

(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 3 月 5 日 (05.03.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/042441 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01R 31/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/121451
- (22) 国际申请日: 2018 年 12 月 17 日 (17.12.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201810995407.0 2018年8月29日 (29.08.2018) CN
- (71) 申请人: 中车株洲电力机车有限公司
(**CRRC ZHUZHOU LOCOMOTIVE CO., LTD.**) [CN/
CN]; 中国湖南省株洲市石峰区田心,
Hunan 412001 (CN)。
- (72) 发明人: 杨颖(**YANG, Ying**); 中国湖南省株洲市
石峰区田心, Hunan 412001 (CN)。 文午(**WEN,
Wu**); 中国湖南省株洲市石峰区田心, Hunan

412001 (CN)。 张伟先(**ZHANG, Weixian**); 中国
湖南省株洲市石峰区田心, Hunan 412001 (CN)。
李玉梅(**LI, Yumei**); 中国湖南省株洲市石峰
区田心, Hunan 412001 (CN)。 王雪莲(**WANG,
Xuelian**); 中国湖南省株洲市石峰区田心, Hunan
412001 (CN)。 黄钰强(**HUANG, Yuqiang**); 中国
湖南省株洲市石峰区田心, Hunan 412001 (CN)。
胡润文(**HU, Runwen**); 中国湖南省株洲市石
峰区田心, Hunan 412001 (CN)。 柯建明(**KE,
Jianming**); 中国湖南省株洲市石峰区田心,
Hunan 412001 (CN)。 张婷婷(**ZHANG, Tingting**);
中国湖南省株洲市石峰区田心, Hunan 412001
(CN)。 唐艳丽(**TANG, Yanli**); 中国湖南省株洲
市石峰区田心, Hunan 412001 (CN)。

(74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司
(**UNITALEN ATTORNEYS AT LAW**); 中国北京

(54) **Title:** ONLINE HEALTH STATUS ANALYSIS METHOD FOR ENERGY STORAGE SYSTEM, DEVICE, AND MEDIUM

(54) 发明名称: 一种用于储能系统的健康状态在线分析方法、装置及介质

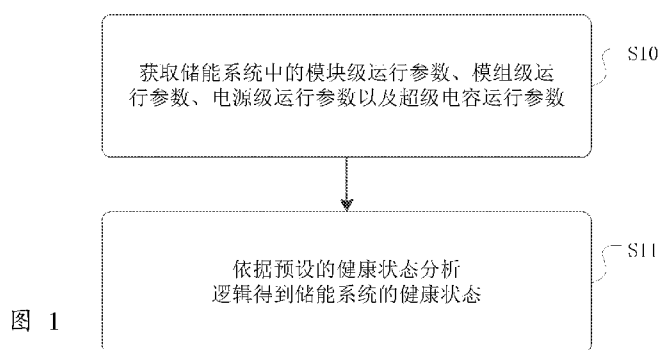


图 1

S10 ACQUIRE A MODULE-LEVEL OPERATION PARAMETER, A MODULE ASSEMBLY-LEVEL OPERATION PARAMETER, A POWER SUPPLY-LEVEL OPERATION PARAMETER, AND A SUPERCAPACITOR OPERATION PARAMETER OF AN ENERGY STORAGE SYSTEM
S11 OBTAIN A HEALTH STATUS OF THE ENERGY STORAGE SYSTEM ACCORDING TO A PRE-DETERMINED HEALTH STATUS ANALYSIS LOGIC

(57) **Abstract:** An online health status analysis method for an energy storage system, a device, and a medium. The method comprises: acquiring a module-level operation parameter, a module assembly-level operation parameter, a power supply-level operation parameter, and a supercapacitor operation parameter of an energy storage system (S10), and obtaining a health status of the energy storage system according to pre-determined health status analysis logic (S11). The method not only adopts the supercapacitor operation parameter, but also utilizes three additional types of parameters including the module-level operation parameter, the module assembly-level operation parameter, and the power supply-level operation parameter, and thus a trend in health status changes of a power supply can be determined by means of comprehensive diagnosis based on multiple characteristic parameters, and early repair and maintenance processing can be performed on an unhealthy supercapacitor, so as to lowering the probability of a failure, and achieve more reasonable and accurate determination of a health status of an energy storage system. The parameters are available in conventional energy storage systems, such that modification of these energy storage systems is not required, thereby lowering hardware costs.

市朝阳区建国门外大街22号赛特广场
7层, Beijing 100004 (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))。

(57) 摘要: 一种用于储能系统的健康状态在线分析方法、装置及介质, 方法首先是获取储能系统中的模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数以及超级电容运行参数(S10), 然后依据预设的健康状态分析逻辑得到储能系统的健康状态(S11)。由于本方法中除了采用超级电容运行参数外, 还采用了模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数这三种参数, 因此, 通过多表征参数的综合判断能够确定电源健康状态的变化趋势, 提前对不健康的超级电容进行维护检修处理, 降低故障的概率, 从而更加合理和准确评价储能系统的健康状态。并且, 参数都是通过现有的储能系统就可以得到的, 不需要对储能系统做改进, 降低了硬件成本。

一种用于储能系统的健康状态在线分析方法、装置及介质

本申请要求于 2018 年 08 月 29 日提交中国专利局、申请号为 201810995407.0、发明名称为“一种用于储能系统的健康状态在线分析方法、装置及介质”的中国专利申请的优先权，其内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及储能系统领域，特别是涉及一种用于储能系统的健康状态在线分析方法、装置及介质。

