



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114301126 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 08

(21) 申请号 202111632879.8

(22) 申请日 2021.12.29

(71) 申请人 中国长江三峡集团有限公司  
地址 430010 湖北省武汉市江岸区六合路1号

(72) 发明人 林恩德 高潮 贾娜 周旭艳

(74) 专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所  
42103

代理人 余山

(51) Int. Cl.  
H02J 7/00 (2006.01)

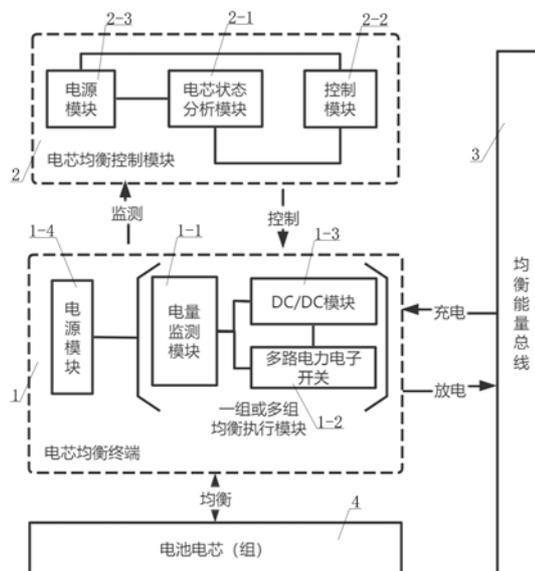
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种电化学储能系统电芯均衡系统及方法

(57) 摘要

一种电化学储能系统电芯均衡系统及方法，其方法通过电芯均衡控制模块实现对各个储能系统内电芯电压实时监控、SOC评估与均衡控制，均衡能量总线为不同电芯之间的均衡能量转移提供统一通道，均衡执行模块实现对电芯的电压、温度的数据采集，其内部一组电力电子开关与电芯连接，用来通断待均衡电芯，DC/DC模块来控制当前选中待均衡电芯的充电与放电，通过对电芯电压的精确采集与电芯低充高放的精准控制，实现能量迁移，降低电芯电量及SOC的不一致性，实现一种低成本、高效率的均衡控制技术，避免电池过充或过放，延长电池循环寿命，提升储能电站有效充放电容量，降低储能电站的平准度电成本(LCOE)。



1. 一种电化学储能系统电芯均衡系统,其特征在于,它包括电芯均衡终端(1),电芯均衡终端(1)分别与电芯均衡控制模块(2)、均衡能量总线(3)连接;

电芯均衡终端(1)包括均衡执行模块,均衡执行模块包括至少1组电量监测模块(1-1)、电力电子开关(1-2)、DC/DC模块(1-3);电量监测模块(1-1)用于监测各个电芯(4)的电压并实时反馈给均衡控制模块(2),均衡控制模块(2)通过控制电力电子开关(1-2)以实现任意电芯(4)的开断;

DC/DC模块(1-3)分别与电力电子开关(1-2)、电量均衡总线(3)连接,可通过均衡控制模块(2)将高电量电芯(4)升压后接入均衡能量总线(3)进行放电,或者根据均衡控制模块(2)将均衡能量总线(3)中电压降压后为低电量电芯(4)充电。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述均衡能量总线(3)是连接在各个电芯均衡终端(1)中均衡执行模块之间的电力总线,电压/电量过高的电芯放电将能量释放到均衡能量总线中;电压/电量过低的电芯从总线中获取能量进行充电,从而实现电芯之间的能量均衡,同一条总线可以支持多个均衡执行模块同时放电或充电,可以大大减少电力线缆的布置,提高电量均衡的效率。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述电芯均衡终端(1)还包括第一供电电源(1-4),第一供电电源(1-4)为均衡执行模块供电。

4. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述电芯均衡控制模块(2)包括电芯状态分析模块(2-1)、控制模块(2-2),电芯状态分析模块(2-1)可获取各个均衡执行模块采集的模组内电芯的电压状态,以及计算电芯电量及SOC、SOH值;控制模块(2-2)可根据均衡策略向均衡执行模块下发均衡指令,监控均衡过程,评估均衡效果。

5. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于,所述电芯均衡控制模块(2)还包括第二电源模块(2-3),第二电源模块(2-3)为电芯均衡控制模块(2)提供电源。

