

桥梁顶升技术在高速公路改扩建中的应用分析

吴建军

四川成南高速公路有限责任公司 四川 成都 610051

【摘要】：随着我国交通运输需求的持续增长，既有高速公路改扩建工程日益增多。桥梁作为高速公路的核心构筑物，其改造升级直接影响改扩建工程的质量与效益。桥梁顶升技术凭借对原有桥梁结构破坏小、施工周期短、成本可控等优势，在高速公路改扩建中得到广泛应用。本文结合桥梁顶升技术的核心原理，从前期勘察设计、设备选型、施工控制等方面，分析其在高速公路改扩建中的应用要点，结合实际案例验证技术应用效果，并针对应用中存在的问题提出优化对策，为相关工程实践提供参考。

【关键词】：桥梁顶升技术；高速公路改扩建；施工控制；应用分析

DOI:10.12417/2811-0536.26.06.037

1 引言

在改扩建工程中，需对原有桥梁进行改造以适应新的路线标准，传统拆除重建模式存在成本高、工期长、资源浪费等弊端，且易对周边交通和环境造成较大影响。桥梁顶升技术通过精准控制顶升设备，使桥梁结构沿竖向或横向移动至设计位置，实现桥梁标高调整、跨度优化等改造目标，能最大程度保留原有桥梁主体结构，契合绿色施工与节能降耗的发展理念。近年来，该技术在京沪、沪昆等多条高速公路改扩建工程中成功应用，展现出显著的技术与经济优势。本文基于工程实践经验，系统分析桥梁顶升技术在高速公路改扩建中的应用逻辑与实施要点，为技术的规范化应用提供支撑。

2 桥梁顶升技术核心原理与适用场景

(1)核心原理:桥梁顶升技术以结构力学为基础，通过在桥梁下部结构设置顶升支点，利用同步顶升系统施加均衡外力，克服桥梁自重及附加荷载，使桥梁脱离原有支座并沿预设方向移动。施工过程中，需通过实时监测系统反馈结构位移、应力等数据，动态调整顶升参数，确保桥梁结构受力均衡，避免出现开裂、变形等病害。

根据改造需求，桥梁顶升可分为竖向顶升、横向平移及复合顶升三类。竖向顶升主要用于提高桥梁净空，适配改扩建后高速公路的设计标高；横向平移用于调整桥梁轴线位置，适应路基加宽需求；复合顶升则结合两者优势，用于复杂工况下的桥梁改造。

(2)适用场景:结合高速公路改扩建工程特点，桥梁顶升技术的核心适用场景包含以下几点。是原有桥梁净空不足，无法满足改扩建后大件运输或路线标高要求；二是桥梁轴线与改扩建路线偏移，需横向调整以契合新路线走向；三是桥梁支座老化、损坏，需

结合顶升进行支座更换与维修；四是互通立交改造中，原有桥梁需调整标高或位置以适配新的立交布局。对于结构完整性良好、材料强度达标且基础稳定的钢筋混凝土梁桥、钢混组合梁桥，采用顶升技术改造效果最佳；而对于结构病害严重、基础承载力不足的桥梁，则需结合加固技术或拆除重建方案综合考虑。

3 桥梁顶升技术在高速公路改扩建中的应用要点

(1)前期勘察与设计:前期勘察是确保顶升技术成功应用的基础。需对原有桥梁进行全面检测，包括桥梁主体结构强度、支座性能、基础承载力等指标，明确结构病害类型及程度，排除不适宜顶升的结构隐患。同时，结合改扩建工程的路线设计方案，确定桥梁顶升的高度、平移距离及精度要求，绘制详细的顶升施工图纸。设计阶段需重点核算顶升过程中桥梁结构的受力状态，通过有限元模拟分析不同顶升阶段的结构应力分布，优化支点设置位置与数量。支点应避免桥梁受力薄弱区域，优先设置在盖梁、桥台等承重能力较强的部位，且需保证各支点受力均衡。此外，需根据勘察数据选择适配的顶升设备与监测系统，制定专项应急预案，应对施工中可能出现的结构失稳、设备故障等问题。

(2)顶升设备选型与调试:顶升设备的性能直接决定施工质量与安全，需结合桥梁自重、顶升高度及精度要求科学选型。目前高速公路改扩建中常用的顶升设备为液压顶升系统，由千斤顶、液压泵站、同步控制系统组成。千斤顶的额定承载力需预留不小于2倍的安全系数，同步控制系统的精度误差应控制在0.5mm以内，确保各支点同步升降。表1为常用液压顶升设备选型对比表，结合改扩建工程常见工况给出设备适配建议。

