

信息技术在新能源汽车动力电池修复与均衡中的应用研究

侯平群, 蔡彦兵

河南省驻马店财经学校, 河南 驻马店 463000

DOI: 10.61369/TACS.2026020026

摘 要 : 随着全球能源转型与环保政策的深入推进, 新能源汽车作为重要的载体已步入规模化应用的阶段, 其核心部件动力电池的性能、寿命和安全性也成为当前行业发展聚焦的重点。然而, 动力电池在长期使用过程中容易出现容量衰减、内阻增大和单体间不一致的问题, 这也直接影响了整车的续航里程。传统的检测修复手段已经无法满足电池系统精细化、智能化的管理和需求。为此, 信息技术与电池技术的融合创新能够为动力电池的修复和均衡管理提供方案。基于此, 本文深入探究信息技术在新能源汽车动力电池修复与均衡中的应用, 以供参考。

关 键 词 : 新能源汽车; 动力电池; 信息技术; 电池修复; 电池均衡

Research on the Application of Information Technology in the Repair and Balancing of Power Batteries for New Energy Vehicles

Hou Pingqun, Cai Yanbing

Zhumadian Finance and Economics School, Zhumadian, Henan 463000

Abstract : With the in-depth advancement of global energy transition and environmental protection policies, new energy vehicles, as important carriers, have entered the stage of large-scale application. The performance, service life and safety of power batteries, their core components, have become the focus of current industry development. However, power batteries are prone to problems such as capacity fading, internal resistance increase and inconsistency among cells during long-term use, which directly affect the driving range of the entire vehicle. Traditional detection and repair methods can no longer meet the refined and intelligent management needs of battery systems. Therefore, the integrated innovation of information technology and battery technology can provide solutions for the repair and balancing management of power batteries. Based on this, this paper conducts an in-depth exploration of the application of information technology in the repair and balancing of power batteries for new energy vehicles, for reference.

Keywords : new energy vehicles; power batteries; information technology; battery repair; battery balancing

引言

全球新能源汽车市场呈现出爆发式增长的特点, 在中国、挪威、荷兰等国家具有政策扶持和基础设施优势, 成为当前的主要市场。锂离子电池由于其高能量密度、低自放电率等特性, 也称为新能源汽车的核心储能部件。然而, 在长期的充放电循环过程中, 容易受到温度波动、充放电倍率等差异的影响, 电池单体间会出现容量衰减不一致等问题, 这也会直接影响电池组的性能。这就需要充分利用信息技术, 利用先进的修复技术逆转性能衰减, 进而提升电池的安全性。

一、新能源汽车动力电池修复与均衡的核心内涵

新能源汽车动力电池采用锂离子电池、磷酸铁锂电池等, 其工作原理是通过正负极材料的氧化还原反应, 实现电能的储存和释放。动力电池修复与均衡作为两个相互关联、相辅相成的技术环节, 能够充分保障电池组的稳定运行。

动力电池修复指的是利用科学的方式, 根据电池使用过程中存在的内阻增大、极化现象等问题, 采用修复性的方法, 使电池的性能得以恢复, 延长电池的使用寿命。修复技术主要包括物理修复、化学修复和电子修复这三类, 其核心在于缓解电池内部活性物质的损耗, 消除极化效应, 确保电池的性能恢复在合理、可控的范围内^[1]。

动力电池的均衡指的是利用技术手段,通过调整电池组各单体电池的电压、容量、内阻等参数,确保单体电池保持一致的状态,避免由于单体差异而导致电池组性能降低,寿命缩短,从而引发安全事故。由于电池产生过程中的材料具有一致性,装配的精度存在细微的差异,加上使用过程中充放电不均衡等问题,电池组各单体电池的衰减速度会存在不同,如果不进行有效处理,则会存在木桶效应的问题,也就是电池组的整体性能会由最差的单体决定,严重时会导致电池组存在失效的问题^[2]。

二、动力电池修复与均衡的核心技术瓶颈问题

(一) 修复技术面临的问题

动力电池性能衰减的核心机制包括 Fe-Li 范围缺陷积累、SEI 膜破损、锂离子扩散通道阻塞等。传统的火法和湿法回收技术只能通过关注元素的提取,破坏电池晶体的结构,这种情况下能耗高却难以修复内在的问题,温室气体的排放量达到 0.7—1.8kg。与此同时,退役电池单体状态差异相对较大,隐形衰减单体的识别难度相对较高,传统分时采样技术容易由于动态变化导致误判。

