

# 老挝可溶性矿床钻探无固相饱和盐水钻井液护壁技术和堵漏方法

赵河江

(青海省核工业地质局第一地质矿产勘查大队,青海 西宁 810008)

**摘要:**在老挝可溶性矿(钾盐)地质钻探工作中,采用了无固相饱和盐水钻井液及双液单泵送浆固壁堵漏方法,钻进效率及经济效益有了大幅度提高。分析了钻探施工中遇到的问题,介绍了无固相饱和盐水钻井液护壁技术及双液单泵送浆固壁堵漏方法的应用及效果。

**关键词:**可溶性矿床钻探;无固相饱和盐水钻井液;护壁;堵漏

中图分类号:P634 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2012)10-0020-03

**Drilling in Soluble Deposit by Wall Protection Technique and Leakage Control with No Solid Saturated Saltwater Drilling Fluid in Laos/ZHAO He-jiang** (No. 1 Geology and Mines Investigation Branch, Qinghai Geology Survey of Nuclear Industry, Xining Qinghai 810008, China)

**Abstract:** According to the difficulties encountered in the geological drilling in soluble deposit (potassium salt) in Laos, no solid saturated saltwater drilling fluid and double liquid grouting with single pump were adopted with drilling and economical efficiency greatly increasing. Analysis was made on the problems in the drilling process and the application and the effects of these technical methods were introduced.

**Key words:** soluble deposit drilling; no solid saturated saltwater drilling fluid; wall protection; leakage control

## 1 工程概况

从2007年底至今,我队在老挝境内从事钾石盐地质钻探工作,开始接触可溶性矿床的施工,截止2011年5月,我队在老挝从事可溶性矿(钾盐)地质钻探工作量累计约10万m。施工钻孔孔深一般在350~600m之间。

矿区地层为:第四系覆盖层,泥页岩,高矿化泥页岩,岩盐层,石膏层,钾石盐层及光卤石层等组成上部岩石层,厚度150~250m不等;中部高矿化泥岩层50~120m不等,岩盐层最厚达300多米。泥岩层由于地质构造运动的结果,裂隙发育,钻孔易出现漏失等情况;高矿化泥页岩以伊利石为主,遇水易溶解分散、坍塌,且造浆严重;泥岩和岩盐层不整合接触面,易溶蚀、漏失。

## 2 施工中遇到的问题

2007年底,我队进入老挝工地进行钻探施工,由于对可溶性矿体施工缺少经验,技术准备工作也不充分。依据地质设计要求,矿心直径 $\leq 70$ mm的要求,采用 $\varnothing 150$ mm钻具开孔, $\varnothing 110$ mm钻具钻进,

矿心采用单动双管钻具取心的钻进工艺,上部泥页岩采用植物胶钻井液护壁,见岩矿层后再加入纤维素和盐,使之成为饱和钻井液施工的方案。结果由于钻井液失水量大,地层造浆非常严重,加之钻孔内某些地段缩径、塌孔,导致泵压很高,钻进效率很低,平均台月效率只有600m左右。孔内事故很多,遇到漏失层位,经常伴随着卡钻事故,采用常规办法提高泥浆粘度及惰性材料护壁堵漏,效果不是很明显,最后只得顶漏钻进或下套管隔离漏失层,这样既影响了施工进度,又影响了岩矿心采取率。

针对出现的严重问题,借鉴其他单位在钾石盐矿床施工的经验,我们及时针对钻井液配方和钻头直径做出调整和改进。调整后钻井液配方为:膨润土+ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ +CMC+合成添加剂(自产)+NaCl。钻头增加肋骨,外径增大到120mm,以降低泵压。虽然进行了改动,但是效果不明显,地层造浆仍然很严重,矿心的溶蚀也较严重,同时由于钻井液质量差,也给终孔测井造成了很大困难。

收稿日期:2012-03-19;修回日期:2012-08-15

作者简介:赵河江(1963-),男(汉族),河南人,青海省核工业地质局第一地质矿产勘查大队项目经理、助理工程师,钻探工程专业,从事钻探技术与管理工作,青海省西宁市新宁路2号青旅商务大夏701室,huangweidong7288@163.com。

