



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110752416 A

(43)申请公布日 2020.02.04

(21)申请号 201911023781.5

(22)申请日 2019.10.25

(71)申请人 湖北工业大学

地址 430068 湖北省武汉市洪山区南李路  
28号

(72)发明人 全睿 吴帆 王成继 常雨芳

谭保华 黄文聪 曾亮 王珊珊

(74)专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

代理人 王和平 张继巍

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/633(2014.01)

H01M 10/635(2014.01)

H01M 10/637(2014.01)

H01M 10/6555(2014.01)

H01M 10/6557(2014.01)

H01M 10/6567(2014.01)

H01M 10/6571(2014.01)

H01M 10/658(2014.01)

H01M 10/659(2014.01)

A62C 3/16(2006.01)

A62C 37/00(2006.01)

B60L 50/60(2019.01)

B60L 50/64(2019.01)

B60L 58/26(2019.01)

B60L 58/27(2019.01)

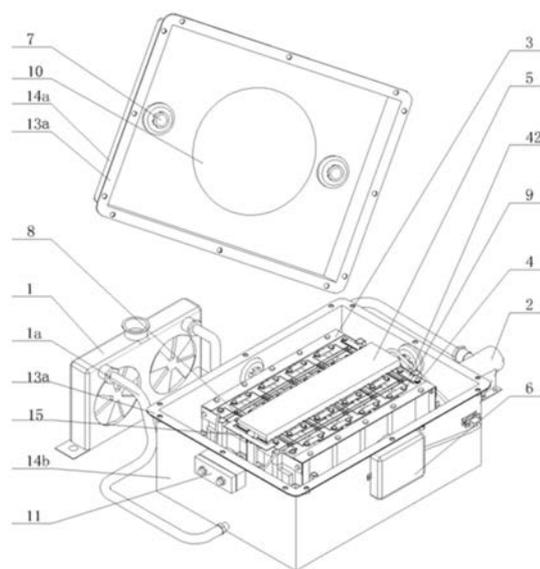
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

锂电池包热管理系统及控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种锂电池包热管理系统,包  
电池包、密封保温装置、加热装置及冷却装置,实  
时检测各个单电池的电压、电流和温度,实时估  
算电池包的SOC和SOH值,当单电池温度较高时控  
制散热器和水泵对电池包进行冷却,当环境温度  
较低时关闭散热器和水泵,同时由密封保温装置  
和加热装置将电池包温度维持在零度以上,当电  
池包出现热失控时自动切断电池包的电能输出  
同时管理单元控制灭火器进行快速灭火操作。同  
时当电池包温度过高时,自保护复合开关中温度  
探头检测到温度过高时,温度开关自行断开,形  
成自保护。该系统能将锂电池工作温度控制在5  
~50℃之间,并对其SOH值和热失控进行提前预  
警,在出现热失控时进行自保护,防止自燃和火  
灾事故发生,可提高纯电动汽车的安全性。



1. 一种锂电池包热管理系统,包电池包(3)、密封保温装置(14)、加热装置、冷却装置,所述电池包(3)安装在密封保温装置(14)内部,所述加热装置的供电端及冷却装置的供电端均与电池包(3)的总输出端相连;所述电池包(3)包括两个锂电池模组(4),每个所述锂电池模组(4)包括多个单电池(43),多个所述单电池(43)通过单电池电极连接片(42)串联,一个所述锂电池模组(4)的总正与另一个所述锂电池模组(4)的总负通过模组间电极连接片(15)串联,接线排(5)安装在两个所述锂电池模组(4)之间,所有单电池(43)的电压输出端与所述接线排(5)的输入端相连;其特征在于:每个所述单电池(43)的电压输出端上均安装一个电压电流传感器(9);

所述冷却装置包括散热器(1)、水泵(2)及个数与锂电池模组(4)个数相同的水冷板(41),每个所述水冷板(41)包括一块水冷横板(41b)和若干块水冷竖板(41c),若干块水冷竖板(41c)沿水冷横板(41b)长度方向均匀且均与水冷横板(41b)正交呈矩阵形式布置,每个锂电池模组(4)的所有单电池(43)与对应水冷板(41)的矩阵空间呈一一对应布置;每个所述水冷板(41)的进水口(41d)与所述散热器(1)出口相连,每个所述水冷板(41)的出水口(41a)通过水泵(2)与所述散热器(1)进口相连从而形成冷却水回路;

所述加热装置包括PTC加热膜(45)、温度传感器(8)及导热膜(44),每一个所述水冷板(41)的水冷横板(41b)前后表面均贴附有导热膜(44),每一个所述单电池(43)上均贴附有一个PTC加热膜(45)和一个温度传感器(8);

所有温度传感器(8)和所有PTC加热膜(45)均通过导线与接线排(5)的输入端相连。

2. 根据权利要求1所述锂电池包热管理系统,其特征在于:所述密封保温装置(14)包括上箱体(14a)及下箱体(14b),上箱体(14a)和下箱体(14b)内表面由内到外均贴附有隔热保温材料层(13)和相变储热材料层(13a)。

3. 根据权利要求2所述锂电池包热管理系统,其特征在于:还包括灭火装置,所述灭火装置包括灭火器(10)和火警报警器(7),所述灭火器(10)安装在所述上箱体(14a)的顶部内侧,在所述上箱体(14a)上且位于所述灭火器(10)的两侧各安装有一个火警报警器(7),所述下箱体(14b)内部四个侧面均安装有一个火警报警器(7)。

