

剩余经济可采储量及储量价值 影响因素敏感程度分析

刘昌鸣

(中国石化胜利油田分公司 勘探开发研究院, 山东 东营 257015)

摘要: 剩余经济可采储量是各上市油气公司的核心资产, 其规模及价值反映公司的发展潜力, 直接影响公司的折耗、利润和油气资产的保值、增值。以剩余经济可采储量及储量价值计算模型为基础, 定量研究不同油价下初始产油量、递减率、油价、总操作成本等因素对剩余经济可采储量及储量价值的影响程度。研究表明: 剩余经济可采储量及储量价值与评估油价和初始产油量呈线性正相关, 与递减率和总操作成本呈线性负相关; 不同油价下, 剩余经济可采储量及储量价值对各因素变化的敏感程度不同。高油价下, 剩余经济可采储量及储量价值受初始产油量和递减率的敏感程度较大; 随着油价不断下降, 油价和总操作成本对剩余经济可采储量及储量价值的敏感程度逐步增强, 并在油价一定的情况下超过初始产油量和递减率变化的敏感程度。

关键词: 剩余经济可采储量 储量价值 总操作成本 敏感程度 油价

中图分类号: TE313.8

文献标识码: A

文章编号: 1009-9603(2017)02-0090-05

Study on sensitivity of influencing factors of the remaining economic recoverable reserves and reserve value

Liu Changming

(Research Institute of Exploration and Development, Shengli Oilfield Company,
SINOPEC, Dongying City, Shandong Province, 257015, China)

Abstract: The remaining economic recoverable reserves are the core assets of oil companies. Their scales and value reflect the development potential of the company, which directly affects the depreciation and profit of the company and value retaining and increment of oil and gas assets. Based on the calculation model of the remaining economic recoverable reserves and the reserve value, sensitivity of initial oil production, decline rate, oil price and operation cost under different oil prices on the remaining economic recoverable reserves and reserve value are determined quantitatively. The results show that the remaining economic recoverable reserves and reserve value are positively correlated with oil price and initial oil production, and negatively correlated with decline rate and operation cost. Under different oil prices, the remaining economic recoverable reserves and reserve value have different sensitivities to various factors. At high oil price, the main influencing factors are initial oil production and decline rate. With the declining of oil price, the influences of oil price and operation cost on the remaining economic recoverable reserves and reserve value are gradually enhanced, and even exceed those of the initial production and decline rate at a certain oil price.

Key words: remaining economic recoverable reserves; reserve value; operation cost; sensitivity; oil price

剩余经济可采储量能直接反映上市油气公司的勘探开发潜力和生产经营形势。在美国上市的油气公司每年必须按照SEC准则要求评估剩余经济可采储量和储量价值, 并披露相关信息^[1]。剩余

收稿日期: 2016-11-06。

作者简介: 刘昌鸣(1983—), 男, 湖北仙桃人, 工程师, 硕士, 从事油气储量评价研究。联系电话: 13561037573, E-mail: liuchm912.slyt@sinopec.com。

基金项目: 国家科技重大专项“特高含水后期油田延长经济寿命期开发技术”(2016ZX05011-001)。

经济可采储量与中国技术可采储量不同的是受油价、总操作成本、开发形势的影响较大。低油价对于油田的生产经营带来巨大困难,开发投资压缩,产油量下降,导致剩余经济可采储量大幅度减少;油田折耗显著增加,油气储量价值大幅缩水,给中国储量管理和生产经营带来诸多难题。为此,笔者通过计算模型分析了不同油价下各因素对剩余经济可采储量和储量价值的敏感程度,以期为低油价下开发战略的制定,实现经济有效开发提供决策依据。

1 剩余经济可采储量和储量价值计算方法

1.1 剩余经济可采储量计算方法

现金流法是剩余经济可采储量的计算方法。储量评估中需要先预测指定评估日之后的年产油量,按照评估油气价格来计算油气产品的年收入,再减去操作成本和相关税费等即可得到年度净现金流。当净现金流等于或小于0时,即评估单元产油量递减至经济极限产油量,评估周期结束;整个评估周期内的累积产油量即为剩余经济可采储量。通过初始产油量、经济极限产油量和递减率等参数可计算该评估单元的剩余经济可采储量。

