

# 旋挖钻机在桩基础施工中的应用与分析

陶 坤

(中国交通建设集团第二公路工程局,陕西 西安 710065)

**摘 要:**通过结合德国宝峨 BG-15 型旋挖钻机在广东中海壳牌南海石化输油码头嵌岩桩工程和三一重工 SR-200 型、北京经纬巨力 ZY-200 型旋挖钻机在西安市大兴路立交桥工程 S1 标桩基工程中的施工应用情况,分析与传统的钻进工艺相比,旋挖钻机在工艺、性能、经济 and 环境保护方面的优势,并就施工中常见问题及解决方法进行了总结,以使旋挖钻机能更好地发挥其优势。

**关键词:**旋挖钻机;桩基础;钻孔灌注桩

**中图分类号:**P634.3<sup>+</sup>1;TU473.1<sup>+</sup>4 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)02-0037-03

城市建设和交通建设的加速发展,给基础工程市场带来了巨大的发展机遇。其工程具有工程量大、工期进度不能拖延、不能对环境造成污染等特点,这些特点对基础工程施工技术提出了更严格的要求。传统钻机多采用连接钻杆形式和掏渣桶掏渣,在钻进过程中多采用泥浆循环方式,很难满足上述要求。旋挖钻机机、电、液一体化高度集中,机械化、自动化程度高,移动、对孔位方便、快捷;采用伸缩式钻杆,辅助时间少,时间利用率高;由于采用动力头装置,钻进能力强,成孔效率高;用短螺旋钻头或旋挖斗,利用强大的扭矩直接将土或砂砾等钻渣旋转挖掘,然后快速提出孔外,污染源大大减少,对环境造成的污染小。本文将结合 2 个工程实例,对旋挖钻机在桩基施工中的应用进行分析,对常见问题的解决方法进行分析、总结。

## 1 旋挖钻机应用实例与分析

### 1.1 中海壳牌南海石化输油码头嵌岩桩工程

#### 1.1.1 工程概况

工程位于广东省惠州市大亚湾中部的马鞭洲岛海域,为海岸码头栈桥平台基础,主要是钢管桩心柱嵌岩钻孔灌注桩。工程施工范围钢管内为 Ø1200 mm、Ø1000 mm 桩基施工,嵌岩部分为 Ø1000 mm、Ø800 mm,嵌岩深度 4~8 m。桩基总数 140 根,其中工程嵌岩桩 90 根,斜桩 74 根,斜率 1:5。

#### 1.1.2 工程地质情况

根据钻孔揭露的场地自上而下发育有第四系海积层、残积层、泥盆层中统碎屑岩。第四系海积层为粉细砂及砾砂、淤泥及淤泥质土、粉土、粉质粘土及粘土,岩性变化大,层位不稳定,承载力较低。地层情况详见图 1。

