

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2015 年 2 月 5 日 (05.02.2015)

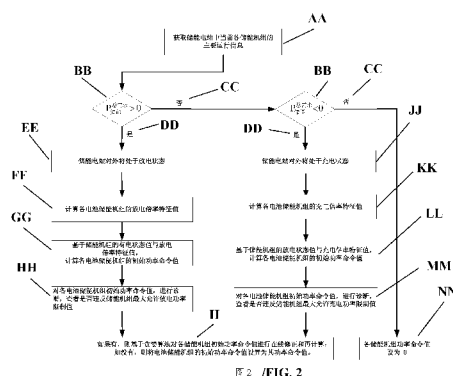
(10) 国际公布号
WO 2015/014011 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02J 15/00 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/084149
- (22) 国际申请日: 2013 年 9 月 25 日 (25.09.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310325580.7 2013 年 7 月 30 日 (30.07.2013) CN
- (71) 申请人: 国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。中国电力科学研究院 (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。国网新源张家口风光储示范电站有限公司 (ZHANGJIAKOU WIND AND SOLAR POWER ENERGY DEMONSTRATION STATION CO. LTD., STATE GRID XIN YUAN COMPANY) [CN/CN]; 中国河北省张家口市桥西区四方台沟 15 号, Hebei 075000 (CN)。
- (72) 发明人: 李相俊 (LI, Xiangjun); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。惠东 (HUI, Dong); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。来小康 (LAI, Xiaokang); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。高明杰 (GAO, Mingjie); 中国河北省张家口市桥西区四方台沟 15 号, Hebei 075000 (CN)。刘少宇 (LIU, Shaoyu); 中国河北省张家口市桥西区四方台沟 15 号, Hebei 075000 (CN)。
- (74) 代理人: 北京安博达知识产权代理有限公司 (AM-BOYNA INTELLECTUAL PROPERTY AGENT LTD.); 中国北京市海淀区大钟寺 13 号院 1 号楼华泰大厦 B215, Beijing 100098 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,

[见续页]

(54) Title: ENERGY MANAGEMENT METHOD FOR VARIOUS TYPES OF BATTERY ENERGY STORAGE POWER STATIONS TAKING INTO ACCOUNT CHARGE-DISCHARGE RATE

(54) 发明名称: 考虑充放电倍率的多类型电池储能电站能量管理方法



AA Acquiring main operation information about each current energy storage unit in an energy storage power station

BB P total demanded energy storage

CC No

DD Yes

EE The energy storage power station will be in a discharge state externally

FF Calculating a characteristic value of the discharge rate of each battery energy storage unit

GG Based on a charge state value and the characteristic value of the discharge rate of the energy storage unit, calculating an initial power command value of each battery energy storage unit

HH Diagnosing the initial power command value of each battery energy storage unit, and viewing whether the permitted maximum discharge power limitation value of the energy storage unit is violated or not

II If yes, based on a greedy algorithm, conducting online correction and recalculation on the initial power command value of each energy storage unit; and if not, setting the initial power command value of each energy storage unit as a power command value thereof.

JJ The energy storage power station will be in a charge state externally

KK Calculating a characteristic value of the charge rate of each battery energy storage unit

LL Based on a discharge state value and the characteristic value of the charge rate of the energy storage unit, calculating an initial power command value of each battery energy storage unit

MM Diagnosing the initial power command value of each battery energy storage unit, and viewing whether the permitted maximum charge power limitation value of the energy storage unit is violated or not

NN Setting the power command value of each energy storage unit to 0

(57) Abstract: An energy management method for various types of battery energy storage power stations taking into account a charge-discharge rate, comprising: reading related data of a battery energy storage power station in real time; calculating a characteristic value of the charge or discharge rate of each battery energy storage unit; calculating an initial power command value of each battery energy storage unit; judging in real time whether the initial power command value of each battery energy storage unit goes beyond the permitted maximum charge or discharge power of the unit or not; if yes, conducting online correction and recalculation on the initial power command value of each battery energy storage unit; otherwise, setting the initial command value

[见续页]



RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

- (84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

of the energy storage unit as a power command value thereof; and summarizing the power command value of each battery energy storage unit and outputting same. The method has an object of reasonably controlling the charge-discharge rate of each energy storage unit, and performs power coordination control and energy management inside the energy storage power station, and also takes into account the service life of an energy storage battery in a control policy, so as to fulfill the functions of avoiding the abusing of the energy storage battery, decelerating the battery ageing, etc. as far as possible.

