



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111403848 A

(43)申请公布日 2020.07.10

(21)申请号 202010232859.0

H01M 10/6556(2014.01)

(22)申请日 2020.03.28

H01M 10/6567(2014.01)

H01M 10/6569(2014.01)

(71)申请人 哈尔滨工程大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南通大街145号哈尔滨工程大学科技处知识产权办公室

(72)发明人 范立云 李奎杰 徐超 魏云鹏 徐舒航 姜泽军

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

H01M 10/617(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/653(2014.01)

H01M 10/655(2014.01)

H01M 10/6554(2014.01)

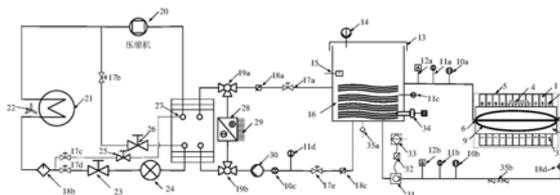
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种基于极耳液冷方式的动力电池热管理系统

(57)摘要

本发明的目的在于提供一种基于极耳液冷方式的动力电池热管理系统,包括电池模组、极耳液冷板、储液箱、加热器、内循环水泵、外循环水泵、压缩机、冷凝器、膨胀阀、蒸发器、板式换热器,构成电池极耳液冷单元、压缩机组主制冷单元、板式换热器副冷却单元、液冷内循环单元和液冷外循环单元。本发明为基于极耳液冷方式的动力电池热管理系统,通过流通的冷媒在电池极耳处散、预热,可以大大减小换热热阻,利于电池更快速换热,提高热管理效率,系统集成度高。



1. 一种基于极耳液冷方式的动力电池热管理系统,其特征是:包括液冷外循环单元、液冷内循环单元、储液箱,电芯之间通过连接排构成电池模组,电池模组顶部固定绝缘导热框,绝缘导热框上方设置极耳液冷板,极耳液冷板设置极耳液冷板进液口和极耳液冷板出液口;液冷外循环单元包括外循环泵、进液管、回液管,进液管分别连接储液箱和极耳液冷板进液口,回液管分别连接储液箱和极耳液冷板出液口,进液管上依次设置第一流量传感器、第一温度传感器、第一压力传感器,回液管上依次设置第二流量传感器、第二温度传感器、第二压力传感器、外循环泵,储液箱设置液位计、液位开关、第三温度传感器、加热器;液冷内循环单元板式换热器、内循环泵,储液箱中部依次连接第一手动阀、第一三通换向阀,储液箱下部依次连接第五手动阀、第三流量传感器、内循环泵、第二三通换向阀,板式换热器分别连接第一三通换向阀和第二三通换向阀。

2. 根据权利要求1所述的一种基于极耳液冷方式的动力电池热管理系统,其特征是:还包括压缩机组主制冷单元,压缩机组主制冷单元包括蒸发器、压缩机、冷凝器、膨胀阀,压缩机和蒸发器直接相连,压缩机和冷凝器直接相连,同时压缩机和冷凝器之间的管路上引出第二手动阀和热力电磁阀连接到蒸发器形成热旁通支路,冷凝器和蒸发器之间的管路上设置制冷主路和喷液支路,制冷主路上设置第四手动阀、制冷电磁阀和膨胀阀,喷液支路上设置第三手动阀和喷液电磁阀。

3. 根据权利要求2所述的一种基于极耳液冷方式的动力电池热管理系统,其特征是:当电池模组产热功率小于设定时,第一三通换向阀、第二三通换向阀将液冷内循环单元连通,冷却液通过外循环泵流出后,流经第一温度传感器、第一流量传感器和第一进液压力传感器,流到电池模组的极耳液冷板里,对电池模组进行散热,待冷媒冷却完电池后,从极耳液冷板出液口流回储液箱,冷媒流经第二流量传感器、第二温度传感器和第二压力传感器,形成液冷外循环;当电池产热功率等于或大于设定时,压缩机组主制冷单元启动,对内循环泵流出的冷媒进行冷却后,流到极耳液冷板对电池模组进行热管理;当压缩机组主制冷单元无法满足冷却冷媒的要求时,同时开启压缩机组主制冷单元和液冷内循环单元;当电池模组处在极端低温工况下,需要对电池模组进行加热时,储液箱内的加热器启动,外循环泵将加热后的冷媒输送到电池模组的极耳液冷板内,实现对电池模组预热。

