

小秦岭深部探矿项目某标段钻探施工方法探讨

李振学¹, 孙建刚², 汤玉才³

(1. 武警黄金第六支队, 河南 三门峡 472000; 2. 河南省地矿局第四地质探矿队, 河南 三门峡 472000; 3. 辽宁省第三地质大队, 辽宁 朝阳 122000)

摘要:从钻孔护壁堵漏、钻孔结构、事故预防与处理措施等方面对小秦岭深部探矿项目某标段钻探施工方法进行探索,特别是强护壁性能的冲洗液和多级大量套管技术的应用取得突破,基本解决了第四系、第三系加断层泥埋藏深度达600~800 m的厚覆盖层钻探施工难题,为该类地层施工提供了经验。

关键词:复杂地层;群体封堵;深部岩心钻探;小秦岭

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2012)07-0014-03

Discussion on Drilling Construction Method for a Contract Section of Deep Prospecting Project in Xiaolinling/LI Zhen-xue¹, SUN Jian-gang², TANG Yu-cai³ (1. No. 6 Detachment of the Gold Army, CAPF, Sanmenxia Henan 472000, China; 2. Fourth Geological Prospecting Team of Henan Geology and Mineral Bureau, Sanmenxia Henan 472000, China; 3. No. 3 Geological Brigade of Liaoning Province, Chaoyang Liaoning 122000, China)

Abstract: Discussion is made on drilling construction of borehole wall protection & leakage control, borehole structure, accident prevention and treatment method in the deep prospecting project in Xiaolinling, especially the application breakthrough of washing fluid with strong wall protection performance and multilevel casing technology basically resolved construction difficulties in thick overburden with buried depth of 600~800m in quaternary and tertiary with fault gouge.

Key words: complex formation; population plugging; deep core drilling; Xiaolinling

1 概述

1.1 基本情况

小秦岭深部探矿项目某标段是国家危机矿山整装勘查项目的一部分。该标段设计钻探工作量3万多米,钻孔深度为900~1500 m,属小秦岭大型成矿区带的主矿带部分。该标段处于山前大断裂之中,上部覆盖层多为第四系、第三系加断层泥,主要为高岭石化泥质成分,厚度达600~800 m,局部夹杂大小不等的块状卵砾石、漂石,下部为较为完整的小秦岭变质岩系列地层,主要是条纹状、条带状混合岩及混合片麻岩。钻探施工中上部大厚度松软覆盖层成孔难、孔壁不稳,极易出现大面积坍塌等现象。现场施工的多个工队都不同程度存在着重复施工和报废工作量现象,不但工期难以保证,还严重制约着小秦岭深部探矿增储目标的实现。

我们第一批施工已竣工钻孔3个,全部为一级孔,其中700多米深钻孔2个、800多米深钻孔1个。具体情况见表1。

1.2 钻进技术难点

(1)该标段第四系、第三系加断层泥埋藏深度较大,成孔难度极大,大面积坍塌的可能性很大。如

表1 小秦岭深部探矿项目某标段钻探施工情况统计

孔号	设计孔深/m	第三、第四系地层厚度/m	终孔深度/m	质量评价	备注
ZK10012	700	710	749	一级孔	钻孔加深到750 m,施工至724 m出现大面积坍塌,20天成功处理
ZK1012	900	790	897	一级孔	成功终孔
ZK9009	750	590	758	一级孔	成功终孔
ZK2008	830				正在施工中

果冲洗液选择不当,操作达不到规程要求,要么钻孔无法穿过第四系、第三系加断层泥,要么穿过钻具提出孔外后、准备下套管前钻孔大面积坍塌,扫孔无效而报废现象较为普遍。

(2)局部埋藏大块卵砾石、漂石层,钻遇该层时如果钻进参数控制不力,可能因软硬不均造成钻孔偏斜严重,阻力陡增,无法正常钻进。

(3)矿区第四系、第三系加断层泥埋藏较深,受雨水冲刷影响大,地形切割严重,沟壑发育且较深,有的深达20~30 m,如果钻孔布设在沟壑附近,很容易出现“开放式”漏失。

(4)第四系、第三系加断层泥过厚无法取心,泥质岩粉很多,冲洗液自然造浆率极强,冲洗液消耗较

收稿日期:2012-02-20; 修回日期:2012-06-20

作者简介:李振学(1968-),男(汉族),陕西合阳人,武警黄金第六支队高级工程师,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。

