

精细化管理在道路桥梁工程养护中的应用研究

刘铸铭

广西交通投资集团河池高速公路运营有限公司 广西 河池 547000

摘要：随着交通基础设施的不断发展，道路桥梁工程的养护管理至关重要。本文深入研究了精细化管理在道路桥梁工程养护中的应用，通过构建精细化管理框架，包括明确原则目标、设计养护流程以及搭建信息化平台；精细化应用养护检测技术，如采用高精度检测技术、部署传感器网络与数据融合；开发养护决策支持系统，涵盖需求分析、优先级排序和维修方案推荐；实施养护作业精细化管理，涉及施工组织优化、新材料新工艺应用和质量控制体系建立；以及建立养护效果评估与持续改进机制，包括量化评估、长期监测反馈和持续优化策略等方面，旨在提高道路桥梁工程养护的质量和效率，延长其使用寿命，保障交通安全与顺畅，为道路桥梁养护工作提供了全面且系统的精细化管理方法与实践指导。

关键词：道路桥梁工程；养护；精细化管理；检测技术；决策支持系统

引言：道路桥梁作为交通网络的关键组成部分，其安全稳定运行对于经济发展和社会生活具有举足轻重的意义。随着时间的推移、交通流量的增长以及自然环境的侵蚀，道路桥梁不可避免地会出现各种病害和损伤，这就对养护工作提出了极高的要求。传统的养护管理模式往往存在着粗放、效率低下、资源浪费等问题，难以满足现代交通对道路桥梁高可靠性和耐久性的需求。而精细化管理理念的引入，为道路桥梁工程养护带来了新的思路和方法。通过对养护工作的各个环节进行细致入微的规划、组织、实施和监控，能够精准地发现问题、及时解决问题，提高养护资源的利用效率，提升养护质量和效果，从而确保道路桥梁始终处于良好的运行状态，为社会提供安全、高效、舒适的交通服务。本文将对精细化管理在道路桥梁工程养护中的具体应用展开深入探讨，以期对相关领域的实践提供有益的参考和借鉴。

1 道路桥梁工程养护精细化管理框架构建

1.1 精细化管理原则与目标明确

在道路桥梁工程养护中，精细化管理应遵循科学性、系统性、预防性、动态性等原则。科学性原则要求养护工作依据道路桥梁的结构特点、力学原理、材料性能以及病害发展规律等科学知识进行决策和实施；系统性原则强调将养护工作视为一个有机整体，涵盖从检测、评估、决策到实施和监督的各个环节，相互协调、相互配合；预防性原则注重通过早期检测和分析，提前发现潜在病害并采取措施，防止病害的进一步发展；动态性原则则根据道路桥梁的实际使用状况、环境变化以及技术发展等因素，及时调整养护策略和方法。

其目标是实现道路桥梁的长期安全可靠运行，具体

包括提高养护工作的准确性和及时性，降低养护成本，延长道路桥梁的使用寿命，提升交通服务质量，减少因养护不当导致的交通中断和事故风险等。

1.2 养护流程精细化设计

养护流程的精细化设计从养护计划制定开始。首先，对道路桥梁进行全面的调查和评估，包括结构状况、病害类型和程度、交通流量等信息的收集与分析。然后，根据评估结果制定详细的年度、季度和月度养护计划，明确养护任务、时间安排、人员配备和资源需求。在养护实施阶段，严格按照工艺流程进行操作，如路面病害修复时，从病害清理、材料准备、修补施工到质量检验，每个步骤都有明确的操作规范和质量标准。同时，加强对养护过程的监督和记录，确保各项工作符合要求。养护完成后，进行效果评估和反馈，为下一次养护计划的调整提供依据。

1.3 信息化平台架构与功能

构建道路桥梁养护信息化平台，其架构包括数据采集层、数据传输层、数据存储层、数据分析层和应用服务层。数据采集层通过传感器、检测设备、人工巡检等多种方式收集道路桥梁的各类数据，如结构应力、变形、裂缝状况、交通流量等；数据传输层采用无线通信技术将采集到的数据实时传输到数据存储层；数据存储层利用数据库管理系统对海量数据进行存储和管理；数据分析层运用数据挖掘、机器学习等技术对数据进行深度分析，提取道路桥梁的健康状况信息、病害发展趋势等；应用服务层则为养护管理人员提供可视化的操作界面，包括养护计划制定、任务分配、进度跟踪、病害预警、报表生成等功能，实现养护工作的信息化、智能化。

