

基于双能量源互补控制的CA-V10 I 大电流主动均衡BMS的应用研究

李润源 程海锋 赵钢超

上海勘测设计研究院有限公司 上海市 200335

摘要: BMS主动均衡方式实现电量转移而非消耗多余电量,其损耗仅为变压器和DC-DC电路的损耗,而且所占比重非常小,因此具有能量使用效率高,产热小的优势,在均衡时能采用短时大电流实现快速均衡。为此本研究旨在探索基于双能量源互补控制的CA-V10 I大电流主动均衡BMS的应用。

关键词: 双能量源互补控制;大电流;主动均衡;BMS

Application of CA-V10I high current active equilibrium BMS based on complementary control of dual energy sources

Li Runyuan, Cheng Haifeng, Zhao Gangchao

Shanghai Survey, Design and Research Institute Co., Ltd, Shanghai, 200335

Abstract: Active balancing in BMS achieves energy transfer rather than consuming excess energy. Its losses are mainly due to transformer and DC-DC circuit losses, which have a very small proportion. Therefore, it boasts high energy utilization efficiency and minimal heat generation. During balancing, it can use short bursts of high current for rapid balancing. This study aims to explore the application of the CA-V10 I high-current active balancing BMS based on dual energy source complementary control.

Keywords: Dual Energy Source Complementary Control; High Current; Active Equilibrium; BMS

引言:

失衡的锂电池组就像是没有保养好的发动机一样,没有均衡功能的BMS只是一个数据采集器,很难称之为管理系统。主动均衡和被动均衡的目的都是为了消除电池组的不一致性,但两者的实现原则可谓截然相反的。由于还有人将依赖算法从BMS中主动启动的平衡均定义为主动平衡,为了避免模糊,在此将所有利用电阻耗散能量的平衡统称为被动平衡,所有通过能量转移而达到

的平衡统称为主动平衡。主动均衡方式对电池一致性要求相对较低,在性能方面完胜被动均衡方式,即使其结构复杂、成本相对较高,也可能成为未来BMS电量均衡的主流方式。

一、双能量源互补控制模式分析

双能量源互补控制模式是一种在储能系统中同时利用两种不同类型的能量源进行能量存储和释放的控制策略。在双能量源互补控制模式中,通常会使用两种能量源,例如电池和超级电容器。电池通常用于长期能量存储,而超级电容器则用于短期高功率能量存储和释放。通过合理的控制策略,可以实现两种能量源的互补使用,以提高储能系统的性能和效率^[1]。

二、BMS的主动均衡系统

主动均衡系统的如组件和功能表1所示。

1. 恒定均流电阻均衡充电电路

当电池处于充电状态时,如果某个单体电池的电压

作者简介:

1. 李润源(1989.10.29-),男,汉,江西瑞金,大学本科,高级工程师,研究方向:新能源及储能。
2. 程海锋(1985.06.26-),男,汉,江苏海安,硕士研究生,高级工程师,研究方向:新能源及储能。
3. 赵钢超(1988.08.03-),男,汉,浙江金华,硕士研究生,高级工程师,研究方向:电力系统。

表1 主动均衡系统的如组件和功能

组件名称	功能
均衡电路	主动均衡系统通过均衡电路对电池组中的单体电池进行充放电调节, 以实现电压均衡。均衡电路可以将电池组中电压较高的单体电池放电, 将电压较低的单体电池充电, 以达到均衡的效果。
控制算法	主动均衡系统通过控制算法对均衡电路进行控制和调节。控制算法根据电池组中各个单体电池的电压差异情况, 计算出均衡电路的工作状态和调节策略, 以实现电压均衡。
监测和反馈	主动均衡系统通过监测电池组中各个单体电池的电压和状态, 实时反馈给BMS。BMS根据监测到的数据, 对主动均衡系统进行控制和调节, 以确保电池组的电压均衡。
安全保护	主动均衡系统还具备安全保护功能, 可以监测电池组的温度、电流和电压等参数, 以及检测电池组中的故障和异常情况。当发现异常情况时, 主动均衡系统会采取相应的措施, 例如断开电池组的连接或发出警报, 以保护电池组的安全。

较高, 根据欧姆定律, 与之并联的电阻两端的电压也会较高。根据电流的分配规律, 单体电池的电压越高, 分流电流也越大, 因此该单体电池会消耗更多的能量。而其他电池由于电压较低, 消耗的能量较少, 从而最终实现电池的均衡。反之, 在放电过程中, 如果某个单体电池放电较多, 电压较低, 与之并联的电阻两端的电压会下降, 从而消耗的能量也会减少。而其他单体电池的电压较高, 消耗的能量较多, 最终使得各个单体电池的电压趋于一致, 实现电池组的均衡。恒定均流电阻均衡充电电路的示意图如图1所示。

