

横向深水梳式滑道井字梁及轨道安装技术

张玉龙, 唐如蜜, 谭永安

(中交二航局第一工程有限公司, 湖北 武汉 430012)

摘要: 武船滑道项目井字梁及轨道安装区域处于长江主航道一侧, 水深流急, 水下轨道安装精度要求高, 安装工期压力大。介绍井字梁预制、井字梁预拼装、水下井字梁安装等工序中施工与过程测量控制相结合的技术, 为今后类似梳式滑道工程提供借鉴。

关键词: 深水梳式滑道; 预拼装; 井字梁安装

中图分类号: U 655.4

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2015)08-0144-04

Beam & girder and rail mounting technology for deep transverse comb slideway

ZHANG Yu-long, TANG Ru-mi, TAN Yong-an

(The First Construction Company of CCCC Second Harbor Engineering Co., Ltd., Wuhan 430012, China)

Abstract: The beam & girder and track installation works of Wuchuan slipway project is just on the main stream side of the Yangtze River where the water is deep and swift. According to the characteristics mentioned above, and due to the difficulties of high accuracy requirement of underwater track installation as well as the tight time limit, we combine the construction and measurement in the process of grillage beam prefabrication, assembly and installation, to provide reference for similar comb type slipway engineering.

Keywords: deep-water comb-type slipway; pre-assembly; installation of beam & girder

1 工程概况

工程位于武汉市阳逻经济开发区双柳镇长江左岸, 主要包括横向下水滑道、主拉和倒拉地牛基础等, 其中横向梳式水下滑道长约 186.2 m (垂直于轨道下水方向)、宽 196.2 m (顺轨道下水方向)、轨道长 195.2 m。共设置 32 组轨道, 滑道坡度为 1:8, 滑道顶部轨道顶高程 22.30 m, 滑道末端轨道顶高程 -2.10 m。本期共计 154 榀滑道井字梁, 钢轨在陆上安装于滑道井字梁顶部后, 与滑道井字梁一起吊运下水安装, 井字梁节段水下安装的最大水深 28.87 m。横向 32 组梳式滑道三维效果见图 1。

流速度大, 最大水流速 2.9 m/s (汛期), 最小水流速 1.6 m/s (枯水期)。对起重船、测量定位架的稳定性产生一定影响, 安装难度大。

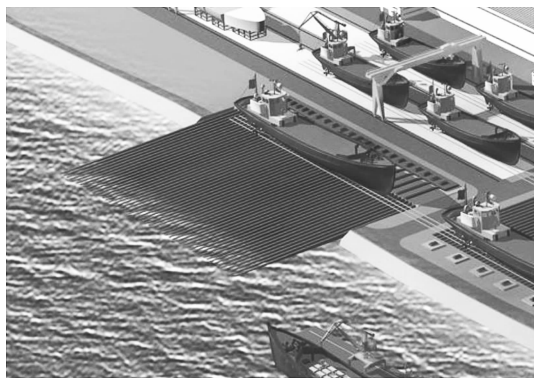


图 1 梳式滑道三维效果

2 施工难点

2.1 自然条件不利

安装区域处于长江航道主航道侧, 水深、水

2.2 滑道井字梁上轨道安装精度要求高

2 根轨道轨距误差绝对值 < 3 mm, 与轨道轴

收稿日期: 2015-05-28

作者简介: 张玉龙 (1970—), 男, 工程师, 从事测量技术与管理工作。

线误差 < 3 mm; 钢轨轨顶高程误差绝对值 < 3 mm; 钢轨轨顶面高低差 < 3 mm; 钢轨接头轨顶面高低差 < 1 mm; 钢轨接头轨侧错位差 < 1 mm。

2.3 安装工程量大、工期紧

工程水下安装井字梁数量共 154 榀, 正式安装时间仅 3 个月。根据常规方式安装, 单艘起重船每日最多安装 1 榀, 工期相当紧张。为了提高工效、确保工期、避开长江高水位影响, 安装测量定位控制是关键, 对测量定位技术的要求相应提高。

