全焊接桁架式梁拱组合体系主桁试拼装施工技术

文 / 周　锐　安徽省高等级公路工程监理有限公司

摘　要：引江济淮淠河总干渠钢渡槽工程为三跨桁架式梁拱组合体系，其结构形式上桁下拱、上开下合，钢渡槽整体为槽桁结合，U型水槽设置于桁架非支间。主桁采用整体焊接式桁片结构，单个安装节间主桁由上、下弦杆、直腹杆、斜腹杆组成，为验证制造工艺和精度并形成大型吊装单元，对钢渡槽全部主桁杆件进行平面试拼装，验证杆件加工精度能否满足设计及验收标准。

关键词：引江济淮；钢渡槽；桁架；试拼装；全焊结构

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.13.025

引言

20 世纪 50 年代后，在公路桥梁蓬勃发展的背景下，出现了现代钢桥，钢桥设计理论和施工工艺得到了极大的发展，特别是近二十年来随着我国综合国力的不断增强和钢材产量的大幅提高，钢结构桥梁在大跨度及结构复杂桥梁中应用越来越多。钢渡槽采用全焊接，结构复杂，其总用钢量高达 2 万吨，足以承受 4 万吨重的水流冲击，这座渡槽还能通行 100 吨级的船舶，堪称世界上承重最大的钢桥桥梁，该钢渡槽建成为后续同类全焊接式钢桁梁工程积累了一定的设计与施工经验。

一、工程概况

引江济淮淠河总干渠渡槽工程位于沟通段内桩号 K46+520 处，与江淮沟通渠道立交，新建淠河总干渠渡槽采用截弯取直的方式，布置于原淠河总干渠河道的左岸北侧。本项目钢渡槽工程设计跨度目前位居世界第一。

渡槽钢结构跨径布置为（68+110+68）m，两侧各设置 52.0m 长混凝土槽型梁渡槽过渡段，渡槽全长 350m。钢结构渡槽横向采用分幅布置，两幅间净距为 10m，全宽 58.0m。单幅横向设置两片拱式主桁，渡槽的水槽放置于两片主桁之间。水槽底板采用不锈钢复合钢板。拱弦位置平面内设置平联，每个节间均设横联。单幅渡槽横向净宽为 16m，全宽 24m。主要材质为 Q345qD、Q420qD、316L+Q345qD，总用钢量约 2.1 万吨。

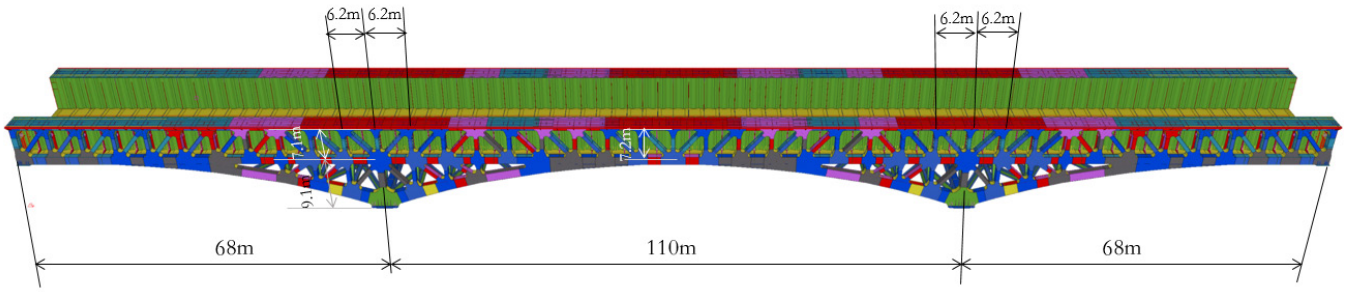

图 1-1 单幅钢渡槽结构图

二、试拼装节段划分

钢渡槽由外侧桁架和内侧水槽组成，其中外侧桁架可分为：主桁、横梁和连接系，内侧水槽可分为侧壁和底板。根据运输条件、钢梁安装方案以及总体施工部署，对渡槽主桁架钢梁进行分段制造，运输至在临时加工厂对主桁杆件进行试拼装，弦杆与腹杆焊接形成吊装单元，减小高空焊接作业量。

