

文章编号: 0253-9985(2006)06-0715-07

中国石化油气勘探回顾与展望

蔡希源

(中国石油化工股份有限公司, 北京 100092)

摘要: “十五”期间, 中国石化油气勘探取得重大进展。发现并快速探明国内最大的海相碳酸盐岩天然气田——普光气田, 并逐步探明了塔河特大型海相古岩溶油田, 石油勘探实现持续稳定增长, 天然气勘探实现快速发展, 新增探明石油地质储量 13.1×10^8 t, 探明天然气地质储量 $6\,825.9 \times 10^8$ m³; 在理论和技术方面, 陆相隐蔽油气藏地质理论与勘探技术系列日趋完善, 海相碳酸盐岩油气藏地质理论与勘探技术系列初步形成; 在管理方面积极探索了新的体制和机制, 特别是在新区风险勘探方面形成了“集团化决策、项目化管理、市场化运行、社会化服务”的管理模式, 有效地支持了油气勘探的大突破、大发现, 为中国石化“十一五”乃至更长时期的油气资源战略的实施搭建了一个坚实的平台。

关键词: 油气勘探; 勘探领域; 勘探规划; 中国石化

中图分类号: TE122.1 文献标识码: A

Review and outlook of SINOPEC's oil and gas exploration

Cai Xiyuan

(SINOPEC, Beijing, 100092)

Abstract Great progress had been made in oil and gas exploration by Sinopec during China's 10th 'Five-Year' Plan. Puguang, the largest marine carbonate gas field in China, was discovered and rapidly proved, and Tahe, a super-large marine palaeokarst oil field, was progressively proved during the period. The additional proved oil in place had steadily increased by 1.31 billion tons and proved gas in place had rapidly grown to 682.59 BCM. The geological philosophy and exploration technologies of continental subtle pools had been upgraded and that of marine carbonate reservoirs had taken a primary shape. New management systems and mechanism had been bravely tried and a special management concept (also known as 'collectivized decision, project management, marketized operation, and socialized service') had been implemented in the area of risk explorations, thus effectively helping make big breakthroughs and discoveries in SINOPEC's oil and gas exploration and providing a firm basis for the implementation of SINOPEC's oil and gas resource strategy for the 11th Five-Year Plan or even longer period.

Key words oil and gas exploration; exploration area; exploration plan; SINOPEC

石油石化重组以来, 中国石化以国家能源安全战略为己任, 企业持续发展为目标, 以科技创新为动力, 大力实施油气资源战略, 勘探领域不断拓展, 新区、老区勘探均取得重大进展, 实现了石油勘探持续稳定发展, 天然气勘探快速发展^[1,2]。总结“十五”油气勘探的丰硕成果, 中国石化油气勘

探的主攻领域进一步明确, 展示了良好的发展前景。

1 勘探进展

“十五”期间, 中国石化勘探领域不断扩大, 油

收稿日期: 2006-10-10

作者简介: 蔡希源 (1953—), 男, 教授级高级工程师, 油气地质

气资源基础进一步加强。在东部老区深化隐蔽油气藏勘探,保持了东部石油储量的稳定增长;在西部加强碳酸盐岩古岩溶油气藏勘探,使塔河油田储量、产量快速增长;在南方大力发展天然气勘探,发现了目前国内最大的海相天然气田—普光气田。“十五”期间,新增探明石油地质储量 13.1×10^8 t、天然气储量 $6\,825.9 \times 10^8$ m³,分别较“九五”增长了 48.2% 和 329%^[3]。此外,开拓海外起步良好,“走出去”战略初见成效,打开了海外发展的新局面。

1.1 深化隐蔽油气藏勘探,坚持老区挖潜,东部石油储量稳定增长

勘探认识和实践表明,东部隐蔽油气藏具有很大的资源潜力,是增储稳产的重要领域^[4]。但是,隐蔽油气藏固有的复杂性、隐蔽性,使其勘探难度大,勘探风险更大。迫切需要深化地质认识,以理论创新指导勘探;迫切需要强化技术创新,以技术创新达到勘探目标的实现,提高整体勘探效益。

