

# 单排旋喷桩止水帷幕的工程实践

王玉涛, 孙新胜, 王 红

(煤炭科学研究总院西安研究院, 陕西 西安 710054)

**摘要:**结合工程实践, 阐述单排高压旋喷桩在基坑防渗、防流沙治理中的施工工艺, 并详细介绍了基坑止水帷幕施工关键技术及可能出现的问题, 提出了相应的解决方法和应急预案。

**关键词:**单排高压旋喷桩; 止水帷幕; 基坑防渗

**中图分类号:**TU473.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)06-0033-03

## 1 工程概况

拟建工程为某化学工厂循环水系统吸水池, 地点位于榆林市榆阳区。基坑设计尺寸长为 58.9 m, 宽为 12.9 m。基坑西部 24 m 处有一高为 73 m 的冷却塔, 属于重要建筑; 基坑北部 10 m 处为厂区道路。基坑现开挖已达 8.0 m, 超过稳定水位 2.1 m, 经井点降水, 效果不甚显著, 且基坑底部出现流砂层, 危及坑壁及周边建筑, 故不宜继续强排, 需对基坑进行帷幕止水。

拟建场区地处毛乌苏沙漠南缘, 场地地层主要划分为中砂层、粉质粘土、粉土 3 种类型。各层分布规律及岩性依次为:

①中砂, 褐黄色, 稍湿, 松散, 主要成分为石英、长石, 含云母, 部分地段见少量细砂, 层厚 3.60 ~ 4.30 m;

②中砂, 褐黄色, 稍湿~湿, 稍密, 局部含薄层细砂, 主要成分为石英、长石, 含云母, 级配差, 砂质纯, 层厚 0.70 ~ 1.70 m, 顶面埋深 3.60 ~ 4.30 m, 顶面高程为 1304.22 ~ 1304.60 m;

③中砂, 浅黄~灰黄色, 稍湿~饱和, 中密为主, 底部多为密实, 局部含薄层细砂, 主要成分为石英、长石, 含云母, 级配差, 砂质纯, 层厚 3.70 ~ 5.00 m, 顶面埋深 4.40 ~ 6.00 m, 顶面高程为 1302.52 ~ 1303.80 m;

④粉质粘土, 灰褐~红褐色, 可塑~硬塑, 无摇振反应, 韧性中等, 干强度中等, 有钙质结核、气孔、铁质浸染, 具细裂纹, 层厚 1.20 ~ 2.80 m, 顶面埋深 9.00 ~ 10.00 m, 顶面高程为 1298.26 ~ 1299.20 m;

⑤粉质粘土, 红褐色, 可塑~硬塑, 以硬塑为主, 无摇振反应, 韧性中等, 干强度中等, 分布连续, 层厚

1.30 ~ 2.90 m, 顶面埋深 10.20 ~ 15.00 m, 顶面高程为 1295.97 ~ 1298.00 m;

⑤<sub>1</sub>粉土, 红褐色, 稍湿, 密实, 摇振反应中等, 韧性低, 干强度低, 分布不连续, 层厚 1.50 ~ 2.00 m, 顶面埋深 13.00 ~ 13.50 m, 顶面高程为 1293.52 ~ 1295.28 m。

场地地下水属于潜水, 主要含水层为③层中砂, 初见水位 5.50 ~ 8.00 m, 稳定水位 4.15 ~ 8.10 m, 稳定水位标高为 1299.18 ~ 1301.94 m, 渗透系数  $k = 2.2$  m/d。

## 2 止水帷幕方案选择及设计

### 2.1 方案选择

根据现场情况, 为了保证基坑开挖和相邻构筑物安全, 并在基坑基础施工期间保证坑壁不再坍塌和涌水流砂, 有 3 种可供选择的加固方案。

方案一: 沿基坑周边采用深层搅拌桩加固止水, 布置 3 排互相交联的深层搅拌桩, 桩底部进入粘土层 0.5 ~ 1.0 m, 桩顶超出稳定水位 1.0 m;

方案二: 采用双排旋喷桩帷幕墙进行止水, 沿基坑周边梅花形布置 2 排旋喷桩, 旋喷桩桩顶相对标高在场地水位线上 1.0 m, 桩底进入④层粉质粘土深度  $\geq 1.0$  m。

方案三: 采用单排旋喷桩帷幕墙进行止水, 沿基坑周边布置一排旋喷桩, 旋喷桩桩顶相对标高在场地水位线上 1.0 m, 桩底进入④层粉质粘土深度  $\geq 1.0$  m。

方案一施工周期长, 动用大型搅拌设备, 对施工场地条件要求高, 大型设备在现有场地施工存在不安全因素; 方案二施工周期短, 采用的设备小且灵

收稿日期: 2006-12-28

作者简介: 王玉涛(1982-), 男(汉族), 山东人, 煤炭科学研究总院西安研究院助理工程师, 岩土工程专业, 从事岩土工程勘察、设计、施工工作, 陕西省西安市雁塔北路 52 号工程所, (029)87862198、13227808651, wyt192001@163.com。

