(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103117596 B
(45)授权公告日 2015.03.04

(21)申请号 201310084501.8
(22)申请日 2013.03.15
(73)专利权人 山东鲁能智能技术有限公司
地址 250101 山东省济南市高新区齐鲁软件园大厦 B-205
(72)发明人 姜志鹏 刘耀辉 刘宁 孟祥军 梁鹏
(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221
代理人 张勇
(51)Int.Cl.
H02J 11/00(2006.01)
H02J 7/34(2006.01)
H02J 3/28(2006.01)

审查员 卢娟

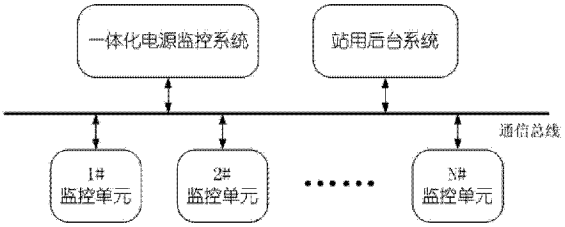
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

用于变电站的分布式直流独立供电系统

(57)摘要

本发明公开了一种用于变电站的分布式直流独立供电系统，根据变电站的布局规划和用电设备的所需容量，将直流供电系统合理分成几个各自独立运行的直流供电系统，就近安置在用电设备处。它包括变电站通信总线以及分别与其连接的总控系统和若干个独立运行的直流供电子系统，直流供电子系统根据区域划分为主控室子系统、GIS 设备子系统、智能终端柜子系统、合并单元柜子系统以及分布于变电站各个区域的保护小室子系统；每个直流供电子系统均包括若干段直流母线，直流母线与馈线终端单元连接，每两段相邻的直流母线通过开关连接，每两段相邻的直流母线配置：若干个并联的箱式封装锂离子电池组；至少一个充电单元以及至少一个监控单元。



CN 103117596 B

1. 一种用于变电站的分布式直流独立供电系统，其特征在于，它包括变电站通信总线以及分别与其连接的总控系统和若干个独立运行的直流供电子系统，所述直流供电子系统根据区域划分为主控室子系统、GIS 设备子系统、智能终端柜子系统、合并单元柜子系统以及分布于变电站各个区域的保护小室子系统；每个直流供电子系统均包括若干段直流母线，所述直流母线与馈线终端单元连接，每两段相邻的直流母线通过开关连接，每两段相邻的直流母线配置：箱式封装的若干个并联的锂离子电池组，其输出端分别通过开关连接至直流母线；

至少一个充电单元，用于对各个锂离子电池组充电，并热备用给直流母线供电；以及

至少一个监控单元，连接至变电站通信总线，将直流供电子系统的信号测量上送给总控系统并接收总控系统的电网用电信息，设定电网高峰低谷的时间段，将锂离子电池组充电时间段控制在用电低谷期，以对电网削峰平谷，控制充电单元对各个锂离子电池组交替充电，并控制至少一个锂离子电池组与直流母线连通；实时采集锂离子电池组的容量、电压、内阻、温度和充电单元的输入输出电压、电流信息，从而判断锂离子电池组容量是否满足供电需求；

所述锂离子电池组采用分布式直流电源电池箱进行箱式封装，具有主动均衡系统，标准接插件支持大电流快速充电；所述主动均衡系统包括级联的若干个均衡单元，实现对多节串联锂离子电池的均衡管理，对相邻两节单体电池之间的荷电状态差异进行判断，并把 SOC 状态高的电池多余容量传递到 SOC 较低的单节电池中，实现电池容量最大化，并延长锂离子电池组循环寿命；

监控单元按照既定的充电策略和控制策略自动控制充电单元交替完成所有电池组的充放电，并 24 小时实时在线监测所有电池组的容量、电压、内阻、温度信息和当前的运行状态，并将这些数据形成月度报表记录供运行人员参考，当有任意一组电池组达不到运行要求时，监控单元通过控制可控硅开关器件实现电池组的投退。

2. 根据权利要求 1 所述的一种用于变电站的分布式直流独立供电系统，其特征在于，所述变电站为常规变电站、数字化变电站和智能化变电站中的任一种。

3. 根据权利要求 1 所述的一种用于变电站的分布式直流独立供电系统，其特征在于，所述总控系统包括一体化电源监控系统和主站后台系统，两者互相以 IEC61850 规约通信；所述一体化电源监控系统、主站后台系统均连接至变电站通信总线。

4. 根据权利要求 1 所述的一种用于变电站的分布式直流独立供电系统，其特征在于，直流母线电压为 110V；所述锂离子电池组、充电单元和监控单元均支持即插即用。

5. 根据权利要求 1 所述的一种用于变电站的分布式直流独立供电系统，其特征在于，所述开关均为可控硅开关器件，在监控单元控制下逐步关断；所述锂离子电池组与直流母线之间还设有具备采样功能的转换投切开关，当监控单元出现故障时，根据本身的采样判断锂离子电池组的容量是否还可以继续供电，并实现锂离子电池组的一次投切。

6. 根据权利要求 1 所述的一种用于变电站的分布式直流独立供电系统，其特征在于，所述充电单元的输入端连接至电源进线，输出端通过开关分别连接至直流母线以及各个锂离子电池组，所述充电单元为若干个并联连接的充电模块，根据现场情况自由投退，输出为 DC110V。

7. 根据权利要求 6 所述的一种用于变电站的分布式直流独立供电系统，其特征在于，

所述电源进线为交流进线、太阳能电池板或风能发电机的输出电，所述交流进线为 AC380V 或 AC220V，所述太阳能电池板或风能发电机的输出电还通过开关连接至直流母线。

8. 根据权利要求 1 所述的一种用于变电站的分布式直流独立供电系统，其特征在于，监控单元实时监测锂离子电池的容量，对锂离子电池充电过程采用恒流模式充电，根据最高单节电池电压调整充电限流值大小，在单节电池电压达到 3.65V 或电池管理系统判定荷电状态达到 100％时，停止充电。

用于变电站的分布式直流独立供电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种分布式直流独立供电系统，特别涉及一种用于变电站的分布式直流独立供电系统。

