

准噶尔盆地中部1区钻井优化设计研究

窦玉玲, 陈明, 徐云龙

(胜利石油管理局钻井工艺研究院, 山东 东营 257017)

摘要:围绕钻井工程设计优化展开研究,论述了准噶尔盆地中部1区井身结构优化过程,提出了井身结构优化方案;建立了该区岩石可钻性剖面,结合钻头使用效果评价,推荐了钻头选型方案;介绍了该区钻井液体系优选及使用情况。形成了准噶尔盆地中部1区钻井设计优化方案,提出了后续研究方向。

关键词:钻井;优化设计;井身结构;钻头选型;钻井液体系;准噶尔盆地

中图分类号:TE249 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2012)05-0012-03

Study on Optimal Drilling Design in Block 1 of Central Junggar Basin/DOU Yu-ling, CHEN Ming, XU Yun-long
(Shengli Drilling Technology Research Institute, Dongying Shandong 257017, China)

Abstract: Drilling design and optimization were researched. The development of casing program in block 1 of central Junggar Basin was discussed with the casing program optimization scheme put forward; a bit selection scheme was recommended base on the rock drillability profile and the evaluation of bit performance; and drilling fluid system optimization and application was also introduced. Drilling design for block 1 of central Junggar Basin was formed and the future research direction was presented.

Key words: well drilling; optimal design; casing structure; bit selection; drilling fluid system; Junggar Basin

胜利油田西部探区前期工作主要集中在准噶尔盆地,在多年的勘探过程中,钻井设计工作取得了一些成功经验,尚存在一定的问题,笔者试将准噶尔中部1区钻井设计及施工情况进行总结,希望对后续该区钻井设计提供借鉴。

1 区域地质简介

准噶尔盆地中部1区块共部署实施探井29口,主要分布在莫西庄、沙窝地和征沙村,主要储层为侏罗系三工河组(埋深3500~5200 m)及三叠系地层(埋深5500~6500 m)。

该区发育地层相近、岩性相近,主要差别是征字号井地层相对埋藏较深,庄字号井、沙字号井深部地层存在异常高压^[1,2]。

本区钻井地质难点主要表现为:新生界地层成岩性差、松散,地层易造浆、易垮塌;中生界东沟组地层胶结疏松易渗漏;吐谷鲁群大段棕色泥岩水敏性强,易缩径、掉块、垮塌;西山窑组和三工河组地层稳定性差,易剥蚀、掉块、坍塌;三工河组、八道湾组垮塌扩径严重。

2 井身结构优化

随着勘探开发的进行,准噶尔中部1区的井身

结构在不断探索完善,从庄1井的4层套管到庄101井的2层套管再至目前的3层套管,经历了一个不断优化的过程。

庄1井位于准噶尔盆地腹部中央坳陷马桥凸起莫西庄背斜的西部,是该区第一口预探井,本井目的层为侏罗系、三叠系、白垩系、二叠系。实际完钻层位为侏罗系八道湾组。井身结构如下:

导管:Ø660 mm × 102 m、Ø508 mm × 101.73 m;
一开:Ø444.5 mm × 1500 m、Ø339.7 mm × 1498.03 m;
二开:Ø241.3 mm × 4428 m、Ø177.8 mm × 4425.04 m;
三开:Ø149.2 mm × 4906 m、Ø127 mm × 4768.46 m。

庄1井侏罗系八道湾组预测地层压力系数 > 1.3 ,实际钻进过程中八道湾组钻遇高压(实际测试的地层压力系数为1.796),提前完钻。庄1井完钻情况表明:(1)二开采用Ø241.3 mm钻头下Ø177.8 mm套管,三开只能采用Ø149.2 mm钻头,一方面钻速慢,易引发复杂情况,另一方面没有为地质不确定性预留套管层次;(2)地层压力预测误差较大,很难有效指导井身结构设计。

庄1井完钻后在该区部署庄101井,庄1井钻探

收稿日期:2011-12-15

作者简介:窦玉玲(1981-),女(汉族),山东青州人,胜利石油管理局钻井工艺研究院工程师,钻井工程专业,硕士,从事钻井技术与钻井工程设计工作,山东省东营市北一路827号钻井工艺研究院设计所,douyuling952.slyt@sinopec.com。

表明莫西庄构造三工河组以浅地层属正常压实,地层孔隙压力系数在1.02~1.09,庄101井简化为二开井身结构,下入3.5 m导管,一开用 $\varnothing 311$ mm钻头钻至井深1500 m,最后用 $\varnothing 215.9$ mm钻头完钻。施工过程中发现,表层仅埋入3.5 m导管,第四系流沙层未封住,在一开钻井时经常发现第四系流沙层垮塌,井深600 m以浅地层扩径严重(如图1所示),一开 $\varnothing 311.2$ mm钻头钻至1500 m,井口安全难以保证,施工风险很大。

