

廊道上跨高速公路钢箱梁顶推施工关键技术

郑显辉 丁文斌 李学凯

中国水利水电第三工程局有限公司 陕西 西安 721000

摘要：本文针对长距离物流运输通道上跨越高速公路的钢箱梁顶推施工关键技术进行了深入探讨。通过对钢箱梁顶推施工技术的深入分析，特别是施工过程中可能遇到的挑战及相应的解决策略。通过设备和材料的合理选择与应用，有效提升了施工效率，缩短了工期，降低了成本。通过精细化施工管理和严格的质量控制措施，确保了工程的顺利进行以及钢箱梁顶推施工的安全性和质量。本研究介绍的关键技术不仅适用于本项目，也为其他类似工程提供了重要的参考价值。

关键词：跨广佛肇高速；钢箱梁；顶推施工

1 工程背景和特点

1.1 工程背景

本项目长距离运输廊道工程位于广东省肇庆市境内，线路由广宁县矿山侧砂石工厂起始，由北向南穿越广宁县木格镇、德庆县古有镇、莫村镇、永丰镇、凤村镇、悦成镇至西江江边村码头侧砂石工厂。主要涉及跨越广佛肇高速公路段。

本项目上跨S8（广佛肇高速公路）长度约72m，于K29+088.0处与广佛肇高速公路相交，对应高速公路里程桩号为肇庆大旺至封开江口段K88+676，相交夹角为69°。

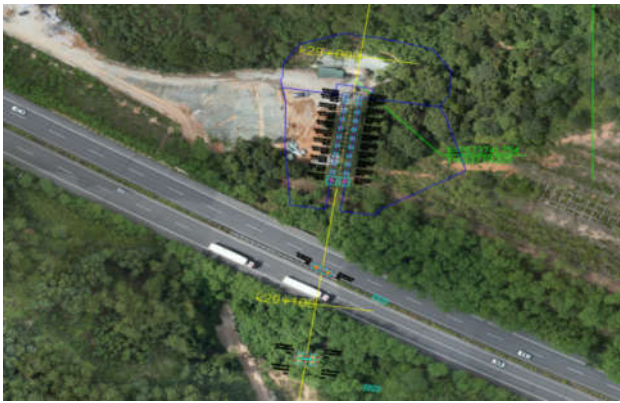


图1.1-1 长胶廊道与广佛肇高速公路位置关系

1.2 钢箱梁顶推工程概况和特点

本项目上部结构采用钢箱梁，桥梁主体结构设计使用年限为100年，箱梁桥面宽度为5.7m，采用单箱双室钢箱梁，梁高为3.7m。梁底距离跨S8路面扩宽后净空高度为5.607m，满足高速公路5.5m的净空要求。下部结构采用柱式墩，基础为承台接桩基础，桥台采用桩柱式桥台。

根据《关于实施〈危险性较大的分部分项工程安全管理规定〉有关问题的通知》（建办质[2018]31号）附件2：超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围

“七、其它：（二）跨度36m及以上的钢结构安装工程，或跨度60m及以上的网架和索膜结构安装工程”，本工程属于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程。

1.3 工程地质

1.3.1 地形地貌

项目区途经区域地貌主要为剥蚀丘陵地貌，山丘连绵起伏。沿线地貌类型可划分为剥蚀丘陵地貌和山间河谷地貌等，其中以剥蚀丘陵地貌为主。

1.3.2 地层岩性及风化

据地质测绘及钻揭露，表层覆盖层发育广泛，为花岗岩残积的砂质粘性土，夹少许风化球，其于斜坡处于发育厚度约1~17m。下伏基岩为花岗岩，多呈全~中风化状态，岩体极破碎、破碎为主，推测下伏弱风化岩层厚约>40m。地表冲沟局部出露岩体呈全~强风状花岗岩。

1.3.3 水文地质

地表水在本项目表现形式简单，主要为溪沟及河流，以大气降水作为补给来源，地表水系属于西江水系。

场地地下水根据其埋藏条件及含水层的性质，场地地下水类型主要为上层滞水、基岩裂隙水。故地下水位对本工程施工无影响。

2 顶推施工工艺技术

2.1 技术参数

2.1.1 桥梁方案设计

项目上跨S8（广佛肇高速公路）长度约为72m。斜跨广佛肇高速S8采用72米钢箱梁方案，采用顶推方案。

2.1.2 台承台标高设置

155号墩采用桩柱式桥台，桥台顶面高程90.6米，箱梁梁高3.7米，支座系统高度0.5米，台帽顶高程为86.4

米。承台高度2.5米，检修平台标高定为85.0米，考虑了箱梁顶推施工空间。

为适应高速公路二期扩建并解决157#墩不平衡土压力问题，计划在南侧填筑平台，高度确保不影响157#承台、墩柱。平台边坡用桩+挡墙支护，施工时设置2.0米高围挡，隔离施工区与高速公路，保障行车安全。

