

铁路钢桁梁桥顶推施工技术优化改进研究

吴银栋

(中铁二十四局集团上海铁建工程有限公司, 上海市 200070)

摘要:京沪铁路昆山至陆家浜段既有铁路改建工程中,跨青阳港航道80 m下承式钢桁梁采用顶推法施工。介绍了桥梁施工的关键内容、顶推施工的主系统构成,并对顶推装置系统进行了改进研究。通过将钢桁梁拼装支架与桥梁下部结构相结合形成顶推施工平台,根据长行程千斤顶的工作原理,将一体化自锚式顶推装置与滑道相结合,形成自锚式的动力系统。顶推装置将千斤顶与反力架合成整体,实现千斤顶与反力架的同步前进。改进后的顶推系统安装方便,顶推效率高,大幅减少了作业人员数量。

关键词:铁路;钢桁梁;顶推;改进;自锚式;一体化

中图分类号: U445.462

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)03-0150-04

1 工程概况

京沪铁路昆山至陆家浜段既有铁路改建工程位于江苏省昆山市,因申张线青阳港航道整治,既有铁路桥下方不能满足整治后航道的通航要求,需对其进行双线外绕改建,以加大桥下净空。改建后京沪铁路位于既有铁路南侧,在上跨青阳港航道处新建双线特大桥1座,桥下净空满足Ⅲ级航道要求。

跨青阳港航道采用1孔80 m跨下承式钢桁梁。由于青阳港航道通航繁忙,无法在航道中直接搭设满堂支架或者支墩。因此采用岸上拼装,然后在钢桁梁前端加设导梁的顶推法进行施工^[1-2],并针对顶推系统进行了改进,有效地提升了作业效率。

2 桥梁结构

桥梁结构为1孔80 m下承式整体节点平行弦三角桁架梁。共8个节间,节间长度10 m,桁高11.6 m;两片主桁间距11.8 m,挡砟墙内宽8.96 m,检修道位于主桁内侧,净宽1.4 m。铁路线间距4.4 m,钢桁梁全长82 m,梁端距支座中心1 m。

钢桁梁与既有京沪铁路线关系:西端(45#墩处)距离既有京沪铁路上行线14 m,东端(46#墩处)距离既有京沪铁路上行线14.7 m。图1为80 m下承式钢桁梁立面布置图

图2为顶推施工过程主桁梁及导梁受力计算模型。

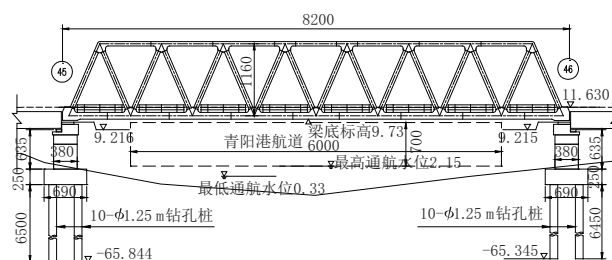


图1 80 m下承式钢桁梁立面布置图(单位:cm)

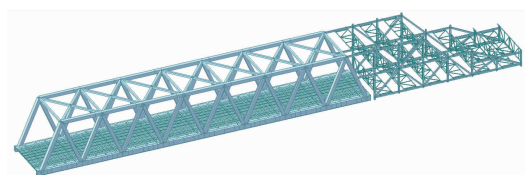


图2 钢桁梁顶推施工受力计算模型

3 施工方法

施工现场条件复杂,受施工场地限制,吊机只能位于一侧吊装。北侧是既有京沪铁路线,吊装需确保吊装杆和与铁路接触网线的安全距离。同时,桥梁下方青阳港航道通行船舶密集,不能长时间断航,钢桁梁长度较长,整体顶推施工难度较大。

