

# 天津崇德园基坑支护工程技术

沈治新<sup>1</sup>, 贾万鑫<sup>1</sup>, 宋国龙<sup>2</sup>

(1. 内蒙古地质工程有限责任公司, 内蒙古 呼和浩特 010010; 2. 内蒙古自治区第三地质矿产勘查开发院, 内蒙古 呼和浩特 010050)

**摘要:**介绍了天津崇德园(南开区水上公园西路团校、政法学院地块)基坑支护工程技术的选择和应用,考虑到基坑变形控制以及较强的止水性,采用SMW工法、深层搅拌水泥土围护墙、钻孔灌注桩、高压旋喷桩综合支护方案。

**关键词:**基坑支护;SMW工法;深层搅拌水泥土围护墙;钻孔灌注桩;高压旋喷桩

**中图分类号:**TU473 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2017)04-0071-03

**Technology of Foundation Pit Support Engineering in Chongdeyuan of Tianjin**/SHEN Zhi-xin<sup>1</sup>, JIA Wan-xin<sup>1</sup>, SONG Guo-long<sup>2</sup> (1. Inner Mongolia Geology Engineering Co., Ltd., Hohhot Inner Mongolia 010010, China; 2. Inner Mongolia Third Geological Mineral Exploration Institute, Hohhot Inner Mongolia 010050, China)

**Abstract:** This paper introduces the selection of foundation pit support engineering technology in Chongdeyuan of Tianjin and the application. In view of the deformation control of foundation pit and high water sealing property, a comprehensive support scheme is adopted with SMW method, deep mixing cemented soil wall, bored grouting pile and high pressure jet grouting pile.

**Key words:** foundation pit support; SMW method; deep mixing cemented soil wall; bored grouting pile; high pressure jet grouting pile

## 1 工程概况

### 1.1 场地概况

崇德园工程拟建场地位于天津市南开区水上西路与宾水西道交口西北侧,原天津青年职业学院内,占地面积约为56000 m<sup>2</sup>,基坑面积约52000 m<sup>2</sup>。场地分团校(南侧)、政法学院(北侧)两大块,由市政规划路育洁道将其分隔。整体上政法学院地块设地下车库1层,基坑开挖深度-7.5 m(现有场地相对标高-1.5 m);团校地块设地下车库2层,基坑开挖深度-11 m。两侧车库由下伏于育洁道的地下通道将其连通。

### 1.2 基坑周边环境条件

本工程拟建基坑北侧为元都花园,围墙距离最近基坑边缘约20 m,住宅楼距离最近基坑边缘约45 m;西侧紧邻南开区水上小学温泉校区,围墙距离最近基坑边缘约11 m,建筑楼距离最近基坑边缘约30 m;南侧与宾水西道相接;东侧紧靠水上公园西路,道路中心线距离基坑边缘约40 m。

### 1.3 地质及水文条件

本工程土层条件详见表1。

表1 基坑设计计算参数表

层号	主要岩性	平均厚度/ m	平均重度 $\gamma$ /(kN· m <sup>-3</sup> )	直剪固结快		直剪快剪	
				剪标准值 c/kPa	$\varphi$ /(°)	剪标准值 c/kPa	$\varphi$ /(°)
① <sub>2</sub>	素填土	4.0	19.3	(16.00)	(9.00)	(11.00)	(5.00)
②	淤泥、淤泥质土	0.5	17.8	(6.00)	(5.00)	(5.00)	(4.00)
④ <sub>1</sub>	粉质粘土	2.0	19.3	18.00	21.10	11.78	17.00
⑥ <sub>3</sub>	粉质粘土 (砂性大)、 粉土	8.4	19.4	11.76	29.88	7.50	27.01
⑥ <sub>4</sub>	粉质粘土	1.5	18.8	(13.30)	(16.10)	(8.50)	(14.20)
⑦	粉质粘土	2.1	19.8	14.95	18.58	12.26	13.77
⑧ <sub>1</sub>	粉质粘土 为主	1.9	20.6	13.38	21.97	(11.00)	(18.00)
⑧ <sub>2</sub>	粉土	5.0	20.3	4.00	36.37	3.15	34.93

注:括号内为标准值建议值。

**水文条件:**初见水位埋深-1.90~-2.30 m,静止水位埋深-1.50~-1.70 m,表层地下水属潜水类型,主要由大气降水补给,以蒸发形式排泄。由于施工期间处于雨季,水位还存在上升空间。

### 1.4 基坑支护难点

本工程基坑开挖面积大、开挖深度较深、地下潜水量丰富,且地处南开区中心地段,不仅毗邻小区和

市政主干线,附近还有地铁盾构结构,周边环境较为复杂。因此在不影响周边建筑和地下盾构以及周边居民正常生活的前提下,如何安全有效、绿色环保、省时省工地完成该项基坑支护工程是本工程的难点所在,是对基坑支护方案设计的一次挑战。

