

# 我国第一口天然气分支井的设计和施工技术<sup>\*</sup>

蒋祖军 徐 进 黄 彬  
(中石化新星公司西南石油局)

蒋祖军等.我国第一口天然气分支井的设计和施工技术.天然气工业,2003;23(3):55~59

**摘 要** 分支井技术可以从一个主井眼中钻成多个相互独立的、可以再次进入的、具有压力封隔效果的分支井,并能进行完井作业。新浅 90 分支井是由西南石油局设计并施工的中国国内第一口天然气分支井,并在国内首次进行加砂压裂并获圆满成功,也是我国第一口达到 TAML 五级标准的分支井。该井在吸收国内外成功经验的基础上,研究出了一套适合于气井作业的分支井钻井完井配套工艺技术。结合川西地区气井多产层、高压力梯度、河道砂体岩性变化大等地质特点,该井组主井眼和分支井眼均采用套管固井、射孔完成,通过双油管 and 双封隔器的完井管柱实现了主井眼和分支井眼的层间压力分隔和分井压裂、分井采气。

**主题词** 天然气 钻井 分支井 设计 技术

早在 1953 年就在俄罗斯的一个油田钻成了第一口多分支井,但是由于当时技术水平的限制,在相当长的时期内其应用范围十分有限。上世纪 90 年代开始,分支井技术才得到充分发展,并被看作一种

经济可行的油气田开发手段。随着分支井应用的日益增多,在 1997 年制定了国际上统一的分支井分级标准:一级是主井眼和分支井眼都是裸眼;二级是指主井眼下套管并注水泥,分支井裸眼或只放筛管而

4 223 m(段长 208 m)为有效油层井段,累计有效油层井段长 266 m(包括部分斜井段),占钻遇油层后整个钻进进尺的 78%。该井到 2001 年 2 月底已累积生产 94 d,累计采油 4 875 t。在初期采用 12 mm 油嘴获日产油 112 t,后用 6 mm 油嘴日产油稳定在 56 ~ 65 t 左右。该井初期产量是研究工区发现井莫 005 井相同层位试油初期产量(30.36 t/d)的 3.7 倍。此外,其它两口水平井 MBHW01、MBHW02 井利用随钻测井曲线和模拟曲线进行地质导向钻达目标油层后也见到了相当好的产能效益。

## 结论与建议

在无随钻电阻率和中子测井资料时,利用邻井的随钻测井和录井资料采用回归分析和神经网络法建立  $RaWD$  和  $CNWD$  预测模型可近似地构造随钻测井曲线,利用该曲线并结合录井资料可提高地质导向钻井的能力。该法简便可行,具有推广应用价值。在莫北油田随钻测井资料单一的情况下,将该

法应用于 MBHW04 井等水平井的实时钻井中,随钻模拟测井曲线发挥了重要的作用,取得了明显的地质导向效果。

建议油田在加大引进和研制随钻测井仪器的同时,在一个新区钻水平井时不但要进行随钻伽马测井,而且要进行多探测深度的随钻电阻率、多方位的孔隙度和密度测井甚至随钻成像测井。

## 参 考 文 献

- 1 王若等.随钻测井技术发展史.石油仪器,2001;15(2):5~7
- 2 时鹏程等.面向地质导向应用的前导模拟技术研究.测井技术,2000;24(6):415~419
- 3 Bornemann E, Hodenfield K, and etc: The Application and Accuracy of Geological Information From a Logging- While - Drilling Density Tool, SPWLA 第 39 届测井会议论文集,1998

(收稿日期 2002-10-16 编辑 钟水清)

<sup>\*</sup> 本文系国家矿产资源保护项目——川西地区提高综合开发效益的钻井技术改造(KB2000-08)成果。

作者简介:蒋祖军,1965 年生,高级工程师;1987 年毕业于西南石油学院钻井工程专业,2001 年获硕士学位,现任西南石油局工程管理处副处长。地址:(610081)四川省成都市一环路北四段 116 号。电话:(028) 83332301。

不注水泥; 三级是指主井眼和分支井眼都下套管, 主井眼注水泥而分支井眼不注水泥; 四级是指主井眼和分支井眼都在连结处下套管并注水泥; 五级具有三级和四级分支井连接技术的特点, 还增加了可在分支井衬管和主套管连接处提供压力密封的完井装置; 六级是指连接处压力整体性——连接部压力与井筒压力一致, 是一个整体性压力, 可通过下套管取得, 而不依靠井下完井工具。

