

# 超长护筒旋挖干作业成孔灌注桩应用及研究

方 斌 范丽君

中国五冶集团有限公司 四川 成都 610063

**摘 要:** 文章结合滁州市清琅别院高层住宅项目桩基础工程超长护筒旋挖干作业成孔灌注桩实例, 主要介绍了超长护筒旋挖成孔灌注桩工艺及成桩质量检测情况, 分析研究了超长护筒在旋挖成孔灌注桩基础中的应用, 对当下旋挖钻孔灌注桩的成孔工艺进行了技术组合及改进。通过合理成孔技术组合保证了成桩质量, 同时杜绝了钻孔过程中产生泥浆对环境的破坏, 保证了成孔直径及水下灌注混凝土的充盈系数, 节约材料。

**关键词:** 超长护筒; 干作业; 旋挖

## 1 引言

社会发展日新月异, 我国建筑业中各种技术的运用愈发多样化。随着国家对环境保护监管日趋增强, 旋挖干作业在桩基础成孔中占有十分重要的地位, 其核心任务便是在不使用泥浆护壁的情况下实现旋挖取土及卸土的反复过程, 直至孔底标高达到设计高程值。在较大厚度的淤泥质软弱地质层中如何选择钻孔护壁方式成了此项工作成功与否的重中之重。

滁州市清琅别院高层住宅项目工程2019年8月12日开工建设, 26栋高层住宅钻孔灌注桩基础面对淤泥、地下水等复杂地质水文条件采用超长钢护筒旋挖干作业法钻孔施工, 成孔效率、质量及安全环境保护均符合预期效果。为以后复杂地质条件下旋挖干作业桩基础施工方案提供优化参考, 必须进行经验总结及积累<sup>[1]</sup>。

## 2 背景介绍

### 2.1 工程概况

清琅别院项目, 地处滁州市南谯区紫薇南路东侧原热电厂地块。集高层住宅、幼儿园、商业楼、农贸市场、大型地库于一体的综合性建筑群。

该项目占地共计216.38亩, 总建筑面积约为42.6万 $\text{m}^2$ , 其中26栋高层住宅楼建筑面积约为31万 $\text{m}^2$ , 24~33层不等。桩基础采用(直径800mm)泥浆护壁钻孔灌注桩, 设计桩长20m~23m不等, 总桩数约2411根。桩基安全等级为二级, 建筑桩基设计等级为甲级。

### 2.2 岩土地质及水文情况

本项目岩土工程勘察报告揭示地层结构层序分别如下: ①层杂填土、②层粉质粘土、③层淤泥质粉质粘土、④层粉质粘土及⑤层泥质粉砂岩, 其中旋挖干作业钻孔不利地质层地基岩土的岩性结构特征及水文地质情

况分别叙述如下:

③层淤泥质粉质粘土(Q4a1+pl)——厚度为2.30m~5.40m, 层底标高4.36~8.13m。青褐色~青灰色, 软塑状态, 以粉质粘土为主, 场地普遍分布。

该场地地下水类型主要分为1层大气降水、2层潜水及3层岩石裂隙水。<sup>[2]</sup>1层大气降水分布于①层杂填土、②层粉质粘土表层中, 水量较为丰富。受大气降水和地表水下渗补给, 排泄方式为蒸发和下渗; 2层潜水赋存于③层淤泥质粉质粘土及⑤-1层全风化泥质粉砂岩中, 水量一般, 受大气降水补给; 3层岩石裂隙水积存于⑤层泥质粉砂岩中, 水量较小。



图1 清琅别院项目鸟瞰图

### 2.3 机械设备选型

针对本工程高层建筑场地情况、周边环境及岩土地质水文条件、桩基础设计要求及施工机械、设施技术参数等要点进行分析, 引进4台SWDM-360旋挖桩机、2台ZAXIS470H-3振动锤及壁厚16mm, 17m长 $\phi$ 832mm, Q235钢制长护筒20根。

