

# 川(渝)东北构造带钻探难点及技术对策

吴 华

(四川石油管理局川东钻探公司)

吴 华. 川(渝)东北构造带钻探难点及技术对策. 天然气工业, 2003; 23(2): 54~ 56

**摘 要** 川(渝)东北探区位于大巴山前缘弧形褶皱带与川(渝)东北弧形褶皱带附近, 构造应力复杂, 地层破碎、断层裂缝发育, 地质情况极为复杂。通过在温泉井、渡口河、黄龙场、罗家寨、金珠坪等构造已钻井分析, 该构造带钻井事故复杂时率较高、钻井速度低, 特别是井漏复杂时率居高不下, 严重地影响了钻井速度和增加了钻井成本, 针对以上钻井难点, 研究提出了在该构造带钻井的技术对策及建议。

**主题词** 川(渝)东北 地质特点 钻井难点 对策及建议

1999 年以来, 四川石油管理局川东钻探公司在川(渝)东北探区的温泉井、渡口河、黄龙场、罗家寨、金珠坪等构造上钻井 17 口, 已完井 13 口, 正钻井 4 口, 井深超过 4 500 m 以上的井 7 口, 超过 5 000 m 以上的 2 口。平均井漏复杂时率超过 20%, 井漏复杂时率是四川石油管理局川东钻探公司“九五”平均井漏复杂时率的 5~ 10 倍(川东钻探公司“九五”平均井漏复杂时率为 4. 71%), 其中鹰 1 井井漏复杂时率 44. 46%, 东安 1 井井漏复杂时率 75. 76%。该区地质情况复杂, 钻井难度大、事故复杂突出、钻井速度低、钻井风险大、钻井成本高。

## 钻井地质特点及钻井难点分析

### 1. 长裸眼低压漏失带堵漏难度大

该构造带钻井地质特点表现在地层破碎、地层承压能力低, 钻进中表现为长段低压漏失。渡 3、东安 1 等井须家河组以上地层压力系数低于静水柱, 属于长段低压漏失带, 堵漏频率高, 堵漏周期长、堵漏难度大。①渡 3 井钻至井深 3 650 m, 下 f 244. 5 mm 套管固井, 历时 234 d, 用了 7. 8 个钻机月, 该段发生井漏 60 次, 累计漏失各类钻井液 5 095 m<sup>3</sup>, 进行了 60 次堵漏作业, 复杂时率占该段钻井时间的 38. 42%, 阶段时效低, 严重影响了钻井周期。②东安 1 井于 2001 年 5 月 7 日开钻, 2002 年 4 月 29 日钻至井深 1 739. 34 m, 层位: 沙溪庙组。钻遇长段低压漏失带, 堵漏 130 次, 其中水泥堵漏 32 次、化学堵漏 2 次、HHH 堵漏 22 次、桥接堵漏 67 次、随钻堵漏

12 次, 堵漏成功率达 80% 以上。在井段 1 400~ 1 600 m 通过成像测井解释, 发现 28 条高角度缝或诱导缝, 最后采用充气泥浆(泥浆密度 0. 8 g/cm<sup>3</sup>) 仍易井漏或井漏失返, 实际地层压力系数仅 0. 6~ 0. 8, 继续堵漏、钻井难度极大, 该井于 2002 年 4 月 29 日暂闭。该井钻机月速 161. 80 m/ 台, 井漏复杂时率高达 75. 76%, 经济损失巨大。③鹰 1 井处于大巴山前缘弧形褶皱带与四川盆地东北部边缘结合部的天星桥构造南翼高点, 受区域地质构造运动的影响, 上部井段出现长段低压漏失。该井于 2000 年 9 月 15 日开钻, 在钻进过程中, 几乎是全井筒井漏, 至 2001 年 7 月 20 日完钻, 其中发生大小各类井漏 89 次, 钻井液总漏失量 4 807. 8 m<sup>3</sup>, 复杂事故(卡钻、漏失) 损失费用近 300 万元, 该井纯钻时间仅 24. 97%, 处理井漏等复杂时间高达 46. 46%。

