

# SMW 工法在天津空客 A320 总装线项目基坑支护中的应用

姜立峰, 王 宁, 徐连宝

(内蒙古地质工程总公司, 内蒙古 呼和浩特 010020)

**摘 要:**以天津空客 A320 总装线项目总装厂房基坑支护工程为例,介绍了 SMW 工法施工在天津软土地区的应用情况。实践证明,该工法具有支护变形小、止水效果好、工期短、工程造价低、节能环保、施工方便等优点,在天津软土地区有广阔的应用前景。

**关键词:**SMW 工法;空客 A320 总装线厂房;基坑支护;水泥土搅拌桩;H 型钢

**中图分类号:**TU473 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)02-0043-02

SMW 工法的工作原理是利用专门的多轴搅拌机就地钻进切削土体,同时在钻头端部将水泥浆液注入土体,通过搅拌头将水泥浆与原状土反复混合搅拌,采取重叠搭接,在水泥土硬化前按设计间距将 H 型钢插入搅拌桩体内,至水泥土硬化后形成型钢水泥土复合挡土墙。该墙体兼具挡土和止水功能,其中水泥土搅拌桩起到了止水帷幕的作用,而 H 型钢主要是承受水土压力及其它荷载对挡土墙形成的弯矩和剪力。与传统的地下连续墙和灌注桩支护体系相比,SMW 工法施工工艺具有如下特点。

(1) 支护变形小。由于 H 型钢具有很大的刚度,安全可靠。

(2) 止水性能好。由于钻进和搅拌同时反复进行,水泥和原状土可得到充分搅拌,而且采取重叠搭接,墙体全长无缝,因此具有可靠的止水性。

(3) 施工速度快。采用就将原状土加固的方式施工,施工工艺简单,效率高,所需的工期短。

(4) 工程造价低。SMW 工法主要材料是水泥,成本相对其他基坑支护形式较低,型钢可以回收节约大量钢材,故综合造价低。

(5) 环境污染小。废土外运量比其它支护方法少,施工时振动小、噪声较低、泥浆污染小。

(6) 占地面积小。型钢水泥土墙形成复合挡土墙体,所占空间小,可充分利用土地。

(7) 对土层的适用性强。能适应各种地层,可在粘性土、粉土、砂土等土层中应用。

(8) 对周围地基影响小。由于原状土就地与水泥搅拌成桩,SMW 工法对邻近土体扰动较小,不会产生邻近地面下沉等危害。

## 1 工程概况

空客 A320 飞机总装线项目位于天津市空港物流加工区内,东临京津塘高速,西临天津滨海国际机场,总占地面积约 60 万  $\text{m}^2$ 。主要包括总装厂房、后装配线库、喷漆车间、动力站等共计 21 个单体工程和厂区滑行道及停机坪。总装厂房层数为 5 层,建筑面积为 30500  $\text{m}^2$ ,建筑物尺寸为 256 m  $\times$  71 m  $\times$  31.1 m (高),工程结构形式为大跨度钢结构。总装厂房工艺复杂、工程桩顶标高参差不齐,基坑开挖深度为 3.4 ~ 6.2 m,支护施工难度大。总装厂房平面图如图 1 所示。

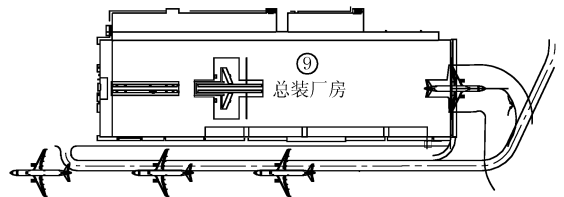


图 1 总装厂房平面图

## 2 工程地质条件

根据勘察报告,场地各主要地层地基土水平分布较稳定,局部多有起伏和岩性相变关系。9 号总装厂房场地各土层条件见表 1。

## 3 支护设计简介

根据设计单位提供的图纸资料,本工程采用了 SMW 工法加一道钢管撑的支护体系。根据坑深的不同,分别采用  $\text{O}650$  mm 三轴搅拌桩内插 500 mm  $\times$  200 mm 的 H 型钢和  $\text{O}850$  mm 三轴搅拌桩内插 700 mm  $\times$  300 mm 的 H 型钢作为垂直支护。支护桩

收稿日期:2007-12-25; 改回日期:2008-01-26

作者简介:姜立峰(1965-),男(汉族),内蒙古赤峰人,内蒙古地质工程总公司项目经理、工程师,探矿工程专业,从事地基与基础施工工作,天津市河东区新开路万春花园 15-5-101(300011),Jlfeng1965@126.com。

