

高速公路机电设备故障的预防及控制

覃福运

广西交通投资集团梧州高速公路运营有限公司平南分公司, 广西 贵港 537300

[摘要]高速公路属于我国交通运输体系的关键部分, 其能够实现高效且安全的运行, 离不开各类机电系统的相互协作。不过, 随着机电设备在高速公路当中得到广泛运用, 设备故障出现的频率变高、维护起来难度增大等问题也随之凸显出来, 对道路运行效率以及交通安全产生了颇为严重的影响。此文从高速公路机电设备的典型系统出发, 全面且细致地剖析了电子监控、通信、收费、照明与供电等主要设备常见的故障类型以及这些故障形成的原因, 还给出了具有针对性的预防与维护机制, 并且着重就基于智能化方式的故障监测以及应急控制策略展开了深入探讨。此项研究目的在于为提高高速公路机电系统运行的稳定性以及管理的水平给予相应的理论支撑与实践方面的指引。

[关键词]高速公路; 机电设备; 故障预防

DOI: 10.33142/sca.v8i7.17122

中图分类号: U495

文献标识码: A

Prevention and Control of Mechanical and Electrical Equipment Malfunctions on Highways

QIN Fuyun

Pingnan Branch of Guangxi Communications Investment Group Wuzhou Expressway Operation Co., Ltd., Guigang, Guangxi, 537300, China

Abstract: Highways are a key part of Chinese transportation system, and their efficient and safe operation cannot be achieved without the cooperation of various electromechanical systems. However, with the widespread use of electromechanical equipment in highways, the frequency of equipment failures and the difficulty of maintenance have become increasingly prominent, which has had a serious impact on road operation efficiency and traffic safety. Starting from the typical system of highway electromechanical equipment, this article comprehensively and meticulously analyzes the common types of faults in major equipment such as electronic monitoring, communication, toll collection, lighting, and power supply, as well as the causes of these faults. It also provides targeted prevention and maintenance mechanisms, and focuses on in-depth exploration of fault monitoring and emergency control strategies based on intelligent methods. The purpose of this study is to provide theoretical support and practical guidance for improving the stability of the operation and management level of highway electromechanical systems.

Keywords: highway; mechanical and electrical equipment; fault prevention

引言

随着我国高速公路网络持续拓展, 交通流量也在不断增长, 这便对道路管理以及运行保障提出了更高的要求。机电系统是高速公路里极为重要且必不可少的组成部分, 它在车辆检测、交通诱导、信息发布、收费管理以及安全监控等诸多环节都有着广泛的应用。其技术复杂程度以及系统集成程度都在逐步提升, 确保其能够可靠地运行已然成为了高速公路管理方面的一项核心任务。不过, 因为使用年限逐渐增加、运行环境较为复杂、维护体系不够健全等缘故, 机电设备出现故障的问题日益凸显出来, 轻一点会影响通行的效率, 严重的话会引发交通事故, 甚至还可能造成安全隐患。所以说, 深入研究高速公路机电设备的各类故障类型、这些故障形成的内在机制以及与之相应的预防控制举措, 进而构建起系统化且智能化的运行管理体系, 这已然成为了当下交通行业里一个十分重要的课题。

1 机电设备在高速公路运行中的作用

高速公路机电设备是现代交通基础设施的重要组成部分

部分, 它在确保道路安全、提升交通效率以及提供信息服务方面发挥着至关重要的作用。以电子监控系统为例, 它通过安装在关键位置的摄像头和传感器, 实时监控交通流量和道路状况, 为交通管理中心提供精确的数据支持。据统计, 有效的电子监控系统能够减少高达 30% 的交通事故发生率。通信系统则确保了信息在高速公路管理者、驾驶者以及紧急救援团队之间的快速传递, 例如, 通过无线通信技术, 可以在发生紧急情况时, 迅速通知最近的救援车辆, 缩短响应时间。收费系统不仅提高了通行效率, 减少了拥堵, 还通过电子支付方式减少了现金交易, 提升了财务管理的透明度和效率。照明系统则在夜间或能见度低的情况下, 保障了驾驶者的安全行驶。这些机电设备的协同工作, 共同构建了一个高效、安全、便捷的高速公路运营环境。

2 高速公路机电设备故障及成因分析

2.1 电子监控系统故障

电子监控系统在高速公路安全管理工作当中占据着

极为重要的位置，它依靠摄像头、雷达、传感器等一系列设备来达成对道路状况的实时监控目的，同时也能够完成相关数据的采集工作。该系统一旦出现故障，常常会呈现出诸如图像丢失、信号中断、识别出错以及数据传输不顺畅等等诸多问题。其产生故障的原因是多方面的，像设备老化、镜头受到污染、供电状态不稳定、电缆接触存在不良情况，还有就是恶劣天气给摄像头以及传感器带来的直接影响，都属于常见原因之列。除此之外，监控系统往往呈多点分布态势，其网络架构也比较复杂，在这种情况下，就很容易因为中继设备出现故障或者带宽不够而致使信号出现延迟甚至陷入瘫痪的状态。系统软件如果更新得比较滞后，又或者是兼容性方面存在欠缺，那么同样有可能引发识别误判等相关问题。随着监控设备精度的不断提高，其对于运行环境的依赖程度也在不断增加，这一点务必要给予足够的关注与重视。