10 背景技术

本发明中提到的储能系统是指由多个单体超级电容（后文简称超级电容）构成的储能系统。储能系统的可靠性，取决于每一超级电容的可靠性和每个超级电容之间电气连接的可靠性。由于超级电容在出厂时各性能参数存在一定的差异，随着使用时间的增长，及使用的环境温度、充放电倍率和循环使用次数等因素的影响，会使超级电容的性能会出现不同程度的衰减，增大储能系统内单体间性能参数的差异。在具体实施中，单体间性能参数差异越大，则越容易出现单体过电压等问题。基于上述情况，通常需要对储能系统进行维护和检修。

现有技术中，对储能系统进行维护和检修的依据是对超级电容进行在线检测，检测的性能参数主要是超级电容的内阻、容量和漏电压，检测的过程主要是通过设定阈值，当超过阈值时，故障报警，进行维护检修。但是超级电容仅仅是储能系统中的一个单体，其性能参数虽然影响储能系统的健康状态，但是并不能代表整个储能系统的健康状态。

由此可见，如何合理、准确地对储能系统的健康状态进行检测从而提高储能系统的可靠性和延长其使用寿命是本领域技术人员亟待解决的问题。

发明内容

-2-

本发明的目的是提供一种用于储能系统的健康状态在线分析方法、装置及介质，用于合理、准确地对储能系统的健康状态进行检测从而提高储能系统的可靠性和延长其使用寿命。

为解决上述技术问题，本发明提供一种用于储能系统的健康状态在线

5 分析方法，包括：

获取储能系统中的模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数以及超级电容运行参数；

依据预设的健康状态分析逻辑得到所述储能系统的健康状态。

10 优选地，所述模块级运行参数中的非异常信息包括模块电压，所述模块级运行参数中的异常信息包括电压过压预警信号、电压过压报警信号、电压欠压预警信号、电压欠压报警信号、温度预警信号和温度报警信号；

所述模组级运行参数中的非异常信息包括模组电压、模组温度；

15 所述电源级运行参数中的非异常信息包括电源电压、电源温度、电源电流，所述电源级运行参数中的异常信息包括正极熔断器故障信号、负极熔断器故障信号、24V 隔离电源故障信号、浪涌保护器故障信号、风扇故障信号；

所述超级电容运行参数具体包括超级电容温度变化率和超级电容电压变化率参数。

20 优选地，所述依据预设的健康状态分析逻辑得到所述储能系统的健康状态具体包括：

通过聚类方法对所述模块级运行参数中的非异常信息、所述模组级运行参数中的非异常信息以及所述电源级运行参数中的非异常信息进行聚类分析得到对应的健康等级；

25 利用预先设定的电压变化率亚健康阈值对所述超级电容电压变化率参数进行判断得到对应的健康等级；

利用预先设定的温度变化率亚健康阈值对所述超级电容温度变化率进行判断得到对应的健康等级；

按照故障的分类方法对所述模块级运行参数中的异常信息以及所述电源级运行参数中的异常信息进行判断得到对应的健康等级；

-3-

若得到的健康等级中包含有至少一个且不超过设定个数亚健康状态且不包含有非健康状态，则所述储能系统的健康状态为亚健康状态；

若得到的健康等级中包含有非健康状态，则所述储能系统的健康状态为非健康状态；

- 5 若得到的健康等级中均为健康状态，则所述储能系统的健康状态为健康状态。

优选地，所述聚类方法具体为 K-means 聚类方法。

优选地，其特征还在于，还包括：

若所述储能系统的健康状态为健康状态，则控制车辆正常运营；

- 10 若所述储能系统的健康状态为亚健康状态，则控制车辆停止运营，并允许车辆自动运行回库；

若所述储能系统的健康状态为非健康状态，则控制车辆停止运营，且停止运行，并呼叫救援车辆拖车回库。

优选地，还包括：

- 15 输出所述储能系统的健康状态。

优选地，还包括：

记录所述储能系统的健康状态与对应的日志信息。

为解决上述技术问题，本发明还提供一种用于储能系统的健康状态在线分析装置，包括：

- 20 获取单元，用于获取储能系统中的模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数以及超级电容运行参数；

分析单元，用于依据预设的健康状态分析逻辑得到所述储能系统的健康状态。

- 25 为解决上述技术问题，本发明提供一种用于储能系统的健康状态在线分析装置，包括存储器，用于存储计算机程序；

处理器，用于执行所述计算机程序时实现如上述所述的用于储能系统的健康状态在线分析方法的步骤。

-4-

为解决上述技术问题，本发明提供还一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现如上述所述的用于储能系统的健康状态在线分析方法的步骤。

5 本发明所提供的用于储能系统的健康状态在线分析方法，首先是获取储能系统中的模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数以及超级电容运行参数，然后依据预设的健康状态分析逻辑得到储能系统的健康状态。由于本方法中除了采用超级电容运行参数外，还采用了模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数这三种参数，因此，通过多表征参数的综合判断能够确定电源健康状态的变化趋势，提前对不健康的超级电容进行维护检修处理，降低故障的概率，从而更加合理和准确评价储能系统的健康状态。并且，上述参数都是通过现有的储能系统就可以得到的，不需要对储能系统做改进，降低了硬件成本。

10

此外，本发明所提供的用于储能系统的健康状态在线分析装置及介质，与上述方法对应，同样具有上述有益效果。

15

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例，下面将对实施例中所需要使用的附图做简单的介绍，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。

