



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110148979 A

(43)申请公布日 2019. 08. 20

(21)申请号 201910290329.9

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2019.04.11

H02J 7/00(2006.01)

H01M 10/42(2006.01)

(71)申请人 国网辽宁省电力有限公司电力科学  
研究院

G01R 31/367(2019.01)

地址 110006 辽宁省沈阳市和平区四平街  
39-7号

申请人 国网瑞盈电力科技(北京)有限公司  
国网山西省电力公司  
国家电网有限公司

(72)发明人 张武洋 朱钰 刘爱民 王中杰  
邵宝珠 王飞 王同 宋保泉  
周博 吴蒙

(74)专利代理机构 北京风雅颂专利代理有限公  
司 11403

代理人 王刚

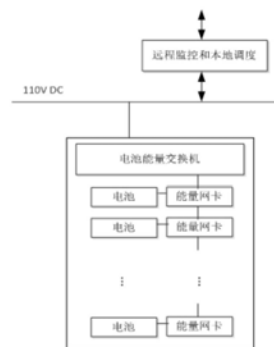
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法

(57)摘要

本发明公开了一种一种直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法,包括:基于网络拓扑化简映射的任意拓扑电池网络SOC估算;电池网络拓扑与串并联关系映射;设计动态可重组电池网络;蓄电池网络单体电池状态评价及控制管理;电池网络安全与热管理;蓄电池动态重组与管理。本发明基于目前最先进的能量信息化思想,以电池单元为能量单位将能量离散化,采用网络化管控思想,将电池单元网络化互联成组,以电池网络拓扑动态可重组管控技术为手段实现基于互联网技术的分布式能量管控,从而彻底解决传统电池管理中的关键问题,以满足不同应用场景的储能需求。



1. 一种直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法,其特征在于,包括:  
基于网络拓扑化简映射的任意拓扑电池网络SOC估算;  
电池网络拓扑与串并联关系映射;  
设计动态可重组电池网络;  
蓄电池网络单体电池状态评价及控制管理;  
电池网络安全与热管理;  
蓄电池动态重组与管理;  
开展动态可重组铅酸电池网络系统试验验证。

2. 根据权利要求1所述的直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法,其特征在于,所述基于网络拓扑化简映射的任意拓扑电池网络SOC估算,包括:

根据单体电池模型建立N电池串联与M电池并联模型,N与M分别为串并联电池数目,将串并联电路分别等效为单体电池模型,设为 $f(N)$ 和 $g(M)$ ,进而将所给电池网络中的直观串联与并联电路用 $f(N_0)$ 和 $g(M_0)$ 代表的单体电池代替,其中 $N_0$ 与 $M_0$ 为直观串并电路的单体电池数;

经过一次等效后,原有电池网络被简化为由串并联电路等效后的等效单体电池组成的新网络;进而执行二次等效,即采用一次等效相似的方法,在一次等效后的新网络中将直观串并联电路等效为单体电池,相应模型为 $f(f(N_0^1), \dots, f(N_0^{N_1}))$ 和 $g(g(M_0^1), \dots, g(M_0^{M_1}))$ ,其中, $N_1$ 与 $M_1$ 为二次等效时串并联电路的电池数目;

重复上述步骤,直至所给电池网络最终等效为一个单体电池模型,则完成了对任意拓扑的电池网络的建模。

3. 根据权利要求1所述的直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法,其特征在于,所述电池网络拓扑与串并联关系映射,包括:

基于图论路径搜索及生成树理论方法,研究设计低复杂度的电池网络拓扑与串并联树形表示结构的映射方法,以及串并联树形表示结构的优化技术,实现基于电池网络拓扑的单体电池串并联关系高效直观识别;进而以此为基础,实现电池差异性均衡、电池充放电控制的电池网络拓扑动态重构方法,提高电池单体与电池系统整体耐久性。

4. 根据权利要求1所述的直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法,其特征在于,所述设计动态可重组电池网络,包括:

