

深部岩盐取心钻探技术

靳红兵

(河南省地矿局第一水文地质工程地质队,河南 郑州 450045)

摘要:利用水井钻机钻探,开展岩盐深孔取心,采用合理钻孔结构和优化钻具组合,并配以适宜的饱和盐水钻井液和取心钻探工艺,成功地实施了连续岩盐取心,收到了良好的效果。结合濮阳岩盐普查项目,介绍了深部岩盐取心钻探技术。

关键词:岩盐;钻探;饱和盐水泥浆;取心筒;取心

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)10-0010-03

Coring Drilling Technology for Deep Rock Salt/JIN Hong-bing (No. 1 Hydrogeology and Engineering Geology Team, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Zhengzhou Henan 450045, China)

Abstract: Continuous coring drilling for rock salt was succeeded with good effect by using water well rig, developing rock salt coring drilling; taking rational borehole structure and optimizing drilling assembly with proper saturated saltwater drilling fluid and coring drilling technology. According to the rock salt survey project of Puyang, the paper introduced coring drilling technology for deep rock salt.

Key words: rock salt; drilling; saturated saltwater mud; coring barrel; coring

濮阳岩盐普查项目由河南省国土资源厅下达给我队实施。该项目位于濮阳县文留镇和王称堽乡境内。设计钻孔一个,孔深 2700 m。设计从 2200 m 开始取心,矿层及矿层顶、底板采取率 >75%。从地表到矿层顶板不要求取心。岩心直径 ≤ 90 mm。

1 矿区地质特征

普查区位于中朝准地台华北拗陷南部,东明断陷北段,所处地质单元西邻内黄凸起,北接临清凹陷,南邻开封凹陷。主要受北北东和北东向构造体系所控制。对本区有影响的构造均为隐伏构造,以断裂为主,按其切割的深度和规模分为深大断裂和局部断裂 2 种类型。

普查区内新生界沉积厚度巨大,最深 6000 m 左右(东南角),最浅 3500 m 左右(西北角),普查区内地层有第四系、新近系、古近系。岩性以泥岩、砂岩为主。

2 钻探工艺论证分析

该钻孔深度为 2700 m,钻孔较深,并且要求从 2200 m 取心,岩心直径 ≤ 90 mm,所以用常规的岩心钻探工艺不能满足要求;绳索取心钻具由于受钻杆扭矩和拉力的限制,不能采用;单管钻具由于冲洗液

容易冲刷岩心,难以保证岩心的采取率。经综合分析,选用单动双管钻具较为合适。由于岩盐的主要成分为氯化钠,极易溶于水,不能用常规冲洗液,故采用饱和盐水泥浆。

3 钻孔结构

根据该矿区的地质情况,本钻孔采用的钻孔结构是:一开使用 $\varnothing 445$ mm 钻头钻进至 95 m;二开使用 $\varnothing 311$ mm 钻头钻进至 1140 m 左右;三开使用 $\varnothing 216$ mm 钻头钻进至 2271 m,进入矿层顶板改用 $\varnothing 215$ mm 取心钻头进行取心,穿透矿体层,直至进入沙二 2675 m 处。

用 $\varnothing 445$ mm 口径三牙轮钻头开孔,钻穿第四系松散层约厚 95 m 后,下入 $\varnothing 339.7$ mm 套管并固井。用 $\varnothing 311$ mm 三牙轮钻头和 PDC 复合片钻进到 1140 m 左右,下 $\varnothing 245$ mm 套管并固井。井身结构见图 1。

4 设备选择与钻具级配

施工主要设备为:TST300/445 型钻机,HS37-130 钻塔,3NB-350 型泥浆泵, $\varnothing 89$ mm 摩擦焊钻杆。

钻具级配:

$\varnothing 445$ mm 钻具级配: $\varnothing 445$ mm 钻头 + $\varnothing 178$ mm 钻铤 + $\varnothing 159$ mm 钻铤 + $\varnothing 89$ mm 钻杆 + 主动钻杆。

收稿日期:2011-03-31;修回日期:2011-10-13

作者简介:靳红兵(1967-),男(汉族),河南新安人,河南省地矿局第一水文地质工程地质队副队长、高级工程师,钻探工程专业,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。