20

图1为本发明实施例提供的一种用于储能系统的健康状态在线分析方法的流程图；

图2为本发明实施例提供的一种依据预设的健康状态分析逻辑得到储能系统的健康状态的流程图；

25 图3为本发明实施例提供的另一种用于储能系统的健康状态在线分析方法的流程图；

图4为本发明实施例提供的一种用于储能系统的健康状态在线分析装置的结构图；

图5为本发明实施例提供的另一种用于储能系统的健康状态在线分析

装置的结构图。

具体实施方式

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，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部实施例。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，所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护范围。

本发明的核心是提供一种用于储能系统的健康状态在线分析方法、装置及介质，用于合理、准确地对储能系统的健康状态进行检测从而提高储能系统的可靠性和延长其使用寿命。

为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细说明。

图1为本发明实施例提供的一种用于储能系统的健康状态在线分析方法的流程图。如图1所示，该方法包括：

S10：获取储能系统中的模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数以及超级电容运行参数。

两个超级电容并联构成模块级，多个模块级串联构成模组级，多个模组级串联后最终构成储能系统。基于储能系统的构成方式，超级电容的性能必然影响储能系统的性能，但是如果仅仅是基于超级电容的性能来评价储能系统的性能的话，则容易造成评价结果失真。

本实施例中除了超级电容运行参数外，还将模块级运行参数、模组级运行参数以及电源级运行参数均作为评价储能系统性能的因素，从而能够更加直观和准确地反映储能系统的性能。

需要说明的是，模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数以及超级电容运行参数的类型本实施例不作限定。

S11：依据预设的健康状态分析逻辑得到储能系统的健康状态。

由于选取不同的模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数以及超级电容运行参数，则对应的健康状态分析逻辑也是不同的，需要说

明的是，健康状态分析逻辑可以根据实际情况确定，只要在该逻辑中能够考虑到模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数以及超级电容运行参数即可。

另外，储能系统的健康状态可以分为若干个等级，例如 2 个等级，优选地本发明选取个等级，具体是健康状态、亚健康状态和非健康状态，其中，亚健康状态是临界与健康状态和非健康状态之间的一种状态，也就是说当前储能系统不是健康状态，只是出现了一些异常的预兆，如果继续使用不维护的话，则可能就演变为非健康状态。可以理解的是，健康状态的划分不影响本技术方案的实施。

本实施例提供的用于储能系统的健康状态在线分析方法，首先是获取储能系统中的模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数以及超级电容运行参数，然后依据预设的健康状态分析逻辑得到储能系统的健康状态。由于本方法中除了采用超级电容运行参数外，还采用了模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数这三种参数，因此，通过多表征参数的综合判断能够确定电源健康状态的变化的趋势，提前对不健康的超级电容进行维护检修处理，降低故障的概率，从而更加合理和准确评价储能系统的健康状态。并且，上述参数都是通过现有的储能系统就可以得到的，不需要对储能系统做改进，降低了硬件成本。

在上述实施例的基础上，作为优选地实施方式，模块级运行参数中的非异常信息包括模块电压，模块级运行参数中的异常信息包括电压过压预警信号、电压过压报警信号、电压欠压预警信号、电压欠压报警信号、温度预警信号和温度报警信号；

模组级运行参数中的非异常信息包括模组电压、模组温度；

电源级运行参数中的非异常信息包括电源电压、电源温度、电源电流，电源级运行参数中的异常信息包括正极熔断器故障信号、负极熔断器故障信号、24V 隔离电源故障信号、浪涌保护器故障信号、风扇故障信号；

超级电容运行参数具体包括超级电容温度变化率和超级电容电压变化率参数。

-7-

需要说明的是,上述参数可以通过 CMS 管理系统获取,其中预警信号和报警信号是不同的,预警信号是通过协议中以预警的方式得到的信号,该方式表明对应的器件处于轻度故障,而报警信号是通过协议中以报警的方式得到的信号,表明对应的器件处于严重故障。本实施例中的模组温度具体是电路板温度和电容温度,可以通过温度传感器获取,请参见现有技术,本实施例不再赘述。

在获取电源温度后,需要先对温度数据进行预处理,然后采用 Tukey's test 方法进行异常检测。如果检测结果为异常,则产生一条新的异常信息。如果检测结果为正常,则不产生异常信息,最后通过异常信息确定电源温度的评价结果。

电源温度的预处理过程参考动量梯度下降法的预处理部分,可以将数据进行平滑处理,对历史数据和当前数据进行加权平均以减轻错误数据的影响。具体公式如下所示:

$$V_T = \beta \cdot V_T + (1 - \beta) \cdot T$$

$$V_T^{\text{corrected}} = \frac{V_T}{1 - \beta^t}$$

其中, $V_0 = 0$, T 为 T 时刻的储能电源温度, V_T 为前 T 时刻之前的加权平均温度, $V_T^{\text{corrected}}$ 为修正后的前 T 时刻之前的加权平均温度, t 为第 t 次迭代, β 为系数, $\beta \in (0, 1)$, 一般取 0.9, 可视实际情况进行调整。

最后,在本实施例的基础上,在其他实施例中,还可以包括:均压模块故障信号、电压采样错误信号、温度采样错误信号、电压数据异常信号等作为分析储能系统的参数,本实施例不作赘述。

本实施例中选取上述参数作为模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数和超级电容运行参数,更具代表性,且这些参数均可通过现有的储能系统获取,无需改动储能系统的硬件结构。

