

潜水钻机在粘性土中的成孔技术

樊勇军, 周相国, 班永表, 揭义坚
(天津市地质基础工程公司, 天津 300191)

摘要:沿海地区第四系覆盖层,上部软土地层主要为粘性土。钻孔灌注桩在采用潜水钻机成孔过程中,上部软粘土对成孔质量和最终成桩质量的影响都很大。潜水钻机成孔过程中出现的质量问题主要有桩顶冒水、桩身夹泥、缩径、露筋、糊钻、成孔垂直度差等,分析了产生这些质量问题的原因。总结潜水钻机在粘土中成孔控制的技术要点,包括施工准备阶段、施工阶段、清孔阶段的控制,以及其他措施。

关键词:粘性土;潜水钻机;成孔技术;成孔质量;钻孔灌注桩

中图分类号:TU473.1⁺4;P634 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2016)04-0080-03

Boring Technology by Submersible Drill in Cohesive Soil/FAN Yong-jun, ZHOU Xiang-guo, BAN Yong-biao, JIE Yi-jian (Tianjin Geology Foundation Engineering Company, Tianjin 300191, China)

Abstract: The upper soft soil layer is mainly cohesive soil in coastal quaternary overburden layer, which has great effects on the hole and the final pile quality in the drilling process of submersible drill. The quality problems are water emitting from the top of pile, mud mixed in pile body, diameter shrinkage, reinforced steel exposing, bit balling and hole verticality deviation, and these related causes are analyzed. The paper summarizes the key points of boring control technology by submersible drill in clay, including the control in construction preparation stage, construction stage and hole cleaning stage, as well as other measures.

Key words: cohesive soil; submersible drill; boring technology; boring quality; bored grouting pile

0 前言

天津地区上部地层属第四系,多数基础形式采用灌注桩,桩基一般穿越上部软粘土达到深部粉土或者砂土层做为持力层。潜水钻机结构简单,工作效率高,实用性强,成本低,在第四系覆盖层和沿海地区软土地层区域得到了广泛推广应用。目前,仍然是天津地区钻孔灌注桩成孔的主要设备。然而,正因为钻机结构简单轻便,转速快等特点,在采用潜水钻机成孔过程中,上部软粘土的成孔质量对最终成桩质量的影响是很大的,比如软粘土的缩径、糊钻、夹泥等问题。本文根据一些工程中上部软粘土成孔过程中表现出的问题,以及由于成孔造成的遗留问题引起的成桩质量问题,通过分析,总结上述情况发生的特点,提出潜水钻机在粘土中成孔应该控制的技术要点,希望对以后的工程施工有所帮助。

1 潜水钻机成孔工作原理

潜水钻机的工作原理与一般的工程钻机不同之处主要是动力,工程钻机驱动力在钻机平台上,利用自重下切土层;潜水钻机动力作用在水下的钻头上,

减速机构与钻头紧紧相连在一起,潜入水下工作。潜水钻机所用钻头采用的是镶硬质合金的笼式钻头。潜水钻机上部接一节钻杆通过合箱固定在轨道小车上。在钻进过程中,通过钻机小车上固定的卷扬提升并加、卸钻杆进行钻孔作业^[6]。

2 潜水钻机在粘性土中成孔引起的一些质量问题的分析

在天津地区,许多桩基显现出来的质量问题都与粘性土中成孔质量有关。

2.1 桩顶冒水

表现在桩侧或者钢筋旁边。这种现象有几个因素造成:成孔过程中粘土造浆形成的泥皮太厚,承压水头超过了桩顶标高,基坑开槽时随上部土层压力释放,承压水沿较厚泥皮部位上返,产生冒水现象;桩身缩径会使钢筋笼主筋外露,由于混凝土与钢筋收缩率有差异,会引起主筋侧面渗水现象;或者是钻进过程形成的粘土块,在灌注过程中留滞在桩身上部,形成泥水包,在开槽后,随上部土层压力释放,泥水包的泥水也会产生返水现象,这种情况在一段时

