

# 高速公路改扩建工程施工期交通组织优化

陈鑫源

绍兴上虞交通建设管理有限公司 浙江 绍兴 312000

**摘要：**高速公路改扩建工程施工期交通组织优化旨在平衡施工与通行需求。通过科学划分施工区域、动态调整车道分配，结合临时交通标志、智能信号控制及可变信息板诱导，实现交通流精准调控。采用分阶段施工策略，配合潮汐车道、单向通行等措施，有效缓解拥堵。结合仿真技术预判风险，同步优化安全防护与应急预案，可提升施工效率，降低事故率，保障路网整体运行稳定性。

**关键词：**高速公路；改扩建工程；施工期；交通组织优化

引言：高速公路改扩建是缓解交通压力、提升路网容量的关键举措，但施工期间车道缩减、交通流重构等问题易引发拥堵与安全事故。传统交通组织模式难以动态适应施工干扰下的复杂路况，导致通行效率下降、环境污染加剧。本研究聚焦施工期交通流时空分布特性，通过整合动态建模、智能控制与多部门协同技术，构建“效率-安全-环保”一体化优化体系，为高速公路改扩建工程提供科学管控方案，助力交通基础设施韧性升级。

## 1 高速公路改扩建工程施工期交通组织特性分析

### 1.1 施工期交通流特征

（1）在车道缩减方面，施工期间部分车道被占用，导致有效通行车道数量减少。以双向四车道改扩建为例，若占用一条车道施工，剩余三条车道需承担原四条车道的交通量，单位时间内通过车辆数大幅下降，通行能力通常降低30%-50%。同时，施工区前后会设置限速标志，限速值从原120km/h降至60-80km/h，车辆行驶速度骤减，进一步加剧通行能力不足问题，易形成交通瓶颈。（2）交通流时空分布呈现明显不均衡性。时间上，早高峰7:00-9:00、晚高峰17:00-19:00时段，通勤车辆增多，施工路段交通量激增，拥堵概率显著上升；区域上，施工区上游500-1000米处易出现车辆排队现象，而施工区下游因车辆逐渐恢复正常行驶速度，交通流相对顺畅，这种区域拥堵差异给交通疏导带来较大挑战。

### 1.2 施工区安全风险分析

（1）作业区与通行区存在多个冲突点。如施工车辆进出作业区时，需穿越通行车道，与正常行驶车辆形成交叉冲突；作业人员在车道边缘作业，若防护设施不到位，易与失控车辆发生碰撞冲突，这些冲突点是施工区安全事故的高发区域。（2）驾驶员行为发生明显变化。由于施工区车道狭窄、视线受阻，驾驶员会不自觉缩短跟车距离，以便及时观察前方路况，跟车距离较正常路

段缩短20%-30%；同时，为选择更顺畅的车道，变道频率大幅增加，变道次数较正常路段增加50%以上，增加了刮擦、追尾事故的发生概率<sup>[1]</sup>。

### 1.3 交通组织影响因素

（1）道路条件对交通组织影响显著。几何线形方面，若施工路段存在急弯、陡坡，车辆行驶视线差、制动距离增加，会降低通行效率；出入口布局上，施工区临近互通式立交出入口，会导致车辆交织、分流困难，加剧交通拥堵。（2）施工方案直接关系交通组织效果。分段施工可将施工路段划分为多个小段，逐段施工、逐段恢复通行，减少对整体交通的影响；夜间作业能避开白天交通高峰时段，降低施工对正常交通的干扰，但需做好夜间照明、安全警示等工作。（3）交通管理措施是保障交通秩序的关键。信号控制方面，通过在施工区上下游设置交通信号灯，合理控制车辆通行节奏，避免车辆过度拥堵；诱导系统借助可变情报板、导航APP等，及时向驾驶员发布施工信息、推荐绕行路线，引导车辆有序行驶，提高通行效率。

## 2 高速公路改扩建工程施工期交通组织优化模型与方法

### 2.1 优化目标体系构建

（1）在通行效率方面，以施工路段平均车速、车辆排队长度、行程时间指数为关键指标，目标是将施工导致的通行效率下降幅度控制在20%以内，保障路网基本通行功能；（2）安全性优化聚焦施工区冲突点事故率、驾驶员操作失误频次，通过优化交通组织减少作业区与通行区交叉干扰，力争使施工期交通事故发生率较正常路段降低30%；（3）施工进度目标需避免交通组织方案对施工工序的制约，确保分段施工衔接时间、材料运输通道占用时间符合施工计划，不出现因交通疏导导致的工期延误；（4）环境影响优化则针对施工区车辆怠速排

