

220吨卡车电动轮故障诊断关键技术研究

王广雨

国能北电胜利能源有限公司 内蒙古 锡林郭勒盟 026000

摘要: 220吨卡车电动轮作为重载矿用车辆核心总成,集成动力、传动与制动功能,其故障直接影响车辆作业连续性,与钳工检修实操密切相关。本文结合钳工检修经验,阐述电动轮结构特性与常见故障类型,深入分析故障信号采集、处理、识别及定位等关键技术,针对钳工实操中存在的信号采集效率、故障识别准确性、故障定位速度问题提出优化方向,探讨不同工况及电动轮老化状态下适配钳工检修的诊断技术改进方法,为提升220吨卡车电动轮故障诊断水平、便捷钳工检修作业提供理论支持与技术参考。

关键词: 220吨卡车; 电动轮; 故障诊断; 关键技术; 钳工适配; 检修改进

引言: 在矿用运输领域,220吨卡车承担繁重物料运输任务,电动轮作为电驱动系统关键总成,其性能直接决定车辆运行安全性与可靠性。由于长期处于重载、恶劣环境等复杂工况,电动轮故障频发,不仅影响生产效率,还增加钳工检修工作量与难度,甚至引发安全事故。因此,结合钳工检修实操需求,深入研究220吨卡车电动轮故障诊断关键技术,实现故障类型精准识别、故障部位快速定位,对保障车辆稳定运行、降低钳工检修强度、缩短检修时间、提高矿区生产效益具有重要意义。

1 220吨卡车电动轮结构与故障类型

1.1 电动轮核心结构组成

220吨卡车电动轮采用集成化设计,整合动力输出、传动减速及制动控制功能,其结构组成直接决定钳工检修重点。驱动电机为动力核心,大型重载车型多采用交流牵引电机,依托变频技术实现宽范围调速,电机壳体、接线端子为钳工日常检查重点部位。轮边减速机构与驱动电机紧密衔接,主流采用行星齿轮减速结构,通过太阳轮、行星轮与行星架协同运作实现转速降低与转矩放大,齿轮啮合面、轴承安装部位为钳工拆解检修的核心区域^[1]。轮毂与制动系统无缝集成,电气制动通过电机反转实现能耗制动,机械制动依托高压油驱动制动部件,制动盘、制动片、液压管路为钳工定期维保关键部件。电气控制与传输结构贯穿总成,包括整流逆变模块、控制单元及信号传输线路,线路接头、接线端子的紧固度的为钳工日常排查重点,各结构协同保障电动轮正常运行。

1.2 电动轮常见故障分类

结合220吨卡车电动轮结构特性、重载矿用作业工况及钳工检修经验,常见故障划分为机械类、电气类与传

动类三大类别,均为钳工日常检修高频处理对象。机械类故障集中于轮边减速机构与制动系统,表现为齿轮磨损、轴承损坏、制动部件卡滞等,多由重载工况下部件长期承受交变应力与摩擦损耗导致,需钳工通过拆解检查确认故障程度。电气类故障发生在驱动电机与电气控制结构,包括定子绕组短路、转子绕组断路、控制模块故障及线路接触不良等,需钳工借助万用表、兆欧表等工具排查定位,此类故障直接导致电动轮动力中断或运行异常。传动类故障体现在动力传递环节,涵盖减速机构齿轮啮合异常、传动部件松动等,需钳工通过目视检查、手感触摸判断故障,会造成动力传递效率下降,严重时引发动力中断,三类故障相互关联,易产生连锁反应。

1.3 故障产生的主要诱因

电动轮故障产生与结构设计、运行工况及钳工维护操作密切相关,多重因素叠加导致故障频发。重载工况下持续高负荷运行是核心诱因,电动轮各部件长期承受交变应力与冲击载荷,易引发机械磨损、材料疲劳及部件变形,增加钳工检修频次。环境因素影响显著,矿用场景中的粉尘、潮湿水汽,会侵蚀电气部件与传动结构,导致线路绝缘下降、机械部件锈蚀卡顿,需钳工加强密封检查、清洁维保。钳工维护操作不当会加剧故障发生,润滑不充分导致部件摩擦加剧,线路连接不规范引发接触不良,散热系统清理不及时导致控制模块与电机过热,驱动电机磁场电流异常引发运行不稳,这些均需通过规范钳工操作规避,降低故障发生率。