6. 一种电化学储能电芯均衡方法,其特征在于,它通过电芯均衡控制模块(2)实现对各个电池系统的监控与均衡控制,通过均衡执行模块(1)实现对电芯(4)的电压、温度的数据采集,通过电力电子开关(1-2)及DC/DC模块(1-3)实现电芯(4)的充电与放电,通过独立的低电压、低电流充放电开关控制电路来满足电芯均衡需求,降低实施成本。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,它具体包括以下步骤:

1) 选择合适规格的电芯均衡终端(1),通过电芯均衡终端(1)中的均衡执行模块对目标电芯进行监测与均衡控制;

2) 通过电芯均衡终端(1)中的电量监测模块(1-1)对每个电芯的实时电压状态进行采集,并将采集的电压数据发送至电芯均衡控制模块(2);

3) 由电芯均衡控制模块(2)中的电芯状态分析模块(2-1)对采集到的各个电芯实时及历史电压数据进行计算、分析,得到每个电芯的SOC值,进一步分析其中电压;

4) 电芯均衡控制模块(2)中的控制模块(2-2)建立均衡控制策略,各个电芯的电压、SOC的偏差超过一定范围,可执行均衡策略,均衡策略包括放电策略与充电策略;

5) 通过获取分析得到的电压、SOC偏差较大电芯,确定本次参与均衡的电芯,包括参与放电的电芯与参与充电的电芯,发送电芯均衡控制指令到均衡执行模块中,电芯均衡控制指令包括执行充电、执行放电、停止三类;

6) 均衡执行模块收到电芯均衡控制模块(2)的均衡控制指令后,执行对应电芯的电力

电子开关动作,联通或断开电力电子开关,当同一组内某个电力电子开关联通前,组内其他电力电子开关断开,确保最多只有一个通路联通;

7)当前均衡执行模块的DC/DC模块(1-3)动作,根据充电与放电控制指令的不同,设定其工作在向内部供电或向外部放电的状态;如果为停止指令,则直接断开与均衡能量总线的连接;

8)在高电量电芯充电模式下,上述操作完成后,均衡执行模块从均衡能量总线(3)中获取能量,通过DC/DC模块(1-3)将均衡能量总线(3)中的12V或24V降压后给指定电芯进行充电;

9)如果高电量电芯放电操作,在上述操作完成后,均衡执行模块通过DC/DC模块(1-3),将指定电芯的电量升压到12V或24V释放到均衡能量总线中。

8.根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述均衡执行模块实时监控电芯(4)及均衡执行模块的温度,如果出现电芯或均衡执行模块温度超过设定的值,则停止均衡执行模块的运行,保证系统安全;

所述均衡执行模块将实时充电、放电的状态及电流数据上报到电芯均衡控制模块(2),电芯均衡控制模块(2)实时分析电芯的电压、SOC状态及累计充放电电量,动态分析并控制电芯的均衡动作,避免电芯出现过充或过放;

所述均衡系统不直接参与或控制储能系统自身的充、放电过程,但需要依据储能系统的充放电状态进行相关策略判断,确保电芯均衡操作精准、合理,验证系统的使用寿命,保证系统安全;

所述均衡能量总线(3)可与电芯均衡控制模块(2)、均衡执行模块的12V或24V供电电路相连,通过高电压、SOC的电芯放电为二次系统提供能量或通过从二次系统中获取能量为低电压、SOC电芯的进行补电、实现电芯之间的电量均衡,从而进一步提高电量的利用率与系统的均衡控制能力。

## 一种电化学储能系统电芯均衡系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于电化学储能技术领域,具体涉及一种电化学储能系统电芯均衡方法。

### 背景技术

[0002] 电化学储能电站在运行过程中,由于电池制造工艺、运行环境等因素的影响,电芯之间、模组之间逐步产生不一致性,导致部分单体的电压、电量或SOC偏高或偏低,为了避免电池单体的过充与过放带来的系列安全问题,同一簇串内必须以所有电池中单个电芯的最大、最小电压、电量(SOC)的区间来进行充电、放电操作,形成短板效应,系统不能充分充电与放电,长此以往将影响到电站的有效容量与使用寿命。

[0003] 为了解决这个问题,往往采用被动均衡技术,通过对单个电芯并联电力电子开关与电阻,当监测到某组中个别电芯的电压(电量)或SOC显著高于其他电芯时(如:电压高于50mV),均衡开关导通,通过小电流持续放电,从而降低与其他电芯的差异。

