

准噶尔盆地油气储量增长趋势与潜力分析

陈萍¹, 张玲¹, 王惠民²

(1. 中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083; 2. 中国石化集团新星石油有限责任公司, 北京 100083)

摘要: 准噶尔盆地是我国最早发现油气的沉积盆地之一, 自 1955 年发现克拉玛依油田以来, 已探明 30 多个油气田。通过对盆地地质特征、成藏机制以及储量分布特征分析, 重点探讨了近年来盆地快速、高效勘探的成功经验, 并以油气储量发现为主线, 结合盆地勘探程度和储量增长变化趋势, 预测了盆地未来储量增长和勘探潜力。目前盆地油、气探明程度为 45.3% 和 30.3%, 正处在中期—中晚期勘探阶段, 预测还应有 $(9.42 \sim 16.92) \times 10^8$ t 的石油地质储量待探明; 岩性、火山岩、致密砂岩等隐蔽性油气藏是盆地今后油气勘探的主要目标。

关键词: 潜力分析; 油气储量; 准噶尔盆地

中图分类号: TE132.1

文献标识码: A

Reserves growth trend and potential analysis of Junggar Basin

Chen Ping¹, Zhang Ling¹, Wang Huimin²

(1. SINOPEC Petroleum Exploration & Production Research Institute, Beijing 100083, China;

2. SINOPEC Star Petroleum Co Ltd, Beijing 100083, China)

Abstract: The Junggar Basin is one of early explored petroliferous basins in China. Since the discovery of the Karamay Oil Field in 1955, over 30 oil fields have been found. The geologic features, hydrocarbon accumulation mechanisms and distribution characteristics of the Junggar Basin were studied in this paper. The basin has undergone rapid and effective exploration in past years, which helped potential prediction. The present estimate of recoverable oil and gas resources in the basin is 45.3% and 30.3%, respectively. Exploration is in the middle and late stages. There are $(9.42 \sim 16.92) \times 10^8$ t oil remaining unproved. Lithologic, igneous rocks and tight sandstones are the main targets for future exploration in the basin.

Key words: potential analysis; petroleum reserves; Junggar Basin

1 地质特征

准噶尔盆地属于晚古生代至中、新生代多旋回叠合盆地, 由西部隆起、陆梁隆起、中央拗陷、南缘冲断带、东部隆起、乌伦古拗陷 6 个一级构造单元构成。准噶尔盆地油气资源丰富, 发育 5 大复合含油气系统^[1]: 玛湖—一盆 1 井西、昌吉、东道海子—大井、乌伦古和吉木萨尔复合含油气系统。盆地油气勘探工作始于 1935 年, 自 1955 年发现新中国第一个大油田——克拉玛依以来^[2]; 先后相继探明 30 多个油气田, 实现原油储量和产量多年的连续增长; 2002 年建成了西部第一个千万吨级的大油田, 成为中国西部地区探明石油储量最多的沉积盆地。盆地南部、东部以背斜构造油藏为主, 西部隆起带和盆地中部则以地层、岩性、构造多种类型组成的复合、隐蔽油气藏为主体。

2 成藏机制与储量分布特征

平面上准噶尔盆地油气聚集受主力生烃凹陷所控制, 凹陷斜坡及凸起伸向生烃凹陷的倾伏带均是油气聚集的有利部位。生烃凹陷控制了油气分布, 富生烃凹陷则控制了大油气田分布。在盆地隆起区的背斜、断块、扇体、潜山等圈闭是油气聚集的有利场所; 凹陷区的低幅度背斜、岩性体及坡折带也可储集油气。

除乌伦古拗陷外, 盆地其他一级构造单元都分布有石油储量, 其中以西部隆起最多, 截至 2012 年底累计探明石油地质储量 17.62×10^8 t, 占全盆地总量的 73.2%; 其次是陆梁隆起, 累计探明石油地质储量 2.20×10^8 t, 占全盆地总量的 9.1%。而天然气探明地质储量则主要分布在陆梁隆起和南缘冲段带, 2 个构造单元合计探明地质储量约占全盆地的 72.9%。

