



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102315498 A

(43) 申请公布日 2012.01.11

(21) 申请号 201010215921.1

(22) 申请日 2010.06.30

(71) 申请人 上海汽车集团股份有限公司

地址 201203 上海市张江高科技园区松涛路  
563 号 1 号楼 516 室

(72) 发明人 王天英 张良

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001

代理人 谭佐晞 李家麟

(51) Int. Cl.

H01M 10/50(2006.01)

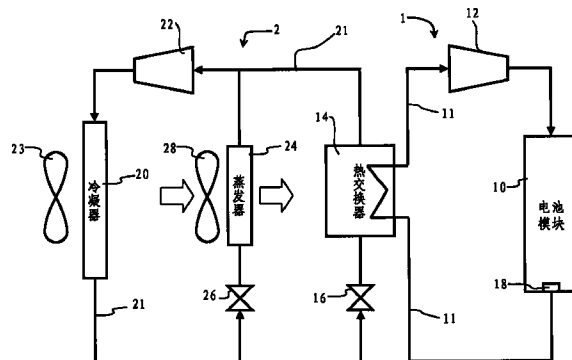
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 2 页

## (54) 发明名称

电池热管理控制方法

## (57) 摘要

本发明公开电池热管理控制方法,该方法包括利用水泵驱动冷却液,由冷却液与电池模块进行热交换,从而对电池模块散热的步骤;采集冷却液的温度的步骤;在水泵关闭的情况下,当冷却液温度达到启动温度时,启动水泵的步骤;及在水泵启动的情况下,当冷却液温度达到关闭温度时,关闭水泵的步骤。其中,启动温度大于关闭温度。这样,避免频繁启动水泵而造成水泵容易损坏。而且通过避免水泵的频繁启动,也避免了能源浪费。



1. 电池热管理控制方法,包括利用水泵驱动电池冷却回路里的冷却液,由冷却液与电池模块进行热交换,从而对电池模块散热的步骤,其特征在于,其还包括:

采集冷却液的温度;

在水泵关闭的情况下,当冷却液温度达到启动温度时,启动水泵的步骤;及

在水泵启动的情况下,当冷却液温度达到关闭温度时,关闭水泵的步骤;

其中,所述启动温度大于所述关闭温度。

2. 根据权利要求 1 所述的电池热管理控制方法,其中,所述方法还包括:

在水泵启动的情况下,当电池模块温度达到标定高温时,打开空调制冷剂回路中的电池制冷支路,使空调制冷剂回路的制冷剂通过热交换器与电池冷却回路的冷却液进行热交换,进一步对电池冷却回路降温的步骤。

3. 根据权利要求 2 所述的电池热管理控制方法,其中,还包括在打开电池制冷支路的情况下,当电池模块温度达到标定低温时,关闭电池制冷支路,空调制冷剂回路的制冷剂不通过热交换器与电池冷却回路的冷却液进行热交换,从而停止用空调制冷剂回路对电池冷却回路降温的步骤。

4. 根据权利要求 3 所述的电池热管理控制方法,其中,所述标定高温大于所述启动温度并且大于所述标定低温,而且所述标定低温大于所述关闭温度。

5. 根据权利要求 4 所述的电池热管理控制方法,其中,通过控制热交换器阀的打开和关闭实现电池制冷支路的打开和关闭,关闭热交换器阀之前先判断是否有其他导通的支路在工作,如果没有,则在关闭热交换器阀之前先关闭空调制冷剂回路的压缩机。

6. 根据权利要求 1 所述的电池热管理控制方法,其中,还在冷却液里设置冷却液传感器,所述冷却液传感器采集冷却液的温度。

7. 根据权利要求 3 所述的电池热管理控制方法,其中,空调制冷剂回路包括乘用车舱制冷及电池制冷两条支路,乘用车舱制冷支路经过乘用车舱阀及蒸发器;电池制冷支路经过热交换器阀及热交换器,通过乘用车舱阀控制乘用车舱制冷支路的通断,通过热交换器阀控制电池制冷支路的通断。

8. 根据权利要求 7 所述的电池热管理控制方法,其中,乘用车舱阀和热交换器阀分别是集成有膨胀阀和截止阀的控制阀。

9. 根据权利要求 3 所述的电池热管理控制方法,在空调制冷剂回路中,还根据空调的压力及冷却模式的不同来判断制冷需求,根据制冷需求的大小对压缩机及冷凝器的冷风扇的转速进行调整。

10. 根据权利要求 9 所述的电池热管理控制方法,其中,在制冷需求增大时,把压缩机的转速和/或冷凝器的冷风扇的转速升高;在制冷需求减小时,把压缩机的转速和/或冷凝器的冷风扇的转速降低。

11. 根据权利要求 5 所述的电池热管理控制方法,其中,电池冷却回路由电池管理系统控制,空调制冷剂回路由自动温度控制器控制,电池管理系统与自动温度控制器通过相互通信协同控制电池冷却回路及空调制冷剂回路两个循环的工作状态。

12. 根据权利要求 11 所述的电池热管理控制方法,其中,电池管理系统与自动温度控制器通过 CAN 总线相互通信,通信的信号包括:

BMS 泵状态信号,其用于表示水泵的输出驱动器状态,其由电池管理系统发布,自动温

度控制器接收,所述 BMS 泵状态信号包括启动信号及关闭信号,启动信号用于表示水泵已经启动正常运转;关闭信号用于表示水泵没有运转,处于关闭状态;

BMS 冷却液温度信号,其用于表示电池冷却回路中冷却液的温度,其由电池管理系统检测到;

电池模块温度信号,其用于表示电池模块中电池自身的温度,其由电池管理系统通过混合动力控制单元发布,自动温度控制器接收;

