设置有一冷却风箱4;

[0009] 扁平热管2由多根构成,它们被分成至少一排或者两排以上扁平热管阵列,它们的各蒸发段2-1有序的被各单体电池1夹持并贴合在各单体电池1之间,各冷却段2-2有序的穿过冷却风箱4的壁板伸入冷却风箱4内部;当采用两排以上时,它们沿着电池长度方向自上而下依次阵列排布;

[0010] 在冷却风箱4内的各冷却段2-2之间设置有隔板4-6,每两相邻的隔板4-6之间构成一个该冷却段2-2独立的分支冷却通道4-2;

[0011] 冷却风箱4包括一个总进风口4-4和一个总出风口4-5;总进风口4-4设置在冷却风箱一端的上侧,总出风口4-5设置在冷却风箱4另一端的下侧;

[0012] 冷却风箱4的顶板由总进风口4-4这一端至总出风口4-5端那一端逐渐向下直线倾斜,形成一个在总进风口4-4这一端截面积最大,往尾端方向截面积逐渐减小的梯形进风腔4-1,该梯形进风腔4-1的底边直线由一字排列的冷却段2-2构成;

[0013] 冷却风箱4的底板由总进风口4-4这一端至总出风口4-5端那一端逐渐向下直线倾斜,形成一个在总进风口4-4这一端截面积最小,往总出风口4-5端方向的截面积逐渐增大的梯形出风腔4-3,该梯形出风腔4-3的上边直线由一字排列的冷却段2-2构成;

[0014] 风由总进风口4-4进入梯形进风腔4-1,再进入各分支冷却通道4-2内与冷却段2-2表面接触后进入梯形出风腔4-3汇集后由总出风口4-5排出。

[0015] 所述大型动力电池的高效热管理系统还包括:

[0016] 用于对冷却段2-2喷射冷却液的喷头阵列5;

[0017] 用于通过制冷或加热将内部液体保持在设定温度的恒温水箱;

[0018] 用于将恒温水箱内的液体输送至喷头阵列5的循环水泵;

[0019] 用于对气体和液体进行分离的气液分离器;

[0020] 用于加热空气的电加热器;

[0021] 用于将风送入冷却风箱4的总进风口4-4的风机;

[0022] 所述气液分离器的气液进口连接冷却风箱4的总出风口4-5;

[0023] 所述气液分离器的出风端与大气相通;所述气液分离器的出液端通过管路连接恒温水箱的入口端;恒温水箱的出口端通过管路连接循环水泵的进水口,循环水泵的出水口通过管路连接管路连接冷却风箱4内置的喷头阵列5;

[0024] 所述气液分离器的出风端还通过管路依次串联有一个第二截止阀和一个用于对管路内空气进行加热的电加热器;电加热器的出风口连接风机的进口端。

[0025] 所述喷头阵列5的各个喷头设置在隔板4-6上,喷射方向对应扁平热管的冷却段2-2。

[0026] 所述蒸发段2-1与单体电池1表面之间夹垫有石墨片3。

[0027] 所述循环水泵为变频循环水泵。

[0028] 一种大型动力电池的高效热管理系统的控制方法,其包括电池组散热步骤和电池组加热步骤;

[0029] 一、电池组散热步骤

[0030] 风冷步骤:

[0031] 风机开启,第二截止阀关闭,第一截止阀开启;

[0032] 电池组工作时发出的热量通过与扁平热管2蒸发段2-1的导热作用传递给冷却段2-2,冷却风由冷却风箱4的总进风口4-4进入梯形进风腔4-1,再进入各分支冷却通道4-2内与冷却段2-2表面接触,实现热交换后进入梯形出风腔4-3汇集后由总出风口4-5排出,再由气液分离器的出风端排至大气,进而将电池组的热量排至大气,同时,来自大气的冷风由风机送至冷却风箱4的总进风口4-4;依此循环;

[0033] 水冷步骤:

[0034] 风冷步骤保持不变;当电池组温度高于设定值时,循环水泵启动,冷却液经恒温水箱分别流至喷头阵列5的各个喷头;喷头向冷却段2-2喷射冷却液,形成射流换热,换热后,冷却液在重力作用下沿着各分支冷却通道4-2滴落至冷却风箱4底部的梯形出风腔4-3汇集后,与冷却风一起由总出风口4-5进入气液分离器;经气液分离器后,冷却风排出至大气,冷却液进入恒温水箱;最后,冷却液由循环水泵回送至冷却风箱4,而冷风则由大气经风机进入冷却风箱4;依此循环;

[0035] 水冷步骤开启后,电池组的温度开始下降,当下降至预设温度时,水冷步骤关闭,全部喷头停止喷射,仅保持风冷作业继续运行;当电池组温度再次上升至预设温度时,水冷步骤再次开始运行。

[0036] 二、电池组加热步骤

[0037] 风热步骤:

[0038] 启动风机,启动电加热器,关闭第一截止阀,开启第二截止阀;

[0039] 空气经电加热器加热后,进入冷却风箱4;此时扁平热管2的蒸发段2-1转变为现冷却段,冷却段2-2转变为现蒸发段;不断流动的热空气由冷却风箱4的总进风口4-4进入梯形进风腔4-1,再进入各分支冷却通道4-2内与现蒸发段表面接触,完成换热,进而将热空气的热量传给电池组;完成换热后的风进入梯形出风腔4-3汇集后由总出风口4-5进入气液分离器,由气液分离器的出风端排至大气;

[0040] 水热步骤:

[0041] 启动恒温水箱为加热模式;恒温水箱内液体加热至指定温度;视具体情况该温度可设为20℃~35℃。

[0042] 启动循环水泵;

[0043] 恒温水箱内液体分别流至喷头阵列5的各个喷头;喷头向现蒸发段喷射热液体,形成射流换热,进而将热量传递给电池组;换热后液体在重力作用下沿着各分支冷却通道4-2滴落至冷却风箱4底部的梯形出风腔4-3汇集后,与完成换热后的风一起由总出风口4-5进入气液分离器;经气液分离器后,气体排至大气,液体进入恒温水箱;依此循环,直至电池组的温度达到设定温度。

[0044] 本实用新型相对于现有技术,具有如下的优点及效果:

[0045] 本实用新型将扁平热管、喷射与风冷相结合。热管具有极高的导热效果能及时将热量传递出去,且扁平热管设计一方面使得电池包结构紧凑,另一方面利于喷射对热管进行射流换热。通过热管,冷却流道与电池组分开布置,即简化了冷却系统结构,也可保证足够的散热面积。

[0046] 本实用新型中,风冷结构为并行通风结构,梯形腔体的设计能均匀分配各个冷却流道的空气量,热管冷却段采用粗糙处理,有利于减薄流体横掠热管表面形成的边界层,提高换热效果。风冷结构能满足一般工况下的冷却需求。

[0047] 本实用新型增加了气液分离器、喷头等设备。然而以往液冷系统中,冷却流道通常时刻充满水,即使采用了热管可以简化冷却流道结构,但冷却流道与热管联接处仍存在漏液可能。此外,系统要保证较好气密性,否则不凝性气体会恶化热管与冷却液的传热。

[0048] 电动汽车行驶过程中的震动,使得漏气或气密系统损坏的可能性增加。在散热效果方面,针对大型动力电池组,温度均匀性也不能得到很好的保证。本实用新型采用(微)喷射系统对电池辅助热管理。喷射具有用水量较少、精确控制、结构紧凑且换热系数较高的优点,已有研究将喷射系统用于小型电子设备散热。考虑到大型电池电极附近温度较高,本实用新型对电池温度分区域控制,通过不同的液体进口管道流量控制达到促进温度均匀性的目的。此外,由于射流冷却(或者加热)换热系数较高,本实用新型冷却水用量也大大减少,在结构上更无需考虑特殊的气密性设计。

[0049] 本实用新型控制方式灵活,针对电池不同工况可开启相应的散热系统,能有效应对电动汽车工况多变的问题。充分利用了风冷结构简单、能耗较小以及微喷射冷却的冷却效果良好、精准冷却的优点。

[0050] 此外,本实用新型中喷射系统的喷射频率可视电池温度上升情况而定,仅需电池温度达到特定值时辅助散热,可有效减小冷却系统耗能。对于极少数的恶劣工况,微喷射系统也可通过高频率喷射达到所需散热效果。

