

模块化施工技术在市政路桥快速施工中的应用

蔡 庆

(衡宇建设集团有限公司合肥分公司, 安徽 合肥 231200)

摘 要 市政路桥快速施工需在有限工期内兼顾质量、环保与交通管控, 传统现浇模式存在效率低下、质量波动、污染严重等痛点, 难以适配需求。本文结合市政路桥工程实际, 对模块化施工技术的应用基础、核心策略及实践路径展开研究, 明确模块化施工标准化、预制化、装配化的核心特征与应用前提, 从构件设计优化、工厂预制管控、现场装配高效施工三个维度完善应用策略, 结合市政道路与桥梁工程实践梳理实施要点, 针对实践中的常见问题提出应对方案, 以期为市政路桥快速施工提供技术参考, 进而实现施工效率、工程质量与绿色环保的协同提升。

关键词 模块化施工; 市政路桥; 快速施工; 预制构件; 现场装配

中图分类号: U445

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.26.019

0 引言

当前城市更新与市政基础设施建设持续提速, 市政路桥工程对工期管控、交通疏导、绿色施工提出更高要求。传统现场浇筑模式周期长、干扰大、质量可控性不足, 难以适配现代化城建发展节奏。模块化施工以工厂预制、现场装配为核心路径, 契合快速建造、精益管控、低碳环保的行业导向, 成为破解市政路桥施工矛盾的重要技术手段。本文立足于工程实践, 系统分析模块化施工的应用逻辑与实施要点, 优化设计、生产、装配全流程体系, 解决实际应用中的关键问题, 助力市政路桥工程实现高效推进、质量可靠与绿色低碳协同发展。

1 模块化施工技术在市政路桥快速施工中的应用基础

1.1 市政路桥快速施工的核心需求与痛点

市政路桥施工的核心诉求是在有限时间内完成工程建设, 同时兼顾工程质量达标与周边环境管控, 传统现浇施工模式在此过程中暴露的短板日益突出。城市市政路桥作为交通枢纽, 施工期间需最大限度降低对城市交通的影响, 保通压力直接决定施工工期的严格性, 多数市政路桥工程需在规定时限内完成, 避免长期占道引发交通拥堵。市政路桥施工多处于城市建成区, 周边居民聚居、地下管线密布, 施工过程中的

噪声、扬尘污染需严格控制, 地下管线的保护的要求也大幅提升施工复杂度。传统现浇施工以现场作业为主, 受天气、人员操作水平影响较大, 不仅施工效率低下, 还易出现构件尺寸偏差、强度不足等质量波动问题, 无法适配快速施工的核心需求。

1.2 模块化施工技术的核心特征与适配性

模块化施工技术以标准化、预制化、装配化为核心特点, 和市政路桥快速施工的各类需求高度契合, 给解决传统施工的不足提供了可行方向。标准化是模块化施工的基础, 制定统一的构件设计、生产以及验收标准, 能保证所有预制构件的尺寸、规格、强度保持一致, 从源头减小现场施工的误差, 减少构件不匹配带来的返工, 为快速施工打好基础。预制化将市政路桥施工中的大部分构件生产工序转移到专业工厂, 摆脱了现场施工受自然环境的限制, 工厂里的专业设备加标准化流程能大幅提高构件生产效率, 同时减少现场作业量, 避免现场施工中多工序交叉干扰的问题。装配化把重点放在现场施工环节, 利用专用吊装设备把工厂预制好的构件精准拼接安装, 不需要现场浇筑、养护这类耗时间的工序, 能明显提高现场施工效率, 有效缩短施工工期^[1]。模块化施工的拆分灵活性还进一步提高了它的适配性, 可以根据市政道路、桥梁不同的结构类型、工程规模, 灵活拆分构件模块, 既可以适配小型市政道路的简易结构, 也能满足大型桥梁复杂构

作者简介: 蔡庆 (1985-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 市政路桥工程施工。

件的施工要求,完全适配市政路桥施工的多样化场景。

1.3 模块化施工在市政路桥工程中的应用前提

模块化施工在市政路桥工程中的应用,需提前梳理清楚各类适用条件,明确应用的前提,才能给整个施工流程推进打下坚实基础。市政路桥工程的规模和结构类型直接决定了模块化施工的适用范围:小型市政支路结构比较简单,可以采用整体式模块设计;大型桥梁、主干道结构复杂,需要结合结构受力特点拆分成小型模块,避免模块尺寸太大提高运输和吊装的难度,也避免模块太小导致连接节点太多,拖慢施工效率。排查现场条件是进行模块化施工的重要前提,施工场地的面积直接决定吊装设备的摆放位置和构件堆放空间,需要提前规划出合理的施工场地布局,运输路线的宽度、坡度、转弯半径要满足预制构件的运输要求,尤其是大型桥梁构件体积大、重量高,需提前检查运输路线的通行能力,必要时对路线做临时加固,保证构件运输安全。