“十五”期间,以胜利油田为代表的东部各油田,加强了隐蔽油藏成藏机理研究,从陆相断陷盆地隐蔽圈闭发育模式、油气运聚条件入手,通过大量的模拟与测试分析,精细研究,论证了各类隐蔽油气藏的聚油气机理,发展完善了以“断坡控砂、优势输导、相势控藏”为核心的隐蔽油气藏勘探理论,深化了东部老油田隐蔽油藏分布规律及成藏

模式(图 1),实现了隐蔽油气藏“由碰到立足于找”的转变。与此同时,随着大规模高精度三维地震资料的采集和应用,以及储层地震描述技术和井筒工程配套技术的广泛应用,尤其是东部陆相断陷盆地高分辨层序地层学^[5]的广泛应用,揭示了地层、岩性等隐蔽油气藏受“断裂坡折带—低位扇”控制的分布规律,既解决了隐蔽油气藏到哪里去找,又解决了如何找的问题^[6],促进了隐蔽油气藏勘探快速发展。“十五”期间,隐蔽油气藏领域已经成为东部油气储量增长的主体,新增探明石油地质储量 4.69×10^8 t 占同期新增储量的 58.4%。尤其是在济阳坳陷的临南洼陷、牛庄洼陷和孤北洼陷三角洲前缘浊积砂体、东营凹陷北带、车镇凹陷北坡砂砾岩体等岩性油藏,埕岛、垦东披覆构造带地层岩性油藏和郑家—王庄地区、义和庄凸起东北坡、陈家庄凸起北坡等地区地层超覆油藏勘探取得了重要进展。在济阳坳陷隐蔽油气藏勘探成功启示下,东濮凹陷、泌阳凹陷、高邮凹陷、潜江凹陷、长岭凹陷等富油凹陷的隐蔽油气藏勘探也取得新进展,为东部老油田原油产量稳定提供了资源基础。

在隐蔽油气藏勘探的推动下,通过滚动勘探开发一体化运行管理模式的实施,东部老区在复杂断块群等勘探领域也取得了显著成效。东濮凹陷、南襄盆地、苏北盆地、江汉盆地、八面河地区等探区在复杂断块群领域分别年均新增探明储量均在 $1\,000 \times 10^4$ 以上。这些勘探成果充分显示出

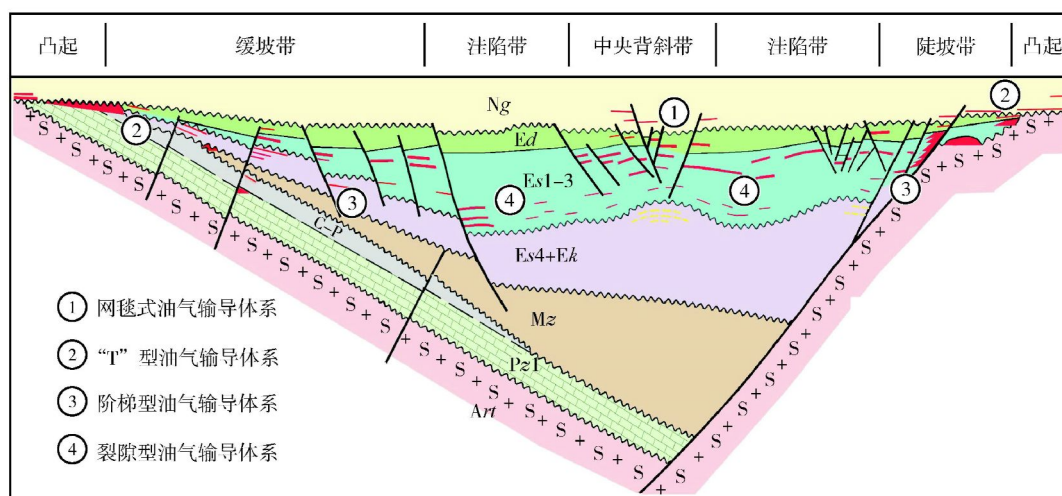


图 1 隐蔽油气藏成藏模式图(据胜利油田, 2002)

