

# 川东北优快钻井技术

韩来聚<sup>1</sup>, 马广军<sup>1</sup>, 赵金海<sup>2</sup>

(1. 中国石化胜利石油管理局钻井工艺研究院, 山东东营 257017;

2. 中国石化石油工程技术研究院, 北京 100101)

**[摘要]** 川东北地区存在陆相地层可钻性差、高陡构造井斜严重、地层岩性变化大、压力系统复杂、易塌、易漏,“高压、高产、高含硫”勘探风险大等世界级钻井技术难题,造成的钻井复杂情况多、机械钻速慢、钻井周期长。围绕“钻井提速”这一主线,以开发与应用新工艺、新工具提高南方复杂深井钻井速度为目的,从气体钻井和垂直钻井设备引进配套和研发入手,结合已有的欠平衡钻井技术、控压降密度钻井与复合钻井技术,综合应用多种钻井技术全面提高川东北复杂深井钻井速度及井身质量,通过室内实验研究、单项技术试验和综合技术集成,形成了适应川东北地区地层特点的复杂深井优快钻井新技术体系,钻井速度大幅提高,钻井周期大幅缩短,推广应用取得了显著技术经济效益。

**[关键词]** 川东北;优快钻井;气体钻井;垂直钻井;控压降密度钻井;钻头优选;复合钻井

**[中图分类号]** TE242 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2010)10-0044-06

## 1 前言

作为中石化资源战略接替探区,川东北地区的油气勘探开发速度,不仅影响国家重大建设项目“川气东送”工程的进展,更事关国家的能源发展战略。但特殊的地质条件如“喷、漏、塌、卡、斜、硬、毒”等“世界级”钻井难题,既给川东北地区钻井工程施工带来一系列挑战,也为国内提高整体钻井技术水平,缩短与国际先进水平的差距提供了机遇。

气体钻井、垂直钻井和复合钻井技术是提高钻速的有效手段,在发达国家发展较为成熟,但就单项技术而言,都存在较大的适应性问题,只有针对特定地区的具体钻井实际优化参数,对各单项技术进行完善和提高后进行综合应用,才能形成充分发挥其技术进步作用的配套工艺和技术。

根据川东北地区地质特点和当前钻井技术发展水平,在气体钻井、自动垂直钻井、复合钻井、钻头选型

和研发、欠平衡钻井、辅助破岩工具等新工艺、新工具方面开展了一系列的科研攻关,完成了数十口井的钻井现场试验,取得了突破性进展,并在普光等重点区块进行了整体推广应用,形成了适应川东北探区地质特点的复杂深井优快钻井新技术体系,有效地提高了川东北地区钻井速度和工程质量,为川东北勘探开发任务的完成提供了有力技术保障。

## 2 钻井地质特点及技术难点分析

川东北地区须家河组及以上陆相地层砂泥岩互层,硬度高,研磨性强,上、下沙溪庙组地层属高陡构造,易井斜;地质板块裂缝发育易漏,加之上部大尺寸井眼段较长等原因极大制约了机械钻速的提高<sup>[1]</sup>。据统计,在前期常规钻井液钻井施工中,普光气田单井平均钻井周期约 330 d<sup>[2]</sup>,二开陆相地层平均机械钻速不到 1.6 m/h,其中须家河地层的机械钻速仅在 0.5 m/h 左右。施工难度大、风险高、陆相地层机械

**[收稿日期]** 2010-07-20

**[基金项目]** 国家“863”计划项目“超深井钻井关键技术研究”(2006AA06A19);中国石化重大科技攻关项目“元坝地区优质快速钻井关键技术研究”(P09084)

**[作者简介]** 韩来聚(1963-),男,山东昌邑市人,教授级高级工程师,主要从事石油工程技术研究;E-mail:hanlaiju.slyt@sinopec.com

钻速慢和钻井周期长,这一严重制约勘探开发速度的“瓶颈”问题,一直未得到较好的解决。

深部主要为海相裂缝性或孔隙性气藏,储藏地层裂缝发育,断层多,纵向产层多,压力系统多,大多数井都具有“高压、高产、高含 H<sub>2</sub>S”的“三高”特点,在影响钻井速度提高的同时,也极大增加了井控风险。

