

胜利油田钻井技术现状及发展方向

张桂林

(胜利石油管理局工程技术管理处, 山东东营 257001)

摘要: 详细介绍了胜利油田钻井技术45年来的发展历程, 对目前钻井技术现状进行了分析, 包括定向井、丛式井钻井技术, 水平井钻井技术, 大位移井钻井技术, 欠平衡压力钻井技术, 分支井钻井技术, 深井、超深井钻井技术, 钻井液技术, 固井完井技术, 膨胀管技术, 套管钻井技术, 并给出了胜利油田钻井技术十个重点发展方向。

关键词: 钻井; 现状; 发展趋势; 胜利油田

中图分类号: TE242 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0890 (2006) 01-0074-05

胜利油田发现于1961年4月16日完成试油的华8井(日产原油8.1 t), 1964年6月, 石油工业部华北石油勘探会战指挥部成立(简称“九二三”厂, 又称胜利油田), 进入了大规模会战和发展时期。

经过45年的发展, 胜利钻井队伍不断壮大, 装备水平和管理水平不断提高, 钻井技术水平国内领先, 某些钻井技术已达到了国际先进水平。在钻井技术不断进步的同时, 勘探开发也不断提出新的要求, 施工区域不断扩大, 钻井难度不断增加, 面临的市场竞争和技术挑战形势也越来越严峻。因此, 胜利油田必须不断进行钻井技术创新和整体水平的提高, 才能为油田勘探开发作出更大贡献。

1 胜利油田钻井技术发展历程

自1956年钻探华北第一口基准井——华1井到现在的49年间, 胜利油区共钻井40 236口, 进尺8 654.45×10⁴ m, 平均井深2 170.15 m。其中完成定向井、丛式井7 820口, 水平井445口, 海洋钻井439口。

胜利油田在成立以前的1956~1963年间在华北地区共开钻35口井, 交井26口, 钻井进尺79 779 m, 在东营油区发现了东辛、胜坨两个油田。

“二五”、“三五”期间, 胜利油田处于华北石油勘探会战初期, 钻井水平和效率比较低。当时主要使用原苏联钻机和罗马钻机、刮刀钻头和普通(非密封)牙轮钻头、地面土池循环钻井液系统。该时期采用大钻压大排量钻进, 钻成了胜利油田的一批浅到中深井, 相继探明了永安、滨南、渤南等油田, 形成了胜利油田的勘探开发大局面。1969年7月28日完井的东风1井, 完钻井深度4 400 m, 是当时国内第二口超过4 000 m的深井。

“四五”期间, 胜利油田钻井以加快速度、提高钻井队进尺为主要目标, 1974年开展了喷射钻井试

验。通过钻井技术攻关与应用, 钻井速度明显提高。1971年6月12日完井的东风2井, 完钻井深5 006 m, 实现了深井钻井的新突破。1973年12月22日, 3252钻井队用时356.2 d钻井105口, 进尺151 420 m, 创造了当时全国钻井纪录。

“五五”期间, 随着对外技术交流的不断扩大, 一些钻井新技术开始进行现场试验应用, 重点研究应用了喷射钻井、优质轻钻井液、高效钻头三大技术, 形成了喷射钻井为核心的配套钻井技术。1976年6月, 莱38-15井用国产喷射式刮刀钻头创班进尺1 423 m、单只钻头进尺2 576.84 m的新纪录, 打破了美国鱼尾钻头进尺2 527.70 m的世界纪录。1977年钻井泵压达到了15 MPa, 钻井速度提高了2倍。1978年开展了20~22 MPa喷射钻井工艺技术研究并试验成功, 用时12.5 d钻成一口深3 200 m的井。义76-1井试验应用了20 MPa喷射钻井技术, 创出日进尺1 983.70 m等10项全国纪录。1980年, 青海旱2井钻达井深6 000 m, 创出了胜利油田和柴达木盆地深井钻井纪录。1978年, 开始了海上勘探钻井。

