

# 大口径水文地质孔扩孔埋钻事故的处理及预防措施

薛凡忠, 杨军国, 王占芳

(辽宁省第八地质大队, 辽宁 本溪 117004)

**摘要:**结合辽宁省丹东市振安区同兴镇水文地质钻孔扩孔埋钻事故处理实例,分析了发生埋钻事故的原因,介绍了埋钻事故的处理方法,总结了埋钻事故的预防措施,并提出了一些建议。

**关键词:**水文地质孔;扩孔;埋钻;事故处理

**中图分类号:**P634.8      **文献标识码:**B      **文章编号:**1672-7428(2013)05-0031-04

**Treatment of Drill Rod Burying Accident in Large Diameter Hydro-geological Hole Reaming and the Prevention Measures/XUE Fan-zhong, YANG Jun-guo, WANG Zhan-fang** (No. 8 Geological Team of Liaoning Province, Benxi Liaoning 117004, China)

**Abstract:** According to the treatment of drill rod burying accident in the hydro-geological hole reaming in Dandong of Liaoning Province, the paper analyzes the causes of drill rod burying, introduces the treatment method and summed up the prevention measures with suggestions.

**Key words:** hydro-geological hole; reaming; drill rod burying; accident treatment

在大口径水文地质钻孔施工中,由于岩心采取率和钻孔的垂直度要求较高,所以一般都先用 $\varnothing 122$ 或 $135$  mm 绳索取心系列钻进到设计孔深,然后再用 $\varnothing 150$ 或 $170$  mm 普通单管扩孔钻具扩孔到一定深度。我们在采用这种钻探工艺方法过程中多次发生埋钻事故,处理起来非常棘手,部分钻孔报废,造成较大的经济损失。通过几年来不断的摸索,我们在分析查明埋钻事故发生原因的基础上,制定了切实可行的处理方法,并采取了预防措施,使扩孔中发生埋钻事故的机率大幅度减少,并且总结出一套处理此类埋钻事故的经验。现针对辽宁省丹东市振安区同兴镇水文地质钻孔扩孔中发生的埋钻事故,对埋钻事故的原因进行分析,介绍处理经过及经验总结,并提出一些预防措施和建议,供同行们参考。

## 1 钻孔结构

### 1.1 设计钻孔结构

辽宁省丹东市振安区同兴镇水文地质钻孔,水文地质设计书设计孔深为 $1800$  m, $0\sim 300$  m 直径为 $150$  mm(设计此口径目的是下泵抽水), $300\sim 800$  m 直径为 $122$  mm(设计此口径目的是下套管止水), $800\sim 1800$  m 直径为 $95$  mm(此口径是出水孔段)。钻孔垂直度要求极其严格。目的是要打深度的热水带,全孔要求孔斜 $\geq 1.5^\circ$ ,即终孔时,水平偏移距离

$\geq 47.16$  m。而岩心采取率相对要求不高,因为我们此地区上部地层比较了解,破碎地层岩心采取只要达到 $40\%$ 即可。为此,钻探工艺设计采用 $\varnothing 122$  mm 绳索取心钻具钻到 $800$  m,然后再采用 $\varnothing 150$  mm 单管金刚石导正扩孔钻具扩孔到 $300$  m,同时下入 $\varnothing 146$  mm 与 $\varnothing 108$  mm 套管联合止水。

### 1.2 实际钻孔结构

(1)第一级开孔直径为 $198$  mm,钻到 $14.6$  m。所钻地层: $0\sim 12$  m 为第四系粘土、砂砾卵石层; $12\sim 14.6$  m 为破碎花岗岩,下部有 $0.7$  m 较完整。下入第一层 $\varnothing 194$  mm $\times 8.5$  mm 的直连套管(即在套管上直接车公母扣)长度为 $14.6$  m。

(2)第二级孔径为 $174$  mm,钻到 $81.8$  m。所钻地层为破碎的花岗岩,在接近 $80$  m 处岩心较完整,所以下入了第二层 $\varnothing 168$  mm 套管,长度为 $81.8$  m。

(3)第三级钻进直径为 $122$  mm,绳索取心钻进,钻进到孔深 $800$  m,然后用 $\varnothing 150$  mm 扩孔到 $300$  m。下入 $\varnothing 146$  mm 与 $\varnothing 108$  mm 套管止水。