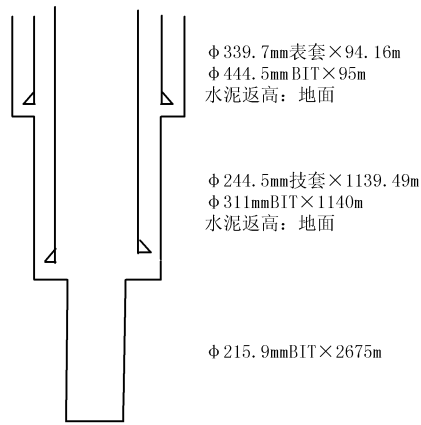


图 1 井身结构示意图

Ø311 mm 钻具级配: Ø311 mm 钻头 + Ø178 mm 钻铤 + Ø159 mm 钻铤 + Ø89 mm 钻杆 + 主动钻杆。

Ø216 mm 钻具级配: Ø216 mm 钻头 + Ø159 mm 钻铤 + Ø89 mm 钻杆 + 主动钻杆。

钻具组合结构见表 1。

表 1 各孔段钻具组合结构表

序号	井段 /m	钻头直径 /mm	钻具组合	钻铤质量 /t
一开	0 ~ 95	444.5	Ø177.8 mm DC × 2 柱	8.6
二开	94 ~ 1140	311.15	Ø177.8 mm DC × 2 柱 Ø158.8 mm DC × 2 柱	15.4
三开	1140 ~ 2271	215.9	Ø158.8 mm DC × 2 柱	6.8
	2271 ~ 2675	214.4	Ø158.8 mm DC × 1 柱	3.4

表 2 饱和盐水泥浆性能表

层位	井段/m	钻井液类型	常规性能							Cl ⁻ 含量	
			密度 / (g·cm ⁻³)	粘度 /s	滤失量 /mL	泥饼厚 /mm	含砂量 /%	pH 值	静切力/Pa		/(万 mg·L ⁻¹)
									10 s	10 min	
沙一段(上)	2340 ~ 2505	饱和盐水钻井液	0 ~ 1.25	0 ~ 50	<5	<0.5	<0.3	8 ~ 9	1 ~ 3	2 ~ 4	
沙一段(下)	2505 ~ 2662	饱和盐水钻井液	1.25 ~ 1.35	50 ~ 60	<5	<0.5	<0.3	8 ~ 9	2 ~ 6	4 ~ 8	>18
沙二段	2662 ~ 2700	饱和盐水钻井液	1.35 ~ 1.50	65 ~ 80	<5	<0.5	<0.3	8 ~ 10	4 ~ 6	5 ~ 10	>18

注:该钻井液密度根据原始压力系数及邻井实钻资料设计,在钻井过程中应加强井下情况观察,根据井下情况合理调整钻井液密度,以保证安全钻进。

饱和盐水胶液来控制,粘切力可用饱和盐水胶液维护。维持 Cl⁻ 含量 > 18 万 mg/L。进入目的层前将钻井液滤失量控制在 5 mL 以下。全井使用好固控设备,使密度达到设计要求。完井前提前处理好钻井液,维持性能均匀稳定,一般情况不要作大型处理。起钻前钻井液循环不少于 2 循环周,充分清洁井眼。

7 取心钻进工艺

(1)在地面组装取心工具,选用的卡箍岩心爪弹性适宜,敷焊的碳化钨颗粒均匀、平整,岩心爪上下活动无阻卡现象。

(2)严格检查取心筒各部分联接情况,配合间

5 取心工具的选择

取心钻具选用石油系统的 CQX - 172 型单动双管取心筒,外筒尺寸 Ø172 mm × Ø140 mm × 16 mm,内筒尺寸 Ø121 mm × Ø108 mm × 6.5 mm,长度 8 m,钻头用 Ø216 mm 的 PDC 复合片钻头,该取心筒采用高强度无缝钢管加差值短节(稳定器)作外筒,强度高,刚性好,有利于提高岩心采取率。

6 饱和盐水泥浆的配置

进入矿层顶板后,用如下方法将普通钻井液转化为饱和盐水钻井液:

(1)充分清理循环系统,往循环罐内加入所需清水;

(2)在地面循环的同时,从混合漏斗加入如下成分处理剂(按配浆总量计):LV - CMC 0.5%、NH₄ HPAN 1%,并加入 NaOH 0.2% 和适量的盐,循环均匀至充分溶解;

(3)将钻具下入井内,同时将所配胶液均匀混入,加盐至 Cl⁻ 含量为 18 万 mg/L 以上,并加重至设计密度;

(4)用上述处理剂调整好性能,性能达到设计要求后方可钻进。

饱和盐水泥浆性能见表 2。

滤失量可用 GK - 97、LV - CMC 或其高浓度的

隙符合要求,水眼畅通,悬挂轴承保证转动灵活,组装后吊在井口用手能转动内筒。

(3)内外筒之间清洁无异物,岩心爪完好、尺寸相符。岩心爪座底面与钻头内台肩的纵向间隙为疏松地层 7 ~ 8 mm,致密地层 10 ~ 12 mm。

(4)先不装钢球,待下钻完毕,循环泥浆冲洗内筒后,从钻杆水眼处投入钢球,球落座后开始取心钻进。

(5)下钻操作平稳,杜绝猛刹、猛放,控制下放速度,严防蹩钻。下钻距离井底一个单根深度时提前开泵循环,下放钻具清洁井底。

(6)避免用取心钻头划眼,下钻最大阻力 > 30

kN, 否则立即加方钻杆循环钻井液起钻。

(7)取心钻进前循环处理好钻井液,并清洁井底,取心钻进时轻压(10~20 kN)启动,仔细取心钻进,岩心进尺0.5 m。正常钻进加压50~60 kN,送钻均匀,不停泵,不提钻、溜钻,防止憋、跳钻,做好钻时录井,细心注视机械参数的变化(钻速、泵压扭矩),准确判断井下情况,一旦堵心立即起钻。

