

旋挖桩孔内掉钻螺杆机械手打捞施工技术

刘峥志¹, 雷 斌², 王怀营³, 李忠成³

(1. 深圳市工勘建设集团有限公司 总工办, 广东 深圳 518063;
2. 深圳市工勘岩土集团有限公司 技术中心, 广东 深圳 518063; 3. 江门宝锐机械工程有限公司, 广东 江门, 529075)

摘要:目前旋挖钻机在施工时,由于各种原因旋挖钻头孔内掉落事故时有发生,由于掉落的钻头处于孔底最深达数十米的泥浆中,打捞难度大。现阶段打捞钻头的方式普遍存在成本高、不安全、成功率低等弊端。为此,研发一种可安装在旋挖机钻杆上,并通过钻杆下放到深孔内打捞钻头的机械手。通过旋挖钻机旋转钻杆,操控机械手的开合,使其牢固抓住掉落钻头顶部的凸出方套,从而使机械手与掉落的钻头建立连接,再通过旋挖钻机提升钻杆将掉落的钻头打捞出孔,达到快捷、准确、安全、经济的效果。

关键词:旋挖桩;螺杆;打捞钻头;机械手;施工技术

中图分类号:TU753 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)19-0140-05

旋挖钻机工作原理多采用连接钻杆的钻头在孔内循环取土、卸土,直至钻至符合设计深度。旋挖钻头与钻杆的连接多采用钻头顶部的方套与钻杆下部分方头连接,将钻杆的方头插入钻头的方套内,再插上两根连接销轴及保险销便可完成钻头安装。

在旋挖桩成孔过程中,由于持续的旋转钻进,钻杆承受较大的扭矩,容易造成连接销轴疲劳,固定连接销轴的保险销断开,或由于钻头入孔前销轴固定操作不规范而导致松动脱落问题,使得钻杆方头与钻头方套脱落,造成钻头孔内掉落事故^[1]。

旋挖钻头孔内掉落事故时有发生,由于掉落的钻头处于孔底最深达数十米的泥浆中,打捞难度大。目前,最常用的处理方式有以下3种:一是派潜水员潜入孔内打捞,利用钢丝绳将钻头固定后吊起^[1-6]。此种打捞方法危险性较大,尤其当钻孔深度超过50 m时,潜水员在孔内承受超限水压力,难以实施下潜打捞。二是借助钢丝绳下打捞钩沉入孔底,进行盲式打捞。这种打捞方式由于钢丝绳和打捞钩之间是软连接,而且钻头位于几十米深的泥浆中,难以钩住掉落的钻头,耗时长,打捞成功率低。三是在各种打捞办法无效时,对掉落钻头的孔桩进行设计变更,对原桩孔报废回填,并在桩位附近重新进行补桩(用2根桩代替),加大施工承台^[2]。该方法大大增加了施工成本,拖延工期,经济损失大。

针对目前旋挖钻头打捞方式的主要弊端,通过研究旋挖钻头的结构特性,特制可直接与旋挖钻机钻杆连接的打捞机械手。将机械手下放至孔底钻头脱落位置,通过旋挖钻机旋转操控机械手的开合,使其牢固抓住钻头顶部的方套凸出部位,从而使机械手与掉落的钻头建立新的连接,再通过旋挖钻机提升钻杆将掉落的钻头打捞出孔。通过数个项目的打捞应用,达到了快捷、准确、安全、经济的效果。

打捞机械手能够快速与旋挖机连接,继而下放到孔底,快捷打捞掉落钻头或其他掉落物,具有较强的实用性,以及以下创新性:①带有与旋挖钻头相似的连接方套,可与旋挖钻机钻杆实现快速安装运行,与旋挖机配合可独立完成打捞工作;②采用螺杆原理通过旋挖机旋转螺杆控制机械手的开合,机械手采用仿生设计,可精准打捞掉落钻头,成功率高。

1 应用实例

1.1 某世纪大厦桩基础工程

某世纪大厦桩基础工程位于深圳市罗湖区,用地面积9 321 m²,总建筑面积88 000 m²,场地拟建2栋高层建筑、4层地下室。工程桩采用旋挖钻孔灌注桩,持力层为微风化花岗岩。桩基础桩径为1.2、1.4、1.6、1.8、2.0 m。

