

DOI:10.14048/j.issn.1671-2579.2019.01.021

超大哑铃形首节双壁钢围堰施工技术

丁巍¹, 张娟²

(1.中交武汉智行国际工程咨询有限公司, 湖北 武汉 430040; 2.中国轻工业长沙工程有限公司)

摘要:五峰山长江特大桥正桥主航道桥采用(84+84+1 092+84+84) m 双塔连续钢桁梁悬索桥方案。其北主塔承台平面为哑铃形,厚 9.5 m,单个圆直径 40.0 m,采用哑铃形钢围堰施工。围堰断面尺寸比承台断面尺寸大 15 cm,钢围堰壁厚 2.0 m,外轮廓尺寸为 101.1 m×44.3 m,共分为 3 节。其中,首节高 15 m,在工厂内组装成整体后,驳运至现场进行整体吊装施工。该文主要介绍首节围堰施工过程中的关键技术及难点。

关键词:悬索桥;哑铃形;双壁钢围堰;施工技术

1 工程概况

江苏五峰山长江特大桥(公铁两用)是新建铁路连云港至镇江铁路重点控制工程,大桥北岸位于镇江市丹徒区高桥镇,南岸位于镇江市镇江新区。其正桥主

航道桥采用(84+84+1 092+84+84) m 双塔连续钢桁梁悬索桥(图 1)。铁路设计速度 250 km/h,正线线间距 4.6 m,预留两线铁路。高速公路:双向八车道,设计速度 100 km/h;桥面宽度 40.5 m。该桥北主塔(主 3[#])承台平面为哑铃形,厚 9.5 m,单个圆直径 40.0 m,中间系梁宽度 20 m。

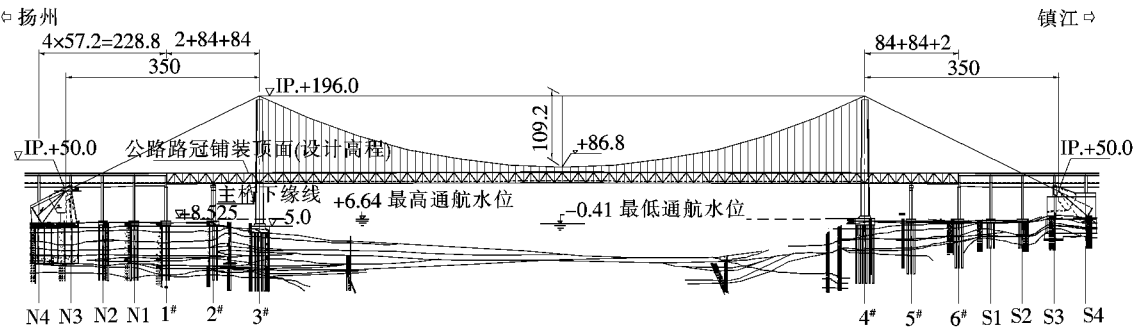


图 1 五峰山长江特大桥主桥立面布置图(单位:m)

1.1 围堰施工自然条件

五峰山长江特大桥所跨越的河段处于长江下游镇江河段,项目位于长江下游镇江河段的大港水道,大港水道自和畅洲汊道汇流点至五峰山,长约 8.3 km,水道微弯,向南凹进,断面形态呈“V”字形,江面宽约 1.2 km(0 m 水位),大港水道河势较稳定。

镇江至扬州河段的水流既受长江河川径流的控制,又受海洋潮汐影响,该河段处于长江下游平均潮区界(大通)与平均潮流界(江阴)之间,影响工程河段河床演变的主要因素是长江上游的径流作用。依据三江营站 1951—2012 年实测年最高潮位资料,采用频率分析方法推求大桥不同重现期设计高潮位,见表 1。

表 1 各频率设计潮位值

| 位置 | 不同频率(%)设计潮位/m | | | | |
|-----------|---------------|------|------|------|------|
| | 0.33 | 1 | 2 | 5 | 10 |
| 三江营站(依据站) | 6.83 | 6.54 | 6.35 | 6.08 | 5.86 |
| 五峰山桥位 | 7.04 | 6.73 | 6.53 | 6.25 | 6.02 |

