

干湿交替作业沉井施工技术

鲁开明¹, 陈守鑑²

(1. 南京建工集团有限公司, 江苏 南京 210012; 2. 盐城市对外建筑管理处, 江苏 盐城 224001)

摘要:结合宜兴市丁蜀污水处理厂较大沉井结构施工实践,介绍了沉井施工技术工作流程和方法,采用管井降水技术确保施工,提出了分段下沉和边下沉边进行上部沉井结构制作的工艺,沉井下沉作业时,基于信息化施工,采用人工挖土和水冲法(干湿交替作业法)相结合的施工方法,可以节约工期、有效控制下沉速度,保证下沉垂直度,工程质量良好,对沉井施工是一个极其有效的施工方法。

关键词:沉井;管井降水;人工挖土;水冲法

中图分类号:TU753.6 **文献标识码:**A

文章编号:1671-5322(2011)02-0072-04

1 工程概况

江苏省宜兴市丁蜀污水处理厂是宜兴市污水改造重点工程,工程位于江苏省宜兴市丁山镇蠡河路。其泵房设计为沉井结构,是宜兴市在建的最大的沉井结构之一。该沉井为矩形,尺寸为11.9 m×11.5 m,其下沉深度为15.15 m,井壁厚度为1.4 m,沉井中部设一道十字梁(见图1)。

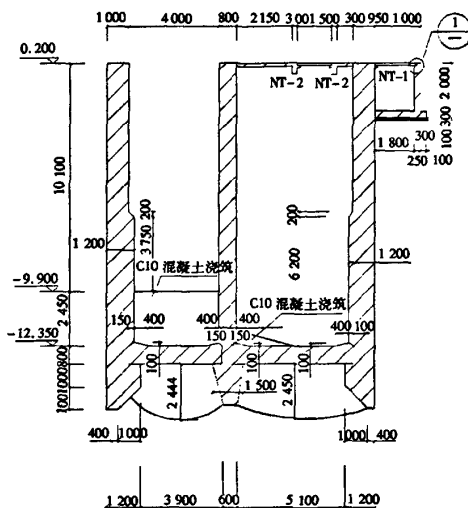


图1 沉井剖面示意图

Fig. 1 The caisson section diagram

2 水文地质情况

现场地质情况较差,泵房土层自上而下分别为①杂填土、②粉质粘土、③粉质粘土、④圆砾、⑤粉砾和⑥泥岩,①-③层均为透水层,平均厚度约为4 m,渗透系数最大为 $4.5 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ 。地下水位随季节变化而变化,稳定地下水位深度为2.5-3 m。

该泵房于2007年1月-2007年4月进行施工,地下水位相对较低,为2.9 m。

3 工程施工难点

沉井高度高达15.15 m,浇筑困难,下沉易引起偏斜^[1]。

地下水位较高,如果处理不好,极易造成管涌及周边建筑物包括塔吊倾斜^[2]。

4 沉井施工方案

由于井壁较厚,沉井采取分节制作,分节高度保证其稳定性,使沉井能在自重下顺利下沉,本沉井分为5节制作,分别为-15.15 m~-12.35 m、-12.35 m~-9.95 m、-9.95 m~-6.35 m、-6.35 m~-3.95 m、-3.95 m~±0.00 m,浇筑程序为第1-3节沉井砼浇好后,待其达到设计强度100%后,即进行缓慢下沉,该阶段采用人工挖

收稿日期:2011-03-14

作者简介:鲁开明(1974-),男,安徽和县人,工程师,主要研究方向为建筑施工及管理。

土的方法,以控制下沉的速度。在这期间,沉井在下沉的同时,完成上部沉井结构的制作,待上部沉井结构完成达到设计强度后,继续下沉至设计标高,该阶段采用水冲法进行下沉^[3]。

由于地下水位较高,为确保安全,在沉井的4个角点的部位设置管井降水,有效地控制地下水位。

沉井下沉时,必须克服井壁与土间的摩阻力和地层对刃脚的反力,沉井自重与井壁摩阻力和刃脚反力的比值称为下沉系数 K_1 ,一般应不小于 1.15。沉井下沉系数计算如下:

$$K = \frac{Q}{LHf} \quad (1)$$

其中: K 为沉井下沉系数, Q 为井壁自重及附加荷载, H 为井壁高度, L 为井壁外周长, f 为土壤的摩擦系数。

第1次下沉系数(包括第1、2、3节沉井):

$$K = \frac{46.8 \times 8.8 \times 1.4 \times 25}{52.4 \times (15.3 - 2) \times 16} = 1.29 > 1.15$$

