



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117117392 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 24

(21) 申请号 202311151208.9

H01M 10/6554 (2014.01)

(22) 申请日 2023.09.07

H01M 10/6556 (2014.01)

(71) 申请人 东方电气集团科学技术研究院有限公司

H01M 10/6569 (2014.01)

H01M 10/6568 (2014.01)

地址 610000 四川省成都市中国(四川)自由贸易试验区成都天府新区正兴街道宁波路东段

(72) 发明人 严天瞳 邝锡金 朱睿 王晶

(74) 专利代理机构 成都天嘉知识产权代理有限公司 51211

专利代理师 青春

(51) Int. Cl.

H01M 10/633 (2014.01)

H01M 10/613 (2014.01)

H01M 10/635 (2014.01)

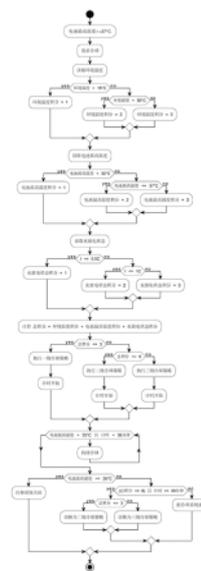
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

一种直冷式储能电池冷却控制方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种直冷式储能电池冷却控制方法及系统,涉及储能电池冷却技术领域。冷却控制方法根据环境温度、电池最高温度和电池充放电电流动态地调整冷却策略。每个参数根据其状态被赋予不同的积分,然后通过总积分来确定当前的冷却等级。这种策略能够实现冷却系统的动态自适应控制,使得冷却策略能够实时响应电池和环境的变化,以实现精细化的冷却控制。同时,它还能有效地避免冷却系统的过度运行,从而提高系统的能效和电池的使用寿命。其对本发明的影响程度非常高,因为它直接影响到冷却系统的性能和效率,以及电池的使用寿命和安全性。冷却系统具有高效快速冷却能力、简化结构和减少能耗、提高散热效率、优化冷板设计等优点。



1. 一种直冷式储能电池冷却控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、读取电池温度,并判断电池最高温度是否大于等于冷却系统开启温度 T_1 ,若是则请求冷却系统对电池进行冷却并进入S2步骤;

S2、读取环境温度、电池最高温度和电池充放电电流大小,并根据读取的数值大小分别对环境温度、电池最高温度和电池充放电电流进行积分;

S3、计算环境温度、电池最高温度和电池充放电电流的总积分,并根据总积分判定当前冷却系统应采用的冷却策略等级;

S4、冷却系统根据当前应采用的冷却策略等级,执行其相应的电池冷却策略,并在执行过程中对电池冷却时间进行计时;

S5、判断电池最高温度是否大于 T_6 且冷却计时小于B,若是,则冷却系统继续执行其相应的冷却策略,若否,则进入S6步骤;

S6、判断电池最高温度是否小于等于 T_6 ,若是,则冷却系统关闭,若否,则进入S7步骤;

S7、判断冷却策略是否为非最高等级策略且冷却计时大于等于B,若是,则将冷却系统的冷却策略提升一个等级;若否,则输出冷却系统故障。

2. 如权利要求1所述的冷却控制方法,其特征在于,所述S2步骤中,环境温度、电池最高温度和电池充放电电流的积分分别为:

判断环境温度是否小于 T_2 ,若是,则环境温度积1分,若否,则:再次判断环境温度是否小于 T_3 ,若是,则环境温度积2分,若否,则环境温度积3分,其中所述 T_2 小于 T_3 ;

判断电池最高温度是否小于 T_4 ,若是,则电池最高温度积1分,若否,则:再次判断电池最高温度是否小于等于 T_5 ,若是,则电池最高温度积2分,若否,则电池最高温度积3分,其中所述 T_4 小于 T_5 ;

判断电池充放电电流是否小于等于 I_1 ,若是,则电池充放电电流积1分,若否,则:再次判断电池充放电电流是否小于等于 I_2 ,若是,则电池充放电电流积2分,若否,则电池充放电电流积3分,其中所述 I_1 小于 I_2 。

3. 如权利要求2所述的冷却控制方法,其特征在于,所述S3步骤中,判断总积分是否小于等于 A_1 ,若是,则采用一级冷却策略,若否,则:再次判断总积分是否小于等于 A_2 ,若是,则采用二级冷却策略,若否,则采用三级冷却策略,其中所述 A_1 小于 A_2 。

4. 如权利要求3所述的冷却控制方法,其特征在于,所述S4步骤中,冷却系统执行冷却策略时,根据不同的冷却策略,相应地调整冷板出口温度和冷凝器风扇转速,包括:执行一级冷却策略、二级冷却策略和三级冷却策略时,冷板出口温度依次降低,冷凝器风扇转速依次升高。

5. 如权利要求3所述的冷却控制方法,其特征在于,所述S7步骤中,判断总积分是否小于等于 A_2 且冷却计时大于等于B,若否,则输出冷却系统故障,若是,则:

再次判断总积分是否小于等于 A_1 ,若是,则冷却系统切换为二级冷却策略,若否,则冷却系统切换为三级冷却策略。

6. 如权利要求3所述的冷却控制方法,其特征在于,所述S1步骤中,所述 T_1 为 27°C ;所述S2步骤中,所述 T_2 为 15°C , T_3 为 30°C , T_4 为 32°C , T_5 为 37°C , I_1 为 0.5C , I_2 为 1C ;所述S3步骤中,所述 A_1 为3分,所述 A_2 为6分;所述S5步骤中,所述 T_6 为 25°C ,所述B为30分钟。

7. 一种根据权利要求1-6任意一项所述冷却控制方法的直冷式储能电池冷却系统,其

特征在于,包括:

若干并列的储能单元,所述储能单元内设置有直冷式储能电池簇;

回热器、压缩机、冷凝器和储液罐,若干储能单元电池簇的冷却液出口管均连接第一管路,所述第一管路穿过回热器经其换热后连接至所述压缩机,所述压缩机通过第二管路连接至所述冷凝器,所述冷凝器连接有第三管路,所述第三管路穿过回热器经其换热后连接至储液罐,所述储液罐连接至若干储能单元电池簇的冷却液进口管。