“六五”期间, 是喷射钻井和优选参数钻井研究与推广的重要时期, 钻井配套技术全面发展, 钻井速度已达到国内领先。同时, 深井钻井也取得了新突破。1982年9月6日完井的桩古6井, 完钻井深5 456 m; 1983年12月5日完井的新东风10井, 完钻井深5 344 m, 实现了东营地区深井钻井的突破。为处理永69-11井井喷失控事故(井喷68 d), 在距该井300 m处钻成了永69-11井定向救援井, 并通过压

收稿日期: 2005-05-30; **改回日期:** 2005-10-09

作者简介: 张桂林(1959—), 男, 1981年毕业于胜利石油学校钻井专业, 石油大学函授本科学历, 在读研究生, 主任工程师, 高级工程师。

联系电话: (0546) 8555165

裂成功控制住井喷,这是胜利油田定向井技术水平提高的重要标志。这一时期先后发现和探明了孤东、桩西等油田。

“七五”期间,重点开展了定向井、丛式井钻井攻关研究并形成了配套钻井技术。1973 年,胜利油田开始定向井钻井试验,进入“七五”后,开始了全面攻关研究和推广应用。1986 年 2 月 17 日,胜利油田第一口“聪明井”——辛 11-74 井完钻,钻穿油层 15 层(厚 58.7 m),油水同层 11 层(厚 72 m),含油水层 3 层(厚 18.2 m)。1988 年 8 月 26 日完成的桩 310 井,完钻井深 3 456 m,垂深 2 581.58 m,最大井斜角 59° ,井底位移 1 905 m,创造了当时国内同类井水平位移最大纪录。同年 10 月 22 日完成的桩 1-17 井,完钻井深 2 611 m,垂深 1 660 m,井底位移 1 695 m,位垂比 1.02,创出了当时全国纪录。

“八五”期间,开展了水平井钻井技术攻关并形成了配套钻井技术。1991 年开始进行水平井钻井试验,第一口水平井——埕科 1 井水平段长 505.13 m、穿过 19 个油层。到 1995 年 6 月胜利油田共完成水平井 30 口,占当时国内水平井总数的 63.83%,创出了当时国内水平段最长 901.43 m 等多项纪录,并形成了水平井钻井配套技术。这一时期完成最深的水平井是樊 15-平 1 井,完钻井深 3 380.00 m,垂深 2 940.35 m;造斜率最高的水平井是水平 4 井,完钻井深 2 347.25 m,垂深 1 957.98 m,平均造斜率达到了 $13.89^{\circ}/30\text{m}$;钻成了国内第一口三维绕障水平井——单 2-平 1 井,井深 1 520.00 m,井斜角 85.7° ,水平位移 477 m。

“九五”期间,重点对侧钻短半径水平井钻井技术进行技术攻关和推广应用。该时期在油田内部共完成侧钻水平井 12 口,有 10 口为短半径水平井。其中,1996 年 3 月 10 日完成的草 20-12-侧平 13 井是国内第一口侧钻水平井;2003 年 7 月超深探井库 1 井套管开窗侧钻,侧钻点井深达到 6 335 m。该时期胜利油田还先后完成了双井联通水平井、重力辅助泄油水平井、大位移水平井、多目标阶梯式水平井等,取得了特殊工艺井钻井技术的新突破。

“十五”以来,以欠平衡压力钻井、大位移井、分支井、深井钻井为代表的钻井技术获得了突破^[1]。到 2004 年底,共完成水平井 445 口,欠平衡压力钻井及技术服务完成 79 口(油田内、外部),大位移井 2 口,分支井 3 口。超薄油层水平井钻井技术、深井固井技术及钻井液技术、膨胀管技术、套管钻井技术等也取得了一定进展^[2-6]。

2 胜利油田钻井技术现状分析

2.1 定向井、丛式井钻井技术

1973 年,胜利油田开始进行定向井、丛式井钻

井现场试验;1983 年引进美国单、多点磁性照相测斜仪、螺杆动力钻具;1985 年与美国公司合作完成了 GB1-1 井和 GB1-2 井两口高难度深井定向井;1986 年成立了定向井专业服务公司,开始进行定向井钻井技术的全面攻关研究与推广应用;2004 年,定向井总数占所钻井总数的 50.06%,进尺占总进尺的 50.13%。

