

南坪矿区钼金矿段钻孔坍塌防治实践

李振学¹, 王力功²

(1. 武警黄金第六支队, 河南 三门峡 472000; 2. 山东泰山地质勘探公司第四工程处, 山东 潍坊 261206)

摘要:南坪矿区钼金矿段岩石受地质应力强挤压作用破碎成大小不等的碎块、碎屑, 岩石节理裂隙较发育, 岩心极其破碎, 胶结疏松, 如果冲洗液选择和操作方法不当, 一旦坍塌, 极易形成连锁反应, 坍塌无法控制, 含角砾的大颗粒岩屑随冲洗液上返途中在完整孔段孔壁间隙变小处群体封堵, 导致憋泵无法冲扫, 治理难度极大, 历年来钻遇该地层时均有不同程度报废工作量现象。从冲洗液选择和钻进工艺方面进行了有益探索, 经过 ZK557、ZK477 两钻孔治理实践, 成功总结出应对该地层的有效方法, 为该类地层的防治积累了宝贵经验。

关键词:复杂地层; 群体封堵; 加重泥浆; 南坪矿区

中图分类号: P634.6⁺4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2011)03-0035-03

Practice of Borehole Collapsing Control in a Mo-Au Ore Section of Nanping Mining Area/LI Zhen-xue¹, WANG Li-gong² (1. No. 6 Detachment of the Gold Army, CAPF, Sanmenxia Henan 472000, China; 2. No. 4 Branch, Shandong Taisihan Geological Exploration Company, Weifang Shandong 261206, China)

Abstract: The rocks in Mo-Au ore section of Nanping mining area are broken into blocks and elastic rocks of different sizes by geological stress with joint fissure development, loose cementing; in this case, the collapsing is easy to cause knock-on effect and would be out of control. Big particle cuttings containing breccia would block borehole with washing fluid in up-hole circulation. Study was made on the selection of washing fluid and drilling technology, by the practice of borehole control on ZK557 and ZK477, effective methods to treat such formation were successfully found out.

Key words: complex formation; group blocking; weighted mud; Nanping mining area

1 概述

南坪矿区整体处于马超营大断裂中, 四条大断裂横贯全区, 主次级构造极为发育。该矿区 47~55 线为金钼矿交接矿段, 岩石受应力作用破碎成大小不等的安山岩碎块、碎屑和胶泥, 其余受强烈应力作用呈粉末状, 胶结物为绢云母、绿泥石、蚀变岩碎屑, 特别是钼金矿接触带地层多为碎裂安山岩, 碎裂结构, 角砾构造, 角砾多为安山岩碎块、碎屑及石英块, 胶结物多为安山岩碎屑及少量硅质, 胶结疏松, 主要蚀变多为高岭土化、绿泥石化、绿帘石化、硅化、碳酸岩化和钾化, 地层稳定性极差, 遇水膨胀崩塌, 防治难度极大。2006 年施工的 ZK515 孔, 曾在 246~287 m 段钻遇该地层, 反复处理 20 多天, 最终报废。2009 年施工的 ZK497 孔, 在 267~282 m 处钻遇该层, 反复处理 1 个多月后报废; ZK5105 孔设计 760 m, 钻进中 472~496 m 段钻遇该地层, 多方处理后勉强施工至 531 m, 被确定为基本合格孔。2010 年施工的 ZK557、ZK477 钻孔均处于钼金矿交接区段, 分别在 530~575 m 和 200~274 m 孔段出现类似复杂地层, 曾出现孔越扫越浅问题, 经反复实验研究,

利用新开发的加重泥浆和辅助工艺, 成功穿过该复杂孔段, 钻孔质量达到优质。

2 钻进技术难点

(1) 该地层在不同勘探线上埋深不同, 一般为 20~80 m 不等, 如果冲洗液选择不当, 一旦出现坍塌, 将无法控制, 出现钻孔越扫越浅的问题。

(2) 该地层受冲洗液冲刷作用影响, 其中较为脆弱的胶结物被溶蚀, 地层因失稳而坍落, 成纯净的角砾状颗粒, 取心极为困难。

(3) 坍塌部分被钻具碾压挤碎的小颗粒随冲洗液返出孔外成干净的岩粉, 被简单磨耗成较大颗粒的岩屑随冲洗液上返至孔壁间隙变窄处群体封堵, 造成憋泵, 无法正常通过。

(4) 钻杆在该孔段坍塌后形成的“空腔”处, 受力复杂, 疲劳损坏严重容易折断, 打捞工具与事故钻杆头往往“擦肩”而过, 处理难度极大。

3 预防孔壁坍塌的技术措施

对老矿区而言, 地质设计钻孔柱状图中对岩石

收稿日期: 2010-10-14

作者简介: 李振学(1968-), 男(汉族), 陕西合阳人, 武警黄金第六支队工程师, 钻探工程专业, 从事施工技术与管理工, 河南省三门峡市崆山西路, HJZDLZX@126.com。