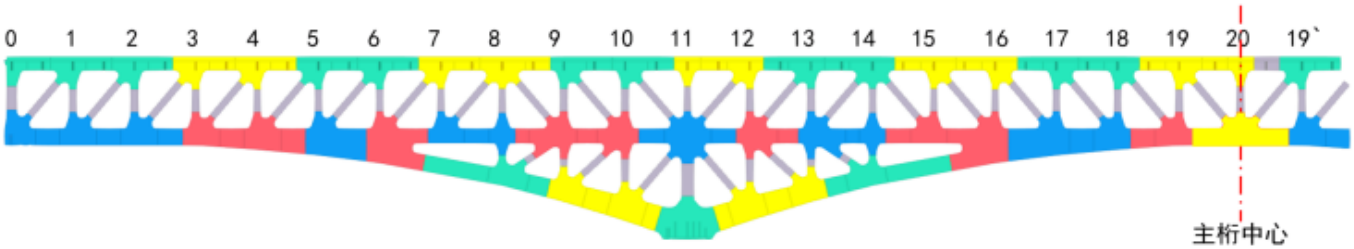

图 2-1 1/2 主桁制造节段划分

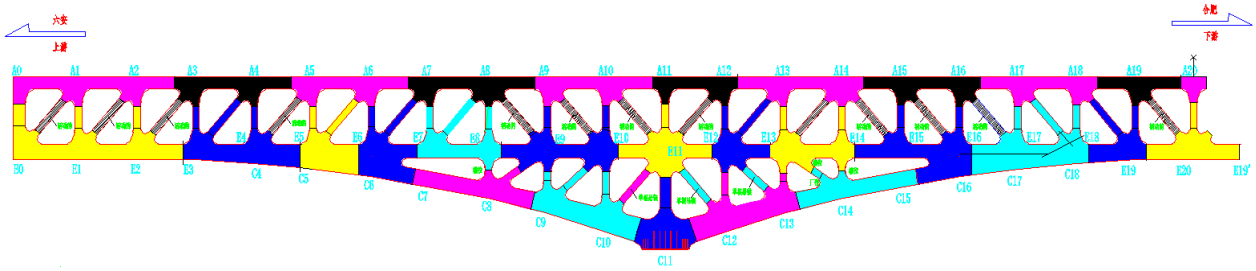

图 2-2 1/2 主桁吊装节段划分

三、试拼装特点和难点分析

（1）参照《铁路钢桥制造规范》（TB10212-2019）中对钢桁梁连续匹配试拼装的相关规定，同时本桥为全焊接结构，对箱口错边量要求较高，错边量≤ 1.5mm，单根杆件制造存在一定偏差，因此在杆件定位要求较高，对杆件精确定位提出了很高的要求。

（2）钢渡槽主桁采用多节点、大节段工厂整体制造，单根杆件需匹配的箱口尺寸较多，如 E9-10 下弦杆有 10 个对接箱口与之匹配，试拼装匹配关系复杂，难度大。

四、试拼装技术要求及工艺流程

（一）试拼装质量要求

钢渡槽主桁试拼装中，各检查项目的质量标准如下表 1 所示。

表 1 主桁试拼装的主要尺寸允许偏差（mm）

项目	允许偏差（mm）	说明
试装全长	±5（全长）	L ≤ 50000
	±L/10000（节段长）	L ＞ 50000
主桁中心距	±3.0	可量两侧主桁外侧距离
桁高	±5	上下弦中心距离
节间长度	±2	—
拱度	+10 +5f/1000	与计算预拱度相比
对角线差	±3.0	每个节间
箱口错边量	1.5mm	

（二）试拼装工艺流程

钢渡槽主桁杆件进行平面试拼装，按照设计预拱度进行试拼装测量放线，确保整体线形后按线形进行杆件摆放。采用“1+1 模式”，每轮试拼装结束后，留 1 吊装节段作为母段，用于下轮次杆件试拼装匹配，依次循环往复进行。

临时加工厂进行 1、2 吊装单元试拼装，同时拼装 3、4 吊装单元，线形验收合格后焊接腹杆与下弦形成吊装单元。焊接并验收合格后，拆除 1、2 节段转入槽位吊装，剩下 3、4 节段作为母段进行 5、7 节段的拼装。

