



(21) 申请号 202310864082.3

(22) 申请日 2023.07.14

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 116609676 A

(43) 申请公布日 2023.08.18

(73) 专利权人 深圳先进储能材料国家工程研究中心有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区粤海街道科苑南路3099号中国储能大厦41层

(72) 发明人 钟发平 赵佩宏 李伟 唐明星 周树良

(74) 专利代理机构 北京庆峰财智知识产权代理有限公司 (普通合伙) 11417

专利代理师 王文群

(51) Int.Cl.

G01R 31/367 (2019.01)

G01R 31/392 (2019.01)

(56) 对比文件

CN 102749585 A, 2012.10.24

CN 107797070 A, 2018.03.13

CN 111736084 A, 2020.10.02

CN 112782591 A, 2021.05.11

CN 115980612 A, 2023.04.18

CN 116068399 A, 2023.05.05

KR 101958306 B1, 2019.03.15

US 2019178943 A1, 2019.06.13

WO 2021170345 A1, 2021.09.02

审查员 王佳玉

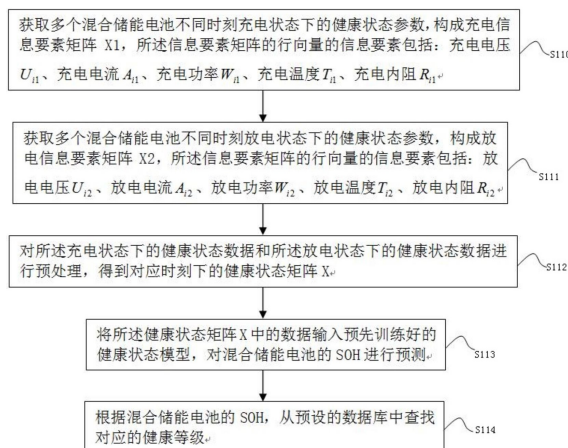
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控方法及系统

(57) 摘要

本发明为一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控方法及系统,其方法针对混合储能电池状态的非线性、难以在线评估问题,设置依次通过充电样本信息收集步骤和放电样本信息收集步骤,对数据整理融合步骤,混合储能电池SOH的估算步骤,混合储能电池的健康等级评判步骤实现业务混合储能电池状态监控,其中,样本数据信息要素包括充放电状态下的电压、电流、功率、温度、内阻,通过对数据的整理融合处理,且通过预设的模型进行数据预测,能够全方位覆盖混合储能电池状态,进行全面评估,提高评估的准确性。



1. 一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控方法,其特征在于,应用于大数据处理的混合储能电池状态监控系统,所述方法包括:充电样本信息收集步骤:获取多个混合储能电池不同时刻充电状态下的健康状态参数,构成充电信息要素矩阵X1,所述充电信息要素矩阵X1的行向量的信息要素包括:充电电压 U_{i1} 、充电电流 A_{i1} 、充电功率 W_{i1} 、充电温度 T_{i1} 、充电内阻 R_{i1} ,表示为 $x_{i1} = \{U_{i1}, A_{i1}, W_{i1}, T_{i1}, R_{i1}\}$, x_{i1} 表示充电时不同的时刻i下的健康状态数据;

放电样本信息收集步骤:获取多个混合储能电池不同时刻放电状态下的健康状态参数,构成放电信息要素矩阵X2,所述放电信息要素矩阵X2的行向量的信息要素包括:放电电压 U_{i2} 、放电电流 A_{i2} 、放电功率 W_{i2} 、放电温度 T_{i2} 、放电内阻 R_{i2} ,表示为 $x_{i2} = \{U_{i2}, A_{i2}, W_{i2}, T_{i2}, R_{i2}\}$, x_{i2} 表示放电时不同的时刻i下的健康状态数据;

数据整理融合步骤:对充电状态下的健康状态数据和放电状态下的健康状态数据进行预处理,包括:S1、根据预设阈值比例选取相应比例空间下的状态数据,删除明显不合格的数据;S2、通过平均值法将空值数据进行补齐;S3、将对应时刻下的充电样本数据和放电样本数据进行融合,表示为 $x_i = \left\{ \frac{U_{i1} + U_{i2}}{2}, \frac{A_{i1} + A_{i2}}{2}, \frac{W_{i1} + W_{i2}}{2}, \frac{T_{i1} + T_{i2}}{2}, \frac{R_{i1} + R_{i2}}{2} \right\}$,得到对应时刻下的健康状态矩阵X;

混合储能电池SOH的估算步骤:将健康状态矩阵X中的数据输入预先训练好的健康状态模型,对混合储能电池的SOH进行预测;

混合储能电池的健康等级评判步骤:根据混合储能电池的SOH,从预设的数据库中查找对应的健康等级;

所述将健康状态矩阵X中的数据输入预先训练好的健康状态模型,对混合储能电池的SOH进行预测,包括:

采用混合验证的方法对当前混合储能电池的SOH进行预测,公式为:

$$SOH = \alpha \cdot \frac{C_{now}}{C_{nominal}} + \beta \cdot \frac{R_{max} - R_{now}}{R_{max} - R} + \chi \cdot \frac{Q_{now}}{Q_{nominal}}$$

