

# 公路养护管理现状及养护管理模式分析

窦生辉

遵义南环高速公路开发有限公司 贵州 遵义 563000

**摘要：**随着“交通强国”战略的深入实施，公路养护管理正面临从“被动修复”向“主动预防”转型的关键期。针对当前我国公路养护中存在的“重建轻养”、技术手段滞后及山区公路特殊养护需求难以满足等问题，本文结合贵州省遵义地区山区高速公路路网特点，基于全生命周期成本（LCCA）理论与智慧运维理念，系统分析了传统、市场、智慧及差异化四种养护模式的适用性。研究表明，单一模式难以适应复杂路网需求。为此，本文提出了构建“预防为主、智慧赋能、分类施策”的山区差异化养护体系：即在高速公路推广“智慧监测+长周期总包”模式，利用数字孪生技术解决边坡与隧道养护难题；在普通国省道深化市场化改革；在农村公路落实“路长制”与群众参与机制。研究旨在为提升山区公路路网效能、降低全生命周期成本提供理论支撑与实践参考。

**关键词：**养护管理；差异化模式；智慧养护；全生命周期成本；遵义

引言：公路作为综合交通运输体系的核心载体，是保障经济社会发展、便利群众出行的重要基础设施。随着我国路网规模持续扩大，养护管理的重要性日益凸显。当前，我国公路养护管理虽取得一定成效，但仍面临理念滞后、技术不足、模式适配性不强等问题，制约路网效能发挥。本文立足国内外研究现状，系统分析公路养护管理现存问题，探讨各类养护模式的适配性，提出优化路径，为推动公路养护管理高质量发展提供支撑。

## 1 公路养护管理相关概念与理论基础

### 1.1 公路养护管理核心概念

（1）公路养护的定义与分类：定义为对公路及其附属设施开展维护、修缮、改善等一系列活动，核心是保障公路安全畅通、延长使用寿命。分类按养护目的可分为四类，预防养护侧重提前防护，修复养护针对已有病害，专项养护聚焦特定问题，应急养护应对突发情况。

（2）公路养护管理的内涵与核心目标：内涵涵盖养护计划制定、资金筹措、技术应用、质量监管、应急处置等全流程，是系统性管理工作。核心目标包括保障行车安全、提升通行效率、降低全生命周期成本，同时实现绿色可持续发展。

### 1.2 公路养护管理相关理论

公路养护管理工作的科学开展，离不开成熟理论的支撑与指导，结合当前公路养护发展实际，核心相关理论主要包括以下三类，为养护模式优化、资源配置及效能提升提供重要依据：（1）预防性养护理论：核心是“预防为主、防治结合”，通过提前采取科学防护措施，延缓公路性能衰减，减少大修投入，有效延长公路使用寿命，实现养护效益最大化。（2）全生命周期成本

理论（LCCA）：贯穿公路规划、建设、养护、废弃全流程，通过全面的成本效益分析，优化养护方案，合理配置养护资源，降低整体养护成本。（3）智慧运维管理理论：依托物联网、大数据、AI等先进技术，实现路况实时监测、病害自动识别、养护决策智能化，大幅提升养护管理的精准度和效能<sup>[1]</sup>。

## 2 国内外公路养护研究及现状分析

### 2.1 国内外公路养护发展基础

（1）路网基础设施布局：国内公路总里程持续攀升，高速、普通国省道及农村公路形成多层次网络；国外美日德等国路网成熟稳定，重点聚焦现有路网优化升级，为养护研究与实践奠定基础。（2）养护投入保障：国内“十三五”养护投入达7898亿元，投入稳步增长；国外多建立稳定资金机制，如美国燃油税专款专用，保障养护持续推进。（3）管养体系建设：国内逐步完善法规标准，形成分级管理框架；国外形成成熟管理体系，市场化管养模式应用广泛<sup>[2]</sup>。

### 2.2 国内外公路养护现存成效

（1）安全水平提升：国内实施安全生命防护工程，危桥改造成效显著；国外聚焦零事故目标，完善应急处置机制，事故响应效率突出。（2）养护技术升级：国内推广预防性养护，智能检测设备逐步应用；国外智慧检测、绿色再生技术成熟，自动化养护水平较高。（3）服务能力增强：国内完善服务设施，惠民政策落地；国外注重服务精细化，服务区功能完备，通行体验更优。

### 2.3 国内外公路养护存在的主要问题

（1）思想认知层面：国内“重建轻养”现象普遍，忽视预防性养护，山区高速运维成本高、地质灾害频

发,预防性养护压力剧增;国外部分国家存在养护成本攀升问题,老旧路网养护压力大。(2)资金保障方面:国内资金总量不足且分配不均,筹措渠道单一,山区高速桥隧多,设备维护及灾害处置资金缺口大;国外部分发展中国家存在资金短缺,区域养护投入差距明显。