间后会消失。如图1所示。

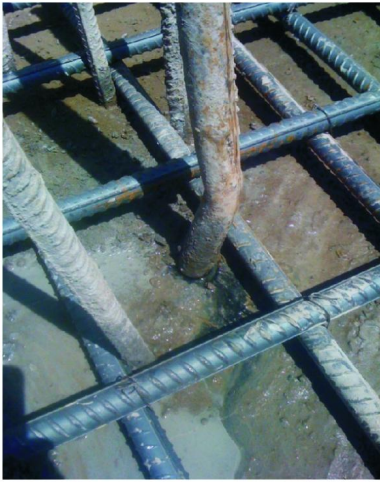


图1 冒水现象

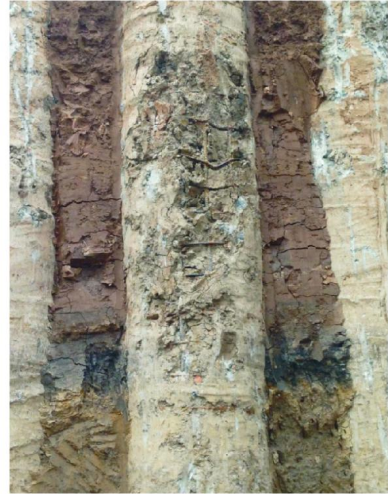


图3 缩径、露筋

2.2 桩身夹泥

潜水钻机在粘土层中钻进速度过快,会形成泥条或泥块,正循环清孔难以清理干净,灌注混凝土过程中泥条留在了桩体内。如图2所示。



图2 桩身夹泥

2.3 缩径、露筋

潜水钻机在粘土层中钻进成孔过程采用自然造浆,泥浆性能控制差,造成孔壁上径向应力大于孔内液柱压力,浆液对孔壁没有形成有效的保护,导致成孔缩径所致。如图3所示。

2.4 糊钻

在粘性土中采用钻头为笼式钻头,钻头结构不合理、操作不当(蹩钻)等因素引起。糊钻后成孔进尺慢,需提出钻头进行清理,加大了对孔壁的多次扰动,并且严重影响施工效率。

2.5 成孔垂直度差

在上部粘土层中蹩钻、软硬互层钻进控制差、钻进速度太快等因素会引起成孔垂直度偏差大,超出规范要求的范围,从调整结构的方法进行补救,会增加较大的施工成本。如图4所示。



图4 成孔垂直度偏差

3 潜水钻机在粘性土中成孔质量问题表现出的规律

通过几个工程实践分析,潜水钻机在粘性土中成孔质量问题发生有以下几个特点。

(1) 灌注桩成孔深度浅,上述问题越容易发生。成孔深度浅,成孔时间相应较短,自然造浆过程不充分,孔壁形成的泥皮还没有形成有效的保护,在后续工序不紧凑的情况下,容易造成孔身缩径现象;成孔时间短,成孔过程中形成的泥块及泥条充分破碎时间就短,容易造成孔底沉渣过厚、灌注过程中桩身夹

泥等现象。

(2) 灌注桩桩径越大, 上述问题越容易发生。在灌注过程中, 不容易使没有充分切削而形成的泥块回顶到桩顶, 而是很容易留滞在桩侧或桩身; 桩径越大, 对灌注导管的埋深要求越高, 控制不好导管内混凝土超压力与管外混凝土泥浆阻力的比例, 将会造成浅部混凝土的密实性较差问题。

(3) 粘土层越厚, 越容易产生问题。比如成孔过快, 粘土层太厚, 会造成糊钻, 在不提钻情况下难以通过泥浆作用、操作方法等有效清除, 只能提钻处理; 比如潜水钻机在粘土中上部开孔阶段, 由于自重小, 操作手容易拉起钻机蹩钻, 造成成孔垂直度受到影响。

(4) 灌注桩顶下返深度小, 越容易产生问题。在这种情况下, 主要受灌注混凝土的影响较大, 在灌注到最后阶段, 由于埋管深度越来越小, 管内混凝土压力难以回顶管外混凝土上升, 回顶到上部的浮浆或浮浆内的粘土块状物很容易留滞在桩顶, 造成开槽后桩顶夹泥、桩头直径小于设计值、桩顶混凝土质量达不到设计强度等问题。

