

# 长南工区钻井提速难点认识与实践

张国旗, 何长江

(中原石油勘探局钻井一公司, 河南 濮阳 457001)

**摘要:**长南工区属于鄂尔多斯盆地中部、南部, 主要分布在安塞、延安、志丹、高家沟等地区, 地质构造属于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡构造。该区地表开始为新生界第四系黄土层, 黄土高原丘陵沟壑区, 表层具有节理发育、结构松散、渗透性强等特点, 有垂直方向的空洞, 漏失不易控制且破坏地层的胶结强度, 促进漏失加剧。以下地层从中生界到古生界, 地层古老, 富含砂砾岩和石英砂岩, 研磨性强, 可钻性差, 区域差异较大。针对该工区钻井技术难点, 制定了详细对策, 表层抑制井漏和堵漏、优选钻井液体系提高机械钻速, 优选钻头系列, 预防减少钻具失效等。通过应用实施, 取得了明显效果, 区块钻井速度大幅提高, 初步形成了一套适合该区的钻井综合提速技术。

**关键词:** 钻井; 漏失; 钻头体系; 钻井提速; 长南工区

**中图分类号:** TE242 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2013)02-0031-05

**Understanding of Difficulties in Drilling Speed Increasing in Changnan Work Area/ZHANG Guo-qi, HE Chang-jiang**  
(No.1 Drilling Company of Zhongyuan Petroleum Exploration Bureau, Puyang Henan 457001, China)

**Abstract:** According to the drilling difficulties of surface joint development, loose structure and strong permeability; rich sandy conglomerate and quartz sandstone, good abrasiveness and weak drillability as well as regional difference, the detailed countermeasures were made to control seepage, optimize drilling fluid system and bit system, improve penetration rate and prevent the failure of bottom hole assembly. The block drilling speed is largely improved in the application and implementation, and a set of comprehensive drilling speed increasing technique suitable to Changnan block preliminarily formed.

**Key words:** well drilling; seepage; bit system; drilling speed increasing; Changnan work area

## 0 前言

长南工区主要分布在靖边南部几个县区, 地质构造属于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡, 该区地质年代跨度比较大, 达5亿年之久, 地质年代较古老。依次钻遇的地层主要有第四系, 中生界侏罗系的安定组、直罗组, 延安组。二叠系延长组、纸坊组、和尚沟、刘家沟。古生界二叠系的石千峰、石盒子、山西组、太原组。石炭系的本溪组, 奥陶系的马家沟。地质分层及岩性见表1。

## 1 钻井提速的制约难点

(1) 表层地层疏松易漏、易斜, 石板层跳钻。地表开始为新生界第四系黄土层, 一般深度50~200 m, 黄土高原丘陵沟壑区, 表层具有节理发育、结构松散、渗透性强等特点, 漏失不易控制且破坏地层的胶结强度, 促进漏失加剧, 表层土质疏松容易产生井斜, 进入石板层后跳钻严重。该区表层井漏一直是制约钻井速度的难题, 有时因表层井漏要耽误10~15天时间。

(2) 延长组下部、纸坊组中上部普遍含砾, 颗粒

表1 地质分层及岩性分析(以某井为例, 海拔高度1374.98 m)

地质分层	底界深/m	岩性简述
志丹群	40	棕色砂岩与同色泥岩略等厚互层, 底部为细砂岩
安定组	140	泥岩夹泥灰岩, 底部为棕褐色砂岩
直罗组	293	浅灰绿砂岩与灰绿、灰紫色泥岩呈等厚互层, 底部为灰白、浅灰绿色含砾砂岩
延安组	575	灰白浅灰色砂岩与深灰、灰黑色泥岩等厚互层夹煤层, 下部为灰白色含砾粗砂岩
延长组	1883	灰白、灰绿色砂岩与同色泥岩互层
纸坊组	2167	杂色砂岩与棕、灰紫色泥岩略等厚互层
和尚沟组	2315	棕、灰褐色泥岩与杂色砂岩略等厚互层
刘家沟组	2559	棕红、灰紫色泥岩与杂色砂岩略等厚互层, 底部夹一层灰绿色凝灰岩
石千峰组	2814	棕褐色、灰绿色泥岩与灰绿、灰白、棕色砂岩不等厚互层
石盒子组	3088	灰褐、棕褐泥岩与灰白、灰紫、灰绿色细砂岩不等厚互层
山西组	3211	灰黑色泥岩与灰白、浅灰色含砾中~粗砂岩略等厚互层, 夹煤层及炭质泥岩
太原组	3223	煤层、深灰色~灰黑色泥岩、灰黑色灰岩与灰白色细~中砂岩
本溪组	3266	浅灰色铝土质粘土岩、粘土质铝土岩
马家沟组	3355	灰黑色灰岩夹含云灰岩

