

# 钻孔灌注桩工艺在水利工程中的应用

陈 鹏

中水君信工程勘察设计有限公司 四川 成都 610000

**摘要：**钻孔灌注桩在市政中使用比较普遍，其工艺特点具备了适用性强、对周边环境影响较小、施工速度快的特性；所以，在水利工程桩基开挖中适当引入钻孔灌注桩技术非常有必要。

**关键词：**钻孔灌注桩；适用范围；施工速度；桩基施工

## 1 工程概况

麓湖生态工程涉东风渠老南干渠路径迁改工程起于成都市天府大道下穿涵洞出口，止于武汉路下穿涵洞进口；本工程包含渡槽3座，总长516m，占渠线总长度的40.71%，桩基为 $\phi 100\text{cm}$ 钻孔灌注桩，设计流量 $4.5\text{m}^3/\text{s}$ ，最大架空高度14.75m。

## 2 施工工艺及要求

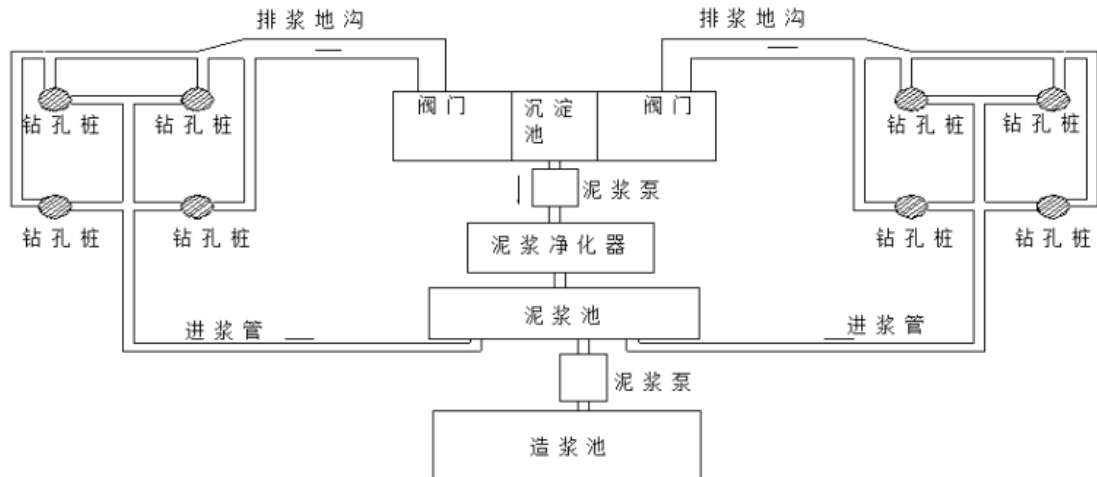
钻孔灌注桩的工艺流程:施工前准备工作→钻机就位造孔、埋设护筒→成孔检测→清孔→安放钢筋笼→安放导管、浇筑水下混凝土、拔出导管以及护筒→桩基检测。

### 2.1 施工准备

#### (1) 平整场地、修整道路

按桩顶设计的标高，使用 $1.0\text{m}^3$ 反铲挖掘机配合人力完成了现场平整，并根据桩口位置建设进出场道,场地面积应符合设置钻机、挖设泥浆池和沉淀池等的设计要求。

#### (2) 泥浆制备及循环系统



### 2.2 钻机就位造孔、埋设护筒

#### (1) 钻机就位造孔

在场地平整后，测量人员按施工图进行桩位放样，并用细线拉十字喷红漆作标志；桅杆式的SR一百五十五旋挖将钻头运行至标记的孔位，并改变船桅高度，若使

浆液一般采用优质膨润土泥粉、适量的混凝土及混凝土添加剂等混合而成，配制方式为：先在泥浆池内掺入大量预制混凝土，然后边拌和边往水中添加膨润土泥粉，拌和均匀后再浸渍二十四h即成基浆，在基浆内再加入适量的增味剂拌和均匀后即可使用，浆液比例一般按下列方法计算： $G = V \times R_1 \times (R_2 - R_3) / (R_1 - R_3)$

