



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109428357 B

(45) 授权公告日 2020.11.20

(21) 申请号 201710773509.3

H01M 10/44 (2006.01)

(22) 申请日 2017.08.31

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109428357 A

CN 106549454 A, 2017.03.29

CN 102496979 A, 2012.06.13

CN 205178581 U, 2016.04.20

(43) 申请公布日 2019.03.05

CN 104079016 A, 2014.10.01

(73) 专利权人 比亚迪股份有限公司  
地址 518118 广东省深圳市坪山新区比亚  
迪路3009号

CN 204905967 U, 2015.12.23

CN 103248083 A, 2013.08.14

WO 2016207663 A1, 2016.12.29

(72) 发明人 罗红斌 王超 沈晓峰 曾求勇  
刘苑红 张祥

审查员 刘昊

(74) 专利代理机构 北京英创嘉友知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11447  
代理人 魏嘉熹 南毅宁

(51) Int. Cl.

H02J 7/00 (2006.01)

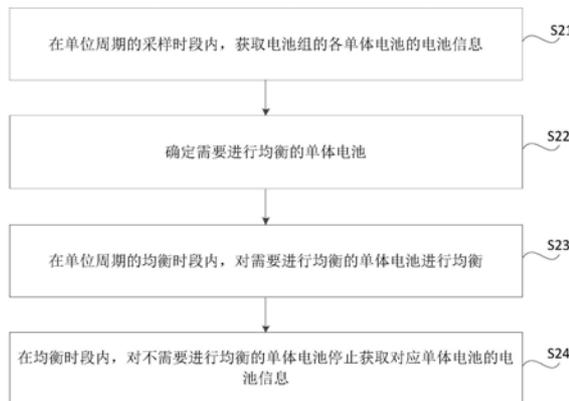
权利要求书3页 说明书14页 附图8页

(54) 发明名称

电池均衡方法、系统、车辆、存储介质及电子设备

(57) 摘要

本公开涉及一种电池均衡方法、系统、车辆、存储介质及电子设备,所述电池均衡方法包括:在单位周期的采样时段内,获取电池组的各单体电池的电池信息;确定需要进行均衡的单体电池;在所述单位周期的均衡时段内,对需要进行均衡的单体电池进行均衡;在所述均衡时段内,对不需要进行均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息。可以避免电池信息的采集和单体电池的均衡同时进行,从而避免均衡电流对单体电池的电池信息的影响,可以提高单体电池的电池信息采样的精度。



1. 一种电池均衡方法,其特征在于,包括:  
在单位周期的采样时段内,获取电池组的各单体电池的电池信息;  
确定需要进行均衡的单体电池;  
在所述单位周期的均衡时段内,对需要进行均衡的单体电池进行均衡;  
在所述均衡时段内,对不需要进行均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息,  
单位周期包括所述单位周期的均衡时段和所述单位周期的采样时段,  
所述方法还包括:计算需要进行均衡的单体电池的均衡时长;  
其中,在所述单位周期的均衡时段内对需要进行均衡的单体电池进行均衡包括:在一个或多个所述单位周期的均衡时段内对需要均衡的单体电池进行均衡,以使该单体电池在一个或多个所述单位周期的均衡时段内的累计均衡时长达到其对应的均衡时长;  
在所述均衡时段内,对不需要进行均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息包括:在所述一个或多个所述单位周期的所述均衡时段内,对不需要均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息,直到下一个单位周期的采样时段。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,单位周期包括所述单位周期的均衡时段和所述单位周期的采样时段,所述确定需要进行均衡的单体电池包括:  
根据每个单位周期的采样时段获取的电池组的各个单体电池的电池信息,重新确定需要进行均衡的单体电池。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:  
根据每个单位周期的采样时段获取的电池组的各单体电池的电池信息,计算需要进行均衡的单体电池的均衡时长。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,单位周期包括所述单位周期的均衡时段和所述单位周期的采样时段,所述确定需要进行均衡的单体电池包括:  
将目标单体电池确定为本单位周期内需要进行均衡的单体电池,所述目标单体电池为上一个单位周期确定的需要进行均衡且累计均衡时长未达到其对应的均衡时长的单体电池。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述确定需要进行均衡的单体电池包括:  
确定需要对所述目标单体电池之外的电池进行均衡的单体电池;  
则所述方法还包括:  
根据本单位周期获取的对应单体电池的电池信息,计算所述目标单体电池之外的电池进行均衡的单体电池的均衡时长。
6. 根据权利要求1-5中任一项所述的方法,其特征在于,所述电池信息包括电压值、SOC值、自放电率、单体电池内阻值、电流值、温度值中的至少一种。
7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法包括:  
对需要进行均衡的单体电池,根据该单体电池对应的预设均衡占空比,确定该单体电池对应的均衡时长。
8. 一种电池均衡系统,其特征在于,包括:均衡模块、采集模块以及控制模块;  
所述采集模块,用于在所述控制模块的控制下,在单位周期的采样时段内,采集电池组的各单体电池的电池信息;

所述控制模块,用于确定需要进行均衡的单体电池;在所述单位周期的均衡时段内,对需要进行均衡的单体电池进行均衡;在所述均衡时段内,对不需要进行均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息,

所述均衡模块,用于在所述控制模块的控制下对所对应的单体电池进行均衡,

单位周期包括所述单位周期的均衡时段和所述单位周期的采样时段,

所述控制模块,还用于计算需要进行均衡的单体电池的均衡时长;其中,在所述单位周期的均衡时段内对需要进行均衡的单体电池进行均衡包括:在一个或多个所述单位周期的均衡时段内对需要均衡的单体电池进行均衡,以使该单体电池在一个或多个所述单位周期的均衡时段内的累计均衡时长达到其对应的均衡时长;在所述均衡时段内,对不需要进行均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息包括:在所述一个或多个所述单位周期的所述均衡时段内,对不需要均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息,直到下一个单位周期的采样时段。

9. 根据权利要求8所述的系统,其特征在于,单位周期包括所述单位周期的均衡时段和所述单位周期的采样时段;所述控制模块,用于根据每个单位周期的采样时段获取电池组的各个单体电池的电池信息,重新确定需要进行均衡的单体电池。

10. 根据权利要求9所述的系统,其特征在于,所述控制模块,还用于根据每个单位周期的采样时段获取的电池组的各单体电池的电池信息,计算需要进行均衡的单体电池的均衡时长。

11. 根据权利要求8所述的系统,其特征在于,单位周期包括所述单位周期的均衡时段和所述单位周期的采样时段;所述控制模块,用于将目标单体电池确定为本单位周期内需要进行均衡的单体电池,所述目标单体电池为上一个单位周期确定的需要进行均衡且累计均衡时长未达到其对应的均衡时长的单体电池。

12. 根据权利要求11所述的系统,其特征在于,所述控制模块,用于确定需要对所述目标单体电池之外的电池进行均衡的单体电池;根据本单位周期获取的对应单体电池的电池信息,计算所述目标单体电池之外的电池进行均衡的单体电池的均衡时长。

13. 根据权利要求8-12任一项所述的系统,其特征在于,所述电池信息包括电压值、SOC值、自放电率、单体电池内阻值、电流值、温度值中的至少一种。

14. 根据权利要求8所述的系统,其特征在于,所述控制模块,还用于对需要进行均衡的单体电池,根据该单体电池对应的预设均衡占空比,确定该单体电池对应的均衡时长。

15. 根据权利要求8所述的系统,其特征在于,所述控制模块通过一个通道与对应于同一单体电池的采集模块和均衡模块连接,所述控制模块用于在确定与该控制模块连接的单体电池不需要进行均衡时,控制所述控制模块与对应的采样模块连接;或者,

所述控制模块还用于在确定与该控制模块连接的单体电池需要进行均衡时,所述采集模块和所述均衡模块分时复用所述通道。

16. 根据权利要求15所述的系统,其特征在于,所述控制模块包括控制芯片,所述控制芯片通过一个引脚和所述一个通道与对应于同一单体电池的采集模块和均衡模块连接。

17. 根据权利要求8所述的系统,其特征在于,所述控制模块通过两个通道分别与对应于同一单体电池的采集模块和均衡模块连接。

18. 根据权利要求17所述的系统,其特征在于,所述控制模块包括控制芯片,所述控制

芯片通过两个引脚分别与对应于同一单体电池的采集模块和均衡模块连接,所述两个引脚与所述两个通道一一对应。

19. 一种车辆,其特征在于,包括上述权利要求8-18任一项所述的电池均衡系统。

20. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序指令,其特征在于,该程序指令被处理器执行时实现权利要求1-7中任一项所述的方法。

21. 一种电子设备,其特征在于,包括:

权利要求20中所述的计算机可读存储介质;以及

一个或者多个处理器,用于执行所述计算机可读存储介质中的程序。

## 电池均衡方法、系统、车辆、存储介质及电子设备

### 技术领域

[0001] 本公开涉及电池管理技术领域,具体地,涉及一种电池均衡方法、系统、车辆、存储介质及电子设备。

### 背景技术

[0002] 动力电池组是电动汽车的重要组成部分。随着动力电池组的使用,动力电池组中各单体电池间的差异性逐渐扩大,使得各单体电池间一致性差。由于动力电池组的“短板效应”,动力电池组的容量发挥受到限制,导致动力电池组的整体容量减少。因此有必要对动力电池组中的单体电池进行有效的均衡管理,使各单体电池的容量保持一致,以减少动力电池组的容量损失,延长各单体电池的使用寿命及电动汽车续航里程。