活,但是造价较一、三方案高;方案三施工周期短,采用的设备小且灵活,完全可以满足工程部对工期及质量要求,且与方案一经济性差异不大。根据工程组织有关专家对3种加固方案的分析论证,决定采用方案三进行加固处理。

## 2.2 止水帷幕设计

旋喷桩桩径 600 mm,桩间距 450 mm,桩材强度  $< 5$  MPa,桩长 7 m。桩顶相对标高在场地水位线上 1.0 m,局部部位作相应调整,为防止底鼓,桩底进入④层粉质粘土深度  $\geq 1.0$  m。旋喷桩浆液水灰比为 1,采用 32.5R 普通硅酸盐水泥。单排旋喷桩止水帷幕布置见图 1。

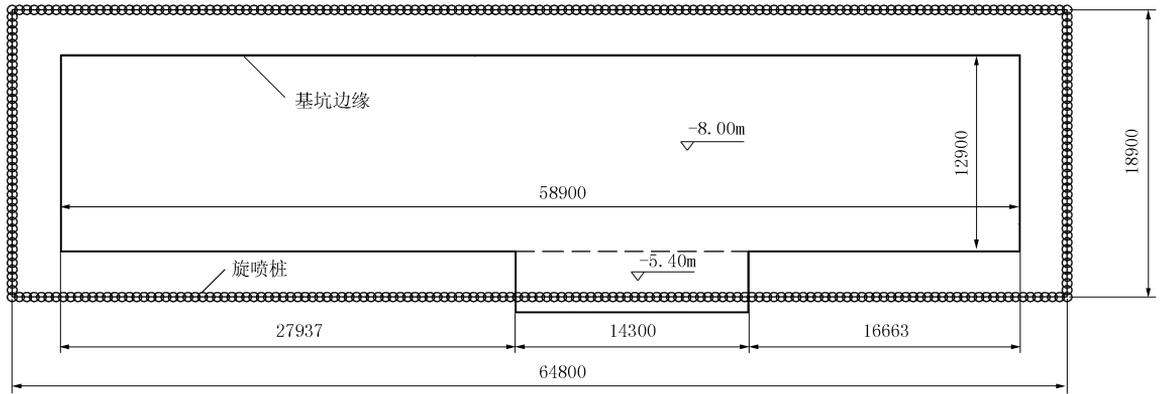


图 1 单排旋喷桩止水帷幕布置图

## 3 施工技术

### 3.1 施工流程(如图 2)

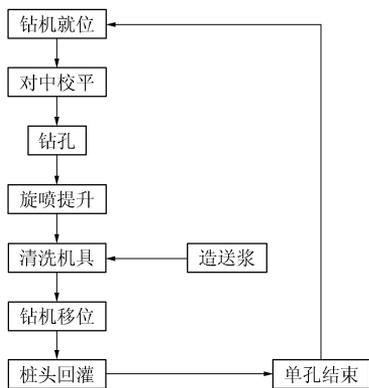


图 2 旋喷桩施工流程图

### 3.2 施工机具

GX-1 型旋喷钻机(15 kW)2 台,XPB-90C 型注浆泵(110 kW)2 台,泥浆搅拌机(3 kW)2 台,泥浆排污泵(3 kW)5 台,Ø42 mm 旋喷钻具 3 套,250 型电焊机 2 台。

### 3.3 施工工艺参数

提升速度 20 ~ 25 cm/min,旋转速度 24 ~ 28 r/min,注浆压力 20 MPa,水灰比 1,喷嘴直径 2.5 mm (2 个),采用普通硅酸盐水泥,水泥用量 220 ~ 240 kg/m。

### 3.4 施工工序

(1)平整场地:在施工前,首先应将现场进行平整,便于测量放线和布置机具,合理安排施工顺序,

提高施工效率。

(2)桩位:严格按照施工设计图纸,进行测量放点,由于旋喷桩桩位较多且桩距小,将放好的点先用钢钎打入 30 ~ 40 cm,再灌白灰,中心插入竹签或细焊条以保证桩位的精度。

(3)钻机就位:由于施工场地限制,工程量大,且工期很紧,因此,投入 2 套机组,以顺时针方向进行旋喷施工,每套机组工作量相当,减少机组之间的相互干扰,便于质量检查和防止桩位遗漏,确保施工质量和进度。

(4)钻孔:钻机安装调试好后,再将钻机移至钻孔孔位。用水平尺或罗盘调整钻机机身导轨垂直度和钻机底座水平精度,安装钻杆和带喷嘴钻头,将钻具缓慢下移至桩位,对正中心,轻压慢转,同时开泵送浆,准确将钻具按设计钻孔孔位钻入,待钻具平稳进入地层 0.5 m,方可正常钻进,钻孔深度严格按照设计进行,将钻具钻至预定深度,停钻,钻孔结束。

