

桥梁工程施工中的钢结构桥梁安装

张学栋

甘肃省科工建设集团有限公司 甘肃 兰州 730415

摘要：钢结构桥梁安装是桥梁工程建设的关键技术环节，架桥机作为核心架设设备在其中承担重要作业职能。本文围绕架桥机安装方向展开论述，分析钢结构桥梁与架桥机的基础体系构成，探讨架桥机安装前期的场地整理、设备选型与构件核验等准备工作，梳理架桥机就位对位、钢梁起吊、节段拼接与逐孔循环推进的主体安装流程，并就拼接连接、行走吊装、线形管控等工艺环节的管控与优化方式进行阐述，为钢结构桥梁架设施工提供技术参考。

关键词：钢结构桥梁；架桥机安装；节段架设；工艺管控

引言：钢结构桥梁凭借轻盈的结构体量与优异的力学性能，在大跨度桥梁建设中得到广泛运用。架桥机作为钢梁高空架设的专用设备，将地面预制构件平稳输送至桥位并完成精准对位安装，是钢结构桥梁施工的核心装备。从设备选型进场到钢梁逐孔架设，每个环节均需严格的工艺管控与技术支撑。架桥机安装施工的规范化程度直接关系到桥梁整体承载性能与通行品质，深入研究该领域的施工技术与管控方法具有较强的工程实用价值。

1 钢结构桥梁与架桥机施工基础体系

1.1 钢结构桥梁结构组成与结构特性

钢结构桥梁以各类钢制构件为主要承载主体，通过构件拼接与连接工艺形成完整的桥梁承载体系。整体结构主要涵盖上部承重结构、横向连接结构以及附属辅助结构三大部分，各部分相互配合承担桥面传递的各类荷载^[1]。上部承重结构作为核心承载主体，多采用钢箱梁或钢桁梁形式，依靠钢材自身强度跨越河道与道路区间，搭建桥梁主要通行骨架。横向连接结构能够整合分散的主梁体系，提升整体结构的整体性与空间刚度，弱化荷载作用下的结构形变。附属辅助结构包含桥面铺装基层、防护构架及各类衔接构件，完善桥梁整体使用架构。钢材材质赋予桥梁轻盈的结构体量，具备较强的抗拉与抗压性能，结构整体刚度均匀，受力传递路径清晰规整。

1.2 架桥机构造组成与作业原理

架桥机是适配梁体高空架设的专用大型施工设备，整体构造由主体桁架结构、行走机构、起重机构、支撑调节机构及电控调控结构共同组成。主体桁架结构承担设备自重与梁体荷载，维持设备作业过程中的整体稳定性，搭建完整的设备承载框架。行走机构负责设备纵向移动与跨孔行进，依托轨道系统完成机位转换，适配多跨桥梁的连续架设作业。起重机构配备专用吊具与升降系统，完成钢梁的起吊、抬升与高度调节工作。支撑调

节机构分布于设备前后端部，作业过程中贴合桥墩顶面完成支撑固定，分散设备荷载并平衡整体受力状态。电控调控结构统筹设备各类动作，精准控制行走速度、起重升降幅度与姿态微调幅度。设备依托机械传动与电气调控的配合模式，将地面预制钢梁平稳输送至桥位区间，完成高空精准对位与安装作业，实现钢结构桥梁标准化架设施工。

1.3 架桥机适配钢结构桥梁施工的作业特点

架桥机施工模式能够适配钢结构桥梁预制拼装的施工属性，贴合钢制构件轻量化、模块化的建设特征。设备依托桥墩点位完成支撑作业，无需大面积搭设落地支架，减少现场临时设施的布设规模，弱化施工场地地形条件对架设作业的约束。设备可沿桥跨方向持续推进作业，连续完成多跨钢梁的架设工序，维持施工流程的连贯推进状态。起重系统可根据钢结构构件尺寸与重量调整作业模式，适配不同规格钢箱梁与钢桁梁的吊装需求。高空对位调节精度较高，能够精细修正梁体线形与安装位置，满足钢结构桥梁高精度拼接的施工标准。整套作业流程依托设备机械化操作完成，减少人工高空作业的作业量，提升钢结构桥梁安装施工的规整程度与作业效率。

2 架桥机安装施工前期准备工作

2.1 施工现场场地与基础条件整理

架桥机开展钢结构桥梁架设作业前，需对施工覆盖区域开展系统化的场地规整与基础处理作业。对桥头作业平台及沿线通行地带开展平整压实作业，消除地表松软土层与高低起伏的不良状态，保障大型设备通行组装的作业稳定性^[2]。彻底清理作业范围内的杂物与野生植被，梳理设备行进路径与构件转运通道，打通施工现场完整的物料运输动线。对桥墩顶部承载基面开展精细化修整作业，打磨基面凹凸结构，优化架桥机支撑点位的平面平整度，为设备承载结构提供稳固的受力基面。优化施

