

卢氏柳关铅锌矿区钻探施工技术

靳红兵

(河南省地矿局第一地质环境调查院,河南 郑州 450045)

摘要:针对河南卢氏柳关矿区钻探施工难题,采取优化钻孔结构,上部复杂孔段下入活动套管,加快了施工进度;采取小压力、低转速+绳索取心液动潜孔锤钻进技术钻进在孔斜控制方面有明显效果,钻孔弯曲度明显减少,提高了钻孔质量和施工成功率;经过现场分析,不断调整泥浆配方,并针对不同漏失地层,添加惰性堵漏材料,研究出一套适合该矿区复杂地层钻进的护壁堵漏技术。

关键词:钻探;活动套管;冲洗液;液动潜孔锤;护壁堵漏;防斜;卢氏柳关铅锌矿区

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2013)06-0035-03

Technology of Drilling Construction in a Pb-Zn Mining Area/JIN Hong-bing (No. 1 Institute of Geological & Mineral Resources Survey of Henan, Zhengzhou Henan 450045, China)

Abstract: According to the drilling difficulties in Liuguan Pb-Zn mining area in Henan, by optimizing borehole structure and putting retrievable casing in the upper complex hole section, the construction schedule was accelerated; with low pressure and slow speed + wire-line coring hydro-hammer technology, the obvious effects of drilling deviation control and less borehole curvature were received, the construction quality and success rate were improved. Based on the field analysis, mud formulation was constantly adjusted and inert leaking stoppage material was added to different loss zones. A set of wall protection and leaking stoppage technology suitable for the complex formation of this mining area was developed.

Key words: drilling; retrievable casing; flushing fluid; hydro-hammer; wall protection and leaking stoppage; deviation prevention; Liuguan Pb-Zn mining area in Lushi County

河南省卢氏县柳关铅锌矿地层较为复杂,第四系较厚,基岩段裂隙发育,且软硬互层,钻探施工中常有缩径、坍塌、掉块、漏失等复杂现象发生,严重影响钻孔安全;且易出现钻孔偏斜,造成钻进困难,生产进度缓慢。为了解决上述问题,施工中采取了多种技术手段,收到了较好的效果。

1 工程概况

1.1 工程概述

河南省卢氏县柳关铅锌矿区成矿地质条件良好,但对地下深部的矿化情况缺乏了解。本次钻探施工目的是根据目标区地质研究和地球物理测量等成矿预测结果,对成矿靶区实施钻探验证,以确定深部隐伏矿(化)体的规模、形态、产状、矿石质量等,为下一步的地质研究和区域成矿预测提供实体资料证据。同时,为改善并提高新型物探装备的性能和实用性提供依据。

1.2 钻孔设计要求

设计钻孔2个,钻探工作量1000 m。设计孔深

分别为550和450 m。钻孔倾角 90° ,孔径 ≤ 75 mm,孔斜 $\leq 1^\circ/100$ m,岩心采取率 $\leq 80\%$,并要进行简易水文观测。

2 矿区地层情况

钻孔上部地层为第四系,主要为黄土、残坡积物及河床砂卵石,无胶结,钻进此层极易漏失、垮塌;下部为基岩体,主要由花岗斑岩、白云岩、角砾岩及铅锌矿构造带组成。花岗斑岩岩石坚硬,孔壁较稳定;白云岩和角砾岩层段裂隙发育,岩石破碎,常出现掉块、漏失现象;角砾岩也较完整,但局部蚀变,裂隙发育,破碎、酥散、松软;铅锌矿构造带为白云岩蚀变造成,一般厚度达30 m左右,基本成面状,松散,无胶结。

3 主要钻探设备

XY-4型钻机,BW250型泥浆泵,SGZ-23型四角加重钻塔,JSJ-1000型绳索取心绞车,STC-12型照明发电机等。

收稿日期:2013-02-20;修回日期:2013-03-13

作者简介:靳红兵(1967-),男(汉族),河南新安人,河南省地矿局第一地质环境调查院副院长、高级工程师,钻探工程专业,长期从事地质钻探及研究工作,河南省郑州市花园路86号,jhb3933@163.com。

4 施工存在的主要问题

4.1 易发生钻孔偏斜

矿化层较厚,且基本无胶结,施工中如冲洗液量过大或冲洗液质量不好,液流会冲刷、破坏孔壁,孔壁易产生“大肚子”,造成钻孔超径,引起孔斜。钻孔地层软硬互层,也易造成钻孔偏斜。

