

跨既有线多箱多跨钢箱梁快速架设施工技术研究与应用

冉 康

中冶建工集团有限公司 重庆 400084

摘 要:重庆市渝长高速复线连接道工程(疏港复线隧道—石龙立交段)项目项目38联、42联、43联采用多箱室钢箱梁结构,同时上跨既有铁路果园港专线、福港大道。针对跨铁路、公路及既有桥梁等受限场景下,钢箱梁架设存在的作业窗口期短、定位精度要求高、交通干扰大、施工效率低等技术难题,本项目采用了一种基于定制双导梁架桥机的多箱多跨钢箱梁快速架设施工技术。该技术融合"三点连接法+桥面定位法"快速定位、专用吊耳吊装、斜交角度快速调整及外挂移动式施工平台等核心工艺,实现钢箱梁在复杂跨线环境下的安全高效施工。

关键词: 钢箱梁;跨线施工;快速架设;双导梁架桥机;外挂施工平台;仿真模拟

1 引言

随着我国综合立体交通网的加速构建,跨铁路、公路及既有桥梁的互通立交工程数量持续增长。钢箱梁因自重轻、跨度大、工厂化程度高、施工速度快等优势,成为大跨度跨线桥梁上部结构的首选形式。然而,传统钢箱梁架设工艺多采用钢丝绳兜吊、落地式满堂支架或挂篮作业,存在架桥机需频繁升降、定位效率低、跨线施工交通干扰大、安全风险高等问题。尤其在铁路运营天窗点、公路高峰限行等有限作业窗口期约束下,传统工艺难以满足工期要求,成为制约跨线钢箱梁工程建设的关键瓶颈。

目前,国内针对钢箱梁架设技术的研究多集中于大跨度整孔吊装、步履式顶推等工艺,但对于利用常规公路架桥机进行多箱多跨钢箱梁快速架设的研究相对较少。公路架桥机作为桥梁施工的核心装备,长期以来主要应用于混凝土小箱梁、T梁的架设,在钢箱梁架设领域的适配性不足,核心问题在于钢箱梁吊装精度要求高、横向连接工序复杂、斜交架设难度大^[1]。

本文以重庆市渝长高速复线连接道工上跨既有铁路果园港专线、福港大道快速架设施工展开关键技术研究,通过定制化改造双导梁架桥机、创新钢箱梁定位连接工艺、研发外挂移动式施工平台,形成了一套适用于跨既有线的多箱多跨钢箱梁快速架设施工技术,为同类型桥梁提供借鉴与参考。

2 概况

渝长高速复线连接道工程西起内环快速路大佛寺南桥头,东至果园港接渝长高速复线,全长 21.78km,采用城市快速路标准,设计车速80km/h,双向 6 车道。项目 38 联、42 联、43联采用多箱室钢箱梁结构,最大跨度 55m,桥面最大宽度 33m,跨越既有福港大道与既有铁路

果园港专线。

3 工艺原理

3.1 快速定位落梁原理

传统钢箱梁架设采用"栓焊连接法",依赖横联横向连接螺栓群进行定位,需在跨中搭设临时作业面完成纵缝焊接后才能形成整体强度,施工周期长且高空作业风险高。本技术采用"三点连接法+桥面定位法",通过钢箱梁两端及中间部位的三处横向连接螺栓群实现初步定位,再利用桥面定位码板进行精调固定(图1)。该方法无需跨中额外作业面,定位时间较传统工艺缩短60%以上,同时保证了落梁精度,高强螺栓穿孔率可达98%以上^[2]。

3.2 未完全固结过跨原理

通过对单榀箱梁的仿真模拟分析结果,单根箱体承载力及稳定性能够满足炮车运输小箱梁及钢箱梁的条件。钢箱梁箱体在架设完成后,为确保快速架梁前的安全性,钢箱梁箱体间选两端及中间部位三处横向连接系栓接完成,桥面使用码板每隔500mm进行焊接连接,保证箱梁间形成整体受力体系。码板焊接完成后,即可进行后续跨钢箱梁或小箱梁的运输及架设工作。从而可以在钢箱梁暂未全部栓接及桥面纵缝暂未焊接的情况下完成过跨及架梁。

3.3 专用吊耳吊装原理

传统钢丝绳兜吊钢箱梁时,受架桥机净空高度限制,需升高架桥机支腿以满足吊装空间要求,导致架桥机重心升高,稳定性下降,且钢丝绳穿挂作业耗时较长。本技术设计与架桥机吊具完全适配的专用吊耳,采用插销式连接方式,安装便捷,无需升高架桥机即可完成吊装作业。专用吊耳经过严格的强度验算,能够满足钢箱梁吊装的安全要求,同时将单榀箱梁吊装准备时间缩短至传统工艺的1/3。