[0051] 本实用新型具有较强的环境适应性。既可在低温环境下无需重新调整结构,通过温控元件、加热装置,加热循环液和空气实现电池组的预热及加热。喷射系统与风冷系统的同时工作,并实现功能的转换,能迅速且均匀的加热电池,以节省低温环境下启动汽车的等待时间,具有较大的实际意义。

[0052] 本实用新型结构紧凑、易于装配、维护方便、安全可靠、易于管理;可以满足电池在不同工作状况下的散热、降低电池包温差、预热电池等问题。在动力电池热管理领域具有良好的应用前景。

## 附图说明

[0053] 图1为本实用新型主体结构示意图。

[0054] 图2为冷却风箱内部结构示意图。

[0055] 图3为图2的右视结构示意图。

[0056] 图4为图1的左视结构示意图。

[0057] 图5为本实用新型电气原理方框图。

[0058] 上图1至图4中6-1、6-2、6-3代表连接喷头阵列中各喷头的液体进口管道。

## 具体实施方式

[0059] 下面结合具体实施例对本实用新型作进一步具体详细描述。

[0060] 实施例

[0061] 如图1至5所示。本实用新型公开了一种大型动力电池的高效热管理系统,包括多个单体电池1构成的电池组,以及扁平热管2;电池组的一侧设置有一冷却风箱4;

[0062] 扁平热管2由多根构成,它们被分成至少一排或者两排以上扁平热管阵列,它们的各蒸发段2-1有序的被各单体电池1夹持并贴合在各单体电池1之间,各冷却段2-2有序的穿过冷却风箱4的壁板伸入冷却风箱4内部;当采用两排以上时,它们沿着电池长度方向自上而下依次阵列排布;

[0063] 在冷却风箱4内的各冷却段2-2之间设置有隔板4-6,每两相邻的隔板4-6之间构成一个该冷却段2-2独立的分支冷却通道4-2;

[0064] 冷却风箱4包括一个总进风口4-4和一个总出风口4-5;总进风口4-4设置在冷却风箱一端的上侧,总出风口4-5设置在冷却风箱另一端的下侧;

[0065] 冷却风箱4的顶板由总进风口4-4这一端至总出风口4-5端那一端逐渐向下直线倾斜,形成一个在总进风口4-4这一端截面积最大,往尾端方向截面积逐渐减小的梯形进风腔4-1,该梯形进风腔4-1的底边直线由一字排列的冷却段2-2构成;

[0066] 冷却风箱4的底板由总进风口4-4这一端至总出风口4-5端那一端逐渐向下直线倾斜,形成一个在总进风口4-4这一端截面积最小,往总出风口4-5端方向的截面积逐渐增大的梯形出风腔4-3,该梯形出风腔4-3的上边直线由一字排列的冷却段2-2构成;

[0067] 风由总进风口4-4进入梯形进风腔4-1,再进入各分支冷却通道4-2内与冷却段2-2表面接触后进入梯形出风腔4-3汇集后由总出风口4-5排出。

[0068] 梯形进出风腔的结构设计有利于风量在各个分支冷却通道4-2中均匀分配。相对串行通风,并行通风设计能减小空气温度升高而导致的传热恶化,提高电池组温度均匀性。梯形腔体设计使得冷却风均匀分配在各个冷却流道,避免由于冷却风量不均而导致电池组温度不均匀。

[0069] 所述循环水泵根据电池温度情况进行开启或关闭。当电池温度超过设定值时,循环水泵开启,冷却液经恒温水箱分配至液体进口管道(6-1、6-2、6-3),进而分配至各喷头并喷射至热管冷却段2-2射流换热。较之常规的对流换热,射流换热具有更高的换热系数,所需的冷却液量也更少,且散热更为集中。

[0070] 所述喷头可布置于相邻分支冷却通道4-2的隔板4-6的缺口上,与冷却段2-2处于同一水平位置。喷头面向两侧热管的冷却段2-2的表面均有一个或多个射流孔。喷头上射流孔数量设计可根据电池的发热量而进一步优化设计。喷头与液体进口管道联接,当循环水泵开启时,喷头向两侧的热管冷却段2-2喷射冷却液。