**作者简介:** 方斌, 男, 1983年6月出生, 本科, 电话15212114949。

### 3 灌注桩施工

经试成桩试验施工确定本项目采用超长护筒旋挖干作业成孔方法施工,护筒采用Q235,16mm厚钢板卷制焊接成内径800mm,长度17m的钢护筒以隔离第③层~⑤-1层不利地质层为宜,钢护筒需使用振动锤配合施工,钢护筒起到预防地下水和第③层淤泥质粉质粘土及第⑤-1层全风化泥质粉砂岩层遇水造成的孔内坍塌的作用,能使桩基更好的成桩,并且桩基质量得到更好的保证,能够以最快速度完成基础的施工任务。



图2

#### 3.1 灌注桩工艺

本工程灌注桩采用长护筒成孔旋挖干作业成孔桩基础。其施工工艺流程图如图3:

#### 3.2 场地平整

钻机平台现场地面承载力必须大于 $250\text{KN/m}^2$ ,所以钻机平台必须碾压密实,必要时可铺设钢板铺垫,确保场地平整度符合机械作业要求。

#### 3.3 桩位测量

将场地内①层杂填土整体挖出外运,平整压实后,依据施工总平面定位图将桩位平面布置图转换为城市坐标系,点击各桩位“十”字中心点采集坐标数据并记录,采用直角坐标法,使用全站仪直接测设桩位中心点。使用与桩径等同的圆形模具板,中心 $\phi 15\text{mm}$ 圆孔对准测设的桩位中心点,沿圆形模具板边缘溜白色腻子粉做桩位标记,并注意保护。请测量监理工程师复测无误后方可进行钢制超长护筒的插入。

#### 3.4 振动锤下长护筒

用振动锤夹取钢护筒吊至桩孔位,使用全站仪对桩位进行复核无误后,钢护筒底端对准测放的白色桩位圆环垂直插入,护筒中心与桩位偏差 $\leq 20\text{mm}$ 。先预钻孔5~8m左右,接着下沉17m长的护筒;下沉长护筒时使用激光经纬仪实时校准垂直度并进行纠偏,保证钢护筒垂直插入,护筒口高出原地面30cm左右。振动插入完成后,再次使用全站仪对护筒中心与桩位中心点复测检查,确保偏差在规范允许范围。

#### 3.5 钻孔施工

##### 3.5.1 钻机就位

旋挖钻机就位前应对机械工作性能进行检查,确认正常后行走到位,钻头中心与钢护筒中心重合,调整机械臂使钻杆垂直,反复检校钻头中心位置及钻杆垂直度,确认无误后,开始旋挖成孔。钻进至护筒底端慢速低压进尺,此时钻头已进入⑤-1层全风化泥质粉砂岩中,继续慢速低压钻进。

##### 3.5.2 清孔

旋挖进尺至设计深度后,对孔径、垂直度、孔深之间合格后,填写终孔验收记录,请驻地监理工程师检查验收,经监理工程师同意进行孔底清理。测量孔底沉渣厚度不大于50mm,即停止清孔作业。吊运安装钢筋笼,采用测绳测量沉渣厚度的发法,通过测绳测量终孔深度,同时读取旋挖桩基显示屏成孔深度,两者深度差即为虚土沉渣厚度。若测量清孔的沉渣厚度超出规范规定,应吊出钢筋笼继续清孔直至测出的沉渣厚度符合要求。

#### 3.6 钢筋笼制作安装

(1) 钢筋原材随附厂检报告、送货清单、合格证应齐全,进场后及时通知监理工程师及见证员检查验收并见证取样送检,经检验合格后方可使用。

(2) 钢筋原材应按规格、型号、炉批号分别堆放整齐并吊挂标识牌;钢筋笼加工生产、转运及吊装施工中,要采取保护措施避免变形;钢筋笼焊接制作,应按规范要求施焊,确保焊点饱满牢固,成型顺直,不得扭曲。

(3) 为确保钢筋笼主筋混凝土保护层厚度采用HPB300 $\phi 10\text{mm}$ 圆钢弯折成圆弧形,焊接钢筋“耳朵”。沿钢筋笼周圈设置每道均匀分布4个,纵向间距不大于2m。