其中, C_{now} 为电池当前容量, $C_{nominal}$ 为电池额定容量, R_{max} , R_{now} , R 分别为电池的最大内阻、当前内阻、初始内阻, Q_{now} , $Q_{nominal}$ 分别为电池充满电状态下的最大电量、当前电池的额定电量, α , β , χ 分别表示对应状态下的调节因子;

所述健康状态模型通过训练的方式得到,具体包括:

通过无线方式收集各边缘节点向云端服务器上传的历史样本数据;

对历史样本数据进行数据整理融合处理后,计算各维度样本数据在对应时间窗口下的聚合值,所述聚合值通过支持向量求解平均值得到;建立各维度样本数据之间的对应关系,并存储于MySQL数据库表单中;将处理后的历史行为数据输入预设的初始健康状态模型中;

通过初始健康状态模型进行相关调节因子的计算,在满足性能指标阈值的基础上,采用支持向量机方法训练健康状态模型;将预测结果不断地更新到已知性能指标数据序列中,并进行相关性分析,根据相关性程度不同,通过扩充训练集的方式进行重新训练,动态地更新健康状态模型;

所述聚合值通过支持向量求解平均值得到,公式为:

平均值 $b = \frac{1}{|S|} \sum_{s \in S} \left(\frac{1}{y_s} - \sum_{i \in S} a_i y_i x_i^T x_s \right)$, 其中 x_i, y_i 为训练样本, (x_s, y_s) 为任意支持向量, $S = \{i | a_i > 0, i = 1, 2, \dots, m\}$ 为所有支持向量的下标集, a_i 为拉格朗日乘子;

所述支持向量机方法训练健康状态模型的核函数为:

$f(x) = \sum_{i=1}^m (\hat{a}_i - a_i) K(x, x_i) + \frac{1}{2} \|w\|^2 + \sum_{i=1}^m a_i (1 - y_i (w^T x_i + b))$, 其中, $K(x, x_i) = \Phi(x_i)^T \Phi(x_j)$ 为核函数,

$\Phi(x_i)$ 、 $\Phi(x_j)$ 分别表示将样本 x_i, x_j 映射到高维特征空间后的特征向量, a_i 为拉格朗日乘子, \hat{a}_i 为 a_i 的变量数据, y_i 为支持向量训练样本, w 是模型参数, b 是平均值。

2. 根据权利要求1所述的一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控方法, 其特征在于,

所述根据混合储能电池的SOH, 从预设的数据库中查找对应的健康等级, 包括:

预先建立SOH数值范围与健康等级之间的映射关系, 根据预先得到的SOH值查找对应的数值范围, 根据数值范围通过映射关系得到健康等级评估。

3. 一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控系统, 系统应用于权利要求1的所述一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控方法, 包括数据采集平台, 其中, 数据采集平台包括: 混合储能电池组、无线网关、云端服务器、边缘节点; 系统还包括:

充电样本信息收集模块: 获取多个混合储能电池不同时刻充电状态下的健康状态参数, 构成充电信息要素矩阵 X_1 , 所述充电信息要素矩阵 X_1 的行向量的信息要素包括: 充电电压 U_{i1} 、充电电流 A_{i1} 、充电功率 W_{i1} 、充电温度 T_{i1} 、充电内阻 R_{i1} , 表示为 $x_{i1} = \{U_{i1}, A_{i1}, W_{i1}, T_{i1}, R_{i1}\}$, 所述 x_{i1} 表示充电时不同的时刻 i 下的健康状态数据;

放电样本信息收集模块: 获取多个混合储能电池不同时刻放电状态下的健康状态参数, 构成放电信息要素矩阵 X_2 , 所述放电信息要素矩阵的行向量的信息要素包括: 放电电压 U_{i2} 、放电电流 A_{i2} 、放电功率 W_{i2} 、放电温度 T_{i2} 、放电内阻 R_{i2} , 表示为 $x_{i2} = \{U_{i2}, A_{i2}, W_{i2}, T_{i2}, R_{i2}\}$, 所述 x_{i2} 表示放电时不同的时刻 i 下的健康状态数据;

数据整理融合模块: 对充电状态下的健康状态数据和放电状态下的健康状态数据进行预处理, 包括: S1、根据预设阈值比例选取相应比例空间下的状态数据, 删除明显不合格的数据; S2、通过平均值法将空值数据进行补齐; S3、将对应时刻下的充电样本数据和放电样本数据进行融合, 表示为 $x_i = \left\{ \frac{U_{i1} + U_{i2}}{2}, \frac{A_{i1} + A_{i2}}{2}, \frac{W_{i1} + W_{i2}}{2}, \frac{T_{i1} + T_{i2}}{2}, \frac{R_{i1} + R_{i2}}{2} \right\}$, 得到对应时刻下的健康状态矩阵 X ;

混合储能电池SOH的估算模块: 将所述健康状态矩阵 X 中的数据输入预先训练好的健康状态模块, 对混合储能电池的SOH进行预测;

