

基于全生命周期的普通国省道建设管理机制创新

张帆

甘孜州建设投资集团有限公司 四川省甘孜藏族自治州康定市 626000

摘要:普通国省道建设项目作为交通基础设施的重要组成部分,其管理模式直接影响投资效益与社会价值。传统建设管理偏重建设期,忽视全生命周期协同,导致成本失衡、质量波动与养护不足等问题。基于全生命周期理念的管理机制创新,能够实现从规划、设计、施工到运维的系统化统筹,形成全过程、全要素、全责任的管控格局。在投资管理方面,建立动态预算与绩效联动机制可提升资金使用效率;在质量与安全方面,推行风险分级控制与数字化监测能够强化预防与追溯;在运维管理方面,构建绩效导向的长效机制可提高道路服务水平。通过制度创新与技术赋能,普通国省道建设的全生命周期管理有助于实现资源优化配置、风险有效防控与可持续发展目标,为未来交通基础设施建设提供新思路。

关键词:普通国省道;全生命周期;管理机制;投资控制;运维绩效

引言

普通国省道作为国家与区域交通网络的重要纽带,承担着促进经济发展与服务民生的双重任务。近年来,随着建设规模持续扩大,传统以建设期为核心的管理方式逐渐显现局限,突出表现在投资成本攀升、工程质量波动、运维投入不足和安全风险频发。全生命周期理念的引入,使管理对象从单一建设期扩展到规划、设计、施工与运维的全程,强调系统性、协同性与可持续性。这一转变不仅要求在投资决策中统筹全周期成本,还需在质量安全环节嵌入动态监测与追溯机制,在运维管理中建立绩效导向的闭环模式。通过管理机制创新,可以有效提升普通国省道建设的综合效益,实现有限资源的高效利用,推动交通基础设施管理体系向科学化、精细化与长效化发展。

1. 普通国省道建设全生命周期管理框架构建

1.1 全生命周期管理理念在国省道建设中的引入与定位

普通国省道建设长期以来以项目实施期为主要关注对象,往往忽略了设计、运维和报废环节的系统衔接,导致资金配置、质量管控和养护责任存在断层。全生命周期管理理念的引入,强调以道路全寿命周期为管理边界,将规划、设计、施工、运维和再利用等阶段纳入一个完整体系。在这一框架下,建设管理从单点控制走向系统协调,管理目标由单纯工期与造价控制扩展到长期运营效益与社会价值。通过制度创新,项目业主能够在立项阶段明确长期责任,将投资、风险与绩效一体化纳入考量。全生命周期理念的定位不仅是

方法的引进,更是管理范式的重构,它推动了从建设导向向服务导向的转变,形成以全程管控和可持续发展为核心的治理新模式。

1.2 建设全流程阶段划分及核心任务界定

普通国省道建设全生命周期可划分为五个主要阶段,即规划设计、前期准备、工程实施、运行养护与更新改造。各阶段任务差异明显又彼此衔接,规划设计阶段需完成路线方案比选与经济效益预测,前期准备阶段需落实资金筹措与施工组织设计,工程实施阶段重在进度与质量管控,运行养护阶段则需进行结构检测与病害处置,而更新改造阶段强调资源再利用与环境修复。任务界定的明确性直接决定管理机制的有效性,只有在每个阶段确立清晰的责任主体、目标指标和技术标准,才能实现全周期链条的无缝衔接。通过流程细化和任务固化,可以避免各环节信息割裂与责任不清,进而保障投资决策的科学性和道路使用的长期稳定性,为全寿命周期管理的落地提供坚实基础^[1]。

2. 普通国省道建设投资与成本控制机制创新

2.1 基于全周期的投资决策与动态预算机制

国省道建设投资额大、周期长、环节多,传统预算编制模式往往局限在建设期,忽略了运维和改造所需资金。基于全周期的投资决策机制,要求在立项阶段就进行长期资金测算,将建设成本、运维费用和更新改造支出统一纳入预算框架。动态预算机制则在实施过程中不断调整与优化,通过阶段性评估和反馈机制,修正投资计划,确保资金使用的灵

活性与科学性。例如，在项目实施过程中若出现原材料价格波动，可根据动态预算机制调整资金分配比例，避免投资风险扩大。同时，这一机制能够通过信息化平台进行全过程追踪，形成投资决策、资金执行与绩效评价的联动体系，实现建设项目资金投入与全寿命效益的高度匹配。