Fig. 1 Reservoiring mode of subtle pools

在勘探成熟度较高的富油凹陷, 各类隐蔽油气藏领域, 复杂断块群领域仍然具有较大的勘探潜力和增储空间。

1.2 加强古岩溶油藏勘探, 探明特大型海相油田

塔河油田位于塔里木盆地北部沙雅隆起阿克库勒凸起南部, 是我国第一个古生界海相碳酸盐岩大油田^[7~9]。“十五”期间, 围绕“优质烃源岩长期生烃, 多期排烃为油气成藏提供了丰富的资源基础; 多期岩溶形成的缝、洞是油气聚集的有利场所; 紧邻主力烃源岩的古隆起、古斜坡是油气富集有利区带; 具有多期成藏、后期调整的特点以及良好保存条件是油气成藏的关键”^[10]的海相古岩溶油气成藏规律这个主线, 进一步深化海西早期和加里东中期岩溶认识。与此同时, 围绕海相古岩溶油藏的特点与勘探难点, 强化关键技术的攻关和推广应用力度, 初步形成了“碳酸盐岩储层预测识别技术、碳酸盐岩储层改造技术、超深层复杂地层钻井技术和碎屑岩隐蔽圈闭落实与评价”等

四大关键技术系列^[7], 扩展了勘探领域, 塔河油田储量规模不断扩大(图 2)。

“十五”期间, 塔河油田的稳步外扩, 井控含油面积从“九五”末的 630 km², 扩大到 2 840 km²; 勘探深度从 5 500 m, 延伸到 6 500 m; 勘探领域向西、南扩展; 勘探层位由上奥陶统鹰山组增加到中、下奥陶统的一间房组和良里塔格组; 储集层类型由单一的鹰山组溶蚀孔洞型扩大到一间房组颗粒灰岩裂缝-溶蚀孔隙型储集体、良里塔格组裂缝-溶蚀孔洞型储集体; 形成志留系砂岩、泥盆系东河砂岩、石炭系巴楚组底部砂泥岩互层段致密砂岩储层及石炭系卡拉沙依组、中二叠统火山岩、三叠系砂岩储层, 多层系、多领域含油的立体勘探格局(图 3), 成为一个三级储量(探明、控制、预测)规模达到 14.7 × 10⁸ t 的特大型海相古岩溶油田。