一种基于极耳液冷方式的动力电池热管理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种动力电池热管理系统。

背景技术

[0002] 近年来,中国汽车消费带动了石油消费,中国石油消费需求不断增长,但是国内自产的石油数量有限,且自产的石油数量逐年呈现下滑趋势。2017年中国的二氧化碳排放居全球首位,总排放量为美国的两倍,中国在巴黎气候大会上承诺:2030年单位国内生产总值二氧化碳排放量相比于2005年将下降60-65%,2030年左右二氧化碳排放达到顶峰,并且努力尽早达峰。未来十年,中国的经济发展和生产都需要以可再生能源为基础,环保和排放压力大。2018年中国的石油依赖度超过70%,严重超过了50%的安全警戒线,中国对外石油依存度过高,能源安全问题逐步凸显。

[0003] 近十几年来,中国发生了锂离子电池的革命,成本比之前降低了90%,能量密度提高了3倍,功率密度提高了5倍。但是锂离子电池由于自身的电化学性能,充、放电过程中会产生热,主要包括:不可逆热、可逆热、电子传输热、离子传输热和接触热阻产热五个部分。锂电池长时间在高温和低温环境下工作,容量和使用寿命均会大大缩减。若电池组未采取合适的热管理措施,在某些极端情况下,甚至会引起热失控,引发危险事故。

[0004] 动力电池作为整车核心部件,正朝着高能量密度、长续航里程、短充电时间、高安全性、高空间利用率、轻质化、长循环寿命的方向发展。液冷电池热管理方式,所采用的冷媒有比热容大、热导率高、传热系数大、边界层薄、换热能力强、可集成散热和预热、温度均匀性能好等优点而受到广泛地推广。

[0005] 当前市面上动力电池热管理方案大多布置在电池底部或者侧面,很少布置在电池顶部。但目前绝大多数动力电池内部都是由正极、隔膜、负极和电池外壳多部分构成,且隔膜材料的导热系数低,从电芯内部向垂直表面方向热阻大,导热性较差,传热效果不佳,而电池正负极的连接柱直接与正负极电池集流板相连,且电池的正极使用铝材料,负极使用镍、铜或铜镀镍材料,铝和铜的导热系数高,热阻小,传热性能好。

[0006] 综上所述,动力电池热管理技术领域,迫切需要一种可以对电池极耳高效热管理,保证电池在最佳工作温度范围内使用,提高动力电池热管理系统温度均匀性,且集成散、预热功能于一体的液冷动力电池热管理系统。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供更加迅速地带走电池的热量,高效地对电池进行热管理,增加整个电池包或者电池模组不同位置电芯的温度均匀性,保证电池处于合适工作温度范围的一种基于极耳液冷方式的动力电池热管理系统。

[0008] 本发明的目的是这样实现的:

[0009] 本发明一种基于极耳液冷方式的动力电池热管理系统,其特征是:包括液冷外循环单元、液冷内循环单元、储液箱,电芯之间通过连接排构成电池模组,电池模组顶部固定

绝缘导热框,绝缘导热框上方设置极耳液冷板,极耳液冷板设置极耳液冷板进液口和极耳液冷板出液口;液冷外循环单元包括外循环泵、进液管、回液管,进液管分别连接储液箱和极耳液冷板进液口,回液管分别连接储液箱和极耳液冷板出液口,进液管上依次设置第一流量传感器、第一温度传感器、第一压力传感器,回液管上依次设置第二流量传感器、第二温度传感器、第二压力传感器、外循环泵,储液箱设置液位计、液位开关、第三温度传感器、加热器;液冷内循环单元板式换热器、内循环泵,储液箱中部依次连接第一手动阀、第一三通换向阀,储液箱下部依次连接第五手动阀、第三流量传感器、内循环泵、第二三通换向阀,板式换热器分别连接第一三通换向阀和第二三通换向阀。