电池模块冷却器关闭请求信号,其用于表示请求关闭热交换器阀,其由电池管理系统发布,自动温度控制器接收;当在电池管理系统发现水泵失效关闭时,或者当电池温度高于预定失效温度而失效时,或者当电池本身发生其他失效情况时,设置电池模块冷却器关闭请求信号为真;当电池温度没有异常时,设置电池模块冷却器关闭请求信号为假;

电池模块冷却器就绪信号,其由自动温度控制器发布,电池管理系统接收;当压缩机和热交换器阀均打开时,设置电池模块冷却器就绪信号为真,否则设置电池模块冷却器就绪信号为假。

13. 根据权利要求 1 所述的电池热管理控制方法,其中,在出厂时把启动温度和关闭温度标定为最优化的标定值;或者由用户在使用过程中人工标定启动温度和关闭温度;或者由控制程序根据电池模块自身的参数自动标定启动温度和关闭温度。

14. 根据权利要求 1 所述的电池热管理控制方法,其中,启动温度比关闭温度大摄氏 2 至 10 度。

15. 根据权利要求 14 所述的电池热管理控制方法,其中,启动温度比关闭温度大摄氏 5 度。

16. 根据权利要求 11 所述的电池热管理控制方法,其中,电池管理系统通过发布电池模块冷却器关闭请求信号,通知自动温度控制器是否需要制冷。

17. 根据权利要求 7 所述的电池热管理控制方法,其中,在打开热交换器阀之前先判断压缩机是否打开,如果压缩机没有打开,则不打开热交换器阀。

18. 根据权利要求 12 所述的电池热管理控制方法,其中,如果空调制冷剂回路正常工作,把电池模块冷却器就绪信号设置为真;如果空调制冷剂回路没有正常工作,把电池模块冷却器就绪信号设置为假。

19. 根据权利要求 3 所述的电池热管理控制方法,其中,判断电池模块温度达到标定低温时的过程包括多次比较,在比较一次后,保存比较结果,延迟标定的延迟时间后把电池模块温度与标定低温再重新进行一次比较;如果在延迟时间前后两次比较的结果没有变化,则判断结果成立,如果发生变化,则再延迟标定的延迟时间后进行比较,依此类推,直到判断结果成立。

20. 根据权利要求 19 所述的电池热管理控制方法,其中,所述标定的延迟时间为 1-10 秒。

21. 根据权利要求 20 所述的电池热管理控制方法,其中,所述标定的延迟时间为 5 秒。

22. 根据权利要求 4 所述的电池热管理控制方法,其中,在出厂时把标定高温和标定低温标定为最优化的标定值;或者由用户在使用过程中人工标定出标定高温和标定低温;或者由控制程序根据电池模块自身的参数自动标定出标定高温和标定低温。

23. 根据权利要求 22 所述的电池热管理控制方法,其中,标定高温比标定低温大摄氏 2

至 10 度。

24. 根据权利要求 23 所述的电池热管理控制方法,其中,标定高温比标定低温大摄氏 5 度。

25. 电池热管理控制方法,包括利用水泵驱动电池冷却回路里的冷却液,由冷却液与电池模块进行热交换,从而对电池模块散热的步骤,其特征在于,其还包括:当电池模块温度达到标定高温时,打开空调制冷剂回路的电池制冷支路,使空调制冷剂回路的制冷剂通过热交换器与电池冷却回路的冷却液进行热交换,进一步对电池冷却回路降温的步骤;在打开电池制冷支路的情况下,当电池模块温度达到标定低温时,关闭电池制冷支路,空调制冷剂回路的制冷剂不通过热交换器与电池冷却回路的冷却液进行热交换,从而停止用空调制冷剂回路对电池冷却回路降温的步骤;其中,所述标定高温大于所述标定低温。

26. 根据权利要求 25 所述的电池热管理控制方法,其中,通过控制热交换器阀的打开和关闭实现电池制冷支路的打开和关闭。

## 电池热管理控制方法

### 【技术领域】

[0001] 本发明涉及车用电池热管理控制领域,尤其涉及用于包括空调制冷剂回路的车辆的电池热管理控制方法。

### 【背景技术】

[0002] 传统车辆中的蓄电池功率一般相对较小,工作温度比较低。安装有大功率的动力蓄电池的车辆,如混合动力汽车及电动汽车等,由于动力蓄电池需要对车辆的驱动电机提供电力,其输出功率大,常常会产生热量而导致动力蓄电池的温度升高,当温度太高时容易导致动力蓄电池的工作异常,甚至产生动力蓄电池爆炸的危险。因此,需要设计专门的电池热管理系统,以帮助动力蓄电池运行在最佳的温度区间内。

[0003] 由于动力电池在满负载工作时产生的热量比较大,通常电池热管理系统需要配备主动型的散热系统。在电池负载比较大时,启动散热系统对电池模块进行散热。在电池负载比较小时,再关闭散热系统。但是,由于电池模块自身的温度并不仅仅与电池的负载大小,还会受到环境温度及散热系统状态等因素的影响,因此这样的电池热管理控制系统及其方法,可能会造成不必要的能源浪费,不能高效地控制好电池模块的温度。

[0004] 因此,迫切需要提出一种改进型电池热管理控制方法以克服现有技术中存在的技术问题。

### 【发明内容】

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种电池热管理控制方法,高效地控制好电池模块的温度,避免不必要的能源浪费。

[0006] 本发明提供了电池热管理控制方法,该方法包括利用水泵驱动冷却液,由冷却液与电池模块进行热交换,从而对电池模块散热的步骤;采集冷却液的温度步骤;在水泵关闭的情况下,当冷却液温度达到启动温度时,启动水泵的步骤;及在水泵启动的情况下,当冷却液温度达到关闭温度时,关闭水泵的步骤。其中,启动温度大于关闭温度。

[0007] 这样在水泵关闭之后,冷却液需要经过相对较长的时间才能达到设定的启动温度;而在水泵启动之后,冷却液需要经过相对较长的时间才能达到设定的关闭温度。从而,避免频繁启闭水泵而造成水泵容易损坏。而且,由于启动水泵通常需要耗费比平稳工作时更多的电能,因此通过避免水泵的频繁启动,也避免了能源浪费。