8.如权利要求7所述的冷却系统,其特征在于,所述储能单元电池簇的冷却液进口管上安装有膨胀阀,所述膨胀阀后端的冷却液进口管连接有分液器,所述分液器通过若干分液支管连接至电池簇中若干电池包的冷板,所述冷凝器为风冷冷凝器。

9.如权利要求7所述的冷却系统,其特征在于,所述直冷式储能电池簇包括并列设置的若干直冷式储能电池包,所述直冷式储能电池包包括电池模组、冷板、导热胶和箱体;

所述电池模组位于所述箱体内,所述冷板位于所述电池模组面部,所述导热胶位于所述电池模组和冷板之间;

所述冷板内设置有冷媒流道,所述冷媒流道内填充有冷媒介质,冷媒流道为对称式结构,其进出流道交替排列,同时其入口包括一段渐缩渐扩结构。

10.如权利要求7所述的冷却系统,其特征在于,所述电池包和电池簇均为模块化结构,四个电池包组成一个电池簇。

一种直冷式储能电池冷却控制方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及储能电池冷却技术领域,更具体地说涉及一种直冷式储能电池冷却控制方法及系统。

背景技术

[0002] 储能技术是满足可再生能源大规模介入的重要手段,也是分布式能源系统和电动汽车产业的重要组成部分。由于储能电池的高效性、良好的动态特性、长寿命,以及几乎不受地形影响的优点,它们被广泛应用在储能电站、换电站等场景。

现有技术中,公开号为CN115458833A的专利,公开了一种大型电池储能系统的液冷热管理系统,涉及储能电池冷却技术领域。采用液冷方案,冷却工质为水或乙二醇冷却液。此专利期望解决的技术问题为液冷系统对不同储能电池间进行冷却时冷却液的压力和温度不均衡。其储能电池与冷却机组提供的一次水管路间存在二次水管路,同时二次水管路内存在可提供加热功能的恒温水箱和多个可调节流量的阀门,从而达到均衡每个储能电池模块冷却流量及温度的作用。此发明主要存在3个缺点。①系统复杂度高,包括一次水管路和二次水管路、多个阀门,这种复杂的结构可能会增加系统的制造和维护成本,并且可能增加系统的故障风险,此外为了实现恒定的温度控制,发明中引入了恒温水箱和电加热装置,增加了成本与能耗。②系统响应慢,当储能电池需要冷却时,水冷机组需要先将一次水管路内的冷却液降温,然后才能通过一二次水管路间的换热装置将二次水管路内的冷却液降温,随后冷却储能电池。③系统可靠性低,由于采用纯水或者乙二醇溶液,存在管路泄露导致电气系统短路可能,同时乙二醇溶液可能腐蚀回路中的金属结构件如阀门、换热器。

[0003] 现有技术中,公开号为CN115513584A的专利,公开了一种直冷式电池柜,涉及电池技术领域。此专利通过与电池接触的换热板内冷媒蒸发相变来冷却电芯。其电池模组与换热板直接接触,电芯发热后使得冷媒相变蒸发。换热板一直延伸至顶部腔,腔体顶部为制冷器,制冷器可以吹出冷风使气态冷媒液化,再次回到底部并可重新冷却电池。此专利主要问题在于冷却效率低。换热板内的冷媒满足能量守恒,即换热板顶部散热片与制冷器发生的热交换量等于冷媒吸收的电池产热。因此冷却系统的散热能力取决于散热片面积、制冷器风量与风温。首先,该专利将散热片置于模组顶部的有限空间内,散热面积受限;其次,换热板上下连通,其内压力近似处处相等,顶部的气态冷媒温度与底部液相或气液相冷媒接近,根据电池一般运行温度推断换热板内的温度在10℃~40℃间,与环境的换热温差很小,需通过制冷设备来降低风温,从而达到增大换热量的目的,一般的小型独立制冷设备无法满足需求。

[0004] 综上所述,上述现有技术存在以下问题:(1)冷却效率低;(2)冷却效果差;(3)冷却液的安全可靠性不足。

发明内容

[0005] 为了克服上述现有技术中存在的缺陷,本发明公开了一种直冷式储能电池冷却控

制方法及系统,本发明的目的是解决现有技术中冷却效率低、冷却效果差和冷却液安全可靠不足的问题。

[0006] 液冷和直冷是锂电池热管理中常见的两者冷却形式,名词解释如下:液冷一般指单相液冷,其中使用的冷却介质以单相(单一的液态)存在。这种液冷技术通过将冷却介质直接流经待冷却的设备或系统,从而吸收和转移热量。冷却介质可以是水、润滑油或其他具有良好热传导性的液体。在单相液冷系统中,冷却介质在与电池进行换热时,不经历液体-气体相变。出于经济性和低温可靠性的原因,目前主要采用乙二醇水溶液作为冷却工质。直冷一般指冷媒直冷,其中使用的冷却介质是一种特殊的化学物质,称为冷媒,如R134a、R22等。在冷媒直冷系统中,冷媒通过压缩和膨胀的循环过程,完成液态-气态相变。在冷却电池时,冷媒吸收热量从液态转变为气态,这种相变过程的换热系数相比单相液冷更高。

[0007] 为了实现以上目的,本发明采用的技术方案:

一种直冷式储能电池冷却控制方法,包括以下步骤:

S1、读取电池温度,并判断电池最高温度是否大于等于冷却系统开启温度 T_1 ,若是则请求冷却系统对电池进行冷却并进入S2步骤;

优选的,所述S1步骤中,所述 T_1 为 27°C 。

[0008] S2、读取环境温度、电池最高温度和电池充放电电流大小,并根据读取的数值大小分别对环境温度、电池最高温度和电池充放电电流进行积分;

优选的,所述S2步骤中,通过BMS系统和EMS系统读取环境温度、电池最高温度和电池充放电电流大小。

[0009] 上述BMS系统是指电池管理系统,EMS系统是指电能管理系统。

[0010] 优选的,所述S2步骤中,环境温度、电池最高温度和电池充放电电流的积分分别为:

判断环境温度是否小于 T_2 ,若是,则环境温度积1分,若否,则:再次判断环境温度是否小于 T_3 ,若是,则环境温度积2分,若否,则环境温度积3分,其中所述 T_2 小于 T_3 ;

判断电池最高温度是否小于 T_4 ,若是,则电池最高温度积1分,若否,则:再次判断电池最高温度是否小于等于 T_5 ,若是,则电池最高温度积2分,若否,则电池最高温度积3分,其中所述 T_4 小于 T_5 ;

判断电池充放电电流是否小于等于 I_1 ,若是,则电池充放电电流积1分,若否,则:再次判断电池充放电电流是否小于等于 I_2 ,若是,则电池充放电电流积2分,若否,则电池充放电电流积3分,其中所述 I_1 小于 I_2 。

[0011] 优选的,所述S2步骤中,所述 T_2 为 15°C , T_3 为 30°C , T_4 为 32°C , T_5 为 37°C , I_1 为 0.5C , I_2 为 1C 。

[0012] S3、计算环境温度、电池最高温度和电池充放电电流的总积分,并根据总积分判定当前冷却系统应采用的冷却策略等级;

本发明中,总积分=环境温度积分+电池最高温度积分+电池充放电电流积分。

[0013] 优选的,所述S3步骤中,判断总积分是否小于等于 A_1 ,若是,则采用一级冷却策略,若否,则:再次判断总积分是否小于等于 A_2 ,若是,则采用二级冷却策略,若否,则采用三级冷却策略,其中所述 A_1 小于 A_2 。

[0014] 优选的,所述S3步骤中,所述 A_1 为3分,所述 A_2 为6分。

[0015] 本发明中,基于环境温度、电池最高温度和电池充放电电流大小实现动态的冷却策略调整。首先,通过BMS系统和EMS系统读取上述三个参数并进行评分,每个参数如果满足一级、二级或三级标准,则分别积1分、2分或3分。然后,通过总积分判定当前应采用的冷却等级:总积分0~3分对应一级冷却,4~6分对应二级冷却,7~9分对应三级冷却。这种基于积分的控制策略实现了冷却系统的动态自适应控制,使得冷却策略能够实时响应电池和环境的变化。

[0016] 本发明中,选择“环境温度”进行积分并将其作为后续的冷却策略制定依据是因为:环境温度同时影响冷却系统中风冷冷凝器的换热量以及电池包冷板的换热效率。在环境温度过高时,冷凝器的换热温差减小,将导致制冷循环的性能及效率下降;另一方面,高温环境中,冷板与外界环境间的换热量较大,冷量损耗较高,电芯冷却效率下降。

[0017] 选择“电池最高温度”进行积分并将其作为后续的冷却策略制定依据是因为:电池最高温度决定了整个电池组的安全性及寿命。电池在高温下容易发生热失控,高温也会加速电池的自放电,从而降低其容量及寿命。因此,最高温度往往是电池热管理系统冷却策略的关键指标。

[0018] 选择“电池充放电电流”进行积分并将其作为后续的冷却策略制定依据是因为:一般情况下充放电电流增加会使得电芯发热量增大,然而由于电芯存在热惰性,电芯表面的温度传感器无法及时准确的反映电芯内部的温度变化。根据充放电电流值调整冷却策略,可以使得冷却强度变化更为合理有效,并且减少电芯的温度波动。

[0019] S4、冷却系统根据当前应采用的冷却策略等级,执行其相应的电池冷却策略,并在执行过程中对电池冷却时间进行计时;

优选的,所述S4步骤中,冷却系统执行冷却策略时,根据不同的冷却策略,相应地调整冷板出口温度和冷凝器风扇转速,包括:执行一级冷却策略、二级冷却策略和三级冷却策略时,冷板出口温度依次降低,冷凝器风扇转速依次升高。

[0020] 本发明中,当电池最高温度大于或等于 27°C 时,冷却系统将启动,并根据实时热负荷判定采取的冷却等级。在进行一级、二级或三级冷却时,冷却系统会相应地调整冷板出口温度和冷凝器风扇转速。具体地,冷板出口温度将依次降低(例如,分别设定为 20°C 、 15°C 和 10°C),而风扇转速则依次升高,以加大电池冷却。

[0021] S5、判断电池最高温度是否大于 T_6 且冷却计时小于B,若是,则冷却系统继续执行其相应的冷却策略,若否,则进入S6步骤;

优先的,所述S5步骤中,所述 T_6 为 25°C ,所述B为30分钟。

[0022] S6、判断电池最高温度是否小于等于 T_6 ,若是,则冷却系统关闭,若否,则进入S7步骤;

S7、判断冷却策略是否为非最高等级策略且冷却计时大于等于B,若是,则将冷却系统的冷却策略提升一个等级;若否,则输出冷却系统故障。

[0023] 优选的,所述S7步骤中,判断总积分是否小于等于 A_2 且冷却计时大于等于B,若否,则输出冷却系统故障,若是,则:

再次判断总积分是否小于等于 A_1 ,若是,则冷却系统切换为二级冷却策略,若否,则冷却系统切换为三级冷却策略。

[0024] 上述步骤中, A_1 为3分, A_2 为6分,B为30分钟。

[0025] 本发明中,当电池最高温度小于等于 25°C 时,冷却将会停止。此外,如果在一级或二级冷却策略下,冷却系统持续工作了30分钟以上但冷却未停止,则系统会自动将冷却策略提升一个等级,以确保电池的冷却需求得到满足。这种根据实时热负荷选择不同冷却强度的热管理策略具有以下优势:①环境适应性强,能够实时响应电池和环境的变化。②低能耗,通过精确的冷却策略控制,可以在满足冷却需求的同时,最大限度地减少能源消耗。③可靠性高,可以缓解由于冷却温度过低导致的水蒸气冷凝,从而降低腐蚀和短路的风险。

[0026] 基于上述直冷式储能电池冷却控制方法,本发明另一方面还提供了一种直冷式储能电池冷却系统,包括:

若干并列的储能单元,所述储能单元内设置有直冷式储能电池簇;