2.2 主要吊装设备

220吨汽车吊主要为安拆钢导梁使用，型号为：三一STC220

50t汽车吊主要为零星吊装，型号为：三一STC500S

2.3 步履式顶推机构

顶推施工设备需满足最大承载力250吨，钢箱梁顺桥向扩散长度不少于4米，具备至少30厘米的竖向调节和10厘米的水平纠偏能力。施工采用平推式顶推设备。

2.3.1 顶推设备构造

平推式顶推系统由顶升支撑油缸、纵移油缸、横向调整油缸、滑块等组成，通过计算机控制和液压驱动实现动作，满足施工需求。

2.3.2 顶推设备液压系统

液压泵站提供油缸动力，执行主控计算机指令。系统包括支撑顶升、顶推移动和横向调整三部分。

2.3.3 顶推装置工作原理

平推式顶推装置通过竖向千斤顶顶起钢梁，水平千斤顶推动钢梁前进，落梁后置于垫块上，千斤顶回油完成顶推，实现自平衡顶推过程。

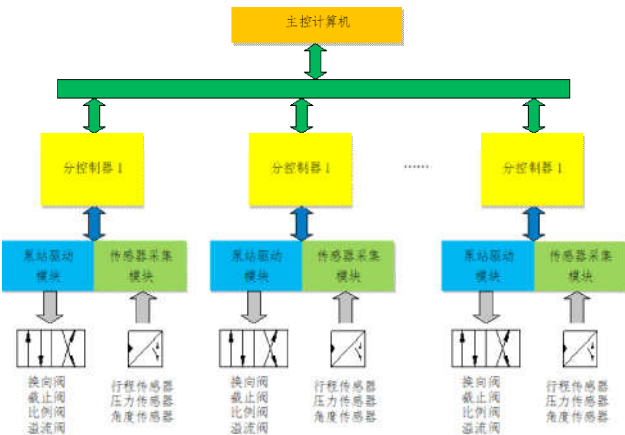


图2.3-2 控制网络拓扑结构

2.4 钢导梁设计

钢梁顶推跨径38m，导梁长25m，与钢箱梁焊接。导梁顶板16mm，底板20mm，加劲板16mm/12mm，总重40.9吨。

结构：导梁与主桥钢箱梁纵隔板一致，变高H型截面，高度从3.7m变至1.0m。

材质：导梁主梁Q345，横梁Q235B，符合《低合金高强度结构钢》（GB/T1591-2018）。

刚度：顶推时导梁前端最大变形54.17mm。

导梁与钢梁连接处加宽，采用熔透焊对接，顶推后切除加宽部分。

导梁前端下挠，利用临时墩顶千斤顶起顶，便于上墩。

3 钢箱梁顶推

3.1 钢箱顶推工艺

3.1.1 支架布置

支架采用钢结构形式，在高速路两侧距离路边缘2m处各布置1榀支架，支架的基础采用桩基础。其余支架基础采用扩大基础，支架布置间距12m。

3.1.2 吊车站位布置

吊车站位与拼装胎架右侧，沿拼装胎架设置12m*50m、12m*20m吊车作业场地。用于钢箱梁拼接、钢导梁安装及拆除等。

3.1.3 钢箱梁顶推施工方法

施工方法:采用步履式顶推施工，由155#支墩向157#支墩方向顶推，顶推总长度72m。

架设流程:步骤一：将编号6、5、4节段钢箱梁及导梁吊装至顶推平台，调整线形并焊接。焊后进行无损检测，合格后开始顶推。主要作业包括拼装、焊接、焊缝检查及缺欠处理，作业在高速路外侧，不影响通行。

步骤二：为缩短导梁悬挑时间，将钢箱梁及前导梁顶推12m至157墩柱方向，暂停于155支墩左侧第2榀支架处。主要为整体顶推作业，高速路上无作业，顶推结束时导梁伸出高速路边缘12m，底部距路面约5.5m。

