

# 江苏省境内复杂地层钻孔灌注桩成孔施工技术

刘留春 王海林 钟伯平 李锦财 (江西地勘局 901探矿工程大队 萍乡 347000)

自 1996年以来,我队先后在江苏省境内南到苏州,北至淮阴使用 GPS-15型钻机完成钻孔灌注桩工程施工项目多项,在这些项目中,地层条件各异,但可以归结为以下 5 种类型: (1)以溧水县一干河大桥为代表的坚硬基岩地层; (2)以扬州市南绕城高架道路为代表的易垮松散砂土层; (3)以淮阴境内淮江高速公路为代表的低效、易糊钻的硬塑(或坚硬状态)的亚粘土层(粘土层); (4)以高淳县水阳江大桥为代表的超大直径(达 2 m)、地层极为复杂的水域桩; (5)与上海市内软土地层条件无异,以苏州市青秋浦大桥为代表的施工条件相对简单的类型。前 4种复杂地层类型与最后一种地层条件均有明显的差别,且各有施工难点。通过采取各种针对性的技术措施,均顺利地完成了施工任务。我们认为,对这些复杂地层条件下的成孔施工技术措施进行一下系统的总结是有益的,现将有关情况分述如下。

## 1 溧水县一干河大桥

该工程设计桩径 1.2 m,桩身上部覆盖软土层较薄,厚度仅 7~8 m,且为粘土层和少量亚粘土层,造浆性能良好,按常规正循环钻进方法均可顺利施工,客观上没有太大的施工难度,但难点在于桩尖必须深入坚硬的安山岩基岩 2 m 以上。施工初期在基岩段钻进采用普通单腰带四翼硬质合金钻头,硬质合金刀具崩刃现象十分严重,甚至会出现刀具“光头”的现象,严重影响成孔速度。后期则采用钎头作为钻头切削具,不仅耐磨

而且不易崩刃。钻头翼片的夹角以  $120^\circ$  较合适,这种夹角减少了与岩石的接触面,增大了单个刃具的轴心压力,减轻了钻机的回转负荷。切削具改用钎头后,单个钻头中切削具的成本降低 50% 以上,并且在该工地近 25 个桩孔施工过程中基本上未对钻头造成损伤,成孔效率有了成倍提高。

## 2 扬州市南绕城高架公路

本工程设计桩径 1.2 m,桩长 31 m。其地层特点是自然造浆的功能很差,相当一部分地层不能造浆(为砂性土),特别是表层容易垮孔且地表水位很浅,成孔作业时所需的水头高度难以得到满足。为此,采取了如下技术措施:

(1)护筒的埋设宜深不宜浅(应在 2 m 以上),其周边采用粘性土分层夯实,护筒穴的开挖和护筒的埋设在时间上应衔接紧凑,做到快挖快埋设,否则在渗水后极易垮塌。

(2)开孔前应准备数量足够的护壁泥浆。采取粘土粉掺加处理剂的方法可以保证泥浆质量,但成本太高,仅在第一、二个孔中利用。利用工地邻近地区的普通黄泥加碱搅拌泥浆也能取得较好的护壁效果。事实上,在大部分桩孔施工时,我们采取的做法是直接向孔内倾倒黄泥,边钻进边造浆护壁。

(3)搞好泥浆管理是成孔施工的关键控制点,泥浆净化工作是搞好泥浆管理的中心环节。因此,泥浆循环沟要足够长( $> 30$  m),沉淀池的容积要足够大( $> 40$  m<sup>3</sup>),清渣除砂要及时,每班设专人连续清渣,净化

后的泥浆密度控制在 1.10~1.20 kg/L 之间。

采取上述措施后,使用正循环工艺,单桩成孔时间一般不超过 12 h,最短的仅 6 h,且所施工的 40 条桩中无一垮孔。而我们进场前该工程 5 个桩基施工单位中被认为作业基本正常的某单位,开动 6 台 GPS-15 型钻机,日均成孔数不足 2 个,且有近 1/3 的桩孔在施工过程中发生过垮塌现象。