(4)第四级钻进直径为 $95$  mm,绳索取心钻进,钻进到孔深 $1800$  m 终孔。

## 2 发生埋钻事故过程简述

当采用 $\varnothing 122$  mm 绳索取心钻具钻到孔深 $800$  m 后,换用 $\varnothing 150$  mm 单管金刚石钻具扩孔,当扩到孔

收稿日期:2012-12-25;修回日期:2013-04-14

作者简介:薛凡忠(1971-),男(汉族),山东梁山人,辽宁省第八地质大队钻探工程一处处长、助理工程师,钻探工程专业,从事钻探施工技术及管理,辽宁省本溪市平山区东明路19号,lnbxxfz@163.com。

深149.8 m时,在停水泵加钻杆单根时,已经全部拉出机上钻杆,即扩孔钻头已经脱离孔底4.2 m时,发生埋钻事故。处理事故时,用卷扬机与油缸联合向上起拔,在 $\phi 150$  mm单管金刚石扩孔钻具的上接手下丝扣处脱扣,将 $\phi 146$  mm岩心管(4 m长)及其下部的中接手、 $\phi 146$  mm短管、 $\phi 150$  mm金刚石扩孔器、 $\phi 150$  mm金刚石钻头扔在孔内。下 $\phi 146$  mm套管公锥打捞孔内的 $\phi 146$  mm事故岩心管,又在联接套管公锥的变径接手丝扣根部折断,将 $\phi 146$  mm公锥也扔在孔内。采用 $\phi 65$  mm的通天公锥去反 $\phi 146$  mm公锥折断的变径接手,又将 $\phi 65$  mm的通天公锥尖部折断,又扔在孔内,使孔底“封门”,事故复杂化。

### 3 埋钻事故的原因分析

12~131 m为破碎的花岗岩层,岩心采取率只达50%左右,131 m以后为完整的花岗岩层,岩心采取率达90%以上。在131 m以浅地层扩孔钻进时,冲洗液将扩孔时产生的较大颗粒,悬浮在 $\phi 150$  mm粗径钻具的上部,在破碎地层,由于粗径钻具与孔壁的间隙较大,扩孔钻进加钻杆时,岩粉大部分能回落到孔底,埋钻的可能性较小。但是当扩孔钻进到完整岩层后,扩孔钻进加钻杆停水时,大颗粒的岩粉下落,回落不到孔底,而堆积在 $\phi 150$  mm单管扩孔钻具的上部,造成埋钻,处理埋钻事故时又向上强力起拔类似于楔子,越起越紧,使事故钻具牢牢地夹在孔壁上。

### 4 大口径深孔钻探施工特点分析

(1)大口径深孔钻探采用的设备起拔能力较强,如江苏省连云港黄海机械厂生产的HXY-8型钻机,卷扬机单绳起拔能力为125 kN(如采用6股绳合计为750 kN),钻机油缸起拔力为300 kN,如果两者同时起拔,合计为1050 kN;HXY-6B型钻机,

卷扬机单绳起拔力为85 kN(如采用6股绳合计为510 kN),钻机油缸起拔力为200 kN,如果两者同时起拔,合计为710 kN。所以在一般下,用钻机卷扬机和钻机油缸联合起拔是可以将埋钻钻具起拔上来的,如果用这个方法不行,那用别的起拔方法一般也是难有效果的。

(2)深孔钻探,钻杆的拉伸大,受力不能完全传到钻头处。如2008年在辽宁省本溪市桥头镇大台沟村施工的ZK405孔,在孔深1300 m处发生事故,钻杆拉伸长2.8 m(把外力去掉后钻具又回到原位,所以判断出是钻杆拉长),钻头仍没有移位。