大,维护难度大。如果冲洗液护壁性能和排粉能力不强,孔内岩屑沉积多、钻孔超径现象严重,极易发生埋钻和断钻现象,处理难度极大。

(5)冲洗选择得当,维护使用好,孔径较规整,但如果发生坍塌埋钻时,需要边反钻杆边扩孔套取处理,难度大且处理周期较长。

2 钻孔结构、设备选择

2.1 钻孔结构选择

综合考虑各方面因素,力求快速穿过大厚度第四系、第三系加断层泥,尽可能减少孔壁裸露时间,争取在恰当的时段下入套管,宜采用三级套管护壁四级成孔工艺。一般用 $\varnothing 130$ mm普通单管钻具开孔至30~40 m下 $\varnothing 127$ mm套管;再用 $\varnothing 110$ mm普通单管钻具开孔至300 m,下入 $\varnothing 108$ mm套管;用S95绳索取心钻具钻进至600~800 m穿过基岩后,下入 $\varnothing 89$ mm套管;再换S75绳索取心钻具钻进至终孔。

2.2 设备选择

根据钻孔深度、矿区地形等因素,采用HXY-44型钻机,配备BW-125、BW-250型2种泥浆泵,SGX-17型钻塔,SJ-1000型绳索绞车等设备。钻具依次采用 $\varnothing 130$ 、110 mm单管薄壁金刚石钻具,S95、S75金刚石绳索取心钻具。

2.3 钻杆及钻头选择

考虑到第四系、第三系加断层泥厚且夹杂各种砂、砾等大小不等的硬颗粒,孔壁必须有足够大的间隙,以保证大颗粒和部分角砾掉块随冲洗液上返时能顺利通过,不至于产生“群体封堵”现象而无法钻进。开孔用普通单管薄壁金刚石钻头,其口径要比普通金刚石钻头大1~2 mm(不宜选择复合片钻头,因钻进过程中随时可能遇到砂砾等大小不等硬颗粒,容易产生复合片折断问题,滋生钻孔不可预见事故)。同时考虑到钻进该地层时,为尽可能避免钻杆事故,可以选择唐山市金石超硬材料公司生产的新型XJS71加厚墩粗钻杆,该钻杆外径不变(可与原S71普通绳索取心钻杆配合使用,使用时墩粗钻杆放下部便于与钻具配套,两部分钻杆用特殊接手连接即可,节约钻杆成本),内径由原来的61 mm减少到58 mm,同时接手外径加大到74 mm,丝扣深度由原来的0.75 mm加深到1.25 mm,钻杆强度和丝扣连接强度大大提高,最大限度地减少人为断钻杆现象发生。

3 钻孔护壁与堵漏

3.1 选择防坍性能好的冲洗液护壁

3.1.1 开孔用泥浆

3.1.1.1 泥浆配方及性能

配方:山东潍坊产优质钠基膨润土8%、碳酸钠0.25%、羧甲基纤维素钠0.3%、KHm0.4%、磺化沥青0.2%、SM植物胶2.5%(土重的比例)。

性能参数:密度 1.08 g/cm^3 ,胶体率 $>98\%$,漏斗粘度32 s,失水量10~15 mL/30 min,泥皮厚度 $<1\text{ mm}$ 。

3.1.1.2 泥浆的配制

(1)严格选材品质评定。最好直接从生产厂家进泥浆处理剂,对从市场上购入的处理剂,要进行质量评定或测试,有条件时可在泥浆实验室对其进行性能检测,避免部分劣质材料影响泥浆使用效果。比如有纤维素粘度不够、膨润土含砂量高造浆率低等问题,导致虽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。有的有机高分子物必须浸泡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。该泥浆添加顺序为水-纯碱-粘土-KHm-磺化沥青-纤维素-植物胶。

(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,尽可能使用高速搅拌机,每一种添加剂加入后至少要保持10~15 min搅拌。

3.1.1.3 泥浆性能维护

(1)做好冲洗液性能检测和调试,正常钻进时,每班(8 h)至少检测泥浆漏斗粘度、现场岩样浸泡1~2次,视冲洗液中有效成分消耗情况,进行及时调整。

(2)钻进覆盖层时产生的岩粉较多,因此冲洗液有效成分消耗加速,要加密检测次数,及时调整,一般24 h要全面更换冲洗液一次,保证冲洗液护壁能力和携带岩粉能力,防止岩粉重复循环造成卡钻、冲刷破坏孔壁和加速对泥浆泵的损坏。