混合储能电池的健康等级评判模块: 根据混合储能电池的SOH, 从预设的数据库中查找对应的健康等级。

4. 一种电子设备, 其特征在于, 包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并在所述处理器上运行的计算机程序, 所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1-2中任意一项所述的一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控方法。

5.一种计算机可读存储介质,其特征在于,包括指令,当所述指令在计算机上运行时,使得计算机执行如权利要求1-2中任意一项所述的一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控方法。

一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于涉及电池状态预测及健康管理技术领域,尤其是涉及一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控方法及系统。

背景技术

[0002] 随着电动汽车在中国的推广和车联网技术的应用,越来越多的电动汽车进入了消费市场并且根据国家标准(GB32960)实时采集了行车数据。而动力电池作为电动汽车的动力来源,随着充放电次数和行驶里程的增加,电池的容量不断衰减,这个反应是典型的动态非线性的电化学时变系统,在线应用时内部参数是难以测量的,其退化状态识别和状态估计仍存在巨大挑战。

[0003] 电池的健康度(State of Health,即SOH),是指在一定条件下,电池使用一段时间后某些直接可测或间接计算得到的性能参数的实际值与标称值的比值,用来判断电池健康状况,一般以百分比的形式表现。并且SOH不仅仅与电池本身的电化学体系和电池制造工艺相关,还与车辆行驶工况和电池组内部的工作环境相关,如铅酸蓄电池老化程度受诸多因素影响,且蓄电池老化实验受完全充放电时间和样本数量限制,使得基于小样本的具有代表性的特征集的选择在蓄电池SOH预测中显得尤为重要。

[0004] 本文采用一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控方法和系统,在依赖于电动汽车数据采集的长周期情况下,从电池的额定信息和状态监测数据(电压、电流、温度、内阻等)挖掘其中隐含的电池健康状态信息及其演变规律,实现电池SOH预测。

发明内容

[0005] 为了克服上述现有技术的不足,本发明公开提供了一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控方法和系统,通过提取五个电池在充放电状态下的特征要素,并且通过整理融合处理,通过预设的模型进行SOH预测,有效预测的准确性。

[0006] 本公开所采用的技术方案是:本发明实施例的第一方面提出一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控方法,应用于大数据处理的混合储能电池状态监控系统,所述方法包括:充电样本信息收集步骤:获取多个混合储能电池不同时刻充电状态下的健康状态参数,构成充电信息要素矩阵X1,所述充电信息要素矩阵X1的行向量的信息要素包括:充电电压 U_{i1} 、充电电流 A_{i1} 、充电功率 W_{i1} 、充电温度 T_{i1} 、充电内阻 R_{i1} ,表示为 $x_{i1} = \{U_{i1}, A_{i1}, W_{i1}, T_{i1}, R_{i1}\}$,所述充电时 x_{i1} 表示不同的时刻 i 下的健康状态数据;

[0007] 放电样本信息收集步骤:获取多个混合储能电池不同时刻放电状态下的健康状态参数,构成放电信息要素矩阵X2,所述放电信息要素矩阵X2的行向量的信息要素包括:放电电压 U_{i2} 、放电电流 A_{i2} 、放电功率 W_{i2} 、放电温度 T_{i2} 、放电内阻 R_{i2} ,表示为 $x_{i2} = \{U_{i2}, A_{i2}, W_{i2}, T_{i2}, R_{i2}\}$,所述 x_{i2} 表示放电时不同的时刻 i 下的健康状态数据;

[0008] 数据整理融合步骤:对充电状态下的健康状态数据和放电状态下的健康状态数据进行预处理,包括:S1、根据预设阈值比例选取相应比例空间下的状态数据,删除明显不合

格的数据;S2、通过平均值法将空值数据进行补齐;S3、将对应时刻下的充电样本数据和放电样本数据进行融合,表示为 $x_i = \left\{ \frac{U_{i1} + U_{i2}}{2}, \frac{A_{i1} + A_{i2}}{2}, \frac{W_{i1} + W_{i2}}{2}, \frac{T_{i1} + T_{i2}}{2}, \frac{R_{i1} + R_{i2}}{2} \right\}$,得到对应时刻下的健康状态矩阵X;

[0009] 混合储能电池SOH的估算步骤:将所述健康状态矩阵X中的数据输入预先训练好的健康状态模型,对混合储能电池的SOH进行预测;

[0010] 混合储能电池的健康等级评判步骤:根据混合储能电池的SOH,从预设的数据库中查找对应的健康等级。

[0011] 可选的,在本发明实施例第一方面的第一种实现方式中,所述将所述健康状态矩阵X中的数据输入预先训练好的健康状态模型,对混合储能电池的SOH进行预测,包括:采用混合验证的方法对当前混合储能电池的SOH进行预测,公式为:

[0012] $SOH = \alpha \cdot \frac{C_{now}}{C_{nominal}} + \beta \cdot \frac{R_{max} - R_{now}}{R_{max} - R} + \chi \cdot \frac{Q_{now}}{Q_{nominal}}$,其中, C_{now} 为电池当前容量, $C_{nominal}$ 为电池额定容量, R_{max}, R_{now}, R 分别为电池的最大内阻、当前内阻、初始内阻, $Q_{now}, Q_{nominal}$ 分别为电池充满电状态下的最大电量、当前电池的额定电量, α, β, χ 分别表示对应状态下的调节因子。

[0013] 可选的,在本发明实施例第一方面的第一种实现方式中,所述健康状态模型通过训练的方式得到,具体包括:通过无线方式收集各边缘节点向云云端服务器上传的历史样本数据;对历史样本数据进行数据整理融合处理后,计算各维度样本数据在对应时间窗口下的聚合值,所述聚合值通过支持向量求解平均值;建立各维度样本数据之间的对应关系,并存储于MySQL数据库表单中;将处理后的历史行为数据输入预设的初始健康状态模型中;

[0014] 通过初始健康状态模型进行相关调节因子的计算,在满足性能指标阈值的基础上,采用支持向量机方法训练健康状态模型;将预测结果不断地更新到已知性能指标数据序列中,并进行相关性分析,根据相关性程度不同,通过扩充训练集的方式进行重新训练,动态地更新健康状态模型。

[0015] 可选的,在本发明实施例第一方面的第一种实现方式中,所述聚合值通过支持向量求解平均值,公式为:平均值 $b = \frac{1}{|S|} \sum_{s \in S} \left(\frac{1}{y_s} - \sum_{i \in S} a_i y_i x_i^T x_s \right)$,其中 x_i, y_i 为训练样本, (x_s, y_s) 为任意支持向量, $S = \{i | a_i > 0, i = 1, 2, \dots, m\}$ 为所有支持向量的下标集, a_i 为拉格朗日乘子。

[0016] 可选的,在本发明实施例第一方面的第一种实现方式中,所述支持向量机方法训练健康状态模型模型核函数为: $f(x) = \sum_{i=1}^m (\hat{a}_i - a_i) K(x, x_i) + \frac{1}{2} \|w\|^2 + \sum_{i=1}^m a_i (1 - y_i (w^T x_i + b))$,其中, $K(x, x_i) = \Phi(x_i)^T \phi(x_j)$ 为核函数, $\Phi(x_i), \Phi(x_j)$ 分别表示将样本 x_i, x_j 映射到高维特征空间后的特征向量, a_i 为拉格朗日乘子, \hat{a}_i 为 a_i 的变量数据, y_i 为支持向量训练样本, w 是模型参数, b 是平均值。

[0017] 可选的,在本发明实施例第一方面的第一种实现方式中,所述根据混合储能电池的SOH,从预设的数据库中查找对应的健康等级,包括:预先建立SOH数据范围与健康等级之间的映射关系,根据预算得到的SOH值查找对应的数值范围,根据数据范围通过所述映射关

系得到健康等级评估。

[0018] 本发明实施例的第二方面提供了一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控系统,系统应用于所述一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控方法,包括数据采集平台,其中,所述数据采集平台主要包括:混合储能电池组、无线网关、云端服务器、边缘节点;系统还包括:

[0019] 充电样本信息收集模块:获取多个混合储能电池不同时刻充电状态下的健康状态参数,构成充电信息要素矩阵X1,所述信息要素矩阵的行向量的信息要素包括:充电电压 U_{i1} 、充电电流 A_{i1} 、充电功率 W_{i1} 、充电温度 T_{i1} 、充电内阻 R_{i1} ,表示为 $x_{i1} = \{U_{i1}, A_{i1}, W_{i1}, T_{i1}, R_{i1}\}$,所述 x_{i1} 表示不同的时刻 i 下的健康状态数据;

[0020] 放电样本信息收集模块:获取多个混合储能电池不同时刻放电状态下的健康状态参数,构成放电信息要素矩阵X2,所述信息要素矩阵的行向量的信息要素包括:放电电压 U_{i2} 、放电电流 A_{i2} 、放电功率 W_{i2} 、放电温度 T_{i2} 、放电内阻 R_{i2} ,表示为 $x_{i2} = \{U_{i2}, A_{i2}, W_{i2}, T_{i2}, R_{i2}\}$,所述 x_{i2} 表示不同的时刻 i 下的健康状态数据;

[0021] 数据整理融合模块:对所述充电状态下的健康状态数据和所述放电状态下的健康状态数据进行预处理,包括:S1、根据预设阈值比例选取相应比例空间下的状态数据,删除明显不合格的数据;S2、通过平均值法将空值数据进行补齐;S3、将对应时刻下的充电样本数据和放电样本数据进行融合,表示为 $x_i = \left\{ \frac{U_{i1} + U_{i2}}{2}, \frac{A_{i1} + A_{i2}}{2}, \frac{W_{i1} + W_{i2}}{2}, \frac{T_{i1} + T_{i2}}{2}, \frac{R_{i1} + R_{i2}}{2} \right\}$,

得到对应时刻下的健康状态矩阵X;

