

绳索取心钢球偏斜技术原理及应用

何远东¹, 高波¹, 何远洪¹, 税太红¹, 洪江²

(1. 贵州远东兄弟钻探有限公司, 贵州 贵阳 550000; 2. 贵州省地矿局 112 地质大队, 贵州 安顺 561000)

摘要:在贵州某磷矿区钻孔施工中,由于地层水敏性导致钻孔出现掉块、坍塌,局部超径、沉渣增多等,发生钻具扭断、埋钻等事故。采用绳索取心钢球支撑小径锥面钻头定位偏斜技术对事故进行处理,经济有效。

关键词:绳索取心钻探;水敏性地层;断钻事故;埋钻事故;同径偏斜;钢球支撑;小径锥面钻头定位

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)04-0037-03

Principle of Deflection Technology of Wire-line Coring with Steel Ball and the Application/HE Yuan-dong¹, GAO Bo¹, HE Yuan-hong¹, SHUI Tai-hong¹, HONG Jiang² (1. Guizhou Yuandong Brothers Drilling Co., Ltd., Guiyang Guizhou 550000, China; 2. 122 Geology Team, Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Guizhou Province, Anshun Guizhou 561000, China)

Abstract: Because of the block-falling, collapsing, local over-sizing and more sediment in water sensitive formation, drilling broken and burying drilling occurred in the boring construction in a phosphate mine in Guizhou. Small diameter cone bit positioning deflection by wire-line coring with steel ball supporting was used to solve the problem economically.

Key words: wire-line coring drilling; water sensitive formation; drilling broken; burying drilling accident; deflection in the same diameter; steel ball supporting; positioning of small diameter cone bit

当前,在固体矿产钻探深孔施工中,所钻遇的地层层位较多,遇复杂地层由于地层客观原因或操作不当等综合因素,导致时有孔内事故发生。在处理孔内事故时若需偏斜,采用传统的偏心楔偏斜技术不仅成功率不高、所需时间长、成本较高,而且会给继续施工带来钻孔安全隐患。鉴于此,笔者根据钻孔偏斜原理,探索出绳索取心钢球偏斜技术,解决了实际施工中所遇问题,取得很好效果。

1 概述

1.1 钻孔偏斜技术现状

当前,国内外常用钻孔偏斜技术有螺杆马达钻进技术、机械连续造斜器定向造斜技术、偏心楔偏斜技术等,在处理孔内事故中若钻孔方位偏差无特殊要求,常使用偏心楔,也有使用螺杆马达。

1.2 矿区地质构造及钻探难点

1.2.1 地质结构

贵州某磷矿区地层层位为第四系、寒武系、震旦系的金顶山组、明心寺组、牛蹄塘组、灯影组、洋水组和马路坪组。磷矿层主要分布于寒武系牛蹄塘组下部和震旦系洋水组下部马路坪组上部。

1.2.2 钻探难点

600~752.8 m 为黑色薄至中厚层状含钙质页岩、粘土质粉砂岩、夹粉砂质粘土岩等,夹层较多,软硬不均,并且粘土岩遇水易水化分散。在钻进时易发生岩心堵塞造成回次进尺低、钻进效率差和岩心磨耗影响取心率;并且孔壁易掉块剥落,孔内坍塌而造成卡钻、埋钻事故。

752.8~769.6 m 间属寒武系牛蹄塘组第二段,岩心为灰黑色,黑色钙质粉砂质粘土岩,页岩与含碳质粉砂质粉煤互层,具有极高水敏性;本孔粉煤质岩层主要有 3 层,层厚分别为 0.8 m、1.6 m 和 2.6 m;是本次主要事故孔段。金顶山组含水层与明心寺组间有裂隙,溶洞和流动的地下水发育;易造成钻孔冲洗液流失,钻孔偏斜,钻具折断的事故。水敏性软弱地层稳定期非常短,对冲洗液质量的要求非常高,极易掉块、坍塌、孔径局部超径或空洞,沉渣多,局部冲洗液流速缓慢,大颗粒岩屑沉积,极易造成钻具堵水,而发生卡钻、埋钻事故;进入牛蹄塘组第一段震旦系灯影组块状条纹状,角粒状构造的白云质、硅质岩,细晶粒白云岩,岩层破碎,易使岩心内管被卡死造成堵水、烧钻、岩心磨耗、冲洗液漏失等。