大, 分布不均, 研磨性强, 岩性差异大, 颜色杂。这段

收稿日期: 2012-07-09

作者简介: 张国旗(1971-), 男(汉族), 河南浚县人, 中原石油勘探局钻井一公司工程师, 石油工程专业, 从事石油钻井技术工作, 河南省濮阳市, huojw2008@163.com。

地层对PDC钻头损坏严重(见图1),限制了PDC钻头的使用,制约了钻井速度。



图1 PDC钻头磨损至本体尺寸

(3)本溪组地层有菱铁矿和黄铁矿,分布不均匀,PDC很难穿越,使用牙轮钻头,存在钻时慢,钻头进尺30~50 m就严重发生断齿掉齿现象,对钻井提速是一个很大的障碍;马家沟组为石灰岩和云岩地层,使用PDC和牙轮钻头钻时都很慢。

(4)钻进到纸坊组地层底部,地层中有磁性矿物质成分粘附在钻杆内壁上(见图2),流动阻力增大造成泵压开始异常升高。

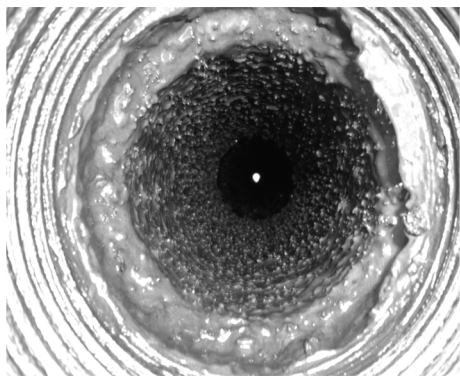


图2 钻杆内壁吸附物

(5)由于地层的特殊性,产生高频振动,钻具失效频繁发生,主要表现为中和点附近的钻铤、扶正器等公母扣断裂(见图3)。

(6)断层多,易漏失。刘家沟组砂岩为压裂性裂缝,当量密度越高裂缝越大,漏失越严重。控制钻井液密度,提高地层抗破能力,是防止刘家沟组漏失的关键。

(7)山西组底部、太原及本溪组含大段煤层,易

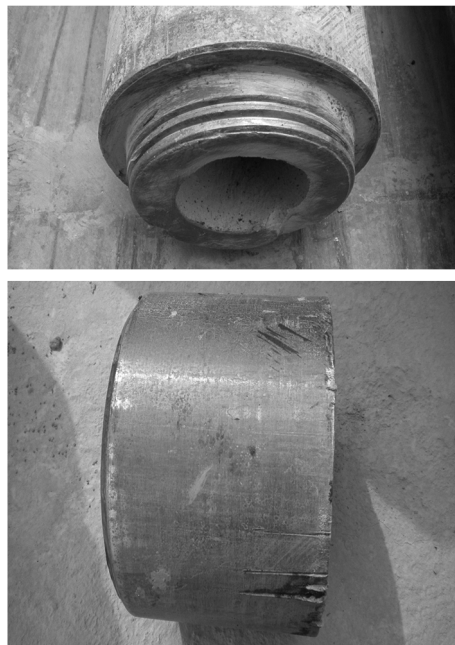


图3 钻铤公扣及母扣失效断裂

垮塌卡钻,马家沟组富含盐膏层,极易对钻井液造成污染。

## 2 针对难点采取的技术措施

### 2.1 黄土层打快技术

#### 2.1.1 防漏堵漏技术

一开地表为第四系未固结成岩的松散黄土,由于胶结性差,地层疏松,对钻井液的冲蚀敏感,在大约20~50 m井段易发生黄土层裂隙漏失,并且基本都是失返性漏失,可以看到液面,但随着裂隙被不断冲刷,漏失越来越大,堵漏难度大。在黄土层与石板层交界面也可能发生漏失,漏失量相对较小,一般少许漏失后即可恢复正常。

采用提前水化膨润土浆加适量堵漏剂抑制轻微漏失,在钻进中如果需要补充泥浆量则必须使其保持合适的粘度和堵漏剂含量。如果仍然漏失则下导管封固黄土层,根据漏失的严重性采取2种方法处理:(1)在导管脚处缠牛皮、海带等易膨胀物,见水后自行膨胀封固住导管脚堵住漏失;(2)遇到严重漏失采取下导管注水泥封固漏层的办法,使表层井漏问题基本得到解决。有效地加快了表层钻进的时间,