[0008] 在一种优选的实施方式中,所述方法还包括:在水泵启动的情况下,当电池模块温度达到标定高温时,打开空调制冷剂回路中的电池制冷支路,使空调制冷剂回路的制冷剂通过热交换器与电池冷却回路的冷却液进行热交换,进一步对电池冷却回路降温的步骤。从而利用车辆通常配备有的空调制冷剂回路对电池冷却回路提供强制制冷,以保护电池冷却回路工作在正常的温度范围内。

[0009] 在一种优选的实施方式中,还包括在打开电池制冷支路的情况下,当电池模块温度达到标定低温时,关闭电池制冷支路,空调制冷剂回路的制冷剂不通过热交换器与电池

冷却回路的冷却液进行热交换,从而停止用空调制冷剂回路对电池冷却回路降温的步骤。因此,在对电池冷却回路提供制冷后,并不是简单地在温度降到低于标定高温  $T_{高}$  时,立即停止提供制冷,而是在低于标定低温  $T_{低}$  时才停止提供制冷,避免了频繁启闭电池制冷支路而造成不必要的元件损坏,同时降低能量消耗。

[0010] 优选地,所述标定高温大于所述启动温度并且大于所述标定低温,而且所述标定低温大于所述关闭温度。

[0011] 在一种优选的实施方式中,通过控制热交换器阀的打开和关闭实现电池制冷支路的打开和关闭,关闭热交换器阀之前先判断是否有其他导通的支路在工作,如果没有,则在关闭热交换器阀之前先关闭空调制冷剂回路的压缩机。这样可以防止在电池制冷回路和空调制冷剂回路两个都关闭的情况下,运行压缩机,从而,不但避免对空调制冷剂回路造成损坏,而且避免造成能源浪费。

[0012] 在一种优选的实施方式中,还在冷却液里设置冷却液传感器,所述冷却液传感器采集冷却液的温度。

[0013] 在一种优选的实施方式中,空调制冷剂回路包括乘用车舱制冷及电池制冷两条支路,乘用车舱制冷支路经过乘用车舱阀及蒸发器;电池制冷支路经过热交换器阀及热交换器,通过乘用车舱阀控制乘用车舱制冷支路的通断,通过热交换器阀控制电池制冷支路的通断。

[0014] 优选地,乘用车舱阀和热交换器阀分别是集成有膨胀阀和截止阀的控制阀。

[0015] 在一种优选的实施方式中,在空调制冷剂回路中,还根据空调的压力及冷却模式的不同来判断制冷需求,根据制冷需求的大小对压缩机及冷凝器的冷风扇的转速进行调整。优选地,在制冷需求增大时,把压缩机的转速和 / 或冷凝器的冷风扇的转速升高;在制冷需求减小时,把压缩机的转速和 / 或冷凝器的冷风扇的转速降低。从而消耗恰当的能源,输出合适的制冷量,避免能源浪费。

[0016] 在一种优选的实施方式中,电池冷却回路由电池管理系统控制,空调制冷剂回路由自动温度控制器控制,电池管理系统与自动温度控制器通过相互通信协同控制电池冷却回路及空调制冷剂回路两个循环的工作状态。

[0017] 在一种优选的实施方式中,电池管理系统与自动温度控制器通过 CAN 总线相互通信,通信的信号包括:

[0018] BMS 泵状态信号用于表示水泵的输出驱动器状态,其由电池管理系统发布,自动温度控制器接收,所述 BMS 泵状态信号包括启动信号及关闭信号,启动信号用于表示水泵已经启动正常运转;关闭信号用于表示水泵没有运转,处于关闭状态;

[0019] BMS 冷却液温度信号用于表示电池冷却回路中冷却液的温度,其由电池管理系统感测到;

[0020] 电池模块温度信号用于表示电池模块中电池自身的温度,其由电池管理系统通过混合动力控制单元发布,自动温度控制器接收;

[0021] 电池模块冷却器关闭请求信号用于表示请求关闭热交换器阀,其由电池管理系统发布,自动温度控制器接收;当在电池管理系统发现水泵失效关闭时,或者当电池温度高于预定失效温度而失效时,或者当电池本身发生其他失效情况时,设置电池模块冷却器关闭请求信号为真;当电池温度没有异常时,设置电池模块冷却器关闭请求信号为假;

[0022] 电池模块冷却器就绪信号由自动温度控制器发布,电池管理系统接收;当压缩机和热交换器阀均打开时,设置电池模块冷却器就绪信号为真,否则设置电池模块冷却器就绪信号为假。

[0023] 在一种优选的实施方式中,在出厂时把启动温度和关闭温度标定为最优化的标定值;或者由用户在使用过程中人工标定启动温度和关闭温度;或者由控制程序根据电池模块自身的参数自动标定启动温度和关闭温度。

[0024] 优选地,启动温度比关闭温度大摄氏 2 至 10 度。更优选地,启动温度比关闭温度大摄氏 5 度。

[0025] 在一种优选的实施方式中,电池管理系统通过发布电池模块冷却器关闭请求信号,通知自动温度控制器是否需要制冷。

[0026] 在一种优选的实施方式中,在打开热交换器阀之前先判断压缩机是否打开,如果压缩机没有打开,则不打开热交换器阀。这样避免在压缩机没有打开的情况下进行实际不起作用的打开热交换器阀的操作。

[0027] 在一种优选的实施方式中,如果空调制冷剂回路正常工作,把电池模块冷却器就绪信号设置为真;如果空调制冷剂回路没有正常工作,把电池模块冷却器就绪信号设置为假。

