

(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
2020 年 6 月 4 日 (04.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/107542 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02J 3/32 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/121091
- (22) 国际申请日: 2018 年 12 月 14 日 (14.12.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811458292.8 2018 年 11 月 30 日 (30.11.2018) CN
- (71) 申请人: 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)。 中国电力科学研究院

有限公司 (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 国家电网有限公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。

- (72) 发明人: 李相俊 (LI, Xiangjun); 中国河北省张家口市桥西区四方台沟 15 号, Hebei 075000 (CN)。 许格健 (XU, Gejian); 中国河北省张家口市桥西区四方台沟 15 号, Hebei 075000 (CN)。 刘汉民 (LIU, Hanmin); 中国河北省张家口市桥西区四方台沟 15 号, Hebei 075000 (CN)。 贾学翠 (JIA, Xuecui); 中国河北省张家口市桥西区四方台沟 15 号, Hebei 075000 (CN)。 臧鹏 (ZANG, Peng); 中国河北省张家口市桥西区四方台沟 15 号, Hebei 075000 (CN)。 惠东 (HUI, Dong); 中国河北省张家口市桥

(54) Title: ENERGY CONTROL METHOD AND SYSTEM FOR CASCADE UTILIZATION ENERGY STORAGE BATTERY OF ENERGY STORAGE UNIT

(54) 发明名称: 一种储能机组的梯次利用储能电池能量控制方法和系统

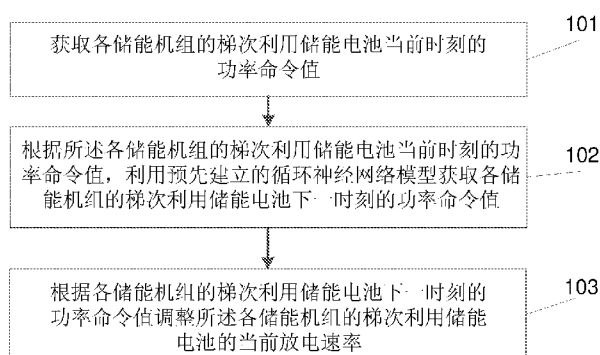


图 1

- 101 Acquire a power command value of a cascade utilization energy storage battery of each energy storage unit at the current moment
- 102 According to the power command value of the cascade utilization energy storage battery of each energy storage unit at the current moment, use a pre-established recurrent neural network model to acquire a power command value of the cascade utilization energy storage battery of each energy storage unit at the next moment
- 103 Adjust the current discharge rate of the cascade utilization energy storage battery of each energy storage unit according to the power command value of the cascade utilization energy storage battery of each energy storage unit at the next moment

(57) Abstract: Disclosed are an energy control method and system for a cascade utilization energy storage battery of an energy storage unit. The method comprises: acquiring a power command value of a cascade utilization energy storage battery of each energy storage unit at the current moment (101); according to the power command value of the cascade utilization energy storage battery of each energy storage unit at the current moment, using a pre-established recurrent neural network model to acquire a power command value of the cascade utilization energy storage battery of each energy storage unit at the next moment (102); and adjusting the current discharge rate of the cascade utilization energy storage battery of each energy storage unit according to the power command value of the cascade utilization energy storage battery of each energy storage unit at the next moment (103). In the method, the power command value is

西区四方台沟15号, Hebei 075000 (CN)。王上行(WANG, Shangxing); 中国河北省张家口市桥西区四方台沟15号, Hebei 075000 (CN)。李建林(LI, Jianlin); 中国河北省张家口市桥西区四方台沟15号, Hebei 075000 (CN)。毛海波(MAO, Haibo); 中国河北省张家口市桥西区四方台沟15号, Hebei 075000 (CN)。史学伟(SHI, Xuewei); 中国河北省张家口市桥西区四方台沟15号, Hebei 075000 (CN)。杨俊丰(YANG, Junfeng); 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(AMBOYNA INTELLECTUAL PROPERTY AGENT CO., LTD.); 中国北京市海淀区大钟寺13号院1号楼华杰大厦B215号, 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, 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。

(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, ST, 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, 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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

predicted using a recurrent neural network, so that the surge in a cascade utilization battery output when a power change is too large is avoided, a response can be made in advance, and the cascade utilization battery can be used more stably. In the method, an energy control method for an energy storage system is optimized, and the energy management efficiency of the energy storage system is improved.