(57) **摘要:** 一种考虑充放电倍率的多类型电池储能电站能量管理方法, 包括: 实时读取电池储能电站的相关数据; 计算各电池储能机组的充电或放点倍率特征值; 计算各电池储能机组的初始功率命令值; 实时判断各电池储能机组的初始功率命令值是否超过该机组的最大允许充电或放电功率, 若超过, 则对各电池储能机组初始功率命令值进行在线修正和再计算; 否则将储能机组的初始命令值设置为其功率命令值; 对各电池储能机组的功率命令值汇总后输出。该方法将合理控制各储能机组的充放电倍率为目标, 进行储能电站内部的功率协调控制及能量管理; 还将储能电池使用寿命考虑到控制策略中, 起到尽量避免对储能电池的滥用, 减缓电池老化等功能。

考虑充放电倍率的多类型电池储能电站能量管理方法

技术领域

本发明属于智能电网以及能量存储与转换技术领域，具体涉及一种考虑电池充放电倍率特性的大功率大容量兆瓦级电池储能电站的实时功率控制方法及其能量管理系统，尤其适用于大规模风光储联合发电系统中兆瓦级多类型电池储能电站的电池功率及电池能量管理方法。

背景技术

国家风光储输示范工程是国家电网公司建设坚强智能电网首批试点工程，以“电网友好型”新能源发电为目标，以“先进性、灵活性、示范性、经济性”为特点，是目前世界上规模最大、集风电、光伏发电、储能及输电工程四位一体的可再生能源综合示范工程。其中，国家风光储输示范工程(一期)拟建设风电 100MW、光伏发电 40MW 和储能装置 20MW(包含 14MW 磷酸铁锂电池储能系统、2MW 全钒液流电池储能系统、4MW 钠硫电池储能系统)。

随着锂电池及其集成技术的不断发展，应用锂电池储能电站去实现平滑风光功率输出、跟踪计划发电、参与系统调频、削峰填谷、暂态有功出力紧急响应、暂态电压紧急支撑等多种应用，已成为了一种可行方案。其中关键问题之一，是掌握大规模多类型电池储能电站能量管理技术以及多类型大容量电池储能机组的协调控制方法。

从电池储能的角度来说，过度的充电和过度的放电都会对电池的寿命造成影响。因此，监控好电池荷电状态、在储能电站内部合理分配好总功率需求，并将电池的荷电状态控制在一定范围内是必要的。

多类型储能系统大致可分为功率型储能系统和能量型储能系统。目前有关基于兆瓦级多类型电池储能电站的总功率实时控制与能量管理方面的专利、文献、技术报告等非常少，需要深入研究和探索大规模多类型电池储能电站综合控制和并网运行的核心技术，解决大规模多类型电池储能电站协调控制及能量管理的关键问题。现有的大规模电池储能系统/电站的功率控制与能量管理方法中，一般不将储能电池的充放电倍率特性计入约束条件进行能量管理，因此，有时会存在不能充分发挥不同类型储能系统的互补特性优势，影响电池使用寿命等弊端。

发明内容

针对上述问题，本发明的目的在于公开一种考虑储能电池充放电倍率的多类型电池储能电站能量管理方法，该方法在实时分配储能电站的总功率需求的同时，具备可以优化不同类

型储能系统工作效率的功能，以实现延长储能电池使用寿命的控制目的。

本发明是通过如下技术方案实现的：

一种考虑充放电倍率的多类型电池储能电站能量管理方法，其包括以下步骤：

步骤 1) 实时读取电池储能电站总功率需求值以及各电池储能机组的可控状态值（当电池储能机组可控时，可控状态值为 1；当电池储能机组不可控时，可控状态值为 0）、电池额定容量、荷电状态值、最大允许放电功率和最大允许充电功率；

步骤 2) 根据电池储能电站总功率需求值来判断各电池储能电站的状态，并进一步计算出各电池储能机组的充电或放电倍率特征值；

步骤 3) 基于各电池储能机组的充电或放电倍率特征值，计算各电池储能机组的初始功率命令值；

步骤 4) 实时判断各电池储能机组的初始功率命令值是否超过该机组的最大允许充电或放电功率，若超过，则对各电池储能机组初始功率命令值进行在线修正和再计算；否则，将该电池储能机组的初始功率命令值设置为其功率命令值；

步骤 5) 对各电池储能机组的功率命令值汇总后输出至电池储能电站，以实现对该电池储能电站的实时功率控制及能量管理。

进一步地，所述步骤 2) 具体包括：

当电池储能电站总功率需求为正值时，表示该电池储能电站将处于放电状态，则各电池储能机组的放电倍率特征值为相应电池储能机组的最大允许放电功率值与该机组的电池额定容量的比值；

当电池储能电站总功率需求为负值时，表示该电池储能电站将处于充电状态，则各电池储能机组的充电倍率特征值为相应电池储能机组的最大允许充电功率值与该机组的电池额定容量的比值；

当电池储能电站总功率需求为零时，表示该电池储能电站将处于零功率状态，则直接将所有电池储能机组的功率命令值设置为零。

其中，所述可控电池储能机组的最大允许放电功率值等于电池储能机组的可控状态值与最大允许放电功率的乘积；所述可控电池储能机组的最大允许充电功率值等于电池储能机组的可控状态值与最大允许充电功率的乘积。

