

新疆坡北矿区 ZK2 - 6 孔钻探施工技术

盖志鹏, 罗刚, 贾宏福, 王磊, 付兆友
(新疆地质矿产勘查开发局第六地质大队, 新疆哈密 839000)

摘要:新疆坡北矿区 ZK2 - 6 孔施工中遇到多层蚀变带, 最长连续强蚀变带达 30 m, 在以往施工过程中, 因卤水配制的泥浆性能难以保证, 不利于孔壁的稳定, 导致在钻进过程中, 孔壁剥落超径、断钻杆事故频发。钻杆断开后, 由于孔壁坍塌, 找不到事故头, 从而导致钻孔报废。针对蚀变、破碎地层钻进易发生的孔壁坍塌、超径、掉块及卤水泥浆性能难以保证等问题, 开展相关研究, 提出相应的技术措施, 圆满完成了坡北工区 ZK2 - 6 孔的钻探施工。

关键词: 钻探; 强蚀变地层; 漏失; 卤水配浆; 新疆坡北矿区

中图分类号: P634 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672 - 7428(2015)08 - 0030 - 05

Construction Technology for ZK2 - 6 in Pobei Mining Area of Xinjiang/GE Zhi-peng, LUO Gang, JIA Hong-fu, WANG Lei, FU Zhao-you (NO. 6 Geological Party, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources, Hami Xinjiang 839000, China)

Abstract: Multi-layer alteration zones were encountered in the construction of ZK2 - 6 in Pobei mining area of Xinjiang, the longest continuous intense alteration zone was 30m. In the previous construction, the property of mud with brine was hard to be ensured, which was unfavorable to the wall stability and often caused hole wall spalling, diameter oversizing and drill pipe breaking, even borehole was abandoned. According to the drilling problems in alteration zone, the related research was carried out to put forward corresponding technical measures to complete ZK2 - 6 in Pobei mining area.

Key words: drilling; intense alteration zone; leakage; slurry with brine; Pobei mining area of Xinjiang

1 概况

新疆坡北矿区 ZK2 - 6 孔属深部找矿项目, 设计孔深 1650 m, 设计倾角 90°, 终孔口径 ≤ 75 mm, 岩矿心采取率 $\leq 80\%$ 。于 2011 年由 A 机台进行第一次施工, 期间在施工至 839 m, 因孔壁严重剥落超径而发生断钻杆事故, 找不到事故头而失败。2012 年由 B 机台进行第二次施工, 在施工至 890 m 时, 因冲洗液性能的突变, 导致孔壁失稳, 发生断钻杆事故, 处理无果, 以失败告终。同年由我单位进行第三次施工, 以 $\varnothing 95$ mm 口径施工, 采用净化水进行冲洗液的配制, 大大提高了冲洗液的性能, 成功穿过强蚀变带, 在 893 m 下入 $\varnothing 91$ mm 套管, 换 $\varnothing 77$ mm 口径继续施工。在施工至 1074 m 时, 在 937 m 处钻杆折断, 在处理断钻杆事故的过程中, 因操作问题, 发生卡钻事故, 处理失败。2013 年我单位用 XY - 6B 型钻机对 ZK2 - 6 孔重新施工, 通过优化钻孔结构, 采用多功能复合剂 MBM 和抗盐 GTQ 冲洗液体系等技术措施, 于 2014 年 10 月完成了该孔的施工。

2 环境概况与矿区地质

2.1 环境概况

工作区地处欧亚大陆腹地, 属典型的大陆性极端干旱气候。气温四季及昼夜温差极大, 年平均气温 5 ~ 6 °C。春、秋季风沙大, 对工作有一定影响, 风力一般 3 ~ 4 级, 最大可达 7 级。夏季酷热干旱, 6 ~ 9 月份最高气温可达 50 ~ 60 °C, 月平均气温 28 ~ 31 °C。冬季严寒, 最低气温在 12 月至翌年 2 月, 最低气温 - 30 °C, 月平均气温 - 13 ~ 25 °C。每年 4 ~ 10 月为最佳野外工作时间。

