

文章编号:1005-0523(2000)04-0046-04

# 土钉墙技术在深基坑支护中的应用

王 强<sup>1</sup>, 连绍平<sup>2</sup>

(1.南昌铁路局基建处,江西 南昌 330003;2.江西省地质勘探局,江西 南昌 330003)

**摘要:**介绍了南昌铁路医院住院部改造工程采用土钉墙技术对深基坑进行支护的情况<sup>19</sup>。

**关键词:**基坑支护;土钉墙

**中图分类号:** TU472.99 **文献标识码:** A

## 0 引言

新建南昌铁路医院住院部大楼位于既有住院部院内,楼高16层,建筑高度60.50 m,总建筑面积16998 m<sup>2</sup><sup>19</sup>。基础采用钻孔灌注桩,设一层地下室,基坑开挖深度为自然地坪下6.1 m,局部6.8~8.5 m(电梯井),基坑开挖面积61 m×28 m<sup>19</sup>。基坑东面有一栋三层干部病房,南有未拆除三层住院病房,均为砖混结构,条形基础,基底埋深2 m,距离基坑6~10 m<sup>19</sup>。

经反复研究比较决定:采用土钉墙技术对基坑进行支护<sup>19</sup>。

## 1 工程地质条件

开挖深度的土层由上而下分述如下:1) 杂填土:建筑垃圾,老房屋基础,厚度0.64~1.41 m,平均厚度1.1 m;2) 粘土、粉质粘土:可塑~硬塑状,中等压缩性,凝聚力39.2~80.4 kPa,磨擦角24.1~28.8°<sup>19</sup>厚度3.2~3.9 m,平均厚度3.6 m;3) 中细砂:稍密~中密,湿、内磨擦角32~38°;厚度2.0~4.0 m,平均厚度2.7 m,大部分基坑开挖面为该层;4) 中粗砂、砾砂、圆砾,以互层形式存在,中密~密,湿,内磨擦角38~42°;总厚度约14 m<sup>19</sup>。

地下水位深度9.2~11.0 m<sup>19</sup>。

## 2 土钉墙支护设计及参数

根据有关规程,该工程基坑侧壁安全等级为三级,重要性系数 $\gamma = 0.919$ 。

参照土钉支护技术规程的有关设计方法,对土钉墙支护各部件进行参数设计并验算,最后确定出设计参数如下:

1) 边坡坡角70°<sup>19</sup>。

2) 土钉参数:土钉长度3~4 m,采用角钢50×50×5作钉体<sup>19</sup>。土钉设置形式两种:①直接

收稿日期:2000-03-15;修订日期:2000-06-21

作者简介:王 强(1968-),男,浙江义乌人,南昌铁路局基建处工程师<sup>19</sup>。

击入的方法置入土中,向下倾角  $5^{\circ}$ 。②钻孔注浆土钉,钻孔直径 60 mm,向下倾角  $20^{\circ}$ ;放置角钢后,注入水泥浆强度等级 M 10<sup>19</sup>。

