

文章编号: 0253 - 9985(2011)02 - 0293 - 08

# SEC 储量评估特点及影响因素

张玲 魏萍 肖席珍

(中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083)

**摘要:** 通过对目前 SEC 储量分类准则、评估方法和评估特点的剖析, 介绍了 SEC 储量准则中剩余经济可采储量的分类标准。从储量静态评估、动态评估、价值评估 3 个方面, 阐述了 SEC 储量评估方法, 同时分析了各种静态参数、动态参数以及经济参数对储量评估结果的敏感程度。运用不同类型油气藏的实际资料, 找出储量评估方法中影响储量评估结果的主控因素。研究认为, 储量动态评估中, 应根据油气田已有的开发生产规律、现有的开发状况和今后的开发趋势, 合理划分储量评估单元, 合理选择产量递减曲线类型、递减率、稳产时间、初始产量, 使其尽量符合油气田实际开发规律, 以达到评估结果客观、准确。提出了油气价格是影响剩余经济可采储量及其价值最敏感的经济参数, 其次是成本、成本劈分比例和投资, 为今后掌握 SEC 储量评估工作程序、评估结果精度提供参考。

**关键词:** 储量影响因素; 储量分类; SEC 准则; 储量评估

中图分类号: TE155 文献标识码: A

## Characteristics and their influential factors of SEC reserve evaluation

Zhang Ling, Wei Ping, Xiao Xizhen

(SINOPEC Petroleum Exploration and Production Research Institute, Beijing 100083, China)

**Abstract:** This paper introduces the criteria for classification of SEC reserves, discusses evaluation methods of SEC reserves in terms of static evaluation, dynamic evaluation and value evaluation, and analyzes the sensitivity of evaluation results to various parameters, including static, dynamic and economic parameters. Moreover, the main factors influencing evaluation results are identified through various case studies. For dynamic evaluation of reserves, previous development patterns, current development status and future development trend should be used to rationally divide reserve evaluation units and select optimal types of decline curves, decline rate, stable production time and initial production rate, so as to ensure the evaluation results being objective and accurate. Oil price is believed to be the most sensitive economic parameter that influences the remaining economically recoverable reserves and its values, followed by cost, cost partitioning coefficient and investment. This study provides a basis for determining SEC reserves evaluation procedure and appraising the accuracy of evaluation results.

**Key words:** influential factor of reserves, classification of reserves, SEC standard, reserve evaluation

油气储量既是油公司重要战略资源, 也是制定勘探、开发规划的重要依据<sup>[1]</sup>。对于上市石油公司储量是衡量一个石油企业财务状况的重要指标, 上市储量评估必须依据国际通行的标准和方法, 对其储量进行评估和披露。美国证券交易委

员会(简称 SEC) 制定了一系列严格的规则, 即 SEC 准则, 每年由具有储量评估资质的评估公司对上市公司的油气储量进行评估。SEC 储量评估是从商业角度以合理的确定性为依据, 重视钻井资料和测试资料, 参数选值和储量计算采用风险

最小的保守值,强调储量近期可生产、有经济价值。在 SEC 储量评估过程中,从储量的定义、分类,到储量计算、评价和管理,始终与储量的经济性紧密结合,以评估、管理剩余经济可采储量为目标,将剩余经济可采储量作为衡量评估结果合理性以及储采平衡指标。

## 1 储量的分类及评估方法

### 1.1 储量分类

SEC 储量准则规定剩余经济可采储量分为证实储量 (proved reserves)、概算储量 (probable reserves)、可能储量 (possible reserves)<sup>[2]</sup> (图 1)。

证实储量 (proved reserves) 是指在现行经济和技术条件下,即在评估基准日的价格和成本条件,由地质和工程资料比较肯定证明的,从已知油气藏中将来可被采出的原油、天然气和天然气液的数量。价格的变化只考虑合同中所涉及的现有价格的变化,但不包括将来条件改变引起的价格涨跌。

概算储量 (probable reserves) 是指根据地质和油气藏工程数据显示较有可能采出的那部分未证实储量。虽没有直接的井控资料,但在已知或推断的油水界面之上的构造或油气藏的界限内,存在产油或产气的证据。油藏似乎适合于二次采油,但没有准确的资料确定预计的开采范围和采油量。

可能储量 (possible reserves) 是指通过地质和油气藏工程数据分析比概算储量采出可能性较小的那部分未证实储量。该类储量的构造控制井的资料比概算储量的要少,而主要以测井解释油气饱和度资料为依据。另外还包括证实或概算储量面积的扩边部分,并被地球物理和地质研究所证实。油藏可能适合于二次采油,但现有的资料非常少。

SEC 储量评估主要包括 3 部分内容,静态法评估地质储量和可采储量;动态法评估技术可采储量、经济可采储量、剩余经济可采储量;储量价值评估<sup>[3-4]</sup>。总之,在 SEC 储量评估过程中,根据油气田拥有的勘探、开发资料(即油气田所处的勘探、开发阶段),采用相适应的评估方法<sup>[5-6]</sup>。

