

Construction technology for external hoisting of steel box girders crossing existing highways

Ningwei Liu Yuanfeng Ma Jiadong Ning Guowei Huang

China Communications Construction First Engineering Co., Ltd., Beijing, 102205, China

Abstract

Through the rational organization of traffic and the overall lifting process of steel box segmental beams crossing existing highways, the impact on the operation of existing highways is minimized to the greatest extent possible, construction safety risks are effectively reduced, compensation costs for occupying roads are saved, and construction costs are reduced. During the construction period, there is no need to set up protective shelters. Temporary closure of two-way lanes is required in stages, with a maximum duration of 15 minutes per operation. After the lifting is completed, traffic can be quickly restored. It can reduce the construction time of road crossings and disclose the risks of road traffic safety. This article combines the example of the installation project of steel box girders for the Da'an interchange of the Pingrong Expressway in Guangxi, and elaborates on the materials, equipment, and processes involved in the construction process. It provides reference for the processing and installation of steel box girders for crossing existing highways in the future.

Keywords

Steel box girder; Cross road hoisting; Traffic organization

跨既有高速公路钢箱梁线外吊装施工技术

刘宁伟 马元峰 宁佳栋 黄国伟

中交一公局第一工程有限公司, 中国·北京 102205

摘要

通过交通组织合理导行与上跨既有高速公路钢箱节段梁整体吊装工艺, 最大程度减少对既有高速公路运营影响, 有效降低施工安全风险, 节省占道施工补偿费用, 降低施工成本。施工期间不需要搭设防护棚, 阶段性临时封闭双向车道, 单次不超过 15 分钟, 吊装完成后能够快速恢复交通。可减少涉路交叉施工时间, 降低涉路交通安全风险。本文结合广西平容高速公路大安枢纽互通跨既有高速公路钢箱梁安装工程实例, 从施工过程中的材料、设备、工艺等方面进行了阐述, 对以后跨既有高速公路路钢箱梁加工、安装具有借鉴意义。

关键词

钢箱梁; 跨路吊装; 交通组织

1 引言

随着城市化进程的加快和交通需求的日益增长, 跨既有高速公路的桥梁建设日益增多。钢箱梁作为桥梁结构的一种重要形式, 因其自重轻、强度高、跨度大、易维修和架设方便等优点, 在跨越既有线路的大型桥梁建设中得到了广泛应用。

2 工程概况

平容高速大安枢纽互通上跨 S40 贵梧高速公路共 8 处, 其中主线、A、F 匝道钢箱梁跨径 54m, C 匝道钢箱梁跨径 45m、D 匝道钢箱梁跨径 48m、天桥钢箱梁跨径 40m, 吊装最大高度 10m, 梁体采用箱型截面, 钢结构总工程量

3024t, 梁体在工厂加工, 分节段运输至现场, 跨路节段二次拼接后进行安装; 既有贵梧高速为双向四车道, 两侧受地形、用地指标和代建道路约束无限外导改条件; 钢梁在厂内加工后运输节段均属于超限构件, 运输难度大; 枢纽互通现场匝道交错布置, 可用场地有限, 且钢箱梁安装部位多, 跨路节段吊重大。既有高速运营公司不同意占道施工特点, 通过设置临时支墩, 临时中断交通后将跨路节段用履带式起重机在线外进行吊装的施工方案, 最大程度减小施工区域对既有高速运营影响、中断交通施工时间短、加工运输存放方便、施工灵活、连续、安全^[1]。

3 工艺原理

以涉路既有高速运营方意见为核心, 以跨路钢箱梁安装阶段为重点, 结合互通区整体施工组织以及施工阶段的特点, 通过阶段性临时中断交通的组织形式, 采用履带式起重

【作者简介】刘宁伟 (1985-), 男, 中国吉林扶余人, 本科, 工程师, 从事路桥施工技术研究。

机一次性完成跨路节段的安装。

涉及跨越高速公路的钢梁施工，为确保高速公路的正常运营和安全，施工方案需综合考虑技术可行性、经济性和工期要求。

4 施工准备

现场调查全面了解高速公路及其周边地质情况，以 S40 贵梧高速为界，利用部分既有匝道在两侧各设 1 条施工通道。满足大型起重设备和进场材料运输车辆使用需求，考虑雨季施工影响，便道范围采用水稳铺设 20cm 厚。同时现场设置 5 处钢箱梁二次拼装场地（混凝土硬化）及 5 处履带吊吊装场地。

5 施工方法

钢梁加工与运输 根据设计要求，分横纵向节段在工厂内进行单元件制造和焊接。主线桥左右幅横向分为两个箱室 + 横联 + 两个悬臂；A/F/C/D 匝道横向分为两个箱室 + 两个悬臂；天桥横向分为一个箱室 + 两个悬臂。跨线桥 /A/F 匝道纵向分为 5 个节段；C/D 匝道纵向分为 9 个节段；天桥纵向分为 3 个节段，如图 1 所示。

