

狮子庙金矿田复杂地层护壁技术探索

石得权, 王政敏, 颜志华

(武警黄金技术学校, 襄樊 441000)

[摘要] 本文通过对狮子庙金矿田地层特点的分析, 对矿田地层科学地进行了分类, 针对不同类型的地层, 从护壁机理、钻具级配和钻进参数等方面入手, 探索和研究出了不同的泥浆配方, 改进钻头级配, 有效地解决了该地区的钻探施工技术难题, 降低了事故率, 提高了钻进效率。

[关键词] 复杂地层 钻探 护壁

[中图分类号] TE254.3 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2010)增刊-1301-04

Shi De-quan, Wang Zheng-min, Yan Zhi-hua. A study on drill hole wall protection technologies in complicated strata of the Shizimiao gold mine[J]. Geology and Exploration, 2010, 46 (Supp.): 1301-1304.

在众多的复杂地层钻进施工中, 孔壁坍塌、掉快、缩径、埋钻等事故是非常常见的, 而面对这些情况如果处理不当或前期预防工作不充分, 极易引发更严重的孔内事故, 甚至导致报废钻孔(黄汉仁, 1981; 陈华青等, 2008)。针对目前复杂地层施工, 单凭一两种方法根本不能完全解决, 必须根据地层情况综合治理。为此, 我们根据狮子庙金矿田的地层特点, 提出了综合治理的思路, 有效地解决了矿区施工难题, 钻孔施工能力由原来的三四百米到一千二百多米, 岩心采取率由56%提升到98%, 事故率下降明显, 有效地解决了该矿区施工技术难题。

1 地层特点及施工难点

1.1 地层特点

狮子庙金矿田处于马超营大断裂带上, 构造异常复杂, 节理和裂隙十分发育, 钻开地层后孔内缩径、掉块、垮塌、漏失严重, 成孔困难。其地质分层自上而下依次为: 0~30m 为风化覆盖层, 岩性疏松, 成岩性差; 30~260m 岩性为泥质化页岩、蚀变安山岩、浅灰色粉砂岩、泥质类角砾岩, 岩性较软, 可钻性较好; 260~600m 以蚀变安山岩石、石英砂岩、花岗岩、安山岩为主, 该地层裂隙发育, 岩石硬脆。从整体上

矿区岩层可以分为两类: 一是以泥质岩层为主的水敏性地层; 二是以碎裂岩为主的漏水性地层。

1.2 施工难点

由于南坪矿区整体处于马超营大断裂带中, 区内四条大断裂带横贯全区, 主、次构造发育, 自1985年以来, 先后有多家地质勘查单位在该矿区设计过钻孔, 均因地层松散、松软水敏、破碎而引发孔内坍塌、掉快、漏失等, 导致夹钻、卡钻、断钻等孔内事故频繁发生, 严重影响钻进效率。我部在该矿区施工同样面临上述困境, 由于护壁措施不当, 经常出现钻杆搁浅、封堵憋泵、套管下不到位、孔径率变大等现象, 据统计: 钻孔事故率46%, 台月效率仅达到382米/台月。

2 失稳地层护壁、堵漏措施

针对上述问题, 我们对以往钻孔地质资料进行了系统的整理, 综合分析狮子庙金矿田地层构造特点、岩性, 逐步摸索出了控制钻孔孔壁失稳的技术措施。

2.1 根据地层合理选择护壁冲洗液

冲洗液是钻进过程中不可缺少的护壁、堵漏介质, 因配方不同, 其护壁、堵漏的性能差异也是比较

[收稿日期] 2010-10-25; [修订日期] 2010-11-20; [责任编辑] 郝情情。

[第一作者] 石得权(1974年-), 男, 2005年毕业于中国地质大学(武汉)研究生院地质工程专业, 工程师, 现主要从事于岩心钻探施工技术研究与教学工作。E-mail: sdq_joy@yahoo.com.cn。