在上述实施例的基础上,作为优选地实施方式,依据预设的健康状态分析逻辑得到储能系统的健康状态具体包括如下几个子步骤。图 2 为本发

明实施例提供的一种依据预设的健康状态分析逻辑得到储能系统的健康状态的流程图。

步骤一：通过聚类方法对模块级运行参数中的非异常信息、模组级运行参数中的非异常信息以及电源级运行参数中的非异常信息进行聚类分析得到对应的健康等级。聚类分析方法包括很多种，其中 K-means 法作为快速聚类法(又称动态聚类法)中最常用的一种，由于在计算速度上具有无可比拟的优势，已经被广泛应用。优选地，聚类方法可以选取 K-means 聚类方法。以下通过 K-means 聚类进行举例说明。

假设当前数据集为 D ，($D=\{\text{模块级}, \text{模组级}, \text{电源级}\}$)， D 有对应的非异常信息，具体是模块级运行参数中的非异常信息(模块电压、模块温度)、模组级运行参数中的非异常信息(模组电压、模组温度)、电源级运行参数中的非异常信息(电源电压、电源温度、电源电流)，通过 K-means 聚类方法利用非异常信息进行聚类，对当前 D 的各个具体对象进行分类得到对应的健康状态。

实际应用中，由于各个超级电容内部参数不完全一致，所以不会出现理想状况下的各超级电容同步老化现象。假设算法初始运行时，超级电容各级初始状态均为健康。

随着时间轴的移动，会出现第一阶段：全部具体对象均处于健康状态，此时 $K=1$ ；第二阶段：部分具体对象处于健康状态，部分具体对象处于亚健康状态，此时 $K=2$ 。由先验知识可知，簇内点数多的点处于健康状态，簇内点数少的点处于亚健康状态。

该方法取定 K 个类别和选取 K 个初始聚类中心，按最小距离原则将各点分配到 K 类中的某一类，之后不断地计算类心、调整各点所属的类，最终使各点到其判属类别中心的距离最小。

给定数据集合 $D = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ，下面是 K-means 算法的聚类过程：

1. 设置类数目 K 的值；
2. 初始化类中心 $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_K)$ ，循环开始；
3. 计算每个点与每个类中心的距离，并把各个点分配到与之最近的类中；

4. 根据每个簇中的点重新计算类中心;

5. 判断类心是否发生改变或者是否达到最大迭代次数, 是则结束循环, 否则继续循环, 重复 3、4 步骤。

步骤二: 利用预先设定的电压变化率亚健康阈值对超级电容电压变化率参数进行判断得到对应的健康等级。

超级电容的健康状态与超级电容的电压变化率存在着紧密的联系, 设定一个电压变化率亚健康阈值, 如果超过设定阈值, 则判定超级电容处于亚健康状态, 否则为健康状态。需要说明的是, 本步骤中的电压变化率亚健康阈值可以根据实际情况设定, 本实施例不作限定。

10 步骤三: 利用预先设定的温度变化率亚健康阈值对超级电容温度变化率进行判断得到对应的健康等级。

超级电容的内阻及电气连接与模块的温升存在着精密的联系, 设定一个温度变化率亚健康阈值, 如果超过设定阈值, 则判定超级电容处于亚健康状态, 否则为健康状态。需要说明的是, 本步骤中的温度变化率亚健康阈值可以根据实际情况设定, 本实施例不作限定。

步骤四: 按照故障的分类方法对模块级运行参数中的异常信息以及电源级运行参数中的异常信息进行判断得到对应的健康等级。

模块级运行参数中的异常信息包括电压过压预警信号、电压过压报警信号、电压欠压预警信号、电压欠压报警信号、温度预警信号和温度报警信号; 电源级运行参数中的异常信息包括正极熔断器故障信号、负极熔断器故障信号、24V 隔离电源故障信号、浪涌保护器故障信号、风扇故障信号。具体的故障的分类方法为: 按故障的严重性和发生故障的数量分类。

按故障的严重性, 可分为轻度故障(可为协议中的预警信号)和严重故障(可为协议中的报警信号、故障信号和异常信号)。例如, 当前的故障有轻度故障 1, 轻度故障 2, 轻度故障 3, 严重故障 1, 严重故障 2。

则若轻度故障条数累计达到 1-2 条, 则发生轻度故障;

若轻度故障条数累计达到 3 条, 则转为严重故障;

若严重故障条数累计达到 1 条或者 1 条以上, 则发生严重故障。

需要说明的是，上述对于故障的分类方法仅仅是一种具体实施方式，还可以采用其它的分类方法，本发明不再赘述。

步骤五：按照表 1 对应的分类方法，对由于异常信息引起的故障等级以及非异常信息对应的健康状态进行综合判断得到相应模块对应的健康等级。

表 1 状态分析表

最终状态 当前状态	健康	亚健康	非健康
健康	0 条故障信息	1 至 2 条轻度故障	3 条以上轻度故障或 1 条以上严重故障
亚健康		1 条轻度故障	2 条以上轻度故障或 1 条以上严重故障
非健康			均不健康