1.3 钻孔结构

ZK-3 钻孔设计结构为:Ø110 mm 开孔钻穿第

收稿日期:2009-12-29;修回日期:2010-02-25

作者简介:何远东(1962-),男(汉族),贵州人,贵州远东兄弟钻探有限公司总经理、工程师,探矿工程专业,从事探矿工程施工与管理工作,贵州省贵阳市中华中路贵阳饭店 27 楼 1-3 号,gyzdxk@163.com。

四系表土层进入金顶山组砂质页岩2 m下入 $\text{Ø}108$ mm表层套管; $\text{Ø}91$ mm钻进至70 m下入 $\text{Ø}89$ mm技术套管隔离含水层表水系;再用 $\text{Ø}77$ mm(NQ^{+2})继续钻进至设计孔深(1120 m)。

1.4 事故发生及前期处理经过

在752.8~769.6 m孔段有3层松软粉煤质泥岩,厚度为0.8、1.6和2.6 m。由于在该孔段钻进过程中频繁更换钻具,经常发生内管投不到位而提钻处理等原因,造成孔壁失稳、剥落,孔内坍塌、掉块现象发生,经采用多种措施处理,仍不能有效排尽孔内沉渣,下钻不到底,同时还出现堵水憋泵,发生2次卡钻和1次扭断钻具的事故;遂决定采用水泥护壁分步扫孔排渣。在灌注水泥浆过程中将NQ钻具、钻杆埋入孔内无法拔出。后考虑待水泥凝固后换用BQ绳索钻具,从NQ钻杆内换径钻进,经过近半个月的施工,不但未能通过下部坍塌地层,还将整套BQ钻具总成埋入763.5 m深的孔内。采用反扣钻杆反出NQ钻杆,最后剩余13.4 m残留在759.6~764.2 m之间无法继续处理,决定采用偏斜技术。

2 偏斜工艺的选择

绳索取心同径偏斜允许的偏斜角度,受到如下因素的影响:钻具及岩心管总成的长度、刚度;钻具与孔壁间的间隙;岩心管与钻具间的间隙等。经反复计算及模拟演示,在内管总成设定为理论刚性状态的情况下, $\text{Ø}56$ mm内管长度3.3 m,内管与 $\text{Ø}77$ mm钻杆环空间隙为5.5 mm,在总成长度1 m、钻杆弯曲度 $\geq 0.2^\circ/\text{m}$ 时,才能满足岩心管与总成顺利通过的要求。然而在进行地表试验中,钻杆弯曲度增大到 $0.25^\circ/\text{m}$ 时,岩心管与总成均能顺利通过,弯曲度再增加就有明显的阻塞感。NQ钻具钻杆与钻孔孔壁的间隙为5 mm,则钻孔弯曲度应不大于钻杆弯曲度的2倍,即小于 $0.5^\circ/\text{m}$ 。针对ZK-3钻孔的实际情况和该矿区地层结构、矿带分布、矿床特点,我们提出“钢球支撑小径锥面钻头定位偏斜技术”工艺施工方案:钻孔内投入 $\text{Ø}22$ mm的钢球作为钻孔偏斜支点,用 $\text{Ø}58$ mm的锥面硬质合金钻头钻出偏斜孔段,绕过孔内事故段继续钻进直至终孔。通过和甲方业主的充分沟通,同意该施工方案的实施。