[0071] 本实用新型将喷头阵列分为三行。具体应用中,根据电池尺寸和温度的分布情况,可在前期设计中适度增加或减少喷头及液体进口管道的行数。

[0072] 所述大型动力电池的高效热管理系统还包括:

[0073] 用于对冷却段2-2喷射冷却液的喷头阵列5;

[0074] 用于通过制冷或加热将内部液体保持在设定温度的恒温水箱;

- [0075] 用于将恒温水箱内的液体输送至喷头阵列5的循环水泵；
- [0076] 用于对气体和液体进行分离的气液分离器；
- [0077] 用于加热空气的电加热器；
- [0078] 用于将风送入冷却风箱4的总进风口4-4的风机；
- [0079] 所述气液分离器的气液进口连接冷却风箱4的总出风口4-5；
- [0080] 所述气液分离器的出风端与外部大气环境相通(外部大气环境,以下简称大气);所述气液分离器的出液端通过管路连接恒温水箱的入口端;恒温水箱的出口端通过管路连接循环水泵的进水口,循环水泵的出水口通过管路连接管路连接冷却风箱4内置的喷头阵列5;
- [0081] 所述气液分离器的出风端还通过管路依次串联有一个第二截止阀和一个用于对管路内空气进行加热的电加热器;电加热器的出风口连接风机的进口端。
- [0082] 所述喷头阵列5的各个喷头设置在隔板4-6上,喷射方向对应扁平热管的冷却段2-2。
- [0083] 所述蒸发段2-1与单体电池1表面之间夹垫有石墨片3。
- [0084] 所述循环水泵为变频循环水泵。
- [0085] 本实用新型大型动力电池的高效热管理系统的控制方法,其包括电池组散热步骤和电池组加热步骤;具体如下:
- [0086] 一、电池组散热步骤
- [0087] 风冷步骤:
- [0088] 风机开启,第二截止阀关闭,第一截止阀开启;
- [0089] 电池组工作时发出的热量通过与扁平热管2蒸发段2-1的导热作用传递给冷却段2-2,冷却风由冷却风箱4的总进风口4-4进入梯形进风腔4-1,再进入各分支冷却通道4-2内与冷却段2-2表面接触,实现热交换后进入梯形出风腔4-3汇集后由总出风口4-5排出,再由气液分离器的出风端排至大气,进而将电池组的热量排至大气,同时,来自大气的冷风由风机送至冷却风箱4的总进风口4-4;依此循环;
- [0090] 水冷步骤:
- [0091] 风冷步骤保持不变;当电池组温度高于设定值时,循环水泵启动,冷却液经恒温水箱分别流至喷头阵列5的各个喷头;喷头向冷却段2-2喷射冷却液,形成射流换热,换热后,冷却液在重力作用下沿着各分支冷却通道4-2滴落至冷却风箱4底部的梯形出风腔4-3汇集后,与冷却风一起由总出风口4-5进入气液分离器;经气液分离器后,冷却风排出至大气,冷却液进入恒温水箱;最后,冷却液由循环水泵回送至冷却风箱4,而冷风则由大气经风机进入冷却风箱4;依此循环;
- [0092] 水冷步骤开启后,电池组的温度开始下降,当下降至预设温度时,水冷步骤关闭,全部喷头停止喷射,仅保持风冷作业继续运行;当电池组温度再次上升至预设温度时,水冷步骤再次开始运行。
- [0093] 所述水冷步骤开启时,根据电池组的局部温度分布情况,可调整各个循环水泵的功率,以增加或者减少5中的所对应的该排喷头的喷射流量,进而改变电池组局部温度分布,使电池组整体温度均匀分布。
- [0094] 水冷步骤开启后,电池组的温度开始下降,当下降至预设温度时,水冷步骤关闭,



全部喷头停止喷射,仅保持风冷作业继续运行;当电池组温度再次上升至预设温度时,水冷步骤再次开始运行。

[0095] 二、电池组加热步骤

[0096] 风热步骤:

[0097] 启动风机,启动电加热器,关闭第一截止阀,开启第二截止阀;

