

客运架空索道机械制动系统性能检测与改进方法

王艺钦

摘要:本文针对客运架空索道机械制动系统的性能检测与改进方法进行了系统性的探讨与分析。文章首先阐述了机械制动系统在保障索道安全运行中的关键作用与重要性,随后深入探讨了当前主流的性能检测技术与评估标准,并在此基础上,提出了若干切实可行的系统优化与改进策略。旨在为提升客运架空索道的整体安全性能提供理论参考与技术支持,助力行业安全管理水平的进一步提升。

关键词: 客运架空索道; 机械制动系统; 性能检测; 制动效能; 安全评估; 系统改进; 维护策略

引言

客运架空索道是山地景区和特殊地形重要交通运输工具,其运行安全关乎乘客生命财产安全。机械制动系统是索道安全运行核心保障部件之一,其性能决定索道系统紧急制动能力与可靠性。所以,定期精确检测机械制动系统性能,并依结果有效改进优化,是索道运营维护重要环节。本文旨在梳理论述客运架空索道机械制动系统性能检测方法与技术要点,针对常见问题与性能短板提出可操作改进方法与技术路径。

一、客运架空索道机械制动系统性能检测的关键内容

1.制动效能检测

这是评估机械制动系统核心性能的关键指标,主要包括制动距离、制动减速度以及制动力矩的测量。在实际检测中,需模拟索道在不同载荷(如空载、额定载荷、超载等工况)和不同运行速度条件下的制动过程,通过高精度传感器实时采集制动过程中的速度变化、位移数据以及制动力的动态输出,以此判断制动系统是否能在规定时间和距离内将索道可靠停止,确保制动效能符合相关安全标准要求。

2.制动系统响应时间检测

响应时间直接关系到制动的及时性,是衡量系统应急处理能力的重要参数。该检测需重点关注从制动指令发出到制动装置开始产生有效制动力的间隔时间,以及制动装置完全动作到位所需的总时间。通过专用的时间记录仪器,精确测量制动信号传递延迟、液压或气动系统的启动响应时间以及机械部件的动作滞后时间等,确保制动系统在紧急情况下能够迅速响应,避免因响应迟缓导致事故发生。

3.制动系统零部件状态检测

制动系统的可靠性很大程度上依赖于各零部件的完好状态,因此对关键零部件的检测不可或缺。这包括对制动闸瓦的磨损程度、表面状况(如是否存在裂纹、油污等)进行检查,测量闸瓦与制动轮(或制动盘)之间的接触面积和贴合度;对制动弹簧的弹性系数、自由长度以及是否存在疲劳变形等进行测试;同时还需检查液压或气动管路是否有泄漏、堵塞现象,制动油缸或气缸的密封性能是否良好,以及制动控制系统的电气元件(如传感器、电磁阀等)是否工作正常,确保各零部件均处于良好的技术状态,避免因零部件失效影响制动系统整体性能。

二、现行机械制动系统性能检测的主要方法与技术手段

1.静态参数测量法

使用卡尺、千分表、扭矩扳手等精密测量工具,对制动系统关键静态参数,如制动闸瓦厚度、部件间隙、弹簧压缩量、制动轮(盘)直径与粗糙度等进行精确测量与记录。测量目的是评估零部件静止状态下的几何尺寸和物理状态是否符合设计规范与安全标准。如技术人员用塞尺测量并调整制动闸瓦与制动轮表面间隙,确保其在 0.5 毫米至 2 毫米区间。间隙过大影响制动效能与行车安全,过小会引发摩擦副故障。所以,严谨测量静态参数是保障制动系统性能、预防运行风险的必要环节。

2.动态模拟测试法

利用专用的制动试验台或模拟装置,精确模拟索道系统在各种不同运行速度及载荷条件下的实际制动过程。通过加载装置施加模拟载荷,准确控制制动系统按照预设程序执行动作,同时实时采集并记录制动减速度、制动力矩、制动距离等关键动态参数,然后将这些实测数据与相关标准值进行详细对比,从而全面评估制动效能的真实表现。例如,在 1.5 倍额定载荷条件下实施紧急制动测试时,明确要求制动减速度不低于 1.5 米每二次方秒,同时制动距离必须严格控制在设计允许的范围之内。

