水文·工程·环境

大宝山复杂钼矿地层钻孔堵漏技术研究与应用

孙平贺[1,2,3],乌效鸣[1],赵均文[4],赵仁明[5]

(1. 中国地质大学工程学院,武汉 430074;2. 中国地质大学(武汉)岩土钻掘与防护教育部工程研究中心,武汉 430074;
3. 美国 Arizona State University,AZ 85282;4. 河北省地矿局第四地质大队,承德 067000;
5. 广东省地质勘查局 705 地质大队,韶关 512023)

[摘 要]钻孔漏失是钻进过程中经常碰到的问题。大宝山钼矿区地层条件复杂,多以软硬夹层和岩石裂隙为主,地下水丰富,局部漏失比较明显。为了解决该区域地层钻孔的漏失问题,笔者在分析地层及现场工艺条件后,提出并设计了脲醛树脂水泥球堵漏方案。经室内评价性实验,确定了以水泥、脲醛树脂、酒石酸等为主要原料的现场堵漏配方,该方案初凝和终凝时间比较短,操作过程比较简单,水泥球在酸性条件下能够保持自身的稳定,减少浸泡条件下堵漏材料的分解,配比材料经济。通过现场漏失钻孔段的实际堵漏验证,该方案可以有效解决大量漏失的问题,减少了辅助作业的时间,降低了工程成本。

[关键词]水泥球 复杂地层 钻孔 堵漏

[中图分类号]P642 [文献标识码]A [文章编号]0459-5331(2010)01-0132-05

Sun Ping-he, Wu Xiao-ming, Zhao Jun-wen, Zhao Ren-ming. Research and application of sealing technologies in complex molybdenum stratum in Dabao mountain[J]. Geology and Exploration, 2010, 46(1):0132-0136.

复杂地层钻孔护壁堵漏技术是确保岩芯钻探工作质量的一个重要环节。但在实际工作中,由于钻遇地层的差异性很大,特别是矿区地层,加之施工作业条件和经济成本的限制,传统堵漏技术如灌注水泥浆和高价格堵漏材料都不能得到很好地应用(乌效鸣等,2002;杨德寿等,2007)。针对广东韶关大宝山复杂钼矿地层的特点,笔者采用了“快速、高效、低廉”的脲醛树脂水泥球堵漏技术取得了很好的现场堵漏效果。

1 工程概况

广东省韶关市大宝山钼多金属矿接替资源勘查项目的重点是对大宝山矿区船肚矿区和白面山勘查区进行普查找矿工作,探求 333 资源量。2007 年度布置钻孔 11 个,钻探工作量 4920m。2008 年度布置钻孔 6 个,钻探工作量 2680m。

该矿区地质条件极其复杂,主要由矿区氧化钼破碎层、蚀变带(高岭土化)和断层泥(夹角砾)层构成,易造成坍塌,全漏失;矿区风化次英安斑岩,工业钼矿体,易产生掉块,漏失,岩芯采取率很低(乌效鸣等,2005;兰凯等,2006)。复杂的地质条件给施工带来极大的困难,如钻井液完全漏失,孔壁严重坍塌,出现卡钻、埋钻事故(孙平贺等,2008)。岩芯采取率达不到指标,套管也经常不能下到位。

采用金刚石钻进工艺和绳索取芯钻进工艺,终孔直径不得小于 Φ 56mm(绳索取芯终孔直径不得小于 Φ 59mm)。对于钻孔漏失量比较小,破碎掉块孔段(不含泥质)采用水泥护壁堵漏(程仲等,2008;刘维平等,2009)。

水泥护壁堵漏尽管能够在二次开孔中实现稳定钻进,但由于候凝时间比较长,往往不能够实现连续封堵,同时,当水泥结石与松软地层胶结不牢靠时也易产生卡钻等事故。故笔者根据现场情况,设计了脲醛树脂水泥球堵漏方案,有效解决了上述问题。