ZH2-452#旋挖桩,设计桩径2.0 m,采用旋挖钻孔工艺成孔。钻进过程中,出现掉钻事故,通过

收稿日期:2023-05-26

作者简介:刘峥志(1980—),男,广东湛江人,深圳市工勘建设集团有限公司总工办,主任,高级工程师,硕士,研究方向为土木工程施工;雷斌(1963—),男,江西吉安人,深圳市工勘岩土集团有限公司,教授级高级工程师,研究方向为岩土工程施工;王怀营(1980—),男,山东菏泽人,江门宝锐机械工程有限公司,研究方向为桩、墙、锚基础机械化施工钻具和基础施工工艺;李忠成(1974—),男,黑龙江讷河人,江门宝锐机械工程有限公司,研究方向为旋挖钻具研发和基础施工工艺。

现场测量探明,钻具底部位于地下深度 56.5 m 位置处。在采用打捞钩方法打捞,经多次努力后未果。经建设、监理及项目部共同探讨,采用自主研发的螺杆原理打捞钻头施工技术,项目部利用该机械手高效便捷地完成了事故处理,顺利将脱落钻头打捞出孔,花费成本共 1.3 万元,打捞用时 0.5 d,得到各方参建单位的一致好评。

1.2 某银行大厦桩基础工程

某银行大厦桩基础工程位于深圳市前海片区,项目规划拟建 2 栋超高层建筑物(27 层),建筑高度为 144 m,裙楼 4 层,设置 4 层地下室。桩基础采用旋挖钻孔灌注桩,持力层为微风化花岗岩。微风化岩层埋藏深度介于 43.30 ~ 73.20 m,该层层厚 5.00 ~ 11.10 m。桩径分别为 1.4、2.0、2.2、2.8、3.0 m。

D2# 旋挖桩,设计桩径 2.2 m,采用旋挖钻机施工。钻进过程中,电机出现故障,现场由于更换新的电机功率超出额定值,造成钻机钻速太快,钻头钻进过程中超负荷运转,在钻进至深度 60.4 m 位置处发生钻头掉落。采用自主研发的螺杆原理打捞钻头施工工法进行处理。采用气举反循环进行清孔,将覆盖在掉落钻头的沉渣清理干净。将原孔内泥浆置换为含砂率低、比重较小的泥浆,以减轻提升钻头的压力。清孔完成后,第一时间开始打捞钻头,防止沉渣再次沉淀堆积在钻头上。

利用机械手高效便捷地完成了事故处理,机械手重复利用,未花费费用,影响工期 0.5 d,取得了较好的社会效益和经济效益。

2 旋挖桩孔内掉钻螺杆机械手打捞施工工艺

2.1 适用范围

1) 适用于打捞各种掉落孔内的旋挖钻头、旋挖钻头底门板及其他物件。

2) 适用于打捞直径不大于 2 500 mm、钻头重量小于 10 t 的旋挖钻头。

3) 适用于抓取部位尺寸大于 260 mm、小于 800 mm 的掉落物。

2.2 打捞机械手结构设计

打捞机械手由连接方套、螺杆、组合螺母、连接杆、定位法兰、打捞钩等组成,其模型图、结构示意图、实物图如图 1 所示。

2.2.1 连接方套、螺杆

打捞机械手顶部设计一个连接方套,与旋挖钻头方套相同,用于与旋挖钻机钻杆安装相连,使打捞机械手可以借助钻机的钻杆下放至桩孔内部进行打捞作业。连接方套外缘尺寸为 420 mm×420 mm。

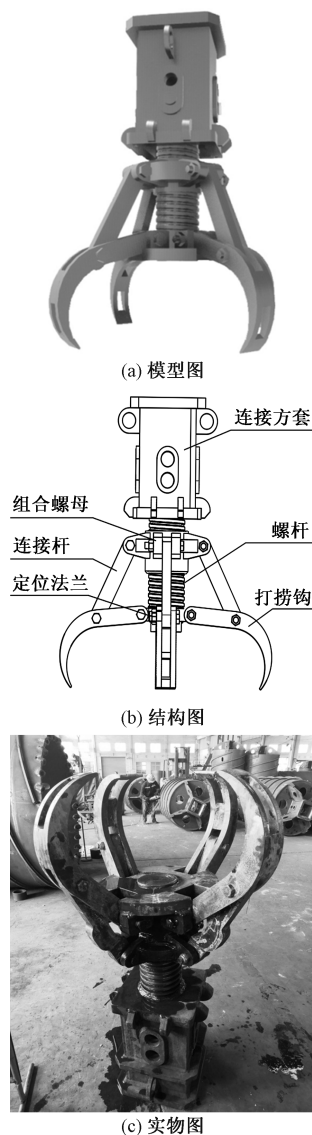


图 1 机械手

螺杆外径为 200 mm,通过焊接与连接方套形成一个整体。主要功能为连接打捞钩,使组合螺母、定位法兰可沿其顺、逆时针方向旋转。螺杆末端定位法兰位置处仅设置卡槽,不设丝扣,使得定位法兰可旋转,但不能上下运动。连接方套及螺杆实物图如图 2 所示。