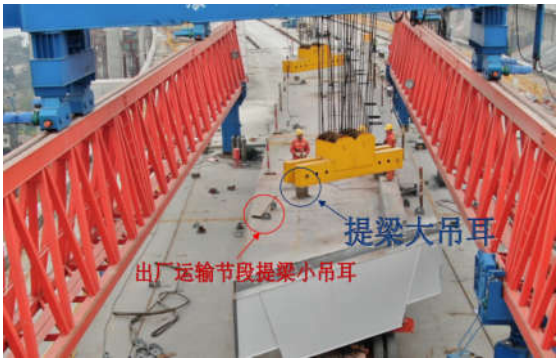


图1 专用吊耳提梁示意图

3.4 斜交角度快速调整原理

本项目架桥机采用专门定制，通过厂家发明采用活塞式装置可以对每个支腿进行360°转动，桥机的整体转动只需同时打开前支腿、中支腿和天车梁的转动轴螺栓（转动轴不会脱落），使其处于可以转动的状态，利用前支腿和后支腿作为支撑点，用天车吊起中支腿支撑横梁轨道进行调节角度，快速定位调整^[3]。

3.5 施工平台的专门设计及独立使用

钢箱梁架设定位后，如何创造施工作业面进行下部螺栓群的连接及防腐涂装，也是本工法需要解决的难点

之一。由于设计桥面板中未进行开孔，而在下方地面搭设施工平台的成本过高，考虑使用悬挂式可移动施工平台（图2）进行下部螺栓群的施工及后续防腐。通过对施工平台的模块化设计，将施工平台分为水平标准段、竖向连接段及桥面牵引部分，安装及拆分方便快捷，安全性高，移动稳定，实用性强。

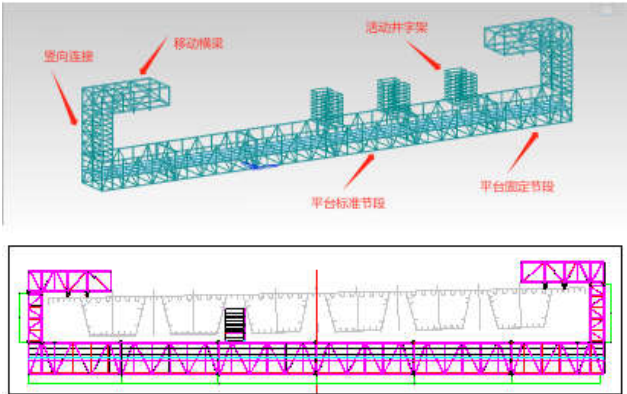


图2 移动式施工平台结构示意图

4 工艺流程及操作要点

4.1 工艺流程

总体施工工艺流程如图3所示。

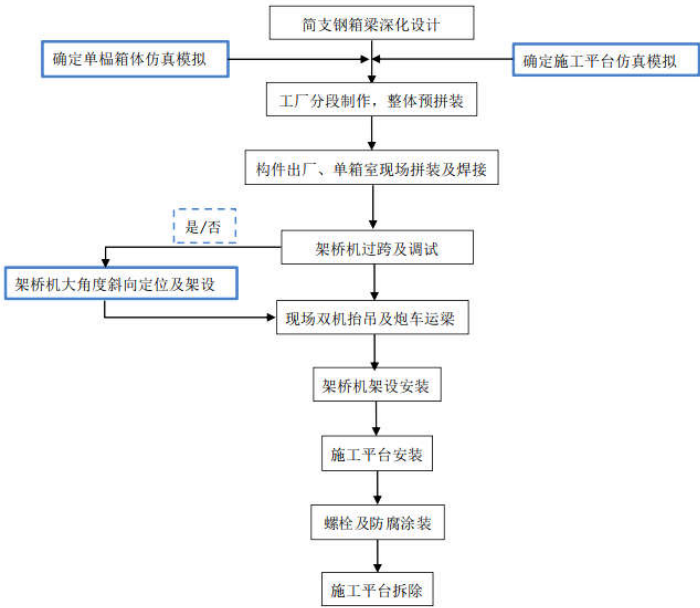


图3 工艺流程图

4.2 操作要点

4.2.1 钢箱梁深化设计与仿真模拟

分段方案设计：结合加工厂加工能力、现场运输路线限界及设计受力要求，采用纵横双向分段方案。横向按单箱体独立分段，边箱梁与挑臂因超宽分开制作；纵

向避开跨中受力不利区域，分为三段，每段长度满足运输及加工场地要求^[4]。分段方案需经原设计单位确认后实施。

深化设计：基于设计图纸及分段方案，进行钢箱梁加工图深化设计，补充加工工艺要求、焊接节点详图、定位

码板位置等内容,确保深化图纸适配工厂加工工艺。

仿真模拟验算:选取最不利工况,对单榀钢箱梁进行强度、刚度及稳定性仿真模拟,验证其承受运梁炮车移动荷载及架桥机过跨荷载的安全性;对外挂施工平台进行竖向变形及承载力仿真模拟,确保平台作业安全。

