

电子诊断技术在新能源汽车检测与维修中的应用

司腊梅

西安汽车职业大学 陕西 西安 710038

摘要: 电子诊断技术依托传感器、数据传输与处理技术,为新能源汽车提供精准故障定位与预防性维护支持。本文系统阐述其核心基础、在动力电池、驱动电机等关键系统及维修流程中的应用,分析智能化、网联化等技术发展趋势,提出统一标准、国产化发展等优化方向。研究显示,电子诊断技术通过实时监测与数据分析,有效提升新能源汽车维修效率与安全性,推动行业向主动预防模式转型,为新能源汽车产业高质量发展提供技术保障。

关键词: 电子诊断技术; 新能源汽车; 检测维修; 故障诊断; 预防性维护

引言: 新能源汽车发展迅猛,其检测与维修面临新挑战。传统诊断方式难以满足需求,电子诊断技术应运而生。它融合了传感器、数据传输、数据处理等多项技术,构建起完善的诊断体系。电子诊断技术不仅能精准定位故障,还能实现预防性维护,提升车辆可靠性与安全性。深入探讨其在新能源汽车检测与维修中的应用,对保障车辆正常运行、推动行业健康发展具有重要意义。

1 新能源汽车电子诊断技术的核心基础

1.1 技术支撑体系

传感器技术是诊断信号采集的核心载体,在新能源汽车三电系统中形成全方位感知网络。电池温度传感器以每秒10次的频率实时捕捉电芯温度分布,为热失控预警提供依据;电机转速传感器采用霍尔式技术,其测量精度可达 $\pm 1r/min$,保障控制精度;电压与电流传感器则能以每秒50次的数据采集频率,实现对能量流转的精准监测,这些数据共同构成诊断分析的基础数据源。数据传输技术依托车载网络与远程通信构建双重保障^[1]。车载端以CAN总线为主干,通过差分信号传输实现动力系统毫秒级响应,其传输速率可达1Mbps,配合LIN总线以19.2kbps的速率完成车身舒适系统低速率通信;远程层面借助5G-V2X技术,其下载速率可达1Gbps以上,实现海量诊断数据的实时上传,形成车与云的高效信息交互链路。数据处理技术依赖算法与芯片构建运算核心。车规级MCU芯片的运算能力可达每秒1亿次指令以上,承担实时数据处理任务,结合AI算法对电池健康状态等参数进行精准评估,部分先进系统已能将电池SOH预测误差控制在3%以内,为故障预判提供可靠算力支撑。

1.2 诊断系统的基本构成

车载诊断模块以OBD为基础实现功能扩展,除常规故障存储外,还能以每秒20次的数据采集频率实时采集电池单体电压、电机三相电流等关键参数,满足基础诊

断需求。便携式诊断设备核心组件包括协议转换模块与数据显示单元,如特斯拉诊断平板可直接与车载系统通信,其数据读取速度可达每秒100条故障信息,快速提取故障信息。固定式诊断平台采用分层架构设计,集成充放电测试、绝缘检测等专项模块,通过测功机等设备实现电驱系统性能的全面评估。其充放电测试的电流测量精度可达 $\pm 0.1A$,绝缘检测的电阻测量范围可达 $0.1M\Omega-1000M\Omega$ 。远程诊断系统则构建车-云-端三级结构,云端平台可同时对1000辆以上车辆的数据进行汇总分析,为终端维修提供技术支持。

1.3 电子诊断的核心原理

故障码生成遵循ISO14229标准,当监测参数超出阈值时,ECU自动记录故障类型与状态,形成包含系统代码与故障细节的诊断编码。实时数据流监测通过设定正常范围阈值,对异常波动进行即时识别,如电池单体电压差超0.05V时触发均衡故障提示,其识别时间不超过10ms。系统协同诊断依托车载网络实现跨模块联动,当出现动力受限提示时,诊断系统同时调取BMS与MCU数据,结合电池状态与电机参数进行综合判断,其判断时间不超过50ms,确保故障定位的准确性。诊断过程的高度自动化减少了人工干预,ECU内部预置的故障树逻辑指引着诊断路径,使分析效率得到根本提升。多路数据的时间戳对齐技术确保了跨系统事件关联的精确性,为厘清复杂的因果故障链奠定了基础。

2 电子诊断技术在新能源汽车关键系统的应用

2.1 动力电池系统的电子诊断应用

单体电池状态参数诊断聚焦电芯核心性能指标,通过高频采集电压与内阻变化趋势,以每分钟30次的采集频率识别容量衰减等潜在问题,为电池健康评估提供直接依据。电池组均衡性诊断通过比对各单体充放电曲线一致性,以每10次充放电为一个周期进行检测,及时发

