

浅析高速公路隧道机电设施养护管理

谭 勇

陕西交通控股集团有限公司安川分公司 陕西 安康 725000

摘要：随着高速公路建设的不断推进，隧道作为交通网络的关键节点，其机电设施的养护管理显得尤为重要。本文深入分析了隧道机电设施的种类、功能及其对隧道运营安全与效率的影响，并针对当前养护管理中存在的制度、技术、人员等方面的问题进行了详细探讨。在此基础上，提出了多项切实可行的改进策略，包括完善管养制度、推进标准化管理、加强专业维护队伍建设和强化技术创新应用等，旨在为提升高速公路隧道机电设施养护管理水平提供有力支持。

关键词：高速公路隧道；机电设施；养护管理

引言：在高速发展的交通网络中，高速公路隧道作为关键性交通节点，承载着重要的通行任务。其内部的机电设施，如通风、照明、监控与消防系统等，是保障隧道安全运营与提升通行效率的基础。然而，这些设施的长期运行与外部环境作用下的损耗，对其维护管理提出了严峻挑战。因此，本文旨在深入分析高速公路隧道机电设施的养护管理现状，探讨其存在问题，并提出相应的对策与建议，以期为提高隧道运行安全性与运营效率提供参考。

1 高速公路隧道机电设施概述

1.1 机电设施种类与功能

在高速公路隧道中，机电设施是保障隧道安全、畅通运行的关键。这些设施种类繁多，功能各异，共同构成了隧道运营的核心支撑系统。（1）通风系统：隧道通风系统的主要功能是调节隧道内的空气质量，防止因车辆排放的尾气积聚而导致的空气质量恶化。通过风机、风道等设施的协调运作，通风系统能够有效地引入新鲜空气，排出污浊空气，为隧道内的司乘人员创造一个良好的呼吸环境。（2）照明系统：照明系统对于确保隧道内的行车安全至关重要。隧道内部空间相对封闭，自然光线不足，因此需要高效的照明设备来提供充足的光照条件。照明系统不仅包括基本的路灯照明，还包括应急照明和逃生诱导照明，以应对各种突发情况，保障行车安全。（3）监控系统：监控系统是隧道管理的“眼睛”，通过布设在隧道内的摄像机、传感器等设备，实时监控隧道的交通状况、设备运行状态及环境变化。监控系统能够及时发现并预警潜在的安全隐患，为管理者提供决策依据，确保隧道的安全运营。（4）消防系统：隧道内一旦发生火灾，后果不堪设想。因此，消防系统是隧道机电设施中不可或缺的一部分。消防系统包括消

防水泵、灭火设备、火灾报警装置等，能够在火灾初期迅速响应，采取有效措施控制火势，保护人员生命财产安全。（5）其他辅助系统：除了上述主要系统外，高速公路隧道还配备了多种辅助系统，如紧急电话、广播系统、人行通道、车行通道等。紧急电话系统为司乘人员提供了紧急求助的通道，广播系统则能够在紧急情况下发布信息，引导人员从逃生通道疏散。

1.2 机电设施运行环境与特点

（1）隧道环境的特殊性：高速公路隧道是一个相对封闭的空间，其内部环境受到车辆排放、隧道结构、地理位置等多种因素的影响。隧道内空气流通不畅，湿度大，温度变化快，且常伴有噪声和震动。这些特殊性要求隧道机电设施必须具备高度的适应性和稳定性，以应对复杂多变的运行环境。（2）设备运行的高要求：由于隧道环境的特殊性，对隧道机电设施的运行提出了更高的要求。首先，设备需要具备高度的可靠性和耐久性，以应对长期运行中的磨损和老化。其次，设备需要具备智能化的监测和故障诊断功能，以便及时发现并处理问题，避免故障扩大。此外，设备还需要具备节能环保的特点，以减少运行成本和对环境的影响^[1]。

2 高速公路隧道机电设施养护管理的现状分析

2.1 养护管理的重要性

在高速公路隧道的运营中，机电设施的养护管理占据着举足轻重的地位。（1）保障设备正常运行：机电设施是隧道正常运行的基石，包括但不限于通风、照明、监控、消防等多个系统。这些设施的高效稳定运行，直接关系到隧道内车辆通行的安全与效率。因此，定期进行养护管理，确保设备处于良好的工作状态，是保障隧道安全畅通的必要条件。（2）预防故障，减少事故发生：通过精细化的养护管理，可以及时发现并解决设备

潜在的故障隐患，避免设备突发故障导致的交通事故。同时，定期对设备进行维护和保养，可以延长设备的使用寿命，降低因设备老化或损坏而引发的风险。这对于保障隧道内人员的生命财产安全具有重要意义。

