

大直径钻孔施工掉钻事故的处理及预防

杨宗仁¹, 赵建秋¹, 张西坤²

(1. 河北大直径工程井建设有限公司, 河北 石家庄 050031; 2. 河北建设勘察研究院有限公司钻探机械厂, 河北 石家庄 050031)

摘要:分析了大直径钻孔施工中掉钻事故的各种原因及特点, 结合工程实践, 介绍了处理孔内掉钻事故的一些方法及预防孔内事故所采取的措施。

关键词:大直径钻孔; 掉钻事故; 处理; 预防

中图分类号:U443.15⁺4 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)05-0064-03

自 20 世纪 90 年代初, 我们先后参加完成了长江、黄河、钱塘江、珠江等水域 30 余座特大型桥梁基础钻孔灌注桩的钻孔施工工程。钻孔直径由 1.5 m 发展到现在的 3.0 m 以上。钻孔深度由 70 m 左右发展到现在的 130 m 以深。钻成孔施工所使用的设备由原来的 200 型钻机发展到现在的 400 型钻机。施工过程中所涉及到的地质情况千差万别, 每个工

程都有各自的特点(见表 1)。在钻孔施工作业过程中, 各工程都不同程度的发生过孔内事故, 其中以钻具掉入孔内的事故最为常见, 事故处理时间有的十几个小时到十几天, 有的一个月以上或更长的时间。本文根据钻孔内各类掉钻事故的特点, 结合笔者参加工程施工的实践, 谈谈处理钻孔内掉钻事故的一些方法及预防孔内事故所采取的措施。

表 1 施工的桥梁基础钻孔灌注桩的钻孔工程表

工程名称	桩基钻孔直径/m	桩基钻孔深度/m	施工及地层特点	施工钻机系列	施工时间
武汉长江三桥	1.55	104	钻进泥岩、砂岩深度为 50 m	GF-200	1997 年
荆沙长江公路大桥	2.50	114	全孔段砂、砾、卵石层	GF-300	1998 年
鄂黄长江公路大桥	2.80	80	基岩为岩溶发育的灰岩地层	GYD-400	1999 年
润扬长江公路大桥	2.80	85	嵌入花岗岩强度 160 MPa	GYD-400	2000 年
巴东长江公路大桥	2.80	78	全孔段为泥岩、砂岩地层	GYD-400	2001 年
南京长江三桥	2.80	104	钻进泥岩深度 50 m	KPG-300	2002 年
杭州钱塘江四桥	2.20	97	施工区为钱塘江强涌潮区	KPG-300	2003 年
苏通长江公路大桥	2.80/2.50	130	全孔段为砂层	GF-300	2004 年
武汉天兴洲长江公铁大桥	3.40	95	基岩为研磨性高的砾岩	KTY-400	2005 年
京沪高铁大胜关长江大桥	3.2/2.80	126	钻进泥岩深度 60 m	ZSD400	2006 年

故;

(3) 加重钻杆下法兰根部断裂导致的掉钻事故;

(4) 滚刀或刮刀钻头的法兰盘脱落导致的掉钻事故。

3 施工过程中掉钻事故的处理方法及事故实例分析

3.1 钻杆螺栓松脱及钻杆断裂导致的掉钻事故

3.1.1 处理方法

这类事故的孔内钻杆上部大多都留有钻杆法兰盘, 打捞孔内事故钻具时, 可利用事故钻具上的法兰

1 钻具的基本结构形式

大直径钻成孔施工, 孔内钻具主要由钻头(滚刀钻头或刮刀钻头)、加重钻杆、加重块、过渡钻杆、钻杆、导向器等部分组成。加重钻杆及以下部分称为粗径钻具, $\varnothing 2.50$ m 以上的桩基钻孔, 粗径钻具的质量一般在 50 t 左右。深度 100 m 左右的桩基钻成孔一般只在粗径钻具部分加设导向器。

2 常见掉钻事故的原因及类型

(1) 钻杆螺栓松脱、钻杆断裂导致的掉钻事故;

(2) 加重钻杆上法兰根部断裂导致的掉钻事

收稿日期: 2008-03-06

作者简介: 杨宗仁(1971-), 男(汉族), 内蒙古赤峰人, 河北大直径工程井建设有限公司副经理、注册安全工程师、注册建造师, 岩土工程专业, 从事大直径工程井施工技术工作, 河北省石家庄市建华南大街 58 号, hbjkyzr@sina.com。