回热器、压缩机、冷凝器和储液罐,若干储能单元电池簇的冷却液出口管均连接第一管路,所述第一管路穿过回热器经其换热后连接至所述压缩机,所述压缩机通过第二管路连接至所述冷凝器,所述冷凝器连接有第三管路,所述第三管路穿过回热器经其换热后连接至储液罐,所述储液罐连接至若干储能单元电池簇的冷却液进口管。

[0027] 优选的,所述储能单元电池簇的冷却液进口管上安装有膨胀阀,所述膨胀阀后端的冷却液进口管连接有分液器,所述分液器通过若干分液支管连接至电池簇中若干电池包的冷板,所述冷凝器为风冷冷凝器。

[0028] 优选的,所述直冷式储能电池簇包括并列设置的若干直冷式储能电池包,所述直冷式储能电池包包括电池模组、冷板、导热胶和箱体;

所述电池模组位于所述箱体内,所述冷板位于所述电池模组面部,所述导热胶位于所述电池模组和冷板之间;

所述冷板内设置有冷媒流道,所述冷媒流道内填充有冷媒介质,冷媒流道为对称式结构,其进出流道交替排列,同时其入口包括一段渐缩渐扩结构。

[0029] 优选的,所述直冷式储能电池包还包括侧板,所述侧板位于所述电池模组侧面。

[0030] 优选的,所述冷板位于所述电池模组底部。

[0031] 优选的,所述冷板位于所述电池模组侧面或者插入电池模组内。

[0032] 优选的,所述电池包和电池簇均为模块化结构,四个电池包组成一个电池簇。

[0033] 本发明的有益效果:

本发明提供的直冷式储能电池冷却控制方法,根据环境温度、电池最高温度和电池充放电电流动态地调整冷却策略。每个参数根据其状态被赋予不同的积分,然后通过总积分来确定当前的冷却等级。这种策略能够实现冷却系统的动态自适应控制,使得冷却策略能够实时响应电池和环境的变化,以实现精细化的冷却控制。同时,它还能有效地避免冷却系统的过度运行,从而提高系统的能效和电池的使用寿命。其对本发明的影响程度非常高,因为它直接影响到冷却系统的性能和效率,以及电池的使用寿命和安全性。

[0034] 本发明提供的直冷式储能电池冷却系统,具有高效快速冷却能力:本发明的直冷式储能电池冷却系统运用了内置换热板的冷媒蒸发相变技术,该技术通过冷媒沸腾进行高效热交换,从而能快速导出电池模组产生的热量,极大提升了冷却效率。

[0035] 本发明提供的直冷式储能电池冷却系统,简化结构和减少能耗:本发明的直冷式储能电池冷却系统大幅减少了系统的复杂性和组件数量,无需额外的恒温水箱和管道回路,从而简化了系统结构。这不仅降低了制造和维护成本,而且也有效减少了能耗。

[0036] 本发明提供的直冷式储能电池冷却系统,提高散热效率:本发明的直冷式储能电池冷却系统中引入了压缩机和冷凝器,使冷却循环变为更高效的压缩蒸汽制冷循环。这种冷却方式具有更高的制冷效率,能够更有效地将电池模组产生的热量转移出去,且对环境温度的适应性更强,受环境温度升高的影响更小。

[0037] 本发明提供的直冷式储能电池冷却系统,优化冷板设计:本发明的直冷式储能电池包优化冷板设计,包括对称式设计、进出流道交替排列和入口渐缩渐扩,以达到降低单个电池包内的换热温差的目的。另外采用冷媒直冷,冷却电池时,冷媒吸收热量从液态转变为气态,这种相变过程的换热系数相比单相液冷更高。

附图说明

[0038] 图1为本发明直冷式储能电池冷却控制方法流程图;

图2为图1的上半部分局部放大图;

图3为图1的下半部分局部放大图;

图4为本发明直冷式储能电池冷却系统的示意图;

图5为本发明直冷式储能电池包的示意图;

图6为本发明直冷式储能电池包的冷板流道示意图

图7为本发明图6中的冷板流道入口段结构局部放大图;

附图标记:

1、电池模组;2、冷板;3、导热胶;4、箱体;5、冷媒流道;6、侧板;7、冷媒进口;8、冷媒出口;

01、回热器;02、压缩机;03、冷凝器;04、储液罐;05、第一管路;06、第二管路;07、第三管路;08、膨胀阀;09、分液器。

具体实施方式

[0039] 以下将结合实施例和附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果进行清楚、完整的描述,以充分地理解本发明的目的、特征和效果。

[0040] 实施例1

一种直冷式储能电池冷却控制方法,如图1-3所示,包括以下步骤:

S1、读取电池温度,并判断电池最高温度是否大于等于冷却系统开启温度 27°C ,若是则请求冷却系统对电池进行冷却并进入S2步骤;

S2、读取环境温度、电池最高温度和电池充放电电流大小,并根据读取的数值大小分别对环境温度、电池最高温度和电池充放电电流进行积分;

所述S2步骤中,通过BMS系统和EMS系统读取环境温度、电池最高温度和电池充放电电流大小。

[0041] 所述S2步骤中,环境温度、电池最高温度和电池充放电电流的积分分别为:

判断环境温度是否小于 15°C ,若是,则环境温度积1分,若否,则:再次判断环境温度是否小于 30°C ,若是,则环境温度积2分,若否,则环境温度积3分;

判断电池最高温度是否小于 32°C ,若是,则电池最高温度积1分,若否,则:再次判断电池最高温度是否小于等于 37°C ,若是,则电池最高温度积2分,若否,则电池最高温度积

3分；

判断电池充放电电流是否小于等于0.5C,若是,则电池充放电电流积1分,若否,则:再次判断电池充放电电流是否小于等于1C,若是,则电池充放电电流积2分,若否,则电池充放电电流积3分。

[0042] S3、计算环境温度、电池最高温度和电池充放电电流的总积分,并根据总积分判定当前冷却系统应采用的冷却策略等级；

本发明中,总积分=环境温度积分+电池最高温度积分+电池充放电电流积分。

[0043] 所述S3步骤中,判断总积分是否小于等于3分,若是,则采用一级冷却策略,若否,则:再次判断总积分是否小于等于6分,若是,则采用二级冷却策略,若否,则采用三级冷却策略。