[0022] 混合储能电池SOH的估算模块:将所述健康状态矩阵X中的数据输入预先训练好的健康状态模块,对混合储能电池的SOH进行预测;

[0023] 混合储能电池的健康等级评判模块:根据混合储能电池的SOH,从预设的数据库中查找对应的健康等级。

[0024] 本发明实施例的第三方面提供了一种电子设备,包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现所述的基于大数据处理的混合储能电池状态监控的方法。

[0025] 本发明实施例的第四方面提供了一种计算机可读存储介质,包括指令,当所述指令在计算机上运行时,使得计算机执行任意一项所述的基于大数据处理的混合储能电池状态监控的方法。

[0026] 本项发明的上述技术方案有益结果如下:本发明实施例提供的技术方案中,针对混合储能电池状态的非线性、难以在线评估问题,设置依次通过充电样本信息收集步骤和放电样本信息收集步骤,对数据整理融合步骤,混合储能电池SOH的估算步骤,混合储能电池的健康等级评判步骤实现业务混合储能电池状态监控,其中,样本数据信息要素包括充放电状态下的电压、电流、功率、温度、内阻,通过对数据的整理融合处理,且通过预设的模型进行数据预测,能够全方位覆盖混合储能电池状态,进行全面评估,提高评估的准确性。

附图说明

[0027] 构成本公开的一部分的说明书附图用来提供对本公开的进一步理解,本公开的示

意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本公开的不当限定。

[0028] 图1是硬件总体结构图;

[0029] 图2是实现任务调度流程示意图;

[0030] 图3是实现任务调度模块示意图。

实施方式

[0031] 下面结合附图与实施例对本公开作进一步说明。

[0032] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本公开提供进一步的说明。除非另有指明,本公开使用的所有技术和科学术语具有与本公开所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

[0033] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0034] 本发明实施例提供一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控方法和系统,应用于如图1所示的通信网络的架构中;该网络结构包括:数据采集平台,其中,所述数据采集平台主要包括:混合储能电池组、无线网关、云端服务器、边缘节点组成。其中边缘节点通过无线网络与云端服务器平台进行通信。云端服务器由多边缘节点集群构成。

[0035] 可选地,终端节点通过传感器采集不同时刻下的电池的状态参数,通过无线网关上传到云端服务器平台。无线网关可以包括(Wireless Fidelity,简称WIFI)通信模块、蓝牙通信(Harold Bluetooth,简称BLE)模块、Zigbee通信模块等,通过对应的串口转换成无线信号发送数据。

[0036] 请参阅图2,本发明实施例提供的基于大数据处理的混合储能电池状态监控方法的流程图,具体包括:

[0037] 充电样本信息收集步骤:获取多个混合储能电池不同时刻充电状态下的健康状态参数,构成充电信息要素矩阵X1,所述信息要素矩阵的行向量的信息要素包括:充电电压 U_{i1} 、充电电流 A_{i1} 、充电功率 W_{i1} 、充电温度 T_{i1} 、充电内阻 R_{i1} ,表示为 $x_{i1} = \{U_{i1}, A_{i1}, W_{i1}, T_{i1}, R_{i1}\}$,所述 x_{i1} 表示不同的时刻*i*下的健康状态数据;

[0038] 放电样本信息收集步骤:获取多个混合储能电池不同时刻放电状态下的健康状态参数,构成放电信息要素矩阵X2,所述信息要素矩阵的行向量的信息要素包括:放电电压 U_{i2} 、放电电流 A_{i2} 、放电功率 W_{i2} 、放电温度 T_{i2} 、放电内阻 R_{i2} ,表示为 $x_{i2} = \{U_{i2}, A_{i2}, W_{i2}, T_{i2}, R_{i2}\}$,所述 x_{i2} 表示不同的时刻*i*下的健康状态数据;

[0039] 数据整理融合步骤:对所述充电状态下的健康状态数据和所述放电状态下的健康状态数据进行预处理,包括:S1、根据预设阈值比例选取相应比例空间下的状态数据,删除明显不合格的数据;S2、通过平均值法将空值数据进行补齐;S3、将对应时刻下的充电样本数据和放电样本数据进行融合,表示为 $x_i = \left\{ \frac{U_{i1} + U_{i2}}{2}, \frac{A_{i1} + A_{i2}}{2}, \frac{W_{i1} + W_{i2}}{2}, \frac{T_{i1} + T_{i2}}{2}, \frac{R_{i1} + R_{i2}}{2} \right\}$,得到对应时刻下的健康状态矩阵X;

[0040] 混合储能电池SOH的估算步骤:将所述健康状态矩阵X中的数据输入预先训练好的健康状态模型,对混合储能电池的SOH进行预测;

[0041] 混合储能电池的健康等级评判步骤:根据混合储能电池的SOH,从预设的数据库中查找对应的健康等级。

[0042] S110、充电样本信息收集步骤:获取多个混合储能电池不同时刻充电状态下的健康状态参数,构成充电信息要素矩阵X1,所述信息要素矩阵的行向量的信息要素包括:充电电压 U_{i1} 、充电电流 A_{i1} 、充电功率 W_{i1} 、充电温度 T_{i1} 、充电内阻 R_{i1} ,表示为 $x_{i1} = \{U_{i1}, A_{i1}, W_{i1}, T_{i1}, R_{i1}\}$,所述 x_{i1} 表示不同的时刻 i 下的健康状态数据。