### 3 上部陆相地层防斜打快技术

#### 3.1 气体钻井技术

气体钻井是指以气体为工作介质,把钻屑从井底带到地面的一种钻井方式。雾化/泡沫钻井技术与气体钻井技术同步出现,雾是一种过渡体系,含水量增多就变成泡沫。当地层流体侵入使干气钻井系统无效时,通常实施雾化/泡沫钻井。目前气体钻井技术已在川东北地区推广应用。利用气体钻井,可大大提高钻井速度,尤其是在穿可钻性极差的须家河组地层时其技术效果尤为明显,其钻进速度是常规钻井的 5~10 倍,已发展为加快川东北气田勘探开发步伐的关键技术。

1) 实施气体钻井的必要性。气体钻井的技术优势表现在可以在井底形成有利于高效破岩的较大负压差,可大幅提高钻速<sup>[3]</sup>,并对延长钻头使用寿命,避免地层漏失,减少地层遇水膨胀垮塌极为有利,同时由于采用小钻压,在对钻压较为敏感的易斜地区,更有利于井身质量控制。因此,实施气体钻井对川东北地区勘探开发具有重大意义。

#### 2) 气体钻井安全钻进工艺。

(1) 出水量预测。钻前水层的准确预测对气体钻井顺利实施至关重要,这需要重点解决地层流体的性质判断、地层物性的解释、地层压力的解释、出水量的计算等一系列问题。根据不同测井信息对地层物性、含流体性质有不同的响应特征,目前通过分析地下存在水层时的测井响应特征,利用声波、密度、中子、电阻率等测井资料结合水文地质情况对水层进行识别,然后根据渗流力学原理及测井资料确定地层出水量,并进行定量综合预测。

(2) 井壁稳定分析。气体钻井由于避免了液柱压力对井底岩石的围压效应,大大提高了钻井机械钻速。但井眼周围岩石的力学、物理、化学平衡环境发生相应变化,原有的平衡关系被打破,经常出现井壁坍塌等复杂情况,迫使提前结束气体钻井,达不到预期的目的,浪费了时间和成本。因此,在钻前进行井壁稳定性分析是实施气体钻井技术的关键技术之

一。

通过研究发现,在气体钻井中,井眼钻开后会发生应力集中,如果应力集中超过了井壁围岩的强度,井壁进入塑性,在井眼周围出现了弹性区和塑性区,如果地应力载荷很大,井眼周围塑性软化区进一步扩展,在井眼周围会出现残余区,残余区井壁处于失稳状态。据此,建立了气体钻井井眼分析的力学分析模型,见图 1。

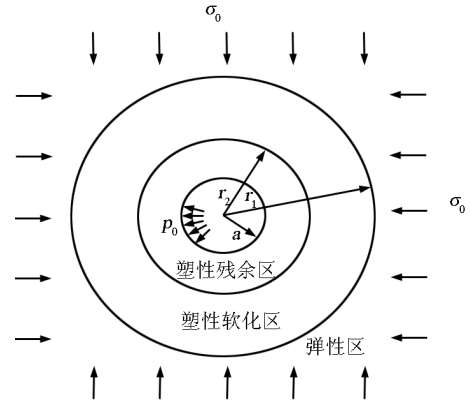


图 1 气体钻井井眼分析的力学模型

Fig. 1 Wellbore stability mechanics model of gas drilling

经过计算和推导,得到了计算和判断公式<sup>[4]</sup>,利用该公式,可根据岩石全应力应变数据及岩石的力学特性参数来获取井壁达到临界塑性状态时对应的井眼内支撑力  $P_i$  :

$$P_i = \frac{2}{1-N} \left[ \frac{AE'}{h+N} + \frac{(1-N)\sigma_o - \sigma_q}{1+N} \right] \left[ \frac{r_c}{a} \right]^{1-N} + \frac{\sigma_q(1+h) - 2AE'}{(1-N)(h+N)} - \frac{\sigma_{qr}}{h+N} \quad (1)$$

