



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114709497 A

(43) 申请公布日 2022. 07. 05

(21) 申请号 202210034038.5

(22) 申请日 2022.01.13

(71) 申请人 东莞鸿盈能源科技有限公司

地址 523808 广东省东莞市松山湖园区新
竹路4号12栋501室08

(72) 发明人 杨佳涛 彭程 李睿

(51) Int. Cl.

H01M 10/42 (2006.01)

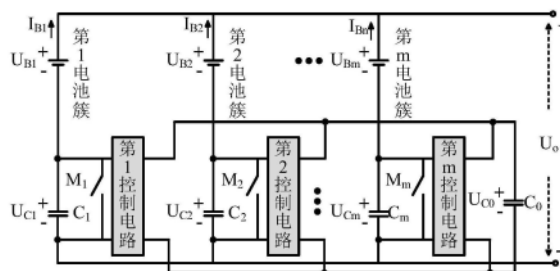
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种并联电池簇状态控制系统及其环流抑制方法、荷电状态均衡方法

(57) 摘要

本发明公开一种并联电池簇状态控制系统及其环流抑制方法、荷电状态均衡方法,该状态控制系统包括多个与电池簇一一对应的母线电容、旁路开关和控制电路,以及一个公共母线电容;各电池簇与母线电容串联作为一个整体;控制电路的输入端与对应的母线电容相连;控制电路的输出端与公共母线电容相连;控制电路可以控制对应的所述母线电容的电压的正负,进而调节对应的所述电池簇的电流。本发明的状态控制系统包括母线电容、控制电路和公共母线电容,可以实现了并联电池簇的环流抑制和荷电状态的均衡控制,并提供该并联电池簇状态控制系统的一种环流抑制方法和荷电状态均衡方法。



1. 一种并联电池簇状态控制系统,其特征在于,包括:多个与电池簇一一对应的母线电容、旁路开关和控制电路,以及一个公共母线电容;

所述电池簇的正端相互连接,作为并联电池簇的正端;

所述母线电容的正端与对应的电池簇的负端相连;

所述母线电容的负端相互连接,作为并联电池簇的负端;

所述旁路开关的正端与对应的母线电容的正端相连,所述旁路开关的负端与对应的母线电容的负端相连;

所述控制电路的输入正端与对应的母线电容的正端相连,所述控制电路的输入负端与对应的母线电容的负端相连;

所述控制电路的输出正端相互连接,并与公共母线电容的正端相连;

所述控制电路的输出负端相互连接,并与公共母线电容的负端相连;

所述控制电路可以控制对应的所述母线电容的电压的正负,进而调节对应的所述电池簇的电流。

2. 根据权利要求1所述的一种并联电池簇状态控制系统,其特征在于:所述多个控制电路可以受控对所述公共母线电容的电压大小进行调节;

所述母线电容的电压为正时,对应的所述控制电路可以受控对母线电容的正向电压的大小进行调节;

所述母线电容的电压为负时,对应的所述控制电路可以受控对母线电容的负向电压的大小进行调节。

3. 根据权利要求1所述的一种并联电池簇状态控制系统,其特征在于,每个所述控制电路可以在旁路模式和接入模式之间切换;

所述旁路开关被连通时,对应的所述控制电路运行于旁路模式;

所述旁路开关被断开时,对应的所述控制电路运行于接入模式。

4. 根据权利要求1所述的一种并联电池簇状态控制系统,其特征在于:每个所述控制电路为双向全桥变换电路,包括:全桥电路、第一电感和第二电感;

所述第一电感的一端作为所述控制电路的输入正端;

所述第一电感的另一端与所述全桥电路的一中点相连;

所述第二电感的一端与所述控制电路的输入负端相连;

所述第二电感的另一端与所述全桥电路的另一中点相连;

所述全桥电路的直流端的正端作为所述控制电路的输出正端;

所述全桥电路的直流端的负端作为所述控制电路的输出负端。

5. 根据权利要求1所述的一种并联电池簇状态控制系统,其特征在于:每个所述控制电路通过控制所述全桥电路的开关管,对所述公共母线电容的电压大小和所述母线电容的电压正负和大小进行调节。

6. 一种如权利要求1-5任一项所述并联电池簇状态控制系统的环流抑制方法,包括:

S101:通过采样元件采集各个电池簇的电池电流、对应的母线电容电压和公共母线电压;

S102:根据所述各个电池簇的电池电流、对应的母线电容电压,确定对应的控制电路的运行模式,并得到各个电池簇对应的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值;

S103:根据各个控制电路的运行模式、各个电池簇的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值分别对各个电池簇的电池状态进行控制。