(3)孔深时,岩粉的沉淀作用强。由于孔深,孔内的冲洗量大,当孔内发生事故,特别是时间过长时,极细岩粉沉淀埋住钻具,这个力很大。

根据以上分析,深孔钻探中,当采用卷扬机和油缸联合起拔不上来时,用其它方法难以处理,只能采用反丝钻杆反到事故钻具后再用削铁钻头消灭。

### 5 埋钻事故的处理方法

根据以往的经验,在这种情况下,如采用吊锤打、起重机起等强力起拔,均不会有效果。经研究决定,采用金刚石削铁钻头消灭孔内的事故钻具。

(1)首先向唐山金石超硬材料有限公司定制加工了 $\phi 108$  mm反丝母锥(实际外径为115 mm,端部丝扣内径为92 mm)。用反丝母锥将孔内的 $\phi 146$  mm正丝公锥(上端直径为90 mm)反掉拿上来。开始,下入反丝母锥,由于孔内有岩粉沉淀,距孔底还差0.3 m时就扫不下去,反丝锥吃不上,按以前的惯例,用反丝锥是不能送水冲的,但这次我们创新地采用特制变径接手,将反丝钻杆连在机上钻杆的下部,开泵送水,冲起孔底的岩粉,使 $\phi 108$  mm反丝母锥下到底,将孔内的 $\phi 146$  mm事故丝锥反掉并拿上来。

(2)设计加工了 $\phi 150$  mm削铁钻具(见图1)。

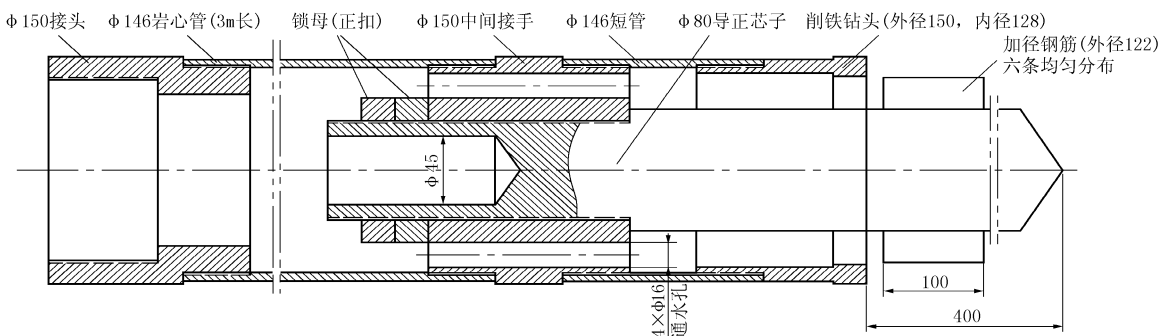


图1 削铁钻具结构图

钻具的结构从上往下依次为:Ø150 mm 接头 + Ø146 mm 岩心管(3 m 长) + 中间接手 + 外接 Ø146 mm 短管 + Ø150 mm 扩孔器 + Ø150 mm 削铁钻头。内接 Ø80 mm 导正芯子(外径加铁筋等补焊 6 条使外径达到 122 mm)。

(3) 以往我们采用的是胎体是完全平面的金刚石钻头,没有水口,只在胎体上部打水眼,由于应力集中,胎体出现裂纹,下孔削铁钻进很快就将胎体掉入孔内。这次我们进行了改进,采用唐山金石超硬材料有限公司生产的金刚石削铁钻头,外径 150 mm,内径 128 mm,胎体硬度为 HRC41,水口深 5 mm,宽 4 mm,共 4 个水口。因为水口少过水断面积过小,又在靠近金刚石胎体的部位钻了 4 个直径为 8 mm 的水眼。应用效果较好。

(4) 中间接手打 4 个直径为 16 mm 的通水眼,使冲洗液直接冲击事故岩心管内的铁粉,使之悬浮或者排出孔口。

(5) 下钻扫孔排粉,到孔底后开始削铁钻进,转速为 96 r/min,钻压为 10 kN 左右,冲洗液量为 120 L/min(300/12 型泵的最小水量)。削铁总进尺为 4.15 m,时间共用 48.5 h,平均时效为 0.086 m。

(6) 削铁钻进的中途,由于孔内的铁粉太多排不出来,削铁钻进不进尺并且罢车,采用捞粉钻具下孔捞铁粉,将孔内的铁粉捞出来,保证了正常扩孔。

(7) 削铁钻进到最后孔内事故长岩心管只剩 0.6 m 时,导正芯子顶到事故钻具的中接手不进尺,去掉导正芯子,用长 6 m 的 Ø146 mm 岩心管直接带 Ø150 mm 的扩孔器和 Ø150 mm 削铁钻头下钻削孔内的事事故岩心管及中接手等。

(8) 当削透事故钻具中接手下丝扣后,导正芯子和短管、扩孔器、钻头分解并下跑到 149.8 m 处。下 Ø56 mm 小公锥取出导正芯子(导正芯子的中心眼为 Ø45 mm),下 Ø146 mm 公锥取出 Ø146 mm 短管、Ø150 mm 扩孔器及钻头。至此,埋钻事故全部处理完毕。