4 潜水钻机在粘性土中的成孔控制

针对潜水钻机成孔质量问题, 我们采取如下几个方面的控制措施。

4.1 施工准备的控制

施工前, 首先对场地进行有效的硬化处理, 保证施工场地的平整度和硬度, 这对控制钻孔垂直度有帮助; 其次对机长和操作工人加强施工前的技术交底工作, 做到全员参加, 重点要交待清楚项目的特殊点, 关键的控制点, 地层的变化情况等要点。并制订绩效管理机制, 提升操作者的工作责任心。

4.2 施工阶段的控制

4.2.1 重视开孔的成孔质量

一般的施工场地上部粘性土地层较为复杂, 地下障碍物、回填土等不良地质情况会对开孔质量有很大影响, 并且潜水钻机自身较轻便, 导正系统简单, 在开孔阶段自重较小, 保证不了垂直度要求。在成孔穿过不良粘土地层到原状粘土层, 一定要特别注意, 钻进时钢丝绳要轻吊钻机, 上下窜动钻机后要检测成孔垂直度并及时修正, 直到钻头到达稳定粘土地层, 此时, 由于孔壁稳定, 泥浆性能调整到位, 对钻机有较强的约束, 可适当加快钻进速度。

4.2.2 进入粘土层的成孔控制

进入粘土层, 为避免糊钻, 操作手要尽量减少蹩钻现象, 并采取间隔一段时间上拉钻头, 然后缓慢下放的钻进方式, 防止粘土附着固结在钻头上; 为避免形成泥条或粘土块, 可适当降低钻进速度, 保持钻杆始终处于拉伸状态下, 严禁松开升降机刹把进行钻进的方法; 泥浆密度控制在 $1.25 \sim 1.3 \text{ g/cm}^3$, 不宜太大, 粘度可控制在 28 s 左右, 以提高泥浆携带钻渣的能力。

4.3 清孔的控制

在粘土层中成孔終了, 第一次清孔必须作为重点控制工序。如果粘土层成孔过程中形成较大的泥块和泥条, 在二次清孔的过程中, 采用导管正循环清孔的方式是很难清理出孔内的。所以, 终孔后需经过较长时间的清孔来保证孔底沉渣没有较大泥块, 并保证在提钻到二次清孔的这段时间内, 泥浆沉淀的物质内没有较大的泥块存在。具体操作时, 在快要终孔时提前置换泥浆, 终孔后应将钻具上下活动并慢速转动一段时间, 以破碎泥块, 清孔时间以保证泥浆密度达到 1.2 g/cm^3 左右为宜, 并达到孔口无泥块返出, 泥浆出孔口能翻出水花, 手感良好。理论上, 泥浆在保证护壁性能的前提下, 能置换已经变质的护壁泥皮, 使泥皮厚度尽量薄, 以便混凝土的灌入把泥浆挤出, 让桩体尽可能与桩周土接触, 在保证桩侧摩阻力充分发挥的前提下, 防止桩侧冒水等现象发生。

4.4 其他措施

(1) 在粘土层中钻进时选择钻尖和钻齿要稍长的钻头, 钻头上的钻齿要布置合理, 保证所切削地层的轨迹能相互交错, 并有重叠, 使地层切削均匀。

(2) 在地层允许的情况下可要求在钻机上加装扶正器, 防止孔斜度超差。

(3) 成孔结束后, 后续工作连续性要强, 灌注时要求放置合格的隔水塞, 灌注过程中要保证埋管深度, 灌注结束时要保证桩顶超灌要求。

5 施工的效果

通过对潜水钻机成孔过程及其他方面的改进, 有效地提高了潜水钻机在粘土中成孔控制技术。在改进后的施工项目上, 经开槽实物感官检查和桩身完整性检测, 桩基的质量合格率得到大幅提升。对这几年来施工的主要桩基项目收集资料, 开槽后桩基的完整性检测(低应变动力检测)和桩位偏移情况见表 1^[6]。(下转第 87 页)

钻探技术信息交互平台、钻探施工设计系统和钻探施工过程管理信息系统 3 个主要系统。

(2) 采用 MVC 的系统架构, 结合 PC 终端和移动终端的应用模式, 研究开发了地质钻探施工管理信息系统(GDMIS), 该系统实现了钻探合同和施工设计, 钻探生产的人员、设备、材料等基础资料配置, 以及钻探生产班报表、钻探生产历史档案, 以及统计分析等功能。