[0003] 相关技术的电池均衡系统中,电池信息采集和电池均衡是同时进行的,均衡电流会对电池的电池信息(例如,电压、电流等)有影响,从而影响电池信息采集的精度,进一步会影响到电池的均衡。

### 发明内容

[0004] 本公开的目的是提供一种电池均衡方法、系统、车辆、存储介质及电子设备,以避免均衡电流对电池的电池信息的影响,提高电池信息采集的精度,优化电池均衡过程。

[0005] 根据本公开实施例的第一方面,提供一种电池均衡方法,包括:

[0006] 在单位周期的采样时段内,获取电池组的各单体电池的电池信息;

[0007] 确定需要进行均衡的单体电池;

[0008] 在所述单位周期的均衡时段内,对需要进行均衡的单体电池进行均衡;

[0009] 在所述均衡时段内,对不需要进行均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息。

[0010] 可选地,单位周期包括所述单位周期的均衡时段和所述单位周期的采样时段,所述方法还包括:

[0011] 计算需要进行均衡的单体电池的均衡时长;

[0012] 其中,

[0013] 在所述单位周期的均衡时段内对需要进行均衡的单体电池进行均衡包括:

[0014] 在一个或多个所述单位周期的均衡时段内对需要均衡的单体电池进行均衡,以使该单体电池在一个或多个所述单位周期的均衡时段内的累计均衡时长达到其对应的均衡时长;

[0015] 在所述均衡时段内,对不需要进行均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息包括:

[0016] 在所述一个或多个所述单位周期的所述均衡时段内,对不需要均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息,直到下一个单位周期的采样时段。

[0017] 可选地,单位周期包括所述单位周期的均衡时段和所述单位周期的采样时段,所

述确定需要进行均衡的单体电池包括：

[0018] 根据每个单位周期的采样时段获取电池组的各个单体电池的电池信息，重新确定需要进行均衡的单体电池。

[0019] 可选地，所述方法还包括：

[0020] 根据每个单位周期的采样时段获取的电池组的各单体电池的电池信息，计算需要进行均衡的单体电池的均衡时长。

[0021] 可选地，单位周期包括所述单位周期的均衡时段和所述单位周期的采样时段，所述确定需要进行均衡的单体电池包括：

[0022] 将目标单体电池确定为本单位周期内需要进行均衡的单体电池，所述目标单体电池为上一个单位周期确定的需要进行均衡且累计均衡时长未达到其对应的均衡时长的单体电池。

[0023] 可选地，所述确定需要进行均衡的单体电池包括：

[0024] 确定需要对所述目标单体电池之外的电池进行均衡的单体电池；

[0025] 则所述方法还包括：

[0026] 根据本单位周期获取的对应单体电池的电池信息，计算所述目标单体电池之外的电池进行均衡的单体电池的均衡时长。

[0027] 可选地，所述电池信息包括电压值、SOC值、自放电率、单体电池内阻值、电流值、温度值中的至少一种。

[0028] 可选地，所述方法包括：

[0029] 对需要进行均衡的单体电池，根据该单体电池对应的预设均衡占空比，确定该单体电池对应的均衡时长。

[0030] 根据本公开实施例的第二方面，提供一种电池均衡系统，包括：均衡模块、采集模块以及控制模块；

[0031] 所述采集模块，用于在所述控制模块的控制下，在单位周期的采样时段内，采集电池组的各单体电池的电池信息；

[0032] 所述控制模块，用于确定需要进行均衡的单体电池；在所述单位周期的均衡时段内，对需要进行均衡的单体电池进行均衡；在所述均衡时段内，对不需要进行均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息。

[0033] 所述均衡模块，用于在所述控制模块的控制下对所对应的单体电池进行均衡。

[0034] 可选地，单位周期包括所述单位周期的均衡时段和所述单位周期的采样时段，所述控制模块，还用于计算需要进行均衡的单体电池的均衡时长；其中，在所述单位周期的均衡时段内对需要进行均衡的单体电池进行均衡包括：在一个或多个所述单位周期的均衡时段内对需要均衡的单体电池进行均衡，以使该单体电池在一个或多个所述单位周期的均衡时段内的累计均衡时长达到其对应的均衡时长；在所述均衡时段内，对不需要进行均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息包括：在所述一个或多个所述单位周期的所述均衡时段内，对不需要均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息，直到下一个单位周期的采样时段。

[0035] 可选地，单位周期包括所述单位周期的均衡时段和所述单位周期的采样时段；所述控制模块，用于根据每个单位周期的采样时段获取电池组的各个单体电池的电池信息，

重新确定需要进行均衡的单体电池。

[0036] 可选地,所述控制模块,还用于根据每个单位周期的采样时段获取的电池组的各单体电池的电池信息,计算需要进行均衡的单体电池的均衡时长。

[0037] 可选地,单位周期包括所述单位周期的均衡时段和所述单位周期的采样时段;所述控制模块,用于将目标单体电池确定为本单位周期内需要进行均衡的单体电池,所述目标单体电池为上一个单位周期确定的需要进行均衡且累计均衡时长未达到其对应的均衡时长的单体电池。

[0038] 可选地,所述控制模块,用于确定需要对所述目标单体电池之外的电池进行均衡的单体电池;根据本单位周期获取的对应单体电池的电池信息,计算所述目标单体电池之外的电池进行均衡的单体电池的均衡时长。

[0039] 可选地,所述电池信息包括电压值、SOC值、自放电率、单体电池内阻值、电流值、温度值中的至少一种。

[0040] 可选地,所述控制模块,还用于对需要进行均衡的单体电池,根据该单体电池对应的预设均衡占空比,确定该单体电池对应的均衡时长。

[0041] 可选地,所述控制模块通过一个通道与对应于同一单体电池的采集模块和均衡模块连接,所述控制模块用于在确定与该控制模块连接的单体电池不需要进行均衡时,控制所述控制模块与对应的采样模块连接;或者,

[0042] 所述控制模块还用于在确定与该控制模块连接的单体电池需要进行均衡时,所述采集模块和所述均衡模块分时复用所述通道。

[0043] 可选地,所述控制模块包括控制芯片,所述控制芯片通过一个引脚和所述一个通道与对应于同一单体电池的采集模块和均衡模块连接。

[0044] 可选地,所述控制模块通过两个通道分别与对应于同一单体电池的采集模块和均衡模块连接。

[0045] 可选地,所述控制模块包括控制芯片,所述控制芯片通过两个引脚分别与对应于同一单体电池的采集模块和均衡模块连接,所述两个引脚与所述两个通道一一对应。

[0046] 根据本公开实施例的第三方面,提供一种车辆,包括本公开实施例的第二方面提供的电池均衡系统。

[0047] 根据本公开实施例的第四方面,提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序指令,该程序指令被处理器执行时本公开实施例的第一方面提供的电池均衡方法。

[0048] 根据本公开实施例的第五方面,提供一种电子设备,包括:

[0049] 本公开实施例的第四方面提供的计算机可读存储介质;以及

[0050] 一个或者多个处理器,用于执行所述计算机可读存储介质中的程序。

[0051] 通过上述技术方案,可以避免电池信息的采集和单体电池的均衡同时进行,从而避免均衡电流对单体电池的电池信息的影响,可以提高单体电池的电池信息采样的精度,优化电池均衡过程。

[0052] 本公开的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

## 附图说明

[0053] 附图是用来提供对本公开的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与下面的具

体实施方式一起用于解释本公开,但并不构成对本公开的限制。在附图中:

- [0054] 图1是根据一示例性实施例示出的一种电池均衡系统的结构示意图;
- [0055] 图2是根据一示例性实施例示出的一种电池均衡方法的流程图;
- [0056] 图3是根据另一示例性实施例示出的一种确定均衡时长的方法的流程图;
- [0057] 图4是根据另一示例性实施例示出的一种确定均衡时长的方法的流程图;
- [0058] 图5是根据另一示例性实施例示出的一种确定均衡时长的方法的流程图;
- [0059] 图6根据一示例性实施例示出的一种均衡模块的结构示意图;
- [0060] 图7A至图7B是根据一示例性实施例示出的一种电池均衡系统的结构示意图;
- [0061] 图8A至图8C是根据另一示例性实施例示出的一种电池均衡系统的结构示意图。

### 具体实施方式

[0062] 以下结合附图对本公开的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本公开,并不用于限制本公开。

[0063] 为了使本领域的技术人员更容易理解本公开实施例对相关技术的改进之处,首先对相关技术中的电池均衡系统及其对电池组中的单体电池进行均衡的方法进行简单介绍。

[0064] 如图1所示,相关技术中的电池均衡系统10包括:电池组11、采集模块12、均衡模块13以及控制模块14。其中,电池组11包括多个串联连接的单体电池。

[0065] 该电池均衡系统对电池组中的单体电池进行均衡的工作流程为:控制模块14控制采集模块12采集电池组11中各个单体电池的电池信息,并根据各单体电池的电池信息判断电池组中是否有单体电池需要均衡,若确定有单体电池需要均衡,则控制均衡模块14对需要进行均衡的单体电池进行均衡处理。

