

嵩县槐树坪大型金矿复杂地层泥浆及护壁堵漏技术

肖丰伟¹, 郑晓良¹, 李超¹, 戴红专¹, 廖曦文¹, 高志俭²

(1. 河南省地矿局第二地质矿产调查院, 河南 郑州 450000; 2. 河南省地矿建设工程(集团)有限公司, 河南 郑州 450007)

摘要:嵩县槐树坪金矿区域地质构造复杂, 岩石破碎, 部分岩层高岭土化, 钻探施工中漏失、垮塌严重, 经常发生钻孔缩径、卡钻、内管总成打捞困难等孔内事故, 严重影响了钻进效率和钻孔质量。对该矿区施工所遇到的困难和需要重点解决的问题进行了分析, 通过试验研究, 确定采用聚合物低固相泥浆体系, 并根据该矿区地层特点, 确定了在不同条件下聚合物低固相泥浆的配方、配制方法、维护管理及护壁堵漏方法等, 逐步在该矿区全面推广, 大幅度减少了孔内事故, 提高了纯钻效率和台月效率, 有效地促进了该矿区的勘探进度, 缩短了勘探周期, 取得了显著的经济效益和社会效益。

关键词:复杂地层; 坍塌; 漏失; 缩径; 聚合物低固相泥浆

中图分类号: P634.6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2014)02-0029-04

Mud and Wall Protection Technologies Applied in the Complex Formation of a Large Gold Mine/XIAO Feng-wei¹, ZHENG Xiao-liang¹, LI Chao¹, DAI Hong-zhuan¹, LIAO Xi-wen¹, GAO Zhi-jian² (1. The Second Geological Survey Institute of Henan Bureau of Geology and Mineral Resources, Zhengzhou Henan 450000, China; 2. Henan Geological Mining Construction Engineering (group) Co., Ltd., Zhengzhou Henan 450007, China)

Abstract: Because of the complex regional tectonics with broken rocks, kaolinization in part of rocks, serious circulation loss and collapse in Huaishuping large gold mine, the downhole accidents of hole diameter shrinkage, drill pipe sticking and difficult inner tube assembly fishing often occurred, which seriously affected the drilling efficiency and drilling quality. The analysis on the above difficulties and problems are made, and by the experimental study, the low solids polymer mud system is adopted. According to the characteristics of the strata, the formula of low solid phase polymer mud, preparation method, maintenance and wall protection & plugging under different conditions are determined and gradually comprehensive promoted in this mining area. The hole accidents are greatly reduced with the efficiencies of penetration and meterage per rig-month improved, which also promotes the mining exploration progress, shortens the cycle of exploration and achieves remarkable economic and social benefits.

Key words: complex formation; collapse; outflow; necking; low solid phase polymer mud

1 矿区概况

“嵩县大型金矿整合项目”工作区位于华北地台南缘, 华熊台隆之熊耳山断隆与潭头——嵩县凹陷的结合部, 构造以断裂为主, 尤其是主矿体处地, 例如 F₂₉ 带内有大量角砾岩、擦痕、断层泥, 显示出多期次构造之特性。F₄ 表现为上盘大幅度下落, 断裂带宽几米到几十米, 断层角砾岩发育。F₂₂ 由 3 条大致平行的断裂组成, 地表出露 14 km, 宽 500 ~ 600 m。断裂面陡而平直, 每条断裂内有多条扭裂面, 以构造角砾岩为主, 角砾破碎, 主要为英安岩, 裂隙发育。普遍存在高岭土化, 碎裂结构到 700 m 深处仍可以见到。

金矿是本区的主要矿种, 区域内已发现大、中型矿数十处, 钻井工作量十分巨大, 至今已完成钻孔 185 个, 工作量 102745.33 m, 平均孔深 555.38 m, 金资源量预估计有 35510 kg。

2 存在的主要问题及原因

由于地质结构复杂, 钻探施工中遇到了不少困难, 走过不少弯路。2009 年施工 ZK29-0709 孔, 打捞岩心的内管下放不顺利, 小钢丝绳常被拉断; 常出现整泵, 不得不提大钻进行处理; 孔内沉渣过多, 14 次专程下钻扫孔抓渣; 回转阻力过大, 引发 3 次断大钻杆等孔内事故, 提下大钻 118 次, 纯钻时间仅

