

公路桥梁与隧道的养护管理策略探讨

梁 军

宁波路桥工程建设有限公司 浙江 宁波 315000

摘 要：本文聚焦于公路桥梁与隧道养护管理的重要性，涵盖保障交通畅安、延长使用寿命、促进经济社会效益等多个维度。文章揭示了当前养护管理面临的挑战，包括理念滞后、技术落后、体制缺陷。为应对这些挑战，提出了完善管理制度、强化人员培训、提升机械化水平、实施预防性养护等策略，这些举措旨在全面提升公路桥梁与隧道的养护管理水平，确保交通安全，为经济社会发展提供坚实保障。

关键词：公路桥梁；隧道；养护管理策略

1 公路桥梁与隧道养护管理的重要性

1.1 保障交通安全与畅通

公路桥梁与隧道作为现代交通运输网络的关键组成部分，其养护管理直接关系到道路的安全与畅通。在日常运营中，这些设施面临着复杂多变的环境因素和车辆荷载的持续作用，如极端天气、地质变动、车辆超载等，这些都可能导致设施结构性能退化，甚至引发安全事故。养护管理通过定期检查、监测和评估，及时发现并处理潜在的安全隐患。对于桥梁而言，可能涉及桥面铺装破损、支座老化、墩台裂缝等问题；隧道方面，则可能遇到照明不足、通风不良、衬砌渗漏等状况。通过专业团队的及时介入，采取维修加固、清洁保养等措施，可以有效预防事故的发生，确保行车安全。同时，良好的养护还能减少因设施故障导致的交通中断，保障道路畅通无阻，减少拥堵和延误，提高交通效率。另外，养护管理还涵盖了对交通标志、标线、护栏等安全设施的维护，确保其在夜间或恶劣天气条件下仍能发挥正常作用，为驾驶者提供清晰明确的导航信息，进一步提升道路交通安全性。

1.2 延长使用寿命与降低维修成本

公路桥梁与隧道的建设成本高昂，且一旦建成，将长期服务于社会经济发展。因此，如何通过科学的养护管理延长其使用寿命，减少不必要的维修更换，成为了一个重要的经济课题。合理的养护计划能够基于设施的当前状况和未来预测，制定预防性维护措施，比如对桥梁进行涂层保护、对隧道进行防水处理，这些都是延缓结构老化、防止病害扩散的有效手段。长期实践表明，预防性养护相较于事后补救，能显著节省维修成本。一方面，及时的小修小补可以防止小问题演变成大问题，避免因拖延导致的大范围修复或重建，从而节约大量资金。另一方面，通过优化养护资源配置，合理安排养护

作业时间，可以减少对交通的干扰，避免因施工造成的间接经济损失。例如，采用夜间或低流量时段进行施工，减少对日常交通的影响，保障经济活动顺畅进行。养护管理还包括对设施寿命周期成本的分析，通过比较不同养护方案的长期经济效益，选择性价比最优的方案，确保养护投资的最大化回报^[1]。

1.3 促进经济与社会效益提升

公路桥梁与隧道的良好状态，是支撑区域经济发展的重要基础设施。高效的养护管理，不仅保障了交通网络的稳定运行，也为经济活动和人民生活提供了便捷、安全的交通条件。从区域经济发展角度看，便捷的交通能够吸引更多的投资，促进产业升级和人员流动，带动沿线地区的经济繁荣。例如，高速公路和大型桥梁的连接，加速了城市间的经济互动，促进了物流、旅游等行业的快速发展。社会层面，良好的交通设施是提高居民生活质量的关键。养护管理通过确保交通畅通无阻，缩短了通勤时间，提高了出行效率，增强了居民的幸福感。特别是在应对突发事件时，如自然灾害或紧急救援，养护良好的道路和桥梁能够迅速疏散人群，输送救援物资，减少灾害损失，保护人民生命财产安全。养护管理还体现了政府对公共服务的承诺和责任，通过持续提升交通设施的服务水平，满足人民群众日益增长的出行需求，增强了社会的凝聚力和认同感。

2 公路桥梁与隧道养护管理存在的问题

2.1 养护管理理念问题

在公路桥梁与隧道的养护管理中，理念层面的滞后尤为突出。传统的“事后修补”模式不仅效率低下，还增加了后期维护成本。以某省桥梁为例，由于长期忽视预防性养护，导致近五年来桥梁大修次数增长了30%，养护成本激增。此外，“重建设轻养护”的观念在一些地区仍然存在，如某市在过去十年中，新建桥梁投资是养

