

# Research on Fault Diagnosis Technology and Maintenance Strategy of New Energy Vehicle Power Battery

Peidong Xie

Fuzhong Automobile Sales and Service Co., Ltd., Shaoxing, Zhejiang, 312000, China

## Abstract

This article focuses on the fault diagnosis technology and maintenance strategies of new energy vehicle power batteries. Firstly, it analyzes the common types of faults in power batteries (such as power related faults, unbalanced faults, etc.) and their causes (including battery aging, external environmental influences, etc.). Subsequently, the basic principles of fault diagnosis (based on physical models, data-driven, knowledge reasoning), processes, and commonly used methods (direct observation method, etc.) were studied, and maintenance strategies covering maintenance necessity, preparation work, method processes, etc. were developed. The effectiveness of the research results was verified through two practical cases, and the current research shortcomings were pointed out. The future trends towards intelligence, precision, and other directions were also discussed.

## Keywords

new energy vehicles; Power battery; Fault diagnosis technology; Maintenance strategy

# 新能源汽车动力电池故障诊断技术与维修策略研究

谢佩栋

富众汽车销售服务有限公司, 中国·浙江 绍兴 312000

## 摘要

本文聚焦新能源汽车动力电池故障诊断技术与维修策略, 首先剖析了动力电池的常见故障类型(如电量相关故障、不均衡故障等)及成因(含电池自身老化、外部环境的影响等)。接着研究了故障诊断的基本原理(基于物理模型、数据驱动、知识推理)、流程及常用方法(直接观察法等), 并制定了涵盖维修必要性、准备工作、方法流程等的维修策略。通过两个实际案例验证了研究成果的有效性, 最后指出当前研究不足, 展望了未来向智能化、精准化等方向发展的趋势。

## 关键词

新能源汽车; 动力电池; 故障诊断技术; 维修策略

## 1 引言

随着全球工业化推进, 能源危机与环境污染加剧, 新能源汽车成为产业转型关键, 而动力电池作为核心部件, 其性能直接影响车辆续航、安全等。但电池易因使用环境、充放电次数等出现容量衰减、热失控等故障, 影响车辆性能与安全, 制约产业发展。因此, 研究其故障诊断技术与维修策略意义重大, 可降低维修成本、提升产业效率, 保障用户安全与体验。本研究先剖析电池工作原理、故障类型及机理, 再研究现有诊断技术(模型、数据驱动、人工智能类)的原理、适用场景与优劣, 然后针对不同故障制定维修策略, 并考量安全、经济与环保性。方法上采用文献研究、案例分析及对比分析。

【作者简介】谢佩栋(1993-), 中国浙江绍兴人, 本科, 工程师, 从事汽车维修研究。

## 2 新能源汽车动力电池常见故障类型及原因分析

### 2.1 常见故障类型

电量相关故障表现为电量不足、续航短、下降快, 原因包括电池老化导致容量衰减, 电池管理系统(BMS)故障引发电量误判, 以及急加速、频繁启停等不良驾驶习惯及拥堵路况增加能耗; 不均衡故障因单体电芯制造差异及使用中充放电、温度影响产生电压差, 导致部分电芯过充过放, 加速老化, 降低电池组性能, 还会使电池组充不满电, 缩短续航; 充电故障如充电跳电、功率不稳、无法充电, 多由充电桩老化、潮湿损坏, 充电接口接触不良, 或充电桩与车辆充电协议不兼容所致<sup>[1]</sup>; 电池电压故障是单体电池电压差异过大, 源于制造工艺差异及长期使用中老化速度不同, 若BMS未及时均衡, 会加剧电芯过充过放, 影响电池组寿命; 绝缘故障因电池箱进水、电芯漏液、环境潮湿等导致绝缘下降, 存在漏电风险, 威胁人身安全与车辆电气系统; 温度故

