

高速公路改扩建工程施工监理措施分析

文 / 杨家祥 四川公路工程咨询监理有限公司

摘要：高速公路改扩建工程是提升公路通行能力、优化交通网络结构的重要手段。然而，相较于新建工程，改扩建项目面临既有交通干扰、旧路病害治理、新旧结构衔接复杂性、安全风险高、环保要求严格等诸多挑战。因此，施工监理在改扩建工程中的作用尤为关键。本研究以某高速公路改扩建项目为案例，分析施工监理在质量控制、进度管理、安全监管、交通组织优化及环保监督等方面的核心措施，并评估其实施效果。研究表明，科学合理的施工监理措施能够有效提升工程质量、安全性和施工效率，同时降低施工对既有交通和环境的负面影响。

关键词：高速公路改扩建；施工监理；质量控制；进度管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.15.047

引言

随着交通需求的持续增长，许多早期建设的高速公路已无法满足当前的通行要求，改扩建工程成为提升道路通行能力和运营效率的重要途径^[1]。然而，改扩建项目施工环境复杂，需在保证既有交通通行的前提下进行施工，涉及一系列难题，施工监理的作用尤为突出。相较于新建项目，改扩建工程的施工监理不仅要关注传统的质量、进度、安全管理，还需在动态交通组织、环境保护、智能化监理应用等方面发挥更大的监管作用。

一、高速公路改扩建工程的特殊性

（一）既有交通运营的干扰与施工组织协调难度大

在高速公路改扩建过程中，既有道路仍需保持一定程度的通行能力，以确保社会经济活动不受严重影响。然而，施工区域与通行车道共存的局面使得交通组织管理极具挑战性。如何在保证施工进度同时，尽量减少对正常交通流的冲击，成为监理与施工单位需要共同攻克的难题^[2]。传统的封闭式施工模式难以适应这种需求，因此，往往需要采取分阶段、分区域施工的策略，并结合智能交通诱导系统优化交通流引导。此外，夜间施工、限时施工等手段虽能缓解白天的交通压力，但随之而来的施工安全风险、夜间作业质量控制等问题，也对监理工作提出了更高要求。

（二）旧路病害治理与新旧结构体系融合的技术挑战

与新建工程不同，改扩建项目必须充分考虑原有道路结构的适应性与耐久性问题。长时间运营的高速公路往往已经出现不同程度的病害，如路基沉降、沥青老化、基层裂缝等。这些结构性缺陷如果未能在改扩建过程中得到有效处理，将直接影响新建部分的长期服役性能。监理在施工过程中需特别关注旧路病害评估、病害处治方案的科学性新旧路结合段的过渡设计。例如，针对路基沉降问题，可能需要采取动态压实、换填加固、深层注浆等技术，而路面新旧材料的衔接则涉及黏结层优化、界面处理等细节控制。这些环节不仅影响施工质量，还关系到后期道路的整体稳定性，稍有不慎，便可能导致结构性早期破坏。

（三）复杂地质与环境条件对施工安全及质量的影响

改扩建工程往往涉及地质条件复杂的路段，特别是桥梁、隧道、软土地基、滑坡体等特殊地段的施工难度

远超新建项目。在软土地基区域，新旧结构的应力重分布可能导致不均匀沉降，而隧道扩挖施工还需面对围岩稳定性变化引发的安全风险。此外，山区高速公路的改扩建，会涉及边坡开挖与防护、排水系统调整等问题，稍有不慎便会引发边坡失稳、泥石流等次生灾害^[3]。因此，施工监理不仅要在地质勘察报告进行充分解读，还需在施工过程中实时监测地基变形、结构受力及环境响应，确保施工措施符合动态变化的地质条件。

（四）施工工艺复杂性增加，质量控制难度加大

由于改扩建工程涉及新旧结构的协同作业，施工工艺的复杂性远高于常规新建工程。例如，在桥梁拓宽过程中，新旧桥梁的刚度匹配、接缝处理以及同步受力问题必须充分考虑，否则容易导致荷载传递不均，引发结构病害。同样，在路面施工中，新旧路面层间的结合强度控制至关重要，监理需重点关注界面处理工艺，如喷洒粘层油、拉毛处理等，以避免层间滑移或剥离。此外，在施工材料选择上，改扩建工程往往需要兼顾旧路材料的再生利用与新材料的匹配性，如何优化配比、控制施工参数，直接影响最终工程质量。