[0098] 空气经电加热器加热后,进入冷却风箱4;此时扁平热管2的蒸发段2-1转变为现冷却段,冷却段2-2转变为现蒸发段;不断流动的热空气由冷却风箱4的总进风口4-4进入梯形进风腔4-1,再进入各分支冷却通道4-2内与现蒸发段表面接触,完成换热,进而将热空气的热量传给电池组;完成换热后的风进入梯形出风腔4-3汇集后由总出风口4-5进入气液分离器,由气液分离器的出风端排至大气;

[0099] 水热步骤:

[0100] 启动恒温水箱为加热模式;恒温水箱内液体加热至指定温度,温度视具体情况而定,一般可设为 $20^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。

[0101] 启动循环水泵;

[0102] 恒温水箱内液体分别流至喷头阵列5的各个喷头;喷头向现蒸发段喷射热液体,形成射流换热,进而将热量传递给电池组;换热后液体在重力作用下沿着各分支冷却通道4-2滴落至冷却风箱4底部的梯形出风腔4-3汇集后,与完成换热后的风一起由总出风口4-5进入气液分离器;经气液分离器后,气体排至大气,液体进入恒温水箱;依此循环,直至电池组的温度达到设定温度。

[0103] 本实用新型的具有较高的适应性,可根据更高能量密度电池的散热要求以及不同的使用环境,可更换导热系数更高、比热容更大的冷却液体,也可相应地采用不同工作范围或不同类型的热管。

[0104] 如上所述,便可较好地实现本实用新型。

[0105] 本实用新型的实施方式并不受上述实施例的限制,其他任何未背离本实用新型的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本实用新型的保护范围之内。

