

# 复合土钉墙支护技术在水利工程基坑支护中的应用

任正安<sup>1</sup>, 沈树恒<sup>1</sup>, 曹凤学<sup>2</sup>

(1. 北京燕波工程管理有限公司, 北京 100097; 2. 北京建材地质工程公司, 北京 100102)

**摘要:**通过某水利工程污水处理厂基坑支护工程的设计与施工,介绍了复合土钉墙支护技术在水利工程基坑支护的应用实践。

**关键词:**水利工程;复合土钉墙;基坑支护

**中图分类号:**TV551.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)12-0025-03

**Application of Composite Soil-nail Wall Technology in Foundation Excavation Reinforcement of Hydraulic Project/REN Zheng-an, SHEN Shu-heng, CAO Feng-xue** (1. Beijing Yanbo Engineering Project Management Co., Ltd., Beijing 100097, China; 2. Beijing Building Material Geological Engineering Corporation, Beijing 100102, China)

**Abstract:** The paper introduced the application of composite soil-nail technology in foundation excavation reinforcement with an engineering case of hydraulic project in a sewage treatment plant.

**Key words:** hydraulic project; composite soil-nail wall; foundation excavation reinforcement

随着国民经济的飞速发展和人们对城市环境及水资源保护利用认识的提高,城市水利工程建设进入到一个快速的发展阶段,尤其是河道整治和污水处理工程在首都水利工程建设中进入到一个全面发展时期。由于河道整治工程距离大、污水处理工程多为开发区或小区的后期配套,越来越多的出现了水利工程基坑与已有建筑距离较近的工程实例。基坑支护工程设计与施工的技术可行性、经济合理性决定了基坑的安全使用状态和对已有建筑物的保护程度,是工程项目安全、经济、有序进行的前提与根本保障。

## 1 工程概况及地质条件

### 1.1 工程概况

拟建某开发区污水处理工程位于北京市大兴区青云店镇。工程基坑开挖深度 5.5 m(自地表),基坑南北向延伸,长度 145 m,宽度 6 m。

本工程位于工业区内,周边条件较为复杂。基槽东侧中段与已有建筑物相距较近,已有建筑为某公司不间断使用的空压机房(平房),空压机房距拟建外墙线 3.0 m,平房沿槽长度约 22 m;基槽西侧为厂区间道路,本工程基槽横向开挖厂区间道路 1/3,另 2/3 道路为两公司货物载重车辆进出通道,必须

保障道路在基槽施工期间正常运行。

根据以上实际条件,基槽必须采取有效支护措施。

### 1.2 场地工程地质与水文地质条件

拟建场区地形平坦,场地地层综合情况如表 1 所示。场区 12 m 深度范围内未见地下水。

表 1 场地地层情况表

地层类别	地层序号	岩性	重度/(kN·m <sup>-3</sup> )	厚度/m	粘聚力/kPa	内摩擦角/(°)
人工堆积层	①	粉土填土层	19	1.0	15	15
	②	细砂	19.5	1.2	0	21
第四纪沉积层	③	粘土	19.6	2.8	20	9
	④	粉土	19.9	2.0	15	25
	⑤	粉质粘土	19.4	2.3	25	15

## 2 基槽支护方案设计

### 2.1 支护形式选择

由于基坑紧临已有建筑及道路,为防止基坑开挖对建筑物及道路的影响,必须采用合理的技术手段确保已有建筑和道路的安全使用,降低因基坑开挖变形导致对现状建筑和道路正常使用的影响,确保基坑边坡与已有建筑的安全。

本工程基坑支护方案应充分考虑场地条件制约和支护形式对基坑变形的约束,因场区临近建筑基础形式不适宜悬臂式支护体系所产生的较大变形的

收稿日期:2007-10-10

**作者简介:**任正安(1966-),男(汉族),北京延庆人,北京燕波工程管理有限公司总监理工程师,从事水利工程监理、水工钢结构监造工作,北京市海淀区潭化路银利娜西区 3A 号 3 层;沈树恒(1968-),男(汉族),北京昌平人,北京燕波工程管理有限公司监理工程师,从事水利工程监理及水工建筑工程;曹凤学(1968-),男(蒙古族),内蒙古赤峰人,北京建材地质工程公司第一项目经理部经理、工程师,水文地质工程地质专业,从事岩土工程设计与施工管理工作,北京市东直门外南湖渠卷石天地大厦,cfengxue@163.com。

后果,经计算分析,对不同的支护方案进行相互对比,最终确定:与已有建筑物相距较近的平房部位(1-1剖面)采用变形甚微的微型桩与预应力锚杆结合的支护体系进行支护;西侧载重车辆道路部位(2-2剖面)采用约束动载作用的预应力复合土钉墙支护体系进行支护。具体支护形式详见图1。