沉井施工主要施工顺序为:场地平整→铺设砂垫层、砌刃脚砖胎模→制作刃脚、第1节沉井和第2节沉井→挖土缓慢下沉→制作上部沉井→沉井结构养护至设计强度后→水冲法下沉至设计标高→封底结构施工。

5 沉井施工

5.1 降水

由于地下水位较高,在沉井外围距放坡外边线 1.5 m 处打深井井点,安装深井管 4 套及配套设备,布置点见图 2。

井点管埋置深度:根据地下水位至基坑底面的距离(h_1)、井点管埋设面至地下水位距离(h_2)、降水后地下水位至基坑底面的安全距离(Δh)、降水曲线坡度(I)、井点管中心至基坑中心的水平距离(L_1)、滤水管长度(L)可求得井点管埋置深度(H)约 25 m。根据以上条件可得井深约 25 m,管井直径 600 mm,配置塑料长管,把抽出水引至场地周边排水沟内。

5.2 基底处理

为控制下沉深度,降低施工作业面,刃脚制作前将原自然地面土方开挖 2 m,土方开挖的宽度为沉井每边扩大 1 m,以方便刃脚的施工。四周挖排水沟,集水井,挖土采用 1 台小型反铲挖掘机进行。

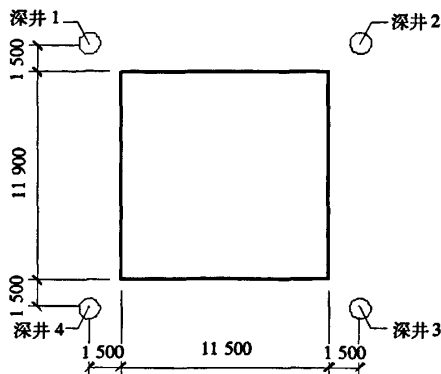


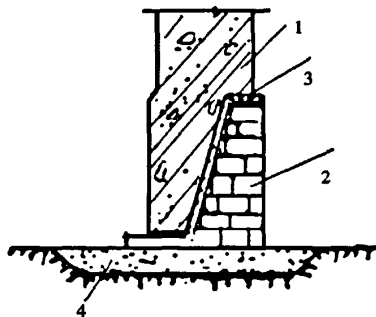
图2 现场降水管井布置图

Fig. 2 The layout of precipitation tube well site

将地基夯实,上面用砂铺设垫层,平整压实。

5.3 刃脚制作

刃脚采用砖垫座,采用 240 标准砖和 M5 水泥砂浆,且刃脚制作保证刃脚踏面宽度达到设计要求,使砖刃脚强度及底面宽度能抵抗刃脚斜面混凝土的水平推力作用而保持稳定,砖模内壁上 1:3 水泥砂浆抹平,如图 3 所示。



1-刃脚; 2-砌砖;
3-水泥砂浆抹面上铺油毡纸; 4-砂垫层

图3 刃脚支撑示意图

Fig. 3 The schematic diagram of blade foot support

具体做法为:挖至均匀土层后,简单铲平、打夯后,铺道碴,做砂垫层,砌砖垫座,浇筑刃脚砼。

5.4 沉井制作

沉井制作的模板支设和钢筋绑扎与普通结构施工要求一样,只不过由于是在软基上施工,所以要均匀对称施工,以防止不均匀沉降。

模板面板采用多层夹板,内楞采用方木,截面 50 mm × 100 mm,间距 200 mm,外楞采用轻型槽

钢 80 mm × 40 mm × 3.0 mm, 间距 800 mm, 穿墙螺栓水平距离 600 mm, 穿墙螺栓竖向距离 800 mm, 直径 20 mm。

每施工 1 节沉井, 均在下部间隔 1 m 设置槽钢三角支撑架, 作为作业平台脚手架的支点。

在每 1 节沉井制作时, 在施工缝处设两道凹凸槽水平缝, 以达到止水的效果; 上节混凝土须待下节混凝土强度达到 70% 后浇筑, 接缝处经凿毛及冲洗处理。

混凝土浇筑采用商品砼, 并用塔吊运输, 送至沉井浇筑部位, 沿井壁均匀对称浇筑。浇筑采用分层平铺法, 每层厚 30 cm, 将沉井沿周长分成若干段同时浇筑, 保持对称均匀下料, 以避免一侧浇筑, 使沉井倾斜。