2.2 矿区地质

工区超基性岩体地表大部分被第四系冲洪积砂砾石层覆盖, 局部偶见有超基性岩零星露头。矿化带内岩石蚀变较强, 蚀变类型主要有: 蛇纹石化、纤闪石化、伊丁石化、滑石化、透闪石化、绿泥石化; 该蚀变带的岩石松软、疏松, 胶结性差, 吸水易膨胀剥落, 孔壁极不稳定, 钻进过程中常出现孔壁剥落、坍塌、超径等现象, 是导致无法加杆、埋钻、钻杆折断等事故的主要因素。

收稿日期: 2015 - 03 - 24; 修回日期: 2015 - 07 - 28

作者简介: 盖志鹏, 男, 汉族, 1984 年生, 助理工程师, 勘察技术与工程专业, 从事探矿工程技术工作, 新疆哈密市建国北路 174 号, geznana@sina.com。

工区经历了多次的构造变动,褶皱和断裂极为发育。褶皱以区域性紧密线状褶皱为主,断裂构造主要呈北东向、北东东向,区域性深大断裂为该区域主要构造格架,控制着区内地层、构造、岩浆岩的分布。

3 矿区钻进难点

(1) 地层局部蚀变强烈,遇水剥落,超径严重,易发生断钻杆事故。深部孔段会钻遇强烈蚀变带,由于蚀变地层频繁出现,连续不断,层厚 0.5 ~ 30 m。蚀变层易受冲蚀剥离形成“超径”,如果冲洗液使用不当,会出现孔壁坍塌及剥落现象,护壁极其困难。钻进蚀变破碎时,回次进尺短(每回次 40 ~ 60 cm),取心次数频繁,钻进效率低,不利于孔壁稳定。超径严重孔段易发生断钻杆事故。

(2) 冲洗液性能维护困难。因受地下水(卤水)的侵蚀,常见冲洗液材料配制的冲洗液性能极不稳定。主要表现为新冲洗液循环不久后,粘度降低、失水量增大、携带岩粉能力变差等。冲洗液中的固相材料絮凝沉淀、粘度降低易造成孔壁不稳,发生埋钻事故。失水量增大加剧了蚀变地层(水敏性地层)失稳。采用增加重晶石用量提高冲洗液密度护壁的方法则又造成泵压增高,水泵工作负荷大,冲洗液性能亦不能保持稳定。

(3) 蚀变地层岩粉颗粒粗,排出困难,钻头寿命短。施工过程中发现,强蚀变地层遇水会发生一定的径向膨胀,经钻具回转后剥落在冲洗液中,造成冲洗液中岩粉多,从而导致泵压高,造成施工效率低。蚀变地层中产生的大颗粒岩粉(见图 1)多悬浮在深部孔段以及沉淀在孔底,不能被冲洗液携带出孔内,形成“二次磨损”,加之孔壁不稳定,提钻后会掉落,每次下钻都要扫孔,造成钻头寿命过短;在扫孔过程中,易发生钻杆折断和埋钻事故。

(4) 下套管艰难。ZK2-6 孔用 $\varnothing 95$ mm 口径施工到 952 m 处,已经见到连续 30 m 左右的完整硬岩层,考虑到钻杆在长蚀变层中易发生折断事故,同时考虑到钻机的施工能力,决定下入 $\varnothing 91$ mm 套管。途中因为掉块的影响多次下不到位,而套管壁薄扭矩传递又不够,因此也不能用套管和套管靴钻头扫孔。经过反复 3 次提下套管和换 $\varnothing 71$ mm 钻杆带 $\varnothing 96$ mm 钻具透孔、扫孔,才完全坐好套管。