进一步地，所述步骤 3) 具体包括：

A) 当电池储能电站总功率需求为正值时，表示该电池储能电站将处于放电状态，则各电池储能机组的初始功率命令值为相应储能机组的荷电状态值与放电倍率特征值的乘积占当前

所有可控储能机组荷电状态值与放电倍率特征值的乘积总和的比例值、再乘以电池储能电站总功率需求；

B) 当电池储能电站总功率需求为负值时，表示该电池储能电站将处于充电状态，则各电池储能机组的初始功率命令值为相应可控储能机组的放电状态值与充电倍率特征值的乘积占当前所有可控储能机组荷电状态值与充电倍率特征值的乘积总和的比例值、再乘以电池储能电站总功率需求；

C) 当电池储能电站总功率需求值为零时，表示该电池储能电站将处于零功率状态，直接将所有储能机组的功率命令值设置为 0。

其中，所述可控储能机组的荷电状态值等于电池储能机组的可控状态值与荷电状态值的乘积；所述可控储能机组的放电状态值等于电池储能机组的可控状态值与放电状态值。

进一步地，所述步骤 4) 中对各电池储能机组初始功率命令值进行在线修正和再计算的方法包括如下步骤：

4A) 初始化计数器（即计数器=0），若有任一可控储能机组的初始功率命令值超过该可控储能机组的最大允许放电或充电功率时，令计数器加 1 后，执行步骤 4B；否则，跳转至步骤 4E；

4B) 通过贪婪算法从被计数器计数的各电池储能机组中选出满足判断条件的电池储能机组；

4C) 将相应储能机组的功率命令值设置为该机组的最大允许放电或充电功率值；

4D) 重新计算未被计数器计数的各电池储能机组的功率命令值后返回步骤 4A；

4E) 将所有电池储能机组的初始功率命令值设置为其功率命令值。

其中，可控电池储能机组的初始功率命令值等于电池储能机组的可控状态值与初始功率命令值的乘积，所述可控储能机组的最大允许放电功率等于电池储能机组的可控状态值与最大允许放电功率的乘积，所述可控储能机组的最大允许充电功率等于电池储能机组的可控状态值与最大允许充电功率的乘积。

进一步地，所述步骤 4B 的具体方法为：

判断条件 J1：在可控状态值为 1 的电池储能机组中，选出当前最大允许放电或充电功率的绝对值最大的电池储能机组 k，若只有一个电池储能机组满足条件，则跳转至步骤 4C；否则，继续执行判断条件 J2；

判断条件 J2：从满足判断条件 J1 的储能机组中选取荷电状态值最大（当电池储能电站总功率需求为正值时）或荷电状态最小（当电池储能电站总功率需求为负值时）的储能

机组 k, 若只有一个电池储能机组满足条件, 则跳转至步骤 4C; 否则, 继续执行判断条件 J3;

判断条件 J3: 从同时满足判断条件 J1 和 J2 的电池储能机组中选取放电或充电倍率特征值最大的电池储能机组 k。

进一步地, 所述未被计数器计数的余下各电池储能机组的功率命令值为:

余下各可控储能机组最大允许放电 (或充电) 功率占当前所有未被计数器计数的可控电池储能机组最大允许放电 (或充电) 功率总和的比例值、再乘以当前电池储能电站总功率需求与所有被计数器计数的电池储能机组最大允许放电 (或充电) 功率总和的差值。

与现有技术相比, 本发明的有益效果是:

本发明提供一种兆瓦级多类型电池 (含功率型储能电池和能量型储能电池) 储能电站实时功率控制方法, 具有可兼顾不同类型储能系统的充放电倍率特性、荷电状态, 从而可延长储能电池使用寿命的优点, 该方法主要是结合可表示电池储能机组实时功率特性的允许充放电能力 (即, 各电池储能机组最大允许放电功率, 各电池储能机组最大允许充电功率等)、可表示电池储能机组存储能量特性的荷电状态 SOC、以及可表示储能电池工作能力特性的倍率特征值 (即, 各电池储能机组的放电倍率特征值, 各电池储能机组的充电倍率特征值等), 并应用贪婪算法对各储能机组的初始充放电功率值进行实时修正, 实现了对多类型电池储能电站总功率需求的实时优化分配的同时, 还实现了兆瓦级多类型电池储能电站的能量管理及实时控制。

附图说明

图 1 是兆瓦级锂离子电池储能电站实施例的系统示意图;

图 2 是本发明中多类型储能电站的协调控制及能量管理方法的流程图;

具体实施方式

本发明的控制方法可以应用于多类型锂电池储能电站或含锂电池、液流电池、超级电容、钠硫电池等储能系统的多类型储能电站的协调控制与能量管理中, 下面以多类型锂电池为例、结合附图对本发明的控制方法作进一步的详细说明。

如图 1 所示, 锂电池储能电站中包括双向变流器和多个锂电池储能机组, 通过双向变流器可执行对锂电池储能机组的启停控制及充放电功率指令等。

如图 2 所示为多类型储能电站的协调控制及能量管理方法流程图, 其具体包含下列步骤:

步骤 1), 从储能电站监控系统实时读取电池储能电站总功率需求值 $P_{\text{锂}}^{\text{总需求}}$ 以及各电池储能机组的可控状态值 u_i 、电池额定容量 C_i^{bat} 、荷电状态值 SOC_i 、放电状态值 SOD_i 、最大允许

放电功率 $P_i^{\text{最大允许放电}}$ 和最大允许充电功率 $P_i^{\text{最大允许充电}}$ 。

步骤 2)，当电池储能电站总功率需求为正值时，表示该电池储能电站将处于放电状态，则根据各储能机组的电池额定容量 C_i^{bat} 和最大允许放电功率 $P_i^{\text{最大允许放电}}$ 通过下式 (1) 求取各电池储能机组的放电倍率特征值 DR_i （单位：1/小时）：

$$DR_i = \frac{P_i^{\text{最大允许放电}}}{C_i^{\text{bat}}} \quad (1)$$

当电池储能电站总功率需求为负值时，表示该电池储能电站将处于充电状态，则根据各储能机组的电池额定容量 C_i^{bat} 和最大允许充电功率 $P_i^{\text{最大允许充电}}$ 通过下式 (2) 求取各电池储能机组的充电倍率特征值 CR_i ：

$$CR_i = \frac{P_i^{\text{最大允许充电}}}{C_i^{\text{bat}}} \quad (2)$$

步骤 3)，先判断当前电池储能电站的状态，然后再根据各电池储能机组的运行状态，实时计算各电池储能机组的初始功率命令值：

1) 当锂电池储能电站总功率需求 $P_{\text{锂}}^{\text{总需求}}$ 为正值时，表示该储能电站将处于放电状态，则通过下式(3)计算各储能机组的初始功率命令值 $P_i^{\text{初始}}$ ：

$$P_i^{\text{初始}} = \frac{u_i \text{SOC}_i DR_i}{\sum_{i=1}^L (u_i \text{SOC}_i DR_i)} P_{\text{锂}}^{\text{总需求}} \quad (3)$$

2) 当锂电池储能电站总功率需求 $P_{\text{锂}}^{\text{总需求}}$ 为负值时，表示该电池储能电站将处于充电状态，则通过下式(4)-(5)计算各电池储能机组初始功率命令值 $P_i^{\text{初始}}$ ：

$$P_i^{\text{初始}} = \frac{u_i \text{SOD}_i CR_i}{\sum_{i=1}^L (u_i \text{SOD}_i CR_i)} P_{\text{锂}}^{\text{总需求}} \quad (4)$$

$$\text{SOD}_i = 1 - \text{SOC}_i \quad (5)$$

3) 当电池储能电站当前总功率需求值 $P_{\text{锂}}^{\text{总需求}}$ 为零时，表示该电池储能电站将处于零功率状态，直接将所有电池储能机组的功率命令值设置为 0。

上述公式 (1) - (5) 中, u_i 为 i 号电池储能机组的可控状态值, 该状态通过步骤 (1) 读取, 当该电池储能机组可控时, 此状态值为 1, 其他值为 0; SOC_i 为 i 号电池储能机组的荷电状态值; SOD_i 为 i 号电池储能机组的放电状态值; DR_i 为 i 号电池储能机组的放电倍率特征值; CR_i 为 i 号电池储能机组的充电倍率特征值; L 为锂电池储能机组的总个数; $P_i^{\text{最大允许放电}}$ 为 i 号锂电池储能机组的最大允许放电功率; $P_i^{\text{最大允许充电}}$ 为 i 号锂电池储能机组的最大允许充电功率。

步骤 4), 实时判断各电池储能机组的初始功率命令值是否超过该机组的最大允许充电(或放电)功率, 若超过, 则对各电池储能机组初始功率命令值进行在线修正和再计算; 否则, 将该电池储能机组的初始功率命令值设置为其功率命令值, 具体步骤如下:

A、当锂电池储能电站总功率需求 $P_{\text{锂}}^{\text{总需求}}$ 为正值时, 表示该电池储能电站将处于放电状态。先令计数器 $N=0$, 然后基于下面步骤 A1 至步骤 A5, 确定各电池储能机组的功率命令值:

A1) 通过下式 (6) 判断各电池储能机组的功率命令值是否越限:

$$u_i P_i^{\text{初始}} > u_i P_i^{\text{最大允许放电}} \quad (i=1, \dots, L) \quad (6)$$

当有任何一个电池储能机组 i 的初始功率命令值 $P_i^{\text{初始}}$ 满足上式(6)时, 令 $N=N+1$ 后, 执行步骤 A2; 否则, 跳转至步骤 A5;

A2) 通过贪婪算法从被计数器计数的各电池储能机组中挑选满足下述判断条的储能机组 k , 具体实施方法如下:

首先, 在可控状态值 u_i 为 1 的各电池储能机组中, 选出当前最大允许放电功率的绝对值最大的电池储能机组 k (设为判断条件 J11); 若只有一个电池储能机组满足判断条件 J11, 则跳转至步骤 A3; 否则继续执行判断条件 J12;