[0043] 可选的,虽然充电状态具有稳定的电压、电流,但是由于环境温度、电池温度的不同,及电池本身具有不同程度的衰减,导致测量的数据不具有稳定的线性关系。因此,需要对充电状态下的充电电压 U_{i1} 、充电电流 A_{i1} 、充电功率 W_{i1} 、充电温度 T_{i1} 、充电内阻 R_{i1} 进行采集,有助于优化预测模型。

[0044] S112、放电样本信息收集步骤:获取多个混合储能电池不同时刻放电状态下的健康状态参数,构成放电信息要素矩阵X2,所述信息要素矩阵的行向量的信息要素包括:放电电压 U_{i2} 、放电电流 A_{i2} 、放电功率 W_{i2} 、放电温度 T_{i2} 、放电内阻 R_{i2} ,表示为 $x_{i2} = \{U_{i2}, A_{i2}, W_{i2}, T_{i2}, R_{i2}\}$,所述 x_{i2} 表示不同的时刻 i 下的健康状态数据。

[0045] 可选的,为了研究电池在不同电流下的放电状态,分别采用5A、10A、15A电流对其进行恒流放电。采用30S/次的频率对放电过程中的电压、电流、温度等信息进行采样。

[0046] S113、数据整理融合步骤:对所述充电状态下的健康状态数据和所述放电状态下的健康状态数据进行预处理,包括:S3.1、根据预设阈值比例选取相应比例空间下的状态数据,删除明显不合格的数据;S3.2、通过平均值法将空值数据进行补齐;S3、将对应时刻下的充电样本数据和放电样本数据进行融合,表示为 $x_i = \left\{ \frac{U_{i1} + U_{i2}}{2}, \frac{A_{i1} + A_{i2}}{2}, \frac{W_{i1} + W_{i2}}{2}, \frac{T_{i1} + T_{i2}}{2}, \frac{R_{i1} + R_{i2}}{2} \right\}$,得到对应时刻下的健康状态矩阵X。

[0047] S114、混合储能电池SOH的估算步骤:将所述健康状态矩阵X中的数据输入预先训练好的健康状态模型,对混合储能电池的SOH进行预测。

[0048] 可选的,将所述健康状态矩阵X中的数据输入预先训练好的健康状态模型,对混合储能电池的SOH进行预测,包括:采用混合验证的方法对当前混合储能电池的SOH进行预测,公式为:

[0049] $SOH = \alpha \cdot \frac{C_{now}}{C_{nominal}} + \beta \cdot \frac{R_{max} - R_{now}}{R_{max} - R} + \chi \cdot \frac{Q_{now}}{Q_{nominal}}$, 其中, C_{now} 为电池当前容量, $C_{nominal}$ 为电池额定容量, R_{max}, R_{now}, R 分别为电池的最大内阻、当前内阻、初始内阻, $Q_{now}, Q_{nominal}$ 分别为电池充满电状态下的最大电量、当前电池的额定电量, α, β, χ 分别表示对应状态下的调节因子。

[0050] 优选的,所述健康状态模型通过训练的方式得到,具体包括:S4.1通过无线方式收集各边缘节点向云云端服务器上传的历史样本数据;S4.2对历史样本数据进行数据整理融合处理后,计算各维度样本数据在对应时间窗口下的聚合值,所述聚合值通过支持向量求解平均值;S4.3建立各维度样本数据之间的对应关系,并存储于MySQL数据库表单中;S4.4

将处理后的历史行为数据输入预设的初始健康状态模型中；S4.5通过初始健康状态模型进行相关调节因子的计算，在满足性能指标阈值的基础上，采用支持向量机方法训练健康状态模型；S4.6将预测结果不断地更新到已知性能指标数据序列中，并进行相关性分析，根据相关性程度不同，通过扩充训练集的方式进行重新训练，动态地更新健康状态模型。

[0051] 优选的，所述初始健康状态模型是基于双向的长短时记忆(LSTM)的循环神经网络预先建立的。

[0052] 可选的，聚合值通过支持向量求解平均值，公式为：平均值 $b = \frac{1}{|S|} \sum_{s \in S} \left(\frac{1}{y_s} - \sum_{i \in S} a_i y_i x_i^T x_s \right)$ ，

其中 x_i, y_i 为训练样本， (x_s, y_s) 为任意支持向量， $S = \{i | a_i > 0, i = 1, 2, \dots, m\}$ 为所有支持向量的下标集， a_i 为拉格朗日乘子。

[0053] 可选的，支持向量机方法训练健康状态模型模型核函数为：

$$f(x) = \sum_{i=1}^m (\hat{a}_i - a_i) K(x, x_i) + \frac{1}{2} \|w\|^2 + \sum_{i=1}^m a_i (1 - y_i (w^T x_i + b))$$
，其中， $K(x, x_i) = \Phi(x_i)^T \phi(x_j)$

