

高速公路机电系统的维护和管理

贺 强

河北高速公路集团有限公司张涿分公司 河北 保定 072750

摘要：随着高速公路建设规模持续扩大，机电系统作为其安全高效运行的关键支撑，涵盖监控、收费、通信等多个子系统。本文聚焦高速公路机电系统的维护和管理。首先阐述其重要性，包括保障高速公路安全运行、提升运营效率、延长设备寿命。接着分析当前维护管理现状，存在维护人员专业素养欠缺、维护计划缺乏科学性、设备更新滞后、信息化程度低和应急处理能力不足等问题。最后针对这些问题，提出加强人员培训、制定科学维护计划、及时更新设备、提高信息化水平、完善应急处理机制以及加强与供应商合作等维护管理策略，旨在提升高速公路机电系统维护管理水平。

关键词：高速公路；机电系统；维护管理；策略优化

引言：高速公路作为国家重要的交通基础设施，其安全高效运行至关重要。高速公路机电系统涵盖收费、监控、通信、供配电等多个子系统，是保障高速公路正常运转的核心支撑。随着交通流量的日益增长和技术的不断进步，机电系统的稳定性和可靠性面临更高要求。然而，当前高速公路机电系统在维护和管理过程中暴露出诸多问题，不仅影响高速公路的运营效率和服务质量，还可能引发安全隐患。因此，深入研究高速公路机电系统的维护和管理，探索科学有效的管理策略，对于提升高速公路整体运行水平具有重大现实意义。

1 高速公路机电系统维护管理的重要性

1.1 保障高速公路安全运行

高速公路机电系统是高速公路安全运行的“守护者”。收费系统精准统计车辆信息，规范收费流程，避免收费混乱引发的交通冲突；监控系统如“千里眼”，24小时不间断监测道路状况，能迅速捕捉交通事故、路面障碍等异常，及时通知相关部门处理；通信系统则像“神经脉络”，保障信息在各部门间快速传递，使应急指挥高效有序。一旦机电系统出现故障，安全监控将出现盲区，应急响应可能滞后，极易导致事故扩大，威胁司乘人员生命安全，所以做好维护管理是保障安全运行的基石^[1]。

1.2 提高高速公路运营效率

高速公路机电系统的稳定运行对提升运营效率意义重大。先进的收费系统运用自动化技术，快速完成车辆缴费，大幅缩短车辆在收费站的停留时间，提高道路通行能力；监控系统实时掌握交通流量，通过智能调控信号灯、发布交通诱导信息，引导车辆合理分流，避免拥堵；通信系统确保信息传递及时准确，让管理部门能

迅速调配资源。完善的维护管理能保证各子系统协同运作，减少因设备故障导致的运营中断，让高速公路始终保持高效运转状态。

1.3 延长机电设备使用寿命

科学维护管理是延长高速公路机电设备使用寿命的“秘诀”。机电设备在长期运行中，会受环境因素和自身磨损影响，性能逐渐衰退。定期巡检、保养和维修，如同给设备做“体检”和“治疗”，能及时发现并处理小故障和潜在隐患，防止问题恶化，减少设备损耗。同时，依据设备使用情况和维护记录制定更新计划，避免设备过度老化仍“带病工作”。良好的维护管理能让设备始终处于良好运行状态，显著延长其使用寿命，降低设备更换频率。

2 高速公路机电系统维护管理的现状

2.1 维护人员专业素养不足

高速公路机电系统维护人员专业素养存在明显短板。部分人员理论基础薄弱，对机电系统涉及的电子、通信、自动化等多学科知识掌握不系统，面对复杂设备原理和故障现象时，难以准确分析问题根源。实践操作技能方面，一些维护人员仅熟悉常规设备的简单维修，对于新型、高端设备，缺乏规范操作和精准调试能力。而且，行业技术更新快，部分人员学习主动性差，未及时跟进新技术、新工艺，知识结构老化。在实际维护中，常出现因操作不当引发新故障的情况，甚至无法判断故障严重程度，导致小问题拖成大故障，影响高速公路机电系统正常运行，降低服务质量运营效率。

2.2 维护计划缺乏科学性

高速公路机电系统维护计划存在诸多不合理。维护周期设定上，没有充分考虑设备实际运行工况、使用频率及环境差异。有的设备按固定周期维护，未考虑其

实际损耗，造成过度维护，浪费人力物力；有的设备则因维护不及时，故障频发。维护内容安排缺乏针对性，对关键设备和一般设备采取相同维护标准，关键设备得不到精细维护，易出现重大故障，一般设备又因过度维护增加成本。同时，维护计划未与设备生命周期有效结合，在新设备磨合期、稳定期和老化期，维护方式没有相应调整，无法保障设备始终处于良好运行状态。

