

# 沙特阿拉伯 KHURAIIS 地区边漏边钻技术

李永涛, 李德宏

(中石化华北石油局西部工程公司, 新疆 轮台 841600)

**摘要:** KHURAIIS 油区是沙特阿拉伯阿美公司准备大开发的一个区块。完全漏失层和流沙层是钻井施工中的难点, 经过多年的实践和探索, 阿美公司已经掌握了一套成熟的施工经验。这套成熟的边漏边钻技术减少了卡钻事故的发生, 大大缩短了钻井周期。有些技术措施值得国内石油行业借鉴和学习。

**关键词:** 沙特阿拉伯; 漏失层; 边漏边钻; 泥浆帽

**中图分类号:** TE242    **文献标识码:** B    **文章编号:** 1672-7428(2007)11-0046-03

## 1 概述

沙特阿拉伯是世界上原油储量最丰富的国家, 每年的原油产量约占世界原油产量的 1/4。阿美公司是沙特阿拉伯的国家石油公司, 也是世界上赫赫有名的石油公司。在阿美的多个石油生产地区, 钻井施工中都有不同程度的地层漏失, 尤其是完全漏失层给钻井施工带来了极大的困难。KHURAIIS 油区是阿美公司的一个新区块, 现处于大开发的准备阶段。我公司钻井队自 2007 年 1 月进入该区块施工, 已经安全顺利地施工了多口注水井和评价井, 在完全漏失的情况下安全钻进技术方面已经积累了成功的钻井经验。成功的边漏边钻技术大大地降低了钻井成本, 减少了钻井事故, 节省了钻井液材料, 节约了钻井时间。

## 2 KHURAIIS 地区地层及主要漏失层简介

KHURAIIS 地区地层情况见表 1。

从表 1 和我们井队的施工情况来看, 该地区的完全漏失层是 ARUMA; WASIA 和 SHUAIBA 地层有些井是完全漏失, 有些井是部分漏失。漏失地层一般在井的垂直深度 36~1065 m 之间。

在常规井眼设计中, 井深结构如下:  $\varnothing 559$  mm 钻头 (0~25 m)  $\times \varnothing 473$  mm 套管 +  $\varnothing 406$  mm 钻头 (25~506 m)  $\times \varnothing 340$  mm 套管 +  $\varnothing 311$  mm 钻头 (506~1140 m)  $\times \varnothing 244.5$  mm 套管 +  $\varnothing 216$  mm 钻头 (1140~1707 m)  $\times \varnothing 178$  mm 尾管 +  $\varnothing 156$  mm 井眼 (水平段)。

漏失地层部分的井眼尺寸一般是  $\varnothing 406$  mm 和  $\varnothing 311$  mm。

## 3 $\varnothing 406$ mm 井眼完全漏失层钻进技术措施

### 3.1 钻具组合

$\varnothing 406$  mm 钻头 + 近钻头礅子划眼器 (带浮阀) +  $\varnothing 305$  mm 减震器 + 1 根  $\varnothing 241$  mm 螺旋钻铤 +  $\varnothing 406$  mm 钻柱礅子划眼器 + 2 根  $\varnothing 241$  mm 螺旋钻铤 +  $\varnothing 406$  mm 钻柱礅子划眼器 + 4 根  $\varnothing 241$  mm 螺旋钻铤 + 9 根  $\varnothing 210$  mm 螺旋钻铤 +  $\varnothing 229$  mm 随钻震击器 + 2 根  $\varnothing 210$  mm 螺旋钻铤 +  $\varnothing 127$  mm 加重钻杆。