大的(鄢捷年,2003;谢青龙等,2007)。为此,在选择钻进冲洗液时,必须对地层岩性特征进行分析整理。根据上述对该矿区地层的分类和以往钻孔地质资料分析,通过室内试验测试冲洗液的各项性能指标,区分流型,选配出了几种冲洗液。

2.1.1 抑制性钻孔冲洗液

狮子庙金矿田水敏性不稳定岩层主要为高岭石化、绿泥石化和绢云母化的蚀变岩层。钻开岩层后,冲洗液中的水份就会侵入到岩层中,孔壁遇水水化后或变软而逐层剥落,或膨胀而使孔径缩小,或因水的润湿而成小块塌落,研究表明:冲洗液对于所钻地层的侵入或水化作用后,必将使孔壁地层的坍塌应力增强。当冲洗液的失水量比较大时,容易导致孔壁的缩径、严重坍塌,进一步钻进难度大。因此,解决失稳问题的基本途径:一是减少失水量;二是降低以粘土为主的地层发生水化反应(马运庆等,2008;卢采田等,2009;袁波等,2009)。为此,我们在室内试验的基础上,优选了两种配方:泥浆冲洗液 I (优质膨润土:4%~6%; Na_2CO_3 :0.03%~0.06%; NaHCO_3 :8%~12%;K-PAM:0.1%~0.3%;NPAN:0.3%~0.5%;NsHmK:1%~3%);PAA 无固相聚合物冲洗液 II (PAA 主剂:0.70%~1.0%;处理剂 A: 300×10^{-6} ~ 500×10^{-6} ;处理剂 B:0.8%~1.5%;抑制剂 K:1.5%~2.0%)。

泥浆冲洗液 I 流变性能为:漏斗粘度 20~25s,比重 1.08~1.10,API 失水量 6~11ml/30min,含砂量<3%,泥皮厚度 1mm 左右,动切力 4~5.25Pa,塑性粘度 4~7MPa·s,PH 值 8~9。该泥浆体系具有强抑制能力,同时还具有泥皮薄而光滑,润滑性能好,有很强的携带岩粉能力和及时沉淀絮凝能力。

PAA 无固相聚合物冲洗液 II 流变性能为:表观粘度 5MPa·s,塑性粘度 4MPa·s,漏斗粘度 19.5s。该类冲洗液能够在孔壁上形成一层坚韧致密的保护膜,阻止水分进入孔壁,同时抑制剂 K 可以填充空穴,防止粘土水化。通过现场采集的岩粉制成一定形状的岩样,将岩样置入 PAA 冲洗液中浸泡,岩样久泡不散。

选配这两种冲洗液时,应把握以下几点:(1)必须对材料进行实验室品质鉴定;(2)必须预制浸泡;(3)要特别注意添加顺序;(4)搅拌要充分。

2.1.2 堵漏钻孔冲洗液

狮子庙金矿田处于马超营大断裂带上,岩层异常破碎,裂隙非常发育,所有设计的钻孔在不同程度上都会发生漏失、严重漏失现象,导致孔壁极不稳

定,事故频繁发生。为此,必须采用有效的方法进行孔内堵漏。通过现场试验,根据岩层破碎程度、孔壁漏失情况,筛选了两种堵漏泥浆配方:堵漏泥浆 III 和堵漏泥浆 IV。

堵漏泥浆 III:优质膨润土 2%+ Na_2CO_3 4%+锯末 0.2%~0.3%+30%HPAM0.025%+CMC0.025%。

堵漏泥浆 IV:优质膨润土 5%+ Na_2CO_3 6%+水解度 30%PAM 0.2%+水泥 20%。

这两种该护壁堵漏泥浆在外部压力作用下,能够充分进入到岩层的裂隙中,起到封闭漏失通道,效果非常明显(徐同台,1999)。但往往由于压力控制不当,或在操作过程中钻杆提升不及时,容易诱发地层压裂或吸钻现象,因此在施工过程中,严格控制钻压和提升速度。