[0066] 此外,在均衡模块13对需要进行均衡的单体电池111进行均衡的过程中,采集模块12实时采集各个单体电池的电池信息,并根据各个单体电池的电池信息判断是否停止均衡。其中,电池信息可以例如包括但不限于:电压、电流和温度等等。

[0067] 相关技术中,由于在均衡模块14进行均衡处理的过程中采集模块12也进行采样,使得均衡电流会对单体电池的电池信息有影响,从而影响采样模块12的采样精度。

[0068] 为了解决上述技术问题,本公开提供一种电池均衡方法,如图2所示,该电池均衡方法包括以下步骤:

[0069] 在步骤S21中,在单位周期的采样时段内,获取电池组的各单体电池的电池信息。

[0070] 在一个实施例中,单位周期包括采样时段和均衡时段。在采样时段内,控制模块控制采集模块分别采集电池组中各单体电池的电池信息。其中,电池信息包括电压值、SOC值、自放电率、单体电池内阻值、电流值、温度值中的至少一种。

[0071] 需要说明的是,在采样时段内,所有的采集模块同时工作,而所有的均衡模块均停止工作,也就是说电池组中各个单体电池的电池信息是同步采集的。由此,可以获取各单体电池在同一时段内的电池信息,进而可以较为准确地确定出需要进行均衡的单体电池。

[0072] 在步骤S22中,确定需要进行均衡的单体电池。

[0073] 在步骤S23中,在单位周期的均衡时段内,对需要进行均衡的单体电池进行均衡。

[0074] 在一个实施例中,控制模块确定需要进行均衡的单体电池,并根据需要进行均衡的单体电池的均衡时长,在一个或多个单位周期的均衡时段内,控制需要进行均衡的单体

电池对应的均衡模块对该单体电池进行均衡,以使该 单体电池在一个或多个单位周期的均衡时段内的累计均衡时长达到其对应 的均衡时长。

[0075] 在步骤S24中,在均衡时段内,对不需要进行均衡的单体电池停止获取 对应单体电池的电池信息。

[0076] 在一个实施例中,在均衡时段内,控制模块在该一个或多个单位周期的 均衡时段内,对不需要进行均衡的单体电池则停止获取对应单体电池的电池 信息,直到下一个单位周期的采样时段,也就是说,在均衡时段内,只有需 要均衡的单体电池对应的均衡模块工作且对各单体电池的均衡处理是同时 进行的,电池组中除需要均衡的单体电池以外的单体电池所对应的均衡模块 和所有的采集模块均停止工作。

[0077] 需要说明是,在一个实施例中,需要进行均衡的单体电池的均衡时长可 预先设定,例如可根据多次均衡试验或者经验进行设定。

[0078] 在另一个实施例中,在确定出需要均衡的单体电池后,还可以根据该单 体电池对应的预设均衡占空比,计算出需要进行均衡的单体电池的均衡时 长。例如,以电池信息包括SOC值和可用容量为例,根据各单体电池的SOC 值确定参考电池,并根据 $\Delta Q = \Delta SOC \times C_n$ 和 $t = (\Delta Q / I) / \tau$ 计算需要进行均衡的单 体电池的均衡时长,其中, $\Delta Q$ 为需要进行均衡的 单体电池的电量与参考电 池的电量之间的电量差, $\Delta SOC$ 为需要进行均衡的单体电池的 SOC值与参考 电池的SOC值之间的SOC差值, $C_n$ 为需要进行均衡的单体电池的可用容量,  $\tau$ 为需要进行均衡的单体电池的预设均衡占空比(即单位周期的均衡时段的 时长与单位周期的时长的比值), $I$ 为需要进行均衡的单体电池的预设均衡电 流, $t$ 为需要进行均衡的单体电池的均衡时长。

[0079] 在本公开的实施例中,进行均衡判断可以包括以下三种方式,即:

[0080] 方式一:在每个单位周期都重新进行均衡判断。

[0081] 方式二:直接利用上一次均衡判断的结果。

[0082] 方式三:上一周期未均衡完成的单体电池继续均衡,针对除单体电池之 外的单体电池,在每个单位周期都重新进行均衡判断。

[0083] 基于以上三种方式,相应地,对需要进行均衡的单体电池的均衡处理过 程不相同。接下来,通过不同的实施例分别对上述三种方式对应的电池均衡 过程进行说明。

[0084] 针对方式一,参见图3,在一个实施例中,在每个单位周期的采样时段 内,控制模块控制采集模块采集所有的单体电池的电池信息。接着,根据每 一个单位周期的采样时段获取的各单体电池的电池信息,重新确定该单位周期 内需要进行均衡的单体电池以及计算需要进行均衡的单体电池的均衡时长, 并根据均衡判断的结果在该单位周期的均衡时段内控制需要均衡的单体电 池对应的均衡模块对该需要进行均衡的单体电池进行均衡处理,直到需要均 衡的单体电池在该单位周期的均衡时段内的累计均衡时长达到其均衡所需 的均衡时长。由此,在每个单位周期都进行均衡判断并依据判断结果进行均 衡处理,可以获取较为准确的均衡判断,同时可提高均衡处理的实时性。

[0085] 针对方式二,参见图4,在一个实施例中,可将目标单体电池确定为本 单位周期内需要进行均衡的单体电池,其中,目标单体电池为上一个单位周 期确定的需要进行均衡且累计均衡时长未达到其对应的均衡时长的单体电 池。接着,在一个或多个单位周期的均衡时段内对目标单体电池进行均衡, 以使该目标单体电池在一个或多个单位周期的均衡时

段内的累计均衡时长 达到其对应的均衡时长。

[0086] 例如,电池组包括N个串联连接的单体电池,根据上一个单位周期 $T_1$ 的采样时段内获取的各单体电池的电池信息,确定出电池组中的第2节单体 电池需要进行均衡并得到第2节单体电池的均衡时长 $t$ ,则在上一个单位周 期 $T_1$ 的采样时段结束后控制第2节单体电池对应的均衡模块对该单体电池 进行均衡,同时控制电池组中除第2节单体电池以外的其他单体电池对应的 采集模块和均衡模块停止工作。

[0087] 当第2节单体电池在上一个单位周期 $T_1$ 内的均衡时段结束时,第2节 单体电池在该单位周期的累计均衡时长未达到其对应的均衡时长 $t$ ,控制模 块将第2节单体电池(目标 单体电池)并确定本单位周期 $T_2$ 内需要进行均 衡的单体电池,也就是在本单位周期的采样 时段结束后,控制第2节单体电 池对应的均衡模块继续对第2节单体电池进行均衡,并在后 续一个或多个单 位周期的均衡时段内重复对该单体电池进行均衡,直到第2节单体电池在一 个或多个单位周期的累计均衡时长达到其对应的均衡时长 $t$ 为止,且在第2 节单体电池的 均衡完成后,在后续单位周期的采样时段对电池组中的各单体 电池进行电池信息的采 集并重新判断电池组中需要进行均衡的单体电池。

[0088] 由此,根据上一次均衡判断的结果在本次均衡时对单体电池进行均衡处 理,相对于方式一,可以减小控制模块的工作量,达到节省均衡控制系统的 资源的效果。

[0089] 针对方式三,参见图5,在另一个实施例中,可将上一个单位周期确定 的需要进行 均衡且累计均衡时长未达到其对应的均衡时长的单体电池(目标 单体电池)确定为本单位 周期内需要进行均衡的单体电池,并在一个或多个 单位周期的均衡时段内对目标单体电 池进行均衡,以使该目标单体电池在一 个或多个单位周期的均衡时段内的累计均衡时长 达到其对应的均衡时长。同 时,可确定需要对目标单体电池之外的电池进行均衡的单体电 池,且根据本 单位周期获取的对应单体电池的电池信息,计算目标单体电池之外的电池进 行均衡的单体电池的均衡时长,并控制相应的均衡模块对这部分需要进行均 衡的单体电 池进行均衡处理,直到这部分需要均衡的单体电池在该单位周期 的均衡时段内的累计均 衡时长达到其均衡所需的均衡时长。

[0090] 例如,在上一单位周期第2节单体电池的累计均衡时长未达到其对应的 均衡时 长,则在本单位周期将第2节单体电池(目标单体电池)确定为需要 进行均衡的单体电 池,以在本单位周期的均衡时段对第2节单体电池进 行均衡处理,同时,根据在本单位周期 的采样时段内获取的各单体电池的 池信息,确定出电池组中除第2节单体电池之外的需 要进行均衡的单体电池 为第3节单体电池,并计算第3节单体电池的均衡时长,且在对第2 节单体 电池进行均衡的同时,控制第3节单体电池对应的均衡模块对第3节单体电 池进行 均衡处理。

[0091] 由此,结合了方式一和方式二的优点,一方面,在本单位周期对上一单 位周期未 均衡完成的单体电池进行均衡处理,可以减小控制模块的工作量, 达到节省均衡控制系统的 资源的效果;另一方面,对电池组中除上一周期未 均衡完成的单体电池之外的单体电 池,重新判断出本单位周期需要进行均衡 的单体电池,并依据判断结果对这些重新确定需 要进行均衡的单体电池进行 均衡处理,可以获取较为准确的均衡判断,同时可提高均衡处 理的实时性。