1.3 发现最大海相气田, 实现南方天然气勘探重大突破

“十五”期间, 中国石化以“充分发挥集团优

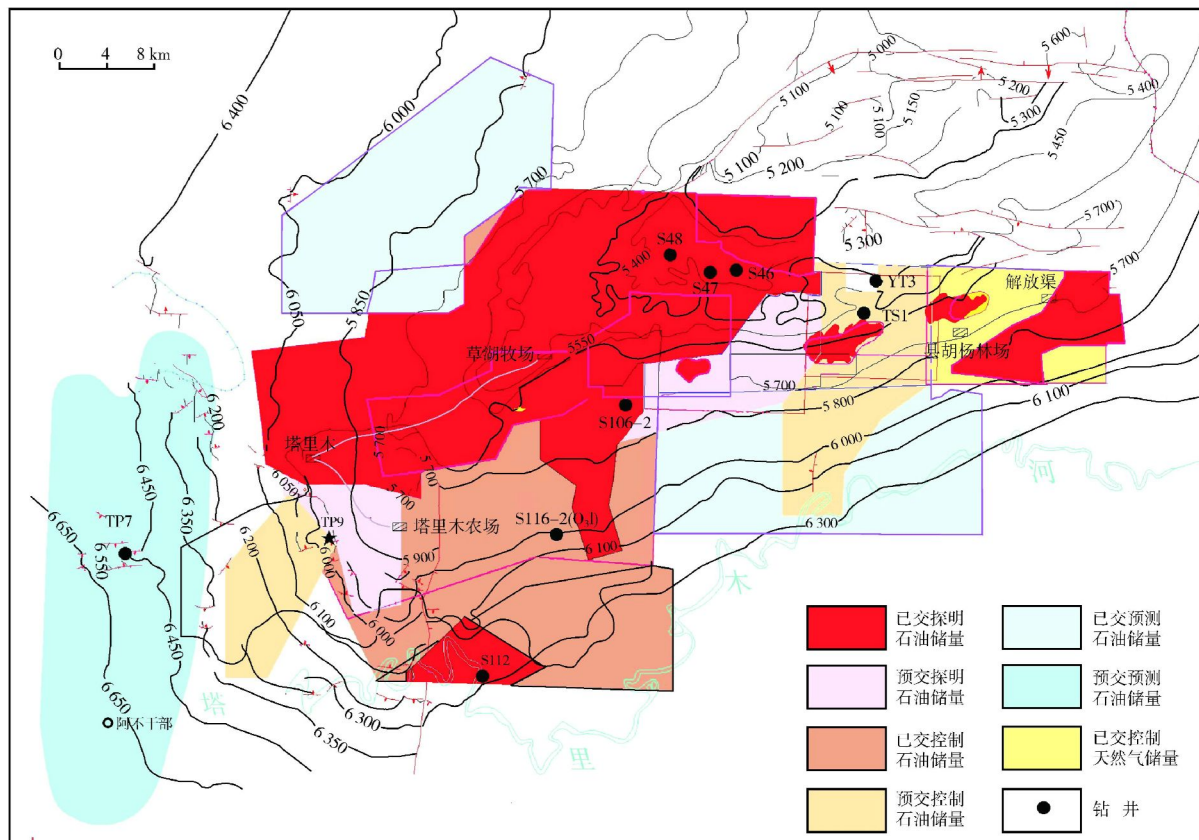


图 2 塔河油田平面图(据西北分公司, 2005)

Fig. 2 Plain view of Tahe oilfield

注: 塔河油田奥陶系顶面构造图

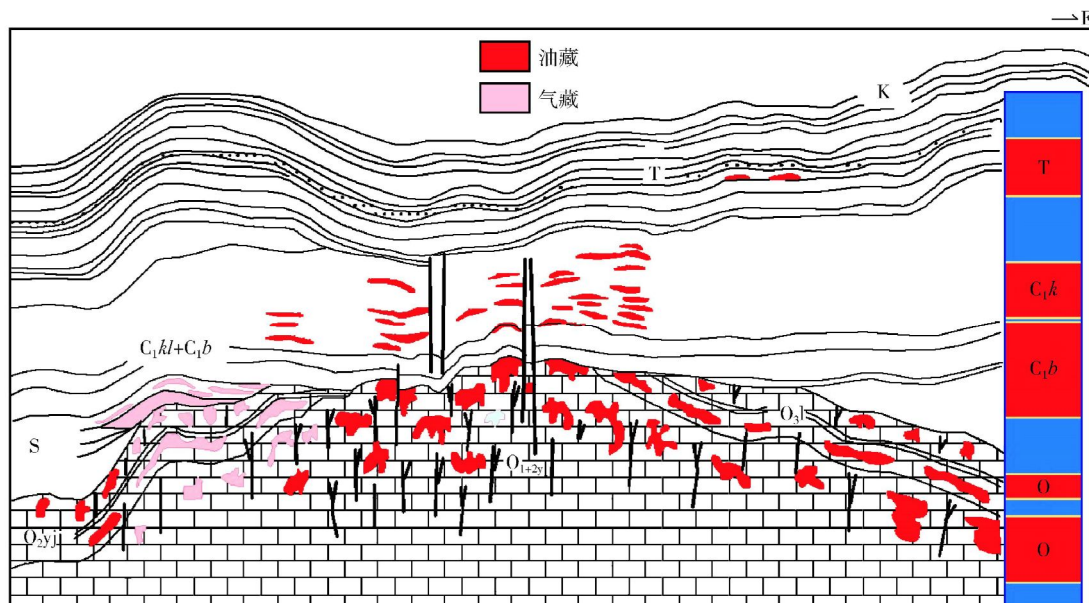


图 3 塔河油田油藏剖面 (据西北分公司, 1999)

