

# 超大型沉井降排水下沉施工

夏国星<sup>1</sup>, 杜洪池<sup>2</sup>

(1. 江苏省长江公路大桥建设指挥部, 江苏泰州 225321; 2. 中交第二公路工程局有限公司, 西安 710065)

**[摘要]** 泰州大桥北锚碇沉井基础长 67.9 m、宽 52 m、高 57 m, 在沉井下沉的初期, 采用降排水下沉。降排水下沉施工成本相比不排水下沉低, 且下沉效率高, 易控制, 可形成良好的下沉导向, 并确保沉井的下沉速度和精度, 适宜在粉细砂、软塑性亚黏土等地质条件下采用。文章以泰州大桥北锚碇沉井基础为例, 介绍了超大型沉井降排水施工的降排水下沉施工工艺。

**[关键词]** 超大型沉井; 降排水施工

**[中图分类号]** U445.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2010)04-0025-04

## 1 前言

泰州大桥北锚碇位于长江下游泰州市永安洲侧, 场址区中心桩号距长江江边约 430 m, 西侧距达标大堤区最短距离约 170 m, 北侧距大堤约 200 m。地貌属长江下游新三角洲冲击地貌, 场址区地势平坦, 地面标高 +2.4 ~ +2.5 m, 覆盖层最大厚度近 200 m, 具明显的分层特征。地层以粉细砂为主, 伴少量卵砾石或亚黏土层、中粗砂。场区内断裂构造发育, 历史上未发生破坏性地震。锚碇基础采用矩形沉井基础方案, 沉井长和宽分别为 67.9 m 和 52 m, 平面共分 20 个井孔。北锚碇沉井高 57 m, 分 11 节。第一节采用钢壳混凝土沉井, 高 8 m; 第二至第十一节除第十节为 4 m 外其余均为 5 m。封底混凝土厚度为 10 m, 沉井顶面标高为 +2.0 m, 基底标高为 -55.0 m。根据泰州长江公路大桥北锚沉井基础的工程特点和地质情况, 在沉井下沉的初期, 即沉井下沉的前五节采用了降排水下沉施工, 下沉至 -23 m, 最大降水深度 28 m。采用降排水下沉施工, 具有下沉效率高, 易控制, 能够形成良好的下沉导向, 从而确保沉井的下沉速度和精度等多项优点, 同时下沉的成本相比不排水下沉低。但沉井采用降水下沉施工易导致周边建(构)筑物和道路的不均匀下沉,

因此保证周围建筑的安全应当是施工的关键之一。

## 2 降排水下沉施工

### 2.1 降水

降排水下沉首先要将沉井周围水位下降到施工面以下, 经计算, 要达到降水目标, 需要在沉井周围布置 16 个降水井。考虑到沉井施工对抽水井可能的影响, 抽水井布置在与沉井外壁距离约 10 m 处, 在锚碇基坑外围沿沉井平行均匀布置, 降水井深度为 30 m, 如图 1 所示。

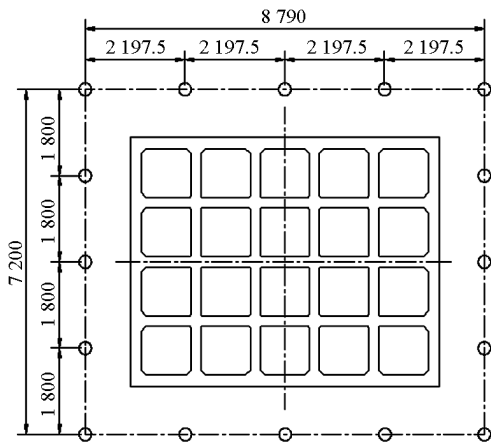


图 1 井点平面布置 (单位: cm)

Fig. 1 Plane layout of well points (unit: cm)

**[收稿日期]** 2010-01-06

**[基金项目]** 交通行业联合科技攻关项目(2008-353-332-160)

**[作者简介]** 夏国星(1963-), 男, 江苏泰兴市人, 研究员级高级工程师, 研究方向: 桥梁建设; E-mail: tzbridge@163.com

## 2.2 吸泥下沉施工

每个吸泥施工井孔内布置两支高压水枪和一台泥浆泵(见图2)。高压水泵提供高压射水,泥浆统一通过泥浆管排放到泥浆池,经过沉淀池沉淀后,水经过蓄水池循环利用。

## 2.3 吸泥机施工工艺

1) 整体顺序。为了便于施工控制,将沉井20个隔仓分为A,B两区(见图3),冲泥下沉的整体顺

序为先A区,再B区。先用高压水枪冲刷沉井A区中央各格的锅底,形成大锅底,然后扩大对称均匀冲吸其他四周边B区的井格,逐步让沉井刃脚下沉。A区为下沉的中心区域,在整个下沉过程中可一直悬空,但锅底不宜太深,保持在1.5 m左右。A区隔墙悬空控制在1 m以内,B区隔墙悬空内壁控制在50 cm以内,四周外墙控制在20 cm以内,需要冲刃脚时要做到对称、均匀,且开挖深度不能太大。