7.根据权利要求6所述的一种并联电池簇状态控制系统的环流抑制方法,其特征在于,所述S102中根据所述各个电池簇的电池电流、对应的母线电容电压,确定对应的控制电路的运行模式,并得到各个电池簇对应的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值,具体包括:

对所有采集到的各个电池簇的电池电流取平均,得到电池电流平均值;

若电池簇电池电流与电池电流平均值之差小于一差值,对应的控制电路的运行模式确定为旁路模式,其余控制电路的运行模式确定为接入模式;

各个电池簇的电池电流给定值确定为电池电流平均值;

对所有电池簇对应的母线电容电压的绝对值进行排序或比较,公共母线电压的电压给定值确定为母线电容电压的绝对值的最高值。

8.根据权利要求6所述的一种并联电池簇状态控制系统的环流抑制方法,其特征在于,所述S103中根据各个控制电路的运行模式、各个电池簇的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值分别对各个电池簇的电池状态进行控制,具体包括:

若所述控制电路的运行模式为旁路模式,对应的旁路开关被连通,所述控制电路的全桥电路的所有开关管被断开;

若所述控制电路的运行模式为接入模式,所述旁路开关被断开,所述控制电路通过控制全桥电路的开关管调节对应电池簇的电池电流为电池电流给定值,并联电池簇状态控制系统调节公共母线电压为电压给定值。

9.根据权利要求8所述的一种并联电池簇状态控制系统的环流抑制方法,其特征在于,所述S103中控制电路通过控制全桥电路的开关管调节对应电池簇的电池电流为电池电流给定值,并联电池簇状态控制系统调节公共母线电压为电压给定值,具体包括:

将公共母线电容电压给定值与采集的公共母线电容的电压进行比较,所得结果经由比例积分调节器后得到公共电流参考值;

将公共电流参考值除以运行模式为接入模式的控制电路数量,并与电池电流给定值相加,作为电池电流实际给定值;

将电池电流实际给定值与采集的电池簇的电池电流进行比较,所得结果经由比例积分调节器后得到占空比,并控制全桥电路的开关管的切换。

10.一种如权利要求1-5任一项所述并联电池簇状态控制系统的荷电状态均衡方法,包括:

S201:通过采样元件采集各个电池簇的电池电流、荷电状态、对应的母线电容电压和公共母线电压;

S202:根据所述各个电池簇的电池电流、荷电状态、对应的母线电容电压,确定对应的控制电路的运行模式,并得到各个电池簇对应的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值;

S203:根据各个控制电路的运行模式、各个电池簇的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值分别对各个电池簇的电池状态进行控制。

11.根据权利要求10所述的一种并联电池簇状态控制系统的环流抑制方法,其特征在

于,所述S202中根据所述各个电池簇的电池电流、荷电状态、对应的母线电容电压,确定对应的控制电路的运行模式,并得到各个电池簇对应的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值,具体包括:

对所有采集到的各个电池簇的电池电流取平均,得到电池电流平均值;

对所有采集到的各个电池簇的荷电状态取平均,得到荷电状态平均值;

各个电池簇的电池电流给定值确定为电池电流平均值;

通过以下关系计算得到各个电池簇的电池电流给定值:

$$I_{avg} = \sum_{k=1}^n \frac{I_{Batk}}{n},$$

$$SOC_{avg} = \sum_{k=1}^n \frac{SOC_k}{n},$$

$$I_{refk} = I_{avg} + \lambda (SOC_k - SOC_{avg})$$

其中,其中, I_{Batk} 表示电池电流, $k=1, \dots, n$,表示第k个电池簇, SOC_k 表示荷电状态, λ 表示荷电状态的调整参数。

若电池簇荷电状态与电池电流给定值之差小于一差值,对应的控制电路的运行模式确定为旁路模式,其余控制电路的运行模式确定为接入模式;

对所有电池簇对应的母线电容电压的绝对值进行排序或比较,公共母线电压的电压给定值确定为母线电容电压的绝对值的最高值。

12. 根据权利要求10所述的一种并联电池簇状态控制系统的环流抑制方法,其特征在于,所述S203中根据各个控制电路的运行模式、各个电池簇的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值分别对各个电池簇的电池状态进行控制,具体包括:

若所述控制电路的运行模式为旁路模式,对应的旁路开关被连通,所述控制电路的全桥电路的所有开关管被断开;

若所述控制电路的运行模式为接入模式,所述旁路开关被断开,所述控制电路通过控制全桥电路的开关管调节对应电池簇的电池电流为电池电流给定值,并联电池簇状态控制系统调节公共母线电压为电压给定值。

13. 根据权利要求12所述的一种并联电池簇状态控制系统的环流抑制方法,其特征在于,所述S203中控制电路通过控制全桥电路的开关管调节对应电池簇的电池电流为电池电流给定值,并联电池簇状态控制系统调节公共母线电压为电压给定值,具体包括:

将公共母线电容电压给定值与采集的公共母线电容的电压进行比较,所得结果经由比例积分调节器后得到公共电流参考值;

将公共电流参考值除以运行模式为接入模式的控制电路数量,并与电池电流给定值相加,作为电池电流实际给定值;

将电池电流实际给定值与采集的电池簇的电池电流进行比较,所得结果经由比例积分调节器后得到占空比,并控制全桥电路的开关管的切换。

一种并联电池簇状态控制系统及其环流抑制方法、荷电状态均衡方法

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车动力电池、储能电站和电池梯次利用等电池管理系统领域，尤其是一种并联电池簇状态控制系统及其环流抑制方法、荷电状态均衡方法。

背景技术

[0002] 由于电池在生产制造、工作环境、老化程度上的不一致性，各个电池芯的开路电压和等效串联电阻均有不同程度的差异，导致在电池储能系统运行时，并联电池簇的荷电状态不一致。对于并联的电池簇，在充电过程中，会存在某一电池簇已充满，而其他电池簇未充满的情况，为了避免对该电池簇的过充电，其余电池簇将无法进一步充满；同样，在放电过程中，会存在某一电池簇已达到最小容许荷电状态，而其余电池簇仍可进一步放电的情况，为避免该电池簇过放电导致的损坏，所有并联串联的电池芯都将停止继续放电。由此可见，并联电池簇可用容量只能达到最弱电池簇的容量，导致严重的并联失配问题，使其他并联电池簇容量无法被充分使用，系统可用容量降低。

发明内容

[0003] 针对现有技术中的缺陷，本发明的目的是提供一种并联电池簇状态控制系统，通过引入母线电容、控制电路和公共母线电容实现电池簇的环流抑制和荷电状态均衡，采用串联变换器的架构，仅通过极小部分功率的控制电路就可以实现电池簇全功率的均衡，电路简洁，效率高，并提供该并联电池簇状态控制系统的一种环流抑制方法和一种荷电状态均衡方法。

[0004] 根据本发明的第一方面，提供一种并联电池簇状态控制系统，其特征在于，包括：多个与电池簇一一对应的母线电容、旁路开关和控制电路，以及一个公共母线电容；

[0005] 所述电池簇的正端相互连接，作为并联电池簇的正端；

[0006] 所述母线电容的正端与对应的电池簇的负端相连；

[0007] 所述母线电容的负端相互连接，作为并联电池簇的负端；

[0008] 所述旁路开关的正端与对应的母线电容的正端相连，所述旁路开关的负端与对应的母线电容的负端相连；

[0009] 所述控制电路的输入正端与对应的母线电容的正端相连，所述控制电路的输入负端与对应的母线电容的负端相连；

[0010] 所述控制电路的输出正端相互连接，并与公共母线电容的正端相连；

[0011] 所述控制电路的输出负端相互连接，并与公共母线电容的负端相连；

[0012] 所述控制电路可以控制对应的所述母线电容的电压的正负，进而调节对应的所述电池簇的电流。

[0013] 较佳地，所述多个控制电路可以受控对所述公共母线电容的电压大小进行调节；

[0014] 所述母线电容的电压为正时，对应的所述控制电路可以受控对母线电容的正向电

压的大小进行调节；

[0015] 所述母线电容的电压为负时，对应的所述控制电路可以受控对母线电容的负向电压的大小进行调节。

[0016] 较佳地，每个所述控制电路可以在旁路模式和接入模式之间切换；

[0017] 所述旁路开关被连通时，对应的所述控制电路运行于旁路模式；

[0018] 所述旁路开关被断开时，对应的所述控制电路运行于接入模式。

[0019] 较佳地，每个所述控制电路为双向全桥变换电路，包括：全桥电路、第一电感和第二电感；

[0020] 所述第一电感的一端作为所述控制电路的输入正端；

[0021] 所述第一电感的另一端与所述全桥电路的一中点相连；

[0022] 所述第二电感的一端与所述控制电路的输入负端相连；

[0023] 所述第二电感的另一端与所述全桥电路的另一中点相连；

[0024] 所述全桥电路的直流端的正端作为所述控制电路的输出正端；

[0025] 所述全桥电路的直流端的负端作为所述控制电路的输出负端。

[0026] 较佳地，每个所述控制电路通过控制所述全桥电路的开关管，对所述公共母线电容的电压大小和所述母线电容的电压正负和大小进行调节。

[0027] 根据本发明的第二方面，提供所述并联电池簇状态控制系统的一种环流抑制方法，包括：

[0028] S101：通过采样元件采集各个电池簇的电池电流、对应的母线电容电压和公共母线电压；

[0029] S102：根据所述各个电池簇的电池电流、对应的母线电容电压，确定对应的控制电路的运行模式，并得到各个电池簇对应的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值；