#### 2.1.2 PDC打快技术

该区的黄土层一般在50~150 m,以下就是石板层。以往采用SK517牙轮钻头钻表层,一般500 m表层需要1~2只牙轮钻头,牙轮钻头加压比较

大,极易造成井斜。经过对地层进行分析,尝试表层用PDC钻头钻进,在一口井试验成功后,逐渐推广应用。采用PDC钻头加入减振器钻表层,有效地保护了钻头,并且使表层井斜问题得到了很好的抑制。目前一只ZY915B PDC钻头或者P6342MJF PDC钻头可使用4~5口井的表层,使用PDC后表层钻进由原来的2~3天缩短为1~1.5天。图4显示了牙轮钻头和PDC钻头的使用情况。



表层钻进后牙轮钻头牙齿磨损严重



表层钻进3口井后的PDC钻头

图4 牙轮钻头和PDC钻头的使用情况对比

## 2.2 防漏堵漏技术

### 2.2.1 产层亏空性漏失

采取以油溶性树脂及可酸化多粒径超细碳酸钙为主的堵漏方法,漏失严重的,采取DSR或化学堵漏,以便在产层近井壁形成一层较薄的暂堵带,起到既保护产层又有效止漏的目的。

### 2.2.2 刘家沟层段严重漏失

刘家沟组是鄂尔多斯盆地区域性漏失层,漏层多、漏失量大,易出现重复漏失。根据井漏情况和在该地区的施工经验,刘家沟井漏应以预防为主,防堵结合的方法,缩短堵漏时间、减少堵漏成本、提高钻井速度。

## 2.3 防漏措施

(1)控制较低的泥浆密度,减少由于液柱压力过大压漏地层。为有效地控制泥浆密度,井队从二开开钻到进入刘家沟前50 m,采用大循环,并加入

0.2%~0.5%的强抑制絮凝剂,充分发挥絮凝于大砂坑沉淀的作用,泥浆密度控制在 $1.02 \sim 1.05 \text{ g/cm}^3$ 。

(2)提高泥浆粘度,增加泥浆的液相粘度,利用泥浆的护胶作用,在井壁形成一个屏蔽暂堵层,减少井漏。

(3)采取必要的工程措施,接单根、起下钻控制下放速度;开泵减少排量,待泵压正常后再逐渐增加排量,减少“激动”压力引起的井漏。

(4)进入刘家沟之前加入3%~5%的随钻堵漏材料预防井漏。

(5)二开进入刘家沟前采用大循环,控制泥浆密度 $< 1.02 \text{ g/cm}^3$ ,有效地降低了泥浆密度,减少由于液柱压力大引起的井漏,并在进入刘家沟组前10 m,使用了充气钻井,泥浆当量密度 $< 0.9 \text{ g/cm}^3$ 。