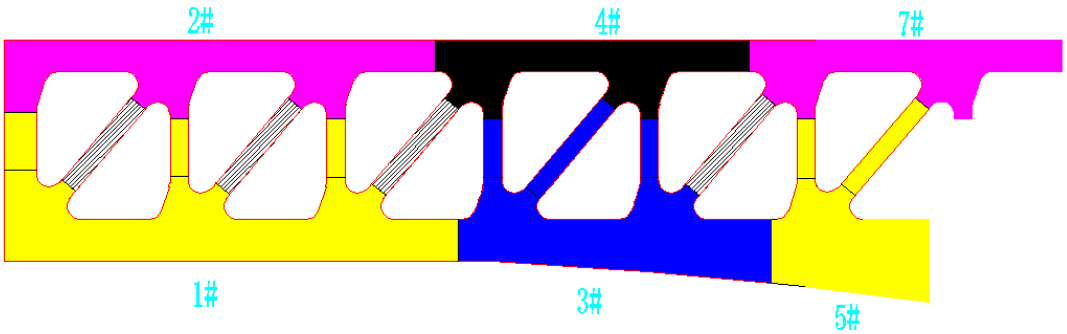

图 3 吊装单元试拼装

五、试拼装主要内容

（一）测量放线

根据钢渡槽设计拱度、纵横基准线，进行临时加工厂试拼装地线放样。在水平地面上画出试拼装“十”字基准线，即试拼装主桁纵横基准线，并以纵横线为基准设置试拼装定位点（以杆件两端系统线为定位点）。

（二）胎架摆放

胎架按照杆件重心位置对称放置，胎架按照胎架布置图摆放。上弦杆支撑胎架摆放时注意腹板加劲肋与胎架干涉。胎架摆放后对胎架标高进行测量，采用不同板厚的薄钢板组合进行对胎架进行调平，并用膨胀螺栓固定。