[0030] S103：根据各个控制电路的运行模式、各个电池簇的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值分别对各个电池簇的电池状态进行控制。

[0031] 较佳地，所述S102中根据所述各个电池簇的电池电流、对应的母线电容电压，确定对应的控制电路的运行模式，并得到各个电池簇对应的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值，具体包括：

[0032] 对所有采集到的各个电池簇的电池电流取平均，得到电池电流平均值；

[0033] 若电池簇电池电流与电池电流平均值之差小于一差值，对应的控制电路的运行模式确定为旁路模式，其余控制电路的运行模式确定为接入模式；

[0034] 各个电池簇的电池电流给定值确定为电池电流平均值；

[0035] 对所有电池簇对应的母线电容电压的绝对值进行排序或比较，公共母线电压的电压给定值确定为母线电容电压的绝对值的最高值。

[0036] 较佳地，所述S103中根据各个控制电路的运行模式、各个电池簇的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值分别对各个电池簇的电池状态进行控制，具体包括：

[0037] 若所述控制电路的运行模式为旁路模式，对应的旁路开关被连通，所述控制电路的全桥电路的所有开关管被断开；

[0038] 若所述控制电路的运行模式为接入模式，所述旁路开关被断开，所述控制电路通过控制全桥电路的开关管调节对应电池簇的电池电流为电池电流给定值，并联电池簇状态

控制系统调节公共母线电压为电压给定值。

[0039] 较佳地,所述S103中控制电路通过控制全桥电路的开关管调节对应电池簇的电池电流为电池电流给定值,并联电池簇状态控制系统调节公共母线电压为电压给定值,具体包括:

[0040] 将公共母线电容电压给定值与采集的公共母线电容的电压进行比较,所得结果经由比例积分调节器后得到公共电流参考值;

[0041] 将公共电流参考值除以运行模式为接入模式的控制电路数量,并与电池电流给定值相加,作为电池电流实际给定值;

[0042] 将电池电流实际给定值与采集的电池簇的电池电流进行比较,所得结果经由比例积分调节器后得到占空比,并控制全桥电路的开关管的切换。

[0043] 根据本发明的第三方面,提供所述并联电池簇状态控制系统的一种荷电状态均衡方法,包括:

[0044] S201:通过采样元件采集各个电池簇的电池电流、荷电状态、对应的母线电容电压和公共母线电压;

[0045] S202:根据所述各个电池簇的电池电流、荷电状态、对应的母线电容电压,确定对应的控制电路的运行模式,并得到各个电池簇对应的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值;

[0046] S203:根据各个控制电路的运行模式、各个电池簇的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值分别对各个电池簇的电池状态进行控制。

[0047] 较佳地,所述S202中根据所述各个电池簇的电池电流、荷电状态、对应的母线电容电压,确定对应的控制电路的运行模式,并得到各个电池簇对应的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值,具体包括:

[0048] 对所有采集到的各个电池簇的电池电流取平均,得到电池电流平均值;

[0049] 对所有采集到的各个电池簇的荷电状态取平均,得到荷电状态平均值;

[0050] 各个电池簇的电池电流给定值确定为电池电流平均值;

[0051] 通过以下关系计算得到各个电池簇的电池电流给定值:

$$[0052] \quad I_{avg} = \sum_{k=1}^n \frac{I_{Batk}}{n},$$

$$[0053] \quad SOC_{avg} = \sum_{k=1}^n \frac{SOC_k}{n},$$

$$[0054] \quad I_{refk} = I_{avg} + \lambda (SOC_k - SOC_{avg})$$

[0055] 其中,其中, I_{Batk} 表示电池电流, $k=1, \dots, n$,表示第k个电池簇, SOC_k 表示荷电状态, λ 表示荷电状态的调整参数。

[0056] 若电池簇荷电状态与电池电流给定值之差小于一差值,对应的控制电路的运行模式确定为旁路模式,其余控制电路的运行模式确定为接入模式;

[0057] 对所有电池簇对应的母线电容电压的绝对值进行排序或比较,公共母线电压的电压给定值确定为母线电容电压的绝对值的最高值。

[0058] 较佳地,所述S203中根据各个控制电路的运行模式、各个电池簇的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值分别对各个电池簇的电池状态进行控制,具体包括:

[0059] 若所述控制电路的运行模式为旁路模式,对应的旁路开关被连通,所述控制电路的全桥电路的所有开关管被断开;