(5) 安全隐患多。施工至深部孔段后,孔内阻力大、钻具质量大,致使设备动力不足,器具强度保

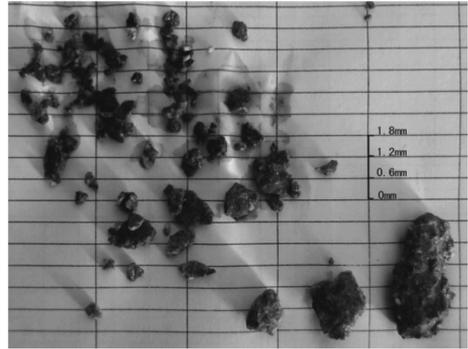


图 1 蚀变地层大颗粒岩粉

险系数降低;泵压高,导致水泵高压部分、钻杆连接薄弱处损坏几率变大,施工中发生过水泵泵头、三通以及多处钻杆接手被高压水流损坏的情形,给施工安全带来了诸多挑战。

4 钻进工艺

4.1 钻孔结构

ZK2-6 孔钻孔结构设计,在不超过钻机扭矩和提升力时,P 系列尽量达到最深孔,以保证后期施工的顺利。另外考虑到深孔施工泵压可能偏高会抵消钻头上单位钻压,同时为保证一定的环状间隙利于岩粉排出,以及避免因泵压过高导致水泵损坏,终孔口径增大到 77、78 mm。最终采用的钻孔结构如图 2 所示。

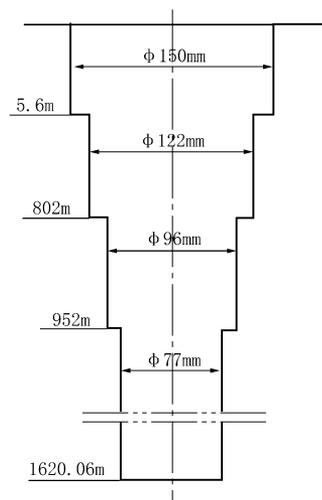


图 2 ZK2-6 孔钻孔结构设计

采用 S 系列($\varnothing 150$ mm)硬质合金钻头开孔,钻进 5.6 m 穿过覆盖层及破碎带后,下入 S 系列套管做为孔口管,用水泥封固;用 P 系列($\varnothing 122$ mm)金刚石绳索取心钻具钻进至孔深 802 m 后,考虑到 730 m 左右

处每次下钻都比较困难,就直接用 $\varnothing 114$ mm 钻杆及钻具作为技术套管下入了孔内,深度 802 m;然后换 H 系列($\varnothing 96$ mm)金刚石绳索取心钻具钻进,钻进到 952 m,下入 $\varnothing 91$ mm 技术套管,深度 952 m;最后换用 N 系列($\varnothing 77$ mm)金刚石绳索取心钻具钻进至 1620.06 m 终孔。见图 2。

4.2 钻进方法

该孔各阶段钻进方法如下。

一开($\varnothing 150$ mm):开孔用 $\varnothing 150$ mm 硬质合金钻头钻进,深度 5.6 m。

二开($\varnothing 122$ mm):用 $\varnothing 122$ mm 金刚石绳索取心钻进,实际进尺 796.4 m。

三开($\varnothing 95$ mm);用 $\varnothing 96$ mm 金刚石绳索取心钻进,实际进尺 150 m。

四开($\varnothing 77$ mm):用 $\varnothing 77$ mm 金刚石绳索取心钻进至终孔,实际进尺 668.06 m。

4.3 钻进技术参数(见表 1)

表 1 ZK2-6 孔钻进技术参数表

开次	口径/mm	钻压/kN	转速/(r·min ⁻¹)	泵量/(r·min ⁻¹)
一开	150	1~2	80~175	70
二开	122	10~15	360~490	70~118
三开	95	5~8	360~490	70~118
四开	77	8~10	260~360	52~70

随着孔深的增加,适当减小压力,在强蚀变层施工时,转速不宜太快,一般采用 260~360 r/min。转速太快,易发生堵心。泵量宜小,避免泵压过高无法钻进,还防止泵量过大在孔壁超径孔段形成涡流冲刷孔壁。