现均衡模块失效引发的性能偏差，避免局部过充过放现象。电池管理系统功能诊断覆盖数据采集精度校验与控制逻辑验证，通过模拟不同工况下的指令响应，以每秒5次的检测频率判断管理系统对充放电过程的调控能力^[2]。电池热管理系统状态诊断监测散热风扇与冷却液循环部件运行状态，结合温度场分布特征，以每分钟10次的检测频率评估热管理策略的执行效果。

2.2 驱动电机系统的电子诊断应用

电机运行参数实时诊断针对转速转矩与功率输出等关键指标，通过连续监测实现动态性能评估，以每秒20次的采集频率及时捕捉运行状态的异常波动。电机控制器功能完整性诊断围绕IGBT模块开关特性与控制信号输出精度展开，通过闭环测试以每分钟5次的检测频率验证控制器对电机运行的调控精度。电机绝缘性能与连接状态诊断采用高压绝缘测试技术，检测绕组与壳体间的绝缘电阻，其测试电压可达1000V，同时监测接线端子的接触稳定性，以每分钟3次的检测频率防范漏电与接触不良风险。电机冷却系统运行状态诊断关注冷却液流量与温度变化，冷却液流量测量精度可达 $\pm 0.5\text{L}/\text{min}$ ，确保冷却系统匹配电机不同负荷下的散热需求。绕组绝缘材料的局部放电现象可通过特高频传感器检测，这为预测电机寿命提供了早期征兆。振动频谱分析也被整合进诊断流程，用以识别轴承磨损或转子不平衡等机械类隐患。

2.3 整车控制系统的电子诊断应用

控制模块通信链路诊断通过监测总线数据传输效率与误码率，以每秒10次的检测频率排查节点故障与线路干扰问题，保障模块间信息交互的可靠性。整车控制策略执行状态诊断模拟不同驾驶场景，以每分钟2次的检测频率验证控制策略对动力输出与能量分配的调控效果，确保符合设计标准。输入输出接口信号完整性诊断校验传感器与执行器的信号传输质量，以每秒15次的检测频率识别信号衰减与失真问题。整车能量管理逻辑诊断评估不同工况下的能量分配策略，以每分钟4次的检测频率确保动力供给与能耗控制达到最优平衡。

2.4 辅助系统的电子诊断应用

充电系统诊断区分快充慢充模式，检测充电接口接触状态与充电功率调节能力，快充模式下充电功率可达60kW以上，慢充模式下充电功率可达7kW，保障充电过程安全稳定。高压配电系统诊断重点监测绝缘性能与回路通断状态，通过绝缘电阻测试与回路电压检测，绝缘电阻测试范围为 $0.1\text{M}\Omega$ - $1000\text{M}\Omega$ ，防范高压安全隐患。车载电子附件系统功能诊断覆盖空调导航与灯光等设备，通过激活各附件并监测运行参数，以每分钟5次的检测频率验证控

制信号与执行机构的协同工作能力，确保附件系统稳定运行。辅助驾驶系统的诊断已纳入环境感知传感器的标定与功能验证，毫米波雷达的信号质量检测、摄像头图像的畸变校正均纳入诊断范畴，通过这些针对性诊断项目，进一步提升整车智能化功能的安全冗余。

3 电子诊断技术在维修流程中的应用环节

3.1 故障初步定位阶段的应用

基于诊断设备的故障码快速读取是该阶段核心手段，维修人员通过专用诊断仪接入车载OBD接口，调取各ECU存储的故障信息^[3]。这些信息依托标准化协议生成，直接关联故障发生的系统与大致范围，为初步判断提供方向。诊断仪读取故障码的速度可达每秒20条，关键数据流初步分析与故障指向则是对故障码的补充验证，通过诊断设备实时调取电池电压、电机转速等核心参数，其数据采集频率可达每秒30次，对比标准运行范围，锁定与故障现象关联度最高的异常参数，缩小排查范围。

3.2 故障深度排查阶段的应用

系统协同诊断与故障根源追溯强调跨模块关联分析，结合多系统数据流判断故障传导路径，避免孤立检测导致的误判。其数据关联分析时间不超过100ms。动态工况下的实时诊断监测通过模拟车辆行驶、加速、爬坡等场景，以每秒10次的采集频率捕捉静态检测难以发现的间歇性故障。隐性故障的数据分析与识别则依托诊断系统的历史数据存储功能，可存储至少1年的诊断数据，通过对比不同周期参数变化规律，挖掘性能缓慢衰减等不易察觉的故障隐患。利用统计过程控制方法对长期数据进行处理，能够设定参数变化的动态控制限，从而更灵敏地捕捉偏离正常衰退轨迹的异常点。