国外大量实践证实, 分支井技术具有比丛式井、水平井更多的优点, 并且分支井的斜井段能够有效增大储层的泄油气面积, 使油气井产量有望超过常规井达到的产量, 其效益要比定向井、水平井高。我国大部分油气田已处于开发中后期, 开发难度越来越大, 急需在工艺技术上取得新的突破, 分支井技术开始引起大家的兴趣, 也越来越受到各大油气田决策者们的重视。

目前国内分支井钻井技术还处于起步试验阶段, 尽管新疆在 1998 年引进国外技术进行我国真正意义上的分支井的尝试, 但它是针对油井的裸眼完井, 其技术等级仅仅限于一级; 此后, 辽河、胜利油田于九十年代后期开始致力于该项技术的研究, 对分支井的钻井工艺及完井工艺进行了研究, 目前针对油井已钻成三口分支井, 其完井工艺水平达到国际 TAML 分类 4 级。此外南海西部石油公司也在海上油田引进贝克休斯公司的工具和技术完成了一口油井分支井, 其完井技术等级也是四级。

川西地区应用分支井的主要难题

川西地区从九十年代末开始大量试验并推广丛式井、老井侧钻技术并在油气勘探开发中取得显著社会效益, 为分支井的试验打下了基础。但是, 分支井尽管在国内其他油气田进行试验并取得初步成功, 但其工艺和配套工具都还处于摸索阶段, 而且在川西地区开展天然气分支井钻井完井技术面临着更多急需攻克的难题: ①分支井技术目前在国内外都主要应用于油井, 在气井中的应用国内尚无先例。②就气井钻井而言, 对井身结构和井身质量的要求都较油井高, 特别是对井筒的密封性和承压能力提出较高要求。③气井固井防气窜问题未能根本解决, 而气窜将给开窗和窗口密封工作带来困难。一旦窜气严重, 或者窗口密封性差, 将可能使整个工程前功尽弃。④分支井往往是大斜度定向井或水平井, 而川西地区地层稳定性差、岩性变化大, 将增加定向钻井的井身轨迹控制难度, 特别是对稳斜工艺

提出了更高的要求。⑤由于国内已完成的分支井完井后未采取增产措施, 而川西地区多储层、多压力系统以及致密砂岩的储层特性要求分支井的完井工艺需满足分井加砂压裂、排液以及后期修井及采气要求, 这使我们不得不考虑采用有别于油井的气井完井及采气工艺, 其工艺更复杂、难度更高。

分支井的钻井设计

(1) 地质设计

新浅 90 分支井组部署于四川盆地新场构造北翼, 设计为双分支井。其中新浅 90 井为直井, 是分支井主井眼。新浅 90- 2 井是分支井, 是一口大斜度定向井。新浅 90- 2 分支井设计斜深 1 398. 09 m, 垂深 1 100. 00 m, 闭合方位 166. 500°, 最大水平位移 655. 65 m。

(2) 井身结构设计

井身结构: ①尽量选择较大尺寸的分支井, 以利于钻井、完井及采气作业; ②套管的下深应根据地质目的、开窗点和特殊工具的座放位置来确定; ③尾管悬挂器的位置由开窗点的位置和所采用的回接系统的要求来确定。根据这些要求, 新浅 90 分支井组选择在  $\phi 244. 5$  mm 套管内开窗, 井身结构设计见表 1。主、分支井眼均采用固井射孔完井。其中: 新浅 90 井水泥返至地面, 新浅 90-2 分支井水泥返至窗口重复段。

表 1 新浅 90 分支井组井身结构设计

新浅 90 井 (主井眼)	钻头程序	$\phi 311. 2$ mm $\times$ 550 m+ $\phi 190$ mm $\times$ (550~ 1 100 m)
	套管程序	$\phi 244. 47$ mm $\times$ 548 m+ $\phi 139. 7$ mm $\times$ (460~ 1 098 m)
新浅 90-2 井 (分支井)	钻头程序	$\phi 215. 9$ mm $\times$ (450~ 1 398 m)
	套管程序	$\phi 139. 7$ mm $\times$ (450~ 1 396 m)

