

基于全生命周期的公路工程建设养护管理研究

莫迪

桂林市公路建设养护中心

DOI:10.12238/jpm.v6i4.7881

[摘要] 本文深入探讨全生命周期理念在公路工程建设养护中的重要性，分析传统模式的不足以及全生命周期理念的优势。从公路建设前期的规划设计、建设过程中的质量控制到后期的验收移交，系统阐述基于全生命周期的公路工程建设管理策略。同时针对公路养护管理，提出组织架构与制度建设、科学化信息化决策以及养护资源优化配置等管理策略，并重点研究预防性养护技术、修复性养护策略以及新技术新工艺在养护中的应用。

[关键词] 全生命周期；公路工程；建设管理；养护管理；可持续发展

Research on highway engineering construction and maintenance management based on the whole life cycle

Mo Di

Guilin Highway Construction and maintenance Center

[Abstract] This paper deeply discusses the importance of the whole life cycle concept in the construction and maintenance of highway engineering, and analyzes the shortcomings of the traditional mode and the advantages of the whole life cycle concept. From the planning and design in the early stage of highway construction, the quality control in the construction process to the acceptance and handover in the later stage, the highway engineering construction management strategy based on the whole life cycle is systematically expounded. At the same time, according to highway maintenance management, management strategies such as organizational structure and system construction, scientific information decision and optimal allocation of maintenance resources are put forward, and the research of preventive maintenance technology, repair maintenance strategy and the application of new technology and new process in maintenance are emphasized.

[Key words] full life cycle; highway engineering; construction management; maintenance management; sustainable development

随着我国经济的快速发展和交通运输需求的持续增长，传统的公路建设养护模式侧重于建设阶段的工程质量和施工进度，而对公路的长期使用性能和全生命周期内的综合效益缺乏系统规划，不仅增加了养护成本还影响了公路的使用寿命和行车安全。全生命周期理念强调从规划设计、施工建设到运营养护的全过程一体化管理，注重综合成本控制、预防性养护和环境保护，为优化公路建设养护管理提供了新的思路

和方法，能够有效提高公路的使用寿命和经济效益同时减少对环境的影响。

1. 全生命周期理念在公路工程建设养护中的重要性

1.1 全生命周期理念概述

全生命周期理念是一种系统化的管理思维，它将公路从规划、设计、施工、运营到废弃的全过程视为一个有机整体，综合考虑各个阶段的成本、效益、环境影响和社会效益。在全生

命周期管理中不仅关注建设阶段的初期投资，还重视运营维护阶段的长期成本，强调预防性养护和早期干预，以延长公路使用寿命减少突发性维修。同时全生命周期理念还注重环境保护和资源节约，通过优化设计、采用环保材料和节能技术，降低公路建设对生态环境的影响，实现公路建设与自然环境的和谐共生。此外该理念还强调社会公平性，确保公路建设养护过程中的利益相关者能够共享发展成果，促进社会的可持续发展。

1.2 传统公路建设养护模式的局限性

传统公路建设养护模式在规划设计阶段往往未能充分考虑未来交通流量的增长和地形地质条件的复杂性，导致设计方案的经济性和前瞻性不足。施工过程中虽然注重工程质量，但对施工过程中的环境保护和资源利用效率关注不够，容易造成资源浪费和环境破坏。在运营养护阶段传统模式往往采取“事后维修”的策略，忽视了预防性养护的重要性，导致公路病害发展迅速，使用寿命缩短，养护成本大幅增加。此外传统模式下养护管理的信息化程度较低，难以对公路病害进行实时监测和科学决策，难以实现养护资源的优化配置。

1.3 全生命周期理念的优势

在规划设计阶段充分考虑未来运营与养护需求优化设计方案，减少后期不必要的改造与维修费用；施工阶段则注重质量控制与环保措施，减少病害发生概率延长公路使用寿命。全生命周期理念强调预防性养护和早期干预，能够有效延缓病害发展，延长公路使用寿命，提高公路的可靠性和安全性。此外该理念还注重环境保护和社会效益，符合可持续发展的要求。在公路建设过程中采用环保材料和节能技术，减少对生态环境的破坏；在运营养护阶段通过科学合理的养护措施，降低能源消耗和污染物排放。最后借助现代信息技术建立公路养护管理信息系统，实现对公路路况数据的实时监测和科学决策。

2. 基于全生命周期的公路工程建设管理

2.1 公路建设前期的规划设计

公路建设前期的规划设计是基于全生命周期理念的关键环节，在规划设计阶段应充分考虑地形、地质条件以及未来交通流量等因素，采用科学合理的路线设计和结构选型。通过深入的地质勘察和交通流量预测，优化路线走向避免高填深挖等对环境影响较大的工程措施，减少建设成本和后期养护难度。同时引入全生命周期成本评估方法，对不同设计方案进行经济

性比较，综合考虑建设成本、运营维护成本和使用寿命等因素选择最优方案。此外还应注重与周边环境的协调，合理规划服务区、收费站等附属设施的位置和规模，确保公路建设与生态环境、社会经济的可持续发展相统一。

2.2 公路建设过程中的质量控制

高质量的施工不仅能减少建设阶段的返工和浪费，还能显著降低后续运营养护阶段的病害发生率和维修成本，从而优化全生命周期内的综合效益。施工阶段的质量控制应从原材料采购开始，严格把控材料质量，确保其符合设计标准和规范要求。在施工过程中应采用先进的施工技术和设备，严格按照设计图纸和施工规范进行操作，同时加强现场质量监督和检查，建立完善的质量检测体系，对施工过程中的关键工序和隐蔽工程进行重点监控，及时发现并纠正施工中的质量问题。此外还应引入智能化、信息化手段实时监测施工质量，及时预警和处理潜在问题。