Fig. 3 Reservoir profile of Tahe oilfield

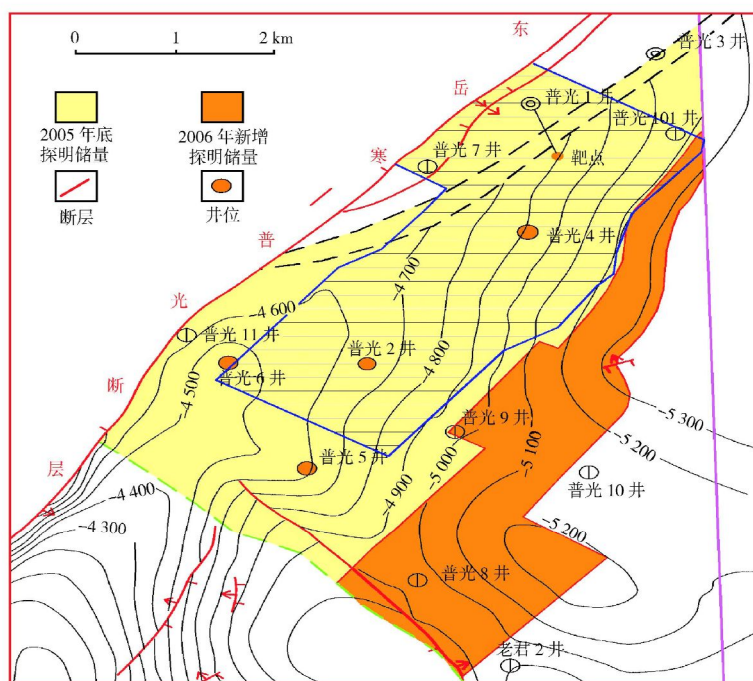


图 4 普光气田探明储量含气面积图 (据南方分公司, 2006)

Fig. 4 Distribution of gas bearing area in Puguang gas field

注: 普光气田飞仙关组 (T_{1f}^1) 顶面构造图

势, 优选有利目标、重点攻关, 加速天然气勘探”为指导思想, 发现并快速探明我国最大海相气田—普光气田。气田发现于 2003 年, 截至 2005 年底已累计探明天然气地质储量 $2\,510.7 \times 10^8 \text{ m}^3$ (图 4), 预计最终规模可以达到 $5\,000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。普光气田是我国目前储量规模最大、埋藏最深、资源丰度最高的特大型整装的海相气田。这一巨大成果

展现了中国的海相碳酸盐岩油气勘探前景良好^[8]。

普光气田的发现是理论认识深化、技术创新和勘探思路转变的结果^[11-12]。通过对前期勘探成果的认真剖析, 进一步厘定了上二叠统长兴组与三叠系飞仙关组间的一套白云岩的时代归属, 建立了区内二叠系长兴组 (P_2c)—三叠系飞仙关组 (T_{1f}) 层序地层格架和区内台地边缘礁滩相沉积

布起着重要作用。断坡带与隐蔽油气藏分布的关系表现为三个方面: 断裂坡折带控制了岩性油气藏和断层-岩性复合油气藏的发育; 挠曲坡折带控制了岩性油气藏的发育; 凸起带上则一般形成深切谷地层油气藏和地层超覆油气藏。

勘探实践表明, 中国石化隐蔽油气藏勘探领域较广, 潜力较大。在东部主要有以济阳坳陷为代表的东部陆相断陷盆地隐蔽油气藏领域, 以松辽盆地为代表的断坳盆地隐蔽油气藏领域; 在中西部以鄂尔多斯、准噶尔盆地为代表的叠合盆地隐蔽油气藏领域。其中东部断陷盆地东营、沾化、车镇、惠民、东濮、泌阳、南阳、金湖、高邮和潜江等 10 个富油凹陷的断坡带, 准噶尔盆地中部区块和西缘车排子地区, 鄂尔多斯盆地北部杭锦旗区块、杭锦旗南区块, 鄂尔多斯盆地南部镇原-泾川区块等是隐蔽油气藏发育的有利地区, 以地层、岩性、构造-岩性以及大面积低幅度地层岩性圈闭为主攻勘探目标。

