

大裂隙堵漏剂在神农架矿区复杂地层钻进中的试验应用

王政敏¹, 张宝河², 刘 鸣¹

(1. 武警警种学院黄金系, 北京 102202, 2. 武警黄金指挥部, 北京 100055)

摘要:通过大裂隙堵漏剂在神农架矿区复杂地层钻进中的试验应用,论述了该堵漏剂堵漏性能参数及堵漏机理,总结了用该堵漏剂堵漏的操作方法;简述了野外施工试验的应用过程及应用效果。

关键词:大裂隙堵漏剂;复杂地层;神农架矿区

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2014)05-0025-04

Test Application of Large Fracture Plugging Agent in Complex Formation of Shennongjia Mining Area/WANG Zheng-min¹, ZHANG Bao-he², LIU Ming¹ (1. Category Institute of CAPF, Beijing 102202, China; 2. The Gold Headquarters of Chinese People Armed Police Forces, Beijing 100055, China)

Abstract: Based on the test application of large fracture plugging agent in complex formation of Shennongjia mining area, the paper discusses the performance parameters and the plugging mechanism, summarizes the operation methods and briefly introduces the application process and the effects of this plugging agent in the field test.

Key words: large fracture plugging agent; complex formation; Shennongjia mining area

1 概述

神农架矿区位于鄂西北地区,主要有大型的磷矿和铅锌矿。矿区的特点一是地貌类型复杂,主要有:山地地貌、流水地貌、喀斯特(岩溶)地貌和第四纪冰川形成的冰川地貌;二是地层非常复杂,溶洞、溶隙和裂隙非常发育,在钻探施工中,钻孔频繁发生漏失、坍塌、掉块等现象,造成夹钻、卡钻、埋钻、断钻等事故。致使钻进效率低,成本居高不下,严重影响了地质找矿工作的正常进行。虽然采取了多种方法堵漏和治理,效果始终不理想,每年一台钻机,施工不到1000 m,钻孔质量还难以保证。2009年,经过调研,我们对大裂隙堵漏剂进行了反复试验和实践应用,并采取综合治理的办法,较成功地解决了该矿区的钻进难题,取得了很好的经济效益和社会效益。

2 矿区地层

神农架矿区在地层区划上属扬子准地层区的大巴山—大洪山分区,主要的岩性组成为:砾岩、砂岩、页岩、灰岩、白云岩、硅质岩和冰碛岩等。矿区褶皱和断裂构造发育,由于受构造的影响,矿区除沟谷中有第四系松散堆积物外,出露的地层主要为灰岩、页岩,岩层产状较陡,夹层、互层频繁,即薄~中厚层灰岩夹钙质页岩。在施工中遇到的主要岩层和岩性如下:

页岩:浅绿色~淡黄色~黑色,分钙质页岩、碳质页岩、泥质页岩等,岩石硬度小,可钻性等级3~5级,研磨性弱,水敏性强,尤其泥质、碳质页岩水敏性极强。

砂岩:灰~褐灰色,矿区主要为粉砂岩和钙质粉砂岩,岩石硬度较小,研磨性较强。可钻性等级3~5级。

灰岩:灰~灰白,薄~中厚层,岩石结构致密,硬度低,研磨性弱,可钻性级别4~5级。

3 钻进中常遇到的问题

(1) 溶洞、溶隙和裂隙发育,导致漏失、断钻、跑斜、卡钻、夹钻比较突出。

(2) 超径严重,排渣困难。若突然停电或水泵故障时,易发生埋钻事故;钻进中转速过高、压力过大时易发生断钻事故,且处理比较困难。

(3) 遇断层泥时出现缩径现象。

(4) 在断裂部位坍塌严重,需长时间捞取岩粉。

(5) 地层软硬变化大,上部长条状掉块易卡在断层部位,钻进时遇阻易扫出盲孔,报废进尺。

(6) 岩矿心采取率难以保证。特别是两层矿均在断裂带内,受断裂影响非常破碎,有的孔矿层呈泥状。

收稿日期:2014-02-24

基金项目:武警黄金指挥部钻探科研项目

作者简介:王政敏(1965-),男(汉族),陕西蒲城人,武警警种学院副教授,探矿工程专业,硕士,主要从事探矿工程的教学与科研工作,北京市昌平区南口镇南雁路4号,1625573373@qq.com。

