

中国石化海外油气勘探形势及其对石油工程技术的需求

侯洪斌

(中国石化 国际石油勘探开发有限公司,北京 100083)

摘要:中国石化于 2001 年开始从事海外油气勘探开发业务,经过近 10 年的努力,截至 2009 年底在 20 个国家拥有 33 个勘探开发项目,权益油产量超过千万吨。由于中国石化进入海外勘探开发市场相对较晚等原因,目前海外所辖勘探区块大多位于海域、沙漠、沼泽和山地等地表条件相对较差的地区,很多区块处在含巨厚盐层的盆地,或中深层超高压区域。因此对石油工程技术提出了 5 项需求:1)不同地面环境对钻机的需求;2)应对复杂地质条件的钻井完井技术;3)定向钻井技术是海外勘探开发的重要技术;4)提高固井质量;5)科学合理地确定探井的井身结构。最后分析了中国石化海外勘探的发展趋势,并提出只有开展技术创新,形成具有国际竞争力和自主知识产权的核心工程技术,才能实现油气勘探的重大发现和突破,迅速增加油气储量。

关键词:中国石化; 油气勘探; 石油工程; 技术需求

中图分类号:TE11 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0890(2010)05-0002-05

Sinopec's Overseas Oil and Gas Exploration Situation and the Demand for Petroleum Engineering

Hou Hongbin

(Sinopec International Petroleum Exploration and Production Corporation, Beijing, 100083, China)

Abstract: Sinopec entered the upstream market of overseas oil and gas explorations in 2001. After 10 years of hard work, now in 20 countries with 33 exploration and development projects, the production of oil equivalent is more than 10 million tons. Sinopec entered the overseas market relatively late, and most of the current overseas exploration blocks are located in offshore, deserts, swamps and mountains and other areas with relatively poor surface conditions. Some blocks are in basins with thick salt layers or in areas with high pressure in middle or deep formation. Therefore, petroleum engineering technology put forward five requirements: 1) effect of surface condition on the demand of drilling rigs; 2) technology for complex geological conditions; 3) directional drilling which is a key technique for overseas exploration and development; 4) improving the quality of well cementing; 5) reasonable well design. This paper analyzed Sinopec's overseas development trend and pointed out that only through technique innovation to develop the key engineering technique with own independent intellectual property rights, the major discovery of oil and gas exploration can be achieved and oil and gas reserves can be increased rapidly.

Key words: Sinopec; oil and gas exploration; petroleum engineering; technical demand

引 言

实施“走出去”资源战略,是党和国家赋予中国石化的历史使命,是中国石化发展成为“具有较强国际竞争力的跨国能源化工公司”战略目标的重要组成部分。实现海外油气事业的科学和可持续发展,

要求我们必须坚持树立大局意识和使命感,始终牢记保障国家能源安全的光荣使命,识大体、顾大局,

收稿日期:2010-08-28

作者简介:侯洪斌(1956—),男,1982年毕业于成都地质学院石油天然气地质与勘探专业,副总经理,教授级高级工程师,享受国务院政府津贴,主要从事海外油气勘探管理和发展战略研究。

联系方式:(010)82328699, hbhhou@sipc.cn

讲奉献、谋发展,以高度的责任心和事业感,以科学的态度和勇于探索的精神全力推进海外事业发展。

截至 2009 年 12 月底,中国石化国际石油勘探开发有限公司(SIPC)在 20 个国家执行勘探、开发项目。中国石化工程技术服务队伍从落实中央实施“走出去”的战略、保证国家石油战略安全的高度,从实现资源接替和长远发展的角度积极支持实现上游海外业务发展的战略目标。几年来,中国石化的工程技术服务队伍已经进入了许多国家,既为中国石化油气勘探提供服务保障,也通过不断完善自身和提高技术水平,承担了其他国外油气公司的技术服务,培养了一批懂技术、懂管理、熟悉国际运作规则的工程技术服务队伍。既有效地服务于中国石化海外油气勘探开发,也在通过技术进步不断提高中国石化在海外的市场占有份额。

笔者在总结中国石化海外油气勘探开发历程及分析面临的勘探形势基础上,从促进油气勘探发展角度总体阐述对石油工程技术的需求。

1 海外油气勘探形势

2001 年中国石化成立国际石油勘探开发有限公司并于 2003 年重组,自此,中国石化实施“走出去”战略、开展国际化经营揭开了新的一页,标志着中国石化上游海外业务从此进入了一个新的阶段。自 2001 年 1 月 1 日签署第一个项目——也门 S2 区块勘探项目,至 2009 年 12 月底,中国石化在西非、西亚-北非、俄罗斯-中亚、亚太、北美和拉美等 6 个大区 20 个国家拥有 33 个项目。海外权益油产量由几十万吨迅速上升并超过千万吨,实现了“十一五”预定的目标。