式中：G—所需泥粉数量（t）；

V—所需泥粉体积（ $\text{m}^3$ ）；

$R_1$ —泥粉相对比重，取2.5；

$R_2$ —所需泥浆比重，基浆一般取1.1；

$R_3$ —水的比重，取1。

因为优质混凝土的排渣力强，所以岩渣沉降也相对比较难；所以在进行混凝土密闭式系统时要充分考虑排渣作用，采用较长的排浆地沟。

泥浆制备及循环系统布置如下图：

用卷扬机，将会先中心与目标钻孔中央对齐，并垂直放下钻斗开始旋转获土；起斗卸渣时应先反向运转二周，并通过摩擦关闭活动底板的供料管出口，然后才能缓缓地提起钻斗或移离护筒长度卸渣，提升速率宜维持在零点四m/s以下。在旋挖钻机周边的堆土达一定量时，机械

人进行联合清运。起斗卸渣时应先反向运转二周,并通过摩擦关闭活动底板的供料管出口,然后才能缓缓地提起钻斗或移离护筒长度卸渣,提升速率宜维持在零点四m/s以下。在旋挖钻机周边的堆土达一定量时,机械人进行联合清运。

在钻孔过程中,作业人员可以随时观测钻柱的垂直,同时利用计数器检测钻孔深度。开始钻孔前采取低速钻孔,以确保孔位不会出现偏移;在护筒下3m可以选择高速钻孔,钻进速率与气压密切相关,通过会先使刀具的摩擦物加压,在150MPa气压时,进尺的速率约为20cm/min;200MPa压力下,进尺速度为30cm/min;在260MPa压力下,进尺速度为50cm/min。

### (2) 埋设护筒

根据地质情况、泥浆容重、流塑状地层等,计算出护筒的埋置深度约为二点七零m,而护筒采用六mm钢板制作,其内径约为120cm(桩孔直径100cm),护筒单根长度1.5m,应在顶端与下方各一m范围增设加强箍;护筒移到施工现场后,质监部门对护筒的尺寸、圆度以及焊缝品质进行检验,验收通过后可开展下一次工程建设。

护筒的埋设方式采用挖埋得法,先采用旋挖钻机开挖温度系数,然后立即埋设护筒长度,首节护筒埋设后露出0.5m,接着再通过斜坡处点焊拼接至第二单元的护筒长度,再继续旋挖桩土,使护筒通过墙体后自重继续下降至设计范围内埋深;检测人员复核桩点位置和护筒的中线有无重叠,并调节护筒的角度;对护筒四星期使用优质泥土回填并夯实,使护筒的顶部高于地基0.3m以防孔内泥土憋漏,严重污染了环境。

### (3) 泥浆护壁

混凝土主要采用优质澎润土泥粉、适量的混凝土外加剂等材料混合而成,主要有护壁、清孔等功能。钻孔中调节进尺快慢,随时注意观测孔内状态,随时补充泥浆维持液体的高度。钻孔中应掌握浆液的一般技术指标:比重1.05~1.2,粘度17~20s,沙比百分之四左右。

### 2.3 成孔检查

在成孔工程中以及终孔后及重新浇注混凝土时,都需要对钻孔进行阶段性的混凝土中入孔质量审查。

#### ① 孔径检测

在桩钻孔成洞后上、下入钢筋笼时用笼式测孔器直接入洞并测量孔径,笼式测孔器由 $\phi 20$ 的直径按设计桩直径编制而成,其直径相当于钻孔的设计口径的4~6倍。检测时,将笼式测孔器挂起,将笼子的重心、孔的中心和起吊钢绳高度保持一致,并缓缓地插入孔内,上下通畅无阻地表明孔超过了指定的笼径;如果道路中途遇阻,则

有可能在遇阻时出现缩径或孔斜现象,需采取措施加以减少。

#### ② 孔深和孔底沉渣检测

洞深和坑底沉渣量普遍使用标准的测锤检测。测锤一般为双锤形锤,锤底孔径为13cm~15cm,底深20cm~22cm,总质量在一公斤左右。

#### ③ 桩位检测

实际桩位很易因建设时各种因素的干扰而脱离原来设计桩位,所以应对全部桩位进行了复测,并在重新检查的平面图中标注了实际桩位位置。在重新检测桩位时,将桩位检测点选在新鲜钢桩的中心线,然后再计算向该点偏移的新桩位的有效长度,并在桩位重新检测平面图上显示位置,计算方法一般采用精密经纬仪。