(3) 地质钻探施工管理信息系统经过 256 个钻孔的野外生产使用证明, 该系统可实现地质钻探钻孔全寿命周期的信息化管理, 有力提高了地质钻探的信息化管理水平和生产效率; 实现钻孔信息高度共享, 满足钻探技术管理部门的需求, 可做到实时监测钻孔生产全过程的运行情况, 及时发现和处理问题。

推广地质钻探施工管理信息系统, 可实现省部、国家级的钻探资料共享、查询、统计和分析, 可整体上提高我国钻探施工管理水平, 有利于推动我国钻

探技术的进步。

参考文献:

- [1] 南卓铜, 李述训, 程国栋. 工程钻探信息系统的设计与实现[J]. 地质与勘探, 2002, 38(4): 78-82.
- [2] 郭雅芬, 过仲阳. 基于 WebGIS 的岩心管理信息系统开发[J]. 科技情报开发与经济, 2006, 16(13): 177-178.
- [3] 肖文波, 基于分布式体系结构的地勘项目管理系统的设计与实现[D]. 湖北武汉: 中国地质大学(武汉), 2007.
- [4] 王维, 宋友桂, 张勇, 等. 青海湖国际环境钻探信息系统[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2007, 27(3): 68, 76.
- [5] 张晨. 基于变异系数法对地质钻探信息模型及数据库研究[J]. 铁道标准设计, 2014, (S1): 24-26.
- [6] 李珍辉, 段斌, 张细政. J2EE 平台上基于 MVC 的科研信息系统开发[J]. 重庆工学院学报, 2007(9): 119-123.
- [7] 陈繁, 管群, 赵伟庆. 基于 Rails 的辅助教学系统的设计与实现[J]. 电脑知识与技术, 2010, 6(19): 5151-5154.
- [8] 殷忆晨. 基于 Ruby on Rails 技术的信息系统的设计与开发[D]. 江苏南京: 南京理工大学, 2010.
- [9] 张巨俭, 甘仞初. 管理信息系统的发展方向及实现技术[J]. 计算机应用研究, 2003, 20(1): 8-10.
- [10] 邹小琴. 基于网络的管理信息系统研究[J]. 计算机应用研究, 2002, 19(1): 38-39.

(上接第 82 页)

表 1 桩基施工情况

项目	总桩数/ 根	桩位偏移合 格率/%	桩基低应变动力 检测 I 类桩/%
碧春园桩基工程	589	95	96.6
滨海(空港)生产营业综合楼桩基工程	346	100	97
太阳城 6 号地二、三期桩基工程	691	98.5	96.57
王顶堤南地块 1-19 楼桩基工程	1097	99	98.86
欣悦华庭(商住小区)1 号楼桩基工程	297	98.6	100

6 结语

潜水钻机在粘土层中成孔工艺, 效率高, 经济效益显著, 比其他回转钻机有很大的优势。但机身较轻、结构简单, 很容易造成质量问题。通过设备钻头改进、成孔过程重点控制、加强技术管理、提高操作人员素质等方法, 可使其在粘土层中施工应用时, 能

有效地控制成孔质量问题。

参考文献:

- [1] JGJ 94—2008, 建筑桩基技术规范[S].
- [2] DB/T 29—112—2010, 钻孔灌注桩成孔、地下连续墙成槽检测技术规程[S].
- [3] 吴君清. 超长钻孔灌注桩的施工方法及质量控制[J]. 福建建设科技, 2005, (2): 9-10.
- [4] 肖光庆, 袁桂华, 张勇, 等. 双向螺旋挤土灌注桩(SDS)的技术优势与施工问题研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2015, 42(3): 61-64.
- [5] 方卫国. 钻头设计中的一些问题[J]. 地下水, 1984, (2): 42-49.
- [6] 樊勇军. 潜水钻机垂直度控制技术[J]. 施工技术, 2013, (7): 43-44.
- [7] 戴斌. 钻孔灌注桩泥浆护壁工程性状研究[J]. 铁道建筑技术, 2003, (3): 36-38.
- [8] 林礼进. 优质泥浆在旋挖钻孔灌注桩护壁中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(11): 52-60, 80.
- [9] 管频. 钻孔灌注桩基础施工两个关键环节质量控制的分析[J]. 甘肃农业大学学报, 2000, (3): 345-350.