[0004] 另一个解决方案是采用主动均衡技术,通过电力电子开关及容性或感性装置,将高电量的电池能量转移到低电量的电池中,该方案均衡电流较大,成本较高,目前主要是用于模组级别,实现模组之间的均衡。

[0005] 主流的被动均衡方案通过电路将多余的电量直接转化为热量释放,具备原理简单、均衡电流小、成本较低的特点,但在均衡过程中存在能量损失,同时带来额外的热量释放,同时无法对个别落后电芯进行均衡等缺陷,短板效应不能完全消除。而模组级的主动均衡管理粒度粗,不能解决电芯级别的电量均衡问题。

[0006] 因此,申请人提出一种低成本的电芯级主动均衡方法,能有效解决现有2种均衡技术的局限,支持电芯级别的主动均衡,具有成本低、能量效率高等特点,具备较大的推广价值。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是为了提供一种可将电量或SOC较高电芯的能量高效地转移到电量或SOC较低的电芯,可最大限度地提升储能系统的DOD水平,提升系统的容量保持率,从而显著提升系统循环寿命的电化学储能系统电芯均衡方法。

[0008] 一种电化学储能系统电芯均衡系统,它包括电芯均衡终端,电芯均衡终端分别与电芯均衡控制模块、均衡能量总线连接;

电芯均衡终端包括均衡执行模块,均衡执行模块包括至少1组电量监测模块、电力电子开关、DC/DC模块;电量监测模块用于监测各个电芯的电压并实时反馈给均衡控制模块,均衡控制模块通过控制电力电子开关以实现任意电芯的开断;

DC/DC模块分别与电力电子开关、电量均衡总线连接,可通过均衡控制模块将高电量电芯升压后接入均衡能量总线进行放电,或者根据均衡控制模块将均衡能量总线中电压降压后为低电量电芯充电。

[0009] 上述均衡能量总线是指连接在各个电芯均衡终端中均衡执行模块之间的电力总

线,电压/电量过高的电芯放电将能量释放到均衡能量总线中;电压/电量过低的电芯从总线中获取能量进行充电,从而实现电芯之间的能量均衡,同一条总线可以支持多个均衡执行模块同时放电或充电,可以大大减少电力线缆的布置,提高电量均衡的效率。

[0010] 上述电芯均衡终端还包括第一供电电源,第一供电电源为均衡执行模块供电。

[0011] 上述电芯均衡控制模块包括电芯状态分析模块、控制模块,电芯状态分析模块可获取各个均衡执行模块采集的模组内电芯的电压状态,以及计算电芯电量及SOC;控制模块可根据均衡策略向均衡执行模块下发均衡指令,监控均衡过程,评估均衡效果。

[0012] 上述电芯均衡控制模块还包括第二电源模块,第二电源模块为电芯均衡控制模块提供电源。

[0013] 一种电化学储能电芯均衡方法,它通过电芯均衡控制模块实现对各个电池系统的监控与均衡控制,通过均衡执行模块实现对电芯的电压、温度的数据采集,通过电力电子开关及DC/DC模块实现电芯的充电与放电,通过独立的低电压、低电流充放电开关控制电路来满足电芯均衡需求,降低实施成本。

[0014] 具体包括以下步骤:

1) 选择合适规格的电芯均衡终端,通过电芯均衡终端中的均衡执行模块对目标电芯进行监测与均衡控制;

2) 通过电芯均衡终端中的电量监测模块对每个电芯的实时电压状态进行采集,并将采集的电压数据发送至电芯均衡控制模块;

3) 由电芯均衡控制模块中的电芯状态分析模块对采集到的各个电芯实时及历史电压数据进行计算、分析,得到每个电芯的SOC值,进一步分析其中电压;

4) 电芯均衡控制模块中的控制模块建立均衡控制策略,各个电芯的电压、SOC的偏差超过一定范围,可执行均衡策略,均衡策略包括放电策略与充电策略;

5) 通过获取分析得到的电压、SOC偏差较大电芯,确定本次参与均衡的电芯,包括参与放电的电芯与参与充电的电芯,发送电芯均衡控制指令到均衡执行模块中,电芯均衡控制指令包括执行充电、执行放电、停止三类;

6) 均衡执行模块收到电芯均衡控制模块的均衡控制指令后,执行对应电芯的电力电子开关动作,联通或断开电力电子开关,当同一组内某个电力电子开关联通前,组内其他电力电子开关断开,确保最多只有一个通路联通;