## 2 基坑支护方案设计原则

本基坑工程占地广,两侧开挖深度亦有不同,根据周边环境的差异和设计意图的不同应当因地制宜采用多样的基坑支护结构形式才更具科学性。常见的基坑支护形式有:放坡开挖、深层搅拌水泥土围护墙、高压旋喷桩、H型钢钢板桩、钻孔灌注桩、TRD地下连续墙、土钉墙、SMW工法等。

根据现场的水文地质条件,表层地下潜水水位较高,人工填土层(①<sub>2</sub>)及粉质粘土(砂性大)、粉土(⑥<sub>3</sub>)等透水性土层厚度较大。因此,基坑开挖时为防止对周边环境产生不良影响,必须做好基坑支护与止水、降水工作。

综合以上因素,在考虑到基坑安全等级、基坑支护结构承载力、基坑设计荷载、基坑变形控制等条件的情况下,支护结构还需有较强的止水性。拟定采用SMW工法、深层搅拌水泥土围护墙、钻孔灌注桩、高压旋喷桩综合支护方案。

## 3 基坑支护方案

### 3.1 SMW工法与TRD工法对比

SMW工法(Soil Mixing Wall)是以多轴型钻掘搅拌机在现场向一定深度进行钻掘,同时在钻头处喷出水水泥系强化剂而与地基土反复混合搅拌,在各施工单元之间则采取重叠搭接施工,然后在水泥土混合体未结硬前插入H型钢或钢板作为其应力补强材,至水泥结硬,便形成一道具有一定强度和刚度的、连续完整的、无接缝的地下墙体<sup>[1]</sup>。TRD工法(Trench cutting Re-mixing Deep wall method),是将满足设计深度的附有切割链条以及刀头的切割箱插入地下,在进行纵向切割横向推进成槽的同时,向地基内部注入水泥浆以达到与原状地基的充分混合搅拌在地下形成等厚度连续墙的一种施工工艺<sup>[2]</sup>。

两种工艺均能打造出高止水性、高劲性地下水水泥连续墙,辅佐以插型钢等手段能起到较好的挡土支护作用。相比之下,虽然TRD工法具有止水效果更好、不容易漏缝、受地下岩土条件约束小、型钢的

插法不受限制、水泥利用率高等优势,但是从技术经济指标分析来讲(图1),30 m以浅的深基坑更适合SMW工法,成本更低,而30 m以深的超深基坑采用TRD工法更加经济。

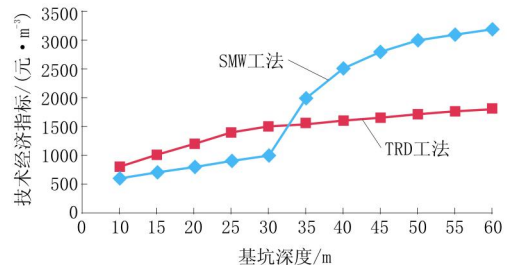


图1 SMW与TRD工法经济指标分析<sup>[3]</sup>

本工程基坑深度6~10 m,通过对基坑设计荷载的计算,Ø850@1200搅拌桩桩端位于-18.2 m持力层,700 mm H型钢插至-13.8 m即可满足桩侧土压和桩端悬臂梁承载力,此范围内SMW工法的造价明显低于TRD工法的造价。毕竟基坑工程属于临时工程,所以在能够满足设计要求的前提下,低成本的SMW工法是首要之选。

SMW工法施工时噪声低、对临近土体扰动作用小,在本工程中不会对临近小区造成房屋倾斜、路面沉降等影响,产生的废水泥浆采取转移处理手段,H型钢亦可二次回收利用,绿色环保,适用于本工程无放坡条件、无需做永久设施、开挖深度6~7 m的地块。

SMW工法设备对土层条件有一定的局限性,而本工程位于原青年干部学院内,基坑内存在多处老基础和废弃管线,因此要在施工前做好翻槽工作以保证工法的正常施工。

### 3.2 深层搅拌水泥土围护墙

深层搅拌水泥土围护墙是采用深层搅拌机就地土和输入的水泥浆(粉)强行搅拌,形成连续搭接的水泥土柱状加固体挡墙,起到止水和挡土的效果。与传统的两轴搅拌机相比,本工程使用的新型的三轴搅拌机在充填水泥浆时加入高压空气,使得水泥浆与土体混合得更加均匀和充分,成桩强度和防水性能大幅提高。

施工工艺流程与SMW工法施工一致,只是成桩后不插H型钢,因此桩身强度稍低,位移相对较大,主要起止水作用。在本工程中应用于止水帷幕,局部开挖深度较小的地块也用于支护挡土。