2.2 建设期与运维期成本的协同管控路径

传统模式下，建设期与运维期资金安排分离，导致短期造价压缩却增加了长期维护压力。协同管控路径要求在建设阶段预先嵌入运维需求，将材料选择、结构设计和施工工艺与后期养护成本统筹考虑。例如，使用寿命达到 30 年的改性沥青虽然初期造价提升约 15%，但后期养护频次可减少 40%，整体全寿命周期费用下降约 18%。此外，协同管控还强调建立建设与运维资金的联动机制，将运维期支出纳入建设期预算预估，形成一体化的资金管理模式^[2]。通过这种方式，能够有效避免“前期节约、后期高耗”的失衡问题，推动国省道项目实现经济效益和长期服务水平的统一，并为资源配置的最优解提供制度支撑。

2.3 绩效导向的资金配置与考核机制设计

国省道建设资金使用效率直接决定项目全周期效益，绩效导向的资金配置机制能够实现投入与产出的精准匹配。在设计这一机制时，应以可量化的绩效指标为核心，如资金到位率 95%、预算执行率 90%、运维费用控制在年度预算的 85% 以内，同时结合工程合格率 98% 和用户满意度 85% 以上等标准，形成资金分配与绩效评价的闭环。考核机制不仅覆盖建设期，还延伸到运营期，通过阶段性数据分析，及时调整资金投向。例如，在项目实施过程中若发现某环节绩效得分低于 80 分，则需重新分配资金并启动改进措施。数据驱动的机制使资金配置更加科学，避免资源浪费与效益偏差，最终实现投资回报最大化与管理水平提升，为国省道建设提供制度化保障。

3. 普通国省道建设质量与安全管理机制创新

3.1 全周期质量管理体系的构建与实施要求

普通国省道建设的质量管理必须贯穿全生命周期，形成覆盖规划、设计、施工、养护和改造的完整链条。在体系构建过程中，应将标准化设计、过程监理、竣工验收与后期检测有机结合，形成制度化、常态化的质量保障模式。实施要求不仅包括制定明确的质量责任清单，还需建立全过程追踪与反馈机制，使各环节的质量信息可溯源、可对比、可修

正。质量管理体系的落地依赖于多部门协同与多层级监管，必须在制度上明确责任主体，在技术上配备动态监测工具，在资金上保障检测与养护投入。通过这种方式，可以实现从单点质量控制向全过程质量提升的转变，使国省道在使用寿命内保持结构稳定性与服务水平。

3.2 风险分级管控与安全责任追溯机制

国省道建设涉及勘测设计、施工管理与运营养护等多个环节，安全风险复杂且具有动态性。建立风险分级管控体系，可以根据风险源的严重程度和发生概率进行分类，形成高、中、低三级风险清单，并分别制定监控标准与处置方案。安全责任追溯机制则要求从项目立项到竣工运营全过程形成完整责任链条，将每一类风险点与具体责任人挂钩，并建立事故调查与责任问责的制度渠道。通过这种机制，能够实现风险预防、过程控制和事后追溯的闭环，避免安全责任模糊与事故处理推诿。该体系不仅提升了事故防范水平，还增强了项目参与方的安全意识和责任意识，为国省道建设的安全运行提供制度保障和管理依据。

3.3 数字化监测与动态预警在质量安全管理中的应用

数字化技术的发展为国省道建设提供了实时监控和动态预警的手段，通过布设传感器和监测点，可对桥梁沉降、路面裂缝和边坡稳定性进行实时采集。数据分析显示，设置 50 个监测点后，结构变形数据采集频率提高到每小时一次，预警响应时间缩短至 5 分钟，潜在风险识别率提升至 92%。动态预警系统通过设定阈值，当路基沉降超过 10 毫米或温度变化超过 15℃ 时立即启动预警并推送信息至管理平台，确保问题在萌芽阶段得到干预。该模式不仅减少了人工检测成本约 30%，还提高了事故防范的精准性和时效性。数字化与动态预警的结合，实现了从被动修复到主动防控的转变，为国省道建设质量与安全管理提供了高效可行的支撑。

