

桥梁预制梁场与主线施工便道衔接设计协调研究

李先才

昆明云枢工程检测有限公司 云南 昆明 650041

【摘要】：桥梁预制梁场与主线施工便道的衔接设计直接影响施工效率与安全，是桥梁建设前期组织的关键环节。当前常因布局不合理、交通流线冲突及协调机制缺失，导致材料运输受阻、工期延误。本文以提升施工协同效率为核心目标，系统分析预制梁场出入口与主线便道衔接中的空间布局、交通组织与施工时序协调问题，提出基于施工流程优化的衔接设计方案，结合工程实例验证其在减少交叉干扰、提升运输效率方面的有效性，为同类项目提供可借鉴的技术路径与管理策略。

【关键词】：预制梁场；施工便道；衔接设计；交通组织；施工协调

DOI:10.12417/2811-0536.25.12.035

引言

在现代桥梁工程建设中，预制梁场作为梁体生产的核心基地，其与主线施工便道的衔接效率直接决定着整体施工进度与安全水平。现场常因便道接入不当、车流组织混乱而引发拥堵甚至安全事故。如何科学规划二者之间的连接路径，实现物料高效、连续运输，已成为施工组织设计中的关键难题。本文聚焦衔接设计中的协调机制，探索优化方案，旨在提升施工流畅性与资源利用率。

1 预制梁场与主线施工便道衔接的关键问题分析

桥梁预制梁场与主线施工便道的衔接设计在实际工程中面临多重技术与管理挑战，直接影响预制构件的运输效率与现场施工的连续性。在空间布局层面，预制梁场通常需设置在线附近以缩短运距，但受地形、征地范围及环境制约，场区出入口与主线便道的连接点往往难以实现最优布设。部分项目因前期规划不足，导致梁场出口与便道交汇处形成锐角接入或视距不足，大型运梁车转弯半径受限，极易造成交通堵塞甚至碰撞事故。便道宽度、纵坡、横坡及地基承载力若未按重载运输标准设计，难以承受频繁通行的重型车辆荷载，易出现路面破损、沉降等问题，影响运输安全与效率。

在交通组织方面，预制梁的运输具有批次集中、频率高、车辆尺寸超限等特点，与主线施工车辆、材料运输车及人员通行形成复杂的交通流交织。若缺乏科学的交通疏导方案，特别是在施工高峰期，梁片运输与主线作业面交叉频繁，极易产生作业冲突。架桥机作业区与运梁车路径重叠，若未设置专用通道或未实施时段错峰调度，将导致工序相互干扰，延长作业周期。部分项目未建立统一的交通指挥与信息反馈机制，各施工标段协调不畅，进一步加剧了便道使用中

的无序状态，降低了整体通行能力。

从施工协调管理角度看，预制梁场建设与主线便道施工常由不同单位负责，存在进度不同步、标准不统一的问题。梁场建成投产时，若主线便道尚未贯通或局部路段仍在施工，将导致梁片无法及时运出，造成场内积压，占用存梁区资源，影响后续预制作业。若便道过早投入使用而未考虑梁场后期接入需求，则可能需进行二次改造，增加成本与工期。衔接节点的设计必须在总体施工组织设计中统筹考虑，建立跨专业、跨标段的协同工作机制，确保结构设计、施工时序与资源配置的有效对接，提升整体施工协同水平。

2 基于施工流程的衔接空间布局优化设计

在桥梁工程建设中，预制梁场与主线施工便道的衔接空间布局必须以施工流程为主线进行系统性优化，确保从梁体预制、存放、转运到运输的全过程流畅高效。空间布局的合理性直接关系到运梁路径的最短化、交叉干扰的最小化以及场地利用的最大化。基于施工流程的布局设计应综合考虑梁场内部功能分区，包括制梁区、存梁区、钢筋加工区、模板拼装区及混凝土供应系统的位置关系，使出梁通道与便道接入点形成顺畅的直线或缓曲线连接，避免急弯、陡坡或瓶颈路段。应依据运梁车的技术参数，如轴距、转弯半径、爬坡能力等，合理设定出入口宽度、道路曲率半径及纵坡坡度，确保重载车辆平稳进出，减少因空间受限导致的调度延误。

在实际工程应用中，衔接区域的空间设计需结合地形地貌与主线走向进行动态调整。在山区高速公路项目中，受高差影响，梁场常设于相对平缓的台地，而主线便道沿山体布设，二者高程差异显著。应通过设置过渡坡道或螺旋引道实现高程衔接，同时验算道路结构承载力，采用级配碎石基层加混凝土面层或钢