### 1.2 储量评估方法

目前常用的储量评估方法有静态法和动态法,其中静态法包括容积法和类比法。

#### 1) 静态法

容积法评估是最常用、适合勘探开发各阶段的方法,是油气田勘探、开发初期油气储量评估的最好方法。一般用于新发现、未开发和开发初期缺少生产动态资料油气藏的储量计算。容积法评估油气储量是借助于地质模型来完成,通过油气藏的面积、有效厚度、孔隙度、含油(气)饱和度、采收率等参数,确定含油气体积、储量参数空间展布。估算各级各类(证实、概算、可能)地质储量、

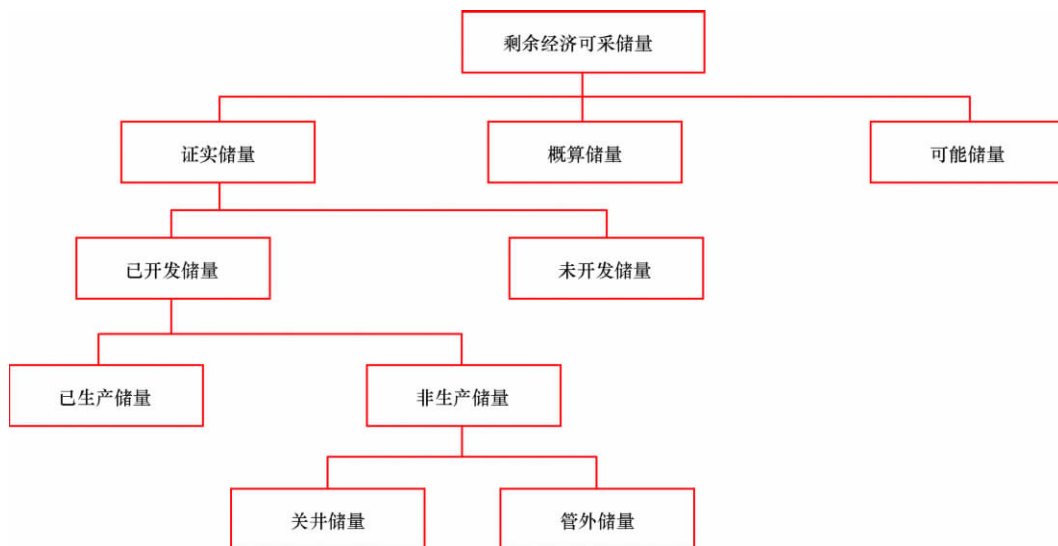


图 1 SEC 储量分类

Fig. 1 Classification of SEC reserves

技术可采储量,为确定开发钻井计划(井数、井位、产量剖面)、计算经济可采储量提供基础。

类比法多用于油气田开发前和生产早期,是针对缺少动态资料的油气藏进行的储量评估方法,特别对于成熟油气田的扩边新层块更为有效,它是容积法储量评估方法的补充。该方法主要采用成熟油气藏的已知地质、油气藏特征和开发特征,建立目标油气藏与成熟油气藏的类比依据,预测目标油气藏的采收率、开发指标等。估算各级各类(证实、概算、可能)地质储量、技术可采储量。

2) 动态法

在油田开发中,影响开发效果的因素很多,但是在油藏条件不变的情况下,每一个油藏都具有独立的开发规律。动态法储量评估就是针对这种变化规律进行统计分析,预测未来的生产动态,以及未来的累计产量和经济开采年限。动态法储量评估的对象是针对开发时间较长、并且有一定油气水运动规律的油气藏进行储量评估<sup>[7]</sup>,估算证实已开发技术可采储量、经济可采储量和剩余经济可采储量。目前 SEC 储量评估常用的方法是产量与时间关系曲线法。

2 储量评估的特点

SEC 储量评估特有的评估目的决定了其储量评估具有合理的确定性、有效的经济性、动态的时效性、连续的系统性。

2.1 合理的确定性

合理的确定性是指依据现有地质和油气藏工程资料,油气藏面积、有效厚度、采收率、递减率等储量参数的确定应具有充分依据。如果用概率法对证实储量评估,则实际采出量大于等于估计值的概率至少为 90%;对概算储量评估,则实际采出量大于等于

证实储量与概算储量之和的概率至少为 50%;对可能储量评估,则实际采出量大于等于证实储量、概算储量与可能储量之和的概率至少为 10%。

在证实已开发储量(PDP)范围之外,并且在一个开发井距以内的储量为证实未开发储量(PUD);而证实已开发储量范围以外的多个开发井距之内的储量,必须提供相关的资料证明其储量具有合理的确定性,方可评估为证实未开发储量,否则只可作为概算储量(PB)(图 2)。

如果没有足够的资料确定储量参数时,则应该采用保守的算法估算证实储量。确保将来随着油气田的勘探开发增加足够的资料时,储量应该增加(正调整),而不是减少(负调整)。

2.2 有效的经济性

现行经济和技术条件是指油气产品价格、操作成本、生产方式、开采技术、油气外输和市场管理、矿权、利益分成以及法规方面的要求,均在储量评估的有效期内是现存的。如果需要推测其变化,则对其发生的可能性必须有足够的依据。