[0044] 本实施例中,基于环境温度、电池最高温度和电池充放电电流大小实现动态的冷却策略调整。首先,通过BMS系统和EMS系统读取上述三个参数并进行评分,每个参数如果满足一级、二级或三级标准,则分别积1分、2分或3分。然后,通过总积分判定当前应采用的冷却等级:总积分0~3分对应一级冷却,4~6分对应二级冷却,7~9分对应三级冷却。这种基于积分的控制策略实现了冷却系统的动态自适应控制,使得冷却策略能够实时响应电池和环境的变化。

[0045] 表1 冷却强度积分表

| 冷却等级 | 环境温度 | 电池温度 | 电池工况 |
|------|-------|---------|----------|
| 一级 | <15°C | <32°C | 0.5C 及以下 |
| 二级 | <30°C | 32~37°C | 0.5C~1C |
| 三级 | ≥30°C | >37°C | 1C 以上 |

S4、冷却系统根据当前应采用的冷却策略等级,执行其相应的电池冷却策略,并在执行过程中对电池冷却时间进行计时；

所述S4步骤中,冷却系统执行冷却策略时,根据不同的冷却策略,相应地调整冷板出口温度和冷凝器风扇转速,包括:执行一级冷却策略、二级冷却策略和三级冷却策略时,冷板出口温度依次降低,冷凝器风扇转速依次升高。

[0046] 本实施例中,当电池最高温度大于或等于27°C时,冷却系统将启动,并根据实时热负荷判定采取的冷却等级。在进行一级、二级或三级冷却时,冷却系统会相应地调整冷板出口温度和冷凝器风扇转速。具体地,冷板出口温度将依次降低(例如,分别设定为20°C、15°C和10°C),而风扇转速则依次升高,以加大电池冷却。

[0047] S5、判断电池最高温度是否大于25°C且冷却计时小于30分钟,若是,则冷却系统继续执行其相应的冷却策略,若否,则进入S6步骤；

S6、判断电池最高温度是否小于等于25°C,若是,则冷却系统关闭,若否,则进入S7步骤；

S7、判断冷却策略是否为非最高等级策略且冷却计时大于等于30分钟,若是,则将冷却系统的冷却策略提升一个等级;若否,则输出冷却系统故障。

[0048] 所述S7步骤中,判断总积分是否小于等于6分且冷却计时大于等于30分钟,若否,则输出冷却系统故障,若是,则:

判断总积分是否小于等于3分,若是,则冷却系统切换为二级冷却策略,若否,则冷却系统切换为三级冷却策略。

[0049] 本实施例中,当电池最高温度小于等于 25°C 时,冷却将会停止。此外,如果在一级或二级冷却策略下,冷却系统持续工作了30分钟以上但冷却未停止,则系统会自动将冷却策略提升一个等级,以确保电池的冷却需求得到满足。这种根据实时热负荷选择不同冷却强度的热管理策略具有以下优势:①环境适应性强,能够实时响应电池和环境的变化。②低能耗,通过精确的冷却策略控制,可以在满足冷却需求的同时,最大限度地减少能源消耗。③可靠性高,可以缓解由于冷却温度过低导致的水蒸气冷凝,从而降低腐蚀和短路的风险。

[0050] 实施例2

一种直冷式储能电池冷却系统,如图4所示,包括:

若干并列的储能单元,所述储能单元内设置有直冷式储能电池簇;

回热器01、压缩机02、冷凝器03和储液罐04,若干储能单元电池簇的冷却液出口管均连接第一管路05,第一管路05穿过回热器01经其换热后连接至压缩机02,压缩机02通过第二管路06连接至冷凝器03,冷凝器03连接有第三管路07,第三管路07穿过回热器01经其换热后连接至储液罐04,储液罐04连接至若干储能单元电池簇的冷却液进口管。

[0051] 如图4所示,储能单元电池簇的冷却液进口管上安装有膨胀阀08。膨胀阀08后端的冷却液进口管连接有分液器09,分液器09通过若干分液支管连接至电池簇中若干电池包的冷板2。冷凝器03为风冷冷凝器03。

[0052] 本实施例中,冷却原理遵循蒸气压缩式制冷循环,冷板2充当为蒸发器。系统进行冷却时,回路中的冷媒从冷板2中吸收电芯产热并蒸发,气液两相状态的冷媒在流出冷板2后通过回热器01与冷凝器03后的高温冷媒换热并再次蒸发,随后进入压缩机02升温升压,高温气体进入冷凝器03中通过风冷将热量释放给环境并冷凝为液态,然后在膨胀阀08节流降温,最终再次进入冷板2气化吸热完成循环。

[0053] 本实施例提供的直冷式储能电池冷却系统,特征在于:

(1) 电池包与电池簇均为模块化,四个电池包组成一个电池簇,冷媒通过膨胀阀08进入单个电池簇中,再通过分液器09并行流入每个电池包的冷板2内。从冷板2内流出后,不同电池簇的冷媒汇合。

[0054] (2) 增加了回热器01使得从冷凝器03流出的高温液态冷媒与冷板2流出的低温两相冷媒进行换热。此措施的原因为,降低冷板2出口的过热度或使冷板2出口为饱和态。一般的制冷系统中从蒸发器流出的冷媒为过热气态,以避免压缩机产生液击,但冷板2中的过热会影响冷板2温度的均匀性,降低冷却效果,因此通过膨胀阀08的控制,使得冷板2出口处过热度极低或者不过热,再在回热器01内吸热使得冷媒过热度提高。

[0055] 所述直冷式储能电池簇包括并列设置的若干直冷式储能电池包,如图5所示,所述直冷式储能电池包包括电池模组1、冷板2、导热胶3和箱体4;

电池模组1位于箱体4内,冷板2位于电池模组1面部,导热胶3位于电池模组1和冷板2之间;如图6和7所示,冷板2内设置有冷媒流道5,冷媒流道5内填充有冷介质,冷媒流道5为对称式结构,其进出流道交替排列,同时其入口包括一段渐缩渐扩结构。