(3) 钻柱设计

分支井的钻柱设计应满足以下要求: ①必须满足分支井特殊作业的需要; ②最大限度地降低扭矩和摩阻; ③钻杆应有较高的抗拉强度; ④必须满足井眼轨迹控制的要求。根据上述原则, 在新浅 90-2 井分支井中, 设计的钻柱组合为: 开窗段采用开窗铣锥加塔式钻具; 造斜段采用 PDC 钻头加单弯螺杆钻具组合; 稳斜段采用 PDC 钻头加双稳定器的稳斜钻具组合。

(4) 钻井工艺设计

新浅 90 井是一口直井, 采用  $\phi 190$  mm Rx PDC 钻达 1 100 m 井深进行电测后下入  $\phi 139$  mm 尾管

管柱组合。分支井钻井工艺: ①采用陀螺测量下定向套的方位, 调整造斜器方位至设计位置, 下入可回收式造斜器及定位装置。②下铣锥开窗。③下磨鞋修窗口。④确认窗口畅通无阻后, 下入牙轮钻头钻进 10~15 m。⑤定向钻分支井眼, 完钻后进行电测井。⑥起出可回收式造斜器, 下入导斜器。⑦下套管进行尾管悬挂固井。此种工艺较简单, 成本较低, 可靠性较高, 在新浅 90 分支井组施工中得到成功应用。

#### (5) 分支井窗口位置选择及开窗工艺

分支井窗口位置的选择除了常规开窗侧钻井的要求外, 还应遵循以下原则: ①分支井窗口位置在钻井施工能钻达目标的条件下尽量低选。其主要目的是当分支井因事故不能生产或因地层均质性很差而仍有死油气区存在时, 还有再钻侧钻井或分支井的可能。②分支井窗口位置应选在套管本体上, 最好离套管接箍 2 m 以上。若侧钻开窗伤及套管接箍, 势必影响主井眼套管的连接强度。因此, 在新浅 90 分支井的窗口位置选择在固井质量较好的砂岩层 450 m 左右井段。与常规侧钻井相比, 分支井开窗难度大, 并且要求高。其难度体现在: 分支井开窗所用的可回收式斜向器自由度大, 铣锥磨铣过程中钻具蹩跳严重, 极易造成钻具蹩断等恶性事故。此外, 分支井工艺对窗口要求高: 第一, 开窗必须一次成功, 否则将造成开窗不成功处以下其它分支报废, 第二, 窗口必须规则, 无毛刺, 否则完井工具及以后生产过程中的其它工具无法顺利通过。开窗定位系统主要有: 造斜器、导斜器、上定向套、开窗复式铣锥及专用打捞矛。作为套管开窗侧钻分支井, 开窗关键工具为可回收式造斜器和与其匹配的铣锥。新浅 90 分支井组采用的可回收式造斜器由造斜器和上、下定向套组成。造斜器由本体和带回收孔的斜面组成。造斜器方位的摆放和锚定由上、下定向套确定。开窗后的造斜器回收和坐放由斜面上的回收孔及专用打捞矛来完成。由于分支井造斜器斜面形状及其长度、造斜工具面角度与常规斜向器有异, 开窗需选用与之相匹配的铣锥。

#### (6) 井眼轨迹控制技术

井眼轨迹控制的关键是井下钻具组合按设计造斜率进行增斜和稳斜的能力。根据在川西地区定向井施工经验, 由于地层因素, 稳斜施工难度很大。同时根据开窗的需要, 新浅 90—2 分支井在进行轨道

设计时, 采用降低造斜点以减少稳斜段, 因而实钻中井斜很大, 最大井斜角达  $70.16^\circ$ , 因而增加了本井造斜、增斜、稳斜施工的难度。但经过加强井眼轨迹监测并及时调整钻具组合, 确保井眼轨迹顺利中靶。

#### (7) 分支井钻井液体系

新浅 90 井的 0~550 m 井段采用膨润土钻井液, 550~1100 m 井段采用的是水基钾铵聚合物钻井液。在分支井开窗和造斜段采用了普通膨润土钻井液、定向钻进中则采用了聚磺防卡钻井液。