[0028] 在一种优选的实施方式中,判断电池模块温度达到标定低温时的过程包括多次比较,在比较一次后,保存比较结果,延迟标定的延迟时间后把电池模块温度与标定低温重新进行一次比较;如果在延迟时间前后两次比较的结果没有变化,则判断结果成立,如果发生变化,则再延迟标定的延迟时间后进行比较,依此类推,直到判断结果成立。优选地,所述标定的延迟时间为 1-10 秒。更优选地,所述标定的延迟时间为 5 秒。从而避免因电池模块温度的不稳定情况而造成的误判。

[0029] 在一种优选的实施方式中,在出厂时把标定高温和标定低温标定为最优化的标定值;或者由用户在使用过程中人工标定出标定高温和标定低温;或者由控制程序根据电池模块自身的参数自动标定出标定高温和标定低温。

[0030] 优选地,标定高温比标定低温大摄氏 2 至 10 度。更优选地,标定高温比标定低温大摄氏 5 度。

[0031] 本发明还提供了电池热管理控制方法,包括利用水泵驱动电池冷却回路里的冷却液,由冷却液与电池模块进行热交换,从而对电池模块散热的步骤,其还包括:当电池模块温度达到标定高温时,打开空调制冷剂回路的电池制冷支路,使空调制冷剂回路的制冷剂通过热交换器与电池冷却回路的冷却液进行热交换,进一步对电池冷却回路降温的步骤;在打开电池制冷支路的情况下,当电池模块温度达到标定低温时,关闭电池制冷支路,空调制冷剂回路的制冷剂不通过热交换器与电池冷却回路的冷却液进行热交换,从而停止用空调制冷剂回路对电池冷却回路降温的步骤;其中,所述标定高温大于所述标定低温。优选地,通过控制热交换器阀的打开和关闭实现电池制冷支路的打开和关闭。从而,在电池模块的温度过高时(电池模块的温度达到标定高温  $T_{\text{高}}$ ),利用车辆通常配备有的空调制冷剂回路对电池冷却回路提供强制制冷,从而保护电池冷却回路工作在正常的温度范围内。并且,在对电池冷却回路提供制冷后,也不是简单地在温度降低到低于标定高温  $T_{\text{高}}$  时,立即停止提供制冷,而是在低于标定高温  $T_{\text{高}}$  的标定低温  $T_{\text{低}}$  时才停止提供制冷,避免了频繁开关热交换

器阀而造成不必要的损坏,同时降低能量消耗。

【0032】 本发明的电池热管理控制方法,可以智能地管理电池模块的工作温度,使电池模块工作在适当的温度范围内,同时能够把能量消耗最低化。

【0033】 通过以下参考附图的详细说明,本发明的其它方面和特征变得明显。但是应当知道,该附图仅仅为解释的目的设计,而不是作为本发明的范围的限定,这是因为其应当参考附加的权利要求。还应当知道,除非另外指出,不必要依比例绘制附图,它们仅仅力图概念地说明此处描述的结构和流程。

### 【附图说明】

【0034】 图 1 是根据本发明一种实施方式的车用电池热管理系统的示意图。

【0035】 图 2 是根据本发明一种实施方式的水泵开关策略示意图。

【0036】 图 3 是根据本发明一种实施方式的空调制冷剂回路控制逻辑示意图。

### 【具体实施方式】

【0037】 为使上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

【0038】 请参阅图 1 所示,根据本发明一种实施方式的车用电池热管理系统,其涉及电池冷却回路 1 及空调制冷剂回路 2。

【0039】 电池冷却回路 1 包括用冷却液导管 11 依次连通的水泵 12、电池模块 10 及热交换器 14。水泵 12 可以是电动或者机械驱动,其驱动冷却液通过冷却液导管 11 流动,并循环通过电池模块 10 及热交换器 14。冷却液在冷却液导管 11 连通的环路中循环,形成冷却液循环回路。在冷却液循环回路中,冷却液在流过电池模块 10 时,通过热交换从通常温度更高的电池模块 10 吸收热量而升高温度;同时,电池模块 10 散发热量而降低温度。在冷却液里还设置冷却液传感器 18,冷却液传感器 18 采集冷却液的温度。

【0040】 空调制冷剂回路 2 有比电池冷却回路 1 更低的温度,电池冷却回路 1 和空调制冷剂回路 2 在热交换器 14 中进行热交换,使电池冷却回路 1 中的冷却液温度更低。空调制冷剂回路 2 包括用制冷剂导管 21 连通的压缩机 22、冷凝器 20、乘用车舱阀 26、蒸发器 24、热交换器阀 16 及热交换器 14。压缩机 22 驱动制冷剂在制冷剂导管 21 连通的环路中循环,形成制冷剂循环回路。制冷剂循环回路包括乘用车舱制冷及电池制冷两条支路,乘用车舱制冷支路经过乘用车舱阀 26 及蒸发器 24;电池制冷支路经过热交换器阀 16 及热交换器 14。乘用车舱阀 26 是集成有膨胀阀和截止阀的控制阀。其中,膨胀阀起到节流降压的作用,经冷凝器 20 冷凝后的高压制冷剂液体经过乘用车舱阀 26 的膨胀阀时,因受阻而使压力下降,导致部分制冷剂液体气化,同时吸收气化潜热,其本身温度相应降低,成为低温低压的湿蒸汽,然后进入蒸发器 24。乘用车舱阀 26 还通过其集成的截止阀控制是否有制冷剂通过蒸发器 24,从而控制是否对乘客舱制冷。蒸发器 24 用于与需要使用冷气的空间如乘客舱,通过与该空间里的空气进行热交换提供空气制冷。在本实施方式中,压缩机 22 可以由车辆的发动机驱动的机械驱动压缩机,也可以是电动压缩机。电动压缩机可以由包括动力电池的电池模块 10 提供的电力驱动。热交换器阀 16 是集成有膨胀阀和截止阀的控制阀。其中,膨胀阀起到节流降压的作用,经冷凝器 20 冷凝后的高压制冷剂液体经过热交换器阀 16 的