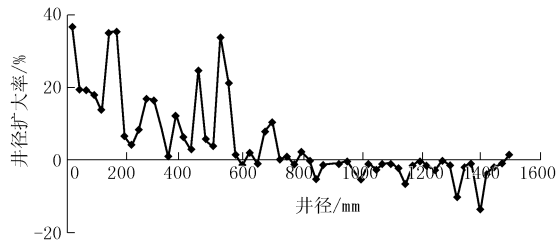


图1 庄101井一开井径扩大率

后续部署的庄102、庄103等评价井综合庄1井和庄101井的经验,井身结构优化为三开,即一开用 $\varnothing 444.5$ mm钻头钻至井深100~120 m,下入 $\varnothing 339.7$ mm套管封第四系流沙层;二开用 $\varnothing 311$ mm钻头钻至井深1500~1700 m,下 $\varnothing 244.5$ mm套管封第三系坍塌缩径泥岩段;三开 $\varnothing 215.9$ mm钻头完钻。实践表明,该三开井身结构既保障了钻井安全,又提高了机械钻速(见表1)。

表1 莫西庄构造各井机械钻速与钻井周期统计

井号	完钻井深 /m	钻井周期 /d	全井平均机械钻速 /(m·h ⁻¹)
庄1井	4906	136.58	3.45
庄101井	4460	65.98	5.91
庄A井*	4485	52.48	7.62
庄B井*	4481	54.83	8.49
庄C井*	4440	50.35	9.44
庄D井*	4375	35.63	13.54
庄E井*	4424	40.94	8.10

*采用三开井身结构的井。

准噶尔中部1区开发侏罗系三工河组储层,可采用该三级井身结构,第四系的流沙层和第三系易坍塌缩径泥岩段均为必封点。

庄字号、沙字号井侏罗系以深地层存在异常高压,若勘探层位在高压层及以深地层时,必须对高压层以上的常压井段进行封固,以保证上部井段的安全,并为高压层打开提供条件。但为进一步完成高压层及以下井段的钻进,应使用常规尺寸钻头钻进,井身结构应适当留有余地。推荐使用套管层次为 $\varnothing 339.7$ mm - $\varnothing 244.5$ mm - $\varnothing 139.7$ mm,技术套管必封点高压层顶部。

3 钻头选型

目前钻头选型方法大致可以分为3类^[3]:第一类是钻头使用效果评价法;第二类是岩石力学参数法;第三类是综合方法。这里采用综合方法,首先借助测井资料,建立准噶尔中部1区块的地层可钻性极值,然后结合现场使用情况,给出准噶尔中部1区块全层位钻头选型推荐方案。

大量的实验研究表明:声波时差与岩石可钻性有良好的相关关系^[4]。利用以下声波时差与岩石可钻性的相关关系^[5],分析了准噶尔中部1区20余口井的岩石可钻性剖面。

$$K_d = a + b \ln(\Delta t) \quad (1)$$

式中: a 、 b ——经验系数。

对所有井的岩石可钻性剖面分层统计,统计结果见表2。结果表明,各井纵向上可钻性级值分布变化不大,白垩系东沟组以浅、吐谷鲁群上部基本属于粘软、软地层,吐谷鲁群下部及以深属于软~中硬地层,根据地层分类,推荐各地层钻头IADC编码见表2。

表2 准噶尔中部1区全层位钻头选型IADC编码

地层与岩性		厚度/m	地层可钻性极值	IADC 编码
系	组			
第四系		80		
第三系		1740	2.0~3.5	127、M12
白垩系	东沟组	420	2.5~3.5	127、447
	吐谷鲁群	1900	上部:3.0~4.0 下部:4.0~5.5	
侏罗系	西山窑组	34	3.5~5.0	517、M51
	三工河组	424	4.0~5.5	
	八道湾组	910	4.0~5.0, 夹层3.0~4.0	
三叠系	白碱滩组	324	4.0~5.0, 夹层3.0~4.0	
二叠系	卡拉玛依组	345	3.0~4.5, 夹层2.0~3.0	447、517、 M41、M51
	百口泉组	226	1.5~4.5	
二叠系	上乌尔禾组	210	3.0~4.5, 夹层2.0~3.0	

注:地层厚度以莫西庄某井为例,岩性均为砂泥岩。

收集实钻资料,对准噶尔盆地中部1区不同尺寸钻头使用情况进行了统计分析^[6]。依据岩石可钻性,结合钻井实践,给出了准噶尔盆地中部1区全层位钻头选型方案(见表3)。

该区吐谷鲁群及以深地层适合使用PDC钻头,本区块地层岩性相当,后续钻井中可以继续推广PDC钻头的使用,东沟组下部有砾石层,建议钻穿东沟组进吐谷鲁群200 m后下入PDC钻头,避免PDC钻头早期损坏。HJ537钻头不适合深部地层,钻速较慢,HJ517较适合。