## 分支井完井工艺

#### (1) 分支井完井原则

1) 分支井是一个复杂的受力系统, 其完井技术应力求保持各受力部位的力学完整性, 以保证气井合理的使用寿命。

2) 分支井作为一个多压力系统的统一体, 其完井技术应努力保持其液压密封性, 以保证井眼正常生产和各项增产及测试工作的顺利实施。

3) 分支井是一个完整的流通系统, 其完井技术应保持主井眼与各分支井眼的连通性, 以保证各分支井眼的流体顺利流入主井眼, 充分发挥各分支井眼的生产能力。

4) 保证分支井眼的再进入能力。使各种下井管柱、工具、仪器等能顺利地进出任一指定的分支井眼, 以利于后期各项作业的实施。

5) 对开发具有不同压力系统、不同层位的分支井, 还应具有分层开发、分层作业的可能性。

6) 要满足经济实用性, 这是分支井完井的最根本的原则, 既要满足开采工艺技术要求, 又要有较高的经济效益。

#### (2) 完井系统及配套工具

新浅 90 分支井组完井系统的组成: 主要由主井眼管柱组合、分支井管柱组合和主支井眼管柱相贯总成三部分组成。①主井眼管柱主要由悬挂封隔器、 $f130\text{ mm}$  修井定向套、 $f150\text{ mm}$  修井定向套、 $f178\text{ mm}$  下定向套、主井眼封隔器、调长管组成; ②分支井管柱组合采用内管柱注水泥固井方式, 有引鞋、阻流环、插管式阻流环、丢手工具总成; ③主、支井管柱相贯总成由导斜器、斜面定向悬挂头、预开孔套管等组成。采用主、支井管柱相贯方式, 能在保持较大主井眼通径的同时, 满足主、支井眼连接处力学完整性的要求, 并在注水泥固井后较好地满足该处

液压密封性的要求。配套工具主要有: ①分支井再进入工具设计了可通过自动定位定向的随钻可调式导斜器; ②分支井套管定向悬挂工具为一种多功能定向悬挂工具, 能按送入完井管柱一定向悬挂—管柱丢手—注水泥固井—洗井的次序完成分支井的完井作业; ③分支井套管丢手工具: 它要按设计完成分支井套管柱的送入、悬挂、丢手、注水泥、洗井等一系列施工任务; ④主井眼密封工具, 主井眼完井管柱设计中增加了大通径抗扭主井眼套管封隔器和内斜密封分支井定向工具, 该工具采用双重密封封隔措施, 保证了主井眼与其环空完全分隔; ⑤分支井完井管柱定向悬挂工具能够使分支井完井管柱自动定位定向, 保证了分支井管柱定位定向悬挂的准确性、可靠性和可操作性; ⑥插入套阻流环总成采用的球式单流阀, 能满足循环时畅通, 停泵时防止环空水泥浆倒流的要求。

### (3) 分支井完井方案

采取双油管分层开采的完井方案。即: 畅通主、支井眼后, 分别对分支井、主井眼进行射孔, 然后在主井眼中送入插管式封隔器、分支井中下入带压差式封隔器的压裂管柱, 采用双管采气井口分别控制对两井进行加砂压裂及采气。该套方案具有以下几个优点: ①实现了主支井眼的层间封隔, 避免了加砂压裂时窗口承受高压; ②可同时求取主井及分支井的地层压力参数; ③可有控制地对主井及分支井进行分井加砂压裂和采气; ④能适应川西地区勘探开发需要, 具有推广价值。

## 分支井技术的施工

### (1) 钻井施工技术

1) 新浅 90 井一开井段钻井施工有以下难点: ①防垮塌: 第四系地层为未胶结砂砾岩, 较疏松; ②防斜打直: 同井场除新浅 90 井分支井组外, 还有新浅 90—1 定向井, 分支井在表层套管开窗, 这要求表层井眼要直。在施工中主要采取如下技术措施: ①采用高粘切高钻井液; ②严格控制钻压; ③适当控制排量。

2) 新浅 90 井在第二次开钻前选用  $\phi 215.9$  mm HJ517 钻头扫完水泥塞钻进 4.00 m, 在 554.00 m 井深作地层承压试验后, 再起钻更换为  $\phi 190.5$  mm R536 钻头钻进。