[0092] 此外,需要说明的是,在一个实施例中,电池信息可以包括电压值、SOC 值、自放电

率、单体电池内阻值、电流值、温度值中的至少一种。

[0093] 在获取到各单体电池的电池信息后,可确定出各单体电池的性能参数以及性能参数参考值,并根据各单体电池的性能参数和性能参数参考值确定出需要进行均衡的单体电池,且根据均衡判断的方式按照对应的均衡方式对需要进行均衡的单体电池进行均衡处理。

[0094] 参见下述表1,当性能参数分别为SOC值、单体电池内阻值、自放电率、电压变化率、电量变化率或时间变化率时,判断需要进行均衡的单体电池的方法和均衡方式的对应关系。

[0095] 表1

性能参数	均衡判断方法	性能参数参考值	电池组的使用情况	均衡方式
SOC	将至少一个单体电池中, SOC 值与参考 SOC 值的差值大于或等于均衡开启阈值的单体电池确定为待均衡单体电池	电池组中的最小 SOC 值	充电或放电	对待均衡单体电池进行放电, 执行被动均衡
		电池组中的最大 SOC 值	充电或放电	对待均衡单体电池进行充电, 执行主动均衡
		电池组的平均 SOC 值	充电或放电	对待均衡单体电池中, SOC 值大于平均值的进行放电, 执行被动均衡; SOC 值小于平均值的进行充电, 执行主动均衡
自放电率	将至少一个单体电池中, 自放电率值与参考自放电率值的差值大于或等于均衡开启阈值的单体电池确定为待均衡单体电池	电池组中的最小自放电率值	充电或放电	对待均衡单体电池进行放电, 执行被动均衡
		电池组中的最大自放电率值	充电或放电	对待均衡单体电池进行充电, 执行主动均衡
		电池组的平均自放电率值	充电或放电	对待均衡单体电池中, 自放电率值大于平均值的进行放电, 执行被动均衡; 自放电率值小于平均值的进行充电, 执行主动均衡
单体电池内阻值	将至少一个单体电池中, 内阻值与参考内阻值的差值大于或等于均衡开启阈值的单体电池确定为待均衡单体电池	电池组中的最小内阻值	充电	对待均衡单体电池进行放电, 执行被动均衡
			放电	对待均衡单体电池进行充电, 执行主动均衡
		电池组中的最大内阻值	充电	对待均衡单体电池进行充电, 执行主动均衡
			放电	对待均衡单体电池进行放电, 执行被动均衡
电池组中的平均内阻值	充电	对待均衡单体电池中, 内阻值大于平均值的进行放电, 执行被动均衡; 内阻值小于		

[0097]

				平均值的进行充电，执行主动均衡
			放电	对待均衡单体电池中，内阻值小于平均值的进行放电，执行被动均衡；内阻值大于平均值的进行充电，执行主动均衡
电压变化率	将至少一个单体电池中，电压变化率值与参考电压变化率值的差值大于或等于均衡开启阈值的单体电池确定为待均衡单体电池	电池组中的最小电压变化率值	充电	对待均衡单体电池进行放电，执行被动均衡
			放电	对待均衡单体电池进行充电，执行主动均衡
		电池组中的最大电压变化率值	充电	对待均衡单体电池进行充电，执行主动均衡
			放电	对待均衡单体电池进行放电，执行被动均衡
		电池组中的平均电压变化率值	充电	对待均衡单体电池中，电压变化率值大于平均值的进行放电，执行被动均衡；电压变化率值小于平均值的进行充电，执行主动均衡
			放电	对待均衡单体电池中，电压变化率值小于平均值的进行放电，执行被动均衡；电压变化率值大于平均值的进行充电，执行主动均衡
电量变化率	将至少一个单体电池中，电量变化率值与参考电量变化率值的差值大于或等于均衡开启阈值的单体电池确定为待均衡单体电池	电池组中的最小电量变化率值	充电	对待均衡单体电池进行放电，执行被动均衡
			放电	对待均衡单体电池进行充电，执行主动均衡
		电池组中的最大电量变化率值	充电	对待均衡单体电池进行充电，执行主动均衡
			放电	对待均衡单体电池进行放电，执行被动均衡
		电池组中的平均电量变化率值	充电	对待均衡单体电池中，电量变化率值大于平均值的进行放电，执行被动均衡；电量变化率值小于平均值的进行

[0098]	时间变化率	将至少一个单体电池中,时间变化率值与参考时间变化率值的差值大于或等于均衡开启阈值的单体电池确定为待均衡单体电池			充电, 执行主动均衡
				放电	对待均衡单体电池中, 电量变化率值小于平均值的进行放电, 执行被动均衡; 电量变化率值大于平均值的进行充电, 执行主动均衡
			电池组中的最小时间变化率值	充电	对待均衡单体电池进行放电, 执行被动均衡
				放电	对待均衡单体电池进行充电, 执行主动均衡
			电池组中的最大时间变化率值	充电	对待均衡单体电池进行充电, 执行主动均衡
				放电	对待均衡单体电池进行放电, 执行被动均衡
			电池组中的平均时间变化率值	充电	对待均衡单体电池中, 时间变化率值大于平均值的进行放电, 执行被动均衡; 时间变化率值小于平均值的进行充电, 执行主动均衡
				放电	对待均衡单体电池中, 时间变化率值小于平均值的进行放电, 执行被动均衡; 时间变化率值大于平均值的进行充电, 执行主动均衡

[0099] 其中,在本公开的实施例中,单体电池的自放电率是指单体电池在开路 状态(即停止充电或者停止放电)下,其所存储的电量在一定条件下的保持 能力。单体电池的自放电率是表征单体电池特性的重要参数,可有效表征单 体电池的容量损失情况和容量损失速率。

[0100] 单体电池的电压变化率可为单体电池在充电(或放电)过程中的电压变 化率,即,单体电池的电压变化率可以为单体电池的指定物理量发生单位改 变时的电压变化量。例如,本公开中以对单体电池冲入或放出预设电量,单 体电池的电压变化量 $dv/dq$ ;或者对单体电池进行充电或放电预设时长,单 体电池的电压变化量 $dv/dt$ 为例进行说明。

[0101] 单体电池的电量变化率可以为单体电池的指定物理量发生单位改变时 的电压变化量。例如,本公开中以单体电池的电压从初始电压上升一个单位 电压所需冲入的电量,或单体电池的电压从初始电压下降一个单位电压所减 少的电量为例进行说明。

[0102] 单体电池的时间变化率可以为单体电池的指定物理量发生单位改变所 需的时长。例如,本公开中以单体电池的电压从初始电压上升一个单位电压 所需的充电时间,或单体电池的电压从初始电压下降一个单位电压所需的放 电时间为例进行说明。

[0103] 被动均衡是指对需要进行均衡的单体电池进行放电。例如,在均衡模块 中设置与待均衡单体电池并联的电阻,在单位周期的均衡时段内,控制模块 控制该待均衡单体电池与其对应的电阻之间的并联回路导通,以执行对该单 体电池的被动均衡,以达到电池组中

各单体电池均衡的效果。参见图6,控制模块通过控制开关713导通,实现待均衡单体电池与其对应的电阻712之间的并联回路的导通。

[0104] 电阻712可为定值电阻或可变电阻。在一个实施例中,电阻712可为正温度系数的热敏电阻,其阻值可随温度的变化而变化,从而可调节均衡时产生的均衡电流,进而自动调节电池均衡系统的发热量,并最终对电池均衡系统的温度进行有效控制。

[0105] 主动均衡是指对需要进行均衡的单体电池进行充电,例如,如图6所示,在各均衡模块中设置一与待均衡单体电池并联的充电支路84,且该充电支路84连接于发电机82,发电机82与发动机81通过齿轮机械连接。

[0106] 对于需要进行主动均衡的待均衡单体电池,控制模块控制与该待均衡单体电池对应的充电支路84导通。发动机81转动时,带动发电机82发电,从而将发电机82所发的电量输出给待均衡单体电池,使该待均衡单体电池的电量增加。

[0107] 参见图6,当发电机82为交流发电机时,均衡模块还包括与发电机82串联的整流器83,每个充电支路84均串联整流器83。通过整流器83将发电机82发出的交流电转换为直流电后,可以使发电机82能够用于对待均衡单体电池进行充电。

[0108] 参见图6,控制模块可通过控制与待均衡单体电池对应的开关86导通,使得该待均衡单体电池对应的充电支路导通,执行对待均衡单体电池的主动均衡。

[0109] 在另一些实施例中,除了图6所示的,利用发电机对单体电池进行充电外,还可通过整车中的启动电池为待均衡单体电池进行充电。

[0110] 在另一实施例中,除了图6所示的,并联电阻与待均衡单体电池外,还可将待均衡单体电池与整车的启动电池并联,将待均衡单体电池放出的电量充入启动电池,实现对待均衡单体电池的均衡的同时有效避免能量的浪费。

[0111] 通过本公开实施例的技术方案,可实现对需要进行均衡的单体电池进行同步均衡以及对所有单体电池的同步采样且使均衡和采样分时进行,可以避免均衡电流对单体电池的电池信息的影响,从而提高单体电池的电池信息采样的精度,优化电池均衡过程。