为核函数， $\Phi(x_i)$ 、 $\Phi(x_j)$ 分别表示将样本 x_i, x_j 映射到高维特征空间后的特征向量， a_i 为拉格朗日乘子， \hat{a}_i 为 a_i 的变量数据， x_i, y_i 为支持向量训练样本， w 是模型参数， b 是平均值。

[0054] S115、混合储能电池的健康等级评判步骤：根据混合储能电池的SOH，从预设的数据库中查找对应的健康等级。

[0055] 可选的，所述根据混合储能电池的SOH，从预设的数据库中查找对应的健康等级，包括：预先建立SOH数据范围与健康等级之间的映射关系，根据预算得到的SOH值查找对应的数值范围，根据数据范围通过所述映射关系得到健康等级评估。

[0056] 本发明实施例还提供一种基于大数据处理的混合储能电池状态监控系统，应用于如图1所示的基于平台业务类型的云端协调的通信网络中。

[0057] 如图3所示，该系统包括：充电样本信息收集模块1、放电样本信息收集模块2、数据整理融合模块3、混合储能电池SOH的估算模块4、混合储能电池的健康等级评判步骤5。

[0058] 充电样本信息收集模块1用于获取多个混合储能电池不同时刻充电状态下的健康状态参数，构成充电信息要素矩阵X1，所述信息要素矩阵的行向量的信息要素包括：充电电压 U_{i1} 、充电电流 A_{i1} 、充电功率 W_{i1} 、充电温度 T_{i1} 、充电内阻 R_{i1} ；

[0059] 放电样本信息收集模块2用于获取多个混合储能电池不同时刻放电状态下的健康状态参数，构成放电信息要素矩阵X2，所述信息要素矩阵的行向量的信息要素包括：放电电压 U_{i2} 、放电电流 A_{i2} 、放电功率 W_{i1} 、放电温度 T_{i2} 、放电内阻 R_{i2} ；

[0060] 数据整理融合模块3用于对所述充电状态下的健康状态数据和所述放电状态下的健康状态数据进行预处理，包括：S1、根据预设阈值比例选取相应比例空间下的状态数据，删除明显不合格的数据；S2、通过平均值法将空值数据进行补齐；S3、将对应时刻下的充电样本数据和放电样本数据进行融合；

[0061] 混合储能电池SOH的估算模块4用于将所述健康状态矩阵X中的数据输入预先训练好的健康状态模块，对混合储能电池的SOH进行预测；

[0062] 混合储能电池的健康等级评判步骤5用于根据混合储能电池的SOH，从预设的数据库中查找对应的健康等级。

[0063] 本发明实施例还提供一种电子设备,包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现所述的基于大数据处理的混合储能电池状态监控的方法。

[0064] 本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质,包括指令,当所述指令在计算机上运行时,使得计算机执行所述的基于大数据处理的混合储能电池状态监控的方法。

[0065] 上述虽然结合附图对本公开的具体实施方式进行了描述,但并非对本公开 保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本公开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公开 的保护范围以内。