需要根据拓扑结构识别电池网络整体串并联关系,然后根据串并联关系给出串并联调整方案,进而再根据调整后的串并联关系实现拓扑的重组;针对不同拓扑的电池网络建模采用逐层拓扑简化,逐次迭代的方式进行。

5. 根据权利要求1所述的直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法,其特征在于,所述蓄电池网络单体电池状态评价及控制管理,包括:

研究单体电池SOC、SOH数学建模及仿真算法,研究单体电池状态评价及精确控制管理技术,平衡整体电池网络性能的同时实现对单体电池的控制,也是基于拓扑动态重组的电池管理技术。

6. 根据权利要求1所述的直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法,其特征在于,所述电池网络安全与热管理,包括:

多级电流过载控制；  
基于分区的并行控制；  
基于温度状态的适应性控制；  
基于任意拓扑的网络热控制。

7. 根据权利要求1所述的直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法,其特征在于,所述蓄电池动态重组与管理,包括:

研发电池可重组电池网络和软件定义电池系统;基于先进电力电子的快速响应,研发快速可重组电池网络,并应用于电池能量交换机;将电池能量交换机与蓄电池相连,并实现电池能量交换机的接口通信;

研发电池可重组电池网络和软件定义电池管理软件;基于可重组电池网络设计,研发电池可重组电池网络开关矩阵,实现单体电池的控制;以能量控制管控芯片为基础,嵌入电池能量管控操作系统,实现电池单体水平的状态实时监测,开发软件控制电池管理平台,实现电池管理程序化。

8. 根据权利要求1所述的直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法,其特征在于,所述开展动态可重组铅酸电池网络系统试验验证,包括:

制定试验方案,开展单体电池失效后蓄电池快速自动重组试验验证;开展蓄电池单体状态预估准确性验证试验。

## 一种直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电池管理控制技术领域,特别是指一种直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法。

### 背景技术

[0002] 直流电源蓄电池组状态参数需要在线检测和精准估算包括单体电池的电压、电流、温度、SOC、SOH等数据,其中电压、电流、温度等监测数据相对较为容易,关键信息的荷电容量(SOC:State of Charge)估算是进行蓄电池组在线精准管控中的最大技术难点,要想精准地估算SOC则难度更大。首先,从原理上讲,电池的充放电过程是一种很复杂的电化学反应,严格地说,电池的每个充放电循环都会影响到电池的性能及其内部状态。现有技术中,缺少基于SOC对于直流电源蓄电池组的管控与优化技术。

### 发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明的目的在于提出一种直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法,彻底解决传统电池管理中的关键问题,满足不同应用场景的储能需求。

[0004] 基于上述目的,本发明提供了一种直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法,包括:

[0005] 基于网络拓扑化简映射的任意拓扑电池网络SOC估算;

[0006] 电池网络拓扑与串并联关系映射;

[0007] 设计动态可重组电池网络;

[0008] 蓄电池网络单体电池状态评价及控制管理;

[0009] 电池网络安全与热管理;

[0010] 蓄电池动态重组与管理;

[0011] 开展动态可重组铅酸电池网络系统试验验证。

[0012] 在一些实施方式中,所述基于网络拓扑化简映射的任意拓扑电池网络SOC估算,包括:

[0013] 根据单体电池模型建立N电池串联与M电池并联模型,N与M分别为串并联电池数目,将串并联电路分别等效为单体电池模型,设为 $f(N)$ 和 $g(M)$ ,进而将所给电池网络中的直观串联与并联电路用 $f(N_0)$ 和 $g(M_0)$ 代表的单体电池代替,其中 $N_0$ 与 $M_0$ 为直观串并电路的单体电池数;

[0014] 经过一次等效后,原有电池网络被简化为由串并联电路等效后的等效单体电池组成的新网络;进而执行二次等效,即采用一次等效相似的方法,在一次等效后的新网络中将直观串并联电路等效为单体电池,相应模型为 $f(f(N_0^{N_1}), \dots, f(N_0^{N_1}))$ 和 $g(g(M_0^{M_1}), \dots, g(M_0^{M_1}))$ ,其中, $N_1$ 与 $M_1$ 为二次等效时串并联电路的电池数目;

