

# 灌注桩与搅拌桩组合支护 在大浦第二抽水站基坑支护中的应用

王继光<sup>1</sup>, 钟恒昌<sup>2</sup>, 张海虹<sup>3</sup>

(1. 连云港市市区水工程管理处, 江苏 连云港 222000; 2. 中水淮河规划设计研究有限公司, 安徽 合肥 230000; 3. 连云港市临洪水利工程管理处, 江苏 连云港 222004)

**摘要:** 大浦第二抽水站工程地质为深厚海淤土, 距离已建大浦第一抽水站外边线仅相距 35.25 m, 施工时为确保相邻建筑物的工程安全, 经综合分析建筑场地的工程地质特征、基坑开挖深度、周边荷载、基坑位移对主体结构及周围环境的影响等因素, 采用水泥土深层搅拌桩加固、在基坑东侧边沿布置一排钢筋混凝土钻孔灌注桩的组合支护模式, 同时加强对组合支护桩及周围建筑物的安全监测等措施, 解决了该站基坑开挖、施工降排水对周围建筑物安全的不利影响。

**关键词:** 大浦第二抽水站; 钻孔灌注桩; 水泥土搅拌桩; 软土; 基坑支护

**中图分类号:** TV523

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1007-7839 (2016) 06-0019-04

## Application of combined support with bored pile and mixing pile to foundation pit support of Dapu second pumping station

WANG Jiguang<sup>1</sup>, ZHONG Hengchang<sup>2</sup>, ZHANG Haihong<sup>3</sup>

( 1. *Lianyungang Urban Water Conservancy Project Management Department, Lianyungang 222000, Jiangsu*; 2. *China Water Huaihe Planning, Design and Research Co., Ltd., Hefei 230000, Anhui*; 3. *Lianyungang Linhong Water Conservancy Project Management Department, Lianyungang, 222004, Jiangsu* )

**Abstract:** The engineering geology of Dapu second pumping station is deep sea silt, 35.25 m apart from Dapu first pumping station. In order to ensure engineering safety of neighboring buildings, engineering geological characteristics, excavation depth, surrounding load, displacement of foundation pit of the construction site on the main structure and the surrounding environment are comprehensive analyzed. Combined support mode of cement mixing pile and concrete bored pile reinforcement is used. Measures of safety monitoring for combined support pile and surrounding buildings are taken. The adverse effects coursed by construction of excavation and drainage on safety of surrounding buildings are solved.

**Key words:** Dapu second pumping station; bored pile; cement mixing pile; soft soil; foundation pit support

## 1 概况

大浦第二抽水站工程是沂沭泗河洪水东调南

下续建工程新沭河 50 年一遇治理工程的重要组成部分, 工程位于新沭河右堤下段桩号 3+180 处, 与已建的大浦第一抽水站在同一条轴线上, 中型

收稿日期: 2016-03-02

作者简介: 王继光 (1970-), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事工程建设管理工作。

排涝泵站<sup>[1]</sup>,共安装 1600ZLB10-4 型立式轴流泵配 TL800-24/2150 型立式同步电动机 4 台套,泵站设计扬程 3.5 m,设计排涝流量 40 m<sup>3</sup>/s,装机容量 3200 kW,工程等别Ⅲ等,主要建筑物 1 级,次要建筑物 3 级。兴建大浦第二抽水站,结合已建的大浦第一抽水站可使大浦河流域及连云港市区排涝标准达到 10 年一遇,缩短洪水排出时间,保障连云港市区的防洪安全。

