

# 旋挖钻机与转盘钻机组合作施工法的应用

骆嘉成<sup>1,2</sup>

(1. 中国地质大学(武汉)环境学院,湖北 武汉 430074; 2. 温州浙南地质工程有限公司,浙江 温州 325006)

**摘要:**对旋挖钻机、转盘钻机各自特点和施工成本进行对比分析,提出组合施工方法设想,并通过工程实例得到成功实践,为以后类似工程提供借鉴。客观地提出了旋挖钻机的使用条件和面临的问题。

**关键词:**旋挖钻机;转盘钻机;组合

**中图分类号:**P634 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)11-0065-03

**Application of Combination Construction Method with Rotary Drilling Rig and Rotary Table Rig/LUO Jia-cheng<sup>1,2</sup>**

(1. School of Environmental Studies, China University of Geosciences, Wuhan Hubei 430074, China; 2. Wenzhou Zhenan Geo-engineering Co., Ltd., Wenzhou Zhejiang 325006, China)

**Abstract:** This article makes a comparison on the characteristics and construction cost between rotary drilling rig and rotary table rig, and puts forward the method of combination construction of these two types of rig. The successful application provides the reference to similar engineering. And applying conditions for rotary drilling rig and problems in the application are also presented.

**Key words:** rotary drilling rig; rotary table rig; combination construction

随着基础建设迅速发展,原先以转盘钻机为主的成孔设备已经无法满足市场需求。自 20 世纪 80 年代中期首次从国外引进旋挖钻机到现在可以自行设计制造,旋挖钻机得到快速发展,其以扭矩大、成孔速度快、自动化程度高等优点,广泛被应用于桥梁、市政、公路、工民建的桩基工程,但由于其价格昂贵、施工成本高、钻杆长度所限、对地层稳定性要求

高等因素,用在民用建设项目并不普遍。因此,如何利用好这种技术先进、环保节能的设备,值得深入研究。

## 1 旋挖钻机与转盘钻机的特点对比

旋挖钻机与转盘钻机的主要特点见表 1。

表 1 旋挖钻机与转盘钻机的特点对比表

钻机类型	适应地层	自动造浆护壁能力	自动化程度	单孔钻进速度	硬层钻进速度	需辅助设备	机械费用	动力来源	钻机自重/t	钻孔深度/m	钻机功率/kW	动力扭矩/(kN·m)	钻孔直径/m	在土层钻进速度/(m·h <sup>-1</sup> )	在砂层钻进速度/(m·h <sup>-1</sup> )	在卵石层钻进速度/(m·h <sup>-1</sup> )
旋挖钻机	稳定地层	无	高	快	快	多	高	柴油机	50~70	一般<80	大	大	0.8~2.5	12~15	8~12	2.5~4.0
转盘钻机	稳定、非稳定地层	有	低	慢	慢	少	低	电动机	8~10	可达100以上	小	小	0.5~5.0	8~10	4~6	0.3~0.8

## 2 问题的提出

### 2.1 工程概况

温州鹿城广场住宅一期桩基工程,由 3 栋 135~155 m 超高层,2 栋 2 层裙房与 2 层地下室组成,桩基形式为机械钻孔灌注桩,桩数 1072 根,桩径 800 mm,孔深 47~50 m,桩长 43~46 m,抗压桩桩端进入持力层⑥6.0 m,抗拔桩桩端进入持力层⑥3.0 m,包含春节假期在内,工期为 110 日历天,并以

每天奖罚 1 万元标准来控制工期。

### 2.2 地质特征(见表 2)

### 2.3 工程特点

大部分抗压桩集中在 3 幢高层区域,桩密集,施工区域狭小,每幢高层桩基施工区最多只能排 5~6 台转盘钻机,而转盘钻机在卵石层中钻进时间过长(12~15 h),这样施工工期就无法保证。旋挖钻机单孔钻进速度比较快,但通过试成孔试验,钻进到 15 m 处发生坍孔事故,必须经过人工造浆护壁方可

收稿日期:2008-05-07; 改回日期:2008-09-09

作者简介:骆嘉成(1968-),男(汉族),湖北蕲春人,温州浙南地质工程有限公司总工程师、高级工程师,中国地质大学(武汉)工程硕士在读,地质工程专业,从事地基与基础工程施工与管理工作,浙江省温州市新桥街道站前路 199 号,luojiacheng1968@sina.com。