2.3 设备更新换代滞后

高速公路机电系统设备更新换代速度跟不上技术发展和实际需求。早期投入的设备，随着使用年限增加，性能大幅下降，故障率明显上升。如部分老旧收费系统，处理速度慢，经常出现卡顿、死机，影响车辆快速通行；一些监控设备分辨率低、覆盖范围小，无法清晰捕捉道路情况，给交通管理带来困难。而且，新设备在功能、效率和稳定性上优势明显，但因资金、决策流程等因素，未能及时替换老旧设备。设备更新滞后不仅降低了高速公路的运营效率和服务质量，还增加了老旧设备的维护难度和成本，形成恶性循环^[2]。

2.4 维护管理信息化程度低

高速公路机电系统维护管理信息化水平有待提升。信息收集方面，缺乏统一、集成的信息化平台，设备运行数据、故障记录等信息分散在不同系统和部门，难以实时、全面获取，导致维护人员无法及时掌握设备动态。信息传递上，沟通渠道不畅通，信息传递存在延迟和偏差，影响维护决策的及时性和准确性。此外，信息化技术在故障预测、维护计划优化等方面的应用不足，无法通过数据分析提前发现潜在故障，只能被动等待故障发生后再进行维修，增加了设备停机时间和维修成本，降低了机电系统的可靠性和可用性。

2.5 应急处理能力不足

高速公路机电系统在应对突发故障和紧急情况时，应急处理能力存在明显缺陷。应急预案方面，内容不够完善，缺乏针对不同类型故障和紧急情况的详细处理流程和责任分工，导致事故发生时，相关人员不知所措，无法迅速开展有效救援。应急资源储备上，备用设备、维修工具和应急物资数量不足、种类不全，当出现大规模故障或紧急情况时，难以满足应急处理需求。同时，应急演练开展频率低，相关人员缺乏实战经验，在真实紧急场景下，容易出现操作失误、协调不畅等问题，无法及时恢复机电系统正常运行，给高速公路的交通安全和畅通带来严重威胁。

3 高速公路机电系统维护管理策略

3.1 加强人员培训

高速公路机电系统维护管理，人员专业素养是关键，加强人员培训刻不容缓。当前，机电系统技术迭代迅速，新设备、新工艺不断涌现。然而，部分维护人员知识结构老化，难以适应新技术要求。因此，需开展多元化培训。一方面，进行定期集中理论授课，邀请行业专家讲解机电系统前沿知识、设备工作原理及故障诊断方法，拓宽维护人员理论视野，使其了解最新技术动态。另一方面，强化实践操作培训，在模拟场景或实际设备上进行操作演练，让维护人员熟悉新设备操作流程，提升动手能力和解决实际问题的能力。同时，建立培训效果评估机制，通过理论考试、实际操作考核等方式，检验维护人员培训成果。对考核优秀者给予奖励，激发其学习积极性；对不合格者进行补考和再次培训，确保每位维护人员都能掌握所需技能，打造一支专业过硬、技术精湛的维护队伍，为高速公路机电系统稳定运行提供坚实保障。

3.2 制定科学维护计划

科学合理的维护计划是保障高速公路机电系统稳定运行的重要前提。要依据设备类型、运行环境和使用频率等关键因素，精准划分维护周期。对于核心设备和易损耗部件，如收费系统的服务器、监控系统的摄像头等，适当缩短维护周期，增加检查频次，及时发现潜在问题；对于运行稳定、故障率低的设备，可适当延长维护周期，提高资源利用效率。维护内容要具有针对性。针对不同设备的特性，制定详细的维护清单，明确各项维护任务和标准。例如，对通信设备重点检查信号传输质量、线路连接情况；对供电设备着重检测电压稳定性、电池性能等。此外，还应建立动态调整机制。根据设备实际运行状况和历史故障数据，对维护计划进行实时优化。若某设备近期故障频发，可提前安排深度维护；若设备运行良好，可适当减少不必要的维护项目，确保维护计划既科学合理又灵活高效，为高速公路机电系统可靠运行提供有力支撑^[3]。

3.3 及时更新设备

在高速公路机电系统维护管理中，及时更新设备是提升系统性能、保障运营质量的关键举措。随着科技飞速发展，早期投入使用的机电设备逐渐暴露出性能落后的问题。老旧收费系统处理速度慢，易出现卡顿，影响车辆通行效率；部分监控设备分辨率低、监控范围有限，难以满足交通管理的精准需求。而且，老旧设备故障率高，不仅增加维修成本，还可能因突发故障导致交通拥堵，影响高速公路的正常运营。因此，要密切关注行业技术动态，根据设备实际运行状况和寿命周期，制