(57) 摘要: 一种储能机组的梯次利用储能电池能量控制方法和系统, 该方法包括: 获取各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值(101); 根据该各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值, 利用预先建立的循环神经网络模型获取各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值(102); 根据各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值调整该各储能机组的梯次利用储能电池的当前放电速率(103), 该方法通过循环神经网络对功率命令值进行预测, 从而避免了功率变化过大时梯次利用电池出力的激增, 可以提前做好响应, 使梯次利用电池的使用更加稳定, 该方法优化了储能系统能量控制方法, 提高了储能系统能量管理效率。

一种储能机组的梯次利用储能电池能量控制方法和系统

技术领域

本发明涉及智能电网以及能量存储与转换技术领域，具体涉及一种储能机组的梯次利用储能电池能量控制方法和系统。

背景技术

随着锂电池及其集成技术的不断发展，应用电池储能电站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，不仅能提高电力设备运行效率，降低供电成本，还能促进可再生能源的应用，提高运行稳定性和可靠性。

在梯次利用储能电池领域中，由于梯次利用电池已经经过多次充放电使用，电池容量和性能发生衰减，造成储能系统能量管理效率低。同时，由于功率变化过大容易导致梯次利用电池激增，使梯次利用电池不稳定，降低了梯次利用电池的使用寿命和系统的发电效率。

发明内容

针对现有技术的不足，本发明的目的是避免由于功率变化过大时梯次利用电池出力的激增，可以提前做好响应，使梯次利用电池的使用更加稳定，优化储能系统能量控制方法，提高储能系统能量管理效率。

本发明的目的是采用下述技术方案实现的：

一种储能机组的梯次利用储能电池能量控制方法，其改进之处在于，包括：

获取各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值；

根据所述各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值，利用预先建立的循环神经网络模型获取各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值；

根据各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值调整所述各储能机组的梯次利用储能电池的当前放电速率。

优选的，所述获取各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值，包括：

根据各储能机组的梯次利用储能电池的健康状态确定各储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数；

根据所述各储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数确定各储能机组的梯次利用储

能电池当前时刻的功率命令值；

利用各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充放电功率修正所述各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值，获取修正后的功率命令值。

进一步的，所述根据各储能机组的梯次利用储能电池的健康状态确定各储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数，包括：

当储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值为正值时，按下式确定第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数 $\varphi[i]$ ：

$$\varphi[i] = \frac{SOC_i * SOH_i * \tau_i}{\sum_i^n SOC_i * \sum_i^n SOH_i} * control_i$$

当储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值为负值时，按下式确定第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数 $\varphi[i]$ ：

$$\varphi[i] = \frac{SOD_i * SOH_i * \tau_i}{\sum_i^n SOD_i * \sum_i^n SOH_i} * control_i$$

当储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值为 0 时，第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数 $\varphi[i]=0$ ；

其中， SOC_i 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的荷电状态， SOH_i 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的健康状态， τ_i 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的类型系数， n 为储能机组的梯次利用储能电池的数量， $control_i$ 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的可执行状态， SOD_i 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的放电状态。

进一步的，若第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的运行状态处于并网运行状态且储能机组的梯次利用储能电池的控制模式为远程控制模式，则第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的可执行状态 $control_i=1$ ，否则，第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的可执行状态 $control_i=0$ 。

进一步的，当储能机组的梯次利用储能电池所处储能电站内电池类型为 1 时， $\tau_i = \frac{a}{m}$ ；

其中， a 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的数量， m 为储能机组的梯次利用储能电池的总数量；

其中， a 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的数量， n 为储能机组的梯次利用储能电

池的总数量。

进一步的，所述根据所述各储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数确定各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值，包括：

按下式确定第 i 个储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值 P_i ：

$$P_i = P'[i] * \varphi[i]$$

其中， $P'[i]$ 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值， $\varphi[i]$ 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数。

进一步的，所述利用各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充放电功率修正所述各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值，获取修正后的功率命令值，包括：

判断所述当前时刻的功率命令值是否超过各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充放电功率，若是，则以各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充放电功率作为各储能机组储能电池功率命令值；若否，则以所述当前时刻的功率命令值作为各储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值。

优选的，所述预先建立的循环神经网络模型的建立过程，包括：

以历史采样周期内采样时刻对应的各储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值作为循环神经网络模型初始模型的输入训练样本，历史采样周期内采样时刻的下一时刻对应的各储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值作为循环神经网络模型初始模型的输出训练样本，训练并获取循环神经网络模型。

优选的，所述根据各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值调整所述各储能机组的梯次利用储能电池的当前放电速率，包括：

若储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值小于等于历史采样周期内各采样时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最小值，则在当前时刻至当前时刻的下一时刻内该储能机组的梯次利用储能电池均匀减缓放电速率；

若储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值大于历史采样周期内各采样时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最小值且小于历史采样周期内各采样时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最大值，则在当前时刻至当前时刻的下一时刻内该储能机组的梯次利用储能电池维持此时的储能机组的梯次利用储能电池放电速率；