中国石化海外油气勘探开发可分为探索起步、创新开拓、跨越发展三个阶段。

探索起步阶段 2001—2003 年,以获取勘探区块和老油田提高采收率项目为主,把项目开发作为工作重点,加大了海外项目开发工作力度。截至 2003 年底,中国石化在海外已经实施的 8 个项目中,油田开发项目 3 个,风险勘探项目 5 个,其中也门 S2 区块项目、伊朗卡山项目等相继获得高产油气流,显示了良好的勘探前景。

创新开拓阶段 2004—2007 年,在总结了前 3 年的发展历程后及时进行了战略调整,开发和勘探并举。截至 2007 年底,实施 26 个勘探项目,分布在西亚-北非大区、俄罗斯-中亚大区、拉美大区以及西

非和亚太地区的 16 个国家。通过签约安第斯、圣湖能源、俄罗斯 UDM 等开发项目,权益油产量由 2004 年的 21×10^4 t 上升到 2007 年底的 686×10^4 t。

跨越发展阶段 2008 年至今,以收购 Tangeanyika Oil Ltd. 公司(持有叙利亚的 Oudeh 和 Tishine 石油区块的权益)、ADDAX 公司等大项目为标志,实现了权益油产量的跨越式增长,2009 年底权益油产量达到了 $1\,279 \times 10^4$ t。在苏丹、哈萨克斯坦、加蓬、尼日利亚、也门、厄瓜多尔等国家的勘探区块不断发现油气,油气储量持续增加。

中国石化海外油气勘探开发已经迈出了坚实的一大步,今后在大幅度提高权益油份额、寻找规模油气储量方面既存在有利的条件,也面临很多挑战。一方面,中国是全球最具成长性的油气消费市场,随着世界经济复苏和国内经济保持较高的增长速度,国内原油需求将进一步增加,目前中国石化的原油国内自给率还不到 30%,超亿吨的缺口依赖进口。另一方面,近几年世界主要产油国纷纷调整能源政策,延伸发展炼油化工下游业务,可供贸易的原油资源逐渐减少,加上新兴经济体对原油贸易格局的影响不断扩大,获取原油资源的难度越来越大。

中国经济实力的日益增强,为国企走出去获取资源提供了坚实的后盾,中国一系列的能源外交活动也为中国石化开拓海外油气事业提供了平台,日益频繁的对外合作给中国石化寻找海外油气资源提供了许多良机。同时也要注意,世界油气行业的巨头凭借占有世界油气资源份额较大的优势,不断扩大自身的规模,既是我们的合作伙伴,也是占有海外油气资源的强有力竞争者。此外,由于地缘政治和纷争的集团利益等原因,在一些国家和地区获取优质项目的难度可能加大。

2 对工程技术的需求

海外油气风险勘探区块一般位于海域、沼泽、沙漠乃至高山地区,目前已发现的储量中,平原地区储量所占比例不到 1%,预计深海发现储量所占比例会越来越大,复杂的地表条件增加了工程实施的难度。为了获得更多的海外油气资源,中国石化将更加重视海域油气勘探。由于历史原因,中国石化对深海油气勘探还缺乏经验,目前在深海领域的勘探工作基本上都是参股或多方合作。从发展的眼光看,加强海上(特别是深海)油气勘探开发人才的引

进、培养,加大海洋石油工程装备的综合配套和关键技术研发力度势在必行。

从地质条件讲,西非、中亚、中东等很多的风险勘探区块都处在含巨厚盐层的盆地,岩盐层的流动造成局部盐层厚度超过千米,保持盐层的稳定是顺利实施钻探的关键^[1-3]。中国石化目前正在实施的勘探区块很大一部分都属于中深层超高压区域,例如加蓬、沙特、缅甸和尼日利亚等国家的勘探项目,深部目的层的地层压力系数甚至超过了1.9。高压除了带来井控风险外,也给油气层保护、油气层段固井带来众多技术难题。以下笔者从油气勘探的不同侧面简述海外勘探开发对工程技术的需求。

2.1 不同地面环境对钻机的需求

由于越来越多的海外油气风险勘探区块位于深海、沼泽地区,使适合不同水深的水上钻机(钻井平台或钻井船等)和适合沼泽地带钻探的钻机近几年一直畅销。以西非的加蓬和尼日利亚为例,由于资源国实施钻机审批准入制度,使钻机数量有限,勘探井钻探实施经常被推迟,形成了勘探期紧迫与可及时签约的海上钻机数量不足之间的矛盾,有时为了在有限的勘探期内完成钻探评价,不得不支出昂贵的停待费用留住钻机。加强油气勘探开发活动较集中地区的工程装备显得日益重要。

