

路桥工程装配式施工技术应用研究

周娜娜

安徽建工水利开发投资集团有限公司, 安徽 蚌埠 233000

DOI:10.61369/ADA.2026010010

摘要：在交通基础设施建设高质量发展背景下，装配式施工技术因提质增效、绿色环保等优势，逐步成为路桥工程建设的重要方向。但路桥工程场景复杂，装配式技术应用面临构件适配性不足、拼接质量管控难、协同衔接不畅等问题。分析当前应用现状与核心瓶颈，梳理关键技术要点，提出针对性应用路径与保障措施，为推动装配式施工技术在路桥工程中的规模化、规范化应用提供理论与实践支撑。

关键词：路桥工程；装配式施工技术；技术应用；质量管控

Research on the Application of Prefabricated Construction Technology in Road and Bridge Engineering

Zhou Nana

Anhui Construction Engineering Water Conservancy Development Investment Group Co., LTD., Bengbu, Anhui 233000

Abstract：Against the backdrop of high-quality development in transportation infrastructure construction, prefabricated construction technology has gradually become an important direction in road and bridge engineering construction due to its advantages such as quality improvement, efficiency enhancement, and environmental friendliness. However, the scenarios of road and bridge engineering are complex, and the application of prefabricated technology faces problems such as insufficient component compatibility, difficult quality control of assembly, and poor coordination and connection. Analyze the current application status and core bottlenecks, sort out the key technical points, propose targeted application paths and safeguard measures, and provide theoretical and practical support for promoting the large-scale and standardized application of prefabricated construction technology in road and bridge engineering.

Keywords：road and bridge engineering; prefabricated construction technology; technology application; quality control

引言

伴随我国交通网络逐步完善，路桥工程的建设规模呈现出持续拓展的态势。传统的现浇施工模式暴露出工期漫长、资源消耗巨大、质量稳定性欠佳等弊端，使得其难以契合新时代基础设施建设的高效化与绿色化要求。装配式施工技术借助工厂预先制作构件、现场进行装配施工的途径，切实对传统施工存在的不足处予以弥补。开展关于路桥工程装配式施工技术应用的相关研究，攻克技术应用过程中的关键难题，对于提高路桥工程建设的质量以及效率、促进整个行业的技术革新具有重要意义。

一、路桥工程装配式施工技术应用现状与核心问题

（一）整体应用现状

近段时间以来，伴随装配式建筑产业的迅猛发展以及交通建设技术的革新，装配式施工技术于路桥工程中的应用范畴逐渐拓展。在桥梁工程领域，如预制梁、装配式桥墩、预制护栏等构件的运用已然较为常见，部分城市的高架桥、跨江大桥建造过程中已经达成规模化的装配式施工；而在路基路面工程中，预制混凝土

路面板、装配式挡土墙等技术也开始逐渐得到推广使用^[1]。

就政策方面而言，国家颁布诸多政策激励装配式施工技术在交通基础设施范畴中的运用，促进相关技术标准以及规范的确立；从技术角度来讲，构件的生产工艺、拼接连接的技术、智能化的施工设备等持续进行革新，为此技术的应用给予支持。然而，从总体情形看，装配式施工技术在路桥工程中的应用依旧存在地区发展不平衡、技术适配性不够、大规模应用程度较低等情况，特别是在复杂的地质条件、大跨度桥梁等场景下的应用仍然

存在众多难题。

（二）核心应用问题

技术的适配性与场景的匹配情况存在欠缺。路桥工程项目中工程结构的类型丰富多样，不同的桥梁类型、路基形态对于装配式构件在尺寸大小、强度高低、连接模式等要求各有不同。然而当下现有的装配式技术大多着重关注标准化构件的生产制造，针对具有大跨度特征、异形外观结构的定制化技术相对匮乏。另外，部分地区的地质情况较为复杂，如存在软土地基的区域、地震频繁发生的地带等，装配式结构在抗震性能、抗沉降能力技术适配性有待提高。

对构件拼接质量进行管控存在较大难度。拼接连接作为装配式施工里的关键环节，同时也是质量管控薄弱处。路桥工程在长时间内承受车辆荷载、环境侵蚀等作用，一旦构件拼接的部位出现缝隙、强度不够等情况，便容易引发结构安全隐患；当下采用的拼接技术，例如灌浆套筒连接、焊接连接等，在现场施工期间受到操作水平、环境条件的影响较为显著，质量的稳定性难以得到保障。

在当前的路桥工程建设中，全流程的协同以及管理效率呈现出较为低下的情况。装配式施工实际上包含设计、生产、运输、施工、运维等不同的环节，但是目前在路桥工程建设中，各个环节相互脱节的现象依旧存在。具体表现为，在设计阶段，并未周全考量构件生产以及施工的实际可行性，使得设计方案难以落地实施；生产环节与施工进度间的衔接不够顺畅，构件进场的时间与施工的实际需求不相符，出现现场等待或者工期延误等问题；并且，由于缺少有效的数字化管理措施，难以达成全流程的质量追溯以及进度管控。

