

新基建背景下高速公路改扩建工程监理协同管理机制创新研究

许小刚

湖北汉东工程咨询有限公司, 湖北 随州 441300

DOI:10.61369/ERA.2026080022

摘 要 : 新基建战略推动交通基础设施朝着数字化, 智能化方向加速转型, 高速公路改扩建项目往往车流量大, 工序繁杂而且涉及众多主体, 这样的情况下, 对于监理协同管理就有着更高的要求。传统监理模式在信息及时性, 协同范围以及风险预先把控等方面已无法适应实际需求, 本文联系中江高速公路改扩建工程(广东省重点工程, 交通强国创建试点项目)的工程应用情况, 利用 BIM, 物联网, 北斗监测以及大数据平台等新基建技术, 可以形成起覆盖感知, 传递, 分析, 决策和反馈等环节的协同管理体系, 做到监理过程的可视化展示, 智能化运行以及循环式控制, 经由剖析该工程在交通组织, 安全守护, 质量监管以及技术更新等方面的具体举措, 验证技术融合集成的效果, 从而为优化工程质量, 保证安全并加强经营效率供应支持。

关 键 词 : 新基建; 高速公路改扩建; 监理协同管理; 数字化监理; 机制创新

Research on Innovation of Collaborative Management Mechanism for Supervision of Expressway Reconstruction and Expansion Projects under the Background of New Infrastructure Construction

Xu Xiaogang

Hubei Handong Engineering Consulting Co., Ltd., Suizhou, Hubei 441300

Abstract : The new infrastructure strategy is accelerating the transformation of transportation infrastructure towards digitization and intelligence. Highway renovation and expansion projects often have large traffic volumes, complex processes, and involve numerous entities. In this situation, there are higher requirements for supervision and collaborative management. The traditional supervision mode is no longer suitable for practical needs in terms of information timeliness, collaborative scope, and risk pre control. This article focuses on the engineering application of the Zhongjiang Expressway renovation and expansion project (a key project in Guangdong Province and a pilot project for creating a strong transportation country), and uses new infrastructure technologies such as BIM, Internet of Things, Beidou monitoring, and big data platforms to form a collaborative management system that covers perception, transmission, analysis, decision-making, and feedback. It achieves visual display, intelligent operation, and circular control of the supervision process. Through analyzing the specific measures of the project in traffic organization, safety protection, quality supervision, and technological updates, the effect of technology integration is verified, thereby providing support for optimizing project quality, ensuring safety, and strengthening business efficiency.

Keywords : new infrastructure; highway reconstruction and expansion; collaborative management of supervision; digital supervision; mechanism innovation

引言

中江高速等许多国家主干道开始大规模迈入改扩建进程, 在高车流量情况下还要不停工施工, 这样的复杂环境下, 安全监管及多方协作变得越发艰难, 不过新基建技术给监理带来了数字化方法, 但是当下仍然存在数据零乱, 协作不顺畅等情况, 急需形成起高效协作体系来符合创建经营的新需求, 可以参考中江高速改扩建项目里“一路四方”联勤机制, 智能运作平台等取得的经验, 塑造出更高效的监理协作体系, 从而提升质量, 安全防护水平以及整体运作效率, 促使高速公路改扩建项目更好地向前推进。

一、新基建背景下高速公路改扩建工程监理面临的新要求

（一）新基建推动工程管理数字化与智能化升级

随着新基建不断推进，工程运作正在逐步从经验主导向数字化、智能化方向转变，高速公路改扩建项目从规划到监理各个环节都越来越依赖信息化基础设施给予的数据支撑和协同能力。以中江高速项目为例，通过把 BIM 和 GIS 结合来达成工程全方位的可视化效果，创建 CIM 平台形成区域数字根基，这样监理人员就可以凭借模型化的数据来做进度检查，质量预测以及风险分析工作，物联网感知设备会及时收集结构承重，环境参数等相关重要数据，从而改善监理信息的及时性和精确度^[1]。