3 “钢球支撑小径锥面钻头定位偏斜技术”工艺的基本机理

钢球支撑小径锥面钻头定位偏斜的基本原理参见图1。

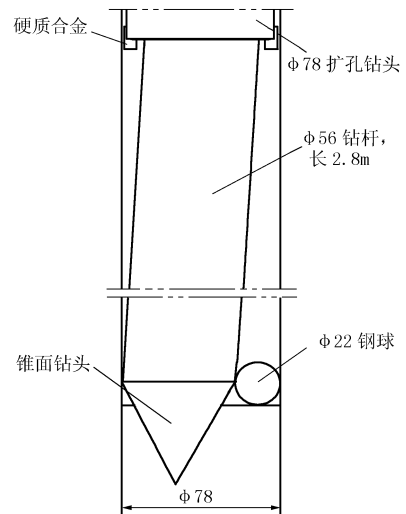


图1 钢球偏斜原理

在 $\text{Ø}78$ mm完整孔底放置一只 $\text{Ø}22$ mm的钢球,用 $\text{Ø}58$ mm的长锥面硬质合金钻头作前导向钻头, $\text{Ø}78$ mm变径导向钻头做扩孔钻头,两只钻头之间连接一根长2.8 m的 $\text{Ø}56$ mm钻杆($\text{Ø}56$ mm钻杆越长偏斜角度越小,钻杆越短偏斜角度越大,但必须保证初始弯曲度在其弹性变形范围内以免屈服变形折断而发生新的事故),进行造斜定位:即用锥面钻头将钢球挤压到一边孔壁,钻头受钢球反作用力而靠向另一边孔壁,操作钻机使 $\text{Ø}58$ mm的长锥面硬质合金钻头冲击压迫孔底,使钻头尖部进入孔底形成可靠钻头定位点,待钻头越过钢球后钻进2.7 m(保证钢球不要损伤后钻头),然后起钻换用常规 $\text{Ø}56$ mm单管硬质合金钻具加深导斜孔段并打捞钢球(此步骤是为确保造斜一次成功,如果水泥的凝固强度大于或等于孔壁岩层的强度,此道工序可省略)。用 $\text{Ø}78$ mm扩孔钻头加 $\text{Ø}58$ mm导向钻头导斜孔段扩到 $\text{Ø}78$ mm。用 NQ^{+2} 绳索取心钻具钻进,待出新孔后,完成造斜施工。

4 造斜施工

4.1 事故孔段简况

747~759.8 m有9 m NQ钻杆(+弹卡室)+3.3 m外管+0.25 m金刚石扩孔器+0.25 m金刚石钻头;759.8~765.3 m有BQ外管、扩孔器、钻头、岩心管及总成下半段残留,且位于水敏性软弱坍塌孔段。

4.2 偏斜点的设计

按设计要求钻孔弯曲度 $\geq 0.5^\circ/\text{m}$,就此计算: NQ钻具需18.4 m才能完全偏离原孔;在16.15 m处可取到完整岩心;为了确保偏斜避开事故孔段的残留物且距坍塌位置有一定距离,从已钻探资料

及现场岩心分析,设计偏斜起始点为710 m。

4.3 施工操作

(1) 下入NQ⁺²绳索取心钻具,扫完水泥浮浆后钻进至孔深710 m,用钻机加压检查水泥凝固强度符合偏斜钻进要求后,用平底钻头磨平孔底,并充分循环冲孔,保证孔底干净。

(2) 向孔内投放 $\varnothing 22$ mm钢球一枚,下入造斜钻具:NQ钻杆+ $\varnothing 56$ mm/ $\varnothing 78$ mm变径导向扩孔钻头+2.8 m $\varnothing 56$ mm中间导斜连接钻杆+ $\varnothing 58$ mm锥面(型)硬质合金钻头。

(3) 确认钻具到孔底后,短行程提升,回放钻具同时慢速晃车,重复操作的同时观察钻具的上下位移量,待位移超过5~8 cm(钻头硬质合金部分4.5 cm)后,慢速加压钻进2.7 m,冲孔起钻,孔深712.7 m。

(4) 下入NQ钻杆+ $\varnothing 56$ mm/ $\varnothing 78$ mm变径导向扩孔钻头+9 m $\varnothing 56$ mm中间导斜连接钻杆+ $\varnothing 58$ mm常规单管硬质合金钻头,钻进6.0 m,延长导斜孔,停水烧抓岩心;同时向钻杆内投入 $\varnothing 32$ mm钢球形成单向堵水阀,确认到位后起钻,孔深718.7 m。

