

浅谈深基坑工程施工方法

胡 宇¹, 李永光², 尤文玮², 彭春强³

(1. 中国石化集团宁波工程有限公司, 浙江宁波 315103; 2. 林同炎李国豪土建工程咨询有限公司, 上海市 200092;

3. 上海市市政工程设计研究总院, 上海市 200092)

摘 要:深基坑对工程安全及造价有较大影响, 如何根据具体条件正确地选择施工方法, 是保证施工安全与质量及降低工程造价的关键。仪征污水处理工程进水泵房施工采用了深井和轻型井点同时降水, 水泥搅拌桩围护与止水, 基坑放坡开挖的施工方法, 确保了本工程安全地实施。同时与一般基坑围护施工方法相比, 降低了基坑工程造价的 50%。

关键词:深基坑; 围护; 降水; 施工方法; 放坡开挖

中图分类号: TU463 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)06-0119-03

1 工程概况

1.1 工程简介

仪征市 5 万 m³/d 污水处理工程距长江大堤约 500 m, 地势低, 地下水丰富, 土层渗透系数较大。

该工程进水泵房由粗格栅间、进水泵房组成。其中进水泵房为地下钢筋混凝土结构, 上部为现浇钢筋混凝土框架结构, 粗格栅间为地下钢筋混凝土结构。进水泵房位于厂区西北角, 其施工场地狭窄, 西侧、北侧正式围墙已施工完, 东侧细格栅涡流沉砂池已施工完, 只有南侧有空地, 但必须作施工道路和材料堆场。

本工程 ±0.00 相当于黄海高程 4.8 m。进水泵房基底标高 -10.2 m, 场区自然标高 3.6 m, 实际需挖土深度 9 m。

1.2 地质概况

该工程地质土层分为 6 层: 第一层, 表土以粉质粘土含植物根系为主, 灰色, 含有机质, 为耕作土, 层厚 0.2 ~ 1.8 m; 第二层, 淤泥质粉质粘土夹薄层粉砂, 灰色, 流塑状, 无摇震反应, 层厚 5.60 ~ 8.00 m; 第三层, 粉质粘土与粉砂互层, 灰色, 可塑 ~ 流塑状, 无摇震反应, 层厚 1.90 ~ 4.50 m; 第四层, 粉砂夹粉土, 局部夹薄层粉质粘土, 灰色, 饱和, 稍密状, 层厚 2.40 ~ 5.20 m; 第五层, 粉砂夹粉土, 局部夹薄层粉质粘土, 灰色, 饱和, 稍密 ~ 中密状; 第六层, 粉细砂, 灰色, 饱和, 中密状。根据地质勘测报告提示, 一二层土透水性较差, 但层间流水较明显, 造成降水效果不明显(透水系数分别为 2.40×10^{-8} cm/s 和 4.26×10^{-8} cm/s), 其他层未提示透水系数。

1.3 施工难点分析

本工程场地狭窄, 三侧有建筑物, 土方边坡最大不超过 1:1, 施工时必须确保三面已建构筑物的安全。

由于地下水位较高, 且土质相对差, 降水措施的好坏成为工程施工的关键。

施工期为 5、6 月份, 正值雨季, 基坑降水、排水及土体边坡稳定是安全施工的保证。

2 主要技术措施

2.1 水泥搅拌桩围护与止水

采用水泥搅拌桩加固四周土体, 阻止四周地下水向基坑渗透, 同时增加边坡稳定性。

水泥搅拌桩设计: 搅拌桩直径 $\phi 700$, 相邻两桩搭接长 200 mm, 桩长 10 m。沿桩长方向每 2 m 在桩内侧加两根桩, 以增强桩的抗折强度。桩施工完毕养护 28 d。

2.2 深井与轻型井点降水相结合

采用深井降水降低地下水位, 减小放坡系数在 1:1 以内; 采用轻型井点降水降低边坡内水位, 减小土体内含水量, 增加基坑边坡抗滑稳定性。

深井设计: 深井直径 $\phi 360$, 深度 14 m, 根据经验及有关资料计算沿四周设 10 口深井, 能够满足降水要求。

轻型井点设计: 采用 JQ-90 轻型井点, 土方挖至 -4 m 时开始作轻型井点。总管采用 $\phi 100$ 、支管 $\phi 50$ 、滤管 1 m、深度 6 m。