### 3 无固相饱和盐水钻井液的应用

根据钻探施工中出现的各种问题及在施工中取得的经验,我们针对钾石盐矿床特殊的地层条件,经过相关资料和对高矿化泥岩的分析化验,明确了泥岩中 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 等离子的含量,而后把重点放在治理高矿化泥岩的水解、分散和矿层的溶蚀上,经过室内反复调配、对比、观察,最后确定了在老撾钾盐矿床钻探的钻井液使用配方。

#### 3.1 室内测试

(1)配方:HV - CMC 0.5% ~ 1% + LV - CMC 0.3% ~ 0.5% + 抗盐共聚物 0.5% ~ 0.8% + 聚丙烯腈钙盐 0.3% ~ 0.5% + 自制合成添加剂 0.5% ~ 1% + NaCl 30% +  $\text{MgCl}_2$  (见矿层标志层时加入 25% ~ 30%)。

(2)室内测试性能:粘度 18 ~ 22 s, 密度 1.2 ~ 1.3  $\text{g}/\text{cm}^3$ , 塑性粘度 8.5  $\text{mPa}\cdot\text{s}$ , 动切力 0.25 Pa, pH 值 7 ~ 8.5。

(3)岩样浸泡试验。①对高矿化泥岩浸泡结果:岩心样浸泡一周不分散,将块状易水化分散的高矿化泥岩样放在高速搅拌机内搅拌,岩样不水化分散,而且形成米粒状颗粒迅速沉淀,说明此种钻井液对高矿化泥岩的抑制作用很强;②对钾石盐及光卤石浸泡结果:由于钻井液中的 NaCl 浓度已达到饱和,故不会再溶解地层中 NaCl 或发生离子交换,再加入  $\text{MgCl}_2$  水溶液,从而使钻井液中各种离子的含量与地层矿化度相当,所以钾石盐矿心和光卤石矿心在钻井液中浸泡一周后仍保持原状。

#### 3.2 配制方法及注意事项

(1)严格按钻井液配方及要求进行配制,确保质量。

(2)各种处理剂必须预水化处理后,依据低分子量处理剂先下,高分子量处理剂后加的顺序,按量依次加入,严禁干粉加入搅拌机内配制钻井液,配制作业流程,严格按照施工区钻井液设计的规定进行。最后加入 NaCl 充分搅拌。

(3) $\text{MgCl}_2$  干粉遇水后会产生大量的热,故不可直接将其加入钻井液中,否则会破坏钻井液的胶体率,使钻井液塑性粘度降低,增加孔内事故发生的概率。必须先加入少量清水到  $\text{MgCl}_2$  中,使  $\text{MgCl}_2$  充分溶解,并且待充分溶化冷却后再加入基浆中,搅拌均匀后再使用。

#### 3.3 现场钻井液的维护

几年的施工实践表明,在可溶性矿床中进行钻探施工,如果没有优质的钻井液护壁保心,将会给施

工造成很大的困难和损失,为此,我们制定了较为完整的钻井液维护措施。

(1)按矿区钻探施工组织设计规定执行,维护好钻井液循环系统,除砂器要定期维护保养,以保证正常工作,及时清除岩粉。

(2)每班按时测定钻井液性能,发现性能不符合规定要求时要及时调配添加相关处理剂或更换钻井液。

(3)见到矿层标志层后,及时加入  $\text{MgCl}_2$  溶液,并使  $\text{MgCl}_2$  溶液充分循环降温。

钻井液的调配由机长或专职泥浆员进行。

### 3.4 护壁效果及经济效益对比

#### 3.4.1 护壁效果

无固相饱和盐水钻井液使用后,钻进速度明显加快,由于环状间隙增大,泵压降低,一般在 0.5 ~ 1.2 MPa 之间,憋泵问题彻底解决,

返出孔口的钻井液,除密度略微增加外,其他性能指标变化不大,说明钻井液排粉能力强,孔内干净。由于无固相饱和盐水钻井液中有有机高聚物适度交联,提高了粘度,降低了失水量,并与无机盐通过多点吸附、离子交换等在孔壁表面形成致密的吸附膜,对孔壁起了保护和防塌作用。从取出的岩心表面观察,其表面光滑、完整,说明孔壁也相对完整,高矿化度泥岩的水化、分解也得到了有效的控制(如图1所示),泥岩和石盐层接触面段的岩心也可完整取出(如图2所示)。