[0056] 直冷式储能电池包还包括侧板6,侧板6位于电池模组1侧面。冷板2位于电池模组1底部。或者,冷板2位于电池模组1侧面或者插入电池模组1内。

[0057] 如图5所示,本实施例中,冷板2位于电池模组1底部,与电池模组1之间存在一层导热胶3以降低接触热阻。这种结构是直冷式储能电池包的一种实施形式,在其他实施形式中,冷板2也可以与侧板6集成,或者在模组内部插入多个冷板2,从而增大换热面积提高冷却性能。

[0058] 本实施例的直冷板2采用了对称式设计,进出流道交替排列,并且入口流道存在渐缩-渐扩结构。这些特征的引入旨在改善冷媒流量分配的均匀性、减小冷板温差,并保证入口处冷媒分配的均匀性,提高了冷媒流动的均匀性和冷却性能,具体如下:

冷媒流道5为对称式结构目的在于保证冷媒流量分配的均匀性。与单相液冷不同,冷媒直冷流道内存在气液两相冷媒,在进行分流时容易出现气液相的不均衡分配,对称的分流结构可以改善不均衡现象。

[0059] 冷媒流道5的进出流道交替排列目的在于减小冷板温差。冷媒在流动蒸发时,由于流动阻力的存在,管道中的流体静压沿着流动方向不断减小,会导致冷媒的蒸发温度逐渐降低,流道采用“几字型”交替排列,可以有效解决冷媒温度变化造成的冷却不均问题。根据仿真结果,采用这种冷板进行冷却时,电芯温差在1℃以内。

[0060] 冷媒流道5入口为渐缩渐扩结构目的为保证入口处冷媒分配的均匀性,冷媒通过狭小的喉管时,流速增加,气液两相从而可以在喉管内充分混合然后均匀地从出口处喷出。

[0061] 本实施例中,直冷式储能电池冷却系统相比传统的单相液冷系统,在冷媒流经冷板2时发生液态-气态相变,提高了换热效率和热传递性能。冷媒直冷系统能够更有效地吸收和转移热量,提高冷却效果。

[0062] 本实施例中,直冷式储能电池冷却系统引入了回热器01,用于在冷凝器03中的高温液态冷媒与冷板2流出的低温两相冷媒之间进行换热。通过回热器01的使用,可以降低冷板2出口的过热度,提高冷却效果和温度均匀性。

综上所述,本发明具有如下优点:

1. 高效快速冷却能力:相较于专利【CN115458833A】的液冷热管理系统响应慢的问题,本发明采用的直冷式电池系统运用了内置换热板的冷媒蒸发相变技术,该技术通过冷媒沸腾进行高效热交换,从而能快速导出电芯产生的热量,极大提升了冷却效率。

[0063] 2. 简化结构和减少能耗:专利【CN115458833A】中的液冷热管理系统存在结构复杂及高能耗问题。本发明的直冷式电池系统大幅减少了系统的复杂性和组件数量,无需额外的恒温水箱和管道回路,从而简化了系统结构。这不仅降低了制造和维护成本,而且也有效减少了能耗。此外,采用动态适应冷却控制策略也将有效降低冷却系统的运行能耗。

[0064] 3. 优化的冷板设计:除了上述的优点,本发明还通过优化冷板设计,包括对称式设计、进出流道交替排列等,以达到降低单个电池包内的换热温差的目的。这是专利【CN115458833A】和【CN115513584A】中所未提及的。

[0065] 4. 提高散热效率:相较于专利【CN115513584A】的直冷式电池柜冷却效率低的问题,本发明在热管理系统中引入了压缩机和冷凝器,使冷却循环变为更高效的压缩蒸汽制冷循环。这种冷却方式具有更高的制冷效率,能够更有效地将电芯产生的热量转移出去,且对环境温度的适应性更强,受环境温度升高的影响更小。

[0066] 以上对本发明的实施方式进行了具体说明,但本发明并不限于所述实施例,熟悉本领域的技术人员在不违背本发明精神的前提下还可作出种种等同变型或替换,这些等同

