

# 新能源汽车电机常见故障诊断及维修策略分析

段春利

阿克苏地区中等职业技术学校, 新疆 阿克苏 843000

**摘要:** 围绕新能源汽车驱动电机故障诊断与维修的行业痛点, 梳理电机系统的结构组成与运行机理, 从机械、电气、控制传感三个维度解析常见故障的形成逻辑与演化特征, 构建多维度协同的故障诊断方法体系, 提出分级分类的维修实践策略与全流程质量管控路径。研究结合电机系统的运维场景与技术特性, 明确不同故障类型的识别路径与维修优先级, 为新能源汽车售后运维提供系统的理论参考与可落地的实践方向, 助力提升电机系统运行可靠性与整车运维效率, 推动新能源汽车后市场服务体系的专业化与标准化升级。

**关键词:** 新能源汽车; 驱动电机; 故障诊断; 维修策略; 运维管控

DOI: 10.64649/yh.jydk.issn3080-2660.202610045

## 0 引言

新能源汽车产业的快速推进, 使得驱动电机作为整车动力核心的重要性愈发凸显, 其运行状态直接决定整车动力性能、行驶安全性与使用经济性。随着新能源汽车保有量的稳步提升, 电机故障引发的车辆停驶、维修成本偏高与运维效率偏低等问题逐渐显现, 传统依赖人工经验的故障排查方式存在识别滞后、精准度不足等局限, 难以适配当下规模化的运维需求。在此背景下, 系统梳理电机常见故障类型与内在成因, 探索精准高效的故障诊断方法, 构建科学完善的维修策略体系, 对保障车辆运行安全、降低全生命周期运维成本具有重要现实意义, 也可作为新能源汽车后市场运维规范的完善提供支撑。

## 1 新能源汽车驱动电机系统的运行机理与故障特征

### 1.1 驱动电机系统的组成与运行逻辑

新能源汽车驱动电机系统以永磁同步电机为核心应用类型, 整套系统由电机本体、电机控制器、冷却模块、位置传感装置与高压线束共同构成, 运行过程中通过电机控制器接收整车控制指令, 将高压直流电转换为可控的三相交流电, 驱动电机转子产生旋转磁场, 进而将电能转化为机械能输出, 为车辆行驶提供动力。冷却模块通过液冷或风冷方式维持电机工作温度在合理区间, 位置传感装置实时采集转子转速与位置信号, 反馈至控制器形成闭环控制, 保障动力输出的平顺性与精准性。整套系统集成机械传动、电气转换与智能控制于一体, 各部件关联性强, 单一部件异常易引发连锁反应。

### 1.2 电机故障的整体表现特征与演化规律

新能源汽车电机故障具有隐蔽性、渐进性与关联性三大核心特征。故障早期多表现为细微的运行参数波动或轻微异响, 不易被驾乘人员察觉, 随着运行时长增加, 故障程度逐步加深, 最终引发动力下降、行驶中断甚至部件损毁等

严重后果。机械故障与电气故障之间存在演化关联, 长期的机械磨损会引发转子运行偏移, 进而加剧绕组振动, 加速绝缘层老化, 诱发电气故障; 而电气故障导致的局部过热, 也会造成轴承润滑失效、永磁体性能衰减, 进一步加重机械部件损耗。故障演化速度受运行工况、环境条件与保养程度影响, 极端工况下故障进程会明显加快。

## 2 新能源汽车电机常见故障类型及成因解析

### 2.1 机械类故障及形成机理

机械类故障是电机运行中最为常见的故障类型, 核心集中在轴承部件与转子结构上。轴承磨损与失效是主要故障形式, 电机长期高速运转过程中, 轴承内部润滑脂逐渐损耗、变质, 润滑性能下降, 滚动体与滚道之间的摩擦加剧, 造成磨损量持续增加, 进而引发轴承异响、转子径向跳动增大等问题。转子扫膛属于较为严重的机械故障, 多由轴承磨损超限、转轴变形或端盖松动引发, 转子与定子内壁发生摩擦, 会造成绕组绝缘层破损与铁芯磨损, 短时间内即可引发严重的电气故障。电机壳体受外力冲击或长期交变应力作用产生的形变, 也会破坏内部部件的配合精度, 诱发多种机械故障。