(6)推广应用MTC堵漏、凝胶堵漏技术,提高严重漏失层堵漏成功率。

(7)对井壁稳定的刘家沟组,应用充气钻井,最大限度降低钻井液密度,快速一次穿过漏层,然后对全部漏层进行集中堵漏。

(8)在水源充足、钻井液能够保证的前提下,要采用尽可能多的钻开漏层,然后采取集中进行堵漏的原则。

## 2.4 钻井液工艺

### 2.4.1 分阶段泥浆体系选择

#### 2.4.1.1 表层选择高粘度膨润土浆体系

鄂南区域地层岩性复杂,上部黄土层结构松软吸水性极强极易漏失,所以一开选择高粘度膨润土浆预加3%左右堵漏剂。

#### 2.4.1.2 中上部选择无土清水聚合物钻井液体系

在侏罗系直罗组、延安组、延长组主要以硬质砂岩为主,地层研磨性强,纸坊组是红色泥岩易造浆,砂岩段埋藏浅欠压实,地层易渗漏形成厚泥饼造成缩径;二叠系的石千峰组泥质砂岩含量高,地层塑性强,易水化分散,所以选择使用抑制性强、固相低的钻井液体系——无土清水聚合物钻井液,由原来小循环改为大循环,加大排量清洗井眼以排量满足携砂要求。

#### 2.4.1.3 下部选择聚磺钻井液体系

石千峰组以下地层,多为硬脆层理,微裂缝发育,选择使用聚磺钻井液体系,既抗温又具有一定的抑制性,同时满足封堵裂缝,达到稳定井壁,抑制水化膨胀的作用。进入产层前加入 $\text{CaCO}_3$ 和磺化沥青质,在井内压力的作用下有效地起到屏蔽暂堵作用,

有利于油气作业开发。

## 2.4.2 钻井液体系维护

### 2.4.2.1 表层钻进采用高膨润土含预加堵漏剂方法

一开钻井液由于上部100 m左右黄土层存在严重漏失,主要采用高含膨润土浆。

配方:预水化膨润土 8% + NaCO<sub>2</sub> 0.3% + NaOH 0.2 + HV - CMC 0.5%。

如果发现漏失直接在钻井液中加入随钻堵漏剂和复合堵漏剂,根据漏失速度准确判断是渗透性漏失或裂缝性漏失确定堵漏剂的加量,进行封堵可以解决。

### 2.4.2.2 二开石盒子组地层前采用无固相聚合物体系

根据鄂南区域地层特点,做到既要预防井径扩大,又要防止砂岩吸附钻井液形成厚泥饼。我们采用无固相聚合物钻井液体系,没有固相基本形不成较厚泥饼,聚合物有抑制钻屑分散的能力,减少井壁剥蚀、预防掉块出现形成大井眼,这样的体系达到安全、快速钻井的目的。

### 2.4.2.3 进入目的层段石盒子到完钻使用聚磺钻井液体系

进入石千峰后由于地层易垮塌掉块,回收二开泥浆前,清理3号和4号循环罐,加入K - PAM (HP)、磺化沥青粉、阳离子褐煤、腐殖酸钾、COP、LV - CMC、NaOH等处理剂转化为聚磺体系,保持适当粘切,降低钻井液失水量和改善滤饼质量,提高钻井液对地层的抑制能力和有效封堵能力。钻进时勤观察振动筛的返砂情况,发现有剥落和掉块时,加大防塌剂用量。循环系统改为小循环,开启四级净化设备,彻底清除钻井液中的有害固相,调整好钻井液性能保持合适的粘切,较低的滤失量,合理的流变参数,满足井下需求。

## 2.5 高研磨性地层钻头选型技术

### 2.5.1 高研磨性地层对钻头的影响

该区域延长组含砾,易跳钻。石千峰、石盒子组地层胶接致密,含砂砾岩以及粗粒石英砂岩,夹层多,地层研磨性强;太原组及马家沟组富含灰色灰岩、灰黑色凝灰质泥岩,地层极硬。给钻头选型带来诸多困难。