临界状态时的塑性区范围:

$$r_c = a \left\{ \frac{\frac{2}{1-N} \left[ \frac{AE'}{h+N} + \frac{(1-N)\sigma_o - \sigma_q}{1+N} \right]}{P_i - \frac{\sigma_q(1+h) - 2AE'}{(1-N)(h+N)} + \frac{\sigma_{qr}}{h+N}} \right\}^{\frac{1}{N-1}} \quad (2)$$

其中,  $N$  根据式(3)由统一的内摩擦角确定:

$$N = \frac{1 + \sin\phi_r}{1 - \sin\phi_r} \quad (3)$$

式(1)、式(2)和式(3)中,  $A$  为井壁周围岩石弹性和塑形软化交界处的弹性极限应变值;  $E'$  为岩石软化模量;  $\sigma_o$  为远场均匀地应力;  $\sigma_q$  为岩石的单向压缩的峰值强度;  $\sigma_{qr}$  为岩石的残余强度;  $h$  为岩石的软化阶段泊松比;  $a$  为井眼半径。

判断所述井眼内支撑力  $P_i$  的值是否大于零,若  $P_i$  小于零则表明气体钻井时井壁塑性没有达到临界状态,井壁保持稳定,若  $P_i$  大于零则表明气体钻井时井壁周围形成了残余塑性区,井壁发生坍塌,气体钻井不安全。

(3) 工艺参数优化。气体钻井中,岩屑的清洁是关键,根据装备配套情况和理论分析,编制了模拟软件,以优选不同条件下的最小注气量、空压机出口压力及合理钻速,既满足气体携屑的要求,又充分发挥空压机的工作能力。

(4) 井下燃爆监测。气体钻井钻遇气层时容易发生井下燃烧甚至爆炸,从而引发严重钻井事故。为保障井下施工安全,引进升级了井下燃爆监测系统,通过采集排砂管线返出气体的组分含量变化和气体循环系统压力,同步采集气测录井数据,综合应用这些信息,监测井下安全情况,一旦发现异常,可以及时采取措施,确保气体钻井井下安全。现场应用中,曾分别在分1井、河坝102井和元坝2井等三口井监测到井下燃爆迹象,及时采取了措施。避免了井下事故的发生。目前,已经从最初的纯空气钻井监测发展到氮气、泡沫钻井的监测。

### 3) 气体钻井配套技术。

(1) 空气锤钻井技术。在气体钻井中应用空气锤技术能显著提高机械钻速<sup>[5]</sup>,同时由于需要的扭矩和钻压较低,对控制井斜极为有利;另外由于井底清洗及冷却条件好,延长了钻头的使用寿命,故在许多方面优于目前油田使用的常规气体钻进技术。

空气锤和空气锤钻头是其最重要的井下工具之一,前期均为国外引进工具。应用初期常发生断落事故,后期经过不断改进,空气锤可靠性大大提高,国内相继研发出替代产品,其在气体钻井进尺中所占比例不断扩大,目前已达到50%以上。现场试验表明,采用空气牙轮钻井方式较钻井液方式提高机械钻速2~5倍,而采用空气锤,可进一步提高约两倍。

(2) 氮气钻井技术。川东北须家河组地岩石坚硬、研磨性强、钻头寿命短、机械钻速极低,钻井周期至少2个月以上,同时该段地层多含有高压气层,出于钻井施工安全考虑,前期气体钻井技术主要应用在须家河组以上地层。为保证施工安全,后期重点研究应用了氮气钻井技术,当天然气含量大于3%时应用该技术,可有效解决井下燃爆问题。在普光102-3等10多口井上应用氮气钻井技术成功安全穿越了须家河组地层这一“瓶颈井段”,平均机械钻