3 测量控制

为满足水下钢轨安装的高精度要求, 必须从井字梁预制及预拼装、井字梁安装等关键环节着手, 严格进行控制, 尤其是测量控制。施工测量控制流程见图 2^[1]。

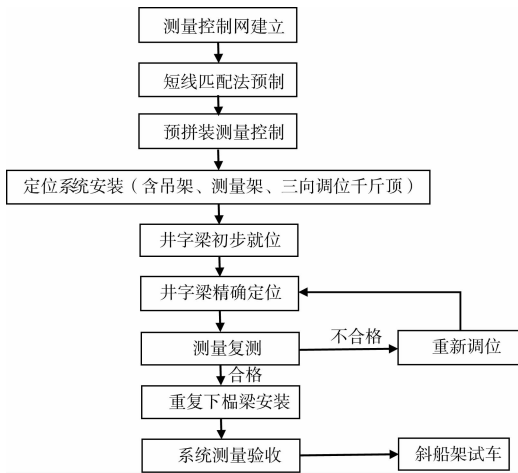
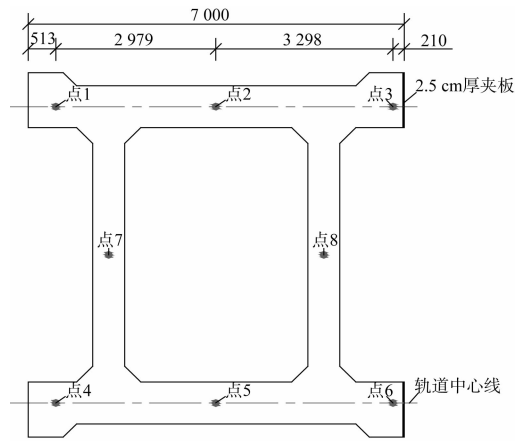


图 2 水下井字梁安装施工测量流程

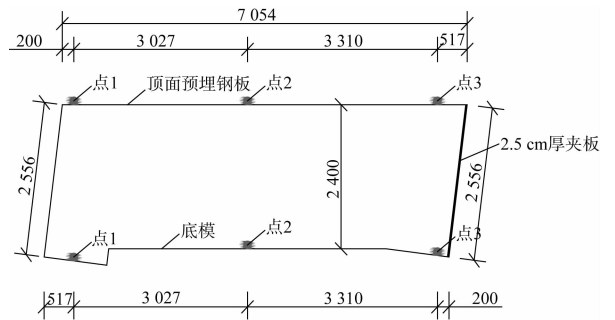
3.1 井字梁预制测量控制

短线匹配法预制^[2]井字梁、模拟水下桩帽结构在陆地上进行井字梁及轨道的预拼装是水下安装成功的技术保证。将水下安装事先进行陆上预拼装, 保证了水下安装对接精度。

井字梁预制及预拼装过程中, 重点监控短线匹配法预制过程中模板整体平面位置、高程及内腔轮廓尺寸、端模面板倾斜度、收面高程及平整度, 保证匹配法生产的井字梁均为标准构件。测量控制见图 3。



a) 底模



b) 顶部轨道预埋钢板

图 3 底模及顶部轨道预埋钢板测量控制 (单位: mm)

底模上共布置 8 个测量控制点, 其中 2 个位于联系梁底模上, 用于底模初步就位; 另外 6 个位于轨道梁底模上, 用于底模位置复核及微调。轨道梁底模测量控制点布置方法: 每单侧沿轨道中心线布置 3 个测量控制点, 其中 2 个控制点位于滑道梁脚趾端, 另 1 个控制点位于滑道梁中部。在单边轨道预埋钢板轴线上布置 3 个测量控制点, 该 3 个控制点与底模测量控制点于竖直方向相对应。

以高精度全站仪、水准仪、水准尺及铅垂法对测量控制点进行测量, 将底模及预埋钢板调整到预设位置, 从而保证成品梁高度及顶面坡度。匹配梁段上测量控制点即为预埋钢板上控制点。通过对其平面位置及高程测量, 将匹配梁段精确定位于待匹配区。

3.2 井字梁及轨道滚动式预拼装测量控制

为确保井字梁预制安装精度, 井字梁预制后, 在预制厂内台座上进行 3 榀联合预拼装, 拼装顺序为: 1-2-3, 3-4-5, 5-6-7, …。每次预拼装前后

都要严格检测拼装台座高程及轴线位置、平面尺寸及平整度；每榀梁拼装前按设计要求安装轨道，严格按井字梁设计（相互位置关系）要求进行拼装，拼装时检查井字梁、轨道连接情况是否符合设计要求（图4）。