[0015] 重复上述步骤,直至所给电池网络最终等效为一个单体电池模型,则完成了对任意拓扑的电池网络的建模。

[0016] 在一些实施方式中,所述电池网络拓扑与串并联关系映射,包括:

[0017] 基于图论路径搜索及生成树理论方法,研究设计低复杂度的电池网络拓扑与串并联树形表示结构的映射方法,以及串并联树形表示结构的优化技术,实现基于电池网络拓扑的单体电池串并联关系高效直观识别;进而以此为基础,实现电池差异性均衡、电池充放电控制的电池网络拓扑动态重构方法,提高电池单体与电池系统整体耐久性。

[0018] 在一些实施方式中,所述设计动态可重组电池网络,包括:

[0019] 需要根据拓扑结构识别电池网络整体串并联关系,然后根据串并联关系给出串并联调整方案,进而再根据调整后的串并联关系实现拓扑的重组;针对不同拓扑的电池网络建模采用逐层拓扑简化,逐次迭代的方式进行。

[0020] 在一些实施方式中,所述蓄电池网络单体电池状态评价及控制管理,包括:

[0021] 研究单体电池SOC、SOH数学建模及仿真算法,研究单体电池状态评价及精确控制管理技术,平衡整体电池网络性能的同时实现对单体电池的控制,也是基于拓扑动态重组的电池管理技术。

[0022] 在一些实施方式中,所述电池网络安全与热管理,包括:

[0023] 多级电流过载控制;

[0024] 基于分区的并行控制;

[0025] 基于温度状态的适应性控制;

[0026] 基于任意拓扑的网络热控制。

[0027] 在一些实施方式中,所述蓄电池动态重组与管理,包括:

[0028] 研发电池可重组电池网络和软件定义电池系统;基于先进电力电子的快速响应,研发快速可重组电池网络,并应用于电池能量交换机;将电池能量交换机与蓄电池相连,并实现电池能量交换机的接口通信;

[0029] 研发电池可重组电池网络和软件定义电池管理软件;基于可重组电池网络设计,研发电池可重组电池网络开关矩阵,实现单体电池的控制;以能量控制管控芯片为基础,嵌入电池能量管控操作系统,实现电池单体水平的状态实时监测,开发软件控制电池管理平台,实现电池管理程序化。

[0030] 从上面所述可以看出,本发明提供的直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法,基于目前最先进的能量信息化思想,以电池单元为能量单位将能量离散化,采用网络化管控思想,将电池单元网络化互联成组,以电池网络拓扑动态可重组管控技术为手段实现基于互联网技术的分布式能量管控,从而彻底解决传统电池管理中的关键问题,如效率、均衡、可靠性与安全性等。基于上述方法与技术实现的分布式储能系统还可以进一步通过网络化迭代构成更大规模的电池储能系统,以满足不同应用场景的储能需求。

## 附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0032] 图1为本发明实施例的整体设计方案示意图;

[0033] 图2为本发明实施例中的可重组电池网络示意图；

[0034] 图3为本发明实施例中的过载电流控制方法示意图。

### 具体实施方式

[0035] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照附图，对本发明进一步详细说明。

[0036] 本发明实施例提供了一种直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法，基于目前最先进的能量信息化思想，以电池单元为能量单位将能量离散化，采用网络化管控思想，将电池单元网络化互联成组，以电池网络拓扑动态可重组管控技术为手段实现基于互联网技术的分布式能量管控，从而彻底解决传统电池管理中的关键问题，如效率、均衡、可靠性与安全性等。基于上述方法与技术实现的分布式储能系统还可以进一步通过网络化迭代构成更大规模的电池储能系统，以满足不同应用场景的储能需求。整体设计方案如图1所示。