1.2 围堰结构概述

钢围堰作为承台施工期间的挡水围挡结构,其断面尺寸比承台断面尺寸大 15 cm,钢围堰壁厚 2.0 m,外轮廓尺寸为 101.1 m×44.3 m。钢围堰设计顶标高为+7 m,设计底标高为-23 m,总高度 30 m(刃脚高 3 m、壁体 25.5 m、挡浪板 1.5 m)。根据施工需要,围

收稿日期:2018-04-10

作者简介:丁巍,男,硕士,助理工程师,E-mail:dw_seu@163.com

堰高度方向分 3 节, 自下往上依次为 15、8.1、6.9 m。设计抽水水位 +6.0 m, 封底混凝土厚 6.0 m, 围堰结构见图 2。

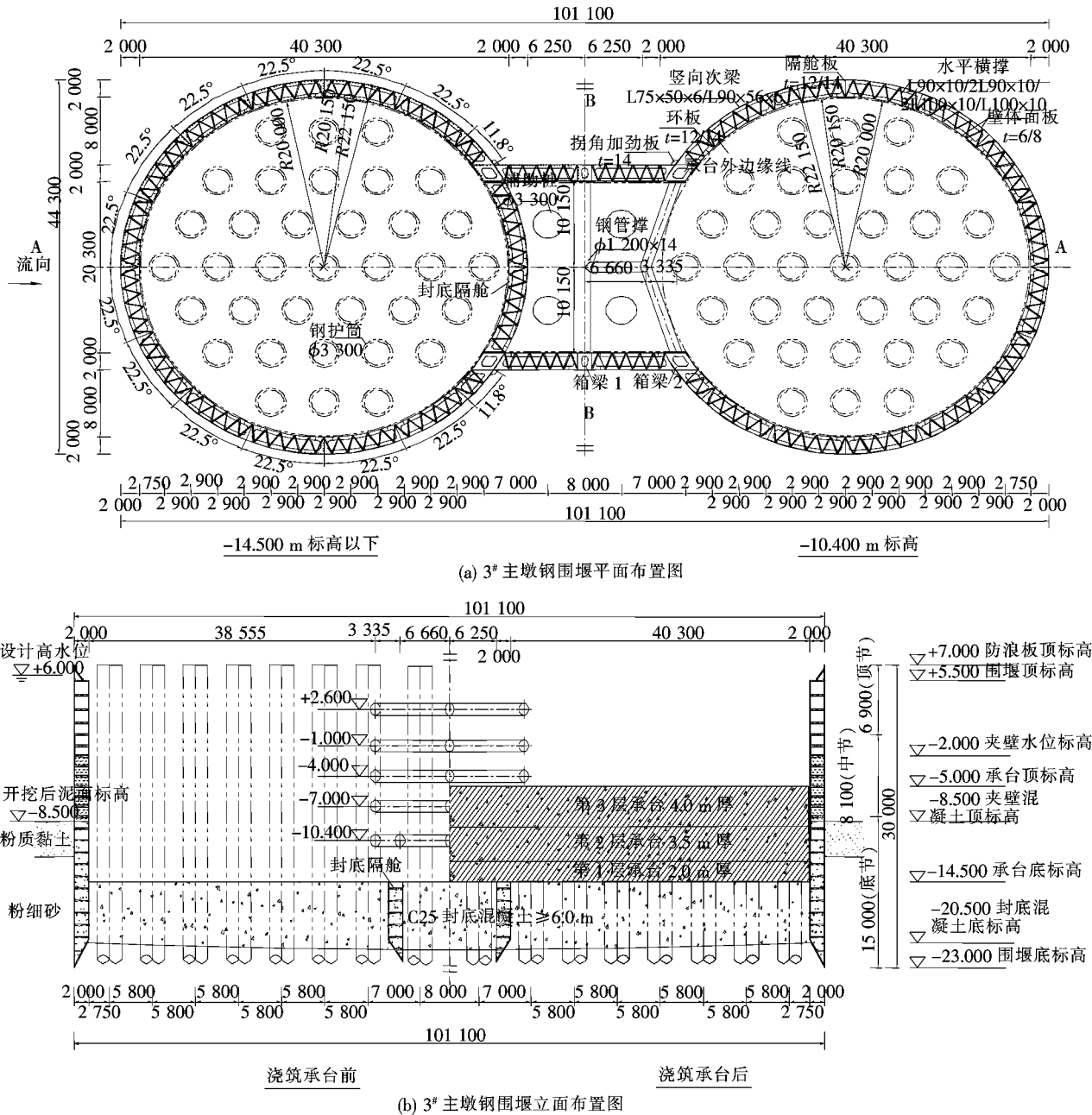


图 2 五峰山长江特大桥北主塔钢围堰结构(除标高单位为 m 外,其余单位:mm)

