

道路桥梁改扩建工程施工工艺优化及应用研究

辛谊升

哈尔滨市市政工程设计院有限公司 黑龙江 哈尔滨 150000

【摘要】：道路桥梁改扩建工程常处于既有交通持续运行、结构服役差异和施工边界受限条件下，施工工艺调整要同时回应保通、安全、耐久和资源利用要求。本文分析工艺内涵、组织方式和方案选择依据，梳理交通转换效率、结构衔接安全、扰动成本及既有设施约束，提出分区分幅施工、工序监测、过渡段配置、关键节点可靠性设计和绿色施工融合策略。改进后的工艺组织应以检测评估为起点，以交通导改和质量反馈为控制线，使宽、回填、接顺和恢复交通纳入同一施工链条。

【关键词】：道路桥梁；改扩建工程；施工工艺；交通组织；工艺优化

DOI:10.12417/2811-0722.26.09.046

引言

道路桥梁改扩建多在既有交通持续运行、结构服役差异和施工边界受限条件下展开，施工工艺不能简单套用新建工程的连续封闭作业模式。桥梁拼宽、路基帮宽、铣刨加铺、台背回填和交通导改相互嵌套，工序安排失衡会放大通行延误、结构错台和后期养护成本。围绕施工工艺调整开展分析，要把既有设施检测、交通转换、工序衔接、质量控制和绿色施工放入同一施工组织框架，使改扩建工程形成兼顾保通、安全、耐久和资源利用的技术方案。

1 道路桥梁改扩建施工工艺概述

1.1 改扩建施工工艺基本内涵

道路桥梁改扩建既有路基、桥梁结构、新建拼宽部分和临时交通系统在改扩建现场交叉成一个复合施工界面。既有道路持续通行，桥梁上部结构、下部基础和台背填土服役状态不同，工艺设计应先识别可保留、加固、拆换和临时保护的构件范围，再决定铣刨、开挖、拼接、回填、铺筑和验收顺序。这种工艺内涵强调在有限断面内完成新旧结构转换，施工动作既要服务成型质量，也要维持交通安全和现场秩序^[1]。改扩建工艺还包含对施工窗口的重新定义。夜间短时封闭、半幅保通、临时便道和分车道管理会改变机械进退场、材料运输和检验批划分，按专业队伍顺序推进容易在台背、伸缩缝、桥面铺装和路面接顺处形成等待。工艺调整应把作业面、交通流和质量控制点绑定到同一时间轴内，使每次导改后形成稳定边界。

1.2 既有道路桥梁常见施工组织方式

既有道路桥梁改扩建常用半幅封闭、分幅加宽、分段流水和局部夜间突击等组织方式。半幅封闭适合断面宽度充足、交通量可压缩的路段，施工侧可连续完成路基帮宽、基层摊铺和面层接缝；分幅加宽适合桥梁、互通或穿城路段，保通车道与施工区之间要采用硬质隔离和限速渠化，防止车辆轨迹侵入吊装、钻孔或台背回填作业区。分段流水强调把桥梁加宽、路基处理和路面恢复拆成可交付单元，前一单元完成检测后立即转换为下一阶段保通界面^[2]。夜间突击主要用于伸缩缝更换、沥

青摊铺接顺和标线转换等对连续交通影响较大的工序，机械、材料和检测人员应提前集结，避免封闭时间被准备工作消耗。工程现场往往按桥头段、一般路段和交叉口节点组合不同组织方式。

1.3 改扩建工艺方案选择依据

工艺方案先受既有设施状态约束。桥梁技术状况、路基沉降、路面结构层厚度和排水有效性决定保留利用、局部补强或拆换边界；当既有小跨径桥梁参与加宽利用时，还要核对承载能力、加固可行性和分车道管理条件，不能按平面宽度满足扩建需求。既有桥涵拼接加宽利用还要让检测评估、运营安全和交通组织管理共同成立。交通和环境约束同样影响方案。交通流高峰、公交站点、既有管线、河道水位和居民敏感点会改变施工段落长度、封闭时段和扬尘噪声控制。工艺方案还要考虑材料供应半径、机械转场能力和检测频次，其中沥青摊铺、钢纤维混凝土施工和软弱地基处理等工序，温度、拌和、压实与养护条件应匹配现场窗口。