[0037] 动态重组电池网络管控的重要基础是SOC的在线精确估算，然而，准确估计SOC一直是电池管理技术中瓶颈，其根本原因就是电池在使用过程中表现出高度非线性。针对这一问题，基于电路与通用数学模型对单体电池等效电路进行建模，可解决单体电池SOC精准估算难题。解决电池可重组电池网络最重要的理论依据是电池网络拓扑映射方法，根据电池网络中单体电池实时拓扑图中的串并联关系，根据电路理论进行逐层拓扑映射，最终形成任意复杂电池网络连接或拓扑向单体电池串联或并联连接的映射，继而基于前述单体电池的SOC模型，可以对映射后基本串并联电路进行建模。

[0038] 综上所述，动态可重组电池网络构成了一个信息物理复杂能量系统，其本质是一个大规模复杂网络的动态优化问题，而其网络拓扑的动态重组是影响该系统特性的重要因素。要解决大规模电池网络优化问题，实现对电池网络的动态有效管理，不仅要掌握每个单体电池的特性和状态，还要掌握由一组单体电池按照不同拓扑结构所构成的电池网络的性能，继而通过底层物理电池网络开关阵列的拓扑结构进行动态调整达到优化整个直流系统性能的目的。

[0039] 本实施例的直流电源蓄电池组在线精准管控与动态优化方法，包括以下步骤：

[0040] 步骤1、基于网络拓扑化简映射的任意拓扑电池网络SOC估算。

[0041] 根据电路理论，单体电池的连接方式主要有串联与并联两种，而任何一种复杂的电池连接方式或拓扑均可以等效为串联或并联电池电路。因此，针对不同拓扑的电池网络建模采用逐层拓扑简化，逐次迭代的方式进行。

[0042] 根据单体电池模型建立N电池串联与M电池并联模型，N与M分别为串并联电池数目，将串并联电路分别等效为单体电池模型，设为 $f(N)$ 和 $g(M)$ ，进而将所给电池网络中的直观串联与并联电路用 $f(N_0)$ 和 $g(M_0)$ 代表的单体电池代替，其中 $N_0$ 与 $M_0$ 为直观串并电路的单体电池数；

[0043] 经过一次等效后，原有电池网络被简化为由串并联电路等效后的等效单体电池组成的新网络；进而执行二次等效，即采用一次等效相似的方法，在一次等效后的新网络中将直观串并联电路等效为单体电池，相应模型为 $f(f(N_0^1), \dots, f(N_0^{M_1}))$ 和 $g(g(M_0^1), \dots, g(M_0^{M_1}))$ ，其中， $N_1$ 与 $M_1$ 为二次等效时串并联电路的电池数目；

[0044] 重复上述步骤,直至所给电池网络最终等效为一个单体电池模型,则完成了对任意拓扑的电池网络的建模。然后,采用本团队所提出并通过产品验证的基于通用数学模型的单体电池与串、并电池组建模与快速、精确SOC估算技术,建立电池网络数学模型并实现电池网络SOC的快速、高精度估算。

[0045] 步骤2、电池网络拓扑与串并联关系映射。

[0046] 通过电池网络拓扑重构实现电池网络的耐久性控制技术,主要包括电池均衡与过充/过放控制,其关键在于基于电池网络拓扑快速高效的识别各单体电池间的串并联连接关系,进而基于串并联关系通过拓扑重构调整各单体电池上的电流或过充/过放电池的隔离。

[0047] 针对上述问题,本课题以电池网络拓扑与串并联连接关系映射技术为切入点,基于图论路径搜索及生成树理论方法,研究设计低复杂度的电池网络拓扑与串并联树形表示结构的映射方法,以及串并联树形表示结构的优化技术,实现基于电池网络拓扑的单体电池串并联关系高效直观识别;进而以此为基础,实现电池差异性均衡、电池充放电控制的电池网络拓扑动态重构方法,提高电池单体与电池系统整体耐久性。