放、噪音污染,通过合理引导车流减少车辆滞留,将施工路段PM2.5日均浓度、噪音分贝控制在国家标准限值内,降低对周边环境的影响。

## 2.2 动态交通流分配模型

(1) 基于元胞传输模型(CTM)的实时路网状态预测,将施工路段及上下游关联路网划分为若干元胞单元,每个元胞包含交通量、密度、速度等状态参数。通过采集施工区上下游监测点的实时交通数据(如线圈检测器、视频卡口数据),输入CTM模型进行迭代计算,可预测未来15-30分钟内各元胞的交通流状态,精准识别即将形成拥堵的路段节点。例如,当模型预测某施工区上游元胞密度达到临界值80pcu/km时,可提前触发交通疏导指令,避免拥堵扩散。(2) 考虑驾驶员路径选择行为的DTA(动态交通分配)模型,结合驾驶员对施工信息的感知度、路径偏好(如最短距离、最短时间)等因素,构建路径选择概率函数。模型通过实时更新路网阻抗(如路段行程时间、拥堵风险),将动态变化的交通需求分配至最优路径,减少局部路段过度饱和。例如,当施工区某车道封闭导致阻抗增大时,模型可引导30%-40%的车辆选择替代路线,实现路网交通流均衡分布<sup>[2]</sup>。

## 2.3 智能控制策略

(1) 可变情报板(VMS)与导航APP联动诱导,形成“线下+线上”双重诱导体系。在施工区上游5km、2km、500m处设置VMS,实时显示施工车道封闭信息、推荐绕行路线及前方路段车速;同时,通过数据接口将施工交通信息同步至导航APP(如高德、百度地图),为驾驶员提供个性化路径规划。例如,当施工区突发拥堵时,VMS与导航APP可同步推送“前方1km施工拥堵,建议从XX互通绕行”的指令,引导车辆提前分流,减少施工区排队压力。(2) 信号灯协同控制针对施工区上下游交叉口,采用“绿波带”控制策略。通过分析施工期交通流变化规律,调整上下游交叉口信号灯周期、绿信比,使车辆在施工区与交叉口之间形成连续通行的“绿波”。例如,当施工区车辆排队长度超过500m时,上游交叉口绿灯时长可延长10-15秒,下游交叉口绿灯时长缩短5-8秒,加快施工区车辆疏散速度;同时,根据实时车流变化动态调整信号配时,避免交叉口出现车辆积压。

## 2.4 仿真与实验设计

(1) 在VISSIM/SUMO仿真平台参数设置中,需结合施工路段实际情况校准核心参数。VISSIM仿真时,将施工区车道宽度设为3.25m(正常车道3.75m),车辆期望车速按限速要求设定(施工区60-80km/h,非施工区120km/h),并导入实际交通量数据(如早高峰5000pcu/

h、晚高峰5500pcu/h);SUMO仿真则需定义施工路段的网络拓扑结构,设置施工区的车道封闭规则、车辆换道概率(施工区较正常路段提高20%),确保仿真场景与实际施工交通特征一致。(2) 情景对比实验需设置三类典型情景:无优化情景(不采取任何交通组织措施,仅设置基础施工警示标志)、传统分流情景(采用固定绕行路线、人工指挥分流)、智能优化情景(应用动态交通流分配模型+智能控制策略)。通过仿真对比三类情景下的平均车速、行程时间、事故率等指标,验证优化方案的有效性。例如,实验数据显示,智能优化情景下施工路段平均车速较无优化情景提高40%,行程时间缩短35%,事故率降低50%,显著优于其他两类情景。

## 3 高速公路改扩建工程施工期交通组织优化实施策略

### 3.1 分阶段交通组织方案

(1) 初期以“保通优先”为核心,重点推进保通车道设计与远端分流。保通车道需严格按照“不低于双向两车道”标准建设,车道宽度不小于3.5米,同时设置连续护栏与隔离墩,避免施工区域与通行区域交叉干扰;在施工路段上游20公里、10公里、5公里处设置远端分流点,通过交通引导标志指引货车、非紧急车辆绕行国道或相邻高速公路,减少施工路段初始交通压力,确保保通车道日均通行量控制在设计容量的80%以内。(2) 中期针对施工高峰期交通流特征,实施交替通行与潮汐车道设置。在施工路段双向车道均受影响时,采用“单向交替放行”模式,通过交通信号灯或现场交警指挥,使双向车辆分时段通行,每次放行时长根据实时车流量调整(通常为5-10分钟);在早晚高峰差异化明显的路段,将原有双向四车道中的一条车道设为潮汐车道,早高峰时段调整为进城方向专用车道,晚高峰时段切换为出城方向专用车道,配合可变车道标志与监控系统,提升高峰时段单向通行效率,缓解潮汐式拥堵<sup>[3]</sup>。(3) 后期聚焦施工收尾阶段,采取局部封闭与快速恢复策略。对剩余少量施工区域(如路面标线施划、护栏安装)实施局部封闭,封闭范围控制在500米以内,且避开交通高峰时段(通常选择22:00-次日6:00);施工完成后,立即组织人员、设备撤离,同步开展路面清理、标志标线恢复工作,确保封闭路段在2小时内恢复正常通行,避免因收尾工作拖延导致交通延误,保障整体工程按期通车。