转速是影响金刚石钻头钻速的重要因素。在一定条件下,转速越快,钻速也越高。由于钻机性能、钻杆质量、孔内阻力和钻孔轨迹等因素影响,随着孔深的增加,转速应逐步下降。

4.4 冲洗液

4.5.1 冲洗液性能要求与选型

在蚀变破碎地层钻进时,冲洗液都必须具有良好的护壁、携带与清除岩粉的能力,且性能要保持稳定。以避免岩粉在下部孔段以及孔底的积蓄,避免钻头的过度磨损以及预防泵压高和埋钻事故的发生。用一般的泥浆材料配制冲洗液,受卤水影响,冲洗液性能很难保持稳定,携带岩屑能力差。为了保证冲洗液的性能稳定,需要抗卤水侵的冲洗液材料。经过对各种冲洗液材料的多次实验,最后选用

MBM—GTQ 材料与卤水配制冲洗液,该冲洗液能满足施工要求,冲洗液在处理断钻杆事故的过程中,孔壁无剥落,给事故处理提供了优越的条件。

4.5.2 冲洗液配制

(1)建立泥浆站。为保证冲洗液性能,我们在坡北工区建设了泥浆站。以 XY-4 型钻机为冲洗液搅拌机,搅拌转速 100~200 r/min,一次搅拌量可达 10 m³。站内配备冲洗液测试仪器,以保证冲洗液性能稳定。

(2)MBM-GTQ 冲洗液的搅拌泥浆站建立以后,进行了试搅拌,材料量由少到多并记录冲洗液性能,以验证试验配方并优选出最佳配方。试验数据如表 2 所示。

表 2 MBM 卤水泥浆体系室内试验

试验方案	滤失量/mL		泥皮厚度/mm	pH 值	密度/(g·cm ⁻³)	漏斗粘度/s
	7.5 min	30 min				
1号:400 mL 水+0.4 g 纯碱+16 g MBM	10.5	14.5	0.1	8.5	1.07	27
2号:400 mL 水+0.6 g 纯碱+16 g MBM	11.5	15.0	0.1	8.5	1.07	29
3号:400 mL 水+0.8 g 纯碱+16 g MBM	10.5	14.3	0.1	9.0	1.07	29
4号:3号+0.8 g 抗盐共聚物(GTQ)	10.0	14.0	0.1	9.0	1.07	30
5号:1号+160 g 重晶石	32.0	42.0	3.0	8.5	1.35	悬浮差
6号:4号+160 g 重晶石	9.0	13.5	0.1	9.0	1.35	32

4.5.3 冲洗液配方及性能

最终使用的 MBM-GTQ 冲洗液基本配方:1 m³ 卤水+2~3 kg 纯碱+40~50 kg 多功能剂 MBM+2.5 kg 抗盐共聚物 GTQ。

泥浆性能:失水量 14 mL/30 min,漏斗粘度 35 s,pH 值 9,密度 1.07 g/cm³。

为了防止孔壁剥落过快,岩粉过多,可以适当提高冲洗液密度,其目的是提高液柱压力,平衡地层压力,预防并避免压力失衡;若冲洗液粘度过高导致泵压过高无法钻进则使用稀释剂降低粘度。若需要提高粘度,加入适量抗盐共聚物;若要加大冲洗液密度,可加入重晶石粉。

4.5.4 冲洗液使用与维护

(1)性能测试。由技术人员或机长做好对冲洗液性能的测定,每班至少测定 2 次(钻遇复杂地层则增加测定次数),结合地层变化情况,对冲洗液性

能进行调整。

(2)性能调整。根据地表冲洗液性能指标情况、施工地层的变化,补充新液或更换新浆,禁止直接在冲洗液中加入清水。原则上孔内需要什么就补什么,保留有效固相去除无效固相。

(3)岩粉清除。按照现场地形尽量增大冲洗液循环系统的容积。循环槽长度 ≤ 20 m、沉淀池容积 ≤ 1 m³、泥浆池容积 ≤ 3 m³。沉淀池设置在循环槽拐弯处,保证冲洗液更好地净化,及时清除有害固相。