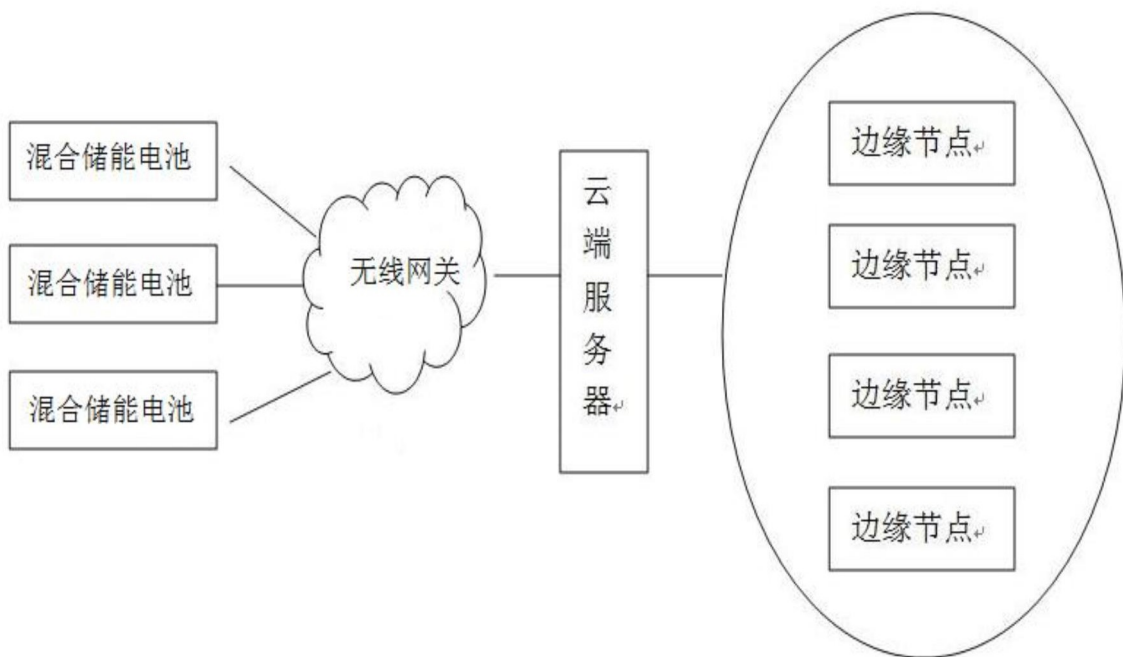


图1

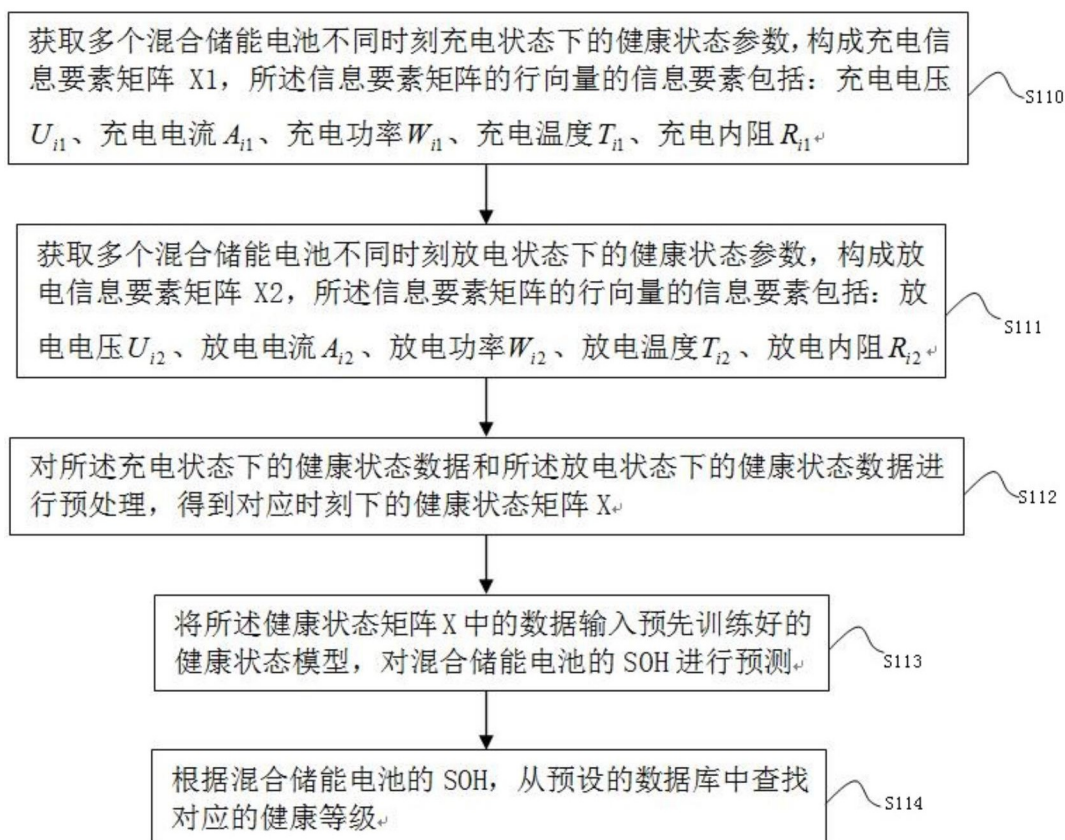


图2

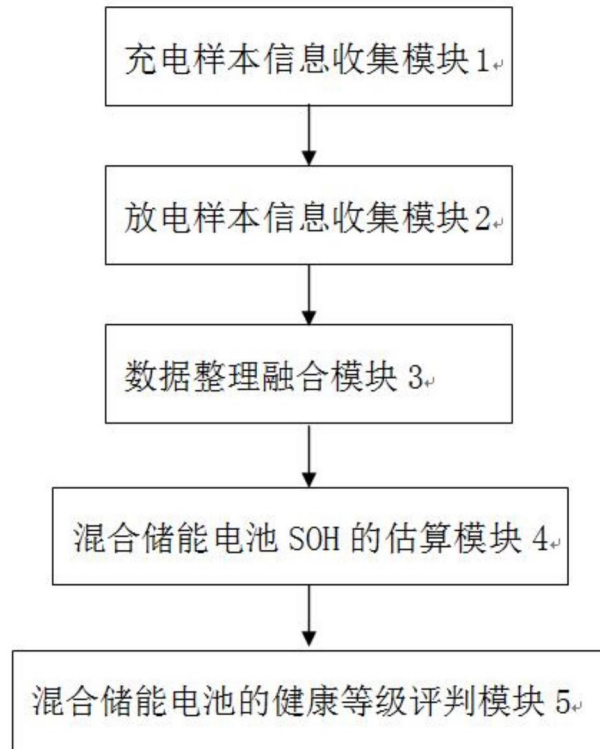


图3