7) 当前均衡执行模块的DC/DC模块动作,根据充电与放电控制指令的不同,设定其工作在向内部供电或向外部放电的状态;如果为停止指令,则直接断开与均衡能量总线的连接;

8) 在高电量电芯充电模式下,上述操作完成后,均衡执行模块从均衡能量总线(3)中获取能量,通过DC/DC模块将均衡能量总线中的12V或24V降压后给指定电芯进行充电;

9) 如果高电量电芯放电操作,在上述操作完成后,均衡执行模块通过DC/DC模块,将指定电芯的电量升压到12V或24V释放到均衡能量总线中。

[0015] 上述均衡执行模块实时监控电芯及均衡执行模块的温度,如果出现电芯或均衡执行模块温度超过设定的值,则停止均衡执行模块的运行,保证系统安全;

上述均衡执行模块将实时充电、放电的状态及电流数据上报到电芯均衡控制模块,电芯均衡控制模块实时分析电芯的电压、SOC状态及累计充放电电量,动态分析并控制

电芯的均衡动作,避免电芯出现过充或过放。

[0016] 上述均衡系统不直接参与或控制储能系统自身的充、放电过程,但需要依据储能系统的充放电状态进行相关策略判断,确保电芯均衡操作精准、合理,验证系统的使用寿命,保证系统安全。

[0017] 上述均衡能量总线可与电芯均衡控制模块、均衡执行模块的12V或24V供电电路相连,通过高电压、SOC的电芯放电为二次系统提供能量或通过从二次系统中获取能量为低电压、SOC电芯的进行补电、实现电芯之间的电量均衡,从而进一步提高电量的利用率与系统的均衡控制能力。

[0018] 与现有技术相比,本发明具有如下技术效果:

储能电站的平准度电成本(LCOE)是决定电站效益的核心因素,而电芯及系统的容量保持率及循环寿命是降低LCOE的关键。本发明提出的电芯主动均衡技术与装置可以将电量或SOC较高电芯的能量高效地转移到电量或SOC较低的电芯,可以最大限度地提升储能系统的DOD水平,提升系统的容量保持率,从而显著提升系统的循环寿命,降低系统LCOE。

## 附图说明

[0019] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明:

图1和图2为本发明的结构框图;

图3为直流电池系统的电路图。

## 具体实施方式

[0020] 如图1和2所示,一种电化学储能系统电芯均衡系统,它包括电芯均衡终端1,电芯均衡终端1分别与电芯均衡控制模块2、均衡能量总线3连接;

电芯均衡终端1包括均衡执行模块,均衡执行模块包括至少1组电量监测模块1-1、电力电子开关1-2、DC/DC模块1-3;电量监测模块1-1用于监测各个电芯4的电压并实时反馈给均衡控制模块2,均衡控制模块2通过控制电力电子开关1-2以实现任意电芯4的开断;

DC/DC模块1-3分别与电力电子开关1-2、电量均衡总线3连接,可通过均衡控制模块2将高电量电芯4升压后接入均衡能量总线3进行放电,或者根据均衡控制模块2将均衡能量总线3中电压降压后为低电量电芯4充电。

[0021] 均衡能量总线3是指连接在各个电芯均衡终端1中均衡执行模块之间的电力总线,电压/电量过高的电芯放电将能量释放到均衡能量总线中;电压/电量过低的电芯从总线中获取能量进行充电,从而实现电芯之间的能量均衡,同一条总线可以支持多个均衡执行模块同时放电或充电,可以大大减少电力线缆的布置,提高电量均衡的效率。

[0022] 电芯均衡终端1还包括第一供电电源1-4,第一供电电源1-4为均衡执行模块供电。

[0023] 电芯均衡控制模块2包括电芯状态分析模块2-1、控制模块2-2,电芯状态分析模块2-1可获取各个均衡执行模块采集的模组内电芯的电压状态,以及计算电芯电量及SOC、SOH值;控制模块2-2可根据均衡策略向均衡执行模块下发均衡指令,监控均衡过程,评估均衡效果。

[0024] 电芯均衡控制模块2还包括第二电源模块2-3,第二电源模块2-3为电芯均衡控制模块2提供电源。

[0025] 更具体的,电芯均衡终端内包括供电电源、一组或多组均衡执行模块,每组均衡执行模块包括电量监测模块、电力电子开关、DC/DC模块;供电电源为12V/24V,负责为执行模块供电,模块配置多组电量监测模块与电力电子开关(可以根据需要配置4路、8路、16路为一组,作为最小均衡单元),分别与各个电芯连接;

