

大连市快轨三号线十五号桥  
挖孔桩成孔施工技术

大连市快速轨道交通工程三号线十五号桥长1 009.8 m,宽8.8~9.4 m,包含箱梁13联,除第6联为四跨预应力混凝土连续箱梁结构外,其余均为钢筋混凝土连续箱梁结构,桥墩基础为人工挖孔灌注桩,共53根,设计桩径为3.2 m、3.6 m、4.2 m三种,设计要求桩嵌入弱风化岩不得小于1 m。

## 1 成孔作业

桩基开挖时采用钢筋混凝土护壁。护壁节长1 m,每节护壁上端厚200 mm,下端厚100 mm,护壁水平环筋为 $\phi 12@200$ ,纵向钢筋为 $\phi 8@190$ 。为确保工程施工进度,桩基采用全面开挖的方式,每个桩孔4人,垂直运输以手动辘轳为主。

本工程21~52号桩孔地下水位较高,开挖施工时在桩孔中超前挖掘集水井,潜水泵沉入井中抽水降水,边降水边挖孔;0~21号桩孔由于存在坚硬岩石,使用空压机风镐作业仍难以开挖者,可采用爆破作业,爆破由专业公司采用浅眼爆破,硬岩层的炮眼深度不超过0.4 m,软岩层不超过0.8 m,施工时,严格控制装药深度不得超过炮眼深度的1/3,孔内爆破采用电引起爆。

## 2 穿越不利地质条件层的技术措施

根据地质资料,30~52号桩持力层(中风化页岩)以上为粘土混卵石层,其中部分区段粘土成分较大并富含地下水,开挖困难。为保证施工安全,每个开挖节由1 m改为0.5 m连续开挖,随挖随护壁,同时,为使护壁混凝土尽快达到所需强度,避免护壁在土压力作用下破坏,在护壁混凝土中掺SW-4早强剂,掺量为水泥用量的3%。鉴于地下水量较大,在浇筑护壁混凝土时预埋 $\phi 30$  PVC管沿护壁环向间距500 mm对水进行引流(图1)。

在33、34、38、39、40号桩孔开挖施工过程中,桩孔护壁外侧粘土在水浸渍并受扰动后抗剪强度大幅度降低,部分粘土在水压力作用下涌进桩内,随抽水外排,造成护壁外侧部分出

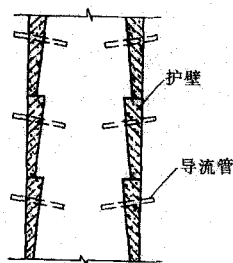


图1 钢筋混凝土护壁示意图

现空壁,护壁后土体相继坍塌;开挖至14~16 m时,已浇完的护壁局部开裂坍塌,同时由于部分区段护壁外侧出现空壁,护壁所受摩阻力减小而呈现整体下滑趋势。为确保安全,用石屑回填桩孔至出现空壁现象的最上部,人工凿除该部位已有护壁,再用C10混凝土塞填护壁后的空腔,然后重新开挖桩孔,随挖随凿除已开裂混凝土护壁后重新浇筑。孔径4.2 m的33号桩孔挖至20 m时出现涌泥,部分护壁节有开裂,回填后仍无法下挖,经与设计单位协商,决定将已开挖至20 m的33号桩孔用C20毛石混凝土回填,在桩孔四周打入350 mm $\times$ 350 mm预制桩24根(图2),最后10击贯入度不大于3 cm。

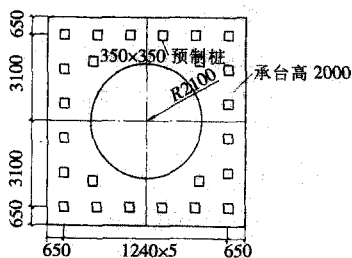


图2 打入桩基础平面示意图

## 3 对地下市政管线的保护措施

本工程所处位置地下管网众多,由于该地段自然地面以下2.5 m即为坚硬岩石层,须采用爆破施工。为避免因爆破作业对市政管道造成破坏,桩孔开挖前用20 mm厚钢板焊成护套对桩孔范围内的市政管道进行保护,钢护套嵌入混凝土护壁不小于10 cm,护套钢板外设置岩棉等柔性材料层,外用铁皮捆绑包裹,爆破时严格遵循“密布眼,少装药”的原则。由于采取了严密措施,所有管道均完好无损,并为后续工序施工赢得了时间。