在定向井钻井技术不断完善和发展的基础上,胜利油田进行了丛式井钻井技术攻关研究及现场试验,并逐步形成了丛式井配套钻井技术。

河 50 丛式井组面积 0.042 km^2 ,由 42 口定向井组成,平均井深 2 962 m,平均水平位移 611.40 m,平均井斜角 30.55° ,是全国井眼最多、面积最大的陆地平台,创造了 7 项全国定向井纪录。

2004 年完成的桩 139 丛式井组,在 70.13° 扇面内由浅海人工平台向海上深水区钻井 27 口(其中 2 口水平井),平均井深 2 189.93 m,平均水平位移 1 157.69 m,实现了海油陆采,取得了显著的经济效益。

2.2 水平井钻井技术

胜利油田于 1991 年开始进行水平井钻井技术研究,经过“八五”及“九五”期间的技术攻关与推广应用,胜利油田目前已完成 16 种类型的水平井钻井设计与施工,技术水平保持国内领先^[7]。进入“十五”以后,胜利油田主要对深层水平井、薄油层水平井、大位移水平井、复合大井眼水平井、多井联合开发水平井等钻井技术进行了技术攻关,并取得了重大进展^[6,8]。

到 2004 年底,胜利油田已完成水平井钻井或技术服务 662 口,薄油层水平井钻井 127 口。其中东河 1-平 2 井,井深 6 476 m,水平段长 400 m,是国内垂深和井深最深的水平井;DH1-H3 井,完钻井深 6 326 m,垂深 5 736.79 m,造斜点井深 5 483.02 m,水平位移 725.32 m,最大井斜角 88.8° ,两水平段落差 13.51 m,是国内最深的阶梯式水平井;营 31-平 2 井薄油层水平井的油层厚度仅有 0.9 m;孤平 1 井水平段长 1 054.15 m,是目前国内陆上水平段最长的水平井^[9];胜利油田两口两分支超短半径水平井的曲率半径仅为 0.3 m;在江苏砭砭矿开采中应用双井连通水平井技术,已完成连通井组 18 对,为实施钻井抢险及提高砭砭矿开采效益等起到了重要作用^[10]。

2.3 大位移井钻井技术

1999 年以来,为达到“海油陆采”的目的,胜利油田开展了大位移井钻井技术攻关,并进行了现场试验和推广应用,逐步形成了大位移井配套钻井技术,完成了一批技术指标很高的大位移井。例如,埕北 21-平 1 井完钻井深 4 837.40 m,水平位移

3 167.34 m, 位垂比 1.21, 创出国内陆上定向井水平位移最大纪录^[11]; 垦东 405-平 1 井实际完钻井深 2 888.86 m, 垂深 1 186.40 m, 水平位移 2 073.46 m, 位垂比达到了 1.75, 是目前国内陆上位垂比最大的水平井。

到 2004 年底, 胜利油田完成水平位移大于 1 000 m 的大位移井 171 口, 其中大于 1 500 m 的大位移井 26 口, 大于 2 000 m 的大位移井 4 口。

2.4 欠平衡钻井技术

胜利油田从 1998 年开始进行欠平衡钻井技术研究与现场试验, 当年便钻成了史 125-1 井, 到 2004 年底, 已在油田内外部市场完成欠平衡钻井和技术服务 79 口, 其中欠平衡水平井 12 口, 满足了勘探开发需要^[12-15]。例如渤深 6 区块, 在采用常规钻井技术难以有效开发的情况下, 采用欠平衡钻井技术钻开发井, 实现了难动用储量的有效开发, 将其建成为高产区块。

经过技术攻关, 胜利油田已形成了不同油藏类型、不同井别、不同压力储层的欠平衡钻井油藏设计优化技术, 研究成功了国内第一个具有动态模拟功能的欠平衡压力钻井设计软件, 自主研制了国内第一台承受静压 35 MPa、动压 17.5 MPa 的 SLXFD 型高压旋转防喷导流系统及整套欠平衡钻井装备, 研究开发了充(氮)气钻井液体系, 在国内首次将欠平衡钻井技术成功应用于海洋钻井, 编制了我国第一部欠平衡钻井行业标准——《欠平衡钻井技术规范》。