若储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值大于等于历史采样周期内各采样

时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最大值，则在当前时刻至当前时刻的下一时刻内该储能机组的梯次利用储能电池均匀增加储能机组的梯次利用储能电池放电速率。

一种计算机存储介质，其改进之处在于，所述计算机存储介质中存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于执行如上任一项所述的储能机组的梯次利用储能电池能量控制方法。

一种电子设备，其改进之处在于，包括：至少一个处理器、至少一个存储器以及存储在所述存储器中的计算机程序指令，当所述计算机程序指令被所述处理器执行时实现如上任一项所述的储能机组的梯次利用储能电池能量控制方法。

进一步的，所述电子设备还包括：用于获取各储能机组中梯次利用储能电池参数的至少一个通信接口。

进一步的，所述电子设备为控制器、PC 机或控制平台所在设备。

与最接近的现有技术相比，本发明具有的有益效果：

本发明提供的技术方案，获取各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值；根据所述各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值，利用预先建立的循环神经网络模型获取各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值；根据各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值调整所述各储能机组的梯次利用储能电池的当前放电速率。基于本发明提供的技术方案，通过循环神经网络对功率命令值进行预测，从而避免了功率变化过大时梯次利用电池出力的激增，可以提前做好响应，使梯次利用电池的使用更加稳定，该方法优化了储能系统能量控制方法，提高了储能系统能量管理效率；

本发明还将储能机组的梯次利用储能电池的健康状态、储能机组的梯次利用储能电池的荷电状态和储能机组的梯次利用储能电池的充放电状态纳入储能系统能量控制方法中，从而优化了储能系统能量控制方法，提高了储能系统能量管理效率，同时有效的防止了储能设备过度充放电。

附图说明

图 1 是本发明提供的一种储能机组的梯次利用储能电池能量控制方法；

图 2 是本发明实施例提供的储能电站结构示意图；

图 3 是本发明提供的一种储能机组的梯次利用储能电池能量管理系统的结构示意图。

具体实施方式

下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的详细说明。

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本发明保护的范围。

本发明提供了一种储能机组的梯次利用储能电池能量控制方法，如图 1 所示，包括：

101. 获取各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值；

102. 根据所述各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值，利用预先建立的循环神经网络模型获取各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值；

103. 根据各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值调整所述各储能机组的梯次利用储能电池的当前放电速率。

例如：如图 2 所示，储能电站中包括变压器、双向变流器和储能机组，其中储能机组中包括梯次利用储能电池，通过双向变流器可执行对储能机组的启停控制和充放电功率指令。

所述获取各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值，包括：

根据各储能机组的梯次利用储能电池的健康状态确定各储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数；

根据所述各储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数确定各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值；

利用各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充放电功率修正所述各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值，获取修正后的功率命令值。

所述根据各储能机组的梯次利用储能电池的健康状态确定各储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数，包括：

当储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值为正值时，按下式确定第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数 $\varphi[i]$ ：

$$\varphi[i] = \frac{SOC_i * SOH_i * \tau_i}{\sum_i^n SOC_i * \sum_i^n SOH_i} * control_i$$

当储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值为负值时，按下式确定第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数 $\varphi[i]$ ：

$$\varphi[i] = \frac{SOD_i * SOH_i * \tau_i}{\sum_i^n SOD_i * \sum_i^n SOH_i} * control_i$$

当储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值为 0 时，第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数 $\varphi[i]=0$ ；

其中， SOC_i 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的荷电状态， SOH_i (state of health) 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的健康状态， τ_i 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的类型系数，n 为储能机组的梯次利用储能电池的数量， $control_i$ 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的可执行状态， SOD_i 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的放电状态。

例如， $SOD_i = 1 - SOC_i$ 。

若第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的运行状态处于并网运行状态且储能机组的梯次利用储能电池的控制模式为远程控制模式，则第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的可执行状态 $control_i = 1$ ，否则，第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的可执行状态 $control_i = 0$ 。

当储能机组的梯次利用储能电池所处储能电站内电池类型为 1 时， $\tau_i = \frac{a}{m}$ ；

其中，a 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的数量，m 为储能机组的梯次利用储能电池的总数量；

其中，a 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的数量，n 为储能机组的梯次利用储能电池的总数量。

所述根据所述各储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数确定各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值，包括：

按下式确定第 i 个储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值 P_i ：

$$P_i = P'[i] * \varphi[i]$$

其中， $P'[i]$ 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值， $\varphi[i]$ 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数。

所述利用各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充放电功率对所述各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值修正，获取修正后的功率命令值，包括：

