

# 新能源汽车电池管理系统故障诊断与维修技术研究

费佼佼

上海科学技术职业学院 上海 201800

**摘要:** 新能源汽车电池管理系统作为保障电池安全高效运行的核心装置,对车辆性能至关重要。本文详细阐述电池管理系统结构与工作原理,剖析硬件、软件及连接线路常见故障类型。深入探讨故障诊断技术,涵盖基本流程及多种诊断方法应用要点。系统介绍故障维修技术,包括基本原则流程、各类故障维修策略及维修工具设备应用。通过全面研究,为新能源汽车电池管理系统故障诊断与维修提供理论支持与实践指导。

**关键词:** 新能源汽车; 电池管理系统; 故障诊断; 故障维修; 技术体系

引言:随着新能源汽车产业的蓬勃发展,电池管理系统的重要性日益凸显。电池管理系统承担着电池状态监测、均衡控制、故障预警等关键任务,其可靠运行直接影响新能源汽车的安全性、续航能力与使用寿命。然而,由于电池管理系统结构复杂、运行环境多变,故障时有发生。准确诊断故障并有效维修,对于保障新能源汽车正常运行、提升用户体验具有重要意义。因此,深入开展电池管理系统故障诊断与维修技术研究迫在眉睫。

## 1 新能源汽车电池管理系统结构与工作原理

### 1.1 电池管理系统硬件组成

电池采集模块是硬件系统的基础感知单元,负责捕捉电池运行过程中的关键电气与环境参数,为后续控制决策提供精准数据支撑,采用高精度传感器实现参数的实时捕捉与传输。均衡控制模块承担电池单体一致性调节任务,通过能量转移或耗散的方式优化电池组整体性能,延缓电池老化速率,可使电池单体电压差异控制在50mV以内,保障电池组长期稳定运行<sup>[1]</sup>。通信模块实现电池管理系统与整车其他控制单元的数据交互,采用标准化总线协议保障数据传输的可靠性与实时性,传输速率可达100Mbps,延迟控制在10ms以内,是系统协同工作的关键纽带。控制模块作为硬件系统的核心运算单元,集成微控制器与相关外围电路,处理采集到的各类数据并输出控制指令,运算响应时间不超过5ms,可统筹协调各硬件模块有序运行。

### 1.2 电池管理系统软件功能

电池参数监测功能通过软件算法对采集模块传输的数据进行分析处理,实现电池状态的精准评估,为系统控制提供数据支撑,契合电池管理系统的基础功能需求。均衡控制功能与硬件均衡模块协同工作,通过预设算法判断电池单体差异,启动相应均衡策略,维持电池组一致性,提升电池能量利用效率。故障预警功能通过

对电池运行参数的持续分析,识别异常运行状态,及时触发预警机制,规避电池过充、过放、过热等安全隐患,保障电池系统运行安全。

### 1.3 电池管理系统工作逻辑

电池管理系统工作逻辑遵循监测-分析-决策-执行的闭环管控模式,形成完整运行体系。采集模块持续捕捉电池参数并传输至控制模块,控制模块通过软件算法完成数据处理与状态分析,根据分析结果生成均衡控制、故障预警等相关指令,由对应硬件模块执行。通信模块实现系统与整车其他单元信息交互,动态调整管控策略,确保电池始终处于最佳运行状态,实现安全、高效、长寿的管理目标。

## 2 新能源汽车电池管理系统常见故障类型

### 2.1 硬件故障

硬件故障是电池管理系统最易发生的故障类型,主要源于硬件组件自身损耗、环境应力作用及装配工艺缺陷,直接影响系统硬件的正常运行与数据传输效率,需结合硬件结构特性开展针对性排查<sup>[2]</sup>。采集模块故障多由采集芯片损坏、传感器性能衰减导致,表现为参数采集失真或无法采集,破坏系统数据感知基础,导致后续调控指令缺乏精准数据支撑,影响整个系统的运行稳定性。均衡模块故障主要因均衡电路元件损坏、调控逻辑执行异常引发,无法有效调节单体电池能量分布,加剧电池单体一致性衰减,缩短电池组使用寿命,甚至引发电池运行安全隐患。通信模块故障常由通信芯片故障、协议适配异常导致,阻碍系统与整车其他控制单元的信息交互,造成数据上传中断或控制指令无法下达,破坏系统与整车的协同运行机制。控制模块故障源于微控制器性能失效、控制电路短路等问题,导致系统无法对采集数据进行有效分析与处理,无法生成合理调控指令,直接造成电池管理系统整体瘫痪或运行紊乱。