2.3 边坡防护

土方边坡浇 80 mm 厚 C20 混凝土, 防止下雨冲刷边坡, 使土体产生滑移。

在基坑四周作砖砌挡墙, 防止使地面水流入基坑, 使基底土不被外侵雨水浸泡而降低地基承载能力。

2.4 基坑施工

基坑施工见图 1。

收稿日期: 2006-09-23

作者简介: 胡宇(1976-), 男, 湖南常德人, 工程师, 主要从事环保工程技术与 EPC 项目管理工作。

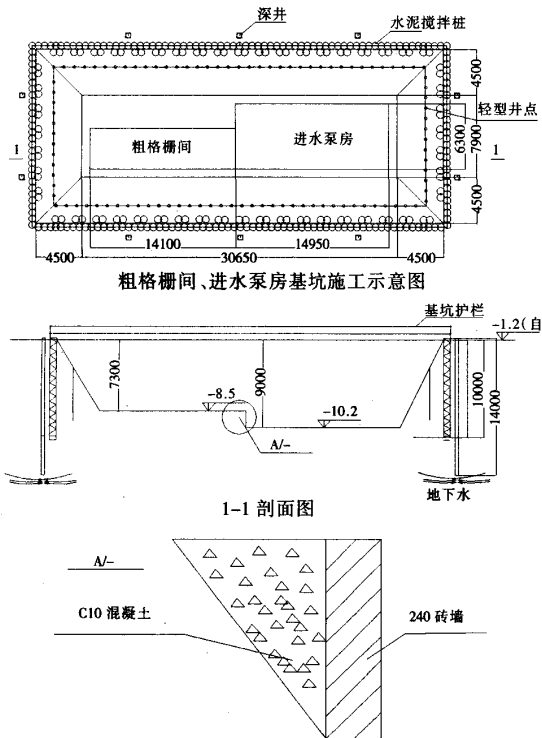


图1 基坑施工示意图

3 施工工艺流程

3.1 深层水泥搅拌桩

3.1.1 施工工艺流程

施工工艺流程见图2。



图2 深层水泥搅拌桩施工工艺流程图

3.1.2 施工注意事项

(1)场地平整:清除地表的淤泥和杂草及粘土层。

(2)测量定位:由经纬仪放出主轴线,定出各桩的位置。

(3)试桩:施工前的试桩,数量不少于2根,以掌控施工各项参数。

(4)施工时确保加固深度范围内土体任何一点能搅拌2次以上。

(5)施工中保证搅拌桩机底盘的水平和导向架的竖直,搅拌桩的垂直偏差不得超过1%,桩位的偏差不得大于50 mm,成桩直径和桩长不得小于设计值。

(6)水泥浆制备:水泥采用3.25普通硅酸盐水泥,水泥的掺入量为被加固土的15%,或每立方米,加固土掺入250 kg。

(7)水泥搅拌桩的质量控制必须贯穿于施工的全过程,同时进行全过程监控,随时检查施工记录和计量记录。

(8)根据施工工艺对水泥搅拌桩进行质量评定。检查重点:水泥用量、桩长、搅拌头转数和提升速度、复搅次数和复搅拌深度、停浆处理方法。

(9)成桩7 d后,采用浅部开挖桩头(深度宜超过停浆面下0.5 m),目测搅拌的均匀性,量测成桩直径,检查量为总桩数的5%。

3.2 深井降水

3.2.1 施工工艺流程

施工工艺流程见图3。

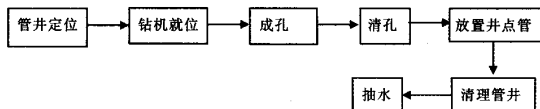


图3 深井降水施工工艺流程图

3.2.2 管井做法及机具设备

(1)管井结构:用钻机钻 $\Phi 800$ 孔,内置钢筋混凝土管,井管外径 $\Phi 360$ 、内径 $\Phi 300$,上部10 m和下部2 m采用不透水管,中部2 m采用透水管,管外包60目尼龙丝布二层,外填滤料砂,井底一节不透水钢筋混凝土管底用厚5铁板焊接封底。

(2)管井位置:井点管距离搅拌桩不小于0.8 m,南北井点管每边3口,东西每边2口。管井底标高应比基坑底部深0.8~1.2 m。

(3)施工机具:两台ZB-150钻机,15台3.0 kW水泵,其中5台为备用泵,1 000 m消防水管。

(4)材料进场:透水管、不透水管、滤料砂、黄砂在成孔前2 d进场。

(5)测量定位:按设计要求,定出各井位,各井位中心打定位桩,及十字控制桩,埋设护筒,护筒用 $\Phi 10$ 钢板卷制而成,内径 $\Phi 120$,护筒长1.8 m,护筒埋设深1.5 m,出浆口高出地面300 mm,护筒放入坑内,校正护筒的中心位置和垂直度。

(6)钻机就位:管井周围场地整平后用方木铺垫,钻机部位用枕木铺设钻机工作平台,以承受钻机工作时所有静动荷载,保证钻机平稳,不产生过大的位移和沉降。钻机底部用水准仪整平,校正钻机的垂直度,使钻机钻头吊起后与桩中心垂直度方向对准。此工序应反复进行,检查钻机安装是否稳固,检查钻具、电力系统及安全防护措施。