如果油气价格太低,致使油气生产达不到经济条件,储量就不能为证实储量,必须从证实储量数据中以负调整而减掉,当经济条件好转时,以正调整再进入证实储量。

在边远地区,如上市公司油气市场的存在性很大,而且有一套提炼、处理和输送这些油气产品进入市场的经济有效的方法,或者至少在最近其方法可行,则储量为证实储量。对于缺少市场、不具经济性的储量,由于不能产生正现金流,则不能是证实储量。

2.3 动态的时效性

SEC 准则要求每年都要进行剩余经济可采储

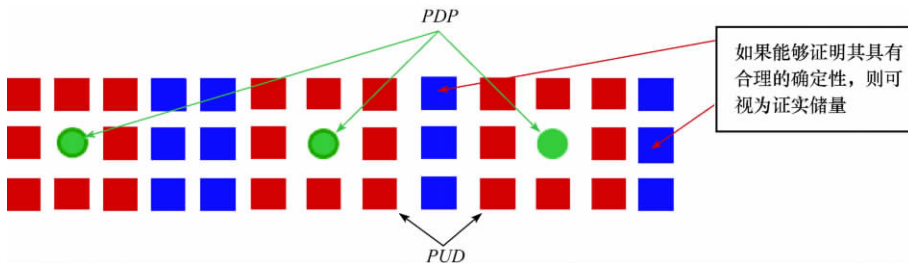


图 2 SEC 储量井控范围和储量级别划分示意图

Fig. 2 Sketch map showing the scope of well control and the category of SEC reserves

量评估,并且针对某个基准日(一般是年底12月31日和年中6月30日)估算的储量,其评估结果的有效期一般只有半年,最多一年。储量评估的经济参数是根据当年操作费和评估基准日油气价格。2008年以前SEC储量准则规定,年末最后一天的价格为评估价格。2009年新的储量准则规定,油气价格取评估基准日前12个月每月第一天的价格平均值,且在评价期内保持不变。

经过综合调整的油田,如果没有改变驱油机理(如没有开展三次采油或稠油热采等),可选取调整以前曾经出现过的产量递减趋势预测产量;一旦开采技术发生变化,如三次采油或稠油热采等技术成功应用,应以开采技术变化后的产量递减趋势预测产量。

随着油气田储量的开发动用,以及今后钻井情况、开发技术的变化,储量的类别(证实、概算、可能)和储量的开发状态(已开发、未开发)会发生变化,且随油气田的生产动态和开发计划执行情况的变化而变动。

#### 2.4 连续的系统性

从勘探开发活动的投资效益整个系统考虑,每年对所有储量(评估单元)进行储量及其价值评估,既包括当年新增探明储量,也涵盖已开发和未开发(已评估单元)储量的增、减变化,其评估结果是油田投资效益、勘探开发形势的综合体现。SEC储量评估的着重点在于剩余经济可采储量,本年度的剩余经济可采储量是上年度剩余经济可采储量延续(本年度剩余经济可采储量 = 上年度剩余经济可采储量 - 本年度产量 + 本年度储量变化),在储量替代率中,上年评估结果对本年度储量替代有直接影响,本年度储量将影响下年度储量替代率。

### 3 储量的影响因素

根据SEC储量评估方法、内容和特点,可从储量静态评估参数、动态评估参数、经济评估参数3个方面分析影响储量评估结果的主要因素。

#### 3.1 静态评估参数

静态评估参数主要有含油气面积、有效厚度、孔隙度、饱和度、体积系数、采收率等。静态评估主要是计算地质储量、技术可采储量,为经济可采储量计算提供五年钻井计划基础。静态评估参数不直接参与计算经济可采储量,但是地质储量、技术可采储量的大小对钻井方案的井数、产量起到约束作用。对地质储量、技术可采储量评估影响较大的参数为含油气面积、有效厚度、单储系数及采收率<sup>[8-9]</sup>。地质储量随着含油面积(或有效厚度、单储系数)的增大而增大(图3);当地质储量一定时,技术可采储量随着采收率的增大而增大。

#### 3.2 动态评估参数

动态评估参数主要有产量递减曲线类型、递减率、稳产时间、初始产量、钻井计划、经济极限产量等。

##### 1) 递减曲线类型

递减曲线类型有指数递减、双曲递减、调和递减<sup>[10-11]</sup>。指数递减曲线递减最快,调和递减曲线递减最缓,双曲递减曲线介于二者之间(图4)。当递减率、稳产时间、初始产量一定时,选用指数递减曲线预测的累计产量(剩余经济可采储量)最小,调和递减曲线预测的累计产量最大,双曲递减曲线介于二者之间。