步骤三：拼装第3节段钢箱梁并连接，调整线形后焊接、无损检测。主要作业包括节段3的拼装、焊接、焊缝检查及缺欠处理。

步骤四：将钢箱梁及前导梁顶推36m至157墩柱方向，暂停于155支墩处。顶推结束时，导梁中部到达157支墩左侧支架处，箱梁施工对高速路影响最低。

步骤五：依次连接钢箱梁2、1节段与前面3节段，调整线形后焊接、无损检测。主要作业包括节段2、1的拼装、焊接、焊缝检查及缺欠处理。

步骤六：将钢箱梁及前导梁顶推24m至157墩柱方向，暂停于155支墩处。完成顶推后拆除导梁，进行整体落梁。

3.1.4 过程分析及结论

施工准备阶段耗时最长，涉及支架基础、制作安装、顶推设备布置及垫块制作等。步骤1和2主要是拼装

焊接,不影响高速路通行。从步骤3开始,施工在高速路上进行,至步骤4导梁到达指定位置,完成上部施工。

3.2 钢箱梁组装及预拼装

在钢箱梁拼装环节,要严格控制拼装顺序,在右幅桥梁部位搭设临时顶推支架,把若干节段梁段缓慢、平稳起吊到顶推支架上部,梁段下落就位后起吊安装导梁,地面把导梁拼装成型后整体开展吊装作业^[1]。

总拼胎架整体设计,包含纵向线型和横向预留,用于消除焊接变形。

3.2.1 底板单元组焊

将底板单元吊入组装胎架,对准纵基线;双拼单元在拼装胎架上,设置反变形量和收缩量,预留衬垫对接缝,标记安装位置线。

以中间测量塔和横基线为基准,确定桥轴线处的底板板块,对称组装底板单元,用码板与胎架焊连固定。检查合格后,完成底板组装。

3.2.2 边侧横隔板组装

按基准线组装边侧横隔板,确保隔板单元纵向同轴且垂直度 Δ 偏差 $\leq 2.0\text{mm}$;位置尺寸及精度满足后,用临时支撑固定。

3.2.3 安装边侧横隔板两边腹板;

腹板吊装定位后,用定位夹具初步固定,确保位置准确。接着焊接,采用合适顺序和工艺参数,减少变形和应力。焊接后,检查焊缝外观和进行无损检测,确保质量合格。

3.3 导梁拆除

导梁拆除需等钢箱梁顶推完成落梁后进行。拆除时,按照“从头至尾分段拆除”的方法。利用50t汽车吊将需要拆解的导梁段吊起,逐段进行拆解吊装至地面。然后使用随车吊运至指定存放位置。

3.4 钢梁精确定位调整

钢梁顶推至既定位置后,如有误差,需先调整平面位置,再调整高程,通过步履式顶推机构的千斤顶完成。整个顶推过程中若出现刚主梁的中线发生偏移,应及时查找原因,排除故障后可继续顶推,直至使其到达预定位置。随后拆除前导梁,这也标志着钢箱主梁的顶推工作完成^[2]。

3.4.1 粗定位:安装前设置桥梁支撑支架,控制标高和安装位置。节段吊机卸勾后,进行初步定位。

3.4.2 精确定位:使用垫铁、千斤顶、导链葫芦等工

具调整高程和方向偏差。用线垂、全站仪等工具检验拱肋架设状态,确保定位尺寸偏差符合规范。

3.4.3 安装细节处理:检查拼装节段错台量,利用千斤顶及顶架处理,及时用码板固定。

3.4.4 钢梁平面横向线型控制:通过测控网确定钢梁道路中心线、横基线,并在支座顶面上打样冲标记。通过基线作出定位线,对线安装箱梁,用全站仪检测箱梁节段控制点的定位坐标,复验箱梁垂直度、桥宽、对角线,合格后将桥梁节段码固、定位焊牢。

4 安全保证措施

4.1 安全保证措施

防高空坠物措施,设置高速临边围挡和高速公路临时支架防坠网的设置。

确保钢箱梁施工安全,包括转运、吊装、用电、焊接、消防、顶推作业及人员安全等环节,并策划应急交通疏导及安全防护措施。

4.2 质量技术保证措施

建立健全的质量管理体系组织机构。

设置现场工程质量控制机构,配备足够的有经验的技术人员、质检人员、管理人员和操作人员。

建立独立的质量管理部门,配备经过培训的合格质量保证人员,负责向管理层和业主报告质量管理工作,并提供相关管理人员的资历清单。

结束语

本研究探讨了长距离物流运输通道上钢箱梁顶推施工的关键技术,包括工程背景、特性分析、施工工艺、流程及安全质量保障措施。

研究深入分析了钢箱梁顶推技术,关注施工挑战及解决策略。针对梁体变形问题,实施了实时监测和动态调整,确保结构稳定安全。详细描述了顶推施工中使用的机械设备和材料及其应用,合理选择和应用提升了施工效率,缩短工期,降低成本。全面评估了地质水文状况,制定了技术对策。通过精细化管理和严格质量控制,确保了工程顺利进行及施工安全质量。介绍的关键技术对类似工程具有参考价值。

参考文献

- [1]柳涛.复杂条件下的钢箱梁步履式顶推施工研究[D].华中科技大学,2022.
- [2]李航运.浅谈桥梁钢箱梁顶推施工技术控制措施[J].西部交通科技2016.