

隧道工程养护管理模式创新与应用研究

刘志宁

河北高速公路集团有限公司张承张家口分公司

摘要:隧道的保养和维护对于确保交通隧道的安全运营和延长其使用寿命至关重要。本文旨在探讨隧道工程维护管理方法的创新及实际应用。通过对保养管理策略的探讨、实施和评估,以及对其改良和完善的研究,提出了一些有助于提升隧道工程保养管理水平的实用建议和方案。调研结果显示,当前维护管理方式在应对隧道工程的复杂性和变化性方面存在诸多不足。

关键词:隧道工程; 养护管理模式; 创新; 物联网技术; 结构健康监测

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2022.08.109

一、隧道工程养护管理模式概述

1. 隧道工程养护管理的定义与重要性

隧道保养工作涉及一系列定期动作,包括检查、修缮和维护隧道设备。该活动的宗旨在于确保隧道结构的安全稳固和高效运作。隧道在交通基础设施中扮演着至关重要的角色,它承担着运输大量人员和物资的任务。因此,无须过多强调对养护管理工作的重视程度。首要之务,确保民众的生命财产安全,是保护工作不可或缺的一环。如果隧道建设中出现故障或损坏,可能会导致严重的交通事故,危及乘客和行人的生命安全。其次,隧道的保养和维护对它的耐久性和效率有着直接的影响。经过定期的维护和修缮,隧道使用的年限可以得到延长,同时也能降低设备的磨损和老化程度,从而减少维修和更换的费用。

2. 隧道工程养护管理模式的基本原则与特点

隧道保养和管理工作应当遵循科学性、规范化、以防为主和全面性等原则。首先,对事物的维护和管理工作必须依照科学的规律和技术要求,采用创新性的方法和手段。其次,要确保养护管理活动合法有效,必须遵守国家及行业的规范和标准。再次,维护和管理工作应主要关注预防措施,采取有效行动来防止意外事件和故障的发生。最后,全面的需求表明养护管理要顾及所有相关要素,并充分运用各种方法和资源,做到全面无遗漏、全程监护的管理。

隧道保养的管理方法主要特点包括跨学科整合、信息化和智能化技术的运用,以及实时监控等。在维护管理工作中,跨学科的综合应用是关键环节,这一过程吸收了包括工程技术、材料科学、机械工程、电气技术等众多领域的知识与技术。在维护管理流程中,信息化和智能化的具体应用是通过使用信息技术和智能设备,实

现对数据的实时监控、分析和处理。

3. 养护管理模式对隧道工程运营的影响与作用

对隧道工程而言,护理管理方式有利于提高隧道工程的安全性能。经过规律性的检测、保养与维修,可以适时辨识并清除潜在的安全隐患,进而减少事故发生的可能性,保障隧道的平稳运作和安全。另外,隧道工程的维护管理方法能够提高其坚固性。经常性的设备维护和保养可以防止故障和老化,保持设备的优秀性能,并提高其可靠性与稳定性。此外,通过实施有效的隧道工程的管理,可以提升其运作效率。对设施进行及时的维修和保养能有效减少故障和损坏的发生,这不仅能降低维修和更换成本,还能减少设施故障导致的运营中断,进而提高通行效率,促进运输的顺畅和快速。

二、隧道工程养护管理模式研究

1. 养护管理模式的基本构成要素

为了确保各级管理任务明确、分工得当,管理组织必须建立一个既科学又合理的结构体系。这包括确立养护管理的中心组织,建立管理层次和责任结构,以确保养护工作顺利进行。其次,选择合适的技术手段至关重要,必须利用高端检测设备和程序,以确保对隧道设施的全面监测和评估。这需要使用高精度的激光测距仪、无损检测设备等技术工具,定期对隧道的结构、排水系统、电气设备等关键部分进行检查,以便在发现问题时能够快速识别并采取适当的解决措施。最后,保证维护管理模式顺利执行的核心是建立一套完备的运行体系,这需要实现信息的共享与合作工作。

2. 传统养护管理模式的现状与问题分析

隧道建设行业的维护和修理面临许多挑战与问题,主要涉及管理结构、技术手段以及信息技术的使用方面。主要原因是管理机制的缺陷大大降低了养护管理的

效率。由于隧道保养任务涉及众多机构和部门的协同，管理结构纷繁复杂，缺乏一个统一的调度和指挥中心，导致保养工作难以高效同步开展。技术水平相对落后，这在一定程度上限制了养护管理方法的发展。当前，依然依赖人工巡检和维护的传统方法，缺乏智能化和自动化的维护手段，导致维护效率低下，难以满足隧道工程复杂且多变的维护需求。此外，信息化水平的不足也成了制约养护管理模式进步的一个因素。由于在隧道维护方面的数据搜集、分析与共享机制不够健全，再加上信息技术的运用不够普及，导致维护工作的科学性和及时性有所不足，这直接对隧道的安全生产和运营效率带来了负面影响。

