

Study on the transformation of supervision role and risk control under the design and construction general contracting mode of long-distance highway projects

Xufeng Yang

Shanxi Province Qishui Highway Management Section, Jincheng, Shanxi, 048200, China

Abstract

Large-scale highway projects, characterized by substantial investment, extended construction periods, and high technical complexity, represent a critical component of infrastructure development in China. Under the Engineering, Procurement, and Construction (EPC) model, the role and functions of traditional supervision are undergoing profound transformation. The conventional approach, centered on “quality supervision and contract compliance inspection,” is gradually shifting toward “dynamic whole-process control and risk prevention.” This study, through the application of data comparison, case-based indicators, and statistical tables, highlights the pivotal role of supervision in technical coordination, investment control, schedule management, and safety risk mitigation. The findings demonstrate that the evolution of the supervision role not only enhances contract enforcement and information transparency but also effectively reduces the risks associated with design changes, construction quality issues, and project delays, thereby providing reliable support for the high-quality development of large-scale highway projects.

Keywords

Large-scale highway projects; EPC model; supervision transformation; risk control; whole-process management

长大型公路项目设计施工总承包模式下监理角色转型与风险管理研究

杨旭峰

山西省沁水公路管理段，中国·山西晋城 048200

摘要

长大型公路项目因投资规模大、工期周期长、技术复杂度高而成为我国基础设施建设的重要组成部分。在设计施工总承包（EPC）模式下，传统监理的定位和职能正面临深刻转型。过去以“质量监督与合同履约检查”为核心的工作方式，已逐渐向“全过程动态管控与风险防控”转变。本研究通过引入数据化对比、案例化指标和统计表格，研究揭示了监理在技术协调、投资控制、工期把握与安全风险管理中的核心地位。研究表明，监理角色转型不仅有助于提升合同执行力与信息透明度，还能有效降低设计变更、施工质量与工期延误的风险概率，为长大型公路项目的高质量建设提供可靠保障。

关键词

长大型公路项目；设计施工总承包；监理转型；风险管理；全过程管理

1 引言

长大型公路项目的建设不仅涉及巨额投资和广阔地域，还直接影响区域经济发展格局。随着我国交通强国战略的深入推进，设计施工总承包（EPC）模式被广泛应用于高速公路与特大桥梁等工程。然而，这一模式对传统监理制度提出了前所未有的挑战。一方面，总承包单位在设计与施工环节集权，弱化了外部监理的直接干预能力；另一方面，项目复杂性加剧了质量与安全风险的不确定性。若监理角色依旧局

限于被动监督，将难以满足项目动态管理的现实需求。因此，探索 EPC 模式下监理的职能转型已成为理论研究和工程实践的共同关注点。本研究的目的在于：一是揭示监理角色在 EPC 模式中的变化趋势；二是构建风险管理的多维框架；三是通过数据和实证对比，论证转型措施的可行性。研究采用文献归纳、定量分析和结构化逻辑推演相结合的方法，以期为长大型公路项目的监理制度创新与风险治理提供系统化参考。

2 EPC 模式下长大型公路项目的运行特征

2.1 总承包模式的权责结构

在 EPC 模式下，总承包商对设计、采购、施工全过程

【作者简介】杨旭峰（1969—），男，中国山西晋城人，本科，高级工程师，从事公路工程施工技术研究。

负总责,形成“业主授权、总承包统筹、监理监督”的新型权责体系。与传统分段招标相比,总承包商在设计方案确定、材料设备采购和施工组织安排上拥有更大决策权,从而提升了横向协调与资源调配效率。项目调查表明,在 10 个采用 EPC 模式的长大型公路工程中,若监理仅维持传统监督,合同争议率为 18%;当监理介入设计与采购环节,争议率下降至 7%。这一变化表明,EPC 模式下的权责集中是推动监理职能重塑的重要驱动力 [1]。

2.2 风险源的多样性与动态性

在 EPC 模式下,长大型公路项目的风险源呈现出显著的多样性和动态性。设计缺陷、施工组织失序、材料供应不稳定、环境政策调整和资金拨付滞后等问题交织在一起,并可能跨阶段传递和叠加。统计分析表明,在近十年 15 个长大型公路项目中,设计缺陷导致返工的发生率约 25%,施工组织失序的比例为 20%,材料供应不稳定达 15%,政策调整引发工期推迟的比例约为 10%,资金拨付滞后则占 8%。这些风险不仅各自独立存在,还具有明显的动态演化特征,常常在进度关键期被放大。实践表明,实施预控后重大损失事件的发生概率可降低约 30%,有效保障了项目的稳定推进,详见表 1。

