

文章编号:0253-9985(2012)04-0646-04

## 油价和成本对证实储量的影响

许进进,任玉林,凡哲元,张亚雄,魏萍,张玲,郭鸣黎

(中国石化石油勘探开发研究院,北京 100083)

**摘要:**国内多个石油公司均在美国上市,SEC上市储量披露是一项必不可少的工作,其中证实储量最为人们关注。国际原油市场价格波动频繁、国内操作成本逐渐上升,一系列棘手的问题致使SEC上市储量自评估工作较为被动,因此亟待明确油价和成本这两个关键参数对证实储量的影响。以国内A油田为研究对象,将成本和油价按照10%的幅度进行递增,形成不同的油价、成本组合,利用储量评估软件ORGE进行计算研究,分析了油价和成本变化对证实储量的影响。研究表明,随着油价上升,证实储量会增大,但上升的速率逐渐减缓;随着成本的上升,证实储量会减小,但减小的幅度逐渐变小。油价和成本对证实储量的影响是非线性的,分为3个影响阶段:剧烈影响段、缓慢影响段和微弱影响段。

**关键词:**油价;成本;敏感性分析;证实储量;储量评估

**中图分类号:**TE155 **文献标识码:**A

### Impacts of oil prices and operation costs on proved reserves reporting

Xu Jinjin, Ren Yulin, Fan Zheyuan, Zhang Yaxiong, Wei Ping, Zhang Ling and Guo Mingli

(SINOPEC Exploration &amp; Production Research Institute, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Several Chinese oil companies are listed on the U. S. stock market, their petroleum reserve disclosure by SEC proposed rules is indispensable, and the proved reserves is the most concerned. We face great challenges for SEC reserves disclosure because of crude price changing, operation costs rising and other factors, it is necessary to determine the impacts of oil price and operation costs on proved reserves reporting. Taking the A oilfield in China as an example, we obtained various combinations of oil price and operation costs by increasing price and cost at a rate of 10%. Based on calculation with ORGE software, we analyzed the impacts of changes of oil price and the cost on proved reserves reporting. The results show that proved reserves might increase as oil prices rise, but the increasing rate tends to decline gradually. The proved reserves might reduce as operating costs increase, but the decreasing rate also tends to decline progressively. The impacts of oil price and cost on proved reserves is nonlinear, and can be divided into three stages, including dramatic impact, moderate impact and weak impact stages.

**Key words:** oil price, operation cost, sensitivity analysis, proved reserve, reserve evaluation

近年来,随着国内石油工业的迅速发展,特别是中国加入WTO以后,国内三大石油公司均在美国成功上市。因此,就需要按照美国证券交易委员会(U. S. Securities and Exchange Commission,简称SEC)的资源评估准则,对国内油田的上市储量进行计算、评估及对外信息披露,并每年向SEC提交上市储量评估报告<sup>[1-6]</sup>。

油公司领导决策层需要了解油田真实的SEC

上市储量,最关键的工作是要对油田上市储量风险和潜力进行客观评价。国际市场油价波动频繁,国内操作成本不断变化,研究人员必须对将来油价波动和成本变化引起的SEC上市储量变化进行预测,进而为公司储量评价的潜力提前做出正确的预测,为广大股东投资者提供清晰的投资前景。因此,亟待明确油价和成本这两个关键参数对证实储量的影响。

收稿日期:2012-03-11;修订日期:2012-07-12。

第一作者简介:许进进(1982—),男,高级工程师,资源评价。

## 1 证实储量的基本定义简介

在研究油价和成本对证实储量影响之前,对证实储量的基本定义做一个简要说明。为保证上市石油公司信息披露的真实性和可靠性,SEC 制订了油气储量评估规则,并披露评估信息,这些信息直接影响着上市石油公司的股票价值和信誉。SEC 规定,经济可采储量分为证实储量、概算储量和可能储量<sup>[7-14]</sup>。其中,证实储量是人们最为关心的储量,下面的研究对象均为证实储量。