2.2.2 组合螺母、连接杆、定位法兰

组合螺母与螺杆采用螺纹连接,外侧设有连接耳与连接杆通过螺栓连接,可在螺杆中通过顺、逆时针方向旋转进行上下活动。组合螺母的上下活动作用于连接杆,从而实现打捞钩的开合。

连接杆的两头分别通过螺栓连接组合螺母的连接耳以及打捞钩中部。组合螺母在上下运动的过程中通过连接杆作用于打捞钩,使得打捞钩可以内外开合,实现抓取钻头。

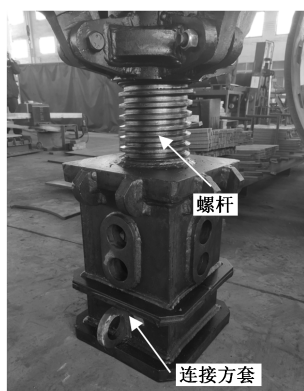


图2 连接方套与螺杆实物图

定位法兰固定于螺杆最底部,螺杆外仅设卡槽,不设丝扣,所以定位法兰可沿螺杆轴心旋转,但不能上下运动。定位法兰外侧设连接耳与打捞钩通过螺栓连接,使得打捞钩可以在定位法兰处合拢或张开。定位法兰、组合螺母、连接杆实物图如图3所示。

2.2.3 打捞钩

通过打捞钩的合拢与张开来实现抓取、松开掉落钻头。考虑到连接方套为正四边形,因此对称设计共4个打捞钩套。打捞钩张开最大尺寸为1000 mm,合拢最小尺寸为260 mm,因此可以牢靠夹取尺寸为360~420 mm的钻头方套或其他尺寸适合的物件。打捞钩实物图如图4所示。

2.3 机械手打捞原理

在打捞钩张开至最大的状态下,将打捞机械手安装到旋挖钻机的钻杆上。利用旋挖钻机钻杆的伸缩功能把机械手缓慢下放至孔内掉钻位置。下放过程中,不旋转钻杆。当机械手触碰到掉落钻头时,钻杆停止下放,开始控制钻杆沿逆时针方向转动;钻杆转动带动连接方套和螺杆同时转动,打捞钩也随之转动。当打捞钩旋转碰到掉落钻头方套固定板时,转动受阻,停止转动。此时连接方套和螺杆仍然继续转动,使得组合螺母沿着螺杆向下运动,而定位法兰只沿螺杆旋转不能上下活动,所以组合螺母与定位法兰之间的距离被压缩,通过连接杆作用于打捞钩,使得打捞钩向内收缩,完成打捞钩的合拢;当钻杆逆时针旋转受阻,则显示机械手与钻头方头完全夹紧,打捞钩紧紧捕捉住掉落钻头。此时,通过提升钻杆将掉落钻头打捞出孔。