纵向上区域性盖层对油气纵向聚集有明显控制作用。在盆地构造沉积演化历史中存在 3 次盆地级规模湖侵和 2 次盆地级规模湖退,从而形成了 3 套区域性盖层(上三叠统白碱滩组、下侏罗统三工河组上部泥岩和下白垩统吐谷鲁群泥岩)和 2 套区带性盖层(下侏罗统八道湾组中部泥岩和古近系安集海河组泥岩)。这些盖层在盆地范围或区带范围内对其下伏油气聚集起到了明显的控制作用。

准噶尔盆地油气成藏与断裂体系息息相关,油气沿断层的垂向运移十分显著,大多数油气藏的形成与油气垂向运移相关,在缺乏油源断裂区域,油气均分布于烃源岩上覆第一套区域性、区带性盖层之下。

盆地在石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、古近系、新近系都发现了石油探明储量^[3-4]。其中侏罗系最多,截至 2012 年底累计探明石油地质储量 7.54×10^8 t,占盆地总量的 31.3%。其次是

三叠系,累计探明石油地质储量 7.16×10^8 t,占盆地储量的 29.7%。而天然气则以石炭系探明储量最多,为 $1\ 061.67 \times 10^8$ m³,占盆地总量的 53.8%。

3 油气储量增长特征与趋势分析

根据勘探程度、勘探开发技术、油气田发现与探明储量增长趋势分布(图 1,2),将准噶尔盆地油气储量增长大致分为 4 个阶段^[5-7]。

3.1 盆地早期勘探阶段

1955—1978 年期间为盆地早期勘探阶段,以盆地西北缘克乌断裂构造带上盘以及南缘山前带为主要勘探对象。盆地形成以来,西北缘地区经历了 3 次大的构造运动改造,形成了多期次、多类型的含油气构造,该区紧邻盆地主力生烃凹陷——玛湖凹陷,输导体系发育,玛湖西斜坡广泛发育着断裂控制作用下成带分布的冲积扇群。1955 年发现了克拉玛依油田,随后相继发现百口泉、乌尔禾、红