3) 新浅 90—2 井是以新浅 90 井为主井眼的分

支井, 各井段的施工重点和难点主要有: ①在套管开窗结束后用普通钻具组合钻出窗口 21.01 m 进行测斜, 转入定向造斜; ②造斜段(470.61~912.64 m)施工重点及难点: 控制造斜率, 确保井眼轨迹平滑, 正确判断井内情况, 防钻头过窗口损坏, 防井喷; ③稳斜井段(912.64~1398.09 m)施工的难点: 在 960 m 井深后由于井斜角较大, 用常规测斜方法, 依靠测斜仪自重不能下放到井底无磁钻具内, 甚至采用自浮式测斜仪也不能顺利测得井斜、方位。这为下部井段井眼轨迹控制增加了难度; 井眼轨迹复杂, 易引起井下复杂情况; 随井深增加, 摩阻、扭矩随之增加, 易引起井下、设备事故; 井斜大, 钻井液携带岩屑困难。针对以上施工难点及重点, 实施以下技术措施: 勤巡回检查设备, 发现异常, 及时处理, 消除事故隐患; 每钻进 40 m, 起钻至 850 m 井深投入电子多点测斜仪, 再下钻到底; 用好固控设备、加足润滑剂维护好泥浆性能, 确保井眼稳定, 减小摩阻, 增强携砂能力; 起下钻、加单根, 尤其是钻头过窗口时操作平稳, 遇阻时只得用手动大钳平稳转动, 上下活动钻具平稳, 不得猛提猛放、硬压、强旋转, 否则下入铣锥修窗口; 坚持勤测点, 掌握井斜, 方位变化规律, 控制好井眼轨迹, 确保中靶; 规定由正副司钻操作刹把, 操作平稳, 使钻具在井内静置时间不超过 3 min。

### (2) 完井施工工艺

1) 主井眼固井工艺。主井眼尾管串结构: 引鞋+1根套管+浮箍+56根套管+悬挂封隔器+座挂定向套及开窗工具+ $\phi 177.8$  mm 套管+主井眼封隔器+送入钻具  $\phi 127$  mm 钻杆到井口。施工工序: ①按主井眼完井管串结构顺序连接管柱, 并下入到井内; ②下到预定位置, 开泵循环; ③向井内投入一个  $\phi 45$  mm 的钢球, 连接水泥车打压; ④打压过程中, 压力变化从  $7 \sim 18$  MPa, 伴随着井口管柱抖动、压力泄掉, 完成悬挂丢手过程; ⑤沟通循环, 按固井设计要求泵入定量的前置液及水泥浆; ⑥顶替并压入变径胶塞, 最后碰压 10 MPa; ⑦下压管柱 150 kN, 再上提 2 m、循环起钻。

2) 分支井眼固井工艺。完井管串结构:  $\phi 196$  mm 引鞋+1根  $\phi 139.7$  mm 套管+浮箍+1根  $\phi 139.7$  mm+浮箍+1根  $\phi 139.7$  mm 套管+注水泥插入装置+ $\phi 139.7$  mm 套管 88 根+变扣接头+ $\phi 177.8$  mm 套管 1 根+丢手装置+预开孔悬挂装置+ $\phi 177.8$  mm 套管短节 1 根+主井眼喇叭口。

内管柱结构: 内插管+  $\phi 60.3$  mm 油管 90 根+  $\phi 60.3$  mm 油管短节 1 根+ 丢手装置+  $\phi 89$  mm 钻杆 1 根+ 变扣接头+ 送入钻具。施工工序: ①首先按顺序下入完井管串, 下到  $\phi 177.8$  mm 套管、开始接内管柱, 然后通过丢手装置的连接, 把内外管柱一起下入到井内; ②在下到预定位置之前, 控制下放速度, 通过多次旋转钻具及套管, 视其悬重变化及方入变化来判断预开孔套管是否正确坐到导斜器的位置; ③向管柱内投入一个  $\phi 60$  mm 的钢球, 水泥车打压 15 MPa、丢手正常; ④开泵循环一周后, 下放管柱 3 m, 下压管柱 50 kN, 开始正常固井注水泥作业; ⑤顶替完以后, 循环洗井。候凝以后, 在主井眼和分支井眼留有混浆段和少量的水泥塞。

3) 窗口密封工艺。主、支井眼相贯处的力学完整性较好, 但固井时水泥浆收缩和下沉在所难免。气井和油井不同, 气井对窗口的密封性要求较高, 同时考虑到加砂压裂需要, 需补注窗口密封液以提高窗口的承压能力。在新浅 90—2 分支井眼固井、扫水泥塞后, 向窗口挤入超细水泥浆。经试压证明了窗口的承压能力大于 15 MPa(大于产层关井压力)。