速达到4.61 m/h。实践证明氮气钻井既较好解决了空气钻井的燃爆问题,又发挥了气体钻井机械钻速高的优势,是安全、高效钻穿含气层段的一项有效技术。

(3) 雾化/泡沫钻井技术。气体钻井技术在钻遇出水地层后,由于钻屑遇水易在井壁形成泥环,使得钻屑无法正常返出,易导致井下复杂情况,初期多改为常规钻井液钻进。

为解决川东上部地层易出水且砂泥岩不稳定的问题,开展了抑制性可循环空气泡沫钻井液技术研究,形成了可循环气体泡沫钻井液配方及施工工艺技术。现场试验应用表明,在分1井试验中,较常规方式机械钻速提高3~5倍,正常施工时出水量多达11 m<sup>3</sup>/h,后因排污池受容量限制转为常规钻井液。在D405-1H井试验也表明,在地层出水量最大达到40 m<sup>3</sup>/h时,仍可安全施工。由此可见,泡沫钻井既解决了地层出水问题,同时保持了气体钻井的机械钻速优势,其中HF203井、新黑池1井和元坝22井均创造了泡沫钻井进尺和速度纪录。不同区块的现场应用表明,空气可循环泡沫钻井液技术以其良好的抑制和携岩性能,保证了川东北地区上部地层的井壁稳定,大幅度提高了上部地层的机械钻速。

## 3.2 自动垂直钻井技术

在川东北地区相继引进了斯伦贝谢的PowerV和贝克休斯的VertiTrak进行了垂直钻井试验,其中后者更适应易斜地区和极硬地层,具有较高的可靠性和机械钻速,在川东北应用较多,大湾3、大湾1、分1井和川西的川科1井试验表明<sup>[6,7]</sup>,在有效提高钻速的同时,井斜控制非常理想,多在0.5°以内。

为打破国外公司的垄断,国内研发了捷联式自动垂直钻井系统<sup>[8]</sup>。该系统以捷联式测控平台系统为核心,采用动态推靠方式实现钻进过程中的主动防斜、纠斜。2008年坨181井首次试验成功后,经多次现场试验后,不断进行了改进和完善。2009年在川东北分2井的试验表明,试验段井斜稳定在2.5°以内,充分释放钻压,机械钻速达1.34 m/h,比下入工具前提高130%,但工具的耐磨性和寿命需要进一步提高。目前该系统在东部、南方和西部成功应用多次,已达到工业化应用水平。

## 3.3 钻头优选和研发应用

1) 钻头优选技术。采用室内实验+现场试验的方法,对川东北地区已钻井的钻头资料和地层特性进

行统计分析和测试,在建立了川东北地区岩石可钻性剖面的基础上,应用等概钻头选型方法和技术效益指数法进行了与地层匹配的钻头类型及其钻进参数配合等方面的摸索和优选,提出了一套川东北地区钻头选型推荐方案和合理使用钻头的建议<sup>[9]</sup>。

2) 新型钻头研发。针对地层研制新型 PDC 钻头,依据首先分析地层的抗钻特性→其次研究个性

化的切削结构→再研究能满足切削结构等要求的水力结构→最后设计相应防堵外水槽结构的技术路线,先后研制成功了 11 种适合不同地层、不同钻井方式的 PDC 钻头,经过试验与推广应用,单只进尺与机械钻速多次打破川东北地区纪录,其钻达的最大井深为 7 262 m,在相同地层相同井段与牙轮钻头相比,其机械钻速最高提高达 200 % (见表 1)。