护投资的3倍,导致一些老旧桥梁病害频发,严重威胁交通安全。

2.2 技术手段落后

技术手段的落后限制了养护管理的有效性。据统计,目前我国仍有近20%的桥梁检测依赖人工敲击和肉眼观察,这种方法难以发现隐蔽病害。例如,某隧道因缺乏先进的检测设备,未能及时发现衬砌内部空洞,最终导致隧道局部坍塌。同时,一些地方因资金和技术限制,无法引进和应用如BIM技术、数字孪生等现代化管理工具,导致养护决策缺乏科学依据^[2]。

2.3 管理体制不完善

管理体制的不完善影响了养护管理的执行效率。以某地区为例,由于养护管理责任主体不明确,导致桥梁维修项目多次转手,延误了最佳维修时机。此外,缺乏有效的监督机制使得养护资金被挪用或浪费的现象时有发生,如某县近三年来因监管不力,近10%的养护资金未用于实际养护项目。

3 公路桥梁养护管理策略

3.1 完善养护管理制度

完善养护管理制度是提升公路桥梁养护管理水平的基础,首先,明确养护管理的责任主体和职责分工,确保各项养护工作有明确的负责人和执行团队。通过制定详细的养护计划和预算,合理安排养护资金和资源,确保养护工作的有序进行。同时,建立健全的养护管理制度还包括制定科学合理的养护标准和规范,为养护工作提供明确的技术指导和操作依据。这些标准和规范应涵盖桥梁结构的检查、评估、维修加固等各个环节,确保养护工作的全面性和专业性。另外,还需建立完善的监督机制,对养护工作的执行情况进行定期检查和评估,及时发现并纠正存在的问题。通过引入第三方检测机构,对桥梁结构的健康状况进行客观评价,提高养护管理的透明度和公信力。

3.2 加强养护人员培训

养护人员的专业素质和技能水平直接影响养护管理的效果,加强养护人员的培训是提升养护管理水平的关键。首先,应定期组织养护人员进行专业知识和技能培训,涵盖桥梁结构的基本知识、检测评估方法、维修加固技术等,提升他们的专业素养和技能水平。还需加强养护人员的安全意识教育,让他们充分认识到养护工作的重要性,增强工作责任心和敬业精神,通过模拟演练、案例分析等方式,提高养护人员在应对突发事件时的应急处置能力^[3]。另外,还应鼓励养护人员积极参加各类学术交流和研讨活动,了解最新的养护技术和

管理理念,拓宽视野,提升专业素养。通过建立激励机制,对表现优秀的养护人员给予表彰和奖励,激发他们的工作积极性和创新精神。

3.3 提高养护机械化程度

随着科技的发展,各种先进的养护机械设备不断涌现,为养护工作提供了有力支持。因此,应加大投入,引进和应用先进的养护机械设备,如桥梁检测车、维修加固设备等,提高养护工作的机械化水平。加强对养护机械设备的管理和维护,确保设备的正常运行和长期使用。通过建立设备管理制度,定期对设备进行保养和维修,延长设备的使用寿命,降低使用成本;还应加强对养护机械设备操作人员的培训和管理,提高他们的操作技能和安全意识,确保设备的正确使用和安全运行。通过提高养护机械化程度,可以大幅提升养护工作的效率和质量,为桥梁的安全运行提供有力保障。

3.4 实施预防性养护

通过定期对桥梁结构进行检查和评估,及时发现并处理潜在的安全隐患,可以有效避免事故的发生,延长桥梁的使用寿命。在实施预防性养护时,制定合理的养护计划和方案,根据桥梁结构的实际情况和未来发展趋势,确定养护的重点和优先级。通过采用先进的检测技术和手段,如超声波检测、红外热成像等,对桥梁结构的内部和表面进行全面检查,确保隐患的及时发现和处理。同时加强对预防性养护工作的监督和评估,确保养护计划和方案得到有效执行。通过建立养护档案和数据库,对桥梁结构的健康状况进行长期跟踪和监测,为养护工作提供数据支持和分析依据。通过实施预防性养护,可以大幅降低养护成本和事故风险,提高桥梁的安全性和可靠性。

4 隧道养护管理策略

4.1 技术手段在养护管理中的应用

随着科技的飞速发展,现代技术正为隧道养护管理领域开辟全新的路径,显著提升了养护工作的效率与精准度。以下是几种关键技术在此领域的具体应用及成效:(1) BIM(建筑信息模型)技术:以某市地铁隧道为例,通过引入BIM建模技术,实现了隧道结构病害的三维可视化展示。这一创新举措不仅使病害定位时间大幅缩短了50%,更将维修效率提升了40%。养护人员能够直观、准确地掌握病害情况,从而制定出更加科学合理的维修方案,有效保障了地铁隧道的安全运行。(2) 数字孪生技术:在某特长隧道中,数字孪生系统的部署为隧道安全监测带来了革命性的变化。该系统能够实时收集并分析隧道运行数据,通过模拟预测衬砌裂缝