4) 井眼准备。采用随钻可调式导斜器, 完成了分支井的扫水泥塞作业, 实现了分支井的再进入; 安装 KQ52 $\times$ 65—21 型双管采气井口装置, 全井筒试压 10 MPa 合格; 对主井眼进行刮管、通径; 下修井导斜器; 对分支井眼进行刮管、通径、试压; 组下带压差式封隔器的试压管柱对分支井  $\phi 139.7$  mm 油层套管试压 25 MPa, 合格; 用卡瓦式打捞矛打捞出修井导斜器; 下入带  $\phi 117$  mm 铣鞋的通井管柱对主井眼通井并实探人工井底(确保满足测试要求), 大排量洗井至进出口水质一致; 将主支井眼中洗井液替换为优质射孔液。

5) 射孔。采用加压射孔工艺对新浅 90—2 井(分支井)射孔, 射开井段 1 323.01~1 335.01 m; 对新浅 90 井(主井)接油管射孔; 射开井段 1 019.04~1 025.04 m。

6) 加砂压裂工艺流程。①对主井眼通井、刮管至 950 m; ②主井眼内组下插管式封隔器, 采用油管送入; ③座封插管式封隔器, 座封后起出送入管柱;

④下分支井眼加砂压裂管柱, 采用弯油管导入下分支井压裂管柱; ⑤下主井眼压裂管柱, 插管插入插管式封隔器; ⑥安装双管采气井口装置; ⑦压裂施工。

7) 压后测试。通过双油管井口控制排尽主井眼和分支井眼积液后分别对两井测试求产, 结果如下: 主井眼新浅 90 井: 获天然气产量  $0.3236 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ; 分支井眼新浅 90—2 井: 获天然气产量  $0.7518 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

## 结 束 语

(1) 根据分支井从复杂性和功能性进行等级评定的标准来看, 新浅 90 分支井组完全满足了分支井的“连通性、隔离性和可及性”三个特性。该井组从 2002 年 5 月投产半年, 生产情况和井内情况正常, 表明所采用的工艺技术是成功的, 完全达到设计要求。

(2) 新浅 90 井经过努力, 逐步完善了各项工艺技术, 最终获得成功, 并取得了重要成果: ①圆满完成了我国第一口完井工艺水平达到国际 TAML 分类五级的分支井; ②研制成功了双油管采气井口装置; ③初步形成了气井分支井钻井完井工艺技术及其配套工具; ④施工的新浅 90—2 井创造了川西地区同类井造斜率最高、造斜点最深、井斜角最大等新纪录。

(3) 多底井/分支井钻井技术是继“八五”水平井、“九五”侧钻水平井技术之后发展起来的具有高科技含量、高施工难度、高操作风险的钻井技术, 国外实践表明: 多底井/分支井是今后油田降低钻井成本、提高采收率的重要手段。分支井要在我国进推广应用并取得明显的社会效益, 既需要科研人员的刻苦攻关, 又需要各个部门、各个环节的密切配合。

(4) 新浅 90 分支井的成功标志着川西地区的钻井完井技术又上了一个新的台阶, 标志着完井技术已在世界石油尖端技术攻关中取得了可喜的进步。但是, 由于工艺技术水平、工具配套等方面还存在一些不太完善的地方, 还有很多方面需要进行更加深入的研究。

(收稿日期 2002-12-16 编辑 钟水清)

agement, decreasing shut-in time, increasing production time and improving gas well utilization, etc. The gas well utilization includes two aspects: one is to cause the wells, which should be put into production in a particular period, to be put into production as far as possible; and the other is fully to utilize the gas wells, which have been put into production, as far as possible. On the basis of calculating the time utilization indexes of gas wells, by use of exponential law the gas well time utilization and comprehensive utilization rates are analyzed respectively in the paper according to the planned number of wells produced and the changes in gas well utilization rate and gas production time rate, and the principal factors influencing the gas well time utilization and comprehensive utilization have been found, thus enhancing the gas well time utilization.

**SUBJECT HEADINGS:** Gas well, Time, Utilization, Analysis

**Chen Wu**, born in 1963, is an associate professor. Add: Nanchong, Sichuan (637001), China Tel: (0817) 2642764

## RESEARCH ON THE ACIDIZING PLUG-REMOVAL TECHNIQUES USED FOR SUIZHONG 36-1 OIL FIELD

Zhang Hai, Mo Chengxiao, Xu Shaocheng, Li Zili and Duan Yuhai (Oil Field Service Co. Ltd. of CNOOC). *NATURAL GAS IND.* v. 23, no. 3, pp. 49~51, 5/25/2003. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