钢桁梁杆件在钢结构厂加工,运输至施工现场,采用在岸上钢支架上拼装(见图3)。



图3 钢桁梁在岸上钢支架上拼装

收稿日期: 2022-04-02

作者简介: 吴银栋(1989—),男,本科,工程师,从事铁路及市政路桥工程施工管理工作。

在既有京沪铁路和改建铁路之间,尚有 20 世纪初建造的老铁路桥墩及高路基处于尚未拆除状态,占用了新桥桥位。因此,新建的钢桁梁桥在轴线外侧 2 m 位置进行拼装,纵向完成顶推后,再沿着横向顶推 2 m 就位。

拼装支架体系由基础、钢管立柱、横梁、纵梁四大部分组成。

钢桁梁顶推施工总体布置图见图 4。顶推过程及步骤主要如下:

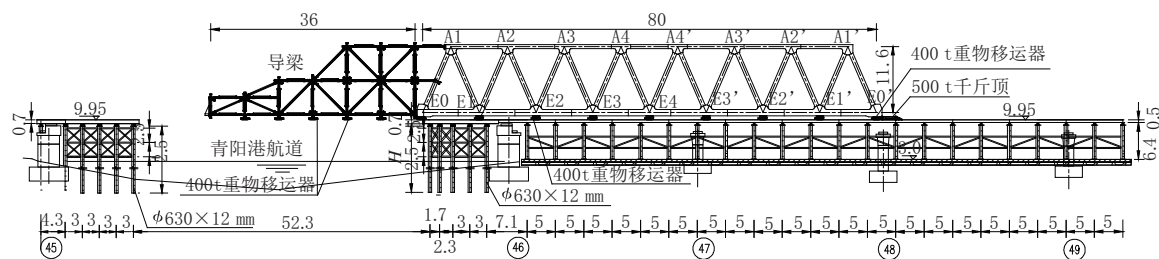


图 4 顶推施工总体布置图(单位:m)

步骤二:钢桁梁继续向前顶推 16 m,导梁最前端到达 45# 水中钢支架,钢桁梁形成简支状态。

步骤三:钢桁梁继续向前顶推 49 m,钢桁梁到达设计位置。

步骤四:钢桁梁顶推到位后,分别在 45#、46# 墩上各设置 2 台 400 t 千斤顶,千斤顶下方设置顶铁,上方用钢垫块和钢板抄垫,将钢桁梁顶起 10cm,采用汽车吊拆除导梁、45# 墩-46# 墩之间的钢支架纵梁、横梁,以及影响落梁施工的所有附属构件。

步骤五:钢桁梁横移就位,在盖梁上设置 4 台 400 t 千斤顶。顶升位置设置在 E0、E0' 的距梁端 2.3 m 位置,将钢桁梁顶起 20 cm 后,拆除 400 t 重物移运器和纵移滑道,安装横移滑道和 4 台 400 t 重物移运器,并与钢桁梁支座底板连接牢固,并在滑道上安装顶推千斤顶。横移设备安装就位后,顶推千斤顶使钢桁梁向既有铁路侧横移 2 m(见图 5)。

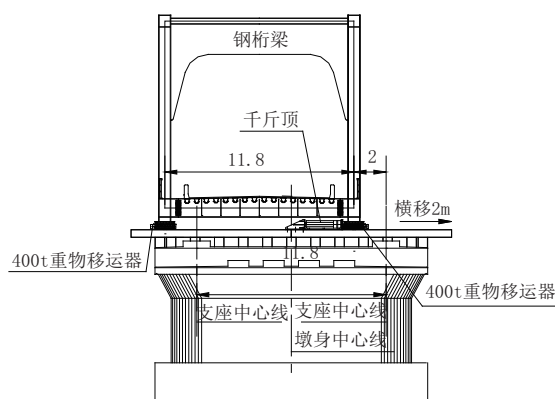


图 5 400 t 重物移运器装置安装图(单位:mm)