### 2. 地质复杂带钻进井眼轨迹控制和中靶难度大

该探区地层倾角一般低于 25°, 但如果钻遇复杂地质带或断层, 地层产状发生明显变化, 同时由于靶区范围狭窄, 有的井即使钻达设计靶区, 由于地质情况复杂仍然脱靶, 因此井眼轨迹控制难度和中靶难度大。坡 2 井尽管采用 PDC 金刚石钻头轻压钻进, 从井深 2 700 m 钻至井深 3 050 m 井斜仍然从 9. 62° 陡增至 30. 83°(该井设计地层倾角 18°), 每钻进 100 m 井斜角增加 6. 06°。同时由于井斜变化大, 加上上部地层稳定性差, 极易形成键槽, 造成键槽或垮塌卡钻。

### 3. 大裂缝溶洞性漏失预测困难, 堵漏难度大

**作者简介:** 吴华, 高级工程师, 1963 年生, 1984 年毕业于西南石油学院钻井专业; 长期从事钻井科研和技术管理工作, 现任四川石油管理局川东钻探公司副经理兼总工程师。地址: (400021) 重庆市江北区大石坝大庆村。电话: (023) 67321152。

区域漏层三叠系嘉五<sup>1</sup>—嘉四<sup>4</sup>层段在川(渝)东北新探区的渡口河、黄龙场、老鹰岩、金珠坪等构造带都存在一定的漏失。①金珠1井钻遇该层时严重井漏,多次堵漏无效,最后采用在漏失层段充填碎石形成骨架,然后采用桥浆+水泥综合堵漏成功。②罗家3井设计井深4 080 m,2000年9月28日开钻,2001年2月21日钻至井深2 896.22 m放空井漏失返,经堵漏分析防空漏失井段为2 896.22~2 898.56 m(电测解释漏失井段为2 894.50~2 898.50 m),层位:嘉四段,漏失性质为溶洞、裂缝性漏失,且存在流动水,经9次堵漏无效,其中大型堵漏3次,堵漏时间近2个月,最后采用清水强钻至井深3 333 m。由于漏层以下井段3 037~3 076 m为高纯度岩盐层,采用清水强钻盐层段溶蚀速度快,井径达1.5~2.5 m以上,对盐层段进行了6次补壁、3次强钻,形成3个井眼2条落鱼,补壁、强钻难度大,套管无法下过盐层,达到封隔漏层和盐层的目的,该井于2001年7月31日暂闭。

#### 4. 碳酸盐岩裂缝性气藏压力预测难度大

川(渝)东北构造带三叠系中部的压力为过渡带,压力系统较为复杂,地层压力系数预测难度大,给钻井工作带来极大的风险和困难。①温泉4井按设计泥浆密度1.15 g/cm<sup>3</sup>钻至井深1 869.60 m(嘉二<sup>2</sup>段),发生溢流井喷,关井后压力上升至8.5 MPa,天然气通过地层裂缝窜入附近煤洞,最后被迫放喷,造成煤洞作业人员伤亡和该井暂闭,预计该井天然气产量 $70 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,其原因主要有两点:a.对嘉二<sup>2</sup>段区域产层等地质情况认识不足,川(渝)东以石炭系为目的层的探井,f 244.5 mm套管一般下至嘉二<sup>3</sup>段封隔上部低压漏失带,该井f 244.5 mm套管设计下至飞仙关组顶部,导致进嘉二<sup>2</sup>段井喷后处理困难;b.对井周地表地质情况认识不足,该井附近煤源丰富、煤洞较多,最近的煤矿通道与该井直线距离仅415 m,该井f 339.7 mm表层套管下深仅239 m,给溢流、井喷的处理造成了极大的困难。②黄龙5井钻至井深3 560 m发现盐水浸(嘉一段),盐水产量20 m<sup>3</sup>/h,采用密度1.69 g/cm<sup>3</sup>泥浆压井成功,恢复钻进。相邻井龙会3井用密度1.60 g/cm<sup>3</sup>泥浆钻至井深3 186 m产盐水(嘉二<sup>2</sup>段),采用密度2.05~2.10 g/cm<sup>3</sup>泥浆压井后仍产水0.5~2 m<sup>3</sup>/h。③罗家6井是在罗家3井同井场,钻机前移3.8 m,该井钻至罗家3井发生溶洞、裂缝性漏失段未发现任何井漏显示。

