

# 钻孔桩施工工艺

编制：

审核：

xx公司技术发展中心

## 总则

第1.0.1条 钻孔桩施工在桥梁基础领域中占有重要地位，是桥梁基础施工中的重要方法。

第1.0.2条 为总结和规范钻孔桩施工工艺，推进该项工艺的发展和提高，特制定本施工工艺。

第1.0.3条 本工艺适用于桥梁建筑中的正、反循环钻孔和冲击钻孔桩施工。

第1.0.4条 钻孔桩施工时的安全技术、劳动保护必须符合国家有关现行规定。

# 第一章钻孔方法的分类

## 第2.0.1条 正循环回转钻孔

用泥浆以高压通过钻机的空心钻杆，从钻杆底部射出，底部的钻头在回转时将土层搅松成为钻渣，被泥浆悬浮，随着泥浆上升而流到井外的泥浆溜槽，经过沉淀池沉淀净化，泥浆再循环使用。井孔壁靠泥浆和水头保护。

## 第2.0.2条 反循环回转钻孔

用正循环相反，泥浆由钻杆外流（注）入井孔，用真空泵或其他方法（如空气吸泥机等）将钻渣从钻杆中吸出。由于钻杆内径较井孔直径小得多，故钻杆内泥水上升速度较正循环快得多，就是清水也可把钻渣带上钻杆顶端流到泥浆池沉淀，净化的泥浆可循环使用。

## 第2.0.3条 冲击钻孔

冲击钻机分为实心锥和空心锥两种。

1、实心锥冲击钻机：用冲击式装置或卷扬机提升实心钻锥，上下往返冲击，将土石劈裂、劈碎，部分被挤入井壁之内。由泥浆悬浮钻渣，使钻渣每次都能冲击到孔底新土层。本法泥浆一方面起悬浮钻渣作用，另一方面起护壁作用。