3) 土钉的水平与竖向间距  $S_x$  和  $S_y$  均取 1.2 m<sup>19</sup>。

4) 面层参数:喷射水泥砂浆厚 80 mm,砂浆等级 M 20,布置钢筋网  $\phi 6@200 \times 200$ <sup>19</sup>。

支护的典型剖面(图 1(a)),面层结构(图 1(b)),土钉与面层连接(图 1(c))<sup>19</sup>。

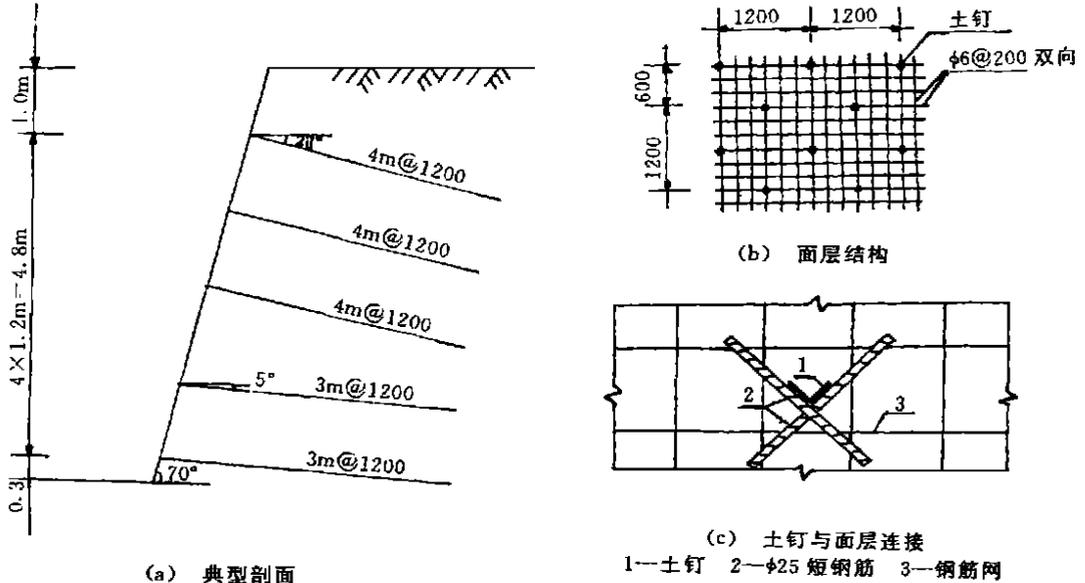


图 1

### 3 土钉墙施工工艺

土钉墙的主要施工工艺,工作面开挖——钢筋网与土钉制作——土钉设置——喷射砂浆面层——养护面层<sup>19</sup>。

#### 3.1 工作面开挖及土钉制作

采用反铲挖掘机逐层开挖的方法,每层开挖深度 3 m,工作面长度 10~15 m<sup>19</sup>为保证受喷面的放坡角和平整度,开挖时预留 10~20 cm 土层,采用人工削坡,坡角控制在  $70^{\circ}$  左右,开挖底面尽量保持平整,便于施工操作<sup>19</sup>。

钢筋网下料编扎成 6 m × 3.1 m 的钢筋网片<sup>19</sup>土钉采用角钢 50 × 50 × 5,长度按设计下料,一端切割成尖锥状<sup>19</sup>。

#### 3.2 土钉施工工艺

##### 1) 钻孔注浆钉施工

基坑上层,土钉要求设置长钉,在粘土、粉质粘土中,采用钻孔注浆土钉,按梅花形布设孔位<sup>19</sup>选孔采用轻便式凿岩钻孔机,特制螺旋钻头,适应土层钻进,水冷却方式<sup>19</sup>成孔后立即采用空压机送风清孔,由里向外吹出泥浆及渣土<sup>19</sup>钻孔造好后,将制作好的土钉缓慢放入孔内,送入

孔底,到位后抽回一定距离,使外露长度足够喷射面层厚度<sup>19</sup>。土钉安装就位后立即灌浆,采用重力式灌注法,浆液顺延角钢“V”槽注入孔内,或采用灌浆管灌入<sup>19</sup>。

### 2) 直接击入钉施工

基坑下层,土钉<sup>3</sup> m,在砂层中,采用人工锤击角钢进入土体,此法操作简便,施工快捷,但应注意角度控制,打击时避免将土钉端头劈裂<sup>19</sup>。

## 3.3 喷射混凝土工艺与面层养护

1) 挂网:土钉设置好后,将编扎好的钢筋网挂到外露的土钉上<sup>19</sup>。打入 $30 \times \Phi 4$  mm 钢筋钉,按 $60 \times 60$  cm 网距插入,保持外露<sup>10</sup> cm,用细铁丝将网钉扎牢,网距坡面保持 $2 \sim 3$  cm 的净距离<sup>19</sup>。土钉端部与面层采用 $50 \times \Phi 5$  mm 短钢筋连接(见图)<sup>19</sup>。最后按 $3 \times 3$  m 网距安放排水管,排水管采用 $\Phi 50$  mm 的PVC管<sup>19</sup>。一切安放好后即刻喷射混凝土<sup>19</sup>。