其次, 如果仍有若干个电池储能机组同时满足判断条件 J11 时, 从满足条件的储能机组中选取荷电状态值 (SOC_j) 最大的储能机组 k (设为判断条件 J12); 若只有一个电池储能机组同时满足判断条件 J11、J12, 则跳转至步骤 A3; 否则继续执行判断条件 J13;

最后, 如果仍有若干个电池储能机组同时满足判断条件 J11 和判断条件 AJ12 时, 从满足上述判断条件 J11 和 J12 的电池储能机组中选取放电倍率特征值最大的电池储能机组 k (设为判断条件 J13);

A3) 将相应储能机组 k 的功率命令值 P_k 如下式(7)进行限制:

$$P_k = P_k^{\text{最大允许放电}} \quad (7)$$

A4) 基于下式(8), 重新计算余下未被计数器计数的 (L-N) 个锂电池储能机组的功率命令值 P_j 后返回至步骤 A1:

$$P_j = \frac{u_j P_j^{\text{最大允许放电}}}{\sum_{j=1}^{L-M} (u_j P_j^{\text{最大允许放电}})} \left(P_{\text{锂}}^{\text{总需求}} - \sum_{i=1}^N (u_i P_i^{\text{最大允许放电}}) \right) \quad (8)$$

A5) 将所有电池储能机组的初始功率命令值设为其功率命令值。

B、当锂电池储能电站总功率需求 $P_{\text{锂}}^{\text{总需求}}$ 为负值时, 表示该电池储能电站将处于充电状态。先令计数器 $M=0$, 然后基于下面步骤 B1 至步骤 B5, 确定各电池储能机组的功率命令值:

B1) 通过下式判断各电池储能机组的功率命令值是否越限:

$$|P_i^{\text{初始}}| > |P_i^{\text{最大允许充电}}| \quad (9)$$

当有任何一个电池储机组 i 的初始功率命令值 $P_i^{\text{初始}}$ 满足上式(9)时, 令 $M=M+1$ 后, 执行步骤 B2; 否则, 跳转至步骤 B5;

B2) 通过贪婪算法从被计数器计数的各电池储能机组中挑选满足下述判断条的储能机组 k,

首先, 在可控状态值 u_i 为 1 的各电池储能机组中, 选出当前最大允许充电功率的绝对值最大的电池储能机组 k (设为判断条件 J21); 若只有一个电池储能机组满足判断条件 J21, 则跳转至步骤 B3; 否则继续执行判断条件 J22;

其次, 如果仍有若干个电池储能机组同时满足判断条件 J21 时, 从满足条件的储能机组中选取荷电状态值最小的储能机组 k (设为判断条件 J22); 若只有一个电池储能机组同时满足判断条件 J21、J22, 则跳转至步骤 A23; 否则继续执行判断条件 J23;

最后, 如果仍有若干个电池储能机组同时满足判断条件 J21 和判断条件 AJ22 时, 从满足上述判断条件 J21 和 J22 的电池储能机组中选取充电倍率特征值最大的电池储能机组 k (设为判断条件 J23);

B3) 将相应储能机组 k 的功率命令值 P_k 如下式(10)进行限制:

$$P_i = P_i^{\text{最大允许充电}} \quad (i = 1, \dots, M) \quad (10)$$

B4) 基于下式(11), 重新计算余下未被计数器计数的(L-M)个锂电池储能机组的功率命令

值 P_j 后返回至步骤 B1:

$$P_j = \frac{u_j P_{j, \text{最大允许充电}}}{\sum_{j=1}^M (u_j P_{j, \text{最大允许充电}})} \left(P_{\text{总需求}} - \sum_{i=1}^M (u_i P_{i, \text{最大允许充电}}) \right) \quad (11)$$

B5) 将所有电池储能机组的初始功率命令值设为其功率命令值。

步骤 5), 对各电池储能机组的功率命令值汇总后输出至电池储能电站, 以实现电池储能电站的实时功率控制及能量管理。

式(6)-(11)中, L 为锂电池储能机组的总个数, N 和 M 分别为违反最大允许放电功率和最大允许充电功率约束条件的锂电池储能机组的个数。

采用上述技术方案, 本发明具有结合不同类型电池储能机组的充放电倍率特性以及储能系统最大允许工作能力的特性, 进行多类型电池储能电站的能量管理与功率协调控制的功能, 从而延长储能电池使用寿命。