表 1 土层物理力学指标

土层序号	土层	层厚/m	土质特征	压缩性评价
①	素填土	1.3	黄褐色,可塑~硬塑,以粉质粘土为主	
② <sub>1</sub>	粘土	0.9	黄褐色,硬塑~可塑,局部软塑	中压缩性土
② <sub>2</sub>	粘土	1.3	黄褐~灰褐色,可塑~流塑,夹薄层粉土	高压压缩性土
③ <sub>1</sub>	淤泥质粘土	5.8	深灰色,局部黑灰色,流塑,夹粉质粘土薄层	高压压缩性土
③ <sub>2</sub>	粉质粘土	3	灰色,可塑~流塑,夹薄层粘土及粉土	高压压缩性土
③ <sub>3</sub>	粉质粘土	2.3	灰色,可塑~流塑,局部夹薄层粘土及粉土	中高压压缩性土
④ <sub>1</sub>	粉质粘土	1.2	灰白~灰黄色,可塑~软塑,夹薄层粉土	中压缩性土
④ <sub>2</sub>	粉土	6	黄褐色,密实,上部局部为中密,夹粉质粘土薄层	中压缩性土
⑤ <sub>1</sub>	粉质粘土	2.2	黄褐~灰褐色,可塑~软塑,多夹粉土薄层	中压缩性土

顶设一道水平支撑,水平支撑采用  $\text{O}450 \text{ mm}$  和  $\text{O}609 \text{ mm}$  定型钢管撑。三轴搅拌桩采用 P32.5 普通硅酸盐水泥,水泥掺入比为 20%,水灰比为 1.5。

#### 4 施工技术要点

##### 4.1 SMW 工法施工设备

SMW 工法的成桩质量均匀,止水帷幕连续可靠,这与所选用的设备密切相关。根据本工程的技术质量以及工期要求等,本工程采用 2 台 JB160 三轴步履式工法钻机。

##### 4.2 施工工艺流程(见图 2)

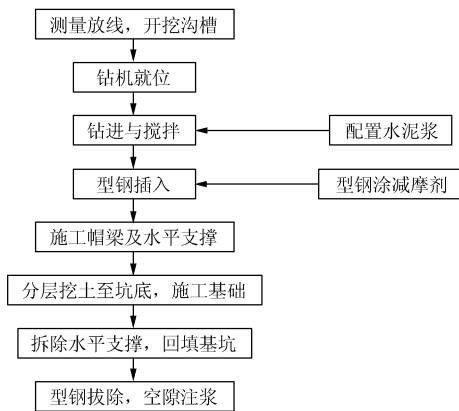


图 2 施工工艺流程图

##### 4.3 施工质量控制

(1) 基坑放线定位准确,做好桩位编号,以防漏打。

(2) 钻机要平稳、平正,钻机就位时地面要平整,需保证沿着钻进路线的地面有足够的承受设备自重的能力,防止设备倾斜和倒塌。如有必要可预先铺设钢板,以保证钻机在钻进时的稳定性。

(3) 配比准确、搅拌均匀是控制土搅拌桩成桩质量的两大关键。施工时按设计要求配置水泥浆,严格控制水灰比和用水量。钻进时控制施工速度和注浆量,发现问题及时采取措施。

(4) 型钢应在水泥土初凝前插入,插入时应事先在型钢的表面涂刷减摩剂,将 H 型钢底部中心对正桩位中心,利用型钢自重徐徐垂直插入水泥土搅拌桩内。在此过程中,需保证型钢的位置要准确,垂直度小于 1%,最终将型钢吊放至设计标高。

(5) 帽梁施工时在帽梁和型钢之间用不易压缩的硬质板材隔开,以利于型钢拔除。型钢拔除时,采用边拔型钢边注浆的方法填充空隙。

#### 5 基坑变形监测

为保证基坑开挖安全,进行了基坑变形监测。部分变形观测点布置如图 3 所示。

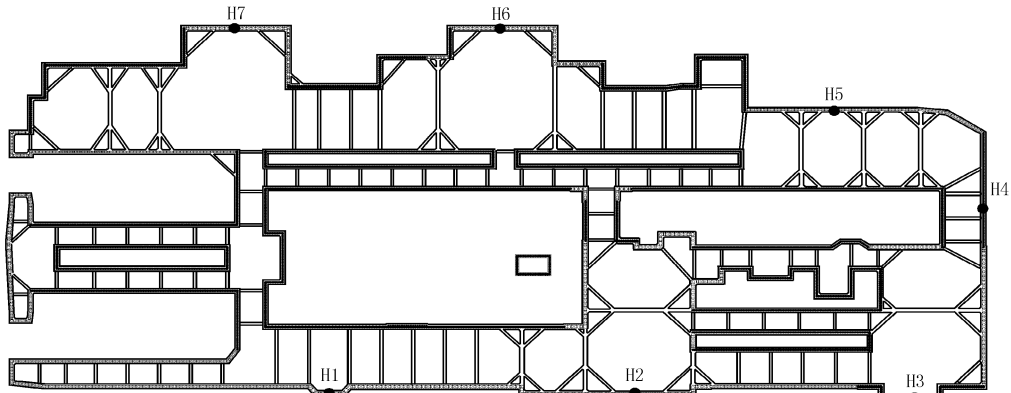


图 3 观测点布置图

(下转第 47 页)