4.6 孔内事故的预防及处理

4.6.1 孔内事故的预防

预防孔内事故的关键是保证冲洗液的质量及循环畅通,保持孔内清洁。预防卡、埋、烧钻事故必须做到以下几点。

(1)根据岩层特性,正确掌握冲洗液与套管的配合使用。

(2)金刚石钻头钻进,应保证钻杆丝扣连接密封,水泵要保证良好的工作状态,在易坍塌岩层提钻时要进行钻孔回灌,预防孔内事故的发生。要正确操作,随时注意孔内情况,发现异常就及时判断和处理。

(3)开车、磨孔前(扫弹卡、断头等)务必轻压力,缓慢尝试几次释放离合器,确认无反车现象再开始转动。

(4)每班检测冲洗液性能参数,适时更换,以保证冲洗液性能的稳定。

4.6.2 孔内事故的处理过程

(1)当 $\varnothing 96$ mm 口径钻进至 983 m 时,由于 831~849 m 之间超径严重,发生钻杆折断事故,打捞无效后,在 847 m 处第一次进行偏斜。

(2)偏斜成功后,在钻进至 866 m 时,由于提钻时操作失误,粗径钻具跑钻掉入孔内,打捞无效后,在 844 m 处第二次进行偏斜。

(3)偏斜成功后,钻进至 967 m 时,由于 831~849 m 之间超径严重,发生钻杆折断事故,打捞无效后,在 841 m 处进行第三次偏斜。

(4)偏斜成功后,钻进至 952 m 时,下套管护壁,换 $\varnothing 77$ mm 口径钻进至 1620.06 m 终孔。

5 施工组织与管理

5.1 生产组织

为了顺利完成此次深孔施工任务,单位成立了坡北铜镍矿钻探施工项目部,项目部以“三控三管一协调”为主要内容,负责机台施工,确保机台生产任务的全面完成。

5.2 技术管理

施工中,项目部建立了完善的管理体系,重点从钻探设计编写、钻探施工方法选择、钻进技术参数确定、泥浆性能检测与维护使用、钻孔质量保证措施落实与监控、事故预防以及钻孔施工数据收集、经济技术指标计算、钻孔技术资料收集归档等方面开展技术管理工作,加强了现场钻探技术管理,指导了机台生产,保证了钻孔顺利完工。

技术管理方法和具体措施如下。

(1)技术会议。结合施工过程中出现的问题,由项目部发起并组织现场技术会议,研究分析问题原因提出技术方案和措施。

(2)技术指导。由钻探技术人员指导机台严格按照钻孔设计开展钻孔施工,明确技术要求。指导施工过程中的钻头选择、钻进参数选择、冲洗液配置和维护、事故预防和隐患排查等关键环节工作,做到技术落实、措施可控。

(3)质量保证措施。由项目部监督机台按照《地质岩心钻探规程》(DZ/T 0227—2010)规定以及深孔施工技术方案开展工作,保证钻孔质量达标。

(4)施工数据收集整理与归档。由项目部建立钻孔数据收集要求和具体内容,由现场钻探技术员负责收集和整理。按照坡北铜镍矿地质项目组要求,由钻探施工项目部协调落实相关部门、人员及时填写钻探技术档案,由钻探技术员负责具体管理,提交单位档案室和相关部门归档。

6 环境保护

坡北工区位于罗布泊腹地,区内鲜有动植物。环保工作主要是避免和减少对施工区和生活区周围环境的破坏。

6.1 现场三废处理

在工地低矮处挖建废液池,将现场的机械废液、循环系统废液、生活废水、废冲洗液引入废液池,然后用石灰固化并掩埋处理。

6.2 保护当地的地貌特征

车辆尽量利用已有道路行驶,杜绝车辆在原始地貌(戈壁滩)上随意碾轧。

6.3 终孔后恢复场地地貌

对生产中产生建筑垃圾,生活垃圾做掩埋处理。

7 结语

钻探施工是一项涉及地上、地下众多因素且又隐蔽的工程,只有各个因素有效、协同发挥作用才能保证施工顺利进行。坡北工区 ZK2-6 孔在施工中遇到了诸多困难,但最终得以完工。