4 大裂隙堵漏剂的研究试验

从神农架矿区的地质情况和施工中经常遇到的主要问题可以看出,解决此地层施工难题的首要任务是堵漏问题。因此,我们对大裂隙堵漏剂的可行性进行了室内试验和模拟井堵漏试验。

4.1 大裂隙堵漏剂产品简介

大裂隙堵漏剂产品是由多种高分子材料聚合而成的一种无毒、无腐蚀、无污染、新型高效的大裂缝堵漏剂。

(1)产品性能。该产品遇水后能迅速膨胀,形成不规则状凝胶体,且能迅速扩张至自身体积的400~500倍。其质量指标各项分别为:外观白色透明颗粒,5~10目,pH值6~7,吸水倍率350~400,吸收速度35s,膨胀倍数300~400,表观密度 $0.55\sim 0.64\text{ g/cm}^3$ 。

(2)产品用途。主要用于大裂隙性漏失的封堵。通过堵漏材料的快速膨胀、扩张,对各种较大裂隙的漏失地层起到填充、溶胀、封堵作用,达到堵漏目的。堵漏保持时间长,成功率高。

4.2 室内膨胀查看试验

将1g的大裂隙堵漏剂固体颗粒放入500mL的容器中,加水至400mL,停置1h后观察,如图1所示。



图1 膨胀后的大裂隙堵漏剂

(1)膨胀体积:实验目的是查看其膨胀倍数。

该产品体积膨胀增长至350~400mL。按此膨胀倍数,1kg堵漏剂可灌 $\varnothing 75\text{ mm}$ 钻孔8~10m。

(2)单粒膨胀体积:实验目的是查看其能封堵裂隙的大小。

取出其中的一粒,未浸水前只有细糖颗粒大,浸水膨胀后,用游标卡尺测量长为20mm,宽为15mm,厚为10mm,如图2所示。

(3)膨胀颗粒韧性:该膨胀颗粒像果冻一样有一定的弹性和韧性。



图2 膨胀后的大裂隙堵漏剂颗粒

(4)承压:每粒可承压100g重力变形而不碎。

(5)高聚物连接:用2%的聚丙烯酰胺浸泡,可把每个大裂隙堵漏剂膨胀颗粒粘连在一起。

4.3 室外模拟井堵漏试验

用碎砂石垒一个中间有缝隙的拟井台,倒入膨胀后的大裂隙堵漏剂聚丙烯酰胺溶液,插入水管,用泵送泥浆,把堵漏剂压入碎石裂隙可发现裂隙漏失被堵,说明堵漏剂发挥作用。

4.4 试验小结

初步的试验表明,大裂隙堵漏剂是通过自然水浸泡,使之吸水膨胀,达到膨胀堵漏的目的。膨胀材料浸入水后就开始膨胀,并能快速持续膨胀至自身体积的400~500倍。膨胀后的凝胶韧度适中、保持时间长、膨胀张力大、有一定承压能力。

5 施工方案的确定

为确保钻探施工顺利进行,在总结了2008年施工经验的基础上,确定了三级成孔、套管隔离溶洞、顶漏钻进、大裂隙堵漏剂堵漏、植物胶冲洗液钻进的施工方案。

5.1 钻探设备的确定

由于矿区地势险峻,搬迁困难,钻孔相对较浅,平均孔深360m,最深孔480m。选用XY-4型钻机,SGX-13型斜塔,BW-125型泥浆泵。

5.2 施工钻具的确定

开孔:地表覆盖层为土质填充物,采用 $\varnothing 130\text{ mm}$ 单管硬质合金钻进。

正常钻进:为了保证岩矿心采取率,同时少提大钻,采用S96和S75绳索取心钻进,S60绳索取心钻进作为备用钻具。

5.3 钻孔结构确定

钻孔结构采用 $\varnothing 130, 96, 75\text{ mm}$ 三级成孔(S60为备用钻具)。各级套管下入深度分别为: $\varnothing 127\text{ mm}$ 套管:10~20m,控制地表覆盖层和风化蚀变层;