[0060] 若所述控制电路的运行模式为接入模式,所述旁路开关被断开,所述控制电路通过控制全桥电路的开关管调节对应电池簇的电池电流为电池电流给定值,并联电池簇状态控制系统调节公共母线电压为电压给定值。

[0061] 较佳地,所述S203中控制电路通过控制全桥电路的开关管调节对应电池簇的电池电流为电池电流给定值,并联电池簇状态控制系统调节公共母线电压为电压给定值,具体包括:

[0062] 将公共母线电容电压给定值与采集的公共母线电容的电压进行比较,所得结果经由比例积分调节器后得到公共电流参考值;

[0063] 将公共电流参考值除以运行模式为接入模式的控制电路数量,并与电池电流给定值相加,作为电池电流实际给定值;

[0064] 将电池电流实际给定值与采集的电池簇的电池电流进行比较,所得结果经由比例积分调节器后得到占空比,并控制全桥电路的开关管的切换。

[0065] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0066] (1) 本发明提供的并联电池簇状态控制系统,通过引入母线电容、控制电路和公共母线电容实现电池簇的环流抑制和荷电状态均衡,采用串联变换器的架构,仅通过极小部分功率的控制电路就可以实现电池簇全功率的均衡,电路简洁,效率高

[0067] (2) 本发明提供的并联电池簇状态控制系统,通过同时控制各个双向变换器中开关管的切换,将部分并联回路的功率通过双向变换器和公共母线传递给其他并联回路,从而实现各个电池簇之间环流的抑制和荷电状态的均衡控制。

[0068] (3) 本发明提供的并联电池簇状态控制系统,控制电路可以通过旁路开关在旁路模式和接入模式之间切换,控制简洁,切换灵活。

[0069] (4) 本发明提供的并联电池簇状态控制系统的环流抑制方法,通过对电池电流和电池给定值的比较计算,实现了各个电池簇控制电路运行模式的切换、电池电流给定值的产生、电池簇电池电流和公共电容电压的控制。

[0070] (5) 本发明提供的并联电池簇状态控制系统的荷电状态均衡方法,通过对电池电流和电池给定值的比较计算、对电池簇荷电状态和荷电状态平均值的比较计算,实现了各个电池簇控制电路运行模式的切换、电池电流给定值的产生、电池簇电池电流和公共电容电压的控制。

[0071] 当然,实施本发明的任一产品并不一定需要同时达到以上所述的所有优点。

附图说明

[0072] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0073] 图1是本发明一实施例的并联电池簇状态控制系统的拓扑结构图;

[0074] 图2是本发明一实施例的并联电池簇状态控制系统和控制电路的拓扑结构图;

[0075] 图3是本发明一种实施例的并联电池簇状态控制系统的环流抑制方法的流程图;

[0076] 图4是本发明一种实施例的并联电池簇状态控制系统的环流抑制方法的控制框

图；

[0077] 图5是本发明一种实施例的并联电池簇状态控制系统的荷电状态均衡方法的流程图；

[0078] 图6是本发明一种实施例的并联电池簇状态控制系统的荷电状态均衡方法的控制框图。

具体实施方式

[0079] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0080] 一实施例中,提供一种并联电池簇状态控制系统,其拓扑结构图如图1所示,包括:多个与电池簇一一对应的母线电容、旁路开关和控制电路,以及一个公共母线电容;

[0081] 各个电池簇的正端相互连接,作为并联电池簇的正端;

[0082] 各个母线电容的正端与对应的电池簇的负端相连;

[0083] 各个母线电容的负端相互连接,作为并联电池簇的负端;

[0084] 各个旁路开关的正端与对应的母线电容的正端相连,各个旁路开关的负端与对应的母线电容的负端相连;

[0085] 各个控制电路的输入正端与对应的母线电容的正端相连,各个控制电路的输入负端与对应的母线电容的负端相连;

[0086] 各个控制电路的输出正端相互连接,并与公共母线电容的正端相连;

[0087] 各个控制电路的输出负端相互连接,并与公共母线电容的负端相连;

[0088] 各个控制电路可以控制对应的母线电容的电压的正负,进而调节对应的电池簇的电流。

[0089] 具体的,参照图1所示,电池簇总数为 m (m 为正整数),电池簇包括第一电池簇 B_1 、第二电池簇 B_2 、……、第 m 电池簇 B_m ,电池簇 B_1 、 B_2 、……、 B_m 的正端相互连接,作为并联电池簇的正端;母线电容包括第一母线电容 C_1 、第二母线电容 C_2 、……、第 m 母线电容 C_m ,电池簇 B_1 、 B_2 、……、 B_m 的负端分别与母线电容 C_1 、 C_2 、……、 C_m 的正端相连,母线电容 C_1 、 C_2 、……、 C_m 的负端相互连接,作为并联电池簇的负端;控制电路包括第1控制电路、第2控制电路、……、第 m 控制电路,母线电容 C_1 、 C_2 、……、 C_m 分别通过对应的控制电路与公共母线电容 C_0 相连;旁路开关 M_1 、 M_2 、……、 M_m 分别与对应的母线电容并联。