#### 5. 对复杂地质情况认识不足,造成事故复杂时

率较高

造成罗家3井钻进困难,直至该井暂闭,其主要原因是因为该构造带地质情况复杂,对复杂地质情况认识不足,导致井身结构设计和处理措施不合理,造成了重大的经济损失。主要原因:①对该井钻遇区域漏层三叠系嘉五<sup>1</sup>—嘉四<sup>4</sup>段地层放空性裂缝溶洞恶性漏失层认识不足,造成f 244.5 mm套管未封隔该区域漏层;②钻遇2 896.22~2 898.56 m放空性裂缝溶洞性漏失后,对钻遇嘉四段(漏层以下)井段3 037~3 076 m高纯度岩盐层采用清水强钻,盐层段溶蚀速度快没有足够认识,盐层溶蚀后井径达1.5~2.5 m以上。由于以上原因造成补壁困难,套管难以以下至岩盐层以下达到封隔漏层和膏岩层的目的。

## 主要技术对策及建议

### 1. 开展对新区地质复杂程度预测和工程风险研究

由于新探区地质资料少,实钻资料更少,碳酸盐岩气藏属裂缝孔隙性气藏,具有纵向上压力系统的多样性和横向上压力系统相对独立性、可比性差的特点,针对碳酸盐岩地层压力预测难度较大,特别是在川(渝)东北构造带地质情况极为复杂,要加强对新区和复杂地质带的地质复杂程度分析和预报,为钻井设计和工程风险预测提供依据。

### 2. 加强对复杂地层带的治漏技术研究

钻井工程中很大比例的事故复杂都是由井漏引起的,井漏特别是恶性井漏治理难度较大,治理手段较少,如须家河组及以上地层长段低压漏失带井漏,在井漏失返条件下,即使井壁具备清水强钻条件,岩屑也无法带出地面和进漏层。低压漏失带每次堵漏效果都较好,一旦揭开新地层就会再次出现井漏,甚至失返。针对低压漏失带井漏应开展泡沫泥浆、充气泥浆技术研究;对溶洞裂缝性漏失的治理应开展以下的研究课题:①开展测井解释漏层性质的研究,通过测井和地应力资料描述漏层产状、漏失性质;②开展波纹管堵漏工艺的研究和试验。

### 3. 加强碳酸盐岩地层压力预测研究和跟踪评价

在地层压力预测难度较大的情况下,进一步开展邻井、邻构造地层压力的对比和预测研究,提供较为科学合理的地层压力梯度曲线,降低钻井风险和难度。同时作为施工方要加强对新探区的钻井技术措施的跟踪和评价,及时向甲方提出调整和更改设计方案,降低工程风险。

# 新型耐磨材料特性在塔里木油田的推广应用<sup>\*</sup>

苏建文<sup>1</sup> 卢强<sup>1</sup> 马建民<sup>2</sup> 何明秀<sup>3</sup>

(1. 塔里木工程技术服务公司管具分公司 2 北京安东奥尔工程技术有限公司 3. 西南石油学院)

苏建文等. 新型耐磨材料特性在塔里木油田的推广应用. 天然气工业, 2003; 23(2): 56~ 58

**摘 要** 根据塔里木探区油层埋藏较深, 地层情况特别复杂, 钻井难度高, 单井钻井时间长, 套管的磨损很严重的特点, 文章提出了采用一种新型的钻杆耐磨带材料, 在钻杆接头根部凸焊 70 mm 宽, 2~ 3 mm 厚的耐磨带。现场实践表明, 新型耐磨带可以实现对套管和钻杆的双重保护, 有效地解决了塔里木油田深井套管磨损的难题。

**主题词** 耐磨带 钻杆 套管磨损 接头偏磨

塔里木探区油层埋藏较深, 地层情况特别复杂, 钻井难度高, 单井钻井时间长, 套管的磨损很严重。套管磨损后, 造成壁厚不均, 抗挤强度降低, 套管因磨损而挤毁造成钻井报废或局部井段报废。偏磨套管抗内压强度降低, 甚至磨穿而不能承受内压, 在井控及中途测试时会造成严重后果。特别是完井井控和测试时, 要么冒套管破裂地面窜气的风险, 要么提前下入套管或下套管后再测试。这不仅造成经济损失, 而且给加深钻井造成困难或钻不到设计深度。

