

钢桁架梁步履式顶推施工过程中的技术分析

黄永志

(柳州欧维姆工程有限公司 广西 柳州 545005)

摘要: 本文对钢桁架梁步履式顶推施工过程在临时结构、设备布置、顶推施工及步骤研究分析。实际应用证明, 各个阶段的控制是行之有效的。

关键词: 步履式顶推; 钢桁梁; 设备; 布置; 临时结构

0 引言

随着公路桥梁建设的不断深入发展, 钢桁架梁在公路桥梁以及跨黄河桥中得到逐步应用并向全球推广, 对提高公路桥梁建设的工程质量发挥更大的作用。为此, 严格控制钢桁架梁的施工技术要点尤为重要, 有利于提高施工质量与效率。

1 工程概况

陕西合铜高速公路 TJ-6 标水苏沟大桥位于陕西省渭南市白水县境内, 大桥跨越水苏沟, 沟宽约 500m, 最大高差超过 80m。水苏沟大桥桥梁全长 697m, 最大墩高 82m (含盖梁高度 2.4m), 水苏沟大桥上部结构采用 2- (3×30) m 预应力简支箱梁 +3×80m 钢桁-混凝土组合梁 +3- (3×30) m 预应力简支箱梁, 主桥为 3×80m 钢桁-混凝土组合梁, 下部结构为柱式墩、空心墩、柱式台、桩基础, 主桥为空心墩, 如图 1 所示。桥梁设计荷载为公路 I 级, 桥梁左右分离式布置, 单幅桥面行车道板宽 12.25 ~ 12.75m。

主梁采用上承式 Q420qDNH 双拼桁架组合梁, 下部钢桁梁采用三角形无竖杆桁架结构, 桥面采用预制桥面板, 现浇湿接缝。主梁高 7.9m, 节间长度 8m, 钢

主桁标准间距 6.7m。混凝土行车道板和主梁采用集束式焊钉连接, 弦杆与行车道板用钢-砼粘结胶连接; 主梁间采用平联加强横向联系, 纵向间距 8m; 墩顶支点位置添加 X 撑, 如图 2 所示。

2 步履顶推设备主体结构

步履式顶推系统主要由 600t 步履顶推装置、液



图 1 主桥布置图

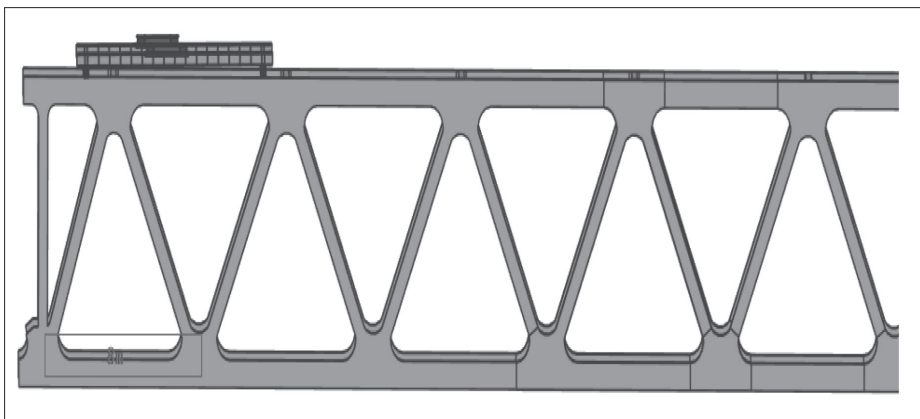


图 2 主钢桁架结构示意图

压泵站、液压控制系统三大部分构成完整的步履式顶推系统。该系统常用于桥梁的无损顶推。系统采用 1 台泵驱动 2 台步履式顶推装置, 速度约 1.5m/h, 同步精度可达 $\pm 2\text{mm}$ 。系统配置压力传感器、位移传感器用来检测每个支撑点的受力及位移情况。BLJ6000 步履式顶推装置由 1 台 30t 长行程顶推千斤顶、2 台 300t 竖向千斤顶和一台 20t 纠偏千斤顶组成。采用 1 台 XBLB5.2 $\times$ 2 液压泵站进行驱动 2 台步履式顶推装置的方式, 整套系统采用 1 套控制系统进行网络式组网控制方式, 形成 1 控 4 泵 8 顶的配置^[1], 如图 3 所示。