（二）高速公路改扩建工程的复杂性分析

高速公路改扩建工程一般都在交通不断行进的情况下展开，车流量很大而且通行要求很高，拿中江高速来说，2019年它的车道断面平均交通量已经达到了49551pcu/d，这就需要施工组织和交通导改方案随时作出调整，从而加大了监理审核和安全控制的困难程度，既有的结构出现老化受损的情况，改造过程中稳定性和风险的连锁反应要特别留意，这对监理的专业能力有了更高标准。该工程牵涉到路基，桥梁，隧道，交安，机电等诸多专业领域，中江高速项目主线要扩建的桥梁就有59座之多，包含特大桥，大桥，中桥等各类别，作业场地分布零散，工序之间交叉频繁，而且项目常常横跨许多个管理部门或者行政区域，这样就令资源安排，信息整合以及任务过渡变得更加繁杂。

（三）监理协同管理存在的问题

部分项目虽然开始采用信息化手段，但是监理管理工作仍然存在很多阻碍，拿中江高速改扩建之前的管理状况来说，传统数据依靠人力记载并线下传递，这样信息传递速度慢，很容易造成发现问题迟缓，决策拖延。各个主体的信息系统没有联通起来，所以监理很难得到一致的数据，协作效率低下，监理主要靠人工守在现场，数据收集方法缺少，无法应对工程不断发生的变化^[2]。

二、新基建技术在高速公路改扩建工程监理中的融合路径

（一）BIM+GIS 一体化的可视化监理应用

在高速公路改扩建工程当中，把 BIM 和 GIS 相融合，给监理人员创建起一种从二维到三维，从静态到动态的可视化运作工具，在中江高速改扩建的时候，经营团队深入探究 BIM 技术，并形成起智能经营平台，利用 BIM 模型可以针对设计方案执行三维审查，找出可能存在的矛盾，而且还能模仿施工以及交通疏导路线。到了施工期间，再融入 GIS 信息，做到工程整个生命时段的空间对应，监理人员就能在三维场景里面观察各个结构单元的施

工情况，再加上物联网检测的数据，把诸如变形，应力之类的即时信息同模型联系起来，从而塑造起可视化的“监测—分析—反馈”链路，这样就能加强监理对于动态变化的感受能力和判定水平，改善检查的精确性^[3]。

（二）物联网与北斗监测技术的实时感知能力提升

物联网传感设备布置于高速公路改扩建工程现场之后，便具备了即时收集并传送数据的能力，对于中江高速存在超深厚软基（即软土厚度超出3米）这样的难点问题，该项目研发出依靠电阻率观测的软基变形警报系统，针对重要构造物的受力情况，形变情形以及震动状况等，物联网观测能够给监理方给予连续而且可回溯的数据信息，一旦实施观测就能尽早发觉不正常的发展态势，从而做到预先防范的目的，凭借北斗高精度定位技术，可以达成对大型机械厘米级别的精准监管，并且做到其行走路径及工作范围的智能控制^[4]。

（三）大数据与云平台支撑监理协同共享

随着监理数据量极速增多，传统纸质资料以及分散的记录方式已无法适应当代信息管理的需求，中江高速项目创建起来的“安全管理大数据平台”就是一个典型的例子，依托云平台的大数据体系能够把监理日志，检测数据等多种来源的信息集中起来存贮，并实施结构化的统一管理，经由数据挖掘和统计分析，可以针对质量问题，工序风险以及进度滞后等情况作出预测，从而加强预先控制的能力，云平台具备跨地域访问和多权限运作的功能，使得各个参与方随时可以共享信息，进而优化合作的效率^[5]。

（四）智能视频监控与 AI 识别技术的应用

在交通不能中断而且施工环境很复杂的高速公路改扩建现场，智能视频监控给监理带来了全天候，全方位的在线监督手段，中江高速项目在施工现场推广信息化智慧机制，利用安全改进技术，高清摄像头和无人机航拍覆盖施工及交通导改区域，随时记录人员，机械和材料的状态。AI 识别技术自动识别未戴安全帽，越界作业等违章行为，并发出警报，减小人工疏忽，系统针对扬尘，火花等环境异常执行图像识别并发出警报，为快速响应给予依据，自动分析生成巡查报告和行为统计数据，为经营改善给予数据参照。