(3)技术与人才短板:国内智能设备使用率不足20%,基层专业人员占比仅18%,山区应急响应难、抢修救援滞后;国外部分国家面临技术推广不均,专业人才流失问题。(4)管理监管不足:国内信息化水平低,未形成闭环管理,难以适配山区长路线、多弯道的监管需求;国外部分地区存在市场化监管不到位,养护质量参差不齐。

### 3 我国公路养护管理模式分析

#### 3.1 传统公路养护管理模式

(1)模式内涵:采用政府主导、事业单位直接负责的“管养一体”模式,养护资金主要依靠各级财政拨款,养护作业全程由政府内部养护队伍承担,未引入社会力量参与。(2)模式特点:管理主体单一,政府既是管理者也是作业者,权责划分明确,便于统筹协调区域内养护工作,保障养护工作的统一性;但市场化程度极低,缺乏竞争机制,养护队伍积极性不足,导致养护效率不高,易出现人力、物力等资源浪费现象。(3)适用场景与局限性:适用于农村公路等低等级、小范围、交通量小的公路养护,契合此类公路养护需求简单、投入较少的特点;局限性显著,养护技术较为落后,成本控制难度大,缺乏专业化养护能力,难以适应大规模、高标准的公路养护需求。

#### 3.2 市场化公路养护管理模式

(1)模式内涵:打破政府单一养护格局,引入社会资本与专业力量,通过公开招标、政府采购等规范流程,将公路养护作业委托给具备资质的专业企业,政府聚焦监管、考核与验收,实现“管养分离”。(2)主流类型:主要包括养护总承包模式(HMPC)、PPP模式、市场化外包模式三类。其中, HMPC以全寿命周期成本理念为核心,统筹养护方案;PPP模式通过政企合作缓解财政压力;市场化外包模式侧重单一环节委托,灵活高效<sup>[3]</sup>。(3)模式特点与优劣:优势是引入市场竞争,倒逼企业提升效率与技术,控制养护成本、减轻政府人力负担;劣势是政府监管难度大,部分企业为逐利偷工减料影响质量,且前期招标、资质审核成本较高。

#### 3.3 智慧化公路养护管理模式

(1)模式内涵:依托物联网、大数据、人工智能、北斗定位等先进技术,构建“智能检测-数据分析-科学决策-精准施工-动态监管”的全流程闭环管理体系,实现

养护工作的数字化、智能化转型。(2)核心应用:涵盖无人机巡检、AI病害自动识别、数字孪生路网建模、智能养护设备调度等,可实现路况实时监测、病害精准定位、养护方案科学制定,推动养护工作从“被动抢修”向“主动预判”转变。(3)模式优势与应用瓶颈:优势是大幅提升检测效率与精度,减少人工投入与人为误差,优化养护决策的科学性,降低长期养护成本;应用瓶颈在于技术前期投入较高,基层养护单位技术储备不足、专业人才匮乏,不同区域、不同部门间数据共享难度大,难以实现全面推广。

#### 3.4 差异化公路养护管理模式

(1)模式内涵:摒弃“一刀切”的养护理念,根据公路等级、功能定位、交通量大小、区域自然条件等差异,制定针对性的养护标准、养护方案与投入计划,实现“分类养护、精准施策”。(2)具体应用:高速公路侧重预防性养护与智慧养护结合,加大智能检测与提前防护投入,保障通行效率与安全;普通国道侧重修复养护与常态化管理,重点治理路面病害、完善附属设施;农村公路侧重应急抢修与基础维护,优先保障基本通行需求。(3)模式价值:有效避免养护资源浪费,优化养护资源配置,将有限资金投入到的最需要的养护环节,降低整体养护成本,同时提升不同类型公路的养护针对性与有效性,实现养护效益最大化。

### 4 公路养护管理模式优化路径与保障措施

#### 4.1 养护管理模式优化原则与目标

(1)优化原则:坚持“预防为主、防治结合”的核心原则,将预防性养护贯穿养护全流程,从源头延缓公路病害发展。同时兼顾效率与成本,在提升养护效能的基础上严控支出;兼顾技术与实用,推广适配我国公路实际的养护技术,避免盲目追求高端化;兼顾绿色与可持续,推动路面材料循环利用,减少生态环境影响,全面贴合我国不同等级、不同区域公路的养护实际需求。

(2)优化目标:以提升养护管理质量和效率为核心,构建“科技引领、市场化驱动、精细化管理、绿色可持续”的现代化公路养护管理体系。通过模式优化,实现养护决策科学化、作业精准化、管理规范化的提升,有效提升公路技术状况,延长公路使用寿命,降低全生命周期养护成本,更好地支撑综合交通运输体系高质量发展。