判断所述当前时刻的功率命令值是否超过各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充

放电功率，若是，则以各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充放电功率作为各储能机组储能电池功率命令值；若否，则以所述当前时刻的功率命令值作为各储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值。

例如，当前时刻的功率命令值超过各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充放电功率，以各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充放电功率作为各储能机组储能电池功率命令值，剩余冗余功率由功率型储能元件消纳。

例如，所述储能机组的梯次利用储能电池的荷电状态、所述储能机组的梯次利用储能电池的健康状态、所述储能机组的梯次利用储能电池的运行状态、所述储能机组的梯次利用储能电池的控制模式、所述储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值由监控平台实时采集获取。

所述储能机组的梯次利用储能电池的运行状态包括并网运行、冷备（停机）、检修、调试、热备；所述储能机组的梯次利用储能电池的控制模式包括远程控制模式和就地控制模式。

所述根据所述各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值，利用预先建立的循环神经网络模型获取各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值，包括：

以所述各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值作为预先建立的循环神经网络模型的输入，获取各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值。

所述预先建立的循环神经网络模型的建立过程，包括：

以历史采样周期内采样时刻对应的各储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值作为循环神经网络模型初始模型的输入训练样本，历史采样周期内采样时刻的下一时刻对应的各储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值作为循环神经网络模型初始模型的输出训练样本，训练并获取循环神经网络模型。

所述根据各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值调整所述各储能机组的梯次利用储能电池的当前放电速率，包括：

若储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值小于等于历史采样周期内各采样时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最小值，则在当前时刻至当前时刻的下一时刻内该储能机组的梯次利用储能电池均匀减缓放电速率；

若储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值大于历史采样周期内各采样时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最小值且小于历史采样周期内各采样时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最大值，则在当前时刻至当前时刻的下一时刻内该储能机组的梯次利用储能电池维持此时的储能机组的梯次利用储能电池放电速

率；

若储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值大于等于历史采样周期内各采样时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最大值，则在当前时刻至当前时刻的下一时刻内该储能机组的梯次利用储能电池均匀增加储能机组的梯次利用储能电池放电速率。

基于上述方法同一构思，本发明还提供一种计算机存储介质，所述计算机存储介质中存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于执行如上任一项所述储能机组的梯次利用储能电池能量控制方法。

基于上述方法同一构思，本发明还提供一种电子设备，包括：至少一个处理器、至少一个存储器以及存储在所述存储器中的计算机程序指令，当所述计算机程序指令被所述处理器执行时实现如上任一项所述储能机组的梯次利用储能电池能量控制方法。

所述电子设备还包括：用于获取各储能机组中梯次利用储能电池参数的至少一个通信接口。

所述电子设备为控制器、PC 机或控制平台所在设备。

基于上述方法同一构思，本发明还提供一种储能机组的梯次利用储能电池能量管理系统，如图 3 所示，所述系统包括：

第一获取单元，用于获取各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值；

第二获取单元，用于根据所述各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值，利用预先建立的循环神经网络模型获取各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值；

调整单元，用于根据各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值调整所述各储能机组的梯次利用储能电池的当前放电速率。

所述第一获取单元，包括：

第一确定模块，用于根据各储能机组的梯次利用储能电池的健康状态确定各储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数；

第二确定模块，用于根据所述各储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数确定各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值；

修正模块，用于利用各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充放电功率对所述各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值修正，获取修正后的功率命令值。

所述第一确定模块，包括：

第一确定子模块，用于当储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值为正值时，按下式确定第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数 $\varphi[i]$ ：

$$\varphi[i] = \frac{SOC_i * SOH_i * \tau_i}{\sum_i^n SOC_i * \sum_i^n SOH_i} * control_i$$

第二确定子模块，用于当储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值为负值时，按下式确定第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数 $\varphi[i]$ ：

$$\varphi[i] = \frac{SOD_i * SOH_i * \tau_i}{\sum_i^n SOD_i * \sum_i^n SOH_i} * control_i$$

第三确定子模块，用于当储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值为 0 时，第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数 $\varphi[i]=0$ ；

其中， SOC_i 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的荷电状态， SOH_i 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的健康状态， τ_i 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的类型系数， n 为储能机组的梯次利用储能电池的数量， $control_i$ 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的可执行状态， SOD_i 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的放电状态。

若第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的运行状态处于并网运行状态且储能机组的梯次利用储能电池的控制模式为远程控制模式，则第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的可执行状态 $control_i=1$ ，否则，第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的可执行状态 $control_i=0$ 。