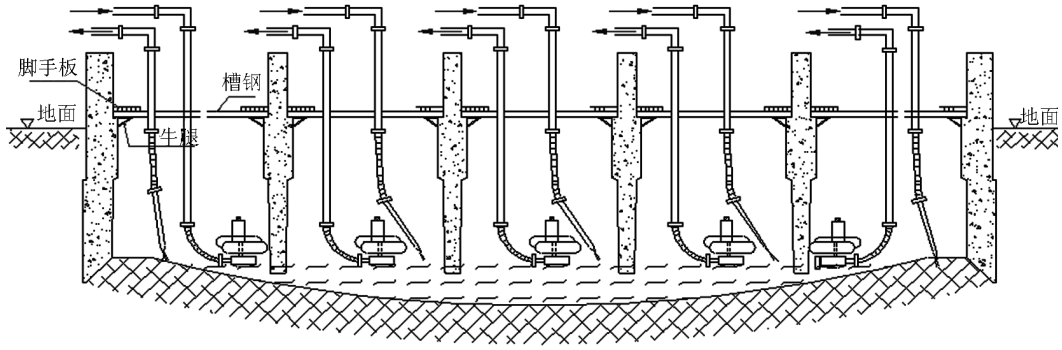


图2 排水下沉井内设备布置立面图

Fig. 2 Vertical layout of the equipments in the dredging well

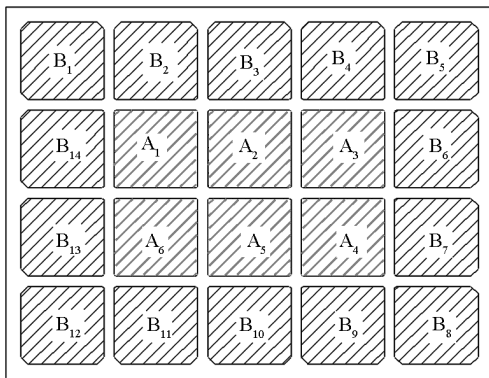


图3 下沉冲刷总体顺序

Fig. 3 Overall flushing sequence of the sinking

2) 每个井孔的除土方式。每个井孔冲吸施工中(见图4),首先在吸泥机的吸泥龙头下方(一般均造在锅底中央)冲出一个直径约为2.0~2.5 m集水坑,其次集坑四周外冲出几条水沟,再次可向四周开挖锅底A,为防止突沉,引起沉井较大的偏差,并减小井外土体扰动坍塌等情况,可在四周刃脚旁保留0.8~1.5 m的土堤不被冲击。待锅底开挖完毕后,再逐步均匀地冲挖土堤,第一步先冲挖四角的土堤B,第二步冲挖四周的土堤C,最后冲挖定位点处的土堤。如图5所示。



图4 吸泥取土下沉

Fig. 4 Sinking by mud absorbing

每次下沉离终沉尚有1 m左右时,A格隔墙悬空应逐渐减少,控制在50 cm左右,B格控制在20 cm以内,且锅底逐渐减小,以能出泥为标准,并放慢下沉速度,随着沉井下沉,B格应形成隔墙不悬空挤土下沉,若沉井不能下沉或下沉太慢,为使沉井下沉,可平扫A隔墙底,使其悬空和平扫B隔内隔墙底部,形成中心向四周近似梯度的受力工况,以便下一节接高时,基地反力面积较大,受力均匀,沉井顶面不产生负弯矩或负弯矩较小。

## 2.4 施工监控

降排水下沉施工速度快,对周围环境的影响较大,施工监控极为重要。施工监控的内容和监测频

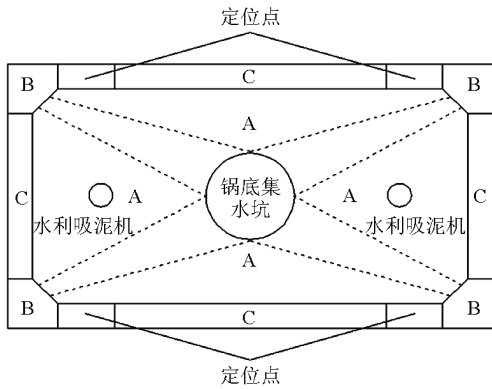


图5 单个井内吸泥机除土示意图

Fig. 5 Schematic plan of mud absorbing machine in a single well

3) 对于沉井施工下沉偏差, 预防和处理方法有: a. 重点控制在初始精度, 使沉井形成正确的下沉导向; b. 除土施工采用同步对称, 并且先中间后四周的顺序; c. 加强沉井下沉过程的监测和资料分析, 尽早发现及时纠正; d. 在刃脚高的一侧加强取土, 低的一侧少挖或不挖土, 待正位后再均匀取土。