2.3 公路建设后期的验收移交

公路建设后期的验收移交标志着工程从建设阶段正式转入运营阶段，交工验收由项目法人负责组织，对各合同段的工程质量、施工进度和合同执行情况进行全面检查。验收合格后进入试运营阶段，竣工验收则在试运营结束后进行，由交通主管部门对工程质量、建设规模、投资使用等情况进行全面核查，同时对环保、档案等单项工程进行验收，竣工验收合格后正式交付使用。在验收移交过程中施工单位需对验收中发现的质量缺陷限期整改，确保工程质量符合设计要求。接管养护单位在接收项目后应落实养护责任和资金，加强养护管理确保公路安全畅通。

3. 基于全生命周期的公路养护管理策略

3.1 养护管理的组织架构与制度建设

优化组织架构明确各部门职责和协作关系，构建科学、可行的标准化管理体系，为公路的精细化管养提供可复制、可借鉴的模式。制度建设方面需制定统一的养护与管理标准，参照相关法规明确养护工作范畴与质量标准，突出科学养护理念。此外还需完善养护预算管理制度，修订相关导则指导各地根据实际情况制定编制办法和定额。同时建立健全养护监管与考核制度，对养护质量和服务水平进行严格考核确保养护工作规范有序开展。

3.2 养护决策的科学化与信息化

科学化决策要求以现代快速路况检测技术为基础，融合图像智能识别、公路资产养护需求分析、路面长期使用性能预测、养护资金优化分配、投资效益综合分析等核心技术。通过建立科学完善的决策管理制度，以具备较高技术素养的专业人才队伍为支撑，提高公路养护投资效益。信息化方面通过大数据分析实现病害预测、管理智能化和资源优化，为养护决策提供精准支持。同时利用云平台技术，加速养护决策的制定和实施，提高养护工作的效率和响应速度。此外还可通过信息化手段实现公路养护的精细化管理，实现预防性、经常性养护对策数字化。

3.3 养护资源的优化配置

建立科学的养护资源评估体系，全面分析公路的使用状况、病害类型及交通流量等因素精确定各路段的养护需求避免资源浪费。打破传统分散养护模式，对养护项目进行整合，采用长周期养护机制，将日常养护与专项工程有机结合，实现规模效应，降低单位养护成本。同时借助大数据与信息化技术，构建动态养护资源管理系统，实时监控资源使用效率及时调整资源配置方案。此外合理安排养护资金，优先保障重点路段和关键设施的养护需求，同时预留部分资金用于应对突发情况。

4. 基于全生命周期的公路养护技术与方法

4.1 预防性养护技术的应用

预防性养护的核心在于“治早治小”，即在公路病害初期或尚未出现明显病害时，主动采取措施延缓病害发展，长公路使用寿命。具体技术包括微表处技术，通过在路面上铺设一层薄薄的沥青混合料，有效修复微小裂缝和松散颗粒，增强路面抗磨损能力；还有雾封层技术，通过喷洒特定材料封闭路面微小裂缝，防止水分渗入，延缓病害发展。此外裂缝封堵技术也是常用手段，能够有效防止裂缝进一步扩大减少水损害。预防性养护技术的应用不仅能够显著降低公路养护的全生命周期成本，还能提高公路的使用性能和安全性。

4.2 修复性养护的实施策略

当公路出现大面积的坑槽、车辙、沉陷等较为严重的病害时，修复性养护能够及时修复损坏部位，恢复公路的承载能力和通行能力。实施修复性养护时首先需对病害进行准确诊断，

通过实地检测和数据分析，确定病害类型、范围和成因，为制定合理的修复方案提供依据。据病害的具体情况选择合适的修复技术，确保修复后的路面与原路面结构相匹配，恢复其整体性能。同时修复过程中要严格把控施工质量，从材料选择、施工工艺到验收环节，都要遵循相关标准和规范，确保修复效果。此外修复性养护还应注重与预防性养护相结合，修复后及时采取预防性措施，防止病害再次发生。

4.3 新技术新工艺在养护中的应用

在基于全生命周期的公路养护管理中，新技术和新工艺的应用能提升养护效率、降低成本、延长公路使用寿命。例如高性能自愈合沥青材料具有自愈合能力，能够在轻微损伤后自行恢复性能，显著延长路面使用寿命，降低维护频率。同时无人机巡检、自动化裂缝修补机等智能检测技术，能够高效完成路面病害检测与修复工作，减少人工干预提升作业效率。此外信息化管理平台的引入也为公路养护带来了变革，通过大数据分析、云计算和物联网技术，养护管理系统能够实时收集路况、交通流量等数据，为养护决策提供科学依据。

5. 结论

综上所述，通过科学的规划设计、严格的施工质量控制、高效的验收移交以及精细化的养护管理，能够有效降低公路建设养护的综合成本。同时预防性养护技术、修复性养护策略以及新技术新工艺的应用，为公路养护管理提供了有力的技术支持。未来应进一步深化全生命周期理念在公路建设养护中的应用，推动公路基础设施管理向更高水平发展。

[参考文献]

- [1]裴艳，廖重臣.全生命周期视角下重庆高速智慧建设管理思考[J].中国交通信息化，2025，（01）：31-34.
- [2]赵秀丽，蒯佳婷.公路工程全生命周期造价管控平台构建与应用[J].项目管理技术，2024，22（04）：106-111.
- [3]周本涛，杨幸，王小宁，等.低山丘陵区高速公路全生命周期低碳建设应用技术研究[J].交通节能与环保，2023，19（01）：39-43+50.
- [4]解大勇，王雪梅.绿色公路全生命周期建设存在的问题及对策[J].科技视界，2022，（32）：190-192.