背景技术

[0002] 目前直流供电系统，尤其是220kV及以上电压等级的智能变电站，直流供电系统采用三充两电、220V直流母线分段加联络开关的设计模式，直流电经由主控室的直流母线通过馈电屏和分散在各个保护小室的分电屏或连接在直流母线上的直流电源子系统给用电设备供电，这是传统的集中式直流供电系统。作为集中式的直流供电系统，较易发生绝缘降低或大面积的多支路同时接地，更关键的是当处在同一个电气连接的二次回路中出现多点接地时，不同点之前会出现电位差，有短路故障时，可能会引起差动保护误动或保护拒动。

[0003] 中国专利申请201110130055.0公开了一种当系统内某一部分出现故障时而不至于影响其他设备正常供电的分布式直流电源不间断供电系统。这种分布式直流电源不间断供电系统包括直流母线和若干个分布在不同场合的直流电源子系统，所述若干个直流电源子系统均通过直流母线上构成供电网络。解决了目前站场内庞大的集中式直流电源系统占用了大量的场地空间，也避免了由于直流电源系统的微小故障，影响到所有设备的可靠供电的需求。

[0004] 中国专利申请201110130055.0取得一定的技术进步，解决了占用场地空间小、系统出现故障时不间断供电等问题，但仍存在以下问题：

[0005] 1）系统的网络化供电存在较大的分布电容

[0006] 这种分布式直流不间断供电系统供电网络化的设计方式会增加分布电容。分布电容在线路空载时使线路呈容性，过大会影响支路绝缘检测的精度，造成误报支路接地，并抬高末端的电压，对电力设备绝缘造成危害并影响设备的抗电磁干扰能力。更关键的是分布电容产生的电容电流过大时，二次回路中出现一点接地时，也可能会引起保护设备误动。

[0007] 2）系统间不能实现上下级保护器件的选择性配合(级差配合)

[0008] 直流供电系统供电设备多，馈线支路分布广，在系统中有许多支路需要设置断路器或熔断器进行保护，这种分布式直流不间断供电系统通过直流母线将子系统连接在一起，不能实现选择正确保护方案和保护上下级之间的合理配合。导致出现越级跳闸将电力事故扩大化。

[0009] 3）系统蓄电池运行工况不明朗

[0010] 不管是集中式的直流供电系统，还是这种分布式直流不间断供电系统，蓄锂离子电池组一直处在浮充备用状态，若其中某些蓄电池出现容量不足或过充等问题，只能通过定期的内阻巡检和核对性充放电来检测，这种检测方式实时性较差，不能第一时间对蓄电池工况做出判断；另外，问题蓄电池进行在线更换维护也比较麻烦，存在一定的安全隐患。

[0011] 4）系统设计复杂、故障点多

[0012] 这种分布式直流不间断供电系统设计较为复杂；直流母线多次分段，母线维护或者进行蓄锂离子电池组充放电时需要投切多路开关，增加了系统的故障点，且直流母线网络化供电易造成直流母线各段之间互窜，这些问题点一旦出现，不仅对用电设备造成严重损害，而且运行人员较难进行及时排查，更不能进行在线维护。

[0013] 5）缺乏有效的监控体系

[0014] 中国专利申请 201110130055.0 是子系统内的通信单元通过 RS485 或 CAN 总线或以以太网口与站场内的上位机联网通讯，信息繁琐处理量大，缺乏整体的信息处理和监控。

发明内容

[0015] 本发明的目的是为克服上述现有技术的不足，提供一种用于变电站的分布式直流独立供电系统，将直流供电系统将化整为零，根据变电站的布局规划和用电设备（保护设备、GIS 设备、合并单元、智能终端等）的所需容量，将直流供电系统按照用电设备的类别和安装位置或变电站小室的数量合理分成几个各自独立运行的直流供电子系统，就近安置在用电设备处。

[0016] 为实现上述目的，本发明采用下述技术方案：

[0017] 一种用于变电站的分布式直流独立供电系统，它包括变电站通信总线以及分别与其连接的总控系统和若干个独立运行的直流供电子系统，所述直流供电子系统根据区域划分为主控室子系统、GIS 设备子系统、智能终端柜子系统、合并单元柜子系统以及分布于变电站各个区域的保护小室子系统；核算每个直流供电子系统所需容量，每个直流供电子系统的容量可按 10Ah、30Ah、50Ah 这三种标准规格组合；每个直流供电子系统均包括若干段直流母线，所述直流母线与馈线终端单元连接，每两段相邻的直流母线通过开关连接，每两段相邻的直流母线配置：

[0018] 箱式封装的若干个并联的锂离子电池组，其输出端分别通过开关连接至直流母线；

[0019] 至少一个充电单元，用于对各个锂离子电池组充电，并热备用给直流母线供电；以及

[0020] 至少一个监控单元，连接至变电站通信总线，将直流供电子系统的信号测量上送给总控系统并接收总控系统的电网用电信息，设定电网高峰低谷的时间段，将锂离子电池组充电时间段控制在用电低谷期，以对电网削峰平谷，控制充电单元对各个锂离子电池组交替充电，并控制至少一个锂离子电池组与直流母线连通；实时采集锂离子电池组的容量、电压、内阻、温度和充电单元的输入输出电压、电流信息，从而判断锂离子电池组容量是否满足供电需求。

[0021] 所述变电站为常规变电站、数字化变电站和智能化变电站中的任一种。

[0022] 所述总控系统包括一体化电源监控系统、主站后台系统，两者互相以 IEC61850 规约通信；所述一体化电源监控系统、主站后台系统均连接至变电站通信总线。

[0023] 所述直流母线电压为 110V；所述锂离子电池组、充电单元和监控单元均支持即插即用。

[0024] 所述锂离子电池组采用分布式直流电源电池箱进行箱式封装，具有主动均衡系统，标准接插件支持大电流快速充电。

[0025] 所述主动均衡系统包括级联的若干个均衡单元，实现对多节串联锂离子电池的均衡管理，对相邻两节单体电池之间的荷电状态差异进行判断，并把 SOC 状态高的电池多余传递到 SOC 较低的单节电池中，实现电池容量最大化，并延长锂离子电池组循环寿命。