2 首节钢围堰总体施工方案

通过场地条件、工期及成本对比分析后,首节钢围堰选择在钢结构厂内制造加工成整体,然后利用平板驳驳运至施工现场,现场采用起重船进行吊装。安装定位完成后通过浇筑夹壁混凝土和注水使首节围堰下沉到一定位置,再在首节基础上接高第 2 节,然后通过

浇筑夹壁混凝土和注水增加自重的方式使围堰刃脚快速入泥。稳定后再散拼接高第 3 节(高 5.4 m)。后续通过浇筑夹壁混凝土、注水以及吸泥的方式使围堰下沉到位。最后进行封底混凝土施工。

该工程底层钢围堰在工厂内进行制作和拼装,并进行水密性试验。由于围堰规模巨大,结构较柔,为避免场内装驳时调头,钢围堰整体制造时的方向与装船方向保持一致。底层围堰在工厂内通过平板车运输至

码头上船,然后采用 18 000 t 甲板驳运输至施工现场。

工程现场,拆除围堰范围内钻孔平台,为使围堰平稳着床,将围堰区域泥面挖至 -13 m。在相应钢护筒顶端和围堰底部焊接导向装置,并对导向设置处护筒进行临时加强。首节围堰现场采用 2 台 1 000 t 起重船并排起吊方式吊装到位。

3 首节钢围堰施工工艺

3.1 首节钢围堰运输

首节钢围堰工厂内制作并拼装完成后,总重量约 1 500 t。厂内通过尼古拉斯平板车采用滚装上船的方案装船,运输船舶选用 3 台 1 200 匹($=882$ kW)拖轮配合 18 000 t 非自航甲板驳运输船施工。

3.1.1 围堰场内运输

钢围堰整体制造时的方向与装船方向保持一致,先由 4 台 NICOLAS 液压平板车平行行进到钢围堰下方,在液压平板车上与围堰底部之间垫上 $200\text{ mm}\times 300\text{ mm}\times 3\,000\text{ mm}$ 的方木,方木上垫 5 mm 厚橡胶板,将围堰从胎架下胎;NICOLAS 液压平板车换向进入围堰下方,将围堰转运至码头道路,等待装船。

根据吊装指令,运输船选择合适的潮位时间(根据江阴年度涨落潮位表),运输船顶靠码头,并与码头系结。用压载水的方法来调整船舶行车甲板与码头齐平,并使船头搁置在码头下沿的搁墩上。

当车、船的所有准备工作完成后,平板车载着围堰开始上船。在上船过程中,运输船随时调整压载水,使船基本保持水平,直至围堰在运输船上到位。

3.1.2 围堰场外运输

为保证钢围堰运输途中的安全,钢围堰在装船后,用双根 $\phi 21.5$ mm 钢丝绳将钢围堰与船体牢固地系结在一起。钢丝绳由壁体焊接耳板位置下拉,钢丝绳角度 $45^\circ\sim 60^\circ$ 。钢丝绳下端通过 10 t 手拉葫芦再经过卸扣与运输船甲板上的吊耳连接,注意甲板上吊耳的布置角度与钢丝绳角度一致。每根钢丝绳配备 $\phi 21.5$ mm 钢丝夹头 8 个,10 t—3 m 的手拉葫芦 1 个,17 t 卸扣(合金钢 17 t,横销小于 45 mm)1 个。钢丝绳与钢围堰接触处加入木垫块或胶皮垫以防损伤节段边缘。节段上内侧的吊耳位置钢丝绳斜拉向钢围堰的内侧,外侧的吊耳位置钢丝绳斜拉向首尾侧。支撑托架、钢墩各 38 个,托架需与钢墩焊牢,钢墩需与船体焊牢,焊脚不小于 10 mm,满焊。