障表现为温差大、过高或过低，高温可能因散热风扇故障、温度探头失灵、长时间高负荷运行引发，加速老化甚至热失控，低温则因寒冷环境下保温不足，导致内阻增大、续航缩短。

## 2.2 故障原因深入剖析

电池自身特性与老化是引发故障的内在因素，作为化学储能装置，其性能受自身特性限制，且随使用时间增长不可避免出现老化，表现为容量衰减与内阻增大。随着充放电循环次数增加，电池内部活性物质减少，电极材料结构改变，存储电量降低；同时，电极材料可能出现颗粒团聚、脱落，使电极与电解液接触面积减小，电阻增大。而制造工艺与材料质量也会影响老化速度，高质量材料和先进工艺可延缓但无法避免老化。外部使用环境因素影响显著，温度方面，高温会加快电池内部化学反应，增加自放电率，加速容量衰减，还会加剧电解液蒸发导致干涸；低温则使电解液粘度增大，离子扩散速度减慢，内阻增大，充放电性能下降，续航缩短。湿度方面，高湿度可能导致电池外壳和内部连接件生锈腐蚀，影响电气连接和绝缘性能，水分进入内部还会引发化学反应，损坏电池。此外，频繁充放电及急加速、长时间爬坡等恶劣工况会加速电池老化。电池管理系统（BMS）故障也会造成问题，作为核心部件，其通信故障会导致与车辆其他系统信息传输不畅，影响控制管理；控制故障可能使充放电控制不准确，引发过充、过放，加速电池老化损坏；采样故障会导致对电压、电流、温度等参数采集不准，使 BMS 无法正确判断电池状态，难以采取有效保护控制措施；软件算法缺陷也可能在处理数据和控制运行时出错，影响电池性能与安全性。充电设备与充电方式问题同样不容忽视，充电桩内部电路元件、控制器故障会导致无法正常充电或充电异常；充电接口松动或接触不良会影响电流传输，造成充电中断或功率不稳定；充电协议不匹配，即充电桩与车辆采用不同协议，会导致无法正常通信，出现充电问题。快充虽能快速补电，但频繁使用会使电池短时间接受大电流，发热加剧，加速老化损坏；过度充电会让电池长时间满电，加剧内部化学反应，加速老化；过度放电则使电池电压过低，影响性能和寿命<sup>[2]</sup>。

## 3 新能源汽车动力电池故障诊断技术

### 3.1 故障诊断的基本原理与流程

故障诊断基本原理包括基于物理模型、数据驱动和知识推理：基于物理模型是依据电池电化学特性等构建数学模型，通过实际数据与预测值偏差推断故障，准确性高但模型复杂；数据驱动借助大量运行数据，用数据挖掘和机器学习提取故障特征，无需复杂模型但依赖数据质量；知识推理基于专家经验等构建知识库，通过逻辑推理确定故障，能利用专家经验但知识库完善难度大。诊断流程分四步，首先是故障信息采集，通过车辆传感器获取电压、温度等参数，读取

BMS 生成的故障码，结合用户反馈的续航缩短等异常，全面掌握电池状态；接着分析判断，结合专业知识与经验，分析电压是否正常、故障码含义，考虑使用环境等因素，初步确定故障类型和范围；然后故障定位，用万用表、示波器等检测硬件，检查 BMS 软件日志等排查软件，精准找到故障位置；最后提出维修建议，如修复或更换故障单体、处理线路问题、调试 BMS 软件等，并测试确保故障排除。

### 3.2 常用故障诊断方法

直接观察法通过眼看、耳听、鼻闻、手摸检查电池，眼看外观变形、漏液及线路情况，耳听充放电时异常声音，鼻闻异味，手摸温度和振动，可初步判断明显故障但对隐蔽故障效果有限。便携式检测设备诊断法用万用表测电压、电流、内阻，判断充电状态、充放电控制及老化程度；示波器显示电压电流波形，分析波动等异常；内阻测试仪评估电池健康，该方法操作简、速度快但功能有限。数据记录与分析软件诊断法借助 BMS 记录电压、温度等数据，通过软件可视化分析，智能识别故障并预测寿命，依赖 BMS 和软件可靠性。专家系统诊断法基于专家经验构建知识库，分析故障现象和数据，运用推理规则诊断，能利用专业知识但依赖知识库完整性。动力电池的故障可能会引发一系列严重的安全隐患。如电池热失控，这是一种极其危险的故障情况，当电池内部温度过高且无法有效控制时，可能会引发电池起火甚至爆炸，对驾乘人员的生命安全构成直接威胁。及时维修可以对电池的热管理系统进行检查和维护，确保散热系统正常工作，避免电池过热。对于电池的绝缘故障，维修人员可以及时检测和修复绝缘层的损坏，防止漏电事故的发生，从而提高车辆的整体安全性，保障用户的生命财产安全<sup>[3]</sup>。

保持车辆性能稳定也是动力电池维修的重要目标之一。电池故障会直接影响新能源汽车的动力输出和续航里程。当电池容量衰减或出现其他故障时，车辆的动力性能会下降，加速缓慢，续航里程明显缩短，无法满足用户的日常出行需求。通过维修，可以恢复电池的性能，确保车辆在行驶过程中动力输出平稳，续航里程稳定，提升用户的驾驶体验。对电池的充放电性能进行优化，能够使车辆在充电时更加

## 4 新能源汽车动力电池维修策略

新能源汽车动力电池维修意义重大，能延长寿命、提高安全性并保持性能稳定，因电池成本高且占整车价值比大，及时维修可解决使用问题、延缓老化，如处理单体不平衡以降低换电池成本，还能让充电高效、放电稳定，增强用户信心；维修前需做好安全防护，穿戴耐压 500-36000V 的绝缘手套等，按规程操作且环境干燥通风、配消防设备和警示标识，准备好绝缘拆装工具（耐压 1000V 以上）、电池举升平台车及 CATIII 级数字万用表等检测设备，同时查阅车辆维修手册、BMS 技术文档和故障代码表；维修时，电池包拆解与检测要断电后按手册步骤用专业工具拆解，保护