## 塔里木油田套管及钻杆磨损状况

塔里木油田勘探开发以来出现了许多井套管磨损情况。1996 年的 KC—1 井、阳霞 1 井; 1997 年的牙肯 3 井和牙肯 4 井; 2000 年 KL202 井; 2001 年的却勒—1 井、DN—1 井、秋参—1 井、KS101 井和 DN11 井均出现套管磨损情况。由于塔里木探区单

井投入大, 套管磨穿轻则意味损失钻井时间, 重则导致整井报废。1996 年的阳霞 1 井就是由于套管磨穿导致整井报废, 损失将近 4 000 万元。

塔里木油田的钻具磨损情况也非常严重, 开发井的钻杆接头单井平均磨损量在 1.3 mm 以上, 山前探井的钻杆接头单井平均磨损量在 5 mm 以上。2001 年的 KS101、却勒—1、东秋—8、DN22 等井钻具磨损非常严重, 一套钻具满足不了一口井的钻井任务。单井钻具的消耗就在 500 万元以上, 钻完一口井的代价非常大。因此, 如何有效保护套管和钻杆, 降低钻井费用, 保证每口井的顺利钻进是钻井界面临的一大难题。广大的钻井专家从不同的角度对这个问题也进行了有益的探索, 如采用防磨橡胶等一系列办法, 但不能从根本上解决这个问题, 而采用在钻杆接头上焊耐磨带的方法时, 却由于当时的耐磨带材料主要是钨钴系列硬质合金, 如碳化钨。

## 4. 开展合理井身结构研究

新区探井井身结构设计时应考虑加大一级, 在井下出现难以处理的不同压力系统同存、恶性井漏等复杂情况时可采用下套管加以封隔。近年来以飞仙关组为目的层的一批探井, f 244.5 mm 套管设计下至须家河组顶, 然后用 f 215.9 mm 钻头完成飞仙关组目的层(或 f 177.8 mm 套管下至飞仙关组顶, 采用 f 152.4 mm 钻头完成飞仙关组目的层), 该井身结构在三叠系中部(嘉陵江组)过渡带正常的条件下, 井身结构具有合理性。若发现罗家 3 等井钻遇

恶性井漏的情况下, 井身结构不尽合理, 建议在新区和复杂地质带钻探: ①井位踏勘时要认真作地质、地貌调查, 描述地质、地貌特点以及矿山开发情况, 以及上部地层破碎程度预测, 勘定井位应避开矿山开发和地层破碎发育带, f 339.7 mm 套管下深应超过井位相对高差 50~ 100 m 以上; ②f 244.5 mm 套管应考虑封隔嘉五<sup>1</sup>—嘉四<sup>4</sup>段区域漏失带, 减少钻井风险。

(收稿日期 2002- 09- 26 编辑 钟水清)

<sup>\*</sup> 本文系塔里木勘探开发指挥部“钻井新技术推广”创新项目的部分内容。

作者简介: 苏建文, 助理工程师, 1969 年生; 1991 年毕业于重庆石油学校钻井专业, 现从事钻具管理和管材新技术方面的工作。地址: (848200) 新疆库尔勒塔里木工程技术服务公司管具公司。电话: (0996) 2179045。

chief of the Huanghe River Drilling Company of Shengli Petroleum Administration. Add: Dongying, Shandong (257000), China Tel: (0546) 8723652 (O) or 8522587 (H)

# DIFFICULTIES AND TECHNICAL COUNTERMEASURES OF DRILLING NORTHEAST SICHUAN (CHONGQING) STRUCTURAL BELT

Wu Hua (Northeast Sichuan Drilling Company of SPA). *NATURAL GAS IND.* v. 23, no. 2, pp. 54~56, 3/25/2003. (ISSN1000-0976; In Chinese)

**ABSTRACT:** The Northeast Sichuan (Chongqing) exploration region is located in the neighbourhood of Dabashan frontal arcuate fold belt and Northeast Sichuan (Chongqing) arcuate fold belt with complicated geological conditions as complex structural stresses, broken strata and developed faults and fractures, etc. Through analyzing the wells drilled in Wenquanjing, Dukouhe, Huanglongchang, Luoziashai and Jinzhuping structures, it is thought that in this structural belt, there were a long drilling trouble treating time and low drill speed; and owing to the fact that the lost circulations occurred frequently, the drill speed raised. In light of above mentioned difficulties in drilling, some technical countermeasures and suggestions for drilling this structural belt were put forward through a deepgoing research.