大浦第二抽水站站址位于已建大浦第一抽水站和临洪站自排闸之间,基础边线东距大浦第一抽水站主厂房西边线仅 35.25 m,西距临洪站自排闸启闭机房东边线 120 m。站址处工程地质从上至下分别为:第(0)层人工填土厚约 5.0 m;第(1)层粘土,厚约 4.0 m;第(2)层淤泥质粘土或淤泥,厚约 4.50 m;第(3)层轻粉质壤土夹砂,厚约 1.00 m;第(4)层细砂夹壤土,厚约 1.20 m;第(5)层粘土,厚约 4.30 m;第(6)层轻粉质壤土夹砂,厚约 0.50 m;第(7)层粘土,厚约 3.50 m;第(8)层粘土夹块石,钻孔深 30.00 m 未穿透该层土。该泵站采用沉井基础,刃脚底高程(56 黄海,下同)-13.0 m,沉井封顶兼作主泵房底板,顶高程 -4.4 ~ -6.0 m,站址区堤防顶高程 9.0 m,基坑开挖最深处达 15.0 m。在大浦第二抽水站基坑开挖施工时,为确保周边已建大浦第一抽水站工程安全,经分析论证,在大浦第一抽水站侧采取钻孔灌注桩与水泥土搅拌桩组合支护的工程措施。

## 2 组合支护模式

根据大浦第二抽水站基坑开挖深度及所处的地质条件,同时考虑到泵房及基坑东侧上下游翼墙的基础型式,经过分析工程场地的岩土工程特点,结合基坑开挖深度、基坑周边荷载以及基坑位移对主体结构和周围环境的影响等因素,确定大浦第二抽水站组合支护模式为:充分利用建筑场地条件,考虑部分放坡和结合泵房沉井基础顶预留悬臂结构降低支挡结构的高度,改善支护后方土体工程特性以减少侧土压力,同时将东侧翼墙灌注桩基础与泵房基坑支护结合起来,采用钻孔灌注桩与水泥土深层搅拌桩组合支护模式<sup>[2]</sup>进行基坑支护。

## 3 结构布置及结构计算

### 3.1 结构布置

钻孔灌注桩与水泥土深层搅拌桩组合支护的具体做法与结构布置如下:①考虑部分放坡结合垂直支挡结构方式,坡比为 1:2.5,高程范围:3.0 m ~ 8.9 m,支护顶高程为 3.0 m;②考虑永久工程结合临时工程,在支护侧沉井上顶面预留高出泵房底板底面高程约 3.0 m 的悬臂结构,基坑底高程为 -3.0 m;③为了确保基坑边坡的稳定,在高程 3.0 m 处预留宽 6 m 的平台;④对东侧泵房外 6 m 范围内采用深层水泥搅拌法进行加固,提高土体物理力学指标,达到减小土的侧向压力要求;⑤在基坑东侧边沿布置一排钢筋混凝土钻孔灌注桩,经过以上措施处理后,支护垂直挡土高度为 6.0 m。大浦第二抽水站基坑支护平面布置及典型断面分别见图 1、图 2。

### 3.2 结构计算

大浦第二抽水站基坑支护灌注桩和水泥土搅拌桩嵌固至第 4 层底(轻粉质壤土夹砂),嵌固深度 9.4 m,单根桩长 15.4 m。考虑在 3.0 m 高程处 6 m 宽度的平台处布设一排  $\phi 1000$  mm 混凝土灌注桩<sup>[3-4]</sup>(桩间距 1200 mm,混凝土强度 C25)和三角形布设  $\phi 600$  mm 水泥土搅拌桩<sup>[5]</sup>(桩间距 1.47 m,置换率 15%,水泥参量 12%)。预留的平台对开挖的原堤防产生的土压力有缓冲作用,原堤防斜坡对混凝土灌注桩产生的荷载近似看作零。运用朗肯土压力理论计算墙后土压力并对嵌固深度进行验算<sup>[2]</sup>。混凝土灌注桩土压力计算简图见图 3。

嵌固深度验算公式:

$$H_p E_{pj} - 1.2 \gamma_o H_a E_{ai} \geq 0$$

式中:

$H_p$ —被动土压力力矩长, m;

$E_{pj}$ —总被动土压力, kN/m;

$H_a$ —主动土压力力矩长, m;

$E_{ai}$ —总主动土压力, kN/m;