### 3.3 钻孔灌注桩

钻孔灌注桩围护墙是钻孔灌注桩按照一定间隔连续排列,具有良好的挡土功能的支护结构,不具备挡水作用,适用于地下潜水层水位较低的地区,在水位较高的地区需要在其后方另设一道止水帷幕。其缺点是不能挡水,尤其对于土质为软粘土类的土层,容易造成水土流失。但其优势也很明显:成桩后桩身刚性强、承载力大、沉降小、不易偏移,适合做永久结构;潜水钻机施工过程中无振动、无噪声、无挤土,对周边结构影响小;与工法设备相比,潜水钻机占地小,机身轻,相对灵活,对场地的要求不那么苛刻,可以同步施工,在雨季施工中更容易完成工期目标。

正是由于这些优点,连排钻孔灌注桩加止水帷幕的支护止水体系在水位高的地区得到了广泛应用,本工程中开挖深度较大、后期做永久结构的地块便多采用这种支护形式(图2)。

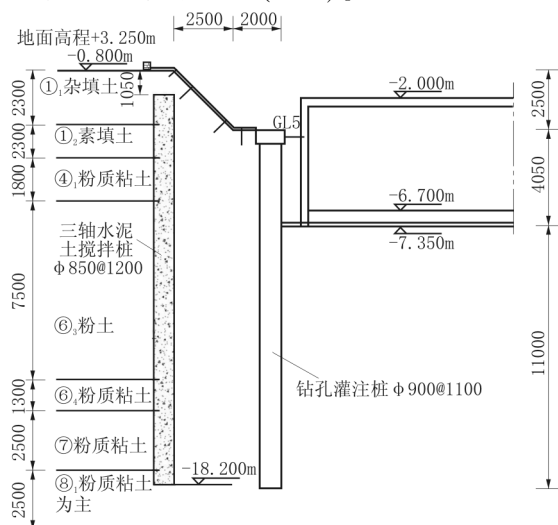


图2 连排钻孔灌注桩加止水帷幕的支护止水体系

### 3.4 高压旋喷桩

高压旋喷桩是利用高压通过旋转的喷嘴将水泥浆喷入土体和土层从而混合形成水泥土加固体,相互搭接形成排桩,用来挡土和止水。

本工程基坑面积大,SMW工法和止水帷幕施工量大,分期次施工难免会形成施工冷缝。高压旋喷桩的施工设备占地面积小、结构紧凑、灵活性和机动性强,故可用于堵冷缝,真正的使工法帷幕无缝连接。设备施工时噪声小、振动小,对周边建筑和结构

影响小,应用于本工程工法和帷幕存在施工冷缝的部位。

## 4 基坑降水方案

在支护与止水系统完工后、基坑开挖前,便可实施基坑内降水方案,可采用大口井降水系统,将水位降至坑底以下1.00m处。同时在坑外布置观测井,严格监控基坑内外水位变化。注意施工降排水对周边环境的影响,由于施工期正处于天津市雨季,基坑坡顶也要做好截水排水工作。

## 5 结语

在基坑工程飞速发展的同时,越来越多的基坑支护技术被采用和完善,只有根据周边环境的差异和设计意图的不同因地制宜制定出基坑支护方案,才能低成本、高效率地达到工期目标。天津崇德园基坑支护工程根据基坑变形控制以及较强的止水性的要求,采用SMW工法、深层搅拌水泥土围护墙、钻孔灌注桩、高压旋喷桩综合支护方案,很好地解决了该基坑的支护问题。

## 参考文献:

- [1] 成幸工业(株). SMW工法[M]. 基础工, 1986, (8): 105.
- [2] 李茂坤, 钱力航, 何星华, 等. 一种新的水泥土地下连续墙施工方法——TRD工法[J]. 建筑科学, 1998, 14(5): 47-49.
- [3] 严嘉敏. 浅谈TRD工法与SMW工法技术经济对比分析[J]. 工程建设标准化, 2016, (2).
- [4] 李承光, 姜立峰, 陈宗刚. SMW工法在天津近海地区软土地基基坑支护中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(3): 29-30.
- [5] 陈晓飞, 李庆刚, 唐伟华, 等. SMW工法用于深基坑中的研究与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(2): 43-45.
- [6] 周顺华, 刘建国, 潘若东, 等. 新型SMW工法基坑围护结构的现场试验和分析[J]. 岩土工程学报, 2001, (6): 17-19.
- [7] 陈哲, 张兆楠, 石逊. 福清核电厂边坡工程高压旋喷与帷幕灌浆止水施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2016, 43(5): 71-75.
- [8] 董建忠, 黄飞. 复杂环境条件下深基坑支护方案设计研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2015, 42(12): 34-38.
- [9] 张明远, 杨小平, 刘庭金. 临近地铁隧道的基坑施工方案对比分析[J]. 地下空间与工程学报, 2011, (6): 1203-1208.