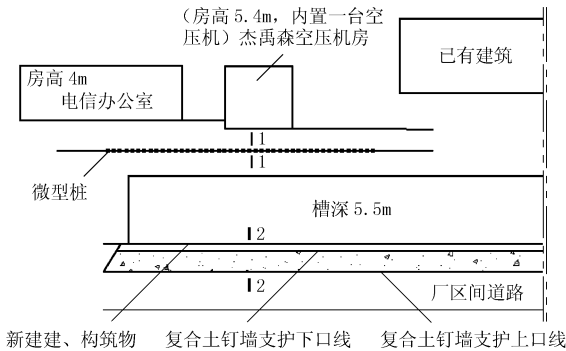


图1 基坑支护平面图

## 2.2 支护设计

### 2.2.1 基坑支护设计计算

#### 2.2.1.1 1-1剖面微型桩复合土钉墙支护设计及验算

设计参数见表2,验算结果见表3、表4。

表2 1-1剖面设计参数表

支护类型	基坑侧壁重要性系数	基坑深度 /m	地下水位 /m	墙面坡角 /(°)		
土钉墙	1.00	5.50	-12.00	90		
超载序号	超载类型	超载值 /kPa	距坑边距离 /m	作用宽度 /m	距地面深度 /m	
1	2	30.00	0.50	5.0	0.80	
土钉道号	竖向间距 /m	水平间距 /m	入射角 度/(°)	超挖深度 /m	钻孔直径 /mm	土钉长度 /m
1	2.00	1.00	10.00	0.50	130	10.00
2	2.00	1.00	10.00	0.50	130	10.00

表3 抗拉验算计算结果表

计算步数	破裂面角 /(°)	土钉号	安全系数	验算长度 /m	内力设计值 /kN
1	45.1				
2	43.3	1	9.53	10.00	18.48
3	43.6	1	9.49	10.00	18.38
		2	3.18	10.00	67.12

表4 整体稳定验算计算结果表

计算步数	安全系数	破裂面角 /(°)	滑裂面深度 /m	X座标 /m	Y座标 /m	半径 /m
0	1.45	44.0	1.00	0.13	-0.13	1.23
1	1.12	45.6	2.20	1.25	-0.32	1.88
2	1.24	45.1	2.50	2.11	-0.06	2.61
3	1.68	43.3	4.50	3.82	0.52	5.45
4	2.27	43.0	5.00	3.59	0.43	5.60
5	1.84	43.6	5.50	3.80	0.69	6.30

计算结果表明:设计计算满足规范要求。

#### 2.2.1.2 2-2剖面微型桩复合土钉墙支护设计及验算

设计参数见表5,验算结果见表6、表7。

表5 2-2剖面设计参数表

支护类型	基坑侧壁重要性系数	基坑深度 /m	地下水位 /m	墙面坡角 /(°)		
土钉墙	1.00	5.50	-12.00	73.0		
超载序号	超载类型	超载值 /kPa	距坑边距离 /m	作用宽度 /m	距地面深度 /m	
1	2	30.00	1.00	2.50	0.00	
土钉道号	竖向间距 /m	水平间距 /m	入射角 度/(°)	超挖深度 /m	钻孔直径 /mm	土钉长度 /m
1	1.50	1.50	10.00	0.50	130	9.00
2	1.50	1.50	10.00	0.50	130	11.50
3	1.50	1.50	10.00	0.50	110	6.00

表6 抗拉验算计算结果表

计算步数	破裂面角 /(°)	土钉号	安全系数	验算长度 /m	内力设计值 /kN
1	45.5				
2	43.9	1	5.57	9.00	30
3	43.0	1	4.76	9.00	30.48
		2	6.54	11.50	33.65
4	43.6	1	4.61	9.00	30.18
		2	6.42	11.50	33.33
		3	1.28	6.00	76.49

表7 整体稳定验算计算结果表

计算步数	安全系数	破裂面角 /(°)	滑裂面深度 /m	X座标 /m	Y座标 /m	半径 /m
0	1.06	44.0	1.00	6.01	5.71	8.80
1	1.03	45.5	2.00	2.80	0.04	2.99
2	2.38	45.6	2.20	2.23	-0.17	2.56
3	1.29	43.9	3.50	6.56	3.52	8.91
4	1.33	43.0	5.00	4.82	0.89	6.75
5	1.43	43.6	5.50	5.50	0.79	7.36

计算结果表明:设计计算满足规范要求。

### 2.2.2 基坑支护设计结果

基坑支护设计如图2所示。

#### 2.2.2.1 1-1剖面微型桩复合土钉墙支护设计结果

微型桩设计:桩径108 mm,桩间距0.5 m,桩顶标高-1.5 m,桩长6 m,嵌固深度1.7 m,桩内配Ø89 mm钢管,壁厚3.5 mm,成孔采用工程勘察钻机成孔,下入钢管后注水灰比0.5的水泥浆使钢管与土体接触密实。