当储能机组的梯次利用储能电池所处储能电站内电池类型为 1 时， $\tau_i=1$ ；

当储能机组的梯次利用储能电池所处储能电站内电池类型大于 1 时， $\tau_i = \frac{a}{m}$ ；

其中， a 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的数量， m 为储能机组的梯次利用储能电池的总数量。

所述第二确定模块，用于：

按下式确定第 i 个储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值 P_i ：

$$P_i = P'[i] * \varphi[i]$$

其中， $P'[i]$ 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值， $\varphi[i]$ 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数。

所述修正模块，用于：

判断所述当前时刻的功率命令值是否超过各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充电功率，若是，则以各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充放电功率作为各储能机组储能电池功率命令值；若否，则以所述当前时刻的功率命令值作为各储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值。

所述第二获取单元，用于：

以所述各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值作为预先建立的循环神经网络模型的输入，获取各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值。

所述预先建立的循环神经网络模型的建立过程，包括：

以历史采样周期内采样时刻对应的各储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值作为循环神经网络模型初始模型的输入训练样本，历史采样周期内采样时刻的下一时刻对应的各储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值作为循环神经网络模型初始模型的输出训练样本，训练获取所述预先建立的循环神经网络模型。

所述调整单元，包括：

第一调整模块，用于若储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值小于等于历史采样周期内各采样时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最小值，则在当前时刻至当前时刻的下一时刻内该储能机组的梯次利用储能电池均匀减缓放电速率；

第二调整模块，用于若储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值大于历史采样周期内各采样时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最小值且小于历史采样周期内各采样时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最大值，则在当前时刻至当前时刻的下一时刻内该储能机组的梯次利用储能电池维持此时的储能机组的梯次利用储能电池放电速率；

第三调整模块，用于若储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值大于等于历史采样周期内各采样时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最大值，则在当前时刻至当前时刻的下一时刻内该储能机组的梯次利用储能电池均匀增加储能机组的梯次利用储能电池放电速率。

本领域内的技术人员应明白，本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形

式。

本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和 / 或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和 / 或方框图中的每一流程和 / 或方框、以及流程图和 / 或方框图中的流程和 / 或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

最后应当说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制，尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明，所属领域的普通技术人员应当理解：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，而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换，其均应涵盖在本发明的权利要求保护范围之内。

权 利 要 求

1. 一种储能机组的梯次利用储能电池能量控制方法，其特征在于，所述方法包括：

获取各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值；

根据所述各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值，利用预先建立的循环神经网络模型获取各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值；

根据各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值调整所述各储能机组的梯次利用储能电池的当前放电速率。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述获取各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值，包括：

根据各储能机组的梯次利用储能电池的健康状态确定各储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数；

根据所述各储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数确定各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值；

利用各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充放电功率修正所述各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值，获取修正后的功率命令值。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述根据各储能机组的梯次利用储能电池的健康状态确定各储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数，包括：

当储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值为正值时，按下式确定第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数 $\varphi[i]$ ：

$$\varphi[i] = \frac{SOC_i * SOH_i * \tau_i}{\sum_i^n SOC_i * \sum_i^n SOH_i} * control_i$$

当储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值为负值时，按下式确定第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数 $\varphi[i]$ ：

$$\varphi[i] = \frac{SOD_i * SOH_i * \tau_i}{\sum_i^n SOD_i * \sum_i^n SOH_i} * control_i$$

当储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值为 0 时，第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数 $\varphi[i]=0$ ；

其中, SOC_i 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的荷电状态, SOH_i 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的健康状态, τ_i 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的类型系数, n 为储能机组的梯次利用储能电池的数量, $control_i$ 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的可执行状态, SOD_i 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的放电状态。

4. 如权利要求 3 所述的方法, 其特征在于, 若第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的运行状态处于并网运行状态且储能机组的梯次利用储能电池的控制模式为远程控制模式, 则第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的可执行状态 $control_i = 1$, 否则, 第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的可执行状态 $control_i = 0$ 。

5. 如权利要求 3 所述的方法, 其特征在于, 当储能机组的梯次利用储能电池所处储能电站内电池类型为 1 时, $\tau_i = 1$;

当储能机组的梯次利用储能电池所处储能电站内电池类型大于 1 时, $\tau_i = \frac{a}{m}$;

其中, a 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的数量, m 为储能机组的梯次利用储能电池的总数量。

6. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 所述根据所述各储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数确定各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值, 包括:

按下式确定第 i 个储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值 P_i :

$$P_i = P'[i] * \varphi[i]$$

其中, $P'[i]$ 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池总功率需求值, $\varphi[i]$ 为第 i 个储能机组的梯次利用储能电池的功率分配系数。

7. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 所述利用各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充放电功率修正所述各储能机组的梯次利用储能电池当前时刻的功率命令值, 获取修正后的功率命令值, 包括:

判断所述当前时刻的功率命令值是否超过各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充放电功率, 若是, 则以各储能机组的梯次利用储能电池的最大允许充放电功率作为各储能机组储能电池功率命令值; 若否, 则以所述当前时刻的功率命令值作为各储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述预先建立的循环神经网络模型的建立过程，包括：

以历史采样周期内采样时刻对应的各储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值作为循环神经网络模型初始模型的输入训练样本，历史采样周期内采样时刻的下一时刻对应的各储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值作为循环神经网络模型初始模型的输出训练样本，训练并获取循环神经网络模型。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述根据各储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值调整所述各储能机组的梯次利用储能电池的当前放电速率，包括：

若储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值小于等于历史采样周期内各采样时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最小值，则在当前时刻至当前时刻的下一时刻内该储能机组的梯次利用储能电池均匀减缓放电速率；

若储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值大于历史采样周期内各采样时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最小值且小于历史采样周期内各采样时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最大值，则在当前时刻至当前时刻的下一时刻内该储能机组的梯次利用储能电池维持此时的储能机组的梯次利用储能电池放电速率；

若储能机组的梯次利用储能电池下一时刻的功率命令值大于等于历史采样周期内各采样时刻对应的储能机组的梯次利用储能电池的功率命令值的最大值，则在当前时刻至当前时刻的下一时刻内该储能机组的梯次利用储能电池均匀增加储能机组的梯次利用储能电池放电速率。

10. 一种计算机存储介质，其特征在于，所述计算机存储介质中存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于执行权利要求 1 至 9 任一项所述的一种储能机组的梯次利用储能电池能量控制方法。

11. 一种电子设备，其特征在于，包括：至少一个处理器、至少一个存储器以及存储在所述存储器中的计算机程序指令，当所述计算机程序指令被所述处理器执行时实现如权利要求 1-9 任一项所述的方法。

12. 根据权利要求 11 所述电子设备，其特征在于，所述电子设备还包括：用于获取各储能机组中梯次利用储能电池参数的至少一个通信接口。

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的电子设备，其特征在于，所述电子设备为控制器、PC 机或控制平台所在设备。