(二) 均衡技术的核心痛点

电池均衡的关键问题集中在以下几方面:一是单体状态检测的精准度存在不足,传统单通道分时采样,存在时间误差,无法捕捉毫秒级电压的波动;二是协议兼容性不足,不同车企 BMS 采用差异化通讯协议,这也导致均衡工具的适配性不足;三是能量利用率不高,被动均衡技术能量转化率少于 30%,并且只能在充放电阶段触发,无法实现全周期的均衡。为此,高压的场景下,安全合规问题也直接影响着均衡技术的实施应用,300v—800v 的高压模块绝缘监测与快速切断需求难以得到满足^[3]。

三、信息技术在新能源汽车动力电池修复与均衡中的具体应用

(一) 传感器技术在动力电池修复与均衡中的应用

传感器技术是动力电池修复与均衡的基础,其关键作用是采集电池的运行参数,为后续的分析 and 修复工作提供数据上的支持。

电池状态参数的监测。在动力电池组内部和表面部署各种类型的传感器,从而实现对电池状态的整体监测。一是电压传感器,采用高精度电压传感器,通过采集单体电池的电压、总电压以及监测电压变化的情况,识别单体电池的过充、过放等问题,为均衡控制提供数据上的支持。二是电流传感器,采用霍尔电流传感器,通过采集电池的充放电电流,计算电池的容量变化,判断电池的充放电效率,为修复工作提供帮助和支持^[4]。三是内阻传感器,通过交流阻抗法测量电池的内阻,实时监测电池的衰减情况,从而识别电池的故障问题,为修复技术的选择提供帮助。

修复与均衡过程监测。在修复和均衡期间,利用传感器监测

电池的参数变化,并通过反馈修复和均衡效果,及时调整修复与均衡的策略。例如,在电池修复的过程中,利用电压、电流传感器监测电池的充放电参数,进而判断修复进度和效果,如果发现电池参数没有达到预期,系统会自动调整电池修复参数、电压等。在均衡的过程中,利用电压传感器能够充分监测各单体电池之间的电压差异,当差异达到设定的阈值后,启动均衡程序,能够将差异缩小到合理的范围。

热管理与均衡协同调控。将均衡控制与热管理系统相结合,充分利用 800V 高压热管理平台提升冷却功率,−15℃环境下电池升温速度加快 5 倍,降低低温析锂概率(从 30% 降至 5%)。蔚来电池组内置 200 + 温度传感器,AI 算法基于 10 万 + 热失控案例训练,可提前 45 分钟预判温度异常,动态调整均衡阈值与散热策略。这种协同调控机制既解决了“低温趴窝”问题,又抑制了热失控风险,提升了均衡技术的环境适应性^[5]。

(二) 大数据技术在动力电池修复与均衡中的应用

大数据技术的作用是收集、存储和分析海量的电池监测数据、修复数据,提取出具有应用价值的信息,从而为电池的状态评估、故障检测提供帮助,确保动力电池的精准管控。

电池状态评估与故障诊断。利用大数据技术整合动力电池全生命周期的运行数据,包括环境数据、修复数据等,建立电池状态评估模型,精准评估电池的健康状态、剩余容量,进而预测电池的衰减情况。与此同时,通过数据挖掘技术,识别电池故障的特征参数,构建故障诊断的模型,实现对电池内部故障、外部故障的有效诊断,为修复技术提供更多的数据作为支持。例如,分析电池电阻的变化趋势,判断电池电极材料的损耗情况等。

修复与均衡策略优化。利用大数据分析的方式,根据不同类型、不同老化程度电池的修复与均衡数据,优化修复与均衡策略,从而实现个性化、精准化的修复和均衡。例如,根据不同衰减程度的电池,利用大数据分析的方式,确定最优的修复电流、电压和时间,避免过度修复而产生其他问题。根据不同单体差异的电池组,优化均衡的算法,并调整能量转移或消耗的速度,确保提升均衡的成效,尽量降低能量的损耗^[6]。

全生命周期数据管理。采用大数据平台储存动力电池从生产、使用、修复、均衡再到报废全阶段的数据信息,确保信息具有追溯机制。例如,记录电池的生产参数、出厂检测数据,为后续的状态评估提供支持。记录电池的使用数据、修复和均衡数据,分析电池的衰减规律和修复成效,进而为技术优化和产品的升级迭代提供保障^[7]。