3.3 维修实施与验证阶段的应用

维修过程中的参数校准与匹配针对更换核心部件后的系统适配需求，通过诊断设备将新部件参数录入控制模块，其参数录入时间不超过5s，确保与整车系统兼容。维修后系统功能完整性诊断全面检测相关系统的各项功能，以每分钟3次的检测频率验证维修操作对故障的解决效果。维修效果的数据流验证则通过连续监测维修后的关键参数，连续监测时间不少于30分钟，确认恢复至正常范围，同时观察参数稳定性，确保故障彻底消除无残留问题。

3.4 预防性维护中的应用

基于历史诊断数据的状态评估通过汇总车辆全生命周期诊断记录，建立各系统性能衰退模型，可分析至少5年的诊断数据，为维护计划制定提供数据支撑^[4]。关键

部件寿命趋势诊断与预警聚焦电池、电机等核心部件,通过持续追踪性能参数变化,以每分钟2次的检测频率预判使用寿命节点,提前发出维护提醒,降低突发故障概率。云端平台通过聚合车队级数据,能够建立更具普适性的部件失效概率模型,从而为单一车辆提供更精准的、基于群体可靠性数据的维护建议。

4 电子诊断技术的发展趋势与应用优化方向

4.1 技术发展趋势

智能化诊断核心在于AI算法的深度融合,通过机器学习挖掘诊断数据与故障间的潜在关联,可处理至少10000条诊断数据,提升复杂故障的判断能力。网联化诊断依托车联网技术实现车与云的协同,云端平台可同时连接至少10000辆车辆,集中处理多车数据,为车载诊断提供更全面的决策支持。集成化诊断致力于多系统功能的一体化整合,打破各诊断模块的信息壁垒,实现整车诊断数据的集中管理与分析。预测性诊断以大数据为基础,通过持续监测核心部件状态,提前识别性能衰退迹象并发出预警,推动维修模式从被动响应向主动预防转变。边缘计算与车载诊断的融合使得数据预处理在车端完成,仅将特征值或异常摘要上传云端,这大幅降低了对通信带宽的依赖并提升了响应实时性。区块链技术在诊断数据存证与共享中的应用探索,旨在确保数据可信、防篡改,并构建多方协作的信任机制。

4.2 应用优化方向

构建统一化诊断标准与接口规范是行业发展的关键,可解决不同品牌车型诊断设备不兼容的问题,提升维修效率。推动诊断设备与技术的国产化发展,需加强核心芯片与软件算法的自主研发,降低对外部技术的依

赖。加强维修人员专业技术培训体系建设,应结合技术发展更新培训内容,提升对智能诊断系统的操作与应用能力。完善诊断数据的管理与应用体系,需建立规范的数据采集与存储机制,确保数据安全的同时充分发挥在技术优化中的价值。同时,学术界与工业界的合作应进一步深化,将最新的故障诊断理论研究成果,更迅速地应用到实际工程场景中,开发出适配工程需求的实用工具与高效算法。这种产学研的紧密联动,能够加速诊断技术从实验室走向维修车间,持续为行业发展注入创新活力。

结束语

电子诊断技术凭借传感器、数据传输与处理技术构建的完整体系,在新能源汽车动力电池、驱动电机等关键系统及全维修流程中发挥核心作用。通过实时监测与数据分析,精准定位故障、实现预防性维护,有效提升维修效率与车辆安全性,推动维修模式向主动预防转型。落实统一诊断标准、推进技术国产化等优化方向,深化产学研联动,可进一步释放技术价值,为新能源汽车产业高质量发展筑牢技术保障。

参考文献

- [1]赵鑫.电子诊断技术在新能源汽车检测与维修中的应用[J].汽车维修与保养,2025(8):129-130.
- [2]顾帅杰,刘超飞.电子诊断技术在新能源汽车检测与维修中的应用[J].汽车电器,2025(9):170-172.
- [3]李有志,韩正.电子诊断技术在新能源汽车检测与维修中的应用研究[J].汽车测试报告,2023(1):65-67.
- [4]李小华,朱熙河,黄孜君,等.基于电子诊断技术的新能源汽车检测与维修[J].汽车维修与保养,2024(6):94-95.