

# ND5 - 12 井裂缝性漏失堵漏技术

刘 毅

(中石化华北石油局第五普查勘探大队,河南 新乡 453700)

**摘 要:**ND5 - 12 井是麻黄山工区施工的一口开发井,井漏十分频繁,严重制约了该地区的钻井速度,井漏问题是该地区施工必须逾越的难关。概述了该井井漏情况;分析了井漏原因及堵漏难点;制定了堵漏方案;详细介绍了堵漏泥浆的配方、性能以及堵漏技术措施。

**关键词:**麻黄山工区;ND5 - 12 井;裂缝性漏失;堵漏

**中图分类号:**TE28 **文献标识码:**B **文章编号:**1672 - 7428(2008)06 - 0041 - 02

## 1 ND5 - 12 井井漏概况

ND5 - 12 井是麻黄山工区一口开发直井,该井施工难度大,存在裂缝性及渗透性漏失,地层倾角大易斜,延安组、延长组泥岩易缩径等一系列复杂问题。由于易斜使得钻压较小,造成机械钻速较低,而井漏则是制约本井施工周期的重要因素之一。该井一开使用  $\varnothing 311$  mm 钻头钻至井深 102.9 m;二开使用  $\varnothing 216$  mm 钻头钻进井深至 458 m 时开始发生井漏,钻遇地层为白垩系志丹群,架空槽返出量减少,漏速  $5 \text{ m}^3/\text{h}$ ,现场大量送水配浆,不停补充钻井液,边漏边钻,在钻进至 580 ~ 584.85、613.25 ~ 628.87 m 两个层段时,井口泥浆有进无出,在立压稳定的情况下,强行钻进至井深 628 m,漏失泥浆  $383 \text{ m}^3$ ,泵入堵漏浆  $30 \text{ m}^3$ ,配方为:壤土 2.5 t + 复合堵漏剂 2 t + 单封 1 t,起钻静止堵漏 4 h。在堵漏施工中多次采用传统方法堵漏,继续钻进过程中仍然发生漏失。为了保证录井捞砂取样,在地质岩屑录井前必须完成堵漏施工。前 5 次堵漏效果均不是很明显,采用顶漏钻进的方法,在 6 次堵漏及顶漏钻进过程中,损失泥浆共计  $3181.9 \text{ m}^3$ 。

## 2 井漏原因及堵漏难点

### 2.1 井漏原因及分析

由于 ND5 - 12 井在施工中多次发生漏失速度较大的漏失,根据邻井地层分布情况及现场施工中漏失情况,判断为白垩系志丹群存在裂缝性漏失。根据漏失速度分析认为,ND5 - 12 井存在 4 个漏层:580 ~ 584.85、613.25 ~ 628.87、640 ~ 649.66、909 ~ 914 m,在进行多次堵漏后,堵漏效果不明显。

分析认为,堵漏材料粒度满足不了进行裂隙性地层漏失的堵漏,造成泥浆材料损失较大,在钻进过程中,漏失速度不稳定,进行的几次堵漏作业后,钻进过程中仍然会发生不均匀的漏失,堵漏效果不明显。

### 2.2 施工难点

现场施工生产中,由于漏速较快,泥浆性能维护较困难,在供水能够及时补充到位的情况下,尽快配制新浆进行补充,采取小排量、低泵压钻进方式进行顶漏钻进,降低漏失速度。尽量提高泥浆粘度,增大泥浆动塑比,而泥浆粘度较大又容易造成钻头泥包,较小则容易引发较快漏失。加之堵漏材料的持续加入,造成泥浆内固相含量较高,钻井机械钻速受到较大影响,而且地层的倾角较大,钻压不能过大,进尺较为缓慢。