[0048] 考虑到成本问题,在实际产品中将采用电池系统局部拓扑可变的方式,而非全局电池网络的任意拓扑可变,例如单个子电池组内部,或若干个子电池组构成的电池模块内部拓扑可变,而模块与模块之间则采用较简单的连接方式。本课题所研究的电池网络拓扑重构技术可适用于不同规模的局部电池网络拓扑调整。

[0049] 步骤3、设计动态可重组电池网络。

[0050] 快速动态可重组电池网络。在实际的电池全拓扑网络中,由于单体电池数量较大,并且内部开关通断的连接方式较为复杂。当电池网络进行动态重组时,其拓扑结构的再组织速度将严重影响系统的拓扑变更效率,进而影响到整个模块的重组速度,所以设计有效机制提高单体电池动态重组速度是一个亟需解决的问题。

[0051] 研究电池网络拓扑与串并联映射关系,实现电池网络拓扑的动态重组。首先需要根据拓扑结构识别电池网络整体串并联关系,然后根据串并联关系给出串并联调整方案,进而再根据调整后的串并联关系实现拓扑的重组,即一次重组过程包含了两次电池网络拓扑与串并联关系间的映射过程。因此,如何实现快速高效的全网络电池拓扑与串并联关系映射,是实现快速拓扑重组的首要问题。根据电路理论,单体电池的连接方式主要有串联与并联两种,而任何一种复杂的电池连接方式或拓扑均可以等效为串联或并联电池电路。因此,针对不同拓扑的电池网络建模采用逐层拓扑简化,逐次迭代的方式进行。可重组电池网络示意图如图2所示。

[0052] 步骤4、蓄电池网络单体电池状态评价及控制管理。

[0053] 研究单体电池SOC、SOH数学建模及仿真算法,研究单体电池状态评价及精确控制管理技术,平衡整体电池网络性能的同时实现对单体电池的控制,也是基于拓扑动态重组的电池管理技术。

[0054] 步骤5、电池网络安全与热管理。

[0055] 电池网络中各单体电池上流经的电流大小以及单体电池的温度是影响基于电池网络的动力电池系统安全性的两大主要因素,而其又是相互影响的,比如过大的电流将导致电池电流过载,引起电池温度急剧升高;低温情况下大电流充/放电,又将导致电池内部

结构损坏。因此,电池网络安全性管理需要同时兼顾电流过载控制与热管理。

[0056] 由于实际的电池网络需要保证直流系统足够长得工作时间,这意味着电池网络中的节点(电池)数目、瞬时放电电流和瞬时放热速率都比较大。因此,在满足系统结构尺寸、能耗等约束条件限制下,基于电池网络的电池过载电流控制以及电池热管理策略是重要的研究问题。本课题将运用多级电流过载控制技术以及面向电池网络精确热管理的适应性控制技术、并行温度控制技术和基于任意拓扑的网络控制技术实现电池网络系统的安全管理。

[0057] 多级电流过载控制技术

[0058] 本课题采用分层次的方法对电池网络中的电池电流进行过载控制,通过设置不同级别的过载电流门限值以及处于过载状态(指电流达到某一级过载电流门限值)的不同级别过载电池数门限值,根据电流所超过的门限值的级别以及超过不同级别门限值的单体电池的数目采用不同的电流控制,实现多级控制技术。

[0059] 具体而言,以放电情况下两级过载电流门限为例与一级过载电池数目门限为例,设两级过载电流门限值分别为 $I_{th1}$ 与 $I_{th2}$ , $I_{th1} < I_{th2}$ ,一级过载电池数目门限为 $N_{th}$ ,设某一单体电池当前放电电流为 $I$ ,当前整体电池网络中电流超过一级过载门限 $I_{th1}$ 的单体电池数目为 $N$ ,则对该单体电池的电流过载控制可分为:

[0060] 1. 当 $I < I_{th1}$ 时,该单体电池正常放电,仅进行监测;

[0061] 2. 当 $I_{th1} < I < I_{th2}$ 且 $N < N_{th}$ 时,通过电池网络拓扑重构降低该单体电池电流,具体重构方法考前述均衡管理方法;