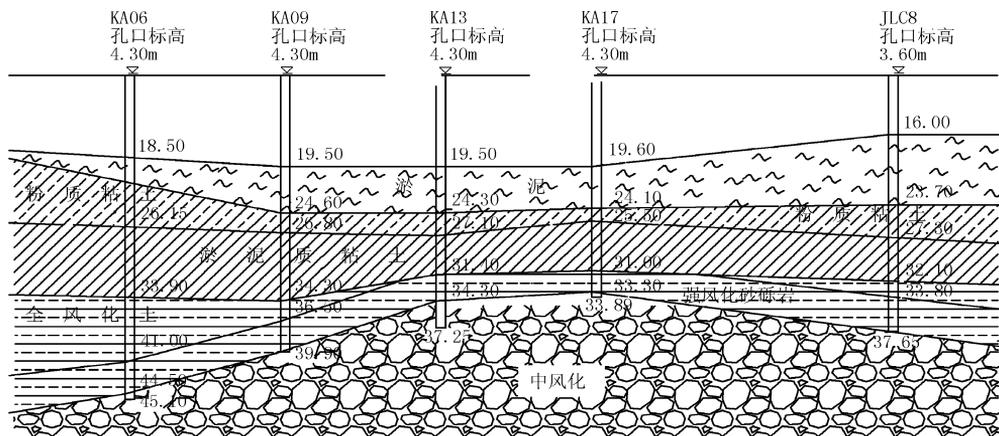


图 1 中海壳牌南海石化输油码头嵌岩桩工程地层剖面图

收稿日期:2006-10-09

**作者简介:**陶坤(1982-),男(汉族),湖北黄冈人,中国交通建设集团第二公路工程局助理工程师,隧道与地下工程专业,从事桥梁工程、隧道工程施工工作,陕西省丹凤县竹林关镇原老农行营业所院内中国交通建设集团第二公路工程局商界高速公路 DJN10 合同段项目经理部(726205),(0914)3486513、13992434516,taokun52014@yahoo.com.cn。

### 1.1.3 采用的工程机械

施工采用国产 JPQ-15 型回转钻机和德国宝峨 BG-15 型旋挖钻机。BG-15 型钻机的主要技术参数为:最大孔径 1.8 m,最大孔深 48 m,扭矩 145 kN·m,起重力 120 kN,功率 169 kW,最大高度 20.8 m,整机质量 57 t。

### 1.1.4 性能分析

(1)成孔效率高。由于传统钻机的自重有限,不可能给钻头施加更大的进给压力。而旋挖钻机由于采用动力头装置,动力头的给进力加上钻杆的重力,钻进能力强。据统计,在相同的地层中,旋挖钻机的成孔速度是转盘钻机的 5~10 倍。从本工程 JPQ-15 型钻机与 BG-15 型旋挖钻机的成孔效率统计比较分析,可以看出,BG-15 型旋挖钻机在粘土、强风化、中风化、微风化成孔效率分别是 JPQ-15 型钻机的 6.5、15.6、15、5.8 倍。

(2)工作效率高。传统钻机的移动方式为牵引、平台式、滑橇式等,移动速度慢或需要依赖其他辅助机械。旋挖钻机配置在可自动行走的履带式底盘上,桩位之间移动方便,对位快速、准确,利用钻机的动力下井口护筒,钻杆自动伸缩,钻进过程中也不用装拆钻杆。因此旋挖钻机自动化程度高,缩短了桩基施工的辅助工作时间,工作效率明显提高。

(3)良好的环保性。该项目位于大亚湾中部的马鞭洲岛海域,对海洋环境保护要求极其严格。

目前国内传统钻机多采用连接钻杆形式和掏渣桶掏渣,在钻进过程中多采用泥浆循环方式,由泥浆泵注入(正循环)或吸出(反循环)泥浆,带动泥浆循环将钻渣带出孔外,钻渣泥浆的混合物经过沉淀后,泥浆又回到孔内,不断的循环,钻渣不断被带到地面。尽管经过一段时间的沉淀,但渣土中仍有大量泥浆,这给弃渣的运输、存放及清理带来很大麻烦。

旋挖钻机采用动力头形式,利用短螺旋钻头或旋挖斗直接将土或砂砾等钻渣旋转挖掘,然后快速提出孔外,在不需泥浆支护的情况下,可实现干式施工,即使在特殊地层需要泥浆护壁的情况下,泥浆也只起支护作用,钻屑中的泥浆含量相当少,污染源大大减少,改善了施工环境,对环境造成的污染小。

## 1.2 西安市大兴路立交桥工程 S1 标桩基工程

### 1.2.1 工程概况

西安市西二环路大兴路立交桥工程 S1 标段包括西二环主线 0~27 号台、桥梁结构全部工程。下部结构基础均为钻孔灌注桩,共 232 根。桥墩桩径为 1500 mm,桥台桩径为 1200 mm。

### 1.2.2 工程地质情况

本工程场地内地层岩性主要为第四系松散堆积物,场地分布的黄土状土具有湿陷性,湿陷性土层最大分布深度 6.0 m,属于非自重湿陷性黄土场地,黄土地基的湿陷等级为 I 级。