2、空心锥冲击钻机：其钻孔原理与实心锥冲击相同，只是因其钻锥是空心的，在上下往返冲击时时，其锥尖刮刀将孔底冲碎，而且已冲碎的钻渣可以从锥底进入空心锥管内。

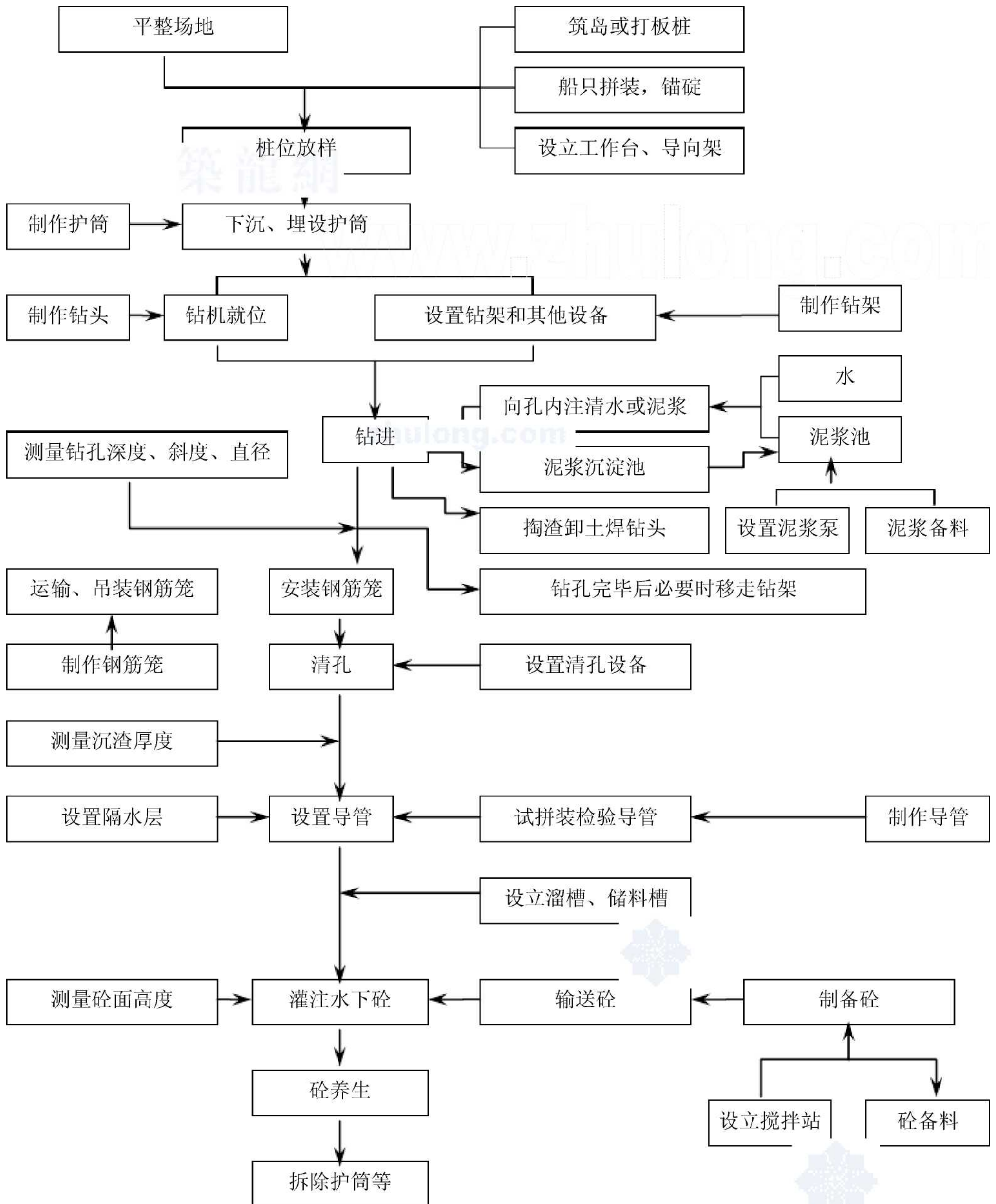
## 第2.0.4条 各种钻孔方法的适用范围

各种钻孔方法的适用范围

钻孔方法	适用范围		泥浆作用
	土层	孔径 (cm)      孔深 (m)	
正循环回转钻	粘性土、粉砂、细、中、粗砂，含少量砾石、卵石（含量少于20%）的土软岩	80 ~250      30 ~100	悬浮钻渣 并护壁
反循环回转钻	粘性土、砂类土、含少量砾石、卵石（含量少于20%，粒径小于钻杆内径2/3）的土软岩	80 ~300      用真空泵V35，用空气吸泥机可达65，用气举式可达120。	护壁
冲击钻	实心锥：粘性土、砂类土、砾石、卵石、漂石、较软岩石、岩溶地区钻孔 空心锥：粘性土、砂类土、砾石、松散卵石	实心锥：80~250 空心锥：60~150      实心锥：小于70 空心锥：50	悬浮钻渣 并护壁



## 钻孔灌注桩工艺流程



## 第三章钻孔准备工作

钻孔的准备工作主要有桩位测量及放样、平整施工场地、布设道路、设置供水、供电系统、制作和埋设护筒；制作钻架（钻机未配备钻架时），泥浆备料与调制、沉淀出碴及准备钻孔机具等。

### 第3.0.1条 钻机和其他设备准备

#### 1、正循环回转钻机

国产正循环回转钻机主要部件为转盘、动力机、卷扬机、钻架、泥浆泵、钻杆和水龙头，另根据土质情况配备适用的钻头。

#### 2、反循环回转钻机

反循环回转钻机的主要部件大部分与正循环回转钻机相同，但一般不需要泥浆泵。按照吸升泥浆和钻碴混合物方法的不同，另配置泥石泵（吸泥泵）与真空泵，或空气吸泥机（又称气举法）、水力吸泥机（又称水力喷射法）等。