分层有较为准确的预测,这种情况下主要采取如下预防孔壁坍塌的技术措施。

3.1 使用加重型优质泥浆平衡地层压力

3.1.1 泥浆配方及性能

配方:优质钠基膨润土4%、碳酸钠0.25%、TM植物胶2.5%(土重的比例)、羧甲基纤维素钠0.3%、GSP广谱护壁剂0.25%、水玻璃7%、重晶石粉1.5%。

泥浆性能参数为:密度 1.24 g/cm^3 、胶体率98%以上、漏斗粘度26 s、失水量8~10 mL/30 min,泥皮厚度 $<1\text{ mm}$ 。

3.1.2 泥浆的配制

(1)对选材进行实验室品质鉴定。利用矿区简易泥浆实验室对所有泥浆材料进行性能检测,避免部分劣质材料影响泥浆性能。比如有纤维素粘度不够、水玻璃模数低等问题,导致按配方配制但使用效果不理想。

(2)必须预制浸泡。粘土、植物胶、无机物溶解过程原理不尽相同,只有按要求进行预浸泡。比如膨润土、植物胶、羧基纤维素钠浸泡时间至少8 h以上等。有的有机高分子必须浸泡12 h以上,长链才能充分展开,才能在冲洗液使用中发挥吸附和胶结孔壁等作用。

(3)要特别注意添加顺序。为避免因添加剂之间阻溶和不理想交联而导致絮凝等现象,必须按先无机后有机,分子量由小到大等顺序添加。该加重泥浆添加顺序为纯碱—粘土—纤维素—广谱护壁剂—植物胶—水玻璃—重晶石。

(4)搅拌要充分。各种添加剂之间的交联和作用必须具备充分的接触条件,每一种添加剂加入后至少要保持10~15 min搅拌。

3.1.3 泥浆性能维护

(1)做好冲洗液性能维护,特别不能受雨水、地层裂隙水侵蚀,扫孔过程中要及时检测,正常扫孔中一般24 h要全面更换冲洗液,冲扫钻孔完成后,重晶石加量可适应减少到1%以下。

(2)必须坚持冲洗液回灌,提取内管、提大钻速度要尽可能慢,必须做到随提随灌,保持液柱压力,维护地层压力平衡。

(3)提钻换钻头后,因停待时间较长,连续扫孔接近坍塌层时,需边扫孔边下钻,杜绝盲目下钻滋生其他隐患。

(4)每次回车导杆时,开钻前要将钻具提离孔底30 cm再扫孔。

3.2 使用绳索取心系列钻具

根据不同口径需要,我们分别选用JS122、JS95、JS75系列绳索取心钻具,同时配备无水口卡簧座和底喷钻头,取心率一般高于85%。

3.3 用套管封隔复杂孔段后换径

最理想的是快速穿过该孔段后,抓紧下套管封隔该孔段,再换径施工,否则事故隐患较多,造成后期治理被动。

4 孔壁坍塌的治理措施

在初次施工这类地层时,侥幸免强通过,很可能上下钻畅通无阻,其实这种稳定只是暂时的,在上下钻抽吸等外力作用破坏下,孔壁很快出现崩坍现象,此时难以控制,处理过程较为棘手。

4.1 更换冲洗液冲扫坍塌层段

先采用钻进该地层时的加重泥浆,该泥浆具有较强护壁和平衡地层压力等性能,在减少坍塌和维持地层压力的情况下连续排粉,直至返出的泥浆携带的岩粉较少,近乎干净为止。此时孔壁坍塌后成近扇形空腔,趋于稳定,此时再将冲洗液更换为粘土基浆(即粘土和清水溶液),反复冲扫,使孔壁处于临界稳定状态的岩石充分坍塌,为灌注或下套管创造合理空间。

4.2 选用小一级钻具扫孔

有条件时可整体选用小一级钻具扫孔,也可上部使用原径钻杆,下部采用异径接头连接5~6 m的小一级钻具,可配备硬质合金钻头或磨孔器(全面钻头),其目的一方面是为大颗粒岩屑创造较大孔壁间隙,另一方面尽可能磨耗掉崩落下来的带角砾的大颗粒,保证孔内坍塌物随冲洗液顺畅上返孔外,逐步排净孔内堆积物。

4.3 用水泥浆灌注或下套管换径

原则上可采用水泥浆灌注或下套管2种方法进行下步施工,实际施工中采用水泥浆灌注较为理想简便。

4.3.1 各种用量计算

4.3.1.1 计算所需浆液量

$$V = 10^{-3} K (\pi/4) D_p^2 H$$

式中: V ——灌注水泥浆的体积,L; K ——考虑到水泥浆地面损耗和泵送时被水稀释等因素而增加的系数,一般 $K=1.1\sim 1.2$,注浆量大时取小值,小时取大值; D_p ——坍塌孔段钻孔的平均直径,mm; H ——注浆孔段的长度,m。

