

松原油页岩地层硬质合金裸孔钻进技术

赵生庆¹, 卢彬², 李录波¹, 李强²

(1. 吉林省地质工程勘察院, 吉林 长春 130012; 2. 吉林省地矿勘察设计院, 吉林 长春 130061)

摘要:分析了在松原油页岩地层采用硬质合金裸孔钻进技术成本低、效率高的优越性,提出了松原油页岩地层硬质合金裸孔钻进的具体措施,并通过工程实例取得的较好效果验证所选择的钻进方法的合理性和有效性。

关键词:油页岩;硬质合金;裸孔钻进;钻头;冲洗液

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)10-0028-03

Open Hole Drilling with Cemented Carbide in Songyuan Oil Shale Formation/ZHAO Sheng-qing¹, LU Bin², LI Lubo¹, LI Qiang² (1. Geo-engineering Investigation Institute of Jilin Province, Changchun Jilin 130012, China; 2. Jilin Investigation and Design Institute of Geology and Minerals, Changchun Jilin 130061, China)

Abstract: Analysis was made on the advantages of low cost and high efficiency by open hole drilling with cemented carbide in Songyuan oil shale formation, specific measures were put forward for drilling in Songyuan oil shale formation and the rationality & effectiveness were verified by engineering case.

Key words: oil shale; cemented carbide; open hole drilling; bit; washing fluid

1 概述

松原油页岩矿区主要岩层有松散砂岩、细砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩、页岩、油页岩。地层属水敏性地层,遇水易水化分散,孔壁极易发生坍塌和缩径现象;泥岩地层造浆能力强,钻进时容易出现憋水、糊钻、烧钻、吸附卡钻、进尺慢等一系列问题。随着吉林省近几年油页岩钻探工作量的增加,松原油页岩钻探项目多数钻孔设计孔深 < 600 m,选择一种既降低钻探施工成本,又能提高钻进效率的钻探方法显得尤为重要。

2 钻进方法选择

油页岩地层是由粉砂淤泥和低等生物残骸腐解的有机物质沉积而成,岩性较软,可钻性好,多数选用硬质合金钻进或金刚石绳索取心钻进。

2.1 金刚石绳索取心钻进

金刚石绳索取心钻进在钻遇易坍塌、掉块、坚硬、破碎等深孔复杂地层有钻进效率高、防掉块卡钻效果好等诸多优势,但在钻进浅孔油页岩地层时却存在很多弊端。

(1) 钻杆与孔壁间的外环间隙小,循环泵压高,环空动压大,容易压漏、压裂和压垮孔壁。

(2) 内管与钻杆内壁的间隙小,当冲洗液中的有害固相含量增加时,在钻杆高速旋转所造成的离心力场作用下,钻杆内壁发生结垢现象,如结垢严重,会导致无法正常投放和打捞内管总成。

(3) 泥浆固相含量增多、密度增大、孔壁间隙小等原因,容易发生压差卡钻,且发生后较难处理。

(4) 当冲洗液防塌性不足、孔内发生憋水夹钻时,容易引起严重坍塌,甚至出现废孔事故;当冲洗液粘度增大时,容易出现憋泵、糊钻、烧钻等问题。

(5) 油页岩地层造浆能力强,冲洗液中有固相含量增加速度快,影响钻进效率,如配除泥机、除砂器等设备将会大幅度增加施工成本。

(6) 松原油页岩矿区第四系松散砂层较厚,一般大于 80 m,采用金刚石绳索取心钻进最少要设计一级套管,由于水敏性地层遇水膨胀后对套管的抱紧力很大,往往无法用千斤顶顶活,再加上时间的原由,大多数情况下只能丢弃套管,造成浪费。同时,由于水敏性地层岩石强度低,遇水易软化、易坍塌、易掉块,极易发生套管跑管或断管等孔内事故。

2.2 硬质合金裸孔钻进

通过配制性能良好的冲洗液、合理设计钻具级配、严格遵守操作规程等一系列措施就可以使硬质

收稿日期:2009-04-20; 改回日期:2009-09-11

作者简介:赵生庆(1984-),男(汉族),吉林长春人,吉林省地质工程勘察院助理工程师,工程预算与管理专业,从事岩心钻探与土工工程工作,吉林省长春市朝阳区桦甸街777号, winterrain999@163.com; 卢彬(1983-),男(汉族),吉林长春人,吉林省地矿勘察设计院助理工程师,岩土工程专业,从事岩心钻探工作,吉林省长春市朝阳区南昌路2号; 李录波(1973-),男(汉族),吉林九台人,吉林省地质工程勘察院岩心钻探分队队长,钻探专业,从事岩心钻探工作; 李强(1961-),男(汉族),吉林长春人,吉林省地矿勘察设计院副院长、工程师,钻探、安全专业,从事行政管理工作。