三、隧道工程养护管理模式创新

1. 数据驱动的养护管理模式设计

通过安装传感器和监控设备，可以持续监测隧道内的环境要素，如温度、湿度、振动等，一旦发现异常，便能立即识别并预警潜在的结构问题和异常情况。借助历史数据的深入剖析和尖端机器学习方法，能够打造一款预测性模型，它能够提前识别隧道设备的潜在故障和建筑物的可能损害。如此一来，就能迅速实施必要的保养措施，避免不测事件的出现。以数据为核心的养护管理模式，大幅提高了养护作业的效率，并显著降低了维护成本，从而延长了隧道设施的使用寿命。

举例来说，某个隧道实施了以数据为核心的养护管理策略，在过去一年内实现了维护成本的降低和设施故障率的明显下降。通过对隧道运营数据的细致挖掘，发现部分设备的运行寿命正濒临或已经达到其安全极限。因此，立刻进行了设备更换和维护作业，成功规避了可能的设备故障和安全隐患。数据驱动的预测模型为管理层开辟了先机，让他们可以提前进行维护规划，有效分配人力和物资，提高了维护反应的迅速性和准确性。

2. 基于物联网技术的隧道设备监测与预测养护模式

通过物联网技术的应用，成功打造了一套专门针对隧道设备进行监测和预测性维护的系统。此系统包含在隧道内部布置众多传感器及监控设备，这些设备可持续监控设施的运行状态，并实现远程监控与管理。这些传感器能够迅速捕捉设备运行的关键数据，如温度、压力和电流等，然后将这些数据传输到云端进行存储和分析。利用物联网技术，管理者能够随时随地监控隧道设备，快速响应并解决异常问题，显著提升了设备的可靠性与稳定性。

举例来说，某个隧道以物联网技术为基础，实现了设备的智能监控与预防性维护，这不仅显著降低了故障发生率，还减少了维护所需的开支。在隧道里安装传感器和相关监控设备，就能实时追踪机器的运作状况并执行远程管理。管理层可通过便携式终端设备，如智能手机或便携式电脑，随时随地掌控隧道设施的运行状况。通过这种方式，他们在设备运行出现问题时能够迅速采取行动，实施关键措施，从而有效避免了设备故障和安全风险。

3. 结构健康监测在隧道养护中的应用

借助高端结构健康监测技术，如振动传感器、应变片和声波发射器等，能实时监控隧道结构的状况，包括形变、裂缝及疲劳等，从而快速发现并采取预防性维护措施解决结构问题。例如，部署振动监测器实时追踪隧道构造的振动情况，一旦检测到异于寻常的振动，立刻发出警告，以便预估可能出现的结构损害。利用应变计技术，能够实时监控隧道结构的变形情况，及时发现裂缝及其他变形迹象，为隧道后续的维护工作提供了关键的参考依据。

4. 创新的养护管理组织与机制设计

通过优化管理架构和加强管理流程，实现了对养护工作的精细化科学规划、高效执行，并持续完善提升。例如，建立层次分明的管理体系，明确各级管理者的职责界限和权力配置，从而促进养护任务的顺畅执行。通过采纳尖端的信息技术，成功打造了一个全方位的隧道养护管理系统。该系统不仅实现了对隧道运行状态和养护记录的集中整合，还能进行实时监控，为管理层决策提供了可靠的数据保障。

四、隧道工程养护管理模式的应用与效果评估

1. 养护管理模式在实际工程中的应用情况介绍

在这个保持系统运行顺畅的框架内，经常性的检修和审查是众多基本手段中的关键一项。定期检查和维护隧道设备，可以及时发现并解决潜在故障，确保其正常运转。此外，智能监控技术在维护管理中的作用越来越重要。在隧道内部部署众多传感器及监控设备，有助于实时监测隧道状态与运行状况，及时识别潜在问题及安全隐患，从而采取必要的修复与处理手段。另外，提前执行的保养工作也作为一种重要的维护管理方式被广泛认可。定期地进行隧道设备的维护检查，可以有效避免多种故障的发生，进而延长设备的使用年限，降低维修成本，并能提高其运行的效率。