按照表 1 对应的分类方法，如何得到对应的健康等级，以当前 D 为模块级进行说明。对于模组级、电源级同理，不再赘述。

假设当前模块级处于健康状态，如果当前模块还产生了 1-2 条轻度故障信息，则当前模块级转为亚健康状态；

假设当前模块级处于健康状态，产生 3 条以上轻度故障信息，则当前模块级转为非健康状态；

假设当前模块级处于健康状态，如果当前模块产生了 1 条以上严重故障信息，则当前模块级转为非健康状态；

假设当前模块级处于亚健康状态，如果当前模块产生了 1 条轻度故障信息，则当前模块级仍为亚健康状态；

假设当前模块级处于亚健康状态，如果当前模块产生了 2 条以上轻度故障信息，则当前模块级转为非健康状态；

假设当前模块级处于亚健康状态，如果当前模块产生了 1 条以上严重故障信息，则当前模块级转为非健康状态。

对于上述提到的步骤，每个步骤都能得到一个对应的健康等级，分别表示不同的参数对应的健康等级，最终的储能系统的健康等级就是通过这
5 些健康等级来确定。具体方法如下：

1) 若得到的健康等级中包含有至少一个亚健康状态且不包含有非健康状态，则储能系统的健康状态为亚健康状态；

2) 若得到的健康等级中包含有非健康状态，则储能系统的健康状态为非健康状态；

10 3) 若得到的健康等级中均为健康状态，则储能系统的健康状态为健康状态。

参见图 2 所示，作为优选地实施方式，还包括：

若储能系统的健康状态为健康状态，则控制车辆正常运营；

15 若储能系统的健康状态为亚健康状态，则控制车辆停止运营，并允许车辆自动运行回库；

若储能系统的健康状态为非健康状态，则控制车辆停止运营，且停止运行，并呼叫救援车辆拖车回库。

需要说明的是，当储能系统的健康状态为亚健康状态时，说明当前储能系统有可能出现异常，但是当前并未故障，因此，车辆还可以自行回
20 库，不需要救援车辆的帮助，而当能系统的健康状态为非健康状态时，说明当前储能系统已经出现故障，车辆已经无法自行回库，需要有救援车辆的帮助。无论是车辆自行回库还是救援车辆救援回库，都需要对储能系统进行检修以排除故障恢复到健康状态，至于如何检修，请参见现有技术，本实施例不再赘述。

25

图 3 为本发明实施例提供的另一种用于储能系统的健康状态在线分析方法的流程图。如图 3 所示，在上述实施例的基础上，作为优选地实施方式，还包括：

S20：输出储能系统的健康状态。

具体的，储能系统的健康状态可通过 CAN、以太网等通讯网络，传输至车辆控制系统，以便于工作人员及时查看到。

在上述实施例的基础上，作为优选地实施方式，还包括：

- 5 S21：记录储能系统的健康状态与对应的日志信息。

为了后续方便对储能系统的健康状态的跟踪和分析，本实施例中，将每种健康状态与对应的日志信息记录下来，至于记录的方式可以采用数据表的形式，本实施例不作赘述。

- 10 本发明上述实施例对于用于储能系统的健康状态在线分析方法进行了详细描述，本发明还提供一种与该方法对应的装置的实施例。其中，装置部分的实施例具体为两个，其中一个是以功能单元的角度描述，另一个是以硬件的角度描述。

- 15 图 4 为本发明实施例提供的一种用于储能系统的健康状态在线分析装置的结构图。如图 4 所述，该装置包括：

获取单元 10，用于获取储能系统中的模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数以及超级电容运行参数。

分析单元 11，用于依据预设的健康状态分析逻辑得到储能系统的健康状态。

- 20 由于装置部分的实施例与方法部分的实施例相互对应，因此装置部分的实施例请参见方法部分的实施例的描述，这里暂不赘述。

- 25 本实施例提供的用于储能系统的健康状态在线分析装置，首先是获取储能系统中的模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数以及超级电容运行参数，然后依据预设的健康状态分析逻辑得到储能系统的健康状态。由于本装置中除了采用超级电容运行参数外，还采用了模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数这三种参数，因此，通过多表征参数的综合判断能够确定电源健康状态的变化的趋势，提前对不健康的超级电容进行维护检修处理，降低故障的概率，从而更加合理和准确评价储

能系统的健康状态。并且，上述参数都是通过现有的储能系统就可以得到的，不需要对储能系统做改进，降低了硬件成本。

图 5 为本发明实施例提供的另一种用于储能系统的健康状态在线分析装置的结构图。如图 5 所示，该装置包括存储器 20，用于存储计算机程序；

处理器 21，用于执行计算机程序时实现如上述所述的用于储能系统的健康状态在线分析方法的步骤。

由于装置部分的实施例与方法部分的实施例相互对应，因此装置部分的实施例请参见方法部分的实施例的描述，这里暂不赘述。在本发明的一些实施例中，处理器和存储器可通过总线或其它方式连接。

本实施例提供的用于储能系统的健康状态在线分析装置，包括存储器和处理器，处理器在执行存储器中存储的计算机程序时，能够执行如下步骤：首先是获取储能系统中的模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数以及超级电容运行参数，然后依据预设的健康状态分析逻辑得到储能系统的健康状态。由于本装置中除了采用超级电容运行参数外，还采用了模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数这三种参数，因此，通过多表征参数的综合判断能够确定电源健康状态的变化趋势，提前对不健康的超级电容进行维护检修处理，降低故障的概率，从而更加合理和准确评价储能系统的健康状态。并且，上述参数都是通过现有的储能系统就可以得到的，不需要对储能系统做改进，降低了硬件成本。

最后，本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现如上述所述的用于储能系统的健康状态在线分析方法的步骤。

可以理解的是，如果上述实施例中的方法以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，执行本发明各个实施例所述方