$\gamma_o$ —重要性系数, 1.0。

采用朗肯土压力理论计算得:

$$H_p = 2.42 \text{ m}; E_{pj} = 1564.63 \text{ kN/m}; H_a = 4.8 \text{ m}; E_{ai} = 655.7 \text{ kN/m}; \gamma_o = 1.0。$$

$$H_p E_{pj} - 1.2 \gamma_o H_a E_{ai} = 6.7 > 0$$

经过验算可得:混凝土灌注桩(单根桩径 1000 mm,桩长 15.4 m,桩间距 1200 mm,总根数 29 根,混凝土强度 C25)和水泥土搅拌桩(单根桩径 600 mm,桩长 15.4 m,桩间距 1.47 m,总根数 106 根,

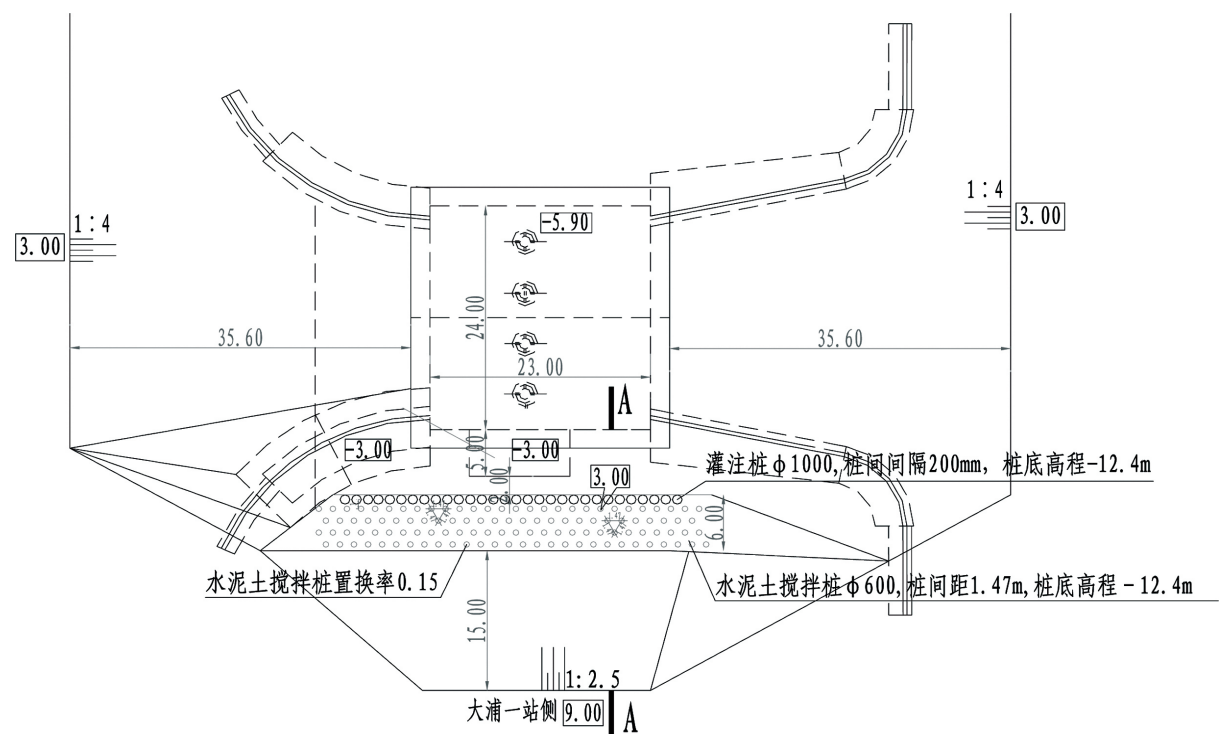


图 1 大浦第二抽水站基坑支护平面布置图

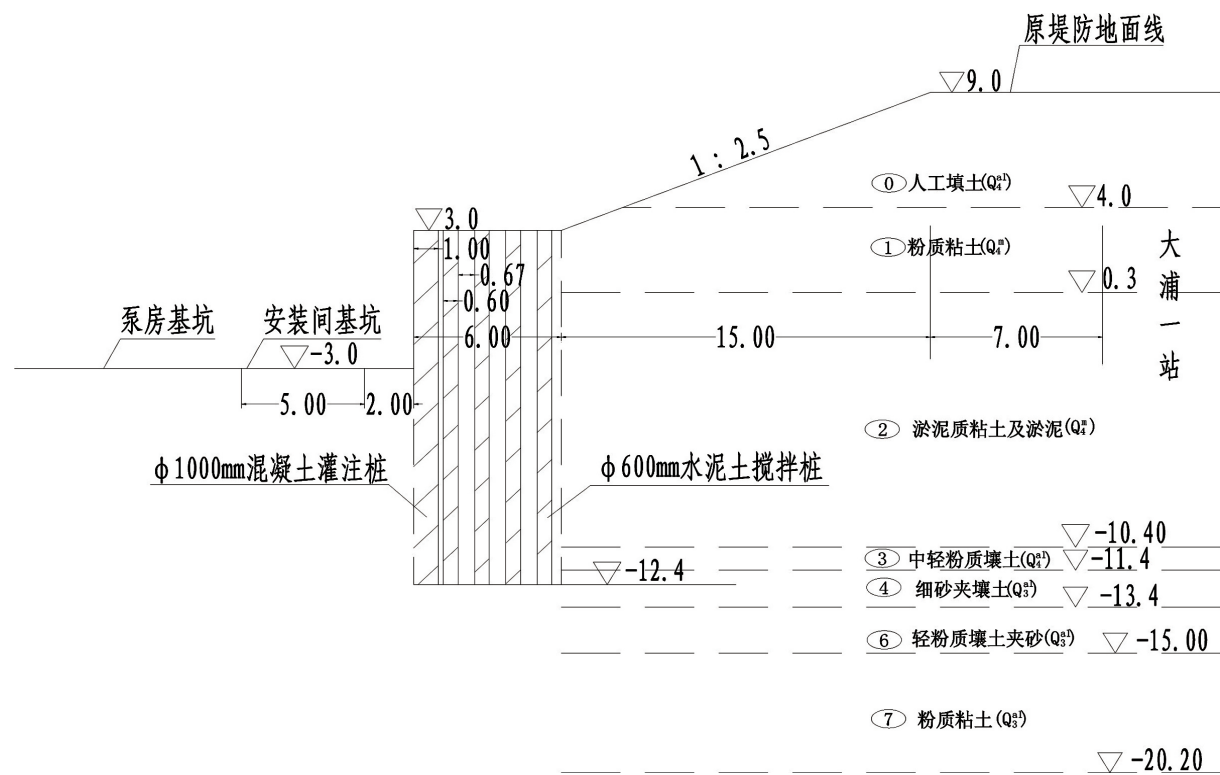


图 2 大浦第二抽水站基坑支护 A-A 典型断面

置换率 15%，水泥参量 12%) 能满足基坑稳定设计的要求。

4 安全监测

为全面反映组合支护桩及老站的沉降和水平

位移情况, 在大浦第二抽水站施工期布置了如下安全监测:

(1) 老站的安全监测, 主要是对靠开挖线处的地面、建筑物基础变形测量, 分别在开挖线处的地面设 2 个监测点、建筑物基础设 1 个地面监

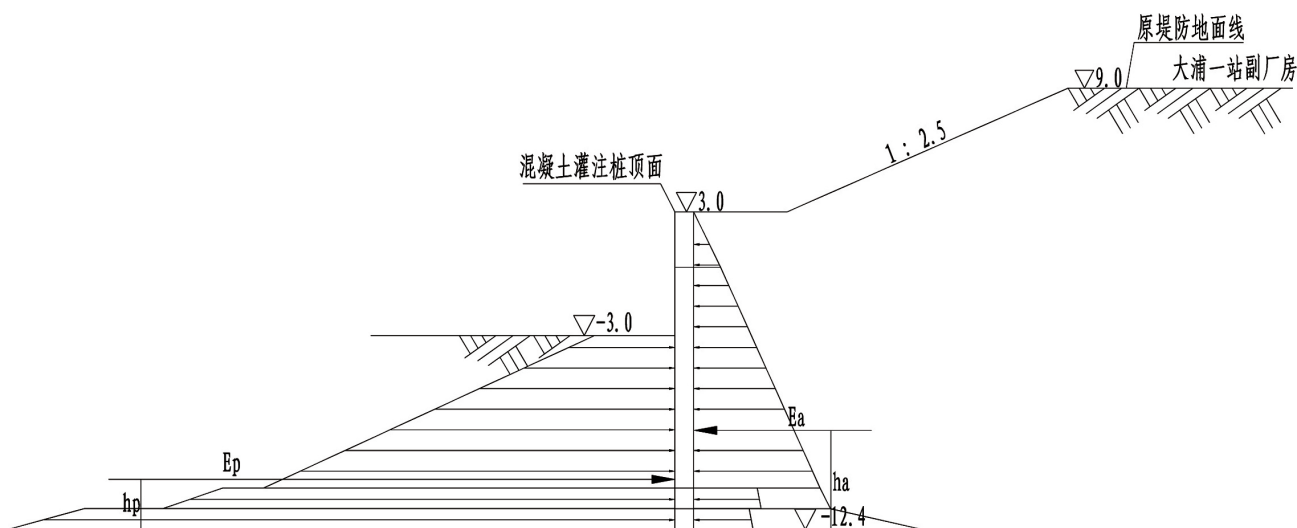


图3 混凝土灌注桩土压力计算简图

测点。观测频率:在该部位土方开挖过程中每天一次,遇到雨水天气或变位异常时加大观测密度,后期如变化不大可3~5d一次。

(2)组合支护桩的安全监测。主要是对桩顶的位移、沉降测量的观测,分别在组合支护桩联系梁上设4个监测点,由于组合支护桩位移变化是朝向新站基坑方向,应主要进行该方向的安全监测。观测频率:位移观测根据变化情况,初期每天一次,后期3~5d一次,遇到雨水天气或变位异常时加大观测密度。

(3)土方开挖边坡位稳定性观测。基坑土方开挖最大高差15m左右,根据安全需要,在站身和进水池段,待土方开挖完成后,分别在左右岸坡上各设置一个地面监测点,在老站处的开挖边坡上设一个地面监测点。观测内容为边坡的位移、高程观测,观测频率:初期2d一次,中后期7d一次,发现异常观测频率加密。

通过对施工过程中现场情况及观测数据分析,老站靠开挖线处的地面最大变形3mm、建筑物基础基本未发生变形;组合支护桩桩顶的最大位移10mm、桩顶基本未发生沉降;土方开挖边坡

最大变形5mm,未发现有裂缝。观测数据表明没有对大浦第一抽水站安全产生影响,组合支护桩结构满足规范和设计要求。

## 5 结语

针对大浦第二抽水站软土深基坑的工程地质条件,充分考虑软土的工程特性和施工降水对相邻大浦第一抽水站建筑物地基沉降影响等因素,采用钻孔灌注桩与水泥土深层搅拌桩组合支护模式,成功解决了该站工程建设中的一项技术难题,并可为以后类似工程提供参考。

## 参考文献:

- [1] GB50265—2010, 泵站设计规范[S].
- [2] JGJ120—2012, 建筑基坑支护技术规程[S].
- [3] 刘金砺, 高文生, 邱明兵. 建筑桩基技术规范应用手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [4] 史佩栋. 实用桩基工程手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [5] 刘保平, 宋淑平. 深层搅拌法的设计施工与应用[M]. 郑州: 河南出版社, 2003.

(责任编辑: 王宏伟)