1.1.1 经济极限产油量

经济极限产油量是指评估周期结束前所对应的产油量,表达式为

$$Q_c = \frac{C_g}{P - C_1 - C_v} \quad (1)$$

由式(1)可知,油价、单位产油量的税费、固定操作成本和单位产油量的可变成本及其构成等经济因素与经济极限产油量之间的关系。

1.1.2 剩余经济可采储量

递减法预测产油量时常用的递减类型有指数递减、双曲递减和调和递减;由于指数递减计算方法简便,适用性强,应用最为广泛^[2]。胜利油区大多数开发单元基本符合指数递减规律;因此在使用指数递减预测单元未来产油量时,评估单元的预测产油量递减到经济极限产油量前的累积产油量即为剩余经济可采储量^[3-5],表达式为

$$N = \frac{Q_i - Q_c}{D} = \frac{Q_i - \frac{a}{C(1-b) - \frac{1-a}{Q_1}}}{D} \quad (2)$$

由式(2)可知,经济极限产油量的增减影响着剩余经济可采储量的减增和替代率。

1.2 储量价值计算方法

储量价值在会计核算中是全部油气资产的最高限额测试值,对油田利润、折耗和油气资产价值影响较大。当储量价值小于油气资产价值时,则要进行资产减值处理^[6]。

储量价值等于评价周期内未来总收入扣除总操作成本、所有税费后,得到未来净现金流的贴现后的合计值。SEC评估规定按照折现率为10%。虽然SEC没有规定采用哪种折现方式,但国际上通常采用月度复利折现法计算。计算公式为

$$V = \sum_{i=1}^x \frac{PN_i - T - C}{(1+d)^i} \quad (3)$$

由式(3)可知,油价确定后各项税费是基本确定的。影响储量价值的主要因素包括剩余经济可采储量、总操作成本和折现率。

2 敏感程度分析

2.1 模型建立

根据式(2)和式(3)利用油田实际参数测算剩余经济可采储量和储量价值,分析测算结果对各参数的敏感程度,而每个参数变化对剩余经济可采储量和储量价值的敏感程度是不同的。以胜利油区A断块油田为例建立剩余经济可采储量和储量价值计算模型,2015年底产油量0.83×10⁶ bbl/月为预测初始产油量,年递减率为8.7%,油价为50美元/bbl(接近胜利油区2015年平均油价),桶油操作成本(即单位产油量的操作成本)为24美元/bbl,固定操作成本所占比例为50%,折现率为10%。在初始产油量、油价、总操作成本和递减率等4个影响因素中,分别选取1个参数变化幅度从-20%到20%,而其他3个参数不变,分析参数变化对剩余经济可采储量和储量价值的敏感程度^[7-8]。

2.2 模型测算结果分析

以初始产油量的敏感程度分析为例。当初始产油量提高20%时,剩余经济可采储量由77.4×10⁶ bbl上升到99.3×10⁶ bbl,增加21.9×10⁶ bbl(约合313×10⁴ t),上升幅度为28.4%,储量价值由9.5×10⁸美元上升到13.0×10⁸美元,上升幅度为37.1%;当初始产油量下降20%时,剩余经济可采储量减少21.9×10⁶ bbl(约合313×10⁴ t),储量价值下降到6.1×10⁸美元,减少幅度为35.7%(图1)。由于初始产油量变化会引起第1年预测产油量发生变化,在总操作成本不变的情况下,桶油操作成本会相应发生变化,导致剩余经济可采储量和储量价值相对变化率(变化

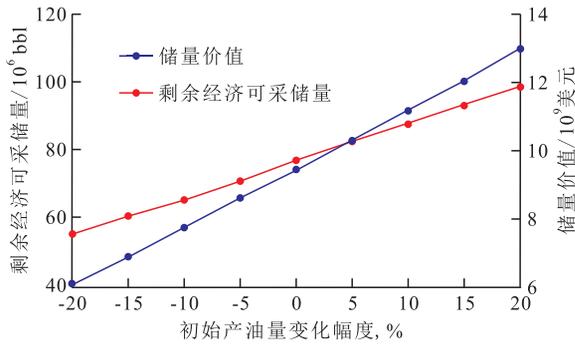


图1 油价为50美元/bbl时初始产油量变化幅度与剩余经济可采储量、储量价值的关系

Fig.1 Relationship between remaining economic recoverable reserves, reserve value and variation ratio of initial production at oil price of 50 \$/bbl