### 2.3 堵漏失败原因分析

#### 2.3.1 优选堵漏材料和优化粒径分布存在盲目性

由于施工前期堵漏材料的单一,堵漏材料粒度较小,经过堵漏后,裂缝性漏失转变为渗透性漏失,所选堵漏材料承压能力较差,钻进中容易再次发生井漏。

#### 2.3.2 测斜返循环激动压力过大造成裂缝性漏失

由于该区块井眼缩颈,环空压耗较大,而在循环过程中,环空所受激动压力过大,造成新堵的井壁破碎,发生漏失。

#### 2.3.3 地层负压差造成解堵

在钻进过程中,采用堵漏浆随钻钻进过程中,有较好的防漏功能,但是为了提高机械钻速,开启固控设备清除堵漏材料后,存在井内液柱压力降低的情

收稿日期:2008 - 04 - 11

作者简介:刘毅(1981 -),男(汉族),新疆伊利人,中石化华北石油局第五普查勘探大队钻井队副队长、助理工程师,勘察工程专业,从事钻井生产和技术管理工作,河南省新乡市洪门。

况,而上提单根、起钻作业中存在抽吸压力情况,很可能在地层形成负压差作用,造成解堵,使得堵漏材料流出地层,失去封堵能力。

### 2.3.4 施工措施不当,压漏地层

在易漏地层,下放或者加单根速度过快,造成过高的激动压力,很可能会压漏地层。在进行静止堵漏后,必须进行分段循环,否则直接下钻到底循环很可能憋漏地层。

## 3 堵漏技术思路

### 3.1 随钻堵漏

在现场供水满足的情况下,预先在充分预水化的土浆中加入不同粒度的堵漏材料、锯末,堵漏材料的粒度配比合适,要起到最大限度防止裂隙地层的二次漏失以及控制孔隙性渗漏的漏失速度,能够在漏失过程中起到封堵漏失通道的作用,提高地层承压能力,起到防止井漏或降低漏失速度的作用。

### 3.2 快速钻穿漏层后一次性堵漏

在钻遇漏层后,井口有返浆且立压能够保持稳定的情况下,利用堵漏浆随钻快速钻穿漏层后起钻,专程进行堵漏作业。一般做法为:起钻下入光钻杆至漏层打入堵漏浆封住漏层,起钻至漏层顶部以上 50 m,关井采用单凡尔、低转速、小排量泵入堵漏浆进行憋压,间歇性泵入堵漏浆观察立压变化,能够逐步稳压为止。开井后观察堵漏浆返排能力,如果井口堵漏浆返排较多,则将钻杆起至套管内或者全部起出,关井采用单凡尔、低转速、小排量泵入堵漏浆进行憋压,间歇性泵入堵漏浆观察立压变化,能够逐步稳压,关井静止堵漏 8 h。

## 4 堵漏泥浆组成和性能

堵漏泥浆配方为:6.25% 土 + 6.25% 复合堵漏剂 + 3.75% 单封 + 5% 锯末 + 0.25% LV - CMC + 0.18% 大钾 + 3% 水泥。

在充分预水化的土浆中加入堵漏材料,加入适当的水泥浆后,使得堵漏泥浆增稠,外观呈糊状物。堵漏浆粘度较高,流动性较差,其中含有单封、复合堵漏剂、锯末 3 种粒度的堵漏材料,能够有效形成机械桥塞,达到较好的堵漏效果。试验证明,堵漏材料粒径分布合理时,更容易在短时间内完成堵漏,漏失的浆液也较少,形成的堵漏墙承压能力也能满足堵漏要求,憋压时间增加,稳定性增强。由此可见,堵漏浆中堵漏材料的浓度及其粒度分布是影响堵漏成功的关键因素。同时,复合使用不同种类的

材料,如弹性 RP、刚性颗粒 DF2 和纤维类材料锯末、核桃壳等复合使用,可充分发挥各自的优点,弹性、刚性和纤维类互相促进,通过架桥、堆积和填充迅速形成封堵墙,达到快速堵漏的目的。试验结果见表 1。