(三) 人工智能技术在动力电池修复与均衡中的应用

人工智能技术的应用有助于实现动力电池修复与均衡的智能化控制,具体的技术包括机器学习、深度学习、神经网络,从而提升技术的精准度和效率,减少人工的干预。

智能故障诊断与修复策略。利用机器学习、深度学习算法,构建电池故障诊断模型,利用大量的电池故障数据,实现对故障类型、故障程度的有效识别,这样能够提高准确率。与此同时,结合电池的状态数据和故障信息,自动生成个性化的修复策略。包括对极化现象严重的电池,采用脉冲修复法。

全时均衡技术。云端智能全时均衡技术突破传统的局限，通过实时采集电池单体电压、温度、内阻等参数，结合云端存储的历史数据与环境因素，不断优化和调整策略。其中，混合神经网络模型可识别电池间高相似性片段，精准计算容量差异，每 10 秒下发一次均衡指令，使 SOC 估算误差低于 3%。该技术覆盖电池充放电、静置全周期，无需额外硬件投入，可使电池组可用容量提升 3%—10%，使用寿命延长 20%—30%^[8]。

电池性能预测与预警。根据深度学习算法，构建电池性能预测模型，并通过分析电池历史运行数据，预测电池的剩余寿命、容量衰减趋势，进而提前预警潜在的问题。例如，通过 LSTM 神经网络模型，精准分析电池的剩余容量和状态，确保误差控制在 3% 之内。如果出现故障信号，则系统应发出预警，进而提醒用户及时进行问题修复，避免出现安全事故。

（四）嵌入式技术在动力电池修复与均衡中的应用

嵌入式技术作为实现动力电池修复与均衡设备智能化的重要支撑，通过嵌入式芯片、嵌入式操作系统，能够实现对修复与均衡过程的有效控制、数据采集和处理，进而提升设备的可靠性与稳定性。具体应用如下：

设备控制系统开发。利用嵌入式芯片和嵌入式操作系统，开

发动动力电池修复与均衡设备的控制系统，从而实现对设备的控制。例如，控制修复设备的充放电电流、电压，控制均衡设备的能量转移和消耗，确保修复与均衡过程的稳定性。与此同时，嵌入式系统可以实现对传感器数据的有效处理，快速响应电池参数变化，从而调整控制的策略^[9]。

数据采集和处理模块的开发。利用嵌入式技术开发数据采集和处理模块，从而实现对传感器数据的精准采集，去除噪声的干扰，确保数据的精准性。例如，利用嵌入式芯片的接口采集传感器的信号，并将其转化为数据信号，经过处理后，传输到云端平台和本地存储模块，为后续的分析提供数据支持^[10]。

四、结语

综上所述，信息技术融入新能源汽车动力电池修复与均衡，能够更有效地解决问题，解决传统修复与均衡技术效率低、精准度不足等问题，为修复与均衡提供数据支持，推动设备的有效普及。相信在未来，随着技术的创新发展，电池修复与均衡技术能够实现突破，从而为新能源汽车产业的绿色发展注入更多的力量。

参考文献

[1] 卫云龙. 福建省新能源汽车产业发展现状与对策探究 [J]. 机电技术, 2025, (06): 10-12+61.
[2] 贾龙超. 新能源汽车动力电池维修质量控制策略研究 [J]. 汽车测试报告, 2025, (24): 61-63.
[3] 张瑞全. 新能源汽车动力电池回收与再利用策略 [J]. 汽车与新动力, 2025, 8(06): 97-99.
[4] 邓智俊. 新能源汽车动力电池热管理系统优化研究 [J]. 汽车测试报告, 2025, (23): 37-39.
[5] 李俊玲. 新能源动力电池健康及安全检测技术研究 [J]. 专用汽车, 2025, (12): 66-68.
[6] 李琪霖, 钱创造. 新能源汽车动力电池组单体电压不均衡的检测与修复 [J]. 汽车维修与保养, 2025, (12): 161-162.
[7] 周佳. 考虑政府补贴的新能源汽车电池渠道回收模式研究 [D]. 重庆工商大学, 2025.
[8] 蔡彩茵, 刘素怡, 张倩. 新能源汽车动力电池回收的标准化研究 [J]. 标准科学, 2024, (S2): 116-123.
[9] 张维维. 新能源汽车动力电池故障诊断与维护研究 [J]. 汽车测试报告, 2024, (23): 62-64.
[10] 覃星云. 新能源汽车动力电池压差故障及维修技术 [J]. 中国高科技, 2024, (19): 143-145.