(中国建筑第八工程局,周光毅,  
刘进贵,116021,大连)

## 水上钢管桩沉桩工艺

广东省澄海市第三水厂三期扩建工程中取水部头采用水上锤击钢管桩,总共有8根直径530 mm、壁厚12 mm的钢管桩。本文叙述水上钢管桩沉桩工艺。

## 1 工程地质情况和设计要求

施工场址在地貌上属韩江三角洲河口平原、外沙河的北岸。土层成因属第四纪晚更新世-全新世海陆交互沉积土,共分为15个层次,其中第5层细沙层(粉土)或第9层细沙或第12层细沙可供选择为桩尖持力层。取水部宜用钢管桩基础,设计要求以第9层细砂层作为持力层,需穿过第5层砂层,厚度4.6 m,要求采用大功率强穿透力的锤击打桩机。

## 2 钢管桩制作

(1) 卷制钢管桩的钢板应符合设计要求,应有出厂合格证,做好复检工作。表面有缺陷的钢板不得使用。

(2) 焊工须取得考试合格证,考试所采用的焊接工艺、焊接材料应与正式焊接时相同。

(3) 考虑到运输能力,钢管桩可在施工现场分段制作后施打时拼接,钢管桩制作时应在平整的钢平台上。接桩时要使管节对口保持在同一轴线上。钢管桩分段长度应满足桩架有效高度、制作场地条件、运输条件、装卸起吊能力等条件,本工程采用二段桩接桩。

(4) 沉桩中接桩时,下节桩顶经锤击后的变形部分应割除。上下节桩焊接时应校正垂直度,对口的间隙为2~3 mm。

(5) 焊条应烘干,焊接应对称进行,并采用多层焊。钢管桩各层的焊缝的接头应错开,焊渣应清除,每个接头焊接完毕应冷却10 min后方可锤击。

## 3 水上沉桩测量定位

## 3.1 直桩平面定位

沉桩定位一般采用前方交会法,考虑施工区域大,地形条件复杂,取水部头远离岸线,不能布置正侧面基线,只能采用任意角交会定位,即布置施工控

制网,对桩进行任意切点前方交会。

### 3.2 直桩桩顶高程控制

沉桩前在桩及替打上划出厘米分划作为水准尺。水准仪架在稳固且能看到桩顶读数的位置,通过后视得到仪高,然后通过仪器视线高程来控制桩顶标高。

### 4 沉桩操作工艺

发动打桩船主机→向方驳移打桩船,同时提升桩锤和替打,俯架子及下放大小吊钩→打桩船移到方驳边,放吊钢管桩扣落到方驳上→捆绑吊索→水平起吊桩并向沉桩区域移船→移船中竖直架子,放小钩起大钩,立桩→在测量人员指挥下打桩船初定位→打开抱桩器进龙口(导轨下部)并套背板→向桩顶套替打→解下吊索(小钩扣)解开替打和锤上的挂钩扣→在测量工指挥下定位→沉桩,入土2~3m时暂停沉桩,进一步校核桩位→继续下沉可进行小量程的校正桩位,直到桩由自重下沉结束→压锤,使桩继续下沉,直到停止→解开上吊索(大吊钩)和抱桩器,背板等→下起落架→开锤施打(接桩)→控制标高停锤→沉桩完毕→将替打挂锤上→起锤→移船到方驳上吊第二根桩。

### 5 操作注意事项

(1) 定位时先在桩身上测定施工控制标高,并指挥测量工同时控制在一点上的控制点。

(2) 在用直立桩架吊桩时,可用方驳上的前后铰锚车,在桩的头尾处捆以缆绳,随着桩的起吊方向缓缓送放,以免桩身碰撞桩架。

(3) 一般在压锤沉桩后,即不可动船纠正桩位,若在小范围内要纠偏则须边开锤边少量纠偏,务必谨慎操作,对施打困难的桩尤不宜动船纠偏桩位。

### 6 钢管桩沉桩施工要点

(1) 施工前要复测水下地形,并查清是否有抛石等障碍物。

(2) 钢管桩沉桩过程中可能遇上浮或管涌,此时需要在桩身上部开 $\varnothing 50\text{mm}$ 小孔数个。

(3) 在斜坡上沉桩,会发生沉桩

偏位或桩身倾斜、挠曲,宜采取提前量和朝坡面反向移距下桩。

(4) 表面若有硬土,桩入土浅,桩自由度较长,锤击后横向摆动剧烈,应采取“停停打打”的方法。

(5) 沉桩时出现贯入度反常或桩身突然下降、倾斜、偏位等现象时,应停止锤击,查清原因,采取措施后方可继续沉桩。

(6) 水上沉桩须考虑打桩船的抗风、打潮流的能力,在急流时(即流速为 $1.5\text{m/s}$ ,波高 $0.5\text{m}$ 以上)、大风时不宜打桩。