2.2 通信系统故障

通信系统作为高速公路管理信息的中枢所在，承担着将前端所采集到的信息及时传送到指挥中心的重要职责，同时还要负责协调各个系统之间的联动事宜。通信故障呈现出多种多样的表现形式，像信号不够稳定、数据出现丢包情况、传输过程中存在延迟现象以及通信模块发生失效等等。而这些问题的产生，有可能是因为光纤断裂、无线链路受到干扰、设备参数设置出现错误或者主控设备出现宕机等情况所导致的。施工过程中不慎对通信系统造成损伤、自然灾害的发生以及供电时常出现波动等情况，同样会给通信系统带来颇为严重的影响。特别是在发生突发事件的时候或者是在车流量较大的时段，通信系统的负荷会明显增大，进而容易出现拥堵或者直接崩溃的情况，倘若情况严重的话，甚至有可能致使整个高速管理系统陷入失联的状况。所以说，针对通信系统的故障防控工作，就需要从网络架构方面的优化、备份链路的部署以及实时监测等多个不同方面着手去开展相关工作。

2.3 收费系统故障

收费系统在高速公路资金回收以及流量控制方面占据着极为关键的地位，其一旦出现故障，那么势必会对通行效率产生影响，而且还会直接对运营效益带来损害。就常见的故障而言，像车牌识别失败、ETC 系统出现异常情况、计费存在错误、栏杆发生失灵状况以及系统出现崩溃等问题都属于其中。而造成这些诸多问题的缘由是多种多样的，就好比识别摄像头因被灰尘遮挡或者自身参数出现偏移，感应线圈发生损坏，车载单元出现问题，还有因为网络延迟致使交易无法成功等情况。除此之外，部分系统是依靠第三方平台来达成结算目的的，如此一来，倘若接口协议不相一致或者是数据同步出现延迟的话，那么同样有可能引发收费方面的差错。在频繁开展的软件升级工作中，又或者是数据重构的过程中，所出现的漏洞，往

往也会成为新型故障的触发点所在。为了确保系统能够稳定地运行下去，那就必须要从整体上提升硬件的可靠性以及软件的兼容性。

2.4 照明与供电系统故障

高速公路的照明与供电系统属于极为关键的基础设施，其对于保障高速公路能够实现全天候顺畅运行起着决定性作用。就该系统而言，其中任何一个环节出现故障情况，都有可能引发大面积的系统无法正常运转。具体来讲，照明系统发生故障时，常常会呈现出诸如灯具无法正常发光、灯光出现频闪现象以及光照分布不均匀等情况。而造成这些故障的原因，可能是灯具已经老化、线路出现了短路状况、电源遭到损坏亦或是控制模块存在异常。再看供电系统，它肩负着为整个高速公路机电系统供电的重要任务，倘若在这个系统当中出现电压不够稳定、电缆发生断裂、变压器被烧毁或者配电环节出现问题等状况，那么将会直接致使其他的各个子系统陷入瘫痪的状态。特别是在高温、雷雨这类极端天气条件之下，照明与供电系统所面临的运行压力会变得更大，要是防护等级不够完备，那就特别容易引发各类故障的发生。所以说，有必要从设计、选材、防护以及监测等多个不同方面来全面提升该系统的抗风险能力。

3 故障预防与日常维护机制

3.1 设备选型与安装阶段的预防策略

设备选型与安装属于机电系统生命周期管理的初始阶段，其质量以及匹配的程度会直接影响到后期运行的稳定性，还有维护的难易程度。在设备选型的时候，得充分考量高速公路所处的地理环境、气候方面的特性以及使用频次，优先去选用那些技术较为成熟、耐候性较强且品牌信誉良好的设备。并且，还要重视系统之间相互间的兼容性以及扩展性，防止因为接口不统一而引发兼容方面的问题。在安装这个环节，务必要严格依照规范化的流程来执行，保证安装的位置是合理的，接线的工艺达到标准，密封以及防护等级也都符合相关的要求。施工过程里的每一个细节都要严格把控，以防因施工过于粗放而留下隐患。要开展充分的联调联试工作，以此来验证设备的性能以及系统的协同能力，确保“带病交付”的情况能够被彻底消除。

3.2 日常巡检制度与预防性维护措施

日常巡检对于机电系统的运行安全而言，属于极为重要的一项保障措施，它可视为发现问题以及预防故障的首道防线所在。应当着手建立起一套巡检制度，这套制度需具备全面的覆盖范围，并且巡检频次也得合理安排妥当。要清楚地明确好检查内容具体包含哪些方面，所使用的工具设备有哪些，责任人又是谁，还有记录的方式方法该如何确定。依据设备的不同类型以及其实际运行时的负荷情况，去制定出分级分频的检查计划，确保能够对重点设备给予重点的检查力度。像监控摄像头、光纤节点以及收费