**ABSTRACT:** A relative serious damage occurred in the processes of drilling and completion of many wells in Suizhong 36-1 oil field. In order to remove reservoir's being damaged and to improve the percolation conditions near the borehole wells, a research on the acidizing techniques used for Suizhong 36-1 oil field was carried out on the basis of examining what pollutants making the reservoir be contaminated and its contaminated degree. According to the experimental research results, the reasons of reservoir's being contaminated are discussed and the various pollution types and the degrees polluted by them are revealed in the paper. All acidizing plug-removal experiments of clay acid system and PEFA acid system developed by the authors were carried out and accomplished by use of the RPTA-120 equipment imported from the Core Lab Company in USA. Through experimenting, it is indicated that the PEFA acid system is of these advantages such as low damage and high plug-removal effectiveness. The degree of reservoir's being damaged by the residual acid generated after the reaction of PEFA acid to rocks was less than that by the conventional clay acid. Through the on-site experiments in two wells, it was proved that the reservoir damage caused in the processes of drilling and completion can be effectively released by the PEFA acid system, thus recover-

ing and raising oil well productivity.

**SUBJECT HEADINGS:** Acidizing, Experimental research, Effect, Analysis, Stimulation

**Zhanghai**, born in 1974, is an engineer. Add: POB 232, Beijing (101149), China Tel: (010) 84522288-8197

## RESEARCH ON THE SIMULATION OF LWD CURVES AND ITS GEOSTEERING APPLICATION

Xia Hongquan, Chen Ping, Fan Xiangyu, Shi Xiaobing, Zhang Xianhui and Liu Zhidi (Petroleum Engineering School of Southwest Petroleum Institute). *NATURAL GAS IND.* v. 23, no. 3, pp. 51~55, 5/25/2003. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

**ABSTRACT:** LWD (logging-while-drilling) curves play an important role in geosteering drilling and real-time formation evaluation. In consideration of the situation that in drilling only GR curve was measured while resistivity and porosity curves weren't, a new method of simulating real-time LWD curves and applying them to the geosteering drilling of horizontal wells is introduced in the paper. According to such an approach, on the basis of the well logging and geological logging data collected from the adjacent wells (vertical or horizontal), the resistivity and porosity LWD curves may be simulated by means of the regression analysis and BP neural network methods. The geosteering drilling ability may be raised by use of these simulated curves. An obvious effect of tracing-while-drilling geological targets was achieved through applying this technique to the real-time geosteering drilling of three horizontal wells in Mobei oil field in Xinjiang.

**SUBJECT HEADINGS:** Logging while drilling, Curve, Geosteering, Simulation, Neural network

**Xia Hongquan** (Doctor), born in 1965, is an associate professor. Add: Nanchong, Sichuan (637001), China Tel: (0817) 2643427

## DESIGN AND OPERATING TECHNIQUES OF THE FIRST GAS BRANCH HOLE IN CHINA

Jiang Zujun, Xu Jin and Huang Bin (Southwest Petroleum Bureau of Star Petroleum Corporation, Sinopec). *NATURAL GAS IND.* v. 23, no. 3, pp. 55~59, 5/25/2003. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

**ABSTRACT:** Several branch holes, which are mutually independent, can be reenterable and have pressure seal effects, may be drilled through a main well and their completion operations can be carried out by applying branch hole techniques. Well Xinqian-90 is the first gas branch hole in China designed and constructed by the Southwest Petroleum Bureau, the first sand frac-

turing was successfully made in the hole and it is also the first branch hole of attaining to TAML 5-grade standard in our country. A series of techniques suitable for the drilling and completion of the gas branch hole were studied out on the basis of assimilating domestic and foreign successful experiences. In combination with the geological features of the gas wells in West Sichuan, such as multi-payzone, high pressure gradients and a large lithological change in channel sand bodies, etc., the casing cementing and perforation completion were adopted for the main well and branch holes in the well group and the interzonal pressure seals of the main well and branch holes, and the separate well fracturing and producing were all realized through a completion string with dual tubing and dual packer.