### 3 结语

泰州大桥北锚碇沉井采用降排水下沉至 -23.159 m, 累计下沉 25.159 m, 累计进行 24 天, 平均日下沉 1.05 m, 最多日下沉 2.338 m, 两项均为当时国内施工最快记录, 平面偏差和垂直度也远优于规范要求, 为以后的类似工程积累了丰富的经验。

1) 下沉过程中要每天监控降水井的降水深度, 密切关注下沉出渣的成分, 适当调整吸泥方法, 对于砂土采用少冲多吸的方法, 对于黏性土采用多冲少吸的方法, 提高出土效率。

2) 该工程分两次降排水下沉, 一次下沉最大深度达 19.5 m, 开始沉井入土比较浅、重心较高, 可先形成小锅底, 在隔墙处控制其悬空高度, 形成良好的下沉导向, 而后再转变至大锅底吸泥下沉。

3) 第二次降排水下沉前, 即在沉井接高完成后, 砼达到一定强度时就要开始进行降水的施工, 循序渐进逐次开启降水设备, 混凝土强度达到要求后立即可以进行吸泥下沉施工, 减少工序转换时间。

4) 为减少沉井下沉时对周边土体的影响, 提前在沉井周边利用砂土进行回填, 形成土堤保证周边土体下沉后及时回填。

5) 在施工条件允许的情况下, 一次尽量多接高几节, 减少工序转换, 可有效减少降排水下沉时间, 提高施工效率, 并减小对附近环境的影响。

6) 在施工场地允许情况下, 尽量将沉淀池修筑得大一些, 减少施工过程的干扰。

工程实践证明, 泰州大桥北锚碇超大型沉井基础降排水下沉投入设备合理, 机具布设实用, 沉井基础周边建筑物未受到影响, 施工监控有效, 沉井姿态良好, 下沉过程处于受控状态。为类似工程提供了可借鉴的经验。

率具体为:

- 1) 沉井姿态水准测量监控, 每小时监测一次。
  - 2) 沉井刃脚反力、土体侧压力、钢筋应力, 每 4 个小时监测一次。
  - 3) 沉井周边地基土(含长江大堤)的位移监测, 每 2 个小时监测一次。
  - 4) 沉井井内地形监测每天一次。
- 如出现异常, 再根据情况提高监测频率。

### 2.5 降排水下沉问题的预防和处理

对于大型沉井基础来说, 由于对场地地质工程条件和环境影响因素的局限性, 沉井基础在施工中风险相对较大。沉井施工中出现的問題主要有翻砂、下沉过缓或停滞下沉和下沉偏差。通过采取一定的措施, 可预防这类情形的出现。主要措施如下:

1) 通过避免下沉吸泥过程中形成刃脚下翻砂通道, 刃脚尽量埋于土中。井内水头高出地下水位 2 m 以上, 以此避免翻砂。

2) 在水力吸泥机处先形成锅底, 利用高压射水沿水力吸泥机周围向外射水吸泥; 当中间锅底达到预想效果时, 可适时进行四周刃脚的吸泥, 此时严格控制吸泥深度、均匀对称 20 cm 一层, 当沉井下沉后再重复此道工序, 使沉井平稳下沉。

# Water dredging construction method of the super scale caisson

Xia Guoxing<sup>1</sup>, Du Hongchi<sup>2</sup>

(1. Jiangsu Provincial Yangtze River Highway Bridge Construction Commanding Department, Taizhou, Jiangsu 225321, China; 2. CCCC Second Highway Engineering Co., LTD., Xi'an 710065, China)

[**Abstract**] The dimension of the north anchorage of Taizhou Bridge is 67.9 m long, 52 m wide and 57 m high. The water dredging method was adopted at the beginning of the sinking process. The cost of water dredging method is lower than the un drained dredging method and the efficiency is much higher and more controllable. This method can form good sinking direction to assure the sinking velocity and preciseness, especially suitable for the geological condition of clay and clayey. This paper introduced the water dredging construction method of the super scale caisson based on the north anchorage of Taizhou Bridge.

[**Key words**] super scale caisson; water dredging construction

---

(上接 8 页)

## Taizhou Bridge—the first kilometer level three-tower two-span suspension bridge in the world

Zhong Jianchi

(Jiangsu Provincial Yangtze River Highway Bridge Construction Commanding Department, Taizhou, Jiangsu 225321, China)

[**xAbstract**] Taizhou Bridge, locating at the middle of Jiangsu Province, connecting Taizhou and Zhenjiang, started to construct in Dec. 2007. The bridge is the first kilometer level three span suspension bridge in the world. The middle tower of the bridge adopts longitudinal shape of herringbone fashion for the first time in the world. The foundation of the middle tower is the deepest caisson in the earth under water. A great many of technical innovations are carried out to construct the great engineering project, such as the design techniques of the three-tower suspension bridge, the precise locating and bottom-sealing technique of the super scale caisson foundation, the manufacture, connection techniques of steel and concrete in the middle tower, the welding of extra thick steel plate and manufacturing and control of abnormal sections of the middle tower.

[**Key words**] three-tower suspension bridge; innovation; design; caisson in water; herringbone steel tower