#### 3、冲击钻机

冲击钻机主要由钻架、卷扬机、钻头、泥浆泵组成。

### 第3.0.2条 场地准备

钻孔场地的平面尺寸应按桩基设计的平面尺寸、钻机数量和钻机底座平面尺寸、钻机移位要求、施工方法以及其它配合施工机具设施布置等情况决定。

施工场地或工作平台的高度应考虑施工期内可能出现的高水位或潮水位，并高出其上0.5~1.0m。

施工场地应按以下不同情况进行整理：

1、 场地为旱地时，应平整场地，清除杂物，换除软土，夯打密实。钻机底座不宜直接置于不坚实的填土上，以免产生不均匀沉陷。

2、 场地为陡坡时，可用枕木或木架搭设坚固稳定的工作平台。

3、 场地为浅水时，宜采用筑岛法。

4、 场地为深水或淤泥层较厚时，可搭水上工作平台。平台座能支撑钻孔机械、护筒加压、钻机操作以及灌注水下砼时可能发生的全部重力。

5、 如场地为深水，但水流平稳，水位升降缓慢，钻机可设在组合船舶或浮箱上，但必须锚固稳定，以免造成偏位，斜孔或其它事故。

6、当场地为深水、流速较大，可采用双壁钢围堰或双壁吊箱围堰，就位后灌水、

下沉、落床，然后在其顶面搭设工作平台。

### 第3.0.3条 护筒

护筒一般都由钢护筒制成。一般都用6~14mm的钢板卷成，护筒的内径一般都大于桩径15~40cm。护筒平面位置偏差不得大于5厘米，护筒斜度不得大于1%。护筒的埋深为：

- 1、旱地或浅水处，对于粘质土不小于1.0~1.5m，对于砂类土应将护筒周围0.5m~1.0m范围土挖除，夯填粘质土至护筒底0.5m以下；
- 2、冰冻地区应埋入冻层以下0.5m；
- 3、深水及河床软土、淤泥层较厚处，应尽可能深入到不透水层粘质土内1.0m~1.5m；河床下无粘质土时，应沉入到大砾石、卵石层内0.5m~1.0m。；
- 4、有冲刷影响的河床，应埋入局部冲刷线以下不少于1.0m~1.5m。

### 第3.0.4条 泥浆

#### 1、泥浆的性能要求

泥浆的主要性能有：相对密度、粘度、静切力、含砂率、胶体率、失水率、酸碱度（PH值）。

(1)相对密度：泥浆的相对密度是泥浆与4°C时同体积水的质量之比。泥浆的相对密度增大时，在钻孔中对孔壁的侧压力也相应增大，孔壁也越稳定，悬浮携带钻碴的能力也越大。然而，相对密度过大的泥浆，其失水量也加大，孔壁上的泥皮也增厚，这就增加了泥浆原料的消耗，而且会给清孔和灌注砼造成困难。

(2)粘度：粘度是液体或混合液体运动时，各分子或颗粒之间产生的摩擦力。粘度大的泥浆，产生的孔壁泥皮厚，对防止翻砂，阻隔渗漏有利，对悬浮携带钻碴的能力强。但粘度过大，则易“糊钻”，影响泥浆泵的正常工工作，增加泥浆净化的困难，进而影响钻进速度。粘度过小，钻碴不易悬浮，泥皮薄，对防止翻砂、渗漏不利。

(3)静切力：静切力是静止的泥浆，受外力开始流动所需的最小的力。泥浆静切力要适当，太大则流动阻力大，流往沉淀池的泥浆中的钻碴不易沉淀，影响净化速度，使泥浆相对密度过大，钻进速度降低，太小则悬浮携带钻碴效果不好，钻进速度也会降低。