管理。

2 养护检测技术的精细化应用

2.1 高精度检测技术概述

高精度检测技术在道路桥梁养护中发挥着关键作用。例如,激光雷达技术能够快速、准确地获取道路桥梁表面的三维信息,检测平整度、坡度以及结构变形等参数,其精度可达毫米级甚至更高。无损检测技术如超声波检测、红外热像检测等,可以在不破坏结构的前提下,检测混凝土内部的缺陷、钢筋锈蚀情况等。此外,基于光纤传感的检测技术能够实现对结构应力、应变的长期、实时监测,具有灵敏度高、抗干扰能力强等优点,为道路桥梁的健康状况评估提供了丰富、精确的数据支持。

2.2 传感器网络部署与监测

在道路桥梁上合理部署传感器网络是实现精细化检测的重要手段。根据结构的关键部位和易损部位,如桥梁的桥墩、桥台、梁体跨中、支座等位置,以及道路的弯道、陡坡、路基薄弱段等区域,布置相应的传感器,包括应力传感器、应变传感器、位移传感器、加速度传感器等。通过传感器网络对道路桥梁的运行状态进行实时监测,将采集到的数据传输到数据处理中心。同时,建立传感器的定期校准和维护制度,确保传感器的准确性和可靠性,保证监测数据的质量,以便及时发现结构的异常变化和潜在病害。

2.3 数据融合与异常识别

由于道路桥梁检测数据来源多样,包括不同类型的传感器、检测设备以及人工巡检记录等,因此需要进行数据融合处理。通过数据融合算法,将多源数据进行整合,消除数据的冗余和矛盾,提取出更全面、准确的结构健康信息。在此基础上,利用数据分析模型和阈值设定等方法进行异常识别。例如,通过对历史数据的统计分析确定结构参数的正常变化范围,当监测数据超出该范围时,即判定为异常情况,并结合结构力学分析和专家经验,对异常原因进行初步判断,为后续的养护决策提供依据。

3 养护决策支持系统的开发

3.1 需求分析模型构建

养护决策支持系统的开发首先要进行需求分析模型构建。通过对道路桥梁的结构类型、使用年限、交通流量、病害状况、养护历史等因素的综合考虑,建立数学模型来量化养护需求。例如,采用层次分析法(AHP)确定各因素的权重,结合模糊综合评价法对道路桥梁的整体状况进行评估,从而明确不同路段、不同结构部位

的养护紧迫性和重要性程度,为制定合理的养护策略提供科学依据。

3.2 养护优先级排序算法

基于需求分析结果,运用养护优先级排序算法确定各项养护任务的先后顺序。常见的算法有基于成本效益分析的排序方法、基于结构安全风险评估的排序方法等。例如,成本效益分析方法通过计算不同养护方案的成本和预期效益(如延长使用寿命、减少维修次数等),选择效益成本比最高的方案优先实施;结构安全风险评估方法则根据病害对结构安全的影响程度和发生概率,对养护项目进行风险排序,优先处理高风险的病害,确保道路桥梁的安全运营。

3.3 维修方案智能推荐

根据养护优先级和道路桥梁的具体病害情况,养护决策支持系统利用知识库和推理机制实现维修方案的智能推荐。知识库中存储了大量的道路桥梁病害类型、成因、维修方法以及相关工程案例等信息,推理机制则根据当前病害特征与知识库中的信息进行匹配和推理,生成多个可行的维修方案,并对每个方案的技术可行性、经济合理性、施工难易程度等进行评估和比较,为养护管理人员提供决策参考,帮助其选择最适合的维修方案。

4 养护作业实施过程的精细化管理

4.1 施工组织设计优化

在养护作业实施前,对施工组织设计进行优化。合理安排施工顺序,避免不同养护项目之间的相互干扰和冲突。例如,在桥梁维修和道路路面修复同时进行,协调好两者的施工时间和空间顺序,确保交通疏导顺畅,减少对交通的影响。同时,优化施工资源配置,根据养护任务的工作量和工期要求,精确计算所需的人力、材料和机械设备数量,并合理调配,提高资源利用效率,降低施工成本。