2.2 海相碳酸盐岩油气藏领域

随着油气地质理论认识的升华、科学技术的进步, 海相碳酸盐岩新发现的油气田越来越多, 越来越大。“十五”期间, 中国石化海相领域塔河油田储量的快速增长, 普光气田的快速发现, 中国石油在鄂尔多斯盆地、四川盆地相继发现了靖边气田、罗家寨等气田, 为我们在海相领域寻找大油气田增强了信心。表明我国海相碳酸盐岩油气勘探进入一个新阶段, 在未来储量增长和大中型油气田的发现中, 将占据越来越重要的地位, 是我国油气资源战略接替的重要领域。

我国海相油气资源为 445×10^8 t(油当量), 具有发现大中型油气田的基本石油地质条件。海相碳酸盐岩具有多期成藏、后期调整、晚期定型的成藏特点。构造-古地理位置决定了沉积盆地类型, 也决定了油气聚集规律与富集程度; 烃源岩以泥页岩、泥灰岩为主, 有机质丰度高; 储集体主要有礁滩、岩溶、白云岩、裂缝等, 储集类型为层状孔隙-裂隙型储层、似层状风化壳储层和块状礁滩储层; 区域不整合面和断裂控制了油气运移和聚集的方向; 区域性古隆起控制了油气富集的规模和分布。但是, 目的层老、埋深大; 具有多套压力系统, 后期改造作用强烈。因此, 立足整体保存条件研究, 是寻找大中型油气田的关键所在。海相碳

酸盐岩油气藏的发育往往与原型盆地密切相关, 复杂的构造经历, 增加了对原型盆地的恢复以及生、储、盖层时空展布、配置的地质认识的难度; 储集体受古岩溶和裂缝控制, 形态复杂、非均质性, 有效储集体预测及含油气检测难度也大。

中国石化探区具有较广阔的碳酸盐岩勘探领域, 主要包括南方海相领域、塔里木盆地台盆区和鄂尔多斯盆地。近年来, 针对海相碳酸盐岩成藏的特点和勘探难点, 中国石化加强了构造-岩相古地理研究, 抓住与高能相带展布相关的储层分布规律研究, 取得了塔河大油田的不断扩大和普光大气田的发现, 实现了塔中围斜的油气突破。目前, 在塔里木盆地雅克拉断凸、塔中围斜、巴楚隆起西端、古城墟等区带已经发现和落实了一批有利的勘探目标, 在四川盆地及其周缘也发现一些有利构造, 有望成为新的重要接替区带。

南方地区将以普光气田的发现为契机, 深化川东北地区构造-岩相古地理等基础研究, 以宣汉-达县地区的普光-毛坝场-普光西-老君-大湾-双庙等有利勘探目标为重点, 加快探明速度, 力争早日实现巴中、米仓山和大巴山前缘油气勘探的重大突破。同时加快川东南、鄂西渝东、龙门山前缘、川西南等四川盆地其它地区及外围区块勘探, 积极评价黔中隆起及其周缘、湘鄂西和中下扬子区块, 优选有利目标择机钻探。塔里木台盆区则在纵向上首先立足奥陶系, 重点抓好南部盐下、托甫台及于奇三个地区勘探评价工作, 加快探明塔河特大型油田; 同时重点加强塔中-巴楚、塔河深层、塔河外围、天山南等战略目标的预探、开勘探, 力争发现 3 个亿吨级石油储量规模和 6 个千亿方天然气储量规模的目标, 实现资源接替。

2.3 海域勘探

我国海域辽阔, 资源丰富。据最新资源评价结果, 近海 10 个沉积盆地石油资源量为 245.6×10^8 t 天然气资源量为 8.43×10^{12} m³。

中国石化在东海陆架盆地、渤海海域、南海北部湾、南黄海和琼东南盆地有少量勘探区块。由于临近经济发达区, 与西部地区相比具有明显的市场优势。今后我们要充分利用中国石化海洋勘探优势技术, 加大渤海和东海海域勘探力度, 优选区带, 加强评价, 择机钻探, 开拓海上油气勘探的新局面。还要重视海域非常规资源的调查和研

究,如海域天然气水合物的调查与评价等。

2.4 国外油气勘探

世界丰富的油气资源,为中国石化海外油气勘探开发提供了广阔的发展空间。根据美国地质调查所(USGS)对世界油气资源的预测,世界石油待发现资源量 983×10^8 t,天然气待发现资源量 $147 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。待发现油气资源主要分布在中东、美洲、俄罗斯和亚太等地区。