2.2 优化钻具级配,合理选择下套管的时机

在复杂地层钻进过程中,冲洗液护壁堵漏作用不容忽视,但其维护孔壁的稳定具有时间性。当钻孔周期较长时,孔壁会在外部物理化学作用力下失去稳定(李世忠,1994;方道斌等,2006)。因此必须在钻孔穿过破碎带或漏失层后,要及时的下入套管;另外遇到漏失严重的钻孔,采用现有材料堵漏无效时,或采用其他技术方法成本过高时,也要用套管来解决(汤凤林,1998)。实际上在复杂地层钻进很难一径到底,只要钻孔不是一级口径到底,从级配合理性考虑,也要下入技术套管(郭绍什,1993)。如 $\varphi 95\text{S}$ 换 $\varphi 75\text{S}$ 钻进,其上部必须下入 $\varphi 89$ 套管(钻井手册(甲方)编委会,1990)。

在复杂地层施工过程中,由于孔壁缩径或孔壁上的探头石,导致套管下不到设计的位置,往往需要起拔出全部套管进行扫孔,然后重新再下入套管,有时反复多次套管才能下到预定位置。这样必将严重影响施工效率。为此我们通过加大钻头和扩孔器的外径,增加钻杆与孔壁的间隙。如 $\varphi 110\text{mm}$ 加大到 $\varphi 114\text{mm}$,扩孔器外径比钻头大 0.5mm。在一定程度上解决了套管下入不顺畅的问题(蒋青光等,2008)。

2.3 优化规程参数,较少孔壁的机械破坏

根据萨尔基索夫研究理论,钻杆的弯曲度与转速、钻压均成正比,因此高转速必然加重钻杆的弯曲。弯曲的钻杆在旋转过程中必然对孔壁进行敲击和摩擦,造成人为破坏孔壁稳定(鄢捷年,2003;卢采田等,2009)。在完整地层中,这种现象对孔壁的破坏较小,但在复杂地层中钻进时对孔壁的破坏是巨大的,特别是破碎地层,高转速或大压力都有可能

严重影响到钻进工作,甚至导致孔内事故不断。

钻进时冲洗液的用量,应能保证孔底完全清除破碎的岩石并将其排至地面。当冲洗液不足时,孔底岩石产生二次破碎,这会降低钻进速度,提高钻头的磨损。确定冲洗液用量时,一般的出发点:在钻孔环状空间内形成的冲洗液返流速度,不至于使岩粉过于富集,并保证稳定地运送大颗粒岩粉(乌效鸣等,2002)。但在复杂地层钻进时,冲洗液的用量不能仅仅根据此法,还必须综合考虑钻杆的转速、冲洗液体的粘度所影响到冲洗液的流型。ZK515 钻孔施工过程中由于对冲洗液体用量把握不准,导致孔壁被严重冲刷,从而孔壁频繁坍塌,封堵事故频繁发生。因此,在复杂地层钻进采取钻进参数应低于常规钻进参数。

3 工程应用效果

2007 年,狮子庙金矿田设计了 8 个勘查钻孔,在施工前期由于对地层资料掌握的不透,制定的措施不当,使得 ZK475 钻孔曾一度陷入困境,先后投入了大量的人力、物力来解决 ZK475 钻孔的技术问题。我们在对 ZK473 钻孔施工前,认真的分析了 47 号勘探线上 ZK475 地层岩性情况,总结了 ZK475 钻孔施工经验。在此基础上,将 ZK473 钻孔结构设计为四级成孔,终孔 $\varphi 75\text{mm}$ 。从整个钻进过程看:上部覆盖层采用泥浆冲洗液 I 进行护壁,采取低压慢钻,最高转速控制在三档以下,穿过覆盖层后,孔壁稳定,孔内事故少,套管下入顺畅;深部地层采用 PAA 无固相冲洗液护壁,孔壁稳定,钻进效率高。51 号勘探线 ZK518 钻孔在施工到 235.63m 处,由于地层异常破碎,裂隙比较发育,导致冲洗液大量漏失,我们先后进行水泥灌注多次,但穿过该层后,冲洗液又发生漏失,为此我们采用了泥浆冲洗液 III,经过两个班的作业,孔壁漏失得到控制,顺利的穿过了漏失层。