如果只是根据电池储能电站总功率需求、各电池储能机组荷电状态值 (SOC) 以及电池储能机组的最大允许充、放电功率 (深度) 直接计算电池储能电站中各电池储能机组的功率命令值, 则可能出现不能很好兼顾不同类型储能电池的充放电倍率特性, 从而限制不同类型电池储能系统的互补优势, 并会存在不能有效充分利用充放电倍率特性较好的电池储能机组的弊端。正由于本发明增加了“考虑不同类型储能电池的充放电倍率特性, 首先计算各电池储能机组的充放电倍率特征值, 并有效将可表示储能电池工作能力特性的倍率特征值 (即, 各电池储能机组的放电倍率特征值, 各电池储能机组的充电倍率特征值等约束条件) 考虑进储能机组功率命令值的计算方法里和电池储能电站能量管理系统中”等步骤, 所以不仅克服了上述弊端, 还对电池储能电站中多类型电池储能机组间的能量分配产生了更好的效果, 更有利于延长储能电池的使用寿命, 延缓储能电池老化速度。

最后应该说明的是: 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制, 结合上述实施例对本发明进行了详细说明, 所属领域的普通技术人员应当理解到: 本领域技术人员依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换, 但这些修改或变更均在申请待批的权利要求保护范围之内。

权 利 要 求

1、一种考虑充放电倍率的多类型电池储能电站能量管理方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤 1) 实时读取电池储能电站总功率需求值以及各电池储能机组的可控状态值、电池额定容量、荷电状态值、放电状态值、最大允许放电功率和最大允许充电功率；

步骤 2) 根据电池储能电站总功率需求值来判断各电池储能电站的状态，并进一步计算出各电池储能机组的充电或放电倍率特征值；

步骤 3) 基于各电池储能机组的充电或放电倍率特征值，计算各电池储能机组的初始功率命令值；

步骤 4) 实时判断各电池储能机组的初始功率命令值是否超过该机组的最大允许充电或放电功率，若超过，则对各电池储能机组初始功率命令值进行在线修正和再计算；否则，将该电池储能机组的初始功率命令值设置为其功率命令值；

步骤 5) 对各电池储能机组的功率命令值汇总后输出至电池储能电站，以实现对该电池储能电站的实时功率控制及能量管理。

2、如权利要求 1 所述的能量管理方法，其特征在于，所述步骤 2) 具体包括：

当电池储能电站总功率需求为正值时，表示该电池储能电站将处于放电状态，则各电池储能机组的放电倍率特征值为相应电池储能机组的最大允许放电功率与该机组的电池额定容量的比值；

当电池储能电站总功率需求为负值时，表示该电池储能电站将处于充电状态，则各电池储能机组的充电倍率特征值为相应电池储能机组的最大允许充电功率与该机组的电池额定容量的比值；

当电池储能电站总功率需求为零时，表示该电池储能电站将处于零功率状态，则直接将所有电池储能机组的功率命令值设置为零。

3、如权利要求 1 所述的控制方法，其特征在于，所述步骤 3) 具体包括：

A) 当电池储能电站总功率需求为正值时，表示该电池储能电站将处于放电状态，则各电池储能机组的初始功率命令值为相应可控储能机组的荷电状态值与放电倍率特征值的乘积占当前所有可控储能机组的荷电状态值与放电倍率特征值的乘积总和的比例值、再乘以电池储能电站总功率需求；

B) 当电池储能电站总功率需求为负值时，表示该电池储能电站将处于充电状态，则各电池储能机组的初始功率命令值为相应可控储能机组的放电状态值与充电倍率特征值的乘积占

当前所有可控储能机组荷电状态值与充电倍率特征值的乘积总和的比例值、再乘以电池储能电站总功率需求；

C) 当电池储能电站总功率需求值为零时，表示该电池储能电站将处于零功率状态，直接将所有储能机组的功率命令值设置为 0。

4、如权利要求 1 所述的控制方法，其特征在于，所述步骤 4) 中对各电池储能机组初始功率命令值进行在线修正和再计算的方法包括如下步骤：

4A) 初始化计数器，若有任一可控储能机组的初始功率命令值超过该可控储能机组的最大允许放电或充电功率时，令计数器加 1 后，执行步骤 4B；否则，跳转至步骤 4E；