（五）施工安全风险陡增，安全管理标准更为严格

改扩建项目往往在有限的施工场地内进行，而车流量大、作业空间受限，使得施工安全问题尤为突出。施工人员、机械设备与高速行驶的车辆同时存在于施工区域，极易引发安全事故。例如，在桥梁加宽过程中，墩柱加固、支架搭设、梁体拼接等高空作业均存在较大风险，而狭窄的施工通道也加剧了人员疏散和机械调度的困难。为了降低事故率，施工监理需严格监督施工安全防护措施的落实情况，如临时防护栏杆设置、人员高空作业安全绳使用、施工区域封闭管理等。此外，针对高温、暴雨、寒潮等极端天气条件下的施工安全防控，也需采取更加精细化的管理策略，以确保施工现场安全可控。

（六）环境保护要求更高，生态影响需重点关注

近年来，随着环保法规的日益严格，高速公路改扩建工程的环保管理标准不断提高。由于改扩建项目通常涉及大量旧路材料的破碎、开挖与再利用，施工过程中粉尘、噪声、废水排放问题尤为突出。例如，水稳碎石和沥青混合料的施工过程中，扬尘污染需要采取高效降尘措施，而施工机械噪声对沿线居民的影响也需通过合理的施工时段安排加以控制。

二、工程概况

(一) 工程概述

本项目全长 68.5 公里，该高速公路自建成通车以来，交通量逐年增长，日均车流量已超过 8 万辆，部分路段高峰时段交通饱和度超过 0.85，严重影响通行效率和行车安全。本次改扩建工程拟采用“双向四车道扩建为双向六车道”的技术方案，设计速度 120km/h，路基宽度由 26m 扩宽至 34.5m，同步改造沿线 15 座桥梁（含 5 座特大桥）、3 座隧道及 8 处互通立交。新旧路基衔接段采用宽路基拼接法，桥梁拓宽采用钢-混组合梁拼接工艺，确保新旧结构协同受力。项目计划期 36 个月，采取“边施工、边通车”的方式进行分段实施。施工过程中，需克服既有交通干扰、旧路病害处治、新旧路结合部施工控制等技术难点，同时严格落实环保措施，减少施工对沿线环境的影响。

(二) 主要施工难点与挑战

本项目施工难点主要集中在既有交通干扰、新旧路基衔接、桥梁拓宽施工及环保管控等方面。由于高速公路需边施工、边通车，如何确保施工安全与正常通行并行是核心挑战。此外，新旧路基刚度差异较大，易导致不均匀沉降，施工中需采取路基加固、动态压实等措施确保稳定性。桥梁拓宽方面，既有桥梁的承载能力、拼接缝处理及整体受力协调是关键，需采用钢-混组合梁拼接及同步顶推技术，确保新旧桥梁结构匹配。此外，施工区域穿越生态敏感区及居民区，需严格控制扬尘、噪声及雨水排放，以降低对环境和周边居民的影响。

三、高速公路改扩建工程的监理核心任务

在本次高速公路改扩建工程中，施工监理的职责不仅局限于传统的质量监督、进度管理和安全保障，更需要应对改扩建特有的施工复杂性，包括新旧路基衔接控制、桥梁拓宽结构匹配、既有交通组织优化及生态环保要求等多重挑战。由于该工程采取“边施工、边通车”模式，监理工作的重点在于确保施工质量与通行安全同步达标，施工进度与交通组织动态调整，环保措施与资源循环利用有效落地。

(一) 质量控制

改扩建工程的质量管理不同于新建工程，其核心在于旧路结构的适应性评估与新旧结构的无缝衔接。本项目中，既有路基服役多年，存在局部沉降、材料老化、裂缝扩展等问题，如果未能妥善处理，直接影响新建路段的长期稳定性。因此，监理需在施工前组织地质雷达扫描与弯沉测试，确保旧路基承载力满足改扩建要求，并监督施工单位在病害区域实施换填加固、动态压实等措施，以减少新旧路基的刚度差异。

桥梁拓宽部分，由于采用钢-混组合梁拼接工艺，监理需重点关注拼接缝混凝土浇筑、钢筋锚固强度、温差变形协调等关键技术指标。在施工过程中，通过全站仪监测桥梁线形变化、超声波检测混凝土内部缺陷等技术手段，确保新旧桥梁受力均匀，避免因拼接质量问题引发结构性裂缝或承载力下降。