## 2 油价和成本对证实储量影响的传统认识

油价和成本的变化对储量评价结果的影响主要是改变了税前净现金流零值出现的时间,即改变了油藏储量评价经济年限,使剩余经济可采储量发生了变化。

过去,人们普遍认为油价上升会使得评估的证实储量增大,只是一个简单的增大过程;成本上升会使得评估的证实储量减小,只是一个简单的减小过程。随着国际油价和国内成本的不断变化,历年证实储量评价得出的结论与这些普遍的认识有所出入。那么,油价和成本对证实储量的更深层次的影响亟待研究。

针对上述问题,本文选取中国石化 A 油田为例,研究油价和成本的变化对该油田证实储量的影响。A 油田目前年产量  $90 \times 10^4$  t,平均井深 1 500 m,常规砂岩油藏,以注水开发为主,综合含水率 90%。目前,SEC 的油价计算准则是以全年 12 个月每月 1 号的国际原油价格的平均值为依据,再根据油品折算到不同的区块、油田,最终的价格才是可以采用的计算油价;本文讨论的成本是证实储量评估中通用的表达方式,是指油田开发总的操作成本,包括可变操作成本和固定成本,一般可变成本和固定成本按照一定比例划分。上市储量计算软件选取中国石化通用的 ORGE 软件。

## 3 油价和成本对证实储量的影响

### 3.1 A 油田 SEC 上市储量评估的基本经济参数

2009 年,A 油田的成本和油价经济参数见下

表(表 1)。

表 1 A 油田 2009 年证实储量评估油价和成本参数

Table 1 Oil price and cost for SEC reserves reporting of A oilfield in 2009

| 油价/<br>(美元·bbl <sup>-1</sup> ) | 固定成本/<br>(10 <sup>3</sup> 美元) | 可变成本/<br>(10 <sup>3</sup> 美元) | 成本合计/<br>(10 <sup>3</sup> 美元) |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 57.98                          | 42 211                        | 28 140                        | 70 351                        |

### 3.2 计算思路

为了更好的研究油价和成本同时变化对证实储量的影响,采用下面的计算步骤:

1) 将成本和油价按照 10% 的递增和递减逐渐变化,计算得到 A 油田不同油价与不同成本下的经济可采年限和证实储量;

2) 整理、分析所得经济年限和证实储量值,并发现其变化规律。

### 3.3 计算结果

利用 ORGE 软件,结合上面的计算思路,计算得到下面的结果(表 2)。

根据上面得到数据,分别以油价和成本为横坐标,作出油田经济年限和证实储量的变化曲线图(图 1—图 4)。

从图 1 和图 2 中可以发现:

1) 在某一成本下,随着油价上升,油田经济可采年限和证实储量逐渐升高,但上升速率逐渐降低。对于 A 油田而言,油价较低时,经济可采年限和证实储量上升速率较高,随着油价的上升,经济可采年限和证实储量上升速率逐渐减缓,随着油价的继续上升,经济可采年限和证实储量逐渐趋于稳定。可以将油价对油田经济可采年限和证实储量的影响分为 3 段,即油价较低时的剧烈影响段、油价中等时的缓和影响段以及油价较高时的微弱影响段。

2) 对比不同成本下的经济可采年限和上市储量曲线可以发现,成本越小,油价对油田经济可采年限和证实储量的影响越敏感,同时 3 个影响阶段对应的油价也越高。例如,1.4 倍成本时,油价上升至 40 美元/bbl 时,就由剧烈影响段进入缓和影响段,油价上升至 65 美元/bbl 时,就由缓和影响段而进入微弱影响段;1 倍成本时,油价上升至 50 美元/bbl 时,就由剧烈影响段而进入缓和影

