

新能源汽车锂离子电池健康状态评估方法 优化对策分析

于蕊

云南机电职业技术学院，云南 昆明 650203

DOI: 10.61369/SSSD.2025030042

摘 要： 新能源汽车行业是我国的新兴产业，随着该行业的迅猛发展，锂离子电池作为其核心部件受到了关注。人们尤其关心电池的续航里程和寿命，而锂离子电池以其使用寿命长、成本可控以及能量密度高等优势在新能源汽车行业中的应用逐年上涨。因此，对于锂离子电池的研究也备受关注。基于此，文章简要概述锂离子电池健康状态评估指标，分析新能源汽车锂离子电池健康评估方法存在的问题，提出基于数据驱动的神经网络优化方法，并在此基础上探讨电池健康状态评估方法优化对策，以期能延长锂离子电池的使用寿命，提高新能源汽车车辆的安全性。

关 键 词： 数据驱动；锂离子电池；健康状态评估

Analysis on Optimization Countermeasures for Health Status Evaluation Methods of Lithium-Ion Batteries in New Energy Vehicles

Yu Rui

Yunnan Vocational College of Mechanical and Electrical Technology, Kunming, Yunnan 650203

Abstract： The new energy vehicle industry is an emerging industry in China. With the rapid development of this industry, lithium-ion batteries, as their core components, have attracted attention. People particularly care about the battery's driving range and service life. Lithium-ion batteries are increasingly applied in the new energy vehicle industry due to their advantages of long service life, controllable cost, high energy density, etc. Therefore, the research on lithium-ion batteries has also received much attention. Based on this, this paper first outlines the evaluation indicators for the health status of lithium-ion batteries, analyzes the problems existing in the health evaluation methods for lithium-ion batteries in new energy vehicles, proposes a data-driven neural network optimization method, and on this basis discusses the optimization countermeasures for battery health status evaluation methods, in order to extend the service life of lithium-ion batteries and improve vehicle safety.

Keywords： data-driven; lithium-ion battery; health status evaluation

引言

在能源供给结构转型以及我国产业绿色转型的背景下，新能源汽车已经成为汽车产业未来发展的重要方向。锂离子电池因高能量密度、长循环寿命等优势成为新能源汽车的理想电池选择。然而，锂离子电池在使用的过程中，其内部反应机理复杂，受多种因素的影响难免会导致电池老化、性能下降，影响电池的健康状况与剩余使用寿命。准确评估锂离子电池的健康状况，能够提升车辆的安全性与使用寿命。因此，探索更加精确实用的新能源锂离子电池健康状况评估方法，解决传统评估方法实时性差、精度不足等问题是当下研究的焦点。

一、锂离子电池健康状态评估指标

（一）电池容量衰减

电池容量衰减指电池在重复充放电的过程中，能够储备与释放的电量比初始容量逐渐减少的现象。这种衰减现象受到电解液分解、电极材料结构破坏、电极材料老化等因素的影响。容量衰

减可以通过定期地进行完全充放电测试测量，评估电池的容量健康状态。

（二）电池内部阻抗

电池的内部阻抗是电池内部电流流动的过程中遇到的电阻。通常随着电池使用，由于电解液分解、SEI 层增厚等因素的影响，电池的内部阻抗会逐渐增加，电池性能逐渐老化。

基金项目：名称《基于神经网络的锂离子电池健康状况估计及寿命预测研究》编号（2023J1581）

二、新能源汽车锂离子电池健康评估方法存在的问题

（一）评估的精度和可靠性不足

研究人员经常采用标准化的测试程序测量新能源汽车锂离子电池的健康状态，但是这些标准化的测试条件无法反映实际的锂离子电池应用面对的复杂的情况^[1]。实际应用的过程中，电池的使用会受到气温变化、驾驶方式等因素的影响，电池的性能与老化程度会受到这些因素的影响。标准化的测试结果自然会与实际的表现存在偏差，电池健康状态的评估结果准确性不足。另外，锂离子电池健康状态的评估，需要大量的数据以及复杂的数学模型与算法。然而，这些模型与算法的应用多基于理论性的假设以及经验公式，与实际情况存在出入^[2]。就以电池退化的情况来说，电池退化的过程不是连续的、均匀的，不同的电池在不同环境中退化行为反应各异。而且，在此过程中处于不同使用阶段的电池的退化速率与模式也不同。传统的电池健康状态评估方法的精度与可靠性不足。