(3)要加长泥浆循环槽长度,尽可能曲折,给岩粉充分沉降创造条件,最好在泥浆池前挖较深的沉

淀坑,保证泥浆更好的净化。抓住上下钻和投内管等时机,清理循环槽和泥浆池,防止岩粉进入泥浆循环。

(4)在泥浆循环线路附近修好排水槽,下雨时要设法盖好循环槽,防止雨水和配制泥浆过程中清水混入泥浆中,破坏泥浆性能。

(5)为了防止冲洗液浪费,机台可准备一台污水泵,将循环槽内清洁的冲洗液抽回搅拌机,根据检测情况,加入部分添加剂,恢复泥浆性能后再利用。

3.1.2 正常钻进用冲洗液

该矿区穿过第四系、第三系加断层泥下入三级套管护壁后,上部大厚度松软层基本达到“铜墙铁壁”,下部岩石较完整,可以采用一般泥浆(4%膨润土、0.3%纯碱、0.3% CMC、0.25% 润滑剂)或0.3%的 PHP 无固相冲洗液。

3.1.3 套管护壁

因上部松软层过厚,即使冲洗液防坍性能再理想也只具有相对性,仅能在一定时间段内维护孔壁稳定。护壁最可靠的措施还是采用多级套管封隔第四系、第三系加断层泥。考虑到套用量大且级数多等因素,必须在施工设计中明确预防套管事故和闭孔的起拔回收具体措施。下套管的技术要求:

(1)选择调配维护好防坍性能较好的冲洗液,确保顺利穿过各级套管设计的钻孔深度,保证下套管前孔壁稳定;

(2)为尽可能减少下套管时间,事先将套管接手在孔外连接牢靠,下套管时要做到分工协作迅速下到预想位置;

(3)为防止局部孔段某个位置可能的坍孔现象,最后一级套管下端要上管靴(不含内台阶的薄壁金刚石钻头),必要时可用于扫孔,保证套管下到设计位置;

(4)考虑到套管回收问题,下套管过程中要在套管外壁涂沫润滑脂,同时用泥浆和 PAM 絮凝物封堵套管上下两端,并在套管上端套上胶皮板,保证套管外环间隙不渗或掉入带岩粉冲洗液及硬颗粒杂物,增大起拔阻力;

(5)为防止套管脱扣等事故,靠近孔口的6根套管丝扣连接处平均分布3个焊点。同时防止套管悬空,孔口套管段一般不要使用套管夹,允许套管小范围位移,确保套管始终稳“坐”孔底。

3.2 钻孔堵漏

钻遇附近有沟壑的钻孔时,一般漏失在钻进至沟底前出现,用锯末和当地蒿草加工成1~2 mm 段

混入粘土粉中做成直径不大于孔径一半的粘土球,边施工边投入,把开孔钻具接头反过来连接于钻具上,中间通水孔可用编织袋封死,反复投入利用其阶梯楔形将泥球多次捣压,密实形成桶箍状结构固结地层,起到护壁堵漏的双重作用。

该标段尽管第四系、第三系加断层泥厚度较大,但有一定的胶结性,漏失量一般不大,如果300 m后出现漏失,可采用锯末加聚丙烯酰胺甲盐混合堵漏。可将1.5%的聚丙烯酰胺甲盐溶液中加入1%锯末(质量与体积比),直接从孔口倒入,每次灌入量不能少于150 L,可采取多次重复灌入,经现场试用成功率较高。

4 常见事故预防与处理

4.1 事故预防措施

(1)选择防塌性能较好的冲洗液,并做好调整和维护是确保穿过第四系、第三系加断层泥的关键。如果冲洗液性能不良,调整不及时到位,孔壁一旦坍塌将无法制止,很可能出现孔越扫越浅的问题。

(2)为防止钻遇较大砾石发生钻孔偏斜问题,开孔过程中尽可能根据进尺逐步加长钻具起到导正作用,必要时可选择液动潜孔锤钻进进行防斜。

(3)钻进松软的覆盖层时,不能盲目追求进尺,尽可能选择小泵量、低转速、轻钻压钻进参数,防止人为破坏地层稳定性。

(4)一旦有憋泵现象必须提钻,必须避免高泵压反复送水,防止带高压的冲洗液强行压裂本不稳定的孔壁。

(5)钻进过程中,尽可能不带内管上下钻且控制速度,或快速提下主动钻杆、内管等,防止出现孔内压力激增,造成孔壁失稳。

(6)坚持冲洗液回灌制度,防止孔内冲洗液液面下降造成液柱压力与地层压力失衡,导致孔壁坍塌。

4.2 事故处理

钻进该类地层最易出现的就是夹、埋钻和找不到事故头的断钻事故。处理方法主要是采用反和套的方法进行处理。起拔上一级套管后,用 $\varnothing 50$ mm反丝钻杆将塌埋孔段上部钻杆全部反出,采取扫孔的办法边扫边反将孔内事故钻杆钻具逐步处理完毕。如果有少部分钻杆和钻具无法继续处理时,可采用磨孔法将残留钻具“消灭”掉。磨钻具时最好选用全面磨孔钻头,采用小泵量、低转速、小钻压钻进参数进行,虽然处理周期较长,但可预防偏磨后导