4. 根据权利要求1所述锂电池包热管理系统,其特征在于:还包括自保护复合开关(11),所述自保护复合开关(11)包括依次串联的接触器、温控开关和保险丝,所述电池包(3)的总输出端与所述自保护复合开关(11)的输入端相连。

5. 根据权利要求1所述锂电池包热管理系统,其特征在于:还包括控制器(6),所述接线排(5)的输出端与控制器(6)的I/O接口相连,所有电压电流传感器(9)与控制器(6)的A/D采集口相连,所述水泵(2)和散热器(1)均与控制器(6)的PWM输出接口相连。

6. 根据权利要求3所述锂电池包热管理系统,其特征在于:所述火警报警器与控制器(6)的A/D采集口相连,所述灭火器(10)与控制器(6)的I/O接口相连。

7. 根据权利要求4所述锂电池包热管理系统,其特征在于:所述自保护复合开关(11)的接触器与控制器(6)的I/O接口相连,所述自保护复合开关(11)内部温控开关的温度探头安装在两个电池包中间。

8. 根据权利要求1所述锂电池包热管理系统,其特征在于:每个所述水冷板(41)的进水口(41d)通过内部水管(12b)与进水口分水器(12c)相连,每个所述水冷板(41)的出水口(41a)通过内部水管(12b)与出水口分水器相连,所述进水口分水器(12c)的进水口接头

(12)通过外部水管(1a)与所述散热器(1)出口相连,出水口分水器(12c)的出水口接头通过水泵(2)、外部水管(1a)与所述散热器(1)进口相连从而形成冷却水回路。

9.一种如权1~8任一项所述锂电池包热管理系统的控制方法,其特征在于:所述控制方法如下:

所述控制器(6)的A/D采集口采集所有单电池的电流电压值,控制器(6)实时计算每个单电池(43)的SOC、SOH值,若单电池(43)电压异常,控制器(6)的I0接口控制自保护复合开关(11)断开,若单电池(43)电压正常,则继续采集单电池(43)的电流电压。

所述控制器(6)的I0接口采集所有温度传感器(8)的温度,采集的温度与控制器(6)的预设温度对比,若采集的温度大于预设温度上限值,则控制器(6)的PWM输出口控制水泵(2)和散热器(1)开启,I0接口控制PTC加热膜(45)关闭;若实时采集的某个单电池(43)最高温度上升变化率大于预设温度上升变化率上限值时,控制器(6)判断电池包(3)出现热失控,进行声光报警提示,控制器(6)的I0接口控制灭火器(10)开启和自保护复合开关(11)断开,同时通过PWM输出口控制水泵(2)和散热器(1)开启,直至单电池(43)最高温度上升变化率低于预设温度上升变化率上限值;若采集的温度小于预设温度下限值,控制器(6)的I0接口控制PTC加热膜(45)开启,电池包(3)输出端提供电源,PWM输出口控制水泵(2)和散热器(1)关闭,并利用隔热保温材料层(13)和相变储热材料层(13a)将电池包(3)的温度维持在零度以上;

所述控制器(6)的A/D采集口采集火警报警器(7)信号,若控制器(6)接收到烟雾、火光信号,控制自保护复合开关(11)的接触器切断电池包(3)的电能输出,同时,控制器(6)的I0接口控制灭火器(10)开启。

## 锂电池包热管理系统及控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于锂电池技术领域,具体涉及一种锂电池包热管理系统及控制方法。

### 背景技术

[0002] 锂离子动力电池作为电动汽车的主流动力源,具有高比能量的特点。而目前汽车用动力电池多采用数量较多的小容量电池进行串并联成组以满足高能量的要求,使得汽车动力电池系统的安全问题就不再仅仅是电池单体的安全问题,而是电池成组安全问题。近年发生的汽车动力电池事故,均是由于电池组中的某一个电池单体发生热失控后产生大量热,导致周围电池单体受热产生热失控。由于电池热失控热管理技术目前还不够成熟,在生活中经常能看见各种新能源电车自燃爆炸等事故。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的就是针对上述技术的不足,提供一种实时检测电池包中各个单电池的电压、电流和温度进行实时调节电池包内部温度的锂电池包热管理系统及控制方法。

[0004] 为实现上述目的,本发明所设计的锂电池包热管理系统,包括电池包、密封保温装置、加热装置、冷却装置,所述电池包安装在密封保温装置内部,所述加热装置的供电端及冷却装置的供电端均与电池包的总输出端相连;所述电池包包括两个锂电池模组,每个所述锂电池模组包括多个单电池,多个所述单电池通过单电池电极连接片串联,一个所述锂电池模组的总正与另一个所述锂电池模组的总负通过模组间电极连接片串联,接线排安装在两个所述锂电池模组之间,所有单电池的电压输出端与所述接线排的输入端相连;每个所述单电池的电压输出端上均安装一个电压电流传感器;

[0005] 所述冷却装置包括散热器、水泵及个数与锂电池模组个数相同的水冷板,每个所述水冷板包括一块水冷横板和若干块水冷竖板,若干块水冷竖板沿水冷横板长度方向均匀且均与水冷横板正交呈矩阵形式布置,每个锂电池模组的所有单电池与对应水冷板的矩阵空间呈一一对应布置;每个所述水冷板的进水口与所述散热器出口相连,每个所述水冷板的出水口通过水泵与所述散热器进口相连从而形成冷却水回路;