[0090] 一实施例中,多个控制电路可以受控对公共母线电容的电压大小进行调节;

[0091] 母线电容的电压为正时,对应的控制电路可以受控对母线电容的正向电压的大小进行调节;

[0092] 母线电容的电压为负时,对应的控制电路可以受控对母线电容的负向电压的大小进行调节。

[0093] 一实施例中,每个控制电路可以在旁路模式和接入模式之间切换;

[0094] 旁路开关被连通时,对应的控制电路运行于旁路模式;

[0095] 旁路开关被断开时,对应的控制电路运行于接入模式。

[0096] 一实施例中,每个控制电路为双向全桥变换电路,其拓扑结构图如图2所示,包括:全桥电路、第一电感和第二电感;

[0097] 第一电感的一端作为控制电路的输入正端;

[0098] 第一电感的另一端与全桥电路的一中点相连;

[0099] 第二电感的一端与控制电路的输入负端相连;

[0100] 第二电感的另一端与全桥电路的另一中点相连;

[0101] 全桥电路的直流端的正端作为控制电路的输出正端;

[0102] 全桥电路的直流端的负端作为控制电路的输出负端。

[0103] 一实施例中,每个控制电路通过控制全桥电路的开关管,对公共母线电容的电压大小和母线电容的电压正负和大小进行调节。

[0104] 一实施例中,还提供并联电池簇状态控制系统的一种环流抑制方法,其流程图如图3所示,包括:

[0105] S101:通过采样元件采集各个电池簇的电池电流、对应的母线电容电压和公共母线电压;

[0106] S102:根据各个电池簇的电池电流、对应的母线电容电压,确定对应的控制电路的运行模式,并得到各个电池簇对应的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值;

[0107] S103:根据各个控制电路的运行模式、各个电池簇的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值分别对各个电池簇的电池状态进行控制。

[0108] 一实施例中,S102中根据各个电池簇的电池电流、对应的母线电容电压,确定对应的控制电路的运行模式,并得到各个电池簇对应的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值,具体包括:

[0109] 对所有采集到的各个电池簇的电池电流取平均,得到电池电流平均值;

[0110] 若电池簇电池电流与电池电流平均值之差小于一差值,对应的控制电路的运行模式确定为旁路模式,其余控制电路的运行模式确定为接入模式;

[0111] 各个电池簇的电池电流给定值确定为电池电流平均值;

[0112] 对所有电池簇对应的母线电容电压的绝对值进行排序或比较,公共母线电压的电压给定值确定为母线电容电压的绝对值的最高值。

[0113] 一实施例中,S103中根据各个控制电路的运行模式、各个电池簇的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值分别对各个电池簇的电池状态进行控制,具体包括:

[0114] 若控制电路的运行模式为旁路模式,对应的旁路开关被连通,控制电路的全桥电路的所有开关管被断开;

[0115] 若控制电路的运行模式为接入模式,旁路开关被断开,控制电路通过控制全桥电路的开关管调节对应电池簇的电池电流为电池电流给定值,并联电池簇状态控制系统调节公共母线电压为电压给定值。

[0116] 一实施例中,具体控制框图如图4所示,S103中控制电路通过控制全桥电路的开关管调节对应电池簇的电池电流为电池电流给定值,并联电池簇状态控制系统调节公共母线电压为电压给定值,具体包括:

[0117] 将公共母线电容电压给定值与采集的公共母线电容的电压进行比较,所得结果经由比例积分调节器后得到公共电流参考值;

[0118] 将公共电流参考值除以运行模式为接入模式的控制电路数量,并与电池电流给定值相加,作为电池电流实际给定值;

[0119] 将电池电流实际给定值与采集的电池簇的电池电流进行比较,所得结果经由比例积分调节器后得到占空比,并控制全桥电路的开关管的切换。

[0120] 一实施例中,还提供并联电池簇状态控制系统的一种荷电状态均衡方法,其流程图如图5所示,包括:

[0121] S201:通过采样元件采集各个电池簇的电池电流、荷电状态、对应的母线电容电压和公共母线电压;

[0122] S202:根据各个电池簇的电池电流、荷电状态、对应的母线电容电压,确定对应的控制电路的运行模式,并得到各个电池簇对应的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值;

[0123] S203:根据各个控制电路的运行模式、各个电池簇的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值分别对各个电池簇的电池状态进行控制。