工现场排水体系布局,及时疏导场地积水,维持作业区域土体结构的稳定状态,规避积水浸泡造成的地基承载力下降问题,为后续设备布设与桥梁架设筑牢场地基础。

2.2 架桥机型式选型与进场布设

架桥机设备选型依托桥梁跨径参数、钢梁自重荷载与桥面结构宽度等实际施工条件开展匹配筛选,适配施工现场的整体作业环境。结合单跨桥梁架设需求确定设备额定起重荷载与跨径适配范围,依据桥面结构形式调整设备支撑布局与行走运行模式,让设备作业性能完全适配钢结构桥梁的架设需求。设备进场之前划定专属组装区域与停放场地,结合现场空间格局划分部件摆放区位与组装工位,规避杂乱堆放干扰施工进度。依照科学的施工顺序安排机身部件分批进场,遵循整体架构先行、附属结构后置的排布逻辑。整机组装结束后开展机械传动结构与电气控制系统的全方位调试,校准行走、起重与支撑各类功能模块的运行状态,保障设备满足连续化架设的施工标准。

2.3 钢构件进场核验与堆放排布

钢结构桥梁构件完成工厂预制转运至施工现场后,需要落实全面的进场核验流程。作业人员细致检查构件整体外观状态,排查板面变形、表层损伤等各类质量缺陷,核对构件形体尺寸与衔接部位的规整度。重点检测构件拼接端口的加工精度,保障现场装配工序可以顺利开展。核验达标的钢构件按照标准化施工要求分区摆放,利用硬质支撑结构垫高构件底部,隔绝地表潮气侵蚀钢材结构。结合现场架设施工顺序规划堆放位置,优先布设近期投入使用的构件,缩减物料转运消耗的施工时长。规整所有构件的摆放姿态,维持结构受力均匀,规避不合理存放方式引发的构件形变问题。

2.4 施工前期技术筹备与工序规划

完善的技术筹备是保障钢结构桥梁架设施工有序推进的重要基础。结合钢结构桥梁的结构特点与架桥机作业模式,细化各施工阶段的技术管控内容。梳理整体施工脉络,合理拆分设备组装、构件吊装、梁体对位、结构拼接等核心施工环节。针对高空架设、构件精准微调、设备跨孔行进等关键施工内容制定专项技术管控细则,统一现场施工作业的技术执行标准。结合场地环境与桥梁结构特征排布完整施工工序,优化各作业环节的衔接节奏,平衡整体施工进度。明确各工序的精度控制重点与设备操作规范,让现场施工流程具备更强的可控性与规范性,支撑钢结构桥梁安装作业高效推进。

3 架桥机钢结构桥梁主体安装施工流程

3.1 架桥机就位与行走对位调整

钢结构桥梁正式架设作业开展前,需要完成架桥机的机位布设与精准对位工作。依托预设轨道结构推动设备沿桥跨方向平稳移动,保持机身运行姿态平稳稳定,规避行进过程中产生的偏移问题^[3]。设备行驶至目标桥跨区间后,结合桥墩顶面基准标线微调机身横向与纵向位置,完成设备整体位置的精细化校正。调整机身支撑结构的伸出长度,让支撑构件贴合桥墩基面均匀受力,完成整机姿态的锁定固定。通过多维度位置校正,让架桥机起重作业区域完全覆盖钢梁架设点位,为后续节段吊装作业提供稳定可靠的作业基础,保障吊装作业的精准开展。

3.2 钢梁节段起吊与空中姿态调整

完成设备对位固定后,开展钢梁节段的起吊作业。结合钢梁结构规格选定适配吊点位置,保证吊点受力均匀分布,避免单一点位受力集中引发结构形变。启动起重系统匀速抬升钢梁节段,控制抬升速度保持平稳状态,杜绝骤然升降带来的结构晃动与位置偏移。钢梁脱离堆放基面后,暂停抬升动作并排查结构悬挂状态,确认整体受力状态稳定后继续向上抬升。钢梁进入高空作业区间后,通过起重系统的微调功能修正节段水平度与倾斜角度,优化钢梁空中姿态,消除吊装过程产生的偏转与倾斜偏差,为后续拼接对位创造良好条件。

3.3 钢梁节段对位拼接与临时固定

姿态调整完成的钢梁节段缓慢移动至安装位置上方,逐步缩减梁体与安装基面的垂直距离,缓慢贴近既定安装位置。结合相邻已安装梁体的端面结构,微调悬空节段的空間位置,对齐端面拼接结构与预留连接孔位,保证拼接接触面贴合紧密。完成初步对位作业后,利用专用连接构件开展阶段性固定作业,限制钢梁节段的位移与转动空间,锁定当前安装位置。临时固定工序能够维持单节钢梁的空间稳定性,抵御高空环境扰动带来的位置偏移,为后续整体线形调整与永久连接施工提供稳定的结构支撑条件。