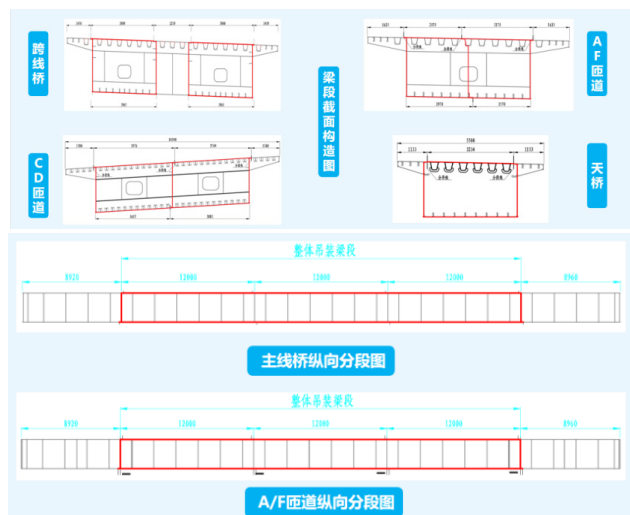


图 1、钢箱梁加工横纵阶段划分图示

将加工验收完成的钢梁节段分批次运输至施工现场，跨路节段在现场胎架上完成二次拼装，如图 2 所示。

在既有高速公路线外两侧设置临时支撑，主线桥支架由 8 根钢立柱组成，其他匝道用支架由 6 根钢立柱组成。支架柱顶均设置分配梁、支撑块、连接系，柱脚及预埋件结构。钢立柱采用 $\Phi 630 \times 10\text{mm}$ 的钢管，平联采用 20# 槽钢型钢，斜撑采用 20# 槽钢剪刀撑，平联沿竖向每隔 3.5m 布置一层，顶部分配梁为 40b 工字钢型钢，支架基础采用钢筋混凝土条形基础。

钢梁吊装跨路节段使用 1000t 履带吊安装，工作半径 38m，最大起重量 323t（安装最大重量 246t），吊点设计在腹板处共 8 个，同时采用加劲板进行加强，吊耳板采用 3cm

厚钢板制作；剩余道路两侧梁段主梁、中间横梁、左右幅挑臂等构件使用 300t 汽车吊吊装定位。



图 2、钢箱梁运输、二次拼装

钢箱梁吊装前对临时支架支撑高程进行复核，同时进行吊装前低位试吊。根据梁段实际平面位置，在大小桩号两侧支架横梁上设置横向限位，纵向在大桩号侧设置里程限位，便于钢箱梁节段快速就位。吊装前在分段上系设置 2 根缆风绳，以控制分段在空中时的状态。当挂钩与钢箱梁顶板吊点挂好结束后，对其进行检查验收，合格后，再由吊装指挥员指挥吊车司机将分段缓慢起升。在达到预定起升高度时（超过临时支架顶表面 1m 以上）通知封路人员进行封路。封路完成后，吊装指挥人员指挥吊车缓慢转动吊臂到预定安装位置上方后，吊车缓慢落钩将梁段吊运至临时支架顶面 10cm 左右停下，然后人工参照事先放出钢箱梁底板边线、中心线将钢箱梁初步定位后吊车在继续缓慢落钩至安装位置完成精确定位。采用临时马板对钢箱梁间连接进行定位，将临时支架与钢箱梁固定连接，如图 3 所示。

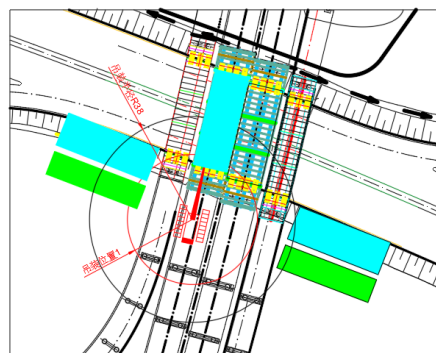


图 3、主线跨路节段吊装履带吊站位图，钢梁吊装图示

吊装过程中，严格控制起重机的操作速度和钢梁的摆动幅度。吊装完成后，对钢梁进行临时固定，防止其发生位移。后续进行非跨路节段钢梁安装与焊接，直至焊接为整体节段。在焊接过程中，应严格控制焊接参数和焊接顺序，防

止焊接变形和裂纹的产生。焊接完成后,对焊缝进行探伤检测,确保焊接质量符合设计要求。

落梁与调整在钢梁连接完成后,进行落梁操作,将钢梁放置在永久支座上。对钢梁进行水平和垂直方向的调整,确保其位置准确和稳定。在调整过程中,应使用专业的测量设备和工具,确保调整精度达标。