-14-

法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

由于介质部分的实施例与方法部分的实施例相互对应，因此介质部分的实施例请参见方法部分的实施例的描述，这里暂不赘述。

本实施例提供的用于储能系统的计算机可读存储介质，存储有计算机程序，处理器在执行该计算机程序时，能够执行如下步骤：首先是获取储能系统中的模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数以及超级电容运行参数，然后依据预设的健康状态分析逻辑得到储能系统的健康状态。由于本装置中除了采用超级电容运行参数外，还采用了模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数这三种参数，因此，通过多表征参数的综合判断能够确定电源健康状态的变化的趋势，提前对不健康的超级电容进行维护检修处理，降低故障的概率，从而更加合理和准确评价储能系统的健康状态。并且，上述参数都是通过现有的储能系统就可以得到的，不需要对储能系统做改进，降低了硬件成本。

以上对本发明所提供的用于储能系统的健康状态在线分析方法、装置及介质进行了详细介绍。说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言，由于其与实施例公开的方法相对应，所以描述的比较简单，相关之处参见方法部分说明即可。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以对本发明进行若干改进和修饰，这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

还需要说明的是，在本说明书中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而

—15—

且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

权 利 要 求

1、一种用于储能系统的健康状态在线分析方法，其特征在于，包括：
获取储能系统中的模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数以及超级电容运行参数；

5 依据预设的健康状态分析逻辑得到所述储能系统的健康状态。

2、根据权利要求1所述的用于储能系统的健康状态在线分析方法，其特征在于，所述模块级运行参数中的非异常信息包括模块电压，所述模组级运行参数中的异常信息包括电压过压预警信号、电压过压报警信号、电压欠压预警信号、电压欠压报警信号、温度预警信号和温度报警信号；

10 所述模组级运行参数中的非异常信息包括模组电压、模组温度；

所述电源级运行参数中的非异常信息包括电源电压、电源温度、电源电流，所述电源级运行参数中的异常信息包括正极熔断器故障信号、负极熔断器故障信号、24V 隔离电源故障信号、浪涌保护器故障信号、风扇故障信号；

15 所述超级电容运行参数具体包括超级电容温度变化率和超级电容电压变化率参数。

3、根据权利要求2所述的用于储能系统的健康状态在线分析方法，其特征在于，所述依据预设的健康状态分析逻辑得到所述储能系统的健康状态具体包括：

20 通过聚类方法对所述模块级运行参数中的非异常信息、所述模组级运行参数中的非异常信息以及所述电源级运行参数中的非异常信息进行聚类分析得到对应的健康等级；

利用预先设定的电压变化率亚健康阈值对所述超级电容电压变化率参数进行判断得到对应的健康等级；

25 利用预先设定的温度变化率亚健康阈值对所述超级电容温度变化率进行判断得到对应的健康等级；

按照故障的分类方法对所述模块级运行参数中的异常信息以及所述电源级运行参数中的异常信息进行判断得到对应的健康等级；

若得到的健康等级中包含有至少一个且不超过设定个数的亚健康状态且不包含有非健康状态，则所述储能系统的健康状态为亚健康状态；

若得到的健康等级中包含有非健康状态，则所述储能系统的健康状态为非健康状态；

5 若得到的健康等级中均为健康状态，则所述储能系统的健康状态为健康状态。

4、根据权利要求3所述的用于储能系统的健康状态在线分析方法，其特征在于，所述聚类方法具体为K-means聚类方法。

5、根据权利要求1-4任意一项所述的用于储能系统的健康状态在线分
10 析方法，其特征在于，还包括：

若所述储能系统的健康状态为健康状态，则控制车辆正常运营；

若所述储能系统的健康状态为亚健康状态，则控制车辆停止运营，并允许车辆自动运行回库；

若所述储能系统的健康状态为非健康状态，则控制车辆停止运营，且
15 停止运行，并呼叫救援车辆拖车回库。

6、根据权利要求5所述的用于储能系统的健康状态在线分析方法，其特征在于，还包括：

输出所述储能系统的健康状态。

7、根据权利要求6所述的用于储能系统的健康状态在线分析方法，其
20 特征在于，还包括：

记录所述储能系统的健康状态与对应的日志信息。

8、一种用于储能系统的健康状态在线分析装置，其特征在于，包括：

获取单元，用于获取储能系统中的模块级运行参数、模组级运行参数、电源级运行参数以及超级电容运行参数；

25 分析单元，用于依据预设的健康状态分析逻辑得到所述储能系统的健康状态。

9、一种用于储能系统的健康状态在线分析装置，其特征在于，包括存储器，用于存储计算机程序；

—18—

处理器，用于执行所述计算机程序时实现如权利要求 1 至 7 任一项所述的用于储能系统的健康状态在线分析方法的步骤。

- 10、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求 1 至 7 任一项所述的用于储能系统的健康状态在线分析方法的步骤。
- 5