路面施工阶段，监理需对沥青混合料配比、摊铺温度、碾压次数等参数进行实时监测，尤其是旧沥青面层

铣刨后再生利用时，必须严格控制旧料掺配比例，以确保新铺路面的平整度和耐久性^[4]。同时，采用激光平整度检测仪对摊铺质量进行评估，防止施工误差影响行车舒适度。

(二) 进度管理

由于本项目全长 68.5 公里，涉及 15 座桥梁、3 座隧道、8 处互通立交的同步改扩建，施工组织极为复杂。监理需充分利用 BIM+GIS 智能调度系统，对施工计划进行动态调整，确保不同作业面之间的衔接顺畅，避免因局部工序滞后影响整体进度。

针对主线施工，监理需协调施工单位采用“分幅施工+错峰作业”策略，在白天保持主车道通行，夜间实施封闭摊铺，以减少对交通的干扰。在桥梁施工方面，监理需严格审查现浇段施工时序、混凝土养护周期及支架拆除时机，防止因施工组织不当造成桥梁错台或施工缝质量问题。同时，监理还需预判可能影响进度的风险，如汛期暴雨对路基填筑的影响、冬季低温对沥青摊铺的不利因素，并要求施工单位提前储备防水排涝设施、调整施工配合比，确保工程在不同气候条件下均能稳定推进。

(三) 安全监管

由于本项目日均车流量超 8 万辆，部分路段高峰时段交通饱和度超过 0.85，施工区域与高速行驶车辆的共存增加了安全监管的复杂性。监理需督促施工单位严格执行分区封闭管理，在施工区域设置硬质防护屏障、夜间反光标识、智能限速提醒等设施，防止社会车辆误入施工区域。

针对桥梁拓宽和隧道改造施工，监理需重点检查高空作业人员的安全绳索、支架稳定性及吊装设备操作规程，避免因高处坠落或机械故障引发安全事故。同时，施工高峰时段，监理需联合交通管理部门实时监控施工区域车流变化，一旦发现交通拥堵加剧或安全隐患增加，立即协调调整施工计划，减少施工对交通流的干扰。此外，监理需确保施工单位定期组织安全演练，特别是涉及爆破开挖、桥梁吊装、交叉施工的高危作业区域，必须提前制定应急预案，并安排专人进行现场监督，确保一旦发生突发状况，能够迅速响应并实施安全处置。

(四) 交通组织优化

改扩建工程的交通组织难度主要体现在施工期间仍需保持部分车道通行，如何在确保施工顺利进行的同时，减少对社会车辆的干扰，是监理工作的重点之一。监理需审核施工单位提交的交通导改方案，确保施工封闭范围合理、临时通行道路符合安全标准，并协调交警部门在关键节点设立电子诱导标志，远端分流车辆，减少局部拥堵。在施工过程中，监理需安排专人进行交通流量动态监测，一旦发现某路段因施工导致通行能力下降，需迅速调整施工计划，例如增加夜间作业比例、临时开放硬路肩供车辆通行等，确保施工与交通运行达到最优平衡。

(五) 环境保护与绿色施工监督

本项目沿线涉及生态敏感区、居民区，施工过程中需严格控制扬尘、噪声、雨水排放等环境污染因素。监

理需确保施工单位采取洒水降尘、车辆冲洗、植被恢复等措施，在土方开挖、沥青摊铺等高扬尘工序中，实施喷雾降尘与封闭运输，减少对周边环境的影响。针对废旧材料处理，监理需推动施工单位采用再生沥青技术，将铣刨出的旧沥青面层重新利用，降低新材料消耗，提高工程的可持续性。在桥梁拆除作业中，监理需严格审核建筑垃圾分类方案，确保废弃混凝土块得到合理破碎回收，而不是随意堆放或填埋。

四、施工监理措施实施效果

质量控制：通过优化新旧路基衔接技术，路基沉降

表 1 施工监理措施实施效果对比

监理措施	实施前指标	实施后指标	改进幅度
质量控制	路基沉降误差 $\pm 8\text{mm}$	路基沉降误差 $\pm 3\text{mm}$	误差减少 62.5%
进度管理	工期滞后率 15%	工期滞后率 5%	滞后率降低 66.7%
安全监管	施工区域事故率 0.12%	施工区域事故率 0.03%	事故率降低 75%
交通组织优化	高峰期车流拥堵指数 2.5	高峰期车流拥堵指数 1.7	拥堵指数下降 32%
环保监理	扬尘达标率 80%	扬尘达标率 95%”	达标率提高 18.75%