2 道路桥梁改扩建施工工艺优化的必要性

2.1 提升既有交通转换组织效率

改扩建交通转换效率取决于导改次数、持续时间和导改后车道服务水平。准备、导改、拼宽、衔接、恢复五个阶段的常规组织相对效率点分别为0.70点、0.58点、0.62点、0.68点、0.80点，改进组织相对效率点分别为0.72点、0.66点、0.75点、0.84点、0.92点，阶段序位分别为1次、2次、3次、4次、5次。施工区过碎会增加临时标线和隔离设施调整，划分过大又会长期压缩保通车道并诱发排队外溢。改进组织应把准备、导改、拼宽、衔接和恢复五类阶段压缩成清晰的转换链条，使作业面释放与保通能力恢复同步发生^[3]。归一化相对量可以表达常规组织和改进组织在不同阶段的通行效率变化，数值只用于说明工艺关系。常规组织在导改阶段下降后缓慢恢复，改进组织依靠临时隔离、材料预置和车道渠化保持连续恢复斜率。趋势关系说明交通组织改进的价值不在单纯增加临时车道，而在减少导改低谷持续时间并缩短施工界面反复切换。不

同组织方式下的相对通行效率变化见图1。

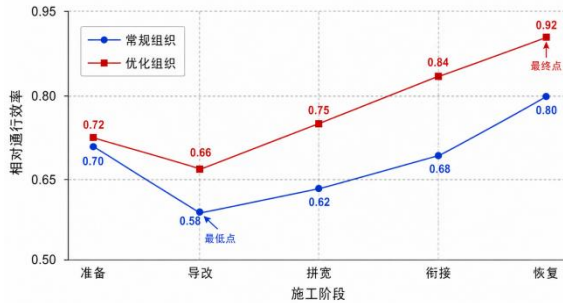


图1 施工组织调整下相对通行效率变化

图1中,常规组织在导改阶段为0.58,改进组织对应值为0.66;恢复阶段两条曲线分别到0.80和0.92。差异表明,提前布设隔离和渠化汇入点可削弱导改低谷。

2.2 增强新旧结构衔接安全性与耐久性

道路桥梁改扩建的集中质量风险位于新旧结构衔接处。路基帮宽与既有填土之间若台阶开挖不足、压实能量传递不均或排水通道被截断,后期沉降会沿拼接线集中;桥梁拼宽若横向连接、湿接缝和支座标高控制不严,新旧梁体受力差异可能转化为桥面裂缝和伸缩缝早期损坏。工艺改进应把衔接界面作为独立控制对象,不把它附属于普通路基或桥面工序^[4]。耐久性控制还要求施工过程减少不可逆扰动。既有桥面铺装铣刨深度、钢筋除锈范围、植筋孔清洁质量和混凝土界面湿润状态都会影响新旧材料结合,台背回填分层厚度、含水状态和压实机具也会改变沉降。安全性与耐久性具有同一施工基础:工序越能让隐蔽界面在封闭前被检测和修正,运营后的病害越不容易沿拼缝集中。

2.3 降低施工扰动范围和工程成本

施工扰动范围直接影响工程成本。大面积封闭会增加绕行和保通设施成本,过度保通又会推高机械小型化、二次倒运和夜间施工费用。工艺改进应工艺改进借助分段长度、机械组合和材料周转路径控制总成本,不只比较某一道工序的直接单价。路基路面压实、沥青摊铺和混凝土养护等工序形成连续作业面后,机械闲置和返工概率同步降低。扰动控制还体现在环境和资源消耗上。旧沥青料、拆除混凝土和临时防护材料按质量等级回收,可减少外运弃置和新料采购;扬尘、噪声和泥浆排放若在工序设计阶段同步安排,现场不必在投诉或检查后临时停工整改。成本控制不压缩必要检测和养护时间,而是减少重复导改、开挖和修补,把资源投入转向关键衔接部位。

2.4 应对既有设施通行约束挑战

桥下净空、既有管线、临近建筑、河道防洪、交叉口信号和公交停靠共同压缩施工场地,限制机械站位和材料堆放,施工组织稍有偏差就可能压缩保通车道或破坏既有构造。工艺方案要在开工前把不可移动边界转化为施工控制线,明确吊装半