（三）杆件试拼装

以上弦 0-2 节间为例，杆件按照“上弦杆—下弦杆—腹杆”的顺序进行摆放。

1. 上弦杆定位：根据地面上画出试拼装“十”字基准线，确定杆件纵向两端及腹杆对接箱口处定位参考线，进行上弦杆摆放。

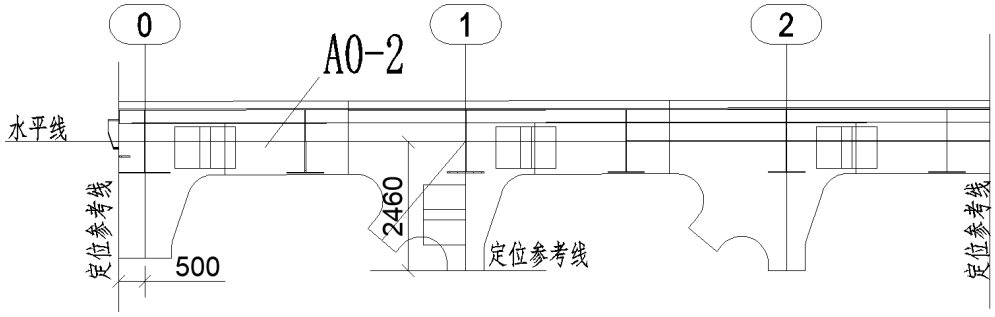

图 4 上弦杆定位示意图

2．下弦杆定位：根据地面上画出试拼装“十”字基准线，确定杆件纵向两端及腹杆对接箱口处定位参考线，进行下弦杆摆放。

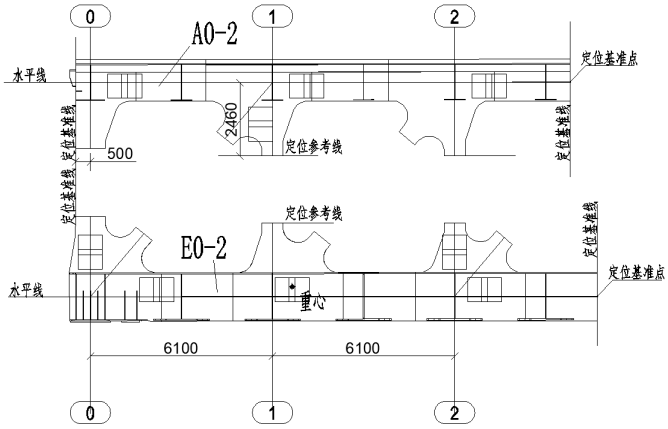

图 5 下弦杆定位示意图

3．弦杆精确定位：根据弦杆定位基准点与基准线进行杆件位置调整，上下弦杆横向对齐，纵向桁高一致，主桁中心线在同一标高。

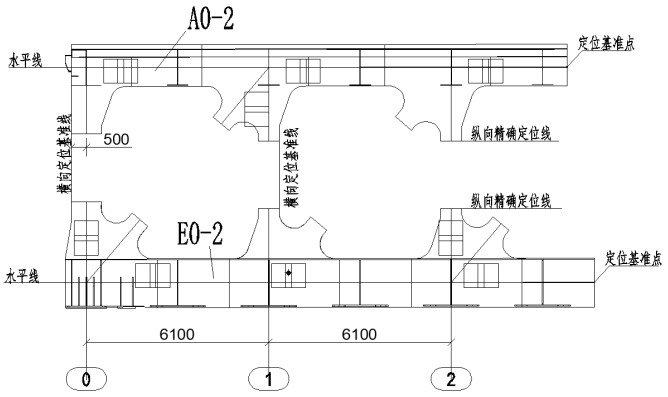

图 6 弦杆精确定位示意图

4．腹杆定位：单件腹杆定位以其与上下弦杆对接箱口边线为基准进行调整，确保箱口无错边。

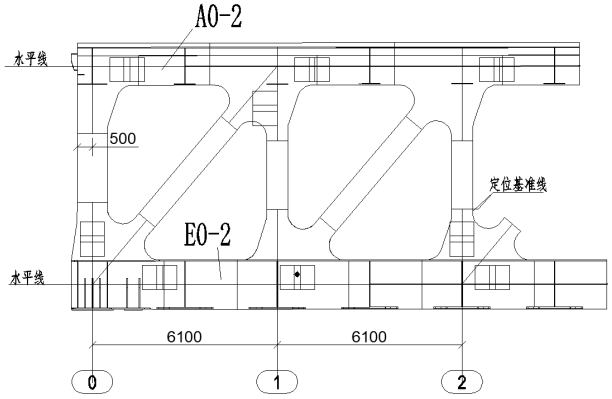

图 7 腹杆定位示意图

5．杆件微调方法：杆件微调采用三向千斤顶，主顶为 50 吨，如图 9 所示。单根杆件调整设置 2 台，靠近支撑胎架位置关于杆件重心对称布置。对主桁中心线标高调整，采用不同板厚钢板组合以最高点为基准，确保主桁中心线在同一水平面。

（四）试拼装验收

杆件定位成后，根据在主桁结构图纸，对试拼装全长、桁高、节间长度、拱度、主桁中心距等项目进行测量，并记录数据和理论尺寸进行比对，检测各杆件间箱口处有无相互干涉抵触的情况，有无错台错边现象，若发现问题应及时进行矫正。

结语

引江济淮钢渡槽试拼装各项检测数据显示，桁架整体焊接节点的设计及制造方案可行、工艺合理、试拼装胎架、调整工装设计功能完备。为槽位架设起到重要指导作用，该试拼装工艺保证了槽位安装质量、安装精度、减小安全风险、节省经济成本，为今后同类全焊接式钢桁梁工程积累了一定的施工经验。

参考文献

[1]TB10212-2019. 铁路钢桥制造规范 [S].

[2]JTG/T 3650-2020. 公路桥涵施工技术规范 [S].

[3]GB 50755-2012. 钢结构工程施工规范 [S].

[4] 中铁九桥工程有限公司 公路桥梁施工系列手册－桥梁钢结构 [M].

[5] 邵天吉、余本俊．铜陵公铁两用长江大桥桁片式钢桁梁立体试拼装工艺 [J]. 世界桥梁，2014(42):31-35.

[6] 安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司 钢结构渡槽施工图设计 [Z]. 合肥．2019.