2.5 分支井钻井技术

2000 年 9 月, 胜利油田进行了真正意义上的分支井钻井技术研究与试验, 并钻成了国内第一口分支水平井——桩 1-支平 1 井^[16]。到目前为止, 已在油田内部完成了 3 口 TAML4 级完井双分支井, 为分支井钻井技术的发展和进一步应用奠定了基础。2004 年, 胜利油田为西北局 TK908DH TAML4 级完井分支井提供技术服务, 两分支完钻井深分别达到了 5 234.55 m 和 5 239.64 m, 两分支水平段分别长 449.84 m 和 500.00 m, 创国内分支井井深最深(5 239.64 m)、垂深最深(4 597.00 m)和累计水平段最长(950 m)3 项分支井纪录。

通过几年的攻关研究并引进先进工具, 胜利油田分支井钻井技术已逐步趋于成熟。

2.6 深井、超深井钻井技术

胜利油田油水井主要以浅井、中深井为主, 平均井深约 2 100 m。近年来, 胜利油田油气勘探逐渐向外围及深部地层发展, 发现的油气资源多位于深层, 由于深部地层复杂, 使深井钻井周期长, 成本高。为此, 胜利油田开展了复杂构造带深井钻井技术攻关研究, 使深井钻井技术水平有了较大提高。截止目前,

胜利油田在东营油区共完成井深超过 4 500 m 的深井 110 口, 其中超过 5 000 m 的深井 36 口, 目前还没有超过 6 000 m 的超深井。在油田以外施工区域完成超过 4 500 m 的深井 142 口(其中川东地区 1 口, 其余为新疆地区), 其中超过 5 000 m 的深井 108 口, 超过 6 000 m 的超深井 17 口^[17]。

胜利油田自 1967 年开始勘探开发 4 000 m 以深地层。1969 年 7 月在东营地区钻成东风 1 井, 完井井深 4 400 m, 是当时国内第二口深井; 1971 年钻成了东风 2 井, 井深 5 005.95 m; 1987 年完成桩古 9-1 井, 井深 5 700 m; 1997 年钻成了目前胜利油田内部最深的一口深探井——郝科 1 井, 完钻井深 5 807.81 m。

20 世纪 90 年代, 胜利油田参加了新疆塔里木探区会战, 累计完成了井深超过 4 500 m 的深井 141 口。1992 年, 创造了 1 个井队 1 年钻 4 口 5 000 m 开发井的纪录; 1993 年又创造了 1 个井队 1 年钻 2 口 6 000 m 开发井的新纪录; 2004 年完成了 6 750 m 的超深井——哈得 17 井, 钻井周期 156 d。

2.7 钻井液技术

经过几十年的发展, 胜利油田已研制成功适合于各种地层的多种钻井液体系, 包括聚合物防塌钻井液、钾基聚合物钻井液、聚合物与氯化钾盐钻井液、正电胶(MMH)及黑色正电胶(BPS)钻井液、树脂钾盐钻井液、聚磺高温钻井液、甲基葡萄糖甙(MEG)钻井液、充(氮)气钻井液、无(低)固相钻井液等, 满足了各种类型井以及外部施工和技术服务的需要。近年来, 钻井液技术研究重点逐步由安全快速钻井向保护油气层转移, 开始由“钻井液”向“完井液”转化, 使油气层保护技术逐步完善, 在提高油气层生产能力方面取得明显的应用效果。

2.8 固井完井技术

1) 深井、超深井固井技术。掌握了分级注水泥、尾管固井等工艺技术, 研制生产了耐高温水泥及多种新型水泥添加剂, 满足了深井、超深井固井要求, 并提高了固井质量。例如库 1 井完钻井深 6 941.15 m, 井底温度 168 ℃, 采用防气窜铁矿粉加重水泥浆体系固井, 固井质量优良。

2) 高压油气井固井技术。胜利油田通过对气窜机理的研究, 提出了高压油气井固井防窜的技术措施, 掌握了分级注水泥、双凝及多凝注水泥、管外封隔器分层封隔固井、加重水泥浆等系列固井工艺技术, 使高压油气井固井质量不断提高。例如南海相地区河坝 1 井完钻井深 6 130 m, 下入 $\phi 127$ mm 尾管, 水泥浆密度为 2.36~2.37 kg/L, 最高 2.40 kg/L, 是胜利油田固井施工水泥浆密度最高的一口井, 该井段固井质量为优质, 有效封隔了高压气层, 为后续施工创造了有利条件^[18]。