率即为参数变化幅度为1%时测算结果的变化幅度)并不等于初始产油量的变化率,储量价值比剩余经济可采储量更加敏感(图2)。根据剩余经济可采储量和储量价值变化曲线呈线性关系,油价为50美元/bbl,初始产油量变化幅度为1%时,剩余经济可采储量变化量为 1.1×10^6 bbl(约合 16×10^4 t),变化

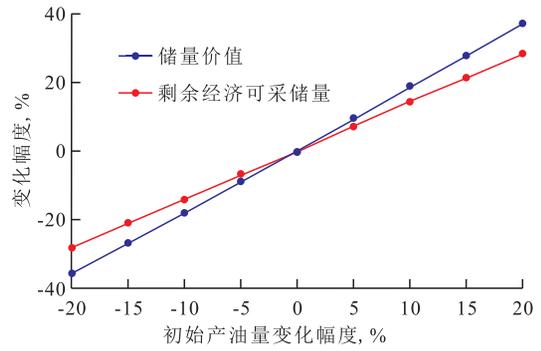


图2 油价为50美元/bbl时初始产油量变化幅度与剩余经济可采储量、储量价值变化幅度的关系

Fig.2 Relationship of variation ratio between remaining economic recoverable reserves, reserve value and initial production at oil price of 50 \$/bbl

率为1.6%;储量价值变化量为 0.17×10^8 美元,变化率为1.8%。

采用同样的方法测算油价、总操作成本和递减率的影响程度,得到4个参数对剩余经济可采储量和储量价值的敏感程度分析结果(表1)。

表1 油价为50美元/bbl时参数变化幅度对剩余经济可采储量和储量价值的敏感程度分析

Table1 Sensitive degree of variation ratio of influencing factors on remaining economical recoverable reserves and reserve value at oil price of 50 \$/bbl

参数变化幅度, %	初始产油量			递减率			总操作成本			油价		
	参数取值/ (10^6 bbl·月 $^{-1}$)	剩余经济可采储量/ 10^6 bbl	储量价值/ 10^8 美元	参数取值, %	剩余经济可采储量/ 10^6 bbl	储量价值/ 10^8 美元	参数取值/ (美元·bbl $^{-1}$)	剩余经济可采储量/ 10^6 bbl	储量价值/ 10^8 美元	参数取值/ (美元·bbl $^{-1}$)	剩余经济可采储量/ 10^6 bbl	储量价值/ 10^8 美元
-20	0.66	55.5	6.1	7.0	97.6	11.1	19.2	85.7	12.4	40.0	65.6	4.9
-15	0.71	61.0	6.9	7.4	91.8	10.6	20.4	83.6	11.6	42.5	69.1	6.0
-10	0.75	66.4	7.8	7.8	86.5	10.2	21.6	81.7	10.9	45.0	72.4	7.2
-5	0.79	71.8	8.6	8.3	81.7	9.8	22.8	79.5	10.2	47.5	75.1	8.3
0	0.83	77.4	9.5	8.7	77.4	9.5	24.0	77.4	9.5	50.0	77.4	9.5
5	0.87	83.0	10.4	9.1	73.5	9.2	25.2	75.1	8.8	52.5	79.5	10.7
10	0.91	88.5	11.2	9.6	70.1	8.8	26.4	72.9	8.1	55.0	81.3	11.9
15	0.95	94.0	12.1	10.0	66.8	8.5	27.6	70.6	7.5	57.5	83.0	13.1
20	1.00	99.3	13.0	10.4	63.9	8.3	28.8	67.9	6.8	60.0	84.4	14.3

初始产油量、油价与剩余经济可采储量、储量价值呈线性正相关;递减率、总操作成本与剩余经济可采储量、储量价值呈线性负相关;不同的变化率反映了剩余经济可采储量对参数的敏感程度(图3,图4)。