[收稿日期]2009-09-10;[修订日期]2009-11-12;[责任编辑]陈喜峰。
[基金项目]中国. 国家建设高水平大学公派研究生项目(20093012)资助项目和中国地质大学(武汉)研究生学术探索与创新基金(CUGYJS0721)联合资助。
[作者简介]孙平贺(1983 年-),男,吉林松原人,中国地质大学(武汉)和美国亚利桑那州立大学联合培养博士,主要从事钻井液及钻井工程工艺和检测等方面的研究。

表 1　现场设备一览表

Table 1　List of the equipment for field

名　称	型　号	数　量
油压钻机	XY-4	2 ~ 4 台
泥浆泵	BW150/50	2 ~ 3 台
管式塔	自制	1 ~ 2 台
汽车	小货	1 台
测斜仪	陀螺仪	1 台

表 2　水泥堵漏方案

Table 2　Plan of cement block

材料组成	配比(Kg)
普通硅酸盐水泥 425#	100
早强剂 $CaCl_2$	0.1 ~ 0.2
缓凝剂水泥干粉量	1 ~ 5
水灰比	0.05

2　材料组成

脲醛树脂水泥球主要将脲醛树脂、水泥及水按照一定的比例辗搓而成。

脲醛树脂是一种水溶性树脂,它在酸性条件下能迅速凝固成有一定机械强度的固结体,是适合于钻孔护壁堵漏的注浆材料。由于脲醛树脂是由原料易得的尿素和甲醛水溶液合成的一种聚合物(赵仁明等,2009),故其性能可调,可人为地控制固化时间,成本较低,配制简单,且是低毒的化学注浆材料,可实现钻孔快速堵漏,其微观结构见图 2。



图 1　地层剖面

Fig. 1　Photo showing section plane of the stratum

堵漏材料中采用的水泥为普通 425# 硅酸盐水泥,同时,为了缩短水泥球在钻孔内的凝结时间,实

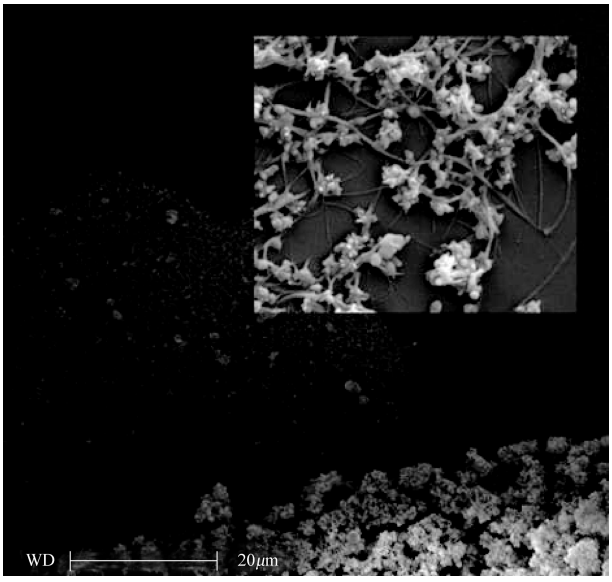


图 2　脲醛树脂微观结构

Fig. 2　Microstructure of urea-formaldehyde

验中加入一定的酒石酸(TA)。一般而言,脲醛树脂在酸性条件下容易固结,因此,现场制备用水以 pH [4,5]为宜。矿区富含大量的钙质盐,使地下水呈酸性,部分钻孔地下水 pH 值仅为 3,这也给该堵漏方案的实施提供了有利条件(高学生,2006;俞宪生,2009)。

3　室内实验

为了确定现场应用的最优方案,笔者有针对性地作了一系列室内对比实验,实验材料如前所述,实验温度为 26 ~ 28℃,实验用水采用现场钻孔内地下水。

表 3　室内实验效果

Table 3　The experimental results

实验编号	初凝(h)	终凝(h)	pH
080801	1.1	7.2	12
080802	1.5	7.0	13
080803-1	1.4	7.5	13
080803-2	1.7	8.2	12
080803-3	1.6	8.0	13
080804-1	1.5	7.8	13
080804-2	1.6	7.8	12
080818	3.8	8.8	13