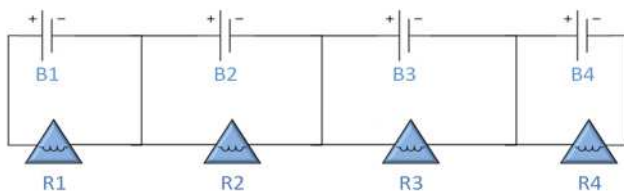


图1 恒定均流电阻均衡充电电路

2. 开关控制均流电阻均衡充电电路

开关控制均流电阻均衡充电电路的主要原理是通过均衡电路在单体电池充电过程中超过预定值时开启, 断开充电电路, 并通过均流电阻消耗单体电池能量, 最终达到各个单体电池均充满而无过冲状态。这个预定值可以是过冲阈值电压或者电池组平均电压。均衡电路还会通过均流电阻来消耗超过预定值的电池能量。均流电阻的作用是将多余的电流转化为热能, 从而使单体电池的电压降低到预定值以下。这样, 其他电池就能继续接收

充电电流, 实现均衡充电。在整个充电过程中, 均衡电路会不断地监测单体电池的电压, 并根据预定值来控制开关的状态。当所有单体电池的电压都达到预定值时, 均衡电路会关闭开关, 充电电路恢复正常工作, 所有电池都能继续接收充电电流。开关控制均流电阻均衡充电电路如图2所示。

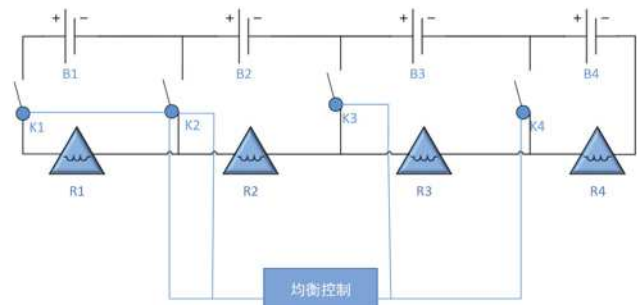


图2 开关控制均流电阻均衡充电电路

3. 非损耗型电池均衡方法

飞渡电容均衡电路是一种用于锂电池组的均衡控制技术。它采用电容作为储能与转换元件, 能够在充放电状态下对电池组内不均衡的电池单体进行均衡控制。通过能量的移动, 从能量高的单体转移到能量低的单体上, 从而减小单体间电量的不一致性。

这种均衡电路的原理是利用电容作为能量的载体, 在串联电容器组内电压最高的单体电池和电压最低的单体电池之间进行并联切换。当相邻单体电池两端的电压差大于一定值时, 均衡电路通过开关的控制, 将电荷由电压最高的单体电池转移到电压最低的单体电池上。这样, 电压高的单体电池的电压下降, 电压低的单体电池的电压上升, 从而使得锂电池组的单体电池电量趋向于均衡。

飞渡电容均衡电路的结构如图3所示。它由多个电容器组成, 每个电容器与相邻的两个单体电池相连。通过控制开关的状态, 可以实现电荷在电容器之间的移动, 从而实现均衡控制。

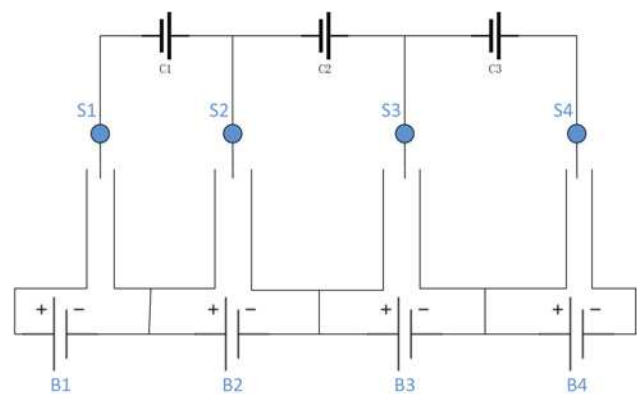


图3 飞渡电容均衡电路

4. 电路中电感的传递和平衡

电感传递均衡电路是一种利用电感的储能特性, 将电池组电流信号转化为电感中的能量储存, 并将其传递给其他单体电池组以实现均衡的电路。在充电和放电过程中, 由于每个电池的内阻不同, 因此可以使整个系统产生不一样的输出电压^[2]。电感传递均衡电路如图4所示。