合金裸孔钻进避免金刚石绳索取心钻进的诸多弊端,从而达到降低施工成本、提高钻进效率的目的。

综上所述,加之以往的施工经验,在2008年吉林省松原油页岩钻探项目施工中,选择了硬质合金裸孔钻进技术。

3 钻探设备及地质要求

钻探设备:XY-6B型岩心钻机,BW-250型泥浆泵,90 kW发电机组,AY-12型钻塔;钻具:Ø60 mm钻杆,Ø73 mm岩心管,Ø91 mm硬质合金钻头。地质要求:钻孔顶角为90°,非矿层岩心采取率为70%以上,矿层岩心采取率为85%以上,每百米孔斜 $<2^\circ$,孔深误差率 $<1\%$ 。

4 硬质合金裸孔钻进技术措施

4.1 配制适合油页岩地层钻进的冲洗液

4.1.1 冲洗液性能要求

(1)油页岩矿区地层可钻性好,孔内岩粉产生量大,要求冲洗液具有良好的携粉能力;(2)油页岩矿区地层造浆能力强,冲洗液应有良好的选择絮凝作用;(3)为防止水敏性地层遇水膨胀,冲洗液应有较低的失水量;(4)由于采用一径到底的裸孔钻进技术,冲洗液应具有良好的胶结护壁和防塌性能;(5)冲洗液要有一定的润滑减阻作用。

4.1.2 冲洗液配方

根据松原油页岩矿区地层特点及采取的钻进技术方法,配制了不分散的聚丙烯酰胺冲洗液体系。

(1)上部松散砂层使用的冲洗液配方:钙级膨润土粉25%, Na_2CO_3 0.15%,水解度为30%的PHP 0.1%,Na-CMC 0.25%。冲洗液性能:密度1.12~1.14 kg/L,粘度25~30 s,失水量15~20 mL/30 min,pH值8~8.5。

(2)松散砂层以下使用的冲洗液配方:钙级膨润土粉5%, Na_2CO_3 0.15%,水解度为30%的PHP 0.05%,Na-CMC 0.15%,KHm 0.3%。冲洗液性能:密度1.03~1.05 kg/L,粘度20~25 s,失水量8~15 mL/30 min,pH值8~8.5。

4.1.3 冲洗液配制注意事项

(1)上部松散砂层冲洗液的密度最好配制在1.10 kg/L以上,以起到平衡孔内负压,防止孔壁坍塌的作用。

(2)泥浆的pH值调制在8~8.5的弱碱性范围,以提高聚合物的水溶性及润滑作用。

(3)使用的PHP水解度在20%~40%为宜,最

佳水解度为30%,以起到良好的选择性絮凝作用。

(4)Na-CMC和PHP不易溶解,须事先配制2%的Na-CMC水溶液及1%的PHP水溶液。

(5)往基浆中添加聚合物时应按分子量小到分子量大顺序添加,即先加Na-CMC,再加PHP。我们在松原矿区施工ZK3148孔时,由于颠倒了聚合物的添加顺序,减弱了PHP的选择性絮凝作用,导致孔内产生的大量岩粉不能及时清除,大大降低了此孔的钻进效率。

4.1.4 冲洗液作用机理

聚丙烯酰胺冲洗液体系有良好的环境相容性,其作用机理如下。

(1)PHP是伸展的长链高分子化合物,在页岩孔壁上产生多点吸附,形成薄而致密的吸附膜,对水敏性地层可减轻侵蚀作用,对破碎地层起到胶结保护作用;其长链分子吸附在金属和岩石表面起到表面活性剂的润滑作用;水解度为30%的PHP可以起到有利的选择絮凝作用,从而清除冲洗液中的有害固相。

(2)冲洗液中的Na-CMC能有效地提高泥浆粘度,降低失水量,增加胶体率和稳定性,增大悬浮力;能促进保护松散地层孔壁的稳定,有效地清除孔内岩粉,防止孔内事故。

(3)KHm的加入能够降低失水量和塑性粘度;增强冲洗液的防塌性,其钾离子能有效地防止软泥页岩和硬脆性泥页岩的水化与剥落,起到很好的稳定孔壁的作用。

4.2 设计合理的钻具级配

4.2.1 钻头

松原油页岩地层破碎岩石容易,岩石研磨性小,钻进效率高,孔内产生的岩粉多、岩粉颗粒大,孔壁易坍塌。钻进时极易出现憋水、糊钻等问题,进而降低进尺速度,增加了孔内不稳定因素。钻头必须保证有足够的过水空间。为此,我们选用了出刃大、排水通畅、直径为91 mm的YG8大八角肋骨式钻头配合Ø73 mm岩心管使用。为了提高钻进效率,对镶有6粒和8粒硬质合金块的钻头做了实践对比,发现镶有6粒硬质合金块的钻头可以使钻速提高15%~20%,原因是硬质合金块的减少可以有效地增加体积破碎,同时也增加了钻头的过水面积,有利于排粉,进而提高了钻速。