2 220吨卡车电动轮故障诊断关键技术

2.1 故障信号采集技术

信号采集参数选择结合电动轮结构特性、故障表现规律及钳工实操便利性,聚焦能直接反映部件运行状态的核心参数。机械类故障重点选取振动加速度、转速参

数,捕捉齿轮磨损、轴承损坏引发的振动异常,适配钳工对机械部件的检修判断习惯。电气类故障侧重采集电压、电流及温度参数,捕捉绕组短路、控制模块故障导致的电信号波动,便于钳工借助常规检测工具排查^[2]。信号采集设备选型需适配重载矿用工况,选用抗粉尘、抗振动、耐高温的工业级设备,振动传感器部署于轮边减速机构与驱动电机壳体关键位置,便于钳工安装、调试与维护;电信号采集设备与电气控制模块精准对接,减少信号传输损耗,保障采集信号完整准确。干扰信号抑制采用屏蔽布线、数字滤波及可靠接地处理,降低电磁干扰与环境杂波影响,保障采集信号纯净度,为钳工故障判断提供高质量数据支撑。

2.2 故障信号处理技术

信号预处理用于消除冗余信息与干扰成分,提升信号质量,适配钳工对故障信号的直观判断需求。采用小波分析方法对原始信号分解重构,高效分离有效信号与干扰信号,弥补传统滤波方法不足,贴合电动轮故障信号复杂特性。通过信号平滑处理弱化随机干扰,修正设备误差导致的偏差,提升信号稳定性,便于钳工快速捕捉异常信号。特征信号提取结合不同故障类型,机械故障采用时域分析提取峰值、峭度等参数,精准反映机械部件磨损损坏状态,契合钳工对机械故障的判断逻辑;电气故障采用频域分析提取谐波分量、频谱峰值等参数,挖掘电信号异常特征,帮助钳工快速区分正常与故障状态,为故障识别提供精准依据。

2.3 故障识别技术

基于信号特征的识别方法依托提取的故障特征参数,构建适配钳工检修的故障识别模型,通过特征参数变化规律判断故障。结合电动轮故障非线性特点,采用机器学习算法构建模型,通过各类故障特征参数系统训练,适配多故障类型识别需求,提升识别全面性,降低钳工故障误判概率。故障模式匹配需建立完善的故障模式库,整合各类故障的特征模式与表现形式,涵盖机械、电气、传动类故障典型特征,贴合钳工日常检修积累的故障经验。将实时故障特征与模式库比对,通过相似度分析确定故障类型,解决单一特征识别准确性不足的问题,提升故障识别可靠性,便于钳工快速明确检修方向。

2.4 故障定位技术

多信号融合定位方法整合振动、电信号及温度信号,通过信息融合算法实现信号互补,弥补单一信号定位局限性,提升定位全面性与精准度,减少钳工盲目排查时间。结合各信号与故障部位的关联度,科学分配权

重,通过融合分析缩小定位范围,助力钳工快速锁定故障区域。故障部位精准定位策略结合电动轮结构布局,针对不同故障类型制定适配钳工检修的方案:机械故障通过振动信号传播路径与特征频率,定位磨损或损坏部件,精准锁定轮边减速机构、轴承等易损部位,便于钳工拆解检修;电气故障通过电信号异常分布,定位故障模块或线路,明确控制模块、传输线路等位置,为钳工检测、更换部件提供明确方向,降低检修成本与时间损耗。

3 故障诊断技术的优化方向

3.1 信号采集效率优化

信号采集效率优化围绕参数筛选、设备协同及钳工实操便利性展开,依托智能参数自适应调节技术,实现采集参数动态匹配。结合电动轮不同运行状态下的信号特征差异,通过自适应算法实时调整采集频率与参数类型,避免无效参数采集,减少钳工数据处理工作量。优化采集设备运行机制,采用低功耗、高速响应模块,缩短采集周期、提升传输速率,适配钳工快速排查需求。优化采集路径布局,减少信号传输延迟,采用分布式采集架构实现多部位信号同步采集,摒弃冗余环节,提升整体效率^[3]。优化设备启停控制逻辑,根据电动轮运行工况自动启停采集,避免无效采集,同时便于钳工日常操作与维护,提升采集效率的合理性与经济性。

3.2 故障识别准确性优化

故障识别准确性优化聚焦特征提取精度与识别模型性能,贴合钳工检修实操需求,减少故障误判。完善特征信号提取算法,结合小波包分析与经验模态分解技术,挖掘细微故障特征,减少信息遗漏,便于钳工识别轻微故障。优化识别模型训练机制,引入迁移学习算法,整合不同工况下的故障数据,提升模型对复杂工况、轻微故障的识别能力,降低钳工判断难度。优化故障模式库更新机制,实时整合新型故障特征与模式,弥补覆盖不全面的短板,提升特征比对精准度,契合钳工检修经验积累需求。优化识别算法抗干扰能力,通过信号特征增强技术,强化故障与正常特征的区分度,减少环境干扰与设备误差对识别结果的影响,提升识别稳定性与准确性。