专业人员与装备的支持力度欠缺。装配式施工工艺对从业者的专业素质具有较高要求，需要掌握构件设计、生产管控、现场组装等多领域的知识。然而，当下路桥工程的从业者大多熟知传统的现浇施工方式，缺少装配式施工相关的技能训练。与此同时，如大型吊装器械、精准定位装置、智能检测设备等专用施工装备的投入不够，部分项目依旧依靠传统装备进行施工作业，对施工的效率与质量造成影响。

技术标准与质量监管体系存在不完善的情况。虽然已经颁布装配式施工技术标准，然而针对路桥工程的专门标准依旧不够完备，特别是在构件质量的具体标准、拼接工艺的细致规范、现场验收的详细流程等方面缺少统一的要求。质量监管的方式比较传统，大多依靠现场人工进行检测，缺少智能化、信息化的质量监测技术，难以达成全周期的质量管控^[2]。

二、路桥工程装配式施工关键技术与应用路径

（一）核心关键技术体系

标准化以及定制化的构件生产技术。构建路桥工程装配式构件的标准化体系，让梁体、桥墩、护栏等常见构件的尺寸、材质标准达成统一，提高生产效率以及通用性；对于大跨度、异形结构等特殊情况，研发定制化的模具与生产工艺，运用预制与现浇

相融合的混合施工技术，同时考虑标准化生产以及场景适配性；加强构件生产过程中的质量管控工作，引入自动化的生产线、智能检测设备，以此保证构件的尺寸精度与强度可以达到标准。

高成效的拼接连接以及密封工艺。对拼接连接的流程进行优化，推行运用具备优越性能的灌浆套筒连接、预应力拼接、新式焊接等手段，增强拼接部位的牢固程度与安稳性；研发专门的密封用料与方法，依据不同的环境情况挑选相匹配的密封用料，例如具备耐候特性的密封胶、具备防腐蚀功能的涂料等，避免拼接部位遭受雨水、油污等的侵害；引入针对拼接质量的智能化检测手段，例如超声波检测、红外热成像检测等，达成对拼接质量的精确掌控。

智能施工及精准定位技术。运用建筑信息模型（BIM）技术搭建路桥工程装配式施工的数字化模型，达成设计、生产、施工整个流程的可视化管理，预先避免设计与施工间的冲突；借助全球定位系统（GPS）精准定位、激光扫描等技术手段，提高构件吊装以及拼接的定位精准度，特别是在大跨度桥梁、复杂路基等场景中效果显著；引进智能吊装设备以及机器人施工技术，降低对人工操作的依赖程度，提高施工的效率与安全程度。

特殊场景的适配技术。对于软土地基等特定场景，研发装配式结构的地基处理相关技术，如预制桩基础技术、复合地基加固技术等手段，以此增强结构抵抗沉降的能力；针对地震频繁发生的区域，对装配式结构的抗震设计予以优化，运用柔性连接技术、减震支座技术等方法，提高结构的抗震性能；对于水域、山区等复杂的地理环境，研制模块化装配式的施工技术，削减现场作业的数量，减轻施工的难度。

（二）全流程应用路径优化

设计阶段：积极推行一体化的设计理念，将装配式施工的先进理念全面贯穿在设计的全流程中，组织设计、生产、施工以及运维等多个方面展开协同式设计工作，以此保证设计方案可以充分兼顾功能实际需求、生产的可行性以及施工的便捷程度；借助BIM技术对设计方案进行优化，对构件的生产以及拼接过程进行模拟操作，尽早发现设计中潜藏的隐患问题并且进行妥善解决；清晰界定构件标准化设计与定制化设计的比例关系，在确保结构具备足够安全性的前提下，最大程度提升构件的通用性能^[3]。

生产阶段：着重加强标准化以及质量管控工作，构建专门用于装配式构件生产的基地，引进具备自动化功能的生产设备，达成构件生产在规模以及标准既定目标；拟定具备严格要求的原材料采购以及质量检测流程，以此保证采购的原材料可以契合设计上的各项要求；搭建构件生产质量的追溯体系，对构件生产整个过程的相关信息进行详细记录，达成针对质量问题的精确追溯；依照施工的具体进度规划科学合理的生产计划，保证构件可以在规定时间内，以符合质量标准的状态进入施工现场。

施工阶段：开展流程优化与质量管控工作，在施工前期，需精心做好各项准备工作，制定详尽的施工组织设计方案，此方案要清晰明确构件的吊装先后顺序、拼接的具体工艺、人员的合理配置以及设备的调度规划；加强对施工现场的整体规划，全面优

化场地的布局,设置专门划分出构件的堆放区域与拼接作业区域,以此有效减少构件的二次搬运情况;大力强化对现场施工人员的专业培训,保证其可以熟练掌握拼接工艺以及设备的操作技能;运用智能化的检测设备对施工质量实施实时性的监测,着重把控构件定位的精确程度、拼接的牢固强度等关键指标。