Ø91 mm 钻杆做套管下深 50 ~ 100 m, 控制上部破碎层及溶洞、溶隙及大的裂隙; 以 Ø75 mm 绳索金刚石钻进到底, Ø73 mm 套管备用。

5.4 钻孔冲洗液的确

对于深部破碎漏失地层, 在用大裂隙堵漏剂堵漏后, 采用冲洗液护壁, 配方为: 3.5% 植物胶 + 0.3% 聚丙烯酰胺 + 0.15% 纤维素 + 0.15% 烧碱 + 0.3% 腐植酸钾。根据孔内阻力酌量添加皂化油润滑剂。

6 大裂隙堵漏剂的试验应用

6.1 大裂隙堵漏剂的试验过程

我们试验的第一个钻孔是 ZK312 孔, 该孔设计孔深 320 m, 倾角 88°。

6.1.1 第 1 次堵漏试验

ZK312 孔于 2009 年 3 月 12 日开孔, 用 Ø130 mm 单管合金钻进 7.5 m, 下入 Ø127 mm 套管后, 改用 S96 金刚石绳索取心钻进, 当钻进至 25 m 时遇到了大裂隙, 井口无返水, 泥浆全部漏失, 为了试验堵漏剂的堵漏效果, 决定应用此堵漏剂堵漏。第 1 次将约 1 kg 的该产品投入井内, 静候 30 min 左右, 用泥浆钻进, 结果没有堵住, 经分析可能是堵漏剂没有完全膨胀或者泵量过大, 将堵漏剂冲跑了而没有发挥作用。

6.1.2 第 2 次堵漏试验

第 2 次堵漏前, 预先将该堵漏剂用聚丙烯酰胺粘稠液浸泡膨胀, 再把膨胀的大裂隙堵漏剂倒入孔内, 静候 30 min 之后, 用稠泥浆小泵量钻进, 孔口返水, 说明堵漏剂起作用了。当再钻进 0.5 h 后, 慢慢增大泵量, 井口始终返水。

6.1.3 溶洞钻进方法

该钻孔钻进到 29.60 m 处遇第一个溶洞, 经研究决定, 要求遇溶洞时将转速调换为最低挡或停止回转, 压力降到能下降即可, 探到溶洞底部后, 方可用最低挡回转, 禁止钻具刚接触到溶洞底部就加压钻进, 以防止钻杆折断, 同时强调把溶洞底部必须当作重新开孔来操作, 保持低压慢转, 以防溶洞底部因不平, 造成钻孔位置发生漂移、错位, (尤其是溶洞密集时更加需要注意) 以避免钻杆、钻具折断或提下钻不畅, 钻进时要注意孔内负荷及各仪表变化, 以防溶洞内充填物挤、卡、埋住钻具。升降钻具时要观察钻具升降是否顺畅, 孔内有无掉块, 钻具是否到底等情况, 以便采取应对措施。

在采用以上措施施工至 60.10 m 穿过最后一个溶洞后, 在该地段共遇 0.5 mm 以上溶洞 6 个, 最大溶洞 2.40 m, 最小溶洞间隔仅 0.20 m。未发生一起

孔内事故, 升降钻具也比较顺利。2009 年 3 月 20 日当 S96 绳索取心钻具钻进至 69 m, 未再遇溶洞, 且地层也较为稳定, 因不能开高速, 进尺较慢, 同时不能确定下方是否还有溶洞, 因此决定用 Ø91 mm 钻杆当套管下入后用 S75 绳索金刚石正常钻进。