预应力锚杆设计:设置2层预应力锚杆,从地面至-2.0 m设置第一层锚杆,至-4.0 m设置第二层锚杆。锚杆倾角为10°,钻孔直径130 mm,锚杆长度

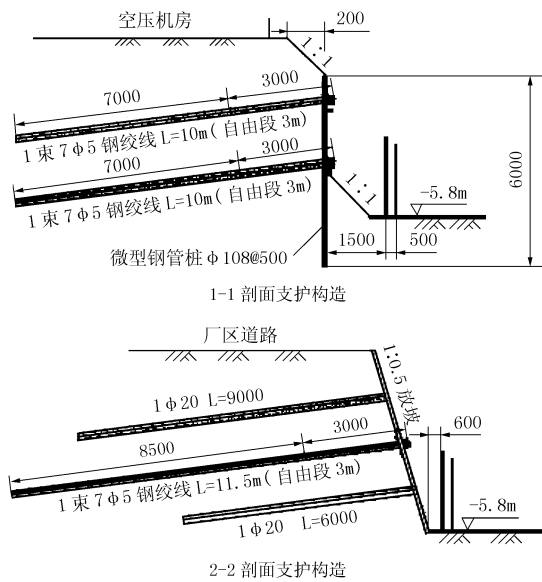


图 2 基坑支护构造图

### 3 主要施工工艺

#### 3.1 钢管桩施工

钢管桩采用 2 台 SH-30 型钻机跟管钻进,钻进至设计孔深后置入钢管,钢管内下塑料注浆管至孔底,填碎石至孔口后注水泥浆至饱满。

#### 3.2 锚杆施工

锚杆成孔采用人工洛阳铲成孔工艺,注浆采用泵送水泥浆微压注浆工艺。锚杆张拉用液压油泵和张拉千斤顶张拉至设计预应力后再锁定。

#### 3.3 预应力复合土钉墙施工

锚杆、土钉施工是随土方开挖而进行的,采用人工洛阳铲成孔。孔内插筋后采用微压灌水泥浆,挂网后喷射混凝土。

### 4 基坑支护效果

本工程施工自 2007 年 7 月下旬基坑施工开始至 2007 年 10 月完成地下部位施工,支护体系接受了频繁降雨的考验。通过对基坑进行全程监测,支护体系位移最大 3 mm,且位移基本在预应力张拉之前的施工过程形成。

### 5 结语

本工程是跨雨季基坑支护工程,其设计采取了谨慎的态度,合理确定了基坑参数,为基坑支护工程提供了可靠技术保障。施工中合理选择了施工工艺,有序安排各施工工序,达到了预期支护目的。

河道整治和污水处理工程建设多为线状狭长的区间施工,通过复合土钉墙支护技术在本工程基坑支护的应用实践,为将来类似工程从技术可靠、经济合理、易于操作等各方面提供了一定的参考。

### 参考文献:

- [1] JGJ 120-99, 建筑基坑支护技术规范[S].
- [2] 黄强. 建筑基坑支护技术应用手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999.
- [3] 秦四清, 等. 深基坑工程优化设计[M]. 北京: 地震出版社, 1998.

10 m(其中自由段长度 3.0 m),设计预加拉力为 80 kN,锚索选用 1 束 7 $\phi$ 5(1860 级)预应力钢绞线,用 20B 槽钢梁锁定于微型桩上。桩间土挂  $\phi$ 6@200 $\times$ 200 的钢筋网片,并喷射 30~50 mm 厚的混凝土面层,喷射混凝土的强度为 C20。

#### 2.2.2.2 2-2 剖面微型桩复合土钉墙支护设计结果

复合土钉墙面倾角为 73°(1: 0.5),从地面至 1.5 m 设置一层土钉,土钉钻孔直径 130 mm,长度 9 m;从地面至 3.0 m 设置一层预应力锚杆,锚杆钻孔直径 130 mm,锚杆长度 11.5 m(其中自由段长度 3.0 m),设计预加拉力为 120 kN,锚索选用 1 束 7 $\phi$ 5(1860 级)预应力钢绞线,用槽钢梁锁定于喷射 80 mm 厚的混凝土面层上;从地面至 4.5 m 设置一层土钉,土钉钻孔直径 110 mm,长度 6 m。锚杆及土钉水平间距为 1.5 m,呈梅花状布置。倾角为 10°。土钉主筋拉杆为 1 $\phi$ 20,外配 1 $\phi$ 20 加强筋与所有主筋端头相连。墙面挂  $\phi$ 6@200 $\times$ 200 的钢筋网片,并喷射 80 mm 厚的混凝土面层,喷射混凝土的强度为 C20。

## 山东省地矿局在河北霸州打出华北地热第一井

本刊讯 近几年来,山东省地矿局充分发挥地热勘察施工技术优势,大力开拓地热钻井市场,在地热井钻探施工中取得了重大突破。由该局鲁北地质工程勘察院在河北霸州施工的一眼地热井,钻井深度 3440 m,日出水量 3360 m<sup>3</sup>,出水温度 104℃,成为目前华北地区地热第一井。

该井施工采用了石油 3000 型钻机,钻井结构为四开结构。采用了聚合物钻井液护壁和偏轴防斜钻具等多种先进

工艺,钻井施工历时 140 天,水温、水量和水质完全满足设计和用户要求。

该井施工工艺的成功实施,不仅对山东地矿局今后地热市场的开拓和地热井施工开创了一条新路,同时也对华北地区特别是对京津地区地热资源开发和地热井施工都具有重要意义。

(张敏 供稿)