2.2 应对复杂地质条件的技术

在相对陌生的盆地实施钻探,地质条件千变万化,经常出现井下复杂情况,对钻探技术形成了严峻的考验。经常要面对的复杂地下情况包括高陡地层、较活跃的浅层气、严重的钻井液漏失、泥岩坍塌、钻遇厚盐层(特别是厚盐层间夹其他岩层)以及高压油气层等。笔者仅就部分中国石化海外勘探区块已发现的较复杂地质条件及实施过程中面临的技术难题进行探讨。

2.2.1 尼日尔三角洲盆地

在尼日尔三角洲盆地的尼日利亚和喀麦隆,中国石化拥有多个勘探开发区块的权益,主要油气目的层为下第三系 Agbada 组地层。Agbada 组地层是一套下第三系快速沉积的浅海—三角洲相砂泥岩地层,具有砂泥比高,砂岩疏松、成岩作用差、高孔高渗,泥岩水敏性强,易膨胀坍塌,Agbada 组地层下部存在异常高压等特点。钻井实践表明,该地区井壁

稳定性差,一般只能保持 15 d 左右(采用油基或合成基钻井液)。

近年来,SIPC 在尼日利亚 OML64 区块钻探的 Kukaku-1 井和 OML137 区块钻探的 Udele-3 井出现井下复杂情况的原因主要是由于钻遇异常高压地层,发生井涌,在压井作业中发生井壁垮塌导致卡钻。这就要求在进行工程设计时要尽可能准确预测地层压力(尤其是异常压力地层的位置和压力大小),确定合理的井身结构、科学设计并及时调整钻井液密度。在钻井过程中保持近平衡压力快速钻进,缩短钻井周期、减少测井等作业的时间,迅速下套管固井,同时还要针对可能钻遇的异常高压地层,做好压井物资储备和预案。

2.2.2 缅甸伊洛瓦底盆地

受印度板块与缅甸微陆块挤压,伊洛瓦底盆地具有东西分带的构造特点,由一系列南北走向、西倾主冲断层控制的“隆”、“凹”相间的构造组成,整体构造面貌呈向西凸出的弧形。受东西向挤压应力影响,地层倾角大,变形强烈,断层发育,主要发育南北走向逆冲主控断层和东西走向滑断层,断层倾角大。由于地层倾角大,钻井过程中容易发生井斜,如要确保井眼轨迹符合要求,就须采用防斜打直技术。

地层压力系数高,地层压力变化大,局部层段存在压力反转现象,高压层与漏失层并存,钻井液密度窗口窄^[4-5]。储层绿/蒙混层,黏土矿物较高,具有强—较强的水敏、酸敏,中等—偏弱碱敏的特征,要确定合理的井身结构,钻井过程中要控制好钻井液的密度和滤失量,调整好钻井液性能,避免伤害储层。

此外,缅甸 D 区块由于岩性复杂,易漏易垮层段多,井径不规则^[4],测井施工经常受阻。该区块以高压气层为主,局部高压地层频繁出现,使井控难度加大,固井质量难以保证。提高钻井速度、确保固井质量,是缅甸 D 区块急需解决的工程问题。

2.2.3 也门马里卜-夏布瓦盆地

钻井液严重漏失已经在中国石化参与的很多勘探区块发生,不但增加了钻探工程风险,也在不同程度上延长了钻井周期,增大了钻探成本。特别是在也门的风险勘探区块,地层漏失是钻井过程中最常见的问题。

以中国石化也门 1 区块为例,浅部数百米的 Umm Er Radhuma 组和 Mukalla 组碳酸盐岩地层

受风化淋滤作用,次生孔隙发育,且可能发育较密集的构造裂缝,下部的 Saar 组和 Nayfa 组碳酸盐岩地层中裂缝也较发育,经常遭遇钻井液严重漏失的情况,给钻井工作带来了很大的挑战。应积极尝试采用空气钻井、充气钻井液钻井技术应对地层严重漏失,并优选合适的堵漏材料。