表2 场地工程地质特征

层号	地层名称	层厚/m	地层简述
①	杂填土	1.30~3.75	颜色杂,成分不均,由混凝土、块石、砾石碾压及少量粘土组成
②	粘土	1.30~2.30	无层理,有光泽,韧性高,中~高压缩性,分布于场地中~东部
③ <sub>1</sub>	淤泥质粘土	1.40~7.00	无层理,流塑状,高压缩性,力学性质差,全场分布
③ <sub>2</sub>	淤泥质粉砂	2.20~10.10	无层理,夹粉砂团或薄层,含量15%~30%,土层不均,力学性质差,全场分布
③ <sub>3</sub>	粉砂夹淤泥	2.20~11.70	松散~稍密,饱和,淤泥团含量10%~30%,中压缩性,力学性质一般,以夹层形式局部分布
④	淤泥质粘土	6.30~12.50	流塑,无层理,局部粉砂含量高,高压缩性,力学性质差,全场分布
⑤ <sub>1</sub>	含粘性土粉砂	0.85~3.50	饱和,稍密为主,粘土含量10%~30%,中压缩性,力学性质好,全场分布
⑤ <sub>2</sub>	淤泥质粘土夹粉砂	3.30~8.87	流塑状,粉砂含量10%~20%,韧性中等,高压缩性,力学性质差,全场分布
⑥	卵石	4.30~35.45	中密,硬质火山岩,呈中风化,粒径70~110 mm,大者达130 mm以上,含量55%~75%,局部达80%,粘土含量5%~10%,局部含粒径达300 mm漂石,低压缩性,力学性质好,全场分布

继续钻进,这样成孔费用增大。如何既能保证工期又能控制施工成本是本工程面临的关键问题,结合转盘钻机与旋挖钻机施工特点,我们提出了组合施工方法的设想。

## 2.4 对比试验

### 2.4.1 单孔进度对比

为了验证两种设备施工进度,在开工前各进行2个孔钻进试验,桩径800 mm,孔深50 m,进入持力层⑥6.0 m。试验设备分别选择ZY-200型旋挖钻机和GPS-20型转盘钻机。具体数据见表3。

表3 旋挖钻机与转盘钻机单孔成孔进度对比表

钻机类型	泥浆护壁情况	非卵石层钻进时间/h	卵石层钻进时间/h
ZY-200型旋挖钻机	人工造浆护壁	3.5~4.0	2.0~2.5
GPS-20型转盘钻机	自然造浆护壁	7.5~8.0	12~16

### 2.4.2 单孔成孔费用对比

根据本场地地质条件及工程设计要求,结合本地区人工费、机械费、材料费市场行情,其费用构成详见表4。

## 2.5 对比试验的结论

表4 旋挖钻机与转盘钻机单孔成孔直接费用对比表

钻机类型	人工造浆总费用/元	非卵石土层钻进				卵石层钻进				
		人工费用/元	机械费用/元	能耗费用/元	辅助设备费用/元	人工费用/元	机械费用/元	能耗费用/元	辅助设备费用/元	耗材费用/元
ZY-200型旋挖钻机	950	120	850	520	140	90	500	380	100	690
GPS-20型转盘钻机	无	300	440	350	0	460	530	440	0	75

(1)在本工程的地质条件下,若不进行人工造浆护壁,旋挖钻机无法钻进。

(2)在非卵石层(44.0 m以浅),旋挖钻机进尺较快,但与转盘钻机相比,单孔钻进时间上只提前约4 h,优势不明显,而在卵石层中钻进效率上旋挖钻机优势较明显,单孔钻进时间提高约12 h。

(3)从表4中可以看出,旋挖钻机单孔成孔费用为4340元,转盘钻机单孔成孔费用为2595元,主要费用差别在于人工造浆与旋挖钻机耗材上。

## 2.6 提出组合施工方法

根据2种设备各自特点,结合本工程的实际情况及设计要求,综合考虑2种设备成孔的费用,假若卵石层以上的土层采用转盘钻机钻进,旋挖钻机只钻进卵石层的方案可行,至少在以下3个方面受益。

(1)由于转盘钻机具有自动造浆护壁功能,利用地层中含有大量粘土,在进入卵石层前,将孔内及泥浆池中泥浆性能调节到适合旋挖钻机钻进的指标,这样既解决了旋挖钻机无法自身造浆护壁技术

问题,又节省了人工造浆费用。

(2)发挥2种钻机在不同地层条件下各自的优势,提高设备使用效率,施工进度可大大提高,工期可成倍地缩短。

(3)根据前面试成孔的费用对比,实行新方法成孔单孔费用2850元,与旋挖钻机单独成孔(4340元)相比费用降低1490元,降低率为34.3%,与转盘钻机单独成孔(2595元)相比,费用增加255元,增加率为9.8%。尽管组合施工法比转盘钻机单独成孔费用略有增加,但是工期可得到保证,而且可以减少旋挖钻机数量。

## 3 施工中须解决的技术问题

### 3.1 垂直度问题

旋挖钻机在成孔时垂直度精度要求比转盘钻机高,该问题若解决不好,必然导致旋挖钻机重复扫孔,不仅浪费混凝土而且可能因破坏孔壁泥皮产生坍塌、埋钻事故。解决方案是:首先选择机身较重、