一是PDC钻头在该井段无法使用,在延246井等4口井施工中,先后选用8½ in SKH447G、8½ in SKH517G、8½ in HJ517L型钻头,断齿多达80%,只有8½ in S537GK较为适合,但牙齿小,钻时较慢。

二是地层研磨性强,夹层多,憋跳严重。延246井在2050~2063 m井段下入P156MPDC钻头,钻进时憋钻严重,打倒车将钻具甩脱,起出后一刀翼断至井底,其余复合片断损严重,钻头报废。一只8½ in HJ517L钻头(正常使用100 h)钻进40 h,牙齿磨损超过1/2。

### 2.5.2 钻头选型及改进要点

(1)强化PDC钻头的抗研磨性,在最容易受到磨损的鼻部实行进口混布齿,增加钻头的使用寿命,提高单只钻头的进尺。

(2)通过切削齿角度优化,配合井深结构对直井段钻头进行优化设计,提高直井段钻井效率。

(3)通过个性化设计应对定向井段钻头偏载、在研磨性地层中全井高转速等情况使PDC钻头使用寿命低的情况。

(4)对定向井钻头的流道优化设计,针对斜井段长,钻头排屑困难的情况,开发高效泄流槽结构,使井下的岩屑能从井底快速清理,减少其堆积造成的托压和泥包。

### 2.5.3 钻头序列优化

#### 2.5.3.1 延长油气田

延长油气田在总结近2年施工经验基础上,加强PDC钻头的攻关、优选、应用。一开根据土层深浅,采用钢齿牙轮钻头与镶齿牙轮钻头配合使用,加快一开施工进度。二开根据地层岩性,分井段选用PDC钻头,通过和大港中成钻头厂联合攻关,优选了8½ in MD9541PDC钻头、MD6521PDC钻头,从纸坊组到山西组底部都可以使用PDC钻头,攻克了双石层无法使用PDC钻头的问题。平均机械转速由5.04 m/h提高到7.36 m/h,提高幅度达46%。

#### 2.5.3.2 长南工区

长南工区优选了PDC钻头系列,表层采用ZY915BF或者P6342MJF PDC钻头,二开试验了大港中成、河北锐石、山东胜油、武汉地大、胜利博丰、胜利盛辉以及奥尤盖茨等厂家的PDC钻头,在鄂南区域使用PDC钻头取得突破,已基本形成了鄂南区域施工区PDC钻头系列。

表层采用ZY915BF、P6342MJF两种PDC钻头;二开进入延长组底部砾石层之前采用PQ5362MJ、MD9541HG、WHMEG系列PDC钻头;延长组及纸坊组含砾地层采用螺杆加HJ517牙轮钻头复合钻进;马家沟组以下地层采用P5263S钢体系列钻头;本溪组及马家沟组采用HJ537、HJ617牙轮系列钻头。

### 2.6 现场应用情况

长南市场第三轮井与前期相比,机械钻速由平均的 5.69 m/h 最快提高到 7.53 m/h, 提高 32.50%;直井钻井周期由平均的 42.29 d 缩短至 34.70 d,降低钻井周期 17.94%。

2011年鄂南区域长南和延长油矿2个市场共

计开钻 38 口,交井 37 口,进尺 124661 m,平均机械钻速 6.86 m/h(机械钻速统计水平井不含在内)。比 2010 年(平均机械钻速 5.65 m/h)提高 21.42%,同类井平均钻井周期缩短约 9 天,钻井周期缩短幅度达 22.5%。长南施工区完成井情况统计见表 2。