2 模块化施工技术在市政路桥快速施工中的核心应用策略

2.1 市政路桥模块化构件的设计与优化策略

科学的模块化构件设计是实现市政路桥快速施工的首要前提,设计过程中需统筹兼顾适配性、经济性与可施工性,避免设计不合理导致施工效率下降或成本增加。构件拆分需紧密结合市政路桥的结构特点,充分考虑结构受力合理性,拆分过大易导致运输、吊装困难,拆分过细则会增加连接节点数量,延长现场装配时间,需根据构件的受力情况、安装位置,确定合理的拆分尺寸与模块数量^[2]。构件连接方式的优化直接影响现场装配效率与结构稳定性,应摒弃复杂的连接工艺,采用简洁、高效且连接强度达标的连接方式,简化现场装配流程,减少现场焊接、浇筑等耗时工序,同时提升连接部位的稳定性,避免后期出现质量隐患。标准化设计理念需全面融入构件设计全过程,通过统一构件的规格、尺寸与连接方式,减少构件类型,降低工厂生产的模具成本与原材料消耗,同时便于现场装配时的构件匹配,提升施工效率。

2.2 模块化构件的工厂预制与质量管控策略

工厂预制是模块化施工的主要环节,标准化管控的主要目标是保障构件质量,给现场快速装配提供可靠支撑,同时提高构件生产效率,保证构件可以按时供应。工厂要搭建标准化的预制生产线,依照构件的设计要求,配备专业生产设备与技术人员,规范构件

生产的每一道工序,从原材料加工、钢筋绑扎、混凝土浇筑到构件成型,都制定明确的操作规范,减少人工操作带来的误差,提高构件生产效率和质量的一致性。原材料进场检验是质量管控的第一道关卡,要对钢筋、混凝土、外加剂等原材料的规格、强度、性能做严格检测,不合格的原材料绝对不能进场使用,从源头保证构件质量,过程质量监测需要覆盖整个构件生产过程,利用专业检测设备对构件的尺寸、强度、外观质量做实时监测,及时发现生产过程中的质量问题并完成整改,避免不合格构件流出工厂,信息化技术可以做到构件生产全流程追溯,利用录入构件生产信息、检测数据,搭建完善的追溯体系,方便后续进行质量核查和问题溯源^[3]。优化构件养护工艺可以有效缩短养护周期,使用蒸汽养护、覆膜养护等高效养护方法,在保证构件强度符合要求的前提下,减少养护时间,保证构件按时出厂,满足现场施工的进度要求。

2.3 现场模块化装配的高效施工策略

现场模块化装配是市政路桥快速施工的关键环节,核心是优化装配流程、合理配置资源,提高装配效率,同时保证装配质量与施工安全。施工开始前,要制定科学的现场装配方案,结合工程结构特点与现场实际条件,明确构件的装配顺序、吊装顺序和各工序的节点要求,细化每个环节的施工流程,避免因工序衔接不畅造成施工延误,吊装设备和施工人员的调配是否合理直接影响装配效率,相关方需要根据构件的尺寸、重量,选用匹配的吊装设备,合理安排吊装时间与吊装路线,避免设备闲置或作业冲突,同时要配齐专业施工人员,明确各岗位人员的职责,加强人员培训,提高操作熟练度,保证装配作业高效推进,现场装配的质量管控要聚焦主要环节,重点检查构件连接部位的质量,保证连接牢固、尺寸精准,避免出现连接松动、偏差过大等问题,保障工程结构安全。信息化技术可以辅助现场施工管控,利用BIM技术可视化展示装配流程,实时监测构件安装位置与施工进度,及时发现装配过程里的问题并做出调整,做到施工进度的实时管控,保证现场装配工作按计划推进,提高整体施工效率。

3 模块化施工技术在市政路桥快速施工中的实践路径

3.1 市政道路工程中的模块化施工实践

市政道路工程具有结构相对简洁、施工区域分散、交通影响要求高的特点,模块化施工需结合这些特点

针对性落地,着力解决道路施工效率与质量难题。针对市政道路的路基、路面、人行道等不同结构,设计适配的模块化构件,路基模块采用预制混凝土块或装配式基层构件,路面模块选用预制沥青混凝土板或混凝土面板,人行道模块采用预制透水砖或装配式道板,实现不同结构部位的模块化预制与装配^[4]。现场装配流程需进一步优化,采用分段施工模式,合理划分施工区域,减少道路围挡范围,缩短单段施工工期,最大限度降低对城市交通的影响,避免长期占道引发的交通拥堵。质量验收环节需强化标准化管控,针对不同类型的模块化构件,制定明确的质量验收标准,重点检查构件的尺寸偏差、连接质量与强度达标情况,确保装配后的道路平整度、承载力符合市政道路使用标准,同时兼顾道路的排水、防滑等使用功能,实现施工效率与工程质量的双重提升。