表 1 适用于川东北地区的系列 PDC 钻头

Table 1 Series of bits designed for northeast area of Sichuan

序号	型号规格	适应地层	备注
1	PK8157M - 320	雷口坡组、嘉陵江组	适用于陆相气体钻
2	PK8157M - 311.2	雷口坡组、嘉陵江组陆相气体钻	适用于陆相气体钻
3	PK8157M - 241.3	雷口坡组	
4	PK7146M - 241.3	嘉陵江组、雷口坡组	
5	PK6143MC - 241.3	飞仙关组、嘉陵江组	
6	PK8146MCD - 241.3	雷口坡组、嘉陵江组、飞仙关组	可用于定向钻井
7	PK6145MD - 241.3	雷口坡组、嘉陵江组、飞仙关组	可用于定向钻井
8	PK5144M - 165.1	飞仙关组、长兴组、嘉陵江组	
9	PK6145M - 165.1	嘉陵江组、龙潭组及以下地层	
10	PK6145MD - 187.3	雷口坡组、嘉陵江组、飞仙关组	可用于定向钻井
11	PK5144MD - 139.7	雷口坡组、嘉陵江组、飞仙关组	可用于定向钻井

此外,孕镶金刚石钻头是解决研磨性硬地层破岩难题的一种有效手段。新场 8 井和元坝 123 井应用国外公司涡轮动力钻具配合孕镶金刚石钻头,提速效果达 70 % 以上。国内研制了多种孕镶金刚石钻头,其中  $\phi 149.2$  mm 孕镶金刚石钻头在大邑 1 井须家河组地层的试验表明,在机械钻速与牙轮钻头基本相当的情况下,单只进尺是其他钻头的 3.61 倍。

### 3.4 其他新工艺和新工具试验应用

1) 控压降密度钻井技术。欠平衡钻井技术多用于保护油气层的目的,控压钻井技术多用于解决窄钻井液密度窗口安全钻进问题,在元坝 12 井和川科 1 井的试验表明,使用控压钻井技术适当降低钻井液密度,在解决超深井窄钻井液密度窗口安全钻进和提高机械钻速问题上潜力巨大。

元坝 12 井进入须四段后进行控压降密度钻进,钻进至须一段,平均机械钻速达到 1.58 m/h,提高 110.67 %。川科 1 井三开须家河组井段存在不同压力体系,应用该技术保证了安全钻进的同时相比常规方式提高机械钻速 30 %,打破了高低压地层用套管封隔的传统施工方式,为解决窄钻井液密度窗口安全钻进问题和提高机械钻速问题提供了一条行之有效的技术方案。这项技术已经成为非气体钻井井段的重要提速手段,在川东北逐步推广应用。

2) 辅助破岩工具。水力脉冲空化射流工具是

一种先进的辅助破岩工具<sup>[10]</sup>,它利用叶轮总成与自激振荡腔室产生负压脉冲,有助于克服井底高围压,促使空化产生,从而大大增强深井射流破岩作用,改善井底净化效果,提高机械钻速。目前已研制开发了 3 种规格的空化射流工具,在西部和南方进行了大量试验应用,其中川东北地区的元坝 12 井首次试验中,在 4 100 ~ 4 141 m 井段机械钻速提高 30.20 %;经过改进,在元坝 16 井 3 971 ~ 4 028.38 m 井段试验,机械钻速平均提高 137.5 %,提速效果非常显著。

3) 机械式无线测斜仪。机械式无线随钻测斜仪井下仪器为精密机械结构<sup>[11]</sup>,没有复杂的电路和电子元件,不需电源,受温度和井深影响较小,因此具有很强的适应性,成本低廉,可实现随钻测量,因此具有较大应用价值。自 2006 年以来,已先后在川东北地区的 12 口井应用,实时监测井斜变化,及时调整措施,防止井斜超标。特别是该仪器最大抗温达 250 °C,最大工作井深 7 000 m,在其他仪器无法应用的恶劣条件下,具有不可替代的应用价值。