表 2 变成本、变油价下计算结果

Table 2 Reserve evaluation results calculated with variable operation costs and the changing oil prices

| 油价倍数/倍                      | 0.6   | 0.7   | 0.8   | 0.9   | 1.0   | 1.1   | 1.2    | 1.3    | 1.4    | 成本<br>倍数/倍 | 成本(10 <sup>3</sup> /<br>美元) |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|------------|-----------------------------|
| 油价/(美元·bbl)                 | 34.79 | 40.59 | 46.38 | 52.18 | 57.98 | 63.78 | 69.576 | 75.374 | 81.172 | 0.70       | 49 246                      |
| 证实储量/(10 <sup>12</sup> bbl) | 24.00 | 40.80 | 52.00 | 59.40 | 66.00 | 70.70 | 74.00  | 75.80  | 77.40  | 0.80       | 56 281                      |
| 油田经济年限/a                    | 7.00  | 11.21 | 14.48 | 16.77 | 18.75 | 20.34 | 21.73  | 22.72  | 23.41  | 0.90       | 63 361                      |
| 证实储量/(10 <sup>12</sup> bbl) | 19.60 | 33.10 | 42.40 | 49.20 | 55.30 | 59.40 | 63.00  | 65.50  | 66.80  | 1.00       | 70 351                      |
| 油田经济年限/a                    | 60.00 | 9.72  | 12.00 | 14.09 | 15.67 | 16.87 | 18.00  | 18.75  | 19.15  | 1.10       | 77 386                      |
| 证实储量/(10 <sup>12</sup> bbl) | 16.00 | 27.10 | 35.80 | 42.30 | 47.30 | 51.00 | 54.00  | 56.00  | 57.20  | 1.20       | 84 421                      |
| 油田经济年限/a                    | 4.75  | 8.23  | 10.22 | 12.00 | 13.59 | 14.48 | 15.48  | 16.17  | 16.37  | 1.30       | 91 456                      |
| 证实储量/(10 <sup>12</sup> bbl) | 13.10 | 23.10 | 30.80 | 36.30 | 40.50 | 43.70 | 46.00  | 47.60  | 48.50  | 1.40       | 98.491                      |
| 油田经济年限/a                    | 3.58  | 6.65  | 8.43  | 10.12 | 11.51 | 12.60 | 13.39  | 13.89  | 14.19  |            |                             |
| 证实储量/(10 <sup>12</sup> bbl) | 9.00  | 19.60 | 26.00 | 30.50 | 34.00 | 36.90 | 38.90  | 39.80  | 40.80  |            |                             |
| 油田经济年限/a                    | 2.48  | 5.18  | 7.00  | 8.53  | 9.72  | 10.62 | 11.41  | 12.00  | 12.20  |            |                             |
| 证实储量/(10 <sup>12</sup> bbl) | 6.00  | 16.00 | 22.00 | 25.7  | 28.30 | 30.50 | 31.80  | 33.10  | 33.70  |            |                             |
| 油田经济年限/a                    | 1.59  | 4.20  | 6.00  | 7.34  | 8.43  | 9.23  | 9.92   | 10.32  | 10.42  |            |                             |
| 证实储量/(10 <sup>12</sup> bbl) | 2.70  | 12.00 | 17.30 | 21.20 | 23.80 | 25.40 | 26.70  | 27.30  | 28.00  |            |                             |
| 油田经济年限/a                    | 0.75  | 3.17  | 4.86  | 6.15  | 7.14  | 7.94  | 8.23   | 8.43   | 8.53   |            |                             |
| 证实储量/(10 <sup>12</sup> bbl) | 0     | 9.00  | 14.00 | 17.00 | 19.30 | 20.90 | 22.20  | 23.10  | 23.50  |            |                             |
| 油田经济年限/a                    | 0     | 2.58  | 4.00  | 5.18  | 6.05  | 6.64  | 6.84   | 7.13   | 7.23   |            |                             |