2.2.4 伊拉克库尔德地区扎格罗斯褶皱带

位于摩尔德地区的 Sangaw North 风险勘探区块正在钻探的一口探井在目的层 Shiranish 组地层发生钻井液漏失。由于 Shiranish 组地层以碳酸盐岩为主,裂缝发育,最大钻井液漏失速度达到 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上。钻井液漏失同时造成井筒液柱压力降低,地层中天然气侵入钻井液使其密度降低,被迫花费大量时间进行压井作业。在压井作业过程中,循环出的天然气中 CO_2 的体积分数达到 3.2% , H_2S 的体积分数达 0.03% 。该探井在井深 $2\,374 \text{ m}$ 处遭遇钻井液漏失和高 H_2S 含量之后,处理复杂情况耗时超过 10 d ,使钻井进度滞后,成本大幅度增加。

2.3 定向钻井技术是海外油气勘探开发的重要技术

由于海外油气勘探成本较高,为了尽量减少井场占地面积和钻前工作量,减轻对环境的影响,也为了尽可能地降低地质风险,常采用一眼多孔,钻探大斜度、大水平位移井,力争在一个井场平面上钻探多个目标、纵向上钻探多个层位。例如,Shell 公司在加蓬 Awoun 区块 Koula 构造的钻探评价中,发现油气后,在原井眼不同方向开窗侧钻了 4 个评价孔,快速评价了该构造的储量规模和储层产能,为编制开发方案、申请宣布商业发现提供了所需资料,缩短了勘探周期。在尼日利亚尼日尔三角洲盆地勘探时,纵向上需要勘探多个目的层,并且一般为油、气、水层多层叠置,经常需要采用大斜度定向钻井技术穿越这些目的层。在定向井钻探过程中,为了精确命中靶心,必须采用导向钻井技术。在钻探过程中除了做好钻穿不同流体性质的砂岩层的钻井液配制和钻井参数设计外,还需要制订措施和预案应对超高压泥岩层膨胀可能引起的卡钻等井下复杂情况。

目前中国石化的加蓬、尼日利亚、也门等勘探项目都广泛采用了定向钻井技术,尤其是成本高昂的海上钻探更加需要高水平的定向钻探(含水平井)工艺技术。

2.4 提高固井质量

高压油气层段的固井质量对地层测试成败和后期油井投产都具有重要意义。加蓬、缅甸、也门等地区的勘探井其固井质量都曾不尽人意,该地区的勘探实践表明,固井质量不达标的井段,即使采取补救措施,往往也难以完全奏效。从某种程度上来讲,提高固井质量,特别是目的层段固井质量,已成为这些地区实现勘探发现和增加储量的技术瓶颈。

2.5 科学合理地确定探井的井身结构

受海外项目合同期短、钻井投资大、环保要求高等多种因素综合影响,从勘探伊始就要考虑开发问题,在大部分地区,勘探井(尤其是评价井)在设计时一般都要考虑发现油气后要转为开发井,其套管程序、完井方式都需要超前设计,既要满足勘探井试油获取地层评价资料的需要,也要兼顾后期转为开发井的要求。例如尾管回接技术、井口设施配套技术等。

2.6 一些与地层评价有关的工程技术

随钻测量(测井)技术已经被广泛应用,成为及时评价油气层的有效手段。MDT 也被广泛用于获取地层流体性质、建立地层压力剖面、判断流体界面,与录井和测井资料结合可优选测试层段。高能量深穿透射孔技术可以较有效地解决套管重叠段和井径扩大段油气测试射孔不充分的难题。长水平段水平井钻探和储层压裂改造技术也为评价地层最大产能提供了保证。

与海外油气勘探密切相关的、有针对性的石油工程技术还有很多,笔者在此不再一一列举。在进行勘探时,应根据不同钻探目标和钻探目的,科学优选相应工程技术,确保油气勘探顺利开展。

3 海外油气勘探的发展趋势

“加快国际化经营步伐,海外油气业务实现新跨越”是中国石化对海外油气事业的总体要求,“十二五”海外油气产量要逐步撑起中国石化上游“半壁江山”。中国石化要求海外油气勘探开发业务要创新思路和理论,加强工程技术攻关,推动勘探良性发展,促进经济有效开发,实现油气储量和产量稳定增长,努力打造上游“长板”。海外勘探开发,要以担当上游“半壁江山”为己任,以扩大商

业性油气发现和迅速增加经济可采储量为目标,优化勘探部署和施工组织,深化油藏经营管理,依靠科技进步,加快已有区块勘探开发,实现储量、产量、效益快速增长。

中国石化海外油气勘探一方面要继续做好目前正在执行的项目,力争获得若干具有规模储量的油气发现。同时,为实现跨越式发展,在加强风险分析和控制的前提下,采取公司并购、资产收购、产权置换、参股、投标等方式,继续加大新项目开发力度,获取新油气勘探项目。通过精心组织,科学施工,努力实现大的油气发现,增加储量。