2) 配料:水泥采用425R普通硅酸盐早强水泥,砂子选用中粗砂,砂子含水量要适中,以免堵管<sup>19</sup>。配合比取 $1:2$ <sup>19</sup>。

3) 喷射混凝土:喷射机械为Z~5型喷射机<sup>19</sup>。喷枪由工人操作,沿工作面从上往下,从左至右,以直径 $60 \sim 80$  cm 画弧并螺旋式前进,喷头距喷面 $80 \sim 100$  cm<sup>19</sup>。水灰比由喷射手自行控制,以减少最佳回弹料为限<sup>19</sup>。

喷射砂浆终凝后,喷水养护,养护时间7天<sup>19</sup>。

## 4 施工监测

在整个土钉墙施工过程中,采用信息施工管理,也就是说对整个施工过程进行观察监测,严格控制施工质量,观测墙体变形、位移<sup>19</sup>。通过观测分析,最大变形<sup>15</sup> mm,一般 $5 \sim 10$  mm,最大沉降<sup>5</sup> mm<sup>19</sup>。东、南原有病房无裂缝等不良现象发生<sup>19</sup>。

## 5 施工中具体问题的处理与经济技术指标

### 1) 支护方案的修改

基坑开挖后,针对土质情况,必须修改原方案<sup>19</sup>。西侧上层为池塘淤积土,松散,根据这种情况,增加土钉密度,间距缩小<sup>1</sup> m,土钉长度改为<sup>6</sup> m<sup>19</sup>。

### 2) 地表渗水的处理

西北侧坡面,土质松散,附近居民生活用水大量渗透进入,冲刷坡面,排除明水是护坡及喷射面层的前提条件<sup>19</sup>。本工程除设置排水管引水外,还采用了埋设横向筛管,汇总侧引的方法解决多点渗水,取得较好效果<sup>19</sup>。

### 3) 松散土、垮塌处理

对松散土质,易垮塌,采取开挖后立即喷射薄层砂浆护壁,局部垮塌严重的空洞处理方法是先将已垮塌的松散土掏出,击入角钢,用片石充填,铺网后及时喷射面层<sup>19</sup>。

实践证明,该基坑工程实施土钉墙支护技术,不但在技术上可行,而且经济性好,如采用深层搅拌桩方案,支护造价在45万元左右,单方造价 $375$  元/ $m^2$ ,而采用土钉墙支护,造价仅在 $25$  万元左右,单方造价 $208$  元/ $m^2$ ,节省了大量工程费用<sup>19</sup>。从工期上看,土钉墙施工无独立工

期,即和挖土工期一致(而深层搅拌桩支护体系需45~60天的独立工期),为工程的及早建设节约了大量时间<sup>19</sup>。

通过本工程土钉墙支护深层基坑边坡的实践,和多种传统边坡支护手段相比较,该技术具有及时、快速、随挖随支与基坑同步进行,不占独立工期,占用施工场地小,边坡位移小,边坡稳定效果好等特点,经济效益十分明显<sup>19</sup>建议对于基坑深度在6m左右,土钉长度不受周边条件限制且地下水位低于坑底或采用井点降水时,优先采用土钉墙支护方案<sup>19</sup>。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] CECS96, 基坑土钉支护技术规程[S]<sup>19</sup>.中国工程建设标准化协会标准,1997<sup>19</sup>.  
[2] 陈肇元,崔京浩<sup>19</sup>.土钉支护在基坑工程中的应用[M]<sup>19</sup>.北京:中国建筑出版社,1997<sup>19</sup>.

## The Application of Soil Nailing Wall Technology to Sustaining and Protecting Deep Foundation Excavation

WANG Qiang<sup>1</sup>, LIAN Shao-ping<sup>2</sup>

(1·Basic Construction Department, Nanchang Railway Bureau, 330003; 2·Geological Survey of Jiangxi, 330003, China)

**Abstract:** This paper introduces an application of soil nailing wall technology to sustaining and protecting deep foundation excavation in the reconstruction of inpatient department-Building of Nanchang railway hospital.

**Key words:** sustaining and protecting foundation excavation; soil nailing wall