首节钢围堰内临时加强件在工厂码头进行拆除,

拆除后需对内壁与临时构件连接处进行检查,防止内壁损坏。待潮水涨至船舶起浮后,运输船退离码头,调整船舶浮态,准备出航。运输船舶选用 3 台 1 200 匹($=882$ kW)拖轮拖带甲板驳。

围堰起运地至到达地为长江单一航道,从中泰码头出发经泰兴→泰州大桥→五峰山大桥桥位现场,全程 85 km。航路较宽阔时走推荐航路,选择在小型船上水航路外侧,在大型船上水航路里侧行驶;在没有推荐航路路段采用浮筒连线航法,尽量靠航道边缘行驶,增大船舶交会距离,尽量在白天航行。

船舶到达桥位后停靠在主墩平台。现场组织对钢围堰进行第 2 次验收,主要检查刃脚支点处是否损坏,结构是否有变形或异常。

3.2 围堰吊装施工准备

(1) 钻孔平台拆除。钻孔桩施工完毕,拆除围堰内钻孔平台。钻孔平台拆除时,先拆除面板(钢板网和钢板),然后依次拆除分配梁、“321”型贝雷梁、下主横梁,同时割除钢护筒平联。

(2) 割除护筒及导向安装。由于哑铃形围堰系梁位置与部分护筒位置冲突,需在围堰吊装前将这部分护筒割除,割除标高为 -10 m 以下护筒以保证围堰下沉到位不受阻,割除前应将护筒内淤泥清除,置换为江水,并保持内外水头一致。为了保证围堰准确定位安装,在相应钢护筒顶端和围堰底部焊接导向装置,并对相应位置护筒进行临时加强。导向装置的垂直度应根据钢护筒的实际偏位情况进行精确放样,保证导向装置前端导向弧保持竖直状态,与围堰内壁和护筒壁净距严格按有关要求控制。为方便围堰顺利下放,导向装置上、下部均设置倒角。首节围堰导向在工厂内安装,导向与护筒壁间距 10 cm。

(3) 测量准备。在钢围堰制作完成后,在围堰顶口内侧壁标记 8 个测量控制点,以实现围堰在沉放过程中的标高、平面偏差以及垂直度的控制(图 3)。

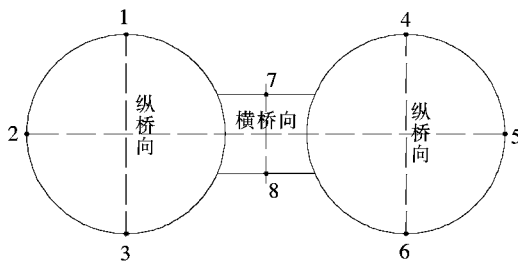


图 3 围堰测量控制点布置

3.3 首节钢围堰吊装

(1) 吊装设备及布置。装载围堰的甲板驳到达现

场后依靠平台停靠。起重设备采用 2 台 1 000 t 起重船并排布置,按图 4 所示抛锚就位。起重船采用锚艇进行抛锚。

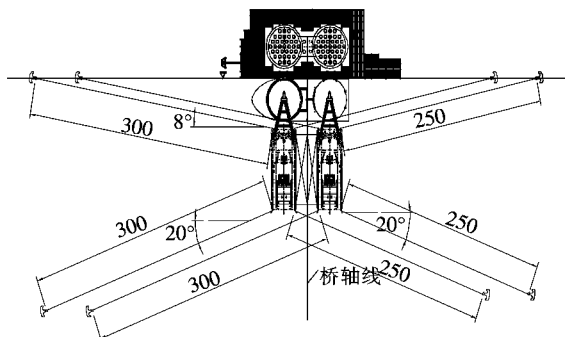


图 4 起重船布置图(单位:m)

钢吊装吊点布置见图 5,每个 1 000 t 浮吊布置 8 个吊点,承受 750 t 重量。钢丝绳长度均为 42.5 m,直径 120 mm,破断拉力 7 800 kN,钢丝绳与水平面夹角为 60°。单根钢丝绳承受最大荷载 1 780 kN。钢丝绳安全系数 $n=7\ 800/1\ 780=4.4$,满足要求。