### 2.4 清孔

成孔速度的所有技术指标符合规定时即可进入清孔工序,清孔工艺目的在于确保孔底沉渣、混凝土的密度、混凝土含渣率等技术指标符合规范要求;通过换浆法清孔工艺、掏渣工艺等方法进行清孔,清孔方法必须满足以下要求:孔中的混凝土手摸无2~3mm的颗粒,与泥浆比例不超过1:1,含砂比不足百分之二,黏度小于17~20s;浇筑水下砼的最大沉渣厚度一定要达到设计要求,否则就必须实施二次清孔。

### 2.5 钢筋笼制作与安放

#### ① 钢筋笼制作

钢筋笼需进行现场分段作业,其分段直径不得低于四m,以降低现场的压力;主筋为闪光对焊,连接部位需错开大于四十d的 $\geq$ ,连接横截面不大于总散射截面的百分之五十;加强筋则位于主构件内侧,第一道加强筋安装于桩顶下面约10cm,最下道则设在钢筋的直径基底上10cm,中间段的人民政府以每2m设一道,而零数则由最下二段平均分配,但最高不得超过2.5m;加强筋焊接选用单面搭设电弧焊,钢筋搭接直径10d,加强筋与主体构件的衔接应用电弧焊;按设计规定安装螺栓状箍筋,螺旋筋选用捆扎搭设,钢筋搭接直径满足设计规定,箍筋与主体构件衔接选用捆扎焊接。

当钢筋笼制造完毕时,在钢筋直径笼上安装定位钢筋以检测混凝土强度。定位钢筋用断头焊接弯制而成,直径不少于16cm,长度不少于5cm,每2m组,每组四个安装于钢筋笼主筋外侧。

钢筋笼制作偏差应符合下列规定:

主筋间距:  $\pm 10$ mm 箍筋间距:  $\pm 20$ mm 直径:  $\pm 10$ mm

长度:  $\pm 50$ mm 倾斜度:  $\pm 0.5\%$

保护层厚度:  $\pm 20$ mm 中心平面位置: 20mm

## ② 钢筋笼安放

钢筋笼检验合格后,再由20t载重汽车运送约400m长至桩洞周围;钢筋笼吊挂采取二点法吊挂,第一个挂点位于龙骨的最下端合适的加劲筋处,而第二挂点位于龙骨长度的中一点和上三分之一处的加劲筋处;同时还要对吊挂处进行强化,以确保钢筋笼在吊装中不会变形;吊放钢筋直径铁笼入孔后要对准孔,并保持垂直,轻放、缓放入孔,入孔时要慢慢分权化,切勿上下转动,也不得摆动或碰撞孔室;当前段插入孔中后即形钢穿入钢筋直径笼加劲筋下面,再临时地把钢筋直径笼支到护筒的接口上,并吊放另段,对正方式安装后再缓慢地投入孔内至设计标高;钢笼全部进洞经检查合格后,将主钢筋焊接在孔的护筒上以保护钢笼。

放置钢筋直径笼后,要避免撞击孔室,分权的过程中注意查看孔内的水位情况。下放困难时,要找出问题,但不要勉强下放,一般采取正反旋转,然后慢起慢落数次再逐渐减少。

## 2.6 安放导管、浇筑水下混凝土

(1) 现场隐蔽施工签证程序完备后可进行桩体混凝土施工,桩体为C30砼,从成都远卓商砼公司麓湖站外购买商品砼,6m<sup>3</sup>混凝土运输车运输3.0km至工作面,经溜槽入导管集料斗,采用导管法浇筑;管道宜逐段设置,管道布置时其下端应高于坑底沉淀土表面的30~40cm,初灌混凝土管道埋深为1.2~1.5m。在浇筑前,为了确保首批砼达到规定的埋管位置,从而达到管道下部的隔水,必须考虑第一批砼灌入量。

首批混凝土灌入量计算如下:

$$V = \pi D^2/4 (h_2 + h_m) + \pi d^2/4 h_1$$

式中: V—首批混凝土灌入量 (m<sup>3</sup>);