(7)成孔:开钻时慢速推进,待导向部位全部

进入土层后,方可提速。鉴于本工程地质情况,采取减压、低档慢速、大泵量、稠泥浆钻进。同时检查测定泥浆相对密度、黏度、含砂率、失水率等。泥浆相对密度要求在 1.2 以上,黏度在 18~24,含砂率 <3%,失水率小于 20。在钻进过程中须控制泥浆浓度以防塌孔、堵孔,而影响排水效果。

(8)换浆清孔:钻孔达到设计深度成孔以后,即可进行清孔,采用换浆清孔法,将钻头提高离孔底 100~200 空转,保持泥浆正常循环,以中速压入相对密度为 1:1、黏度 17~20 的泥浆,把钻孔内悬浮钻渣相对密度较大的泥浆换出,以达到清孔目的,防止塌孔。清孔后,孔底沉淀厚度不大于 300~400,同时含砂率小于 4%。清孔要保证质量,否则将影响出水。

(9)放置井管:清孔后及时安装井管,采用钢筋混凝土管,井周边采用扶正木,以控制井周边滤水层厚度和井管的垂直度。底部先下一个 2 m 的不透水井管,并用 $\Phi 400 \times 5$ mm 的钢板封底,以后下 2 m 滤水管,上面是 10 m 的不透水管,井管间接头用电焊焊牢,透水管外先缠绕 12# 镀锌铅丝,间距 100 mm,外裹 60 目尼龙丝二层作滤网。

(10)填孔:井管与孔壁间填充中粗砂作为滤料,沿井管周边均匀灌填上升,直至井口。

(11)清理管井:采用空压机洗井,分节冲洗,实行正抽反灌循环反复进行。

(12)实验抽水:管井作现场抽水实验,并确定管井内水位、水位下降、抽水量、出水含泥量限值。

(13)抽水:在实验抽水完成后确定每口深井一台 3.0 kW 水泵进行抽水。

(14)每天 24 h 保持连续抽水,监控地下水位标高,满足设计要求后,方可进行土方开挖。

(15)停止抽水时间:地下钢筋混凝土构筑物施工完毕,且回填土至地下水位时方可停止管井抽水。

3.3 轻型井点降水

3.3.1 施工工艺流程

施工工艺流程见图 4。

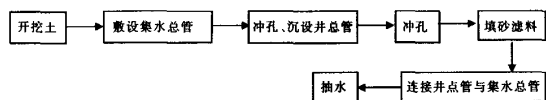


图 4 轻型井点降水施工工艺流程图

3.3.2 施工注意事项

(1)本工程采用 JQ-90 轻型井点。总管采用 $\phi 100$, 支管 $\phi 50$ 长度 6 m, 滤管 1 m。支管间距 1~1.5 m。

(2)冲孔完成后,井点管与孔壁间及时用洁净粗砂灌实,并且井点管要位于砂虑中间。

(3)灌砂时,管内水面应同时上升,否则,可注水于管内,水如很快下降,则认为埋管合格;灌砂是保证质量的关键工序。

(4)井点使用时,应保证连续不断地抽水,如不上水,或水一直较混,或出现清后又混等情况,应立即检查纠正。

(5)井点使用时,应经常观测真空度,一般不低于 55.3 kPa。如真空度不够,一般是由于管路漏气,应及时维修。

(6)如井点管淤塞较多,严重影响降水效果时,应逐个用高压水反冲井点管或拔出重新埋设。

(7)拆除井点系统:在地下钢筋混凝土构筑物施工完成后,回填土至井点顶标高后,起拔井点管。所留孔洞用砂或土填塞。

3.4 土方开挖

(1)基坑放坡系数按 1:1 放坡,反铲挖掘机进行大开挖。

(2)土方开挖时,地下水位必须降至基坑底板以下 500~1 000 mm。

(3)基坑开挖基底标高后,及时人工挖设排水沟、集水坑,用于下雨后的基坑内排水。

(4)边坡防护:基坑随开挖进行边坡防护。方法为在基坑斜表面采用 80 mm 厚 C20 细石混凝土浇筑,主要作用是防止雨水冲刷造成边坡塌方。

(5)基坑挖土分二次开挖,第一次开挖至二级井点施工位置(地面下 4 m 处),作轻型井点降水。

(6)第二次挖土,在轻型井点抽水效果良好后,挖至设计标高。

(7)开挖时有专人指挥,基底土质经有关人员现场确认,立即用人工进行修整,及时浇筑混凝土垫层。

(8)土方施工前要掌握天气情况,避免雨天施工,施工过程中如遇到降雨,则停止施工。

(9)及时组织验槽和有关人员会签,避免槽底暴露时间过长。

(10)土方开挖结束后及时在四周作砖砌挡墙,外表抹 1:1 水泥砂浆,防止地面上水流入基坑。

(11)粗格栅间与进水泵房高差的处理,高差部分土方仍按 1:1 放坡,并砌 240 mm 挡土墙。待墙体具有一定强度后,浇 C10 混凝土填实。

(12)在基坑四周搭设脚手架护栏,高度 1 200 mm,防止人员跌落基坑,造成安全事故。

3.5 基坑检测

双圆盾构旋转问题的研究与实践

孙连元

(上海市第二市政工程有限公司, 上海市 200065)