图1 取出的高矿化度泥岩岩心



图2 取出的泥岩和石盐层接触面段的岩心

### 3.4.2 经济效益对比

从经济效益上分析,使用无固相饱和盐水钻井液后,台月效率提高很大,台月效率由以前的800 m左右提高到1200 m左右,最高达1560 m,岩矿心采取率达到95%以上。所用材料少,总成本有所降低,仅膨润土费用一项每个施工期就可节约成本十几万元。钻进效率的提高及孔内事故的降低,更大地节约了钻探成本。就目前情况统计分析,使用无固相饱和盐水钻井液降低各方面成本的空间仍然很大。

## 4 钻孔漏失及堵漏方法

### 4.1 钻孔漏失的现象及原因

老挝钾盐盐矿区钻孔漏失表现为裂隙性漏失和溶蚀性漏失2大类型。前者与钻井液的密度相关,钻井液密度越大漏失越强烈;后者是泥岩与岩盐不整合接触面在沉积过程中形成的“蜂窝”状连通小溶洞(图3)有关,如钻井液中 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 离子含量过低与地层 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 离子含量不平衡时,使地层部分溶蚀,从而造成地层漏失现象,并且随着溶蚀量的增加漏失量会越漏越大。



图3 泥岩与岩盐不整合接触面在沉积过程中形成的“蜂窝”状连通小溶洞

### 4.2 钻孔漏失的处理方法

面对这两种不同类型的漏失情况,开始施工时,我们采用水泥堵漏或投粘土球的办法,这种办法费时,而且成功率不高;后改用PAM-水泥絮凝堵漏,基本可以实现不停钻堵漏,但由于絮凝强度不高,有时会发生二次漏失的情况,这样既影响生产,又增加成本。经过研究分析后改单一堵漏为双液单泵送浆固壁堵漏取得了较好的效果。

配方:粘土30%+水泥15%+粉砂15%+PAM 0.5%。搅拌均匀(严重时加入惰性材料)后注入孔内,而后再注入CMC 1%+ $\text{CaCl}_2$  5%+NaCl 5%的混合水溶液,泵入时中间加同等密度的泥浆作隔离液,一挡泵量送入并旋转钻具(此时钻具提离孔底2~3 m),待泵压升高时提钻,同时往孔内注钻井液静压,换钻具下钻,开始轻压慢转,待穿过漏失层后,采用正常钻进参数钻进。

### 4.3 堵漏效果

采用双液单泵堵漏法,其成功率高,可实现不停钻固壁堵漏,特别是在裂隙极发育地层破碎、易塌孔段采用此方法效果很好。另外此方法简便,易操作,且堵漏所用材料成本低。在岩层漏失采用此方法也特别有效,值得推广使用。

## 5 结论及建议

(1) 钻井液的正确选用和配制关系到钻孔的安全,关系到钻进效率和钻探质量以及经济效益的提高。因此,必须重视钻井液的选用和配制工作。实践证明,无固相饱和盐水钻井液和双液单泵送浆固壁堵漏方法在老挝钾盐矿中非常适用,通过推广使用,钻进效率有了大幅度提高,同时也为在可溶性矿体施工使用绳索取心技术奠定了坚实的基础。

(2) 在钻进工艺方面建议改用绳索取心技术钻进,但同时应解决好环状间隙调整、提高钻井液润滑性等实际问题。相信通过实践,这些问题都可以逐步解决,从而进一步提高可溶性矿床钻探效率及经济效益。

## 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] 宫述林,赵光贞,栾元滇,等. 钾盐矿床钻探工艺技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(7):25-28.
- [3] 胡继良,陶士先,纪卫军. 破碎地层孔壁稳定技术的探讨与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9):30-32,64.
- [4] 张庆海,等. 盐矿钻探技术与工艺[M]. 北京:地质出版社,1992.
- [5] 秦如雷,段隆臣. 地质钻探中孔内复杂情况的应对措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(10):6-9.