(4)含砂率：含砂率是泥浆内所含的砂和粘土颗粒的体积比。泥浆含砂率大时，会降低粘度，增加沉淀，容易磨损泥浆泵。

(5)胶体率：胶体率是泥浆静止后，其中呈悬浮状态的粘土颗粒与水分离的程度，以百分比表示，胶体率高的泥浆，粘土颗粒不易沉淀，悬浮钻碴的能力高，否则反之。

(6) 失水率：失水率又叫失水量或渗透量，是泥浆在钻孔内受内外水头压力差的作用下在一定时间内渗入地层的水量以ml/30min为单位。

(7) 酸、碱度：以PH值表示，PH值等于7为中性泥浆，小于7为酸性，大于7为碱性。

2、根据钻孔方法和土层情况，调制的钻孔泥浆及经过循环净化的泥浆性能指标可参照下表：

泥浆性能指标选择

钻孔方法	地层情况	泥浆性能指标						
		相对密度	粘度(S)	含砂率(%)	胶体率(%)	静切力(Pa)	PH值	失水率(ml/30min)
正循环	一般地层	1.05 ~1.20	16 ~22	W4	N96	1.0 ~2.5	8~10	<25
	易坍地层	1.20 ~1.45	19 ~28	W4	N96	3~5	8~10	<15
反循环	一般地层	1.02 ~1.06	16 ~20	W4	N95	1 ~2.5	8~10	<20
	易坍地层	1.06 ~1.10	18 ~28	W4	N95	1 ~2.5	8~10	<20
	卵石层	1.10 ~1.15	20 ~35	W4	N95	1 ~2.5	8~10	<20
冲击钻	一般地层	1.10 ~1.20	18 ~24	W4	N95	1 ~2.5	8~11	<20
	易坍地层	1.20 ~1.40	22 ~30		N95	3~5	8~11	<20
	卵石、浮石、岩石	1.4 ~1.5	25 ~28		N90	3~5	8~11	<20

注：(1) 地下水位高或其流速大时，指标取高限，反之取低限。

(2) 地质较好，孔径或孔深较小时，指标取低限，反之取高限。

### 3、泥浆的制备

#### (1)粘土的选择及普通泥浆的调制

粘土以水化快、造浆能力强、粘度大的膨润土或接近地表经过冻融的粘土为好，但应尽量就地取材。经过野外鉴定，具有下列特征的土，可符合上述要求作为调制泥浆的原料。

① 自然风干后，用于不易掰开捏碎；

② 用刀切开时，切面光滑，颜色较深；

③ 水浸湿后有粘滑感，加水和成泥膏后，容易搓成1mm的细长泥条，用手指搓捻，感觉砂粒不多。浸水后能大量膨胀。一般可选塑性指数大于25, 粒径小于0.005mm 颗粒含量多于总量50%的粘土制浆。当缺少适宜的粘土时，可用略差的粘土，并掺入

30%的塑性指数大于25的粘土；若采用粘质土时，其塑性指数不宜小于15,大于0.1mm 的颗粒不宜超过6%。所选粘土中不应含有石膏、石灰或钙盐类化合物。

### (2)高级泥浆的调制

高级泥浆(稳定液)的固壁和悬浮钻碴效能高，在用正、反循环回转钻进直径1.2m以上，孔深30m以上的井孔且地层松散易坍塌时，一般采用高级泥浆，其各项指标如下：

高级泥浆性能表

项目	相对密度	粘度(S)	静切力(Pa)	含砂率(%)	PH值	胶体率(%)	失水率(ml/30min)	稳定性
数值	1.03 ~1.10	18 ~22	2~5	<2%	8~10	>98	14 ~20	<0.03