4.2 易发生卡钻、埋钻

白云岩层段岩石破碎,裂隙发育,在钻进过程中由于钻杆回转扰动,将会造成孔壁不是很完整的白云岩发生掉落现象,一旦脱离碎块掉进孔壁与钻杆外壁间隙,将会发生卡钻现象,造成孔内事故。铅锌矿构造带松散,无胶结,在钻进过程中如果泥浆使用不当,易发生埋钻事故。

4.3 易发生孔壁坍塌、冲洗液漏失

钻孔上部30~80 m为第四系地层,下部孔段裂隙发育、岩石松散,钻进过程中易发微漏,甚至全漏失现象,造成孔壁失稳,发生孔内事故。

4.4 取心难度大,采取率低

铅锌矿构造带为白云岩蚀变造成,一般厚度达30 m左右,基本成面状,松散,无胶结,取心难度大,采取率难以保证。

5 采取的主要技术措施

5.1 优化钻孔结构,下入活动套管,快速钻穿复杂孔段

根据地质方面提供的地层岩石情况,为了快速钻穿上部第四系孔段,加快进度,在施工中优化钻孔结构,下入活动套管取得了良好的效果。采用三级技术套管护壁,可以防止一旦发生孔内事故无法挽救,在钻孔结构设计和工艺选择上宜留有余地。

一般采取钻孔结构如下:

(1)覆盖层以 $\varnothing 130$ mm 金刚石单管钻具钻进工艺为主,钻进至20~50 m,下入 $\varnothing 127$ mm 技术套管护壁,并用水泥固孔;

(2)用 $\varnothing 110$ mm 金刚石单管钻具钻头钻进至80~100 m,(见完整基岩达30 m以上),下入 $\varnothing 108$ mm 技术套管护壁;

(3) $\varnothing 91$ mm 口径为备用,在 $\varnothing 110$ mm 口径中直接下入 $\varnothing 89$ mm 套管;

(4)SYZX75 金刚石绳索取心液动潜孔锤钻具钻进至设计孔深。

在施工第一个钻孔时开孔采取 $\varnothing 133$ mm 口径,孔深在20 m时下入 $\varnothing 127$ mm 套管,然后下入 $\varnothing 108$ mm 套管,采取 $\varnothing 96$ mm 口径钻进施工。当孔深在42

m 时出现掉块卡钻现象,且漏失严重。当时采取顶漏钻进至60.5 m,岩石较完整。为了保证后续顺利施工,起出 $\varnothing 108$ mm 套管,采取 $\varnothing 110$ mm 口径扩孔至该孔深,然后下入 $\varnothing 108$ mm 套管,并下入 $\varnothing 89$ mm 套管,换 $\varnothing 75$ mm 口径施工至设计孔深,顺利终孔。

而在施工第二个钻孔时,当钻进到孔深72.3 m时岩石较完整,考虑到两孔间距较小,破碎层应该钻穿,于是下入 $\varnothing 89$ mm 套管。当采取 $\varnothing 75$ mm 钻进至140 m时钻杆出现多次断裂。经分析是因为孔段在80 m处产生了“大肚子”,是加压钻进造成的。经水泥多次封堵,效果不明显,而套管由于没处理好,无法一次性起拔上来,最后只好采取扩孔起拔套管,耽误了进度。为了确保活动套管起拔成功,在下入活动技术套管时,应将套管最下端0.5 m长范围缠绕干海带,可以防止岩粉或其他固体材料进入活动套管和上一级套管间隙,经在其他矿区实验效果明显。

5.2 采取多种技术措施,预防钻孔发生偏斜

在本次施工中,我们综合分析各种造成钻孔偏斜的因素,针对问题找出解决的方法,有效解决了钻孔偏斜问题,保证了工程的顺利完工,加快了施工进度。

(1)控制钻进参数,采取小压力、低转速、大流量钻进。

在岩层由软变硬时,轴心压力要适当减轻,一般为正常钻进压力的 $2/3$,钻具转数也应适当降低;当岩层由硬变软时,轴心压力也要适当降低,一般为正常给进钻压的 $1/3$,并适当加长粗径钻具。在钻进松散地层或破碎带时,要加长粗径钻具,采用优质泥浆,并严格控制冲洗液量,以保护孔壁,使孔径不致过大;在换径或扩孔时,要使用带导向的钻具,并采用小的技术参数钻进。

(2)尝试采取绳索取心液动潜孔锤钻进技术,减少钻孔弯曲。

使用液动潜孔锤钻进可以有效预防孔斜,从钻进方法方面进行分析,液动锤钻进在碎岩过程中,既有回转方向的回转力,又有轴向方向的冲击力。而这种向下作用的冲击力,有助于使钻具沿着钻孔轴线的方向钻进。在软硬互层的地层中钻进时,可相对减少“钻进速度低”的问题,这就更有助于防止钻孔发生偏斜。