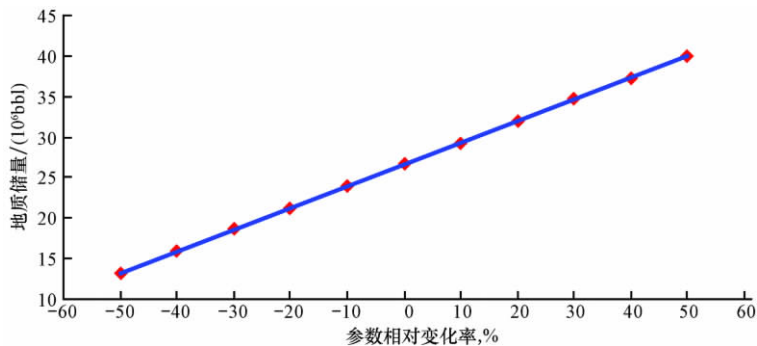


图3 地质储量敏感性分析

Fig. 3 Sensitivity analysis of geological reserves

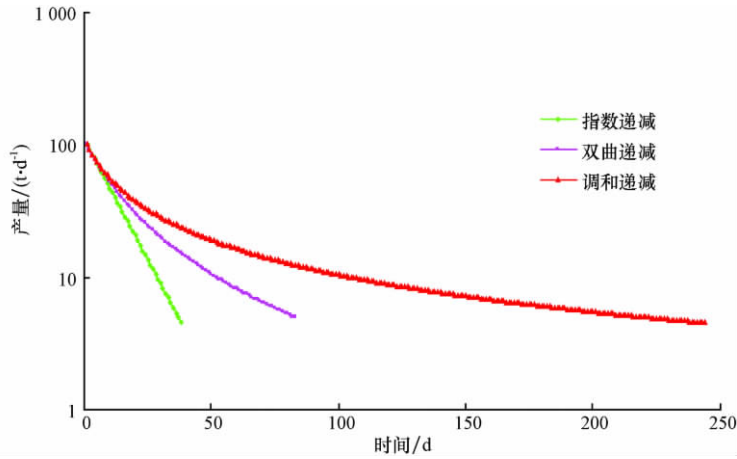


图 4 不同递减率类型产量与时间关系曲线示意图

Fig. 4 Sketch map showing the relationship between production and time at different decline rate

2) 递减率、稳产时间、初始产量

当递减曲线类型一定, 则递减率、稳产时间和初始产量是影响产量预测结果的主要因素<sup>[12]</sup>。在其它条件一定时, 如递减率小、稳产时间长、初始产量高(表 1; 图 5) 则预测的累计产量大, 计算剩余经济可采储量大。反之, 如递减率大、稳产时间短、初始产量低, 则预测的累计产量小, 计算剩余经济可采储量小。

3) 钻井计划

未来钻井计划中每年钻井数、总井数、井位、井控面积、单井控制储量决定了储量动用程序和规模, 影响评估储量的类别和大小。在单井产量、单井成本一定的情况下, 井数越多, 同时投资越大, 将会影响经济开采年限和剩余经济可采储量。

4) 经济极限

在 SEC 储量评估中, 经济极限一般采用经济极限产油量和产气量, 主要受油气价格、固定成本、可变成本、固定与可变成本劈分比例等影响。

表 1 递减率对储量变化的影响

Table 1 Impacts of decline rate on reserve evaluation results

递减率变化, %	递减率, %	储量 / (10 <sup>6</sup> bbl)	储量差值 / (10 <sup>6</sup> bbl)	差值比例, %
-30	2.94	445.617	136.112	43.98
-20	3.36	389.141	79.636	25.73
-10	3.78	346.456	36.950	11.94
0	4.20	309.506	0	0
10	4.62	282.329	-27.176	-8.78
20	5.04	258.280	-51.225	-16.55
30	5.46	236.645	-72.860	-23.54