[0010] 本发明还可以包括:

[0011] 1、还包括压缩机组主制冷单元,压缩机组主制冷单元包括蒸发器、压缩机、冷凝器、膨胀阀,压缩机和蒸发器直接相连,压缩机和冷凝器直接相连,同时压缩机和冷凝器之间的管路上引出第二手动阀和热力电磁阀连接到蒸发器形成热旁通支路,冷凝器和蒸发器之间的管路上设置制冷主路和喷液支路,制冷主路上设置第四手动阀、制冷电磁阀和膨胀阀,喷液支路上设置第三手动阀和喷液电磁阀。

[0012] 2、当电池模组产热功率小于设定时,第一三通换向阀、第二三通换向阀将液冷内循环单元连通,冷却液通过外循环泵流出后,流经第一温度传感器、第一流量传感器和第一进液压力传感器,流到电池模组的极耳液冷板里,对电池模组进行散热,待冷媒冷却完电池后,从极耳液冷板出液口流回储液箱,冷媒流经第二流量传感器、第二温度传感器和第二压力传感器,形成液冷外循环;当电池产热功率等于或大于设定时,压缩机组主制冷单元启动,对内循环泵流出的冷媒进行冷却后,流到极耳液冷板对电池模组进行热管理;当压缩机组主制冷单元无法满足冷却冷媒的要求时,同时开启压缩机组主制冷单元和液冷内循环单元;当电池模组处在极端低温工况下,需要对电池模组进行加热时,储液箱内的加热器启动,外循环泵将加热后的冷媒输送到电池模组的极耳液冷板内,实现对电池模组预热。

[0013] 本发明的优势在于:

[0014] 1.本发明通过在电池顶部极耳正上方的位置设置极耳液冷板,采用极耳热管理方式,大大降低电池与液冷板之间的换热热阻,增强换热效果,采用正负极接线柱散热可使电池内部的电流分布更加均匀,减小电芯内部不同位置、电池模组内不同位置的电池、电池包内不同模组间的温度差异,提高温度均匀性。

[0015] 2.本发明通过对极耳液冷板采用弧线型的流道设计,可以大大降低冷媒在液冷管路中的压降,减小循环管路的泵功,节约系统运行成本,同时通过流道的不等间距设计,增加了电池模组或者电池包内温度的均匀性,液冷效果好。

[0016] 3.本发明通过在电池极耳散热连接模块和极耳液冷板之间设置绝缘导热隔离框,增加了极耳散热的换热面积,强化了系统中水平方向上的热扩散,同时可以大大降低电池顶部发生外短路的风险,提高了锂离子动力电池的使用寿命。

[0017] 3.本发明系统中的液冷模块通过压缩机组主制冷单元和板式换热器副冷却单元的并联设计,可以满足电池不同产热功率下的冷却需求,两个支路可以相互独立工作也可以相互协调同时工作,系统适用范围广,且可以降低能耗。

附图说明

[0018] 图1为本发明的结构示意图；

[0019] 图2为电池极耳散热单元结构示意图。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图举例对本发明做更详细地描述：

[0021] 结合图1-2,本发明提供一种基于极耳液冷方式的动力电池热管理系统,通过在电池模组极耳的正上方位置,自下而上设置绝缘导热隔离框和极耳液冷板,改传统的电芯侧面和底部散热为电芯顶部极耳液冷散热,可以大大降低换热热阻。极耳液冷板设计为弧线型的流道结构,可以降低系统的压降,减小系统泵功。通过极耳液冷板流道的不等间距设计,可以平衡电池不同位置的温度梯度,增加系统中不同位置电芯温度均匀性,提高热管理系统运行效率。