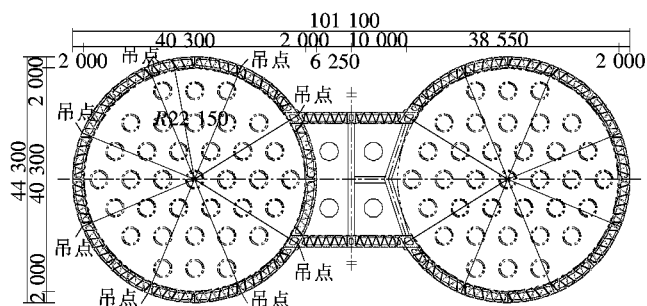


图 5 首节钢围堰吊点布置图(单位:cm)

现场选择低水位、流速小、风力小时起吊。由于钢围堰的吊索和卡环均非常重,靠人力很难完成吊点的连接,必须通过起重船上卷扬机实现吊点的连接,同时要准备若干手拉葫芦并在栈桥上安排 2 台 50 t 履带吊用以辅助吊点连接。

(2) 试吊。为了确保吊装安全,在正式安装前进行钢围堰试吊。使浮吊吊钩位于钢围堰两侧圆心中部,钢围堰起吊时吊索应均匀受力,并在吊索上安装测力装置,每个吊索受力不得超过 2 000 kN。在吊离甲板面 0.1 m 时,停 10 min,观察钢围堰的变形及吊点的焊缝情况,无异常则试吊装完成,可进行下一步安装工作。

(3) 正式起吊。起吊分级进行,根据钢围堰的重量,每 100 t 为 1 个级别,实际吊装施工时,通过起重船上自带的拉力计进行控制,每增加一个级别,相关人

员检查各自负责的任务(锚缆、吊索、卡环等),无任何問題后施加下一级,直至钢围堰被吊起。钢围堰起吊至离甲板 1.5 m 高后,甲板驳顺水往下游方向退出,将船头退至下游材料码头位置,然后拖轮将甲板驳拖离现场。同时将两浮吊前进缆连接到平台。

(4) 围堰就位及入导向。两浮吊同步绞锚前行,先大致对准承台横桥向轴线,下放钢围堰刃脚至护筒顶口 1.0 m 位置,然后精确调整纵、横向轴线位置。精确调整钢围堰纵、横向轴线位置后,下放钢围堰至刃脚与护筒顶口齐平(导向与护筒顶口齐平),检查钢围堰平面位置,若位置偏差大需继续调整。然后依次下放 1.5、1.0、0.5、0.5 m,每下一次检查一下平面位置,直至钢围堰入导向瞬间。钢围堰接触导向后,检查平面位置,确保无误后,按照每 50 cm 一级下放钢围堰,直至入水自浮。

(5) 围堰入水后观察。钢围堰入水后需及时观察是否有漏水现象。围堰进场后在内外侧安装挂梯(挂梯位置不与护筒及障碍物冲突),便于人员上下。围堰入水时,在围堰顶面检查箱内是否漏水。若有漏水,先将围堰上提后再进行修补。

4 结语

五峰山长江特大桥北主塔承台施工采用哑铃形双壁钢围堰施工,其首节围堰采用整体吊装施工方法。2016 年 7 月 25 日开始,经过 4 d 首节围堰顺利滚装上船并完成临时构件割除,2016 年 8 月 3 日首节围堰顺利吊装到位。该围堰具有超大、超重、结构较柔等特点。整个施工过程,首节围堰未出现明显变形,自浮后不漏水,吊装平稳精准,施工质量较高,安全性较好。

参考文献:

- [1] 陶建山.超大哑铃型底节双壁钢围堰横移下水技术[J].桥梁建设,2016(3).
- [2] 杨齐海,何加江.公安长江公铁两用特大桥 4 号墩钢围堰施工技术[J].桥梁建设,2015(5).
- [3] 曾炜,邓华明.沪通长江大桥天生港专用航道桥 3 号柱墩钢围堰施工技术[J].桥梁建设,2015(6).
- [4] 赵富立,魏超.望东长江公路大桥钢围堰下水施工技术[J].桥梁建设,2014(6).
- [5] 赵建祥,张虎.高墩刚构桥边跨现浇段非对称施工技术研究[J].中外公路,2017(2).
- [6] 刘松亮,叶李,苗永平.沅江大桥深水无覆盖层大型双壁钢围堰施工技术[J].高速铁路技术,2013(1).