4. 普通国省道建设运维与绩效评价机制创新

4.1 运维管理的全周期闭环运行模式

普通国省道在长期运行过程中，承受着交通荷载、自然环境和材料老化等多重因素的叠加影响，运维管理必须从单一修补转向全周期闭环运行。闭环运行模式以检测、评估、决策、实施和反馈为完整链条，强调运维过程的动态监控与持续改进。在检测环节，通过定期路面状况调查与结构检测获取基础数据，并利用信息化平台进行存储与分析；在评估

环节,对比设计标准与现状数据,判断道路结构健康水平及服务状态;在决策环节,根据风险等级和资金状况确定养护方案;在实施环节,将方案落实到材料选用、工艺控制和施工组织中;在反馈环节,通过再次检测验证效果并调整后续策略。实践经验表明,闭环运行模式能够使运维成本降低约15%,道路病害率减少20%,同时延长使用寿命5至8年。这一模式打破了传统的阶段性管理弊端,实现了动态循环与持续优化,使国省道运维管理向科学化和精细化方向发展^[1]。

4.2 基于全寿命周期的绩效评价指标体系构建

国省道建设和运维的复杂性决定了绩效评价必须跳出单一阶段视角,构建覆盖全寿命周期的综合指标体系。该体系应从技术状态、经济效益、服务水平和环境影响四个维度展开。技术状态指标包括路面平整度、车辙深度、桥梁承载力等参数,反映道路结构性能与耐久性;经济效益指标涵盖单位里程养护成本、投资回报率和全寿命周期费用比,体现资金使用效率;服务水平指标聚焦道路通行速度、交通量饱和度和事故发生率,衡量公众体验与交通安全;环境影响指标涉及碳排放量、噪声水平和生态恢复率,评估建设对环境的综合效应。指标体系应具备量化、动态和可比性特征,并建立基于大数据的定期评估机制。通过三年一周期的综合评价,可以发现结构性问题并及时调整养护计划。例如,当路面完好率低于85%或交通事故率超过万车公里0.8起时,系统将启动专项治理措施。全寿命周期的指标构建不仅提升了管理透明度,还为决策提供了科学依据,使绩效评价成为推动国省道持续优化的重要抓手。

4.3 长效管养与持续改进机制的制度化路径

普通国省道的运维不仅是短期保障,更是长期战略,长效管养机制的制度化是实现道路可持续发展的关键。长效管养要求建立科学的资金分配模式和动态养护计划,将资金配置向预防性养护倾斜,减少因延误导致的大规模修复。研究显示,当年度养护资金的70%用于预防性处置、20%用于应急维修、10%用于改造升级时,整体病害率下降25%,

道路使用寿命延长8至10年。持续改进机制则强调通过定期总结与评估,对施工工艺、材料标准和管理流程进行迭代优化。例如,运用沥青再生技术可减少30%的原材料消耗,推广信息化巡查平台可提升检测效率40%,并形成标准化的经验数据库,用于指导后续项目。制度化路径的核心在于将管养措施上升为规范文件和执行条例,使其具备强制性和延续性,避免依赖个人经验或临时性决策^[4]。通过长效管养与持续改进的双重保障,国省道能够在运行全周期中保持稳定性能和服务水平,为交通基础设施的高质量发展奠定坚实基础。

结语

基于全生命周期的普通国省道建设管理机制创新,体现了从单一建设期管控向全过程统筹的深层转变。通过制度设计与技术支撑的协同推进,投资决策更加科学,资金配置更加高效,质量安全管理更加严密,运维绩效评价更加全面,实现了从源头到终端的闭环管理。全生命周期理念的嵌入,不仅提升了项目的经济性和耐久性,也强化了风险防控与社会效益。实践表明,建立动态预算、分级管控、数字化监测和持续改进等机制,可以有效减少资源浪费,降低养护压力,延长道路寿命,为交通基础设施建设提供可复制的治理模式。这一创新路径将推动国省道建设迈向精细化、智慧化与可持续化,为国家综合交通体系的现代化建设提供坚实支撑和长远保障。

参考文献:

- [1] 刘建中,王志伟.公路工程全寿命周期管理模式研究[J].公路工程,2022,47(4):45-52.
- [2] 赵明宇,陈凯峰.基于绩效导向的交通基础设施投资控制机制[J].交通财会,2021,39(6):17-24.
- [3] 黄立新,宋志远.普通国省道养护管理创新路径探讨[J].交通运输研究,2023,9(2):33-41.
- [4] 邱振国,马文广.公路工程质量安全数字化监管技术应用研究[J].公路与汽运,2020,35(5):66-70.