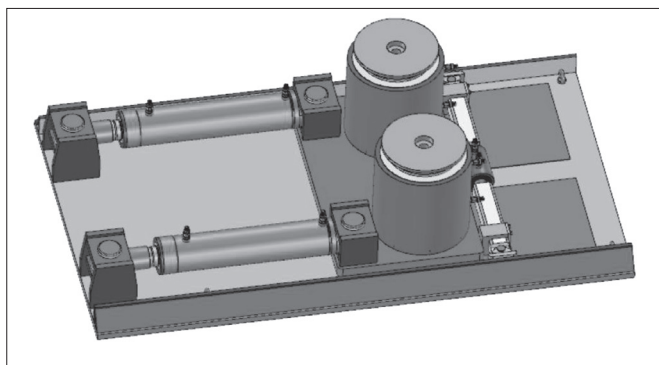


图 3 步履顶推构造图

3 顶推施工难点

(1) 钢桁梁顶推最大悬臂长度 80m, 最大顶推质量达 1260t, 顶推施工距离 320m, 钢桁梁多点同步顶推施工难度大。

(2) 主桁为两片桁结构, 受桥面 2% 的横坡影响, 左右桁架不等高, 顶推节间长度达 8m, 墩身纵向长度 4m, 墩旁托架及滑移体系设计是本工程的重点和

难点。

(3) 本桥最大墩高 82m, 顶推过程中对墩身产生较大的弯矩, 减小对墩身的影响是顶推设计关键内容之一。

(4) 气象条件复杂, 顶推施工质量控制难度大。

(5) 落梁高度达 2m 多, 多点同步性要求高, 施工难度大。

4 顶推施工方案

水苏沟大桥 3 $\times$ 80 钢混组合梁施工采用步履式顶推施工方法, 顶推跨度 80m, 钢导梁长度 48m, 由大里程向小里程推进, 完成一幅顶推施工后进行下一幅的施工。在大里程侧 11# ~ 14# 墩之间的空地上搭设 52m 钢梁拼装平台, 并安装 1 台龙门吊; 在 10# 墩处搭设一个临时墩并安装水平连续千斤顶; 在 6# ~ 9# 墩上安装步履式顶推系统^[2]。

4.1 拼装平台滑道设备布置

拼装平台滑道设置在 11# 墩大里程侧 9m 位置, 长度 52m, 其中钢滑道 40m, 砼滑道 12m。拼装平台处顶推滑块到达其滑道前端时, 为了便于滑块替换, 需要设置放坡段滑道梁。在滑道前方, 水平顶推反力座后侧设计横向滑道, 以便滑块退出工作后顺利从侧面倒换, 如图 4 所示。滑块到达滑道前方时, 滑进横向滑道, 滑块将逐渐不受力, 最终脱离钢梁。用工具把滑块移到滑道后方, 准备下次拼装钢桁梁使用。