### 3 淮江高速公路(淮阴市境内)

该工程设计桩径 1.5 m,桩长 35~50 m,作业区地面标高为 10.30 m(黄海高程),地层情况见附表

层底标高 /m	厚度 /m	岩石名称	塑性	压缩性
1.8	8.5	上部耕植性亚粘土	可塑~	中等
		中下部灰黄色亚粘土,混粉砂	软塑	
-0.8	2.6	灰黄色亚粘土,夹砂姜	硬塑	中等
-8.6	7.8	中上部灰黄色亚粘土,混粉砂	可塑	中等
		下部灰黄色粘土	软塑	
-11.4	2.8	灰色亚粘土,含铁锰,夹砂姜	硬塑	中等
-16.6	5.2	灰黄色粘土	软塑	
-19.6	3.0	灰色~灰黄色粘土	硬塑	中等
-27.7	8.1	灰色粘土	可塑	中等
-30.4	2.7	灰黄色粘土	坚硬	中等
-35.9	5.5	灰黄色粘土	可塑	中等
-38.9	3.0	黄灰色亚粘土,混粉砂,含铁锰	可塑	中等
		结核		
-41.9	3.0	灰黄色粘土	坚硬	中等

这套地层的施工难点在于 3 套硬塑状态的亚粘土层和 2 套坚硬状态的灰黄色粘土。在相应层位,先期进场的一家施工单位的时效仅为 0.2~0.25 m/h 我们在进场施工的初期,穿透“硬层”的时间亦需 7 h 左右(时效约 0.4 m/h),尽管泥浆密度控制在 1.10~1.18 kg/L 之间,钻杆接头的密封性能良好,但在每次起钻后仍发现钻头有大半边被泥团包裹。

为了提高成孔速度,我们针对硬塑状态的亚粘土和坚硬状态的粘土层,从如下方面采取措施:

#### 3.1 钻头切削具

施工中发现以硬质合金片为切削具的钻头在含铁锰结核、夹砂姜、硬塑状态、中等压缩性灰黄色亚粘土层中比以钢筋短节为切削具的钻头进尺快;而在硬塑状态的中等压缩性亚粘土层、坚硬状态的粘土层中比以钢筋短节为切削具的钻头进尺慢且易糊钻头。为此,在钻头制作的过程中,采取翼片正面镶硬质合金,反面加焊钢筋短节的方法。这样,在钻进成孔的过程中,钢筋短节先“梳”,硬质合金片“研磨”,并控制泥浆密度在 1.10~1.15 kg/L 之间,使单桩成孔时间比原来缩短 10~18 h

#### 3.2 “钻粒”钻进

在金刚石钻进工艺问世之前,地质勘探工作中针对中等密度以上岩层的首选钻进工艺为钻粒钻进。由此启示我们在硬塑状态亚粘土及坚硬状态粘土层成孔过程中“投粒”钻进提速的可能性。故每次在进入“硬层”顶板时便投入适量的 5~15 mm 粒级碎石,在客观上对“硬层”土体产生“改性”的效果,降低了土体内部的粘聚力,并使得钻头被泥包裹的可能性减小,穿透单个“硬层”的时间由 7 h 降到了 3 h 左右。

#### 3.3 现场操作

在钻进过程中,经常提动钻具,可以保证钻头不致被粘土包裹和孔内清洁,提高成孔效率。

通过采取以上措施后,35 m 及 50 m 的长桩平均成孔时间分别可以缩短为 50 h 及 72 h 左右;而相邻单位的对应桩孔成孔时间分别达到 110 h 及 170 h 左右。