3.2 市政桥梁工程中的模块化施工实践

市政桥梁工程结构复杂、施工难度大、安全要求高,模块化施工需要结合桥梁的结构特点,调整并完善施工流程,让快速施工和结构安全结合得更好。施工围绕桥梁墩柱、盖梁、箱梁等主要受力构件,推广工厂预制、现场拼接的施工方式,这些核心构件可以在工厂内精准制作完成,避免现场浇筑受环境影响出现质量不稳定的问题,同时能减少现场高空作业,降低施工的安全风险。桥梁施工最突出的难点在于高空拼接和构件运输,需要合理安排吊装方案,选择匹配的高空吊装设备,确定吊装路线和吊装顺序,安排专业指挥人员,保证构件在高空拼接时精准、安全;针对大型箱梁这类重量大、体积大的构件,要调整运输方案,使用专用运输设备,提前规划好运输路线,保证构件能顺利运到施工现场,连接部位的质量把控是桥梁模块化施工的关键,需要加强墩柱与盖梁、盖梁与箱梁等连接处的紧固处理,使用高强度连接材料,严格把控连接精度,保障桥梁结构稳定、耐用,避免桥梁投入使用后出现结构安全隐患^[5]。

3.3 模块化施工实践中的问题与应对措施

模块化施工应用在市政路桥工程的实际过程中,很容易受各类因素影响出现问题,梳理常见问题并制定对应的解决办法,是保障施工顺利推进、达成快速施工目标的重要支撑,构件运输阶段出现损坏是实际施工中很常见的问题,主要是运输过程颠簸、相互碰撞以及包装防护不到位导致的,对应的处理措施要覆盖整个运输流程,优化构件的包装方案,用缓冲材料

把构件的边角、容易受损的部位包裹防护起来,选择行驶平稳、承重能力强的运输车辆,合理安排运输路线,避开颠簸路段,同时做好运输过程的实时管控,安排专人跟车,及时处理运输中的突发状况,降低构件损坏的概率。现场装配衔接不顺,大多是设计、生产、施工三方沟通不够、工序衔接要求不清晰导致的,需要完善各方协调机制,建立定期开沟通会的制度,及时同步设计变更、构件生产进度、现场施工进度,把工序衔接的节点拆分得更细致,明确每个环节的完成时间和责任方,避免出现工序脱节的情况。质量管控的薄弱环节主要集中在构件连接位置和现场装配精度,需要强化全流程的质量检测:构件出厂前要严格检查连接接口的尺寸,现场装配过程中要随时监测装配精度,用专业检测设备排查质量隐患,同时还要优化管控方式,细化质量管控流程,明确每个岗位的质量管控责任,保证质量问题能尽早发现、尽早整改。

4 结束语

模块化施工技术适配市政路桥快速施工的核心诉求,有效弥补了传统现浇施工的诸多短板,在提升施工效率、保障工程质量、减少环境影响等方面发挥着重要作用。通过构件设计优化、工厂标准化预制与现场高效装配的协同推进,该技术已在市政道路、桥梁工程中实现有效落地,验证了其适配性与实用性。实践中仍需关注构件运输、工序衔接、质量管控等关键环节,持续优化应对措施,完善协同机制。未来可结合信息化技术深化应用,进一步提升模块化施工的智能化水平,为市政路桥工程高质量、高效率建设提供更有力的技术支撑,推动市政基础设施建设提质增效。

参考文献:

- [1] 何安宁,宋娇.市政钢混组合梁桥设计与施工关键技术研究[J].工程建设与设计,2026(05):98-101.
- [2] 谢鑫,逢淑升.市政工程供热建设研究及展望[J].暖通空调,2025,55(S1):6-9.
- [3] 肖俊杰.城市化进程中市政路桥施工技术的创新与发展[J].居业,2024(11):16-18.
- [4] 刘锡辉.市政景观设计中施工技术创新应用研究[J].现代工程科技,2024,03(21):87-89.
- [5] 李明明.模块化装配式的房屋建筑体系施工技术研究[J].佛山陶瓷,2024,34(12):142-144.