(9) 埋钻事故处理完后,又重新加工了扩孔导正钻具,由于孔内的事事故岩心管削得干净彻底,所以扩孔导正钻具顺利地下到原 149.8 m 的扩孔孔深,转入正常钻进。由于继续扩孔采取了切实可行的技术措施,使之顺利地扩到 300 m,下入 Ø146 mm 与 Ø108 mm 套管止水,再换用 Ø95 mm 绳索取心钻具顺利地钻进到终孔 1800 m。

## 6 埋钻事故处理的经验总结

(1) 削铁成功的关键是削铁钻具的导正性能好,即导正小径部分要与事故岩心管的内径相吻合。采取的办法是在导正芯子上焊几条铁筋,并且用电焊堆焊补径来导正。这样能保证削事故钻具时不留有铁皮,削得干净,能将事故岩心管完全削成铁粉,冲排出或者捞出孔外。而且钻头的寿命长,本次削铁钻进 4.15 m,只用一个削铁钻头,而且金刚石胎体只磨损 2 mm,胎体是正常磨损,没有任何损坏,以后还可以继续用。以往需要 3~4 个金刚石钻头,并且孔内的残留物较多,后遗症较多。

(2) 由于削铁钻进是在完全封闭的状态下钻进,事故岩心管内的铁粉冲不起来,所以每削铁钻进 20 mm,要提动一次冲孔 2 min 左右(钻头上提 0.3 m 左右),然后再继续削铁钻进。还要及时下捞粉钻具捞孔内的铁粉,以保证正常削铁钻进和保证孔内的安全。

(3) 因为削铁钻进是在完全封闭的状态下钻进,所以导正芯子中心送水眼是不起作用的,它反而降低其整体强度,因此,导正芯子设计成实心的,并且前部做成尖形的,其直径为 80 mm 左右为宜,在导正芯子上对称焊几条铁筋及电焊补焊导正(每次提上来都要用卡尺丈量导正的磨损情况,发现磨损及时补焊)。

(4) 导正芯子与事故岩心管内的铁粉是处在摩擦状态(它与正常扩孔导正芯子的受力状态不同),所以导正芯子的上部和中接手连接的丝扣要设计成正扣(正常扩孔是反扣),并且用 2 个大锁母锁紧,然后再用电焊焊牢以防掉入孔内。导正芯子的中心应钻浅的不透眼,以备孔内发生事故时用丝锥“吃扣”。本次的导正芯子上部钻眼直径为 45 mm,深 100 mm,当孔内发生事故,最后用 Ø56 mm 的公锥去把导正芯子“吃”上来,如果没有这个预先设计的中心眼,还要用小径打小眼,可能会造成事故的复杂化。

(5) 去掉导正芯子后继续削铁时,要采用长岩心管,这样能保证对孔内的事事故岩心管削得正。本次采用长 6 m 的岩心管,从处理上来的 Ø146 mm 短管来看,削得非常正。

(6) 因为削铁是在完全封闭的状态下,所以削下的较大颗粒的铁粉,由于重度较大,是冲不上来的,在孔底积聚,一是内眼塞满扩不下去,二是孔内也不安全,所以必须定时用捞粉钻具冲捞。捞粉钻具的设计应设计成下部为 Ø130 mm 的硬质合金钻

头,接 $\varnothing 127$  mm的岩心管(要备有几根长短不同的,根据孔内 $\varnothing 146$  mm剩余事故岩心管的长度选用),再接变径接手,上部取粉管为 $\varnothing 146$  mm,这样的“塔式”捞粉钻具既能减少钻具与孔壁的环状间隙,使铁粉装入 $\varnothing 146$  mm取粉管,同时又能插入到事故岩心管内,将装在事故岩心管中的铁粉冲起。

(7)当进行捞粉时,开始孔内铁粉较多时,要注意扫入孔底后不可停止送水,只有当抽出机上钻杆时才可停水,并且要尽快拆卸,及时升上捞粉钻具,以免夹钻。待最后孔内所剩的铁粉较少时,可采用送一阵水停一阵水的办法来冲起并沉淀铁粉。