[0124] 一实施例中,S202中根据各个电池簇的电池电流、荷电状态、对应的母线电容电压,确定对应的控制电路的运行模式,并得到各个电池簇对应的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值,具体包括:

[0125] 对所有采集到的各个电池簇的电池电流取平均,得到电池电流平均值;

[0126] 对所有采集到的各个电池簇的荷电状态取平均,得到荷电状态平均值;

[0127] 各个电池簇的电池电流给定值确定为电池电流平均值;

[0128] 通过以下关系计算得到各个电池簇的电池电流给定值:

$$[0129] \quad I_{avg} = \sum_{k=1}^n \frac{I_{Batk}}{n},$$

$$[0130] \quad SOC_{avg} = \sum_{k=1}^n \frac{SOC_k}{n},$$

$$[0131] \quad I_{refk} = I_{avg} + \lambda (SOC_k - SOC_{avg})$$

[0132] 其中,其中, I_{Batk} 表示电池电流, $k=1, \dots, n$,表示第k个电池簇, SOC_k 表示荷电状态, λ 表示荷电状态的调整参数。

[0133] 若电池簇荷电状态与电池电流给定值之差小于一差值,对应的控制电路的运行模式确定为旁路模式,其余控制电路的运行模式确定为接入模式;

[0134] 对所有电池簇对应的母线电容电压的绝对值进行排序或比较,公共母线电压的电压给定值确定为母线电容电压的绝对值的最高值。

[0135] 一实施例中,S203中根据各个控制电路的运行模式、各个电池簇的电池电流给定值和公共母线电压的电压给定值分别对各个电池簇的电池状态进行控制,具体包括:

[0136] 若控制电路的运行模式为旁路模式,对应的旁路开关被连通,控制电路的全桥电路的所有开关管被断开;

[0137] 若控制电路的运行模式为接入模式,旁路开关被断开,控制电路通过控制全桥电路的开关管调节对应电池簇的电池电流为电池电流给定值,并联电池簇状态控制系统调节公共母线电压为电压给定值。

[0138] 一实施例中,具体控制框图如图6所示,S203中控制电路通过控制全桥电路的开关

管调节对应电池簇的电池电流为电池电流给定值,并联电池簇状态控制系统调节公共母线电压为电压给定值,具体包括:

[0139] 将公共母线电容电压给定值与采集的公共母线电容的电压进行比较,所得结果经由比例积分调节器后得到公共电流参考值;

[0140] 将公共电流参考值除以运行模式为接入模式的控制电路数量,并与电池电流给定值相加,作为电池电流实际给定值;