径、钻孔泥浆处理、临时排水和应急通道的位置。通行约束还影响质量验收节奏。部分路段只能在短时段窗口内完成铣刨、摊铺和开放交通,压实温度、接缝处理和标线恢复应连续;桥梁节点施工则可能受到车辆振动、临时荷载和下方交通安全防护限制。应对这类挑战的关键,是把临时交通组织视为施工工艺的一部分,使每个封闭窗口都有明确的完成状态和退场条件。

3 道路桥梁改扩建优化工艺应用策略

3.1 采用分区分幅连续施工组织方式

分区分幅连续施工依托既有道路横断面和桥梁结构单元,把施工区、保通区和转换区分开控制。一般路段可先完成一侧路基帮宽和基层施工,再通过临时标线把交通转移到已成型断面;桥梁拼宽段则以墩台、梁板和桥面铺装为单元组织,避免路基已经成型而桥面迟迟无法接顺。分区边界应落在便于排水、便于检测和便于交通识别的位置,不能按行政里程平均切分^[5]。分幅施工中的既有车道、保通车道、施工区、临时隔离和拼宽段应保持清晰平面边界。保通车道保持连续通行轨迹,施工区布置在拼宽侧并由隔离设施切开,新建车道轮廓提前预留接顺位置。分幅组织能够把交通风险压在隔离边界内,把施工风险压在拼宽作业面内,使交通转换和结构施工不再相互挤占。分幅施工组织的空间边界见图2。



图2 道路桥梁改扩建分幅施工组织示意

图2中,保通车道沿既有道路连续布置,施工区集中在拼宽侧并由临时隔离带切开。分幅组织先稳定交通轨迹,再释放拼宽作业面。

3.2 引入智能化工序监测控制技术

智能化监测控制适合布置在沉降、位移、压实和交通运行变化敏感的节点。台背回填可布设沉降测点和压实质量记录,桥梁拼宽可监测梁体标高、湿接缝温度和支座反力变化,保通路段可通过视频识别、车速采集和排队长度判断导改效果。监测数据只有进入工序调整才有价值,单纯展示曲线无法替代压实遍数、摊铺温度或隔离设施位置的现场决策^[6]。工序控制应建立阈值响应关系。沉降速率异常时,回填节奏、排水措施和加载顺序要同步复核;交通排队超出控制限时,导改标志、汇入点和施工车辆出入口应及时调整;桥面铺装温度下降过快时,运输距离、摊铺宽度和碾压组合要重配。智能化技术缩短偏差发现到工序修正的时间,不替代现场对结构和交通边界的判断。

3.3 优化路桥过渡段工序配置

既有路基与桥台在改扩建后刚度和沉降响应不同,过渡段工序先处理这种差异。新增填土、拼宽结构和交通荷载会改变原有受力与排水条件。工序配置先处理台背开挖和界面清理,再布置排水层、土工格栅和分层回填,最后完成基层、面层和伸缩缝接顺,不能把台背回填压缩为普通土方填筑^[7]。既有路基、台背、分层回填、土工格栅、压实层、排水层和沉降测点共同构成过渡段工序链。排水层位于台背下部,土工格栅分层控制新旧填土剪切变形,沉降测点贴近桥台布置,说明过渡段质量控制要同时覆盖材料、结构和监测位置。工序改进的重点,是让每一层回填完成后都能被压实和排水条件验证,不等面层完成后再处理错台。路桥过渡段衔接工序配置见图3。