[0022] 如图1所示,本发明一种基于极耳液冷方式的动力电池热管理系统,包括:电芯1、正极耳2、负极耳3、连接排4、电池模组5、极耳液冷板进液口6、极耳液冷板出液口7、极耳液冷板8、弧线型微流道9、流量传感器10a、10b、温度传感器11a、11b、11c、压力传感器12a、12b、储液箱13、液位计14、液位开关15、冷却液16、手动阀17a、17b、17c、17d、17e、干燥过滤器18a、18b、18c、18d、三通换向阀19a、19b、压缩机20、冷凝器21、冷凝器散热风扇22、制冷电磁阀23、膨胀阀24、喷液电磁阀25、热力电磁阀26、蒸发器27、板式换热器28、板式换热器散热翅片29、内循环泵30、外循环泵31、变频器32、PLC控制器33、加热器34和止回阀35a、35b。

[0023] 电芯1通过连接排4连接其正、负极极耳2、3,构成电池模组5,电芯与电芯的侧面之间涂抹导热硅脂,以减小换热接触热阻。电池极耳上部套有绝缘导热框,绝缘导热框通过结构胶固定在电池模组顶部,绝缘导热框上方布置有极耳液冷板8,极耳液冷板包括极耳液冷板进液口6、极耳液冷板出液口7和弧线型微流道9。从储液箱13接出冷管连接到极耳液冷板8的进液口,储液箱13出液口和极耳液冷板进液口6之间的管路上依次连接有进液压力传感器12a、进液温度传感器11a和进液流量传感器10a。冷媒从极耳液冷板出液口7流出后,依次经过干燥过滤器18d、止回阀35b、回液流量传感器10b、回液温度传感器11b、回液压力传感器12b和外循环泵31,外循环泵31连接变频器32,变频器32连接PLC控制器33,最后回到储液箱13。储液箱13接到内循环液冷单元,与储液箱连接的依次有内循环泵30、手动阀17a、17e、干燥过滤器18a、18c、内循环温度传感器11d和内循环流量传感器10c。内循环管路通过三通换向阀19a、19b连接板式换热器28形成冷媒换热支路,通过蒸发器27连接到压缩机组制冷主路。压缩机组制冷主路由压缩机20,冷凝器21,膨胀阀24和蒸发器27四个大件连接而成,冷凝器21上设置冷凝器散热风扇22,从压缩机20到冷凝器21之间引出支路到蒸发器27,中间管路上设置热力电磁阀26,形成热旁通支路。冷凝器21到蒸发器27中间管路上设置制冷电磁阀23和膨胀阀24形成制冷主路,通过设置喷液电磁阀25形成喷淋支路。

[0024] 本实施例中,电池模组5进行充电或放电,电池模组5产热,系统根据电池模组5产热功率的大小,制冷单元选择运行压缩机组制冷模块还是板式换热器28旁路模块来冷却冷媒。当电池模组产热功率很小时,三通换向阀19a、19b将内循环管路和板式换热器28连通,系统选择板式换热器28旁路模块对内循环回路流过的冷却液进行冷却,此时冷却液通过外循环泵31流出后,流经进液温度传感器11a、进液流量传感器10a和进液压力传感器12a,流

到电池模组5的极耳液冷板8里,对电池模组5进行散热。待冷媒冷却完电池后,从极耳液冷板出液口7流回储液箱13,冷媒流经回液流量传感器10b、回液温度传感器11b和回液压力传感器12b,形成液冷外循环。

[0025] 整个过程的流量可以由液冷外循环单元回路上的流量调节阀控制。当电池产热功率超出一定的范围,压缩机20、冷凝器21、制冷电磁阀23、膨胀阀24和蒸发器27启动,相互配合进行工作,对内循环泵30流出的冷媒进行冷却后,流到极耳液冷板8对电池进行热管理。当单一的压缩机组制冷模块无法满足冷却冷媒的要求时,系统同时开启压缩机组主路制冷模块和板式换热器旁路制冷模块,以达到系统高散热要求。当电池模组5处在极端低温工况下,需要对电池模组5进行加热时,储液箱13内的加热器启动,外循环泵31将加热后的冷媒输送到电池模组5两排极耳上方的极耳液冷板8内,实现对电池模组5进行高效预热。