沉井的每 1 段混凝土量约为 150 m³, 浇筑时控制在 10 m³/h 的速度进行, 以防止突然加载速度过快而导致的沉井下沉或倾斜。

5.5 沉井下沉施工

5.5.1 下沉准备

(1) 拆除刃脚支撑结构, 清除井内散落的混凝土、脚手管、木板等杂物。

(2) 割除井壁上对拉螺栓, 用 1:2 水泥砂浆嵌实抹平, 并作抗渗处理。

(3) 井内外设置钢梯, 并加防护栏。

(4) 用经纬仪将十字控制轴线投测到内外侧壁上, 采用墨斗弹出中心垂线, 内壁挂设线锤, 同时沉井外壁用水平仪抄平, 并沿高度方向划出标高控制线, 划上 1 cm 的分格值, 划出 10 cm 的分格线, 并在每隔 1 m 的分隔线上注明相应的设计标高数值, 如图 4 所示。

5.5.2 下沉方法

沉井下沉初期阶段, 采用人工台阶形挖土自重破土方式, 一台塔吊吊运出土。从中间开始向四周逐渐开挖, 并始终均衡对称地进行, 每层挖土厚度为 0.4 ~ 1.5 m 刃脚处留 1.2 ~ 1.5 m 宽土垅, 用人工逐层全面、对称、均匀地削薄土层, 每人负责 2 ~ 3 m 一段, 方法是顺序分层逐渐往刃脚方向削薄土层, 每次削 5 ~ 15 cm, 当土垅挡不住刃脚的挤压而破裂时, 沉井便在自重作用下破土下沉, 削土时应沿刃脚方向全面、均匀、对称地进行, 使沉井均匀平衡下沉。

沉井下沉中期及后期, 采用水冲法进行, 用两只高压水枪, 均匀对称冲土, 用泥浆泵将泥浆抽出, 以便于均匀下沉^[4]。

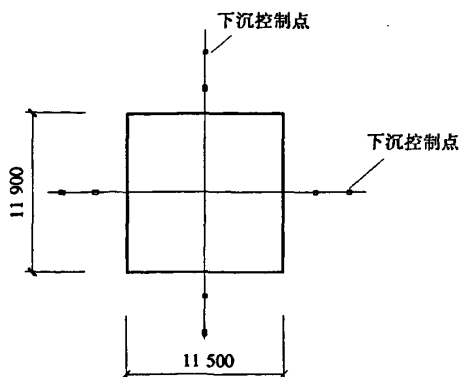


图 4 下沉测量控制点示意图

Fig. 4 The schematic diagram of sink measurement control point

5.5.3 下沉速率控制

沉井下沉初期阶段, 为使沉井形成稳定准确的轨迹, 尽量使其缓慢下沉。在下沉 -15.15 m ~ -11.15 m 阶段, 人工挖土使沉井下沉速度控制在 30 cm/d 的范围内。

沉井下沉中期阶段, 即 -11.15 m ~ -2.5 m 阶段, 采用水冲法, 加快下沉速度, 控制沉井下沉速度在 50 ~ 70 cm/d 的范围内。

沉井下沉后期, 即 -2.5 m ~ ±0.00 m (设计标高) 阶段, 以纠偏为主, 用人工挖土, 减慢下沉速度, 控制在 20 cm ~ 30 cm/d 的范围内。在离设计深度 20 cm 左右停止取土, 依靠自重下沉至设计标高。

5.5.4 下沉过程控制

在下沉过程中, 项目部安排专职测量员利用经纬仪及水准仪每天 6:00、11:00、16:00、21:00 4 个时间段定时对沉井的下沉进行监测, 根据已有的中心轴线及标高控制线对沉井的偏移、扭位、倾斜及下沉高度进行控制, 一旦出现上述情况, 及时采取措施进行控制。