从表 3 中可以看出,在不同的配方体系中,初凝时间维持在 1.5 小时左右,满足现场的工艺要求,终凝时间在 8 小时左右,相对于普通水泥堵漏要求的

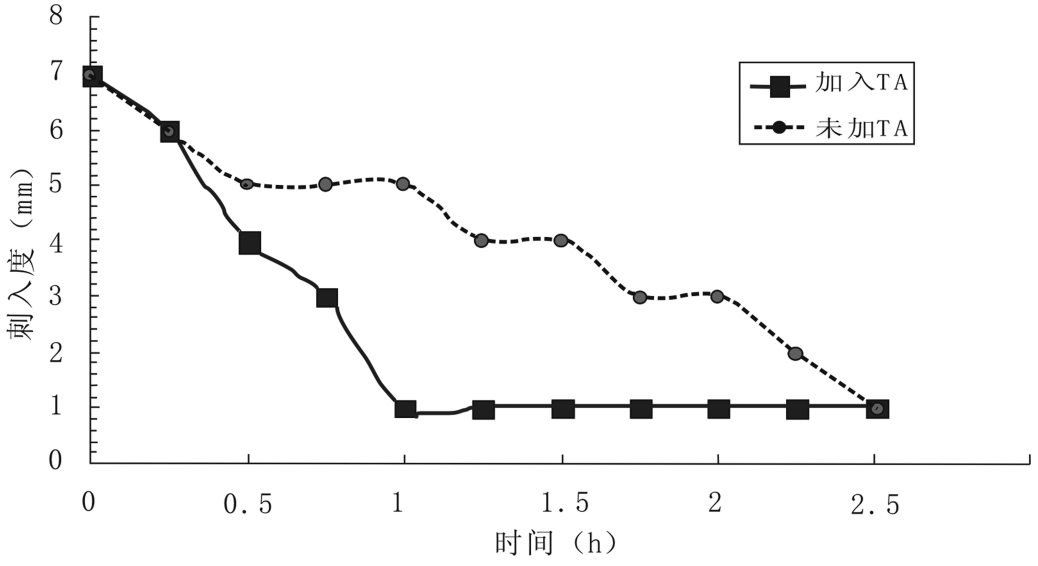


图 3　酒石酸(TA)对凝结时间的影响

Fig .3　Tartaric acid (TA) effect on time

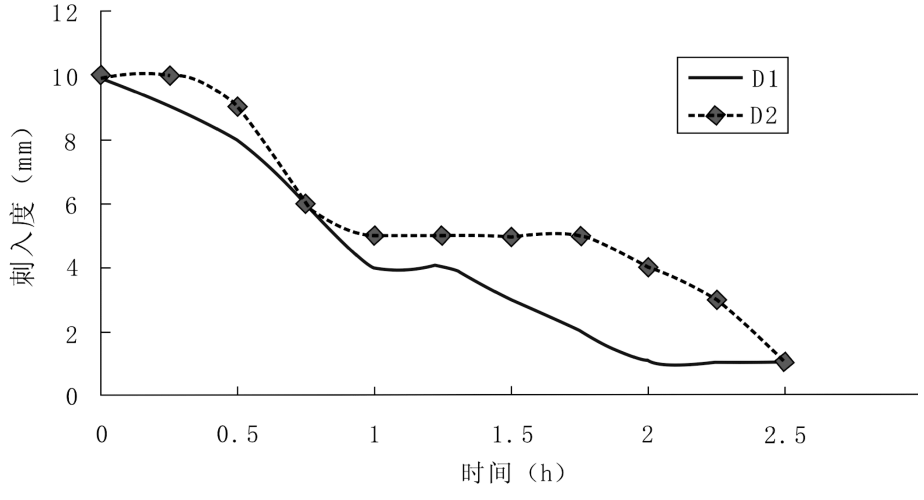


图 4　脲醛树脂加量对凝结时间的影响

Fig .4　Adding amcunt of Urea-formaldehyde colophony effect on time

24 小时大大缩短,减少辅助作业的时间(张光焰,2005;Najafi 等,2008)。尽管实验中采用的材料用水为现场酸性水,部分配方中也加入了弱酸,但由于碱性水泥的存在,使得 pH 值偏大。

