

S/D-2 井欠饱和盐水钻井液技术

赵岩¹, 仲玉芳¹, 王卫民², 高亮¹

(1. 河北省煤田地质局第二地质队, 河北 邢台 054001; 2. 河北省煤田地质局, 河北 石家庄 050085)

摘要: S/D-2 井在井深 2480 m 以后钻遇了大段复杂的盐膏层, 由于盐的溶解而造成井径扩大及盐析而结晶造成卡钻。针对上述问题, 应用了聚磺欠饱和盐水钻井液体系, 解决了钻遇盐膏层后的井壁失稳、钻井液污染等技术问题。详细介绍了该井聚磺欠饱和盐水钻井液的应用技术。

关键词: 盐膏层; 欠饱和盐水; 钻井液; 石盐井

中图分类号: P634.6⁺4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2011)03-0041-03

Drilling Fluid Technology of Under Saturated Salt Water in Well S/D-2/ZHAO Yan¹, ZHONG Yu-fang¹, WANG Wei-min², GAO Liang¹ (1. No. 2 Team, Hebei Coalfield Geological Bureau, Xingtai Hebei 054001, China; 2. Hebei Coalfield Geological Bureau, Shijiazhuang Hebei 050085, China)

Abstract: Rock salt is a versatile basic chemical raw material. Ordos Basin is not only rich in oil and gas resources, and Ordovician stratum in the east edge of the rock salt is one of the main salt basins also rich in resources. With the development of drilling technology, deep and ultra-deep drilling is more and more in complex formations; the higher demand of drilling fluid performance is increased. The paper introduced the case of well S/D-2: complex salt gypsum formation was encountered when drilling to the depth of 2480m, sticking happened with the enlargement of well diameter caused by salt dissolution and crystallization by salting out. According to these problems, drilling fluid system of polysulfonate under saturated brine was applied, borehole instability in salt gypsum formation, drilling fluid contamination and other technical issues were solved.

Key words: gypsum bed; under saturated salt water; drilling fluid; rock salt well

1 概述

石盐是一种用途广泛的基础化工原料。鄂尔多斯盆地不仅含有丰富的油气资源,而且盆地东缘奥陶纪地层中还含有丰富的石盐资源,是我国主要的含盐盆地之一。随着钻井技术的发展,深井、超深井钻遇复杂地层的情况越来越多,对钻井液性能提出了越来越高的要求。特别是钻遇膏盐地层时,普通聚合物不能有效地抑制该地层,且抗盐、抗钙能力差,而使得钻井液性能难以维护,造成井壁失稳。S/D-2 井是一口石盐勘查孔,是由国内外大型公司联合投资的榆阳区盐矿勘探工程项目,设计孔深 2719 m,生产管理严格,技术质量要求高,本井全井采用综合录井。该井在 2480 m 以后钻遇了大段复杂的盐膏层,钻井过程由于盐的溶解而造成井径扩大及盐析而结晶造成卡钻。针对上述特点,该井应用了聚磺欠饱和盐水钻井液体系。通过在该井的现场应用证明,该技术解决了钻遇盐膏层后的井壁失稳,钻井液污染等技术问题。

在钻井过程中,造成盐膏层井壁失稳的主要原

因是:盐岩、软泥岩受上覆岩层压力、构造应力和井温的影响,岩层容易发生蠕变,造成孔内事故以及盐层溶解、塑性变形,硬石膏吸水膨胀所带来的井眼失稳,盐水层对钻井液的污染等。聚磺欠饱和盐水钻井液具有良好的抗盐污染的能力和较强的防塌能力,可有效地防止盐膏层的塑性变形与盐析结晶后的卡钻问题。通过调节含盐量,降低钻井液的矿化度,提高其抑制性,即能很好的解决上述问题。

2 钻孔设计及技术难点

2.1 地层及岩性情况(见表 1)

2.2 井身结构(见表 2)

2.3 技术难点

(1) S/D-2 井盐岩层埋藏深度在 2480 m 以下,受上覆岩层压力、构造应力和井温的影响,使盐岩的塑性变形产生井径缩小。

(2) 以盐为胶结物的泥页岩、硬石膏,遇矿化度低的水会溶解。致使泥页岩、硬石膏失去支撑,在机械碰撞作用下掉块、坍塌。

收稿日期:2010-10-29; 修回日期:2010-12-14

作者简介:赵岩(1984-),男(汉族),河北邢台人,河北省煤田地质局第二地质队助理工程师,钻探工程专业,从事钻探技术、钻井液管理工作,河北省邢台市桥东区纳凉园街 6 排 20 号,holee102384@126.com。