板铺装等方式提升路面耐久性。为避免运梁车在交汇处形成交通冲突点,可采用渠化设计,设置导流岛、交通标线及广角镜,引导车流有序汇入主线便道。对于大型项目,还可引入 BIM 技术进行三维空间模拟,提前识别净空不足、视距遮挡等潜在问题,优化出入口朝向与便道线形,提升空间利用效率与行车安全性。

空间布局优化必须与施工时序相匹配,体现动态施工组织理念。预制梁的生产具有周期性和阶段性特征,不同施工阶段对运输频率和路径需求不同。衔接设计应具备一定的弹性,如设置临时便道与永久便道相结合的复合通道系统,初期利用临时道路满足先行架梁段的运输需求,后期逐步过渡至主线便道。在多标段协同施工条件下,应统筹各标段梁场分布与主线便道共用段的通行能力,避免局部路段超负荷运行。通过建立空间—流程—时序三位一体的布局优化模型,实现预制梁运输路径的最优化配置,为后续交通组织与施工协调提供坚实的空间基础。

3 梁场出入口与便道交叉交通组织策略

梁场出入口与主线施工便道的交叉区域是预制梁运输系统中的关键节点,其交通组织的科学性直接影响施工效率与现场安全。在实际施工过程中,运梁车通常为大型自行式液压平板车或炮车,具有车身长、转弯半径大、行驶速度慢、操控灵活性差等特点,与其他施工车辆存在显著的运行差异。若交叉口缺乏有效的交通引导与控制措施,极易形成交通冲突点,尤其是在高峰运输时段,梁片集中出场与主线材料运输、机械设备转场等车流叠加,造成局部拥堵甚至发生刮碰事故。必须基于交通流特性分析,对交叉口实施渠化设计,合理设置导流车道、减速标线、警示标志及反光镜,必要时增设临时信号灯或安排专职交通协管员进行人工指挥,确保不同流向车辆有序汇入与分流,降低交通冲突风险。

在组织策略层面,应建立以“时段分离、路径专用、信息联动”为核心的交通运行机制。时段分离是指根据施工进度计划,合理安排运梁作业时间,避开主线施工高峰期或人员密集作业时段,实现错峰运输,减少交叉干扰。可将主要运梁作业安排在夜间或非高峰作业时段进行,既保障运输安全,又不影响主线正常施工节奏。路径专用则要求在主线便道上设置独立的运梁通道,特别是在多标段共线施工区域,应通过物理隔离(如设置临时护栏或标桩)明确划分运梁专用车道,防止其他车辆占用,确保运梁车行驶路径的连续性和安全性。结合施工便道的平面线形与纵断面设计,优化转弯半径与视距,避免急弯、陡坡等不利

条件影响运梁车稳定运行。

信息联动是提升交叉口交通组织智能化水平的重要手段。现代施工管理中可引入智慧工地系统,通过车载定位(GPS/北斗)、视频监控与调度中心实时通信,实现运梁车位置、速度与状态的动态监控。当运梁车接近交叉口时,系统可自动触发预警信号,提醒周边作业人员避让,并协调信号控制或人工指挥提前准备。建立跨单位协调机制,统一各参建方的交通管理标准与调度指令,避免因信息不对称导致的误操作。通过将交通组织策略与施工流程、安全管理深度融合,形成闭环控制体系,不仅提升了交叉口的通行效率,也为整个预制梁运输系统的安全、高效运行提供了有力支撑。

4 施工时序与运输调度的协同管理机制

施工时序与运输调度的协同管理是确保预制梁场与主线施工便道高效衔接的核心支撑环节,其本质在于实现生产节奏、运输能力与架设进度的动态匹配。在实际工程中,预制梁的生产具有周期性特征,从钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑到预应力张拉及养护,每道工序均需严格遵循工艺流程和时间控制标准,形成稳定的出梁节拍。若运输调度未能与该节拍精准对接,将导致梁片在存梁区积压,占用有限场地资源,甚至影响后续制梁作业;若运力安排滞后于架设需求,则会造成架桥机停工待梁,直接影响主线施工进度。

在调度执行层面,需依托精细化的施工组织设计,制定分级运输计划,包括年度、月度、周度及日作业计划,并结合现场实际动态调整。在桥梁上部结构施工初期,架设速度较慢,运输频次可适当降低;随着架桥机作业熟练度提升,架设效率提高,运输强度需相应加大。应根据运距、道路通行条件及车辆周转时间,合理配置运梁车数量,优化发车间隔,避免车辆闲置或调度紧张。考虑天气、交叉施工、便道维修等不确定因素,预留一定的调度弹性,设置应急运输预案,如备用路线、临时存梁点或增派运力,确保在突发情况下仍能维持基本运输能力。