收稿日期: 2013-08-23; 修回日期: 2013-09-02

作者简介:肖丰伟(1970-), 男(汉族), 河南焦作人, 河南省地矿局第二地质矿产调查院勘查分院院长、工程师, 探矿工程专业, 从事地质勘探施工管理工作, 河南省郑州市高新技术产业开发区莲花街 56 号, ytg2773@163.com; 郑晓良(1976-), 男(汉族), 河南焦作人, 河南省地矿局第二地质矿产调查院勘查分院副院长、工程师, 探矿工程专业, 从事地质勘探施工技术管理工作; 李超(1978-), 男(汉族), 河南郑州人, 河南省地矿局第二地质矿产调查院勘查分院副院长、工程师, 探矿工程专业, 从事地质勘探施工技术管理工作。

18.4%,停钻搅配泥浆25次,加上投泥球、压实、扫孔等,耗2219.27 h,占总台时的54.10%,平均时效0.182 m,台效130.96 m;又如ZK7-0002孔,孔内掉块现象严重,孔内事故频发,事故处理占总台时80.15%,纯钻时间仅6.3%,孔深602.80 m耗232 d,台月效率91.05 m。2009年,由于孔内事故长时间处理无效等种种原因无法延续施工而被迫迁孔17次,损失工作进尺2295.69 m。整个矿区效率低下(见表1)。

表1 2009年施工钻孔统计

孔号	施工时间段	终孔深度/m	事故率/%	纯钻率/%	台月数/个	台月效率/m
ZK5-0905	05.06~07.26	472.60	66.60	18.50	2.62	180.38
ZK7-0002	05.08~12.25	602.80	80.15	6.33	6.02	100.13
ZK29-0401	04.25~09.07	305.45	73.24	11.45	3.96	77.13
ZK29-0709	05.02~10.29	746.56	54.10	18.40	5.70	130.97
ZK29-1509	05.16~12.04	714.57	59.37	14.64	6.42	111.30
ZK29-0005	05.14~08.28	559.10	61.61	19.46	3.46	161.59
ZK29-1905	10.19~12.09	360.90	1.80	27.09	1.59	226.98
ZK11-0002	03.21~06.19	491.17	22.31	17.54	2.85	172.34
平均		531.64			32.62	130.38

2.1 打捞器下放不顺利或下不到位,捕捞不到内管总成

(1)打捞器或内管总成的完好性有问题。

(2)冲洗液配方不合适,钻进过程中内管壁结垢,内管泥皮垢阻挡捞矛和内管的下放和提升。

(3)孔内冲洗液含砂量过高。

2.2 打捞器卡住内管总成后提拉不动

打捞器卡住内管总成后提拉不动的主要原因为:冲洗液中有害固相含量过多,停钻打捞岩心下放捞矛过程中岩屑下沉填卡住内管与钻杆内壁之间,致使内管总成被卡死,无法提出。同时还与打捞机构设计和操作不当有关。

2.3 憋泵

由于整个矿区岩层蚀变以高岭土化为主,钻具的高速旋转对孔壁产生强烈的冲刷作用,并对岩粉和井壁形成高速搅拌,泥浆不具有抑制分散能力,致使岩粉颗粒越来越细,塑性粘度越来越高,摩擦阻力增大,出现憋泵现象。

2.4 护壁堵漏方法不当

由于泥浆选型不合适,不能形成薄而韧的泥皮对孔壁保护,未能控制泥浆失水量致使孔壁粘土成分吸水膨胀,孔壁经常出现“探头石”和掉块。泥浆粘附力增加,在钻具上粘附形成“泥垢”。

由于采用在粘土粉加入NaOH配制成泥球投入孔内进行堵漏的方法不当。虽经反复冲压挤实,即

使部分混合泥进入裂隙,但NaOH有强分散作用,泥球极易被溶解分散而重新漏失,这种塑性粘度很大的泥浆在反复提下大钻的过程中对井壁产生极大的抽吸和激动压力作用,对结构松散的井壁破坏严重。

3 采取的主要技术措施

针对岩层角砾破碎裂隙发育而需要防塌,高岭土化和断层泥易水化膨胀产生钻孔缩径需要有较强的抑制性,绳索取心工艺特殊需要泥浆必须具有流动性能和润滑性能好、排渣能力强而不在钻杆壁上结垢等特点,决定从泥浆选型、配制、使用和护壁堵漏等措施加以解决。