(4) 钢筋笼纵向主筋采用单面搭接焊(搭接长度 $\geq 10d$ )或双面搭接焊(搭接长度 $\geq 5d$ )。

(5) 钢筋笼制作:先将主筋与加强箍筋点焊,再缠绕箍筋。制作后,应对纵筋间距、接头错开尺寸、搭接长度、保护层厚度、箍筋间距及钢筋笼长度等进行验收,经自检合格后报监理工程师进行验收。钢筋笼制作过程中主筋依次编号,方便吊装对应焊接。

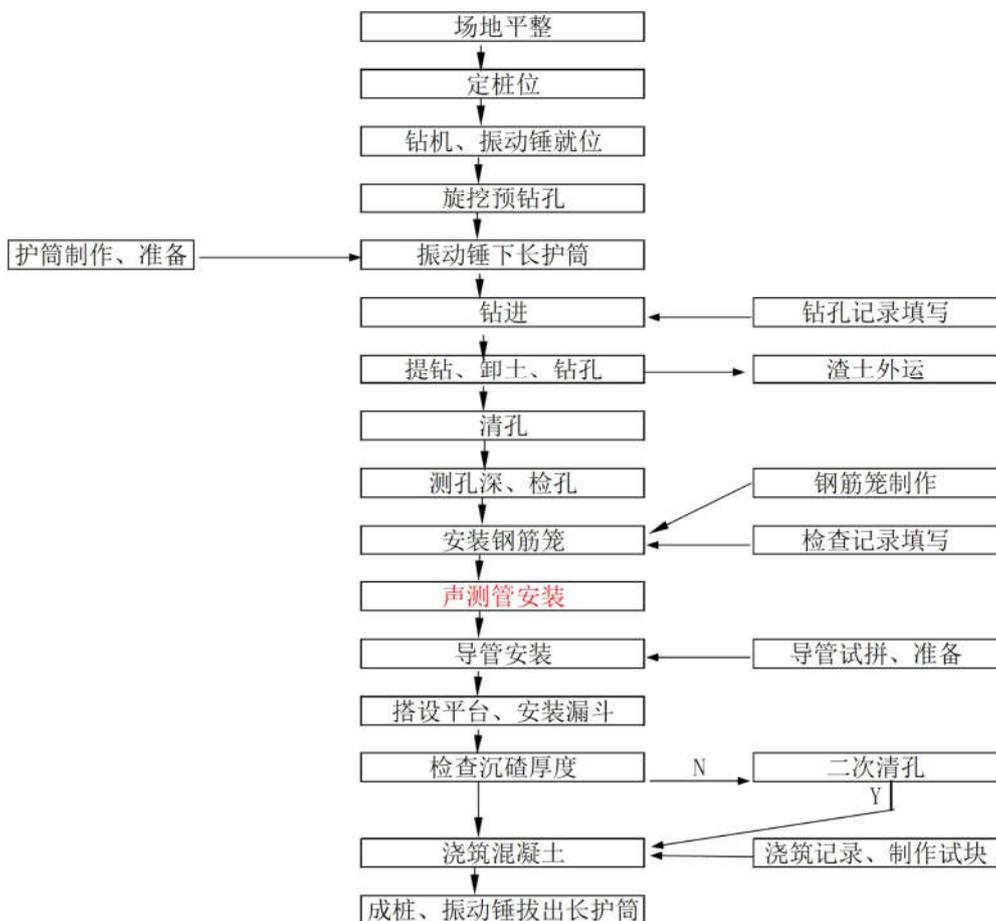


图3

(6) 钢筋笼制作完成后,采用汽车吊或塔吊进行转运及安装,为了保证骨架起吊时不变形,生产加工时在加强箍筋内焊接三角支撑,以加强其刚度。在纵筋对称位置焊接2根吊筋,确保焊接牢固。纵向起吊吊筋,吊挂牢固。当钢筋笼进入桩孔后,扶正钢筋笼缓缓下降,避免碰撞孔壁。钢筋笼顶端高出地面500~1000mm时停止下降,用型钢穿过加强箍筋的下方,将骨架临时支承于孔口,吊装下一节钢筋笼进行对接焊接及安装接头加密区箍筋,取出临时支承,将钢筋笼缓缓下降,交替往复,直至钢筋笼焊接安装完成,降至设计标高为止。最后骨架最上端根据地面标高及设计桩顶标高、纵筋锚固长度计算定位筋的长度,焊接定位筋在孔口牢固定位,以免在灌注混凝土过程中发生浮笼现象。