膨胀阀时,因受阻而使压力下降,导致部分制冷剂液体气化,同时吸收气化潜热,其本身温度也相应降低,成为低温低压的湿蒸汽。降压后的制冷剂进入热交换器 14,通过热交换对电池冷却回路 1 的冷却液降温。热交换器阀 16 的截止阀用于控制是否有制冷剂通过热交换器 14,从而控制是否对电池冷却回路 1 制冷。优选地,空调制冷剂回路 2 中设有冷风扇,在本实施方式中,其为一种 PWM(脉宽调制)冷风扇 23,PWM 冷风扇 23 设置在冷凝器 20 周围,用于加快冷凝器 20 周围的空气流通,促进冷凝器 20 中的高温制冷剂与环境空气热交换;空调制冷剂回路 2 中另设有鼓风机 28,鼓风机 28 设置在蒸发器 24 周围,用于将蒸发器 24 周围的冷空气吹入乘客舱中。

[0041] 在空调制冷剂回路 2 对电池冷却回路 1 制冷的情况下,空调制冷剂回路 2 中的制冷剂和电池冷却回路 1 中的冷却液在热交换器 14 中进行热交换,将通常温度较高的冷却液携带的热量传递给制冷剂,由制冷剂将热量带走。冷却液在流过热交换器 14 时,散发热量而温度降低;冷却液在流过电池模块 10 时,吸收热量而温度升高,同时,电池模块 10 散发热量而温度降低。

[0042] 在空调制冷剂回路 2 中,车辆的空调系统还可以根据空调的压力及冷却模式的不同来判断制冷需求,根据制冷需求的大小对压缩机 22 及 PWM 冷风扇 23 的转速进行调整。例如,在制冷需求增大时,把压缩机 22 的转速和 / 或 PWM 冷风扇 23 的转速升高;在制冷需求减小时,把压缩机 22 的转速和 / 或 PWM 冷风扇 23 的转速降低。从而消耗恰当的能源,输出合适的制冷量,避免能源浪费。

[0043] 电池冷却回路 1 通常由电池管理系统 (BMS, 未图示) 控制,空调制冷剂回路 2 通常由自动温度控制器 (ATC, 未图示) 控制。BMS 与 ATC 通过相互通信,协同控制电池冷却回路 1 及空调制冷剂回路 2 两个循环的工作状态。例如 BMS 与 ATC 通过 CAN 总线相互通信,其中通信的信号包括: BMS 泵状态信号、BMS 冷却液温度信号、电池模块温度信号、电池模块冷却器关闭请求信号以及电池模块冷却器就绪信号等。

[0044] BMS 泵状态信号用于表示水泵 12 的输出驱动器状态,其由 BMS 发布,ATC 接收。BMS 泵状态信号包括“启动”及“关闭”等。启动信号表示水泵 12 已经启动正常运转;关闭信号表示水泵 12 没有运转,处于关闭状态。

[0045] BMS 冷却液温度信号用于表示电池冷却回路 1 中冷却液的温度,其由 BMS 感测到,其中,冷却液的温度通常由冷却液传感器 18 采集。

[0046] 电池模块温度信号用于表示电池模块 10 中电池自身的温度,其由 BMS 通过混合动力控制单元 (HCU) 发布,ATC 接收。

[0047] 电池模块冷却器关闭请求信号用于表示请求关闭热交换器阀 16,其由 BMS 发布,ATC 接收。例如,在 BMS 发现水泵 12 失效关闭时,设置电池模块冷却器关闭请求信号为真;或者,电池温度高于预定失效温度(如,摄氏 40 度)而失效或者电池本身发生其他失效情况时,设置电池模块冷却器关闭请求信号为真;而在电池温度没有异常时,设置电池模块冷却器关闭请求信号为假。

[0048] 电池模块冷却器就绪信号由 ATC 发布,BMS 接收。当压缩机 22 和热交换器阀 16 均打开时,设置电池模块冷却器就绪信号为真,否则设置电池模块冷却器就绪信号为假。

[0049] 请结合参阅图 2 所示根据发明的一种具体实施方式,在水泵 12 关闭的情况下,当冷却液温度达到启动温度  $T_{启}$  时,启动水泵 12;在水泵 12 启动的情况下,当冷却液温度达到

关闭温度  $T_{\text{闭}}$  时, 关闭水泵 12。启动温度  $T_{\text{启}}$  与关闭温度  $T_{\text{闭}}$  不相等, 并且, 启动温度  $T_{\text{启}}$  大于关闭温度  $T_{\text{闭}}$ 。在本实施方式中, 启动温度  $T_{\text{启}}$  为摄氏 30 度, 关闭温度  $T_{\text{闭}}$  为摄氏 25 度。这样在水泵 12 关闭之后, 冷却液需要经过相对较长的时间才能达到设定的启动温度  $T_{\text{启}}$ ; 而在水泵 12 启动之后, 冷却液也需要经过相对较长的时间才能达到设定的关闭温度  $T_{\text{闭}}$ 。从而, 避免频繁启闭水泵 12 而造成水泵 12 容易损坏。而且, 由于启动水泵 12 通常需要耗费比平稳工作时更多的电能, 因此通过避免水泵 12 的频繁启动, 也避免了能源浪费。启动温度  $T_{\text{启}}$  和关闭温度  $T_{\text{闭}}$  可以在出厂时标定, 从而提供最优化的标定值; 启动温度  $T_{\text{启}}$  和关闭温度  $T_{\text{闭}}$  也可以由用户在使用过程中人工标定, 可以在电池老化时, 对标定值进行适当调整, 以维持电池模块 10 工作在最佳的温度范围; 也可以由控制程序根据电池模块 10 自身的参数自动调整。优选地, 启动温度  $T_{\text{启}}$  比关闭温度  $T_{\text{闭}}$  大摄氏 2 至 10 度。更优选地, 启动温度  $T_{\text{启}}$  比关闭温度  $T_{\text{闭}}$  大摄氏 5 度。