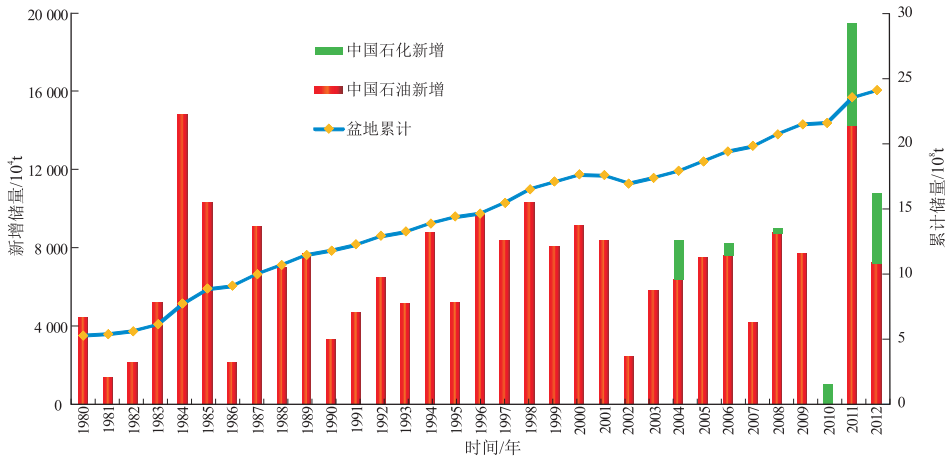


图 1 准噶尔盆地石油探明储量增长趋势分布

Fig.1 Growth trend of proved oil reserves in Junggar Basin

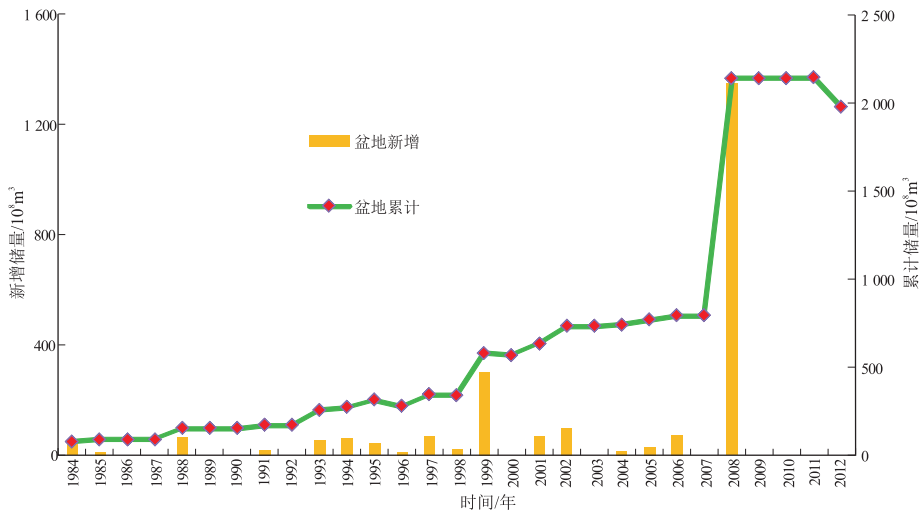


图 2 准噶尔盆地天然气探明储量增长趋势分布

Fig.2 Growth trend of proved gas reserves in Junggar Basin

山嘴、齐古等油田,期间合计新增探明石油地质储量 $48\ 138 \times 10^4$ t,年均新增 $2\ 006 \times 10^4$ t,证实了西北缘克乌断裂构造带是一个有利油气聚集带。

3.2 盆地深化勘探阶段

1979—1989 年期间为盆地深化勘探阶段。由于数字地震技术的应用以及油气成藏规律认识的深化,油气勘探取得了新的突破。西北缘发现夏子街、风城、车排子等油田,准东地区及西北缘稠油勘探获得突破,发现火烧山、北三台、三台等油田,期间合计新增探明石油地质储量 $64\ 737 \times 10^4$ t,年均新增 $5\ 885 \times 10^4$ t,充分展示了西北缘及盆地稠油勘探前景。

3.3 盆地腹部储量增长高峰阶段

1990—2001 年为盆地腹部储量增长高峰阶段。随着三维地震技术、储层预测技术、地震成像技术、油藏描述技术等广泛应用及地质认识的深化,在总结勘探成功经验的基础上诞生了“梁控论”,油气运移从高势区向低势区的规律,源外低势区所指的高部位——梁是油气运移的指向,也是油气聚集的场所。这就是油气的“沿梁聚集”,简称梁聚论。在盆地中部发现了石西、石南、彩南、莫北、陆梁等油田多是在这一理论下探明的,腹部地区成为这一时期准噶尔盆地储量增长的主战场^[8-9]。期间 12 年合计新增石油探明地质储量 $87\ 475 \times 10^4$ t,年均新增 $7\ 290 \times 10^4$ t,为腹部储量增长高峰期。

3.4 新区块、新层系突破阶段以及精细勘探阶段

2002—2012 年为新区块、新层系突破阶段以及精细勘探阶段^[10]。中国石化开始介入该盆地勘探,自 2005 年相继在盆地西部隆起发现春光、春风、春晖等 3 个油田。此外两大油公司通过精细勘探又发现了新的油气聚集带和新的油气藏类型,例如昌吉、滴水泉、莫西庄等油田,实现了老油田的持续稳定增储。该期间 11 年合计新增探明储量 $85\ 744 \times 10^4$ t,年均新增探明储量 $7\ 795 \times 10^4$ t,形成该盆地又一个储、产量高峰期。

综上所述,准噶尔盆地油气增长趋势表现如下特征:

(1) 盆地虽然经过多年的勘探开发,油气储量仍然呈现持续增长的趋势;早期勘探阶段资源探明速度为 0.4%,经过深化勘探、精细勘探,资源探明速度达到 1.5%(表 1)。

(2) 各个勘探阶段储量增长高峰均为新油气田的发现,即勘探效果的新突破。例如 1977 年的高峰为百口泉油田的突破,1984 年高峰期为克拉玛依油田储量规模进一步扩大,1998 年高峰期为石西油田和百口泉油田规模扩大,2011 年高峰期为吉木萨尔凹陷上二叠统、风城油田侏罗系、车排子地区春风和春光油田新近系的扩大。2008 年由于克拉美丽大气田的发现,使准噶尔盆地 2008 年新增天然气储量达到一个高峰^[11-13],也使盆地天然气储量达到高峰。

4 近期盆地快速、高效勘探的启示

4.1 近期盆地快速、高效勘探成果

进入“十五”以来,随着中国石化开始介入准噶尔盆地勘探,先后发现莫西庄、春光、春风、春晖等油田。其中红车断阶带上发现的春光、春风油田,在新近系储层中获得规模油气储量发现。