D—实际桩孔直径 (m);

d—导管内径 (m);

h<sub>2</sub>—导管底口至孔底高度,一般为0.4m;

h<sub>m</sub>—导管埋深,初灌时不小于1~1.2m

h<sub>1</sub>—孔内混凝土达到埋管高度时h<sub>m</sub>,导管内混凝土柱与导管外水压力平衡平衡所需的高度 (m),

即:

$$h_1 = (h_w \cdot r_w) \div r_c$$

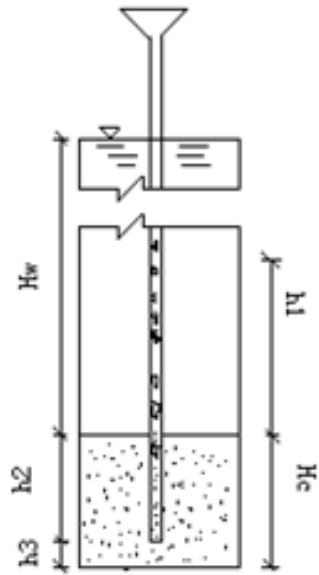
式中: h<sub>1</sub>—孔内混凝土面至孔口水位的高度 (m);

r<sub>w</sub>—泥浆密度 (KN/m<sup>3</sup>);

r<sub>c</sub>—混凝土密度 (KN/m<sup>3</sup>)。

逐节设置并固定的导管,导管下口距孔底约30cm;通过导管和三PN泵完成了第二次泥浆清孔技术,清孔技术的泥浆技术性要求:相对密度为1.03~1.10,相对粘度为

17~20s,含沙比小于2%。



(2) 在开始浇筑前,先拌成0.1~0.3m<sup>3</sup>的混凝土砂浆放在导管下隔水塞的上方,隔水塞的混凝土砂浆墙体自重慢慢下移,使混凝土完全流入管道,然后再向漏斗中卸入混凝土。当储弹斗填满时(保证初灌量),拔塞,在砼墙体自重下做管道内泥浆,冲刷洞底沉渣,确保管道初始灌埋深度在一m以上;首批砼浇筑完成,随即进入连续浇筑。

(3) 在浇筑水下砼过程中,孔内砼面积不断增大,因此导管理深也要不断加大,一般埋深以4~6m为宜,最大深度不得超过6m;应定期观察混凝土的上升状况,记录灌入混凝土时间,并检测混凝土。

(4) 用测锤测量混凝土的尺寸;在管道和钢筋之间的中心位置下放测锤,共测3~4个点,然后分别录入灌注记录本,最后取得平均值,可以判断管道拆卸的数量。

(5) 导管在上升时要保证轴线竖直和水平居中,并逐步上升;如遇导管法的兰开斯特大学挂钢笼,则应转动管道,使之脱开钢笼,并移上钻孔中心。同时由于孔中混凝土的膨胀情况,应逐段(或两节)拆除管道,拆除时间不得大于10min,拆除的管道也应立即清洗完毕,并集中存放整齐。

(6) 水下混凝土的进行与灌注工作必须持续进行,任何间歇时间不能大于30min,要由技术人员做好详细记录,并填写好水下混凝土浇筑记录表。每根桩需做不少于3块(9块)的砼试片,并进行二次混凝土砼坍落性实验,应在按规定的养护28d龄期后交专门实验室检查。

(7) 在桩芯钢筋浇灌完成后,及时将护筒抽出至地面,并对桩位处进行标记;根据情况进行保养,常规养护

不少于7d,洒水养护每日2~4次,以保证砼表层湿度为宜,桩顶用草席进行遮盖。

#### 2.7 桩芯检测

桩芯成型后,采用的低应变法、钻芯法等对成品基桩进行检测,检测数量在同一条件下不应少于2根,且不宜少于总桩数的1%。

#### 结语:

综上所述,钻孔灌注桩工艺经过数十年的实践应用,在施工设备、施工工艺、施工组织、质量控制等方面都非常成熟,适时采用该工艺有助于推动我国水利事

业进一步发展。

#### 参考文献

[1]《麓湖生态工程涉东风渠老南干渠路径迁改工程初步设计报告》

[2]梁孝海.水利工程建设中的钻孔灌注桩施工技术[J].珠江水运,2020(11):51-52

[3]胡继连.水利工程中钻孔灌注桩施工技术要点分析[J].科学技术创新,2020(14):118-119