定合理的设备更新计划。优先更新对高速公路运营影响重大的核心设备，如通信主设备、关键监控节点设备等。在更新过程中，充分考虑设备的兼容性和扩展性，确保新设备能与现有系统无缝对接。同时，选择质量可靠、技术先进的产品，从源头上提升机电系统的稳定性和可靠性，为高速公路的安全、高效运行提供坚实的硬件保障。

3.4 提高维护管理信息化水平

在高速公路机电系统维护管理中，提高信息化水平是提升效率与质量的关键路径。当下，机电系统设备繁多、分布广泛，传统管理方式难以全面、及时掌握设备动态。借助信息化技术，搭建统一的维护管理平台，将设备信息、运行数据、维护记录等集中整合，实现信息的实时共享与高效传递。通过传感器和物联网技术，对设备运行状态进行实时监测，一旦出现异常，系统能迅速发出预警，便于维护人员及时处理，避免故障扩大。利用大数据分析技术，对设备历史故障数据、运行参数等进行深度挖掘，找出故障规律和潜在风险点，为制定科学维护计划提供依据。同时，引入智能化维护管理系统，实现维护任务的自动派单、进度跟踪和效果评估，提高维护工作的规范化和标准化程度。此外，借助移动终端设备，维护人员可随时随地获取设备信息和维护指导，提升现场处理问题的能力，保障高速公路机电系统稳定运行。

3.5 完善应急处理机制

高速公路机电系统突发故障，完善应急处理机制是保障道路畅通与安全的关键。目前，部分高速公路机电系统应急处理存在预案不完善、响应不及时等问题。一旦遭遇重大故障或突发事件，往往陷入被动局面。完善应急处理机制，首先要制定全面且细致的应急预案。针对不同类型的故障，如收费系统瘫痪、监控设备失灵、通信中断等，分别制定专项预案，明确应急处理流程、责任分工和具体措施，确保在故障发生时能迅速启动响应。其次，加强应急资源储备。储备充足的备用设备、维修工具和应急物资，并定期进行检查和维护，确保其处于良好状态，随时可用。同时，建立应急队伍，定期组织培训和演练，提高人员的应急处理能力和协同配合作能力。此外，还应建立与相关部门和单位的应急联动机制，加强信息共享和沟通协调。在故障发生时，能够迅

速调动各方资源，形成合力，共同应对，最大限度地减少故障对高速公路运营的影响。

3.6 加强与供应商的合作

在高速公路机电系统维护管理中，加强与供应商的合作对保障系统稳定运行意义重大。供应商作为设备的提供者，掌握着设备最核心的技术信息与专业资源。与供应商建立紧密合作关系，能够及时获取设备的技术升级资料、软件更新补丁，确保机电系统始终采用最新技术，提升系统性能与安全性。当设备出现故障时，供应商凭借其专业技术团队和原厂配件，可快速准确地诊断问题并提供高效解决方案，大大缩短维修时间，减少因设备故障造成的交通运营损失。同时，通过与供应商的深度合作，能共同开展设备预防性维护工作。供应商可根据设备运行数据和使用情况，提前制定维护计划，提供针对性的维护建议，有效降低设备故障发生率。此外，双方还可合作开展人员培训，让维护人员深入了解设备原理和操作规范，提高维护技能水平。加强与供应商合作，形成互利共赢的合作模式，为高速公路机电系统可靠运行提供坚实保障^[4]。

结束语

高速公路机电系统的维护与管理，是保障高速公路安全、高效运营的核心环节。从提升人员专业素养，到制定科学维护计划；从及时更新设备，到提高信息化管理水平；从完善应急处理机制，到加强与供应商合作，每一项举措都紧密相连、缺一不可。只有全方位、系统性地推进这些工作，才能有效降低设备故障率，提升系统稳定性。未来，随着技术的不断进步，我们仍需持续探索创新，优化维护管理模式，为高速公路的畅通无阻和公众的便捷出行筑牢坚实根基。

参考文献

- [1] 孙哲.路网环境下的高速公路机电设备维护管理系统[J].交通世界, 2020(31):13-14.
- [2] 杜永生.高速公路机电系统的运营管理与维护模式[J].交通世界, 2020(31):152-153.
- [3] 杨帆.高速公路机电系统的管理与维护对策[J].交通世界(中旬刊),2021(9):72-73,75.
- [4] 邵钢锋,章成栋.高速公路机电系统管理与维护中存在的问题分析及应对措施[J].中国新技术新产品,2022(7):116.