摘 要:该文通过对上海轨道交通 6 号线 9 标云山路站~金桥路站、金桥路站~博兴路站双圆(DOT)区间隧道施工过程中大量实测数据的深入分析,对盾构机本体及隧道发生旋转的原因进行了探讨,提出了有效的对策与方法。

关键词:双圆盾构;DOT;盾构旋转;纠偏

中图分类号:U455.43 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)06-0122-04

1 概述

随着城市地下空间的不断开发和利用,盾构法隧道施工技术取得了日新月异的飞跃发展。国外出现了大量新型的异形断面盾构,由单圆发展到双圆、三圆、椭圆、矩形、组合矩形等多种截面形式。1986 年,日立造船株式会社制造了世界上第一台双圆泥水加压式盾构,并应用于东京的京叶线京桥隧道,成功开创了双圆盾构(DOT)法的施工先例。

2002 年上海市轨道交通 M8 线建设,从日本购进了双圆盾构(见图 1),开创了我国“区间双线隧道集约化盾构施工法”的新时代,而上海市轨道交通 6 号线是继 M8 线后,第二次采用双圆盾构法施工的重大地铁隧道工程建设项目。

由于双圆形状的不完全对称性,旋转控制是双圆盾构法施工技术的难题之一,本文结合上海轨道交通 6 号线 9 标云山路站~金桥路站双圆(DOT)区间隧道施工,对软土地层中双圆盾构及隧道的旋转控制,进行理论与施工实践研究,提出有效的对策与方法。

收稿日期:2006-09-10

作者简介:孙连元(1951-),男,江苏江都人,工程师,从事地铁、隧道等工程施工及管理工作。

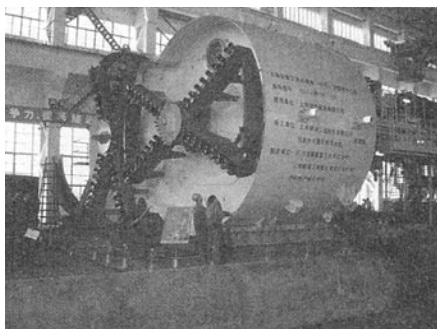


图 1 双圆(DOT)盾构

2 引发双圆盾构发生旋转主要因素

单圆盾构的形状是完全对称的,盾构本体旋转可以通过大刀盘顺时针或逆时针旋转的切换来加以纠正;而双圆盾构以中心轴左右对称,在结构形状上保持了不稳定的平衡状态,左右刀盘反向旋转,产生的旋转力矩是互相抵消的,一旦受到下文所述的引发双圆盾构旋转因素的影响,盾构本体将发生旋转,而且难以纠正。

(1) 双圆盾构外形的制造误差

双圆盾构外形结构庞大,外径 $\Phi 6\,520\text{ mm}$, 横向尺寸 $11\,120\text{ mm}$ 。如此大的一个机械产品,在制作和安装过程中必然存在本体外形和中心的制

为了使基坑围护及基坑开挖尽可能降低对周围的不良影响,保证安全施工,采取如下相应监测措施:

(1)在基坑内外土体设点进行观测,掌握基坑开挖过程中基坑周围土体沉降、位移等情况。

(2)在西侧、北侧、东侧已经施工完成的围墙及细格栅滞流沉砂池上设点观测,及时掌握既有建筑实体的沉降、位移情况。

4 结语

通过上述一系列技术、组织措施,仪征 5 万

m^3/d 污水处理工程的进水泵房深基坑施工顺利完成。未发生任何质量、安全事故。

在目前的建设施工中,深基坑随处可见,特别是在地下水丰富的地区,如何保证深基坑施工的安全,同时又能降低造价,是值得加以探讨的课题。通过仪征 5 万 m^3/d 污水处理工程进水泵房深基坑施工的实践与总结,对相似工程的施工,采用水泥搅拌桩围护与止水,深井与井点降水相结合的施工工艺,可有效保证深基坑施工的安全,比常用的排桩基坑围护结构或 SMW 工法围护结构造价要省 50% 以上。