(1) 春光油田:车排子地区 2005 年 4 月 6 日完钻的排 2 井在新近系沙湾组试获高产工业油流,发现了春光油田。

(2) 春风油田:排 6 井为春风油田的发现井,该井 2005 年 6 月 4 日完钻并突破出油关。为扩大排 6 井油层的含油范围,随后又钻探了排 601 井和车浅 1-1 井。3 口探井均在沙湾组一段钻遇油层并试获工业油流,发现春风油田。

(3) 稠油领域勘探潜力扩大:2011 年 5 月 27 日,哈山西地区完钻的哈浅 1 井在侏罗系八道湾组蒸汽吞吐获 10.5 t/d 工业油流;发现了春晖油田,成为五千万吨级整装稠油油田。

表 1 准噶尔盆地主要勘探阶段石油探明储量

Table 1 Proved oil reserves in main exploration phases of Junggar Basin

项目	盆地早期 勘探阶段	深化勘探阶段	腹部储量增长 高峰阶段	新区块、新层系突破 及精细勘探阶段
时间/年	1955—1978	1979—1989	1990—2001	2002—2012
发现油田	克拉玛依、百口泉、乌尔禾、红山嘴、齐古	夏子街、风城、车排子、夏子街	石西、石南、莫北、陆梁油田	昌吉、春光、春风、春晖、滴水泉、莫西庄
合计新增储量/ 10^4 t	48 138	64 737	87 475	85 744
年平均新增储量/ 10^4 t	2 006	5 885	7 290	7 795
探明速度/%	0.4	1.1	1.4	1.5

(4)致密油资源的重大突破:中国石油在东部隆起吉木萨尔凹陷发现了上二叠统的昌吉油田,2012年提交探明地质储量 $7\ 206\times 10^4\ \text{t}$,同时在中二叠统发现了可观的致密油资源,并于2013年开始打造致密油高效开发示范基地。由此,形成准噶尔盆地勘探开发历程中的一个新的里程碑;从“常规油气资源”勘探开发向“致密油气资源”勘探开发迈进。

(5)特殊岩性勘探领域进一步扩大:克拉美丽气田是准噶尔盆地陆梁隆起上发现的第一个大型火山岩气田,于2008年提交上石炭统巴塔玛依内山组探明地质储量 $1\ 033\times 10^8\ \text{m}^3$,从而展示了特殊岩性天然气勘探潜力。

4.2 近期快速勘探突破的启示

(1)创新认识、大胆部署是车排子地区浅层获得重大突破的根本原因。

盆地西缘车排子地区新生界作为历经50年勘探而被忽视的层系,只有解放思想、敞开思维、强化科研、创新勘探理论和技术,才能实现油气勘探的突破。研究认为,车排子地区是一个隐蔽油气成藏聚集带,具备多源供烃、多期次、多层系、多类型、多品位等特点。2005年实施了排2井钻探,就是依据上述新思路、新认识指导下部署,从而实现新近系的突破。

(2)新技术的应用和地质认识的深化是勘探突破、开发上产的重要保证。

春风油田具有油藏埋藏浅、储集物性好、开发难度小、经济效益好的特点,该油田勘探的突破,得益于利用三维地震资料进行砂体精细描述技术和HDNS稠油吞吐技术的应用,是油田勘探、开发、工程、工艺高度一体化结合的典型案例。

(3)大型富含油气盆地,是发现大型油气田的资源基础。

准噶尔盆地是一个大型叠合盆地,面积大、资源基础雄厚,发育多套生储盖组合,目前盆地每一个层系都发现了规模储量,且油气藏类型多样。应牢固树立“富油凹陷勘探无禁区”的观念。

5 未来储量增长潜力预测

5.1 根据探明程度预测

据2005年最新资评结果,准噶尔盆地石油地质资源量为 $53.19\times 10^8\ \text{t}$,探明程度为45.3%。与我国勘探成熟盆地(表2)和世界主要含油气盆地相比,准噶尔盆地石油资源探明程度不高,其资源潜力非常巨大。按我国东部成熟盆地的平均探明程度63.0%计算,预计有 $9.42\times 10^8\ \text{t}$ 的石油地质储量