递减率变化幅度为1%时,剩余经济可采储量的变化量为 0.84×10^6 bbl(约合 12×10^4 t),变化率为1.1%;储量价值变化量为 0.07×10^8 美元,变化率为0.7%。总操作成本变化幅度为1%时,剩余经济可采储量的变化量为 0.45×10^6 bbl(约合 6.4×10^4 t),变化率为0.6%;储量价值的变化量为 0.14×10^8 美元,变化率为1.5%。

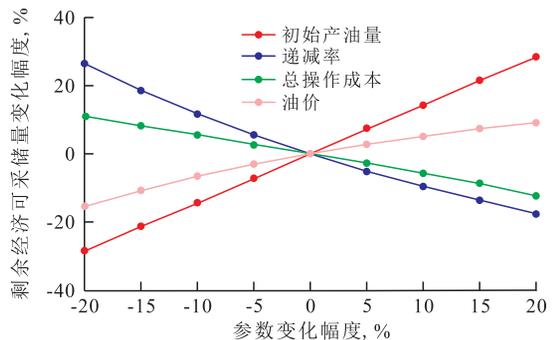


图3 油价为50美元/bbl时参数变化幅度对剩余经济可采储量变化幅度的敏感程度

Fig.3 Relationship of variation ratio between remaining economic recoverable reserves and factors at oil price of 50 \$/bbl

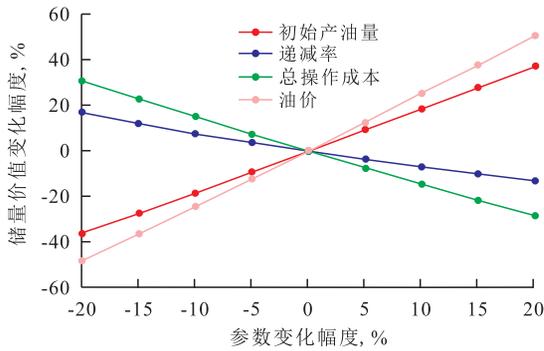


图4 油价为50美元/bbl时参数变化幅度对储量价值变化幅度的敏感程度

Fig.4 Relationship of variation ratio between reserve value and factors at oil price of 50 \$/bbl

根据初始产油量、递减率、总操作成本和油价等影响因素,在其中1个参数变化幅度为±20%,而其他3个参数保持不变的基础上,测算单因素变化对剩余经济可采储量和储量价值的敏感程度。将剩余经济可采储量和储量价值的变化幅度为-20%~20%作为判断该参数敏感程度的标准,从而判断剩余经济可采储量和储量价值对相应参数的敏感性。

以油价为50美元/bbl为例,初始产油量、递减率、总操作成本和油价等影响因素变化幅度为20%与-20%时,剩余经济可采储量变化幅度的差值分别为56.6%,-43.5%,-23.0%,24.3%;相应的变化率的绝对值分别为1.42%,1.09%,0.58%,0.61%。因此,剩余经济可采储量对各因素敏感性从大到小的顺序为:初始产油量、递减率、油价、总操作成本。同理,储量价值对初始产油量、递减率、总操作成本和油价等影响因素的变化率的绝对值分别为1.82%,0.74%,1.47%,2.46%。储量价值对各因素敏感性从大到小的顺序为:油价、初始产油量、总操作成本、递减率。

2.3 不同油价的影响

考虑到不同油价下各因素的敏感程度的不同,测算油价为30~100美元/bbl时各因素相应的参数变化幅度为20%与-20%的差额的绝对值,可以得出不同油价下影响剩余经济可采储量的主控因素。

根据不同油价下,各参数测算后的敏感程度,根据剩余经济可采储量变化率,将油价划分为低于40,40~70,高于70美元/bbl,分区间研究各参数敏感性。当油价高于70美元/bbl时,各因素对剩余经济可采储量的敏感程度从大到小为初始产油量、递减率、总操作成本、油价;油价为40~70美元/bbl时,各因素对剩余经济可采储量的敏感程度从大到小为初始产油量、递减率、油价、总操作成本,其中,初始