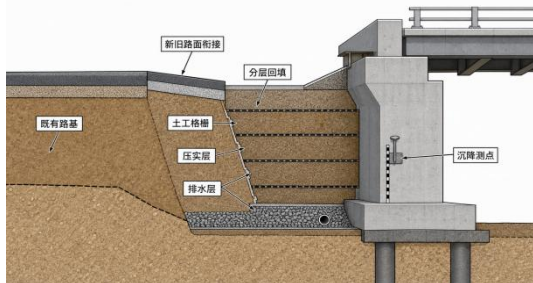


图3 路桥过渡段衔接工序配置示意

图3中,台背区域由分层回填、土工格栅、压实层和排水层组成,沉降测点贴近桥台侧布置。过渡段施工要同步验收排水路径、加筋层位置和沉降观测。

3.4 加强关键结构节点可靠性设计

关键结构节点包括桥梁拼宽横向连接、伸缩缝、支座、桥面铺装接缝、涵洞接长和旧路结构层接顺。可靠性设计要保证节点受力路径清楚,新增构件不能把荷载集中传递到未评估旧构件;施工误差还要能够被节点构造吸收,湿接缝宽度、植筋锚固、支座标高和铺装厚度应留有可检测、可调整的控制范围。节点施工还要保留后期养护可达性。伸缩缝和桥面排水口若被临时导改或拼宽构造遮挡,早期杂物淤积和渗水会加速铺装破坏;涵洞接长若忽视进出口顺接,局部冲刷会向路基边坡扩展。可靠性设计不是增加节点复杂度,而是在工艺阶段把材料界面、排水路径、检修空间和交通荷载分配明确下来。

参考文献:

- [1] 王庆辉.道路桥梁过渡段路基沉降控制施工工艺实践分析[J].价值工程,2026,45(24):10-13.
- [2] 史永杰.道路桥梁工程路基路面压实施工技术分析[J].科技资讯,2026,24(15):156-158.
- [3] 李玉君.钢纤维混凝土技术应用下的道路桥梁施工方法[J].内蒙古科技与经济,2026,(14):157-160.
- [4] 李一鸣.道路与桥梁施工沥青摊铺技术应用分析[J].全面腐蚀控制,2026,40(7):82-84.
- [5] 张晓东.道路桥梁工程中钢筋混凝土裂缝防治施工技术研究[J].价值工程,2026,45(25):149-152.
- [6] 应昌浩.道路桥梁中软弱地基处理技术的应用[J].建材发展导向,2026,24(15):70-72.
- [7] 陈鹏.高强度复合材料在市政道路桥梁抗震性能中的应用研究[J].石材,2026,(8):178-180.

3.5 融合绿色施工与工艺应用优化

绿色施工应落到旧料再利用、低扰动导改、扬尘噪声控制和质量反馈四类动作。旧沥青料可按级配和污染状态用于再生混合料或基层材料,拆除混凝土可经破碎筛分用于临时便道或垫层,喷淋、雾炮和围挡应随铣刨、破碎、运输等高扬尘工序同步布置。绿色控制嵌入施工顺序后,环境措施成为工艺持续运行条件。旧料再利用、扬尘控制、噪声控制、低扰动导改和监测反馈共同连接到工艺应用节点。资源消耗和质量偏差位于反馈侧,说明绿色施工与质量控制存在共同的调整入口:材料循环不应削弱结构性能,低扰动导改也不能牺牲保通安全。工艺应用改进要平衡资源节约、质量偏差和交通影响,使施工成果具备可运营、可维护和可追踪状态。绿色施工融入工艺应用的关系见图4。

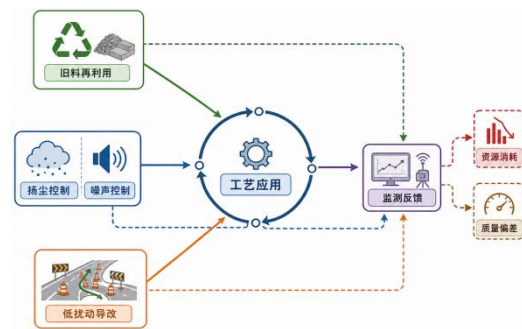


图4 绿色施工融入工艺应用关系

图4中,旧料再利用、扬尘控制、噪声控制和低扰动导改进入工艺应用,监测反馈连接资源消耗和质量偏差。绿色施工进入应用循环后,环境控制才不会削弱结构衔接质量。

4 结语

道路桥梁改扩建工程施工工艺调整应以既有设施状态、保通条件和新旧结构衔接质量为基础约束。分区分幅施工同步组织交通转换和作业面释放,智能化监测把沉降、裂缝、压实和线形偏差转化为工序调整依据,过渡段、拼宽段和关键节点设计决定运营稳定性。绿色施工要把旧料再利用、扬尘噪声控制和低扰动导改嵌入工艺应用过程。工程实施中,施工方案应随检测评估、交通流和结构响应校核,避免单一进度目标覆盖质量、安全和耐久约束。