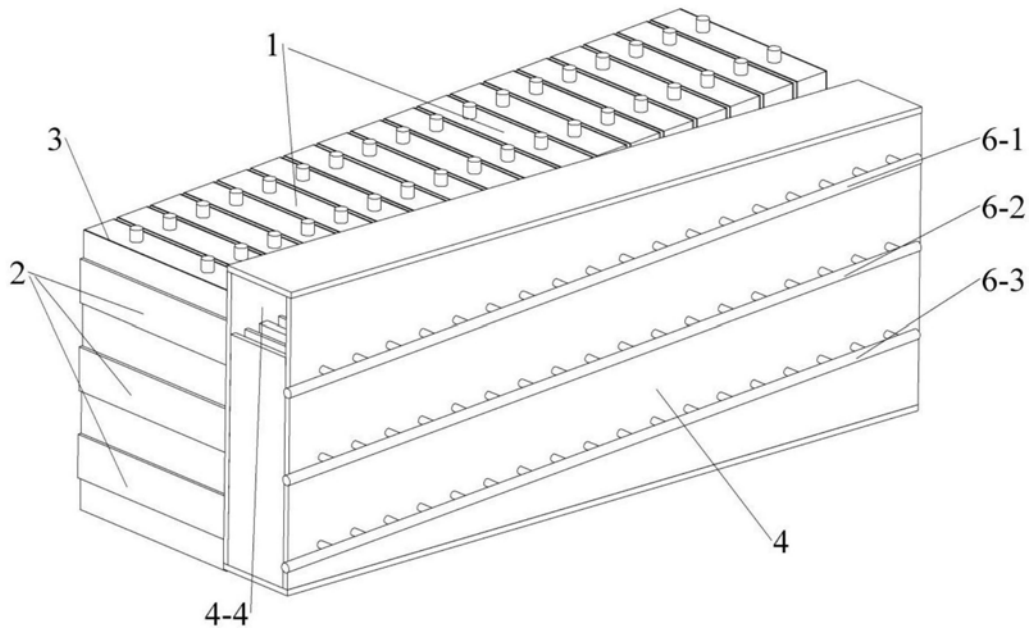


图1

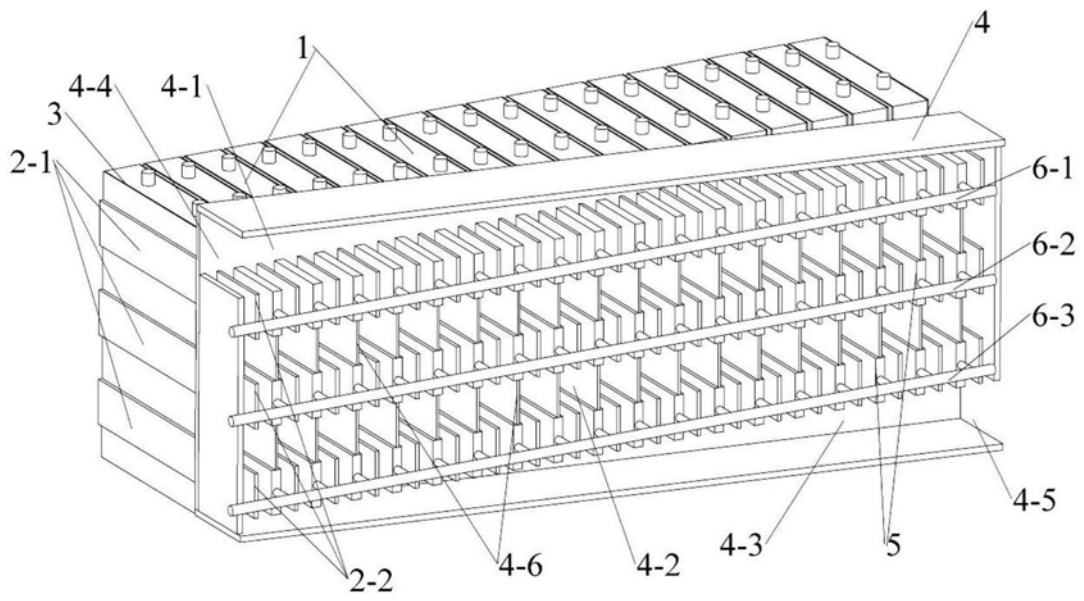


图2

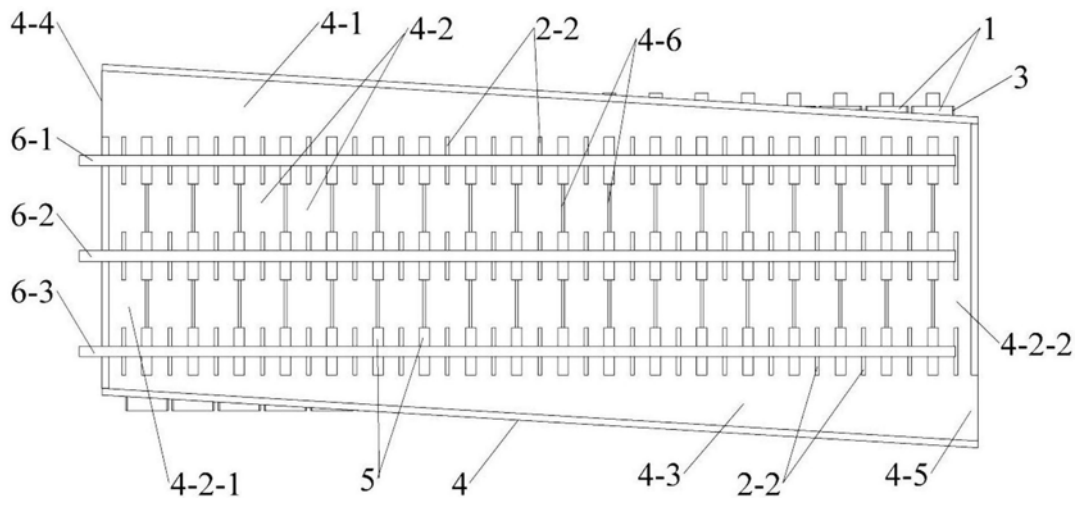