通过采取综合防治措施,狮子庙金矿田钻探施工取得了较好的经济技术指标。单机最高台月实进尺达到 509.20m,单机最高台月效率达到 563.31 米/台月,均创下该矿区的最高记录。

4 结论

- (1) 泥浆冲洗液 I 能有效地抑制水分子对水敏岩层的侵入,从而避免由此而引起的孔壁坍塌、缩径,控制了孔壁的稳定。
- (2) PAA 无固相聚合物冲洗液护壁的性能优

于聚合物泥浆,但使用成本高,一般应用于严重水敏岩层的综合效益好。

[References]

Chen Hua-qing, Zeng Hu, Yue Peng, Bai Xue-fei. 2008. Leakage blocking technologies' application in deep Well Construction[J]. West-China Exploration Engineering, 20(4): 55-56 (in Chinese with English abstract)

Fang Dao-bin, Guo Rui-wei, Ha Run-hua. 2006. Acrylamide Polymers [M]. Beijing: Chemistry Industry Publishing House: 333-369 (in Chinese with English abstract)

Jiang Qing-guang, Zhao Shao-he, Chen Ping, Ma Huan, Liu Ka-wei, Zhong She-jiao. 2008. Development of premium diamond-set bits [J]. Diamond & Abrasing and Grinding Engineering, 6(12): 12-16 (in Chinese with English abstract)

Huang Han-ren. 1981. Slurry processing theory [M]. Beijing: Petroleum Industry Press: 231-244 (in Chinese with English abstract)

Guo Shao-shi. 1993. Drilling manual [M]. Beijing: Geological Publishing House: 170-171 (in Chinese with English abstract)

Ma Yun-qing, Wang Wei-zhong, Yang Jun-zhen. 2008. Impact of drilling fluid's pH value on treatment agent [J]. Drilling Fluid & Completion Fluid, 25(3): 77-78 (in Chinese with English abstract)

Li Shi-zhong. 1994. Drilling technologies [M]. Beijing: Geological Publishing House: 62-79 (in Chinese with English abstract)

Lu Cai-tian, Huang Ya-lin, Ma Zong-shan. 2009. Studies on and application of prospecting&exploiting technologies in Nanjinshan gold mine [J]. Guotuziyouangaodengzhiyejiaoyuanjiu, 34(11): 203-206 (in Chinese with English abstract)

Liu Sen-feng, Huang Wei, Li Ning. 2009. Problems of diamond wire-line drilling in common complicated strata & counter measures [J]. West-China Exploration Engineering, 21(12): 120-121 (in Chinese with English abstract)

Liu Ru-shan, Zeng Yi-jin, Ma Kai-hua. 2005. Technical challenges and solutions for drilling under complicated conditions [M]. Beijing: China Petrochemical Press: 23-56 (in Chinese with English abstract)

Tang Feng-lin. 1998. Core drilling technology design [M]. Beijing: China University of Geo-sciences Press: 40-114 (in Chinese with English abstract)

Xie Qing-long, Yu Dian-kui. 2007. Drilling wall protection & leakage blocking technologies in complicated strata of BaishanJinying Gold Mine [M]. Exploration Engineering; Rock & Soil Drilling and Tunneling, 34(10): 45-48 (in Chinese with English abstract)

Xu Tong-tai, Cui Mao-rong, Wang Yun-liang. 1999. Drilling well stability technologies [M]. Beijing: Petroleum Industry Press: 200-204 (in Chinese with English abstract)