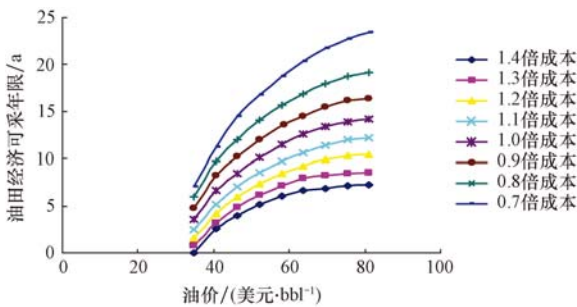


图 1 A 油田不同成本下经济可采年限随油价变化曲线

Fig. 1 Economic life of A oilfield vs. oil prices at different costs

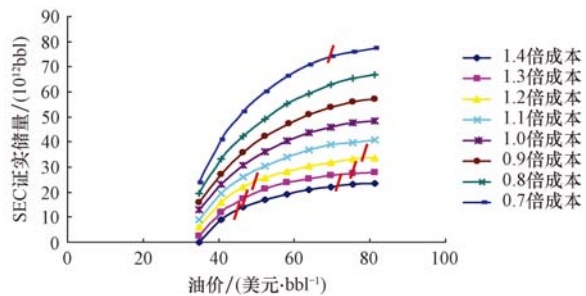


图 2 A 油田不同成本下证实储量随油价变化曲线

Fig. 2 Proved reserves of A oilfield vs. oil prices at different costs

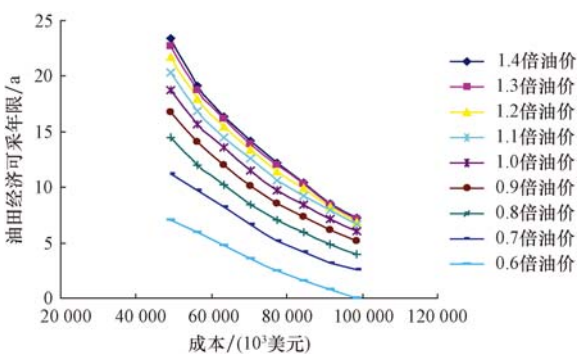


图 3 A 油田不同油价下经济可采年限随成本变化曲线

Fig. 3 Economic life of A oilfield vs. operation costs at different oil prices

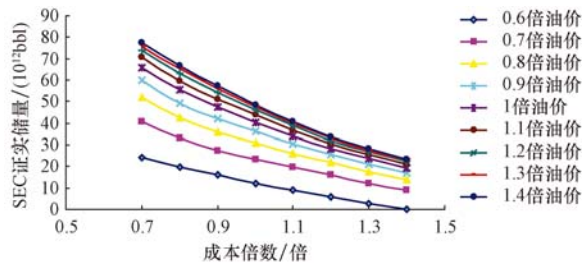


图 4 A 油田不同油价下证实储量随成本变化曲线

Fig. 4 Proved reserves of A oilfield vs. operation costs at different oil prices

响段,油价上升至 70 美元/bbl 时,就由缓和影响段而进入微弱影响段;0.7 倍成本时,油价上升至

65 美元/bbl 时,就由剧烈影响段而进入缓和影响段,油价上升至 90 美元/bbl 时,就由缓和影响段而进入微弱影响段(图 2 中的短、斜线明显地示意出了这个特点)。

从图 3 和图 4 中可以得到类似的发现:

1) 在某一油价下,随着成本上升,油田经济可采年限和证实储量逐渐降低,但降低的幅度逐渐变缓,而且油价越高这种趋势越明显。

2) 对比不同油价下的经济可采年限和上市储量曲线可以发现,油价越高,油田经济可采年限和证实储量随成本变化曲线的斜率越大,即成本对经济年限和上市储量的影响越敏感。

## 4 结论及建议

1) 随着油价上升,油田经济可采年限和证实储量逐渐升高,但上升速率逐渐降低。可以将油价对油田经济可采年限和证实储量的影响分为 3 段:油价较低时的剧烈影响段、油价中等时的缓和影响段以及油价较高时的微弱影响段。

2) 不同油田出现上述 3 个阶段时对应的油价应该具体分析。对具体的某个油田而言,成本越小时,油价对油田经济可采年限和证实储量的影响越敏感,同时 3 个影响阶段对应的油价也越高。

3) 在某一油价下,随着成本上升,油田经济可采年限和证实储量逐渐降低,但降低的幅度逐渐变缓。

4) 对比不同油价下的经济可采年限和上市储量曲线可以发现,油价越高,油田经济可采年限和证实储量随成本变化曲线的斜率越大,即成本对经济年限和上市储量的影响越敏感。

5) 本文研究成果有利于公司决策层在了解油价和成本变化之后,正确的预测和认识未来证实储量存在的风险和潜力。

### 参 考 文 献

- [1] 刘桂玲,李红昌. 国内外油气储量管理模式对比[J]. 油气地质与采收率,2002,9(5):71-73.  
Liu Guiling, Li Hongchang. Contrast between domestic and foreign management modes of oil-gas reserves [J]. Oil & Gas Recovery Technology, 2002, 9(5): 71-73.
- [2] 全国储委石油及天然气专业委员会. GBn269-88 石油储量规范[S]. 北京:中国标准出版社,1988.