[0026] 所述开关均为可控硅开关器件，在监控单元控制下逐步关断，有效避免分合时产生的冲击电流；所述锂离子电池组与直流母线之间还设有具备采样功能的转换投切开关，当监控单元出现故障时，转换投切开关根据本身的采样判断锂离子电池组的容量是否还可以继续供电，并实现锂离子电池组的一次投切。

[0027] 所述充电单元的输入端连接至电流进线，输出端通过开关分别连接至直流母线以及各个锂离子电池组，所述充电单元为若干个并联连接的充电模块，稳压精度≤ ±0.5%，稳流精度≤ ±1.0%，纹波系数≤ 0.5%；根据现场情况自由投退，输出为 DC110V；充电单元平时只是交替给若干组锂离子电池组充电，实现在线均衡充电（深度充放电，消除各节电池间的差异）并不直接挂在直流母线上，只有当所有锂离子电池组检修维护时，才作为备用充电设备给母线供电；当监控单元出现故障时，能够自主运行。

[0028] 所述电流进线为交流进线、太阳能电池板或风能发电机的输出电，所述交流进线为 AC380V 或 AC220V，所述太阳能电池板或风能发电机的输出电还通过开关连接至直流母线；正常运行时，锂离子电池组交替挂在直流母线上给用电设备供电，充电单元脱离母线热备，由监控单元控制充电单元对锂离子电池组交替充电。

[0029] 监控单元通过荷电状态（SOC）实时监测锂电池的容量，对锂电池充电过程采用恒流模式充电，根据最高单节电池电压调整充电限流值大小，在单节电池电压达到 3.65V 或电池管理系统（BMS）判定 SOC 达到 100% 时，停止充电。

[0030] 本发明的有益效果是：

[0031] 1）将变电站的直流供电系统切分后，每个直流子系统独立运行，无线路上的连接，从而使全站的分布电容变小，对系统造成的干扰减弱，二次回路一点接地时，电容放电电流的冲击较弱，很难再引起保护误动。

[0032] 2）每个直流子系统独立运行，就近供电，电缆长度基本可以确定，且母线、馈线、用电设备明晰，级差配合变得非常简单。

[0033] 3）蓄电池组在母线上投退以及充电单元在母线上投退的操作机构采用可控硅开关器件，投退功能模块时有个缓冲、逐步关断的过程，有效避免了分合的冲击电流给母线电压带来波动。

[0034] 锂离子电池组直接作用到母线，不断循环的进行充放电，电池的性能及健康状况通过监控单元的监测实时反映给运行人员，电池隐患可以提早发现提早处理，不再一直处于浮充备用状态，电池状态不明朗。

[0035] 锂离子电池目前在电力行业中主要应用于电动汽车、光伏储能等新能源领域；在变电站的应用正处于起步阶段，本发明选择使用了锂离子电池，与阀控式密封铅酸电池相比，优势突出：

[0036] ①超长寿命，阀控式密封铅酸电池的循环寿命最高只有 500 次，而锂离子电池循环寿命达到 2000 次以上。

[0037] ②可大电流 2C 快速充放电，而阀控式密封铅酸电池现在无此性能。

[0038] ③锂离子电池工作温度范围宽广（- 20℃～ + 75℃）。

[0039] ④锂离子电池体积小，容量大。

[0040] ⑤锂离子电池可随充随用，无须先放完再充电。

[0041] ⑥绿色环保。锂离子电池不含任何重金属与稀有金属，无毒，无污染，为绝对的绿色环保电池。

[0042] 锂离子电池采用箱式封装技术，标准接口连接到系统。监控单元按照既定的充电策略和控制策略自动控制充电单元交替完成所有电池组的充放电，并 24 小时实时在线监测所有电池组的容量、电压、内阻、温度等信息和当前的运行状态(BMS)，并将这些数据形成月度报表记录供运行人员参考。当有任意一组电池组达不到运行要求时，监控单元通过控制可控硅开关器件实现电池组的投退。

[0043] 直流母线或充电单元在某些特定地区也可引入太阳能、风能充电，使变电站的直流供电系统变成一个完全绿色环保无污染的洁净能源系统。

[0044] 4）变电站的分布式直流独立供电系统，消除了各个用电设备间直流母线的关联，有效的规避了直流母线互窜的问题。直流子系统到用电设备间电缆长度变短，导线截面积对输电信号的衰减可忽略，直流母线可直接降压到 110V，带动全站的低压微型断路器电压等级下调，提高经济性。

[0045] 电池组、充电单元和监控单元均支持即插即用，三者采用模块化设计，充电单元作为一个功能模块、监控单元作为一个功能模块，电池组采用箱式封装后也作为一个功能模块，直流子系统的搭建就是一个模块组装的过程，每个功能模块对外均采用统一标准的电气及物理接口，均支持即插即用，任一功能模块出现故障后，备件均方便替换；减小故障对系统运行带来的影响，替换下来的故障模块可进行离线式维修。

[0046] 5）系统中监控单元对充电单元和具备主动均衡系统的电池箱等模块的监测和控制策略自动完成，无需人工干预，出现问题后系统会及时报警通知运行人员处理，完全适用于无人值守变电站。监控单元可通过 SOC 实时监测锂离子电池的容量，对锂电池充电过程采用恒流模式充电，根据最高单节电池电压调整充电限流值大小，在单节电池电压达到 3.65V 或 BMS 判定 SOC 达到 100% 时，停止充电。监控单元对上支持多种规约通讯，具备通过实时检测系统内的各种信息对直流子系统进行智能分析，隐患预判等高级应用，并将分析结果形成月度报表提交用户，协助用户实现系统的管理。

[0047] 监控单元根据总控系统得来的电网运行工况数据进行智能分析，判断出电网用电的高峰期和低谷期，在对电池充电时间段的选择上采取控制，或者通过人工判断手动设定高峰低谷的时间段，避免在用电高峰期对电池充电，将电池充电时间段控制在用电低谷期，对电网起到削峰平谷的作用。