### 3.7 声测管安装

声测管安装前,要检测每根管是否通畅,声测管安装时,底部与钢筋笼底部持平,顶部高出桩顶80cm,在钢筋笼内侧周边按正三角预埋3根。声测管用16#铁丝成8字形每两米设置一道绑扎在钢筋上,在声测管内注满清水(透明的净水),顶部用橡胶塞封闭,一定要严密,

防止泥浆、灰浆进入。声测管绑扎安装必须顺直,弯曲度符合规范规定;声测管两端截面应与其轴线垂直;声测管切口横截面和边缘必须打磨光滑无毛刺,以免安装插管时割伤密封圈。

### 3.8 导管试压及安装

导管采用DN250-300mm钢管,每根3m,另配1m、1.5m短管各1根。要求钢导管内壁圆顺光滑,内径一致,接口严密。钢导管使用前应进行预拼装及编号并进行水密性能及承压性能及接口接头抗拉检测。

钢导管接头安装均采用丝扣连接,使用配套橡胶垫圈密封。导管底段悬于实际孔底上方300±50mm。隔水栓应认真细致制作,其直径和椭圆度应符合视角角要求,其长度应≤200mm,隔水栓应放置位置准确,其外径应略小于导管内径,放置前应做空管试验,畅通无阻。

### 3.9 灌注混凝土

本工程采用预拌商品混凝土。试配时应高于设计强度1个等级,确定混凝土配合比并严格控制原材料与搅拌质量,确保混凝土质量。

混凝土搅拌运输车行至现场桩孔附近指定位置,使

用汽车吊或塔吊配合储料斗进行混凝土转运及浇灌，初次灌注应确保钢管底端埋置混凝土深度  $\geq 1000\text{mm}$ ，持续均衡灌注混凝土，边灌注混个凝土边插拔振捣导管，交替持续到混凝土灌注完成。为保证桩头质量，混凝土超灌设计桩顶标高  $\geq 1000\text{mm}$ <sup>[3]</sup>。

### 3.10 商品砼和易性检查和试块留置

商品混凝土进场，应随车附带配合比单及预拌混凝土校验单，材料员及专业监理工程师现场通过坍落度试验检查其和易性。混凝土试块制作从桩孔灌注点随机见证取样，按每台班不大于 $50\text{m}^3$ 留置一组试块，本工程每根桩留置一组标养试块，48h后脱模并标识，试验室标准状态下养护28天试压。

### 3.11 振动锤拔起长护筒

灌注完成后1小时内振动起拔钢护筒，避免混凝土初凝后钢护筒无法拔出或对桩身完整性产生不利影响。振动锤机械行走就位，调整机械臂夹紧钢护筒，边振动边

起拔，护筒拔至2~3m时，进行二次灌注约 $1\text{m}^3$ 混凝土，用以填充钢制护筒拔除的体积空量。继续振动并匀速缓慢起拔，直至钢护筒拔出桩孔，护筒循环使用。

## 4 结论

通过采用钢制长护筒辅助成桩措施有效隔离了淤泥、地下水等不利地质层及水文条件，保证了成桩质量、成桩效率高、干作业无泥浆产生，环保效果好，规避了复杂地质条件下泥浆护壁成孔混凝土浇筑充盈系数过大问题。综合效益明显，值得大范围推广应用。

## 参考文献

- [1]《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008；
- [2]《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202-2018；
- [3]《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33-2012；
- [4]《钢筋焊接及验收规程》JGJ18-2012；
- [5]滁州市清琅别院项目地基基础设计施工图