图1 新基建背景下高速公路改扩建工程监理协同管理总体框架图

三、高速公路改扩建工程监理协同管理机制设计与创新

（一）协同主体识别与职责划分

高速公路改扩建工程中许多参建主体，其管理链条很长，形成高效的监理协同机制主要看清楚参与主体及其职责范围，参考中江高速形成的“业主单位统筹，监理单位监督，施工单位落实”这种组织架构，业主承担总体统筹和资源协调的任务，应当给协同机制的运作给予制度保障并供应技术平台支持，设计单位负责供应技术按照，就设计变更，施工难点以及现场问题给出专业的答复。施工单位是现场执行方，要承担报送施工数据，解决问题以及与监理合作的责任，监理单位处在协同经营的核心地位，经由审查，监督，警报等手段来协调各方，确保质量，安全和进度目标得以实现^[9]。

（二）“一平台多主体” 监理信息协同机制设计

新基建技术之下创建起“一平台多主体”的信息协同体系，这是优化监理效率的关键之处，凭借中江高速项目“一张图”可视化的运作经验，依靠 CIM 平台，把 BIM 模型，施工进度，检测数据，视频画面，质量检查记录等诸多源头的信息融合到同一个数字底层当中，做到从最初的设计阶段一直到施工执行乃至经营筹备这整个过程的数据共享，该平台按照统一的接口准则以及数据格式规范，使得业主，监理，设计，施工这些主体能够在同个数字空间即时互相传递数据，免除出现信息孤岛的情况，各个单位依照自己的权限取得必要的信息，而且平台会自动记载数据流动以及审批的过程，从而保证监理信息既精准又完备还能够被追踪到源头。

（三）风险导向的协同决策机制

风险导向协同决策机制当中，高速公路改扩建工程的施工环境比较复杂，作业面较多，风险点分布广泛，创建这样的机制可以有效地加强监理预先控制的能力。中江高速项目利用 LEC 法执行风险分级管控，把风险分为红，橙，黄，蓝四类，CIM 平台收集到的监测数据，进度数据，历史经验以及现场巡视记录做到风险识别自动化并且随时更新，系统按照风险源的类别和等级创建风险库，给警报和应对赋予依照。

（四）质量、安全、进度三位一体协同控制机制

质量，安全，进度三者形成一体并协同实施控制的机制，改扩建工程受到施工环境，交通保障以及既有结构的影响，质量，安全和进度相互联系，所以要创建起包含三者的协同控制体系，中江高速项目把“质量第一，预防为主”当作指导原则，“质量红线”作为下限，依托数字平台让各个主体分享检查记录，检测数据，进度计划之类的信息，从而创建起全面的协同检查流程，使得管理需求得以一同推动。当出现质量问题的时候，平台会自动把可能造成的影响安全风险以及进度偏离情况联系起来，这样决策就会更为周全，监理旁站的数字化运作机制依靠视频监控，感

知设备和移动终端，随时记载现场关键工序的开展状况，自动形成旁站日志，做到旁站工作可以被量化，回溯，统计，进而优化旁站监管的真实性和覆盖面^[7]。

四、机制应用效果验证与实例数据分析

（一）实例工程概况

中江高速公路改扩建工程是本文的关键验证实例，其属于国家高速公路网 G9411 的重要形成局部，该工程全长 40.046km，由原先的双向四车道拓宽成双向八车道，设计时速从 100km/h 加强到 120km/h，此项目包含 5 座特大桥，24 座大桥，而且牵涉到 25 处互通式立体交叉，这是一项典型的在交通不断流情况下执行的改扩建工程，该项目实施改扩建就是将原来的四车道升级为八车道，施工节点密集，交叉作业量大，监理单位需负责质量，安全，进度，环保以及交通分流等各个环节的监督检查工作。