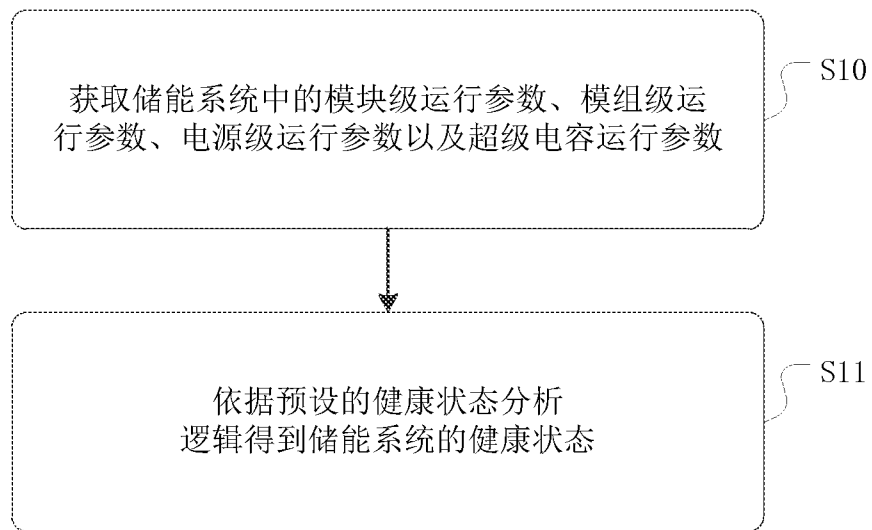


图 1

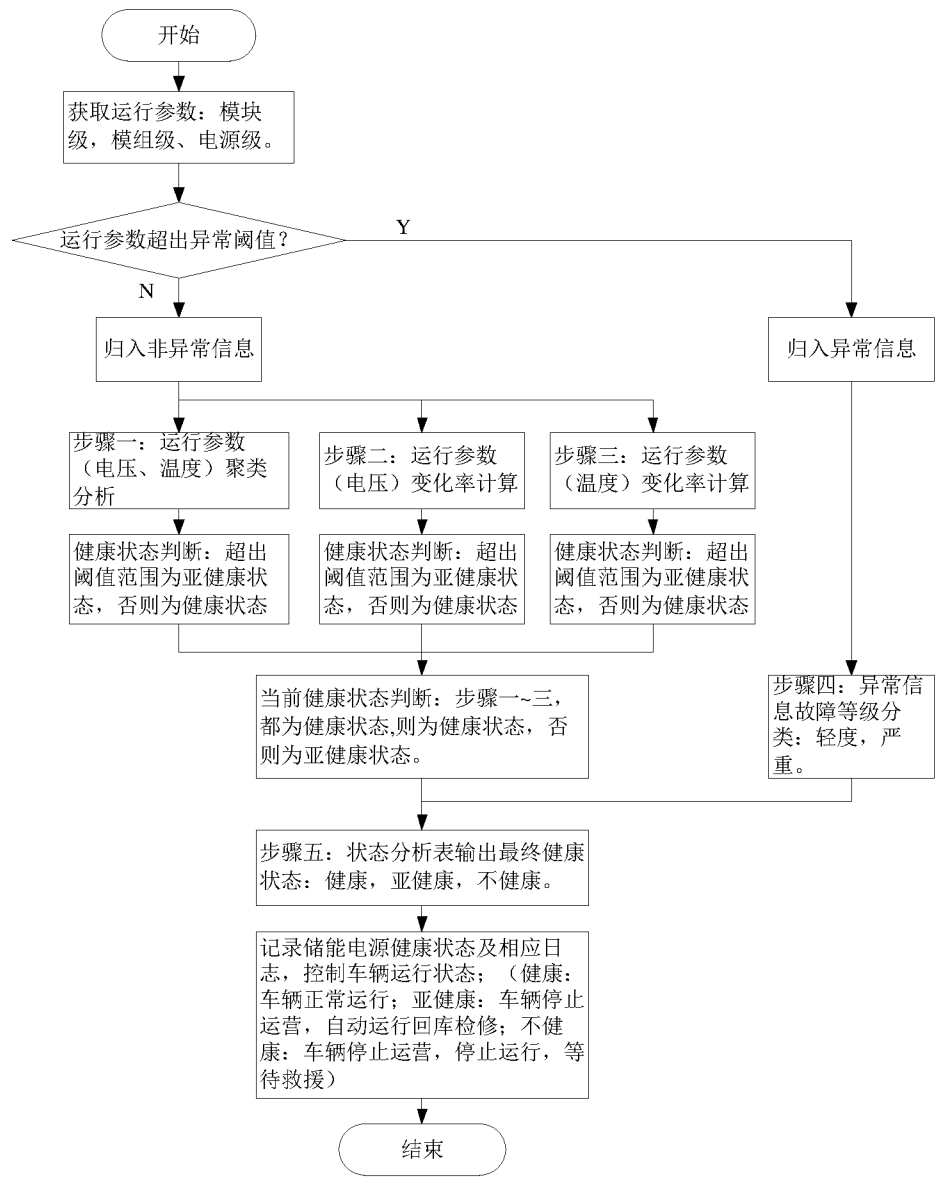


图 2

— 3/3 —

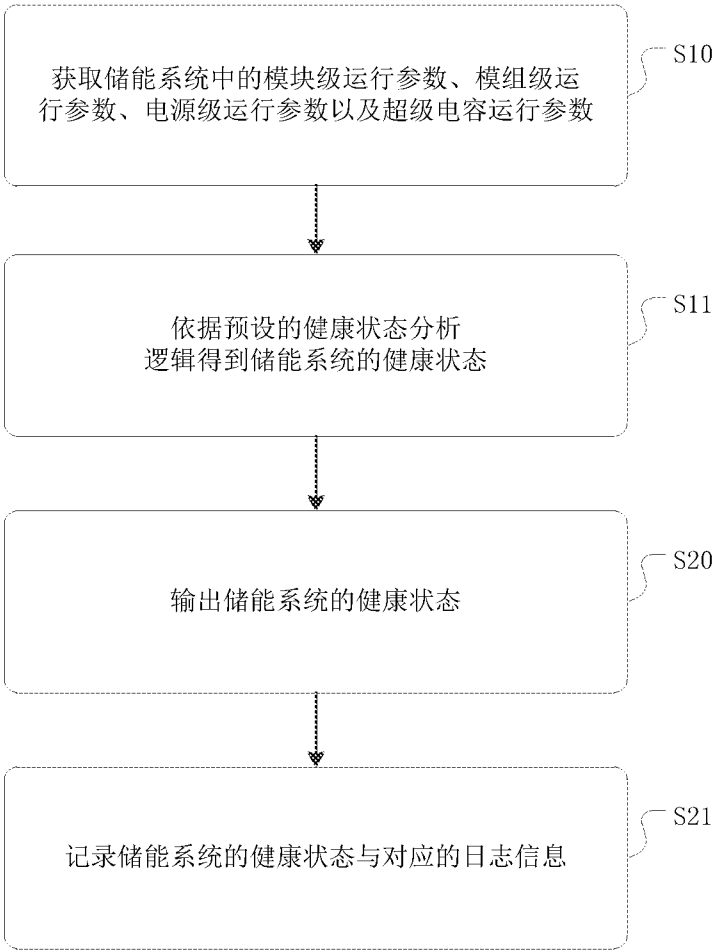


图 3

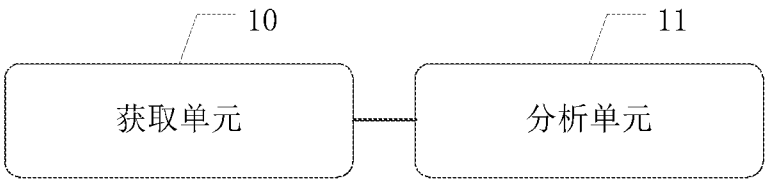


图 4

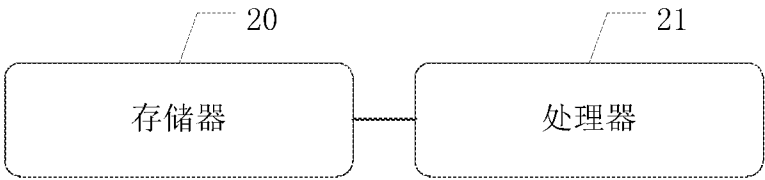


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/121451

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/00(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)

G01R 31/-;H02J 7/-;G01N;H04L 29/-

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, CNKI, WPI, EPODOC: 储能, 模块, 模组, 电源, 超级电容, 报警, 预警, 聚类, 阈值, energy w stor+, module, power w supply, ultracapacitor, alarm, prewarning, cluster, threshold.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106093615 A (DONGGUAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 09 November 2016 (2016-11-09) description, paragraphs [0004] and [0040]-[0068], and figures 1-2	1-10
A	CN 102801198 A (WUXI FUHONG TECHNOLOGY CO., LTD.) 28 November 2012 (2012-11-28) entire document	1-10
A	CN 107864202 A (CRRC ZHUZHOU LOCOMOTIVE CO., LTD.) 30 March 2018 (2018-03-30) entire document	1-10
A	CN 104297577 A (TONGJI UNIVERSITY) 21 January 2015 (2015-01-21) entire document	1-10
A	US 2016018345 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 21 January 2016 (2016-01-21) entire document	1-10



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

16 April 2019

Date of mailing of the international search report

29 May 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/CN2018/121451

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106093615	A	09 November 2016	None			