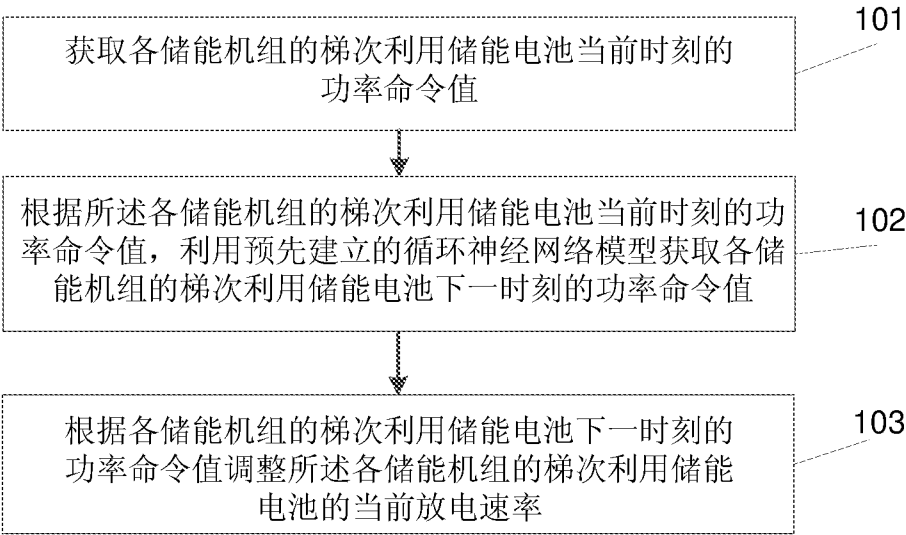


图 1

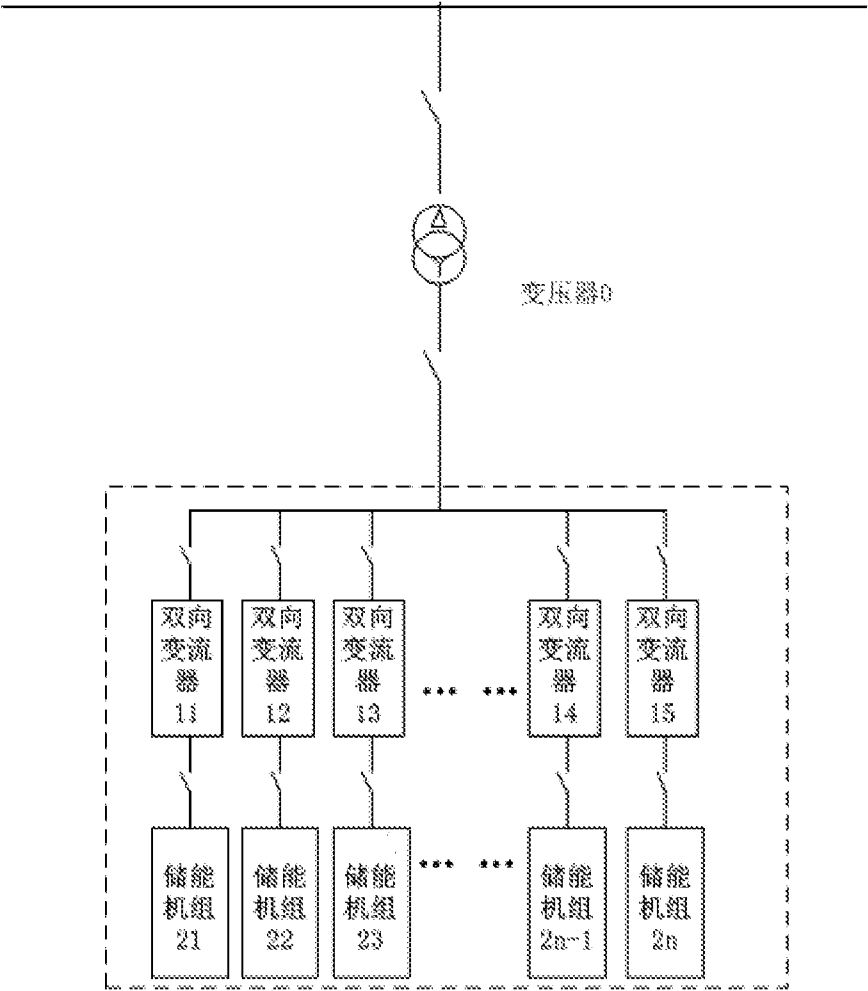


图 2

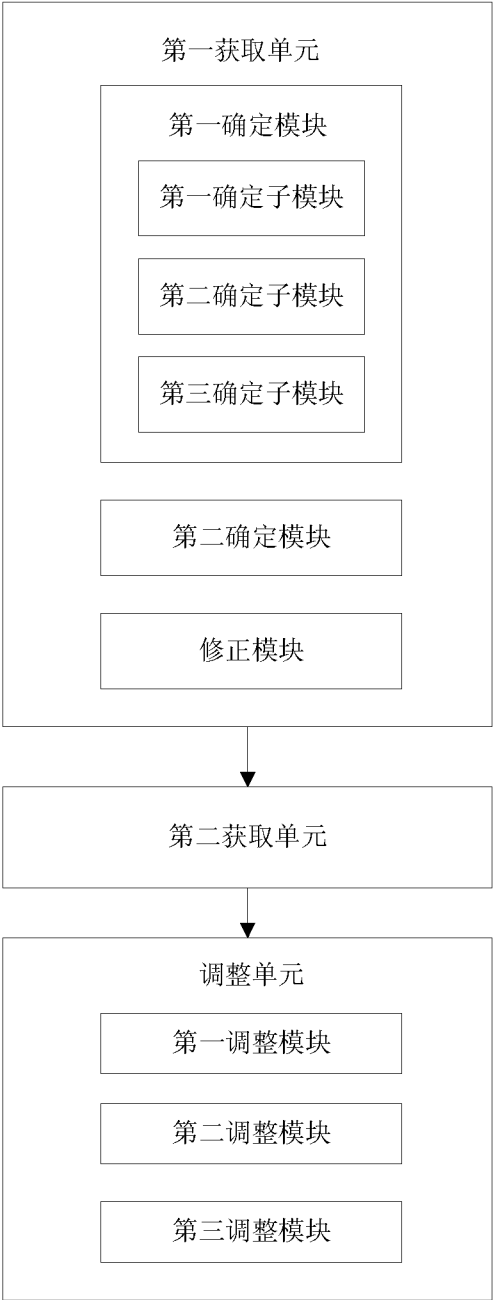


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/121091

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02J 3/32(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) CNPAT, WPI, EPODOC: 梯次利用, 电池, 功率, 速率, 倍率, 神经网络, second use, battery, power, rate, neural networks																				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 105226695 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.) 06 January 2016 (2016-01-06) description, paragraphs [0045]-[0087], and figure 1</td> <td>1-2, 6-8, 10-13</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 104348256 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.) 11 February 2015 (2015-02-11) description, paragraphs [0057] and [0087]</td> <td>1-2, 6-8, 10-13</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 206323146 U (ZHUHAI QINGYING JIADE INTELLIGENT EQUIPMENT CO., LTD.) 11 July 2017 (2017-07-11) claim 9</td> <td>2, 6-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103187750 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.) 03 July 2013 (2013-07-03) entire document</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2018086222 A1 (FARADAY & FUTURE INC.) 29 March 2018 (2018-03-29) entire document</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	CN 105226695 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.) 06 January 2016 (2016-01-06) description, paragraphs [0045]-[0087], and figure 1	1-2, 6-8, 10-13	Y	CN 104348256 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.) 11 February 2015 (2015-02-11) description, paragraphs [0057] and [0087]	1-2, 6-8, 10-13	Y	CN 206323146 U (ZHUHAI QINGYING JIADE INTELLIGENT EQUIPMENT CO., LTD.) 11 July 2017 (2017-07-11) claim 9	2, 6-7	A	CN 103187750 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.) 03 July 2013 (2013-07-03) entire document	1-13	A	US 2018086222 A1 (FARADAY & FUTURE INC.) 29 March 2018 (2018-03-29) entire document	1-13
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
Y	CN 105226695 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.) 06 January 2016 (2016-01-06) description, paragraphs [0045]-[0087], and figure 1	1-2, 6-8, 10-13																		
Y	CN 104348256 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.) 11 February 2015 (2015-02-11) description, paragraphs [0057] and [0087]	1-2, 6-8, 10-13																		
Y	CN 206323146 U (ZHUHAI QINGYING JIADE INTELLIGENT EQUIPMENT CO., LTD.) 11 July 2017 (2017-07-11) claim 9	2, 6-7																		
A	CN 103187750 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.) 03 July 2013 (2013-07-03) entire document	1-13																		