初始状态:钢桁梁在拼装钢支架上安装完成,分别在钢桁梁下弦节点处及导梁共 10 处安装最大承载吨位为 400 t 的重物移运器装置,在钢桁梁下弦杆 E0、尾部安装 500 t 千斤顶支撑块和底座,支撑块与 400 t 重物移运器焊接成整体结构,在滑道尾部安装千斤顶反力架,安装好完整的顶推体系,调试完成并做好试顶推工作。顶推总重量约 1 200 t。

步骤一:利用 2 台 500 t 千斤顶将钢桁梁向前顶推 38 m,钢桁梁导梁前端悬挑 36 m。

步骤六:落梁。通过 2 个桥墩上的 4 台 400 t 千斤顶将钢桁梁下落至支座上,45#、46# 墩端钢桁梁下落 95 cm。至此,钢桁梁就位。

4 顶推主系统组成

顶推系统由重物移运器、导梁、顶推装置、限位装置四大部分组成^[3],可对系统薄弱点进行针对性改进以提高效率。

4.1 重物移运器

重物移运器^[4],俗称“小坦克”。在导梁的 5 个节点和钢桁梁的 9 个节点设置 400 t 重物移运器,左右两片桁架下节点共布置 28 只 400 t 重物移运器。桁架桥下弦根据设计要求设置了预拱度,通过各个节点位置的重物移运器上的钢支架高低来调整。为防止下弦杆和重物移运器位移不同步,在调节段顶端垫设 10 mm 厚橡胶垫,用于增大摩擦力及保护钢桁梁涂装层,并用 4 套 10.9 级 $\phi 24$ mm 高强度螺栓将重物移运器固定于下弦杆节点上。

在钢桁梁的 9 个节点部位的下方采用 400 t 重物移运器及垫块来对节点高程进行精细调节。每个垫块的高度根据桥梁设计预拱度进行设置。钢垫箱与 400 t 重物移运器用 4 套 M36 螺栓连接(见图 6)。

4.2 导梁

导梁长度 36 m,两片主桁架结构采用 300 mm $\times$ 300 mm 型钢杆件,横向间距为 11.8 m,中间设置 3 m 宽横撑,共 2 道,高度方向采用变截面结构,导梁前段长 6 m,高 3 m;导梁中段长 18 m,高 6 m;导梁后

子,顶推千斤顶回缩活塞,带动一体化顶推装置向前移动。活塞回缩到位后,利用自动锚固装置控制销子将一体化顶推装置固定在下滑道,即可再次对钢梁进行顶推,如此往复。

5.2 智能泵站

新型千斤顶采用 BZ50 超高压智能泵站,系统压力为 50 MPa,泵站流量为 72 L/min,油缸内径 $D=36$ cm。通过智能泵站,可以自动控制左右 2 台千斤顶的顶推力,消除了常规泵站左右压力控制需要人为控制,导致顶推力不平衡的问题,消除了钢桁梁顶推过程中横向偏移的问题。

5.3 改进效果

一台泵站控制两台千斤顶,每次顶升 2 m 行程需要时间为:

$S_1 = (2 \times \pi D^2/4 \times h)/Q = 4.8$ min,按 5 min 计。回缩每个行程需要时间为: $S_2 = \{2 \times [\pi (D^2-d^2)]/4 \times h\}/Q = 3$ min。

170 t 千斤顶一个行程顶升回缩需要 8 min,即钢桁梁每向前推进 2 m,总共需要 8 min。

第一次顶推距离为 54 m,使导梁到达前方 45# 桥墩的水中钢支架,形成简支状态,总共时间 $S=54 \text{ m}/2 \text{ m} \times 8 \text{ min}=216 \text{ min}$ 。第二次顶推距离为 49 m,钢桁梁到达设计位置,总共时间 $S=49 \text{ m}/2 \text{ m} \times 10 \text{ min}=196 \text{ min}$,总共顶推时间约 7 h。

