

榆横矿区赵石畔井田勘探钻探施工技术

臧世权,汪传武,张波,张涛,郭保铨

(陕西省地勘局西安地勘院,陕西西安710100)

摘要:榆横矿区赵石畔井田勘探中探索和总结钻探工艺,选择合理的设备和机具,使用适合的泥浆体系,特别是肋骨钻头和卡断器配合长岩心管钻具使用,大幅度提高了钻探效率,减少孔内事故,保证施工质量,该工艺对该地区钻探施工有重要意义。

关键词:煤田勘探;钻探工艺;肋骨钻头;泥浆配制

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2013)04-0017-03

Construction Technology of Coal Field Exploration Drilling/ZANG Shi-quan, WANG Chuan-wu, ZHANG Bo, ZHANG Tao, GUO Bao-duo (Xi'an Institute of Geological and Mineral Exploration, Xi'an Shanxi 710100, China)

Abstract: This article explores and concludes the drilling technique in Zhaoshihan coal field of Yuheng mine, by selecting the reasonable equipment and machinery, using the suitable mud system and especially matching rib bit and breaker with the long core tube, the drilling efficiency was greatly improved with less hole accidents and good construction quality.

Key words: coal field exploration; drilling process; rib bit; mud preparation

1 工程概况

赵石畔井田位于陕西省陕北侏罗系煤田榆横矿区北部,为了促进地方经济发展,加快陕北能源重化工基地建设步伐,为煤矿建设项目提供可靠的地质依据,2011年底陕西省产业投资有限公司委托西安地勘院对该井田进行勘探。

1.1 地理条件

井田地处毛乌素沙漠东南缘与陕北黄土高原接壤地带,地表基本被第四系松散沉积物所覆盖。区内地形相对起伏较大,地势总体南高北低,海拔标高一般在1100~1250 m之间。区内水系发育,属温带大陆性干旱、半干旱季风气候,年平均降雨量397 mm。

1.2 区域构造

赵石畔井田位于鄂尔多斯盆地中部次级构造单元陕北斜坡中南部。陕北斜坡为一单斜构造,岩层北西西向微倾,局部发育有宽缓的短轴状向斜、背斜及鼻状隆起等次级构造。

1.3 地层及岩性

上部主要为第四系松散沉积物覆盖,主要有风积沙、洪积层,马兰黄土等,中部为侏罗系中粒~细粒长石砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩、煤层等,下部为三叠系砂岩、粉砂岩、泥岩等。区内煤层也一般为7层,普遍可采煤层为4层,最底部煤层埋深大多

在450~600 m之间,煤层比较稳定。

1.4 钻探工作量

赵石畔井田面积约234.12 km²,设计钻孔145个,其中探煤孔137个,水文孔8个,设计钻探工作量78437 m。根据设计要求探煤孔终孔口径 ≤ 91 mm,煤层采取率 $\leq 90\%$,一般地层岩心采取率 $\leq 75\%$,孔斜必须符合规范要求。勘查结果提交先期开采地段探明的资源量3.53亿t,控制的资源量1.87亿t,以满足拟建矿井生产煤炭资源量的需求。

1.5 施工主要困难

(1)工作量大,要求5个月完成野外钻探工作,工期要求紧。

(2)上部覆盖层较厚,一般为50~120 m,上部基岩风化严重,与覆盖层交界处易漏失,部分孔段岩心采取率较低。

(3)部分孔段较破碎,易发生岩心堵塞现象,影响钻探效率。

(4)钻进时岩粉较多,不易排出,易发生憋泵现象,严重时发生埋钻等孔内事故^[1]。

2 钻探设备及器具选择

2.1 设备选择

该井田钻孔设计最大孔深650 m,最小孔深440 m,平均孔深540 m,因此选择主要使用XY-5型钻

收稿日期:2012-11-14; 修回日期:2013-03-05

作者简介:臧世权(1962-),男(汉族),陕西蓝田人,陕西省地勘局西安地勘院高级工程师,地质矿产专业,从事探矿工程管理工作,陕西省西安市长安区杜陵西路56号,462957497@qq.com;汪传武(1974-),男(汉族),陕西山阳人,陕西省地勘局西安地勘院工程师,探矿工程专业,从事岩心钻探工作,1097147180@qq.com。