机械手工作原理如图5所示,机械手在打捞掉落钻头实例如图6所示。

2.4 工艺流程

基坑支护全护筒咬合桩钢筋笼定位施工工艺流程如图7所示。

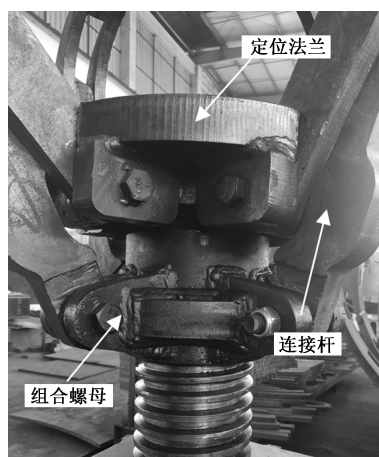


图3 定位法兰、组合螺母、连接杆实物图

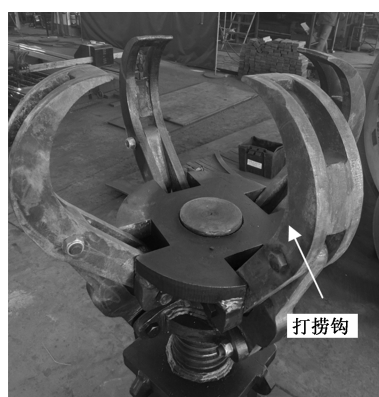


图4 打捞钩实物图

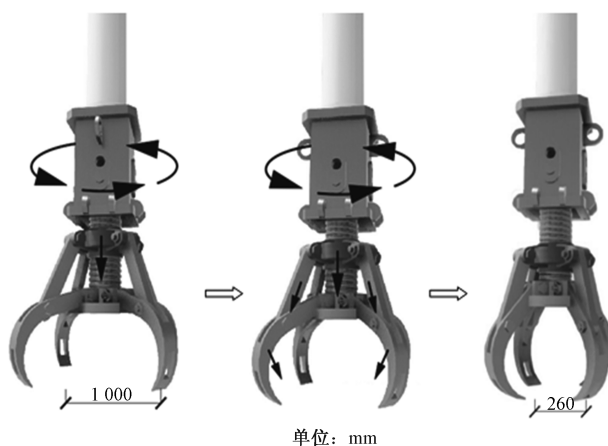


图5 机械手工作原理示意图

2.5 操作要点

1) 打捞前准备工作。①掌握孔内掉落钻头的详细情况,包括事故经过、钻头型号、大小、掉落位置等;②测量孔内实际深度,与掉落钻头的位置进行比对,摸清孔内沉渣厚度;③检查机械手完好情况,备好泥浆等辅助打捞工具。

2) 掉落钻头沉渣清孔。①调配好清孔泥浆,采用空压机形成气举反循环清孔,将孔内覆盖掉落钻



图 6 机械手打捞钻头实例

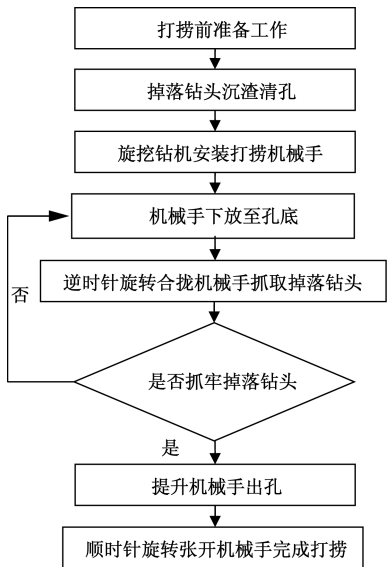


图 7 施工工艺流程

头的渣土清除干净,防止沉渣过厚覆盖掉落钻头方套以及加重钻头重量;②清孔至掉落钻头全部露出为宜,并尽可能往下清理孔内沉渣,为掉落钻头提升出孔减少阻力。

3)旋挖钻机安装打捞机械手。①按照旋挖钻头安装方式进行安装机械手,并确保连接销轴安插到位,以及保险销固定牢靠;②安装完成后,检查、确认机械手安装牢固。旋挖钻机打捞机械手安装具体如图 8 所示。

4)机械手下放至孔底。①将旋挖钻机就位,并对准桩位;②下放机械手时缓慢放入,当下放受阻时则停止,并核对钻杆下放深度与掉落钻头方头套内位置是否一致。机械手孔内下放具体如图 9 所示。

5)逆时针旋转合拢机械手抓取掉落钻头。①当



图 8 机械手安装完成



图 9 机械手孔内下放模拟图

确认入孔的机械手下放触碰到掉落钻头时,停止下放钻杆,此时开始逆时针方向缓慢旋转钻杆,当机械手的打捞钩触碰掉落钻头方套固定板后则停止转动;②此时持续旋转钻杆,使得组合螺母沿螺杆向下运动,通过连接杆作用于打捞钩,打捞钩收缩合拢;当钻杆无法旋转时,则表明打捞钩收缩至最小状态,显示打捞钩已牢固捕捉住掉落钻头方套;③当打捞钩捕捉住掉落钻头方套后,缓慢提升钻杆,直至打捞钩钩住方套凸出部位。具体如图 10 所示。

6)提升机械手出孔。①确认机械手已经牢靠抓住掉落钻头后,开始缓慢提升钻杆,提升钻头(图 11);②提升时避免掉落钻头再次掉落,缓慢、匀速提升钻杆,直至掉落钻头打捞出孔,并放至平地;③提升机械手出孔前,及时向孔内注入泥浆,维持孔内液面高度,防止钻头打捞出孔后造成液面下降而引发塌孔。

7)顺时针旋转张开机机械手完成打捞。①掉落钻头平稳落地,对掉落钻头进行支撑固定后,开始顺时针旋转钻杆,此时机械手张开,移开机械手,完成打捞工作;②清洗机械手,检查机械手是否有损坏,如有及时修复。