### 2.2 电气类故障及触发因素

电气类故障直接影响电机的能量转换效率与运行安全性, 主要包括定子绕组故障与永磁体性能衰减两类。定子绕组绝缘老化与匝间短路是高发故障, 电机长期过载运行或冷却系统异常会导致内部温度持续偏高, 加速绕组绝缘层的热老化, 加之环境中潮气、腐蚀性气体的侵蚀, 绝缘性能逐步下降, 最终引发匝间短路甚至绕组烧毁。永磁体退磁是永磁同步电机特有的故障形式, 高温、电枢反应反磁作用与外部强磁场干扰都会造成永磁体磁性能下降, 退磁后电机动力输出减弱、工作电流升高, 进一步加剧发热问题, 形成恶性循环。高压线束绝缘层破损、接线端子松动等连接故障, 也会引

发供电异常,诱发电机运行故障。

### 2.3 控制与传感类故障及产生根源

控制与传感类故障直接影响电机系统的闭环控制精度,严重时会导致动力输出失控。位置传感器是故障高发部件,以旋转变压器为例,其内部线圈老化、磁片偏移或信号线路受电磁干扰,都会造成位置信号采集偏差,导致电机控制器换相错误,引发电机抖动、动力输出异常等问题。电机控制器本身的故障多由功率器件损坏、驱动电路异常引发,高压冲击、散热不良与电磁兼容问题都会造成控制器内部元器件失效,无法正常输出驱动信号。整车通信线路传输异常会导致控制指令传输中断,电机系统无法接收运行指令,进入停机保护状态,这类故障易与电机本体故障混淆,增加排查难度。

## 3 新能源汽车电机故障的智能诊断方法体系

### 3.1 基于运行参数的状态监测诊断法

基于运行参数的诊断方法依托电机控制系统自带的传感体系,实时采集电机运行过程中的三相电流、工作温度、转子转速与输出扭矩等核心参数,通过参数的异常变化识别故障隐患。正常运行状态下,电机各项参数处于稳定区间,当某一部件出现故障时,对应参数会出现偏离基准的波动,例如绕组匝间短路会对应三相电流不平衡,轴承磨损会伴随转速波动与温度异常升高。该方法无需额外加装检测设备,可实现实时在线监测,能够快速定位电气类与控制类故障,是车载故障诊断系统的核心技术路径,适用于日常行车过程中的故障预警与初步排查。

### 3.2 基于振动噪声的特征识别诊断法

基于振动噪声的诊断方法主要针对机械类故障,通过专用检测设备采集电机运行过程中的振动信号与噪声频谱,分析信号的频率特征与幅值变化,对应不同的机械故障类型。不同机械故障会产生特定频率的振动信号,轴承故障对应特定的滚动体通过频率,转子不平衡对应与转速同频的振动峰值,通过频谱分析可精准区分故障类型与故障位置。该方法诊断精度较高,能够识别早期轻微的机械故障,适用于售后门店的深度检测与故障复核,可有效弥补车载监测系统在机械故障识别上的不足,实现故障的早发现、早处置。

### 3.3 基于车载终端的远程预警诊断法

基于车联网技术的远程预警诊断是新兴的智能化诊断方式,通过车载终端实时采集电机系统的运行数据并上传至云端平台,后台利用大数据分析技术构建电机健康状态模型,对数据进行连续跟踪与趋势分析,在故障萌芽阶段即可识别异常并发出预警。该方法突破了空间限制,可实现批量车辆的统一运维管理,能够