2.2 当前存在的主要问题

尽管养护管理对于高速公路隧道机电设施至关重要，但在实际操作中仍存在一些亟待解决的问题。（1）管养制度不健全：目前，部分隧道管理单位在机电设施的养护管理方面缺乏完善的制度体系。制度的不健全导致养护管理工作缺乏明确的规范和指导，容易出现管理漏洞和盲区。此外，制度的执行力度不足也是影响养护效果的重要因素之一。（2）标准化管理缺失：标准化管理是提升养护管理水平的关键。然而，在当前的隧道机电设施养护管理中，标准化管理的实施情况并不理想。缺乏统一的养护标准和操作规程，使得不同管理单位之间的养护水平参差不齐。这不仅影响了养护效果的一致性，也给后续的维修和升级工作带来了困难^[2]。（3）专业维护人员不足：随着高速公路隧道的不断建设和发展，对机电设施维护人员的需求也在不断增加。然而，目前市场上专业的隧道机电设施维护人员相对匮乏。许多管理单位不得不依赖非专业人员或临时招聘的工人进行维护工作，这大大降低了养护管理的专业性和效率。（4）现场设备可视化化管理不到位：在现代化管理中，可视化化管理是一种重要的手段。然而，在高速公路隧道的机电设施养护管理中，现场设备的可视化化管理并未得到充分重视。许多管理单位仍然采用传统的纸质记录和巡查方式，难以及时、准确地掌握设备的运行状态和故障信息。这不仅增加了管理人员的工作量，也降低了故障处理的效率和准确性。

3 高速公路隧道机电设施养护管理的策略与建议

3.1 完善管养制度

要提升高速公路隧道机电设施的养护管理水平，首先需要建立健全的管养制度。制定详细的设备养护计划和管理规范，确保每项工作的有序开展，同时，加强制度执行力度，确保养护管理措施落到实处。（1）制定详细的《隧道养护管理办法》：这一管理办法应涵盖隧道运营、维护、管理等各个方面，明确各级管理部门和岗位的职责权限，确保养护工作的有序开展。管理办法中应详细规定隧道的日常巡查、定期检查、特殊检查等制度，明确检查的内容、方法和标准，确保机电设施处于良好的运行状态。同时，还应建立设备档案管理制度，对每台设备的基本信息、运行状况、维护记录等进行详细记录，为后续的维护和管理提供数据支持。（2）编

制《隧道机电养护手册》等技术手册：技术手册是指导养护工作的重要工具，它详细描述了机电设施的维护标准、维护流程、维护方法等内容。通过编制这些技术手册，可以确保养护人员在工作中遵循统一的技术规范，提高维护工作的质量和效率。手册中应包含设备的基本结构、工作原理、常见故障及处理方法及维护保养方法等内容，便于养护人员快速掌握设备知识，提高故障处理能力。（3）建立隧道应急管理预案：隧道作为高速公路的重要组成部分，其应急管理尤为重要。应急管理预案应明确各种突发情况下的应对措施和处置流程，确保在紧急情况下能够迅速、有效地进行处置，减少事故损失。预案中应涵盖火灾、交通事故、设备故障、突发停电等多种情况，并明确一隧一预案，以及应急响应的级别、责任人、联系方式等内容，确保预案与实际工作匹配，保障信息的快速传递和资源的及时调配。（4）设定设备故障修复率和设备平均故障时间等KPI考核指标：KPI考核指标是衡量养护工作成效的重要依据。通过设定这些指标，可以量化养护工作的成果，激励养护人员提高工作质量和效率。设备故障修复率反映了养护人员处理故障的能力和速度，设备平均故障时间则反映了设备的可靠性和稳定性。通过定期对这些指标进行考核和评估，可以及时发现并解决存在的问题，推动养护工作的持续改进。

3.2 推行机电系统标准化管理

推动标准化管理是提升养护工作质量的有效途径。制定统一的养护标准和操作规程，在全行业范围内推广应用，以提高管理水平的一致性和养护工作的有效性。（1）制定标准化作业流程：作业流程是指导养护人员进行工作的具体步骤和方法。通过制定标准化作业流程，可以确保养护人员在工作中遵循统一的步骤和标准，减少操作失误和漏项现象的发生。作业流程中应包含设备巡查、故障排查、维修更换、安全操作等多个环节，并明确每个环节的具体操作方法和要求。（2）加强设备标识与可视化化管理：设备标识和可视化化管理是提高现场管理水平的重要手段。通过在设备上设置醒目的标识和标签，可以方便养护人员快速识别设备类型、位置和运行状态。同时，利用可视化化管理工具和技术手段（如二维码、RFID等），可以实现设备信息的快速查询和更新，提高信息管理的效率和准确性。（3）提高现场管理水平：现场管理水平的高低直接关系到养护工作的质量和效果。通过加强徒步巡查和监控巡查以及信息化巡查力度，可以及时发现并解决存在的问题和隐患。同时，还可以通过建立现场管理制度和考核机制，激励现场管