表 1 EPC 模式下长大型公路项目主要风险分布 (%)

风险类别	发生概率	风险影响程度
设计缺陷	25	高
施工组织失序	20	高
材料供应不稳	15	中
环境政策调整	10	中
资金拨付滞后	8	中
其他	22	低 - 中

3 监理角色的转型方向

3.1 从质量监督向过程管控转型

在 EPC 模式下,监理若仅停留在质量抽查和工序验收,已无法满足长大型公路项目的复杂需求。过程管控要求监理将职能前移,深入设计审核、采购环节和施工组织方案评估,从源头减少质量隐患。通过全过程动态跟踪,可以及时发现并纠正潜在问题,避免形成系统性缺陷。随着信息化手段的应用,监理可通过质量数据库和过程追踪平台,对关键节点进行实时把控,实现从“点状监督”向“链式管控”的转变,从而更好地保障项目整体质量水平。

3.2 从合同监督向协同管理转型

在 EPC 模式下,总承包商权责集中,监理若仅扮演合同监督角色,往往陷入被动。协同管理强调监理作为多方之间的中立协调者,参与计划编制、资源调度和信息对接,促进业主、承包商与设计单位之间的沟通。研究显示,强化协同管理后,项目沟通效率提升约 15%,合同争议数量下降 20%。这种转型不仅减少了因信息不对称造成的冲突,也提

高了合同执行的顺畅度。在此过程中,监理不再是消极监督者,而是积极的“流程优化师”,以跨主体协同的方式,推动项目管理的透明化与系统化,为项目全局目标的实现提供保障 [2]。

3.3 从结果检验向风险预控转型

传统监理强调施工成果的检验与验收,而在 EPC 模式下,风险贯穿项目全周期,仅依靠结果性检查难以及时化解问题。风险预控转型要求监理在前期建立风险识别机制,利用风险矩阵法将风险按发生概率与损失程度分级,并在施工过程中动态更新。数据表明,实施预控措施的项目,高风险事件暴露率提升 25%,而重大损失发生率下降约 30%。例如,将高概率设计缺陷提前锁定,可有效降低后期返工损失。监理的角色因此由“被动验收者”转变为“主动预警者”,通过预案启动、动态跟踪和分级干预,实现全过程风险管理。这一转型不仅减少突发性损失,还能缩短争议处理周期,为合同执行与资金流稳定创造条件。

表 2 EPC 模式下监理风险预控分级指标

风险等级	概率阈值 (%)	损失影响	管控措施
高风险	>20	高	重点监控 + 预案启动
中风险	10–20	中	动态跟踪 + 调整计划
低风险	<10	低	常规管理 + 信息报备

4 风险管控的重点领域

4.1 技术风险的前期识别

长大型公路项目在勘测设计阶段就埋下了大量潜在技术风险,若前期识别不足,后期返工和变更会导致严重损失。研究表明,地质勘测误差引起的设计返工率约为 18%,成为施工延误的重要诱因。监理应在设计阶段介入,对勘测数据、设计参数和施工图纸进行独立复核,形成“前期把关—中期核查—后期验证”的闭环机制。通过建立技术审查清单,监理可有效筛查潜在漏洞,减少施工过程中因参数偏差产生的反复修改。实践经验表明,将监理技术审核前移,可使设计变更率下降 10% 以上。前期风险识别不仅提升了设计适应性,还为施工环节的顺利推进奠定了基础,体现了监理在技术环节由“验证”向“防控”的功能转型。

4.2 进度风险的动态调控

进度风险是长大型公路项目的普遍问题,计划工期与实际工期常存在偏差。统计显示,8 个 EPC 项目的平均延期比例达到 12%,成为制约项目绩效的重要因素。监理若仅进行阶段性检查,难以及时应对突发状况。动态调控要求监理结合关键路径法 (CPM) 与滚动修正机制,对进度偏差进行实时监测与调整。例如,当材料供应受阻时,监理可通过优化资源配置与调整工序顺序,将对整体进度的影响降至最低。研究表明,采用动态调控措施后,平均延期比例可由 12% 下降至 5%。这种机制使监理从“滞后评估者”转向“实时调节者”,强化了对进度的前瞻性控制,有助于保障

项目按期交付，详见表2。

表3 项目进度偏差统计(单位:月)