提前预判潜在故障,引导车主就近进站检测,避免故障扩大造成更严重的部件损坏。云端可积累不同工况、不同环境下的电机运行数据,持续优化故障识别模型,不断提升诊断的精准性与前瞻性。

## 4 新能源汽车电机故障的维修实践策略优化

### 4.1 分级分类的故障维修响应机制

针对不同严重程度的电机故障,建立分级分类的响应机制,匹配对应的维修资源与流程,提升维修效率与资源利用率。

#### 4.1.1 轻微故障的快速处置方案

轻微故障主要包括传感器信号漂移、接线端子松动、冷却系统管路堵塞等,这类故障未对电机本体造成实质性损坏,可通过现场调试与简单部件更换完成修复。对于可远程判定的轻微故障,可通过车联网后台推送临时处置指引,引导车主通过系统重启、外观接口检查等方式初步排查,减少不必要的进站成本。维修过程中优先排查线路连接与传感部件,通过校准传感器参数、紧固接线端子、清理冷却管路等方式快速排除故障,无需拆解电机本体,最大程度缩短维修时长,降低维修成本。

#### 4.1.2 中度故障的专项维修流程

中度故障包括轴承磨损、绕组局部绝缘故障、永磁体轻微退磁等,这类故障已对电机部件造成一定损耗,需拆解电机进行专项维修。拆解作业需在洁净的专用作业区域开展,避免粉尘杂质进入电机内部造成次生污染。轴承更换同步配套更换密封件与润滑脂,严格把控装配间隙与紧固力矩,保障部件配合精度。维修前需通过全面检测明确故障位置与损坏程度,制定针对性维修方案,轴承故障采用同规格优质轴承替换,绕组故障进行绝缘修复或局部线圈更换,修复后需进行动平衡调试与性能测试,确保维修质量。

#### 4.1.3 严重故障的总成更换规范

严重故障包括绕组烧毁、转子扫膛、电机壳体严重变形等,这类故障修复难度大、成本高,且修复后可靠性难以保障,优先采用电机总成更换的方式进行处置。更换前需对整车高压系统执行完整的断电验电流程,对安装接触面进行清洁平整处理,同步检查更换老化的高压插接件,避免后续接触不良隐患。更换过程严格遵循原厂工艺规范,做好高压断电防护,确保新总成与整车控制系统的匹配,更换完成后进行全功能测试与路试验证,保障车辆动力性能恢复至原厂状态。

### 4.2 全流程维修质量管控路径

建立覆盖维修全流程的质量管控体系,保障维修效果稳定可靠,避免二次故障出现。

#### 4.2.1 维修前的故障复核与方案制定

车辆进站后,先结合车主反馈的故障现象,

调出车辆过往维修记录和运行数据一起分析判断,使用多种诊断方式交叉核对,确定故障类型和损坏程度,减少单纯依靠经验判断产生的误差,避免误判造成的过度维修或者维修不彻底的问题。再根据故障诊断结果制定细致的维修方案,确定维修步骤、需要更换的配件和验收标准,提前做好配件、调配好人员,保证维修过程可以顺利推进。

#### 4.2.2 维修中的工艺规范与部件管控

维修全程严格按照电机维修的工艺标准操作,拆解与装配都使用专用工具,避免暴力操作给部件带来二次损坏。关键工序执行双人复核制度,保证装配精度符合工艺要求,防止操作疏漏引发质量问题,对更换部件的质量严格把关,优先选用原厂配件或是符合原厂标准的优质配件,避免劣质配件造成后续故障。涉及高压操作的环节,严格依照高压安全操作规程执行,做好绝缘防护与断电验电工作,保障维修人员的安全。

#### 4.2.3 维修后的性能测试与验证

维修结束之后,需要做全面的性能测试,包含空载运行测试、负载模拟测试以及实车道路测试,检测电机的动力输出、运行平稳性、温度变化和控制精度,确认所有性能指标都符合标准。测试过程中会全程记录关键参数,整理成规范的维修检测报告交给车主,保证维修信息透明可查,同时还会留存维修检测记录,建立对应的维修档案,给后续的运维保养提供数据参考,也方便之后进行故障追溯和质量跟踪。