[0112] 图7A是根据一示例性实施例示出的一种电池均衡系统的结构示意图,图8A是根据另一示例性实施例示出的一种电池均衡系统的结构示意图。如图8A和图7A所示,该电池均衡系统70包括:电池组71、采集模块72、均衡模块73以及控制模块74。其中,电池组71包括多个串联连接的单体电池711。

[0113] 在图7A所示的电池均衡系统70中,控制模块74通过两个通道710、720分别与对应于同一单体电池711的采集模块72和均衡模块73连接。

[0114] 其中,控制模块74可包括控制芯片,控制芯片通过两个引脚分别与对应于同一单体电池的采集模块72和均衡模块73连接,两个引脚与两个通道一一对应。

[0115] 在该实施例中,控制模块74按照单位周期,控制采集模块72和均衡模块73分时导通,分别进行电池信息的采集和电池的均衡,使得电池信息采集和均衡分时进行。避免电池信息采集和均衡同时进行时,均衡电流对电池信息采集的精度影响。

[0116] 在一个实施例中,如图7A所示,电池组中的每一单体电池分别与一采集模块72和一均衡模块73连接。若电池组包括N个单体电池,则采集模块72为N个,均衡模块73为N个,由此,控制模块74通过 $2 \times N$ 各通道分别与每一采集模块72和每一均衡模块73连接。

[0117] 在另一些实施例中,不同的单体电池可共用均衡模块,例如,电池组中的N个单体

电池,可共用同一个均衡模块,或每预设数量(例如,2、3或5等)个单体电池共用一个均衡模块等。当共用一个均衡模块的多节单体电池中有至少两节单体电池需要均衡时,在单位周期的均衡时段内,该均衡模块与需要均衡的至少两节单体电池中的每节单体电池交替连接。

[0118] 参见图7B,两个单体电池共用一个均衡模块73,当共用一个均衡模块73的两个单体电池需要均衡时,在单位周期的均衡时段内,该均衡模块73与每个单体电池交替连接。交替连接可为按照一定的周期交替性的连接。例如,参见图7B,两个单体电池中的一个单体电池711所对应的并联支路75上的并联开关750在控制模块74的控制下闭合2s时,两个单体电池中的另一个单体电池711所对应的并联支路75上的并联开关750在控制模块74的控制下断开2s。即两个单体电池中的每个单体电池711对应的并联支路75上的并联开关750,在均衡时段内,每隔2s就从闭合状态切换为断开状态,或者从断开状态切换为闭合状态。由此,在采集模块72和均衡模块73分时导通的基础上,在均衡时段时,共用同一均衡模块73的单体电池交替的与该共用的均衡模块73连接,实现均衡。

[0119] 在图8A所示的电池均衡系统70中,控制模块74通过一个通道730与对应同一个单体电池711的采集模块72和均衡模块73连接。

[0120] 其中,控制模块74用于在确定与该控制模块74连接的单体电池不需要进行均衡时,控制控制模块74与对应的采集模块72连接;或者,控制模块74还用于在确定与该控制模块74连接的单体电池需要进行均衡时,采集模块72和均衡模块73按照单位周期分时复用通道730。

[0121] 在一个实施例中,控制模块74包括控制芯片,该控制芯片通过一个引脚和一个通道与对应于同一单体电池的采集模块72和均衡模块73连接。

[0122] 由此,在本公开实施例中,采集模块和均衡模块间共用同一个控制通道,控制模块控制采集模块和均衡模块,按照单位周期分时复用该控制通道,避免了电池信息采集和均衡同时进行,均衡电流对电池信息采集的精度影响;另一方面,相比于上述图7A所示的实施例,减少了对控制模块芯片的通道数量要求,可节省硬件成本。

[0123] 在一个实施例中,如图8B所示,在采集模块72和均衡模块73共用的通道730中,设置有一开关K,控制模块74与开关K连接,并通过控制开关K,实现分时与采集模块72或均衡模块73连接。当开关K与采集模块72连接时,控制模块74控制采集模块72在采样时段内对单体电池进行电池信息的采集;当开关K与均衡模块73连接时,控制模块74控制均衡模块73对所对应的单体电池进行均衡。

[0124] 在另一些实施例中,不同的单体电池可共用均衡模块73,例如,电池组中的N个单体电池,可共用同一个均衡模块,或每预设数量(例如,2、3或5等)个单体电池共用同一个均衡模块73等。当共用一个均衡模块73的多个单体电池中有至少两个单体电池需要均衡时,在单位周期的均衡时段内,该均衡模块73与需要均衡的至少两个单体电池中的每个单体电池交替连接。

[0125] 图8C为两个单体电池共用一个均衡模块的一示例性示意图。参见图8C,当共用一个均衡模块的两个单体电池均需要均衡时,在单位周期的均衡时段内,该均衡模块与每个单体电池交替连接。交替连接可为按照一定的周期交替性的连接。由此,在采集模块和均衡模块分时导通的基础上,在均衡时段时,共用同一均衡模块的单体电池交替的与该共用

的均衡模块连接,实现均衡。

[0126] 本公开的该实施例中,对应于同一单体电池的采集模块和均衡模块共用控制模块的一个控制通道,使得所需控制模块的通道数减少,进而减少了对控制模块芯片的通道数量要求。

[0127] 在本公开的实施例中,电池均衡系统包括:电池管理控制器(battery management controller,BMC)和多个电池信息采集器(battery information collector,BIC)。在一个实施例中,上述的控制模块设置在电池信息采集器 BIC中。

[0128] 在另一个实施例中,上述控制模块包括设置在电池信息采集器中的第一控制单元,和设置在电池管理控制器中的第二控制单元。采集模块通过所述第一控制单元向第二控制单元发送采集到的电池组中单体电池的参数信息;其中,同一单体电池的采集模块和均衡模块对应第一控制单元的一个连接通道。

[0129] 所述第一控制单元可以通过控制所述连接通道连接于所述采集模块,进而控制所述采集模块采集电池组中单体电池的参数信息。所述第二控制单元也可以通过通讯单元向所述第一控制单元发送采集指令,以通过所述第一控制单元控制所述连接通道连接于所述采集模块。

[0130] 所述第一控制单元可以通过控制所述连接通道连接于所述均衡模块,进而控制所述均衡模块对所述需要开启均衡的单体电池进行均衡处理。所述第一控制单元可以将所述采集电路采集的电池组的参数信息发给所述第二控制单元,所述第二控制单元根据电池组的参数信息确定需要开启均衡的单体电池,并通过通讯单元向所述第一控制单元发送均衡指令,以通过所述第一控制单元控制所述连接通道连接于所述均衡模块。

[0131] 当电池均衡系统中的采集模块是通过第一控制单元向第二控制单元发送采集到的电池组中单体电池的参数信息时,同一单体电池的采集模块和均衡模块对应第一控制单元的一个连接通道,减少了第一控制单元所需通道的数量。

[0132] 电池信息采集器的第一控制单元和电池管理控制器的第二控制单元可以选择性地对需要均衡的单体电池进行均衡控制。即,第一控制单元可以控制均衡模块对需要进行均衡的单体电池进行均衡处理,第二控制单元也可以控制均衡模块对需要进行均衡的单体电池进行均衡处理。其中,第一控制单元或第二控制单元根据采集模块采集的电池组的参数信息确定需要进行均衡的单体电池。

[0133] 所述电池信息采集器在预设时长未收到所述电池管理控制器发送的均衡指令时,所述第一控制单元接收所述电池组的参数信息,并根据所述电池组的参数信息确定所述电池组中有单体电池需要开启均衡时,控制均衡模块对需要开启均衡的单体电池进行均衡处理。

[0134] 所述电池信息采集器收到用于指示所述电池信息采集器进行均衡处理的指令时,所述第一控制单元接收所述电池组的参数信息,并根据所述电池组的参数信息确定所述电池组中有单体电池需要开启均衡时,控制均衡模块对需要开启均衡的单体电池进行均衡处理。

[0135] 所述电池信息采集器收到电池管理控制器故障报文时,所述第一控制单元接收所述电池组的参数信息,并根据所述电池组的参数信息确定所述电池组中有单体电池需要开启均衡时,控制均衡模块对需要开启均衡的单体电池进行均衡处理。

[0136] 电池信息采集器和电池管理控制器可以通过第一控制单元和第二控制单元选择性地对均衡系统进行控制,这样能够在电池信息采集器和电池管理控制器二者之一失效或故障等情况下,依然保证电池均衡系统的正常运行。

[0137] 此外,在一个实施例中,采集模块包括电压采集芯片,电压采集芯片用于在采集时段,对单体电池的电压进行采集。

[0138] 在本公开的实施例中,将单位周期分为了采集时段和均衡时段,均衡时段的时长与单位周期的时长的比值为均衡占空比。本公开实施例的电池均衡方法,对需要进行均衡的待均衡单体电池的均衡占空比进行确定后,再按照确定的均衡占空比控制待均衡单体电池的均衡,以提高均衡效率,节省均衡成本。

[0139] 如图7A至图7B以及图8A至图8C所示,采集模块72,用于在控制模块74的控制下,在单位周期的采样时段内,采集电池组71的各单体电池711的电池信息。

[0140] 控制模块74,用于确定需要进行均衡的单体电池;在所述单位周期的均衡时段内,对需要进行均衡的单体电池进行均衡;在所述均衡时段内,对不需要进行均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息。