**SUBJECT HEADINGS:** Natural gas, Drilling, Branch hole, Design, Technique

**Jiang Zujun** ( Master, senior engineer ), born in 1965, is now a deputy director of Project Management Department, the Southwest Petroleum Bureau. Add: No. 116, North Section 4, Yihuan Road, Chengdu, Sichuan ( 610081 ), China Tel: ( 028 ) 83332301

## SIDETRACK HORIZONTAL DRILLING IN DUHAN OIL FIELD OF QATAR\*

Hu Qunai, Li Weiting, Shi Jianguo, and Liu Zhenyu ( No. 3 Drilling Company, Zhongyuan Petroleum Exploration Bureau, Sinopec ) and Yi Mingxin ( Zhongyuan Oil Field Branch, Sinopec ). *NATURAL GAS IND.* v. 23, no. 3, pp. 60~ 62, 5/25/2003. ( ISSN1000- 0976; In Chinese )

**ABSTRACT:** Horizontal drilling with average 3 200 m of well depths was contracted in Duhan oil field of Qatar. The wells have 1 660~ 2 100 m of vertical depths but 1 050~ 2 000 m of horizontal displacements. The maximum deviation is 97.8°, but the bed thickness is 1.2~ 1.5 m only, the minimum even less than 0.5 m sometimes there are 4~ 10 target points in a single well. So, their drilling jobs are very difficult. Using the most advanced MWD of SPEERY- SUN to monitor the well-hole trace and the software package of LANDMARK to control the well-hole trace. We completed the horizontal drilling ( rehabilitating ) task successfully in Duhan oil field of Qatar.

**SUBJECT HEADINGS:** Drilling technique, Sidetracking, Horizontal well, Duhan oil field of Qatar

**Hu Qunai** ( senior engineer ), born in 1962. Add: Lankao, Helan ( 475300 ), China Tel: ( 0393 ) 4866230

## NEW ADVANCE OF FRACTURING TECHNIQUES IN LUODAI GAS FIELD\*

Zhang Shaobin and Tan Mingwen ( Testing Center, Southwest Petroleum Bureau of Star Petroleum Corporation, Sinopec ), Lu Lize, Li Mingzhi and He Mingxiu ( Southwest Petroleum Institute ) and Wang Shize and Lin Hui ( Southwest Branch of Star Petroleum Corporation, Sinopec ). *NATURAL GAS IND.* v. 23, no. 3, pp. 63 ~ 66, 5/25/2003. ( ISSN1000- 0976; In Chinese )

**ABSTRACT:** Luodai gas field is a sand gas reservoir with low permeability. The hydraulic fracturing is the key technique for commercial production of the gas field. But the unfavorable geologic features bring the severe challenge to the hydraulic fracturing of the gas field. Based on the features of the reservoir stress field, the property of the fracturing fluid, the fracturing techniques and the results of production increase, the article described and summed the new advance of fracturing techniques in Luodai gas field. Also, the article suggested to take the measures to decrease the fluid volume entering the reservoir, control the fractures heights by low flow rate, strengthen the integrated properties of the fracturing fluid and improve the results of the backflow. Using the fracturing techniques of "Less ahead Fluid, Small flow rate, Medium sand ratio and Strong backflow", the production and success rate of fracturing has been improved greatly, and good economic benefits have been obtained. The experience provides references for gas fields to develop fracturing techniques.

**SUBJECT HEADINGS:** Hydraulic fracturing, Reservoir stress, Fracturing fluid, Gel breaker, Heat generating agent, Parameter optimum, Luodai gas field, Peng Laizhen stage

**Zhang Shaobin** ( Master, engineer ), born in 1973. Add: 11 Huaihe St., Deyang, Sichuan ( 618000 ), China Tel: ( 0833 ) 2409706

## CHARACTERIZATION AND DEVELOPMENT OF TECHNIQUES FOR DEVIATION CONTROL & FAST DRILLING\*

Sun Kui ( Liaohe Oil Field Branch, PCL ). *NATURAL GAS IND.* v. 23, no. 3, pp. 67~ 69, 5/25/2003. ( ISSN1000- 0976; In Chinese )

**ABSTRACT:** As oil and gas exploration and development goes more and more deeply, the structures of formations drilling penetrates become more and more complicated and the requirements to hit the geologic target are much stricter. Deviation control and fast drilling is the key point of drilling techniques, especially in steep structures. The traditional full hole drilling tools assemble and pendulum drilling tools assemble takes the side force of the drilling tools as the theoretical ground of deviation control, which has big limitation. The techniques of deviation control which are being developed, such as the eccentric drilling tools, the eccentric shaft string, the flexible drill string, the anti-pendulum drilling tools and the steering drilling tools, can control the side force of the drilling tools effectively. Enhance the revolution effect of the drill string and weaken the deviation ef-