或替换均包含在本发明权利要求所限定的范围内。

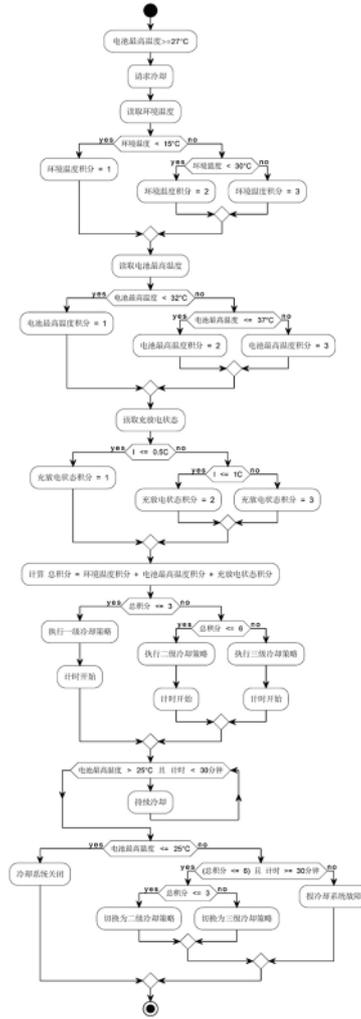


图1

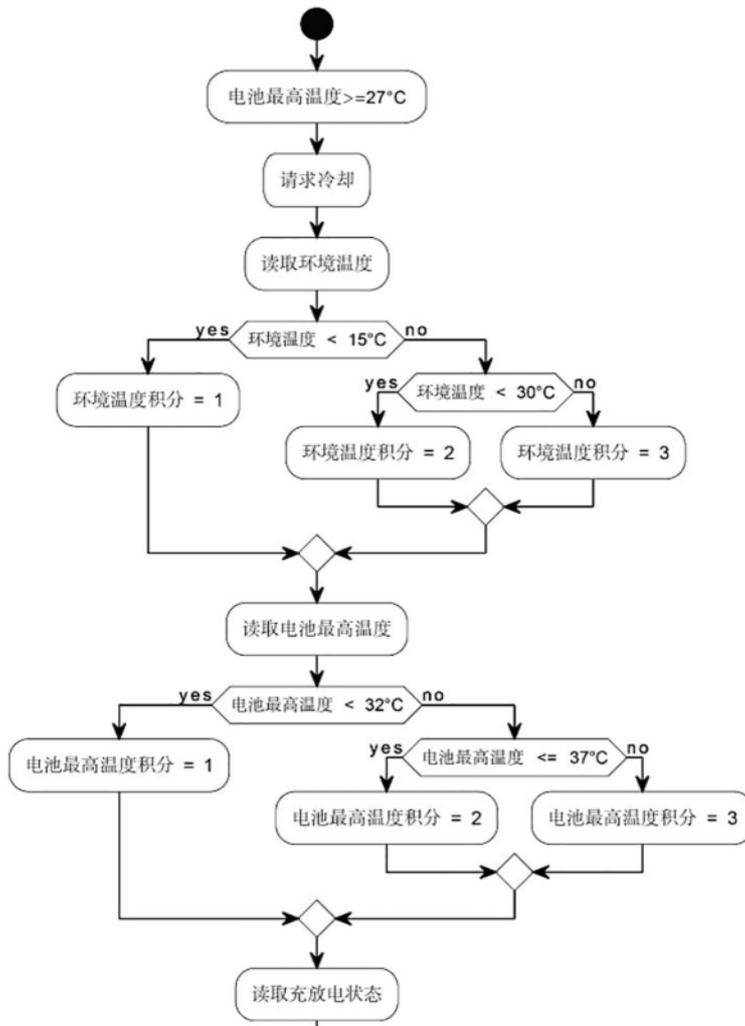


图2

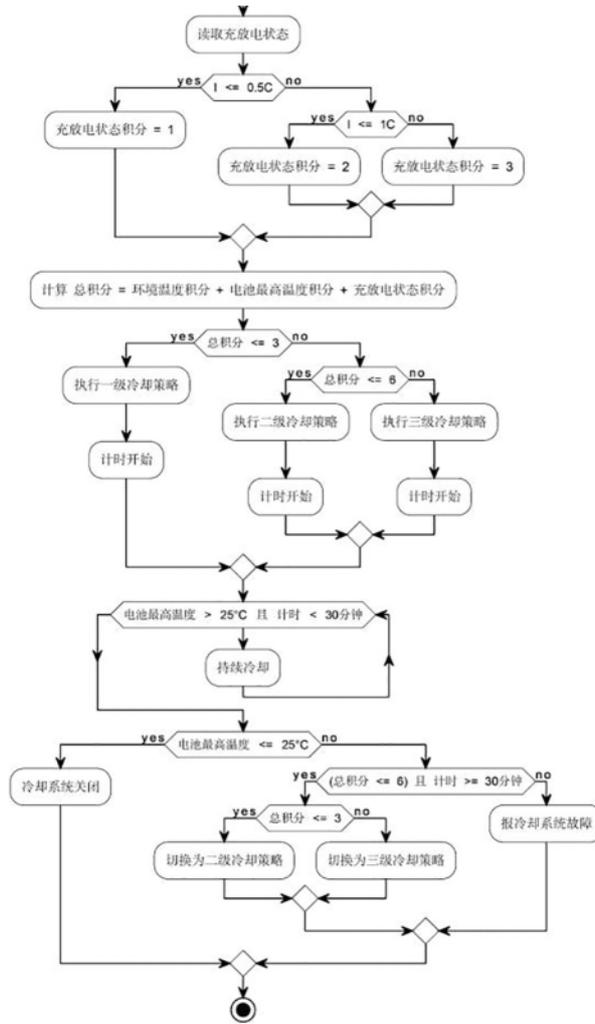


图3