（二）监理协同管理机制应用情况

中江高速改扩建工程利用智慧运作平台，物联网监测系统以及 AI 视频分析模块形成协同运作机制，做到多种类型数据随时汇集并共享，该项目创建的“一路四方”联勤保障机制加强了与属地交通部门，经营单位之间的交流。平台投入使用之后，监理人员，施工单位以及业主可以在同一个界面上看到模型，风险提示以及进度情况，彼此间的交流速度明显加快，统一的数据接口使得监理人员做旁站记录的时间由原来的平均每份 45 分钟缩减到 8 分钟，而且每天通过人工传达的信息量从 18 次降到平台自动发送的 6 次，信息的正确率达到 96% 以上，重要安全隐患的平均响应时间也从 2.5 小时缩减到不到 40 分钟，现场施工全面采用安全设施标准化和安全改进技术之后，协同运作的效率得到了有效改善，表 1 显示了协同机制执行前后一些主要监理指标的差异，这些指标涉及信息传递的速度，质量反馈的能力以及安全警报的准确性等方面。

表 1 中江高速公路改扩建工程监理效率提升数据对比

指标	实施前	实施后	提升率
信息传递时效（min）	45	8	82%
质量问题闭环率	78%	96%	↑ 18%
安全风险预警准确率	72%	93%	↑ 21%
隐患整改平均周期（h）	10	3.5	65%
旁站记录完整率	82%	98%	↑ 16%

数据表 1 展示出数字化协同机制极大地改善监理效率与安全管控能力，在信息传递、风险识别以及闭环整改等方面优势尽显，为复杂的改扩建工程给予有力支撑。

（三）研究成果与实践效果总结

在中江高速公路改扩建工程当中采用协同运作机制之后，监理工作变得越发及时，精确而且更具合作性，数字平台使得监理方式由依靠经验转为凭借数据，从而令问题得以更快解决，风险也得以更准确定位，格外是在超深厚软基处理，桥梁拼接这些关键技术部位，利用数字化观察方法有效地应对了新老路基存在差

异性沉降，结构共同承载力等问题，这种机制改善了工程质量并加强了安全防护水平，达成了省级“平安工地”的创建目的，给高速公路改扩建项目的数字化转型给予了应用范例^[8]。

五、结语

新基建浪潮之下，高速公路改扩建工程的监理模式正在由经验管理迈向数字化，智能化协作的新阶段，借助 BIM，物联网，

北斗监测，大数据以及智能识别技术，创建起信息联通，风险预防，协同高效的监理体系，经由案例验证可知，这种机制能够优化质量，安全及进度的控制能力，给复杂工程创建一条值得复制的道路，日后，伴随 AI 预测，数字孪生等技术不断深入应用，将会进一步加强监理的智能决策水准，给高速公路改扩建工程监理带来更多的可能性与超越之处。

参考文献

[1] 黄亮，丁华，徐伟明，等. 高速公路改扩建工程监理工作管理重点 [J]. 建筑技术开发，2021, 48(09): 79–80.

[2] 李锐凯. 基于 GIS 高速公路改扩建工程建设管理一体化系统设计分析 [D]. 华南理工大学，2022.

[3] 滕超. 高速公路收费站改扩建工程管理研究 [J]. 运输经理世界，2023, (25): 46–48.

[4] 季昌高. 高速公路改扩建工程路基拼宽施工技术 & 监理控制要点分析 [J]. 工程技术研究，2024, 9(17): 156–158.

[5] 陈浩. 高速公路改扩建工程施工监理工作分析 [J]. 运输经理世界，2024, (30): 60–62.

[6] 杨伟. 高速公路改扩建工程施工监理工作研究 [J]. 现代工程科技，2025, 4(01): 117–120.

[7] 曾晶. 高速公路改扩建工程路基拼宽施工技术 & 监理控制要点分析 [C]// 江西省工程师联合会. 第二届智能工程与经济建设学术研讨会论文集（二）. 广东翔飞公路工程监理有限公司，2025: 34–37.

[8] 汤晓菲. 保通条件下重丘区大流量高速公路改扩建施工安全培训新模式——以 G15 沈海高速公路改扩建工程为例 [J]. 建筑安全，2025, 40(11): 65–70.