4.2 临时墩设备布置

临时墩顶推系统采用拖拉式, 在每条滑道两侧各布置 1 台 20t 水平连续千斤顶, 后锚点位于拼装平台

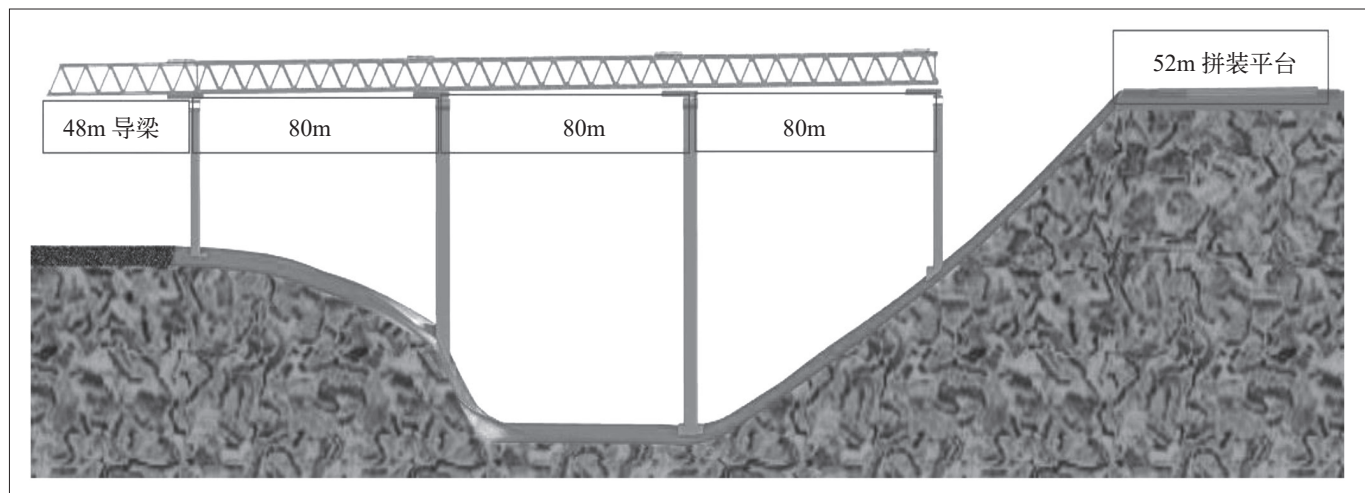


图 4 顶推布置图

前端下桁梁处。水平连续千斤顶设置在滑道梁的前端，竖向顶升千斤顶放置在滑道梁的后端。当滑块行进至滑道梁前端时，停止顶推，竖向千斤顶顶升使滑块脱空，将滑块移至滑道梁后端进行下一次顶推，如图 5 所示。

4.3 永久墩设备布置

在 6# ~ 9# 墩墩顶各布置一套步履式顶推系统，每条下弦杆节点处各布置一台步履设备、两台竖向千斤顶。操作平台在用槽钢焊接支架，与墩身预埋板焊接固定的平台上，步履设备放置在墩柱中心垫石上，竖向千斤顶位于支撑立柱和钢垫梁之间，钢垫梁与主梁下弦杆通过拉杆锁定，反力座焊接在墩顶预埋钢板上，如图 6 所示。

钢导梁未到达 9# 墩之前，钢桁梁的整体重心在支架平台上，钢桁梁支点分散，顶推施工的顶推力集中在一个点，可能导致顶推点的支点摩擦力不足，

必须设置拉锚器固定在钢桁梁上，确保钢桁梁的顺利顶推。

4.4 拉锚器设置

拉锚器设置在导梁的最前方，拉锚器采用钢板焊接制作，与导梁焊接。水平连续千斤顶安装在临时墩前方，拉锚器与千斤顶采用钢绞线连接。随着钢桁梁的拼装，质量逐渐增加，顶推力随之增加。当临时墩千斤顶受力较大时，在拼装平台滑道前方增加顶推千斤顶。

4.5 钢垫梁

钢垫梁采用钢箱型结构，采用钢板加工制作，材质采用 Q345B 钢材，顶板、底板均采用 30mm 钢板，腹板采用 20mm 钢板，最大承载能力设计为 350t。垫梁长度 11.6m，在垫梁上用螺栓连接两个垫块，垫块间距 9.6m，用于支撑钢桁梁。在垫梁的两端各设置 2 个固定螺栓孔，用于钢桁梁与垫梁的固定^[3]，如图 7 所示。

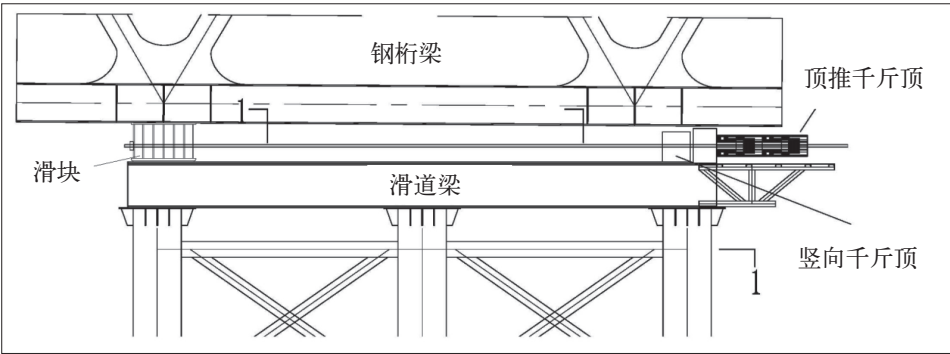


图 5 临时墩设备布置图

5 钢桁架梁顶推施工步骤

顶推施工步骤如下：

(1) 在 11# ~ 14# 墩之间搭设 52m 钢桁梁拼装平台；在 10# 墩处搭设临时墩并安装水平连续千斤顶；在 6# ~ 9# 墩墩顶安装步履式顶推系统。在