盘,一般采用偏心钩钩取的办法进行打捞。为了保证打捞工具的整体强度,偏心钩的主杆部分采用与钻杆规格相同的型材,钩体采用 $\delta 30$ mm 钢板组焊成的箱式结构,钩体厚度为 300 mm。缺口部分可加工成能分别打捞 $\varnothing 273$ 、325、351 mm 等常用系列的钻杆。偏心钩的整体高度根据钻架的提升能力一般为 3.0 m 左右。钩体中心至钩尖端的有效半径一般根据所施钻的钻孔直径确定。用偏心钩法打捞,对于孔内留有的事故钻具较长,特别是事故钻杆上端偏离钻孔中心或倾斜靠向孔壁的情况下,能取得理想效果。偏心钩的形状如图 1 所示。



图 1 偏心钩式打捞工具

3.1.2 实例分析

某大桥主墩 12-6 号钻孔,钻孔直径 2.50 m,设计孔深 95.0 m,当钻进至孔深 93.2 m 时发生掉钻事故,提钻后发现钻杆螺栓松脱,孔内留有事故钻具总长 38.6 m,钻具总质量 48 t。考虑孔内留有事故钻具较长,孔内事故钻具上端有偏离钻孔中心的可能,确定使用偏心钩进行打捞。准确计算下入孔内的打捞钻具长度和孔内事故钻具的位置,使偏心钩下入孔深 55.6 m 位置,超出事故钻具上端位置 1 m 左右。先用人工转动钻具,有阻力时,再使用转盘轻轻转动。当转动阻力明显时,再同时慢慢提升钻具。根据设备提升参数显示,确定全部钻具提离孔底时,再正常提升。水上施工沉设护筒时,在事故钻头提至护筒底脚处,要避免钻头钩挂护筒底脚。整个过程用了 10 h 的时间把事故钻具全部打捞出来。

3.2 加重钻杆上法兰盘根部断裂导致的掉钻事故

3.2.1 处理方法

这类掉钻事故,孔内的钻具没有可以利用的法兰盘,无法使用偏心钩进行打捞处理。由于孔内事故钻具比较短(一般为 6 m 左右),钻具上端偏离钻孔中心的可能性较小,这种情况下一般使用滑块式卡取打捞器进行打捞处理。其原理是:将打捞器插

入事故加重钻杆内,由于重力作用,滑块在斜面滑道上向下滑动,随着行程的增加,3 个滑块所在外接圆的直径逐渐增大,当滑块接触到事故钻杆内壁时,再提动打捞器,在钻具重力的作用下,靠滑块与钻杆内壁的摩擦力卡紧,当摩擦力大于钻具重力时,孔底钻具一起与打捞器提升。下入孔内的滑块式打捞器,必须保证滑块能够在滑道上灵活滑动。滑块在滑道上滑动时,滑块所在外接圆直径的变化能够分别适用于打捞直径为 273、325、351 mm 等系列的钻杆。对于孔内留有的事故钻具较长,特别是事故钻杆上端偏离钻孔中心或倾斜靠向孔壁的情况下,无法使卡取器插入事故钻杆内,不能取得理想效果。滑块式卡取器的形状如图 2 所示。



图 2 滑块式卡取打捞工具

3.2.2 实例分析

某大桥 22-9 号钻孔,钻孔直径 2.50 m,钻孔孔深 81.50 m。当钻进至孔深 78.95 m 时发生孔内掉钻事故,提钻后发现加重钻杆的上法兰盘的根部断裂,加重钻杆的规格为 $\varnothing 325$ mm \times $\delta 30$ mm \times L3200 mm,6 块加重块的整体高度为 2.40 m,孔内事故钻具总长 6.89 m。事故加重杆高出加重块上平面 0.5 m。孔内钻具总质量为 39 t。确定使用滑块式内卡打捞器进行打捞,滑块式打捞器滑块滑动的变径范围为 $\varnothing 220 \sim 320$ mm,长度为 2000 mm,第一次下钻打捞器前端至孔深 72.56 m 受阻,通过计算,确定打捞器的前端接触到加重块上面。向上提升钻具 0.5 m,转动钻具几个角度重复进行试对,打捞器前端下至孔深 74.06 m 受阻,说明滑块式内卡打捞器全部插入事故加重钻杆内,慢慢提动钻具,有明显的断续卡阻现象,但未能将事故钻具提离孔底,重复几次都未能成功。提钻检查发现打捞工具上有一个滑块不能灵活自由滑动,只有 2 个滑块能正常工作。经过处理后,再重新下入打捞器,一次成功将事故钻具提离孔底。事故得以处理完毕。