(5)旋喷成桩:钻进至预定孔深,停钻,卸开上部钻杆,投入 Ø6 mm 钢球,然后重新接上钻杆,开泵将钢球送到钻具喷体部位,堵住钻进时向下喷射的水口,只保留 2 个水平对称方向的喷嘴进行高压旋喷成桩;当喷至预定桩顶标高部位时,停止旋喷作业,提出孔内钻具,并及时进行清理,便于下一步施工;将钻机移至下一个桩孔。施工采用间隔跳桩成孔工艺,间隔一个孔位进行施工,避免相邻钻孔在旋喷时串孔,影响帷幕止水效果。

### 3.5 施工控制关键

(1)为了保证旋喷帷幕止水效果,首先在施工过程中要严格按照设计桩位进行施工,不得漏桩,也不能人为造成桩位偏差过大,为此,应设专人负责,进行旋喷后桩位的再确认和标记工作。

(2)单排旋喷桩帷幕止水效果的关键技术是要保证桩体的垂直度和桩与桩之间的搭接程度。因此,施工中,项目部技术人员和专职质量员应及时对钻机的垂直度和桩位进行复核,24 h 连续不间断地进行质量控制,严格检查钻机机组操作人员按设计工艺参数进行施工。

(3)水泥质量要按规范要求要求进行批量复检,禁止使用受潮或过期水泥。水泥用量按设计用量严格控制,项目部技术负责人要根据施工情况适当调整工艺参数,并注意返浆情况,安排机长作好钻孔及旋喷作业原始记录。

(4)所用水泥浆水灰比按设计规定严格执行,保持旋喷工作压力,满足设计要求,喷射过程中,防止水泥浆沉淀。

(5)注浆管分段提升的搭接长度  $\leq 100$  mm,部分孔段还要适当进行复喷,确保成桩桩径和质量。

(6)实行 24 h 连续作业,保证施工进度。

(7)对已成桩的孔及时进行桩顶回灌,保证桩顶部位桩体质量和防止地面坍塌。

### 3.6 施工应急预案

(1)帷幕施工完成后,留一套设备在场。基坑即可开挖施工,施工中若发现坑壁渗漏,则在渗漏点排桩后相应位置补桩,补桩桩材加入速凝剂,迅速堵漏,以保证帷幕有效。

(2)基坑施工过程中,应加强周边建筑物的沉降观测,若沉降速率过大,则应停止基坑施工,采取相应加固措施。

## 4 工程质量检验

旋喷桩帷幕止水墙质量检验包括原材料检验、水泥土强度检验和开挖后帷幕墙效果检查。

### 4.1 原材料检验

旋喷桩原材料主要为水泥,其检验主要为水泥强度及安定性检验。

### 4.2 水泥土强度检验

旋喷桩强度试验为水泥土的抗压强度试验,即为旋喷桩返浆在标准养护条件下的抗压强度,每个工作日取一组试块,一组试块为 3 个,试块尺寸为  $70.7 \text{ mm} \times 70.7 \text{ mm} \times 70.7 \text{ mm}$ 。

### 4.3 开挖后帷幕墙效果检查

达到桩体初凝强度(一般为 7 天),即可进行基坑开挖,注意开挖时不能对旋喷帷幕墙进行机械破坏,在基坑上部也不能有大型机械设备对墙体产生过大动载荷和侧向力,避免造成因桩体强度不够产生破坏和断裂。

在基坑开挖工程中,通过对基坑周边及主要建筑物的沉降观测,表明基坑的开挖未对周围建筑造成危害。

## 5 结论与认识

(1)本工程采用单排旋喷桩进行帷幕止水,桩的垂直度精度是本次工程施工质量控制的关键。只有控制在 1% 以内,引孔孔位误差  $< 5$  cm,才能保证桩间的咬合,否则会引起渗水,给施工控制带来难度。

(2)本工程采用 GX-1 型旋喷钻机,该钻机对地层表现出较强的适应性,施工进度快,按时完成了施工任务,保证了后续工作的顺利展开。

(3)加强对施工过程的质量监督检查,是确保本次施工圆满完成的强有力的管理措施。

(4)基坑开挖后,实测加固体直径在  $60 \sim 80$  cm 之间,桩与桩之间搭接紧密,帷幕效果良好,支护、止水均达到设计要求。基坑开挖由一般的水中取土变为人工挖土,不仅大大节约了时间,而且解决了因基坑开挖引起周围建筑的安全问题。确保了基坑相邻构筑物的安全和基坑开挖施工的安全。

### 参考文献:

- [1] 朱庆林,等.旋喷桩注浆加固地基技术[M].北京:中国铁道出版社,1983.
- [2] JGJ 79-2002/J 220-2002,建筑地基处理技术规范[S].
- [3] 编写委员会.地基处理手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1988.

## 世界斜拉桥最大跨径 1088 m

上海政府网站 2007 年 6 月 19 日消息 总投资人民币 64.5 亿元,全长 32.4 km,拥有世界最大主跨的苏通长江公路大桥,2007 年 6 月 18 日实现南北合龙全线贯通。

苏通大桥位于江苏省东部的南通市和苏州的常熟市之间,东距

## 苏通长江大桥合龙全线贯通

长江入海口 108 km,是国家高速公路沈阳至海口通道、也是江苏省公路主骨架跨越长江的枢纽工程。路线全长 32.4 km,其中跨江大桥长 8146 m。