[0026] 本发明一种基于极耳液冷方式的动力电池热管理系统,包括电池极耳液冷单元,压缩机组主制冷单元,板式换热器副冷却单元,液冷内循环单元和液冷外循环单元;电池极耳液冷单元包括电芯,正极耳,负极耳,连接排,电池模组,绝缘导热隔离框,极耳液冷板;通过连接排连接电芯的正负极极耳,形成电池模组或者电池包;电池模组或电池包有若干排极耳,极耳正上方设置极耳液冷板,极耳液冷板和电池极耳连接排之间设置绝缘导热隔离框。对于正、负极极耳上有螺栓孔的电芯,通过连接排将若干个电芯连接成电池模组,连接排上设置配合极耳螺栓孔径的通孔,使用铜垫片弥补螺孔与螺栓的尺寸公差;对于正负极耳上无螺栓孔的电芯,通过激光焊技术,将连接排与电芯极耳焊接成电池模组;电芯与电芯的侧面之间涂抹有导热硅脂降低接触热阻。

[0027] 极耳液冷板包括一个进液口,一个出液口和极耳液冷流道;极耳液冷流道设置为微通道形式,设计为弧线型的流道结构;极耳液冷板的进液口和出液口都设置在电池宽度方向、系统前后方向的正中央,极耳液冷板内部流道向下的投影面积大于电池极耳模块向下的投影面积。绝缘导热隔离框向下的投影面积设置大于或等于极耳液冷板向下的投影面积,保证两者水平方向上的尺寸相吻合;绝缘导热隔离框的高度设置大于电池极耳连接排模块的总高度,绝缘导热隔离框设置为中空结构,中空部分的体积设置大于电池模组上部的不规则模块。

[0028] 液冷外循环单元包括外循环水泵,进液管路和回液管路;进液管路设置流量1传感器、压力1传感器和温度1传感器;回液管路设置流量2传感器、压力2传感器、温度2传感器和干燥过滤器,进液管路和液冷板进液口之间、回液管路和液冷板出液口之间,都设置有快插接头和止回阀;外循环水泵上设置变频器和PLC控制器。液冷内循环单元包括内循环水泵、手动阀、干燥过滤器、流量3传感器、压力3传感器、温度3传感器;储液箱连接液冷内循环单元与液冷外循环单元;储液箱上设置液位传感器、加热器、排液口、温度传感器,系统集成电池模组或电池包散热和预热功能于一体。压缩机组主制冷单元包括压缩机、冷凝器、蒸发器、膨胀阀、制冷电磁阀、喷液电磁阀、热力电磁阀、手动阀、干燥过滤器和冷凝器上设置的散热风扇;板式换热器副冷却单元包括板式换热器和两个三通阀,板式换热器上设置散热翅片;压缩机组主制冷单元和板式换热器副冷却单元并联,而后与内循环液冷单元相连接。

[0029] 综上所述:本发明为一种基于极耳液冷方式的动力电池热管理系统,通过布置极耳液冷板于电池模组两排极耳的正上方,并且在极耳连接排与极耳液冷板间夹有绝缘导热隔离框,基于降低系统发生外短路事故的前提,选择在电芯顶部极耳处进行热管理,大大降

低了风冷热管理系统的换热热阻,提高换热效率。本发明集成散热、预热功能于一体,保证电池温度处在合适的工作温度范围,增加了整个液冷电池热管理系统的应用场景。传感器监测到的信号可传输给PLC控制器,PLC控制器根据数据信号,控制变频器或调节冷却液调节阀的开度,实现动态智能热管理,提高系统温度均匀性。本发明根据电池模组不同的产热功率,对应不同的散热需求,配套对应的散热控制策略,可以避免整个热管理系统不必要的耗能。

