

大截面超长连续槽型梁吊索塔架辅助顶推施工技术

赵梦春¹ 郭旭龙² 王明³ 魏红桃⁴

中铁工业中铁九桥工程有限公司 江西 九江 332000

【摘要】：近年来，钢混组合梁在高速公路桥梁上的应用越来越广泛，其中，“槽型钢主梁+混凝土桥面板”的钢混组合梁逐渐成为一种主流。本文结合荥阳黄河大桥工程项目，简要介绍了大跨度超长连续槽形梁吊索塔架辅助顶推技术，其中吊索塔架辅助顶推技术已成功应用于云南保泸高速跨江桥梁，顺利解决最大跨所跨越的怒江流速大，汛期水位高，汛期时间长的问题，完成整桥顶推施工作业。

【关键词】：超长连续槽形梁；吊索塔架；辅助步履式顶推技术

DOI:10.12417/2705-0998.26.11.002

我国槽形梁的研究始于20世纪70年代末期。20世纪80年代初期，在怀柔跨京丰公路和通县跨京承线相继建造了1孔跨度为20m双线槽形梁桥和2孔跨度为24m的单线槽形梁桥。随着时间的推移，槽型梁逐渐成为城市轨道交通中高架桥的主要结构形式之一，其优点包括安全、经济、美观以及防噪等。槽型梁安装方法根据地形及跨度情况，多采用支架法进行架设。然而，针对大跨度超长连续槽形梁施工，一般采用顶推法施工。故开展大截面超长连续槽形梁吊索塔架辅助顶推施工技术研究意义重大。

1 工程概况

1.1 项目简介

荥阳黄河特大桥主桥全长3650m，上、下行分幅设计，桥面宽度16.6m，桥梁孔跨布置为 $6 \times (6 \times 100\text{m}) + (6 \times 100\text{m} + 1 \times 50\text{m})$ ，全桥共分七联。上部结构主梁采用钢混组合梁，下部结构桥墩采用花瓶墩，基础采用承台桩基础。



图1 荥阳黄河大桥效果图

钢主梁为开口槽型梁，梁中心线处高4.72m，钢主梁顶宽9.7m，底宽6.5m，腹板倾斜设置，倾角约为 69° ，节段长度主要为10m和8m。钢梁普通节段横隔板均采用桁架式空腹横隔板，每4m设置一道，支座横隔板采用实腹式横隔板，两道横隔板之间设置一道横肋，本桥左、右幅均设置2%单向横坡。

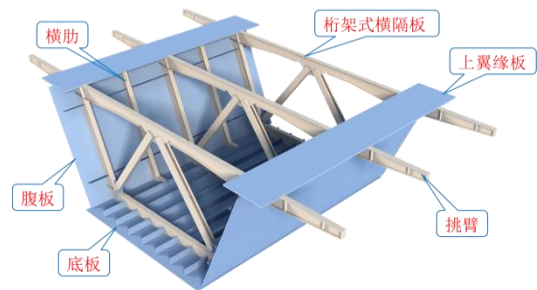


图2 钢箱梁典型横断面布置图

1.2 工程重难点

- (1) 桥型结构弱。整体结构为开口槽型梁，无面板，结构强度弱，施工难度大。
- (2) 顶推跨度大。钢桥顶推最大跨度为100米，钢梁悬臂长，钢梁整跨顶推难度大。
- (3) 连续顶推长度大。连续顶推长度1256m。顶推设备需求多，设备同步性要求高。
- (4) 顶推受力情况复杂。顶推就位后分联处支点承受较大负弯矩，板件内存在较大应力，不宜直接切割，需根据顶推受力情况合理切割分段。

2 钢桥安装总体施工方案

充分考虑桥梁结构特点、道路运输、施工场地布置等因素，为满足安全、工期、技术、经济等方面的要求，总体方案采用“吊索塔架辅助顶推法”施工，在大里程侧设置拼装平台进行钢梁整体拼装，并由170#桥墩向157#桥墩整体向下0.88%斜度顶推。



图3 钢梁顶推施工实景图

3 钢桥安装施工关键技术

3.1 大截面开口槽型梁自动化拼装快速调整对位技术

在钢桥拼装区域设置一种可调节支撑高度的临时胎架。钢梁拼装时,先将底板单元布置在胎架上,然后安装两侧腹板单元,并通过胎架调整措施快速调整腹板位置,实现快速对位,最后安装内部隔板单元。该技术提高了现场钢梁拼装效率,加快了现场整体施工进度