[0062] 3. 当 $I_{th1} > I > I_{th2}$ 且 $N^3 > N_{th}$ 时,此时难以通过电池网络拓扑重构降低电流,则通过旁路分流的方法降低该单体电池电流;

[0063] 4. 当 $I^3 > I_{th2}$ 时,此时该单体电池上的电流过大,则直接将该单体电池与整个电池网络隔离,具体隔离方法参考前述单体电池过充/过放管理方法。

[0064] 上述过载电流控制方法如图3所示。

[0065] 基于分区的并行控制技术

[0066] 基于分区的并行控制技术,是热管理策略中保证调度针对性的基本技术。热管理系统会根据需求将各电池分为不同区域,一个区域可以是一个电池网络中的模块,也可以是模块的一部分。采用多条并行升/降温路径代替之前的单一路径。

[0067] 基于温度状态的适应性控制技术

[0068] 基于温度状态的适应性控制技术,是针对各区域内部温度状态的变化而改变温控力度的关键技术。电池网络中每个节点(电池)上的温度传感器会实时测量节点(电池)当前的温度状态。根据温度传感器传回的温度数据进行分析,利用芯片的处理能力,根据不同的温度采取不同强度的升/降温措施。电池的温度离开工作温度范围的距离越远,升/降温强度越大。

[0069] 基于任意拓扑的网络热控制技术

[0070] 基于任意拓扑的网络热控制技术,是对系统处理突发状况时的保障技术。在分析电池网络各节点传回的数据时,如果发现某传感器节点出现故障或是某节电池反复出现异常状况时(如:非主干线路上的某电池反复出现温度超出上限,某电池的温度波动明显比拓扑线路上其他电池温度波动大)。将该电池从拓扑网络上断开,并改变电池拓扑结构从而将

影响降到最低。

[0071] 步骤6、蓄电池动态重组与管理。

[0072] 研发电池可重组电池网络和软件定义电池系统。基于先进电力电子的快速响应，研发快速可重组电池网络，并应用于电池能量交换机。将电池能量交换机与蓄电池相连，并实现电池能量交换机的接口通信。

[0073] 研发电池可重组电池网络和软件定义电池管理软件。基于可重组电池网络设计，研发电池可重组电池网络开关矩阵，实现单体电池的控制；以能量控制管控芯片为基础，嵌入电池能量管控操作系统，实现电池单体水平的状态实时监测，开发软件控制电池管理平台，实现电池管理程序化。

[0074] 本课题将基于可重构电池网络技术研究实现蓄电池动态可重组系统，该系统的核心是由能量网卡和能量交换机构成的电池能量交换系统。众多单体电池通过能量网卡连接成一个电池网络，再通过高压电池能量交换机实现对众多单体电池的精准管控，如电池拓扑重组、单体电池动态均衡充电、电池单体过欠压保护、故障电池自动逐级隔离等，从而提高蓄电池系统的稳定性和电池利用效率。

[0075] 基于能源互联网及动态可重构电池管理技术开发的电池能量交换系统，从电池状态监测和能量控制两个方面对电池进行管理。一方面，电池能量交换系统采集电池电压、温度、充放电电流等状态数据，根据所采集数据和逻辑算法，估算电池SOC和SOH。另一方面，电池能量交换系统会根据单体电池状态、系统充放电状态，动态调整电池组网络的拓扑结构，从而达到系统资源的最优配置。当电池超出工作条件时，对单体电池进行有效保护和隔离，或主动干预纠正及修复。保存和上传电池工作状态信息、实时数据信息等到上位机或网络监控分析平台系统，使电池信息获取和分析实现网络化。电池能量交换系统还配有网络控制接口，在被许可的条件下，电池能量交换系统的工作状态可以通过网络来控制。其具有如下特点：

[0076] a) 在充放电过程中，根据单体电池状态和系统状态，实现电池组网络拓扑的动态重构，从能量交互和能量控制的角度去管理电池，彻底改变了传统的固定连接的电池成组方式和管理方式，从根本上解决了固定连接电池成组方式中的短板效应问题，实现了电池充放电的高度均衡。