[0048] 总控系统及独立运行的直流供电子系统均连接至通信总线，信息交换方便快捷，能够整体有效地控制所有子系统的正常运行。

附图说明

[0049] 图 1 是传统直流供电系统的结构示意图；

[0050] 图 2 是本发明的分布式直流供电系统的结构示意图；

[0051] 图 3 是本发明的通讯架构图；

[0052] 图 4 是实施例 1 直流子系统结构示意图；

[0053] 图 5 是实施例 2 直流子系统结构示意图；

[0054] 图 6 是实施例 3 直流子系统结构示意图；

[0055] 图 7 是实施例 4 直流子系统结构示意图；

[0056] 图 8 是实施例 5 直流子系统结构示意图；

[0057] 图 9 是实施例 6 直流子系统结构示意图；

[0058] 图 10 是实施例 7 直流子系统结构示意图；

[0059] 图 11 是主动均衡系统的电路图。

具体实施方式

[0060] 下面结合附图和实施例对本发明进行进一步的阐述，应该说明的是，下述说明仅是为了解释本发明，并不对其内容进行限定。

[0061] 一种用于变电站的分布式直流独立供电系统，它包括变电站通信总线以及分别与其连接的总控系统和若干个独立运行的直流供电子系统，所述直流供电子系统根据区域划分为主控室子系统、GIS 设备子系统、智能终端柜子系统、合并单元柜子系统以及分布于变电站各个区域的保护小室子系统；核算每个直流供电子系统所需容量，每个直流供电子系统的容量可按 10Ah、30Ah、50Ah 这三种标准规格组合；每个直流供电子系统均包括若干段直流母线，所述直流母线与馈线终端单元连接，每两段相邻的直流母线通过开关连接，每两段相邻的直流母线配置：

[0062] 箱式封装的若干个并联的锂离子电池组，其输出端分别通过开关连接至直流母线；

[0063] 至少一个充电单元，用于对各个锂离子电池组充电，并热备用给直流母线供电；以及

[0064] 至少一个监控单元，连接至变电站通信总线，将直流供电子系统的信号测量上送给总控系统并接收总控系统的电网用电信息，设定电网高峰低谷的时间段，将锂离子电池组充电时间段控制在用电低谷期，以对电网削峰平谷，控制充电单元对各个锂离子电池组交替充电，并控制至少一个锂离子电池组与直流母线连通；实时采集锂离子电池组的容量、电压、内阻、温度和充电单元的输入输出电压、电流信息，从而判断锂离子电池组容量是否满足供电需求。

[0065] 所述变电站为常规变电站、数字化变电站和智能化变电站中的任一种。

[0066] 所述总控系统包括一体化电源监控系统、主站后台系统，两者互相以 IEC61850 规约通信；所述一体化电源监控系统、主站后台系统均连接至变电站通信总线。

[0067] 所述直流供电子系统包括主控室子系统、GIS 设备子系统、智能终端柜子系统、合并单元柜子系统以及分布于变电站各个区域的保护小室子系统；核算每个直流供电子系统所需容量，每个直流供电子系统的容量可按 10Ah、30Ah、50Ah 这三种标准规格组合。

[0068] 所述直流母线电压为 110V；所述锂离子电池组、充电单元和监控单元均支持即插即用。

[0069] 所述锂离子电池组为锂离子电池组或阀控式密封铅酸锂离子电池组。

[0070] 优选的，所述锂离子电池组为锂离子电池组，采用分布式直流电源电池箱进行箱式封装，具有主动均衡系统，标准接插件支持大电流快速充电。

[0071] 所述主动均衡系统包括级联的若干个均衡单元，实现对多节串联锂离子电池的均衡管理，对相邻两节单体电池之间的荷电状态差异进行判断，并把 SOC 状态高的电池多余传递到 SOC 较低的单节电池中，实现电池容量最大化，并延长锂离子电池组循环寿命。

[0072] 所述开关均为可控硅开关器件，在监控单元控制下逐步关断，有效避免分合时产生的冲击电流；所述锂离子电池组与直流母线之间还设有具备采样功能的转换投切开关，当监控单元出现故障时，转换投切开关根据本身的采样判断锂离子电池组的容量是否还可以继续供电，并实现锂离子电池组的一次投切。

[0073] 所述充电单元的输入端连接至电流进线，输出端通过开关分别连接至直流母线以及各个锂离子电池组，所述充电单元为若干个并联连接的充电模块，稳压精度≤ ±0.5%，稳流精度≤ ±1.0%，纹波系数≤ 0.5%；根据现场情况自由投退，输出为 DC110V；充电单元平时只是交替给若干组锂离子电池组充电，实现在线均衡充电（深度充放电，消除各节电池间的差异）并不直接挂在直流母线上，只有当所有锂离子电池组检修维护时，才作为备用充电设备给母线供电；当监控单元出现故障时，能够自主运行。

[0074] 所述电流进线为交流进线、太阳能电池板或风能发电机的输出电，所述交流进线为 AC380V 或 AC220V，所述太阳能电池板或风能发电机的输出电还通过开关连接至直流母线；正常运行时，锂离子电池组交替挂在直流母线上给用电设备供电，充电单元脱离母线热备，由监控单元控制充电单元对锂离子电池组交替充电。

[0075] 监控单元通过荷电状态（SOC）实时监测锂电池的容量，对锂电池充电过程采用恒流模式充电，根据最高单节电池电压调整充电限流值大小，在单节电池电压达到 3.65V 或电池管理系统（BMS）判定 SOC 达到 100% 时，停止充电。

[0076] 以下是每个直流子系统的具体实施案例：

[0077] 实施例 1

[0078] 如图 4 所示的直流子系统包括一段直流母线，直流母线与馈线终端单元连接，该直流母线配置：并联的 1# 锂离子电池组和 2# 锂离子电池组、一充电单元以及一监控单元。