3.3 加重钻杆下部法兰盘根部断裂导致的掉钻事故

3.3.1 处理方法

这类掉钻事故孔内钻具只有钻头和其上面叠放的加重块,无法直接使用偏心钩和滑块式内卡打捞

器进行处理,只有把钻头上面的加重块先打捞上来,再打捞钻头。一般情况是先使用电磁铁将孔内的加重块打捞上来,常用的配重块的单块质量在 4 t 以下,使用吸重能力 5 t 的电磁铁(如图 3 所示)即可将加重块打捞出来。打捞钻头时,可使用滑块式卡取器插入钻头中心管进行打捞,也可以使用电磁铁进行打捞。



图 3 电磁铁(吸重能力为 5 t)

3.3.2 实例分析

某大桥 6-9 号钻孔,钻孔直径 2.80 m,钻孔深度 79.6 m,钻进至孔深 78.3 m 时,发生加重钻杆的下法兰根部断裂的掉钻事故。孔内事故钻具为 $\varnothing 2.8$ m 的滚刀钻头及叠放在钻头上方的单块质量为 3.7 t 的 6 块加重块。先使用吸重能力为 5 t 的电磁铁打捞处理 6 块加重块。在打捞处理最上面的第一块加重块时,由于其上表面沉淀有泥浆中携带的钻屑,电磁铁不能进行有效的吸附。孔内重新下入钻具,在最下面设置喷头装置,采用泵送循环泥浆,清除最上面加重块上表面沉淀的钻屑,并降低泥浆的含砂率。使用电磁铁将 6 块加重块依次打捞上来,再使用滑块式卡取器打捞处理滚刀钻头。

4 大直径钻孔施工掉钻事故的预防措施

大直径钻孔施工孔内掉钻事故虽然不能完全避免,但如果在钻孔施工过程中采取积极有效的预防措施,能大幅度降低事故的发生率,保证钻孔施工的正常进行。在施工过程中主要采取以下几方面的预防措施。

(1) 优化钻具的结构形式。随着钻孔直径、深度的加大,钻机提升能力、扭矩的提高,直径 2.5 m 以上钻孔的钻具不宜采用单独的加重钻杆叠放加重块的形式,这种结构形式在加重钻杆的下法兰根部应力过于集中,此位置容易发生断裂事故。现在一般采用塔式钻具的结构,采用加重-传扭一体化的形式,在外直径 1.8 m 带法兰的厚壁壳体内装设铸

铁块或铅块,单块质量一般为 20 t,应用外壁传递扭矩,分散钻具应力集中的部位。采用柔性过渡钻杆接头,消除了钻具在回转过程中震动、冲击产生的不良应力。钻杆的直径、壁厚及材质的选用应保证有足够的储备系数,增强钻具整体的可靠性和安全性。

(2) 钻进过程中采取减压钻进的工艺参数,避免使用钻杆加压钻进,在钻头上方的一定位置加设稳定器,保证钻孔的垂直度和钻具在回转过程中的稳定性,使钻杆在不受弯曲应力的状态下工作。

(3) 机械设备的控制部分设置防扭矩过载保护装置。液压钻机可在系统上设置溢流保护装置,机械钻机可在电器系统上设置过电流保护装置。保证钻具在允许使用参数的范围内工作。

(4) 加强钻具的定期检测、探伤,特别是应力集中的部位检测,如加重钻杆、钻杆的法兰根部、环状焊缝处等部位的检测、探伤。一般使用超声波探伤仪器,发现问题及时处理,保证下入孔内钻具的完好性。

(5) 钻进施工过程中应根据钻具运转的稳定性、扭矩等情况,定期提钻检查钻具,保证传扭销传递扭矩的有效性。钻杆螺栓应选用 10.9 级以上的高强度连接螺栓,连接螺栓应使用气动或液压扭力扳手均匀拧紧,螺栓应采用双螺母防松保护装置。施工钻孔内严防掉入螺栓、扳手等物件。

(6) 操作人员应精力集中,密切注视各种仪表指数的变化,发现异常,应正确判断及时处理。

(7) 使用滚刀钻头在基岩地层中钻进时应保证泥浆的性能参数。降低泥浆的含砂率,保证在处理掉钻事故过程中不致发生埋钻事故。

(8) 处理孔内掉钻事故应准确计算钻具的尺寸,包括孔内事故钻具和下入孔内打捞钻具的长度。打捞处理的钻具应有足够的安全系数,防止出现处理过程中事故的叠加。

5 结语

大直径钻孔工程施工过程中,保证钻孔施工正常进行的关键是采取积极有效的预防措施避免各类孔内事故的发生。首先要保证下入孔内的各类钻具的结构形式合理和钻具有足够的安全系数,同时要加强对操作人员的技术培训,提高操作人员的技术操作水平。一旦发生孔内事故,应本着先简单后复杂的方法,正确分析判断孔内事故的情况,采取有针对性的措施进行处理。