[0050] 请结合参阅图 3 所示根据本发明一种具体实施方式的空调制冷剂回路 2 的控制逻辑。在控制程序开始后进入步骤 S1, 在步骤 S1 中, 判断电池模块冷却器关闭请求信号是否为真。如果步骤 S1 判断是否定的, 说明 BMS 没有请求关闭热交换器阀 16。于是, 进入步骤 S2 进行进一步判断, 在步骤 S2 中判断电池模块 10 的温度是否过高。该判断通过将电池模块 10 的温度与标定高温  $T_{\text{高}}$  进行比较来实现, 具体地为判断电池模块 10 的温度是否小于标定高温  $T_{\text{高}}$ 。在本具体实施方式中, 标定高温  $T_{\text{高}}$  为摄氏 35 度。如果判断结果为电池模块 10 的温度小于标定高温  $T_{\text{高}}$ , 则说明电池模块 10 的温度没有过高, 否则, 则说明电池模块 10 的温度过高。如果步骤 S2 的判断为电池模块 10 的温度不小于标定高温  $T_{\text{高}}$ , 则说明电池模块 10 的温度过度, 需要加强降温措施, 则进入步骤 S3。在步骤 S3 中打开热交换器阀 16。但是, 由于空调制冷剂回路 2 由其他的过程控制, 例如由车辆的空调系统的有关过程控制。因此, 需要进入步骤 S4。在步骤 S4 中进一步判断压缩机 22 是否打开。如果步骤 S4 判断肯定, 则说明空调制冷剂回路 2 正常工作, 可以正常地对电池冷却回路 1 提供制冷, 于是进入步骤 S5。在步骤 S5 中把电池模块冷却器就绪信号设置为真, 并通过 CAN 总线公布。在这里, 在压缩机 22 没有打开的情况下进行, 即使打开热交换器阀 16, 也不会制冷。因此, 也可以把步骤 S3 改在步骤 S4 判断肯定之后进行, 然后再进行步骤 S5, 这样避免在压缩机 22 没有打开的情况下进行实际不起作用的打开热交换器阀 16 的操作。

[0051] 如果步骤 S4 判断否定, 则说明空调制冷剂回路 2 没有正常工作, 不能正常地对电池冷却回路 1 提供制冷, 于是进入步骤 S6。在步骤 S6 中把电池模块冷却器就绪信号设置为假, 并通过 CAN 总线公布该信号。

[0052] 在步骤 S2 的判断为电池模块 10 的温度小于标定高温  $T_{\text{高}}$  时, 进入步骤 S7。在步骤 S7 中判断热交换器阀 16 是否已经打开。如果步骤 S7 判断肯定, 说明已经在以前的控制中对电池冷却回路 1 提供制冷, 则进一步进行步骤 S9。在步骤 S9 中, 判断电池模块 10 的温度是否已经足够低。该判断通过将电池模块温度与标定低温  $T_{\text{低}}$  进行比较来实现, 具体为判断电池模块 10 的温度是否小于标定低温  $T_{\text{低}}$ 。在本具体实施方式中, 标定低温  $T_{\text{低}} = 30$  度。如果电池模块 10 的温度低于标定低温  $T_{\text{低}}$ , 说明电池模块 10 已经降到足够低的温度, 则步骤 S9 判断为肯定, 反之步骤 S9 判断为否定。但是, 由于电池模块 10 的温度存在不稳定情况, 在具体实施方式中, 步骤 S9 的判断过程包括多次比较, 即比较一次后, 保存比较结果, 延迟标定的延迟时间  $T_{\text{延}}$  后把电池模块 10 的温度与标定低温  $T_{\text{低}}$  再重新进行一次比较。如果在

延迟时间  $T_{延}$  前后两次比较的结果没有变化,则判断结果成立,如果发生变化,则再延迟标定的延迟时间  $T_{延}$  后进行比较,依此类推,直到判断结果成立。该标定的延迟时间  $T_{延}$  优选为 1-10 秒。在一种具体实施方式中,该标定的延迟时间  $T_{延}$  为 5 秒。在具体的实施方式中,在出厂时把标定高温  $T_{高}$  和标定低温  $T_{低}$  标定为最优化的标定值;也可以由用户在使用过程中人工标定出标定高温  $T_{高}$  和标定低温  $T_{低}$ ;也可以由控制程序根据电池模块自身的参数自动标定出标定高温  $T_{高}$  和标定低温  $T_{低}$ 。优选地,标定高温  $T_{高}$  比标定低温  $T_{低}$  大摄氏 2 至 10 度。更优选地,标定高温  $T_{高}$  比标定低温  $T_{低}$  大摄氏 5 度。

[0053] 在步骤 S9 判断为否定时,则进入步骤 S3,之后的步骤同前。

[0054] 在步骤 S9 判断为肯定时,可以停止对电池冷却回路 1 提供制冷,则进入步骤 S11。在步骤 S11 判断乘客车舱阀 26 是否打开。如果乘客车舱阀 26 没有打开,则步骤 S11 判断是否定的,则要先进入步骤 S12。在步骤 S12 中关闭压缩机 22,再进入步骤 S13。在步骤 S13 中关闭热交换器阀 16。这样可以防止在热交换器阀 16 和乘客车舱阀 26 两个都关闭的情况下,运行压缩机 22,从而,不但避免对空调制冷剂回路 2 造成损坏,而且避免造成能源浪费。如果步骤 S11 判断是肯定的,则说明乘客车舱正需要供冷,可以关闭热交换器阀 16 而不必关闭压缩机 22,于是进入步骤 S13。在步骤 S13 关闭热交换器阀 16。关闭热交换器阀 16 后,通过步骤 S6 把电池模块冷却器就绪信号设置为假,并通过 CAN 总线公布该信号。