表 2 2011 年鄂南区域长南施工区完成井情况统计

序号	井号	队号	完深 /m	机械钻速 /( $m \cdot h^{-1}$ )	开钻日期 ~ 完钻日期	钻井周期 /d	建井周期 /d	
第一轮井	1	G68-17	40915	3326	5.65	2011.03.04-14:00~2011.04.11-4:30	37.75	49.33
	2	G69-8	40489	3858	5.72	2011.03.06-15:00~2011.04.18-13:00	42.92	54.08
第二轮井	3	G73-23	40591	3365	7.48	2011.04.22-12:00~2011.06.06-5:30	44.73	53.31
	4	G70-16	40915	3432	6.60	2011.05.01-15:00~2011.06.10-12:00	39.83	53.54
	5	G74-13	50517	3736	5.38	2011.05.09-3:00~2011.06.22-3:00	44	69.63
	6	G74-12	40489	3469	6.10	2011.05.14-0:00~2011.06.24-14:00	40.58	
第三轮井	7	G78-11	40591	3614	9.31	2011.07.01-20:00~2011.07.31-17:30	29.89	41.48
	8	G79-13	40489	3593	8.21	2011.07.25-22:00~2011.08.26-12:00	31.58	55.50
	9	G72-10	40915	3763	6.58	2011.07.28-0:00~2011.09.02-8:00	36.33	47.83
	10	G74-14	50517	3790	6.03	2011.07.14-12:00~2011.08.24-11:30	40.98	56.35

## 2.7 预防钻具失效效果显著,有效降低了钻具故障发生

针对钻具失效的问题,通过一年多的分析调查研究,制定了详细的措施,尽管钻具失效问题还不能完全避免,目前得到了较好的抑制。2009年施工的 8 口井,钻具失效的平均口井次数达到 6 次,最多的一口井发生钻具失效达到 12 次。通过公关研究采取有效措施 2010 年施工的 21 口井钻具失效降低到口井 1.82 次,2011 年口井平均钻具失效次数低于 0.8 次。

## 3 认识与建议

(1)推广使用内涂层钻杆和变频电动转盘,可避免泵压异常升高和有效降低钻具失效,从根源上解决问题。

(2)无土聚合物钻井液体系配合大循环在石盒子组地层以上使用,可大幅度提高机械钻速。

(3)建议在成本允许的情况下,在本溪组、马家沟组尝试孕镶 PDC 钻头加涡轮钻进,可解决牙轮钻头断齿严重问题,同时机械钻速也会有比较大的提高,促进钻井提速。

## 参考文献:

- [1] 王卫忠,李敬忠,向胜利,等.延长气田优快钻井技术难点分析及对策[J].化学工程与装备,2011,(2).
- [2] 柯学,冉照辉,陈建,等.苏里格气田苏 77 区块丛式井优快钻井配套技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(8).
- [3] 高航献,瞿佳,曾鹏琿.元坝地区钻井提速探索与实践[J].石油钻探技术,2010,38(4).
- [4] 梁冠民,杨成超,李德红,等.定北 8 井高温深井钻井技术实践与认识[J].钻采工艺,2010,33(5).
- [5] 卓云,喻平光,陈薇,等.蜀南地区定向浅层气井快速钻井技术[J].天然气技术,2010,4(4).
- [6] 穆国臣,陈晓峰,王雪.松南地区深井钻井提速难点与对策[J].石油钻探技术,2011,39(6).
- [7] 董振国,雷进喜,王程忠.提高塔西南麦盖提工区深井钻井速度的途径[J].钻采工艺,1998(3).

## 2013 年山东重点开展页岩油气调查评价

《中国矿业报》消息(2013-01-24) 2013 年是山东省地质找矿战略突破的关键年,山东省将努力实现地质找矿新突破,除了传统的矿业种类,页岩油气的调查评价以及基础研究也将成为山东省矿产资源开发的重点工作。

据介绍,山东省 2012 年地质找矿实现了新突破,当年评审备案新增矿产储量金 239.5 t、铁 4.5 亿 t,新发现矿产地 19 处,莱州-招远金矿整装勘查区成为全国典型。此外,山东地矿成功实现借壳上市,在资本市场上打造出全国“地矿

第一股”。

据了解,今年山东省将积极推进 6 个整装勘查区勘查,加大深部找矿力度,努力实现找矿大突破。

山东省对页岩油气的开发利用高度重视,页岩油气勘查开发工作小组已经成立。今年山东省将着重开展页岩油气调查评价及基础研究工作,摸清山东省页岩油气家底,探索建立试验区。