Petroleum and Natural Gas Commission of the National Reserve Committee. GBn269-88 Oil reserves Specification [S]. Beijing: Standards Press of China, 1988.

- [3] 尚明忠. 用 SEC 标准进行储量评估应注意的主要问题[J]. 油气地质与采收率,2004,12(1):49-51.  
Shang Mingzhong. Attentions should be paid in applying SEC criteria to reserve evaluation[J]. Oil & Gas Recovery Technology, 2004, 12(1): 49-51.
- [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(02):19-24.  
Hu Yundong, Xiao Deming, Wang Yongxiang. Ten Principles for estimating proven reserves following SEC standards[J]. Acta Petrolei Sinica, 2004, 25(2): 19-24.
- [5] 刘超英,郭娜,闫相宾. 国内油气储量评估及信息披露与 SEC 对比分析[J]. 资源与产业,2009,11(2):18-22.  
Liu Chaoying, Guo Na, Yan Xiangbin. Oil-gas reserve information disclosure comparison between China and SEC [J]. Resources & Industries, 2009, 11(2): 18-22.
- [6] 刘道杰,李世成,田中敬,等. 确定气藏地质储量新方法[J]. 断块油气田,2011,18(6):750-753.  
Liu Daojie, Li Shicheng, Tian Zhongjing, et al. A new method of determining original gas in-place [J]. Fault-Block Oil & Gas Field, 2011, 18(6): 750-753.
- [7] 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.  
Jia Chengzao. SEC estimation approach for oil & gas reserves [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2004.
- [8] 杨通佑,范尚炯,陈元千,等. 石油及天然气储量计算方法[M]. 北京:石油工业出版社,1990.  
Yang Tongyou, Fan Shanjiang, Chen Yuanqian, et al. Calculation of oil and gas reserves [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2004.
- [9] 刘永泽. 石油和天然气会计问题研究[M]. 北京:中国财政经济出版社,2002.  
Liu Yongze. Oil and gas accounting issues [M]. Beijing: China Financial and Economic Press, 2002.
- [10] 张玲,魏萍,肖席珍. SEC 储量评估特点及影响因素[J]. 石油与天然气地质,2011,32(2):293-302.  
Zhang Ling, Wei Ping, Xiao Xizhen. Characteristics and their influential factors of SEC reserve evaluation [J]. Oil & Gas Geology, 2009, 30(2): 293-302.
- [11] 杨敏,靳佩. 塔河油田奥陶系缝洞型油藏储量分类评价技术[J]. 石油与天然气地质,2011,32(4):625-630.  
Yang Min, Jin Pei. Reserve classification and evaluation of the Ordovician fractured-vuggy reservoirs in Tahe Oilfield [J]. Oil & Gas Geology, 2011, 32(4): 625-630.
- [12] Arnum P V. Financial insights: should the SEC reform oils and gas reserves? [N]. Chemical Market Reporter. 2005-03-07 (9).

(下转第 654 页)