本工程钢管桩的制作和接桩焊口外观质量经检查,均符合设计和规范要求。对8根钢管桩进行基桩反射波法检测并普查桩身结构完整性,均符合设计和规范要求。

(广东省汕头市重海建筑有限公司  
姚慈辉,刘丽,515041)

## 利用双灰桩消除湿陷性黄土的湿陷性

某办公楼建筑面积约 $4810\text{m}^2$ ,裙楼1层,主楼9层(不含地下室),框架结构,主楼采用带地梁片筏基础,裙楼为柱下独立基础。该场地地基土为I级非自重湿陷性黄土,地基承载力标准值较低,不能满足设计要求,采用双灰桩处理地基。

### 1 湿陷性黄土的特征

湿陷性黄土俗称大孔土,是一种特殊的粘性土。由于土质垂直方向分布小管道,几乎能保持竖立的边坡;但遇水后土的结构迅速破坏,发生显著的附加下沉,故称为湿陷性黄土。湿陷性黄土具有如下特征。

(1) 在天然状态下,具有肉眼可见的大孔隙,孔隙比的变化范围为 $0.85\sim 1.24$ (多在 $1.0\sim 1.1$ ),并常有由于生物作用而生成的管状孔隙,天然剖面呈竖直节理。

(2) 在干燥状态下呈淡黄色,稍湿时呈黄色,湿润时呈黄褐色。

(3) 土中含有石英、高岭土成分,含盐量大于 $0.3\%$ ,有时会有石灰

质结核(俗称“僵石”)。

(4) 透水性较强,土样浸入水中后很快崩解,同时有气泡冒出水面。

(5) 在干燥状态下有较高强度和较小压缩性。

### 2 双灰桩的加固机理

(1) 利用双灰桩成孔时对桩周围土发生挤密作用,可减小其孔隙比。

(2) 生石灰在桩孔中吸收桩周围土层的孔隙水变成熟石灰时,产生体积膨胀,可挤密桩周土体,减小其孔隙比并加速地基土的固结,提高地基承载力,消除湿陷性,使地基得到加固。

### 3 双灰桩的设计参数及要求

根据地质勘察报告,设计单位提供如下设计参数及要求。

#### 3.1 工艺参数

(1) 试桩区:桩径 $325\text{mm}$ ,桩距、排距 $900\text{mm}$ ,桩长 $6.5\text{m}$ ,桩头 $1\text{m}$ 素土封顶,石灰:粉煤灰=7:3,充盈系数 $1.6$ 。

(2) 裙楼区:桩径 $325\text{mm}$ ,桩距、排距 $1000\text{mm}$ ,桩长 $6.5\text{m}$ ,桩头 $1\text{m}$ 素土封顶,石灰:粉煤灰=7:3,充盈系数 $1.6$ 。

(3) 主楼区:桩径 $325\text{mm}$ ,桩距 $900\text{mm}$ ,排距 $780\text{mm}$ ,桩长 $6.5\text{m}$ ,桩头 $1\text{m}$ 素土封顶,石灰:粉煤灰=7:3,充盈系数 $1.6$ 。

#### 3.2 技术要求

处理后地基土湿陷性全部消除,裙楼区复合地基承载力不小于 $140\text{kPa}$ ,主楼区复合地基承载力不小于 $180\text{kPa}$ 。

### 4 双灰桩的施工工艺及要求

#### 4.1 材料要求

(1) 生石灰:应选用新鲜块灰,破碎过筛,粒径 $20\sim 50\text{mm}$ ,含粉量不超过 $10\%$ ,氧化钙含量不得低于 $80\%$ ,其中夹石不大于 $5\%$ ,不含石块及有机杂物。

(2) 粉煤灰:采用燃煤电厂排出的粉煤灰,灰色粉末状,含水量不宜超过 $20\%$ 。

(3) 粘土:封顶用粘土,含水量宜控制在 $12\%\sim 18\%$ 。

#### 4.2 施工工艺及流程

一般是先外排后内排,先周边后中间,单排桩应先施工两端后中间,并