的扩展趋势。其预警准确率高达92%，成功避免了3次潜在的坍塌事故，为隧道的安全运营提供了坚实的技术保障。（3）北斗监测系统：针对山区公路隧道复杂的地质条件，某隧道安装了北斗位移监测终端。在2022年，该系统成功预警了2次边坡滑移事件。在滑移量超过预设阈值之前，应急预案便已迅速启动，有效减少了经济损失超过800万元。北斗监测系统的应用，为山区公路隧道的安全监测提供了高效、可靠的解决方案。（4）智能巡检机器人：为提高隧道巡检的效率与准确性，某城市隧道引入了智能巡检机器人。在2023年的实际应用中，单次巡检时间从原本的人工8小时大幅缩短至2小时，同时病害识别准确率提升至95%。智能巡检机器人的应用，不仅减轻了巡检人员的工作负担，更提高了巡检工作的质量和效率，为隧道的安全运行提供了有力支持。

4.2 隧道排水系统维护

隧道排水系统的正常运行对于保持隧道内部干燥、防止水害具有重要意义。排水系统包括路面排水、边沟排水、横向排水管道等组成部分，任何一个环节的故障都可能导致隧道内部积水，影响行车安全。隧道排水系统的维护应定期进行，包括清理堵塞物、检查排水管道是否完好、修复损坏部分等。在雨季来临前，应提前进行排水系统的全面检查和维护，确保排水畅通无阻。同时，对于易积水区域，增设排水设施或优化排水方案，提高排水效率。在维护过程中，应注重排水系统的整体性和协调性。各排水设施之间应相互衔接、配合默契，确保排水顺畅。

4.3 隧道内环境控制

隧道内环境控制成为养护管理的重要一环，环境控制主要包括照明、通风、消防等方面。照明方面，应确保隧道内部照明充足、均匀，提高行车视线清晰度。根据隧道长度、交通量等因素，合理设置照明灯具和亮度标准，定期对照明设施进行检查和维护，确保其正常运行；通风方面，保持良好的空气流通，降低隧道内部空气污染程度。根据隧道交通量和气候条件，合理调整通风设备的运行模式和参数，加强对通风设备的维护和保养，确保其高效运行；消防方面，建立完善的消防设施和应急预案，提高隧道内的火灾防控能力。定期对消防设备进行检查和维护，确保其完好有效。同时，加强对隧道内人员的消防教育和

培训，提高他们的火灾应对能力。

4.4 隧道信息化管理

随着信息技术的不断发展，隧道信息化管理成为提高养护管理效率和质量的重要手段。通过引入先进的信息化管理系统，可以实现对隧道运营状态的实时监测和数据分析，为养护管理提供科学依据，信息化管理系统应包括隧道结构监测、交通流量监测、环境监测等多个模块。通过安装传感器和监测设备，实时采集隧道内部的结构变形、裂缝、渗漏等数据，以及交通流量、车速、车型等信息。利用大数据、云计算等技术手段，对数据进行挖掘和分析，及时发现潜在的安全隐患和交通问题。在信息化管理中，还应注重数据的共享和协同^[5]。通过建立跨部门、跨地区的数据共享平台，实现信息的互联互通和资源共享，加强与科研机构、高校等单位的合作与交流，共同推动隧道信息化管理的技术创新和应用推广。通过信息化管理，可以实现对隧道养护管理的精细化、智能化和高效化，提高隧道的运营安全和服务水平。

结束语

综上所述，公路桥梁与隧道的养护管理对于保障交通安全、延长设施寿命、促进经济社会发展具有重要意义。针对当前养护管理存在的问题，我们需要不断创新管理理念和技术手段，完善管理体制，提升养护人员的专业素质，推动养护工作的精细化和智能化。通过这些措施的实施，可以不断提升公路桥梁与隧道的养护管理水平，为交通运输事业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]王毅.公路桥梁与隧道养护管理的现状与对策浅析[J].四川建材,2021,47(1):153-154.
- [2]张小波.公路桥梁与隧道养护管理现状与解决措施探讨[J].百科论坛电子杂志,2020(6):1875.
- [3]李敬树.高速公路桥梁养护管理现状及对策分析[J].工程建设与设计,2021(4):227-228.
- [4]袁超.公路桥梁养护管理的意义与养护措施分析[J].工程技术研究,2021,6(22):190-191.
- [5]黄南英.公路桥梁的养护与维修加固研究[J].黑龙江交通科技,2021,44(08):127-128.