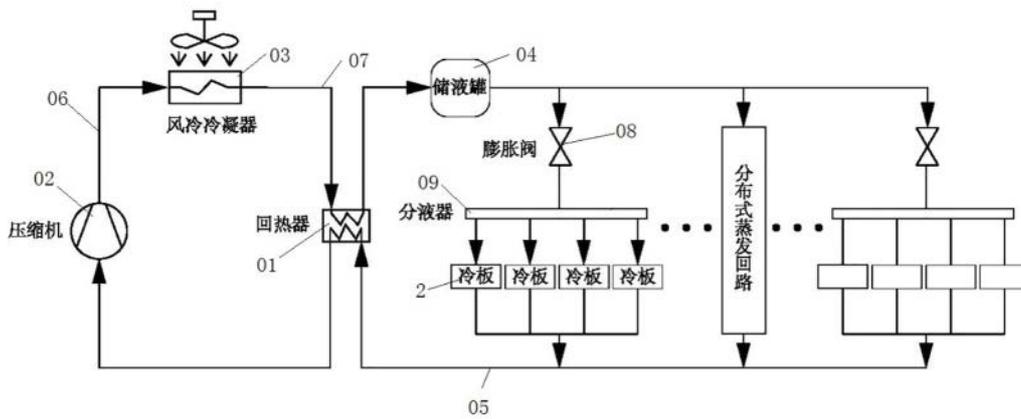


图4

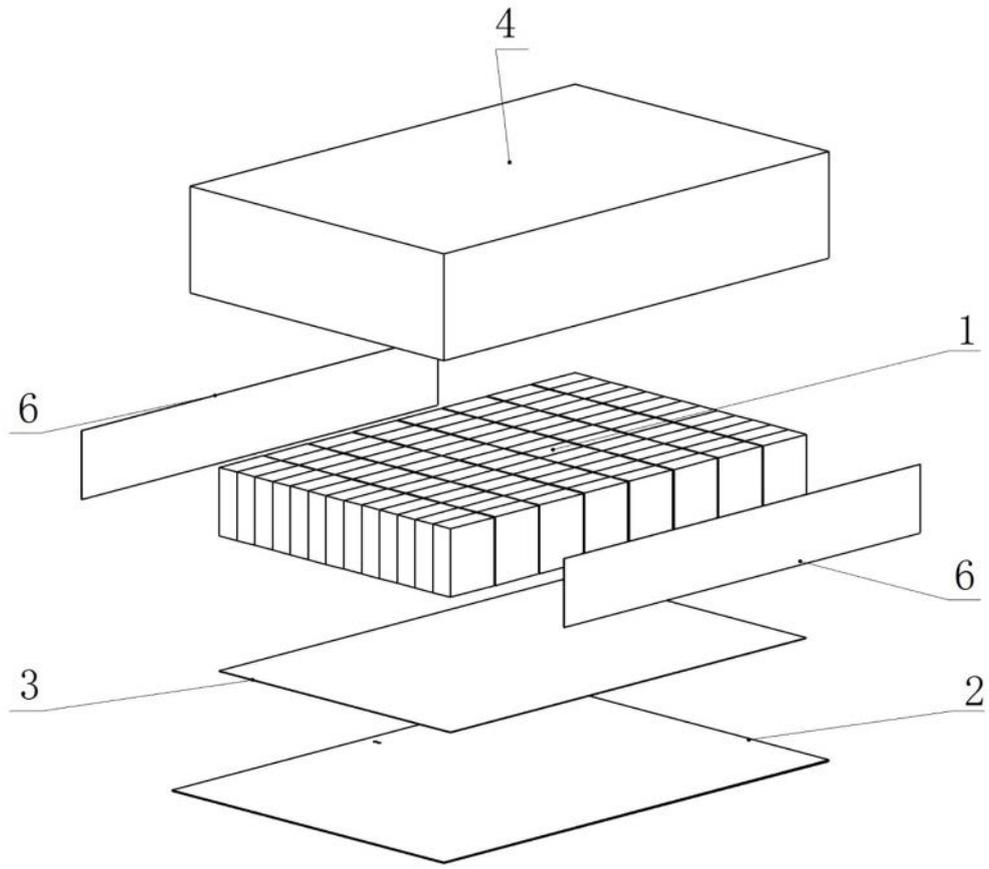


图5

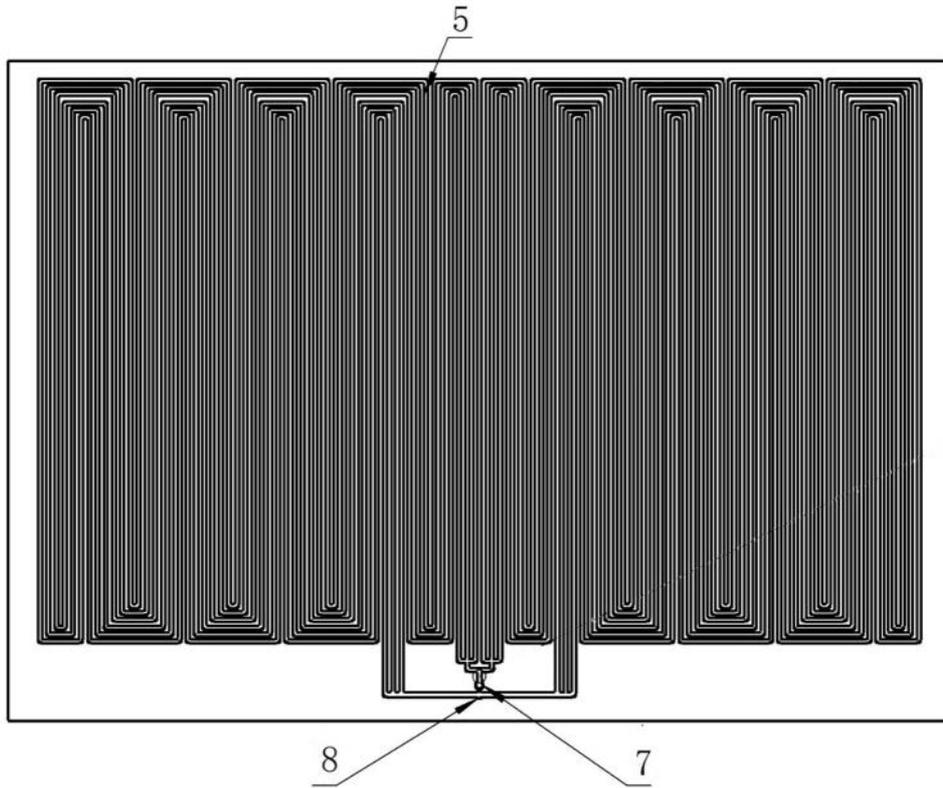


图6

入口段结构局部放大图

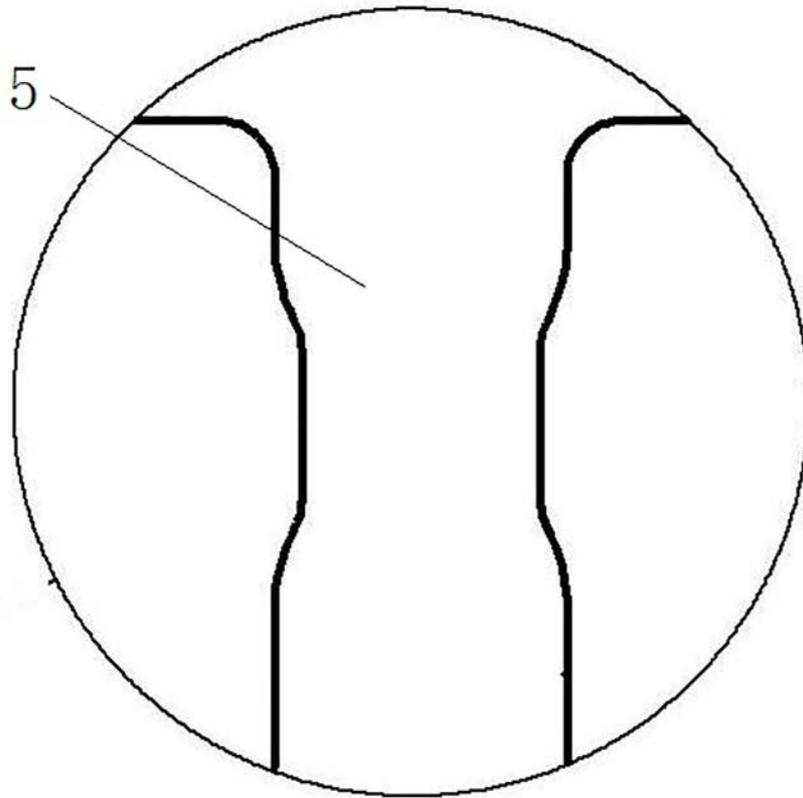


图7