6 交通导改

钢箱梁运输及大型设备运输进场处于第二施工阶段,钢箱梁装车发车后开始进行交通导改设施安装。警告区波形护栏外侧设置:“前方施工 1.6km”标志牌 1 块,设置:“限速 100”标志牌 1 块,“禁止超车”标志牌 1 块。

上游过渡区靠近波形护栏处设置“仿真机器人”1 个,设置“测速 100 速度反馈设施”1 块。

缓冲区设置:“限速 100”标志牌 1 块,K76+550 处应急车道内横向设置 2 排“水马”,K76+610 处应急车道内横向设置 1 排“路栏”。

钢箱梁运输车,及履带吊运输车距离管控警告区 10 公里时,在交警配合指挥下临时打开应急车道开口,指引运输车辆下高速。

终止区应急车道内设置“施工结束”标志牌 1 块,设置:“限速 120”标志牌 1 块,“解除禁止超车”标志牌 1 块。

正式吊装前进行试吊(旋转和提升),在既有高速红线外起吊,起吊高度超临时支架高度 1m 时停止,并通知封路人员进行封路。

封路完成后,履带吊缓慢转动,转至临时支架上空,并用 2 根缆风绳进行梁段方向调整,调至轴线方向。梁段顺直后,开始落梁至临时支架顶 10cm,使梁段底板紧靠支架上的横纵限位,此时即可开放交通,精调作业同时进行,待梁段固定后,解除吊索吊具,将吊车大臂旋转至红线以外,吊装全过程由路政执法和交警配合监管。

7 安全管理

对现场施工人员进行每日安全教育培训和作业风险提示,提高其安全意识和操作要点。施工期间配备专职安全员全过程对施工现场进行安全检查与监督,及时发现和消除安全隐患。协同交警、路政、运营单位制定可行的应急预案,确保在发生突发事件时能够迅速响应和处理^[2]。

8 施工监控与检测

焊接质量由业主委托第三方有资质的检测单位对钢梁加固及安装全过程进行施工监控,钢梁预拱度在设计阶段考虑四种工况,1 是钢梁厂内加工设计整体预拱度,2 是跨路吊装节段 36m 二次拼装完成后预拱度,3 是吊装 54m 总拼完成,拆除临时支墩后预拱度,4 是铺装、护栏完成成桥后的预拱度,为了确保施工质量和安装精度,在二次拼装完成

后,通过对跨中支点释放约束检验预拱度的理论值与实际值偏差,从而获取有指导性的参数,为总拼安装精度控制提供可靠的依据。在施工完成后,对桥梁进行全面检测和验收,确保其质量符合设计要求和相关标准。

9 工期安排与进度控制

根据施工内容和工程量,同时结合施工现场条件,制定详细的工期计划,确保工程按时完成。同时根据涉路各方意见和诉求对施工进度进行合理的动态调整,确保进度控制达标。

10 施工注意事项

在施工前,需进行详细的现场调查和地质勘探,了解高速公路及其周边的地质情况、交通状况和安全风险。同时,制定详细的施工方案。

在选择吊装设备时,需考虑钢箱梁的重量、尺寸、吊装高度和作业半径等因素,确保吊装设备的承载能力和稳定性满足施工要求。同时,还需考虑吊装过程中的交通导改和安全防护措施,确保吊装作业对高速公路的交通安全不造成影响。

临时支墩需在高速公路两侧设置,在方案设计阶段需考虑其位置、数量和高度等因素,设计完成后进行现场放样复核,确保方案可行。

钢箱梁吊装施工的关键技术包括吊装顺序、吊装方法和焊接技术等。在吊装顺序方面,需根据钢箱梁的重量、尺寸和形状等因素,制定合理的吊装顺序,确保吊装过程中的安全性和效率。在吊装方法方面,可采用分段吊装或整体吊装等方法,根据具体情况选择合适的吊装方法。在焊接技术方面,需采用高质量的焊接材料和先进的焊接工艺,确保焊缝的质量和强度满足设计要求^[3]。

11 结语

跨既有高速公路钢箱梁吊装施工是一项复杂而重要的工程任务。本项目跨高速钢梁施工方案综合考虑了技术可行性、经济性和工期要求,通过合理的施工方案、先进的吊装设备、稳定的临时支撑、科学的吊装技术、详细的交通导改方案和安全防护措施以及严格的施工监控和质量控制措施,可以确保施工质量和安全性满足设计要求和相关标准。未来,随着施工技术的不断进步和创新,跨既有高速公路钢箱梁吊装施工将更加高效、安全和环保。

参考文献

- [1] 董云飞.大跨度钢箱梁跨既有高速公路吊装技术[J].建筑机械. 2022 (05):107-109.
- [2] 许飞.大跨钢箱梁的整体吊装施工和质量控制[J].山西建筑. 2017,43 (32):165-166.
- [3] 梁杰.跨高速公路31m钢箱梁吊装技术[J].安徽建筑. 2021,28 (06):133-134.