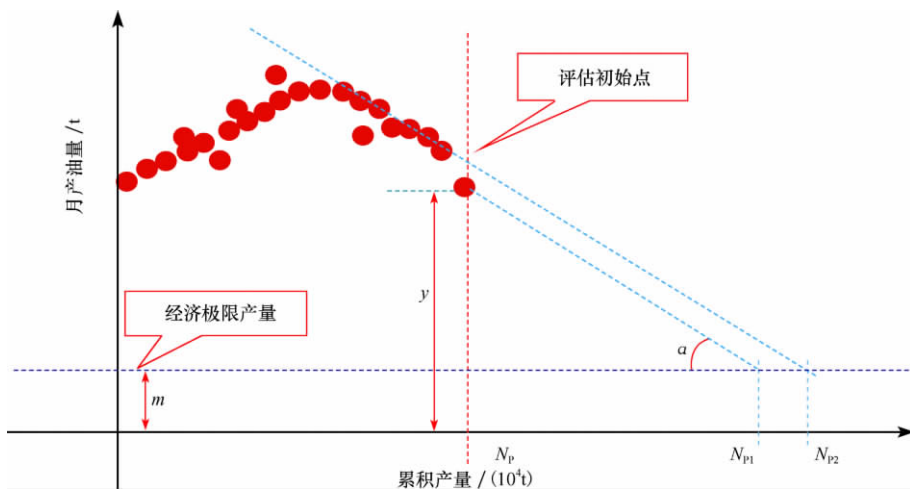


图 5 产量与时间关系曲线示意图

Fig. 5 Sketch map showing the relationship between production and time

经济极限产量高,计算经济开采年限短、剩余经济可采储量小;反之,经济极限产量低,计算经济开采年限长、剩余经济可采储量大。

### 3.3 经济评估参数

经济评估参数包括油气价格、成本及劈分比例、投资、矿权年限等。

#### 1) 油气价格

油气价格的变化是影响剩余经济可采储量及其价值最主要的经济参数,它不仅参与现金流的计算,而且影响经济极限值的大小<sup>[13-14]</sup>。在其他参数不变情况下,随着油气价格的升高,剩余经济可采储量增加。在油价较低时,其变化对剩余经济可采储量、储量价值影响较大;高油价时,其变化对剩余经济可采储量、储量价值影响变小。如某 A 油田,基准平衡油价为 25 美元/bbl,当油价由 30 美元/bbl 上升至 40 美元/bbl 时,剩余经济

可采储量增加 4.6%,而油价高于 50 美元/bbl 时,剩余经济可采储量变化较小(图 6)。

#### 2) 成本及成本劈分比例

成本的变化是影响剩余经济可采储量及其价值的主要参数之一<sup>[15-16]</sup>。当油价、投资等其它参数不变时,随着成本的增加,剩余经济可采储量减少。如某 A 油田在油价 30 美元/bbl 时,成本为 13.49 美元/bbl 时,剩余经济可采储量为  $17.83 \times 10^6$  bbl;当成本增加 10% 时,剩余经济可采储量为零;当成本降低 20% 时,剩余经济可采储量增加 4.6%。可见,在低油价(30 美元/bbl)时,成本参数变化(变化比例为 -30% ~ 30%)对剩余经济可采储量变化敏感度系数为 -1 000 ~ 15.2,在相对高油价(55 美元/bbl)时,成本参数变化(变化比例为 -30% ~ 30%)对剩余经济可采储量变化敏感度系数为零,成本的变化对剩余经济可采储量的变化影响很小(表 2)。

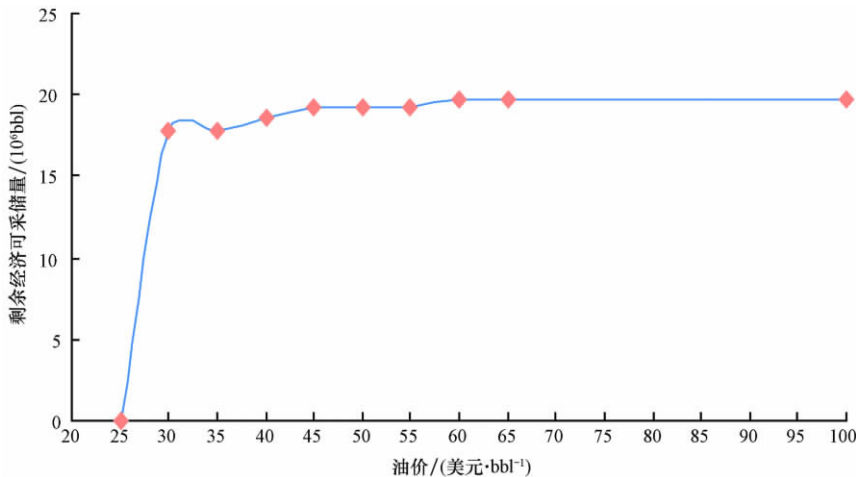


图 6 A 油田油价与剩余经济可采储量的关系

Fig. 6 Oil price vs. remaining economically recoverable reserves of Oilfield A

表 2 成本对储量变化的影响

Table 2 Impacts of costs on reserve evaluation results

成本变 化比例, (%)	成本/ (美元· bbl <sup>-1</sup> )	油价/(美元·bbl <sup>-1</sup> )								
		30			35			55		
		剩余经济 可采储量/ (10 <sup>6</sup> bbl)	变化比例, %	敏感度系数	剩余经济 可采储量/ (10 <sup>6</sup> bbl)	变化比例, %	敏感度系数	剩余经济 可采储量/ (10 <sup>6</sup> bbl)	变化比例, %	敏感度系数
-30	9.44	18.64	4.57	-15.2	19.25	7.96	-26.5	19.25	0	0
-20	10.79	18.64	4.57	-22.9	18.64	4.57	-22.9	19.25	0	0
-10	12.14	17.83	0	0	18.64	4.57	-45.7	19.25	0	0
0	13.49	17.83	0	0	17.83	0	0	19.25	0	0
10	14.84	0	-100	-1000.0	17.83	0	0	19.25	0	0
20	16.19	0	-100	-500.0	17.83	0	0	19.25	0	0
30	17.54	0	-100	-333.3	0	-100	-333.3	19.25	0	0

敏感度系数计算公式如下:

$$R = R_N / R_C \quad (1)$$

$$R_N = (N_{Ci} - N_{Cj}) / N_{Cj} \quad (2)$$

$$R_C = (C_i - C_j) / C_j \quad (3)$$

式中:  $R_N$  为剩余经济可采储量变化比例, %;

