

交安护栏安装与路面铺装交叉作业施工组织优化

刘 欣

长沙华南土木工程监理有限公司 湖南 长沙 410118

【摘 要】：在高速公路工程施工中，交安护栏安装和路面铺装是主要工序，施工组织是否合理直接影响工程进度、施工质量、作业和交通保通安全。高速公路施工具有标段跨度大、技术标准高、交通保通要求严格、大型机械使用多等特点，目前交叉作业中普遍存在着工序衔接不畅、资源配置失衡、安全管控缺失、质量管控脱离等问题，造成施工效率低、成本高，甚至出现安全、质量问题。本文以高速公路施工实际为基础，依据《公路交通安全设施施工技术规范》（JTG/T 3671-2021），对交安护栏安装和路面铺装交叉作业的主要特点以及存在的问题进行分析，从工序衔接、资源配置、安全管控、质量保障四个方面提出相应的优化措施，为类似高速公路工程的交叉作业施工组织提供技术上的借鉴，提高施工综合效益。

【关键词】：高速公路；交安护栏；路面铺装；交叉作业

DOI:10.12417/2811-0536.26.09.050

在公路改扩建工程中，交安护栏安装与路面铺装往往处于同一作业面，存在工序交叉、设备干扰及安全风险突出等难题。传统流水作业易导致工期延误与资源闲置，亟须寻求科学高效的施工组织方案。本研究聚焦交叉作业工况，通过分析两类工序的工艺衔接逻辑与空间占有机理，引入动态调度与分区隔离等优化策略，旨在消除相互制约、优化总工期，并提升现场作业安全系数。该优化研究对保障公路工程按期交付与品质提升具有重要的实践指导意义。

1 高速公路交安护栏安装与路面铺装交叉作业施工概述

（1）交叉作业核心工序特点：高速公路交安护栏安装与路面铺装交叉作业，是指在同一个施工标段、同一个时间段内同时进行两种施工活动，两者互相联系、具有高速公路施工的特殊性。路面铺装是核心的基础性工序，按照下基层、上基层、下面层、中面层、上面层的标准化流程进行，平整度、压实度、横坡、高程控制要求比地方道路更高，各个结构层养护期间严禁大型机械碾压、重型车辆通行；交安护栏以波形梁护栏、混凝土防撞护栏为主，属于高等级附属防护工序，依据《公路交通安全设施施工技术规范》（JTG/T 3671-2021）要求，需依托路面基层或面层施工完成后进行，包含立柱打设/埋设、护栏板拼接、防眩板安装等内容，对安装位置、垂直度、间距精度和防撞等级匹配要求十分严格，大型作业机械容易对已铺装路面造成磨损、碰撞损坏，严重影响上面层表观质量^[1]。

（2）交叉作业施工组织核心目标：高速公路交叉

作业施工组织的主要目的，在保证施工安全、交通保通安全和工程质量满足高速公路技术标准的基础上，实现工序高效衔接、资源合理配置，缩短工期、降低成本。具体包含四个方面，即质量目标，控制护栏线型、立柱埋深、波形护栏板面中心高度等核心指标符合《公路交通安全设施施工技术规范》（JTG/T 3671-2021）要求，安装偏差控制在规范允许范围内，防撞等级与路段匹配，杜绝路面破损和污染、护栏松动等隐患；进度目标，根据标段施工特点优化工序衔接，减少交叉作业，保证各工序按标段、分段有序推进；安全目标，建立双重安全管控体系，防范施工人员碰撞、机械伤害等施工安全事故，保障施工期间导改路段的交通通行安全；成本目标，优化资源配置，减少材料浪费、大型机械闲置、人员窝工，降低临时便道、交通导改等附加成本。

2 高速公路交安护栏安装与路面铺装交叉作业施工组织存在的问题

（1）工序衔接混乱，交叉干扰严重：工序衔接不合理是交叉作业的核心问题，加之高速公路标段跨度大、线形复杂、保通要求高，交叉干扰远超地方道路。一方面工序安排缺乏针对性，未结合高速特性明确施工顺序与衔接节点，立柱打设过早，易影响路面施工，且路面施工易导致护栏倾斜、位置偏差，平曲线段问题更突出；路面中面层铺装后未及时打设护栏立柱，易造成路面工程窝工，影响整体进度，造成路面破损污染，且高速路面修复标准高，大幅增加后期成本。另一方面衔接流程不规范，缺乏适配标段施工的协调