### 3.2 技术措施

一般情况下, 钻穿一开套管鞋后 26 m 左右即发生完全漏失。在该井段完全漏失后, 停止泥浆钻进, 转换为清水和高粘泥浆钻进。高粘泥浆的粘度一般要达到 100 s 左右, 由于只是起到清扫井眼的作用, 所以在壤土基浆的基础上加入 3% 的石灰适当搅拌后配成扫井用的高粘泥浆。在用清水钻进的过程中, 每钻进一个单根, 打入  $5 \text{ m}^3$  高粘泥浆清扫井眼一次, 但是如果井下情况复杂, 就要多泵入井内高粘泥浆, 直到井内正常为止。与此同时, 要用起下钻监测罐向环空泵入泥浆帽 (泥浆帽一般是高粘度高密度泥浆), 一般是  $5 \text{ m}^3/\text{h}$ 。它的主要作用是防止井喷和有毒气体向上扩散出井口。在钻进和上提下放钻具的过程中, 司钻必须时时刻刻注意悬重的变化, 若有异常情况, 及时泵入大量高粘泥浆。几十口井的施工实践证明这是非常重要的, 同时, 钻具中带有随钻震击器也减少了卡钻事故的发生概率。

由于使用了 3 个礅子划眼器, 所以井眼非常规则, 而且在起钻下套管之前, 再有短程起下钻对井眼进行修整, 充分保证了套管的顺利下入。在完全井

收稿日期: 2007-06-07; 改回日期: 2007-10-10

作者简介: 李永涛 (1972-), 男 (汉族), 河南商丘人, 中石化华北石油局西部工程公司工程师, 钻井工程专业, 从事石油钻井施工工作, 新疆轮台, lytyz@yahoo.com.cn。

表 1 KHURAIIS 地区地层表

系	统	阶	地层名称	大约垂深/m	大致岩性描述	漏失层情况
中	新	SERRAVALLAN(塞雷瓦尔)	HOFUF	30	沙子和砂岩、砂质石灰岩、页岩、砂岩	
		渐新统	AQUITANIAN(阿基坦)			
第	四	中始新统	PAIABONIAN(扑里阿那)	30	白云岩、白云质石灰岩	
		统	LUTETTAN(卢太特)			
系	下始新统	YPRESIAN(伊普雷司)	DAMMAM	30	白云岩、白云质石灰岩、碳酸岩和石灰岩	
		RUS				
古	新世	THANETIAN(撒内特)	UMM ER	30	白云质石灰岩 80%、碳酸岩 20%	
		DANIAN(达宁)	RADHUMA			
晚	世	MAASTRTRICHTIAN(麦思特里奇特)	ARUMA	277	砂质石灰岩 70%、白云质石灰岩 5%、页岩 25%	完全漏失层
		CAMPANIAN(康潘)				
白	垩	CONIACIAN(克尼阿克)	WASIA	381	砂质石灰岩 50%、页岩 25%、流沙 25%	部分/完全漏失层/流沙层
		TURONIAN(土仑)				
系	ALBIAN(阿而比)	CENOMANIAN(赛诺曼)	SHUAIBA	475	流沙 75%、砂岩 20%、石灰岩 5%	部分/完全漏失层/流沙层
		APTIAN(阿普弟)				
新	世	BARREMIAN(巴列姆)	BIYADH	728	碎屑岩和砾岩 50%	
		HAUTERIVIAN(偶特里夫)	BUWAIB	1027	钙质石灰岩 70%、石灰岩 30%	
侏	罗	VALANGINIAN(凡兰吟)	YAMAMA	1135	白云质石灰岩 80%、石灰岩 20%	
		BERRIASIAN(贝里阿思)	SULAIY	1188	钙质碎屑岩 75%、石灰岩 25%	
上	世	PORTLANDIA(波兰)	HITH	1383	钙质石灰岩 25%、碳酸岩 50%、石灰岩 25%	
		ARAB - A; B; C; D.		1737	钙质石灰岩 50%、碳酸岩 50%	
系	KIMMERIDGIAN(基末里)	JUBALIA			钙质碎屑岩	
		OXFORDIAN(牛津)	HANIFA			石灰岩 75%、钙质碎屑岩 25%

