

# 工程建设国家级工法汇编

(2009~2010年度)

## 第五分册

本书编委会 编

中国建筑工业出版社

# 静态泥浆护壁旋挖式钻孔灌注桩施工工法

YJGF02—2002 (2009~2010 年度升级版-001)

山西机械化建设集团公司

王永强 安明 刘淑芳 冯廷华 岳效宁

## 1. 前言

钢筋混凝土灌注桩是常用的一种深基础形式。当天然地基上浅基础沉降量过大或地基稳定性不能满足建筑物的要求时,常采用桩基础。随着我国现代化建设事业的迅猛发展,大型基础设施和高层建筑越来越多,荷载越来越大,钢筋混凝土灌注桩就成为最广泛使用的基础形式。

钢筋混凝土灌注桩种类较多,从成孔形式上,有人工成孔和机械成孔之分。在机械成孔中,有长螺旋钻孔,短螺旋钻孔,正、反循环回转钻成孔,回转斗钻孔,大锅锥钻孔,冲击式成孔等工艺。人工成孔、长螺旋钻孔工艺大多在地下水位以上,且孔深不宜太深的灌注桩中使用;正、反循环,是采用水介质取土成孔的一种工艺,该工艺需要大量的泥浆和水,且必须有足够的泥浆排放场地,很不适合场地狭窄环境的施工,同时大量的泥浆排放容易对周围环境造成严重的污染;在成孔过程中,泥皮的沉淀厚度不易控制,可造成桩侧摩阻力的降低,有可能极大地影响单桩承载力。大锅锥钻孔等成孔工艺虽然减少了大量泥浆的使用和排放,但施工方法原始,机械化程度低,需要花费大量的人力和时间。

静态泥浆护壁、旋挖式钻孔工艺是在吸收各种成孔工艺优势的基础上发展起来的一种新型的灌注桩成孔工艺。该工艺由于采用非水介质取土成孔,钻孔出土由钻具直接带出,不依靠泥浆输送,大大减少了泥浆的使用,因而成孔泥皮薄、孔径规矩,桩承载力稳定。同时,钻机的安装比较简单,钻头拆卸方便,机械化程度高,成孔速度快。该工艺污染小、噪声低、振动小,非常适于在市区施工,是灌注桩成孔工艺的发展方向。

近几年随着社会的发展,科技的进步,旋挖钻机的生产能力得到了大大的提高,目前国内正施工的旋挖钻机钻孔的最大孔径已达到 2.8m 左右,最大钻深达到 110m 左右。因此,在施工程序中,大直径超长钢筋笼制作、安装,泥浆的配制、循环,钻孔的清孔等方面的施工技术都有了很大的不同与提高。我公司 2003 年编制的国家级工法《静态泥浆护壁旋挖式钻孔灌注桩施工工法》已不能适应目前的施工状况。编制一部新的《静态泥浆护壁旋挖式钻孔灌注桩施工工法》已迫在眉睫。

新的《静态泥浆护壁旋挖式钻孔灌注桩施工工法》是在原国家级工法的基础上总结近几年来的工程实践经验,结合国内目前旋挖成孔灌注桩施工方面的新技术编制而成的。

2010 年 1 月,山西建设厅组织相关专家对《静态泥浆护壁旋挖式钻孔灌注桩施工工法》关键技术进行了鉴定,鉴定结论为“达国内领先水平”。

## 2. 工法特点

2.1 由于采取了非水介质取土,只需要少量泥浆护壁和清孔,大大减少了泥浆的需求和排放,减少了环境污染,降低了施工成本。

2.2 伸缩式钻杆的使用,避免了钻杆的频繁装配,减轻了劳动强度,加快了工程进度。

2.3 钻孔出土的随出随运,给场地运输带来很大方便,可节省运输费 50%,同时节省了工程用水及用电。

2.4 钻机的安装比较简单,在施工现场移动比较快捷方便。

2.5 由于钻头的拆卸方便,可以根据土层的变化和钻进的需要随时更换钻头,加快了钻进速度,

扩大了工艺的适用范围。

2.6 噪声低、振动小、污染小。

### 3. 适用范围

静态泥浆护壁、旋挖式成孔工艺适用于淤泥、地下水位高的黏性土、粉土、砂土、人工填土及含有卵石、碎石的地层、软质岩和风化岩层,不适用的地层为含有强承压水的土层。

### 4. 工艺原理

4.1 静态泥浆护壁、旋挖式钻孔工艺是在螺旋钻孔、回转斗钻孔、大锅锥等钻孔工艺水平的基础上,吸收综合各种成孔工艺优点发展起来的一种新型的、更适合于各种施工环境的灌注桩成孔工艺。由于采用了静态泥浆护壁,它使旋挖式钻孔工艺从单纯的地下水位以上土层中使用,发展到地下水位以下使用,同时也解决了成孔深度的局限性问题。

4.2 旋挖式成孔工艺是:非水介质取土成孔,钻孔出土由钻头直接带出,不依靠泥浆输送。

4.3 旋挖式钻孔机械的动力头由于机型的不同分别采用内燃机、电动机或液压马达,当动力头为液压马达时,其动力来自悬挂主机发动机。

4.4 旋挖式钻机的钻杆,既有多节连接式钻杆,也有伸缩式钻杆。当采用多节连接式钻杆时,钻具和钻杆的连接为穿入式,钻具可沿着钻杆滚动和爬行,提高了机械化程度。这种连接方式,钻具的拆卸和更换都非常方便。故钻具的形式可根据土层和钻进的需要随时更换。静态泥浆护壁、旋挖式成孔钻机是水介质取土钻机的换代产品。

### 5. 施工工艺流程及操作要点

#### 5.1 工艺流程图 (图 5.1)

#### 5.2 施工准备

##### 5.2.1 技术准备

1. 桩基工程施工图及图纸会审纪要。
2. 建筑场地和邻近区域内的地下管道、地下构筑物、危房、精密仪器车间等的调查资料。
3. 水泥、砂石、钢筋等材料及其制品的质检报告。
4. 主要施工机械及其配套设备的技术性能资料。
5. 桩基施工组织设计或施工方案。

##### 5.2.2 施工场地准备

###### 1. 场地地表处理

当地表为松散欠固结的人工填土、粉细砂、粉土、湿陷性黄土时,可采用低能级强夯加固表层土。加固深度取 5m 左右,可以有效防止成孔过程中塌孔事故的发生;如加固深度取 10m 左右,可有效消除场地负摩擦力、砂土的液化与沉陷对桩基的不利影响,提高桩基单桩承载力。

2. 打桩施工面的设置:打桩施工面应根据现场实际情况确定,应注意以下几点:

1) 施工面距地下水位应大于 1.5m 以上。

2) 地下水位以上的松散杂填土层,因易跑浆、漏浆造成塌孔,最好予以清除,当清除后的场地标高距地下水位高度太小时,可辅填一定厚度的垫层作打桩施工面,或先行降低水位后再进行打桩施工。