### 1.2.3 采用的工程机械

(1)三一重工 SR-200 型旋挖钻机,主要技术参数:最大孔径 2 m,最大孔深 60 m,转速 7~26 r/min,扭矩 200 kN·m,功率 250 kW,整机质量 62 t。

(2)北京经纬巨力 ZY-200 型旋挖钻机,主要技术参数:最大孔径 2 m,最大孔深 60 m,转速 22 r/min,扭矩 200 kN·m,功率 250 kW,整机质量 68 t。

### 1.2.4 性能分析

(1)成孔效率高。该工程桩基总共 232 根,8692 延米,桩基工程量大,且桩基施工直接影响到承台、墩柱和现浇箱梁等后期工序的完成。该工程总工期为 255 天,业主要求在 2005 年 12 月底前必须完工,以便铺设沥青路面,确保在 2006 年春节前通车,采用传统的钻机,很难在要求的工期内完成,故采用旋挖钻机。通过对 SR-200 型、ZY-200 型旋挖钻机 127 份正常钻进记录统计、比较和分析,由表 1 可以看出,旋挖钻机在填土、粉质粘土、中粗砂地层中的钻进速度比传统钻机大大提高,保证了桩基工程的顺利完成,为后续工序争取了宝贵的时间。

表 1 SR-200 型和 ZY-200 型旋挖钻机的钻进效率分析表

地层	SR-200 型旋挖钻机			ZY-200 型回转钻机		
	钻进长度/m	钻进时间/h	钻进效率/(m·h <sup>-1</sup> )	钻进长度/m	钻进时间/h	钻进效率/(m·h <sup>-1</sup> )
填土	89.9	13.2	6.81	287.3	36	7.9
粉质粘土	556.7	94.5	5.89	1287.5	199.8	6.44
中粗砂	306.5	56.6	5.42	588.7	103.3	5.70

(2)良好的环保性。西安市大兴路立交桥 S1 标位于西二环路,周围居民住宅较多,施工时,正值西安市创建卫生城市的关键时候,对现场的文明施工和周围环境的影响要求非常严格。在施工过程中,直接将土或砂砾等钻渣旋转挖掘,然后快速提出孔外,钻渣直接用密封运输车及时运离施工现场,保护了施工现场和周围的环境。

## 2 旋挖钻机常见问题分析与解决方法

### 2.1 旋挖钻机在淤泥等地层中的孔壁坍塌问题

#### 2.1.1 孔壁坍塌原因

(1)护筒的埋深位置不合适。例如护筒埋设在粉细砂或粗砂层中,水压漏水后砂土容易坍塌;另

外,由于振动和冲击等影响,使护筒的周围和底部地基土松软造成坍塌。

(2)有较强的承压水,并且水头较高,高于孔内压力时,易发生坍塌。

(3)钻斗上下移动速度过快,致使水流以较快的速度由钻斗外侧和钻孔之间的空隙中流过,冲刷孔壁;有时还在上提钻斗时在其下方产生负压而导致孔壁坍塌。

(4)泥浆施工管理上存在问题,致使泥浆的性能满足不了施工要求而造成孔壁坍塌。

### 2.1.2 解决方法

(1)将护筒底部贯入粘土中0.5 m以上,事前应充分调查地面下10~15 m附近的土质是否有松砂等易塌土层,尽量减少施工作业振动等的影响。

(2)经常使孔内水位高出地下水位2 m以上。

(3)应按孔径大小和土质条件来调整钻斗的升降速度,升降钻具应该平稳;钻具在掘削岩土后提钻的过程中,直接提钻会使钻具上的土被孔壁压密形成柱塞,使孔壁坍塌或使钻机超载失稳,因而以回转提钻方式为宜。