跨青阳港航道 80 m 钢桁梁完成顶推作业总用时为 7 h,总行程 103 m,综合顶推速度为 14.7 m/h,较本工程另一 64 m 跨径钢桁梁采用的常规方法的顶推速度 10.2 m/h,顶推速率提高了 44%。通过实践证明,顶推装置改进是成功、有效的,验证了该顶推系统具有安装方便、顶推速度快等绝对优势,具有广泛推广的价值。图 9 为钢桁梁顶推到位后的现场照片。

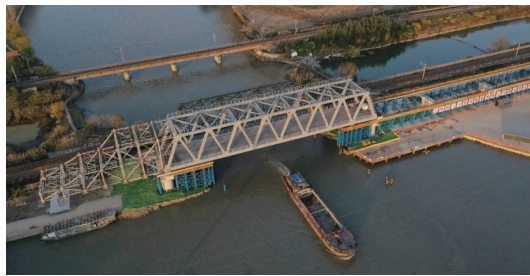


图 9 新型千斤顶

6 结 语

本文以青阳港特大桥 80 m 下承式钢桁梁跨青阳港航道顶推施工为工程背景,介绍了顶推施工技术的改进。该工程采用钢桁梁顶推方法施工,通过将钢桁梁拼装支架与桥梁下部结构相结合形成顶推施工平台。根据长行程千斤顶的工作原理,将一体化自锚式顶推装置与滑道相结合,形成自锚式的动力系统。顶推装置将千斤顶与反力架合成整体,达到千斤顶与反力架同步前进的效果,顶推过程中大大减少了作业人员数量。利用钢桁梁自身结构特点与配套设备的优点,在一个白天完成钢桁梁跨越青阳港,最大限度减少对既有航道的影响。该施工方法具备一定的普适性,可为类似工程提供一定的借鉴^[5]。

参考文献:

- [1] 赵人达,张双洋.桥梁顶推法施工研究现状及发展趋势[J].中国公路学报,2016,29(2):32-43.
- [2] 张奉春.双线铁路超大跨度连续钢桁梁多点同步顶推施工技术研究[J].铁道建筑技术,2016(4):10-14.
- [3] 李志伟.连续钢箱梁拖拉系统设计及施工[J].铁道建筑技术,2016(4):28-31,52.
- [4] 王国委.重物移运器在架设跨铁路连续钢箱梁中的应用[J].科技创新与应用,2017(6):241-242.
- [5] 李学超.繁忙干道改造上跨铁路咽喉区桥梁顶推施工技术[J].城市道桥与防洪,2021(6):199-203.

(上接第 140 页)

- storm scenarios[J].Desalination and Water Treatment,2017(86):1-8.
- [2] Lee,S.B.,et al.Comparative evaluation of runoff and water quality using HSPF and SWMM [J].Water Science & Technology A Journal of the International Association on Water Pollution Research,2010,62(6):1401-1409.
- [3] Song,J.Y.,E. Chung.A Multi-Criteria Decision Analysis System for Prioritizing Sites and Types of Low Impact Development Practices: Case of Korea[J].WATER,2017(9):2914.
- [4] 贾海峰,姚海蓉,唐颖,等.城市降雨径流控制 LID BMPs 规划方法及案例[J].水科学进展,2014(2):260-267.
- [5] 李思.排水模型和 LID 技术在海绵城市中的应用[D].北京:清华大学,

- 学,2015.
- [6] 王惠.山地城市 LID 雨洪管理技术综合效能的模糊综合评价法的研究及应用[D].重庆:重庆大学,2016.
- [7] 王婷,刁秀媚,刘俊,等.基于 SWMM 的老城区 LID 布设比例优化研究[J].南水北调与水利科技,2017,15(4):39-43,128.
- [8] 陈隐石.城市降雨径流控制 LID-BMPS 实证研究[D].苏州:苏州科技学院,2014.
- [9] 高佳玉.老城区海绵设施多目标布局优化研究[D].西安:西安理工大学,2014.
- [10] 王渲.城市降雨径流污染特征及预测模型研究[D].武汉:武汉大学,2018.