表 1 复合堵漏优化试验

RP /%	DF2 /%	棉 籽 壳 /%	杏 仁 壳 /%	孔 隙 度 /%	$t_{8-3}$ /min	漏 失 量 /mL	承压 能力 $P_{承压}$ /MPa	渗透 深度 $L_{侵入}$ /m	返排 压力 $P_{返排}$ /MPa
0.2	0.6	1.5	2.0	20.0	10	3000	>8	1	3.0
0.6	1.4	0.5	1.5	20.2	3	1820	>8	1	
1.0	2.0	1.5	1.0	19.0	5	200	>8	1	
1.4	3.0	0.5	0.5	19.1	10	0	>9	3	2.0
1.8	0.2	2.0	2.0	19.5	16	0	8	4	
2.2	1.0	1.0	1.5	19.1	5	0	>8	4	
2.6	1.8	2.0	1.0	20.1	17	0	>8	3	0.5
3.0	2.6	1.0	0.5	20.9	15	0	>8	3	

## 5 现场施工过程及效果

ND5-12 井施工中,共进行 6 次堵漏,2007 年 11 月 30 日进行第 6 次堵漏效果最好,现场实际堵漏情况如下:

2007 年 11 月 30 日 3:40 ~ 6:00,井深 1391.35 m 起钻,药品到井后配制堵漏浆 80 m<sup>3</sup>,配方为:土 5 t + 复合堵漏剂 5 t + 单封 3 t + 锯末 4 t + LV - CMC 200 kg + 大钾 150 kg + 水泥 2.5 t;

11 月 30 日 6:00 ~ 8:40,下入光钻杆至井深 1390 m 处,以 23 L/s 返排排量泵入堵漏浆,泵入 2.2 m<sup>3</sup> 时井口返浆,停泵观察液面下降缓慢,继续泵入堵漏浆至 27 m<sup>3</sup>,停泵观察井口液面基本不降,于是起钻至 831.9 m 处,以 24 L/s 排量泵入堵漏浆 2 m<sup>3</sup> 井口返浆,继续泵入堵漏泥浆共计 22 m<sup>3</sup> 后,关井憋压,立压升至 2 MPa 停泵后即迅速降为零,继续间歇性挤入堵漏浆 7 m<sup>3</sup>,立压最高升至 2.9 MPa,停泵后立压 10 s 内降至为零,开井观察可发现井口液面不停向上返排,返排量约 0.5 m<sup>3</sup>;

13:20 ~ 14:20,继续起钻至 400 m 处,依照上述方法继续泵入堵漏浆 3 m<sup>3</sup>,立压最高升至 2.1 MPa,停泵观察,10 s 后立压降为零,开井观察发现井口液面有返排现象;

15:25 ~ 16:50,起钻空井进行憋压,挤入堵漏浆 2.4 m<sup>3</sup>,立压最高升至 1.5 MPa,停泵后迅速归零,关井静止堵漏;

在 19:00 及 21:00 分别关井挤入堵漏浆 2 m<sup>3</sup>,静止至次日 3:00 后,开井发现井口液面没有返排现

(下转第 45 页)

套管的顺利下入,并且实现鄂北工区最大技术套管尺寸( $\text{Ø}244.5\text{ mm}$ )、最大井斜( $90.71^\circ$ )、最大下深( $3109.01\text{ m}$ )的工区之最。

### 2.2.6 解决三开水平段钻进中的脱压及起下钻摩阻大的技术措施

本井三开钻井过程中,轨迹调整频繁、井斜和位移大,导致钻进过程中形成托压问题,图 2 是 DF2 井三开钻井过程中摩阻分析图,该井下部钻井时现场在使用倒换钻具后上提起钻摩阻也仍有  $300\text{ kN}$ ,如此高的摩阻造成该井以下问题:一是导致钻柱加压困难影响滑动钻进,形成脱压问题,钻速慢;二是造成井眼轨迹测量困难。在施工过程中采取了以下措施进行解决。