A	US 2018086222 A1 (FARADAY & FUTURE INC.) 29 March 2018 (2018-03-29) entire document	1-13																		
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.																				
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “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) “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 “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 “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 “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 “&” document member of the same patent family																				
Date of the actual completion of the international search 14 August 2019		Date of mailing of the international search report 02 September 2019																		
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 Telephone No.																		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/121091

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	105226695	A	06 January 2016	CN	105226695	B	19 March 2019
CN	104348256	A	11 February 2015	CN	104348256	B	21 September 2016
				WO	2015014011	A1	05 February 2015
				US	10211665	B2	19 February 2019
				US	2016197514	A1	07 July 2016
CN	206323146	U	11 July 2017	None			
CN	103187750	A	03 July 2013	CN	103187750	B	31 December 2014
				WO	2013097489	A1	04 July 2013
US	2018086222	A1	29 March 2018	US	10183590	B2	22 January 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/121091

A. 主题的分类 H02J 3/32 (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)) CNPAT, WPI, EPDOC: 梯次利用, 电池, 功率, 速率, 倍率, 神经网络, second use, battery, power, rate, neural networks		
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
Y	CN 105226695 A (中国电力科学研究院 等) 2016年 1月 6日 (2016 - 01 - 06) 说明书第[0045]-[0087]段、图1	1-2, 6-8, 10-13
Y	CN 104348256 A (国家电网公司 等) 2015年 2月 11日 (2015 - 02 - 11) 说明书第[0057]、[0087]段	1-2, 6-8, 10-13
Y	CN 206323146 U (珠海清英加德智能装备有限公司) 2017年 7月 11日 (2017 - 07 - 11) 权利要求9	2, 6-7
A	CN 103187750 A (中国电力科学研究院 等) 2013年 7月 3日 (2013 - 07 - 03) 全文	1-13
A	US 2018086222 A1 (FARADAY&FUTURE INC.) 2018年 3月 29日 (2018 - 03 - 29) 全文	1-13
☐ 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
2019年 8月 14日		2019年 9月 2日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		梁雪峰 电话号码 86-(10)-53961263

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/121091

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	105226695	A	2016年 1月 6日	CN	105226695	B	2019年 3月 19日
CN	104348256	A	2015年 2月 11日	CN	104348256	B	2016年 9月 21日
				WO	2015014011	A1	2015年 2月 5日
				US	10211665	B2	2019年 2月 19日
				US	2016197514	A1	2016年 7月 7日
CN	206323146	U	2017年 7月 11日	无			
CN	103187750	A	2013年 7月 3日	CN	103187750	B	2014年 12月 31日
				WO	2013097489	A1	2013年 7月 4日
US	2018086222	A1	2018年 3月 29日	US	10183590	B2	2019年 1月 22日