

深圳市南方科技大学教育基金会

资助项目执行报告

|  |  |
| --- | --- |
| **项目名称** | 电池全生命周期健康管理 |
| **执行单位** | 南方科技大学 |
| **执行日期** |  |
| **填报日期** | 2024.3.28 |
| **项目负责人** | 卢周广 |
| **报告经办人** | 许家豪 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目名称** | | 电池全生命周期健康管理 | | | | | |
| **立项时间** | |  | | **执行单位** | | 南方科技大学 | |
| **资金来源** | | 限定性资金 非限定性资金  财政配比资金 | | | | | |
| **捐赠协议**  **金额（元）** | |  | | **到账金额（元）** | |  | |
| **项目可使用金额（元）** | 限定性  资金 | |  | **项目余额** | 限定性  资金 | |  |
| 财政配比资金 | |  | 财政配比资金 | |  |
| **执行期间**  **资助金额（元）** | |  | | | | | |
| **是否结项** | | 是 否 | | | | | |
| **项目负责人** | | 卢周广 | | **单位、职务** | | 教授 | |
| **邮 箱** | | luzg@sustech.edu.cn | | **手机号码** | |  | |
| **项目联系人** | | 许家豪 | | **单位、职务** | | 研究助理 | |
| **邮 箱** | | xujh3@mail.sustech.edu.cn | | **手机号码** | | 15195003749 | |
| **项目基本情况** | | 电池全生命周期健康管理-电池快速评估项目受到树米科技捐赠支持，于2023年XX月由深圳市南方科技大学教育基金会资助立项。该项目的目标是电池综合性能快速评价，该项目通过内压、电压、阻抗、温度和压力等综合指标，构建电池能量、功率和寿命的快速评估方法，该项目的意义在于动力电池价格昂贵且其寿命在使用过程中受各种因素 影响而不断衰减，导致新能源汽车动力性能、安全性及续航里程下降，严重影响 了用户对新能源汽车的接受程度。因此，目前新能源汽车行业内亟待解决的问题 为如何通过动力电池剩余寿命的精确预测，提前预警电池使用工况是否正常，以及加快动力电池回收和梯次利用技术发展，提高锂离子电池利用率和经济性。 | | | | | |
| **项目执行情况** | | 详细介绍报告期间内，项目开展的具体情况或阶段性进展，项目所获成果或取得的成绩等。（建议不少于1000字，至少附上3张相应的照片）  计算机方向的目标是通过充放电曲线和EIS曲线预测出当前的电池放电容量同时获得当前电池状况SOH(t)。进而通过当前放电容量和历史放点容量数据拟合出充电循环-SOH曲线，曲线纵坐标为0.8出的横坐标即为预测的RUL。  为完成该目标，我们设计了三个具体的步骤。步骤一为数据处理并获取特征向量、步骤二为建立深度神经网络模型**CapaDeepNet，**通过特征向量预测SOH(t)、步骤三为通过SOH的历史数据（SOH(0)-SOH(t-1)）及SOH(t)拟合充电循环-SOH曲线，最终获取RUL。    目前的数据集包括六块已经测得数据的电池（见下表）以及两块待进行充放电循环的电池，这两块电池将进行补充实验以验证模型的泛化性。已获取数据的六块电池系同一型号电池，均使用CC-CV充电协议，CV 电压均为4.2V。其中，三块电池CC阶段电流为2.0A，另外三块为3.0A，两组恒流充电电流不同的电池将分为两个不同组别独立进行模型训练及评估。每块电池的数据集均包含：（1）每周期的充放电电压曲线及电流曲线；（2）每十周期的EIS曲线；（3）每周期的放电容量作为其标签值。    在步骤一中，我们首先进行数据暴露及数据描述，进而剔除不良数据并对数据有初步认知，该过程为数据预处理。