CN	102801198	A	28 November 2012	CN	102801198	B	25 February 2015
CN	107864202	A	30 March 2018	None			
CN	104297577	A	21 January 2015	CN	104297577	B	25 July 2017
US	2016018345	A1	21 January 2016	KR	20160011028	A	29 January 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/121451

A. 主题的分类

G01R 31/00 (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)

G01R 31/-; H02J 7/-; G01N; H04L 29/-

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, CNKI, WPI, EPDOC: 储能, 模块, 模组, 电源, 超级电容, 报警, 预警, 聚类, 阈值, energy w stor+, module, power w supply, ultracapacitor, alarm, prewarning, cluster, threshold.

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
X	CN 106093615 A (东莞理工学院) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 说明书第[0004], [0040]-[0068]段以及附图1-2	1-10
A	CN 102801198 A (无锡富洪科技有限公司) 2012年 11月 28日 (2012 - 11 - 28) 全文	1-10
A	CN 107864202 A (中车株洲电力机车有限公司) 2018年 3月 30日 (2018 - 03 - 30) 全文	1-10
A	CN 104297577 A (同济大学) 2015年 1月 21日 (2015 - 01 - 21) 全文	1-10
A	US 2016018345 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2016年 1月 21日 (2016 - 01 - 21) 全文	1-10

☐ 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

2019年 4月 16日

国际检索报告邮寄日期

2019年 5月 29日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

受权官员

李宁馨

电话号码 86-(10)-53962543

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/121451

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	106093615	A	2016年 11月 9日	无	
CN	102801198	A	2012年 11月 28日	CN 102801198	B 2015年 2月 25日
CN	107864202	A	2018年 3月 30日	无	
CN	104297577	A	2015年 1月 21日	CN 104297577	B 2017年 7月 25日
US	2016018345	A1	2016年 1月 21日	KR 20160011028	A 2016年 1月 29日