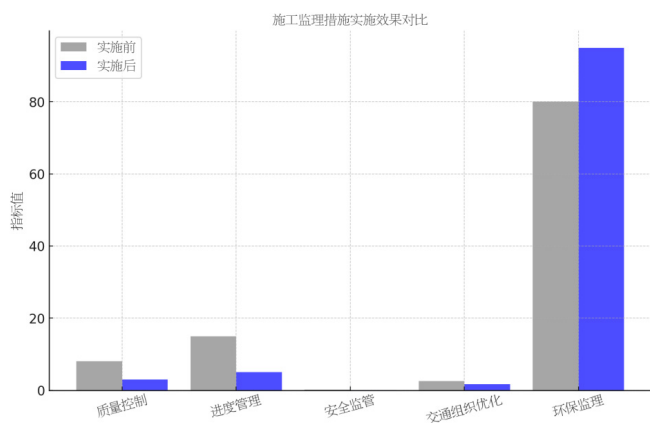


图 1 施工监理措施实施效果对比图

五、工程监理过程中存在的问题与改进建议

在本工程施工监理过程中，尽管监理措施有效提升了施工质量、安全性和进度控制，但仍然存在一些问题，影响了监理工作的整体效率和精细化管理水平。其中一个突出问题是信息化监理手段应用不足，尽管施工过程中已引入 BIM+GIS 调度系统，但在施工质量监测、数据共享及远程监管方面仍存在一定局限。例如，路基沉降监测、桥梁拼接质量检测仍主要依赖传统人工巡检方式，缺乏基于物联网的实时监测系统，导致监理数据反馈存在滞后性，影响施工过程中的即时调整。建议在后续工程中加强智能监理平台的建设，引入无人机巡检、高精度传感器和 AI 影像分析，实现关键施工环节的自动化监测，提高数据收集的时效性和准确性。

另一项值得改进的问题是施工单位间的协调管理仍需优化。由于本项目涉及多家施工单位的交叉作业，在桥梁拓宽、路面摊铺及交安设施改造等阶段，不同施工单位之间存在一定的信息壁垒，导致部分施工工序衔接不够顺畅。例如，部分桥梁拓宽区域因下游施工单位的延误导致施工计划调整，影响了整体工期。为改进这一

误差由 $\pm 8\text{mm}$ 降至 $\pm 3\text{mm}$ ，减少 62.5%。

进度管理：采用 BIM 调度系统后，工期滞后率从 15% 降至 5%，提升施工效率 66.7%。

安全监管：施工事故率由 0.12% 下降至 0.03%，事故发生率减少 75%。

交通组织优化：施工高峰期拥堵指数下降 32%，改善车辆通行效率。

环保监理：扬尘达标率提高至 95%，减少施工环境污染。见表 1 与图 1。

问题，建议加强施工单位与监理之间的协同管理机制，建立数字化工期管理平台，通过信息共享和施工进度可视化工具，使不同施工单位能够更精准地调整施工计划，提高整体协同效率。同时，强化监理对多方施工调度的统筹能力，定期召开交叉作业协调会议，确保各环节施工进度相互匹配，减少因信息不对称造成的工期延误。

结语

本文通过对某高速公路 XX 段改扩建项目的监理措施分析，总结了新旧结构衔接质量管控、复杂交通环境下的施工进度协调、高流量路段施工安全保障、环保要求提升等方面的关键监理策略。研究表明，采用合理的监理手段、优化施工组织方案、强化安全监管、推进绿色施工，能够有效提升改扩建工程的施工质量和管理效率，减少施工对交通流的影响，提高整体工程的社会与经济效益。

参考文献

- [1] 黄亮，丁华，徐伟明，等. 高速公路改扩建工程路基拼宽施工监理控制要点 [J]. 工程建设与设计, 2021, (06): 175-177.
- [2] 刘升亮，刘强，杨春才. 高速公路改扩建工程中拼宽路基施工监理要点 [J]. 公路交通科技 (应用技术版), 2018, 14 (05): 66-69.
- [3] 苏建明，李庶安，刘广波. 济青高速公路改扩建主体工程施工创新技术管理与措施探讨 [J]. 公路交通科技 (应用技术版), 2018, 14 (05): 35-38.
- [4] 曾艺敏. 全管理中的应用高速公路改扩建工程施工成本控制措施的思考 [J]. 科技视界, 2017, (12): 161.
- [5] 何常声. 关于沈平高速公路改扩建工程机电工程施工监理工作流程及重点、难点的分析 [J]. 北方交通, 2017, (04): 160-164.

作者简介：杨家祥 (1998-01)，男，汉族，四川成都，本科学历，目前职称：助理工程师，研究方向：公路工程监理。