漏的情况下,固井质量和水泥的返高是令人关注和头疼的一个问题。为此,在下入  $\varnothing 340$  mm 套管时,在上一级套管鞋的上部 6 m 的深度套管上安装 2 个水泥伞,用于环空打水帽。水泥伞一般是在钻台上安装,安装在相应的套管上之后,先加入一小袋锯末或是松树皮,再加入半袋中粗云母和半袋壤土以及半袋  $\text{CaCl}_2$ ,用清水洒在水泥伞上让表面的壤土轻微的凝结即可下入,以保证了有足够的强度来承托上面水泥的质量。固井工作分 2 次进行:第一次,足够量的( $1.62 \text{ g/cm}^3$ )领浆 +  $1.89 \text{ g/cm}^3$  的主浆封固漏失层以下的套管;第二次,从井口向井内倾倒一定量的砂子和堵漏材料,然后用  $1.89 \text{ g/cm}^3$  的水泥浆封固水泥伞到井口段的套管。这样就可以保证井口的安全、套管的牢固和封井器的安装。

#### 4 $\varnothing 311$ mm 井眼部分漏失的技术措施

##### 4.1 钻具组合

$\varnothing 311$  mm 钻头 + 近钻头划眼器(带浮阀) + 2 根  $\varnothing 210$  mm 螺旋钻铤 + 钻柱型碾子划眼器 + 13 根  $\varnothing 210$  mm 螺旋钻铤 +  $\varnothing 216$  mm 随钻震击器 + 2 根  $\varnothing 210$  mm 螺旋钻铤 + 12 根  $\varnothing 127$  mm 加重钻杆。

##### 4.2 技术措施

WASIA 和 SHUAIBA 地层是本井段施工的难点,也是 KHURAIIS 地区钻井施工中最复杂的地方。漏失和流沙层极易造成卡钻,该地区的卡钻事故绝大部分发生在这 2 个地层。针对此种情况,阿美公司制定了严格的施工程序和措施。

- (1) 本井段不允许用清水 + 高粘泥浆钻进;
- (2) 用密度  $0.93 \text{ g/cm}^3$  并含有  $28.5 \text{ kg/m}^3$  的堵漏材料的泥浆,泥浆的 YP 值要大于  $0.48 \text{ g/cm}^3$ ;
- (3) 向泥浆中不断地补充堵漏材料,以 20 袋/h 的速度加入;
- (4) 控制机械钻速在  $21 \sim 27 \text{ m/h}$ ;
- (5) 每钻进 14 m,向井内泵入密度  $0.93 \text{ g/cm}^3$  的高粘泥浆  $5 \sim 8 \text{ m}^3$ ;
- (6) 每打完一个立柱,司钻要根据井内情况,划眼 2 次或多次,确保井内流沙被携带上来;
- (7) 钻至 SHUAIBA 地层的顶部,泵入  $24 \text{ m}^3$  高粘泥浆循环一周;
- (8) 钻至设计井深,用  $32 \text{ m}^3$  高粘泥浆循环;
- (9) 对本井段进行倒划眼短起下钻,控制起下钻速度,避免造成较大的激荡和抽吸压力。

具体的泥浆配方及性能见表2。

表2 部分漏失时泥浆配方及性能表

材料	数量(159 L 泥浆)			
	水/L	87.4	103.3	110
土墩土/kg	3.63~4.54			
XC 聚合物/kg	0.11			
淀粉/kg	0.91~1.36			
柴油/L	71.54	55.65	47.70	31.80
SafeSurf WN/L	1.14~2.27			
石灰/kg	0.23~0.45			
碳酸钙(细)/kg	0.91			
碳酸钙(中)/kg	0.91			
泥浆性能				
密度/(g·cm <sup>-3</sup> )	0.93	0.95	0.96	0.98
漏斗粘度/s	53~70			
塑性粘度/(mPa·s)	15~22			
屈服值/Pa	>14.36			
10 s 切力/Pa	1.91			
10 min 切力/Pa	5.74			
API 滤失量 /[cm <sup>3</sup> ·(30 min) <sup>-1</sup> ]	6~8			
pH 值	9~10			