6.1.4 第 3 次堵漏试验

2009 年 4 月 1 日, 当钻进至 215 m 时, 孔内又一次发生严重漏失, 孔内阻力很大, 开不起转速, 将 1 kg 堵漏剂分成几个簿塑料方便袋装起来, 同时加进聚丙烯酰胺粘稠液, 投入孔内, 下钻挤压到孔底捣碎后, 上提钻具 5 m 左右, 停 2 h, 配制好优质泥浆, 再用小泵量、慢转速钻进, 钻进约 0.5 h, 井口慢慢返水且逐渐增大, 经过 2 次堵漏, 孔内阻力明显减少, 钻进一段后, 把转速提高至 574 r/min 钻进。2009 年 4 月 10 日该孔顺利终孔。

6.2 堵漏操作具体方法

经过几个孔的摸索试验, 根据孔深情况和裂隙漏失量大小, 总结了 2 种封堵方法, 采用“投掷法”或“灌入法”进行大裂缝隙性漏失的封堵。主要利用易粉碎物装入或包入该产品, 直接投至井底, 通过下钻碾压, 加极少量聚丙烯酰胺水溶液浸泡, 通过粘附材料对其粘结在漏失通道内, 使之快速膨胀, 达到封堵大裂缝隙漏失的目的。

6.2.1 “投掷法”操作要领

(1) 选用簿塑料方便袋、普通纸袋、废旧报纸、废弃矿泉水瓶等若干个装入本产品; (2) 提出钻具后, 投入包装后的本产品至漏失通道口, 再下钻进行碾压至裂缝隙中; (3) 碾压完成后马上加入一定量的聚丙烯酰胺粘稠水溶液浸泡, 停置 ≤ 1 h, 使其完全膨胀; (4) 完成上述操作后, 用最小泵量灌入优质泥浆, 测试堵漏是否成功(如未成功可重复上述操作, 并加大用量); (5) 堵漏成功后采用小排量、低泵压、慢转速、无进尺钻进, 返浆 10 min 后确认无异常情况再转为正常钻进, 并逐渐提高转速、泵压。

6.2.2 “灌入法”操作要领

(1) 当遇到大裂缝隙漏失层时, 应顶漏钻进 0.5 m 后提出钻具; (2) 配制较高粘度的浆液灌入, 并停置 10 min, 使其对漏失通道壁进行粘结, 达到粘附膨胀材料的目的; (3) 配制中粘度浆液并快速加入膨胀材料搅匀下入井内, 要求浆液高出漏失通道 2 ~ 3 m; (4) 用易碎物品封钻杆口, 用钻杆顶压堵漏材料至漏失通道口上方 0.5 ~ 1 m。使浆液和膨胀材料通过外力压入漏失通道, 保证堵漏材料的承压力; (5) 完成上述操作后, 静候 1 h 再进行测试堵漏是否

成功(如未成功可重复上述操作,并加大用量);(6)堵漏成功后采用小排量、低泵压、慢转速、无进尺钻进,返浆 10 min 后确认无异常情况再转为正常钻进,并逐渐提高转速、泵压。