3. 施工前应做好场地平整工作,对于不利于施工机械运行的松软场地应进行坚实处理,施工面最好硬化,雨季施工应做好排水措施。

4. 在建筑物旧址或杂填土地区施工时,应预先进行钻探并将探明在桩位处的旧基础、石块、废弃

障碍物挖掉或采取其他处理措施。

5. 对于和施工场地相邻的施工管线、危房等采取相应的隔离和保护措施。

### 5.2.3 泥浆循环系统的设置

1. 由于钻孔护壁和清孔的需要，需制作一定数量的泥浆，同时为了保持施工场地的干燥，防止污染和浸泡，需进行循环系统的合理规划。

2. 施工场地设置泥浆池，每组泥浆池设循环池一个，容积应大于桩容积的 1.5 倍，沉淀池两个，每个不小于  $15\text{m}^3$ ，两个轮换使用，一个进浆沉淀，一个关闸清理。沉淀池进出口设闸门，沉淀池上口应高出循环池 0.5m。

3. 施工场地设置环形泥浆槽，泥浆池和泥浆槽均应用砖砌筑，池壁和池底用水泥砂浆抹面。

### 5.2.4 泥浆的制备

1. 泥浆又称稳定液，泥浆成分主要有水、塑性指数大于 17 的黏性土、膨润土、增黏剂、分散剂等。泥浆制作材料主要有：

1) 膨润土，以蒙脱石为主的黏土性矿物，塑性指数  $I_p$  大于 17，小于 0.005mm 的黏粒含量大于 50%；该土具有相对密度低、含砂量小、失水量小、护壁后泥皮薄、稳定性强、固壁能力高等优点。

2) CMC，羧甲基纤维素钠盐，可增加泥浆黏性，使土层表面形成薄膜而防护孔壁剥落，并有降低失水量的作用。

3) 碱类， $\text{Na}_2\text{CO}_3$  及  $\text{NaHCO}_3$ ，可增大水化膜厚度，提高泥浆胶体率和稳定性，降低失水量，同时加入碳酸钠不能提供钠离子，对膨润土进行改性处理。

4) PHP 聚丙烯酰胺，为高分子聚合物，能提高泥浆的黏度，保持不分散，低固相的性能。

### 2. 泥浆的性能指标

1) 相对密度 1.1~1.15

2) 黏度 10~25s

3) 静切力 1min 20~30mg/cm<sup>2</sup>  
10min 50~100mg/cm<sup>2</sup>

4) 含砂率 <6%

5) 酸碱度 pH 为 7~9

6) 胶体率 >95%

7) 失水量 <30mL/30min

### 3. 泥浆的检测

全班工作日开始时，要测定闸门口泥浆下面 0.5m 处的全套指标；在钻进过程中，每隔 2h 测定一次进浆口和出浆口的比重、含砂量、pH 值等指标；在停钻过程中，要每天测定一次各闸门口处 0.5m 外的全套指标。

4. 泥浆的配制应根据钻孔的工程地质情况、孔位、钻机性能等确定。泥浆材料的选定和基本配合比确定应以最容易坍塌的土层为主，初步确定泥浆的配合比，并通过试桩成孔做进一步的修正。

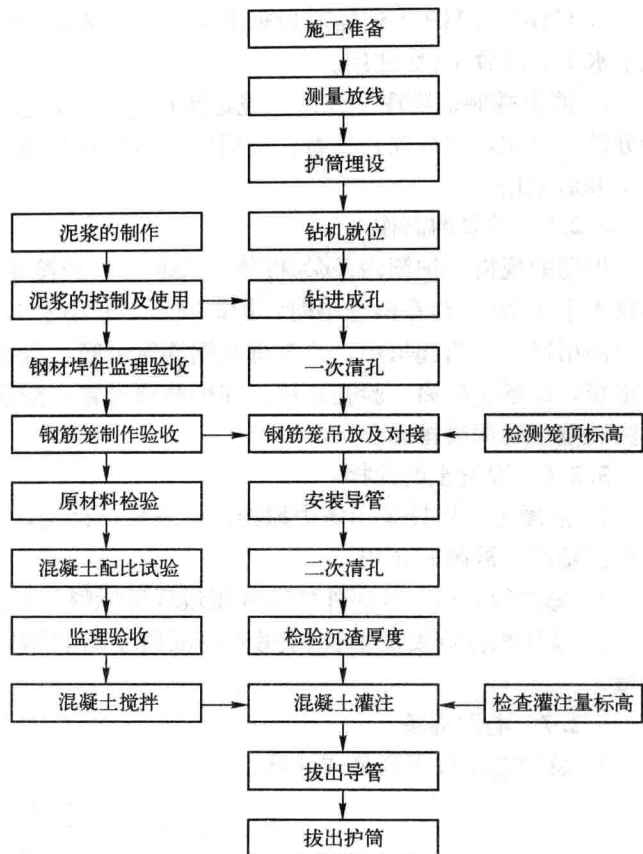


图 5.1 工艺流程图

5. CMC、PHP 等外加剂为非速溶水解型材料,使用前先在 60℃ 的水温下进行水解,搅拌至全部分散于水中,放置 1d 后使用。

6. 浆泥拌制的顺序是先注入规定数量的清水,边搅拌边放入膨润土,拌制 30min,使膨润土颗粒充分分散、水化,然后加入纯碱、最后再均匀投入 CMC、PHP 等外加剂水解液,使之充分搅拌混合,静置 12h 后使用。

### 5.2.5 护筒的制作

护筒的规格,护筒内径 $\phi$ 为桩径+100mm,护筒高度由地质条件确定,当在黏性土中时,护筒高度不宜小于 1.2m,当在砂土中时,护筒高度不宜小于 1.7m。护筒采用 4~8mm 厚钢板制作,在护筒的上部设两吊环,一为起吊用,二为绑扎钢筋笼吊筋,压制钢筋笼的上浮。护筒顶端正交刻四道槽,以便挂十字线,以备验护筒、验孔之用。在护筒顶设置一溢浆口(高 $\times$ 宽=200mm $\times$ 300mm),以方便清孔或灌注混凝土时泥浆排出。

### 5.2.6 混凝土的搅拌

1. 混凝土的搅拌采用集中搅拌,电子自动计量,小型搅拌站系统,同时配备两台 300L 搅拌机,以备搅拌站产生故障时备用。

2. 每盘砂、石、水泥外加剂等用量现场标牌公布。

3. 按每根桩需要的灌注时间确定混凝土的初凝时间,并按初凝时间的控制标准确定缓凝剂的填加量。

### 5.2.7 电源准备

1. 总用电量按下列公式计算:

$$P = 1.1 \times \left( K_1 \frac{\sum P_1}{\cos \phi} + K_2 \sum P_2 \right) \times 1.1 \quad (5.2.7)$$

式中 1.1①——系数;

1.1②——照明用电系数;

$P_1$ ——电动机额定功率(kW);

$P_2$ ——电焊机额定用量(kVA);

$K_1$ ——电动机要求系数,取 0.6;

$K_2$ ——电焊机要求系数,取 0.6;

$\cos \phi$ ——功率因素,取 0.75。

2. 需配备临时发电设备,以备突然停电时使用,以避免钻孔和灌注时事故的发生。

3. 根据施工总平面的布置,合理设置配电箱。

### 5.2.8 钢筋加工

钢筋笼的制作场地应选择在运输比较方便的场所,最好设置在现场内。

#### 1. 主筋连接

钢筋笼主筋的连接方式主要有焊接和机械连接,在同一截面内的钢筋接头数不得多于主筋总数的 50%,两个接头点间的距离不应小于 35d,且最小不得小于 500mm。

##### 1) 焊接

主筋连接可采用对焊、搭接焊、绑条焊等,当主筋采用搭接焊时,单面焊时焊接长度 $\geq 10d$ ,双面焊时焊接长度 $\geq 5d$ 。钢筋笼焊接时不得从主筋上引弧,以免损伤主筋。焊缝表面应连续、光滑、饱满,不得有夹渣、气孔现象,焊缝余高应平缓过渡,弧坑应填满。搭接焊接头中心应与主筋轴心一致。