[0141] 均衡模块73,用于在控制模块74的控制下对所对应的单体电池进行均衡。

[0142] 在一个实施例中,单位周期包括所述单位周期的均衡时段和所述单位周期的采样时段。控制模块74,还用于计算需要进行均衡的单体电池的均衡时长;其中,在所述单位周期的均衡时段内对需要进行均衡的单体电池进行均衡包括:在一个或多个所述单位周期的均衡时段内对需要均衡的单体电池进行均衡,以使该单体电池在一个或多个所述单位周期的均衡时段内的累计均衡时长达到其对应的均衡时长;在所述均衡时段内,对不需要进行均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息包括:在所述一个或多个所述单位周期的所述均衡时段内,对不需要均衡的单体电池停止获取对应单体电池的电池信息,直到下一个单位周期的采样时段。

[0143] 在一个实施例中,单位周期包括所述单位周期的均衡时段和所述单位周期的采样时段。控制模块74,用于根据每个单位周期的采样时段获取电池组的各个单体电池的电池信息,重新确定需要进行均衡的单体电池。

[0144] 在一个实施例中,控制模块74,还用于根据每个单位周期的采样时段获取的电池组的各单体电池的电池信息,计算需要进行均衡的单体电池的均衡时长。

[0145] 在一个实施例中,单位周期包括所述单位周期的均衡时段和所述单位周期的采样时段。控制模块74,用于将目标单体电池确定为本单位周期内需要进行均衡的单体电池,所述目标单体电池为上一个单位周期确定的需要进行均衡且累计均衡时长未达到其对应的均衡时长的单体电池。

[0146] 在一个实施例中,控制模块74,用于确定需要对所述目标单体电池之外的电池进行均衡的单体电池;根据本单位周期获取的对应单体电池的电池信息,计算所述目标单体电池之外的电池进行均衡的单体电池的均衡时长。

[0147] 在一个实施例中,所述电池信息包括电压值、SOC值、自放电率、单体电池内阻值、电流值、温度值中的至少一种。

[0148] 在一个实施例中,控制模块74,还用于对需要进行均衡的单体电池,根据该单体电池对应的预设均衡占空比,确定该单体电池对应的均衡时长。

[0149] 相应地,本公开还提供一种车辆,包括上述电池均衡系统。

[0150] 相应地,本公开还提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序指令,该程序指令被处理器执行时实现上述电池均衡方法。

[0151] 相应地,本公开还提供一种电子设备,包括上述计算机可读存储介质; 以及一个或者多个处理器,用于执行计算机可读存储介质中的程序。

[0152] 以上结合附图详细描述了本公开的优选实施方式,但是,本公开并不限于上述实施方式中的具体细节,在本公开的技术构思范围内,可以对本公开的技术方案进行多种简单变型,这些简单变型均属于本公开的保护范围。

[0153] 另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况下,可以通过任何合适的方式进行组合。为了避免不必要的重复,本公开对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0154] 此外,本公开的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合,只要其不违背本公开的思想,其同样应当视为本公开所公开的内容。