（二）实时性和适应性不足

新能源汽车产业链中，电池健康状态评估的需求是广泛存在的，车辆使用过程中私家车或者充电桩企业需要实时了解电池的健康状态。而锂离子电池的健康状态和使用寿命会受到多种因素的综合影响，如环境温度的变化、充放电的循环系数等，其中电池容量与内阻是评估锂离子电池健康状态与预测其剩余寿命的重要指标^[3]。而电池容量与内阻难以通过直接在线测量，以往传统的评估方法主要依靠离线状态下的数据分析，再加上定期对电池进行维护检查，但是这种方法存在的明显不足便是数据收集与整理过程中会出现延迟的情况。另外，锂离子电池技术经过多年发展，已经呈现了不同类型、不同化学体系的电池产品^[4]。传统的电池健康评估方法，往往是针对特定类型的电池设计的，显然已经难以适用当下的电池健康状态评估需求。

三、基于数据驱动的锂离子电池健康状态评估方法

锂离子电池健康状态数据具有非线性特点，数据驱动类方法能够用以探索基于神经网络的锂离子电池健康状况与寿命预测，结束电池内部复杂反应情况下的电池健康状态估计与剩余寿命预测。

1. 数据采集与预处理

首先需要采集大量的电池运行数据，如电压、电流、温度等参数。这些数据采集后，需要进行预处理，去除其中的噪声与异常数据。实际操作中可以通过在电池管理系统中安装传感器来获取数据；处理数据时，则可以采用滤波过滤算法去除电压和电流数据中的高频噪声，通过数据归一化处理，将不同量级的数据统一到一个范围内，以便后续的数据分析和处理。

2. 特征提取方法

从采集到的电池数据中提取有效的特征值是准确评估电池状态的关键一步。

（1）非线性数据特征提取

锂离子电池的数据具有非线性特征，因此需要采用非线性数据

特征提取方法。例如，采用小波变换（Wavelet Transform）将电池数据在时间和频率域上进行分解，提取出不同尺度下的特征。通过分析小波系数的变化，反映出电池在不同工况下的性能变化。

（2）基于数据驱动的特征向量构建

在提取非线性特征后，可以构建特征向量。例如，将电压、电流、温度等特征在不同时间点的值组合成特征向量。这些特征向量可以作为后续神经网络模型的输入，用于预测电池的健康状态。

四、神经网络在锂离子电池健康状态评估中的应用

1. 神经网络的基本原理与优势

神经网络由大量的神经元相互连接而成，通过调整神经元之间的连接权重来学习输入数据和输出结果之间的关系，是一种模仿生物神经网络结构与功能的数学模型。神经网络模型由于其本身特性，对于处理不确定性信息的诊断优势较大^[5]。在锂离子电池健康状态评估中，神经网络具有以下优势：其一，能够处理非线性数据。锂离子电池数据具有非线性特征，神经网络模型能够很好地拟合这种非线性关系，从而更准确地预测电池的健康状态^[6]；其二，神经网络具有自适应性。神经网络可以根据输入数据的变化自动调整其内部参数，适应电池在不同工况下的性能变化；其三，泛化能力。经过训练后的神经网络能够对未见过的数据进行准确地预测，具有一定的泛化能力。

2. 基于神经网络的锂离子电池 SOH 估计方法

以多层感知机神经网络为例，将提取的电池特征向量作为输入，电池的 SOH 值作为输出进行训练。在训练过程中，通过调整神经网络的权重和偏置，使网络的输出尽可能接近真实的 SOH 值。

3. 基于神经网络的锂离子电池 RUL 预测方法

在预测电池的 RUL 时，可以基于电池的 SOH 值和历史数据建立预测模型。例如，采用长短期记忆网络（LSTM）来处理电池数据的时间序列特性。LSTM 可以记住电池在长时间运行过程中的性能变化趋势，通过分析当前的 SOH 值和历史数据的变化规律，预测电池的剩余使用寿命。

五、锂离子电池健康状态评估方法优化对策

（一）融合多源数据，全面反映电池实际性能

评估锂离子电池健康状态时，不仅要依赖传统的电压、电流、温度等基础数据，还需采集更多的与电池使用场景相关的数据。例如，车辆行驶过程中加速度的大小波动、制动频率的高低等^[7]，或是天气状况、道路条件等环境数据，这些数据都会对电池性能产生影响。通过整合多源数据，能够构建更加精准的电池性能模型，继而有效减少评估结果与实际情况之间的偏差，更准确地掌握电池在复杂工况下的性能变化。