[0006] 所述加热装置包括PTC加热膜、温度传感器及导热膜,每一个所述水冷板的水冷横板前后表面均贴附有导热膜,每一个所述单电池上均贴附有一个PTC加热膜和一个温度传感器;

[0007] 所有温度传感器和所有PTC加热膜均通过导线与接线排的输入端相连。

[0008] 进一步地,所述密封保温装置包括上箱体及下箱体,上箱体和下箱体内表面由内到外均贴附有隔热保温材料层和相变储热材料层。

[0009] 进一步地,还包括灭火装置,所述灭火装置包括灭火器和火警报警器,所述灭火器安装在所述上箱体的顶部内侧,在所述上箱体上且位于所述灭火器的两侧各安装有一个火警报警器,所述下箱体内部四个侧面均安装有一个火警报警器。

[0010] 进一步地,还包括自保护复合开关,所述自保护复合开关包括依次串联的接触器、

温控开关和保险丝,所述电池包的总输出端与所述自保护复合开关的输入端相连,所述自保护开关的温控开关温控探头安装在两个电池包中间。

[0011] 进一步地,还包括控制器,所述接线排的输出端与控制器的IO接口相连,所有电压电流传感器与控制器的A/D采集口相连,所述水泵和散热器均与控制器的PWM输出接口相连。

[0012] 进一步地,所述火警报警器与控制器的A/D采集口相连,所述灭火器与控制器的IO接口相连。

[0013] 进一步地,所述自保护复合开关的接触器与控制器的IO接口相连。

[0014] 进一步地,每个所述水冷板的进水口通过内部水管与进水口分水器相连,每个所述水冷板的出水口通过内部水管与出水口分水器相连,所述进水口分水器的进水口接头通过外部水管与所述散热器出口相连,出水口分水器的出水口接头通过水泵、外部水管与所述散热器进口相连从而形成冷却水回路。

[0015] 一种上述所述锂电池包热管理系统的控制方法如下:

[0016] 所述控制器的A/D采集口采集所有单电池的电流电压值,控制器实时计算每个单电池的SOC、SOH值,若单电池电压异常,控制器的IO接口控制自保护复合开关断开,若单电池电压正常,则继续采集单电池的电流电压。

[0017] 所述控制器的IO接口采集所有温度传感器的温度,采集的温度与控制器的预设温度对比,若采集的温度大于预设温度上限值,则控制器的PWM输出口控制水泵和散热器开启,IO接口控制PTC加热膜关闭;若实时采集的温度上升变化率大于预设温度上升变化率上限值时,控制器判断电池包出现热失控,进行声光报警提示,控制器的IO接口控制灭火器开启和控制自保护复合开关内部接触器断开;同时,若自保护复合开关内部温控开关的温控探头检测到电池包温度过高,温控开关自动断开,形成过温自保护。若采集的温度小于预设温度下限值,控制器的IO接口控制PTC加热膜开启,电池包输出端提供电源,PWM输出口控制水泵和散热器关闭,并利用隔热保温材料层和相变储热材料层将电池包的温度维持在零度以上;

[0018] 所述控制器的A/D采集口采集火警报警器信号,若控制器接收到烟雾、火光信号,控制自保护复合开关的接触器切断电池包的电能输出,同时,控制器的IO接口控制灭火器开启。

[0019] 与现有技术相比,本发明的有益效果如下:本发明锂电池包热管理系统实时检测各个单电池的电压、电流和温度,实时估算电池包的SOC和SOH值,综合分析并预警电池包热失控状态,当单电池温度较高时控制散热器和水泵对电池包进行冷却,当环境温度较低时关闭散热器和水泵,同时由密封保温装置和加热装置将电池包温度维持在零度以上,当电池包出现热失控时保护装置自动切断电池包的电能输出同时管理单元控制灭火器进行快速灭火操作,该系统能将锂电池工作温度控制在5~50℃之间,并对其SOH值和热失控进行提前预警,在出现热失控时进行自保护,防止自燃和火灾事故发生,可提高纯电动汽车的安全性。

## 附图说明

[0020] 图1是本发明锂电池包热管理系统整体结构示意图。

- [0021] 图2为图1的外部示意图。
- [0022] 图3为图1中上箱体内部示意图。
- [0023] 图4为图1中电池包安装结构示意图。
- [0024] 图5为图4的放大示意图。
- [0025] 图6为图4中水冷板示意图。
- [0026] 图7为本发明控制流程图。
- [0027] 图8为图1中自保护复合开关连接示意图。
- [0028] 其中,散热器1、外部水管1a、水泵2、电池包3、锂电池模组4、水冷板41、水冷板出口41a、水冷板横板41b、水冷板竖板41c、水冷板进口41d、电极连接片42、单电池43、导热膜44、PTC加热膜45、接线排5、控制器6、火警报警器7、温度传感器8、电压电流传感器9、灭火器10、自保护复合开关11、进水口接头12、内部水管12b、分水器12c、隔热保温材料层13、相变储热材料层13a、密封保温装置14、上箱体14a、下箱体14b、模组间电极连接片15。

### 具体实施方式

[0029] 如图1、图2所示锂电池包热管理系统,包电池包3、密封保温装置14、加热装置、冷却装置、控制器6、自保护复合开关11及灭火装置,其中,密封保温装置包括上箱体14a及下箱体14b,上箱体14a和下箱体14b内表面由内到外均贴附有隔热保温材料层13和相变储热材料层13a,相变储热材料层13a吸收电池包3工作时产生的热量,相变储热材料层13a在与隔热保温材料层13的作用下,起到一个保温的效果。