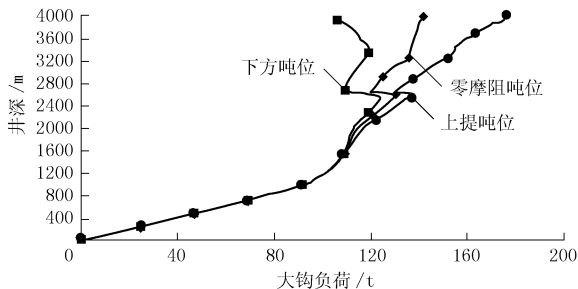


图 2 DF2 井大钩负荷与井深关系图

(1) 钻井液中按设计加入润滑剂(固体或液体),严格使用 4 级净化装置。排量满足要求,达到改善钻具与井壁的接触状态,降低泥饼粘滞系数,提高钻井液的携岩能力。

(2) 工程上采用钻具倒装组合,保证钻压能有效地传到钻头上。并且每钻进完一个单根上提下放活动钻具(活动范围加大),然后再开泵循环。坚持每钻进  $30\sim 50\text{ m}$  短起下钻来破坏岩屑床。

(上接第 42 页)

象,液面无下降趋势,组合钻具,分段小排量循环下钻。

此次堵漏关井间歇性泵入堵漏浆共计  $16.4\text{ m}^3$ 。恢复正常钻进后漏失速度  $0.8\text{ m}^3/\text{h}$ ,基本不漏,达到较好堵漏效果。

## 6 几点认识

(1) 选用承压能力、憋压能力较强,失水大,颗粒分选性好的堵漏材料,能够有效迅速封堵裂缝性漏失层。

(2) 调整钻井液性能,加入适当的均匀颗粒锯末、堵漏剂,配以高粘度、高切力的钻井液,防止裂隙

(3) 定向方面调整好一个合适的入靶井斜,使得在水平段施工中复合钻进为主,滑动钻进为辅;此外,施工中及时监控井斜和方位的变化,避免大幅度调整井斜和方位,保持井眼的平滑。

## 3 认识及建议

(1) 在轨迹控制方面,进入水平段着陆施工时,调整好一个合适的入靶井斜,使得在水平段施工中以复合钻进为主,滑动钻进为辅,及时监控井斜和方位的变化,做好预测,提前调整,尽量避免大幅度调整井斜和方位,保持井眼的平滑,是保证水平段顺利施工并沿最好的储层穿行的最好方法。

(2) 本井直井段  $2500\text{ m}$  以前设计井斜指标为  $\leq 1.75^\circ$ ,在本井的施工中,为控制井斜在  $1^\circ$  以内,采取了小钻压吊打和每钻进  $80\sim 100\text{ m}$  进行单点测斜的方法,严重制约了直井段机械钻速和钻井周期的提高。建议在以后的水平井施工中,如果没有特殊需要,可将直井段井斜指标放宽至  $3^\circ$  以内。

(3) 根据当前水平井、分支井的施工设备、工具和施工经验,本地区的水平段长度不宜过长,一般选择  $600\sim 800\text{ m}$  为宜,若需要,可根据完井方式,应用分支井或“鱼骨状”分支水平井进行开发。另外,在地质条件确定时,为了节约钻井成本,该地区的井身结构的优化也需要我们共同探讨。

## 参考文献:

- [1] 刘希圣. 钻井工艺原理[M]. 北京:石油工业出版社,1988.
- [2] 李克向. 钻井手册(甲方)[M]. 北京:石油工业出版社,1990.
- [3] 王子源,苏勤,等译. 钻井数据手册[M]. 北京:地质出版社,1995.

地层的二次漏失,有效控制孔隙性渗漏的漏失速度。

(3) 减少人为因素造成的井壁压力增大,防止下钻作业以及下钻到底开泵过程中,井内钻井液激动压力过大压漏地层。

(4) 严格操作规程,下钻过程中分段循环泥浆,破坏钻井液胶凝结构,防止下钻到底开泵压漏地层。

## 参考文献:

- [1] 刘子春,张召平,石凤岐. 钻井工程事故预防和处理[M]. 北京:中国石化出版社,2000.
- [2] 蒋希文. 钻井事故与复杂问题[M]. 北京:石油工业出版社,2001.
- [3] 宋碧涛,刘亚,薛芸,等. 江苏油田堵漏试验评价技术研究[J]. 钻井液与完井液,2007,24(3):24-26.