##### 2) 机械连接

机械连接方式主要为挤压套筒连接、锥螺纹连接、直螺纹连接。当采用直螺纹连接时主要工序为:钢筋切头、加工丝头、戴帽保护、连接施工。

#### 2. 加劲筋制作

加劲筋一般采用单面或双面搭接焊,制作时,首先制作加劲筋模具,用钢尺校核模具尺寸后,方可

批量生产。加劲筋加工好后，码放整齐，挂牌以备组装钢筋笼时使用。加劲筋在组装钢筋笼前，接头只点焊，待和主筋组装好后，才可对接头进行单面或双面搭接施焊，以避免钢筋局部受热变形。

### 3. 螺旋箍筋制作

螺旋筋加工前用卷扬机进行拉伸，提高钢筋的抗拉强度，并用圆筒卷成半成品挂标识牌存放。

#### 5.2.9 钢筋笼拼装

1. 首先在钢筋笼骨架成形架上安放加劲筋，在加劲筋上标出主筋位置，然后将主筋依次点焊在加劲筋上，要确保主筋与加劲筋相互垂直。当钢筋笼直径比较大时，应在加劲筋上焊接十字钢筋支撑，确保加劲筋不变形。

2. 将骨架推至外箍筋滚动焊接器上，按规定的间距缠绕箍筋，并用电弧焊将主筋与箍筋固定。

3. 将主筋与箍筋用绑丝跳点、双丝绑扎牢固。

4. 钢筋笼制作成形检查合格后挂牌于钢筋笼堆放场地，用垫木垫放整齐，防止钢筋笼变形、锈蚀、油污。

5. 当采用直螺纹套筒连接时，钢筋笼加工应将两节钢筋笼节段在一起加工，当两节段钢筋笼加工完毕，做好标记后，将两节钢筋笼连接的直螺纹套筒用扳手拧开，将第一节钢筋笼吊至钢筋笼存放区存放；第三节钢筋笼的制作以第二节钢筋笼为基础进行制作，当第三节钢筋笼加工完毕，将第二、第三节钢筋笼间的连接套筒拆开，做完标记后，吊装第二节钢筋笼至钢筋笼存放区存放；按照相同原理进行后序钢筋笼节段的加工。

#### 5.2.10 钢筋笼定位器的设置

为确保钢筋笼保护层厚度，沿主筋外侧，每4m设立一组钢筋笼定位器，定位器采用混凝土滚轴式定位轮，同一截面上均匀地布置3个。与传统的钢筋笼定位器相比，混凝土滚轴式定位轮定位效果好，下放钢筋笼过程中不易变形脱落，且不受某些特殊环境（如海水环境）的制约。

### 5.3 施工测量放线

5.3.1 开工前，专职测量员要对本工程所需使用的所有测量仪器、工具进行查验，保证其在校准有效期内；查验不合格的测量仪器、工具要及时送至当地技术监督局进行校准。

5.3.2 施工机械进场前，专职测量员会同业主、设计单位和监理单位对所交导线桩进行复测，复测过程中发现有松动、沉陷和丢失的平面、高程控制桩，以及测量不符时，及时提出，由监理工程师最终确定正确坐标和高程。

5.3.3 要在桩位平面外建立测量控制网，测量控制网要符合精度要求，各桩位均应在测量控制网下采用全站仪或经纬仪测定。测量控制网的控制桩用混凝土浇筑，埋设深度不少于80cm，埋设高度高出施工场地5cm，应对每个控制桩逐一编号、标识，并设立明显保护装置和标志。测量控制桩应定期复核。

测量控制网的技术要求见表5.3.3。

测量控制网的技术要求

表 5.3.3

| 平均边长<br>(m) | 量距相对中误差  | 导线相对闭合差 | DJ2 测回数 | 测角中误差<br>(") | 多边形方位闭合差<br>(") | 高程闭合差<br>(mm) |
|-------------|----------|---------|---------|--------------|-----------------|---------------|
| ≤100        | ≤1/20000 | 1/10000 | 2       | 10           | $20\sqrt{n}$    | $10\sqrt{n}$  |

注：导线全长小于200m时，其绝对闭合差不应大于20mm。

### 5.4 护筒的埋设

5.4.1 护筒具有导正钻具，控制桩位，隔离地面水渗漏，防止孔口坍塌，抬高孔内静压水头和固定钢筋笼等作用，应认真埋设。护筒的埋设方法有挖坑埋设法和打（压）入埋设法，当地质条件复杂时宜采用挖坑埋设法。挖坑埋设时，先放出桩位中心点，在护筒外80~100cm的过中心点的正交十字线上埋设控制桩，然后在桩位外挖出比护筒大60cm的圆坑，深度与护筒高度相同，在坑底填筑20cm厚的黏土，夯实，然后将护筒用钢丝绳对称吊放进孔内，在护筒上找出护筒的圆心（可拉正交十字线），然

后通过控制桩放样,找出桩位中心,移动护筒,使护筒的中心与桩位中心重合,同时用水平尺(或吊线坠)校验护筒竖直后,在护筒周围回填含水量适合的黏土,分层夯实,夯填时要防止护筒的偏斜。

**5.4.2** 钢护筒的中心应与桩中心重合,当中心偏差不大于 50mm,垂直度不大于 1/200 后,钻机可就位开钻。

## 5.5 钻机就位

### 5.5.1 履带式钻机就位

首先做好场地的平整及压实,使主机左右履带板处于同一水平面上,动力头方向应和履带板方向平行,切不可垂直,开钻前调整好机身前后左右的水平。

### 5.5.2 步履式锅锥钻机

首先做好场地平整,机架就位后进行调平,第一次调平后挂钻杆,并将钻尖对准钻孔中心位置,旋入坑后,再次调整机架水平,两次调平后才能保证成孔垂直度,以后在每次接杆时,还应再按上述步骤进行。

### 5.5.3 大锅锥钻机

首先做好三角架支腿的支撑,支腿支点要放好垫木,以防滑动。三条支腿腰身用型钢进行连接,以增强三角架整体刚度。

## 5.6 钻进成孔

**5.6.1** 在护筒内注满泥浆后,开始钻进,钻进过程中要随时不断补充泥浆,使孔内始终保持高于地下水位 1~1.5m 的水头高度,同时应根据土质情况调整泥浆配方和比重。

**5.6.2** 在钻进过程中,要根据地层的变化,及时更换不同形式的钻头。

**5.6.3** 在钻进过程中不可进尺太快,由于是泥浆护壁,要给予足够的护壁时间。

**5.6.4** 必须始终控制钻斗在孔内的升降速度,因为如果快速地上下移动钻斗,那么水流将以较快的速度由钻斗外侧和孔壁之间的孔隙流过,导致冲刷孔壁,有时还会在其下方产生负压力导致孔壁坍塌,所以应按孔径的大小及土质情况来调整钻斗的升降速度,见表 5.6.4。