[0141] 将电池电流实际给定值与采集的电池簇的电池电流进行比较,所得结果经由比例积分调节器后得到占空比,并控制全桥电路的开关管的切换。

[0142] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

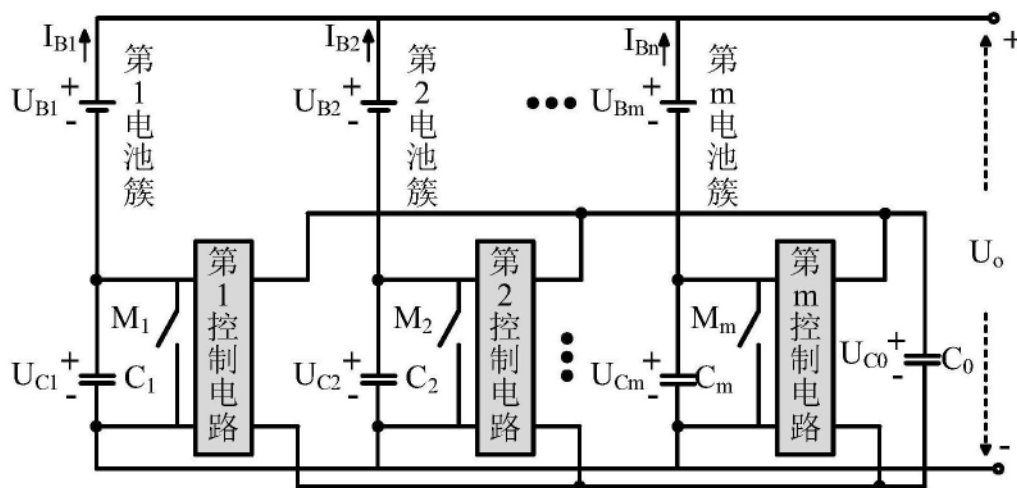


图1

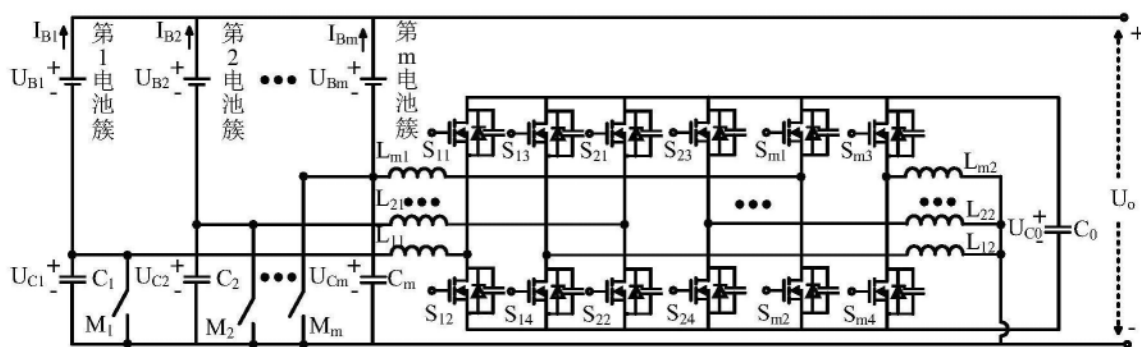


图2

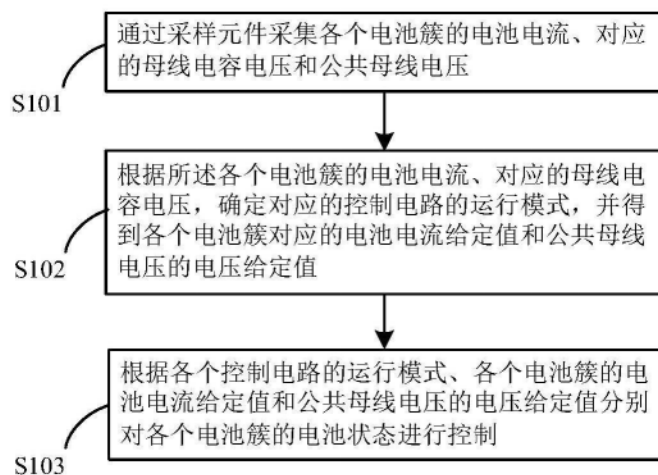


图3

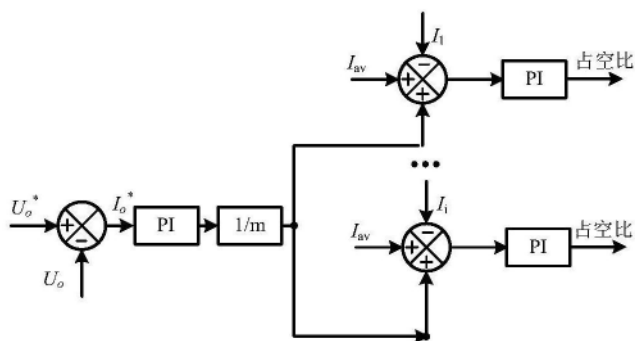


图4

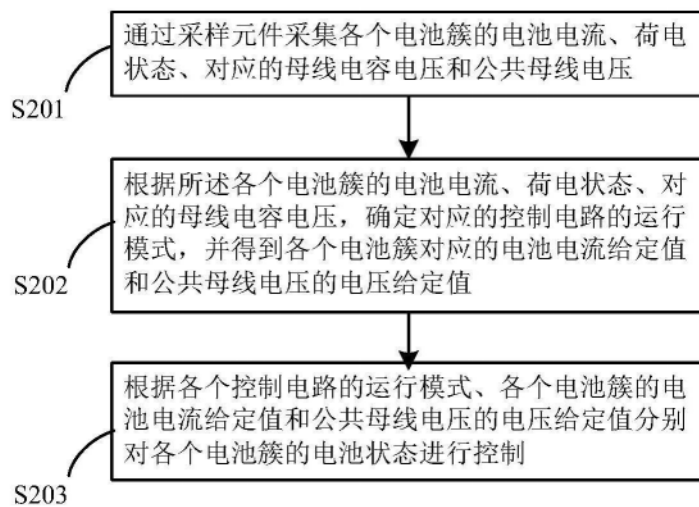


图5

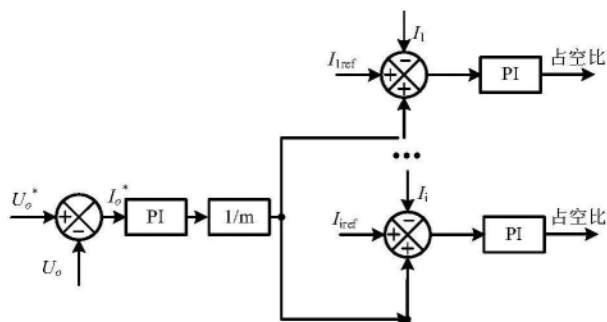


图6