表2 中国主要含油气盆地的石油资源探明程度

Table 2 Proven degree of oil in main petroliferous basins of China

盆地	地质资源量/ $10^8\ \text{t}$	探明储量/ $10^8\ \text{t}$	探明程度/%	探明速度/%
南襄	3.65	3.05	83.6	0.8
苏北	4.27	3.36	78.6	1.1
松辽	113.07	76.66	67.8	1.4
渤海湾	167.68	110.93	66.2	4.0
鄂尔多斯	73.53	42.71	58.1	1.0
柴达木	12.91	5.02	38.9	2.2
准噶尔	53.19	24.08	45.3	1.5

注:资源量采用全国最新资评数据,储量采用全国油气矿产储量通报;探明速度=某年度年新增探明储量/地质资源量。

待探明;若按国外主要盆地平均石油资源探明程度77.1%计算,预测有 $16.92\times 10^8\ \text{t}$ 的石油地质储量待探明。

5.2 根据探明速度预测

据统计(表1,2),准噶尔盆地西北缘深化勘探阶段(1979—1989年期间)石油探明速度平均为1.1%;新区块、新层系突破阶段(2002—2012年期间)石油探明速度平均为1.5%。以前者作为低限、后者为高限预测“十三五”期间可以新增探明储量约为 $(2.93\sim 3.99)\times 10^8\ \text{t}$ 。

5.3 根据勘探阶段预测

美国和前苏联等西方国家根据沉积盆地油气资源探明程度,将油气勘探划分为4个阶段(表3),准噶尔盆地正处在中期—中晚期勘探阶段,换句话说,盆地近期仍会有各种规模油气田的发现。

5.4 勘探潜力及方向分析

尽管准噶尔盆地油气勘探已经走过了近60年的历程,但是勘探程度很不均衡,主要表现在以下几个方面:一是地区分布不等;二是层位分布不均;

表3 沉积盆地油气勘探阶段划分

Table 3 Exploration phase division of sedimentary basins

阶段	探明程度/%	主要勘探特点
早期	10~15	查明地质结构总规律、油气形成条件,在此阶段一般可发现小型油气田(藏)
中期	20~25	普查勘探钻井效率很高,发现盆地或含油气岩或含油气岩系中最大油气田(藏)阶段
中晚期	30~35	在第三阶段极大地增加钻井工作量,而勘探效率降低,发现油气田的数量增加,可能发现不同规模油气田(藏),但其规模变小,以中小型油气田(藏)为主
晚期	40~45	该阶段要延续数十年,勘探工作效率很低。主要是发现一些小型油气田(藏),在此阶段初期尚未探明的剩余潜在资源约为30%~40%,并且分散在无数单独的油气(藏)中

三是深度分布不同。分布的不均衡既反映了含油气盆地的复杂,也表明勘探领域仍十分广阔。

(1)勘探程度较低地区:泛指油气勘探尚未战略展开的所有地区和老区有潜力的新区块,同时也包括老区中勘探程度和认识程度较低的有利区块;其次是目前评价相对较差的地区。对于评价较差地区的勘探,必须在深入研究的基础上,地质认识有所突破的前提下,才可以投入实物工作量。

(2)新层位:既有新区新层位,也有老区新层位。

(3)深层:深层是从埋藏深度上考虑,有老地层的深层,也有新地层的深层。准噶尔盆地的主要烃源层在腹部及南缘的广大地区,埋藏很深,这些烃源层在高一过成熟阶段生成的油气,有相当一部分仍应保留在深层。因此,随着勘探技术的进步,走向深层势在必行。

(4)非常规资源:包括深盆气、煤层气、水溶气等。对非常规资源,目前投入很少,需要开展研究和试验工作,搞清资源的数量和分布。

6 结论

(1)准噶尔盆地石油储量增长趋势表明,盆地虽然经过 60 多年的勘探开发,油气储量仍然呈现持续增长的趋势,资源探明速度由 0.4% 上升为 1.5%。据此预测“十三五”期间可以新增探明储量约为 $(2.93 \sim 3.99) \times 10^8$ t。

(2)准噶尔盆地油、气探明程度为 45.3% 和 30.3%,正处在中期—中晚期勘探阶段,预测还应有 $(9.42 \sim 16.92) \times 10^8$ t 的石油地质储量待探明。

(3)随着勘探开发程度加大,隐蔽性圈闭是准噶尔盆地今后油气勘探的主要目标。近年勘探快速增储的领域主要为西北缘及腹部探区岩性油藏、火山岩油气藏、致密油气藏及深大构造油气藏。

参考文献:

[1] 李丕龙,冯建辉,陆永潮,等.准噶尔盆地构造沉积与成藏[M].北京:地质出版社,2010:171-243.
Li Pilong,Feng Jianhui,Lu Yongchao, et al.Tectonic sedimentary and reservoir formation in Junggar Basin [M].Beijing: Geological Publishing House, 2010; 171-243.