### (3)泥浆的调制

制浆前，应先把粘土块尽量打碎，使其搅拌时易于成浆，缩短搅拌时间，提高泥浆质量。

制浆有机械搅拌、人工搅拌和钻头搅拌三种方法。

用正、反循环回转钻钻进时，由于要求的泥浆质量高，最好在井孔外以泥浆搅拌机制成泥浆后使用。

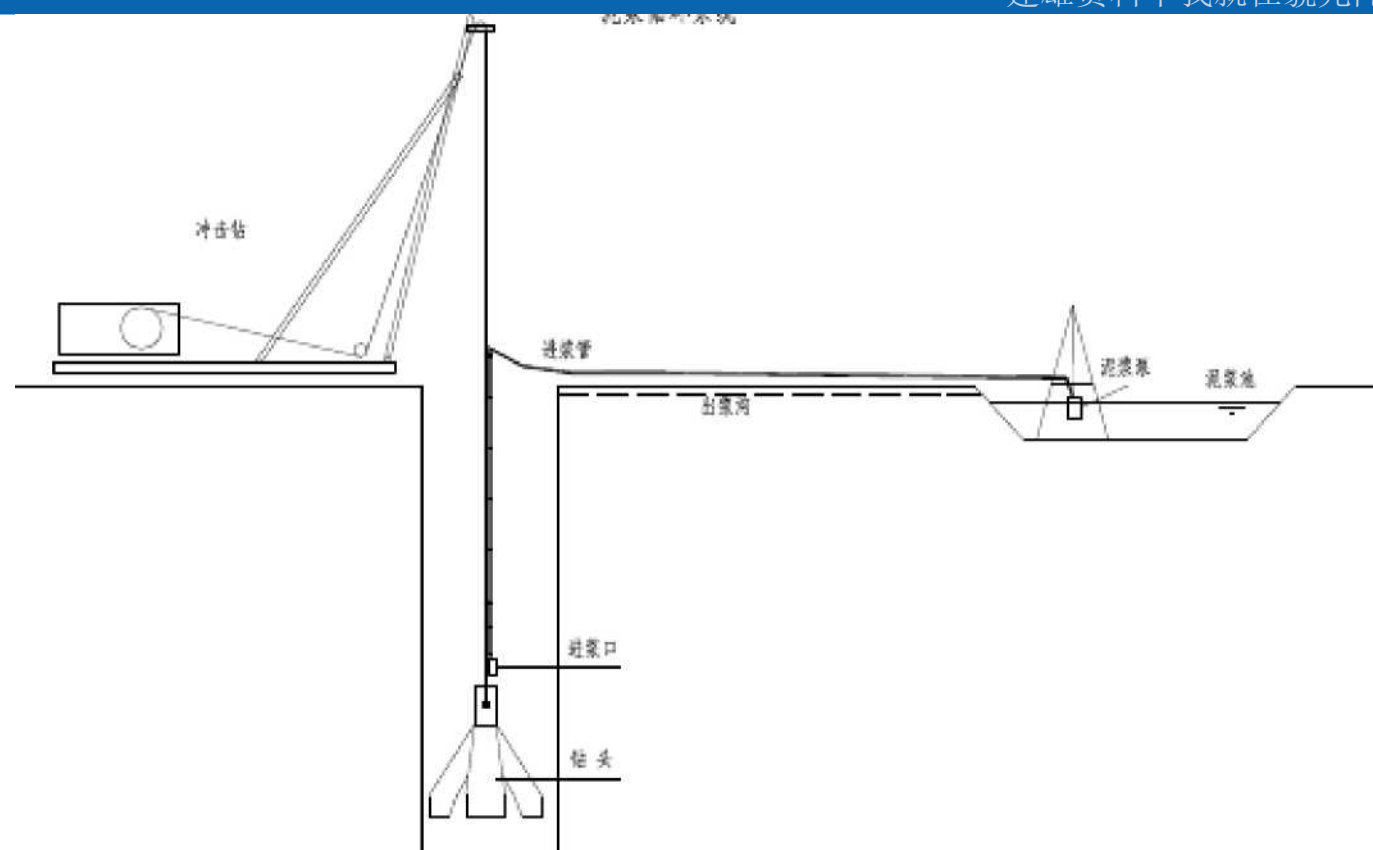
钻头搅拌是冲击成孔时，将粘土原料投入孔底，利用冲击钻头上下冲击，搅拌成泥浆。

人工搅拌是先将粘土加水放入制浆池内浸透，然后用人工搅拌。

## 4、泥浆的循环和净化处理

### (1)冲击正循环钻孔

泥浆循环系统主要由泥浆池、高压泥浆泵、出浆管和进浆管四大部分组成。见图1：



泥浆从孔口经由出浆管进入泥浆池，经过沉淀池，再由泥浆泵将泥浆经由进浆管送回孔底。进浆管的下管口是一节长约0.6米的特制钢管，钢管上焊接一个圆环，套在钻头顶部钢丝主绳上，上下用卡环夹住，使钢管不致上下移动，又能绕钢丝主绳转动，避免在钻孔过程中进浆管与钢丝主绳缠结在一起。含碴泥浆再从孔底上翻至孔口，经出浆管进入泥浆池。通过泥浆循环，孔底的钻碴即可在泥浆池中沉淀下来，再人工将钻碴清除，达到清碴的目的。