[0079] 当 1# 锂离子电池组供电，2# 锂离子电池组充电时，开关 K1、开关 K4 断开，开关 K2、开关 K3 闭合；2# 锂离子电池组充电完毕时开关 K3 断开，2# 锂离子电池组处于热备状态。当 1# 锂离子电池组电量不足时，系统自动转为由 2# 锂离子电池组供电 1# 锂离子电池组充电，此时，开关 K1、开关 K4 闭合，然后开关 K2 断开，充电单元对 1# 锂离子电池组充电，充电完毕开关 K1 断开，1# 锂离子电池组处于热备状态。

[0080] 若充电单元出现异常，开关 K3、开关 K4 同时闭合，两组锂离子电池组同时给直流母线供电，供电时间延长一倍。

[0081] 若锂离子电池组出现异常，开关 K5 闭合，由充电单元给母线供电。充电单元和锂离子电池组任何一个出现异常，监控单元同时会有报警通知后台和调度中心，安排人员及时处理。

[0082] 开关 K1 ～ K5 均为可控硅开关器件，在监控单元控制下可逐步关断，可以有效避免分合时产生的冲击电流。

[0083] 充电单元平时只是交替给两组电池充电，实现在线均衡充电（深度充放电，消除各节电池间的差异）并不直接挂在母线上，除非当两组电池检修维护时，开关 K7 才会闭合，充电单元作为备用充电设备给直流母线供电。

[0084] 电流进线为交流进线。

[0085] 锂离子电池组采用锂电池，支持大电流快速充电。充电单元采用 AC/DC 充电模块。

[0086] 实施例 2

[0087] 如图 5 所示的直流子系统与实施例 1 相比唯一的不同是：每组蓄电池通过两组可控硅开关器件连接到母线上，互为备用，增加母线的可靠性。

[0088] 实施例 3

[0089] 如图 6 所示的直流子系统与实施例 1 相比唯一的不同是：系统多增加了 3# 锂离子电池组和 4# 锂离子电池组这两组蓄电池，正常运行时两组蓄电池同时挂在母线上进行供电，2×2 的方式进行交替投入，充电单元对分别对脱离的 2 组蓄电池依次进行充电，增加锂离子电池组的可靠性。

[0090] 实施例 4

[0091] 如图 7 所示的直流子系统与实施例 1 相比唯一的不同是：引入了太阳能、风能等新的洁净能源，一方面，在太阳能、风能资源充足的情况下，直接通过直流母线给设备供电，开关 K6 接通，充电单元和锂离子电池组都处在热备状态，在太阳能、风能资源不足的情况下投入锂离子电池组。

[0092] 另一方面，充电单元可直接从电网上取交流电转换成直流电给锂离子电池组充电，也可以直接引入太阳能、风能并转换成稳定的直流给锂离子电池组充电。

[0093] 实施例 5

[0094] 如图 8 所示的直流子系统与实施例 1 相比唯一的不同是：两组锂离子电池组到直流母线之间增加了转换投切开关，转换投切开关具备采样功能，当监控单元出现故障时，转换投切开关可以根据本身的采样判断锂离子电池组的容量是否还可以继续供电，并进行锂离子电池组的一次投切。

[0095] 实施例 6

[0096] 如图 9 所示的直流子系统包括两段直流母线，直流母线与馈线终端单元连接，两段直流母线通过联络开关连接，每段直流母线配置与实施例 1 相同，只是两段母线四组蓄电池共用一套充电单元和监控单元。监控单元同时检测蓄锂离子电池组的运行工况，充电单元依次给四组锂离子电池组充电。

[0097] 实施例 7

[0098] 如图 10 所示的直流子系统与实施例 6 相比唯一的不同是：每段母线带各自的充电单元，两段母线仍然共用一套监控单元。

[0099] 实施例 1 ～ 7 可根据实际设计需要自由组合，以满足更复杂的系统要求。

[0100] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述，但并非对本发明保护范围的限制，在本发明的技术方案的基础上，本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