钻斗升降速度

表 5.6.4

| 桩径 (mm)    | 700   | 1200  | 1300  | 1500  |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 升降速度 (m/s) | 0.973 | 0.784 | 0.628 | 0.575 |

**5.6.5** 当孔壁泥浆皮沉淀较厚时,可用扫孔钻头上下往复,扫刷孔壁。

## 5.7 钻孔出土及清理

**5.7.1** 对于旋挖钻机动力头有自动限位装置的,钻孔出土时,钻头提出孔口后摆向一侧,通过反转甩土或打开筒形钻,使其钻出的土卸在一边。

**5.7.2** 对于旋挖钻机动力头没有自动限位装置的,钻孔出土时,在孔口设立专门的出土装置,钻头只进行垂直上下往复运动,不做水平向摆动。出土装置是在井口安装轨道,行走平板车,当钻头提出孔口后,将平板车推入钻头下,钻头卸土后,再将平板车推离孔口。

## 5.8 一次清孔

**5.8.1** 当钻孔深度达到设计要求后,将钻杆提起后更换平底清渣钻头,将钻头下至孔底后,钻杆不加力,使钻头在孔底空转清渣。重复几次后,清孔完毕。

**5.8.2** 清孔后提出钻头,由质量员和工程监理进行孔径、孔深、垂直度检测,验收合格后,移走钻机,盖好盖板,进行下道工序施工。

## 5.9 钢筋笼的吊放

**5.9.1** 钢筋笼的吊放要对准孔位、扶稳、缓慢,避免碰撞孔位,到位后立即固定。

**5.9.2** 多节钢筋笼吊放时,应将钢筋笼在孔口接长后再放入孔内,利用先插入孔内的钢筋笼上部架立筋将笼体固定在护筒上,再利用吊装机械将上节钢筋笼临时吊住进行两节钢筋笼的对接和绑扎。

**5.9.3** 当采用焊接连接钢筋笼时,宜采用绑条焊。钢筋笼对接后要请质量员和工程监理对焊缝检

查验收,冷却后再沉入孔内。

**5.9.4** 当采用机械连接的钢筋笼对接时,按照已做的标记对位,使各钢筋的对准率达到95%以上,对于少数由于起吊钢筋笼变形引起的错位,可以用小型(1~3t)手动葫芦牵引就位。对于极少数错位严重的,无法进行丝扣对接,则可采用帮条焊的焊接方法解决,帮条焊要求焊缝平整密实,焊缝长度符合规范规定,确保焊接强度质量。

**5.9.5** 钢筋笼安装过程中应防止碰撞孔壁,当下放困难时,应查明原因,不得强行下放。

**5.9.6** 钢筋笼的标高定位,可采用锁定式吊杆,当灌注桩空桩深度较大时,尤为必要。使用两根长度略大于施工面至桩顶距离的 $\phi 40$ 的钢管,在钢管下端焊若干定位环,间距5cm,在钢筋笼顶端下到孔口时,按照孔口标高至桩顶标高的距离尺寸,确定要使用的定位环顺序,将确定的定位环从主筋外侧首道加劲筋下面插到主筋里侧,再从内侧向环内插入两根同吊杆一样长的插销,将吊杆锁定,插销上端与吊杆上端绑扎在一起,起吊吊杆,将钢筋笼徐徐下放到位,然后将吊杆吊环与护筒绑扎在一起,将钢筋笼固定,同时可防止灌注混凝土时钢筋笼的上浮。

## 5.10 安放导管

**5.10.1** 钢筋笼吊入固定后,应逐步安放导管,导管的壁厚不宜小于3mm,直径200~250mm,钻孔深度大时,宜选用大直径导管,以确保导管良好的通导性。

**5.10.2** 导管直径的制作偏差不应超过2mm,底管长度不宜小于4m。导管使用前进行拼装打压,以检查导管是否有砂眼、变形、密封不严的情况,试水压力为0.6~1.0MPa,导管安放触孔底后,上提300~500mm。

## 5.11 二次清孔

导管安放工序结束后,检测孔底泥浆和孔底沉渣厚度,若两个条件同时满足要求,可直接灌注混凝土。如果有一项不能满足要求,需进行二次清孔。二次清孔可采用两种方法,一是正循环清孔方法,二是气举反循环法。

**5.11.1** 当孔径小于800mm,钻孔不深时,采用正循环清孔法。将泥浆泵的高压管和灌注导管连接密封,开启泥浆泵,将泥浆顺导管压入孔底,泥浆携带钻渣从孔底上升至孔口,流出孔外,进行泥浆循环。

**5.11.2** 当孔径大于800mm,钻孔较深时,采用气举反循环清孔法。它是利用空压机的压缩空气,通过安装在导管内的风管送至桩孔内,高压气与泥浆混合,在导管内形成一种密度小于泥浆的浆气混合物,在导管内外压力差的作用下,使泥浆不断沿导管上涌,排出导管以外,形成反循环。它具有清孔速度快、清渣干净彻底的优点。主要步骤包括:在导管内插入下部开有毛细孔的高压胶管(混合器),将高压胶管与空压机连接,开启空压机向导管内送入高压气体,进行气举反循环。

### 5.11.3 清孔环节泥浆的调控

泥浆携带钻渣进入沉淀池中,为了使泥浆中的钻渣尽快絮凝沉淀而分离出来,这时可向沉淀池中加入不含外加剂的纯膨润土浆,降低池中的PHP含量,提高絮凝作用,降低泥浆中的含砂率。当泥浆由沉淀池流入循环池时,应加入新鲜的浓泥浆来提高PHP含量,增加泥浆黏度,维持泥浆的高性能,再回流至钻孔内。

**5.11.4** 当孔底沉渣厚度小于设计要求后应再进行一段时间的泥浆循环,以置换泥浆降低泥浆比重,当泥浆比重 $<1.20$ 时,方可停止清孔,马上进行灌注。清孔完毕与灌注混凝土的间隔时间不超过45min,以防孔内沉渣再次沉淀及钻孔缩颈的发生。

**5.11.5** 浇筑混凝土前,孔底500mm以内的泥浆比重应小于1.25,含砂率 $\leq 8\%$ ,黏度 $\leq 28s$ 。

## 5.12 水下混凝土的灌注

**5.12.1** 清孔完毕后,在导管上口安装灌料斗,再由导管上部塞入隔水栓,塞入深度以临近水为准。隔水栓可采用皮球。首罐混凝土的容积要大于首次封底后导管埋深1m所需混凝土量的体积。

**5.12.2** 随着不断的灌注,孔内混凝土面的上升,根据导管的埋深和返水情况,随时提升和拆卸导管。灌注混凝土过程中,设专人测量、记录混凝土灌入量、孔内混凝土面升高值、导管埋深等数据,

保证每次拆卸导管后导管埋深要求,导管底端必须保证埋入管外的混凝土面以下 2~3m,且不得大于 6m,避免和禁止导管脱离混凝土面。对浇筑过程中的一切故障均应记录备案。