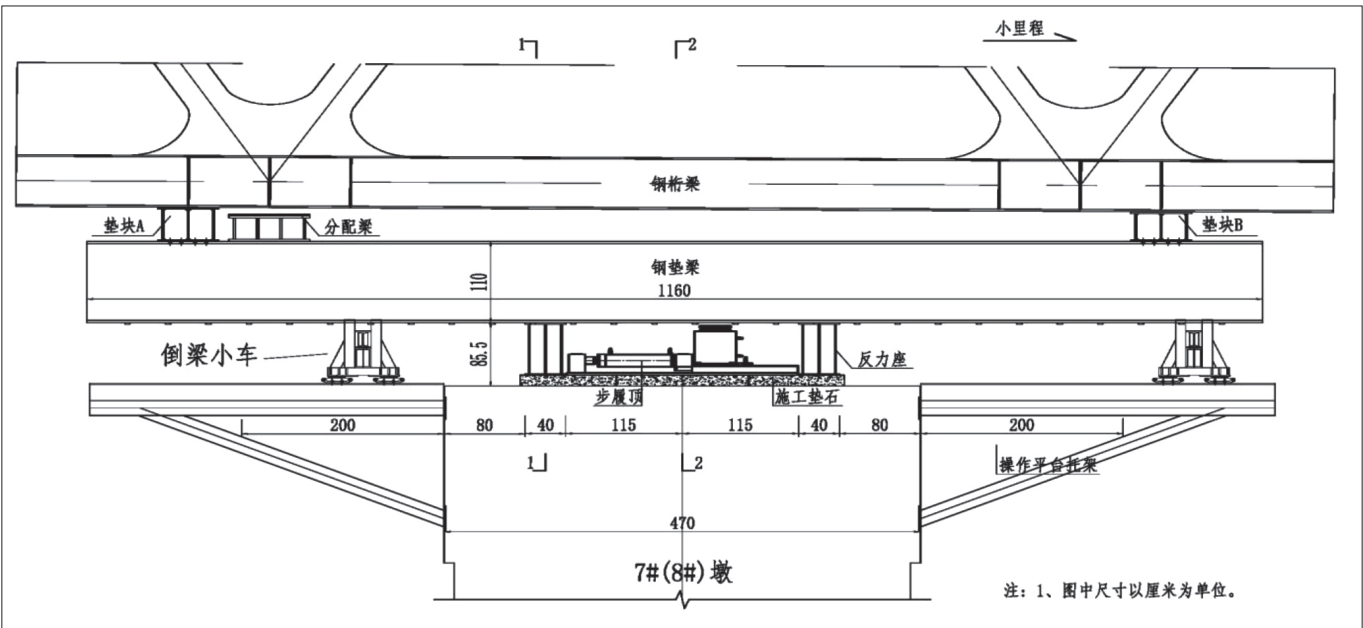


图 6 永久墩设备布置图

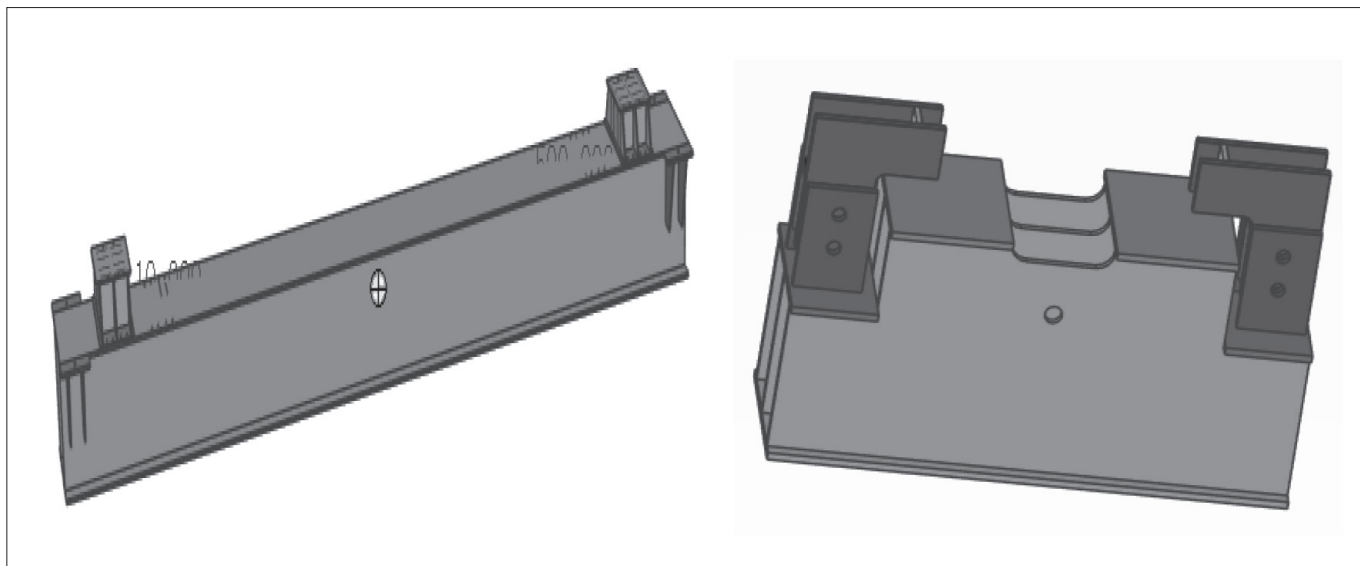


图 7 钢垫梁结构图

拼装平台上拼装 48m 钢导梁。

(2) 向小里程方向顶推 16m。抗倾覆安全系数 $K=4.0$ 。

(3) 在拼装平台上拼装 16m 主梁，累计拼装主梁 16m。

(4) 向小里程方向顶推 48m。抗倾覆安全系数 $K=2.2$ 。

(5) 在拼装平台上拼装 16m 主梁。

(6) 向小里程方向顶推 8m，使导梁到达主墩竖向千斤顶起顶点上。

(7) 安装钢垫梁。用导梁顶上的提升千斤顶把钢垫梁提升至导梁底部，平移至墩边，再用 4 台 10t 葫芦将钢垫梁提升，使千斤顶的荷载完全转移至葫芦。再用 5t 葫芦牵引到墩上。在钢垫梁安装时，在拼装平台上拼装 8m 主梁。

(8) 向小里程方向顶推 8m。

(9) 在拼装平台上拼装 8m 主梁；向小里程方向顶推 8m。重复此过程至导梁到达 6# 墩。

(10) 拼装 8m 主梁同时拆除 8m 导梁，然后继续顶推 8m。重复此过程至导梁拆除完成。

(11) 拆除顶推系统；落梁。

6 拼装平台顶推施工

拼装平台的滑道是通长滑道，顶推导梁时，在同一纵向滑道上同时均布置多个滑块，单个滑块摩擦力较小。为了保证顶推过程中拉锚器所在滑块不打滑以及避免其他滑块不跟进等现象，将同一纵向滑

道上的多个滑块的两侧用两根螺纹钢相互串联固定。

6.1 临时墩、主墩节点推顶

临时墩滑块放置在钢桁梁节点中心，水平千斤顶顶推滑块将钢桁梁顶推一个节间。滑道梁后端的竖向顶升千斤顶起顶，使滑块与钢桁梁分离。把滑块向后移动，置于后一个节点中心上。预紧钢绞线后可以继续顶推。具体执行步骤如下：