$R_C$  为成本变化比例, %;

$N_{Cj}$ 、 $N_{Ci}$  分别为变化前、后的剩余经济可采储量,  $10^6$  bbl;

$C_j$ 、 $C_i$  分别为变化前、后的成本, 美元/bbl。

另外固定与可变成本劈分比例影响经济极限产量。不同的成本劈分比例, 同样影响经济极限产量的大小, 固定成本所占比例越大, 经济极限产量就越大, 经济开采年限越短, 剩余经济可采储量则越小。据统计某 B 油田固定成本与可变成本比例由 4 : 6 变成 5 : 5, 则单井经济极限产量由 1.8 t/d 上升为 2.0 t/d, 平均单井经济可采储量降低 10% (表 3)。

表 3 不同成本比例计算经济极限产量  
Table 3 Economic limit rates at different cost partitioning coefficients

固定成本: 可变成本	单井月经济 极限产量/t	单井日经济 极限产量/t	平均单井经济 可采储量/t
1 : 9	18	0.6	171 163.3
2 : 8	31	1.1	15 084.2
3 : 7	41	1.5	13 453.9
4 : 6	50	1.8	12 141.3
5 : 5	57	2.0	11 061.7
6 : 4	62	2.2	10 158.2
7 : 3	67	2.4	9 390.9
8 : 2	72	2.6	8 731.2
9 : 1	75	2.7	8 158.0

### 3) 投资

统计数据显示当油价、成本等其它参数不变时, 随着投资的增加, 剩余经济可采储量减少。在低油价下, 投资增加到一定值, 油气田开发没有经济效益, 剩余经济可采储量为零; 在高油价下, 投资参数变化比例为 -30% ~ 30% 时, 对剩余经济可采储量敏感度系数为零, 投资对剩余经济可采储量影响很小 (表 4)。可见, 当油气田经济效益处于边界状态时, 投资对剩余经济可采储量的影响最为敏感。

剩余经济可采储量价值同样受油气价格、成本、投资经济参数的变化而变化, 随着油气价格的上升、成本和投资的降低, 剩余经济可采储量价值将增大 (图 7)。

### 4) 矿权年限

当矿权年限大于经济可采储量的经济年限时, 矿权年限对经济可采储量计算不起作用, 当矿权年限小于经济年限时, 则经济可采储量计算年限采用矿权年限, 即经济可采储量开采年限受矿权年限限制。

## 4 结论

1) 在 SEC 储量评估时, 合理的确定性是指储量被采出的可能性最大, 储量的风险最小; 具备经济效益而被采出的石油或天然气数量, 随着时间的推移, 随着地质、工程、经济等资料的增加, 油气储量的最终采收率应增加或者保持恒定不变, 而不是下降。

2) 在储量动态评估中, 应根据油气田已有的开发生产规律、现有的开发状况和今后的开发趋势, 合理地划分储量评估单元, 合理地选择产量递

表 4 投资对储量变化的影响

Table 4 Impacts of investments on reserve evaluation results

投资变化 比例, % (10 <sup>3</sup> 美元)	投资/ (10 <sup>3</sup> 美元)	油价/(美元 · bbl <sup>-1</sup> )								
		30			35			55		
		剩余经济 可采储量/ (10 <sup>6</sup> bbl)	变化比例, %	敏感度系数	剩余经济 可采储量/ (10 <sup>6</sup> bbl)	变化比例, %	敏感度系数	剩余经济 可采储量/ (10 <sup>6</sup> bbl)	变化比例, %	敏感度系数
-30	120 547	17.83	0	0	17.83	0	0	19.25	0	0
-20	137 768	17.83	0	0	17.83	0	0	19.25	0	0
-10	154 989	17.83	0	0	17.83	0	0	19.25	0	0
0	172 210	17.83	0		17.83	0	0	19.25	0	
10	189 431	0	-100	-1000.0	17.83	0	0	19.25	0	0
20	206 652	0	-100	-500.0	17.83	0	0	19.25	0	0
30	223 873	0	-100	-333.3	17.83	0	0	19.25	0	0