4.3.1.2 计算替浆水用量

$$Q_T = 10^{-3} (\pi/4) d_0^2 [L - 1.27 \times 10^3 V / (D_p^2 - d^2 + d_0^2)] + Q_b$$

式中: Q_T ——替浆水用量, L; d_0 ——钻杆内径, mm; L ——注浆孔底的深度, m; d ——钻杆外径, mm; Q_b ——地面水泵、吸水管、送水管的内容积, mm³。

4.3.1.3 计算水泥用量

$$Q_c = 3V / (1 + 3\lambda)$$

式中: λ ——水灰比, 取 0.5。

速凝剂选用 2.5% CaCl₂ (水泥重的比例)。

4.3.2 水泥浆灌注

为防止灌注水泥浆过程中将钻杆埋入孔内, 仍采用小一级钻具扫入孔底后, 直接灌注, 要充分估计到坍塌后“空腔”容积, 注浆量要足量。

4.4 透孔后恢复钻进

候凝 36 h 后, 使用正常钻进钻具透孔后正常进尺。如果现场具备下套管条件, 也可在坍塌物冲扫干净后, 直接下入套管, 再换径正常钻进。

5 结论

(1) 该加重泥浆密度和粘度较大, 悬浮岩屑能力较强, 自身净化能力较差, 因此岩粉含量较高, 加

之重晶石粉等影响, 因此, 一般循环 24 h 后要全部更新, 穿过该复杂层后即去掉水玻璃和重晶石粉, 转换为正常钻进护壁冲洗液, 以免冲刷破坏孔壁, 损坏泥浆泵易损件、缸体等。

(2) 冲扫坍塌孔段中, 灌注水泥浆前, 必须使用比正常钻进时小一级口径钻具, 保证未被磨耗的较大颗粒岩屑能顺畅排出孔外, 防止挤夹钻具, 滋生埋钻事故。

(3) 冲扫坍塌物过程中, 除旧的坍塌物外, 仍有部分新的坍塌物, 这是正常现象, 因此要连续反复冲扫, 特别要严格执行冲洗液回灌措施, 为维护孔壁平衡创造条件。

(4) 该防治措施先后在矿区 ZK557、ZK477 钻孔复杂孔段施工中取得了成功, 为以后防治该类复杂地层提供了有效借鉴。

参考文献:

- [1] 王文臣. 钻孔冲洗与注浆[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1996.
- [2] 汤凤林, 等. 岩心钻探学[M]. 湖北武汉: 中国地质大学出版社, 1997.

(上接第 34 页)

力、稳定性较差, 给钻井液性能的维护带来了很大的困难。在此类地层中如使用盐水抑制性钻井液会有更好的效果。

(2) 此井钻井液技术大致可总结为“两个控制一个调节”。两个控制是: 对水的控制, 尽量降低泥浆的失水, 减轻石膏吸水膨胀及对地层的水化作用; 对钻井液-地层系统压力平衡的控制, 尽量使用钻井液柱压力平衡地层压力及石膏地层吸水产生的膨胀压力。一个调节是: 调节钻井液的 pH 值, 使钻井液具有良好的性能, 处理剂发挥更大的作用。

(3) 钻井液的维护过程中要注意其粘度的控制和 pH 值的调节。在石膏侵入钻井液时, Ca²⁺ 会使钻井液中粘土颗粒形成一定的结构, 从而使钻井液粘度增加, 伴随钻进的进行钻井液会越来越稠; 与此同时其电离的 SO₄²⁻ 会降低钻井液的 pH 值。此钻井液体系中添加的铁铬盐水溶液亦为弱酸性, 而大多数处理剂需要在碱性环境下才能发挥作用^[4]。

所以在施工过程中应注意调节钻井液的粘度和 pH 值, 加强钻井液质量管理, 以确保钻井液的性能。

(4) 随着国内地热能的不断开发利用, 地热钻井施工将会越来越多, 所钻遇的地层亦会越来越复杂。地热钻井施工中应更加重视钻井液的研究和应用, 认真掌握钻井液技术, 严格控制钻井液质量, 并作出充分、合理、有效的预警方案, 及时处理突发情况, 保证钻井施工安全顺利进行。

参考文献:

- [1] 田京振, 李砚智. 河北省牛驼镇地热田钻探工艺[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 31(8).
- [2] 中国石油勘探与生产分公司工程技术与监督处. 钻井监督[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003.
- [3] 黄汉仁, 等. 泥浆工艺原理[M]. 北京: 石油工业出版社, 1981.
- [4] 武汉地质学院, 等. 钻探工艺学(中册)[M]. 北京: 地质出版社, 1981.
- [5] 乌效鸣, 胡郁乐, 等. 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.