## 7 继续扩孔采取的技术措施

埋钻事故处理完后,为保证继续扩孔的安全,我们制定了扩孔技术措施。

(1)每小班提上扩孔钻具一次,目的是不能让较大颗粒的岩粉在扩孔钻具上部堆积过多,使大颗粒的岩粉沉入孔底。同时检查扩孔钻具及钻头的磨损情况,及时更换。

(2)由原来采用 $\varnothing 114$  mm绳索取心钻杆扩孔,改为采用 $\varnothing 127$  mm绳索取心钻杆扩孔,既减少了钻杆与孔壁的环状间隙,又增加了钻杆的强度。

(3)原来扩孔时采用聚丙烯酰胺无固相冲洗液,换用普通高固相泥浆,目的是增加排出岩粉的能力。

(4)扩孔时泵量采用 $160$  L/min,加钻杆前换用 $220$  L/min泵量冲孔 $20$  min。

(5)不准在孔内拆卸立杆,即每次都直接加单根,以减少加钻杆的时间,减少岩粉沉淀的时间。

(6)增加泥浆沉淀坑的数量,增加冲洗液循环槽的长度,及时清理沉淀坑,及时清理水槽,减少泥浆中的含砂量,保证泥浆的质量。

(7)控制扩孔速度,使岩粉颗粒变小,同时有利于孔内的清洁。

## 8 预防扩孔埋钻事故的措施

总结继续扩孔时采取的措施,对以后施工类似的钻孔,应该采取以下的预防措施。

(1)扩孔时不能让大颗粒的岩粉在扩孔钻具上部堆积过多。根据地层情况,每钻进一定的深度,要定期提升钻具出孔口,让悬浮在扩孔粗径钻具上部的大颗粒岩粉回落到孔底。

(2)尽量采用直径较大的钻杆,如采用目前最粗的 $\varnothing 127$  mm绳索取心钻杆,以减少钻杆与孔壁的

环状间隙,提高冲洗液的上返速度。

(3)尽量采用普通高浓度的泥浆,以有利于悬浮大颗粒的岩粉,并且将其带出孔外。

(4)钻进直径尽量采用大一点,如尽量采用 $\varnothing 135$  mm绳索取心钻进,采用 $\varnothing 150$  mm扩孔,以减少扩孔时产生的岩粉,有利于孔内的安全。

(5)每回次加钻杆之前要大泵量冲孔一定的时间。

(6)当发现孔内的小径钻孔堵塞以后,要采取用原来的小径钻具透孔,将大颗粒的岩粉透到小径的孔底。然后再继续采用大口径扩孔。

(7)扩孔钻具上部的岩心管不要过长,因为扩孔还要沿着原来的钻孔跟进。采用过长的岩心管,会造成扩孔时的阻力大,如果发生事故,处理起来也费时费力,一般采用长度为 $2$  m左右为宜。

## 9 结语

(1)我队制定的预防埋钻事故的措施,经过后面几个水文地质孔扩孔时的采用,起到了很好的效果,再没有发生扩孔埋钻事故。

(2)目前,我国绳索取心钻具系列的最大直径为 $\varnothing 135$  mm,但是水文地质孔设计最小抽水直径一般为 $150$  mm。所以,采用 $\varnothing 135$  mm绳索取心钻具钻进,采用 $\varnothing 150$  mm单管钻具扩孔,仍是必须采用的一个工艺方法,今后还应继续改进和完善其钻探工艺方法。

(3)二次成孔不是最好的钻探工艺方法,存在的问题较多,对于水文地质钻孔上部的大直径钻探,最好采用一次成井法。建议我国应该加快研制大口径绳索取心钻具。虽然已有单位研制了 $\varnothing 150$  mm绳索取心钻具,但其钻杆直径仍为 $127$  mm,并且钻头壁厚,钻进效率不高,同时也存在着钻杆与孔壁环状间隙大、岩粉排出不畅、易发生埋钻事故等问题,有待改进。

## 参考文献:

- [1] 卢飞,李华,赵振峰,等. 2010 m斜孔钻探设备选择及技术措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(S1).
- [2] 王达. 深孔岩心钻探的技术关键[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(S1).
- [3] 张伟,王达,刘跃进,等. 深孔取心钻探装备的优化配置[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(10).
- [4] 黄建国,赵振峰,王生,等. 本溪台沟铁矿深部坚硬地层层镶金刚石绳索取心钻头的选择和使用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(8).
- [5] 李世忠. 钻探工艺学[M]. 北京:地质出版社, 1992.