经分析比较,确定选用聚合物低固相泥浆体系。该泥浆体系稳定井壁能力强,选择抑制能力强的聚合物可抑制井壁岩粉和粘土的吸水膨胀及分散;合适的结构粘度,较高的动切力和较低的塑性粘度,携砂排砂能力强,剪切稀释性好,流变性能好,不会由于开启水泵及提下钻时对孔壁形成过大的扰动;由于密度减轻,液柱压力造成的漏失随之减小;泥浆在孔隙中渗透速度降低有利于泥浆中高分子成分在裂隙中逐渐形成凝胶而堵塞漏失通道。

4 工程实践

选择前期施工效率较差的勘探29线和7线,与上述孔深和位置接近的ZK29-2702和ZK7-0404孔进行试验研究。

4.1 施工工艺

(1)ZK29-2702孔,上部残坡积覆盖层主要由砾石、砂、粘土组成,成分为安山岩、英安岩,含量70%,砾径大小2~50 mm,呈次棱角状,含粗砂15%,粘土15%。采用普通聚合物泥浆,每立方米中加入优质粘土粉70 kg、Na₂CO₃ 3 kg、PHP 2 kg、NPAN 1 kg、Na-CMC(低粘)1.5 kg,机械切削油1 kg、KHM 3 kg,测得泥浆性能为:密度1.08~1.10 g/cm³,粘度33~35 s,失水量8 mL/30 min,pH值9。用Ø110 mm普通金刚石开孔钻进,在8.5 m处下入Ø108 mm套管。

(2)进入相对稳定的地层(19.70 m以深)下入Ø89 mm套管,改用Ø75 mm绳索取心钻进,此段主要为安山岩、斜长石、角闪石裂隙发育、岩心整体破碎严重,蚀变高岭土化、绿泥石化,有泥浆漏失,漏失量0.5~1.0 m³/h。此段采用聚合物低固相泥浆,配方为每立方米泥浆加入优质粘土粉14 kg,PHPA 2 kg,防塌护壁剂(GSP)15 kg,Na-CMC 2 kg,

Na_3CO_3 2 kg, KMM 3 kg, NPAN 2 kg, 机械切削油 2.5 kg。测得泥浆性能为:密度 $1.02 \sim 1.04 \text{ g/cm}^3$, 粘度 28 s, 失水量 $6 \sim 8 \text{ mL/30 min}$, pH 值 8.5。

(3) 进入 70.29 m 后, 岩心整体高岭土化较强, 裂隙普遍发育, 岩心破碎, 胶结物为原岩岩粉, 钙质及铁质, 粘土质, 蚀变及高岭土化为主, 漏失较为严重, 有掉块现象。改用防漏防塌低固相聚合物泥浆, 配方为每立方米泥浆加入粘土粉 15 ~ 20 kg, PHPA 3 kg, 防塌护壁剂 CSP 20 ~ 30 kg, Na_3CO_3 2.5 kg, Na - CMC(中粘) 5 ~ 8 kg, NPAN 3 kg, 机械切削油 3 kg, 防塌型随钻堵漏剂(GPC) 20 ~ 40 kg。泥浆性能: 密度 $1.03 \sim 1.05 \text{ g/cm}^3$, 粘度为 30 s, 失水量为 $5 \sim 6 \text{ mL/30 min}$, pH 值 8.5。视地层变化随时调整配方。

(4) 在 154.25 ~ 177.22 m 区段, 漏失量加大, 常出现无返水情况, 则往小搅拌箱内泵入 1.0 m^3 钻进用的原浆液, 加入 18 ~ 25 kg 锯末搅拌均匀后直接从钻杆内倒入, 在倒入的过程中均匀散入少量的 PHP 干粉(加量 $< 0.5\%$), 接上主动钻杆开泵循环, 30 min 后孔口返水即可继续钻进, 若无返水, 重复上述办法, 但锯末加量提高至 40 kg 左右, 加入 PHP 干粉 2% ~ 3%, 然后开泵循环, 30 min 后可循环均匀, 见返水, 则正常钻进。