## 2.2 软件故障

软件故障主要与程序设计缺陷、算法优化不足、数据处理异常相关,虽不直接损坏硬件组件,但会导致系统功能无法正常发挥,甚至引发硬件模块误操作,其隐蔽性较强,排查难度相对较高。程序运行故障多由程序代码漏洞、运行内存溢出引发,表现为程序卡顿、闪退或无法启动,导致软件功能中断,无法实现对电池运行状态的有效监测与调控。数据传输故障源于数据编码错误、传输链路异常,导致采集数据无法准确传输至控制模块,或控制指令无法精准传递至执行模块,造成系统调控滞后或误调控。控制逻辑故障由逻辑算法设计不合理、参数标定错误导致,系统无法根据电池运行状态生成科学调控策略,出现调控偏差,影响电池运行效率与安全性。

## 2.3 连接与线路故障

连接与线路故障主要受车辆行驶振动、环境腐蚀、线路老化等因素影响,破坏系统各模块间的连接稳定性,导致信号传输受阻、电力供应异常,是引发系统故障的重要间接因素。线路接触不良多由接头松动、氧化导致,造成信号传输中断、电力供应不稳定,引发模块运行异常,表现为参数采集波动、指令执行延迟等现象。线路破损与短路源于线路绝缘层老化、外力磨损,导致线路短路或漏电,不仅影响对应模块正常运行,严重时还会损坏硬件组件,甚至引发电池热失控等安全事故。

# 3 新能源汽车电池管理系统故障诊断技术

## 3.1 故障诊断基本流程

故障诊断基本流程遵循标准化、规范化的操作体系,是所有诊断技术应用的基础框架,贯穿故障识别、分析、定位与排查的全过程<sup>[3]</sup>。流程以系统运行状态监测为起点,通过各类检测手段捕捉异常信号,对异常信息进行筛选、处理与分析,明确故障存在与否。在此基础上,结合系统结构与运行机理,缩小故障排查范围,精准定位故障发生部位,进而分析故障产生的核心成因,最终制定针对性的排查与维修方案,完成故障处理后再次监测系统运行状态,确保故障彻底消除,形成闭环式诊断流程。

## 3.2 基于信号检测的诊断技术

基于信号检测的诊断技术以电池管理系统各类运行信号为核心诊断依据,依托信号处理技术实现故障的精准识别,是应用最广泛的基础诊断技术之一。该技术通过专用检测设备采集系统运行过程中的电压、电流、温度等各类信号,对采集到的原始信号进行滤波、降噪等处理,剔除干扰因素,提取信号特征参数。通过分析信

号特征与正常参数范围的偏差,判断故障是否存在及故障严重程度,可有效识别采集模块、线路连接等相关故障,具有检测精度高、响应速度快的优势,适配各类硬件故障的初步排查。

## 3.3 基于故障码的诊断技术

基于故障码的诊断技术依托电池管理系统内置的故障诊断模块,通过故障码存储与读取实现故障快速定位,是售后维修中最常用的诊断技术。系统运行过程中,当检测到异常运行状态时,诊断模块会自动记录故障相关信息,并生成对应的故障码,存储于系统存储单元中。诊断人员通过专用诊断仪器连接系统,读取故障码对应的故障信息,结合系统故障码手册,快速定位故障发生模块与具体原因,大幅缩短故障排查时间,提升维修效率。该技术依赖系统故障诊断算法的完善性,可精准匹配软件故障与各类硬件故障,应用场景覆盖整车售后与日常检修。

## 3.4 基于状态分析的诊断技术

基于状态分析的诊断技术以电池管理系统整体运行状态为诊断核心,融合多维度数据与控制理论,实现故障的预判与精准诊断,属于智能化诊断技术范畴。该技术通过持续监测系统各模块运行参数,结合电池状态评估模型,分析系统整体运行状态与性能变化趋势,预判潜在故障风险。通过对比系统正常运行状态与当前状态的差异,精准识别故障类型与成因,不仅可实现现有故障的排查,还能提前预警潜在故障,为系统维护提供前瞻性支撑,有效降低故障引发的安全风险与经济损失,适配高端新能源汽车的智能化诊断需求。

## 3.5 诊断技术的应用要点

诊断技术的应用需遵循科学合理的原则,结合系统结构特性与故障特点,确保诊断结果的准确性与可靠性。应用过程中,需注重诊断设备的标准化与兼容性,选用适配电池管理系统的专用诊断设备,避免设备不兼容导致的诊断误差。需结合不同诊断技术的优势,根据故障特征选择合适的诊断方法,实现各类故障的全面排查,避免单一诊断技术的局限性。同时,需注重诊断人员的专业能力培养,确保诊断人员熟练掌握系统结构、故障机理与诊断技术要点,能够精准分析诊断结果、制定合理维修方案,还要定期对诊断设备进行校准与维护,保障诊断设备的检测精度,提升故障诊断的整体质量与效率。