**5.12.3** 每根桩的浇筑时间按初盘混凝土的初凝时间控制,桩的超灌高度为 0.8~1.0m。

**5.12.4** 直径大于 1m 或单桩混凝土量超过 25m<sup>3</sup> 的桩,每根桩桩身混凝土应留有一组试件,直径不大于 1m 的桩或单桩混凝土量不超过 25m<sup>3</sup> 的桩,每个灌注台班不得少于一组。

**5.12.5** 在灌注时应防止钢筋笼上浮。在混凝土面距钢筋笼底部 1.0m 左右时,应降低灌注速度。当混凝土面升至钢筋笼底口 4.0m 以上时,提升导管,使导管底口高于骨架底部 2.0m 以上,即可恢复正常速度灌注。

## 6. 材料与设备

### 6.1 材料

#### 6.1.1 钢筋

1. 钢筋应按计划进场,进场钢筋应有出厂合格证及出场检验报告,进场钢筋应分等级、规格挂牌标识,标识内容主要有:名称、规格、型号、数量、产地、进货日期,钢筋堆放时,下垫垫木,至少离地面 20cm,以免受潮。要准备彩条布,下雨时覆盖在钢筋上,避免雨淋生锈。

2. 每批进场钢筋都应做复试报告。复试报告合格后才允许使用。同规格、同炉号、同批号的钢筋每 60t 为一检验批,不足 60t 的也按一批计算。取样数量:二根冷弯试验、二根拉力试验。取样长度:根据不同试验室检测机械来确定,一般为 45cm 左右。取样部位:试件应在距钢筋端头 500mm 以上的部位截取。每批钢筋中任选二根钢筋,在每根钢筋上截取一根拉力试件,一根冷弯试件。以上拉力、冷弯试验如有一项不满足要求,应取双倍数量进行复试,如果复试仍不满足要求,则该批钢筋为不合格产品。对不合格的产品应予以封存和退货,内部做好记录,严禁用于工程中。

#### 6.1.2 混凝土

1. 混凝土如采用商品混凝土,要选择信誉好、质量可靠的厂家提供。应提前给厂家提供混凝土的设计要求,如强度、坍落度、水泥有无特殊要求等。水下灌注混凝土的坍落度一般为 180~220mm。

2. 混凝土如果自己搅拌,要提前做配合比试验。并且所用材料使用前必须进行试验,符合要求才能使用。

1) 砂宜选用含泥量不大于 3%~5% 的中粗砂。同一产地,同一进场时间,每 400m<sup>3</sup> 或 600t 为一个检验批。

2) 粗骨料可选用卵石或碎石,最大粒径应不大于 40mm,并不大于钢筋间最小间距的 1/3。同一产地,同一进场时间,每 400m<sup>3</sup> 或 600t 为一个检验批。

3) 水泥应符合设计要求,强度等级要与混凝土强度相匹配。袋装水泥同一批号每 200t 为一个检验批;散装水泥同一批号每 500t 为一个检验批。

4) 混凝土用水也应进行检测,或使用饮用水。

5) 混凝土应具备良好的和易性,初凝时间一般不低于 4h。

### 6.2 钻机及钻具

**6.2.1** 钻机构造:主机有履带式、步履式和车装底盘式。

#### 6.2.2 动力头:

1. 结构形式:

1) 和主机动力分离式

2) 和主机动力合一式

2. 动力形式:

1) 柴油发动机

2) 电动机

### 3) 液压马达

#### 6.2.3 主要机型

1. 短螺旋钻机：代表机型 RT3/S 型，意大利土力公司制造，主机为履带式起重机，动力头和主机分离，动力头为柴油机，可用回转斗钻具。

#### 2. 回转斗钻机：

代表机型 1) HR160，意大利迈特公司制造，主机为履带式起重机，动力头为液压马达，主机发动机为柴油发动机，钻杆为伸缩式。

代表机型 2) GXW1000 型锅锥钻机，张家口探矿机械厂制造，主机为步履式，动力头为电动机，钻杆为多节钻杆。

3. 大口径桩机：代表机型 DGJ1.5 型，山东黄泰实业集团公司、山东电力设备检修安装总公司制造，主机为步履式，动力头为电动机。

4. 大锅锥工程钻机：属比较原始的机动推锥，但由于结构简单、轻便，适合于大机群施工。节能省电，仍不失一种补充机型，动力头为电动机。

#### 6.2.4 钻具的类型

1. 短螺旋钻：为变导程钻头，钻进速度快，正钻钻进，反钻甩土。根据不同土层选用不同形式钻头。

1) 尖底钻头：适用于黏性土层，刃器上焊硬质合金刀头后，可钻硬土。

2) 平底钻头：适合于松散土层。

3) 耙式钻头：适用于含有砖头瓦块的杂填土。

#### 2. 回转斗钻：

适用于淤泥、地下水位高的黏性土、粉土、砂土、人工填土以及含有部分卵石、碎石的地层，主要靠钻杆和钻斗的旋转及重力钻进，其斗牙可采用不同的切削角度。

3. 筒形钻：筒底带活门的锅锥钻斗，适用于流塑状土层的钻进及孔底沉渣的捞取。

4. 大卵石锥：适用于卵石层，为提升式钻锥，锥身为铁链网，用于拦储卵石。

5. 风化岩锥：用于风化岩层的钻削。

#### 6. 辅助锥：

1) 螺旋锥：它的功能是将较密实的卵石层搅松，或将卵石挤进孔壁，便于卵石锥钻进。

2) 扩孔锥：利用伞形的开合原理，沿传力杆对称地布置 4 组开合器，每组开合器分上下两段活节，对于不适于钻深孔的地方，为了提高桩的承载力，可用这种锥头扩孔，获得扩大的底面积。

#### 7. 扫孔钻：

用于沉淀泥皮过厚时，孔壁的扫刷。

### 6.3 施工所需的其他机械设备

#### 6.3.1 混凝土搅拌和灌注设备。

#### 6.3.2 钢筋骨架加工机械。

#### 6.3.3 造浆和清孔排水设备。

#### 6.3.4 钢筋笼吊放机。

#### 6.3.5 土方清理机械。

### 6.4 测量仪器的配备

#### 6.4.1 测量仪器

全站仪、J<sub>2</sub>经纬仪、SD<sub>3</sub>水准仪、钢卷尺等。

#### 6.4.2 泥浆测试仪器

波美仪、黏度仪、浮筒切力仪、pH 试纸、含砂率仪、100mL 量筒、滤纸等。

## 7. 质量控制

### 7.1 质量控制标准及要求

#### 7.1.1 本工法所采用的施工技术规范

1. 中华人民共和国行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94—2008;
2. 中国有色金属总公司、中华人民共和国冶金工业部标准《灌注桩基础技术规程》YSJ 212—92、YBJ 42—92;
3. 《地基与基础工程施工质量验收规范》GB 50202—2002。

#### 7.1.2 质量标准要求

##### 1. 钢筋笼制作允许偏差:

- 1) 主筋间距 $\pm 10\text{mm}$ ;
- 2) 箍筋间距 $\pm 20\text{mm}$ ;
- 3) 直径 $\pm 10\text{mm}$ ;
- 4) 长度 $\pm 100\text{mm}$ ;
- 5) 主筋保护层允许偏差 $\pm 20\text{mm}$ 。