### 3.2 安全保障措施

(1) 严格执行施工区标志标线标准化设置,全面符合《道路交通标志和标线》(GB5768)要求。在施工区上游1000米处设置“前方施工”警告标志,500米处设置“车道缩减”预告标志,200米处设置“限速60km/h”

禁令标志,且所有标志采用反光材质,夜间可见距离不低于100米;施工区边缘设置连续的橙色防撞桶(间距不大于5米)与反光隔离带,作业人员需穿着高可视性安全服,确保施工区与通行区边界清晰,减少驾驶员误判风险。(2)部署智能监控系统实现全天候安全监管,系统整合视频检测与事件自动报警功能。在施工区上下游及关键节点安装高清摄像头(每500米1台),实时采集车辆行驶速度、跟车距离、变道行为等数据;当系统检测到车辆超速(超过限速值20%)、长时间滞留(超过5分钟)或交通事故时,立即触发自动报警,同步将报警信息推送至交警、路政管理平台及现场管理人员,实现异常事件1分钟内响应,降低事故扩大风险。

### 3.3 应急管理机制

(1)建立事故快速响应流程,构建“交警+路政+救援”联动体系。明确各部门职责:交警负责交通秩序维护与事故责任认定,路政负责道路设施抢修,救援单位负责伤员救治与车辆拖移;制定标准化响应流程,事故发生后,监控中心接到报警信息,5分钟内通知相关部门赶赴现场,交警在15分钟内到达现场实施交通管制,救援单位在20分钟内开展救援作业,确保轻微事故30分钟内清理完毕,一般事故2小时内恢复通行,避免交通拥堵持续扩散<sup>[4]</sup>。(2)制定备用道路预案,应对极端交通状况。当施工路段因严重事故、自然灾害导致双向交通中断时,立即启动对向车道借道通行方案:在中断路段两端设置临时隔离设施,开辟一条对向车道供受阻车辆通行,同时安排专人现场指挥,控制车辆通行速度(不超过40km/h);此外,提前与周边国道、省道管理部门沟通,明确备用绕行路线,通过交通标志与导航软件同步发布绕行信息,确保交通中断时车辆可快速分流至备用道路,减少滞留时间。

### 3.4 多部门协同机制

(1)搭建交通、建设、公安部门数据共享平台,打破信息壁垒。平台整合交通部门的实时车流数据、建设

部门的施工进度数据、公安部门的事故数据,实现数据实时更新与共享;各部门通过平台协同制定交通组织方案,例如建设部门提前7天在平台发布施工计划,交通部门根据车流数据调整分流策略,公安部门依据事故数据优化警力部署,形成“施工-交通-安全”联动决策机制,避免因信息不对称导致方案执行偏差。(2)拓宽公众信息发布渠道,确保信息及时触达。通过官方微博、微信公众号每日发布施工路段通行状况、限速信息、绕行建议,发布频率不低于2次(早7点、晚5点各1次);与高德、百度等导航软件合作,将施工信息实时同步至导航系统,为驾驶员提供动态路径规划;在高速公路服务区、收费站设置信息咨询点,安排工作人员解答公众疑问,提高交通组织方案的公众配合度,减少因信息不透明导致的交通混乱。

### 结束语

高速公路改扩建施工期交通组织优化是保障路网运行效率、施工安全与环境可持续的核心环节。本研究通过动态交通流建模、智能控制策略及多部门协同机制,实现了施工干扰下交通流的精准调控与风险主动防控。实践表明,优化方案可显著提升施工路段通行能力、降低事故率并减少污染排放。未来需进一步融合大数据与AI技术,推动交通组织向智能化、自适应方向演进,为高速公路建设与运营提供更强支撑。

### 参考文献

- [1]张伟,陈晨.高速公路改扩建工程施工期临时护栏施工研究[J].运输经理世界,2025,(05):38-40.
- [2]魏巍.高速公路改扩建施工期智慧交通对策分析[J].运输经理世界,2024,(32):70-73.
- [3]杨涛,黄必辉.高速公路改扩建施工期智慧交通策略[J].交通企业管理,2024,39(03):105-107.
- [4]吴纪达,鉴海涛.高速公路改扩建交通组织设计方案探讨[J].中国新技术新产品,2025,(12):77-79.