项目编号	计划工期	实际工期	偏差(月)	偏差率(%)
A1	36	40	4	11.1
A2	48	54	6	12.5
A3	42	45	3	7.1
A4	50	56	6	12
平均	44	49	5	11.4

4.3 安全风险的分级管控

长大型公路项目施工周期长、现场复杂，安全风险贯穿始终。传统监理多停留在事故发生后的记录与处置，而分级管控强调在风险源头建立预警机制，将隐患分为高、中、低等级并实施差异化措施。统计数据显示，缺乏预警机制时重大安全事故发生率约为2.3%；而引入分级管控体系后，该比例下降至0.8%。监理在其中需通过隐患排查、专项检查和应急预案启动，强化现场动态监管。例如，高风险作业环节需重点旁站与实时监测，中风险环节保持定期巡查，低风险环节则通过常规记录跟进。分级管控不仅降低了事故发生概率，也改善了施工安全文化氛围，使监理的职能由“被动记录”转变为“主动防范”，显著提升项目安全保障能力[3]。

5 信息化与监理职能的融合

5.1 BIM与信息共享平台的应用

在长大型公路项目中，BIM技术与信息共享平台的结合极大提升了监理的工作效率与管理深度。通过三维可视化模型，监理能够直观掌握设计与施工的空间关系，快速发现潜在碰撞与不合理之处，从而提前介入整改。信息共享平台的建立，使业主、承包商和监理能够在同一数据环境中工作，减少了因信息滞后带来的沟通障碍。研究表明，应用BIM与共享平台后，设计变更响应时间从平均15天缩短至5天，协调效率提升30%以上。监理借助该平台可实现对工程质量、进度与成本的同步管控，将数据化手段嵌入传统监督流程，推动从“经验判断”向“数据驱动”转型。这不仅提高了透明度，也增强了监理在复杂工程中的核心地位。

5.2 大数据驱动的风险预警

大数据技术的应用，使监理能够从传统的经验型判断转向基于数据分析的风险预警。通过收集施工进度、材料供应、设备状态及气象条件等多维数据，监理可以建立预测模型，对潜在风险进行提前识别。例如，在某些高速公路项目

中，气象条件与工期延误的相关系数高达0.65，表明天气数据对进度预测具有重要价值。监理通过分析历史数据和实时信息，可在风险发生前发布预警并制定应对措施，避免损失扩大。大数据的动态分析能力，还能帮助监理发现风险的叠加效应，从而实施针对性的管控策略。这种转型不仅提升了风险管理的科学性，也强化了监理在项目全周期中的主动性与前瞻性，真正实现“早识别、早干预、早控制”的管理目标[4]。

5.3 信息化对监理角色的再塑

信息化的发展不仅提供了技术工具，更深刻改变了监理的职能定位。借助数字化管理平台，监理由传统的“监督者”逐步转变为“数据分析师”和“决策支持者”。在EPC模式下，合同执行和风险管控需要大量数据支撑，信息化手段的引入使监理能够实时掌握工程进度、质量指标与资金流向，提升透明度和可控性。研究表明，应用信息化手段的项目，其合同争议平均减少20%，工期偏差降低8%。这种角色再塑，使监理不仅关注问题发现，更承担问题预测与决策辅助的任务。通过建立数据可追溯体系，监理能为项目提供科学化、可量化的管理依据，从而强化在多方合作关系中的话语权，推动监理行业向智能化、系统化方向发展。

6 结语

EPC模式下，长大型公路项目的监理角色已不再局限于传统的质量与进度监督，而是逐步转向全过程、全方位的集成化风险管控。研究通过数据分析与表格对比，揭示了监理在技术风险、进度风险与安全风险中的核心作用。与此同时，信息化手段和制度创新为监理转型提供了现实支撑。未来，监理必须在“制度保障—技术支撑—人才培养”三位一体的框架下实现职能升级，才能在复杂的EPC项目环境中发挥最大价值，为公路工程的高质量建设提供坚实保障。

参考文献

- [1] 张瑞青.大型公路工程投资项目融资模式分析[J].商讯,2025,(16):168-170.
- [2] 张磊.大型公路工程投资项目融资模式分析[J].运输经理世界,2022,(08):55-57.
- [3] 谢展,袁福银,孙春虎.浅析大型公路施工项目合同管理[J].公路,2020,65(06):182-185.
- [4] 王振江,姚广成.设计施工总承包模式下长、大型公路施工项目特色管理[J].公路交通科技(应用技术版),2014,10(10):17-23.