坡北工区 ZK2-6 钻孔的终孔,标志着我单位对破碎蚀变地层的施工有了重大突破。我单位在深孔复杂地层施工技术方面取得了阶段性的成果。

(1) 深孔复杂地层施工技术水平再上一个新台阶,员工操作技术水平趋于成熟。

(2) 以 MBM—GTQ 为主的冲洗液体系,解决了在卤水条件下配制性能稳定的冲洗液的难题、解决了钻遇强烈蚀变地层保护孔壁的难题。实践证明,它是一种有效且经济的方法,它的成功起到了良好的示范作用,值得推广。

(3) 采用技术手段和 MBM—GTQ 冲洗液体系相结合,完成了 210 m 的蚀变层钻进,蚀变层最厚达 30 m。为以后在深孔复杂地层钻进方面积累了宝贵

的经验。

(4) 掌握了深孔复杂地层钻进工艺技术,深孔钻探事故处理经验更加丰富,处理水平进一步提高。

参考文献:

- [1] 付帆,胡继良,王新萍,等.地质钻探新型多功能复合剂研究与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S2):153-156.
- [2] 纪卫军,陶士先,黄卫东,等.抗盐共聚物在柴达木盆地西部千米科学深钻施工中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(S1):29-30.
- [3] 高元宏,杨树强,陈佰辉,等.青海夏日哈木矿区地层钻进特点与钻探工艺研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(10):36-40.
- [4] 孙孝刚,王聪,代敏兵,等.高瓦斯涌水超厚煤系复杂地层的钻地施工[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(10):45-46.
- [5] 郑思光.迁安红山铁矿破碎复杂地层钻探施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(8):15-18,22.
- [6] DZ/T 0227—2010,地质岩心钻探规程[S].
- [7] 李世忠.钻探工艺学[M].北京:地质出版社,1989.
- [8] 宋世杰,陈师逊,杨芳.三山岛海上金矿勘查工程 ZK3410 孔坍塌原因与处理[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(2):26-28,32.
- [9] 张云峰,张敏,郝峰.新疆准东煤田复杂地层钻进技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(12):6-8.

更正声明:

由于排版软件版本差异,造成彩图转换成黑白图线条丢失,致使本刊第 42 卷第 7 期第 37 页图 6、图 7 中曲线未印刷上,特此更正为如下。

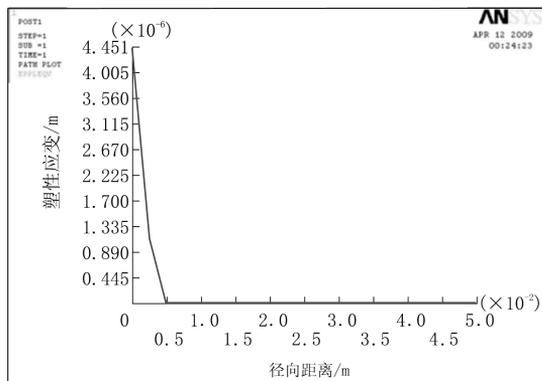


图 6 冲洗液密度为 1.30 g/cm^3 时的井壁塑性应变随径向距离的变化

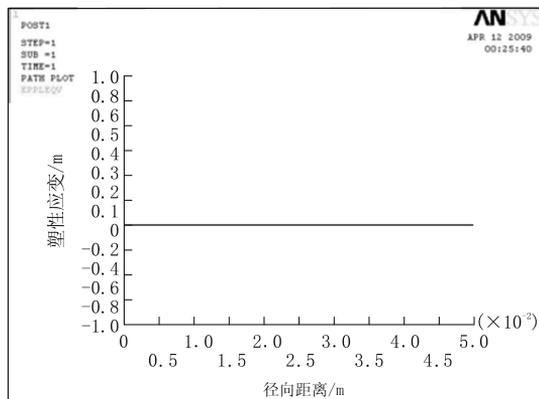


图 7 冲洗液密度为 1.35 g/cm^3 时的井壁塑性应变随径向距离的变化

谨向作者、读者致歉!