[0030] 如图4、图5电池包3安装在密封保温装置内部,加热装置和冷却装置安装在电池包3各个单电池43之间,控制器6和自保护复合开关11安装在密封保温装置外部,控制器6的供电端、加热装置的供电端、冷却装置的供电端及自保护复合开关11的输出端均与电池包3的总输出端相连,灭火装置安装在密封保温装置顶部内侧。

[0031] 电池包3包括两个锂电池模组4,每个锂电池模组包括多个单电池43,多个单电池43通过电极连接片42串联,一个锂电池模组4的总正与另一个锂电池模组4的总负通过模组间电极连接片15串联,接线排5安装在两个锂电池模组4之间;另外,每个单电池43的电压输出端上均安装一个电压电流传感器9。

[0032] 结合图6所示,冷却装置包括散热器1、水泵2及个数与锂电池模组4个数相同的水冷板41,散热器1、水泵2均安装在下箱体14b的外侧面,每个水冷板41包括一块水冷横板41b和若干块水冷竖板41c,若干块水冷竖板41c沿水冷横板41b长度方向均匀且均与水冷横板41b正交呈矩阵形式布置,每个锂电池模组的所有单电池43与对应水冷板41的矩阵空间呈一一对应布置(即锂电池模组中的所有单电池也呈对应的矩阵布置)从而将水冷板41固定安装在锂电池模组上。每个水冷板41的进水口41d通过内部水管12b与进水口分水器12c相连,每个水冷板41的出水口41a通过内部水管12b与出水口分水器12c相连,进水口分水器12c的进水口接头12通过外部水管1a与散热器1出口相连,出水口分水器12c的出水口接头通过水泵2、外部水管与散热器1进口相连从而形成冷却水回路。

[0033] 加热装置包括PTC加热膜45、温度传感器8及导热膜44,每一个水冷板41的水冷横板41b前后表面均贴附有导热膜44,每一个单电池43上均贴附有一个PTC加热膜45和一个温度传感器8。

[0034] 结合图3所示,灭火装置包括灭火器10和火警报警器7,灭火器10安装在电池包3上箱体14a的顶部内侧,上箱体14a灭火器10的两侧各安装有一个火警报警器7,下箱体14b内部四个侧面均安装有一个火警报警器7。

[0035] 控制器6安装在下箱体14b外侧面,本实施例中控制器为可编程逻辑控制器包括MCU、A/D采集口、I/O接口及PWM输出接口;自保护复合开关11包括依次串联的接触器、温控开关和保险丝,电池包的总输出端与自保护复合开关11的输入端相连,控制器的I/O接口与接触器相连。结合图8所示,保护复合开关11内部的温控开关其温度探头埋在电池包3中间,温度探头检测电池包中间区域温度过高时,内部的温控开关自动断开来切断电池包3的输出;当电池包3内电池发生短路和过流故障,自保护复合开关内部的保险丝熔断,起到一个自保护的作用。

[0036] 所有温度传感器8、所有单电池的电压输出端和所有PTC加热膜45均通过导线与接线排5的输入端相连,接线排5的输出端、自保护复合开关11的接触器及灭火器10均与控制器6的I/O接口相连,所有电压电流传感器9及火警报警器7均与控制器6的A/D采集口相连,水泵2和散热器1均与控制器6的PWM输出接口相连。

[0037] 如图7所示,锂电池包热管理系统的控制过程如下:

[0038] 控制器的A/D采集口采集所有单电池43的电流电压值,控制器6实时计算每个单电池43的SOC、SOH值,若单电池43电压异常,控制器的I/O接口控制自保护复合开关断开,若单电池43电压正常,则继续采集单电池43的电流电压。

[0039] 同时,控制器6的I/O接口采集所有温度传感器8的温度,采集的温度与控制器6的预设温度对比,若采集的温度大于预设温度上限值,则控制器6的PWM输出口控制水泵2和散热器1开启,I/O接口控制PTC加热膜45关闭;若实时采集的温度上升变化率大于预设温度上升变化率上限值时,控制器6判断电池包出现热失控,进行声光报警提示,控制器6的I/O接口控制灭火器10开启和控制自保护复合开关11内部接触器断开;断开;同时,若自保护复合开关11内部温控开关的温控探头检测到温度过高,温控开关自动断开,形成自保护。若采集的温度小于预设温度下限值,控制器的I/O接口控制PTC加热膜开启,电池包3输出端提供电源,PWM输出口控制水泵2和散热器1关闭,并利用隔热保温材料层13和相变储热材料层13a将电池包3的温度维持在零度以上;

[0040] 控制器6的A/D采集口采集火警报警器7信号,若控制器6接收到烟雾、火光信号,控制自保护复合开关11自动切断电池包3的电能输出,同时,控制器6的I/O接口控制灭火器开启。

[0041] 电池包3工作时,温度传感器8和电压电流传感器9实时采集各个单电池43对应的温度和输出电压值,电池包3的单电池43最高温度超过设定上限温度时,控制器的PWM输出口输出PWM信号调节散热器1的水泵2的转速,对电池包3进行冷却,当单电池43最高温度低于设定温度时,关闭散热器1和水泵2;

