

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810024369.0

[51] Int. Cl.

*E02D 17/04 (2006.01)*

*E02D 5/34 (2006.01)*

*E02D 5/76 (2006.01)*

[43] 公开日 2008年10月15日

[11] 公开号 CN 101285309A

[22] 申请日 2008.6.6

[21] 申请号 200810024369.0

[71] 申请人 南通华汇建筑工程有限公司

地址 226600 江苏省海安县海安镇中坝北路  
58号华新建筑公司

[72] 发明人 蔡群 丁俊 马建国

权利要求书1页 说明书7页

[54] 发明名称

高层建筑深基坑复合支护方法

[57] 摘要

一种高层建筑深基坑复合支护方法，涉及建筑工程技术领域，特别是地基工程技术领域。本发明包括以下步骤：搅拌桩施工、超前钢管桩施工、土方开挖、边坡预应力锚索施工。本发明根据场地情况、地质条件及周边环境，采用的复合型支护工艺合理，实施后，基坑各种变形均在控制范围内，保证了施工安全，也保障了周边建筑的安全。

1、一种高层建筑深基坑复合支护方法，其特征在于包括以下步骤：搅拌桩施工、超前钢管桩施工、土方开挖、边坡预应力锚索施工。

2、根据权利要求1所述高层建筑深基坑复合支护方法，其特征在于所述搅拌桩施工采用大功率的搅拌桩机四搅四喷施工工艺，搅拌桩要求穿越砂层进入砂质粘性土不小于1000，相互搭接200。

3、根据权利要求1所述高层建筑深基坑复合支护方法，其特征在于超前钢管施工的钢管采用 $\phi 89 \times 2.7$ 、成孔直径 $\phi 110$ ，穿越砂层进入砂质粘性土不小于1500，嵌固段不小于2000；用32.5R普通硅酸盐水泥配浆，水灰比0.55~0.6，清孔后由下往上注浆，注浆压力为0.5~0.8MPa。

4、根据权利要求1所述高层建筑深基坑复合支护方法，其特征在于土方开挖时，搅拌桩龄期大于10天，分层分段开挖，每层开挖深度与锚杆竖向间距相匹配，超挖深度小于0.2m；开挖一层后立即支护一层，壁周围无积水，上一层未支护土钉龄期大于4天；每段开挖长度为15~20m。

5、根据权利要求1所述高层建筑深基坑复合支护方法，其特征在于预应力锚索施工顺序为：修理边坡、成孔、锚索安装、清孔、一次注浆、二次注浆、挂网、喷射细石砼、腰梁施工、预应力张拉。

## 高层建筑深基坑复合支护方法

### 技术领域

本发明涉及建筑工程技术领域，特别是地基工程技术领域。

### 背景技术

众所周知，地基是建筑，以及周边建筑的基础保障。当工程设计高度和基坑开挖深度大、距周边建筑近（7m左右），且，周边建筑房龄长，施工现场狭小，不可采用自然放坡法施工时，需对基坑进行支护来保证施工期间的安全。

### 发明内容

本发明目的在于发明一种对周边建筑和工程提供有效基础保障的高层建筑深基坑复合支护方法。

本发明包括以下步骤：搅拌桩施工、超前钢管桩施工、土方开挖、边坡预应力锚索施工。

所述的搅拌桩施工采用大功率的搅拌桩机四搅四喷施工工艺，搅拌桩要求穿越砂层进入砂质粘性土不小于 1000，相互搭接 200。

所述的超前钢管施工的钢管采用  $\phi 89 \times 2.7$ 、成孔直径  $\phi 110$ ，穿越砂层进入砂质粘性土不小于 1500，嵌固段不小于 2000；用 32.5R 普通硅酸盐水泥配浆，水灰比 0.55~0.6，清孔后由下往上注浆，注浆压力为 0.5~0.8MPa。

所述的土方开挖时，搅拌桩龄期大于 10 天，分层分段开挖，每层开挖深度与锚杆竖向间距相匹配，超挖深度小于 0.2m；开挖一层后立即支护一层，壁周围无积水，上一层未支护土钉龄期大于 4 天；每段开挖长度为 15~20m。

所述的预应力锚索施工顺序为：修理边坡、成孔、锚索安装、清孔、一次注浆、二次注浆、挂网、喷射细石砼、腰梁施工、预应力张

拉。

本发明根据场地情况、地质条件及周边环境，采用的复合型支护工艺合理，实施后，基坑各种变形均在控制范围内，保证了施工安全，也保障了周边建筑的安全。

### 具体实施方式：

#### 1. 土钉、锚索设计

##### 1.1 土层参数

1) 人工填土：约 3.95m 厚杂填土。 $C=10\text{Kpa}$ ， $\Phi=10$ ， $\gamma=18\text{KN/m}^3$ 。

2) 耕土：约 0.82m 厚黄土状粉质粘土。 $C=10\text{Kpa}$ ， $\Phi=10$ ， $\gamma=18\text{KN/m}^3$ 。