机,使用4135-80HP型柴油机。由于钻进时岩粉较多,为了提高岩粉排出效率,减少孔内事故,需选择大泵量泥浆泵,采用NBB250/60型泥浆泵。为了提高钻探效率,加快提下钻速度,提高钻塔安装、拆卸效率,同时增加钻杆立杆长度,使用AJ18型钻塔,一次可以提下13.5 m钻杆立杆。

2.2 钻探器具选择

为满足钻孔终孔口径 ≤ 91 mm的地质设计要求,一般地层采用单管肋骨正循环钻探工艺,钻具组合为 $\varnothing 60$ mm钻杆+ $\varnothing 110$ mm岩心管接头+ $\varnothing 89$ mm岩心管+ $\varnothing 110$ mm卡断器+ $\varnothing 113$ mm复合片肋骨钻头。

煤层及煤层顶底板采用 $\varnothing 110$ mm双管单动钻探工艺以保证煤心采取率,钻具组合为 $\varnothing 60$ mm钻杆+ $\varnothing 110$ mm岩心管接头+ $\varnothing 110$ mm双管单动取煤器+ $\varnothing 110$ mm金刚石双管钻头。

2.3 单管肋骨复合片钻头+卡断器钻探工艺

经过陕北煤田勘探的长期施工探索和经验总结,使用单管肋骨复合片钻头+卡断器钻探工艺进行煤田钻探施工,不仅很大程度提高了钻探效率,减少孔内事故,而且能保证岩心采取率。该钻探工艺有以下几个方面的优点:

(1)很少发生岩心堵塞,岩心经过卡断器进入岩心管后,在加杆过程中不会出现又掉出来,不仅能保证提钻时岩心不会掉落,基本能采完孔底岩心,同时也很少发生岩心堵塞现象,减少了提钻次数和扫孔次数,提高了钻探效率。

(2)可以加长岩心管,现场普遍采用9 m长 $\varnothing 89$ mm岩心管,每个回次进尺能达到8~8.5 m,和过去使用4.5 m岩心管相比钻探效率提高50%以上。

(3)使用肋骨钻头钻探,增加了环状间隙,基本不磨损岩心管,减少了孔内卡钻、断岩心管等事故;增加环状间隙,加大泵量,有利于孔内岩粉的排出,减少孔内事故^[2]。

(4)使用肋骨钻头虽然增加了岩石切削面积,由于陕北榆林地区岩石硬度不是太大,不会增加多少纯钻进时间,根据长期在该地区钻探经验,一般纯钻进时间增加10%左右。加长岩心管、减少岩心堵塞现象,很大程度上提高了钻探效率。

(5)在原来实验过程中,采用过 $\varnothing 73$ mm岩心管+ $\varnothing 89$ mm卡断器+ $\varnothing 91$ mm钻头组合,岩心采取率低,岩心直径小,有时达不到地质设计要求,还会发生拧断岩心管现象,提高钻探效率效果不明显;后采用加大一径钻具组合,钻探效率提高明显,同时都能

满足地质要求。

3 钻进工艺

3.1 钻孔结构

该地区上部覆盖层较厚,覆盖层中夹有黄土层,覆盖层全部下入套管较难起拔,一般采用覆盖层只下入9 m套管。一般钻孔结构为:开孔使用 $\varnothing 150$ mm钻头,下入 $\varnothing 146$ mm套管,换 $\varnothing 130$ mm钻头钻至基岩面,换 $\varnothing 113$ mm复合片肋骨钻头钻至终孔。

3.2 钻进参数

3.2.1 钻压

该井田地层大部分为砂岩、泥岩互层,大多采用 $\varnothing 113$ mm复合片肋骨钻头,钻头胎体厚度大,切削面积大,可以承受加大钻压,但太大的钻压可能造成钻孔孔斜超标;一般地层选用15~20 kN钻压,煤层一般选用7~12 kN钻压;钻进时要考虑孔深、孔壁摩擦、泵压等因素造成的钻压损失,同时随着复合片磨钝,接触面积增加,钻压可逐渐增大。