进而，电压和电流的充放电曲线均选取特征较为优良（特征周期性差异显著且具有明显规律）部分作为特征数据，并且保证每周期数据均包含特征段数据。以CC段电流为2.0A的三块电池为例，我们选取CC段电压由4.0V升至4.2V电压数据段，CV段电流由2.0V降至0.5V电流数据段进行实验，两者进行收尾拼接作为特征向量。因每一周期特征向量长度应保持一致，我们根据上述区间设定，电压特征向量长度为20、电流特征向量长度为10，故充放电曲线特征向量长度为30。EIS选取较低频部分的30数据点作为EIS特征向量，该部分特征满足我们的需求并易于测得。将充放电曲线特征向量与EIS特征向量连接，则获得输入下述模型的特征向量。    步骤二，建立深度神经网络**CapaDeepNet**并使用步骤一中获取的特征向量预测当前的放电容量进而计算当前SOH。该神经网络由十层全连接层构成，具体结构见图。实验中，我们以CC阶段电流为2.0A的三块电池作为一组进行实验。首先用编号为0的电池充放电曲线和EIS曲线获取特征并进行模型训练（该数据集以8:2的比例随机分为训练集与验证集），进而在编号为1和2的电池上模型测试以验证该模型在同型号不同电池上的有效性。训练结果及测试结果如图所示。结果显示，训练集平均误差为0.01094Ah、验证集平均误差为0.01112Ah、电池1测试误差为0.02228Ah、电池2测试误差为0.06874Ah。误差多集中于循环次数较少段，该阶段在生产活动的实践中常较少关注，故总体结果可以接受。        步骤三，建立具有时间窗口的线性模型（**TimeWindow LinearSOH Regression**）并通过SOH时间序列数据拟合曲线，最终预测RUL。因电池在各个生命阶段表现不尽相同，故我们仅考虑距离当前最近的一部分窗口数据进行模型拟合，该窗口称作时间窗口。在每一时间窗口中，使用最简单的线性模型即可获得较好的拟合值，且在电池越接近寿命重点时，拟合结果越准确。设置时间窗口为100周期，步进为50周期，重复实验，我们发现当电池真实报废周期约为800周期时，500-600周期、550-650周期、600-700周期的预测值均与真值偏差在±5个周期以内，结果符合预期。 | | | | | |
| **资金**  **使用情况** | | 报告期间内的资金使用情况（含配比资金。内容可包括资金使用方向及金额。人如涉及奖助学金项目，需提供获奖学生姓名、所获奖项及获奖金额）。 | | | | | |
| **项目成效**  **及影响** | | 项目参与了本科生综合设计这门课程，现已完成中期答辩，未来预计提交成果作为专利申请。（本科生和教授讨论图片见附件。） | | | | | |
| **项目执行**  **情况自评** | | 目前项目完成了第一阶段的任务，得到了多枚电池的充放电数据和EIS数据，这些数据都是由本实验室设备测得，相较于开源的数据库，我们测试的电池材料更符合市场实际。通过EIS曲线作为神经网络模型的特征值也具有新颖性，与科研界选用传统的高斯回归模型相比，准确性也更高。 | | | | | |
| **下一阶段项目执行计划** | | 下一阶段我们会导入纽扣电池的充放电数据至原有模型，更改EIS测试的阶段（CV循环并搁置5Min后）。并且探索不通过阻抗仪，通过现有芯片接受的充放电信息，精确模拟出EIS阻抗图。 | | | | | |
| **相关意见**  **和建议** | |  | | | | | |
| **项目负责人**  **意见** | | 项目负责人签名：  （项目执行单位盖章）  年 月 日 | | | | | |
| **基金会**  **绩效评价[[1]](#footnote-1)** | |  | | | | | |

1. 1.资助项目从正式立项起每满1年提交一次项目执行报告；

   2.[本报告用于向捐赠方反馈项目执行情况，](mailto:2.该报告用于向捐赠方反馈捐赠执行情况，电子版发至基金会邮箱chenl8@sustech.edu.cn。)请认真填写以便真实反馈。 [↑](#footnote-ref-1)