(4)在钻孔灌注桩的施工过程中,为了防止塌孔,稳定孔内水位及便于携带钻渣,采用膨润土制备成泥浆进行护壁。要充分发挥泥浆的作用,其指标的选取是非常重要的。这就要求在实际施工中,根据工程的具体情况,合理地控制不同土层中泥浆的指标。不同地层中泥浆的性能指标见表2。

表2 不同地层中泥浆的性能指标

地层	密度 /( $\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	粘度 /s	静切力 /Pa	含砂率 /%	塑性 指数
淤泥、粘土	1.1~1.2	19~2	1.0~2.5	<4	>15
细砂	1.05~1.2	18~20	1.0~2.5	<4	>15
粗砂、砂砾	1.2~1.4	21~24	2~4	<4	>15
卵石、岩石	1.4~1.5	25~28	3~5	<4	>15

## 2.2 旋挖钻机在硬岩中的钻进问题

旋挖钻机适用于土层、砂层,以及较松散的、粒径较小的卵砾石层,但是在中风化、微风化等硬岩层中施工比较困难,并且容易发生孔内事故和机械事故。

### 2.2.1 旋挖钻机在硬岩中钻进常常出现的问题

(1)旋挖钻机配备的钻头不适应硬岩地层钻进;

(2)在钻进时由于操作等原因,钻压和扭矩不

满足硬岩地层施工要求,从而钻进效果差。

### 2.2.2 解决办法

对上述硬岩钻进中的问题,结合广东中海壳牌南海石化输油码头嵌岩桩工程,采取如下解决方法:

(1)入岩钻进时,应采用入岩钻斗,并注意更换钻齿及保持钻齿具有良好的切削性能;

(2) $\text{Ø}1200$  mm 桩孔入岩钻进时,钻机扭矩、负荷较大,伸缩式钻杆亦承受较大扭矩,施工中配合使用螺旋钻头,采取先破碎后捞取的方法,分级成孔( $\text{Ø}800$  mm/ $\text{Ø}1200$  mm),加压钻进,所加压力视钻机负荷能力及岩性而定。

## 3 结语

(1)旋挖钻机具有自动化程度高、成孔效率高、良好的环保性等特点,是一种钻孔灌注桩施工的先进设备。

(2)旋挖钻机在杂填土、软土地层中容易出现歪斜、倾倒等情形,可在钻机拟行走路线及就位处先铺碎砖块、石块等预加固地层。

(3)旋挖钻机成孔过程中遇到淤泥等软弱地层时,孔壁容易坍塌。为了防止塌孔,稳定孔内水位及便于携带钻渣,采用膨润土制备成泥浆进行护壁;应按孔径大小和土质条件来调整钻斗的升降速度,升降钻具应该平稳,以回转提钻方式为宜。

(4)旋挖钻机在中风化、微风化等硬岩层中施工比较困难。施工中采用分级成孔、加压钻进,所加压力视钻机负荷能力及岩性而定。在钻头钻进效果差时,配合使用螺旋钻头,采取先破碎后捞取的方法,注意更换钻齿及保持钻齿具有良好的切削性能。

## 参考文献:

- [1] 刘伟. 旋挖钻机的发展及应用[J]. 建筑机械化, 2004, (11).
- [2] 祝景寰. BG系列旋挖钻机钻孔桩施工技术[J]. 铁道建筑技术, 2004, (4).
- [3] 韩金亭. 大口径旋挖钻机在桩基施工中的技术优势[J]. 西部探矿工程, 2002, (3).
- [4] 赵伟民, 吴雪梅, 胡长胜, 等. 多功能旋挖钻机发展中若干问题的研讨[J]. 建筑机械, 2004, (7).
- [5] 白云峰, 刘新华. 复杂地质情况下保证钻孔桩成孔的几种方法及措施[J]. 中国西部科技, 2004, (8).
- [6] 王欣. 旋挖钻机成孔灌注桩常见问题的分析及对策[J]. 吉林水利, 2004, (11).
- [7] 李粮纲, 陈惟明, 李小青. 基础工程施工技术[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2002.