# 4 新能源汽车电池管理系统故障维修技术

## 4.1 维修基本原则与流程

维修基本原则与流程是保障维修质量、提升维修效

率、规避二次故障的重要前提,贯穿维修全过程。维修需遵循安全优先、精准维修、预防为主的原则,注重维修过程中的安全防护,避免维修操作引发电池安全隐患<sup>[4]</sup>。维修流程以故障诊断结果为起点,明确故障类型与位置后,制定适配的维修方案,准备专用维修工具与设备,按照规范流程开展维修操作,完成维修后对系统进行全面检测,确认故障彻底消除、系统运行正常,形成完整的维修闭环。

#### 4.2 硬件故障维修技术

硬件故障维修技术聚焦电池管理系统各类硬件模块故障,结合硬件结构特性与故障成因,采用针对性的维修方法,恢复硬件模块正常功能,是故障维修的核心环节。采集模块维修重点针对采集芯片、传感器等核心部件,通过检测部件性能、更换损坏元件,修复参数采集功能,确保采集模块能够精准捕捉电池运行参数,为系统调控提供可靠支撑。均衡模块维修围绕均衡电路元件开展,排查电路损坏部位,更换故障元件、调试电路参数,恢复均衡模块对单体电池能量分布的调控能力,维持电池组整体运行稳定性。通信模块维修主要排查通信芯片、通信接口等关键部件,修复芯片故障、处理接口异常,确保通信模块能够正常实现信息交互,保障系统与整车其他单元的协同运行。控制模块维修针对微控制器、控制电路等核心部件,检测部件运行状态,更换失效元件、调试控制参数,恢复控制模块的数据分析与指令生成功能,主导系统正常运行。

#### 4.3 软件故障维修技术

软件故障维修技术依托软件调试与编程技术,针对程序运行、数据传输、控制逻辑等方面的故障,通过软件层面的修复与调试,恢复软件正常功能,无需更换硬件部件。程序修复与重装针对程序漏洞、内存溢出等问题,通过调试程序代码、修复漏洞,或重新安装适配的系统程序,消除程序运行故障,确保软件能够稳定运行。数据校准与恢复针对数据传输失真、数据丢失等问题,通过校准数据参数、恢复丢失数据,确保数据传输精准、存储完整,为系统调控提供可靠的数据支撑。

#### 4.4 连接与线路故障维修技术

连接与线路故障维修技术聚焦线路连接异常问题,结合线路布局与损坏情况,采用针对性的维修方法,恢复线路连接稳定性,保障信号传输与电力供应正常。维修过程中重点排查线路接头与绝缘层状态,处理接触不良、破损短路等问题,修复或更换损坏线路,确保线路连接可靠、绝缘性能达标。

#### 4.5 维修工具与设备的应用

维修工具与设备的应用是保障维修质量与效率的重要支撑,需选用适配电池管理系统的专用工具与设备,遵循标准化操作规范<sup>[5]</sup>。维修过程中合理选用检测仪器、焊接设备、调试工具等,精准检测故障部位、修复损坏部件、调试系统参数,避免工具设备不当使用引发二次故障,同时定期维护校准工具设备,保障其性能稳定,提升维修操作的精准度与效率。

#### 结束语

新能源汽车电池管理系统故障诊断与维修技术研究,对保障新能源汽车稳定运行意义重大。通过对系统结构原理的剖析,明确了常见故障类型,为故障诊断奠定基础。多种诊断技术的综合应用,提升了故障识别与定位的准确性。维修技术的研究,为故障修复提供了科学方法。维修工具与设备的合理应用,保障了维修质量与效率。只有持续完善诊断与维修技术体系,才能更好地应对电池管理系统故障,推动新能源汽车产业健康发展。

#### 参考文献

- [1]熊大友.新能源汽车电池管理系统故障诊断技术浅析[J].汽车维修技师,2025(6):69-70.
- [2]罗强.新能源汽车电池管理系统故障诊断与维修[J].汽车维修与保养,2025(12):49-51.
- [3]彭康.新能源汽车电池管理系统故障诊断与修复技术研究[J].汽车维修技师,2025(10):24-25.
- [4]陈子麒.新能源汽车电池管理系统故障诊断与维修技术研究[J].汽车维修技师,2025(16):12-13.
- [5]袁晓辉.新能源汽车电池管理系统故障诊断与修复技术探究[J].汽车维修技师,2025(12):17-18.