从图 3 中可以看出,在同样材料配比中加入酒石酸可有效减少水泥球凝结的时间。

此外,在其它材料及脲醛树脂与酒石酸配比一定的情况下,不同的脲醛树脂加量,即脲醛树脂与水泥的配比 D 不同,水泥球的凝结时间也不一样,一般而言,脲醛树脂加量越大,时间越短(Meeks 等,2008;Jennings 等,2008;朱永宁等,2007),如图 4 中的曲线 D_1 所示,反之,时间则越长,如曲线 D_2 所示。

通过水泥球室内评价实验,最终确定 080803-1 为现场堵漏方案。按照该配方制作水泥球经弱酸浸泡后依然保持完整,如图 5 所示,而普通水泥球则发生破坏,如图 6 所示。

4　现场应用

现场堵漏过程主要包括水泥球的制作、投递、候凝和扫孔几个步骤(Daniel Moosa 等,2003;赵长福等,2007)。堵漏孔段的地层情况如表 4 所示。

1. 脲醛树脂水泥球制作完毕后要等待 3-5min,待表面有一定硬化后再投入钻孔内。投递过程中要注意尽量减少球体与套管和孔壁之间的摩

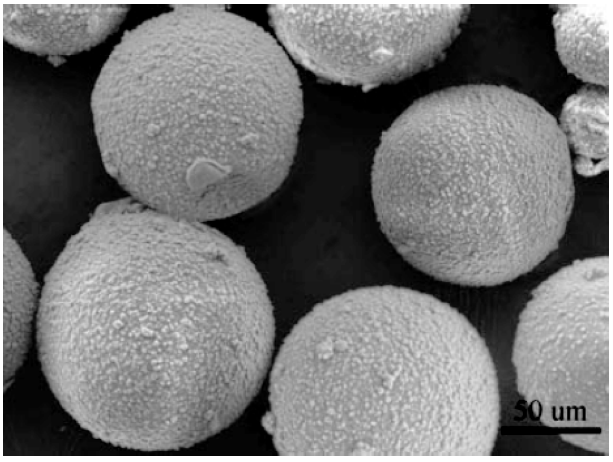


图 5　弱酸浴浸泡下的脲醛树脂水泥球

Fig. 5　Urea-formaldehyde marinating in weak acid

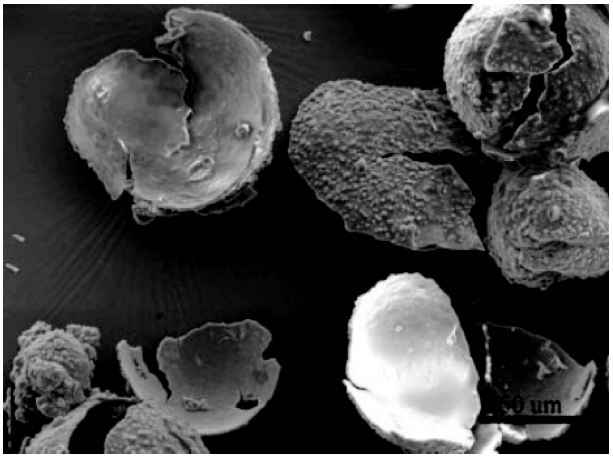


图 6　弱酸浴浸泡下的普通水泥球

Fig . 6　Portland cement ball marinating in weak acid

擦,提高可堵率(Thomas Gentzis 等,2009;Tian Jian-sheng 等,2009)。

表 4　堵漏地层情况

Table 4　Description of stratum

项　目	描　述
堵漏孔段	Φ110 mm,44 ~ 62. 4 m
地层情况	松散,易垮孔。漏失层不均匀,Φ127 mm 套管下至 26 m。39 m 处灌入 3 包水泥(50kg 装),51m 处灌入 2 包水泥(同上)。51 ~ 55m 地层相对稳定,无重大漏失,地表可以返水。
水位	51 m