内部线路和组件,拆解后检测单体电池参数及传感器、线路状况,故障部件视情况修复或更换,组装后按相反顺序操作并进行充放电、性能和安全测试;维修后按标准评估,确保电池容量等指标达标、系统安全,定期回访用户收集反馈以改进策略;此外,制定科学的定期检查与保养计划,检查电池外观、连接部位及 BMS 功能,可有效预防故障、延长寿命。

## 5 案例分析

### 5.1 案例一:某品牌纯电动汽车续航里程严重下降故障诊断与维修

2020 款某品牌纯电动汽车,行驶 6.4 万公里,车主反馈“动力电池故障”灯亮,续航从 350 公里降至 200 公里,充电时间延长(快充功率为正常值 50%),行驶偶发动力中断、加速无力。初步观察到 BMS 报故障码 P0A7F(电池组电压不均衡),SOC 跳变,充电时部分电池模组温度超 45℃。维修人员用诊断仪、绝缘检测仪等工具检测,发现第 3 号电池模组电压 3.1V,远低于其他模组平均 3.8V(标称 3.7V);热成像显示该模组温度高 5-8℃;快充时其电压上升慢,因高温触发保护致功率下降。确定故障为第 3 号模组内 2 节电芯严重老化及 BMS 均衡功能失效。维修时更换同型号第 3 号模组,升级 BMS 软件修复均衡功能。维修后测试显示,路试动力中断消失、加速正常;快充时间缩短、功率恢复;BMS 数据流中各模组电压一致,温度正常,验证维修有效,车辆性能恢复。

### 5.2 案例二:某插电式混合动力汽车充电中断故障诊断与维修

2020 款某品牌插电式混合动力汽车,行驶 3550 公里,车主反馈用便携式充电器充电时,充电指示灯红、绿交替闪烁,车辆提示充电系统故障。到 4S 店用充电桩测试,起初指示灯绿闪,5 秒后变红闪并伴有“咔嚓”声,1 分钟后灯灭,完全无法充电。

维修人员了解到车辆仅加装隐藏式行车记录仪,断开后故障依旧,排除其影响。查看仪表,纯电里程 0 公里,EV 模式不可用;路试 20 公里后,纯电里程变为 4 公里,EV 模式可用,但充电问题仍在。查阅高电压系统部件连接示意图,因行驶时充电正常,排除公共部分故障,推测可

能是高电压蓄电池充电插座、充电装置、相关线路等故障。检查相关部件外观及线束,未发现破损;断电后检查接口针脚,无异常;测量插座触点电阻,与正常车对比无异常;读取充电装置数据流,发现充电电流变化与指示灯闪烁一致,最终怀疑是高电压蓄电池充电装置故障。确定故障为高电压蓄电池充电装置故障后,更换匹配的高质量充电装置,严格按照手册安装,之后校准 BMS 系统,确保其与新装置协同工作正常。

维修后测试,用充电桩和便携式充电器充电均正常,指示灯无异常,车辆无故障提示,充电电流、电压在正常范围,充电速度和效率恢复,故障解决。

### 5.3 案例总结与启示

从两个案例可总结出,故障诊断时要全面收集信息,结合专业工具检测电池参数,综合分析以准确判断原因。维修策略需针对不同故障采取精准措施,更换部件要匹配,遵循规范操作。维修人员应积累经验、提升技能,注重维修后全面测试,确保故障彻底解决,保障新能源汽车安全可靠运行,推动产业健康发展。

## 6 结论与展望

本文剖析了动力电池常见故障及成因,研究了基于物理模型、数据驱动和知识推理的诊断原理与流程,介绍了四种诊断方法及其优劣,制定了含维修必要性、准备工作、方法流程、质量评估及预防性策略的维修方案,并以案例验证有效性;不足在于诊断方法各有局限,维修通用性、标准化及人员水平待提升,未来将向智能、精准等方向发展,融合诊断方法,利用新技术实现早期预警等,统一维修标准,加强人员培训,推动绿色维修和适应新型电池技术。

### 参考文献

- [1] 孙振宇,王震坡,刘鹏,等.新能源汽车动力电池系统故障诊断研究综述[J].机械工程学报,2021,57(14):87-104.DOI:10.3901/JME.2021.14.087.
- [2] 王力.新能源汽车电池管理系统故障诊断及维修策略分析[J].汽车维护与修理,2025,(11):115-116.
- [3] 庞小雪.新能源汽车空调系统故障诊断与维修效率提升[J].汽车维修技师,2025,(10):45-46.