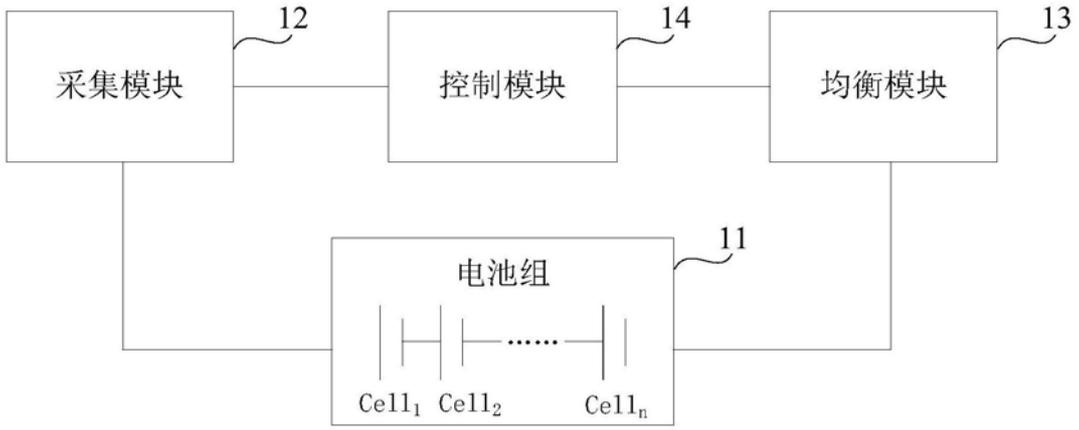


图1

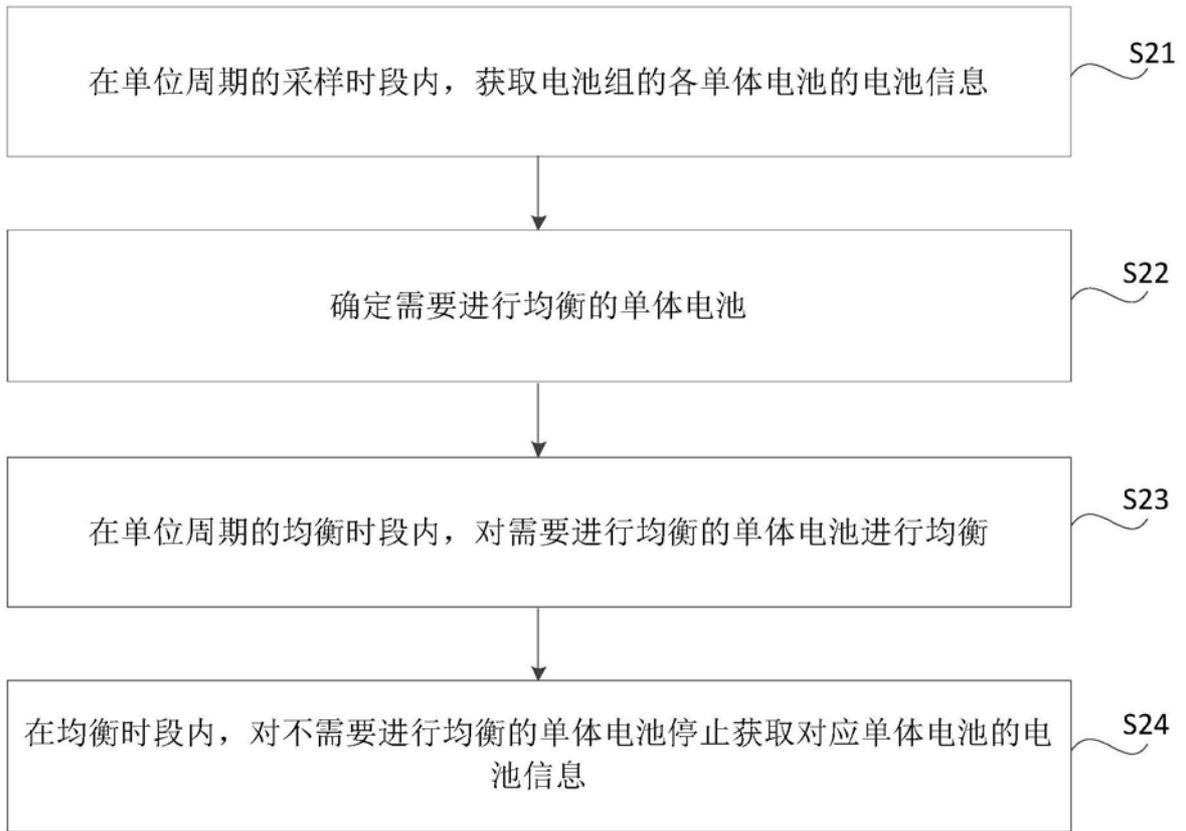


图2

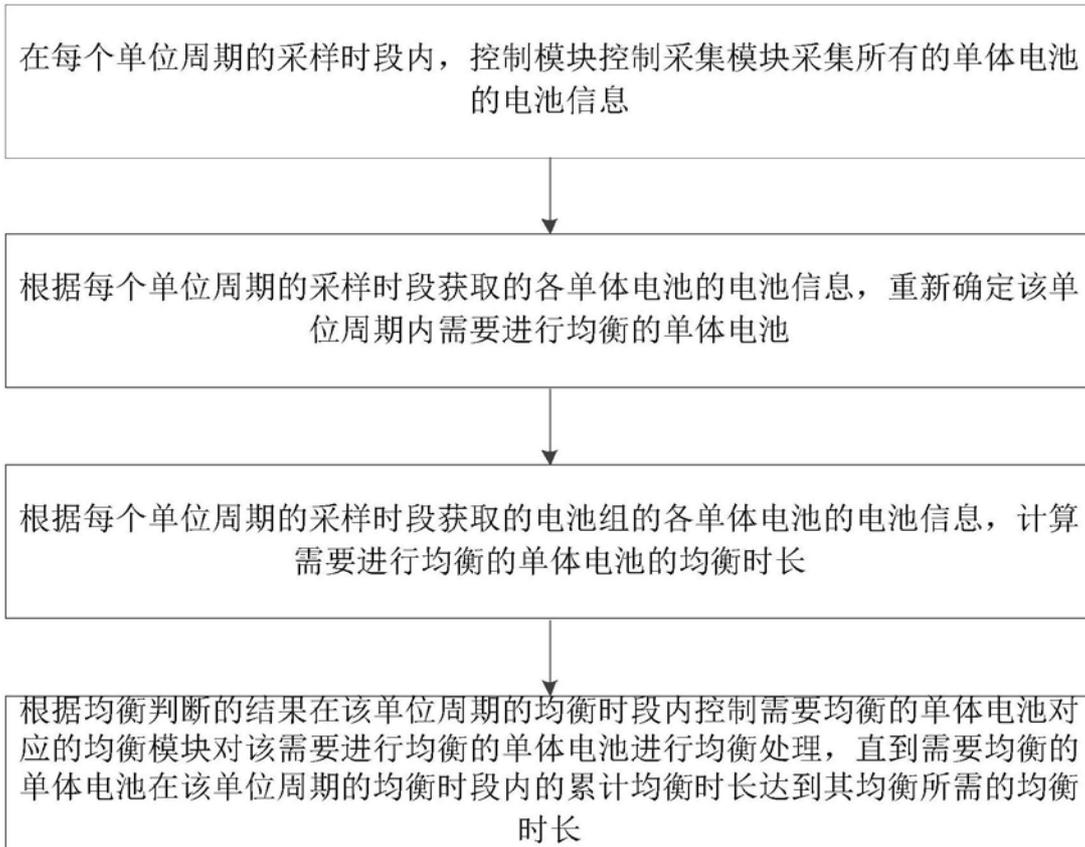


图3

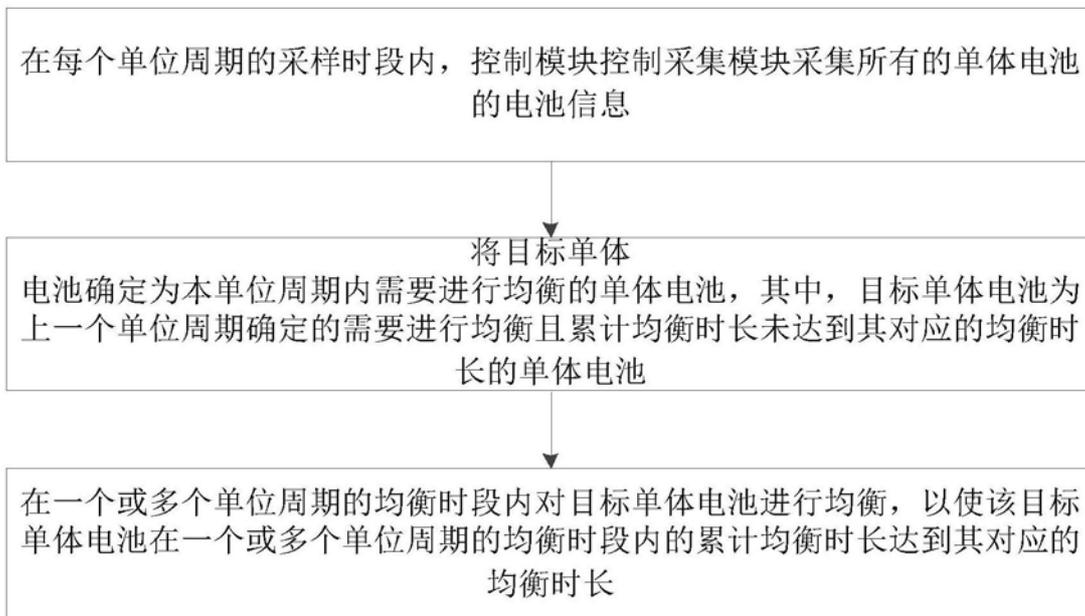


图4

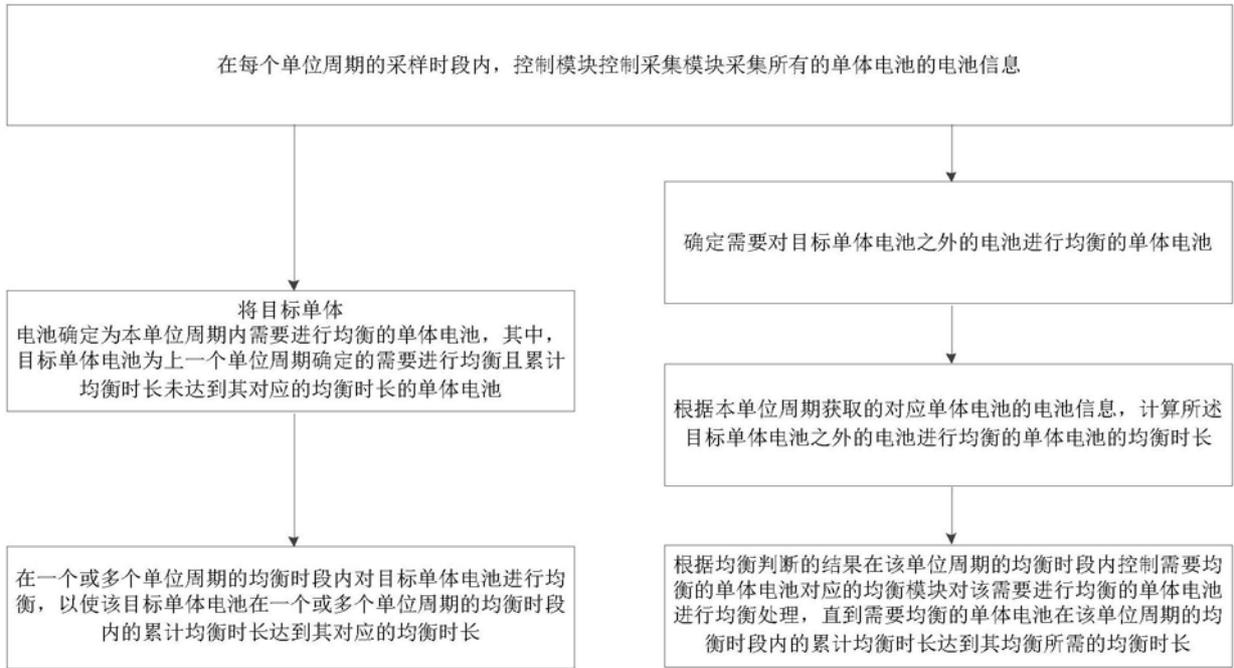


图5