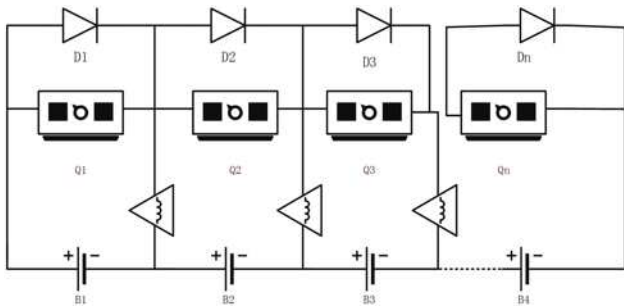


图4 电感传递均衡电路

在电池充放电时, 为了达到平衡状态, Q_x 需要进行非正交化处理, 这会导致等效电路的启动, 因为电池电压的存在会增加两电感通过的电流。如图5所示:

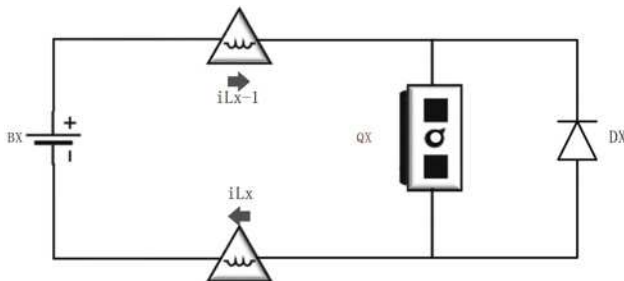


图5 储能状态一

在开关管断开的情况下, 电感的电流经过 D_{x-1} , D_{x-2} , ... 和 D_1 , 续流, 并被充电至 B_{x-1} , B_{x-2} , ... 和 B_1 , 处; 因此在实际工作中往往把充电时间设定得较长, 而使蓄电池处于过放电状态。电感的电流在经过 D_{x+1} , D_{x+2} , ..., D_n 续流的同时, 也为 B_{x+1} , B_{x+2} , ..., B_n 进行了充电, 而其他电感也被电流所覆盖。此时电路中产生一个谐振回路, 在该谐振回路中使电压和频率保持恒定, 从而使得整个系统具有良好的稳定性, 而且由于电感的损耗很小, 所以可以降低器件功耗。见图6:

三、双向均衡控制电路

双向均衡控制电路能够实现对电池组内的一个或多个

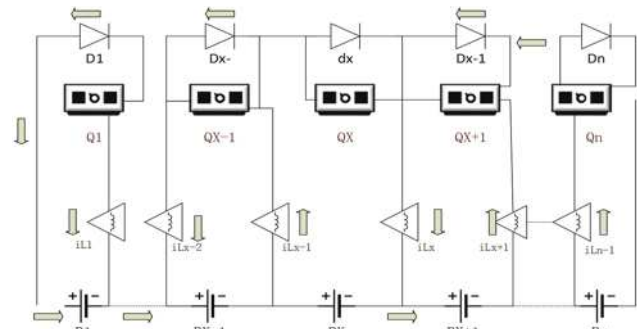


图6 储能状态二

个电池进行能量的释放, 将能量转移给整个电池组。这种情况通常发生在某些电池的容量较低, 无法满足整个电池组的需求时。通过将这些电池释放能量, 可以保证整个电池组的性能稳定。双向均衡控制电路还可以实现整个电池组释放能量, 将能量转移给电池组内的一个或多个电池。这种情况通常发生在某些电池的容量较高, 需要进行放电以平衡整个电池组时。通过将电池组的能量转移到这些电池上, 可以达到整体能量均衡的目的^[3]。

四、结论

综上所述, 采用大电流主动均衡BMS技术, 可显著提升电池组的均衡性能, 从而有效增强其稳定性和可靠性。针对现有主动均衡系统存在的问题, 提出了一种基于双能量源及双向功率流控制技术的主动均衡方法。传统的电池均衡方法仅适用于充电或放电过程, 而大电流主动均衡BMS则能够实时监测电池单体的电压和温度, 并通过控制大电流实现主动均衡, 从而提升电池组的均衡性能。采用双能量源互补控制策略, 可显著提升大电流主动均衡BMS的效率和可靠性。

参考文献:

- [1]刘晖, 雷勇, 朱英伟, 杜佳耘, 周威, 杨志星. 微电网运行模式切换下储能变流器双无源控制策略[J]. 中国电力, 2022, 55(1): 196-202.
- [2]季宇, 苏剑, 丁保迪, 孙树敏, 郑雪梅, 孙圣欣. 直流微电网储能系统的无源-滑模复合控制方法研究[J]. 电测与仪表, 2021, 58(9): 63-70.
- [3]林靖雄, 李振鹏, 叶远茂. 基于STM32和BQ76940的电池管理系统设计[J]. 广东工业大学学报, 2020, 37(6): 78-84.