3) 低压井固井技术。为满足低压油气井固井过程中防漏及保护油气层的要求,胜利油田开发了低密度水泥浆、微珠水泥、超低密度充气水泥浆及泡沫水泥浆体系,并试验应用了管外封隔器固井完井技术,水泥浆密度能够控制在 1.20 kg/L 以内。例如在新疆地区施工的T737井,完钻井深 $6\,077\text{ m}$, $\phi 127\text{ mm}$ 尾管下深 $5\,407.32\sim 6\,059.14\text{ m}$,水泥浆密度 1.20 kg/L ,固井施工一次完成,创出了国内同类型井低密度水泥浆固井井深最大、水泥浆密度最低的纪录。

4) 水平井、大位移井固井技术。重点研究应用了套管扶正器和漂浮接箍、水泥浆体系、紊流与塞流复合顶替等一系列工艺技术措施,大位移井、水平井固井质量不断提高。胜利油田近年来先后完成了170余口水平位移超过 $1\,000\text{ m}$ 的水平井(定向井)和埕北21-平1、垦东405-平1井两口大位移井的固井施工,该类井固井技术已逐渐走向成熟。

5) 提高第二界面固井质量的研究。为了提高第二界面胶结质量,胜利油田采取了优选水泥浆体系、优化管串结构和固井工艺等技术措施,并应用套管旋流发生器、管外封隔器、氮气膨胀剂、高效驱油前置液等,使第二界面的固井质量有了一定程度的提高。同时,针对盐膏层易溶解及塑性流动的特点,研究开发了适合盐膏层固井的高强度套管、饱和盐水水泥浆(包括高密度盐水水泥浆)等,提高了盐膏层井段固井质量。

6) 稠油热采井固井技术。根据热采井的特点,在水泥浆中添加石英砂、粉煤灰以及与之配伍的处理剂,采用预应力固井工艺技术,逐步提高了热采井固井质量,保证了热采井的正常生产。预应力固井工具及套管附件、水泥浆体系都已形成系列^[19]。

7) 筛管顶部注水泥及水泥浆充填管外封隔器完井工艺技术。针对胜利油田新生界、中生界地层与古生界潜山地层压力的差异和保护油气层、需要实施酸化压裂等特殊要求,在车古201区块等特殊区块采用了筛管顶部注水泥、水泥浆充填管外封隔器完井工艺技术^[20],解决了常规固井方法难以有效完井的问题,保证了潜山低压油藏的有效开发。

2.9 膨胀管技术

膨胀管技术是国外近年来发展起来的一项新技术^[4]。胜利油田目前已研制出实体膨胀管,并进行了现场试验。实体膨胀管膨胀前外径 107.95 mm ,内径 95.25 mm ,壁厚 6.35 mm ;膨胀后外径 120.83 mm ,内径 108.97 mm ,壁厚 5.93 mm ,膨胀率 13.4% 。

胜利油田进行了两口井实体膨胀管现场试验。通61-侧162井井深 $2\,221.73\text{ m}$,最大井斜角 46.80° ,膨胀管顶部井深 $1\,838.48\text{ m}$,膨胀管总长 383.25 m ,

水泥浆返高 $1\,880\text{ m}$,固井质量优质;王14-侧20井最大井斜角 26.40° ,膨胀管顶部井深 $1\,498.56\text{ m}$,底部井深 $1\,890.26\text{ m}$,总长 391.7 m ,水泥返高 $1\,496.40\text{ m}$,固井质量合格。

2.10 套管钻井技术

胜利油田套管钻井技术研究起步较晚,2004年,采用常规方式进行了两口井套管钻井试验,并取得了一定效果。

胜利油田垦东341井,利用 $\phi 410\text{ mm}$ 钻鞋+ $\phi 339.7\text{ mm}$ 套管进行钻进,用时 13.20 h (纯钻时间)成功钻至井深 459.62 m ,进尺 375.45 m ,机械钻速 28.44 m/h ,井底最大井斜角 0.2° ,较常规钻井一开作业时间缩短 45% 。