机制,路面与护栏安装班组按标段分块作业、沟通不畅,铺装完成后未及时通知护栏班组进场,引发施工冲突,延误工期且影响交通导改方案执行。

(2)资源配置失衡,施工效率低下:高速公路交叉作业对大型资源配置合理性要求更高,当前资源失衡问题突出。人员配置上,标段间人员配比失调,存在部分标段窝工、部分标段工序滞后的情况;施工人员专业水平参差不齐,缺乏高速高等级施工操作技能,对大型机械协同、交通保通要求不熟悉,易引发操作失误^[2]。大型机械设备调度缺乏统一协调,路面铺装的摊铺机、压路机与护栏安装的打桩机、随车吊等设备闲置与短缺并存,跨标段调迁路线规划不合理,增加调迁成本、降低设备利用率。材料堆放无序,标段沿线场地狭窄,护栏与路面铺装材料未分区堆放,占据施工及临时通行区域,既影响大型机械作业,又易造成材料污染损坏,且此类行为严重违反规范中“产品和原材料需按品种、规格、用途分别标识、妥善存放”的要求。

(3)安全管控缺失,隐患排查不足:高速公路交叉作业涉及多班组、多类大型机械配合,且需兼顾施工与通行安全,管控难度大,当前安全管控存在明显不足。安全防护措施不到位,施工区域未按《公路工程施工安全技术规范》(JTG/F 90-2015)标准设置标准化警示标志、防撞隔离墩、硬质围挡,护栏与路面作业区无有效物理隔离,大型机械作业视野受限,易引发人员、机械事故;交通导改路段未设置标准化预警区、缓冲区,警示设施缺失,增加车辆与施工机械相撞风险。缺乏针对性安全管理制度,安全责任划分不明,未将交通保通安全纳入管控范围,出现问题易推诿扯皮。隐患排查不及时全面,对大型机械操作不规范、施工人员防护用品佩戴不到位、导改路段警示设施缺失等隐患排查遗漏,在高速行车环境下易引发重大安全事故。

(4)质量管控脱节,质量隐患突出:高速公路工程质量标准远高于地方道路,交叉作业中质量管控不到位导致的隐患更为突出。护栏安装质量受路面铺装影响较大,立柱打设力度过大易造成路面基层、面层开裂,影响结构稳定性;大型机械碾压已铺装路面,易导致平整度超标、上面层拥包破损。护栏安装质量受路面铺装制约,路面平整度、横坡控制偏差易造成立柱垂直度超标,违反规范中波形梁护栏立柱竖直度 $\leq 10\text{mm/m}$ 的要求,平曲线、竖曲线段还易出现护栏线形与道路线形不匹配问题,降低防撞效果;路面未达养护强度即安装护栏,易导致立柱固定不牢,后期受

车辆碰撞、路基沉降影响出现松动倾斜。质量检测不到位,未按高速标准同步检测路面压实度、平整度及护栏垂直度、间距等关键指标,质量隐患未能及时发现整改,影响工程质量与运营安全。

3 高速公路交安护栏安装与路面铺装交叉作业施工组织优化策略

3.1 优化工序衔接,减少交叉干扰

根据高速公路标段施工、线形复杂、保通要求高等特点,采用工序衔接优化的方式解决交叉干扰问题。一是确定科学的施工顺序,采用“按标段分段施工、按结构层同步推进、按线形有序衔接”的原则,将标段分成若干作业段,每个作业段按路面基层施工、基层养护达标、护栏立柱安装、路面面层施工、面层养护达标、护栏板拼接和防眩板安装、整体养护的顺序进行施工;依据规范,桥梁护栏和栏杆应在桥梁车行道板、人行道板、混凝土铺装层施工完毕,跨中支架及脚手架拆除后桥跨处于独立支撑的状态时方能施工,对平曲线、竖曲线段提前复测路面线形,护栏立柱准确就位,保证护栏线形与道路线形高度一致。二是规范标段衔接节点管理,确定各个工序的起止时间、衔接条件和责任主体,根据交通导改方案制定交叉作业进度计划,在基层养护达标后12小时内通知护栏班组进场,建立工序衔接验收制度,上道工序必须经过高速公路技术标准检测合格并办理验收后,才能进行下道工序,防止不合格工序流转。三是建立标段协同协调机制,组建以项目经理为组长的标段路面、护栏、交通保通负责人组成的协调小组,对施工进度、作业区划分、交通导改进行统筹管理,定时召开协调会,及时处理交叉作业矛盾^[3]。

3.2 优化资源配置,提升施工效率

根据高速公路大型设备多、标段跨度大、材料需求量大等特点对人员、设备、材料进行精确调配。(1)对人员进行合理地安排,根据各个标段的工序工作量、施工进度以及保通的要求来合理地配置人员,并明确各个岗位的职责,保证标段人员比例的平衡;加强施工人员的专项培训,重点培训高速公路施工操作技能、大型机械协同、交叉作业安全、交通保通规范等,提高施工人员的专业水平;建立按标段的绩效考核制度,激发施工效率的提高。(2)优化大型机械设备配置,根据标段施工进度和设备调迁路线制定跨标段设备使用计划,确定进场、离场、调迁时间及作业区,实现同一标段设备交替作业、跨标段设备高效调迁;定期对大型机械进行专业维护保养,及时发现并排除故障,