3.3 故障定位速度优化

故障定位速度优化以缩短定位周期、提升响应能力为核心,适配钳工快速检修需求,减少停机时间。优化多信号融合算法,简化计算流程,减少数据处理耗时,实现多源信号快速融合分析,助力钳工快速锁定故障范围。构建故障部位与信号特征的关联映射关系,通过预设特征阈值快速锁定疑似故障范围,避免盲目定位,缩

短钳工排查时间。优化定位策略适配性,针对不同故障类型制定差异化快速定位方案:机械故障侧重振动信号快速解析,电气故障侧重电信号实时监测,提升定位针对性与速度^[4]。优化定位数据处理效率,采用边缘计算技术将部分数据处理任务下沉至采集端,减少传输与后台处理延迟,实现故障部位快速定位,为钳工及时开展检修提供支撑。

4 故障诊断技术的适配性改进

4.1 不同工况下诊断技术的适配调整

4.1.1 重载工况下的诊断适配调整

重载工况下电动轮部件载荷大、振动剧烈,诊断技术需适配该工况,同时贴合钳工检修实操。优化信号采集参数调节范围,提高振动信号采集频率,扩大电压、电流采集量程,捕捉重载下部件异常的微弱信号变化,便于钳工精准判断故障。调整采集设备防护等级,选用耐冲击、抗过载模块,强化设备在重载振动环境下的稳定性,避免设备损坏导致诊断中断,减少钳工设备维护工作量。优化信号预处理算法,增强对强干扰信号的滤除能力,提升故障特征提取精准度,适配重载工况下故障信号复杂特性,助力钳工快速识别故障。

4.1.2 复杂环境工况下的诊断适配调整

复杂环境工况涵盖粉尘、潮湿、高低温等场景,诊断技术调整重点围绕环境适应性,同时兼顾钳工检修便利性。优化采集设备密封结构,采用防尘防水封装设计,防止粉尘、水汽侵入,保障设备正常运行,减少钳工设备清洁与维修频次。调整信号传输线路布置,采用耐高温、抗腐蚀线缆,减少环境因素对信号传输的影响,避免线路老化引发信号失真,便于钳工线路排查与更换。优化故障识别算法环境适应性,结合环境参数对故障信号的影响规律,修正识别模型特征阈值,确保不同环境下均能精准诊断,降低钳工故障判断难度。

4.2 电动轮老化状态下的诊断适配方法

4.2.1 老化部件信号特征的适配调整

电动轮老化过程中,部件性能衰减导致故障信号特征偏移,诊断技术需适配该变化,同时贴合钳工对老化部件的检修判断。建立老化部件信号特征数据库,跟踪

不同老化程度下的信号变化规律,修正故障特征提取判定标准,避免将正常老化损耗误判为故障,减少钳工无效检修^[5]。优化特征信号提取算法,重点捕捉老化导致的部件磨损、性能下降引发的特征参数渐变,区分正常老化与故障状态,提升诊断准确性,帮助钳工精准判断部件健康状态,合理制定检修计划。

4.2.2 老化状态下诊断策略的动态适配

针对电动轮老化程度差异,构建动态适配的诊断策略,适配钳工对老化部件的分级检修需求。采用老化程度评估技术,实时判断电动轮整体及各部件老化等级,根据老化等级调整诊断频率与参数设置,老化程度较高部件适当提高诊断频率,便于钳工重点监测、提前维保。优化故障定位策略,结合老化部件易损特性,重点监测高频故障部位,缩短定位周期,减少钳工排查时间。调整诊断模型训练逻辑,融入老化故障数据,提升模型对老化相关故障的识别能力,实现老化状态下诊断技术精准适配,助力钳工高效开展老化部件检修与更换。

结束语

220吨卡车电动轮故障诊断关键技术的研究需紧密结合钳工检修实操需求,持续优化信号采集、处理、识别及定位技术,针对不同工况和电动轮老化状态进行适配性改进,才能有效提升故障诊断效率与准确性。这将为矿区220吨卡车稳定运行提供坚实保障,减少故障停机时间,降低钳工检修强度与成本,推动矿用运输行业向智能化、高效化发展,切实提升矿区整体生产效益。

参考文献

- [1]王彬彬.大吨位矿用自卸卡车电动轮故障分析及检修技术[J].矿业装备,2025(12):61-63.
- [2]张彪.630E矿用卡车电动轮故障检测及分析[J].露天采矿技术,2021,36(4):112-115.
- [3]刘海鹏.矿用电动轮自卸卡车水温高故障的分析及排除方法[J].露天采矿技术,2025,40(4):93-96.
- [4]高云虎,史永斌.交流电动轮卡车逆变器高压故障分析[J].露天采矿技术,2022,37(5):105-107,111.
- [5]王科懿.大吨位矿用自卸卡车电动轮检修技术研究[J].现代制造技术与装备,2024,60(11):131-133.