(8)割心操作:根据地层情况,尽量选择岩性较致密、胶结较好的地层作为割心地层,钻完进尺后加压70 kN(使最后进入的岩心变粗便于拔断后托住筒里的岩心),停止送钻,旋转15 min左右,上提钻具一般增加悬重50~150 kN又立即消除,证明岩心被拔断。如果悬重一直不降,停止上提钻具,保持岩心受拉状态,增加泥浆循环,直至岩心被拔断。割心后上提钻具转动不同方向,慢慢下放以试探井底有无余心及余心的长度。起钻使用液压大钳卸扣。

(9)取心钻进时,要注意观察钻速、泵压的变化。泵压逐渐升高,机械转速随之下降低,上提钻具,泵压恢复,一般是钻头磨损,应割心起钻。泵压明显升高,机械转速明显下降,一般是进入软地层,钻头“吃入”过深或钻头泥包,应适当调整钻压。泵压升高,机械转速基本不变,上提钻具,泵压不降,应是钻头水眼堵塞,应割心起钻。泵压降低,机械转速明显下降,或无进尺,一般是卡心,应割心起钻。泵压明显下降,可能是钻具刺漏引起,应割心起钻。

8 施工中出现的问題与对策

8.1 钻孔缩径

在施工中经常出现缩径现象,表现形式为下钻困难,在钻进过程中泵压升高以及起钻阻力大等现象。我们采取的对策是加强泥浆的管理,严格控制泥浆的失水量(失水量控制在5 mL)。同时严格规定每钻进50 m,一定要短起进行划眼,使缩径的地方钻具上下钻顺利为止。

8.2 井身质量控制措施

(1)由于地层倾向上下较为一致,基本向东南倾,因此要使位移不超标,只能从控制井斜着手,100~200 m必须测斜,即时监控井眼轨迹的变化。

(2)一开开眼,转动转盘、轻压吊打,防止起步井斜,整个一开加压都不超过钻铤质量的70%,这样一开井斜控制在1°之内。

(3)二开由于怕带扶正器钻水泥塞导致表套倒扣脱落,采用塔式钻具组合吊打,打完一只钻头后,下入钟摆钻具(即18 m处加一扶正器)加PDC钻

头,但由于井眼较大和PDC的径面较长,导致从井深470到680 m,井斜由0.9°增至2.8°。经计算认为会造成位移超标,必须立即将井斜降下来。因此仍下入钟摆钻具,改用牙轮钻头,处理好泥浆,控制井眼扩大率。井段680~831 m,井斜降至1°,效果较为理想。但钻至1100 m时,由于上部地层泥岩不稳定,经常有大掉块,造成别钻、憋泵,甚至将钻杆别胀扣,此后一直采用塔式钻具钻至二开结束。

(4)由于三开后地层较为平缓,三开采用光钻铤钻进,加压仍不超过钻铤质量的70%,2675 m处井斜为3.33°,位移为15.37 m,完全达到设计要求。

8.3 钻孔坍塌

二开钻至720 m时,井壁垮塌严重,并有大石块返出,最大的长宽达7 cm×5 cm,导致井下别钻、憋泵严重。为解决问题,我们首先强化泥浆性能,提高粘度,降低滤失量,使泥浆密度略高于地层压力。其次采用KCl聚合物钻井液体系,并加入防塌材料,经处理后,掉块减少,但不能充分抑制垮塌,仍需要我们在今后的施工中寻找有效的方法。

9 取心效果

该孔从2271.16 m开始取心钻进,2675.33 m取心结束,取心总进尺404.17 m,取出岩心397.50 m,岩心采取率98.3%。盐矿心采取率方面,矿体总厚度153.34 m,矿心总长度149.83 m(纯盐心92.88 m),采取率达到97.7%。

10 结语

该勘探孔采用水井钻机,结合石油钻探和岩心钻探技术,成功地完成了钻探工作,收到了较好的效果。但在取心钻进时期下钻次数频繁,占用了大量的时间,效率较低。今后钻探类似钻孔时,应考虑加长取心筒的长度,以提高效率。

参考文献:

- [1] 张伟,王达,刘跃进,等.深孔取心钻探装备的优化配置[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(10):34-38,41.
- [2] 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.
- [3] 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面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.
- [4] 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).
- [5] 张晓西.深部矿产资源勘探钻探关键技术问题分析[C].海南海口:全国深部钻探技术培训班,2008.