冀东油田老堡1井应用套管钻井技术成功完成了 $\phi 339.7\text{ mm}$ 表层套管井段的钻进施工作业,施工井段 $81.46\sim 500.00\text{ m}$ 。与采用常规钻井方式的同类型井相比,节省钻井时间 10 h 。

3 胜利油田钻井技术发展方向

3.1 深井、超深井钻井技术攻关与推广应用

经过长期的技术攻关与现场试验,胜利油田深井钻井技术水平有了很大提高,并逐步形成深井配套钻井技术。超深井钻井是胜利油田“十一五”期间重点攻关研究内容,目标是实现东营油区一年钻成一口 $6\,000\text{ m}$ 超深井、一年半钻成一口 $7\,000\text{ m}$ 超深井。为满足新疆地区、南方海相地区深井、超深井钻井安全及提高钻井速度的要求,需进一步完善防斜打快技术、井壁稳定技术、高压井及含 H_2S 井井控技术等。

3.2 进一步提高大位移井钻井技术水平

胜利油田应用大位移井钻井技术进行“海油陆采”,已经积累了大量的较为成功的经验,具备了水平位移达到 $5\,000\text{ m}$ 、位垂比大于2的技术水平。“十一五”期间应通过研究应用,实现大位移井钻井技术的新突破并形成配套技术。

3.3 深化分支井技术研究

胜利油田通过3口分支井的钻井施工,在分支井设计、钻井施工和井眼轨迹控制等方面积累了一些经验,同时也吸取了一些失败的教训。“十一五”期间,在分支井完井技术方面实现新突破并形成TAML4级完井配套技术,保持该技术国内领先。

3.4 开展空气钻井技术研究

空气钻井技术在国内四川、吐哈等油田已经成功进行了现场应用,并取得了良好效果。为满足鄂尔多斯低渗油藏、南方海相地区和西部地区钻井对保护油气层、稳定井壁、加快钻速等方面的要求,须引进相关的空气钻井设备,并进行工艺技术研究,实现胜利油田空气钻井零的突破,并力争在“十一五”末形成

配套技术。

3.5 进一步深化膨胀管技术研究与应用

膨胀管技术研究下一步应重点在膨胀管管材的国产化、膨胀工具、钻井扩眼工艺技术、水泥浆体系等方面开展工作,在完井管柱、套管补贴、井眼复杂情况处理等方面取得进展,争取在“十一五”期间形成配套技术。

3.6 超深井固井技术研究

随着深井、超深井数量的增多,应进行长封固段、小间隙、分级固井、尾管固井、超高温水泥浆体系、盐膏层和腐蚀性流体地层固井技术研究,同时研制相应的固井工具,形成超深井固井配套技术。应结合胜科1井超高温(240~260℃)固井的实际情况进行技术攻关,取得超深井固井技术的突破,从而保持国内技术领先水平。

3.7 超深井钻井液技术研究

超深井钻井液技术研究的重点是适合钻进盐膏层的盐水钻井液、超高温钻井液、防塌钻井液、高(低)密度钻井液等体系的优选和性能优化,并不断完善无渗透钻井液技术、抗温240~260℃钻井液技术、纳米处理剂钻井液技术、气体类钻井液技术等,形成具有胜利特色的、国内领先的系列钻井液、完井液技术。

3.8 深化套管钻井技术研究与应用

“十一五”期间,胜利油田套管钻井技术研究应首先完善表层套管钻井技术,重点在驱动方式、可钻式钻头、套管螺纹等方面进行研究,其次进行可更换下部钻具与钻头方式的进一步研究,争取早日实现套管钻井技术的重大突破。

3.9 开展旋转导向钻井技术攻关

“旋转导向钻井关键技术研究”已经列入国家“863”高技术研究发展计划项目,目前已经完成了“井下调制式旋转导向工具系统”整体设计方案,进入了工具的地面测试阶段,井下测量及上行通讯系统、地面信号采集系统已进行了几十口井的试验。“十一五”期间,应重点在测试、改进和试验方面做工作,尽快取得技术突破。