##### 2. 灌注桩施工的有关允许偏差:

- 1) 桩位放样允许偏差为: 群桩  $20\text{mm}$ , 单排桩  $10\text{mm}$ ;
- 2) 护筒中心与桩位中心偏差 $\leq 50\text{mm}$ ;
- 3) 孔深允许偏差 $+300\text{mm}$ ;
- 4) 桩径允许偏差 $\pm 50\text{mm}$  (桩径允许偏差的负值指个别断面);
- 5) 垂直度允许偏差 $<1\%$ ;
- 6) 孔底沉渣厚度 (包括泥浆沉淀及虚土), 摩擦桩 $\leq 100\text{mm}$ ; 端承桩 $\leq 50\text{mm}$ ; 抗拔、抗水平力桩 $\leq 200\text{mm}$ ;
- 7) 钢筋笼安装深度允许偏差 $\pm 100\text{mm}$ ;
- 8) 桩顶桩高允许偏差 $-50\text{mm} \sim +30\text{mm}$ ;
- 9) 平面位移: 1~3 根、单排桩基垂直于中心线方向和群桩基础的边桩允许偏差为:  $d/6$  且不大于  $100\text{mm}$  ( $d \leq 1000\text{mm}$ ),  $100 + 0.01H$  ( $d > 1000\text{mm}$ ); 条形桩基沿中心线方向和群桩基础的中间桩允许偏差为:  $d/4$  且不大于  $150\text{mm}$  ( $d \leq 1000\text{mm}$ ),  $150 + 0.01H$  ( $d > 1000\text{mm}$ )。 ( $H$  为施工现场地面标高与设计标高的距离,  $d$  为设计桩径)。

##### 3. 混凝土的要求:

- 1) 配合比符合设计, 水泥用量不少于  $360\text{kg}/\text{m}^3$ ;
- 2) 坍落度为  $18 \sim 22\text{cm}$ ;
- 3) 混凝土具有良好的和易性、保水性, 初凝时间应控制在  $4\text{h}$  以内;
- 4) 严格控制水灰比;
- 5) 搅拌时间不少于  $3\text{min}$ ;
- 6) 材料允许偏差: 水泥  $2\%$ , 砂石  $3\%$ , 水  $2\%$ ;
- 7) 直径大于  $1\text{m}$  或单桩混凝土量超过  $25\text{m}^3$  的桩, 每根桩桩身混凝土应留有一组试件, 直径不大于  $1\text{m}$  的桩或单桩混凝土量不超过  $25\text{m}^3$  的桩, 每个灌注台班不得少于一组。

### 7.2 质量控制措施

**7.2.1** 加强原材料试验工作, 严格执行各种材料的检验制度, 不合格材料严禁进场和使用, 水泥、钢材均应有出厂证明和试验资料, 混凝土要做配比试验, 严禁套用配合比。

**7.2.2** 钢筋笼成形绑扎点焊引弧不得在主筋上进行。

**7.2.3** 护筒的埋设、泥浆的制备、钻孔的清孔要有专人负责, 严禁缩颈、夹层、歪斜等质量通病。

7.2.4 为防止钻斗内的土砂掉落到孔内，使泥浆性质变坏或沉淀到孔底，斗底活门在钻进过程中始终应保持关闭状态。

7.2.5 钻机因故停止钻孔时，应设专人值班补浆，防止塌孔事故。

7.2.6 钻孔成孔后要及时灌注，不得过夜，以免造成缩径和塌孔。

7.2.7 测绳要定期用钢尺校验，当更换测绳、搭接测绳或其他不明情况发生时，要随时用钢尺检验。

7.2.8 混凝土灌注时，要防止钢筋笼上浮，必须对钢筋笼采取足够的压制力。

7.2.9 混凝土灌注完毕，开始初凝，即割断钢筋笼挂环，使钢筋骨架不影响混凝土的收缩，及钢筋与混凝土的粘结力。

7.2.10 灌注导管使用要及时用水清洗，管壁、接口处要经常检查，随时清除砂眼、接口变形等隐患，破损的胶垫和连接螺栓要及时更换。

7.2.11 离析和停滞时间较长的混凝土应进行二次搅拌。

7.2.12 每个台班做两次塌落度试验，并检测砂石含水量、调整水灰比和塌落度。

7.2.13 做好测量控制，保护好测量控制点，经常进行复测。

7.2.14 认真做好施工记录和各项原始记录管理，做到完工资料齐全，并及时整理归档，成孔记录和灌注记录应做到一桩一表。

## 8. 安全措施

8.1 贯彻安全第一、预防为主的安全工作方针，加强安全教育，严格执行安全生产制度和操作规程，做好安全交底。

8.2 健全安全管理组织，各级管理组织设立专职质量安全员和兼职安全员，对安全关键部位进行经常性检查。

8.3 大直径灌注桩井口设安全盖，防止掉物和塌孔。

8.4 加强机械维护、检修、保养，机电设备由专人操作。

8.5 严格用电管理，施工现场的一切电源电路的安装和拆除，必须由持证电工操作，电器必须严格接地、接零和漏电保护器，场地电缆应架空，严禁拖地和埋压土中。

8.6 做好防雨、防雷和防洪措施，现场工人作业须戴安全帽。

8.7 严禁酒后操作机械和上岗工作。

8.8 混凝土灌注完后的空桩孔位，要及时回填压实。

## 9. 环保措施

需严格遵守《中华人民共和国环境保护法》以及地方法规和行业企业要求，采取措施控制施工现场的各种粉尘、废水、废气、废泥浆、废渣等对环境的污染和危害。环境保护坚持“预防为主、防治结合”的方针，努力实现可持续发展战略，最大限度地减少施工对周围环境的影响。

9.1 泥浆池在无桩位处设置。池的容量应大于计算泥浆数量，防止泥浆数量大而外溢，造成四处横流污染四周环境。

9.2 废弃泥浆要及时运至场外指定区域，或请专业公司清理。

9.3 用泥浆泵将泥浆装到泥浆车上外运。在装、运、倒过程中要防止跑、冒、滴、漏的现象出现。

9.4 对油料等易挥发品的存放要密闭，并尽量缩短开启时间。

9.5 严禁在施工现场焚烧塑料包装、油毡、橡胶、塑料、皮革包装以及其他产生有毒有害气体的物质。

9.6 在运输砂石、水泥和其他易飞扬的细颗粒散体材料时，用篷布覆盖严密、并装量适中，不得

超限运输,以减少扬尘。

- 9.7 在搅拌站作业时,作业人员配齐劳动保护用品。
- 9.8 合理安排施工作业时间,减少夜间施工对当地居民的干扰。
- 9.9 机械车辆途径居住场所时应减速慢行,不鸣喇叭。
- 9.10 对使用的工程机械和运输车辆安装消声器,并加强维修保养降低噪声。
- 9.11 在施工期间始终保持场地的良好排水状态。
- 9.12 在搅拌站设置沉淀池,废水经沉淀处理,达标后排放。

## 10. 效益分析

10.1 静态泥浆护壁旋挖式钻孔灌注桩施工工艺,是吸取了各种成孔工艺优势发展起来的一种新型施工工艺。从钻机、钻杆及钻头的安装、拆卸及使用上,它节省了大量的人力,提高了机械化程度,减轻了劳动强度,从而加快了工程进度;钻孔出土的随出随运,给场地运输带来很大方便,可节省运输费50%,同时节省了工程用水费及电费。该工艺施工时,还有一最大优势就是噪声低、振动小,适用于各种土层。