电量监测模块负责采集每个电芯的电压,并实时反馈给均衡控制模块;电力电子开关可以根据均衡控制模块的指令执行实现任意一个电芯的均衡控制的开断,模块内同一组一次最多只能联通一个电芯进行均衡;

均衡执行模块内一组包含一个DC/DC模块,支持BUCK与BOOSTER电路及隔离,与多路电力电子开关及电量均衡总线连接,可以根据均衡控制模块的指令将高电量电芯升压后接入总线中进行放电,也可以根据均衡控制模块的指令将总线中电压降压后为低电量电芯充电。

[0026] 所述的电量均衡总线是指连接在各个终端执行模块之间的电力总线,电压/电量过高的电芯放电将能量释放到总线中,电压/电量过低的电芯从总线中获取能量进行充电,从而实现电芯之间的能量均衡,同一条均衡能量总线可以支持多个均衡执行模块同时放电或充电,可以大大减少电力线缆的布置,提高电量均衡的效率。

[0027] 所述的均衡控制模块包括电源模块、电芯状态分析模块、控制模块等。电源模块负责为电芯均衡控制模块提供电源,电芯状态分析模块负责获取各个终端执行模块采集的模组内电芯的电压状态、计算电芯电量及SOC、SOH值,控制模块负责根据均衡策略向终端执行模块下发均衡指令,监控均衡过程,评估均衡效果。

[0028] 一种电化学储能电芯均衡方法,它通过电芯均衡控制模块2实现对各个电池系统的监控与均衡控制,通过均衡执行模块1实现对电芯4的电压、温度的数据采集,通过电力电子开关1-2及DC/DC模块1-3实现电芯4的充电与放电,通过独立的低电压、低电流充放电开关控制电路来满足电芯均衡需求,降低实施成本。

[0029] 所述均衡策略具体如下:

1) 选择合适规格的电芯均衡终端1,通过电芯均衡终端1中的均衡执行模块对目标电芯进行监测与均衡控制;具体的,根据电化学储能系统电池模组(PACK)的规格不同,模组内电芯的串并联数量不同,采用不同规格的电芯均衡终端,电芯均衡终端包含1组或多组均衡执行模块,每个执行模块支持4、8、16路等不同电芯的监测与均衡控制;

2) 通过电芯均衡终端1中的电量监测模块1-1对每个电芯的实时电压状态进行采集,并将采集的电压数据发送至电芯均衡控制模块2;具体的,均衡执行模块中的电量监测模块,支持多路电压采集(如:4路、8路或16路,为一组最小均衡单元),实现对储能系统中每个电芯的实时电压状态采集,并将采集的电压数据发送至电芯均衡控制模块;

3) 由电芯均衡控制模块2中的电芯状态分析模块2-1对采集到的各个电芯实时及历史电压数据进行计算、分析,得到每个电芯的SOC值,进一步得到分析其中电压较高、较低或SOC较高、较低的电芯数据;

4) 电芯均衡控制模块2中的控制模块2-2建立均衡控制策略,各个电芯的电压、SOC的偏差超过一定范围,可执行均衡策略,均衡策略包括放电策略与充电策略;具体的,电芯均衡控制模块中的控制模块建立均衡控制策略,监控模块内或模块之间的各个电芯的电压、SOC的偏差超过一定范围(如:电压差超过50mV或SOC值超过10%),可执行均衡策略,包括

放电策略与充电策略；(模块内同一组内同时一次只能选取一个高电量电芯或低电量电芯进行操作,只能有1个电芯进行充电或放电,但同一个模块内各组之间,以及整个均衡系统同时支持多组同时进行充电或放电)；

5) 通过获取分析得到的电压、SOC偏差较大电芯,确定本次参与均衡的电芯,包括参与放电的电芯与参与充电的电芯,发送电芯均衡控制指令到均衡执行模块中,电芯均衡控制指令包括执行充电、执行放电、停止三类；

6) 均衡执行模块收到电芯均衡控制模块2的均衡控制指令后,执行对应电芯的电力电子开关动作,联通或断开电力电子开关,当同一组内某个电力电子开关联通前,组内其他电力电子开关断开,确保最多只有一个通路联通；