3.2.2 转速

复合片钻头主要靠切削碎岩,采用肋骨钻头,钻头直径较大,钻孔与钻杆环状间隙较大,不易使用高转速,其线速度为0.5~1.2 m/s较为适宜,一般地层采用200~350 r/min转速,煤层采用140~200 r/min转速。钻进坚硬,强研磨性地层,及软硬差别大的互层地层时,应降低转速,以减少钻具振动,延长钻头寿命^[3],提高岩矿心的采取率,防止孔斜。

3.2.3 泵量

由于采用肋骨钻头,钻头切削面积大,复合片钻头水口较大,而且该井田地层相对较软,钻进速度较快,产生的岩粉量大,防止孔内岩粉沉淀,需要采用大泵量。同时应满足冲洗液上返速度的要求,一般钻进上返速度0.5~1.0 m/s。一般地层钻进泵量选用120~200 L/min,煤层钻进泵量选用60~120 L/min。

3.3 泥浆配制

3.3.1 泥浆要求

该地区上部覆盖层较厚,一般不下套管,钻孔需要优质泥浆维护;部分基岩面有泥浆漏失现象,需要堵漏;下部地层一般较稳定,局部有掉块现象;有时页岩地层掉块严重,可能会发生孔壁坍塌或缩径现象。通过长时间的探索 and 实验,采用一种低固相不分散泥浆在该地区应用,能达到较好的护壁、携粉、堵漏和润滑的效果。

3.3.2 泥浆配方

一般泥浆配方:清水 1 m^3 + 膨润土 50 kg + CMC 4 kg + PAC - 141 0.5 kg + PAM 1 kg 。

泥浆基本性能参数:密度 1.05 g/cm^3 , 漏斗粘度 25 s , API 滤水量 10 mL , 泥皮厚度 0.5 mm , 胶体率 96% , pH 值 8 。

泥浆密度小, 表观粘度较低, 失水量适中, 泥浆流动性好, 护壁效果较好, 有利于岩粉沉淀, 能有效地提高钻探效率。

在钻孔基岩面有泥浆漏失发生时, 泥浆中加入 SD-2 堵漏剂和棉籽壳, 一般能有效堵漏。局部有页岩地层时, 加入适量的 KCl 能有效抑制页岩坍塌或膨胀^[4]。

3.3.3 泥浆维护

有适合的泥浆配方, 现场泥浆维护是关键。现场泥浆循环系统尽可能加长, 一般要大于 15 m , 坡度 $1/100 \sim 1/80$, 泥浆槽设置 $2 \sim 3$ 个沉淀池, 及时清理捞砂, 保持泥浆性能; 循环槽上沿高于地表, 防止雨水及杂物进入循环系统而改变泥浆性能。现场配备一台泥浆搅拌罐, 将待加入的处理剂预先在药剂桶内水化、溶解后倒入搅拌罐搅拌均匀, 根据钻进中处理剂消耗情况, 搅拌罐内搅拌好的处理剂溶液有控制地加入到循环槽或泥浆池内^[5]。

现场配置马氏漏斗粘度计、密度计、含沙量测定仪、失水量测试仪等泥浆测试仪器, 经常测试泥浆性能, 随时掌握泥浆性能变化, 及时进行性能调节, 并做好配制、净化处理、捞砂工作。根据地层变化及时调整泥浆性能, 加强净化并适时补充处理剂来恢复其性能。调配好的泥浆, 不得随便加入清水。加强泥浆岗的培训和指导, 提高泥浆质量, 未经技术人员批准, 不允许随意擅自更换冲洗液及冲洗液配方。

4 施工要点及效果

4.1 质量保证措施

(1) 钻机安装稳固, 保证天车、立轴、孔口三点一线; 钻机底座水平、稳固, 并在钻进中经常检查, 随时校正, 防止地基随钻进中的震动产生倾斜; 钻塔必须按规定安装绷绳和避雷针。