2. 候凝时间为从最后一批水泥球投入孔内开始 5h 左右。

3. 候凝后开始扫孔,扫孔中注意两点,第一,将钻头端部封住,保证水泥球不会被压入钻头及岩心管内,保证具有足够的水泥球与孔壁相结合;第二,在起下钻过程中速度要慢,避免产生较大的抽吸力进而影响孔壁的稳定性。

扫孔完毕后,开始正常钻进,泥浆开始正常循环,无漏失,返浆正常,有效地解决了该孔段的漏失问题,堵漏试验获得成功。

5　结论

1. 结合大宝山矿区及现场的工艺技术特点,提出并设计了脲醛树脂水泥球护壁堵漏方案,有效地解决了漏失问题,提高了钻进效率;

2. 脲醛树脂可以在酸性条件下同水泥及漏失地层产生固结作用,电镜图像显示其固结体致密均匀,可以有效减少渗流通道;

3. 钻进复杂的地层,要合理设计现场应用泥浆的方案,动态监测泥浆的动态失水变化,控制失水量在 16ml 以内,保证孔壁的稳定。

[References]

Cheng Zhong, Xiong Ji-you , Cheng Kun. 2008. Mechanism analysis about the technology of leak protection and sealing with drilling[J]. Drilling & Production Technology, 31(1): 36-39

Daniel Moosa, Pavel Peskaa, Thomas Finkbeinera , Mark Zobackb. 2003. Comprehensive wellbore stability analysis utilizing quantitative risk assessment[J]. Journal of Petroleum Science and Engineering, 38(2003):97-109

Gao Xue-sheng. 2006. Application research of water-soluble temporary-plugging ball for sand-washing process[J]. Advances in Fine Petrochemicals, 7(4): 31-33

Jennings, Lain. 2008. Dynamic formations rendered less problematic with solid expandable technology[C]. IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference 2008:203-212

Lan Kai, d Huang Zhen-guo. 2006. Application of high-performance Bentonite slurry in large diameter and deep bored pile engineering[J]. Geology and Prospecting, 42(5):94-97

Liu Wei-ping, Hu Yuan-biao. 2009. Drilling fluids selection and lost circulation control technology in jinchang gold mine [J]. Exploration Engineering, 36(6): 13-18

Meeks, William R. , Browning, 2008. Greg M. Approaches to managing tight-margin drilling in e quatorial Guinea[C]. Proceedings-SPE Annual Technical Conference and Exhibition 2008:1664-1674

Najafi, Masoud, Benjelloun-Dabaghi, Zakia. 2008. Modeling

and simulation of a drilling station in modelica[C]. Mediterranean Conference on Control and Automation - Conference Proceedings, MED'08: 463-468

Sun Ping-he, Wu Xiao-ming, Zhu Yong-yi. 2008. Principle analysis and applied research on drilling fluid using in suspending of CCSD-SK[J]. Drilling Fluid & Completion Fluid, 25 (3): 4-6

Thomas Gentzis, Nathan Deisman , Richard J. Chalaturnyk. 2009. Effect of drilling fluids on coal permeability: Impact on horizontal wellbore stability[J]. International Journal of Coal Geology,78(2009):177-191

Tian Jian-sheng , Qu Fan-fei. 2009. Model experiment of rock blasting with single borehole and double free-surface[J]. Mining Science and Technology,19(2009): 0395 - 0398

Wu Xiao-ming, Cai Ji-hua , Li Yun-bo. 2005. Research of LG vegetable gum additive[J]. Drilling Fluid & Completion Fluid, 22 (1): 19-24

Wu Xiao-ming, Hu Yu-le , He Bing-xin. 2002. Drilling and engineering fluid[M]. Wuhan China University of Geosciences House, 66-78

Yang De-shou, Ren Wu-xing, Liu Bai-zheng. 2007. Convenient measurement of drilling gush and lost circulation on water [J]. Geology and Prospecting, 43(4):88-90

Yu Xian-sheng. 2009. Lost circulation prevention in Zhenjing oil field of Erdos basin[J]. Exploration Engineering, 36 (6): 19-23

Zhang Guang-yan. 2005. Pay layers temporarily plugging/shielding in down hole operation in Shengli oil fields[J]. Oilfield Chemistry, 22(4): 296-298