(5) 下入 $\varnothing 58$ mm钻头导向+ $\varnothing 56$ mm/ $\varnothing 78$ mm变径扩孔钻头扩至孔深718.7 m。起钻后下入NQ⁺²绳索取心钻具,钻进6 m,取心长度5.7 m(有0.3 m是导向扩孔钻具留下的导向孔)。取心率100%,岩心上有明显的岩石与水泥结合层,岩石在心样直径上的厚度由起点3 mm增至终点的16 mm;岩心仍为岩石+水泥,终点岩心的水泥厚度为4.8 mm。再钻进3 m孔深727.7 m,起钻取心,岩心中上部约1.25 m上有残留水泥岩心,下部1.75 m为完整的岩石岩心,见图2、图3。由此说明钻孔已偏离原钻孔,造出新孔眼,偏斜目的已经达到。造斜孔段17.7 m,在15.95 m处取到完整岩心,钻进偏斜角度实际测算小于 0.5° ,完全满足钻具的使用要求。

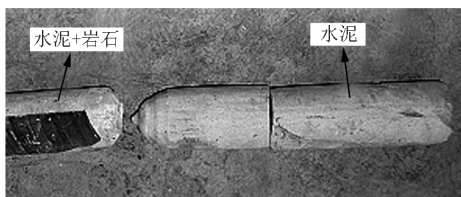


图2 岩石+水泥岩心



图3 完整岩石岩心

5 施工过程中的注意事项

(1) 首先造斜起始点的沉渣必须冲洗干净,以保证钢球能够准确投放到位;若钢球不到位,在下钻过程中就会卡住钻具,或挤断导向钻杆造成新的事故。

(2) 要保证锥面钻头将钢球挤靠孔壁侧边,操作钻机上下移动钻头让锥面钻头尖冲击孔底时,开始提钻行程一定要小,钻头提离孔底的距离控制在小于钻头直径的范围内,以免钢球掉入钻头尖孔达不到偏斜的目的;待钻头硬质合金通过钢球后方可开钻钻进,以免钢球损伤钻头刃口。

(3) 若用常规单管硬质合金钻头钻进加深导斜孔,必须设法抓取所有岩心,并在起钻前向钻杆内投放钢球,使钢球进入变径接头形成堵水阀,确认抓牢岩心并形成堵水后方能起钻取心;保证导斜孔内没有残余岩心,以免影响扩孔工作。

(4) 导斜扩孔钻头导向部分的长度可以根据水泥凝固的硬度和强度选择。要求具有足够的硬度与光洁度。减少对导向孔壁的磨耗,扩孔钻头主刀口应加工成平底,刀口要求锋利,水口合理,硬质合金尽量密集,以保证导斜效果及钻头寿命。

6 偏斜成果

ZK-3探查孔在2008年7月23日开孔,至当年9月13日钻至孔深1123 m终孔并封孔,共历时51天。甲方业主评定为优质孔。

整个扫孔及偏斜施工24 h内完成,使用一只常规单管加密硬质合金钻头,一只锥面定位硬质合金前钻头和一只变径导向扩孔后钻头,一根导向接杆,一只 $\varnothing 22$ mm钢球。与传统偏斜器相比成本较小。

本偏斜方法的优点是孔内干净完整,没有偏斜器或其他导斜残留物,且经济效益明显,方法简便易行。

7 结语

近年来,随着钻探工作量的增加和市场化竞争机制的形成以及工程利润的下滑,对工程事故处理的及时性、经济性,越来越得到各工程施工队伍和钻探工程业界重视。在加强钻探施工工艺优化的同时,一套简易完善的事故处置措施的实施,对降低施工成本,提高施工质量及效益是非常有益的。

参考文献:

- [1] 吴光琳.定向钻进工艺原理[M].成都:成都科技大学出版社,1991.