**SUBJECT HEADINGS:** Northeast Sichuan (Chongqing), Geological feature, Drilling, Difficulty, Strategy, Suggestion

**Wu Hua** (senior engineer), born in 1963, is now the deputy manager and chief engineer of the Northeast Sichuan Drilling Company, SPA. Add: Daqing Village, Dashiba, Jiangbai District, Chongqing (400021), China Tel: (023) 67321152

.....

# PROPERTY OF A NOVEL ANTI-ABRASIVE MATERIAL AND ITS POPULARIZATION AND APPLICATION IN TALIMU OIL FIELD

Su Jianwen (Talimu Engineering Service Company) and Ma Jianmin (Beijing Antonoal Engineering Co. Ltd.) and He Mingxiu (Southwest Petroleum Institute). *NATURAL GAS IND.* v. 23, no. 2, pp. 56~58, 3/25/2003. (ISSN1000-0976; In Chinese)

**ABSTRACT:** According to the characteristics in Talimu prospecting region, such as deep-seated reservoirs, especially complicated geological conditions drilling with large difficulty, long time consuming for drilling a well, and serious casing wear, etc., it is proposed in the paper to adopt a novel drillpipe hardbanding material, i.e. projectively welding the hardbanding material with 70 mm width and 2~3 mm thick at the end of a female connector of the drillpipe. Through applying it on the spot, it was indicated that a dual protection of casing and drillpipe may be realized and the deepwell casing abrasion problem in

Talimu Oil Field can be effectively solved.

**SUBJECT HEADINGS:** Hardbanding, Drilling, Casing, Wear, Connector eccentric wear

**Su Jianwen**, born in 1969, is an assistant engineer. Add: Ku'erlei, Xinjiang (848200), China Tel: (0996) 2179045

# FINITE ELEMENT METHOD TO CALCULATE FRACTURE PRESSURE OF PERFORATED WELL HYDROFRAC\*

Hu Yongquan and ZhaoJinzhou (Southwest Petroleum Institute), Zen Qingkun (Sinopec Oilfield Dep), Xu Shuhan and Xie Huihua (Zhongyuan Oil Field Branch Company). *NATURAL GAS IND.* v. 23, no. 2, pp. 58~59, 3/25/2003. (ISSN1000-0976; In Chinese)

**ABSTRACT:** Almost hydro jobs are conducted in cased wells. The perforation parameters surely influence the parameters design of fracturing jobs, even influence the fracturing results. The paper regards the casing and the rocks as 2 different materials, and calculates the stress distribution around the perforations with the imported finite element software CAD/CAE/CAM Pro/E in SGI working station. According to the azimuth of the main stress, the fracture orientation can be determined, and combining the rock breakdown criteria the hydrofrac pressure can be obtained. So the analysis method is provided for optimizing perforation parameters and designing fracturing work pressure.

**SUBJECT HEADINGS:** Perforation well, Hydrofrac, Finite element, Stress analysis, Fracture pressure

**Hu Yongquan** (assistant professor) is studying for doctor degree. Add: Nanchong, Sichuan (637001), China Tel: (081) 2642808 E-mail: Hu-yongquan@163.com

# STAGING TEST STUDY OF MONO-CONE DISC BITS\*

Liu Qingyou, Zhu Xiaohua, and Qiu Yaling (Mechanical and Electric Engineering College of Southwest Petroleum Institute) and Wang Xiaoping (East Sichuan Petroleum Machinery Factory of Sichuan Petroleum Administration). *NATURAL GAS IND.* v. 23, no. 2, pp. 60~61, 3/25/2003. (ISSN1000-0976; In Chinese)

**ABSTRACT:** The paper takes a brief account of the configuration characteristics and working mechanism of monocone disc bits, and describes the method, purpose and signification of staging test of the bits. The staging test data of 2 kinds of f165.1 mm monocone disc bits have been processed and analyzed. The staging test results of monocone disc bits have been obtained under different drilling pressures and penetration rates.