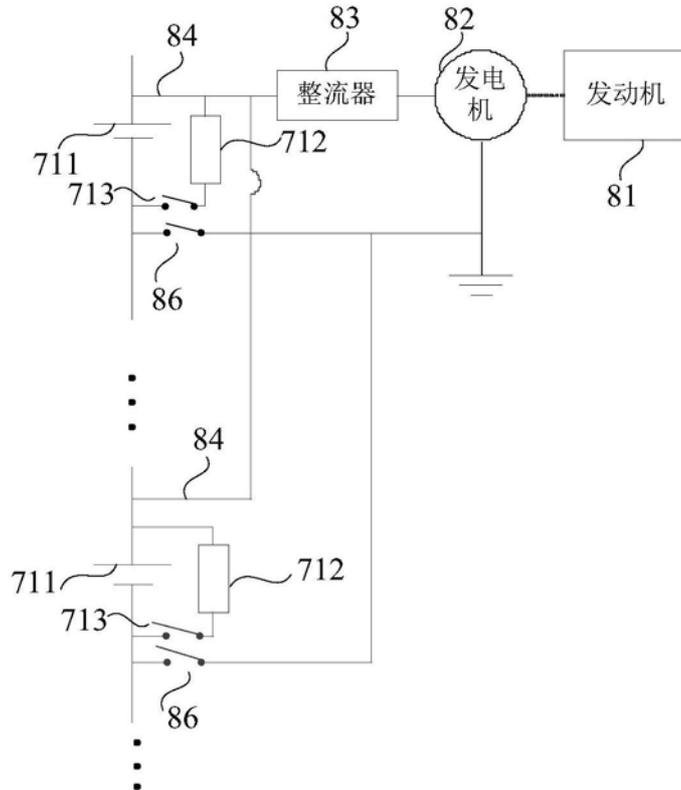


图6

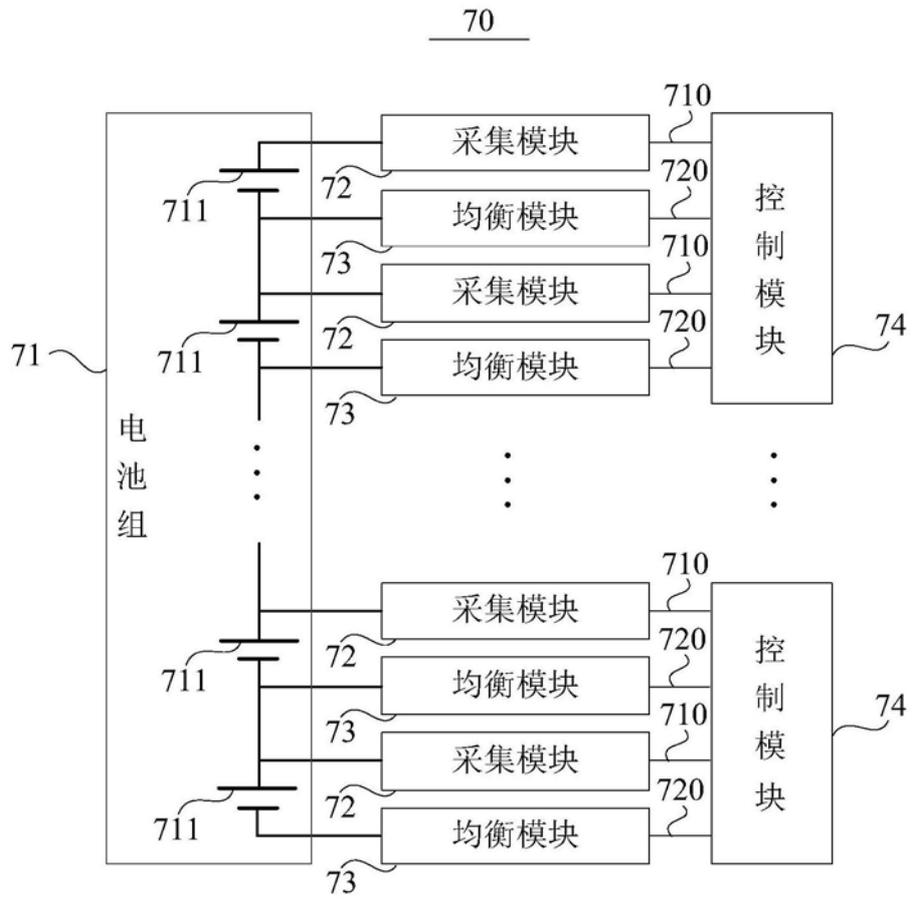


图7A

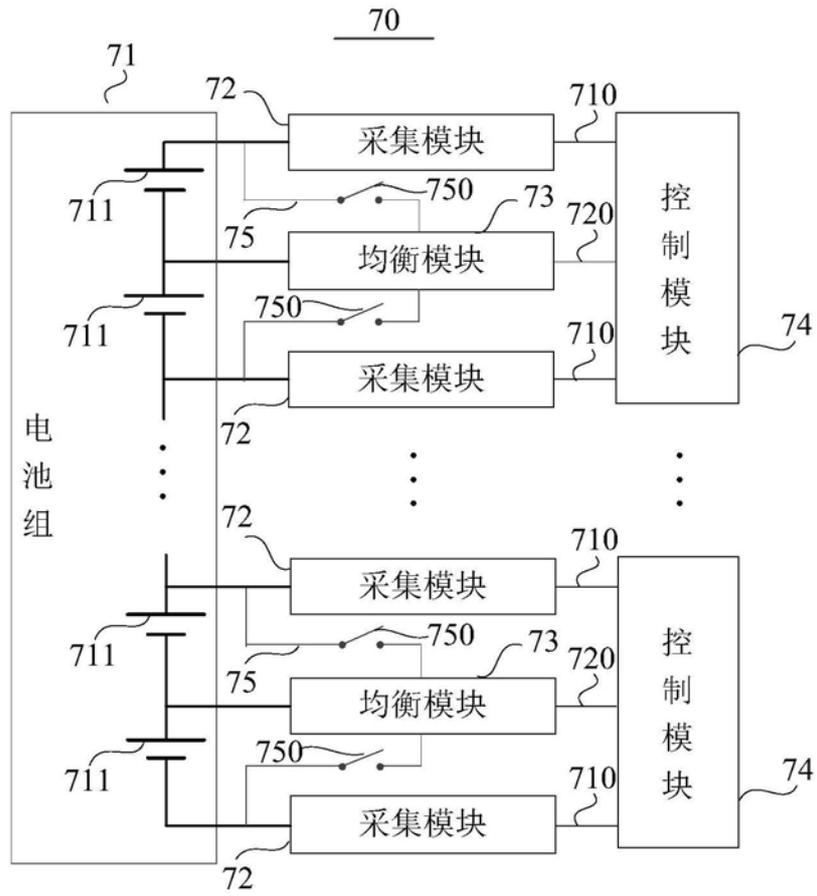


图7B



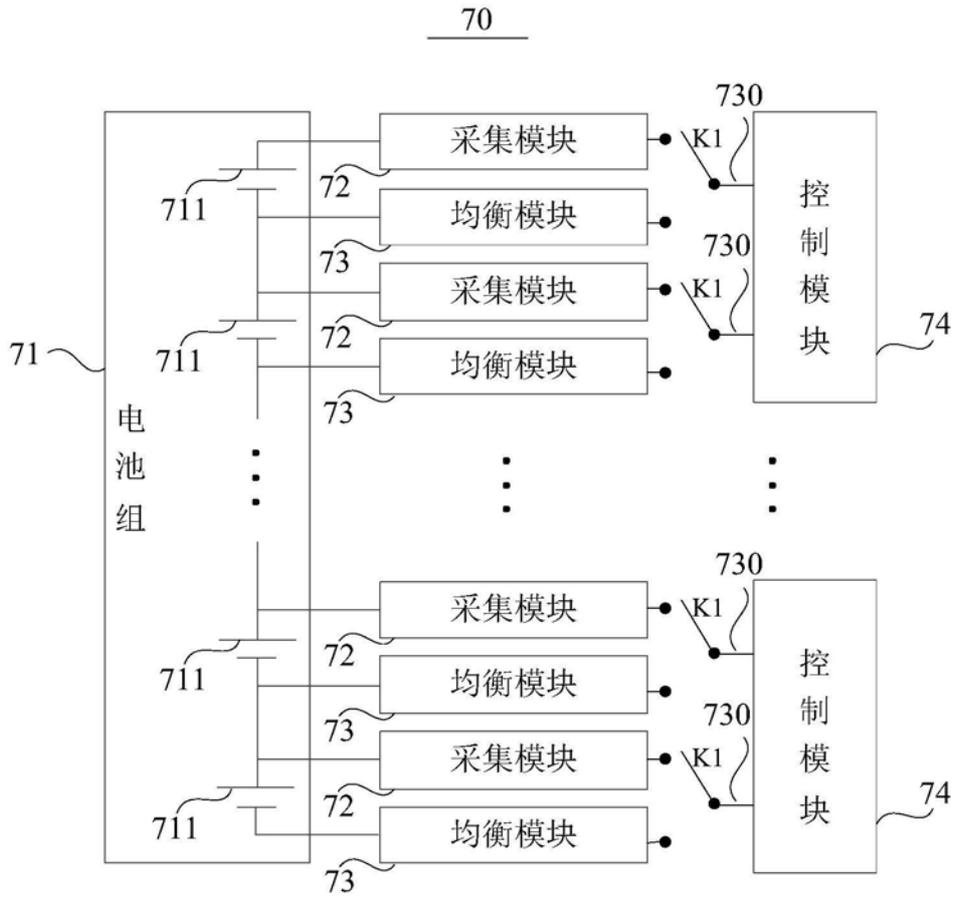


图8B

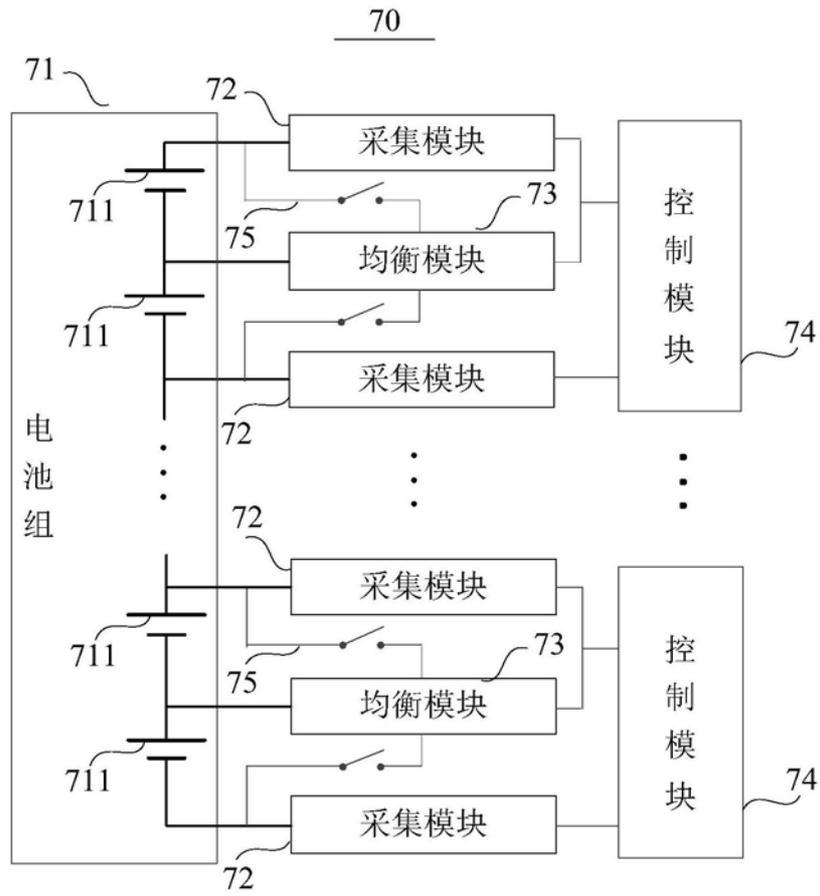


图8C