7) 当前均衡执行模块的DC/DC模块1-3动作,根据充电与放电控制指令的不同,设定其工作在向内部供电或向外部放电的状态；如果为停止指令,则直接断开与均衡能量总线的连接；

8) 在高电量电芯充电模式下,上述操作完成后,均衡执行模块从总线中获取能量,通过DC/DC Buck电路将电量均衡总线中的12V或24V降压后给指定电芯进行充电；

9) 如果高电量电芯放电操作,在上述操作完成后,均衡执行模块通过DC/DC Booster电路,将指定电芯的电量升压到12V或24V释放到电量均衡总线中；

所述均衡电路带有隔离与双向电流控制功能,避免电芯在均衡过程中出现过压、过充与过放。

[0030] 所述均衡执行模块实时监控电芯4及均衡执行模块的温度,如果出现电芯或均衡执行模块温度超过设定的值,则停止均衡执行模块的运行,保证系统安全；

所述均衡执行模块将实时充电、放电的状态及电流数据上报到电芯均衡控制模块2,电芯均衡控制模块2实时分析电芯的电压、SOC状态及累计充放电电量,动态分析并控制电芯的均衡动作,避免电芯出现过充或过放。

[0031] 所述均衡系统不直接参与或控制储能系统自身的充、放电过程,但需要依据储能系统的充放电状态进行相关策略判断,确保电芯均衡操作精准、合理,验证系统的使用寿命,保证系统安全。

[0032] 所述均衡能量总线3可与电芯均衡控制模块2、均衡执行模块的12V或24V供电电路相连,通过高电压、SOC的电芯放电为二次系统提供能量或通过从二次系统中获取能量为低电压、SOC电芯的进行补电、实现电芯之间的电量均衡,从而进一步提高电量的利用率与系统的均衡控制能力。