[0042] 电池包不工作状态时,先由密封保温装置对电池包3进行保温,其中的相变储热材料13a吸收电池包3工作时产生的热量,在与隔热保温材料13的作用下,起到一个保温的效果;当单电池43最低温度低于预设温度下限值时控制器的I/O接口控制PTC加热膜开启使单电池43最低温度升到高于预设温度下限值。

[0043] 控制器通过检测各个单电池43的输出电压值和输出电流值,估算电池包SOC值和

SOH值,若低于设定下限值及SOC值高于预设上限值时,控制器的I0接口控制自保护复合开关11断开。

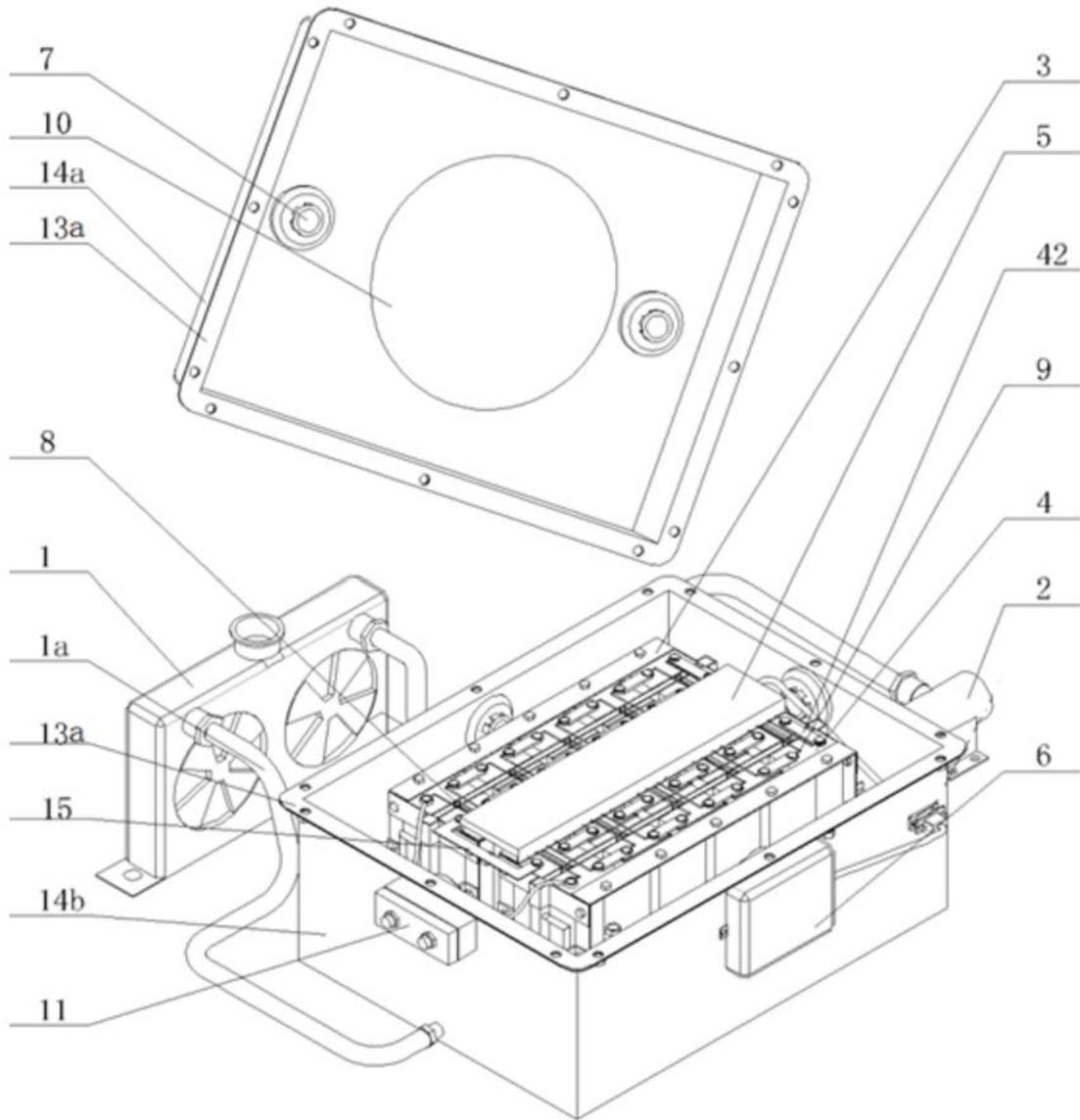


图1