4 钻井液体系优选

本区近期在征沙村和沙窝地完钻的2口井三开

表3 准噶尔中部1区全层位经验钻头选型

地层与岩性				钻头尺寸/mm			
系	组	岩性	厚度/m	444.5	311.2~346.1	215.9~241.3	149.2
第四系		砂泥岩	80	P2, GA114			
第三系		砂泥岩	1740	HAT127, FS2463			
白垩系	东沟组	砂泥岩	420	HAT127			
	吐谷鲁群	砂泥岩	1900				
侏罗系	西山窑组	砂泥岩	34				
	三工河组	砂泥岩	424	FM2565, FS2565			
	八道湾组	砂泥岩	910				
三叠系	白碱滩组	砂泥岩	324				
	卡拉玛依组	砂泥岩	345				
	百口泉组	砂泥岩	226	HA517G, M1365D			
二叠系	上乌尔禾组	砂泥岩	210				

均采用聚合物防塌钻井液和聚磺防塌钻井液体系。这两种体系基本保证了钻井过程的顺利,但井下坍塌掉块仍然存在,吐谷鲁群、西山窑组、三工河组地层井径不规则(图2、图3),常造成电测仪器阻卡。

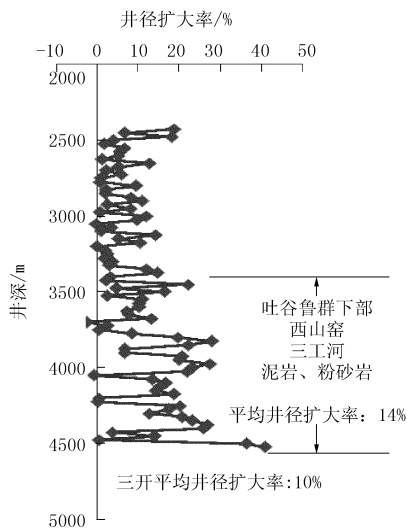


图2 沙窝地某井三开井径

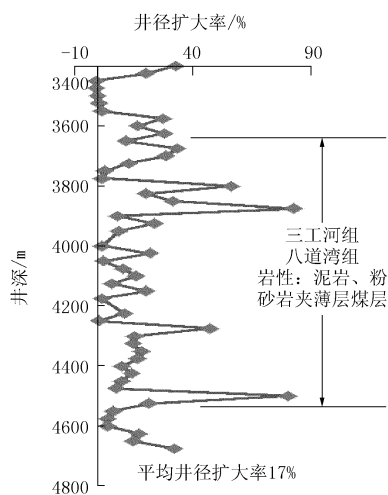


图3 征沙村某井三开井径

5 认识与建议

(1) 实践表明,该区借鉴已钻井经验针对侏罗系三工河组地层、深部高压地层形成的两套井身结构合理可行(见表4、表5),本区块后续钻井可供借鉴。

表4 中部1区开发侏罗系三工河组储层井身结构方案

序号	钻头尺寸/mm	套管尺寸/mm	套管下深/m	必封点
一开	Ø444.5	Ø339.7	100~150	第四系流砂层
二开	Ø311.2	Ø244.5	1700	第三系地层
三开	Ø215.9	Ø177.8	4400	

表5 庄字号、沙字号井勘探层位在高压层及以深地层井身结构方案

序号	钻头尺寸/mm	套管尺寸/mm	必封点
导管	Ø660.4	Ø508	
一开	Ø444.5	Ø339.7	封隔第三系不稳定地层
二开	Ø311.2	Ø244.5	高压层顶部,封隔不同压力体系
三开	Ø215.9	Ø139.7	

(2) 准噶尔盆地中部1区吐谷鲁群及以深地层适合使用PDC钻头,后续钻井中可以继续推广使用。

(3) 本区块下部地层测井过程中阻卡情况仍然表现突出,钻井液体系及性能优化有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 钟卫,张传进. 准噶尔盆地中部1区地层孔隙压力初步分析[J]. 石油钻探技术, 2005, 31(6): 28-29.
- [2] 祖峰,张宗林,丰全会. 准噶尔盆地中部1区块地层压力研究[J]. 小型油气藏, 2005, 10(4): 41-46.
- [3] 张辉,高德利. 钻头选型方法综述[J]. 石油钻采工艺, 2005, 27(4): 1-5.
- [4] 路保平,张传进,鲍洪志. 利用多测井参数求取岩石可钻性[J]. 石油钻探技术, 1998, 26(3): 4-9.
- [5] 邹德永,陈永红. 利用声波时差资料确定岩石可钻性的研究[J]. 石油钻采工艺, 1996, 18(6): 27-30.
- [6] 李文飞,陈明,鄢小琳,等. 准噶尔盆地中部地区钻头优选技术应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(6): 39-44.