运维阶段:搭建覆盖整个周期的管理体系,打造装配式路桥工程运维的数字化平台,将构件质量信息、施工过程的记录、监测数据等进行整合,达成运维工作的标准化管理;借助物联网、传感器等技术对路桥的结构开展实时性的监测,着重监测构件拼接处、关键承重的部位的运行情况,达成故障的早期预警以及及时的维修;拟定科学合理的养护方案,依据装配式结构的特性挑选与之匹配的养护技术与材料,延长工程的使用时长。

三、路桥工程装配式施工技术应用的保障措施

(一) 强化技术创新与成果转化

以更大力度增加技术研发投入,积极推动企业与科研院所开展合作,着重关注路桥工程装配式施工过程中存在的核心技术疑难问题,开展专门的研发工作,重点实现对大跨度结构装配式技术、特殊场景适配技术、智能施工与检测技术等攻克;对新型材料、新型工艺的研发工作以及应用进行支持,如高性能混凝土、防腐材料、环保密封材料等,增强装配式结构的性能以及耐久性。

促进技术成果的转化以及推广工作,构建起技术成果转化的机制,加速先进且适用的技术在产业层面的应用进程,将实验室中的技术转变为实际的施工能力;借助举办技术交流会议、现场观摩活动、案例分享研讨等形式,对出色的装配式施工技术以及实践经验进行推广;设立技术创新的激励制度,对在技术研发与成果转化过程中具有良好表现的单位与个人给予表彰与奖励。

(二) 完善质量管控与标准体系

完善技术标准与规范,加速拟定并优化路桥工程装配式施工特定技术标准,确切阐明构件设计、生产、拼接、验收等各个环节应遵循的技术要求;使质量检测方法与验收标准达成统一,对质量管控的流程予以规范;综合考量不同区域的地质情况与环境特征,制定具有针对性的地方技术标准,增强技术应用的适配程度^[1]。

搭建覆盖整个周期的质量监管体系,确立涵盖“设计-施工-运维”的全周期质量监管机制,清晰界定各个参与方承担的质量责任;推行并运用数字化的质量监管办法,借助 BIM

技术、物联网等达成质量数据的即时采集、精准分析以及有效追溯;强化政府的监管力度与行业的自律程度,定时开展质量专项检查活动,严厉打击各类违法违规的行为,以此保障工程的质量与安全。

(三) 加强人才培养与队伍建设

对于人才培养体系予以完善,在高校以及职业院校增添与路桥工程装配式施工有关联的专业课程,培育兼具专业理论知识与实践能力的综合型人才;开展针对从业人员的专门培训,就设计、生产、施工、运维等环节,开展具有针对性的技能培训,提高现有人员的专业素养;构建校企合作育人的机制,借助实习实训、订单培养等途径,达成人才培养与行业需求的精确对接。

构建人才激励机制,制定具备合理性的人才薪资体系以及晋升途径,以此吸引杰出人才参与到路桥工程装配式施工范畴;设立专门针对人才的奖励基金,对技术骨干人员、具备创新能力的人才给予表扬与奖励;强化行业人才间的沟通交流,搭建可供人才交流的平台,推动人才资源实现合理的流动以及优质的配置。

(四) 强化政策支持与行业协同

增强政策扶持的力度,政府需颁布有关政策,针对运用装配式施工技术的路桥工程建设项目给予财政补贴、税收上的减免等扶持举措,以此削减项目建设成本;激励金融机构为装配式施工的企业提供具备低成本特性的融资服务,以支持企业开展技术领域的创新以及设备层面的升级^[5]。

促使行业达成协同式的发展,强化行业协会的桥梁与纽带功能,筹备并开展行业交流、技术研讨之类的活动,构建起企业间的合作平台;推动产业链上下游的企业进行整合,营造出涵盖设计、生产、施工、运维等环节的产业架构,提高产业协同的效率;搭建行业信息的共享平台,整合技术标准、案例资源、人才信息等内容,为企业提供全面性的服务。

四、结语

在路桥工程中运用装配式施工技术,是促使交通基础设施建设达成高质量发展的关键途径,具备提升质量与效率、绿色且环保等突出优点。目前在应用过程中存在技术适配性不够、协同效率不高、人才与设备匮乏等情况,对该技术的大规模推广造成阻碍。要优化应用实践,需要从加强关键技术的研究与开发、完善全流程应用的途径着手,同时配套健全质量管控体系、人才培养机制、政策扶持以及行业协同等保障办法。

参考文献

- [1] 杨海清. 路桥工程施工技术应用难点探析 [J]. 交通建设与管理, 2024, (04): 72-74.
- [2] 唐微. 市政路桥工程的钻孔灌注桩施工技术分析 [J]. 工程建设与设计, 2024, (01): 217-219.
- [3] 涂序广. 路桥工程施工技术管理与安全保障措施研究 [J]. 运输经理世界, 2023, (32): 43-45.
- [4] 章该胜, 邓楨颖. 路桥工程施工技术管理与安全保障措施研究 [J]. 运输经理世界, 2023, (31): 44-46.
- [5] 邓楨颖, 章该胜. 路桥工程施工技术方案的重要性分析 [J]. 运输经理世界, 2023, (30): 113-115.