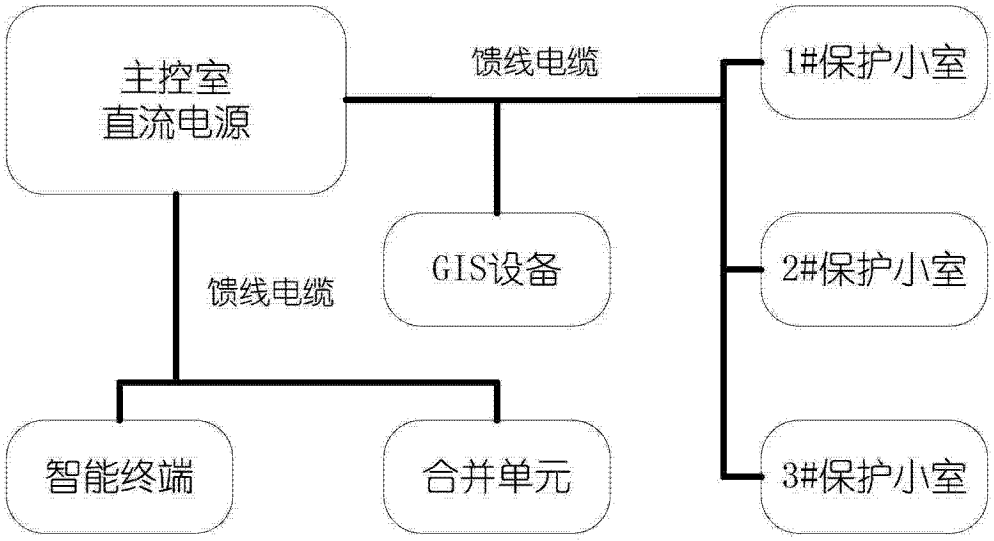

主控室
直流电源
馈线电缆
1#保护小室
GIS设备
2#保护小室
馈线电缆
智能终端
合并单元
3#保护小室

图 1


主控室
直流电源
1#保护小室
直流电源
GIS设备
直流电源
2#保护小室
直流电源
智能终端
直流电源
合并单元
直流电源
3#保护小室
直流电源

图 2

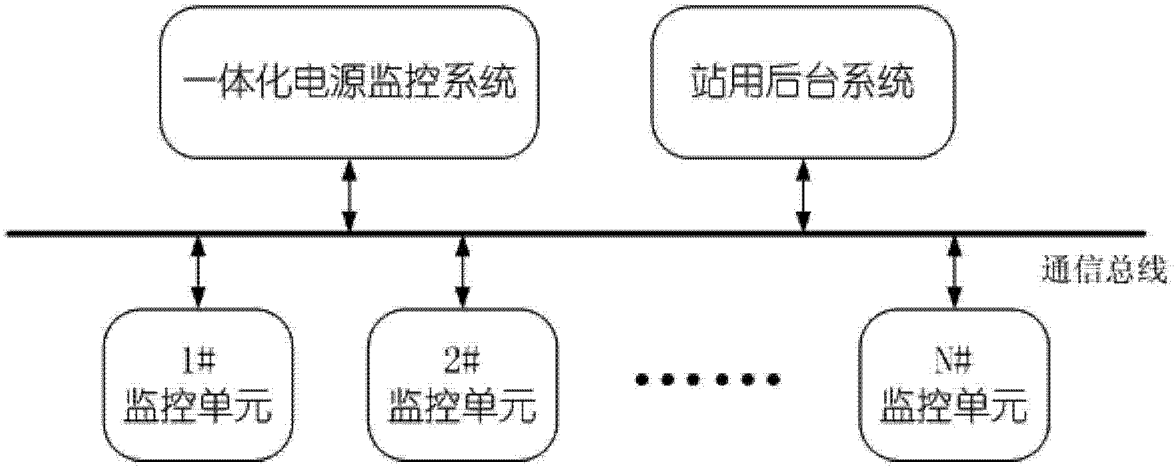

一体化电源监控系统
站用后台系统
通信总线
1#
监控单元
2#
监控单元
N#
监控单元

图 3

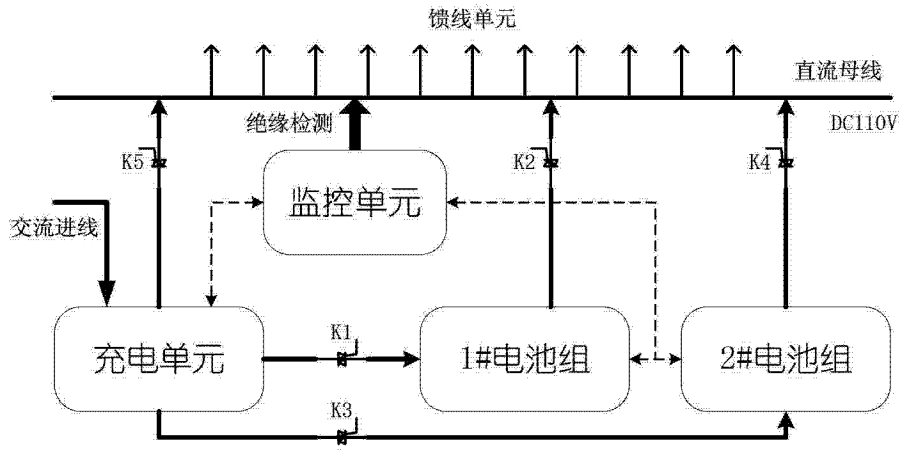

馈线单元
直流母线
DC110V
绝缘检测
K5
K2
K4
监控单元
交流进线
充电单元
K1
1#电池组
2#电池组
K3

图 4

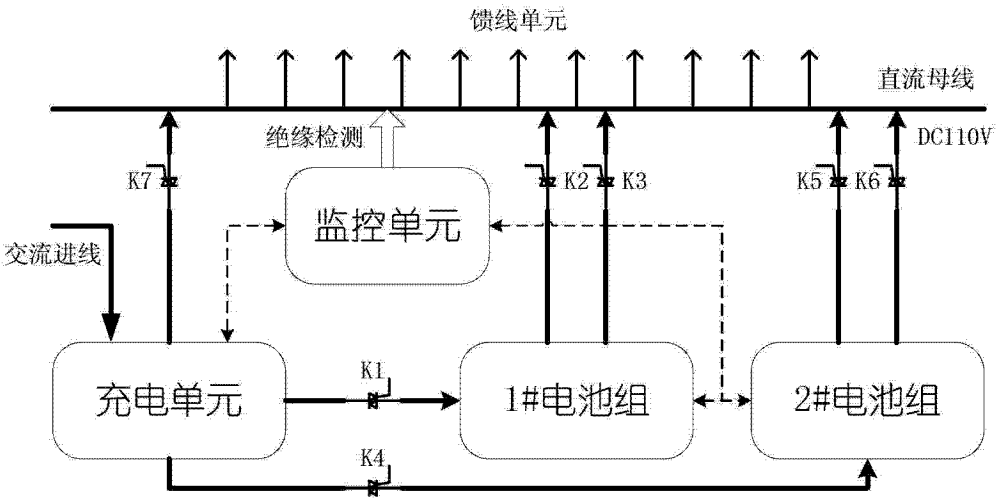

馈线单元
直流母线
DC110V
绝缘检测
K7
K2
K3
K5
K6
监控单元
交流进线
充电单元
K1
1#电池组
2#电池组
K4

图 5

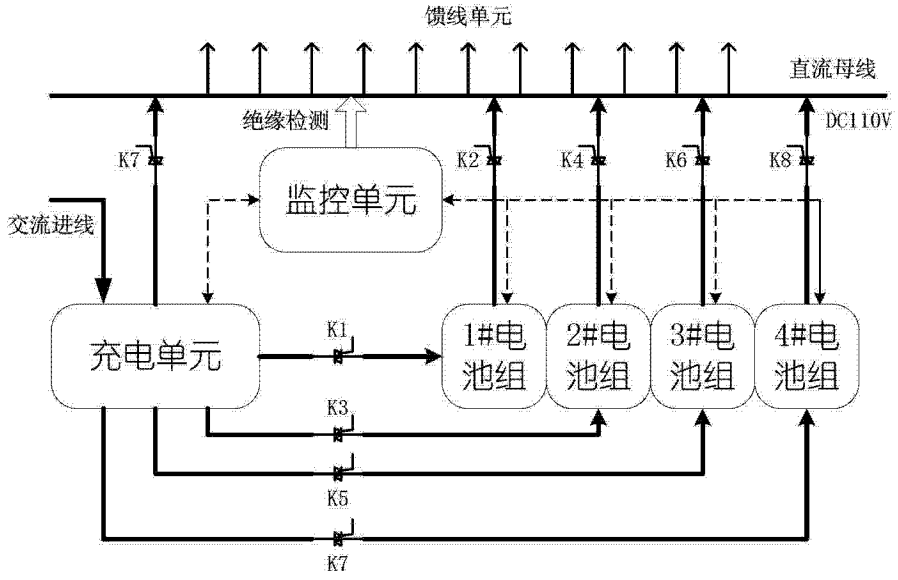

馈线单元
直流母线
DC110V
绝缘检测
K7
K2
K4
K6
K8
监控单元
交流进线
充电单元
K1
1#电池组
2#电池组
3#电池组
4#电池组
K3
K5
K7