#### 4.2 基于不同等级公路的差异化实施路径

针对当前“一刀切”的养护管理模式难以适应多层次路网需求的痛点,应结合公路等级、交通流量及地域特征,实施精准化的差异化优化策略。(1)高速公路:推行“智慧化+专业化”总承包模式针对山区高速公路

(如遵义地区)桥隧比高、地质灾害频发的特点,应率先引入“全生命周期”养护理念。建议推广“智慧监测+总承包”的养护模式:一方面,利用数字孪生与物联网技术,建立边坡、隧道结构物的实时健康监测系统,变“被动抢险”为“主动预防”;另一方面,通过签订专业养护养护合同,激励养护企业注重工程质量的耐久性,降低全生命周期成本。(2)普通国省道:深化“市场化+标准化”竞争机制对于交通量大、路网地位重要的普通国省道,应进一步深化养护市场化改革。打破区域壁垒,引入具备专业资质的优质社会企业参与竞争。同时,制定标准化的养护作业清单与服务评价体系,通过“以奖代补”的方式,将养护资金与路况质量(如MQI指数)直接挂钩,倒逼养护企业提升服务效率与质量<sup>[4]</sup>。(3)农村公路:落实“路长制+群专结合”管护体系针对农村公路“面广线长、资金有限”的特点,应全面落实“路长制”责任体系。建立“专业养护+群众参与”的双轨机制:对于关键路段和桥梁,由专业队伍进行养护;对于一般路段,鼓励沿线村镇通过“以工代赈”的方式组织村民参与日常保洁与小修保养,既降低养护成本,又增强沿线群众的获得感与参与感。

#### 4.3 养护管理模式优化的保障措施

(1)制度保障:完善企业内部养护管理制度与技术标准,细化不同场景养护规范,为模式优化提供制度支撑。优化企业内部管养机制,理顺各部门权责分工,破除“管养不分”的管理壁垒;加大对智慧养护、绿色养护技术应用的内部扶持,出台专项激励政策,推动企业养护业务转型升级。(2)资金保障:拓宽资金筹措与使用渠道,在自有资金基础上,积极对接专项扶持资金,引入社会资本通过PPP等模式合作,形成多元化资金投入格局。优化资金分配结构,加大核心业务与薄弱环节的资金倾斜,缩小各项目养护资金差距;建立资金专款专用机制,加强内部资金使用监管,确保资金全部投入到养护工作中。(3)技术与人才保障:加大智慧养护、绿色养护技术引进与应用力度,普及无人机、AI检

测等智能设备,推动养护技术数字化升级。加强专业人才培养,与高职院校、行业企业合作,定向培养养护专业技术人员;定期开展基层养护人员技能培训,提升从业人员专业素养,破解人才老龄化、专业化不足的难题<sup>[5]</sup>。(4)监管保障:构建企业内部智慧监管平台,整合检测、施工、考核等各类数据,实现养护全流程实时监控、动态追溯。推行养护质量岗位责任制,明确各岗位职责,强化责任追究;完善合作养护企业信用评价体系,将信用等级与合作招标、考核挂钩,倒逼养护质量提升。

#### 结束语

综上所述,现阶段我国公路路网体系持续完善,养护资金投入持续增加,管养制度框架逐步成型,在安全防护升级、智能养护应用、出行服务提升等方面收获了实质性成效。但整体来看,依旧存在养护理念滞后、资金分配失衡、技术应用不足、基层人才短缺及监管体系不完善等突出问题,各类公路现有养护管理模式仍存在适配短板。新时期,需立足不同道路功能定位,分类优化养护运行机制,健全资金保障体系、强化智慧技术赋能、完善长效监管制度、夯实人才队伍建设。持续推进公路养护精细化、智慧化与绿色化协同发展,全面提升路网通行质量与综合服务效能,为综合交通运输体系高质量建设与长效稳定运行筑牢基础。

#### 参考文献

- [1]傅小华,黎志成,徐国光,等.公路养护现代化评价指标体系研究[J].公路,2024,8(5):161-165.
- [2]马健.河南省公路养护决策支持系统及其应用[J].公路,2024,13(9):116-118.
- [3]朱洁,陈长,孙立军.公路养护管理指标体系的构建方法[J].公路工程,2023,24(2):152-155.
- [4]杨春红.公路养护管理现状及养护管理模式分析[J].城市建筑与发展,2024,5(16)23-28.
- [5]张兆亮.公路工程施工技术管理及养护措施分析[J].运输经理世界,2024,34(21):123-125.