(3)综合采用小钻压、低钻速,孔隙间隙小,使得潜孔锤冲击回转钻进中钻具回转稳定,可有效防止方位角及顶角的增大,造成孔斜(见表1)。

表 1 矿区钻孔测斜数据

钻孔	终孔孔深 /m	钻进参数	采取的工艺	顶角/[$(^{\circ}) \cdot (100 \text{ m})^{-1}$]	钻孔质量	备注
ZK01	556.67	常规参数,发生偏斜后小压力、低转速	0~230 m 普通绳取;350 m~终孔潜孔锤	2.3	合格	钻孔在 203.4 m 处偏斜一次
ZK02	450.30	小压力、低转速	液动潜孔锤钻进;260.55~280.05 及 350.60~450.30 m 多功能孔底反循环单动双管取心	1.4	优秀	

实践证明,采取小压力、低转速+绳索取心液动潜孔锤钻进技术钻进在孔斜控制方面有明显效果,钻孔弯曲度明显减少,提高了钻孔质量和施工成功率。

5.3 优选冲洗液配方,采用惰性材料和水泥封孔堵漏

液动潜孔锤是靠冲洗液工作,冲洗液部分性能参数(含砂量、杂质等)对液动潜孔锤工况影响较大。因此使用的冲洗液中不允许含有大颗粒固体、杂草、油脂团块等,以避免堵塞喷嘴和阻碍部件灵活运动。

根据该矿区的地质条件和地层特点,经过现场分析矿区钻孔坍塌漏失的原因,及时总结施工经验,我们依据现有的膨润土及添加剂的特性,着重对破碎、坍塌水敏性地层和漏失严重地层进行了大量的研究和试验,优选出适合绳索取心钻进工艺的泥浆配比。并针对不同漏失地层,添加惰性堵漏材料,研究出一套适合该矿区复杂地层钻进的护壁堵漏技术,有效地解决了该矿区钻孔护壁堵漏问题。

5.3.1 轻微漏失及水敏孔段

针对矿区轻微漏失及水敏孔段,实验得出泥浆配方为:水+5%钠土粉+0.1%纤维素+0.1%防塌剂+1%腐植酸钾;其性能参数:粘度 26 s,失水量 12 mL,泥皮厚度 1.25 mm,pH 值 8~9,密度 1.05 g/cm³。

配置工艺:水+5%钠土粉,使其充分水化 0.5 h 以上,边搅拌边加入纤维素,之后加入防塌剂,最后加腐植酸钾,充分搅拌后使用。

5.3.2 堵漏方案及原理

地层发生漏失时,根据漏失量的大小可分以下几种情况进行处理。

(1)发生轻微漏失,可在上面配方基浆中加入随钻堵漏剂,具体加量视实际情况而定(5~15 kg/m³)。

(2)发生中等漏失,可在基浆中加入锯末进行随钻堵漏。如效果不好,在基浆中再加入棉籽壳。具体方案是:将钻杆下到漏失段,把加入堵漏材料(锯末、棉籽壳)的泥浆泵入(孔口灌入)钻孔,直至

返浆上来。

(3)发生较大漏失,可采用水泥浆液和延时膨胀剂封堵。首先利用压差将堵漏材料压入缝隙、孔隙,经过一段时间(0.5 h 左右)后,堵漏材料膨胀(凝固),将缝隙、孔隙堵住,实现堵漏的目的。

5.3.3 护壁堵漏应用效果

ZK01 钻孔开孔后,按照经验用常规的方法进行施工,采取普通固相泥浆护壁,钻进到 12 m,钻孔开始出现轻微漏失、坍塌现象,通过调整泥浆配方,钻进到 20 m 时下入 $\varnothing 108$ mm 地质套管。然后 $\varnothing 91$ mm 口径钻进,钻到孔深 42 m 时又出现完全漏失,引起上部孔段出现坍塌、掉块,施工无法继续。采取在泥浆中加入锯末和棉籽壳的办法进行堵漏,冲洗液返出 2/3 以上,当钻进到 60.5 m 时,采取扩孔措施,下入技术套管。当钻进到孔深 306.8 m 时,钻孔又突然出现严重漏浆,基本不返水。而从取出的岩心可以判断,钻孔在 295 m 后裂隙发育,为避免引起孔内事故,对该孔进行堵漏。先采用锯末和棉籽壳的办法进行堵漏,但泥浆仍有 1/3 不返出,为了节省成本,当顶漏钻进到 356.7 m 完整孔段后采用了水泥浆封堵,然后采用上述配方泥浆钻进,漏失率 0.35 m³/h,达到了较好的堵漏效果。