产油量的影响变化幅度有所加大;油价低于40美元/bbl时,各因素对剩余经济可采储量的敏感程度从大到小为油价、总操作成本、初始产油量、递减率,其中,总操作成本和油价的影响变化幅度有所加大(图5)。3个区间的油价变化幅度为1美元/bbl时,剩余经济可采储量的变化量分别为 3.3×10^6 , 0.6×10^6 和 0.2×10^6 bbl(约合 47×10^4 , 8.8×10^4 和 2.4×10^4 t);递减率变化幅度为1%时,剩余经济可采储量的变化量分别为 0.6×10^6 , 0.9×10^6 和 1.0×10^6 bbl(约合 8.1×10^4 , 13.0×10^4 和 14.4×10^4 t);总操作成本变化幅度为1%时,剩余经济可采储量的变化量分别为 1.0×10^6 , 0.4×10^6 和 0.2×10^6 bbl(约合 14×10^4 , 5.7×10^4 和 2.9×10^4 t);初始产油量变化幅度为1%时,剩余经济可采储量的变化量为 1.1×10^6 bbl(约合 15.7×10^4 t)。

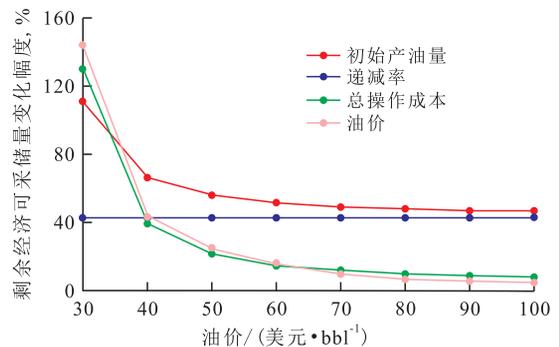


图5 不同油价下各因素对剩余经济可采储量的影响幅度
Fig.5 Influence of various factors on the remaining economical recoverable reserves at different oil prices

油价高于70美元/bbl时,主要是因为特别收益金的征收,降低了油价和操作成本2个经济因素的影响。油价低于40美元/bbl时,油价和初始产油量的敏感程度变化较显著,同时总操作成本的影响也开始显现;特别是油价下降到桶油操作成本附近时,油价和初始产油量的影响更大。低油价时,油田通常会采取压缩成本减少工作量降低等措施,一定程度上可以增加剩余经济可采储量;但减少工作量造成的产油量下降损失的经济可采储量可能会更多;特别是在产油量下降的同时桶油操作成本不降反升,会加速剩余经济可采储量的减少^[9]。

采用与剩余经济可采储量相同的分析方法,研究储量价值对参数的敏感程度。当油价高于70美元/bbl时,各因素对储量价值的敏感程度从大到小为初始产油量、油价、总操作成本、递减率;油价为40~70美元/bbl时,各因素对储量价值的敏感程度从大到小为油价、初始产油量、总操作成本、递减率;油价低于40美元/bbl时,各因素对储量价值的敏感程度从大到小为油价、总操作成本、初始产油量、递减率(图6)。当油价低于40,40~70,高于70美元/

bbl时,油价变化幅度为1美元/bbl,储量价值变化量分别为 0.35×10^8 , 0.44×10^8 , 0.31×10^8 美元;递减率变化幅度为1%时,储量价值变化量分别为 0.03×10^8 , 0.10×10^8 , 0.16×10^8 美元;总操作成本变化幅度为1%时,储量价值变化量分别为 0.10×10^8 , 0.15×10^8 , 0.16×10^8 美元;初始产油量变化幅度为1%,储量价值变化量分别为 0.08×10^8 , 0.23×10^8 , 0.34×10^8 美元。储量价值对油价、初始产油量更加敏感,在整个测算油价范围内,这2个因素始终对储量价值影响程度较大;递减率变化因素最不敏感。因此,在低油价时对油气资产减值风险测试中,评估单元保持合理的初始产油量水平至关重要^[10-11]。