#### (2)用正、反循环回转钻钻孔并在旱地施工

可设置制浆池、储浆池、沉淀池并用循环槽连接。

#### (3) 机械净化法（泥浆分离器净化）

机械净化泥浆法把井孔内排除的混有钻碴的泥浆送到二级或三级高频振动泥浆筛上，首先把0.5mm以上的大颗粒筛出，通过皮带运输机装入汽车运走，混有0.5mm以下的砂粒的泥浆用泥浆泵压入旋流除碴器，净化后返回井孔。

泥浆循环如下：新制泥浆—泥浆池—桩孔—泥浆分离器净化—泥浆池—桩孔。

#### (4)深水处泥浆的循环和净化

有两种方法：一种是在岸上设粘土库、制浆池、沉淀池，制造成沉淀净化泥浆。另配备2~3只船，船上均设有储浆池和设泥浆槽的贮渣浆池，轮流补充净化泥浆和接受钻孔流出的含碴泥浆。

另一种方法是除粘土库和制浆池设在岸上，其余泥浆槽、沉淀池、储浆池等均设在船上，用泥浆泵压送泥浆，储浆池和沉淀池隔开。

## 第四章成孔工艺

### 第一节正循环回转钻成孔工艺

#### 第4.1.1条 钻机就位

立好钻架并调整和安设好起吊系统，将钻头吊起，徐徐放进护筒内。启动卷扬机把钻盘吊起，垫方木于转盘底座下面，将钻机调平并对准钻孔。然后装上转盘，要求转盘中心同钻架上的起吊滑轮在同一铅垂线上，钻杆位置偏差不得大于**2cm**。在钻进过程中要经常检查转盘，如果有倾斜或位移，应及时纠正。

#### 第4.1.2条 初钻

先启动泥浆泵和转盘，使之空转一段时间，待泥浆输入钻孔中一定数量后，方可开始钻进。

#### 第4.1.3条 钻进时操作要点

1、开始钻进时，进尺要适当控制，在护筒刃脚处，应低档慢速钻进，使刃脚处有坚固的泥皮护壁。钻至刃脚下**1m**后，可按土质以正常速度钻进。如护筒外侧土质松软发现漏浆时，可提起钻头，向孔中倒入粘土，再放下钻头倒转，使胶泥挤入孔壁堵住漏浆空隙，稳住泥浆继续钻进。

2、在粘质土中钻进，由于泥浆粘性大，钻头所受阻力也大，易糊钻。宜选用中等转速、大泵量、稀泥浆钻进。

3、在砂类土或软土层钻进时，易坍孔，宜选用低转速、大泵量、稠泥浆钻进。

4、在卵石、砾石类土层中钻进时，因土层较硬，会引起钻头跳动，钻杆摆动加大和钻头偏斜等现象，易使钻机因超负荷而损坏。宜采用低档慢速、优质泥浆、大泵量、两级钻进的方法钻进。

5、减压钻进。为保证钻孔的垂直度减小扩孔率，须采用重锤导向减压钻进。钻头、配重、钻杆总重的一半左右作为钻压，其余由钻架承担，使钻杆始终处于受控状态，配重应根据不同的地质情况恰当选取。

#### 6、泥浆补充与净化

开钻前应调制足够数量的泥浆，钻进过程中如泥浆有损耗、漏失应予补充。每钻进**2m**或地层变化处，应在泥浆槽中捞取钻渣样品，查明土类并记录，以便与设计资料核对。

7、钻探测量：钻进过程中应经常测量孔深，并对照地质柱状图随时调整钻进技术参数。达到设计孔深后及时清孔提钻，清孔时所换新鲜泥浆达到孔内泥浆含砂量逐渐减少至稳定不沉淀为度。