Zhao chang-fu, Yue Cui-ming. 2007. Select equipments and design the pipe-line system to pour fluid in air-foam drilling [J]. Geology and Prospecting, 43(5): 105-108

Zhao Ren-ming, Sun Ping-he, He Zhong-dao. 2009. The exploitation and application of asphaltume drilling fluid[J]. Exploration Engineering, 36(3): 26-28

Zhu Yong-ning, Yuan Ming. 2007. Core drilling process for high borehole verticality[J]. Geology and Prospecting, 43 (4): 95-97

[附中文参考文献]

程 仲,熊继有,程 昆. 2008. 随钻防漏堵漏技术机理的探讨[J]钻采工艺, 31(1): 36-39

高学生. 2006. 水溶性冲砂暂堵球的应用研究[J]. 精细石油化工进展, 7(4): 31-33

兰 凯,黄振国. 2006. 优质膨润土泥浆在大直径深桩基工程中的应用[J] . 地质与勘探,42(5):94-97

刘维平,胡远彪. 2009. 牡丹江金厂矿区钻井液选用与堵漏技术[J]探矿工程, 36(6): 13-18

孙平贺,乌效鸣,朱永宜. 2008. 松科 1 井主井眼钻井液悬渣的力学机理研究[J]. 钻井液与完井液, 25 (3): 4-6

乌效鸣,蔡记华,李云波. 2005. LG 植物胶处理剂的试验研究[J]. 钻井泥浆与完井液, 22(1): 19-24

乌效鸣,胡郁乐,贺冰新. 2002. 钻井泥浆与岩土工程浆液[M]. 武汉:中国地质大学出版社:66-78

杨德寿,任武行,刘伯政. 2007. 钻孔涌、漏失水测量的简易方法[J]. 地质与勘探, 43(4):88-90

俞宪生. 2009. 鄂尔多斯盆地镇泾工区钻井堵漏技术措施[J]. 探矿工程, 36(6): 19-23

张光焰. 2005. 屏蔽暂堵技术在胜利油田采油中的应用[J]. 油田化学, 22(4): 296-298

赵长福,岳翠鸣. 2007. 空气泡沫钻进的设备选择及灌注系统设计[J]. 地质与勘探, 43(5): 105-108

赵仁明,孙平贺,何中导. 2009. 沥青堵漏钻井液体系的研制与初步应用[J]探矿工程, 36(3): 26-28

朱永宁,袁 明. 2007. 甘肃省漳县盐矿勘探高垂直度要求岩芯钻探钻孔施工工艺技术[J]. 地质与勘探, 43(4): 95-97

Research and Application of Sealing Technologies in Complex Molybdenum Stratum in Dabao Mountain

SUN Ping-he[1,2,3], WU Xiao-ming[1], ZHAO Jun-wen[2], ZHAO Ren-ming[3]

(1. *Faculty of Engineering, China University of Geosciences, Wuhan* 430074, *China*;
2. *Geotechnical Drilling and Prevention Research Center of the Ministry of Education Projects, Wuhan* 430074, *China*;
3. *Arizona State University, AZ* 85282, *America*; 4. *Bureau of Geology Exploration of Hebei Province, Chengde* 067000, *China*;
5. *Bureau of Geology Exploration of Guangdong Province, Shaoguan* 512023, *China*)

Abstract: It is a common problem that the drilling fluid often goes through the borehole. Especially in the stratum including crack rock and shale, it occurs quite often. Sealing of cement ball is adapted to the drilling bore in complex stratum in Dabao mountain. The author designs this sealing project due to the complex stratum and locale techniques. The cement, Urea-formaldehyde and acid are fixed to apply in the drilling bore through much experiment by the author. In many cases, the material will run away by the force of flowing underground water and can't keep its stability. In this experiment, the cement can keep itself away from broken. It takes little time during the concretion and keeps stabilization in the acid liquid. This project keeps the sealing of drilling bore normally, shorten the time of assistant work and cut down the cost of the drilling.

Key words: cement ball, complex stratum, drilling bore, sealing