在整个拼装区域共布置 107m 拼装胎架,胎架主肢立柱间距为 4m,主要受力支柱下方采用加厚扩大基础。后方区域胎架高度逐渐提高,与钢桥整体线形保持一致。



图 4 槽型梁自动对位拼装胎架示意图

3.2 大跨度超长连续槽形梁吊索塔架辅助步履式顶推技术

荥阳黄河大桥钢梁横断面为开口槽形梁,开口尺寸达 9.7m,顶推重量达 20000t,连续顶推长度达 1250m,最大顶推跨度达 100m,其顶推重量、连续顶推长度、最大顶推跨度均为目前同类型桥梁世界第一,施工难度很大。故研究大跨度超长连续槽形梁吊索塔架辅助步履式顶推施工技术,通过将吊索塔架与主梁组成整体,再整体顶推施工的方法,可大幅提升主梁的纵向刚度,提高顶推跨越能力。同时通过调整吊索塔架索力有效控制顶推过程中大截面开口槽型梁应力及变形,确保顶推施工的安全性。



图 5 吊索塔架辅助顶推施工技术图

3.3 多台步履式顶推设备同步顶推、自动纠偏技术

荥阳黄河大桥全长 3650m,其中 1250m 需作为整体进行顶

推,最多时同时采用 32 组步履式顶推设备同时工作,连续顶推距离达 1350m。故通过优化顶推设备调节措施,减少人工操作,提高智能化操作水准,实现多台顶推设备同步工作,并根据顶推过程中顶推设备的实时监控及偏移后自动警报纠偏技术,实现钢梁 1256m 超长距离、多台步履式设备共同作业工况下的连续顶推施工作业。



图 6 多台步履式顶推设备同步施工图

3.4 钢桥顶推施工全过程模拟

钢桥拼装、顶推采用 MIDAS 软件进行整体有限元建模分析。施加荷载主要为自重荷载、风荷载及施工活载。计算主要分为三个阶段,一是钢桥拼装阶段,二是吊索塔架加载阶段,三是整桥顶推阶段。建模分析时模拟了每一段主桥钢梁及吊索塔架加载后的顶推施工工况,对整体顶推关键工况逐步进行模拟计算。



图 7 钢桥顶推典型工况示意图

根据建模计算分析可知,拼装、顶推过程中,钢桥最大应力为 151.6Mpa,最大位移为 581mm,最大反力为 1285.2t,均满足要求。

4 现场施工成效

荥阳黄河桥在岸侧施工时采用大截面开口槽型梁自动化拼装快速调整对位技术,确保钢梁拼装线形及拼装效率。在顶推施工过程中,通过大跨度超长连续槽形梁吊索塔架辅助顶推技术确保顶推过程中钢梁强度充足。同时通过多台步履式顶推设备同步顶推、自动纠偏技术保证在钢梁顶推过程中桥梁结构整体符合设计要求,横向偏移控制在 10mm 以内。

施工前对钢梁全过程进行了模拟计算分析,将运算结果应用于现场施工,在整桥顶推过程中未出现应力集中、位移过大或偏移等情况,顶推过程十分顺利。



图8 现场顶推示意图

5 结论

本施工技术已成功应用于蒙阳黄河大桥顶推施工,研究了大截面开口槽形梁吊索塔架辅助顶推关键施工技术,为大截面开口槽形梁大跨度整体顶推施工提供施工方案,具有良好的经济效益和社会效益,也可应用于其他大跨度大截面开口槽形梁施工,对我国桥梁建造技术的进一步发展具有良好的促进作用。

参考文献:

- [1] 中国铁路总公司.Q/CR 9652-2017 客货共线铁路桥涵工程施工技术规程[S].北京:中国铁道出版社,2017.
- [2] 中国工程标准化协会.GB 50017-2017 钢结构设计标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2017.
- [3] 孙训方.材料力学[M].北京:高等教育出版社,2008.
- [4] 李廉锴.结构力学[M].北京:高等教育出版社,2004.
- [5] 王建华,张永红跨江钢混组合连续梁索塔辅助顶推施工关键技术实例研究.公路交通科技(应用技术版),2018-02-15.