(1) 钢垫梁与钢桁梁下弦杆通过拉杆临时锁定并支撑在反力座上；步履千斤顶通过顶起钢垫梁带动钢桁梁向前移动。

(2) 步履水平千斤顶将钢桁梁向前顶推一个节间；解除钢垫梁与钢桁梁下弦杆的临时锁定；竖向千斤顶通过分配梁顶升钢桁梁，钢垫梁与钢桁梁脱离，倒梁小车顶起钢垫梁。

(3) 用卷扬机把钢垫梁向后移动（第 1 次），小车走到限位时，把钢垫梁落在反力座上。

(4) 将两小车向前移，顶起钢垫梁。

(5) 用卷扬机把钢垫梁向后移动（第 2 次），小车走到限位时，把钢垫梁落在反力座上。

(6) 将两小车向顶推方向移，后小车移到限位处，前小车移到钢垫梁端头处，顶起钢垫梁。

(7) 用卷扬机把钢垫梁向后移动（第 3 次），后小车走到限位时，把钢垫梁落在反力座上。

(8) 将两小车向顶推方向移，后小车到钢垫梁长边中心向后侧指定位置，前小车移到钢垫梁延长架处，顶起钢垫梁。7#、8# 墩为钢垫梁长边中心向后

（下转第 120 页）

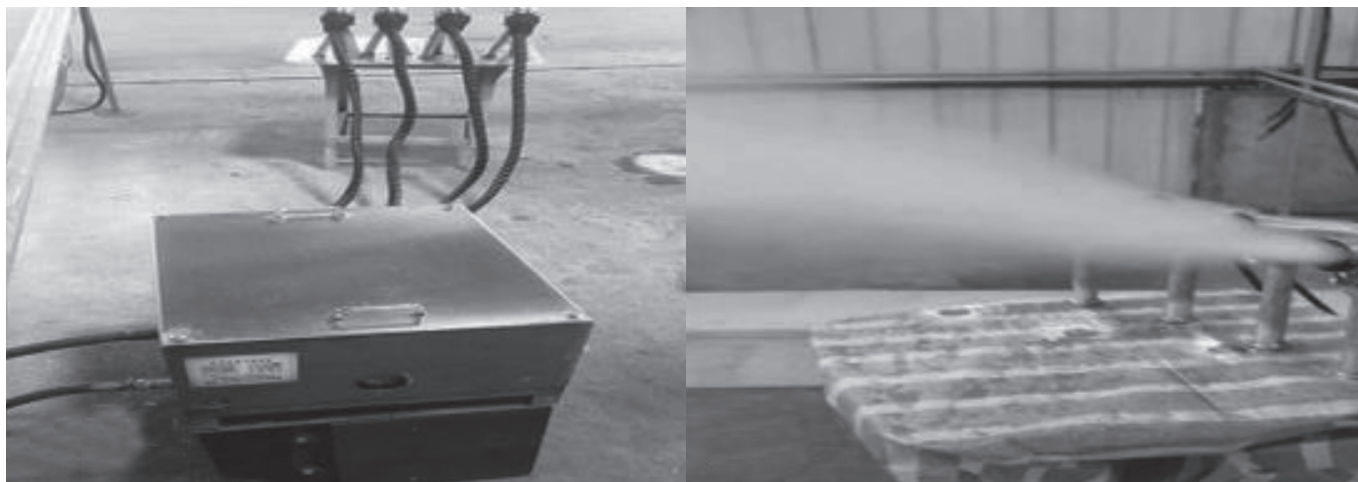


图 5 矿用掘进机机载飞雾装置图

参考文献:

- [1] 张国枢. 通风安全学 [M]. 3 版. 北京: 中国矿业大学出版社, 2021.
- [2] 李崇山. 煤矿通风安全技术与管理 [M]. 北京: 中国矿业大学出版社, 1995.

作者简介: 杨端庆 (1978.05-), 男, 汉族, 山东济宁人, 本科,

工程师, 研究方向: 近水平和大倾角综合机械化及智能化采煤、机械化掘进、矿井通风的优化升级、综合防尘、应急管理; 王培亮 (1973.11-), 男, 汉族, 山东临沂人, 大专, 助理工程师, 研究方向: 大倾角综合机械化和智能化采煤、矿井通风的优化升级、综合防尘、矿井火灾防治; 周强 (1979.08-), 男, 汉族, 山东泰安人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 大倾角综合机械化和智能化采煤、机械化掘进、矿井通风的优化升级、综合防尘。

(上接第 115 页)

1m 位置; 6#、9# 墩为钢垫梁长边中心向后 0.4m 位置。

(9) 用卷扬机把钢垫梁向后移动 (第 4 次), 垫块 B 通过钢梁下弦底板的钢板 B 后, 把钢垫梁落在反力座上。钢垫梁向后拖动一个节间 (8m)。

(10) 竖向千斤顶回程, 钢垫梁与钢桁梁接触; 钢垫梁与钢桁梁下弦杆通过拉杆临时锁定; 步履千斤顶将钢桁梁继续向前顶推一个节间。

6.2 纠偏布置

拼装平台纠偏主要在梁尾部。用 5t 葫芦将钢桁梁纠正, 使钢桁梁达到拼装要求。临时墩同样用 5t 葫芦将钢桁梁纠正, 钢桁梁的偏移量不超出偏离要求主墩纠偏千斤顶位于步履设备上, 根据工区测量钢桁梁偏移结果, 在顶推过程中纠偏。

7 结语

本文依托工程实例对大跨度钢桁架梁顶推施工过

程中对设备布置及临时措施结构以及对每个顶推施工步骤的注意事项作了深入分析。实践证明, 此方法在各个阶段的控制是行之有效的, 对同类钢桁架梁顶推施工具有一定的参考意义。

参考文献:

- [1] 黄庆玲, 邱学良, 曹卫军. 桥梁顶推施工专项技术手册 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2015.
- [2] 中华人民共和国交通部. 公路工程技术标准: JTJ 001-97 [S]. 北京: 人民交通出版社, 1997.
- [3] 中华人民共和国交通部. 公路桥涵设计通用规范: JTJ 021-89 [S]. 北京: 人民交通出版社, 1989.

作者简介: 黄永志 (1987.09-), 男, 壮族, 广西来宾人, 本科, 工程师, 研究方向: 桥梁施工。