3.智能监测与诊断技术

结合传感器技术、数据采集与分析系统,实现对制动系统运行状态的实时监测。在制动轮(盘)、油缸、管路等关键部位安装温度传感器、压力传感器、振动传感器等,实时采集温度变化、液压(气动)压力波动、振动频率等数据,通过数据处理算法识别异常信号,如管路压力骤降可能提示泄漏故障,制动轮温度异常升高可能表明制动间隙过小或闸瓦过度磨损,从而实现故障的早期预警与诊断。

三、提升机械制动系统性能的改进策略与优化方法

1.材料与结构优化

采用具有优异性能的摩擦材料,例如陶瓷基复合材料或碳纤维增强摩擦材料,能够显著提升摩擦系数的稳定性和耐高温性能,从而有效减少制动过程中因温度升高而产生的热衰退现象,确保制动效能的持久可靠。同时,通过对制动盘(轮)实施轻量化设计策略,采用镂空结构或高强度合金材料,可以在大幅降低整体质量的同时,显著提高散热效率,避免因制动过程中产生的热量积聚而导致的制动性能下降问题。例如,某型索道制动盘通过引入创新的三维散热通道设计,使得制动过程中产生的热量散发速度提升了 30%以上,这一改进不仅有效延长了制动系统的连续工作时间,还增强了其在苛刻工况下的稳定性和耐久性。

2.智能化控制算法升级

开发一种基于多传感器信息融合技术的自适应智能制动控制算法,该算法能够依据索道运行过程中的实时速度、载荷变化情况以及环境温度等多种动态参数,精确地调节制动力矩的输出策略。例如,在系统检测到索道载荷显著增加或处于下坡运行工况时,算法会智能地预先增强制动力储备,以应对潜在的制动需求;同时,当传感器监测到制动间隙出现异常波动时,系统会通过高精度的电液伺服控制机构进行自动补偿与调整,从而确保制动间隙始终维持在最优化的设定范围内。在某索道的实际应用案例中,采用该算法后,制动系统的响应时间成功缩短了 15%,并且制动距离的偏差被稳定地控制在 $\pm 5\%$ 的严格精度区间之内。

3.维护与预警机制完善

建立全生命周期健康管理系统,结合智能监测数据构建制动系统性能退化模型,通过大数据分析预测关键零部件的剩余使用寿命,制定精准的预防性维护计划。例如,基于振动传感器采集的闸瓦磨损振动特征,建立磨损量预测模型,当预测磨损量接近极限值时自动触发更换预警;同时,开发便携式智能诊断设备,支持现场快速检测制动油缸密封性、管路压力损失等参数,缩短故障排查时间。某运营单位引入该机制后,制动系统故障停机时间减少 40%,维护成本降低 25%。

结论

客运架空索道机械制动系统性能关乎运营安全,对其进行科学全面检测与持续改进很重要。实施制动力矩、响应时间、磨损状态等多维度关键性能检测,综合运用静态动态测试、传感器监测及合规性检查等技术手段,可准确评估系统状态。在此基础上,通过优化硬件结构、升级控制系统智能化及建立预防性维护体系等改进策略,能提升制动系统性能、可靠性与安全性,为客运索道安全稳定运行奠定基础。未来研究与实践可关注新材料、新技术应用及更智能化的状态监测与故障诊断系统开发。

参考文献:

- [1]臧祺,罗原,蔺鸿达,等. 老旧客运架空索道的安全与管控 [J]. 起重运输机械, 2025, (12): 44-50.
- [2]吕月月,张恒宇,孙安国,等. 客运架空索道的制动方式 [J]. 起重运输机械, 2021, (24): 49-52.
- [3]何硕,宋乐,邢涛,等. 客运架空索道救护系统应用研究 [J]. 起重运输机械, 2021, (S1): 60-62.