今后要进一步加快国外已有油气勘探项目的实施,积极推进新勘探项目的开发,要进一步加强全球油气资源研究,围绕战略目标区,积极开发新项目,准备后备资源区块,为国外发展开辟后备基地,确保“十一五”国外油气勘探规划目标的提前实施。

3 结语

“十一五”中国石化下步的油气勘探方向已经明确,我们一定要坚持科学的发展观,大力推进油气资源战略,解放思想,抓住机遇,勇于探索,大胆实践,努力实现“十一五”规划制定的发展目标,再次谱写出中国石化油气勘探的新篇章。

参 考 文 献

- 1 牟书令. 中国石化油气发展战略 [J]. 中国石油企业, 2003, 12: 7~8
Mou Shuling SINOPEC's strategy for hydrocarbon development [J]. China Petroleum Industry, 2003, 12: 7~8
- 2 牟书令. 加快油气发展稳固资源基础——中国石化油气勘探开发现状及发展展望 [J]. 中国石油石化, 2003, 12: 23~25
Mou Shuling Accelerating petroleum development and strengthening resources basis-current state and outlook of SINOPEC's petroleum exploration and development [J]. China PetroChem, 2003, 12: 23~25
- 3 张抗. 近 20 年中国石油储量变化分析 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(5): 584~589
Zhang Kang Analysis of China's oil reserves growth in recent 20 years [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(5): 584~589
- 4 李丕龙, 张善文, 宋国奇, 等. 断陷盆地隐蔽油气藏形成、勘探与展望 [C]. 北京: 石油工业出版社, 2005: 125~133
Li Pilong, Zhang Shanwen, Song Guoqi et al. Formation, exploration and outlook of subtle reservoirs in rifted basin [C]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2005: 125~133
- 5 蔡希源, 李思田. 东部陆相断陷盆地高分辨层序地层学 [M]. 北京: 地质出版社, 2004
Cai Xiyuan, Li Sitian High-resolution sequence stratigraphy of continental rifted basin in eastern China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2004
- 6 潘元林, 张善文, 肖焕钦. 济阳断陷盆地隐蔽油气藏勘探 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2004
Pan Yuanlin, Zhang Shanwen, Xiao Huanqin Exploration of subtle reservoirs in Jiyang rifted basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2004
- 7 翟晓先, 漆立新. 塔河油田勘探实践与面临的挑战 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2006
Zhai Xiaoxian, Qi Lixin Exploration practices and challenges in Tahe oilfield [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2006
- 8 康玉柱, 蔡希源, 张传林. 中国古生代海相油气田形成条件与分布 [M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 2001
Kang Yuzhu, Cai Xiyuan, Zhang Chuanlin Forming condition and distribution of China's Palaeozoic marine oil/gas fields [M]. Urumqi: Xinjiang Science, Technology and Health Press, 2001
- 9 金之钧. 中国典型叠合盆地油气成藏研究新进展(之二)——以塔里木盆地为例 [J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(3): 281~288, 294
Jin Zhijun New progresses in research of China's typical superimposed basins and reservoiring of hydrocarbons (Part II): taking Tarim basin as an example [J]. Oil & Gas Geology, 2006, 27(3): 281~288, 294
- 10 蔡希源. 塔里木盆地台盆区油气成藏条件与勘探方向 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(5): 590~597
Cai Xiyuan Reservoiring conditions and exploration targets in Tarim basin [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(5): 590~597
- 11 马永生. 四川盆地普光大气田的发现与勘探 [J]. 海相油气地质, 2004(2): 4: 35~40
Ma Yongsheng Discovery and exploration of Puguang gas field in Sichuan basin [J]. Marine Origin Petroleum Geology, 2004(2): 4: 35~40
- 12 王庭斌. 中国大中型气田成藏的主控因素及勘探领域 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(5): 572~583, 589
Wang Tingbin Main control factors of large and medium gas fields and exploration domains in China [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(5): 572~583, 589

(编辑 陈喜禄)