（二）应用先进算法，提高评估的准确性与稳定性

传统的基于假设的数学模型往往需要大量的理论假设来构

建，而这些算法能够自动从海量的数据中挖掘出电池的退化模式和特征。以深度学习中的长短期记忆网络（LSTM）为例，其擅长处理具有时间序列性的电池数据，可以捕捉电池在不同使用阶段的退化速率以及模式变化^[8]。此外，在实际应用中，电池数据不可避免地会受到噪声干扰，甚至存在数据缺失的情况，随机森林、梯度提升树等集成学习方法，通过综合多个模型的优势，能够提高评估的准确性并增强评估结果的稳定性。

（三）构建实时监测系统，保障车辆安全运行

通过在电池管理系统中嵌入传感器和数据采集模块，能够实时监测电池的状态。具体而言，传感器能够随时获得电池的电压、电流等参数，并经数据传输到总线车载控制器^[9]。车载控制器能够运用先进的算法对实时数据进行精准地分析处理。一旦检测出电池性能的异常变化，系统便能立即发出警报，同时采取相应的措施，防止电池的进一步退化。

（四）针对电池类型与环境，开发定制化评估方法

锂离子电池类型多样，不同类型电池的化学成分、结构以及性能特点等都存在差异，开发定制化的评估方法已成必然选择。对于新型锂离子电池，需深入研究其化学成分，分析电池结构的设计以及对电池性能的影响，了解不同类型电池的性能特点，如

充放电效率、循环寿命等^[10]。在此基础之上，建立与之相适配的评估模型。特殊的环境条件，如高温、低温、高湿度等都会加速电池的老化。研究人员需要通过大量的实验和数据分析，明确各种环境因素对电池老化影响的具体机制，并将其纳入评估模型中，从而制定出更加准确、适用的评估方案。

六、结束语

综上所述，新能源汽车行业发展迅速，锂离子电池作为储能装置发挥着十分重要的作用。锂离子电池的循环使用过程中，其健康状态会逐渐退化，剩余使用寿命也会逐渐缩短。在锂离子电池逐渐成为新能源汽车储能系统主要选择背景下，研究锂离子电池的健康状态与剩余寿命情况，并探究具体的优化对策，提高电池系统实际运行的安全性、稳定性和可靠性具有重要的现实意义。本文分析了新能源汽车锂离子电池健康评估方法存在的问题，提出了基于数据驱动和神经网络优化的评估策略，以期有效克服传统评估方法的局限性，但其中仍有一些问题有待深究，需要广大研究人员持续深入研究，不断完善锂离子电池健康状态评估方法，为新能源汽车产业的发展贡献力量。

参考文献

[1] 黄凯, 孙恺, 郭永芳, 等. 基于观测方程重构滤波算法的锂离子电池荷电状态估计 [J]. 电工技术学报, 2024, 39(07): 2214–2224. DOI: 10.19595/j.cnki.1000-6753.tces.230061.

[2] 陈宇科, 童欣. 废旧动力电池回收现状研究: 一个文献综述 [J]. 现代商贸工业, 2024, 45(07): 97–99. DOI: 10.19311/j.cnki.1672-3198.2024.07.034.

[3] 朱貽定. 新能源汽车锂离子电池自燃的原因与预防措施 [J]. 汽车维修与保养, 2024, (12): 52–53.

[4] 吕东旭. 新能源汽车锂离子电池热管理系统液冷控制策略研究 [J]. 电子制作, 2024, 32(23): 109–111.

[5] 刘振. 新能源汽车锂离子电池材料专利分析 [J]. 汽车与新动力, 2024, 7(S1): 94–98.

[6] 崔佳乐, 田佳强, 张旭, 等. 锂离子电池健康状态估计方法研究综述 [C]// 中国自动化学会. 第二十五届中国系统仿真技术及其应用学术年会 (2024 IEEE 25th CCSSTA) 论文集. 安徽理工大学; 安徽大学; , 2024: 95–100.

[7] 马艺翔. 锂离子电池行业发展现状及风险分析 [J]. 中国国情国力, 2024, (06): 29–32.

[8] 刘俊. 新能源汽车锂离子动力电池安全性分析 [J]. 时代汽车, 2024, (11): 94–96.

[9] 周少杰. 新型电极材料在新能源汽车锂离子电池中的性能研究 [J]. 产业创新研究, 2024, (08): 40–42.

[10] 杨海霞, 白彩盛. 新能源汽车锂离子电池组故障诊断策略研究 [J]. 汽车维修技师, 2023, (11): 130–132.