4B) 通过贪婪算法从被计数器计数的各电池储能机组中选出满足判断条件的电池储能机组；

4C) 将相应储能机组的功率命令值设置为该机组的最大允许放电或充电功率值；

4D) 重新计算未被计数器计数的各电池储能机组的功率命令值后返回步骤 4A；

4E) 将所有电池储能机组的初始功率命令值设置为其功率命令值。

5、如权利要求 4 所述的控制方法，其特征在于，所述步骤 4B 的具体方法为：

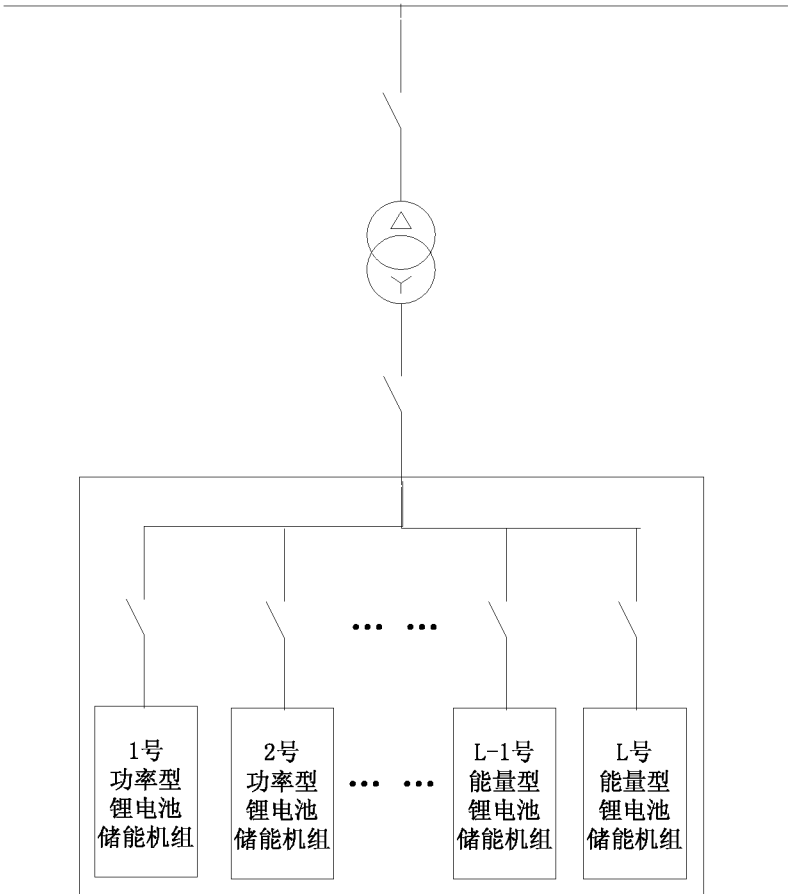
判断条件 J1：在可控状态值为 1 的电池储能机组中，选出当前最大允许放电或充电功率的绝对值最大的电池储能机组 k，若只有一个电池储能机组满足条件，则跳转至步骤 4C；否则，继续执行判断条件 J2；

判断条件 J2：当电池储能电站总功率需求值为正值时，从满足判断条件 J1 的储能机组中选取荷电状态值最大的储能机组 k，当电池储能电站总功率需求值为负值时，从满足判断条件 J1 的储能机组中选取荷电状态最小的储能机组 k；若只有一个电池储能机组满足条件，则跳转至步骤 4C；否则，继续执行判断条件 J3；

判断条件 J3：从同时满足判断条件 J1 和 J2 的电池储能机组中选取放电或充电倍率特征值最大的电池储能机组 k。

6、如权利要求 4 所述的控制方法，其特征在于，所述步骤 4D 中未被计数器计数的余下各电池储能机组的功率命令值通过下述方法求取：

余下各可控储能机组最大允许放电（或充电）功率占当前所有未被计数器计数的可控电池储能机组最大允许放电（或充电）功率总和的比例值、再乘以当前电池储能电站总功率需求与所有被计数器计数的电池储能机组最大允许放电（或充电）功率总和的差值。