10.2 另外该工艺由于其施工速度快,施工质量好,土层适应性广,也常作为公路、铁路桥梁受灾害抢险时的首选工艺。

## 11. 应用实例

### 11.1 新疆国际会展中心地基与基础工程

新疆国际会展中心基础形式为钢筋混凝土灌注桩,桩端持力层为中风化泥质粉砂岩,桩端进入持力层深度1.5~2.0m。其中 $\phi 600\text{mm}$ 的桩156根, $\phi 800\text{mm}$ 的桩527根, $\phi 1000\text{mm}$ 的桩365根,桩长平均为24m,灌注桩均采用静态泥浆护壁旋挖式成孔工艺,且采用桩端后压浆工艺。

该工程于2009年4月30日开工,至2009年7月20日完工。新疆建筑设计院岩土工程质量检测站于2009年6月~10月对该工程桩基进行了静载荷试验、声波透射法检测、钻芯法检测、低应变检测,结果显示各项指标均达到设计要求。

### 11.2 西安咸阳机场专用高速公路I标段桥梁桩基工程

西安咸阳国际机场专用高速公路I标段朱宏路立交桥桩基,采用静态泥浆护壁旋挖式钻孔灌注桩,地层自上而下依次为粉土、细砂、黏土、细砂、黏土,设计桩径为1300~1500mm,设计桩长40~50m。该工程于2007年1月20日开工,2007年3月30日完工。完工后经检测单位进行静载荷试验等检测,各项指标均达到设计要求。该高速公路于2009年7月8日正式通车。

### 11.3 临汾市平阳河大桥加固、加宽扩建工程

临汾市平阳河大桥位于临汾市郊区,长564m,宽度由原18m扩建为43m,其桩基采用静态泥浆护壁旋挖式钻孔灌注桩,地层主要以砂层为主,设计桩径1500mm,设计桩长50m左右,该工程于2007年3月18日开工,2007年5月2日完工,完工后经检测单位进行静载荷试验等检测,各项指标均达到设计要求。该桥目前已通车。

# 静压沉管夯扩灌注桩施工工法

YJGF05—98 (2009~2010 年度升级版-002)

福州市第七建筑工程有限公司 福建六建集团有限公司

张孝松 王世杰 林元明 黄高飞 姜勇

## 1. 前 言

静压沉管夯扩灌注桩（简称扩头桩）是参照国内外有关资料开发的一种桩型。静压沉管夯扩灌注桩与传统的沉管桩相比除具有单桩承载力高、桩身质量得到充分保证外，还有经济合理、造价低、施工环保的特点。很适合软土地区、多层住宅和中小型工业厂房降低造价，缩短工期。我公司通过福建省福州市福兴住宅小区、安徽省淮南市惠利花园城银鹭山庄组团三、组团四等已竣工工程的施工实践，取得了良好的技术成果和经济效益。

## 2. 工 法 特 点

2.1 工序明确，对每个工序都有控制标准，产品质量有保证。操作简便工效高，周期短，施工 1 根桩仅需 1h 左右。

2.2 施工噪声小无污染，符合环保要求。

2.3 静压沉管夯扩灌注桩比普通沉管桩的单桩承载力高，桩总数减少，桩身混凝土强度得到更好发挥。材料节约，经济效益好。

## 3. 适 用 范 围

适用于软土地区、多层住宅和中小型工业厂房的扩头桩施工，扩头桩适用于桩端持力层为中低压缩性黏土、粉土、砂土、碎石类土的砂土与粉土、粉质黏性土等。埋深不大于 20m。

## 4. 工 艺 原 理

4.1 静压沉管夯扩灌注桩是一种现场灌注的混凝土桩，它通过静压系统将套管沉至设计标高，先用内夯锤将管内混凝土击出管外，形成扩头。后灌入混凝土安置钢筋笼，最后将套管拔出，留在土中混凝土则形成扩头桩。由于在持力层中夯扩挤密形成扩大头，既增加了桩端截面积，又增加了地基土密度，从而使桩的竖向承载力有较大的提高。

4.2 静压沉管夯扩灌注桩的荷载传递机理（与非扩头桩相比）为桩端扩头增加受力面积，减少了桩尖的刺入位移，提高土对桩的抗力，从而使桩身混凝土得到充分发挥，其摩阻力沿桩身均匀分布受力时，扩大锥面上土体成拱形与锥面有脱离趋势，承载时桩端应力收敛较一般桩快  $2\sim 3d$  ( $d$  为扩大头直径)。

## 5. 施工工艺流程及操作要点

### 5.1 施工工艺流程

本工法施工工艺流程图如下：

施工准备——桩尖定位、埋设——桩机就位——试桩——打桩——扩大头施工——吊放钢筋笼——浇筑混凝土——拔除桩管——桩机移机。

## 5.2 操作要点

### 5.2.1 施工准备

1. 组织项目部成员学习图纸、地质资料，并进行图纸会审和试成孔，从而熟悉本工程场地内地层情况特征及各项物理性能，水文地质情况，熟悉图纸设计意图及有关规范；
2. 对各种建材进行见证取样送检；
3. 桩基轴线、标高确定并引测完毕，经过监理、甲方复核办理签证手续；
4. “三通一平”施工用电、用水进行合理布置，场地上可能存在一些地下障碍物未破除，待施工中边施工，边破除。

### 5.2.2 桩尖定位、埋设

根据建设单位提供的规划控制点，按设计施工图的桩位布置图用经纬仪和钢卷尺测放各主要轴线位置并填写测量定位放线记录，报有关部门审核无误后根据桩位布置图测放各工程桩桩位的中心位置，并在各桩位的中心位置埋入预制混凝土桩尖。

### 5.2.3 桩机就位

根据建设、设计等单位确定的试桩号，桩机就位。施工沉管前先调整机械与桩位间距，让沉管自由垂直套住桩尖，沉管过程中随时校正垂直度，确保桩管垂直度误差小于 1%。

### 5.2.4 试桩

以抬架为终孔标准，其抬架值（压桩力）由工程桩施工前试成孔确定。应综合考虑地层情况和单桩设计承载力。工程桩施工前必须进行试成桩试验，详细记录抬架值（压桩力）数据，混凝土的分次灌入量，外管上拔高度等。并通过净载试验确定单桩设计承载力。

### 5.2.5 打桩

1. 安放桩尖置桩套管头上，并校正桩管垂直度；
2. 进行施打，沉桩进入设计要求的持力层深度，静压沉管桩机抬架并达到持荷稳定要求，一般持荷稳定为 3min。

### 5.2.6 扩大头施工

1. 达到设计压桩力（抬架值）后，倒入 2/3 扩头混凝土量，桩管拔高 0.5m，用内夯锤将混凝土击出管外形成第一次扩头（注意管内留 20cm 高的混凝土）；
2. 倒入 1/3 扩头混凝土量，桩管拔高 0.5m，用内夯锤将混凝土击出管外，形成第 2 次扩头（注意管内留 20cm 高的混凝土）；
3. 拔管成桩扩大头直径可按下式计算：

$$D = d_0 \sqrt{\frac{H+h-C}{h}} \quad (5.2.6)$$

式中  $d_0$ ——桩管内径；

$H$ ——拔管高度；

$h$ ——夯扩时桩管中混凝土灌注高度；

$D$ ——扩头有效直径；

$C$ ——管内残留混凝土高度，一般取  $C=0.2\text{m}$ 。

### 5.2.7 吊放钢筋笼

1. 扩头结束后，进行吊放钢筋笼作业；
2. 钢筋笼采用卷扬机吊入桩管内，并应保证钢筋笼的位置、标高正确；
3. 钢筋笼应按相关规范的要求制作。

### 5.2.8 浇筑混凝土

1. 根据需求和现场条件桩身混凝土可采用预拌商品混凝土或现场搅拌混凝土，混凝土灌注可采用

泵送或专用料斗；

2. 混凝土配合比事先按试验确定，混凝土拌合物应具有良好和易性；
3. 桩端 2~3m 长度范围内混凝土坍落度宜为 150~180mm，其余部分宜为 80~100mm；
4. 长桩管打短桩时，混凝土可以一次连续灌注。