[0055] 在步骤 S7 判断为否定时,说明在以前的控制中没有对电池冷却回路 1 提供制冷,则进入步骤 S11,步骤 S11 以后的步骤同前。

[0056] 如果步骤 S1 判断是肯定,说明 BMS 请求关闭热交换器阀 16。但是,在本实施方式中,并不是在接收到请求后直接关闭热交换器阀 16,而是先进入步骤 S11,在步骤 S11 中判断乘客车舱阀 26 是否打开,步骤 S11 以后的步骤同前。

[0057] 采用本发明的电池热管理控制方法,可以在电池模块 10 的温度不高(冷却液温度低于关闭温度  $T_{闭}$ )时,不采取特别的降温措施。电池模块 10 有点升温但不太高(冷却液温度达到启动温度  $T_{启}$ ,但是电池模块 10 的温度不超过标定高温  $T_{高}$ )时,通过启动水泵 12 驱动冷却液以比较简单的冷却液循环回路进行降温。在电池模块 10 的温度过高时(电池模块 10 的温度达到标定高温  $T_{高}$ ),利用车辆通常配备有的空调制冷剂回路 2 对电池冷却回路 1 提供强制制冷,从而保护电池冷却回路 1 工作在正常的温度范围内。而且,在水泵 12 启动后,并不是简单地在冷却液温度降到低于启动温度  $T_{启}$  时,立即关闭水泵 12,而是在冷却液温度降到低于比启动温度  $T_{启}$  低摄氏 5 度的关闭温度  $T_{闭}$  时才关闭水泵 12。避免了频繁启闭水泵 12 而造成不必要的损坏,同时降低能量消耗。并且,在对电池冷却回路 1 提供制冷后,也不是简单地在温度降到低于标定高温  $T_{高}$  时,立即停止提供制冷,而是在低于比标定高温  $T_{高}$  低摄氏 5 度的标定低温  $T_{低}$  时才停止提供制冷。避免了频繁开关热交换器阀 16 而造成不必要的损坏,同时降低能量消耗。因此,本发明的电池热管理控制方法,可以智能地管理电池模块 10 的工作温度,使电池模块 10 工作在适当的温度范围内,同时能够把能量消耗最低化。

[0058] 更有利地,标定高温  $T_{高}$  大于启动温度  $T_{启}$  并且大于标定低温  $T_{低}$ ,而且标定低温  $T_{低}$  大于关闭温度  $T_{闭}$ 。优选地,标定高温  $T_{高}$  比启动温度  $T_{启}$  高摄氏 5 度,并且标定高温  $T_{高}$  比标定低温  $T_{低}$  高摄氏 5 度;而标定低温  $T_{低}$  比关闭温度  $T_{闭}$  也大摄氏 5 度。这样,通过简单的温度监测,可以确保对电池冷却回路 1 提供制冷时水泵 12 是启动的,而且确保在停止对电池

冷却回路 1 提供制冷之后才关闭水泵 12。可以防止在冷却液不循环的情况下对电池冷却回路 1 提供制冷,避免造成系统损坏,并减少能源浪费。

[0059] 本发明虽然以较佳实施方式公开如上,但其并不是用来限定本发明,任何本领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围内,都可以做出可能的变动和修改,因此本发明的保护范围应当以本发明权利要求所界定的范围为准。