[0077] b) 具有超强的电池充放电均衡能力和动态管理能力。不需要对成组电池进行严格配组，对成组电池中个体差异容忍度极大增强，实现了对一致性不好或旧电池的最优化管理。超强的均衡能力同时可以保证最大限度地利用电池系统的荷电能力，大幅减小电池组的容量衰减速度。

[0078] c) 做到了对每只单体电池的精细化管理，可以防止电池的过充或过放，有效保护电池，延长了电池寿命，提高了电池系统的安全可靠性。

[0079] d) 能自动识别和隔离故障电池，并上报故障电池的精确信息，提高了系统的安全性和可维护性。

[0080] e) 能对电池系统和单体电池的各项参数，如电压、电流、温度、SOC、SOH等进行精准测量和估计，可以让用户随时掌握电池系统和每只单体电池的状况。由于动态重构的实现方式，充放电过程中单体电池的开路参数可以被测量，因此使得SOC、SOH等电池参数的估算精度有显著提升。

[0081] f) 具有完备的安全保护电路,如过欠压保护、高低温保护、过流保护等,对电池系统起到有效的保护作用,确保电池系统工作的安全性和可靠性。

[0082] g) 预留CAN、RS485、以太网通信接口可实时上传电池系统及单体电池的状态和参数,便于远程监控,为系统运维提供了便利。基于本课题开发的电池能量管理云平台及客户端,还可对数据进行存储、观察、处理、分析,为用户提供电池系统和能量运营的优化策略。

[0083] 步骤7、开展动态可重组铅酸电池网络系统试验验证。

[0084] 制定试验方案,开展单体电池失效后蓄电池快速自动重组试验验证;开展蓄电池单体状态(SOC、SOH)预估准确性验证试验。

[0085] 所属领域的普通技术人员应当理解:以上任何实施例的讨论仅为示例性的,并非旨在暗示本公开的范围(包括权利要求)被限于这些例子;在本发明的思路下,以上实施例或者不同实施例中的技术特征之间也可以进行组合,步骤可以以任意顺序实现,并存在如上所述的本发明的不同方面的许多其它变化,为了简明它们没有在细节中提供。

[0086] 本发明的实施例旨在涵盖落入所附权利要求的宽泛范围之内的所有这样的替换、修改和变型。因此,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何省略、修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