(2) 钻进过程中, 出现岩心堵塞时必须提钻检查, 严禁超管钻进, 不许打懒钻, 确保岩心采取率。

(3) 根据地质设计和钻进过程中标志层的判断, 钻进至煤层顶板后, 换双管单动钻具采取煤心, 双管钻具保证转动灵活, 内管与钻头间隙合理(一般 $2 \sim 4 \text{ mm}$), 使得泥浆冲刷不到煤心; 钻进时轻压慢转, 控制泵量, 确保煤心采取率达到设计要求。

(4) 班报、水文观测、钻具丈量记录要按规定的内容填写, 做到准确、齐全、及时、整洁; 按规定校正孔深, 超差时必须找出原因, 合理平差。

(5) 提下钻过程中, 避免钻具和钻孔的抽吸现象影响孔壁的稳定性, 提下钻速度要慢和保持匀速, 避免猛下和猛提现象, 要及时回灌泥浆, 确保孔壁稳定。

(6) 加强员工培训, 在设备安装、拆卸、搬迁和钻进过程中注意安全, 保证安全设施和装备齐全, 确保安全生产; 泥浆排放到指定区域, 并及时处理, 做好环境保护。

4.2 技术经济指标

赵石畔井田钻探施工共使用 13 台钻机, 5 个月完成施工任务, 实际完成钻孔 145 个, 平均深度 549.19 m , 钻探进尺 79632.7 m 。钻机平均台月效率 1225 m , 最高台月效率为 2032 m , 纯钻率 65.3% , 平均回次进尺 8.49 m , 平均采取率 92.7% , 材料消耗 152.8 元/m , 直接钻探成本 291.5 元/m 。通过改进钻探工艺, 增加回次进尺, 提高了纯钻时间和钻探效率, 降低了钻探成本。

4.3 陕北钻探成果

通过不断地探索和实验, 持续地优化钻探工艺, 西安地勘院在陕北榆林地区钻探施工获得可喜成绩, $2011 \sim 2012$ 两年在陕北地区共完成基金项目及煤田勘探项目 10 个(见表 1), 钻孔 760 个, 完成钻探进尺约 49.3 万 m , 提交煤炭储量 120 多亿吨, 为陕北能源基地开发和建设做出了应有的贡献。

表 1 2011~2012 年我院陕北煤田勘查施工一览表

序号	项目名称	终孔数 /个	钻探进 尺/m	年份
1	陕西省府谷矿区尧卯井田普查	23	15689.18	2011
2	陕西省靖边县红墩界勘查区煤炭勘探	138	99036.32	2011
3	陕西省靖边县海则滩勘查区煤炭勘探	99	67066.34	2011
4	陕西省榆林市巴拉素井田勘探	89	69912.56	2011
5	陕西省横山县赵石畔井田勘探	145	79632.70	2012
6	陕西省榆林市红石桥井田勘探	151	91148.56	2012
7	陕西省榆林巴拉素勘查区煤炭普查	4	2579.11	2012
8	陕西省府谷矿区尧卯井田详查	57	35410.41	2012
9	陕西省榆林可可盖井田勘探	30	20689.23	2012
10	陕西省横山赵石畔勘查区煤炭普查	24	12516.74	2012
总计		760	493681.20	

4.4 施工体会

近几年陕北煤田勘查项目较多, 逐步探索出一套钻探施工方法, 有效地提高了钻探效率, 钻探工艺和过去比较有较大的进步, 有以下几点体会:

(下转第 23 页)

尽可能不要在泥浆中加入惰性材料,以防取心内管卡死在钻杆中间。尽可能用专用的高分子堵漏剂进行处理,一般情况下可堵住漏失。

7.3 严重漏失

必须停止钻进,进行专门的堵漏。最直接有效的办法是采用粘土泥球投入到孔内进行堵漏,其方法是:将半干性泥球投入到孔内时,要连续不断投入,投完后需下入钻具捣挤3~4 h后开始扫孔。而对于漏失发生在200 m以浅岩层的钻孔,可采用下套管堵漏。如果发生在较深孔段,用高分子材料堵漏无效的情况下,采用水泥、氯化钾、三乙醇胺进行封闭漏失层,间隔48 h后重新划眼开孔钻进。