4.2.2 工厂分段制作与整体预拼装

胎架制作:根据钢箱梁设计起拱及线形数据,制作倒装胎架及正装胎架,通过胎架标高精确控制钢箱梁的线形与起拱精度。

工厂制作:按照零件加工→部件组装→整体焊接的工艺流程进行钢箱梁分段制作,严格控制焊接变形及焊缝质量。

整体预拼装:采用正装法进行钢箱梁整体预拼装,将各分段按设计位置在胎架上进行预连接,消除焊接变形及应力集中,确保现场拼装精度及高强螺栓穿孔率。预拼装验收合格后,进行防腐涂装并标记定位线。

4.2.3 现场拼装与架桥机调试

现场拼装:在既有混凝土桥面上布置拼装临时墩,精确控制临时墩顶面标高。采用履带吊吊装钢箱梁分段,依据工厂预拼装标记的定位线及定位码板进行精准拼装焊接。

架桥机过跨:利用架桥机自平衡过跨技术,通过前辅支腿辅助,前支腿与中支腿交替前移完成过跨作业,无需箱梁配重,过跨过程全程监控架桥机稳定性。

斜交角度调整:斜交箱梁架设前,按操作规程松开各转动轴螺栓,通过天车调节中支腿轨道角度,配合人工精调至设计斜交角度,紧固螺栓后进行试吊验证。

4.2.4 钢箱梁运输与架设

双机抬吊运梁:采用履带吊与汽车吊双机抬吊,将拼装完成的钢箱梁平稳吊装至运梁炮车,通过手拉葫芦将梁体与炮车牢固固定。运输前验算既有桥梁承载能力,规划运输路线,设置专人指挥,确保运输安全。

架桥机喂梁与架设:运梁炮车将钢箱梁运至架桥机后端,前天车起吊梁体前端,后端由炮车支撑继续前移,待后天车位置到位后,起吊梁体后端,使梁体完全脱离炮车。两台天车同步纵移梁体至待架区域,缓速落梁至盆式支座,采用"三点连接法+桥面定位码板"快速定位固定,完成单榀箱梁架设^[5]。

4.2.5 外挂平台安装与栓接防腐

平台安装:单跨钢箱梁全部架设完成后,采用两台25t汽车吊在桥面进行外挂施工平台吊装。先安装竖向连接段,再双机抬吊水平段与竖向段插销连接,最后安装桥面牵引卷扬机及牵引绳。

高强螺栓连接与防腐涂装:作业人员通过施工平台进行钢箱梁横向连接高强螺栓的安装与紧固,严格按照初拧、复拧、终拧的工序施工。螺栓连接完成后,对焊接面及螺栓连接面进行防腐涂装,确保涂装质量。

4.2.6 施工平台拆除

每跨施工完成后,按安装逆序拆除施工平台。先拆除牵引装置,再拔出水平段与竖向段的连接插销,双机抬吊将水平段落至地面,分段拆解后转运至下一施工段重复利用。

5 结论及建议

本文针对跨既有线钢箱梁架设的技术痛点,阐述了一种基于定制双导梁架桥机的多箱多跨钢箱梁快速架设施工技术,得出以下结论:

通过定制化改造双导梁架桥机,配套专用吊耳及斜交角度快速调节装置,拓展了公路架桥机的适用范围,实现了钢箱梁与混凝土小箱梁的通用架设,提高了设备利用率。

创新提出的"三点连接法+桥面定位法"及未完全固结过跨工艺,基于仿真模拟验证了其安全性,大幅压缩了钢箱梁架设周期,有效解决了有限作业窗口期施工难题。

模块化外挂移动式施工平台的应用,实现了跨线施工与既有交通并行,降低了施工对交通的干扰,减少了临时措施投入,符合绿色建造要求。

工程实践表明,该技术安全可靠、经济高效,可显著缩短工期、降低成本、减少交通影响,具有广阔的推广应用前景。

参考文献

- [1] 贺曦.城市复杂环境下跨线桥钢箱梁安装技术研究[J].建筑技术开发,2026,53(05):36-39.DOI:10.20259/j.jzjskf.2026.05.0036.
- [2] 贾兴利,王涛,范玉峰,等.大跨度钢结构箱梁吊装施工过程应力监测分析[J].建筑机械,2024(10):98-105.
- [3] 赵春红.公路桥梁架桥机架设钢箱梁施工技术[J].设备管理与维修,2024,(14):146-149.DOI:10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2024.07D.49.
- [4] 王月栋.架桥机安装大跨度钢箱梁技术研究[C]//《施工技术》杂志社,亚太建设科技信息研究院有限公司.2023年全国土木工程施工技术交流会论文集(中册).中交二公局第三工程有限公司,2023:362-364.DOI:10.26914/c.cnkihy.2023.102332.
- [5] 李维安.跨既有桥梁架桥机架设钢箱梁技术[J].建筑技术,2023,54(07):801-803.