### 4 高淳县水阳江大桥

水阳江大桥设计桩径有两种,主桥为 2.0 m,引桥为 1.3 m;桩长亦各不相同,主桥为 35.2 m,引桥为 32~35.5 m

地层情况如下:标高 4.0~2.2 m 为粉砂层;2.2~0.9 m 为粘土层;0.9~ -6.7 m

为软塑亚粘土层; - 6.7 - 9.7 m 为淤泥质亚粘土; - 9.7 - 12.2 m 为淤泥质粘土; - 12.2 - 15.7 m 为粘土层; - 15.7 - 25.2 m 为硬塑亚粘土层; - 25.2 - 28.3 m 为粉砂夹卵石层; - 28.3 - 32.6 m 为卵石层,并夹有漂石(粒径可达 300 mm 以上)。

施工的难点在于主桥桩,这主要包括几个方面:(1)主桥桩在水域施工,且不能阻塞航道,支架上的工作平台面积较小,正常的泥浆循环系统无法布置;(2)地层条件复杂,既有进尺缓慢的硬塑状态的亚粘土层,也有难于成孔的卵石层、漂石层;(3)施工用的 GPS-15 型钻机相对于  $\varnothing 2$  m 大直径桩孔的成孔显得工作扭矩不足

针对以上难点,采用了如下技术措施:

(1)在粘土和亚粘土地层中采用正循环常规工艺自然造浆,钻头采用普通四翼硬质合金钻头,并注意防止糊钻。

(2)在砂卵石层钻进时采取正、反循环相结合的成孔方法;遇到较大粒径的卵石层及漂石时则用冲抓锥进行打捞

(3)由于工作平台面积较小,循环系统布置困难,致使护筒顶高于供浆池,采用泵吸反循环钻进时冲洗液无法直接回流至孔口,为此设计了一个钻渣分离器来满足浆液回流孔内的需要,分离器安装在平台上,砂石泵回水管与分离器相连接,进行浆渣分离,钻渣排至孔外,浆液则回流孔内。钻渣分离器原理如图 1 所示

(4)为使 GPS-15 型钻机的工作扭矩适合于  $\varnothing 2$  m 桩孔成孔时的工作负荷,钻头加工成二级分离式,在作业时先施工  $\varnothing 1.5$  m 桩孔,压扩孔至  $\varnothing 2.0$  m。这种分级成孔的方法是通过采用孔底换钻头的方法来实现的。如图 2 所示,大、小钻头为分离状态,大钻头套装在小钻头中心管上。1号部件为悬挂卡,将小钻头上提使悬挂卡深入大钻头翼片之间,向右旋转使悬挂卡和翼片靠拢,

传递扭矩,钻具下放时,悬挂卡弯勾牢牢勾住钻头翼片传递轴心压力,大、小钻头同时作业。分离时只需提升钻具使弯勾脱离大钻头翼片向左旋转即可,待悬挂卡与翼片拉开距离后向右旋转使小钻头单独钻进

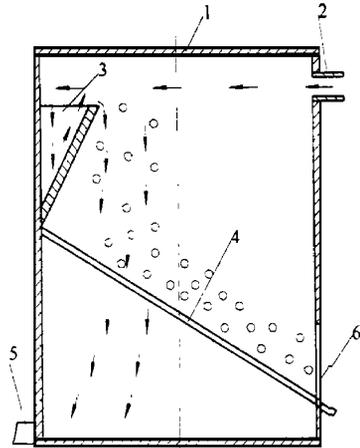


图 1 钻渣分离器

1-壳体; 2-进口; 3-缓流罩; 4-排渣滤网;  
5-回流浆出口; 6-排渣出口

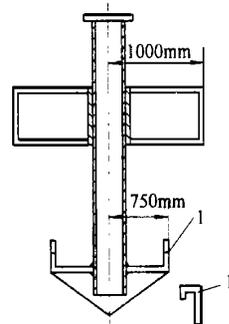


图 2 两级孔底换钻头原理图

## 5 结语

以上这些认识均是建立在对实际施工的基础之上。由于在实际工作的过程中受到多种客观条件的制约,对于各种技术方法只是进行了初步的尝试

本文在写作的过程中承蒙章兆熊高级工程师的教导,特此致谢!