[2] 李国玉,吕鸣岗.中国含油气盆地图集[M].2版.北京:石油工业出版社,2002:232-239.
Li Guoyu,Lü Minggang. Atlas of petroliferous basin, China [M]. 2nd ed. Beijing: Oil Industry Press, 2002: 232-239.

[3] 张枝焕,刘洪军,李伟,等.准噶尔盆地车排子地区稠油成因及成藏过程[J].地球科学与环境学报,2014,36(2):18-32.
Zhang Zhihuan,Liu Hongjun,Li Wei, et al. Origin and Accumulation

Process of Heavy Oil in Chepaizi Area of Junggar Basin[J].Journal of Earth Sciences and Environment,2014,36(2):18-32.

[4] 王学忠,王金铸,乔明全.准北春晖油田勘探成效分析[J].特种油气藏,2013,20(1):15-18.
Wang Xuezhong,Wang Jinzhu,Qiao Mingquan.Exploration effect analysis of Chunhui Oilfield in the Northern Junggar Basin [J]. Special Oil & Gas Reservoirs, 2013, 20(1): 15-18.

[5] 翟中喜,白振瑞.渤海湾盆地石油储量增长规律及潜力分析[J].石油与天然气地质,2008,29(1):88-94.
Zhai Zhongxi, Bai Zhenrui. Pattern and potential of petroleum reserves growth in the Bohai Bay Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2008, 29(1): 88-94.

[6] 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.

[7] 乔文龙,董广华.准噶尔盆地石油资源基础和储量增长趋势研究[J].中国石油勘探,2006(3):13-17.
Qiao Wenlong, Dong Guanghua. Research on oil resource basis and reserves growth tendency in Junggar basin [J]. China Petroleum Exploration, 2006(3): 13-17.

[8] 吉海龙.准噶尔盆地哈山地区隐蔽油气藏识别[J].石油与天然气地质,2012,33(5):670-674.
Ji Hailong. Identification of subtle traps in Hassan block, Junggar Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2012, 33(5): 670-674.

[9] 张玲,王志强,张丽艳,等.火成岩油气藏储量计算有关问题探讨[J].石油与天然气地质,2009,30(2):223-229.
Zhang Ling, Wang Zhiqiang, Zhang Liyan, et al. A discussion on certain issues concerning reserve calculation of igneous reservoirs [J]. Oil & Gas Geology, 2009, 30(2): 223-229.

[10] 苏朝光,钟维萃.准噶尔盆地车排子凸起新近系沙湾组物源分析[J].石油与天然气地质,2010,31(5):648-655.
Su Chaoguang, Zhong Weiping. An analysis on the provenance of the Neogene Shawan Formation in the Chepaizi Uplift of the Junggar Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2010, 31(5): 648-655.

[11] 王屿涛,罗建玲,高奇,等.准噶尔盆地天然气储量增长趋势预测及勘探潜力分析[J].新疆石油地质,2012,33(5):614-616.
Wang Yutao, Luo Jianling, Gao Qi, et al. Natural gas reserves growth prediction and exploration potential analysis in Junggar Basin [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2012, 33(5): 614-616.

[12] 黄学斌,魏萍,郭鸣黎,等.SEC 储量成本指标计算方法探讨[J].石油实验地质,2014,36(4):506-510.
Huang Xuebin, Wei Ping, Guo Mingli, et al. Discussion of cost index calculation method on SEC reserves [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2014, 36(4): 506-510.

[13] 魏萍,张玲,翟中喜,等.SEC 石油储量替代率预测方法探讨[J].石油实验地质,2013,35(6):702-706.
Wei Ping, Zhang Ling, Zhai Zhongxi, et al. Forecasting methods of SEC reserves replacement rate [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2013, 35(6): 702-706.