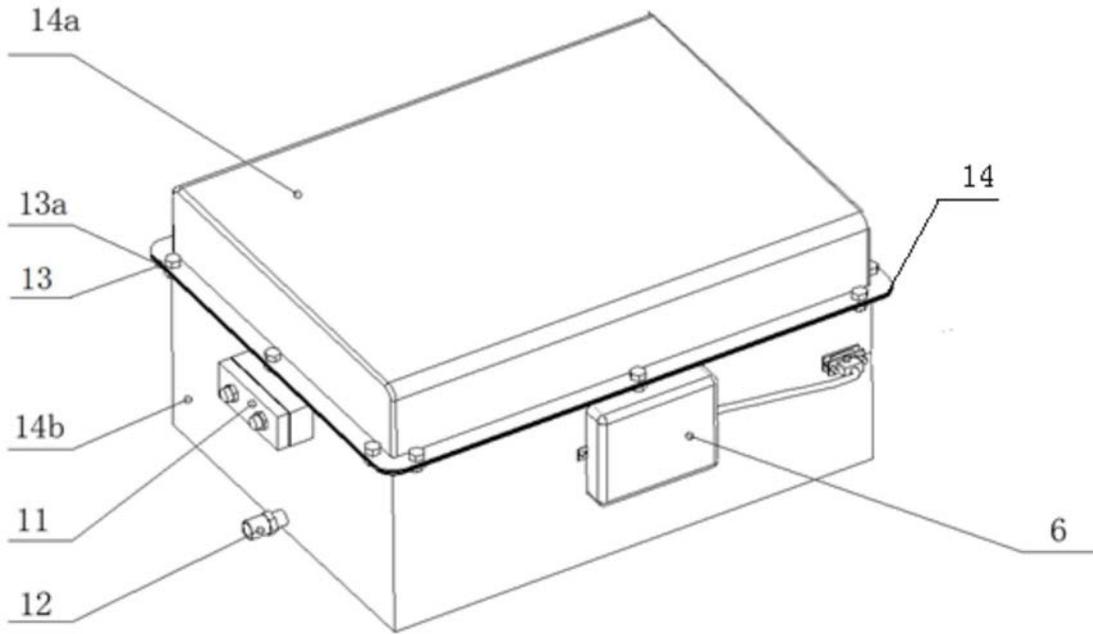


图2

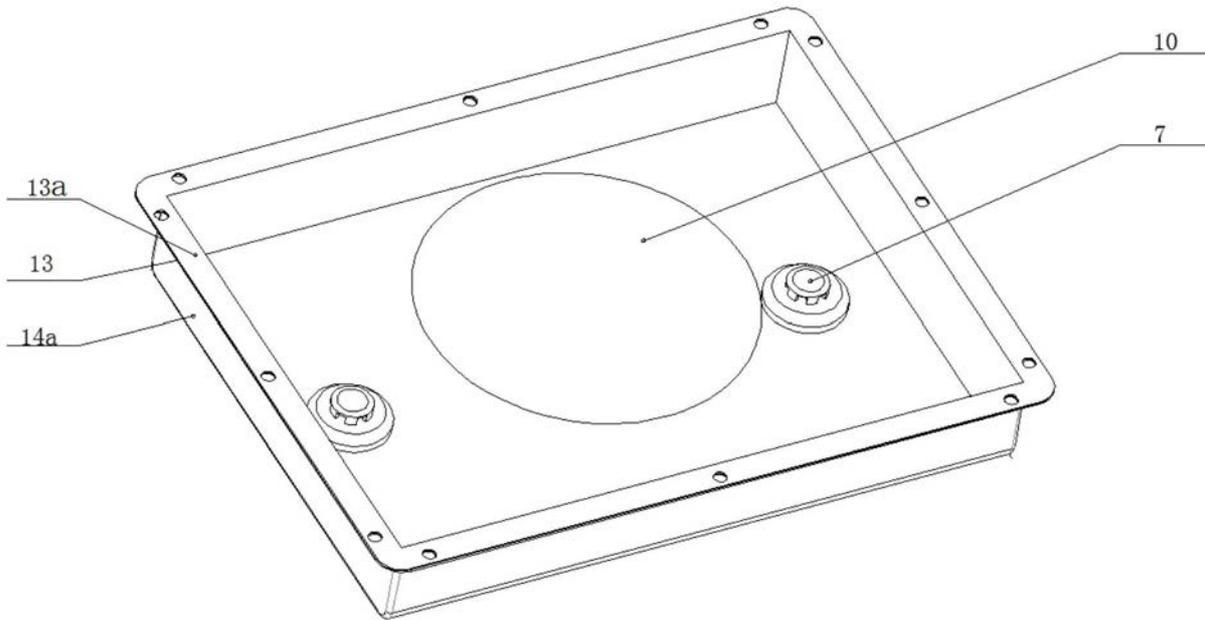


图3

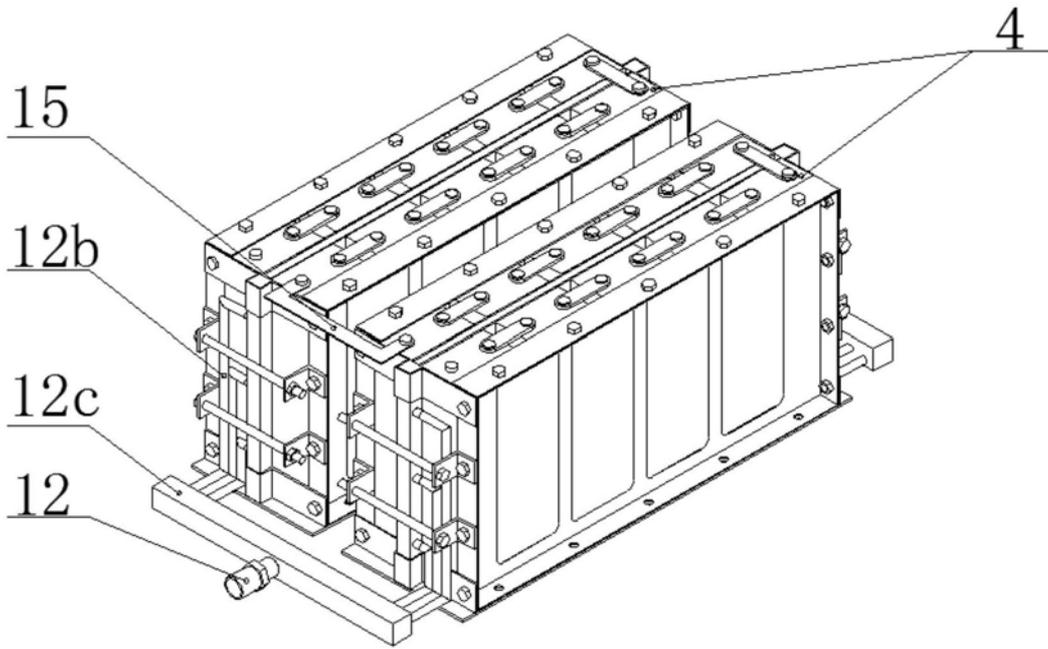


图4

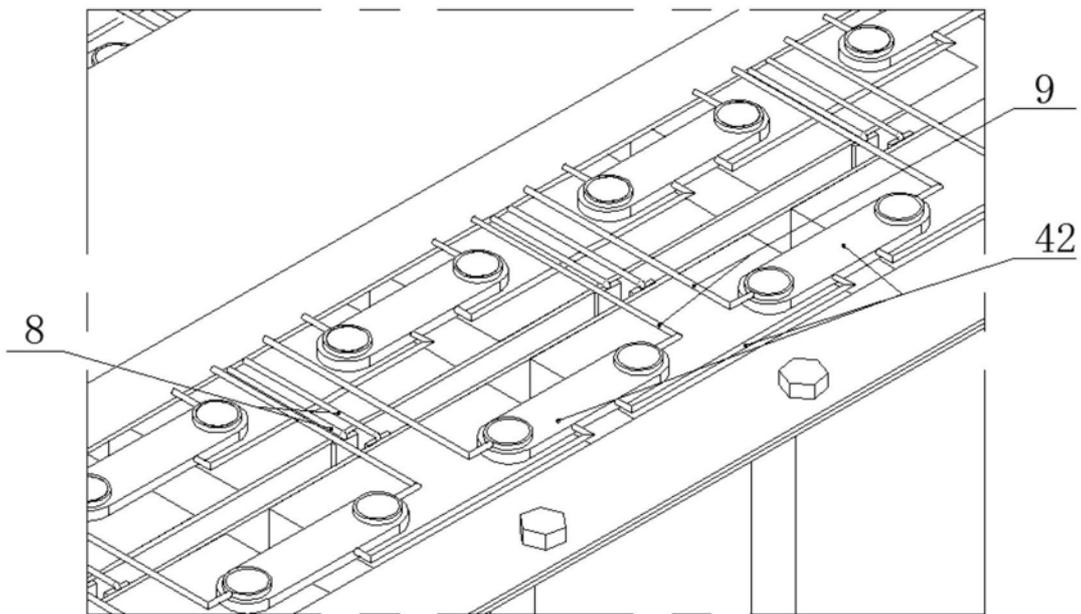