8、成孔质量检查：成孔后应对孔径、钻深、孔深、孔底沉渣厚度、孔斜等逐项检查并记入钻孔记录和检查证中。孔位偏差不得大于10cm。斜度不得超过1%。

## 第2节 反循环回转法成孔

反循环方式有泵吸式和气举式两种反循环。

### 第4.2.1泵吸式反循环回转钻成孔工艺

#### 1、钻机就位：同正循环

#### 2、开钻

为防止堵塞钻头的吸渣口，应将钻头提高距孔底约20~30cm，将真空泵加足清水（为便于真空启动，不得用脏水），关紧出水控制阀和沉淀室放水阀使管路封闭，打开真空管路阀门使其畅通，然后启动真空泵，抽出管路内的气体，产生负压，把水引到泥石泵，通过沉淀室的观察窗看到泥石泵充满水时关闭真空泵，立即启动泥石泵。当泥石泵出口真空压力达到0.2Mpa以上时，打开出水控制阀，把管路中的泥水混合物排到沉淀池，形成反循环后，启动钻机慢速开始钻进。

#### 3、接长钻杆

当一节钻杆钻完后，先停止转盘转动，并使反循环系统延续工作全孔底沉渣基本排净，然后关闭泥石泵接长钻杆，在接头法兰盘之间垫3~5mm厚的橡皮圈，并拧紧螺栓，以防漏气、漏水；一切正常后继续钻进。

#### 4、控制钻速

在硬粘土中钻进时，用一档转速，放松起吊钢丝绳，自由进尺。在高液限粘土，含砂低液限粘土中钻进时，可用二、三档转速，自由进尺。在砂类土或含少量卵石中钻进时，宜用一、二档转速，并控制进尺，以免陷没钻头或抽吸钻碴的速度跟不上。遇地下水丰富易坍塌的粉质土，宜用低档慢速钻进，减少钻头对粉质土的搅动，同时应加大泥浆相对密度和提高水头，以加强护壁，防止坍塌。

成孔质量检查项目同正循环钻孔工艺。

### 第4.2.2条气举式反循环回转钻成孔工艺

当吸程小于10m时不宜使用气举式反循环，应先用正循环开孔至吸程达10m后，再改为气举式反循环。

## 1、 钻机就位

钻机安装的平面位置与水平要求与泵吸式的相同，因单侧出渣管较大较重，要消除偏心荷载对提引水龙头密封结构的不利影响，可在水龙头出口端加一布点，向上提吊，以保证钻杆的竖直。要仔细检查电动机的电源线，防止错接。此外，还应对供浆、供风系统等逐一检查，完善后，方可开钻。

## 2、 操作要点与注意事项

气举式反循环回转钻进正常工作状态下的操作要点基本上与泵吸式的相同，须注意的是空压机送风须与钻头回转同时进行。接钻杆时，须将钻杆稍提升30cm左右，先停止钻头回转，再送风数分钟，将孔底钻渣吸尽，再放下钻头，进行拆装钻杆工作，以免钻渣沉淀而发生埋钻头事故。另外须随时注意护筒口泥浆（水）面标高，如果逐渐往下降落时，须立即用水泵补水入护筒，以免因水头不够而发生坍孔事故。

### 第三节冲击（正循环）钻机成孔工艺

采用冲击正循环钻孔，具体方法是泥浆泵接高压管全孔口，即用高压软管顺钢丝绳直至钻头以上约1m左右，管头装倒接，并固定在钢丝绳上，通过泥浆泵将泥浆压入孔底，你将悬浮钻渣有护筒口排出进入滤浆池，滤浆槽过滤的泥浆流入储浆池重新使用。整个泥浆系统由泥浆泵、泥浆高压管路、滤浆池、滤浆槽、储浆池组成，钻孔过程中应适量补充泥浆。