道口等这些核心设备,就需要相应地增加高频次的巡检安排。预防性维护工作应当涵盖诸如定期开展清洗作业、进行参数校准操作、及时更换零部件以及实施系统升级等一系列内容。借助技术方面的手段来预判设备的使用寿命状况,从而能够在潜在故障出现之前就提前加以干预处理。运用移动终端以及管理平台来完成数据化的巡检记录工作,如此一来既能有效提升工作效率,同时也能为后续的数据分析以及决策制定等相关事宜提供充足的数据支撑。

3.3 维护团队能力建设与制度规范

维护工作的效率高低,很大程度上取决于团队的能力以及管理机制的完善程度。需要构建起一支拥有机电系统综合知识的复合型维护团队,借助常态化的培训来提高他们的专业技能水准。培训所涉及的内容要包含新设备的认知、故障诊断方面的技术、安全操作的相关规范、应急处置的具体流程等诸多方面。与此应当建立起严格的考核以及奖惩制度,以此促使团队的责任心与执行力得以提升。在制度建设这要把各类维护任务的流程标准以及应急响应预案进一步细化,保证各项工作的开展都能够做到可追溯、可考核。可以设立轮岗与值守制度,确保在任何一个时段都有具备实操能力的人员处于在岗状态,进而提高系统运行的连续性以及抗干扰的能力。

4 故障监测、应急响应与智能化控制

4.1 故障实时监测与远程诊断技术

实时监测技术在预防突发故障以及提升响应效率方面起着极为关键的作用。依靠传感器网络、边缘计算还有视频识别等相关技术,能够达成对机电设备运行状况的不间断感知以及迅速反应的目的。通过预先设定报警阈值,针对电压、电流、温度、信号质量等关键指标展开监控,要是出现异常情况并触发报警,运维人员便可以凭借远程诊断来做出初步的处置决策^[1]。远程诊断系统依靠大数据平台以及专家知识库,针对设备的历史运行数据进行智能分析,以此精准地判断出故障的具体类型以及可能发生的部位,进而提升维修工作的效率,缩短现场排查所花费的时间。在此基础之上,还能够构建预测性模型,提前对故障趋势加以识别,从而实现从“事后维修”模式向“事前预防”模式的转变。

4.2 应急响应预案制定与演练体系

突发故障难以避免,建立应急响应体系对于确保系统的韧性而言至关重要。一方面要依据设备类型、故障等级以及地理位置等等方面的情况来制定分级分类的应急响应预案,把各类突发状况的处理流程、责任人以及所需资源都明确下来;另一方面需建立应急演练制度,定期组织

开展现场模拟故障处置活动,像通信中断、电源故障、收费系统崩溃这类场景都要涉及,以此提升运维人员的应急处置能力以及协同效率,演练结束之后还要进行总结评估,进一步完善流程与机制,保证预案有可执行性以及实效性^[2]。除此之外,还得构建和交通管理、公安、救援等相关单位的联动机制,保障在突发事件发生时能够实现多方快速响应、信息互通以及资源共享。

4.3 智能化手段在故障控制中的应用(物联网、AI、大数据等)

随着新一代信息技术不断发展,物联网、人工智能以及大数据技术在高速公路机电系统中的应用变得越来越普遍,这为故障控制开拓了全新的解决途径。物联网技术能够实现设备的广泛连接,并且可实时采集数据,进而增强系统的感知能力。人工智能借助机器学习以及模式识别来分析设备运行状态,达成自动判断与智能决策的目的^[3]。大数据平台会整合历史数据与实时数据资源,开展多维度分析,以此提升运维策略的科学性与精准性。这些技术融合运用之后,故障预测变得更加精确,响应速度也更快,资源调配更为合理,给建设智慧高速给予了稳固支撑。与此还推动了从传统人工维护朝着自动化、智能化、协同化运维模式的彻底转型。

5 结语

高速公路机电系统属于现代交通的关键支撑部分,其运行是否稳定和道路是否通畅以及行车安全有着直接联系。本文针对常见机电设备故障类型以及成因展开分析,深入挖掘当前存在的诸多问题,还提出了一系列预防与控制措施,从选型安装环节一直到日常维护环节,再到智能化监测以及应急响应环节都有涉及。实际操作表明,要提升故障防控能力以及管理水平,构建标准化、信息化、智能化的机电系统运行管理机制是必不可少的途径。往后,伴随技术的持续演进以及管理理念的更新换代,高速公路机电系统会朝着更为高效、更为可靠、更为智能的方向不断发展。

[参考文献]

- [1]陈学林.高速公路机电设备故障及其预防策略[J].汽车画刊,2024(7):244-246.
- [2]许兆锋.高速公路机电设备故障及其预防策略分析[J].中国设备工程,2024(9):190-192.
- [3]凌焕华.高速公路机电设备故障诊断及控制措施[J].中国高科技,2021(7):116-117.

作者简介:覃福运(1994.1—),男,壮族,广西贵港,助理工程师,大学本科。