表1 S/D-2井地质分层及岩性情况

地层	底界埋深/m	岩性
本溪组 C ₂ b	2515	浅灰色泥岩、灰黑色碳质泥岩与灰色石灰岩
马家沟五段(五亚段) O ₂ m ₅ ⁵	2543	灰色、深灰色灰岩与灰、灰白色白云岩夹褐灰色硬石膏薄层
马家沟五段(六亚段) O ₂ m ₅ ⁶	2695	石盐为主,夹薄层深灰、浅灰色白云岩,白云质硬石膏和褐灰、黄灰色硬石膏
马家沟五段(七亚段) O ₂ m ₅ ⁷	2719	灰色、深灰色白云岩与深灰、灰黑色泥质白云岩、灰岩互层,夹褐灰色硬石膏薄层

表2 S/D-2井井身结构表

井深/m	井径/mm	备注
0~100	444.5	下入 Ø339.7 mm 套管
100~1800	311	0~1800 m 下入 Ø244.5 mm 套管
1800~2480	215.9	裸眼
2480~2719	215.9	取心

(3) 无水石膏吸水膨胀、垮塌。

(4) 石膏、含石膏的泥岩在井内钻井液液柱压力不能平衡地层本身的横向应力时,会向井内运移垮塌。

(5) 高矿化度条件下泥浆流变性调整和钻屑的携带。

3 钻井液的选择与应用

3.1 选择原则

井眼稳定是安全钻井的重要条件,选择适合该区井下条件的聚合物,增强钻井液的封堵能力,降低钻井液滤失量,以确保井壁的稳定和形成规则的井眼。钻井液保持优良的流变特性,满足携砂要求,保持井眼清洁。形成薄而致密的泥饼,强化润滑性。

(1) 由于大段的膏岩、盐岩中夹杂着薄层的泥岩,必须有效抑制其水化分散,否则,会使膏岩、盐岩失去支撑而造成井壁坍塌。通过加入强抑制性处理剂以确保钻井液体系的强抑制性和强封堵能力,保持井眼稳定。

(2) 严格控制钻井液的滤失量,确保形成质密光滑的泥饼。

(3) 适当的含盐量是非常重要的。如果含盐量太低,则会造成地层中的盐溶解,影响岩心采取率,从而形成大肚子井眼;相反,就会容易形成重结晶而缩径卡钻。因此,应保证钻井液 Cl⁻ 浓度在 160000~170000 ppm 范围,确保能够形成规则井眼和钻井作业的顺利进行。

(4) 在盐膏层钻井过程中,pH 值往往会不断地下降,因此,pH 值的控制对于盐膏层钻井显得尤其

重要。在现场维护过程中,应根据 pH 值变化,及时补充火碱。

(5) 控制好盐岩、膏岩对钻井液的污染。处理时应及时补充纯碱,但纯碱过量生成的 CO₃²⁻ 会对钻井液造成新的污染。

(6) 保证钻井液优良的润滑性。

3.2 现场应用

为防止盐层蠕变和溶蚀而造成的缩径和坍塌等复杂情况的发生,要求使用欠饱和盐水钻井液,抑制盐岩溶解,保证钻井液与地层达到力学和化学上的平衡,使井壁达到稳定。在 2480 m 配置饱和盐水钻井液替代普通钻井液,以保证取心作业顺利进行。其配方及性能见表 3。

表3 钻井液配方及性能指标

材料名称	加量/%	性能	
		项目	指标
膨润土(经预水化)	5	密度	1.25~1.35 g/cm ³
PAC	0.7	塑性粘度	5~30 mPa·s
K-PAM	0.3	动切力	10~15 Pa
SMP-2	5	API 失水量	5 mL
NaCl	20	pH 值	8~10
KCl	8	Cl ⁻	160000~170000 ppm
改性石棉	2	流性指数	0.6
FT341	0.3		
NTA	视需要添加		

此钻井液由 NaCl、KCl 复配而成,加入顺序必须选配好。膨润土作为配浆土,则必须先在水中经过预水化。在进入盐层前,将钻具下入技术套管内(1750 m),按照设计配好欠饱和盐水所需处理剂的胶液,与预水化的膨润土混浆。按照设计添加量加入 NaCl、KCl,并补充部分处理剂,使其达到所需的性能。开始顶浆作业,将孔内淡水钻井液放掉。

4 钻井液控制及其效果

4.1 控制措施

钻进过程中,预先配置好复合有机盐及降失水胶液,以便及时维护补充。钻进时,根据地层岩性、钻进速度及钻井液性能,采取如下相应维护措施。

(1) 遇到钻井液携屑不好的情况,补充适量的改性石棉和聚合物胶液,提高粘度和切力,以满足悬浮岩屑的需求。

(2) 盐膏层钻进过程中,及时补充复合有机盐胶液,增强钻井液抗钙、抗盐能力,抑制泥岩的分散造浆,保持钻井液性能稳定。

(3) 降失水剂以胶液形式补充,全井 API 失水量维持在 5 mL 左右。

(4)根据起下钻挂卡情况及井漏情况,合理调整钻井液密度。

(5)加强钻井液的固控工作。由于钻井液的矿化度已经很高,钻进时返出盐岩颗粒是没有溶解的盐屑颗粒或盐重结晶颗粒,为岩屑的一种,应除去。钻进盐膏层时,除泥器、离心机的使用效率极低,因此,一级固控设备(振动筛)的使用显得极为重要,钻盐层时使用的筛面为80~100目,以最大限度地发挥一级固控的效率。