(5) 在 261.17 ~ 268.62 m 区段, 构造角砾岩裂隙发育, 岩心整体很破碎, 蚀变以高岭土化为主, 次为绿泥石化, 漏失严重, 我们用粘土粉占总质量 50%, 锯末 15% ~ 20%, PHP 干粉 3%, Na - CMC 2%, 水泥 30% ~ 25%, 团成泥球从孔口投入, 投入量以泥球覆盖到需堵漏的区段上面 3 m 左右为准, 然后用下端密封的锥体钻头下墩实并尽量下扫, 让投入的惰性材料尽可能多地挤入到井壁裂隙中, 提钻停候 4 h 后, 换正常钻进钻具开泵慢扫到底(注意提动钻具, 防止泥团进入钻具形成堵塞), 效果较好。

4.2 施工效果

本孔纯钻时间为 53.3%, 台月效率达到 643.39 m, 台时效率为 1.68 m, 较前期有明显好转。

与前期施工遇挫的 ZK7 - 0002 孔(孔深 602.80 m)相对照选定的 ZK7 - 0404(孔深 812.91 m)进行试验, 采用了类似的措施, 也取得了较好的效果, 纯钻时间和台月效率由 ZK7 - 0002 孔的 6.3% 和 100.13 上升到了 54.19% 和 427.85 m。

5 现场泥浆的配制和维护

(1) 聚合物一般都不能速溶, 一定要预先浸泡, 用容器分别将 PHP、NPAN、Na - CMC 浸泡 10 h 以上, 粘土粉与 Na_3CO_3 按 100: (3 ~ 5) 的比例混合均匀后进行钠化。

(2) 搅拌时, 先将预水化后的粘土粉按设定比例质量要求投料加水充分搅拌均匀, 然后按顺序分别加入 Na - CMC、NPAN、PHP。最后加入广谱防塌堵漏剂, 每次加料必须在前一种处理剂被充分搅拌均匀后才能后续加入, 直至全部充分搅匀。

(3) 泥浆池的容积不能小于钻孔全孔容积 3 ~ 4 倍, 循环沟要求尽可能的长、宽、坡度小, 循环沟间隔挖 2 ~ 3 个沉淀池, 比循环沟宽、深, 便于沉淀和捞渣。

(4) 坚持每班班长亲自监控泥浆性能, 每班测试泥浆密度、粘度、pH 值, 观察泵压、机械转速、电流表的变化, 捞矛及内管上下顺利与否, 判定孔内及泥浆性能的变化。尤其在有扫孔或进尺较快的情况下, 更要加密对泥浆性能检测的频率。根据情况的变化, 适时调整所需的处理剂, 加料或换浆, 保证泥浆性能可靠。

6 取得的效果与体会

6.1 取得的主要技术经济效果

通过几个孔的试验, 逐步在本矿区全面推广, 孔内事故少了, 纯钻时间上升了, 转速由 187 ~ 267 r/min 加快到 388 ~ 574 r/min, 台月效率也随之明显提高, 生产面貌有了较大的改观, 缩短了整个矿区的勘探周期。

现将 2009 年及 2010 年元月 1 日以后 2 个时段较难施工的 ZK5、ZK7、ZK29 线 5 个孔的施工情况进行对比, 见表 2。从表 2 可以看出, 同一矿区, 同样的地层, 同样的机具, 同样的钻进参数, 由于不同的泥浆选型和配方加以不同的护壁堵漏措施, 所表现的钻探施工效率有很大的差异, 台月效率由 2009 年 130.38 m 提升到 553.32 m。

6.2 体会

(1) 在复杂地层钻进, 护壁和堵漏是一项很重要的工作, 一定要针对施工矿区的地质结构特点和各岩层的主要成分进行详细的了解, 有目的地选用泥浆处理剂, 认真进行小型试验后, 选定泥浆类型和配方, 切忌无的放矢。