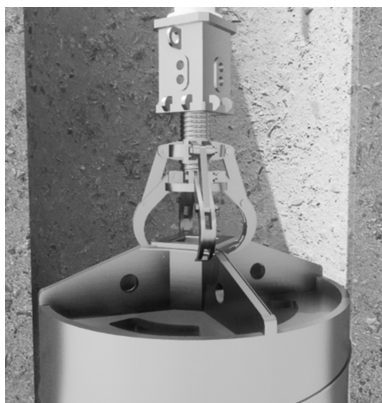


图10 机械手抓取掉落钻头示意图



图11 提升掉落钻头至孔口

2.6 施工工艺特点

1) 打捞精准、快捷。打捞机械手与旋挖钻机钻头连接方式相同,实现快速安装,采用旋挖钻机打捞无须另外使用其他机械进行辅助施工;采用螺杆原理通过旋转螺杆控制机械手的开合,机械手采用

仿生设计,可精准打捞掉落钻头,成功率高。

2) 安全可靠。仅利用旋挖钻机自身的钻杆以及特制打捞机械手便可实施打捞工作,无须潜水员潜入泥浆打捞钻头,机械手采用机械联动组合设计,捕抓掉落物能力强,提升能力大,打捞过程安全可靠。

3) 经济效益显著。使用机械手快速将掉落的旋挖钻头打捞出孔,其制作成本费约1.3万元,而且能够循环使用,免除了潜水员入孔打捞的高额费用和安全风险,更是节省了报废该桩孔的巨额费用和重新补桩的时间成本,整体经济效益显著。

3 结语

旋挖钻头孔内掉落事故时有发生,研发了一种安装在旋挖机钻杆上的打捞机械手,通过旋转钻杆,操控机械手的开合,从而抓取掉落钻头,并打出孔。经过多个成功打捞的工程案例证明,相对于现阶段打捞钻头的主要方式,本技术具有快捷、准确、安全、经济等特点,是一种创新、实用的工艺技术,大大减少了事故处理时间,易于技术推广。

参考文献

- [1] 赵广福,周灵杰,都意. 混凝土灌注桩旋挖钻头新的打捞方法[J]. 人民黄河,2022,44(S2):211-212.
- [2] 秦波,尹辉铭,叶剑. 桥梁深长钻孔灌注桩掉钻事故设计处理方案[J]. 工程技术研究,2019(24):217-218.
- [3] 吴国师. 一种自动打捞旋挖钻头装置:CN202022247270.6[P]. 2021-05-14.
- [4] 南宁市红宝机械有限责任公司. 一种旋挖机钻头打捞装置:CN202120189136.7[P]. 2021-09-07.
- [5] 武汉建工集团股份有限公司. 一种安全便捷式打捞旋挖机钻头的装置:CN201921139016.5[P]. 2020-05-19.
- [6] 成都欣皓地基基础工程有限责任公司. 旋挖钻头打捞器:CN202110348071.0[P]. 2021-06-29.

Construction Technology of Salvaging the Drill Bits Dropped in the Hole of the Bored Pile with the Machine Hand Connecting on the Screw

LIU Zhengzhi¹, LEI Bin², WANG Huaiying³, LI Zhongcheng³

(1. Chief Engineer Office, Shenzhen Geokey Construction Group Co., LTD, Shenzhen 518063, Guangdong, China;

2. Technique Center, Shenzhen Geokey Group Co., LTD, Shenzhen 518063, Guangdong, China;

3. Jiangmen Baorui Mechanical Engineering Co., Ltd., Jiangmen 529075, Guangdong, China)

Abstract: At present, due to various reasons, the accident in the construction that the drill of the rotary drilling rig dropping off into the hole occur all the time. It is difficult to salvage the drill bits because it dropped in the mud at the bottom of the hole which deepest reaches tens of meters. At this stage, the way to salvage drill bits generally has the disadvantages of high cost, unsafe and low success rate. Therefore, a machine hand is developed which can be installed on a rotary drill pipe and lowered to a deep hole to salvage the drill bit. Rotating the drill pipe through the rotary drilling rig, controlling the opening and closing of the machine hand, so that it can grasps firmly the protruding square set on the top of the dropped drill bit, and the machine hand can connect with the dropped drill bit, then the rotary drilling rig salvaged the drill bits through lifting the drill pipe, can achieve results that fast, accurate, safe and economical.

Keywords: bored pile; screw arbor; salvaged the drill bits; machine hand; construction technique