4.2 新材料、新工艺应用

积极推广应用新材料、新工艺,提升养护作业的质量和效果。例如,在路面修复中采用高性能的沥青混合料和微表处技术,能够提高路面的耐久性和抗滑性能;在桥梁加固中使用碳纤维复合材料等新型加固材料,具有强度高、重量轻、施工方便等优点,可有效提高桥梁的承载能力。同时,加强对新材料、新工艺的施工工艺研究和质量控制,确保其在道路桥梁养护中的应用效果达到预期目标。

4.3 质量控制体系建立

建立完善的养护作业质量控制体系,从原材料质量控制、施工过程质量控制到养护工程验收等环节进行严

格把关。在原材料质量控制方面,对进场的水泥、钢材、沥青等材料进行严格的检验和试验,确保其质量符合设计要求;在施工过程中,加强对关键工序和关键部位的质量检查,如混凝土浇筑、钢结构焊接等,严格执行施工规范和质量标准;养护工程完成后,按照验收标准进行全面验收,对存在的质量问题及时整改,确保养护工程的质量可靠,达到预期的养护效果。

5 养护效果评估与持续改进机制

5.1 养护效果量化评估

采用量化指标对养护效果进行评估,包括结构性能指标、使用功能指标和经济效益指标等。结构性能指标如桥梁的承载能力、结构刚度、裂缝宽度等,通过定期的检测和监测数据对比,评估养护措施对结构性能的改善情况;使用功能指标如道路的平整度、抗滑性能、通行能力等,通过现场测试和交通流量调查等手段进行量化评估;经济效益指标则计算养护工程的成本投入与因养护而减少的维修费用、延长的使用寿命所带来的经济效益之间的关系,评估养护工作的经济合理性。通过对这些量化指标的综合分析,全面、客观地评价养护效果的优劣。

5.2 长期监测与跟踪反馈

建立道路桥梁的长期监测系统,对养护后的结构状况进行持续跟踪监测。通过长期积累的监测数据,分析结构的性能变化趋势,及时发现潜在的问题和病害复发情况。同时,建立反馈机制,将监测结果和使用过程中发现的问题及时反馈给养护管理部门和决策支持系统,以便对养护策略和方法进行调整和优化,为后续的养护工作提供参考依据,实现养护工作的动态管理和持续改进。

5.3 持续优化策略

根据养护效果评估和长期监测反馈的信息,制定持续优化策略。不断完善精细化管理框架、检测技术、决策支持系统和作业实施流程等方面的内容。例如,根据新出现的病害类型和养护技术的发展,更新检测技术手

段和知识库;结合实际养护经验和管理需求,对养护流程和质量控制标准进行优化;通过对不同养护方案的效果对比分析,改进养护决策模型和算法,提高养护工作的科学性和有效性,从而不断提升道路桥梁工程养护的精细化管理水平。

结语

综上所述,精细化管理在道路桥梁工程养护中具有重要的应用价值和广阔的发展前景。通过构建精细化管理框架,实现养护工作的规范化、系统化和智能化;精细化应用养护检测技术,为养护决策提供准确的数据支持;开发养护决策支持系统,提高养护决策的科学性和合理性;实施养护作业精细化管理,确保养护工程的质量和效果;建立养护效果评估与持续改进机制,实现养护工作的动态优化和持续提升。这些措施的综合应用能够有效提高道路桥梁工程养护的质量和效率,延长其使用寿命,保障交通网络的安全稳定运行,为经济社会的发展提供有力的支撑。然而,精细化管理的实施是一个长期而复杂的过程,需要不断地探索、实践和创新,同时也需要政府部门、养护企业、科研机构等各方的共同努力和协作,以推动道路桥梁工程养护精细化管理水平的不断提高,适应现代交通发展的需求。

参考文献

- [1]吴刚.精细化管理在桥梁养护项目全寿命周期管理中的应用[J].项目管理技术,2021,19(8):112-116.
- [2]赵丽.精细化管理理念下的道路桥梁养护成本控制研究[J].工程造价管理,2022,34(1):56-60.
- [3]周宇.精细化管理在桥梁养护安全管理中的实践与探索[J].安全与环境工程,2022,19(5):67-71.
- [4]刘涛.精细化管理在桥梁预防性养护中的应用与效果评估[J].桥梁建设,2023,53(4):78-83.
- [5]孙莉.道路桥梁养护中的精细化管理与技术创新[J].公路交通科技(学术版),2023,(6):102-106.