## 5 Ø311 mm 井眼完全漏失的技术措施

钻具组合同上,具体的施工措施如下:

(1)一旦发生严重漏失,马上泵入 64 m<sup>3</sup> 堵漏泥浆,努力建立循环;若不成功,转换为 0.99 g/cm<sup>3</sup> 并含 15% 柴油的乳化泥浆。

(2)每 0.5 h 向环空打入 5 m<sup>3</sup> 0.99~1.03 g/cm<sup>3</sup> 并含 15% 柴油的乳化泥浆帽。其原因主要有 2 个:第一,连续频繁的泥浆帽子是防止 WASIA 的高压水层的涌出,也就是从井控的角度来考虑的;第二,泥浆帽子可以防止在 SHUAIBA 钻进时清水接触到上层 WASIA 的流沙,从而保证井下的安全。

(3)控制机械钻速在 21~27 m/h。

(4)每钻进 8 m,向井内泵入 0.99 g/cm<sup>3</sup> 密度的高粘泥浆 2.38~3.20 m<sup>3</sup>。

(5)每打完一个立柱,司钻要根据井内情况,划眼两次或多次,确保井内流沙被携带上来。

(6)钻至 SHUAIBA 地层的顶部,泵入 32 m<sup>3</sup> 高粘泥浆循环一周。

(7)对本井段进行倒划眼短起下钻,控制起下钻速度,避免造成较大的激荡和抽吸压力。

(8)在起钻前,应泵入 64 m<sup>3</sup> 润滑的 1.03 g/cm<sup>3</sup> 的高粘乳化泥浆。

具体的泥浆配方(159 L 泥浆)为:水 133.55 L, XC 聚合物 0.23 kg, Dextrid 1.36 kg, 石灰 0.14 kg, 柴油 23.85 L, SafeSurf WN 1.14~12.27 L, 碳酸钙(细)0.91 kg。

泥浆性能为:密度 0.99 g/cm<sup>3</sup>, 漏斗粘度 53~70 s, 塑性粘度 15~22 mPa·s, 屈服值 >14.36 Pa, 10 s 切力 1.91 Pa, 10 min 切力 5.74 Pa, API 滤失量 6~8 cm<sup>3</sup>/30 min, pH 值 9~10。

无论是部分漏失或是完全漏失,该井段固井均采用双级固井。在钻进过程中虽然是部分漏失,但是在固井时极有可能完全漏失,为了确保该井段套管的稳定性和井下安全,一般在套管串中下入一个分级箍,下入的分级箍位置要在上层套管鞋以上的 15 m 处,以保证在上层套管中有足够的水泥环。

## 6 结论及认识

(1)这套施工技术的应用,大大缩短了该地区的钻井周期,使最初的平均 35 天降到现在的平均 21 天。

(2)在完全漏失层,抛弃传统的堵漏方式,根据地层条件,用清水钻进+高粘泥浆扫眼的方法,降低了钻井成本,提高了施工效率。

(3)固井方法的创新,解决了套管封固、井下安全和防喷器的安装等问题。

## 参考文献:

- [1] 滕子军,赵善友.液体高膨胀材料充填堵漏试验应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(9).

## 海南东环铁路开工建设 预计 2011 年通车

新华网消息 海南东环铁路项目总投资约 192.2 亿元,由铁道部与海南省共同出资建设。海南东环铁路北起海口市,途经文昌市、琼海市、万宁市、陵水县,南至三亚市,全线近期共设 14 个车站,正线长度 308 km,设计为国家 I 级双线电气化铁路,速度目标值为 200 km/h,主要开行动车组列车。

海南东环铁路功能定位为以客运为主、兼顾海口市内轨道交通和少量轻快货运。预计近期运量为 1800 万人/年,远期运量为 2500 万人/年。建设工期 4 年,预计 2011 年 9 月底建成通车。海南东环铁路建成后,乘客从海口至三亚仅需 90 min,比现有交通方式所需时间缩短一半。