减少由于设备故障造成的工期延误。(3)优化材料管理,在标段沿线规划标准化材料堆放区,护栏和路面材料严格分区堆放并设置标识,防止混杂污染;实行按需进场、分标段配送的材料进场模式,合理安排材料进场时间,减少积压和短缺;严格按照规范要求对进场材料进行检测,如波形梁钢护栏板、立柱等需检测材料力学性能、外形尺寸、防腐层质量等,不合格材料不得进入施工现场。

3.3 强化安全管控,防范安全隐患

就高速公路交叉作业控制难点而言,创建施工和交通保通双管齐下的安全管控体系。(1)健全安全管理制度,制订高速公路交叉作业安全管理制度和大型机械作业规范,明确各个班组、标段、岗位的安全责任,把责任落实到人;制订专项交通保通安全管理制度,把保通工作纳入日常安全管控^[4]。(2)加强标准化的安全防护措施,依据规范,在施工区域内设置预警区、缓冲区、作业区的标准化警示标志、防撞隔离墩、LED警示灯,用硬质围挡隔离护栏和路面作业区域,划分大型机械专用作业区;施工人员必须佩戴安全帽、反光背心、安全带等防护用品,高空作业设置安全防护网。交通导改路段按照保通标准设置防撞、导向设施,设专人24小时值守,引导车辆有条理地通行。(3)全方位开展隐患排查工作,成立各个标段负责人组成的隐患排查小组,按照标段、作业区对安全隐患进行全面排查,重点对大型机械运行情况、防护设施设置、人员操作行为、导改路段警示设施等进行检查;对存在的隐患明确责任及整改时限,实行排查、整改、复查的闭环管理;定期开展安全培训和应急演练,增强施工人员的安全意识和应急处置能力。

3.4 完善质量管控,减少质量隐患

按照高速公路高质量标准的要求,把质量控制融入到交叉作业的全部过程当中,创建起同步检测和协同管控的体系。(1)提高工序质量控制标准,严格执

行《公路交通安全设施施工技术规范》(JTG/T 3671-2021),波形梁护栏立柱埋深 $\geq$ 设计值,波形梁护栏立柱竖直度允许偏差 $\leq 10\text{mm/m}$,立柱中距允许偏差 $\pm 20\text{mm}$,护栏板横梁中心高度允许偏差 $\pm 20\text{mm}$;质量检测人员全过程旁站监督,使用专业设备及时检测各个工序质量,发现质量问题立即整改,防止隐患积累^[5]。(2)加强交叉作业质量协同管控,重点控制二者相互影响的关键环节,护栏立柱打设时使用专业设备控制力度,防止破坏路面结构层,混凝土防撞护栏浇筑时精确定位模板,其断面尺寸高度允许偏差 $\pm 10\text{mm}$,顶宽、底宽允许偏差 $\pm 5\text{mm}$;路面铺装时准确避开护栏立柱,保证平整度和横坡符合要求。严格按照精细化养护要求进行养护,路面各结构层未达到养护强度不得进行护栏作业,护栏安装完毕后及时清理、修补路面,处理小面积破损、划痕。(3)完善高标准质量检测体系,建立联合验收机制,组织路面交安联合验收小组,对路面和护栏质量同时检测,保证数据准确无误,创建工程质量追溯体系,详细记载各个标段、作业段的检测数据及整改情况,保证工程质量可追溯,符合高速公路的设计和规范要求。

4 结语

高速公路交通安全护栏安装和路面铺装交叉作业属于工程建设中常见的施工方式,组织水平的好坏直接影响工程质量、施工进度和作业及通行安全。高速公路施工相比普通地方道路而言,标段长、技术标准高、大型机械设备密集、保通要求严格,给交叉作业的工序衔接、资源调配、安全管控、质量把控带来更大的困难。目前实践当中出现的协同欠缺和管理漏洞,很容易给整个工程效能以及运行安全带来较大影响,亟需依靠系统的、细致的施工组织改善来应对。施工过程中必须严格遵循《公路交通安全设施施工技术规范》(JTG/T 3671-2021),通过优化工序衔接、资源配置、安全管控和质量保障体系,实现交叉作业的高效有序推进,保障工程质量安全,提高施工综合效益。

参考文献:

- [1] 方可.高速公路交安设施维护工程施工控制要点[J].四川水泥,2025,(07):169-171.
- [2] 王建发.高速公路交安设施维护工程施工控制要点研究[J].全面腐蚀控制,2025,39(05):134-137.
- [3] 周享.高速公路交安设施工程设计优化与评价研究[J].交通科技与管理,2024,5(23):109-111.
- [4] 石定雄.高速公路交安工程快速施工生产管理体系搭建[J].运输经理世界,2024,(26):13-15.
- [5] 赵龙.高速公路交安设施施工创新管理分析[J].产品可靠性报告,2023,(10):102-103.