3) 淤泥质粉砂：层厚 0.70m~3.7m。 $C=3\sim 5\text{Kpa}$ ， $\Phi=14$ ， $\gamma=17\text{KN/m}^3$ 。

4) 粉质粘土：层厚 1.10m~5.6m。 $C=20\text{Kpa}$ ， $\Phi=18$ ， $\gamma=18.5\text{KN/m}^3$ 。

5) 粗砂：层厚 0.9m~6.6m。 $C=3\text{Kpa}$ ， $\Phi=30$ ， $\gamma=19\text{KN/m}^3$ 。

6) 砂质粘性土：层厚 7.9~23.50m。 $C=25\text{Kpa}$ ， $\Phi=23$ ， $\gamma=19\text{KN/m}^3$ 。

##### 1.2 设计参数

1) 基坑开挖深度约 8.0m，东、南、西侧边坡为垂直支护；北侧边坡采用放坡开挖，坡度为 1:0.4，并将此侧地面标高降低 3m。

2) 超前钢管采用钢管采用  $\Phi 89\times 2.7$ ，成孔直径  $\Phi 110$ ；土钉采用  $\Phi 25$ ，孔径 110，倾角为  $15^\circ$ ；锚索采用  $2*7\Phi 5$  钢绞线，成孔直径为 130，倾角为  $25^\circ$  自由段 5m，锚固段大于 20m。

3) 基坑侧壁安全等级：东侧为一级，重要性系数为 1.10；南侧、北侧、西侧为二级，重要性系数为 1.0。

4) 基坑边线外 1m 范围内不得堆载，1m 以外地面超载不得超过

15kPa。

### 1.3 计算结果:

#### 1.3.1 东侧（离建筑物较近的部分）

1) 土钉采用 $\Phi 25$  钢筋，长度 12~16m、竖向间距上部是 1.3m，下部 1.0m；水平间距锚索部分为 2.4m，土钉部分为 2.4m。土钉长度均不含外露部分，下料时在此尺寸的基础上加 200（锚头长度）。

2) 本侧采用超前钢管桩，间距为 0.8 米。

3) 本侧设二道预应力锚索来控制基坑变形：自由段 5m，锚固段 20m，设计抗拔力为 280KN，锁定力为 200KN。

#### 1.3.2 西侧、南侧

1) 土钉采用 $\Phi 25$  钢筋，长度 15~16m。竖向间距：上部为 1.3~1.5m，下部为 1.3m；水平间距：锚索部分为 2.6m，土钉部分为 2.6m。

2) 本侧超前钢管桩间距为 1.0 米。

3) 采用二道预应力锚索来控制基坑变形，自由段 5m，锚固段 20m；设计抗拔力为 280KN，锁定力为 200KN。

#### 1.3.3 北侧

采用放坡结合土钉支护，坡度按 1:0.4 进行，土钉采用 $\Phi 18$  钢筋。

#### 1.3.4 喷射面配筋

分布筋均为 $\Phi 8@200 \times 200\text{mm}$ ，土钉在坡面水平方向用 2 $\Phi 16$  加强钢筋连接，加强筋穿过锚头里边，并与锚头焊接，焊接长度为 160。

#### 1.3.5 注浆、细石砼坡面

1) 注浆采用 32.5R 水泥，水灰比为 0.5，压力为 0.4~0.6Mpa。

2) 细石砼坡面 C20 砼配比为水泥:砂:石子=1:1.7:1.9，厚 100，32.5R 水泥。

## 2. 施工方法

总体施工顺序：搅拌桩施工、超前钢管桩施工、土方开挖、边坡预应力锚索施工。

## 2.1 搅拌桩施工

因本工程砂层较厚，采用单排搅拌桩很难达到止水效果，故采用了双排搅拌桩。深层搅拌桩：采用大功率的搅拌桩机四搅四喷施工工艺，搅拌桩要求穿越砂层进入砂质粘性土不小于 1000，相互搭接 200，双排搅拌桩平面布置如下图示：

水泥搅拌桩采用 32.5R 普通硅酸盐水泥配浆，水灰比 0.55~0.6，每米桩身水泥用量为 65kg/m。施工搅拌轴转速宜为中档，提升速度为 0.8~1.2 m/min，不得太快，以免影响搅拌效果。施工前按图纸间距做好标志桩及控制线，施工过程中控制好桩身垂直度、有效桩长、桩顶及桩底标高。

## 2.2 超前钢管施工

钢管桩：钢管桩主要是在土方开挖过程中，当土钉及锚杆还未施工（受力）时起超前支护作用。钢管采用  $\phi 89 \times 2.7$ ，成孔直径  $\phi 110$ ，要求穿越砂层进入砂质粘性土不小于 1500，且嵌固段不小于 2000。用 32.5R 普通硅酸盐水泥配浆，水灰比 0.55~0.6，清孔后由下往上注浆，注浆压力宜为 0.5~0.8MPa。施工前必须放出搅拌桩中心线，以防止钢管桩偏出搅拌桩，降低钢管桩作用。