2. 养护管理模式应用效果的评估指标与方法

对隧道工程维护管理模式的效能及其评价标准和策略进行评估,对于确保管理模式能不断改进和优化来说,是极其重要的。分析隧道工程的维护管理模式效果,大量指标可用于全方位评估。安全参数在评估隧道建设的安全性方面极为关键,它包括事故发生率以及安全设施的完整性等要素。隧道的运营效率是其高效运作的核心指标,涵盖了车辆通行速度和交通拥堵情况等多个方面。此外,对于养护管理模式的实施效果,进行经济评估时应重视效益指标,包括维护成本、运营支出以及设施的耐用年限等。评价方法需要融合定性分析与定量分析,实现全方位、客观公正的评价。这涵盖了现场调研、数据收集和统计技术等手段的运用。

3. 养护管理模式应用效果的定性与定量分析

评价养护管理模式应用效果的关键手段,涵盖了定性和定量分析方法。在定性分析的过程中,对隧道工程的安全性、运营效率和经济效益等关键指标进行全面的评估,并通过文字形式呈现出这些指标的优化和成果展示。关于量化评价,有能力通过数据分析与图像分析方法,将性能指标的改进转化为数字,以便进行相互比较和深入分析。例如,通过研究不同维护管理手段对隧道事故频率、维修开支、设施寿命等方面的作用,可以评估它们的效果。采用定性分析与定量相结合的方式,能够公平地评估养护管理模式的成效,为改进和调整提供了科学依据。

五、养护管理模式的优化与改进

1. 养护管理模式存在的问题与挑战

目前,隧道工程在维护管理方面面临着诸多困难和挑战,其中核心问题是技术力量的不足。隧道保养涉及多学科领域,包括结构工程、材料科学和机械操作等多个方面。然而,一些技术工具尚不成熟,影响了维护工作的效率。其次,传统的管理方式也是一个突出的问题。在科技不断更新的背景下,管理工作需要与时俱进,但一些隧道养护管理机构仍沿用以往的方法,未能满足实际需求。此外,人才素质不足也是一个挑战。隧道保养工作需要技术娴熟、管理得当的专业人员,但一些员工的专业技能和技术水平有待提高,影响了维护工作的质量和效率。

2. 养护管理模式优化策略的探讨

针对隧道工程维护管理的困难,提出了一系列改进措施。首要目标是增强技术创新能力。必须推动隧道保养技术的创新应用,引入无损检测和智能监控等尖端技

术和设备,以提高保养工作效率和质量。其次,建立全面的监管机制至关重要。强化对养护管理工作的计划和指导,优化管理流程,提高决策效率和执行力,确保养护作业的顺利开展。另外,加大人才培养的资金支持同样至关重要。通过多轮培训和学习,提高员工的专业技能和综合素养,使其更适应复杂的维护工作,从而优化维护管理水平。应用这些改进措施后,隧道的维护管理模式将得到显著改善,效率提高,成本降低,同时确保了隧道设施的安全可靠性。

3. 养护管理模式改进的技术与管理手段

为改进隧道工程的维护管理模式,可以利用信息技术和智能化设备等手段。利用先进的信息化管理系统,可以随时监控隧道设施的运行状况,并对数据进行有效管理。此外,可实现对维护工作的远程监控和指导,提高管理智能化程度和效率。同时,通过使用机器人、无人机等智能设备对隧道内部进行巡查和维护,既提高了作业的安全性和精准度,又降低了人力资源的消耗。这些技术和管理方法的综合应用,能够有效地改善隧道工程的维护管理方式,提高管理效率和运营质量。

结束语

随着科技的不断进步,采用数据驱动的设计、物联网技术监测和结构健康监测等创新手段,能够有效提升隧道工程的安全性和可靠性,优化运行效率,降低维护成本,进而实现隧道工程的可持续发展与安全运营。这些创新模式的应用不仅提高了隧道设施的智能化管理水平,也为未来隧道工程的建设与管理提供了有力的技术支持,彰显了创新科技在基础设施领域的重要作用。

参考文献

- [1] 陈钢. 公路隧道养护技术的关键问题研究[J]. 运输经理世界, 2022, 000(011): 136-138.
- [2] 杨巍, 卢士军, 朱旭阳, 辛朋泽, 王浩. 基于BIM技术的城市隧道智能化运维系统研究[J]. 交通世界, 2023, 000(002): 298-301.
- [3] 田登. 不同运营状态下公路隧道交通安全保障工程措施研究[D]. 重庆交通大学, 2009.
- [4] 李志晟, 江仲庆, 唐弘, 冯峻. 智慧隧道管养模式的探索与应用[A]. in: 中国土木工程学会2017年学术年会论文集[C]. 2017. 00000664-00000676.

作者简介: 刘志宁, 1988.02.01, 男, 汉族, 河北张家口人, 初级职称, 本科学士学位, 研究方向: 高速公路养护。