为提升协同管理的科学性与实时性,现代项目管理中 increasingly 采用信息化手段构建调度指挥平台。通过集成 BIM 模型、进度管理软件(如 PrimaveraP6)与车辆监控系统(GPS/北斗),实现施工进度与运输状态的可视化监控。调度中心可实时掌握各梁片的生产状态、存放位置、运输路径及架设计划,进行智能配车与路径规划。建立跨部门、跨标段的协调会议机制,定期召开运输协调会,统一各方施工节奏,明确

便道使用优先级与作业窗口期。通过将时间维度与空间资源配置深度融合,形成“计划—执行—反馈—调整”的闭环管理机制,显著提升预制梁运输系统的响应速度与运行稳定性,保障桥梁上部结构施工的连续推进。

5 工程实例验证与衔接效率评估

为验证预制梁场与主线施工便道衔接设计方案的可行性与优化效果,选取某山区高速公路桥梁工程作为实例进行实证分析。该项目主线桥梁总长3.2公里,共需预制T梁480片,梁场设于主线K15+300右侧临时用地内,通过长约850米的施工便道接入主线作业面。初期施工中曾因出入口布局不合理、便道纵坡超标(局部达8%)及交通组织混乱,导致运梁车频繁熄火、通行效率低下,单次运梁耗时平均达45分钟,且存在较大安全隐患。针对问题,项目团队依据前文提出的衔接优化原则,对梁场出口进行线形改造,将接入角由60度优化为90度正交连接,降低转弯应力;同时对便道进行结构升级,采用30cm级配碎石基层+20cmC25混凝土面层,并调整纵坡至5%以内,满足重载车辆运行要求。

在交通组织与调度管理方面,项目引入动态协同机制,结合BIM4D模拟技术对运梁路径与主线施工干扰点进行预判,划定专用运梁时段(每日08:00-10:00及14:00-16:00),避开架桥机移位与钢筋绑扎高峰作业期,实现时段分离。在便道交叉口设置智能警示系统,集成车辆感应器与声光报警装置,当运梁车接近时自动触发预警,提醒现场人员避让。运输调度依托项目智慧工地平台,实时监控运梁车位置与状态,调

度中心根据架设进度动态调整发车频率,确保梁片供应与安装节奏匹配。通过上述综合措施,运梁单程时间缩短至22分钟,运输效率提升约51%,且未再发生因便道问题导致的停工事件,显著提升了施工连续性。车辆待行时间减少,现场交通秩序明显改善,整体施工安全与组织水平得到有效提升。

为科学评估衔接优化效果,项目构建了包含运输效率、安全指标、资源利用率在内的多维度评价体系。运输效率以“单次运梁耗时”和“日均运梁片数”为核心参数;安全指标涵盖“交通冲突次数”与“事故隐患整改率”;资源利用率则通过“运梁车周转率”与“存梁区占用率”进行量化。评估结果显示,优化后日均运梁能力由4片提升至7片,运梁车周转率提高40%,存梁区周转周期缩短3天,整体衔接系统运行稳定性显著增强。通过空间布局优化、交通组织精细化与调度协同管理的系统集成,能够有效提升预制梁运输系统的综合效能,为同类山区桥梁工程提供了可复制的技术路径与管理范式。

6 结语

本文围绕桥梁预制梁场与主线施工便道的衔接设计协调问题,系统探讨了空间布局优化、交通组织策略、施工时序协同及运输调度管理等关键环节。通过理论分析与工程实例验证,提出了基于施工流程一体化的衔接优化方案,有效提升了预制梁运输效率与施工安全性。只有实现结构设计、交通组织与施工管理的多维度协同,才能保障桥梁上部结构施工的连续性与高效性,为类似工程提供切实可行的技术参考与管理思路。

参考文献:

- [1] 刘志远,陈文博.高速公路预制梁场布局优化与施工便道衔接技术研究[J].公路工程,2022,47(3):156-162.
- [2] 孙立新,黄晓峰.山区桥梁施工便道重载交通组织与安全评估[J].桥梁建设,2021,51(4):89-95.
- [3] 赵振华,周建民.基于BIM的预制梁运输路径仿真与调度优化[J].施工技术,2023,52(7):103-108.
- [4] 徐海涛,林志强.大跨度桥梁预制构件运输系统协同管理机制[J].交通运输工程学报,2020,20(5):134-141.
- [5] 何瑞祥,邓宇航.智慧工地在桥梁施工交通指挥中的应用研究[J].工程管理科技前沿,2022,40(2):77-83.