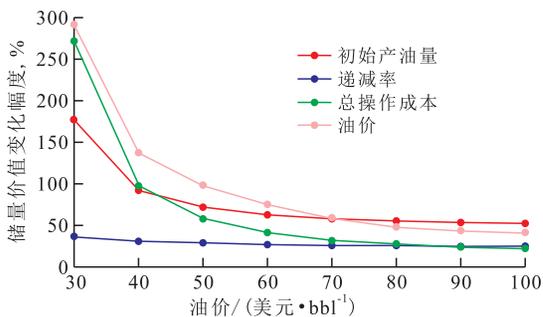


图6 不同油价下各因素对储量价值的影响幅度

Fig.6 Influence of various factors on the reserve value at different oil prices

在油价达到70美元/bbl后,剩余经济可采储量和储量价值变化幅度都迅速下降,受到特别收益金收取的影响;在油价高于70美元/bbl时,油价对剩余经济可采储量和储量价值影响下降幅度较大。在低油价下,总操作成本和初始产油量的影响程度增加;储量价值比剩余经济可采储量更加敏感。油价进一步下降,初始产油量的影响会超过总操作成本的影响。因此,低油价下平衡产油量的下降和总操作成本控制的关系对剩余经济可采储量、替代率指标和规避油气资产减值的风险有重要意义。

3 结论

剩余经济可采储量和储量价值是油田勘探、开发、石油工程、生产运行、经营管理状况的综合反映。初始产油量、递减率、油价和总操作成本4个参数对剩余经济可采储量和储量价值在不同的油价下的敏感程度不同。

在低油价下,剩余经济可采储量和储量价值的敏感程度对油价的变化敏感性最高;总操作成本和初始产量的敏感程度比较接近,远高于递减率的敏感程度;递减率的敏感程度较稳定。在产油量下降的同时降低总操作成本可以提高剩余经济可采储

量和储量价值。因此,平衡产油量下降和成本控制的关系,对提高剩余经济可采储量和储量价值、完成储量替代率指标和保持油气资产价值、提高油田经营效益有着重要的意义。

符号解释:

Q_e ——经济极限产油量, bbl; C_e ——固定操作成本, 美元; P ——油价, 美元/bbl; C_i ——单位产油量的税费, 美元/bbl; C_v ——单位产油量的可变成本, 美元/bbl; N ——剩余经济可采储量, bbl; D ——递减率, %; Q_1 ——初始产油量, bbl/月; a ——固定操作成本占总操作成本的比例; C ——总操作成本, 美元; b ——总税率; Q_1 ——第1年的预测产油量, bbl; V ——储量价值, 美元; x ——截止时间序列; i ——时间序列; N_i —— i 时间预测产油量, bbl; T ——总税费, 美元; d ——折现率。

参考文献:

- [1] 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: 45-50.
Jia Chengzao. SEC estimation approach for oil & gas reserves [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2004: 45-50.
- [2] 侯春华, 郗绍献, 王滨, 等. 基于增量和存量的油田效益开发优化模型[J]. 油气地质与采收率, 2015, 22(6): 102-106.
Hou Chunhua, Bing Shaoxian, Wang Bin, et al. Optimization model for oilfield benefit development based on existed/incremental production [J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2015, 22(6): 102-106.
- [3] 陈元千, 周翠. 中国《页岩气资源/储量计算与评价技术规范》计算方法存在的问题与建议[J]. 油气地质与采收率, 2015, 22(1): 1-4.
Chen Yuanqian, Zhou Cui. Problems and recommendations for the Regulation of shale gas resources/reserves estimation in China [J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2015, 22(1): 1-4.
- [4] 钟家峻, 洪楚侨, 陈平, 等. 海上断块油田极限井控储量研究[J]. 特种油气藏, 2015, 22(4): 133-136.
Zhong Jiajun, Hong Chuqiao, Chen Ping, et al. Ultimate well-controlled reserves for offshore fault-block oilfields [J]. Special Oil & Gas Reservoirs, 2015, 22(4): 133-136.
- [5] 法贵方, 衣艳静, 刘娅昭, 等. 基于PRMS准则的煤层气资源/储量划分与评估[J]. 石油实验地质, 2015, 37(5): 665-670.
Fa Guifang, Yi Yanjing, Liu Yazhao, et al. Classification and evaluation of coalbed methane resources/reserves based on the Petroleum Resources Management System (PRMS) rules [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2015, 37(5): 665-670.
- [6] 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, Peng Kuanjun. Study on evaluation method of oil/gas reserve value [J]. Natural Gas Exploration & Development, 2005, 28(3): 69-72.

(下转第100页)