## 4 深部海相地层复合钻井提速技术

利用井下动力钻具 + 高效钻头复合钻进是提高机械钻速的有效手段。川东北地区通过对螺杆钻具选型、优化钻具组合、优选钻井参数和优化匹配螺杆钻具与 PDC 钻头等技术手段,大幅提高了海相地层

机械钻速<sup>[12]</sup>。从海相地层推广应用复合钻井技术提速效果非常显著总体幅度达到32.9%,其中雷口坡组、嘉陵江组和飞仙关组地层提速幅度分别达到26.4%、27.1%和72.08%。

## 5 应用效果

通过不断攻关研究,形成了适应川东北复杂地质特点的钻井技术配套体系,取得了一系列技术指标和突破性进展。经过大面积应用和推广,该技术体系取得了巨大成功:上部陆相地层采用气体钻井机械钻速提高3~8倍,下部海相地层优选PDC钻头采用复合钻井进行防斜打快,机械钻速提高26%~72%;钻井周期缩短60~90d;严重漏失、井斜等钻井复杂问题得到较好解决和控制;技术体系进一步完善,钻探能力大幅度提高,实现了以技术进步带动经济效益提高的目标。

## 6 认识与建议

### 6.1 认识

1)通过研究攻关,形成了适应川东北探区的钻井新技术配套体系:上部陆相地层推广应用气体钻井技术,优选气体钻井方式和参数,尽量配合空气锤,大幅加快钻井速度;在钻井液钻井条件下,在易斜地层施工使用机械式无线随钻测斜仪监测井斜,适时采用自动垂直钻井技术;在可钻性差地层推荐使用水力脉冲空化射流工具,以提高陆相地层防斜打快效果和井身质量。在深部海相地层推广应用高效PDC钻头+动力钻具复合钻井技术,有效提高深部地层机械钻速。此外,应用钻头优选技术结合自主研发,进行钻头系列优化以提高破岩效率;在窄密度窗口井段优先采用欠平衡/控压钻井技术,以解决安全钻井和提高钻速两个技术难题。

2)配套装备和集成创新的气体钻井技术在石化川东北区块试验和应用取得了前所未有的成功,机械钻速成倍提高,钻井周期大大缩短,严重漏失、井斜等钻井复杂问题得到较好控制。

3)机械式无线随钻测斜仪解决了超深井随钻测斜的技术难题,自动垂直钻井技术很好地解决了川东北地区井斜问题,国内的自动垂直钻井工具有了质的发展,但是与国外相比还存在着一定差距,目前正在加大对该技术的研究和试验力度。

4)针对地层设计个性化新型金刚石钻头的方法,在海相地层试验应用取得突出效果,对于高硬、高研磨性陆相地层特别是须家河组应加快研究适用

的新型孕镶金刚石钻头。

5)复合钻井技术在川东北海相地层应用效果突出,下一步重点试验应用等壁厚长寿命螺杆钻具或涡轮钻具+孕镶金刚石钻头等复合钻井组合方式,以期解决陆相须家河组等高硬高研磨地层的提速难题,进一步提高应用效益。