图3

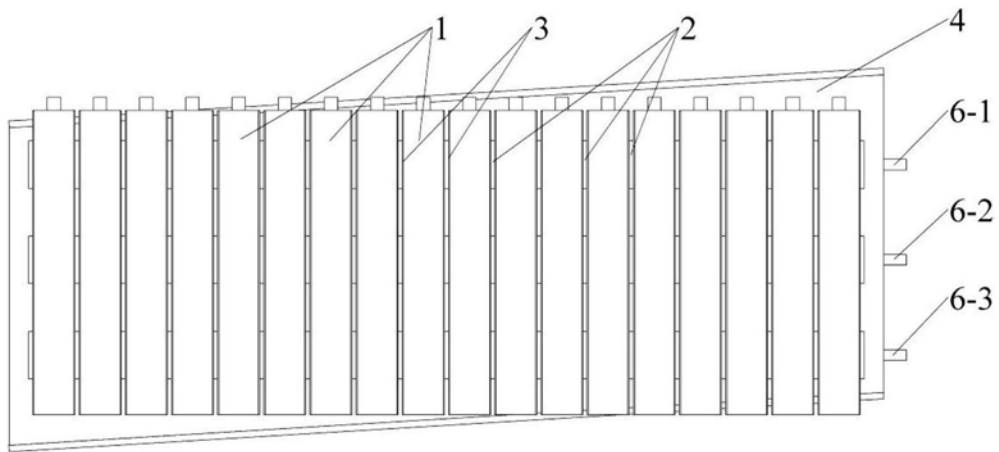


图4

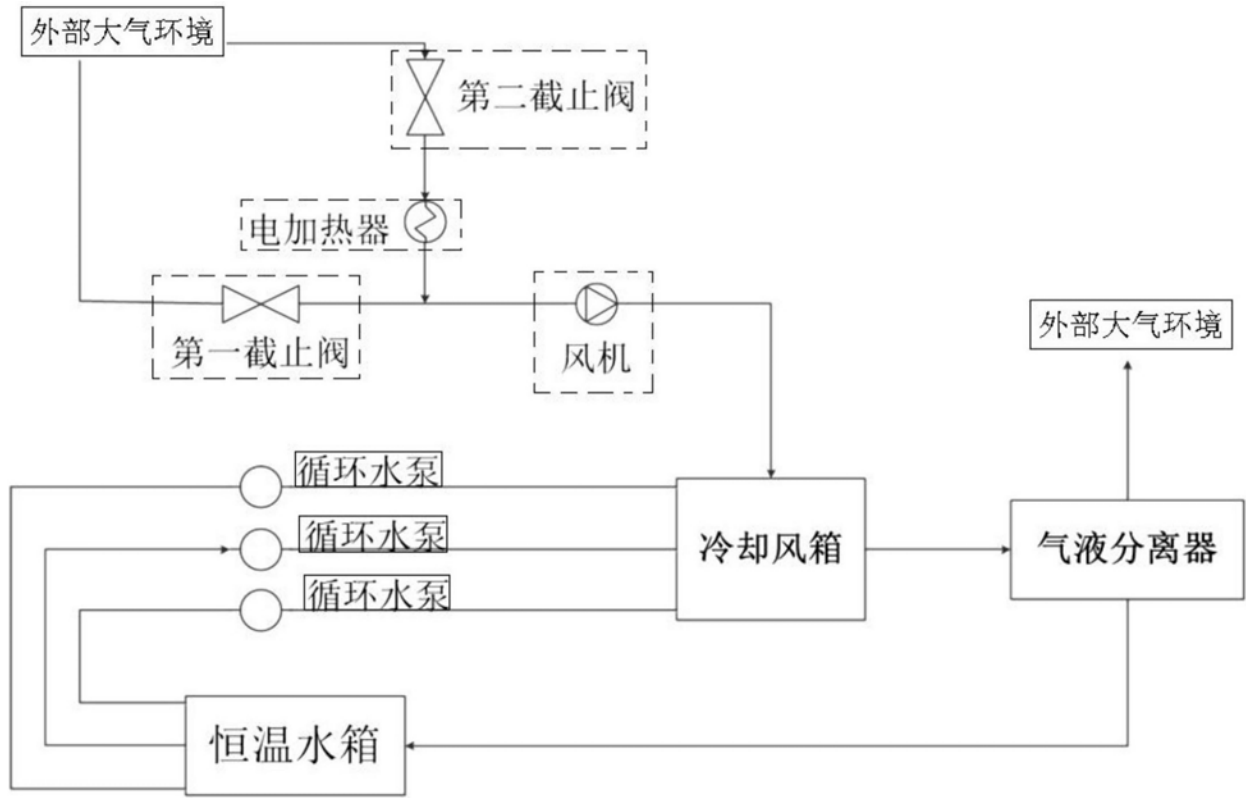


图5