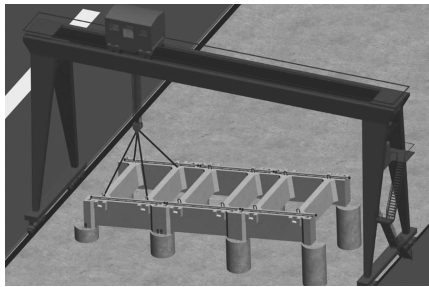


图4 井字梁及轨道滚动式预拼装

测量控制系统是本项目控制预拼装阶段的关键设施，它的合理设置和施工精度直接影响到井字梁节段预制线性控制精度。结合现场实际情况，在预制墩帽中心连线上设置固定测量塔，须满足“精度高、变形小、无明显沉降”的要求。两测量塔控制点轴线与其所控制的预制墩帽上的井字梁节段理论平行钢轨中轴线重合。测量时，一个测量墩作为测量塔，另一个作为目标塔，测量钢轨 X、Y 平面坐标及端头高程值，获取钢轨两条轴线的线性数

据和高程线性数据，使相邻的轨道平面偏位不超过 1 mm，轨道接头顺接且高程偏差不大于 1 mm。

3.3 水下井字梁及轨道安装定位

本项目采用横向 32 组长 195.2 m、坡度 1:8 深水梳式滑道的设计工艺，为确保水下井字梁及轨道安装精度满足设计及规范要求，需布设精密控制网作为水下井字梁安装测量基准。

根据 JTS 131—2012 《水运工程测量规范》^[3] 及项目精度要求，控制网网型、等级选定及控制网技术参数如下：1) 平面控制。平面控制网采用独立的施工控制网，布测等级为二等三角形网；控制点采用浇筑观测墩进行埋设，然后采用高精度全站仪实施边角网精密观测，其技术参数见表 1。2) 高程控制。高程控制网布设为二等，控制点与平面控制点观测墩同步埋设，然后采用高精度水准仪进行闭合水准网往返观测，其技术参数见表 2。3) 仪器的选择。根据网型等级及放样精度分析，选用莱卡 TS09plusR30-1 全站仪，其标称精度为：测距 $\pm (1 \text{ mm} + 1.5 \text{ ppm} \times D)$ ，其中 D 为测距 (km)，测角为 $\pm 1''$ ；水准测量选用 Trimble 电子水准仪 DiNi03 和与之配套的 3 m 钢瓦条码水准尺，往返测高程中误差为 0.3 mm/km。

表 1 平面控制技术参数

等级	测角中误差/(")	起始边长相对中误差/(")	最弱边长相对中误差/(")	测回数	三角形最大闭合差/(")	超短边绝对精度/mm
二等	1	$\leq 1/250\ 000$	$\leq 1/120\ 000$	12	3.5	1.3

表 2 高程控制技术参数

等级	仪器类别	视线长度/m	前后视距差/m	前后视距差累计/m	视线高度/m
二等	DS1	[3,50]	≤ 1.5	≤ 6.0	[0.55,2.8]

水下安装施工前，对井字梁成品数据、轨道特征点数据及桩帽成品形成数据库进行综合分析。即根据预拼装时井字梁四脚距轨道顶面的高度及护筒内桩帽现浇后的顶面高程偏差，计算出各搁置面的钢垫板厚度，以指导潜水员及液压螺旋千斤顶水下三向精确调位。

水下井字梁安装采用“水下新型三向调位千斤顶 + 传统倒锤架”的测量定位工艺，滑道末端

节段井字梁安装采用“倒锤架”的工艺^[4]时，先在预拼装区域将钢轨拼装固定，再一同吊放入水。其工艺定位系统由吊架、倒锤架、三向调位千斤顶、导向装置组成。吊架上设置 4 个吊耳与井字梁上预埋吊环连接，经导向装置、倒锤架实现初步定位；井字梁入水搁置在桩帽上后，通过岸上倒垂架精确测量定位后，由水下三向调位千斤顶进行微调，实现井字梁的三向精确调位。

定位系统安装顺序为:吊架纵、横梁→吊架支腿→三向调位千斤顶→分节安装倒锤架→导向装置。

安装倒锤架前,将吊架纵梁下部的螺旋千斤顶伸长,使吊架与井字梁顶紧。根据水位情况及安装梁段桩帽高程选择倒锤架节数,见图5、6。最上节水箱安装完毕后,测量钢管内钢丝绳底端在钢轨上的相对位置及整体外露长度,并形成记录。微调装置使构件平面位置满足设计精度要求。