图5

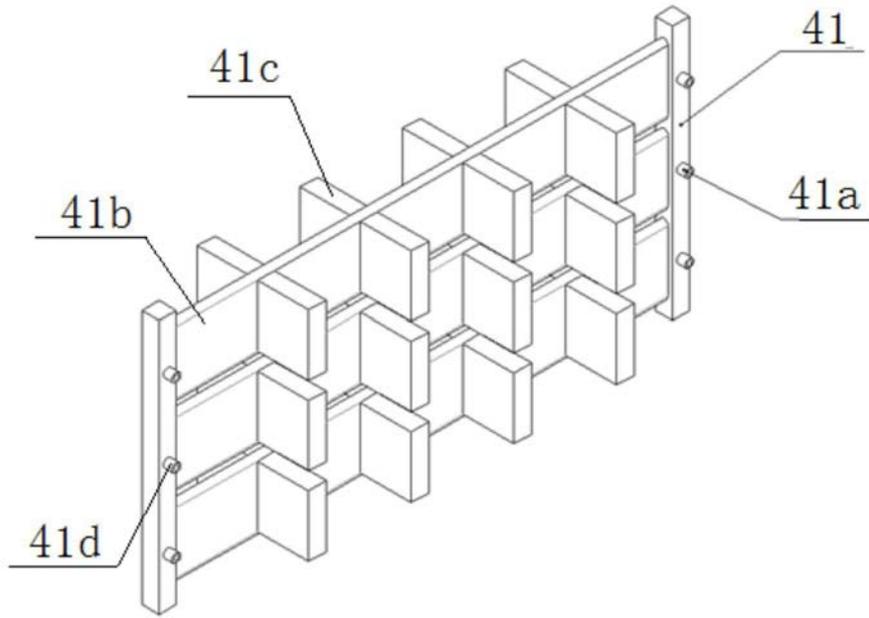


图6

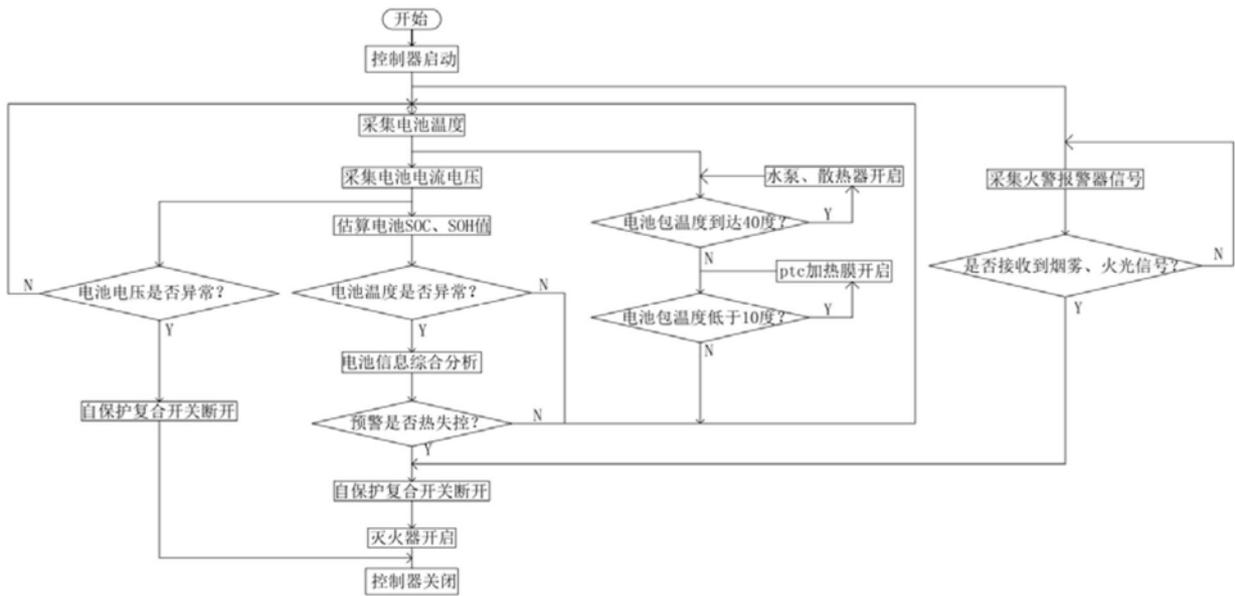


图7

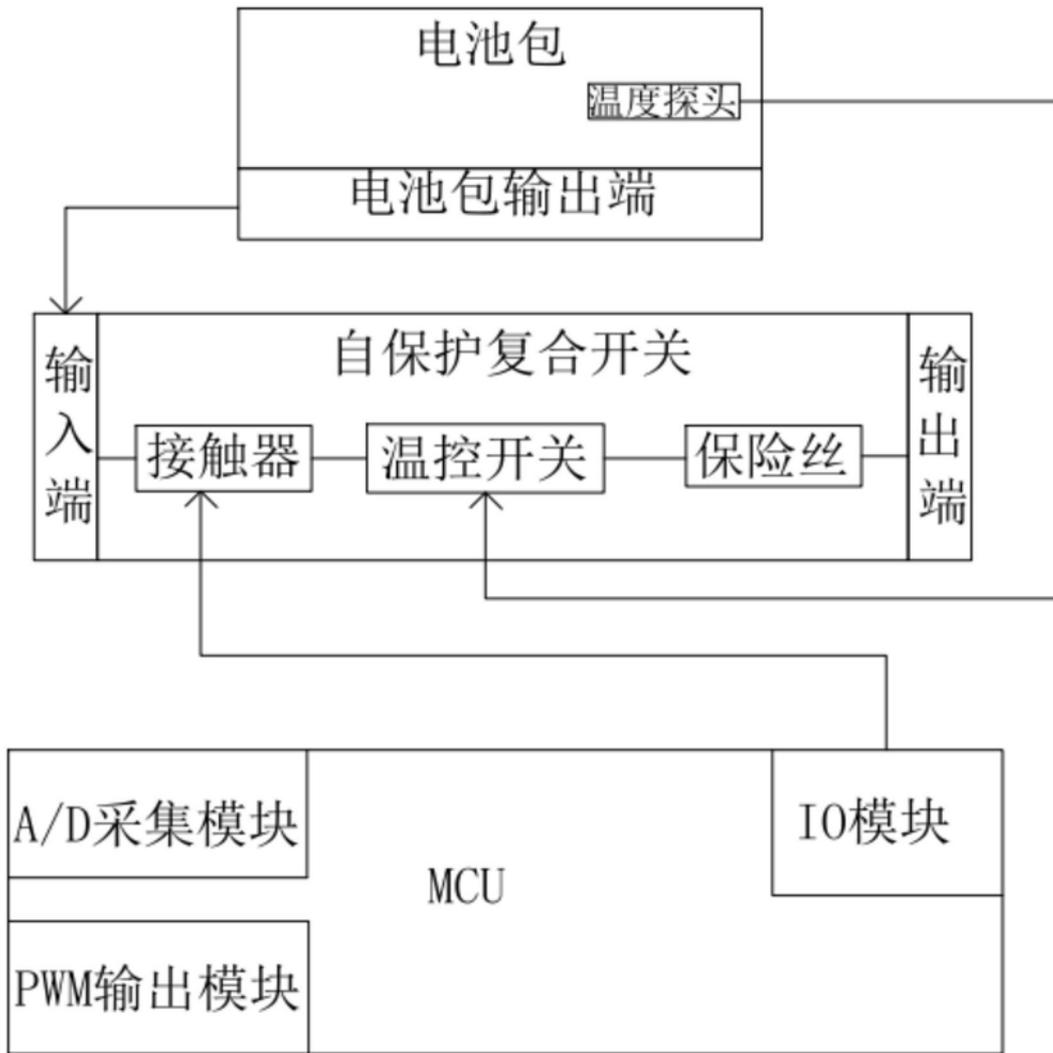


图8