Yan Jie-nian. 2003. Drilling fluid technology [M]. Dongying: University of Petroleum Press: 12-43 (in Chinese with English abstract)

Yuan Bo, Wang Jing-shen, Wang Xiao-yan. 2009. Construction technologies in complicated strata [J]. West-China Exploration Engineering, 21(10): 75-75 (in Chinese with English abstract)

Drilling Manual Editorial Board. 1990. Drilling fluid manual [M]. Beijing: Petroleum Industry Press: 32-56 (in Chinese with English abstract)

Wu Xiao-ming, Hu Yu-le, He Bing-xin. 2002. Drilling fluid & geotechnical engineering fluid [M]. Beijing: China University of Geo-sciences Press; 155-179 (in Chinese)

[附中文参考文献]

陈华青, 曾虎, 岳鹏, 白学飞. 2008. 堵漏技术在深井施工中的应用[J]. 西部探矿工程, 20(4): 55-56

方道斌, 锅睿威, 哈润华. 2006. 丙烯酸胺聚合物[M]. 北京: 化学工业出版社; 333-369

蒋青光, 张绍和, 陈平, 马欢, 刘卡伟, 钟社教. 2008. 新型优质孕镶金刚石钻头研制[J]. 金刚石与磨料磨具工程, 6(12): 12-16

黄汉仁. 1981. 泥浆工艺原理[M]. 北京: 石油工业出版社; 231-244

郭绍什. 1993. 钻探手册[M]. 北京: 地质出版社; 170-171

马运庆, 王伟忠, 杨俊贞, 刘云. 2008. 浅谈钻井液 PH 值对处理剂的影响[J]. 钻井液与完井液, 25(3): 77-78

李世忠. 1994. 钻探工艺学[M]. 北京: 地质出版社; 62-79

卢采田, 黄亚林. 2009. 马鬃山南金山金矿区深部找矿钻探技术与应[J]. 国土资源高等职业教育研究, 34(11): 203-206

刘森峰, 黄炜, 李宁. 2009. 金刚石绳钻常见复杂地层成因及处理措施[J]. 西部探矿工程, 21(12): 120-121

刘汝山, 曾义金, 马开华. 2005. 复杂条件下钻井技术难点及对策[M]. 北京: 中国石化出版社; 23-56

汤凤林. 1998. 岩心钻探技术设计[M]. 北京: 中国地质大学出版社; 40-114

谢青龙, 于殿奎. 2007. 白山金英金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, 34(10): 45-48

徐同台, 崔茂荣, 王允良. 1999. 钻井工程井壁稳定技术[M]. 北京: 石油工业出版社; 200-204

鄢捷年. 2003. 钻井液工艺[M]. 东营: 石油大学出版社; 12-43

袁波, 王景申, 王晓艳. 2009. 浅议复杂地层施工技术工[J]. 西部探矿工程, 21(10): 75-75

钻井手册(甲方)编委会. 1990. 钻井液手册(甲方)[M]. 北京: 石油工业出版社; 32-56

乌效鸣, 胡郁乐, 贺冰新. 2002. 钻井液与岩土工程浆液[M]. 北京: 中国地质大学出版社; 155-179

A Study on Drill Hole Wall Protection Technologies in Complicated Strata of the Shizimiao Gold Mine

SHI De-quan, WANG Zheng-min, YAN Zhi-hua
(Gold Technical College of CAPF, Xiangfan 441000)

Abstract: Based on the analysis of strata characteristics, the strata of the Shizimiao gold mine were classified scientifically. From the aspects of wall protection mechanism, drilling tool grading and drilling parameters, we studied various mud formulations and improved drilling tool grading for different types of strata. By these measures, we have effectively solved the difficult problems in drilling technology, reduced the accident ratio, and improved the drilling efficiency accordingly.

Key words: complicated strata, drilling, wall protection