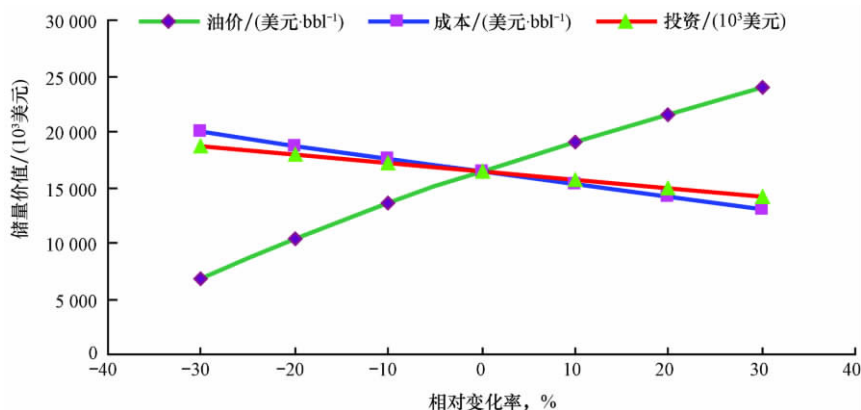


图7 A 油田储量价值敏感性分析

Fig. 7 Sensitivity analysis of reserve values of Oilfield A

减曲线类型、递减率、稳产时间、初始产量,使之尽量符合油气田实际开发规律,以达到评估结果客观、准确。

3) 油气价格是影响剩余经济可采储量及其价值最敏感的经济参数,其次是成本、成本劈分比例和投资。当油气价格较低时,油气价格的变化对剩余经济可采储量的影响较大;而油气价格高于一定值时,油气价格的变化对剩余经济可采储量的影响较小。油气田经济效益处于边界状态时,成本、投资对剩余经济可采储量的影响较为敏感。针对不同的评估对象,应紧密结合评估时经济条件,采取相应的评估策略,以保证 SEC 储量评估结果稳定。

#### 参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] 贾承造. 美国 SEC 油气储量评估方法[M]. 北京: 石油工业出版社, 2004: 8.  
Jia Chengzhao. The estimation method of oil and gas SEC reserves[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2004: 8.
- [3] 赵文智, 毕海滨. 浅析中国与西方在储量计算中确定有效厚度之差异[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(3): 125-129.  
Zhao Wenzhi, Bi Haibin. Differences of net pay estimation between China and SEC[J]. Petroleum Exploration and Development, 2005, 32(3): 125-129.
- [4] 胡允栋, 萧德铭, 王永祥. 按 SEC 标准进行油气证实储量评估的基本原则[J]. 石油学报, 2004, 25(2): 19-20.  
Hu Yundong, Xiao Deming, Wang Yongxiang. The Principles for estimating proven reserves following SEC standards[J]. Acta Petrolei Sinica, 2004, 25(2): 19-20.
- [5] 张玲, 袁向春, 林豪, 等. 上市储量评估与国内储量计算对比分析[J]. 中国西部油气地质, 2006, 2(3): 245-248.  
Zhang Ling, Yuan Xiangchun, Lin Hao, et al. The Comparison analysis of the domestic reserve calculation and reserve estimation on oversea market[J]. West China Petroleum Geosciences, 2006, 2(3): 245-248.
- [6] 赵文智, 毕海滨. 论储量评估中的单元划分[J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(3): 309-314.  
Zhao Wenzhi, Bi Haibin. A discussion on the unit classification in reserve estimation[J]. Oil & Gas Geology, 2007, 28(3): 309-314.
- [7] 陈元千, 胡建国. 确定饱和型煤层气藏地质储量、可采储量和采收率方法的推导及应用[J]. 石油与天然气地质, 2008, 29(1): 151-156.  
Chen Yuanqian, Hu Jianguo. Derivation of methods for estimating OGIP and recoverable reserves and recovery ratio of saturated coal-seam gas reservoirs[J]. Oil & Gas Geology, 2008, 29(1): 151-156.
- [8] 吴国干, 胡永栋, 王永祥, 等. 油气储量评估与油气藏圈闭成因的主控因素[J]. 石油学报, 2008, 29(6): 804-808.  
Wu Guogan, Hu Yongdong, Wang Yongxiang, et al. Main control factors for the estimation of oil and gas reserves genesis of traps in oil and gas reservoirs[J]. Acta Petrolei Sinica, 2008, 29(6): 804-808.
- [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] 刘学利, 焦方正, 翟晓先, 等. 塔河油田奥陶系缝洞型油藏储量计算方法[J]. 特种油气藏, 2005, 12(6): 22-36.  
Liu Xueli, Jiao Fangzheng, Zhai Xiaoxian, et al. The approach to reserve calculation of fractured-vuggy carbonate reservoirs of the Ordovician in Tahe oilfield[J]. Special Oil and Gas Reservoirs, 2005, 12(6): 22-36.
- [11] 陈志海, 常铁龙, 刘常红. 缝洞型碳酸盐岩油藏动用储量计算新方法[J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(3): 315-319.  
Chen Zhihai, Chang Tielong, Liu Changhong. A new approach to producing reserve calculation of fractured-vuggy carbonate rock