### 6.2 建议

1)空气钻井在周围井眼产生微裂缝,在钻遇出水地层后再转化为空气泡沫钻井,易造成所钻地层的不稳定。建议在可能出水的地质直接采用气体泡沫钻井施工。

2)元坝地区上沙溪庙组底部存在垮塌层,目前气体钻井尚无法穿越,限制了气体钻井的应用,应进一步开展相关研究。

3)川东北地区的勘探深度在不断增加,目前已在元坝区块储层埋深在7000m以深的开发井中大量设计部署了水平井,建议研究7000m以深超深井水平井优快钻井技术。

4)欠平衡/控压钻井技术在超深井中尚需深化应用,实现在更长的井段中安全应用。

## 参考文献

- [1] 陈济峰,李根生,万立夫.川东北地区钻井难点及对策[J].石油钻探技术,2009,37(6):48-52
- [2] 张克勤,侯树刚.提高川东北及普光气田钻井速度配套技术[J].钻采工艺,2008,31(6):20-23
- [3] 陈济峰,燕修良,高航献.川东北地区气体钻井技术实践与认识[J].石油钻探技术,2009,37(4):39-42
- [4] 邓金根,燕修良,蔚宝华,等.一种适用于气体钻井的井壁稳定性预测方法[P].中国:101392647A,2009-3-25
- [5] 侯树刚,刘新义,杨玉坤.气体钻井技术在川东北地区的应用[J].石油钻探技术,2008,36(3):24-28
- [6] 刘伟,李晓亮.垂直钻井技术在川东北的应用[J].石油矿场机械,2008,37(4):75-77
- [7] 韩来聚,倪红坚,赵金海,等.机械式自动垂直钻井工具的研制[J].石油学报,2008,29(5):66-68
- [8] 王锡洲.捷联式自动垂直钻井系统的研制及现场试验[J].石油钻探技术,2010,38(3):13-16
- [9] 李祖奎.川东北地区钻头选型与推荐研究[A].黑鲁石油学会钻井新技术研讨会论文集[C].2008
- [10] 王敏生,王智锋,李作会,等.水力脉冲式钻井工具的研制与应用[J].石油机械,2006,34(5):27-28
- [11] 韩玉玺,李进付,蔡文军.机械式无线随钻测斜仪在深井超深井中的现场应用[J].钻采工艺,2007,30(3):21-22
- [12] 王希勇,朱礼平,胡大梁,等.复合钻井技术在川东北地区的应用[J].天然气工业,2008,11(4):77-79

# The optimum drilling technique in the northeast area of Sichuan

Han Laiju<sup>1</sup>, Ma Guangjun<sup>1</sup>, Zhao Jinhai<sup>2</sup>

(1. Drilling Technology Research Institute, Shengli Petroleum Administration, SINOPEC, Dongying, Shandong 257017, China; 2. Sinopec Research Institute of Petroleum Engineering, Beijing 100101 China)

[**Abstract**] Geological conditions in northeast area of Sichuan are complicated, such as poor drillability in terrestrial formation, severe deviation in high angle structural belt. Pressure system and strata lithology in this area is also complicated, which causes many complex cases and accidents like lost circulation and collapse when drilling. Besides these, this area have “high pressure, high production, high sourness” features. ROP was slow and drilling cycle was long. In order to increase ROP of complicated deepwell in south China, through introducing and developing new technology and new tools, like gas drilling and vertical drilling equipments, combined with existing techniques such as underbalanced drilling, compound drilling, optimum drilling technique system fit for complicated deepwell in northeast area of Sichuan was formed, which improved ROP and wellbore quality of complicated deepwell in south China.

[**Key words**] northeast area of Sichuan; optimum drilling; gas drilling; vertical drilling; MPD with lower-density drilling fluid; bit optimization; compound drilling

---

(上接 34 页)

## The exploration and development engineering technology for ultra deep and high acid gas field in Northeast Sichuan

Shen Chen

( Exploration and Production Dept. SINOPEC, Beijing 100728, China)

[**Abstract**] High H<sub>2</sub>S and CO<sub>2</sub> content, complicated geological condition and field environment brings so many world-classic problems to the exploration and development engineering in Northeast Sichuan gas field. By introduction, research and practice, serial techniques such as drilling, gas test, and completion workover, etc., for the ultra deep and highly acidic gas field were gradually formed. Therefore Puguang Gas Field, for the first time, such reservoir is safely developed in China. This paper introduced these techniques briefly to provide reference for domestic similar gas fields and give many proposals to expand the exploration and development engineering techniques of ultra deep and highly acidic gas field.

[**Key words**] Northeast Sichuan; ultra-deep well; high sulfur; exploration and development; drilling; completion