图 6

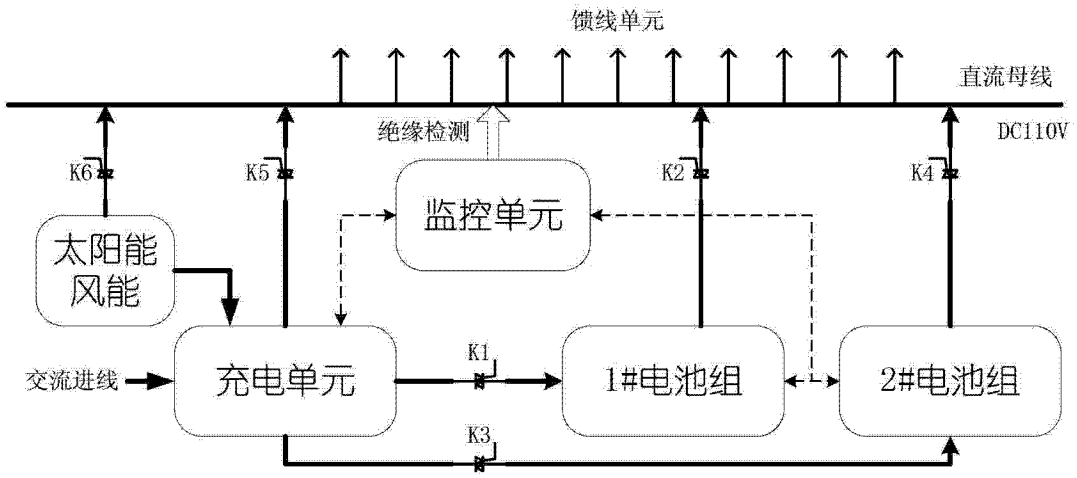

馈线单元
直流母线
DC110V
绝缘检测
K6
K5
K2
K4
监控单元
太阳能
风能
交流进线
充电单元
K1
1#电池组
2#电池组
K3

图 7

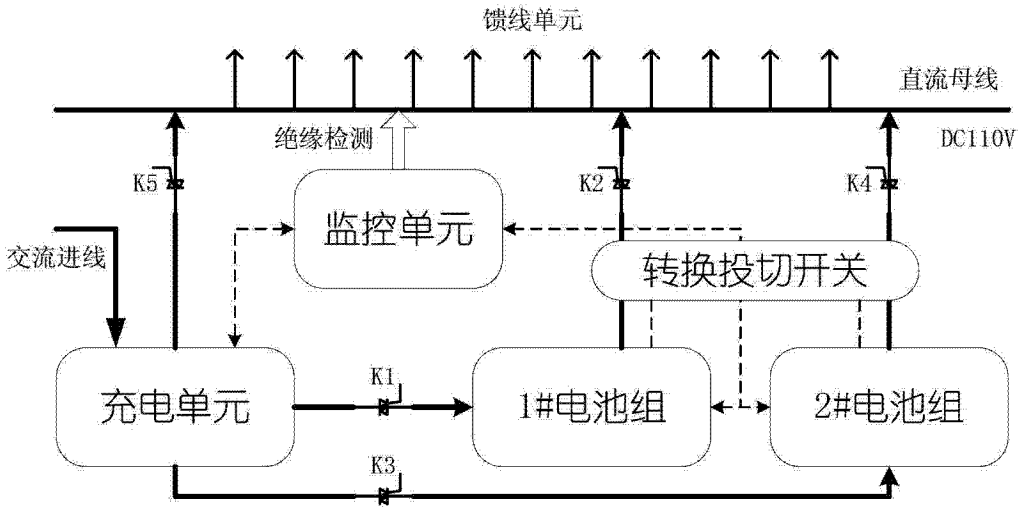

馈线单元
直流母线
DC110V
绝缘检测
K5
K2
K4
监控单元
交流进线
转换投切开关
充电单元
K1
1#电池组
2#电池组
K3

图 8

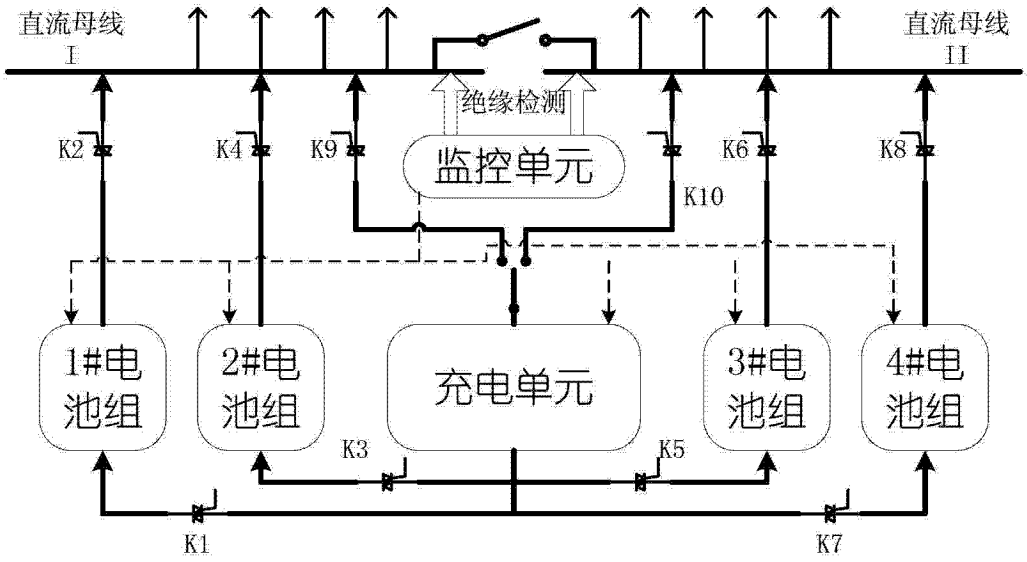

直流母线
I
直流母线
II
绝缘检测
K2
K4
K9
监控单元