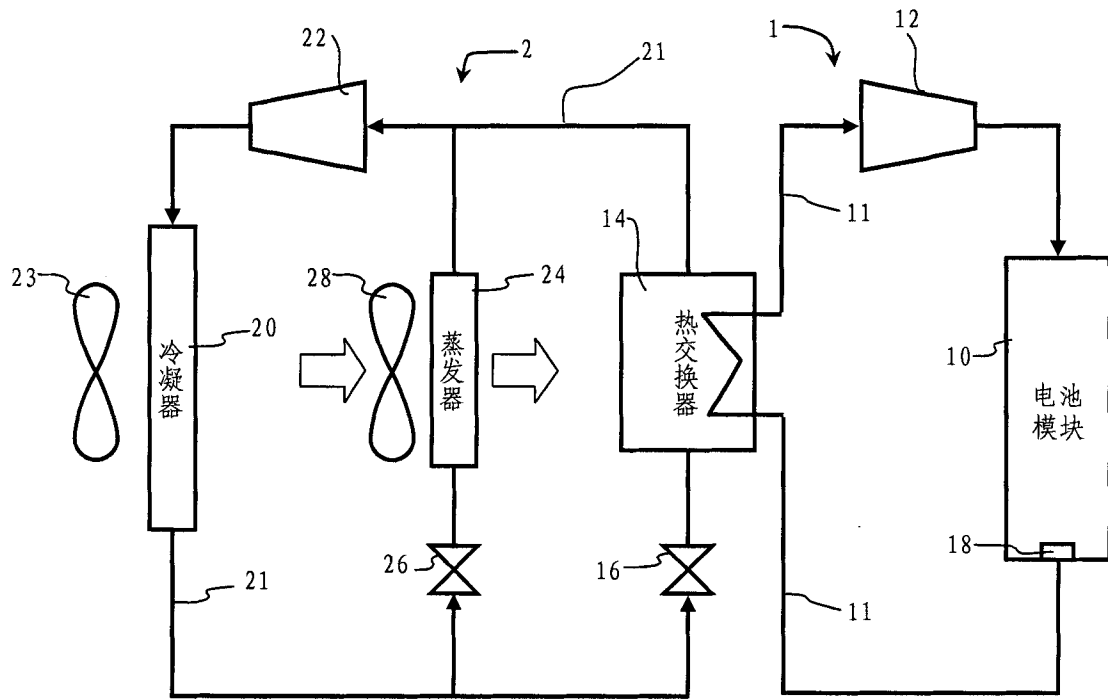


图 1

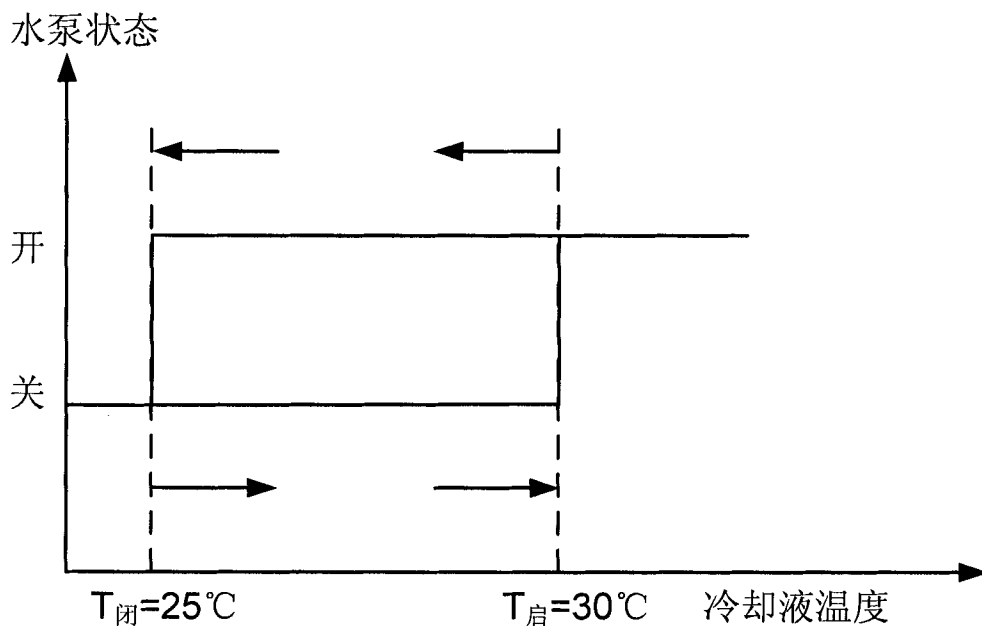


图 2

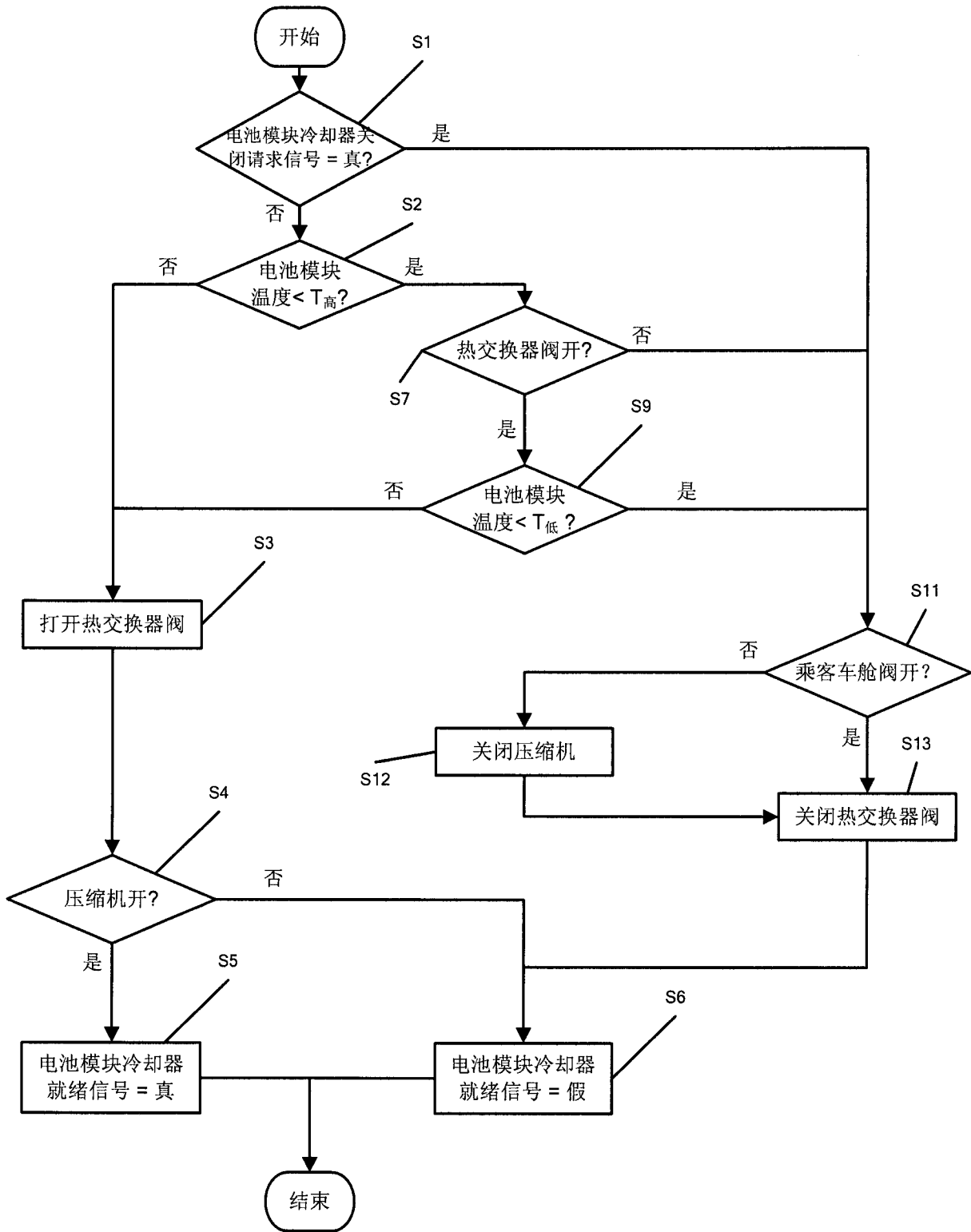


图 3