表2 部分钻孔不同时段效率对比分析

孔号	施工时间段	终孔深度/m	事故率/%	纯钻率/%	台月数/个	台月效率/m
ZK5-0905	2009.05.06~2009.07.26	472.60	66.60	18.50	2.62	180.38
ZK5-0505	2010.11.03~2010.12.03	408.03	13.84	56.96	0.87	469.00
ZK7-0002	2009.05.08~2009.12.25	602.80	80.15	6.33	6.02	100.13
ZK7-0404	2011.04.26~2011.07.11	812.91	7.77	54.19	1.90	427.85
ZK29-0401	2009.04.25~2009.09.07	305.45	73.24	11.45	3.96	77.13
ZK29-0709	2009.05.02~2009.10.29	746.56	54.10	18.40	5.70	130.97
ZK29-1509	2009.05.16~2009.12.04	714.57	59.37	14.64	6.42	111.30
ZK29-2702	2010.05.16~2010.05.31	313.33	15.68	53.30	0.48	643.39
ZK29-0805	2011.11.15~2011.11.28	365.63	2.14	34.41	0.46	787.37
ZK29-1909	2010.10.23~2010.11.21	468.33	1.46	64.25	0.57	821.63

(2)要注意整个施工过程中的泥浆配制和维护达到要求的性能指标,要明确并熟悉处理剂的性能和使用方法,对不同孔段不断变化的地层采取的应对措施要心中有数,坚持班班测试泥浆性能,勤除砂,适时调整并保持所施工孔段需要的泥浆性能。否则,即使有好的泥浆选型和配方但并不坚持执行,不进行随机应变的对症处置,必定走弯路,遇挫折。

参考文献:

[1] 曾祥焘,陈志超,何玉明. 钻孔护壁堵漏与减阻[M]. 北京:地质出版社,2007.

- [2] 乌效鸣,胡郁乐,贺冰新. 钻井液与岩土工程浆液[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2002.
- [3] 李国志,杨树伟,徐景珠. 浩布高矿区复杂地层钻进护壁堵漏技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(8):23-26.
- [4] 宋端正. 甘肃西和大桥金矿区复杂地层钻探技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(3):34-36.
- [5] 首照兵,陈礼仪,张统得,等. 攀西钒钛磁铁矿整装勘查复杂地层钻探护壁堵漏技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(2):31-34.
- [6] 曾石友. 嵩县多金属矿区复杂地层岩心钻探施工综合技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(11):16-18.
- [7] 宋端正. 甘肃西和大桥金矿区复杂地层钻探施工实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(1):44-46.

(上接第28页)

源头、孔内情况搞清,认真分析,对症下药,及时处理,少走弯路,缩短处理事故时间,提高钻进效率,获得更大的经济效益。

(3)聚乙烯醇有很好的护壁效果,能对处理孔壁坍塌起到很好作用,但其悬浮岩粉的能力较弱。浓度太高时容易大量析出,因此也要适当控制加量。

(4)针对不同的事故类型要研究制定不同的技术方案进行处理,因地制宜设计加工适合的钻探工具。

参考文献:

- [1] DZ/T 022-2010,地质岩心钻探规程[S].
- [2] 编委会. 地质钻探找矿新技术手册[M]. 北京:地质出版社,2010.
- [3] 孙丙伦,陈师逊,陶士先. 复杂地层深孔钻探泥浆护壁技术探讨与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,36(5).
- [4] 李粤南. 深部孔段卡、埋钻事故防治对策的探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9).
- [5] 巫相辉,董光明. 钻进液配制技术及其应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,37(5).
- [6] 李宏. 栋仁煤田ZK801深孔严重落物事故的处理与反思[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(1).

中石化在习水成功勘探出页岩气——日产气量最高达10万余立方米

《中国矿业报》消息(2014-02-19) 中国石油化工股份有限公司南方勘探分公司日前在黔北地区钻探出一口深部高产页岩气预探井丁页2HF号。

该井位于贵州省习水县境内,系川东南地区林滩场——丁山北东向构造带上,完井斜深为5451 m、垂深4417 m、水平段长1034 m,为目前国内埋藏最深的页岩气水平井。经测试,日产气量最高达10.5万 m^3 ,日均产气量为4.3万 m^3 ,油

压和气量比较稳定。

经过近5个月的分段压裂、防喷试气、固井排液和放喷求产,技术人员克服了国内外罕见的高泵压、高气压等施工难题,在套管固井、压裂试气等方面创中国石化(国内)油气勘探技术指标的十项第一,获得我国深层页岩气勘探的重大突破。这一页岩气勘探开发区块的发现,对推进我国页岩气勘探开发、改善我国能源结构具有重要意义。