8 体会及效果

(1)大口径绳索取心钻进一定要根据地层及地质要求设计好钻孔结构和套管结构。

(2)开孔孔径在地质要求的基础上宁大勿小,要预留多下一次套管的空间,以防出现孔内事故后无法处理。

(3)套管和泥浆是大口径绳索取心钻进中2个最关键的因素,缺一不可。套管的质量、层数、固井情况要做到可靠;不同地层要对应不同性能参数的

泥浆,要坚持每班测试,勤调配。

(4)施工前不仅要有方案,更重要的要有预案,遇到异常情况时不要蛮干,要按照预案有条不紊地进行。

(5)我队接到该钻孔的施工任务后,从6月20日出发,6月23日到达工地,由于该地区属高海拔(4700 m),适应10天后,7月3日开钻,10月15日终孔测井,终孔深度907 m,岩心采取率95%以上,孔斜度为5°。圆满地完成了任务,开创了大口径绳索取心钻进的先河。本孔的经验对于类似条件下工程具有很好的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 青海省治多县乌丽地区天然气水合物调查设计[Z].青海煤炭地质勘查院,2012.
- [2] MT/T 1076-2008,煤炭地质钻探规程[S].
- [3] 王扶志,张志强,宋小军.地质工程钻探工艺与技术[M].湖南长沙:中南大学出版社,2008.
- [4] 鄢泰宁,等.岩土钻掘工程学[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2004.
- [5] GB/T 16591-1997,金刚石绳索取心钻探钻具设备[S].
- [6] 满国祥,杨宏伟.国产绳索取心钻杆设计与制造技术分析的[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(2):49-52.

(上接第19页)

(1)设备选择要恰当,尽量选择性能较强的设备,一般选择不小于18 m的钻塔,避免“小马拉大车”的现象,600 m左右的钻孔,XY-5型钻机比XY-4型钻机优势比较明显。

(2)由于钻进速度快,必须保证孔内岩粉的排出,要选择大排量泥浆泵,钻进过程中保持大排量,能减少孔内事故,提高钻探效率。

(3)原来在陕北地区使用全液压钻机和绳索取心工艺,由于该地区覆盖层普遍较厚,下套管工作量较大,地层不太适合金刚石钻头,因此全液压钻机和绳索取心工艺在该地区优势不明显。

(4)该地区钻探施工,较适合肋骨钻头+卡断器工艺,配合使用长岩心管,能减少钻机提下钻工作量,有效地提高钻探效率。

(5)选择适合的泥浆体系,满足钻孔护壁和携粉要求,经常进行泥浆测试和维护,控制泥浆性能,保证孔壁完整。

5 结语

在陕北地区钻探施工,根据当地的地层特点,选

择合理的设备、机具,使用适合的泥浆体系,探索出适合当地特点的钻探施工工艺,保证钻孔质量,减少孔内事故,提高了钻探效率,对该地区大量钻孔施工有很大帮助。

陕北地区煤炭储量十分丰富,煤田勘查区钻孔也越来越深,地质情况也相对复杂,必须持续实验和总结探矿方法和工艺,完成勘查任务,既为我院创造更好的社会效益和经济效益,也为西部大开发和陕北能源重化工基地建设寻找资源做出应有的贡献。

参考文献:

- [1] 郑思光,赵志杰,左新明.查干德尔斯钼矿复杂地层钻探技术探讨与实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(5).
- [2] 鄢泰宁,等.岩土钻掘工程学[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2001.
- [3] 汤凤林,A.Γ.加里宁,段隆臣.岩心钻探学[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,1997.
- [4] 郑秀华,王军,蔡福民,等.兰渝铁路深孔隧道勘察碳质泥岩坍塌孔钻液技术[J].铁道建筑,2010,(2).
- [5] 汪传武,张波,黄德强,等.马达加斯加Sakoa煤田钻探施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(5).
- [6] 舒智.复杂地层深孔钻进关键技术的探讨与实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(S1).