表1 常用液压顶升设备选型对比表

设备类型	额定承载力	同步精度	适用工况	优势	不足
单作用千斤顶	50-500t	±0.5mm	中小跨径桥梁竖向顶升	结构简单、成本低、操作便捷	无自锁功能,需配套支撑装置
双作用千斤顶	100-1000t	±0.3mm	大跨径桥梁或复合顶升	具备自锁功能,升降平稳	成本较高,调试流程复杂
薄型千斤顶	30-200t	±0.5mm	空间受限的桥台或盖梁顶升	体积小、占用空间少	顶升行程较短,需分次顶升

设备安装完成后需进行全面调试,包括空载试运行、加载试验等。加载试验需模拟顶升过程中的实际荷载,检查千斤顶同步性、液压系统密封性及监测数据准确性,确保设备符合施工要求。

(3) 施工过程控制: 施工过程控制是保障顶升质量的核心环节,需重点把控三个关键点。一是支点施工质量,支点基础需进行加固处理,确保承载力满足要求,千斤顶与桥梁接触面需设置垫板,避免局部应力集中;二是同步顶升控制,采用“分级加载、同步上升”的原则,每级顶升高度控制在2-5mm,顶升过程中实时监测各支点位移数据,发现偏差立即调整;三是结构应力监测,在桥梁主梁、盖梁等关键部位布设应力传感器,实时反馈结构受力变化,避免应力超过设计限值。此外,需做好施工期间的交通管制与安全防护。高速公路改扩建工程多为半幅施工,需设置安全警示标志,引导车辆绕行,避免施工区域与通行区域交叉干扰。同时,加强施工现场巡查,及时排查安全隐患,确保施工安全。

(4) 顶升后处理: 桥梁顶升至设计位置后,需及时进行固定处理。对于竖向顶升的桥梁,需更换新的支座,调整支座标高与位置,确保支座与桥梁底部紧密贴合;对于横向平移的桥梁,需加固桥梁基础与下

部结构,增强结构稳定性。固定完成后,需对桥梁结构进行再次检测,包括结构位移、应力及外观质量等,检测合格后方可进行后续施工。同时,需对施工区域进行清理与恢复,修复施工过程中损坏的附属设施,确保桥梁周边环境符合设计要求。

4 应用中存在的问题与优化对策

(1) 主要问题: 尽管桥梁顶升技术优势显著,但在高速公路改扩建应用中仍存在部分问题。一是复杂地质条件下基础稳定性控制难度大,部分区域因地基沉降导致顶升过程中桥梁出现倾斜;二是老旧桥梁结构病害隐蔽性强,前期检测难以全面排查,顶升过程中易引发结构损伤;三是同步顶升精度控制受设备性能与施工人员操作水平影响较大,易出现支点位移偏差。

(2) 优化对策: 针对上述问题,提出以下优化对策。一是加强基础加固处理,结合地质勘察数据采用注浆加固、扩大基础等方式提升地基承载力,顶升过程中增设沉降监测点,实时反馈基础沉降数据;二是完善前期检测手段,结合超声波检测、雷达探测等技术,全面排查桥梁结构隐蔽病害,对存在病害的部位提前进行加固处理;三是提升设备智能化水平,采用自动化同步控制系统,减少人为操作误差,同时加强施工人员培训,提高专业操作技能。

5 结论

桥梁顶升技术在高速公路改扩建中具有显著的技术、经济与环境优势,能有效解决原有桥梁改造中的诸多难题。其应用需严格把控前期勘察设计、设备选型、施工过程控制及顶升后处理等关键环节,确保施工质量与安全。结合工程案例可知,合理应用桥梁顶升技术可缩短工期、节约成本,且能最大程度保留原有桥梁结构,契合绿色交通发展理念。针对应用中存在的基础稳定性、结构病害排查及精度控制等问题,需通过完善检测手段、提升设备智能化水平及加强施工管理等方式优化解决。未来,随着智能化监测技术与新型顶升设备的研发应用,桥梁顶升技术将在高速公路改扩建中发挥更大作用,为我国高速公路路网升级改造提供更有力的技术支撑。

参考文献:

- [1] 王博.桥梁顶升技术要点分析[J].上海公路,2025,(01):56-59+65+232.
- [2] 黄小妙,阮韬光,陈辉,等.桥梁顶升技术在多跨简支板梁桥改造中的应用[J].城市道桥与防洪,2024,(08):182-185+23.
- [3] 干继红,陈诚.桥梁顶升技术在城市高架改造中的应用探讨[J].工程质量,2022,40(06):48-51+60.