- [2] 王海更,田晓平,崔云江,等.渤海油田河流相油气藏关键储量参数确定方法[J].石油与天然气地质,2011,32(2):287-292.  
Wang Haigeng, Tian Xiaoping, Cui Yunjiang, et al. Calculation of key reserve parameters of fluvial reservoirs in Bohai oilfield [J]. Oil & Gas Geology, 2009, 30(2):287-292.
- [3] 王卫红,刘传喜,穆林,等.高含硫碳酸盐岩气藏开发技术政策优化[J].石油与天然气地质,2011,32(2):302-310.  
Wang Weihong, Liu Chuanxi, Mu Lin. Technical policy optimization for the development of carbonate sour gas reservoirs[J]. Oil & Gas Geology, 2009, 30(2):302-310.
- [4] 王洪江,吴聿元.松辽盆地长岭断陷火山岩天然气藏分布规律与控制因素[J].石油与天然气地质,2011,31(3):360-367.  
Wang Hongjiang, Wu Yuyuan. Distribution patterns and controlling factors of volcanic gas pools in the Changling fault depression, the Songliao Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2011, 31(3):360-367.
- [5] 向耀权,辛松,何信海,等.气井临界携液流量计算模型的方法综述[J].中国石油和化工,2009:55-58.  
Xiang Yaoquan, Xin Song, He Xinhai, et al. The summary of critical liquid carrying flow rate methods [J]. China Petroleum and Chemical Industry, 2009:55-58.
- [6] 杨文明,王明,陈亮,等.定向气井连续携液临界产量预测模型[J].天然气工业,2009,29(5):82-84.  
Yang Wenming, Wang Ming, Chen Liang, et al. A prediction model on calculation of continuous liquid carrying critical production of directional gas wells [J]. Natural Gas Industry, 2009, 29(5):82-84.
- [7] 管虹翔,于继飞.大斜度气井临界携液产量预测新方法[J].中国海上油气,2011,23(1):50-52.  
Guan Hongxiang, Yu Jifei. A new method of the critical liquid carrying flow rate for highly deviated gas well [J]. China Offshore Oil and Gas, 2011, 23(1):50-52.
- [8] 刘广峰,何顺利,顾岱鸿.气井连续携液临界产量的计算方法[J].天然气工业,2006,10:114-116.  
Liu Guangfeng, He Shunli, Gu Daihong. New model of the critical liquid carrying flow rate for gas wells [J]. Natural Gas Industry, 2006, 10:114-116.
- [9] 魏纳,孟英峰,李悦钦,等.井筒连续携液规律研究[J].钻采工艺,2008,11:88-90.  
Wei Na, Meng Yingfeng, Li Yueqin, et al. Research on liquids continuous removal laws in gaswell [J]. Drilling and Production Technology, 2008, 11:88-90.
- [10] 姚玉英.化工原理[M].天津:天津大学出版社,1999:49-60.  
Yao Yuying. Chemical Engineering Principles [M]. Tianjin: Tianjin University Press, 1999. 49-60.
- [11] 李闯,郭平,谭广天.气井携液新观点[J].石油勘探与开发,2001,28(5):105-106.  
Li Min, Guo Ping, Tan Guangtian. New look on removing liquids from gas wells [J]. Petroleum Exploration and Development, 2001, 28(5):105-106.
- [12] 李士伦.天然气工程[M].北京:石油工业出版社,2000:253-263.  
Li Shilun. Natural Gas Engineering [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2000. 253-263.
- [13] 王毅忠,刘庆文.计算气井最小携液临界流量的新方法[J].大庆石油地质与开发,2007,26(6):82-84.  
Wang Yizhong, Liu Qingwen. A new method to calculate the minimum critical liquids carrying flow rate for gas wells [J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 2007, 26(6):82-84.
- [14] 康成瑞,徐斌,李兴.天然气井井筒积液预测方法解析[J].新疆石油天然气,2009,5(2):74-76.  
Kang Chengrui, Xu Bin, Li Xing. Analysis of prediction method of gas wells liquid loading [J]. Xinjiang Oil & Gas, 2009, 5(2):74-76.
- [15] 陈家琅.石油气液两相管流[M].北京:石油工业出版社,1989.  
Chen Jialang. Two phase pipe flow of petroleum gas-liquid [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1989.

(编辑 董立)

(上接第84页)

- [13] US Securities and Exchange Commission (SEC) Guidelines. Concept release on possible revisions to the disclosure requirements relating to oil and gas reserves [EB/OL]. [2008-10-20]. <http://www.sec.gov/rules/concept/2007/33-8870.pdf>.
- [14] US Securities and Exchange Commission (SEC) Guidelines. Financial accounting and reporting for oil and gas producing activities pursuant to the federal securities laws and the energy policy and conservation act, 1978 [EB/OL]. [2008-10-20]: <http://www.law.uc.edu/ccl/regs-x.html>.

(编辑 张亚雄)