中国石化领导要求,海外石油工程,要抓住工程市场逐步回暖的机遇,加大常规项目开发力度,强化技术含量高的项目、油田综合服务项目和海洋工程项目的开发,利用国家优惠政策,加强银行和企业间的合作,寻求更大发展机遇,解决海外队伍停待问题,带出更多国内富余队伍,推动国内队伍技术水平提高。推进与国际大公司合作,学习引进管理经验和体系,提高工程承包管理能力。

在当前的海外油气勘探开发形势下,只要工程技术企业自我加压,开展技术创新,形成具有国际竞争力的具有自主知识产权的核心技术,积极开展对外交流与合作,就一定能够有效保障中国石化海外勘探开发项目的顺利实施,提高市场占有率,在日趋激烈的国际石油工程市场竞争中,逐步成为一支具

有很强战斗力的“工程技术铁军”。

致 谢:黎玉战、殷进银和卢福长 3 位同志在该文写作中给予了很大帮助,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 张奎林,张华卫. 滨里海盆地巨厚盐膏层钻井液密度设计新方法[J]. 石油钻探技术, 2008, 36(6): 63-65.
Zhang Kuilin, Zhang Huawei. New drilling fluid density design for drilling huge gypsum formation in Pre-Caspian Sea Basin [J]. Petroleum Drilling Techniques, 2008, 36(6): 63-65.
- [2] 张克坚,王元敏,李银海,等. 哈萨克斯坦滨里海盆地巨厚盐膏层固井技术[J]. 石油钻探技术, 2008, 36(6): 82-85.
Zhang Kejian, Wang Yuanmin, Li Yin Hai, et al. Cementing technology used in huge salt bed in Pre-Caspian Sea Basin, Kazakstan [J]. Petroleum Drilling Techniques, 2008, 36(6): 82-85.
- [3] 李作宾. TasW-1 井钻井复杂情况处理技术[J]. 石油钻探技术, 2010, 38(2): 88-90.
Li Zuobin. Well TasW-1 complicated condition treatment technique [J]. Petroleum Drilling Techniques, 2010, 38(2): 88-90.
- [4] 王斌,李洪乾,李强,等. 缅甸 D 区块二开井段防斜钻具组合优选[J]. 石油钻探技术, 2010, 38(4): 67-69.
Wang Bin, Li Hongqian, Li Qiang, et al. The study of BHA optimization for D Block Myanmar [J]. Petroleum Drilling Techniques, 2010, 38(4): 67-69.
- [5] 楚广川,朱骏蒙,齐光峰,等. 缅甸 Pyay 油田复杂地层防漏防窜固井技术[J]. 石油钻探技术, 2009, 37(1): 62-64.
Chu Guangchuan, Zhu Junmeng, Qi Guangfeng, et al. Gas migration and leak prevention cementing technology for Myanmar Pyay Oilfield [J]. Petroleum Drilling Techniques, 2009, 37(1): 62-64.

欢迎订阅 2011 年《石油钻探技术》

《石油钻探技术》创刊于 1973 年,是由中国石油化工集团公司主管、中国石化集团石油工程技术研究院主办的科技期刊,是全国中文核心期刊和历年中国科技论文统计源刊,被美国《石油文摘》、《中国石油文摘》和《中国地质文摘》等大量摘录。国内刊号:CN11-1763/TE,国际刊号:ISSN1001-0890。

《石油钻探技术》主要报道国内石油工程(包括钻井、钻井液、固井、完井、开采等专业)以及钻采机械设备与自动化方面的科技进展和现场经验,适当介绍国外石油工程技术发展的水平和动向。2011 年,本刊栏目调整为:学术探讨、钻井完井、油气开采、钻采机械、现场交流、科技信息。适合于广大石油工程技术人员、石油类高等院校师生和油田企业经营者阅读。

《石油钻探技术》为双月刊,大 16 开版本,逢单月末出版。2011 年每期定价 15 元(含邮寄费),全年 6 期共 90 元。自办发行,邮汇与信汇均可。欢迎有关单位和个人及时订阅,可破季订阅。订阅办法:

1. 登录本刊网站(www. syzt. com. cn)下载期刊订阅单,认真填写订阅单及汇款单,切勿潦草,以免因地址不详而无法邮寄。

2. 银行汇款:工行北京市海淀支行,帐号 0200049629200702219,户名“中国石油化工股份有限公司石油工程技术研究院”,开户行代码:102100004960,并注明“期刊”字样。

3. 邮局汇款:北京市朝阳区北辰东路 8 号北辰时代大厦 710 室,邮编 100101,收款人:刘文臣。

联系电话:010-84988356,84988317;传真:010-84988316;E-mail: syzt@vip. 163. com。