#### 5.2.9 拔除桩管

1. 桩身混凝土灌注到规定高度后，进行振动拔管；
2. 拔管速度应均匀，拔管全过程应保证管内混凝土始终高出自然地面，拔管速度约 1.2m/min；软弱土层应控制在 0.6~0.8m/min；

3. 桩身混凝土顶面标高应与自然地面平，且不低于设计标高 50cm；

4. 拔管过程要有专人观测管内混凝土面，以控制混凝土扩散后桩形成的直径和拔管速度；

5. 当桩较长或拔管有困难时，宜采用分次灌注混凝土办法。

#### 5.2.10 桩机移机

桩机移机应在成桩过程完毕后进行。移机要专人统一指挥，协调作业，注意安全。

5.2.11 做好施工记录，收集各种资料，保证资料的完整便于竣工验收。

### 5.3 劳动力组织

施工班组其中包括测量工、桩机司机、测量工、打桩工等计 22 人。详见表 5.3。

劳动力组织情况表

表 5.3

| 序 号 | 工 种  | 人 数 | 序 号 | 工 种   | 人 数 |
|-----|------|-----|-----|-------|-----|
| 1   | 技术员  | 1   | 6   | 打桩工   | 2   |
| 2   | 测量工  | 2   | 7   | 钢筋工   | 2   |
| 3   | 桩机司机 | 1   | 8   | 机械操作工 | 2   |
| 4   | 电工   | 1   | 9   | 混凝土工  | 5   |
| 5   | 电焊工  | 2   | 10  | 普工    | 4   |

## 6. 材料与设备

本工法所需用机具设备如表 6 所示。

施工主要机具配备表

表 6

| 序 号 | 名 称      | 单 位 | 数 量    | 规 格                  |
|-----|----------|-----|--------|----------------------|
| 1   | 夯扩打桩机    | 台   | 1      | GE 系列夯扩打桩机           |
| 2   | 混凝土搅拌机   | 台   | 1      | JZ-350               |
| 3   | 电焊机      | 台   | 2      | BX3-500-2            |
| 4   | 卷扬机      | 台   | 3      | W-TV-5               |
| 5   | 配电柜      | 台   | 1      | 1.8×1.2×0.6          |
| 6   | 桩管       | 米   | 按桩长、桩径 | φ325mm、φ377mm、φ426mm |
| 7   | 手推车      | 辆   | 4      | 0.1m <sup>3</sup>    |
| 8   | 经纬仪      | 台   | 2      | J6                   |
| 9   | 氧割焊具     | 套   | 1      |                      |
| 10  | 小型铲车、翻斗车 | 台   | 2      |                      |

## 7. 质量控制

### 7.1 质量控制标准

本工法执行以下标准：

1. 《建筑桩基技术规范》JGJ/T 94—2008;
2. 《混凝土强度检验评定标准》GB 50107—2009;
3. 《桩基检测技术规范》JGJ 106—2003;
4. 《地基与基础工程施工及验收规范》GB 50202—2002;
5. 以及其他有关规范、标准和设计图纸的要求。

## 7.2 质量保证措施

### 7.2.1 进场的材料、半成品应符合下列标准:

1. 桩尖宜用钢筋混凝土预制桩尖, 其混凝土强度等级不低于 C40, 必须有产品合格证;
2. 桩身混凝土强度等级不得低于 C20, 水泥强度等级宜在 32.5 以上且初凝时间不得小于 2h;
3. 细骨料应采用干净的中粗砂, 粗骨料的粒径卵石不得大于 50mm, 碎石不宜大于 40mm, 并不大于钢筋最小净距的 1/3;
4. 桩端 2~3m 长度范围内混凝土坍落度宜为 150~180mm, 桩身混凝土坍落度宜采用 80~100mm;
5. 所用的水泥、钢材、电焊条必须有产品合格证。

### 7.2.2 桩尖埋设与钢筋笼制作标准:

1. 轴线允许偏差 1cm; 桩尖埋设允许偏差 2cm。
2. 钢筋笼: 主筋间距为 10mm, 箍筋间距为 20mm, 钢筋笼长度为 50mm, 钢筋笼直径为 10mm, 并应比桩管内径小 60~80mm。

### 7.2.3 桩管垂直度允许偏差 1%。

7.2.4 沉桩标准根据不同地基土和桩端持力层确定不同压桩力 (抬架值), 对以桩端承载力为主的以压桩力控制为主, 标高为辅; 对于以桩侧摩阻力为主的灌注桩以标高控制为主, 压桩力为辅。具体条件按现场试桩标准执行。

7.2.5 严格控制拔管速度, 对一般土层的拔管速度可控制在 1.2m/min, 淤泥或淤泥质土层中应适当减慢, 拔管速度控制在 0.6~0.8m/min, 拔管时管内应有 2~3m 的混凝土余量, 必要时采用反插法、复打法振动拔管, 以避免桩身产生缩颈和断桩。

7.2.6 严格按照试验确定的混凝土配合比下料, 桩身混凝土必须留有试块, 每个浇筑台班及同一配合比不得少于 1 组, 每组 3 件, 混凝土配合比, 应在施工前由实验室按设计要求试验。

### 7.2.7 钢筋笼的制作与埋设应符合设计要求及相应规范。

7.2.8 由于夯扩桩属挤密灌注桩, 故应合理布置打桩顺序, 群桩布置时, 应遵循先中间, 后两边, 先深后浅的原则。

7.2.9 现场施工过程中作好施工记录, 并随时检查施工记录, 并对照预定的施工工艺进行检验批质量评定。

## 8. 安全措施

8.1 执行国家颁发的《建筑施工安全检查标准》JGJ 59—99、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33—2001。

8.2 为确保施工安全, 我们制订了详细的锤击沉管夯扩灌注桩施工安全措施和操作注意事项, 要求班组人员严格遵守主要措施如下:

1. 桩机进场前, 须办理有关手续, 实行安全技术交底制度, 坚持班前对所有机具设备进行检查, 并做好记录。立架前须经过公司有关部门检查合格, 立架时须有安全员、施工员在场, 桩机进场施工必须了解电线、电话线、地下管线的位置。

2. 桩机行走场地要平整, 填地要夯实, 以防倾倒, 移机或振动拔管时, 桩架上禁止留人。

3. 进入现场的管理人员和工人必须戴安全帽、穿胶鞋, 上桩架高空作业应系好安全带, 严禁酒后作业。