3.4 钢梁整体线形调整与精准合龙

单跨所有钢梁节段完成拼装与临时固定后,开展整跨梁体的线形修整作业。对梁体整体标高、纵向轴线、端面平整度等关键指标进行精细调控,修正拼装过程中产生的细微偏差,规整整跨钢梁的整体形态。依据桥梁整体设计线形逐步微调各节段相对位置,统一梁体坡度与延伸走向,消除局部凹凸与线形错位问题。线形参数达到施工标准后,开展跨中合龙施工,完成整跨钢梁的整体性连接,让分散的节段结构整合为完整的梁体体系,提升单跨钢结构桥梁的整体刚度与结构整体性。

3.5 架桥机逐孔前移与循环作业推进

单跨钢梁架设与合龙作业全部完成后,解除架桥机固定支撑状态,回收机身支撑构件。调控设备行走系统启动跨孔作业,按照既定施工路径平稳前移至下一跨施工区间^[4]。到位后重复机位校正、支撑固定、梁体吊装、拼接合龙的标准化施工流程,形成规范化的循环作业模式。逐孔推进的作业方式能够适配多跨钢结构桥梁的施工特征,持续延续统一的施工标准,保持全线桥梁架作业的规整性,稳步推进整体桥梁工程的主体施工进度。

4 架桥机安装施工工艺管控与优化

4.1 钢梁拼接连接工艺管控

钢梁拼接施工是钢结构桥梁成型的关键工序,施工质量直接影响整体结构的承载性能与稳定状态。施工过程需要严格把控端面对接精度,规整拼接接触面的贴合状态,减少缝隙偏差对结构连接质量的影响。规范各类连接构件的安装流程,把控紧固力度与施工均匀度,规避局部受力不均引发的结构形变。细化拼接施工的全过程管控细节,对端面清理、对位校准、构件紧固等各个施工环节开展精细化管控,统一现场施工执行标准。稳定规范的拼接施工模式,能够提升钢梁节段的整体性,强化钢结构桥梁整体承载能力,保障桥梁结构长期使用的稳定状态。

4.2 架桥机行走与吊装工艺管控

架桥机运行状态的稳定程度决定钢梁架设施工的整体质量,需要对设备行走与吊装作业开展系统性工艺管控。设备跨孔行进过程中严控行走速度,保持机身运行姿态平稳,弱化机身晃动带来的位置偏移问题。定期规整行走轨道的平整状态,清理轨道表面杂物,保障设备行进轨迹规整有序。吊装作业阶段严格把控抬升速率与微调幅度,保持钢梁节段悬挂姿态稳定,杜绝大幅度晃动与偏转现象。规范吊具安装与受力布设方式,维持吊装体系受力均衡,规避不规范操作引发的施工隐患,保障高空吊装作业的平稳推进。

4.3 桥梁线形与安装位置管控

桥梁线形与安装位置的精准把控,是保障钢结构桥梁施工品质与通行条件的核心内容。施工过程持续监测梁体轴线走向与顶面标高状态,及时修整施工过程中产

生的细微偏差,维持梁体线形的平顺规整。把控单节钢梁的安装定位精度,统一各节段安装基准,规避多节段拼装累积偏差。结合桥梁整体设计走势微调局部结构形态,消除线形起伏与轴线偏移问题,让整跨梁体保持规整顺滑的结构形态。严谨的位置与线形管控模式,能够提升桥梁整体施工规整度,适配后续桥面施工与长期通行的建设要求。

4.4 钢结构桥梁安装工艺优化方式

结合架桥机安装施工的流程特征,可从施工流程与技术细节层面开展工艺优化。梳理现有施工环节的推进逻辑,精简重复繁琐的操作步骤,提升整体施工推进效率。结合不同桥跨结构的架设特点调整设备作业参数,适配多样化的施工场景。细化高空对位与拼接微调的技术手段,提升安装作业的精准程度^[5]。结合现场施工积累的实操经验,完善标准化施工流程,规整设备操作与构件安装的作业标准。

结束语

架桥机安装施工贯穿钢结构桥梁建设的完整周期,从场地基础处理到设备调试就位,从钢梁逐孔吊装到整体线形调整,各工序环环相扣、相互制约。拼接连接工艺的精细化管控、行走吊装作业的稳定性把控以及桥梁线形的持续修正,共同构筑起钢结构桥梁安装的质量保障体系。施工工艺的持续优化与技术手段的不断迭代,推动钢结构桥梁架设施工朝着更加规范、精密的方向稳步迈进,为桥梁工程建设品质的提升注入持久动能。

参考文献

- [1]李建辉.桥梁钢结构工程低温焊接施工工艺探究[J].建材发展导向,2025,23(7):55-57.
- [2]晏军.钢结构桥梁加工安装施工技术要点分析[J].工程建设与设计,2024(9):206-208.
- [3]郭元春.船厂跨江桥梁钢结构运输安装施工工艺分析[J].工程建设与设计,2023(4):148-150.
- [4]梅鸿飞.钢结构桥梁安装顶推工艺施工探讨[J].河南科技,2022,41(24):65-68.
- [5]廉书宝.钢结构桥梁顶推施工技术研究[J].现代工程科技,2026,5(5):61-64.