K6
K8
K10
1#电池组
2#电池组
充电单元
3#电池组
4#电池组
K3
K5
K1
K7

图 9

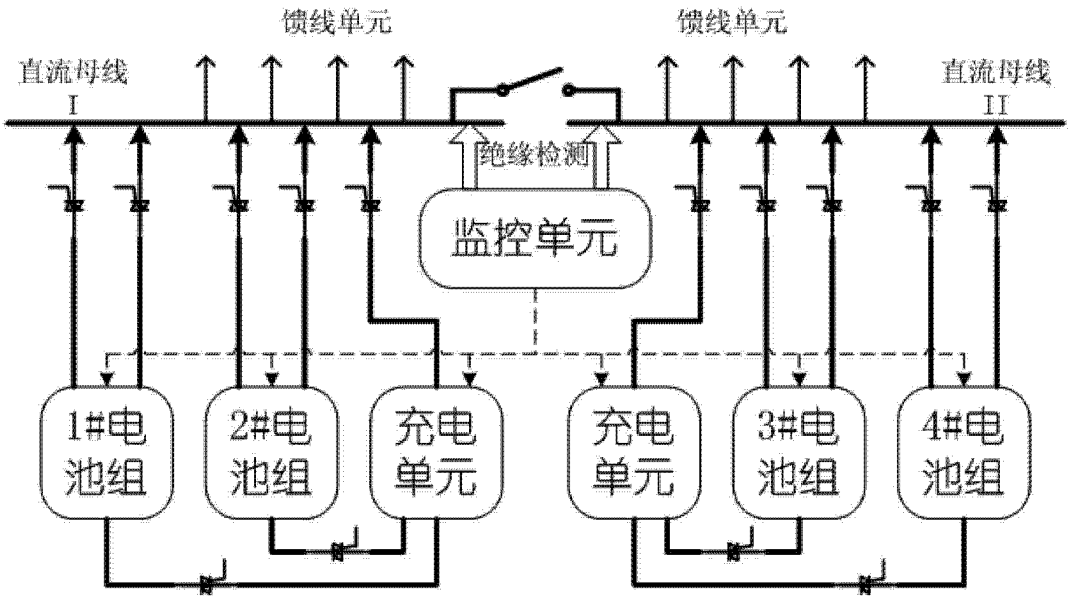

馈线单元
馈线单元
直流母线
I
直流母线
II
绝缘检测
监控单元
1#电
池组
2#电
池组
充电
单元
充电
单元
3#电
池组
4#电
池组

图 10

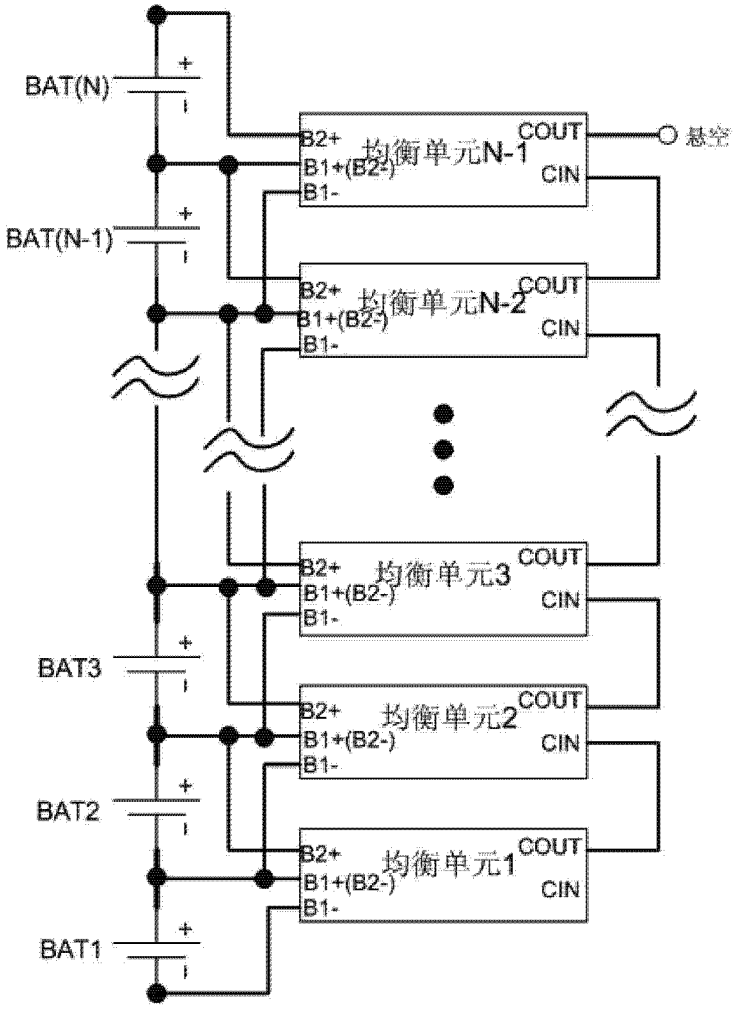

BAT(N)
BAT(N-1)
BAT3
BAT2
BAT1
B2+
B1+(B2-)
B1-
均衡单元N-1
均衡单元N-2
均衡单元3
均衡单元2
均衡单元1
COUT
CIN
悬空

图 11