- reservoirs [J]. *Oil & Gas Geology* 2007 28(3):315-319.
- [12] 岑芳, 赖枫鹏, 姜辉, 等. 改进定容含硫气藏储量计算方法 [J]. *石油与天然气地质* 2007 28(3):320-323.  
Cen Fang, Lai Fengpeng, Jiang Hui, et al. An improved calculation method for reserve of constant-volume sour gas reservoirs [J]. *Oil & Gas Geology* 2007 28(3):320-323.
- [13] 冉启佑, 胡向阳, 赵庆飞, 等. 新区经济可采储量计算方法 [J]. *石油勘探与开发* 2004 31(5):83-86.  
Ran Qiyu, Hu Xiangyang, Zhao Qingfei et al. Calculation of the economic recoverable reserves in the undeveloped area [J]. *Petroleum Exploration and Development* 2004 31(5):83-86.
- [14] 冉启佑, 赵庆飞, 方开璞, 等. 水驱油田剩余经济可采储量计算方法 [J]. *石油与天然气地质* 2005 26(3):379-383.  
Ran Qiyu, Zhao Qingfei, Fang Kaipu et al. Calculation methods of remaining economic recoverable reserves in waterflooding oilfields [J]. *Oil & Gas Geology* 2005 26(3):379-383.
- [15] 张玲, 张建荣, 庄丽. 储量价值评估在油田勘探效益分析中的应用 [J]. *油气地质与采收率*, 2008 15(1):107-110.  
Zhang Ling, Zhang Jianrong, Zhuang Li, et al. Application of reserves value evaluation to the analysis of exploration benefit in oilfields [J]. *Petroleum Geology and Recovery Efficiency*, 2008 15(1):107-110.
- [16] 张伦友, 彭宽军. 石油天然气储量价值评估方法研究 [J]. *天然气勘探与开发*, 2005 28(3):69-72.  
Zhang Lunyou, Pen Kuanjun. The research of estimation method in the reserves value of oil and gas [J]. *Gas Exploration and Development*, 2005 28(3):69-72.

(编辑 张亚雄)

## (上接第 264 页)

- Zhang Qinglong, Ge Rongfeng, Zhao Liwen, et al. Structural evolution and model of hydrocarbon accumulation in buried hills in the central Liaohu Basin [J]. *Petroleum Geology & Experiment* 2010 32(3):211-217.
- [16] 蔡东升, 罗毓晖, 武文来, 等. 渤海浅层构造变形特征、成因机理与渤中坳陷及其周围油气富集的关系 [J]. *中国海上油气(地质)* 2010 15(1):35-43.  
Cai Dongsheng, Luo Yuhui, Wu Wenlai, et al. Shallow tectonic deformation and its relationship to hydrocarbon enrichment in Bohai depression and adjacent areas, Bohai Bay Basin [J]. *China offshore Oil and Gas* 2010 15(1):35-43.
- [17] 邓运华. 郯庐断裂带新构造运动对渤海东部油气聚集的控制作用 [J]. *中国海上油气(地质)* 2010 15(5):301-305.  
Deng Yunhua. Control of the new tectonism along tancheng-Lujiang fracture zone on hydrocarbon accumulation in the eastern Bohai sea [J]. *China offshore Oil and Gas* 2010 15(5):301-305.
- [18] 范昌育, 王震亮, 李萍. 新构造运动对东濮凹陷北部古近系烃源岩生烃的影响及其对浅层油气成藏的意义 [J]. *石油与天然气地质* 2010 31(3):386-392.  
Fan Changyu, Wang Zhenliang, Li Ping. Influence of Neotectonics on hydrocarbon generation in the Paleogene source rocks of the northern Dongpu Depression and its implications for the forming of oil/gas pools in shallow strata [J]. *Oil & Gas Geology*, 2010 31(3):386-392.

(编辑 高岩)

## (上接第 272 页)

- [14] 谭锋奇, 李洪奇, 武鑫, 等. 砾岩油藏水淹层定量识别方法研究——以克拉玛依油田六中区克下组为例 [J]. *石油与天然气地质* 2010 31(2):154-162.  
Tan Fengqi, Li Hongqi, Wu Xin, et al. Study of quantitative identification methods to conglomerate reservoir waterflooded zone—an example of Kexia Group reservoir of the Sixth Central Block in Karamay oilfield [J]. *Oil & Gas Geology*, 2010 31(2):154-162.
- [15] Welte D H, Yukler M A. Petroleum origin and accumulation in basin evolution—a quantitative model [J]. *AAPG Bulletin*, 1981 65(8):1387-1396.
- [16] Siddiqui F I, Lake L W. A dynamic theory of hydrocarbon migration [J]. *Mathematical Geology* 1992 24(3):305-327.
- [17] 邵雨, 陈伟, 张伯友. 断层相关褶皱理论在准噶尔盆地南缘山前带构造研究的应用 [J]. *地球科学与环境学报*, 2005, 27(1):26-29.  
Shao Yu, Cheng Wei, Zhang Boyou. Application study of the piedmont structure zone by fold theories related to fault in the southern margin of the Juggar Basin [J]. *Journal of Geoscience and Environment* 2005 27(1):26-29.
- [18] Storti F, Salvini F, McClay K. Fault-related folding in sandbox analogue models of thrust wedges [J]. *Journal of Structural Geology* 1997 19(3):583-602.
- [19] 何登发, Suppe J, 贾承造. 断层相关褶皱理论与应用研究新进展 [J]. *地学前缘* 2005 12(4):353-364.  
He Dengfa, Suppe J, Jia Chengzao. Application and new progress of fold theories related to fault [J]. *Geoscience Front*, 2005 12(4):353-364.
- [20] Suppe J. Geometry and kinematics of fault-bend folding [J]. *American Journal of Science*, 1983 28(3):684-721.

(编辑 李军)