在施工 ZK02 钻孔中,也先后发生多次漏失、坍塌掉块现象,我们吸取了 ZK01 钻孔经验,严格按照已经改进的冲洗液配方,并配合惰性材料和水泥封孔堵漏,钻孔事故少,钻进效率也明显提高。

5.4 采用多功能孔底反循环单动双管取心技术,提高矿层采取率

根据地质方面提供的地层岩石情况,完整或破碎地层采用绳索取心液动潜孔锤钻进技术,而在破碎无胶结的蚀变矿层则采用多功能孔底反循环单动双管取心技术,取得了较好的效果。以 ZK02 孔为例,在孔深 260.55~280.05 及 350.60~450.30 m 的无胶结破碎白云岩层中,多功能孔底反循环单动双管取心采取率达到 83.0%。

(下转第 47 页)

4.5 特作周期

DPH-30井特作周期由于井眼状况好,生产组织、工序衔接好,周期仅为7.20天。影响特作的主要环节是:从软测井、硬测井到模拟通井,到下套管固井等,这些工作的无缝衔接是特作阶段关键点,也是钻井液处理的关键点。

2012年在DPH-30井施工时通过井眼技术准备、抓好生产组织、工序衔接等措施,特种作业时间大幅下降,将这种模式推广应用至后续5口井,在增加导眼回填、固井候凝工序的情况下特种作业时间与2011年相比周期缩短5.96%。

表4为模式改进前后指标对比。

表4 2011年与2012年部分井特作周期数据对比

年份	特作周期/天	备注
2011	7.88	无导眼
2012	7.41	5口井4口有导眼

5 结论与建议

(1)直井段提速采用复合钻进为主,低密度优质钻井液、优选钻头和优化参数提高直井段机械钻

速。

(2)斜井段第一只牙轮钻头的使用效果,直接影响后期PDC的使用。

(3)水平段重视钻头和螺杆选型,减少起下钻次数,提高水平段钻进速度。

(4)根据地质临井资料提前合理控制轨迹,保证气层砂体钻遇率。

(5)水平井钻井液必须具有良好的携砂性、润滑性及防塌性,才能有效地提高水平井钻井速度。

参考文献:

- [1] 余中岳. DF2井施工难点及技术对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(6): 43-45.
- [2] 张国海. 苏里格53区块水平井综合提速技术[J]. 石油地质与工程, 2011, 25(5): 92-95.
- [3] 柯学, 冉照辉, 陈建, 等. 苏里格气田77区块优快钻井配套技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(8): 5-10.
- [4] 冯朋鑫, 李进步, 等. 水平井技术在苏里格低渗油气藏中的应用[J]. 石油化工应用, 2010, 29(8).
- [5] 宁印平, 薛波, 等. 鄂尔多斯盆地延长区块天然气勘探钻井液技术改进与应用[J]. 钻井液与完井液, 2009, 26(2): 126-128.

(上接第37页)

6 结语

(1)优化钻孔结构,采取下活动套管法施工,可以提高施工进度;针对不同的孔段采取合理冲洗液配方,并综合应用惰性材料和水泥封孔堵漏,能减少孔内事故率,提高效率,节约生产成本。

(2)在易造斜地层,采取绳索取心液动潜孔锤技术可以减少钻孔弯曲度,提高钻孔质量。

(3)在钻进施工中,技术人员应该时时了解孔内情况,并积极观察岩心,掌握第一手资料。并综合利用各种钻探技术手段,解决遇到的钻进问题,可以起到事半功倍的效果。

(4)在破碎无胶结的碎石矿层取心,多功能孔底反循环单动双管取心是较好的方法之一。

(5)初步形成的钻探工艺组合,仍存在钻探周

期长、效率较低、成本提高等实际问题,需要进一步研究解决关键技术难题的基础上,探讨钻探工艺方法的最佳优化组合。

参考文献:

- [1] 王建华, 苏长寿, 左新明. 深孔液动潜孔锤钻进技术研究与应用[J]. 勘察科学技术, 2011, (6): 59-64.
- [2] 杨树伟, 李国志. 科右中旗查干楚鲁矿区钻探施工中护壁堵漏的几点体会[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(7): 18-21.
- [3] 陈全明, 毛雅杰. 湘河大泉钒矿复杂地层钻进技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(3): 21-23.
- [4] 王扶志, 张志强, 宋小军. 地质工程钻探工艺和技术[M]. 湖南长沙: 中南大学出版社, 2008.
- [5] 李之军, 陈礼仪, 贾军, 等. 汶川地震断裂带科学钻探一号孔断层的泥孔段泥浆体系的研究和应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(12): 13-15, 19.
- [6] 周亮. 煤系地层护壁堵漏钻井液配制技术探讨[J]. 中国煤炭地质, 2009, (9).