4.2.2 钻杆

同一矿区的某机台施工中选用Ø50 mm常规钻杆配合Ø91 mm钻头使用,此种钻具级配增大了孔

壁与钻杆的环状间隙,有利于排除岩粉,同时也降低了动力消耗,但是经常发生断钻杆事故,严重影响了钻进效率。我们引以为鉴,选用了 $\varnothing 60$ mm 常规钻杆,没有出现一起断钻杆事故。

4.3 其它技术措施

4.3.1 采用合理的钻进技术参数

钻压 8 ~ 15 kN, 转速 250 ~ 360 r/min, 泵量 90 ~ 145 L/min。

4.3.2 加强泥浆的净化管理

由于机台没有配备除泥机、除砂器等设备,可采取加长泥浆循环槽及多处设挡板和沉降坑等方法,形成良好的地面循环系统,使有害固相絮凝沉淀,同时要及时调整泥浆的各项性能。

4.3.3 回灌冲洗液

在提升钻具时,如不及时回灌冲洗液,孔内将形成“真空”,减少了泥浆的液柱压力,降低了对泥皮的挤压力和附着力,这样孔身周围的自由水就会冲破泥皮向孔内渗漏,造成了泥皮破坏,加上孔内负压的影响,往往会产生坍塌、掉块、漏水、涌水现象,可利用回水管及时回灌冲洗液。

4.3.4 控制钻具提升和下降的速度

钻具提升越快,产生的抽吸作用越强,容易引起孔壁坍塌和疏通孔壁裂隙引起漏失;钻具下降越快,产生的动压越大,容易压裂地层,一方面会加剧地层

的漏失,另一方面使冲洗液在动压下失水量增加,孔壁会更不稳定。所以一定要控制好提下钻速度。

4.3.5 禁止高压泵送冲洗液

油页岩地层造浆能力强,孔内岩粉量大,钻进中如发生憋泵并伴有电流表跳动时,多为孔壁间堵水,反复高压送水会压裂、压垮孔壁,加剧孔壁失稳。正确的做法是弄清地层情况,调整冲洗液的性能,冲洗液循环均匀后再进行扫孔。

4.3.6 及时堵漏

2008年在松原油页岩矿区施工的9个钻孔中,有不同程度地出现漏失情况,我们采取往泥浆里加入锯末、花生皮等经济实用的惰性材料的方法取得了很好的堵漏效果。

5 施工效果

通过采取以上技术措施,成功地解决了油页岩地层易坍塌、缩径、憋水、烧钻等问题,钻孔各项指标均满足地质要求。由于施工中没有下套管、没有使用除泥机、除砂器等设备,降低了材料的消耗、降低了钻探成本,降低了工人劳动强度,高质、高效地完成了松原油页岩矿区9个钻孔的施工(见表1)。对比同一矿区采用金刚石绳索取心钻进的浅孔钻孔,其单位材料成本降低10%~15%,施工效率提高10%~25%。

表1 2008年松原油页岩钻探项目施工完成情况统计表

钻孔编号	钻孔深度/m	施工地点	工作总台时/h	台月效率/m	岩心采取率/%	矿心采取率/%	钻进成本/(元·m ⁻¹)	质量评定
ZK3148	534.89	马家窝棚村	456	844.56	95	98	320	优质孔
ZK1556	471.92	七井子村	312	1089.05	96	99	310	优质孔
ZK0756	431.09	六井子村	216	1436.97	95	99	292	优质孔
ZK4864	524.43	胡家村	312	1210.22	96	98	296	优质孔
ZK4072	401.36	南大林子村	184	1570.54	96	100	290	优质孔
ZK2356	516.46	前占荒屯	408	911.40	95	99	308	优质孔
ZK2348	471.91	后占荒屯	432	786.52	95	99	298	优质孔
ZK0056	375.97	三井子村	216	1253.23	97	100	295	优质孔
ZK4056	504.89	大万宝村	336	1081.91	96	99	299	优质孔

6 结语

(1)在松原油页岩矿区浅孔钻孔的施工中,采用硬质合金裸孔钻进较金刚石绳索取心钻进具有成本低、效率高的优越性。

(2)采用硬质合金裸孔钻进技术必须从设计合理的钻具级配、配制性能良好的冲洗液及严格遵守操作规程等各个环节严格把关。

(3)笔者建议此类油页岩地层中优先采用硬质合金裸孔钻进技术。

参考文献:

- [1] 王禹,刘波,高洪志.油页岩地层绳索取心钻探冲洗液技术探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(10).
- [2] 孙丙伦,陈师逊,陶士先.复杂地层深孔钻探泥浆护壁技术探讨与实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(5).
- [3] 张红红,徐会文,冯哲.聚合物钻井液防塌机理的试验研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(1).
- [4] 王文臣,谢俊革.金刚石岩心钻探复杂地层钻进技术[Z].长春:2009.