开挖。

### 6.2.3.1 基坑开挖

基坑开挖分 5 层进行,第一层挖 2.5 m,其余 4 层均 2.0 m,采取挖掘机挖土,汽车运土,辅以人工修整坡面。

### 6.2.3.2 锚杆孔成孔

采用 XY-100 型钻机成孔,成孔直径 130 mm。成孔后把锚杆钢筋置于孔中,为保证土钉位于孔中心,在土钉上每隔 2 m 焊接一个托架。

### 6.2.3.3 注浆

将注浆管插入孔底以上 0.5~1.0 m 处。注浆管连接注浆泵,边注浆向孔口方向拔管,直至注满为止。每孔在注浆后再补浆 2~3 次。

### 6.2.3.4 喷射砼面层

在铺设钢筋网后喷射砼面层,筛分后的砂、石料以及水泥、速凝剂由人工加入搅拌料仓搅拌均匀后自动落入和搅拌相配套的喷射机内,在高压空气的作用下,经输料管送至喷头处,与供水装置送来的水混合后,喷向受喷面,一次喷射砼至设计厚度。

### 6.2.3.5 土钉施加预应力

在土钉端头焊接高强螺栓端杆,面层砼达到设计强度后,加钢垫板用扭力扳手扭紧螺母对土钉施加设计拉力的 10%~20% 的预应力。这种人为的预应力,将提高土体的抗滑和防裂能力。

### 6.2.4 基坑变形监测

基坑开挖前,在基坑四周边坡分别设置了 21 个沉降、水平位移观测点,每间隔一天观测一次,经观测最大沉降 0.6 mm,最大水平位移为 0.8 mm,基坑周围建筑物、高压电缆等均完好无恙。

(上接第 44 页)

表 2 为基坑开挖期间观测的基坑最大水平位移。基坑开挖期间正值雨季,观测表明支护变形较小,坑壁未出现渗漏现象。本工程采用 SMW 工法支护体系安全可靠。

表 2 基坑水平位移观测数据表

观测点	位移量/mm	观测点	位移量/mm
H1	22.4	H5	20.6
H2	35.6	H6	28.2
H3	30.8	H7	26.0
H4	18.8		

## 6 结语

SMW 工法施工具有支护变形小、止水效果好、施工速度快、工程造价低、节能环保等优点。本工程

## 7 施工经验与体会

(1)空压机并联。现有空压机为 VF-715 改型空气压缩机,其排气量为 6 m<sup>3</sup>/min。根据现场条件,喷射机布置在基坑东侧中间部位,据计算和现场试验喷射基坑西侧砼面层时,风量不够,压力偏低,必须选用大排气量的空压机,因租用容量大的空压机费用高,而采取 2 台 VF-715 改型空压机并联的方式供风。具体做法是在喷射机的空气进口处安装一个三通管,两台空压机的送风管分别接在三通管上。经施工检验,此方法简单易行且费用低。

(2)土体开挖深度。本基坑设计分 5 层开挖,采用坑外坡道与坑内坡道相结合的方法运土,在开挖东侧边坡时,土方施工单位为赶进度,一次由 -8.5 m 挖至 -11.2 m,支护未进行即在 -8.5 m 以下发生局部裂缝,裂缝南北长 5.4 m,宽约 0.15 m,高约 3.0 m。出现裂缝后,采取了加固措施并分析了其原因,一致认为超挖是引起的主要因素。据分析每次开挖的最大高度取决于该土体可以稳定而不破坏的能力,砂性土一般不要超过 2.0 m,粘性土可增大一些。开挖土方和土钉墙施工是个不可分割的整体,必须相互配合,严格按设计分层开挖。

(3)排水措施。在坡顶和坡脚必须设置排水措施,以免地面积水流入基坑,坑内积水流向坡脚,以确保土钉墙的安全。

### 参考文献:

- [1] 余志成.深基坑支护设计与施工[M].北京:中国建筑工业出版社,1997.
- [2] 编写组.岩土锚固新技术[M].北京:人民交通出版社,1998.

将 SMW 工法成功应用于空客 A320 飞机系列总装线项目基坑支护,既确保了基坑安全可靠,又缩短了工期,得到德方专家认可,受到了中方业主的好评。本工程实践证明,SMW 工法在天津软土地区具有广阔的应用前景。

### 参考文献:

- [1] JGJ 120-99,建筑基坑支护技术规程[S].
- [2] DB 29-20-2000,天津市工程建设标准——岩土工程技术规范[S].
- [3] 龚晓南,宋二祥,郭红仙.基坑工程实例[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [4] 倪亚星.基坑围护工程中 SMW 工法的应用技术[J].建筑技术,2006,(12).