### 4.3 预防性维护与长效运维保障策略

调整运维思路,把事后故障维修改成提前预防维护,从根源上减少电机故障出现的概率,延长电机的使用时间。

#### 4.3.1 定期检测与保养的标准化流程

制定标准化的电机系统定期检测保养流程,明确不同行驶里程对应的检测项目与保养内容,结合车辆使用环境的差异灵活调整保养周期,在恶劣工况下适当缩短检测间隔,提高保养的针对性。常规保养重点检查冷却系统状态、高压线束连接情况与传感器信号精度,定期清理冷却系统杂质、更换冷却液,紧固接线端子;

深度保养要对电机内部进行检测,评估轴承磨损状态、绕组绝缘性能与永磁体磁性能,及时发现潜在隐患并提前处理。

#### 4.3.2 极端工况下的专项防护措施

针对高温、高寒、高粉尘这类极端工作条件,要制定专门的防护方案,处于高温环境时,要增加冷却系统的检查次数,避免电机长时间满负荷运行;处于高寒环境时,车辆启动后先给电机预热,避免低温环境下出现大电流冲击,处于高粉尘环境时,要定期清理电机外壳和冷却系统堆积的粉尘,防止粉尘进入设备内部,造成零件磨损或是散热效果变差。车辆长时间停放后,重新投入使用前,要进行全面的状态检查,避免存放期间受潮、锈蚀等问题引发故障。

#### 4.3.3 运维人员的专业能力提升路径

建立系统化的运维人员培训体系,定期进行电机结构原理、故障诊断方法、维修工艺规范以及安全操作等内容的培训,结合新型电机技术的更新迭代及时调整培训内容,更新技术人员知识储备,适配新型电机技术的运维需求。搭建技术交流平台,共享典型故障案例与维修经验,提高一线维修人员的故障排查与处置能力,保障维修服务的专业性与规范性。

## 5 结束语

新能源汽车驱动电机的故障诊断与维修,是汽车后市场运维体系的主要环节,直接影响整车运行安全以及用户的用车体验。系统梳理电机系统的运行机理与故障演化规律后,从多个角度分析常见故障的内在成因,搭建在线监测、特征识别与远程预警相结合的智能诊断体系,能够有效提高故障识别的精准度与前瞻性,搭配分级分类的维修响应机制、全流程质量管控路径与预防性维护策略协同落地,可做到故障的高效处置与根源防控,全面提高电机系统的运行可靠性。未来随着电机技术不断更新迭代,以及车联网技术的深入应用,故障诊断会朝着更智能、更精准的预测性方向发展,维修策略也需要同步改进升级,不断适配产业发展需求,为新能源汽车产业的高质量发展打好运维基础,也为用户出行提供更可靠的保障。

## 参考文献:

- [1] 谢圣玉. 新能源汽车电机驱动系统故障排查与维修实践 [J]. 汽车维护与修理, 2025, (15): 103-104.
- [2] 李雯洁. 新能源汽车电机控制器故障诊断与维修技术综述 [J]. 汽车维修技师, 2025, (10): 33-34.
- [3] 刁维芹. 新能源汽车驱动电机常见故障分析 [J]. 汽车维修, 2025, (2): 37-38.
- [4] 蔚敬斌. 新能源汽车电机故障分析与维修策略创新 [J]. 专用汽车, 2025, (4): 108-110.
- [5] 刘生辉. 新能源汽车电机故障诊断与维护方法探讨 [J]. 汽车维修技师, 2024, (16): 45-46.

**作者简介:** 段春利 (1990.01—), 男, 汉族, 河南民权人, 本科, 讲师, 研究方向: 汽车运用与维修。