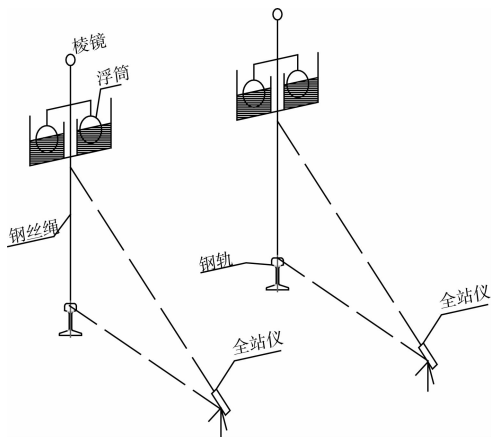


图5 安装平面

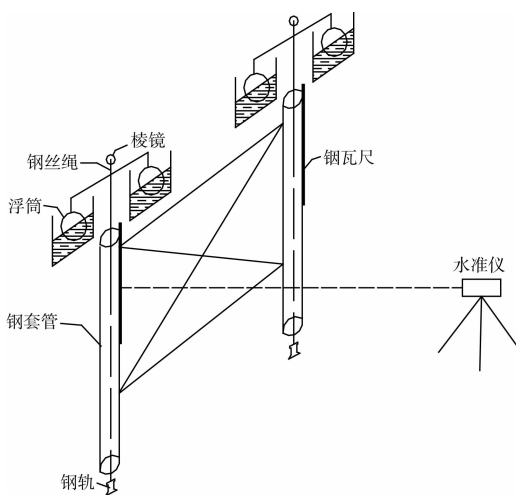


图6 高程位置控制

定位系统安装完毕后,进行试吊^[1],如有误差,调整吊装姿态,确保起吊时轨道顶面呈1:8的坡度、吊架纵梁与轨顶平行、倒锤架呈竖直状态。安装时采取倒垂架同步下水,管内穿细钢丝,倒垂架架顶设置平台,通过测量钢丝的位置来控制

结构位置。用套管来隔绝外部水波动对钢丝垂直度及稳定性的影响,钢丝底端采用精加工钢轨卡与钢轨连接;钢丝绳底端与轨道轴线完全重合、水箱加水后钢丝绳绝对竖直、顶部360°棱镜中心与钢丝绳完全重合;并在套管上固定两把钢瓦尺作为前视水准尺,在岸侧架设高精度水准仪进行井字梁和轨道对接高程控制。

当一列井字梁全部安装完毕后,对安装的井字梁轨道做一次系统的平面位置及高程复测。平面位置的复核主要检查与相邻上列已安装井字梁的横向轨距,确保梳式滑道平行。复核主要靠模拟斜船架制作的检测小车下水滑行来进行,小车的轨距和走轮的间距设计比斜船架的走轮更严格。一旦发现运行异常,对安装数据进行综合分析并及时调整到位。

对32列横向梳式滑道实测试验收,每列安装轴线偏差绝对值 $< 2\text{ mm}$,轨道接头高低差控制在 1 mm 内,斜船架试车顺利通过,完全满足设计及使用要求。

4 结语

本项目在井字梁及轨道预制环节、预拼装环节、桩帽施工环节等多个环节进行质量预控,做到全过程精度控制,再综合科学数据分析、有效模拟水下安装、设置水下三向千斤顶微调装置等新技术,有效保证了水下轨道的安装精度,施工安装也多次创造了单日3榀的进度,大大提高了安装工效,达到了提高工程经济效益的目的。

参考文献:

- [1] 吴利,李发章,肖维,等.提升安装工艺在滑道井字梁安装中的应用[J].华南港工,2009(4):21-26.
- [2] 刘先鹏,刘亚东,秦宗平,等.箱梁节段短线匹配法预制施工技术[J].施工技术,2005(12):47-50.
- [3] JTS 131—2012 水运工程测量规范[S].
- [4] 郭劲,陈少林,李宗哲.深水滑道工程到倒垂法测量系统设计方法[J].水运工程,2015(5):216-220.

(本文编辑 武亚庆)