(6)在钻井中一定要耐心划眼,直至畅通,不追求片面的钻进速度,而是把“快”字体现在钻穿复合盐层中的综合时效上。

4.2 控制效果

经以上措施维护后,泥浆的流变性、润滑性和热稳定性都较理想,配合固控设备,以等浓度的胶液细水长流的维护处理,井下基本正常,无垮塌和严重阻卡现象,每次起下钻均能一次到底,阻卡最大吨位20~30 t,均属于正常现象。在各方的配合下,安全钻穿2480~2719 m的盐膏层,电测一次成功,下套管、固井基本顺利。

4.2.1 全孔井径变化

由图1可以看出,全孔井径控制在10%左右,井径没有明显变化,说明应用的钻井液起到了良好的作用。

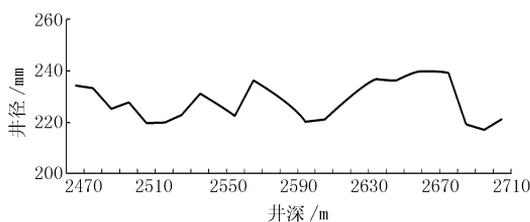


图1 S/D-2井井径变化图

4.2.2 全井Cl⁻变化

由图2可以看出,全井段钻井液中Cl⁻控制在160000~170000 ppm,避免了Cl⁻过高而引起盐重结晶造成卡钻;同时也避免了Cl⁻过低而引起盐的溶解,造成井眼扩大、井壁垮塌。

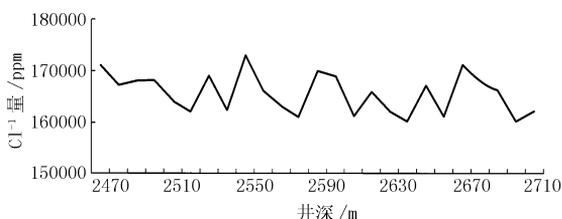


图2 S/D-2井钻井液Cl⁻变化图

4.2.3 全井钻井液密度变化

由图3可以看出,全井段钻井液密度控制在设计的较低范围,避免了密度过高引起井漏;同时也避免密度过低引起盐层蠕变,而造成的缩径卡钻事故。

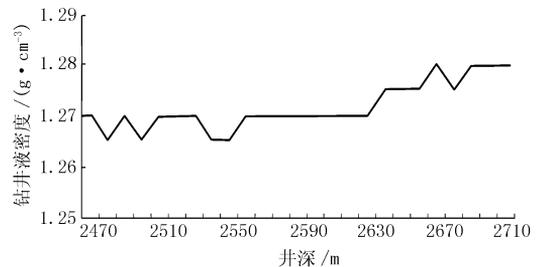


图3 S/D-2井钻井液密度变化图

5 结论及认识

实践证明,该钻井液体系不仅具有良好的抗盐污染的能力,同时具有较强的防塌能力。该钻井液体系,具有配制成本低、易于维护等优点。如果能够选用适当的钻井液密度,并控制好其粘度、切力、滤失量等性能,可以保证盐心采取率并顺利钻穿盐膏层。由此对该钻井液有如下认识:

(1)矿化度较高,具有较强的抑制性,能有效抑制泥页岩水化,保持井壁稳定;

(2)抗污能力强,有较强的抗盐侵能力,能有效抗钙侵,可适应高矿化度复杂地层使用;

(3)钻出的岩屑在水中不易分散,比较容易清除,有利于保持较低的固相含量;

(4)在钻盐层时,Cl⁻控制在160000~170000 ppm,可有效解决盐层的塑性流动和盐岩的溶解,确保取心率及孔内安全;

(5)有效抑制地层造浆,流动性好,性能较稳定,钻进过程中没有性能大幅波动现象,较饱和盐水钻井液易于维护,成本低;

(6)对钻具和设备的腐蚀性较大,对电测有一定的影响,较淡水钻井液的配制成本高。

参考文献:

- [1] 唐继平,王书琪.盐膏层钻井理论与实践[M].北京:石油工业出版社,2004.
- [2] 蒋希文.钻井事故与负责问题[M].北京:石油工业出版社,2006.
- [3] 中国石油勘探与生产分公司工程技术与监督处.钻井监督(上)[M].北京:石油工业出版社,2008.
- [4] 钻井手册(甲方)编写组.钻井手册(甲方)[M].北京:石油工业出版社,1990.