3.10 成熟钻井技术的深化研究和推广应用

胜利油田有很多在国内处于领先和先进水平的钻井技术,这些技术的进一步深入研究与推广应用是今后技术工作的重要内容。例如:水平井钻井技术,应重点在短半径水平井、三维轨迹水平井、地质导向水平井等方面不断取得新进展。优快钻井技术,欠平衡压力钻井技术等。

参 考 文 献

- [1] 杲传良,都振川,张明昌,等.胜利油田钻井新技术的应用及效果[J].石油钻探技术,2000,28(3):4-6.
- [2] 王敏生,唐志军,马凤清.分支水平井完井设计与实践[J].石油钻探技术,2003,31(1):4-6.
- [3] 刘昌江.FEWD在胜利油田难动用剩余储量开发中的应用[J].石油钻探技术,2004,32(1):40-42.
- [4] 余金陵,周延军,王锡洲.膨胀管技术的应用研究初探[J].石油钻探技术,2002,30(5):55-57.
- [5] 张新旭,魏学成,张令存.膨胀管技术在通61-侧162井的应用[J].石油钻采工艺,2005,27(2):71-73.
- [6] 孙海芳,贺兆顺,杨成新.超薄油层水平井钻井技术[J].石油钻探技术,2002,30(4):15-17.
- [7] 张桂林.胜利油田水平井钻井技术现状与发展趋势[J].石油钻探技术,2005,33(2):66-70.
- [8] 周跃云.郑科平1井复合大井眼水平井钻井技术[J].石油钻探技术,2004,32(3):38-40.
- [9] 朱全塔,邱正松.孤平1井超长水平段水平井钻井技术[J].石油钻探技术,2005,33(6):68-71.
- [10] 吴敬涛,杨彦明,周继坤,等.连通水平井钻井技术在砵硃矿中的应用[J].石油钻探技术,1999,27(4):7-9.
- [11] 于克武,孙文胜,刘玉榜.埕北21-平1大位移水平井测量技术[J].石油钻探技术,2004,32(4):76-77.
- [12] 冯光通,倪益明.应用欠平衡水平井技术开发多层超薄特低渗油藏[J].石油钻探技术,2003,31(2):20-21.
- [13] 杲传良.欠平衡钻井工艺及装备在漏失井中的应用[J].石油钻探技术,2003,31(1):1-3.
- [14] 刘全江,李佩武,张卫东,等.胜利油田充氮气欠平衡压力钻井技术[J].石油钻探技术,2003,31(4):17-18.
- [15] 陈军,陈永明,燕修良.胜利油田高油气比地层欠平衡钻井技术[J].石油钻探技术,2005,33(4):34-36.
- [16] 王正湖,唐志军,王敏生,等.国内第一口分支水平井钻井技术[J].石油钻探技术,2001,29(1):7-9.
- [17] 赵金洲,赵金海.胜利油田深井超深井钻井技术[J].石油钻探技术,2005,33(5):56-61.
- [18] 张新旭,李延伟,孙健,等.河坝1井复杂条件下固井工艺技术[J].石油钻探技术,2005,33(4):8-11.
- [19] 张桂林.可复位式预应力固井地锚的研究与应用[J].石油钻探技术,2000,28(3):36-38.
- [20] 张言杰,宋本岭,崔军,等.水泥浆充填管外封隔器技术及其应用[J].石油钻探技术,2003,31(2):27-28.

[审稿 王健安]

Developments of Drilling Techniques in Shengli Oilfield

Zhang Guilin

(Engineering & Technology Management Department, Shengli Petroleum Administration, Dongying, Shandong, 257001, China)

Abstract: This paper presents in detail developments of drilling technology in Shengli Oilfield in the past 45 years, and analyzes current drilling technology including directional drilling, cluster well drilling, horizontal well drilling, ERW drilling, underbalanced drilling, multilateral well drilling, deep well drilling, ultra-deep well drilling, drilling fluid, cementing, well completion, expandable pipe and casing drilling, etc. In addition, ten key development fields for drilling technology in Shengli oilfield are proposed.

Key words: drilling; status quo; development trend; Shengli Oilfield