5.5.5 下沉过程中出现问题的处理

下沉至 -11.3 m 时出现沉井自西北角向东南角倾斜, 两个角的高差最大达 26.7 cm, 经现场分析, 主要原因为挖土不均, 使井内土面高低悬殊; 井外弃土较近对沉井一侧产生偏压。处理方法为: 暂停沉降较大一侧的土方开挖, 并适当回填砂石, 并在较高的一侧加强挖土; 调整井外弃土距离, 使弃土点远离现场。经过以上方法的处理, 及时纠正的沉井倾斜的问题。

5.5.6 沉井封底

沉井下沉离设计标高 20 cm 时停止挖土施工,靠自重下沉至设计标高,经 24 h 沉降观测,沉降量不大于 10 mm,土体能保持稳定时,进行封底施工。封底施工同普通地下室底板施工。

6 结语

沉井施工自 2007 年 1 月 20 日开始进行刃脚的施工,2 月 18 日浇筑 2 层砼,3 月 10 日开始挖土下沉,3 月 25 日水冲法下沉至 4 月 20 日封底,下沉工期为 40 d,基本按预定的工期完成。

在下沉过程中重点做好了以下几个方面:

(1)现场的降排水采用管进降水,保持地下水位始终在作业面以下,为干湿作业创造了先决条件,可针对沉降速率选用不同方法,干作业时速度较慢易控制倾斜度,湿作业时速度较快,倾斜度难以控制,由于①-③层为透水层,如不采取降水措施,可导致沉井迅速下沉而无法控制,经降水后采用干作业保证了下沉速率及垂直度。从周边其它沉井作业来看,未采用降水的沉井起始阶段均下沉较快,后期虽经纠偏,但效果甚微。

(2)十字梁对沉降起到关键作用,沉井施工图中的十字梁起到内部支撑作用,兼作上部剪力墙(隔墙)的基础,使沉井一分为四,在沉井下沉过程中,十字梁作为井体的搁置点,有效控制下沉的速率,且在平面上分割,使对称作业更加均匀有效,在本施工中是借用结构体自身的构件,如无此构件,可借用钢梁或预先设置的钢筋砼梁,然后破除。

(3)边下沉边进行上部钢筋绑扎和模板支撑,有很多优点,具体为:缩减工期、在干作业状态可使沉井下沉速率较小、利用这段时间浇筑,保证砼的成型质量、不会因质量的突然增加而加剧下沉、高度不高的作业环境节约脚手和垂直运输量等。

(4)信息化施工。施工过程中,每天 4 个时间段定期观测,根据观测数据来指导施工,强化对沉井的偏移、扭位、倾斜及下沉高度进行控制,做到出现问题及时纠正;还对周边的场地和塔吊进行监控。

实践证明,采用干湿交替作业沉井施工方法,既能有效控制沉井的下沉速度,又能满足沉井质量,对沉井施工是一个极其有效的施工方法。

参考文献:

- [1] 乔建丽. 沉井施工致相邻建筑物倾斜事故原因分析及处理措施[J]. 建筑施工, 2010, 13(11): 37-39.
- [2] 谢石连, 郭连江, 范利杰. 某沉井流砂事故分析与处理[J]. 地下空间与工程学报, 2009, 5(3): 621-624.
- [3] 朱良锋, 周建军. 水冲法土方开挖施工技术[J]. 建筑技术, 2008, 39(5): 352-353.
- [4] 王辅圣. 软弱土层上沉井施工技术研究[J]. 合肥学院学报: 自然科学版, 2007, 17(2): 84-86.

Caisson Construction Technology Using Wet And Dry Alternate Operation

LU Kai-ming¹, CHEN Shou-kan²

- (1. Construction Engineering Group Co, Ltd. Nanjing, Jiangsu Nanjing 210012, China;
2. Yancheng Foreign Construction Management Office, Jiangsu Yancheng 224001, China)

Abstract: The paper introduced work processes and methods of caisson construction with construction methods of the larger sewage caisson structure of Dingshu Sewage Treatment Plant in Yixing City. It used tube well precipitation, proposed the sub-sink and process of sink with the upper caisson fabrication, and the artificial excavation and hydraulic method combined with the caisson sinking operations based information construction. The method could save construction period, control sinking speed, ensure the vertical sinking and project quality, which is an extremely effective construction method.

Keywords: caisson; tube well precipitation; artificial excavation; hydraulic method

(责任编辑:沈建新;校对:张英健)