## 2.3 开挖土方及修整边坡

基坑开挖：搅拌桩龄期达到 10 天后，方可进行基坑开挖及喷锚支护施工，要求分层分段开挖，每层开挖深度应与锚杆竖向间距相匹配，超挖深度不得大于 0.2m；土方开挖必须紧密配合土钉支护施工，严格做到开挖一层，支护一层，上一层未支护完或达不到注浆体强度的 70%（即土钉龄期不得少于 4 天），不得开挖下一层，每段开挖长度宜为 15~20m。机械开挖后，及时配合人工修整壁面，要求达到平整、

坡度一致，边坡的轴线位置要准确，严禁护壁后掏挖，且边壁周围不得积水。

土钉喷锚部分施工时，上部喷射混凝土及土钉龄期大于4天，方可开挖下一层；预应力锚索锚固体强度及腰梁强度达到70%，方可张拉锁定。

## 2.4 锚索施工

### 2.4.1 成孔要求及偏差

根据设计间距及标高，定出孔位，作出标记。土钉水平方向孔距偏差不得大于50mm，竖直方向孔距偏差不得大于100mm，钻孔底部的偏斜尺寸不得大于杆长的3%，孔深不得小于设计长度，也不得大于设计的1%，土钉倾角要符合设计要求。

### 2.4.2 土钉制作与安放

1) 土钉钢筋应平直，除油、除锈。

2) 钢筋接头采用机械连接。

3) 土钉沿轴线方向，每2m采用 $\Phi 10$ 钢筋做对中支架（锚索对中支架采用 $\Phi 48 \times 3.5$ 钢管截成100长小段，在管壁上等间距焊三条 $\Phi 10$ ，形状同土钉上对中器形状，并将对中器用铁丝将钢绞线绑扎在管面上）以保证杆体（锚索）在孔中央。

4) 安放杆体（锚索）时，应防止杆体的变形。注浆管随杆体一同放入。注浆管距孔底宜为50~100mm。

5) 杆体插入孔的深度不得小于杆体的95%。杆体放入后，不得随意敲击。

6) 普通土钉外端头焊接2 $\Phi 25$ 钢筋，每根钢筋长60mm，以增强抗拔力和固定钢筋网。

### 2.4.3 清孔、注浆

1) 当孔成型安装土钉后，立即用压力水进行清孔，至孔口返出清

水后进行注浆。

2) 注浆管采用 PVC 塑料管，注浆管应送至孔底，以确保浆液送至底部，由下往上注浆。

3) 当清孔至回水清澈时，立即改注预先配制好的水泥浆（水灰比为 0.45）。应从孔底开始注浆直至孔口溢浆，并认定孔内已充满水泥浆时，将注浆管外拔至距孔口 500 外，停留 10~15 分钟再进行补浆。

4) 对预应力锚索二次注浆管，管底部离孔底约 500，管底用胶布封口，注浆管从管端 500 处开始每隔 1m 开  $\Phi 8$  小孔并用胶布封住，防止一次注浆水泥浆流入管内。

5) 预应力锚索二次注浆只对锚固段进行，待一次注浆后 4~6 小时（水泥砂浆初凝后）进行，控制注浆压力为 1.5~2.0Mpa，使浆液冲破第一次灌浆体，向锚固体和土壤间劈裂扩散，使之直径扩大，增加径向力，以提高抗拔能力。

## 2.5 挂网、喷射速凝砼面层

1) 外网与杆连接要牢固，钢筋网采用  $\Phi 8@200$  双向钢筋，采用绑扎搭接，搭接长度  $>300\text{mm}$ ，接头要错开，纵向钢筋插入土中长度应  $>300\text{mm}$ 。

2) 网挂好后，安装加强筋，绑扎好钢筋保护层，经验收合格后喷射砼面层。

3) 砼面层厚度为 100mm，施工前应进行配制试验，确定配合比；在干拌混合料时应拌合均匀，并掺入速凝剂 10%，喷射枪头处的工作风压保持在 0.3Mpa；喷头应尽量与受喷面保持垂直，减少回弹及砼流淌现象，在面层上间隔  $2000 \times 2000$  梅花形留置一个  $\Phi 50$  泄水洞，以排解坡面水及其压力。

## 2.6 预应力锚索的张拉与锁定

1) 张拉时应分批从中间向两边对称进行，以减少由于结构变形及



相邻锚索施工时引起的应力损失。

2) 锚索张拉就分级进行, 分别为设计值 50%、75%、100%, 每级锚索持荷约 3~5 分钟, 并测读锚头位移三次, 作好张拉记录, 然后卸荷至设计控制力后, 稳压 10 分钟后锁定。

3) 锚索锁定后, 应在锚头处做防锈处理。

在采取该方案施工后, 坑壁顶部边缘实测位移和沉降均控制在允许范围内:

东侧沉降报警值为 26mm, 实际沉降 14.73mm; 水平位移报警值为 35mm, 实际位移 25mm; 其余部分, 沉降报警值为 40mm, 实际沉降最大值为 7.2mm; 水平位移报警值为 35mm, 实际最大值为 9mm。周边的房屋、道路及其他建(构)筑物均未发生变形、裂缝和沉降的现象, 表明本发明是切实可行的技术方案。