理人员提高管理水平和责任心,保障故障设备不积少成多,故障及时动态清零。

3.3 加强专业维护队伍建设

针对专业维护人员短缺的问题,加强在职人员的技能培训和新技术的引进。定期开展技术交流和培训活动,提高维护人员的专业水平,以满足设施复杂化和技术先进化的需求。(1)引进和培养专业技术人才:专业技术人才是维护队伍的重要组成部分。通过引进和培养具有丰富经验和专业技能的维护人员,可以提高维护队伍的整体素质和水平。同时,还可以通过与高校、科研机构等合作,建立人才培养基地和实训基地,为养护工作培养更多的优秀人才。(2)定期开展培训和技术交流活动:随着科技的不断进步和设备的不断更新换代,养护人员需要不断学习和掌握新的知识和技能。因此,定期开展培训和技术交流活动是提高养护人员技术水平的重要途径。通过组织专家授课、现场示范、技术交流等方式,以及派驻人员到新建项目上跟班作业,将理论与实践相结合,可以帮助养护人员掌握最新的技术和方法,提高故障处理能力和工作效率。(3)搭建实训基地:有条件的可以通过退役闲置设备建设一个真实环境的实训基地,目的是培养维护人员熟练掌握系统工作原理,全面提升标准化维护技能,提高设备维修管养水平和安全防护意识,是机电系统标准化运行维护的重要举措。(4)建立健全激励机制:激励机制是激发养护人员工作积极性和创造力的关键。通过建立健全激励机制(如绩效考核、奖励制度等),可以激发养护人员的工作热情和责任感,推动他们更加积极地投入到养护工作中去。同时,还可以通过设立创新奖、技能竞赛等方式,鼓励养护人员勇于创新和实践,推动养护工作的持续改进和发展。

3.4 强化技术创新与应用

技术创新与应用是推动高速公路隧道机电设施养护管理发展的重要动力。通过加强技术创新和应用推广,可以提高养护工作的智能化和自动化水平,降低养护成本和提高效率。(1)智能化技术进行设备监控与预警:利用智能传感器、摄像头等设备,集成到综合监控系统

中,实现对设备运行状态的实时监测和数据分析。应用大数据和人工智能算法,自动识别异常数据,预测故障趋势,并提前发出预警信号,从而降低停机时间和维修成本,提高安全性和可靠性。(2)推进远程运维与故障诊断技术的发展:通过互联网技术,实现设备的远程监控、故障诊断和远程操作。维护人员可在控制中心查看设备运行状态,接收报警,并进行远程诊断和修复。结合机器学习、专家系统等先进故障诊断技术,实现对复杂故障的快速定位和准确诊断,提升智能化水平。(3)探索物联网(IoT)在养护管理中的应用:为隧道内机电设施安装传感器和通信模块,实现设备互联互通和数据的实时传输。通过物联网平台,集中监控和管理,提高信息处理效率和准确性,并与智能分析系统结合,深度挖掘数据,为养护管理提供科学决策支持。例如,预测设备的维护周期和更换时间,提前制定维护计划,避免突发故障影响运营。(4)无人机巡检:利用无人机进行隧道内部和周边的巡检,快速获取高清影像数据,识别潜在问题,减少现场人工巡查的时间和风险。(5)智能机器人养护:使用自走机器人执行定期清洁和简单维护工作,减轻人工负担,提高工作安全性。这些创新应用通过智能化、自动化技术的集成,能够显著提升养护工作的效率和安全性,并为养护管理提供更加智能的解决方案。

结束语

高速公路隧道的机电设施养护管理是保障交通安全和运营效率的重要环节。尽管当前在制度、标准化、人员和技术方面存在诸多问题,但通过完善管养制度、推进标准化管理、加强专业队伍建设和技术创新应用,能够大幅提升养护管理的水平,为隧道的安全和高效运营提供有力支持。

参考文献

- [1]谭经娜.隧道机电设施的养护与检测技术[J].集成电路应用,2021,38(02):60-61.
- [2]王辉.高速公路隧道机电设施养护管理优化[J].北方交通,2020(12):92-94.