**第4.3.1条 机具布置：**机具布置随所用钻机类型而异。在埋好的护筒和备足护壁泥浆粘土后，将钻机对位，安装好钻架，对准桩孔中心，就可以冲击钻进。

**第4.3.2条 开孔：**开钻时应先在孔内灌注泥浆，泥浆相对密度等指标根据土层情况而定。如孔中有水，可直接投入粘土，用冲击锥以小冲程反复冲击造浆。

开孔及整个钻进过程中，应始终保持孔内水位高出地下水位（河中水位）1.5~2.0m，并低于护筒顶面0.3m以防溢出。特别是护筒底口以下3米以内，须反复投入小片石（粒径不大于15cm）与粘土的混合物，采用小冲程冲砸密实，防止缩孔或坍孔。

一般细粒土层可采用浓泥浆、小冲程、高频率反复冲砸，使孔壁坚实不坍不漏。

在砂及卵石类土等松散层开孔或钻进时，可按1：1投入粘土和小片石的混合物，以冲击锥反复冲击，使泥膏、片石挤入孔壁，必要时应采取回填反复冲击2~3次。

**第4.3.3条 正常钻进时，应注意以下事项：**

1、冲程大小和泥浆稠度应按通过的土层情况掌握，当通过砂、砂砾石或含砂量较大的卵石层时，应采用1~2m的中、小冲程，并加大泥浆稠度，反复冲击使孔壁坚实，

防止坍孔。

2、当通过含砂低液限粘土等粘土质土层时，因土层本身可造浆，应降低输入的泥浆稠度，并采用1~1.5m的小冲程，防止卡钻、埋钻。

3、当通过坚硬密实卵石层及漂石、基岩之类土层时，可采用4~5m的大冲程，使卵石、漂石或基岩破碎。

4、在任何情况下，最大冲程不宜超过6m，防止卡钻，冲坏孔壁或使孔壁不圆。

5、为正确提升钻头的冲程，宜在钢丝绳上作标志。

6、钻头直径磨损超过1.5cm时，应及时更换、修补。

7、需将钻头提起时应关闭泥浆泵避免出现浆嘴喷射砂卵石孔壁造成塌孔。

#### 第4.3.4条检孔

钻孔达到设计标高后，应对孔位、孔径、孔深和孔形等进行检查，孔位偏差不应大于10cm，斜度不得大于1%。设计图上未注明时，孔深容许偏差不得超过设计深度的-1%。

### 第四节岩溶地区冲击钻孔桩施工

#### 第4.4.1条钻前准备

岩溶地区钻孔桩的钻前准备工作要足够充分。它包括以下内容：

1、掌握详尽的桩位处地质、水文地质资料，进行分析研究，制订最适当的施工方案和施工技术保障措施，在多层溶洞地质非常复杂的情况下，一般都要提出地质钻孔资料。

2、备足成孔用水、粘土、片石、碎石等必备材料，确保以外情况出现时，不致发生停工待料及其他严重的事故发生。

3、钻头的选择可根据钻孔直径、钻孔类型及地质条件等比较决定，一般选用3.5~5.9t底部带球弧面十字形铸钢实体钻头为宜，钻头直径宜较设计孔径小2~3cm，并焊？32mm钢筋环4个，用？28mm钢丝绳绕2~3圈，以备掉钻头后易于打捞。由于钻具磨损最大，应有备用钻头和修理钻头的设备。

#### 4、对钻机钢丝绳的要求

应选用？28mm（6X37）的钢丝绳，注意要有出厂合格证，检查钢丝绳的质量，要求优质柔韧，无死弯和断丝。钢丝绳要有足够的长度，即以卷扬机滚筒起到设计最深的桩底标高，滚筒上要留有7圈以上的富余量，绳尾必须锚固在滚筒上。

5、钢丝绳与钻头连接，应采取钨金套，打绳与钨金套上钢丝绳应同直径，连接卡

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：  
<https://d.book118.com/126222040044010114>