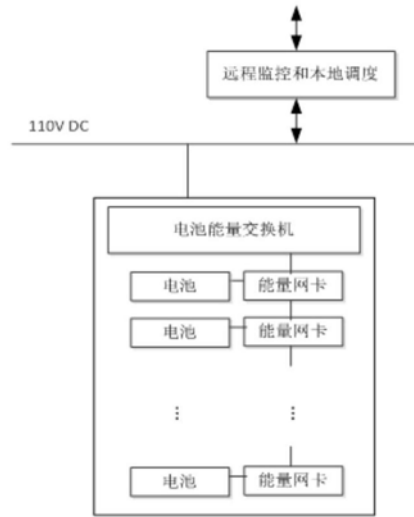


图1

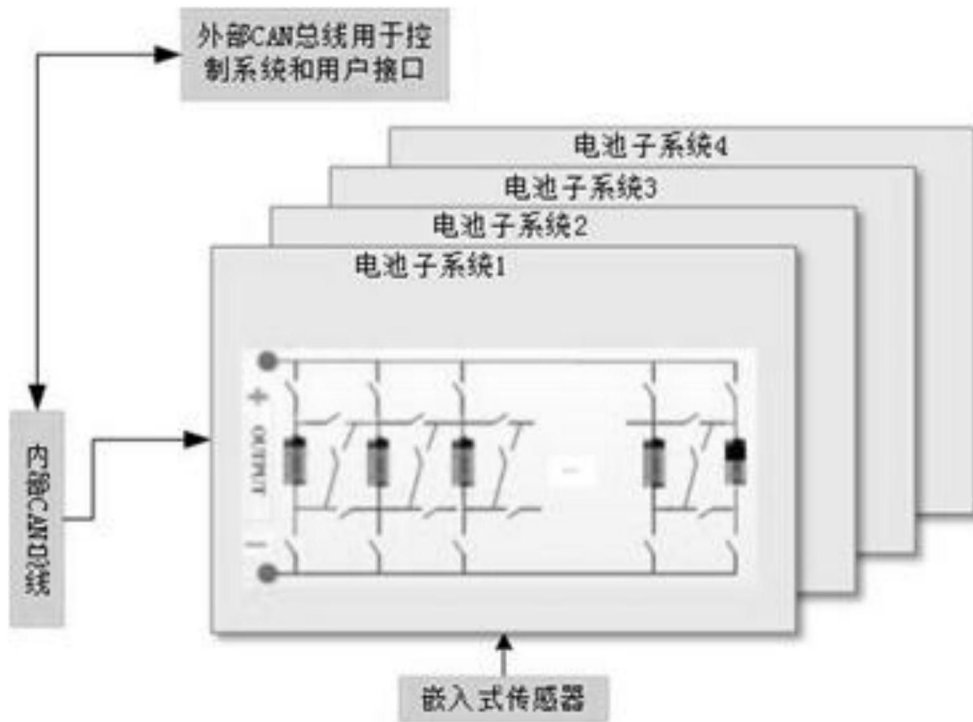


图2

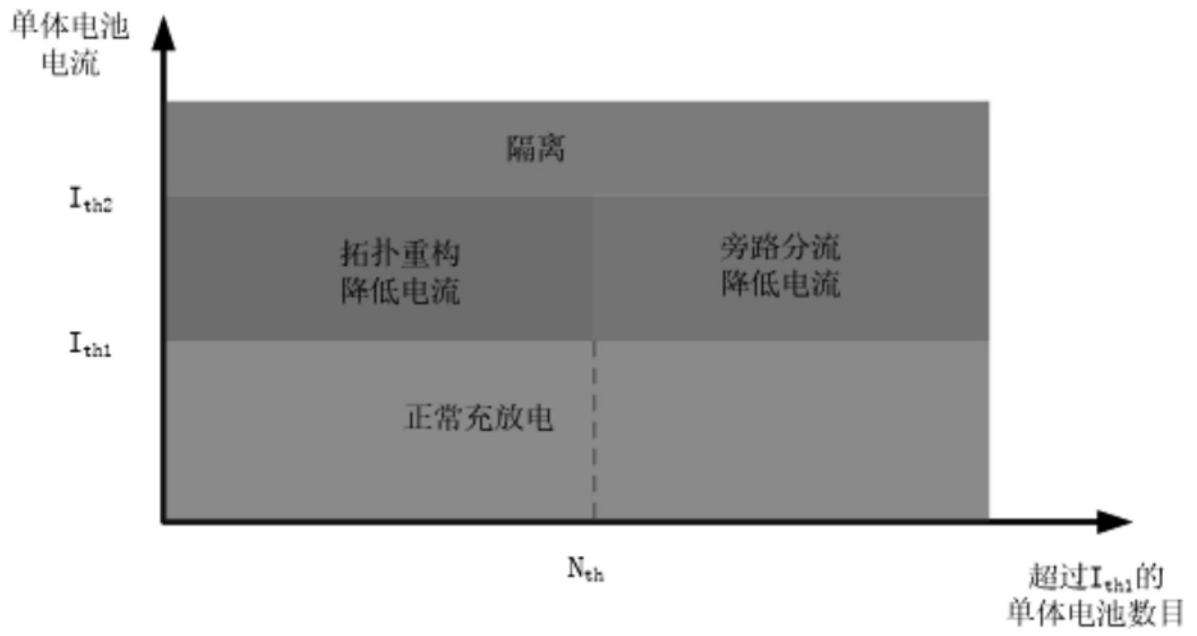


图3