整体性较好、钻塔刚性好的钻机,如 GPS-20 型钻机,其次在开钻前认真检查钻机的天车与转盘中心的同心度,钻杆连接形式与法兰水平度对成孔垂直度影响最大,故在每台钻机提钻后要立即作垂直度检测,合格后方可使用旋挖钻机。

### 3.2 泥浆护壁问题

旋挖钻机能否正常钻进卵石层取决于泥浆护壁,而泥浆能否护壁成功最关键的是 2 个指标:密度与粘度。由于孔内泥浆含砂率非常高,有的高达 22% 以上,一旦转盘钻机移位后,泥浆停止循环,原泥浆中 2 指标会发生改变而降低护壁能力。在转盘钻机钻进时往泥浆里加入 PHP 浆液,能快速解决这项技术问题。PHP 浆液的配置方法与程序为:

聚丙烯酰胺 (PAM) (分子量大于 1000 万)  
 $\xrightarrow[\text{稀释成浓度为 } 1\% \sim 1.5\%]{\text{水温 } 70\text{ }^\circ\text{C} \text{ 左右水解 } 24 \text{ h 以上}}$  加入火碱粉剂

$\xrightarrow[\text{用量为 PAM 的 } 10\%]{\text{搅拌均匀}}$  形成浓 PHP 浆液  $\xrightarrow[\text{加入到泥浆中}]{\text{按体积比为 } 1}$  形成改良后复合泥浆。

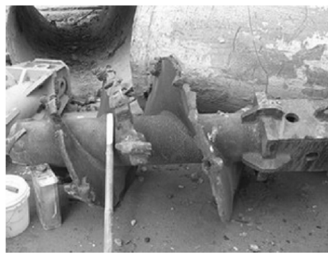
改良后复合泥浆指标稳定,密度达到 1.39 ~ 1.47 kg/L,粘度可达 35 s 以上。

### 3.3 旋挖钻机在卵石层中钻进效率

本工程旋挖钻机在卵石层中钻进先后使用了如图 1 所示的 3 种形式钻头,在工程开始时选择 (a) 钻头钻进,发现钻机扭转较大,机身抖动厉害,经常有断齿、掉齿现象,而且进尺缓慢,甚至无法钻进,故必须在使用 (a) 钻头之前先使用 (b) 钻头进行松动卵石层,每小时进尺 1.0 ~ 1.3 m,由于更换钻头耽误时间较长,钻进效率不高,后更换成 (c) 钻头钻进,此时每小时进尺 2.5 ~ 4.0 m,钻进时机身平稳,说明扭矩小,子弹头截齿损耗少,平均每孔 1.5 颗,并且钻头维修时间短,一般在 1.5 h 以内。



(a) 双层双开门斗齿钻头



(b) 短螺旋钻头



(c) 双层双开门子弹头截齿钻头

图 1 现场使用的 3 种钻头

## 4 组合施工法取得的效果

经过不断探索、改进、磨合,施工进入第 4 周后,工程进展非常顺利。

在施工质量方面,未发生任何坍塌埋钻事故,未出现钢筋笼下不到底现象,混凝土充盈系数控制在 1.15 左右,说明孔壁完整。

在施工成本方面,旋挖钻机在卵石层钻进,通过对全部人工、材料、机械费用核算,每米实际费用在 280 ~ 300 元之间,相比转盘钻机提高约 80 ~ 100 元,主要表现在旋挖钻机耗材上。子弹头截齿在进度上得到了提高,缩短了工期,是本次组合施工法最突出的效果,在单孔钻进中,由原转盘钻机需要 12 ~ 15 h,用旋挖钻机缩短到 1.5 ~ 2.5 h。本工程在采用组合施工法后,使总工期提前 35 天,令业主、监理单位非常满意,为公司取得了良好的社会效益。

## 5 结语

本工程中旋挖钻机与转盘钻机组施工方法的成功,为以后类似工程提供了可供借鉴的经验。但是这种组合方法也是有条件的。

(1) 尽管旋挖钻机功率大,扭矩大,而目前国内钻机钻杆长度一般不超过 80 m,故对孔深超过 80 m,尤其是下面有硬层时,旋挖钻机不适合;

(2) 若解决不了地层稳定问题,旋挖钻机无法作业;

(3) 若旋挖钻机在提升钻杆时速度过快,对孔壁产生局部负压,也会发生坍塌埋钻事故,故对不同地层应进行现场试验,取得经验提升数据,一般不宜超 0.5 m/s。

(4) 尽管旋挖钻在成孔速度上比转盘钻机要快些,但成本相对要高,故一般工程量小、工期不是很紧的普通民用工程并不常用。

欢迎订阅 2009 年《探矿工程(岩土钻掘工程)》杂志!