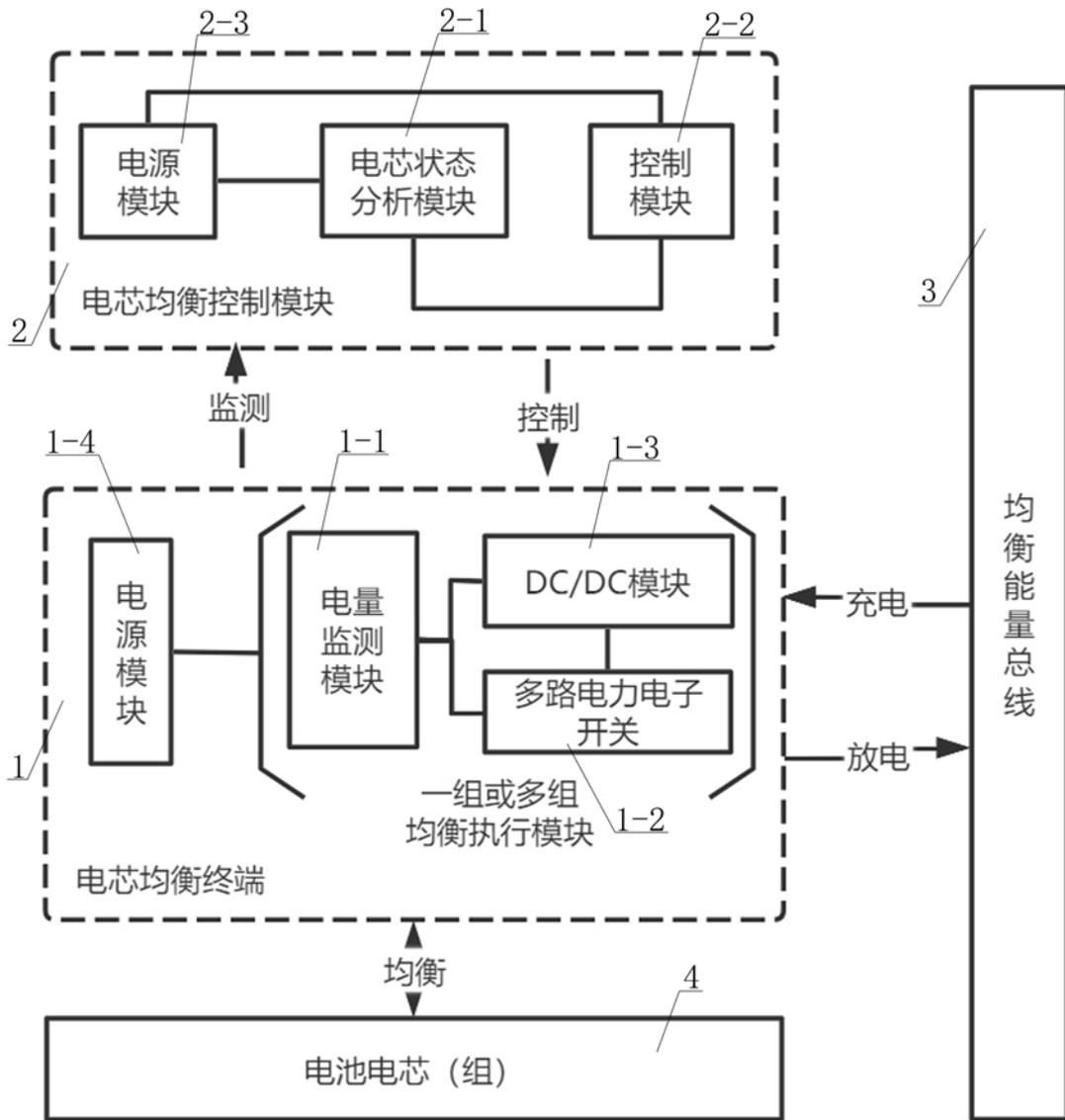


图1

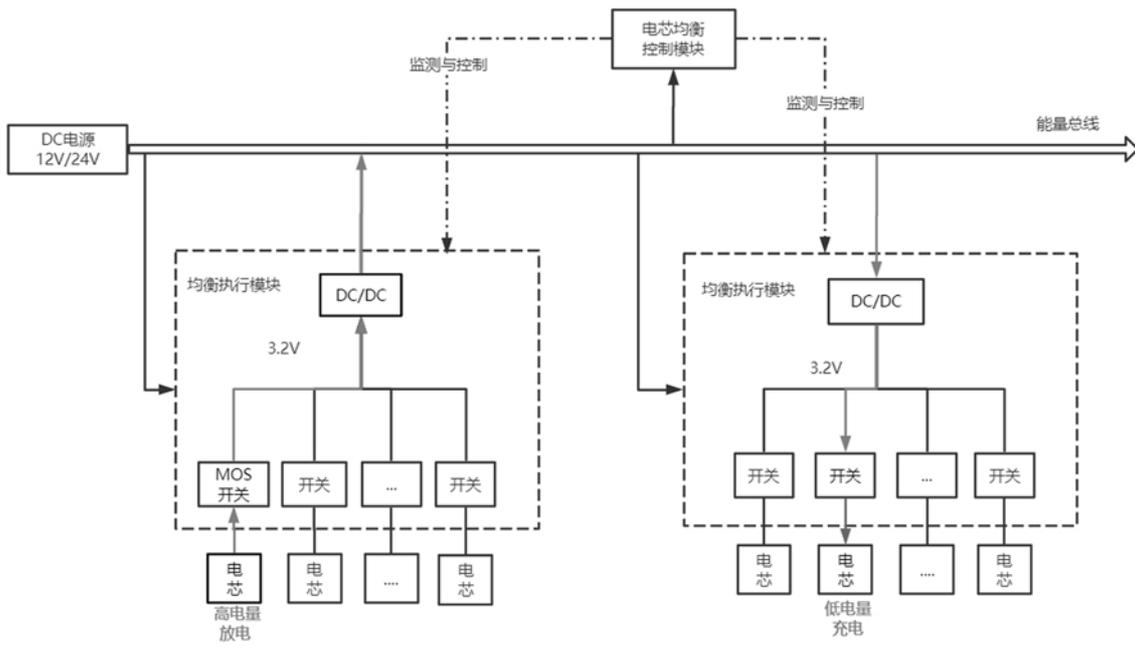


图2

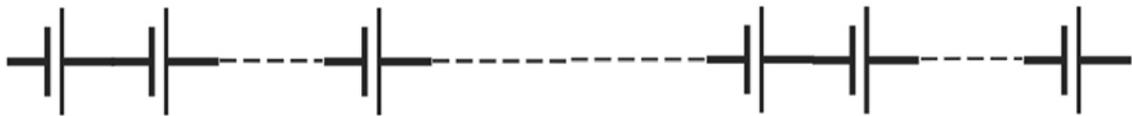


图3