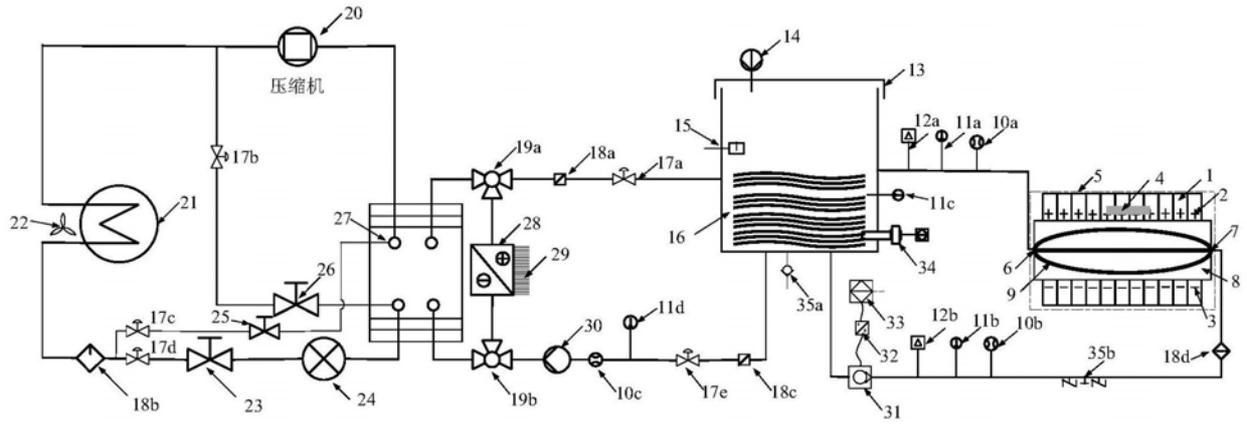


图1

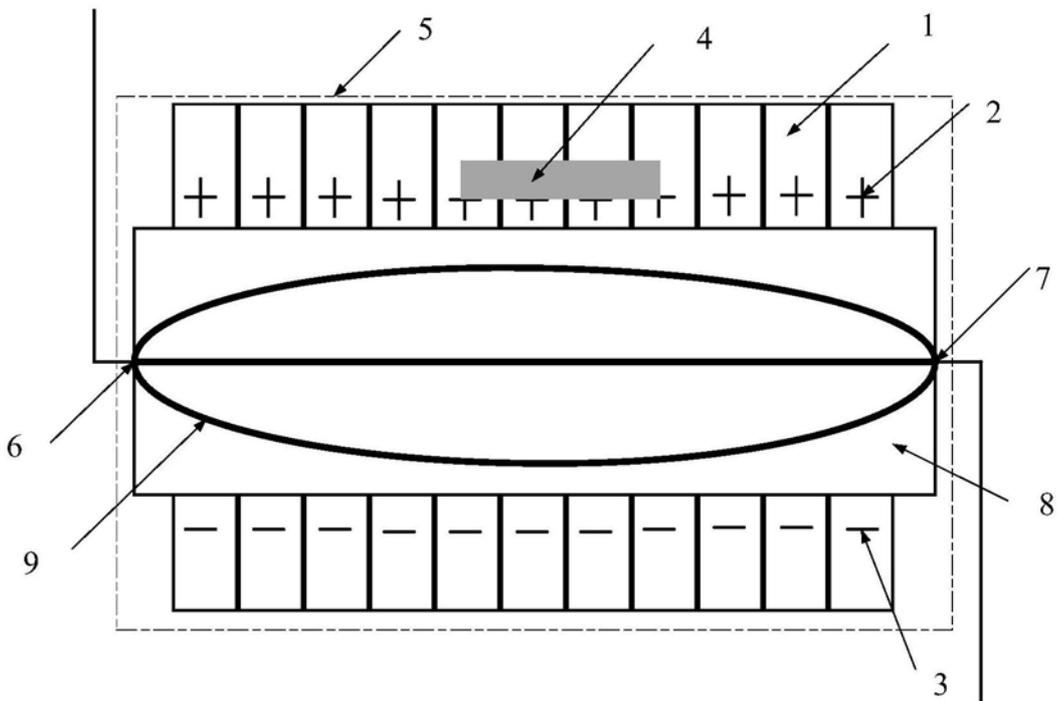


图2