(下转第20页)

(7)下井紧扣时严禁钳牙损坏油堵及外筒各连接螺纹的端部位置;

(8)减震器入井前,在钻台上用1~3根钻铤加压测量压缩量并做好记录;

(9)减震器下井工作,要保证井下情况正常,钻井液性能良好;

(10)要了解减震器的结构、工作原理、性能及使用方法,操作要平稳,严禁溜钻、顿钻;

(11)钻进时要根据具体情况优选钻压和转速,实现钻井参数的最佳匹配,避免减震器在共振区内工作;

(12)减震器每次起出井口都要认真清洗,并在转盘上用下井时同样规格根数的钻铤加压测量压缩值,若压缩值比第一次下井时减少25 mm以上,则说明液压油有漏失,不能继续下井使用;

(13)减震器连续工作500 h之后应当检修,不得连续使用;

(14)井底有金属落物或在处理复杂时严禁使用减震器,以免使井内情况复杂化。

6 结论及建议

(1)使用减震器能够明显提高机械钻速。从表3可以看出,未使用井的机械钻速最高3.71 m/h(十屋8-8井),最低2.81 m/h(十屋8-6-4井),使用减震器的试验井的平均钻速提高幅度在7.8%~42.35%之间。

(2)使用减震器能够缩短钻井周期。以表4数据为例,试验井与十屋8-8井相比,相同的钻头进尺纯钻时间减少了12.5 h,合0.52天;与十屋8-6

-4井相比,相同的钻头进尺纯钻时间减少了54 h,合2.25天,其缩短周期在0.5~2.25天之间。

(3)使用减震器不会增加钻井成本。一根减震器的价格在5~6万元,使用时间按厂家的推荐在450~500 h,这样每根减震器能够平均使用2.5~3口井,缩短周期最低在1.3天以上,而钻机的日作业费(按ZJ30L钻机计算)为50592元/日,由此节约的成本还是低于减震器的成本的。

(4)使用减震器能够减少潜在的危害。使用减震器消除了跳钻,使设备、钻具、钻头工作平稳,在生产中,可对产生的地面及井下异常作出准确的分析判断,以便采取正确的处理措施,大大减少了钻具与钻头存在的隐患和危害,确保安全生产。

(5)建议在该区块推广应用减震器。该区块井深结构一般为二级结构,即:Ø311 mm钻头×Ø244.5 mm套管+Ø215.9 mm钻头×Ø139.7 mm套管,结构简单,对Ø159及178 mm减震器选择空间大,使用Ø159 mm减震器要比使用Ø178 mm减震器成本低。

参考文献:

- [1] 李树青,李和,徐伟,等.松辽盆地南部下白垩统层序构型及沉积特征[J].天然气工业,2007,27(4).
- [2] 张艺伟,杨海波,赵德云,等.牙轮钻头振动规律分析[J].探矿工程,2002,(4).
- [3] 王述德,周英操. SJ178型钻具减振器[J].石油钻采工艺,1989,11(3).
- [4] 赵金洲,张桂林.钻井工程技术手册[M].北京:中国石化出版社,2005.
- [5] 郭建庄,刘广华,张国田,等.随钻震击器及减震器失效分析与解决方案[J].石油机械,2009,37(12).

(上接第16页)

致残留铁皮贴于孔壁,滋生夹钻等事故。

5 结语

(1)钻进中对冲洗液的选择、监管、维护是成功的关键,必须牢固树立“三分技术七分管理”的理念,坚持好冲洗液回灌、提下钻速度要慢、交接班要“三清”等制度。

(2)钻进大厚度第四系、第三系加断层泥出现塌埋事故可能性极大,现场必须配备各种事故处理工器具,特别要配足反丝钻杆和扫孔钻具、钻头等。

(3)把握好下套管时机,且尽快下到位,同时考虑套管事故预防和回收问题,是控制生产成本、提高效率的可靠方法。

(4)严格落实操作规程是预防事故、实现安全生产的有效途径,必须依靠制度来管束、靠加强生产管理来落实。

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] 姚满堂. 钻探井内事故的预防与处理问题二百例[Z].河北石家庄:河北省金属学会,1983.
- [3] 李振学. 南坪矿区复杂地层深孔钻进技术研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(12).
- [4] 汤志吉. 胶东半岛山后矿区复杂地层深孔绳索取心钻探的探索和应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9).
- [5] 李振学. 南坪矿区钼金矿段钻孔坍塌防治实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(3).
- [6] 李振学. 栾川县多金属矿复杂地层岩心钻探技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9).