6.2.3 封堵中的注意事项

使用大裂隙堵漏剂必须与钻进施工技术相配合,才能充分发挥该材料应有的性能,达到堵漏成功的目的。

(1)根据裂隙大小确定堵漏剂用量,1 kg 堵漏剂可膨胀至 300 ~ 400 L,灌注 $\varnothing 75$ mm 钻孔 5 ~ 7 m。

(2)向漏失裂隙内压入的堵漏剂,要有足够的渗透深度。

(3)膨胀液用其 300 ~ 400 倍的水及浓度较高的适量的聚丙烯酰胺溶液。

(4)堵漏成功后采用较高粘度泥浆、小排量、低泵压、慢转速、无进尺转动,返浆 10 min 后确认无异常情况再转为正常钻进,并逐渐提高转速、泵压。

(5)应避免因起下钻速度太快造成的抽吸和压力“激动”作用,防止堵漏剂从漏失裂隙中被强行吸回孔内,造成堵漏深度不够而不能承受井内液柱的压力而被压裂。

(6)在堵漏剂中加入一定量的惰性堵漏材料,能提高堵漏的成功率和承压能力。

7 钻孔施工的综合治理措施

在钻进中除严格遵守操作规程外,应用好大裂隙堵漏剂的同时,还应特别注意以下几点。

(1)灰岩地层钻进时,应特别注意预防溶洞及大的溶隙,发现溶洞时,及时停车,探明溶洞(溶隙)的准确位置、大小及冲洗液的漏失情况,然后根据孔内情况,确定继续钻进或采取其他措施。如出现全泵量漏失,漏失部位位于钻头底部,则必须堵漏后(即冲洗液能够返到钻头上部后)方可继续钻进;如溶洞(溶隙)较大,必须采用扩孔下套管控制孔壁,然后恢复正常钻进;如小溶洞(溶隙)采用大裂隙堵漏剂处理后方可继续钻进。扩孔时,如孔内水位低于扩孔钻头位置,必须使用带导正的扩孔钻具,且扩孔钻具的加工要保证送入的冲洗液能够冷却到扩孔钻头和钻具,否则极易引起扩孔烧钻事故。

(2)在小裂隙(小溶隙)中钻进时,发现漏失,如确定冲洗液在孔底可以冷却钻头和钻具,可以用冲洗液顶漏钻进过漏失层后用大裂隙堵漏剂封堵,封堵见效果后再钻进。

(3)现场施工人员要按照规程操作,精力集中,注意钻进中进尺变化、机器设备运转声音变化、冲洗液循环情况等,防止烧钻、断钻、挤夹、憋泵等事故的发生。

(4)严格检查所使用的设备、管材、工器具、打捞器的性能。如:每次提大钻后应严格检查钻杆、钻具、钻头、扩孔器的磨损情况;严格检查水泵抽水情况;检查提引器、打捞工具的联结情况等。

(5)矿区地层大致分两部分,上部为中厚层泥质灰岩夹粉砂质灰岩,存在溶洞和溶隙及裂隙;下部为薄层灰岩夹粉砂质、钙质页岩,易坍塌、缩径。因此,在使用套管护壁时,必须考虑贮备 1 ~ 2 级套管控制钻孔下部的坍塌层。

8 达到的效果及取得的认识

通过对神农架矿区复杂严重漏失地层采取大裂隙堵漏剂的封堵,以及采取的综合措施,使神农架矿区的钻探施工得以顺利进行,每台钻机的年实进尺从原来的 1000 m 不到,提高到 1800 m。台月效率从原来的 320 m,提高到 410 m,井故率从原来的 40% 降到了 15%,矿区施工的 4 台钻机保质保量完成了全年任务。

实践表明,大裂隙堵漏剂通过自身的 400 倍快速膨胀、扩张及粘稠液的粘连,泥浆的护壁,对各种(0.1 ~ 10 mm)有较大裂缝隙的漏失地层起到填充、溶胀、封堵作用,达到了漏失地层的堵漏目的,结合施工中采取综合治理的措施,提高了钻进效率,降低了钻探成本,该大裂隙堵漏剂在钻探施工严重漏失地层中,有一定的推广应用价值。

参考文献:

- [1] 李宝瑞. 8409 无粘土冲洗液[J]. 煤田地质与勘探, 1987, (2): 56 - 58.
- [2] 丁振宇, 高晓耕, 徐润, 等. 注浆孔泥浆冲洗液配比及应用研究[J]. 建井技术, 2009, (1): 26 - 28.
- [3] 王政敏, 牛振中, 颜志华. HJ - 1 复合型钻井液的研究及应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2004, 31(5): 48 - 50.
- [4] 汤凤林, 等. 岩土钻探学[M]. 湖北武汉: 中国地质大学出版社, 1997.
- [5] 武汉地质学院, 等. 钻探工艺学[M]. 北京: 地质出版社, 1980.
- [6] 马万年, 郭飞翔, 颜少权. 腐殖酸钾—KF - 1 聚合物低固相泥浆在豫东地层的应用[J]. 西部探矿工程, 2008, (11): 94 - 95.
- [7] 张成德. 注浆护壁堵漏工艺在深孔岩心钻探中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(5): 25 - 26.
- [8] 彭振斌. 砂砾石层旋喷成孔冲洗液的研究与应用[J]. 西部探矿工程. 1994, (2): 74 - 79.