多类型锂电池储能电站

图 1

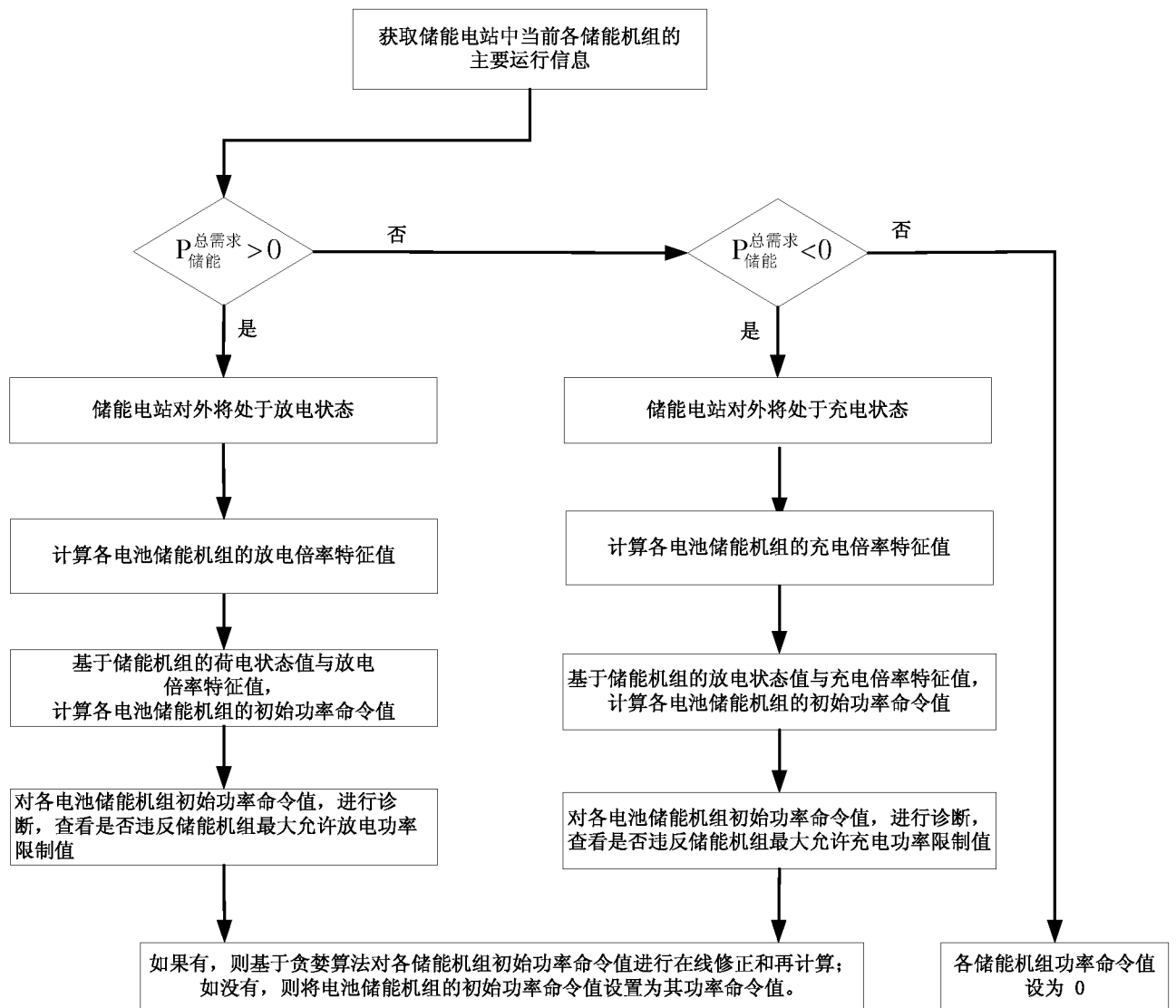


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/084149

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 15/00 (2006.01) i; H02J 7/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNKI, WPI, EPODOC: state of charge state of discharge SOC SOD battery batteries capacity charge discharge state rate

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102157985 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.), 17 August 2011 (17.08.2011), the whole document	1-6
A	CN 102208818 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE), 05 October 2011 (05.10.2011), the whole document	1-6
A	CN 102084570 A (HITACHI ENGINEERING & SERVICES CO., LTD.), 01 June 2011 (01.06.2011), the whole document	1-6
A	CN 101917014 A (HOHAI UNIVERSITY), 15 December 2010 (15.12.2010), the whole document	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 04 April 2014 (04.04.2014)	Date of mailing of the international search report 21 April 2014 (21.04.2014)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer WANG, Lu Telephone No.: (86-10) 62411952

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2013/084149

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102157985 A	17 August 2011	None	
CN 102208818 A	05 October 2011	CN 102208818 B	12 February 2014
CN 102084570 A	01 June 2011	TW 201117511 A	16 May 2011
		US 2011193516 A1	11 August 2011
		EP 2367256 A2	21 September 2011
		KR 101183751 B1	17 September 2012
		KR 20110039210 A	15 April 2011
		JP 5042369 B2	03 October 2012
		CN 102084570 B	16 October 2013
		WO 2011030380 A1	17 March 2011
		US 8575886 B2	05 November 2013
CN 101917014 A	15 December 2010	CN 101917014 B	13 June 2012

A. 主题的分类		
H02J 15/00(2006.01)i; H02J 7/00(2006.01)i		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
H02J		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
CNABS, CNKI, WPI, EPODOC: 电池 容量 充电 放电 荷电状态 放电状态 SOC SOD 倍率 battery batteries capacity charge discharge state rate		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 102157985A (中国电力科学研究院等) 2011年 8月 17日 (2011 - 08 - 17) 全文	1-6
A	CN 102208818A (中国电力科学研究院) 2011年 10月 05日 (2011 - 10 - 05) 全文	1-6
A	CN 102084570A (株式会社日立工程服务) 2011年 6月 01日 (2011 - 06 - 01) 全文	1-6
A	CN 101917014A (河海大学) 2010年 12月 15日 (2010 - 12 - 15) 全文	1-6
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2014年 4月 04日		2014年 4月 21日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国		王璐
传真号 (86-10)62019451		电话号码 (86-10)62411952

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2013/084149

检索报告引用的专利文件		公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)	
CN	102157985A	2011年 8月 17日	无		
CN	102208818A	2011年 10月 05日	CN	102208818B	2014年 2月 12日
CN	102084570A	2011年 6月 01日	TW	201117511A	2011年 5月 16日
			US	2011193516A1	2011年 8月 11日
			EP	2367256A2	2011年 9月 21日
			KR	101183751B1	2012年 9月 17日
			KR	20110039210A	2011年 4月 15日
			JP	5042369B2	2012年 10月 03日
			CN	102084570B	2013年 10月 16日
			WO	2011030380A1	2011年 3月 17日
			US	8575886B2	2013年 11月 05日
CN	101917014A	2010年 12月 15日	CN	101917014B	2012年 6月 13日