

# SEC储采比和替代率的关系分析

蒋百召<sup>1\*</sup>, 倪军娥<sup>2</sup>, 王 龙<sup>1</sup>

<sup>1</sup>中国海洋石油国际有限公司, 北京

<sup>2</sup>中海油研究总院有限责任公司, 北京

Email: jiangbzh@cnooc.com.cn

收稿日期: 2020年10月5日; 录用日期: 2020年10月16日; 发布日期: 2020年10月23日

## 摘 要

油气储量和产量是两个反映石油公司经营业绩的重要指标, 也是投资者衡量石油公司综合实力和未来发展潜力的关键指标。储量替代率和储采比这两个储量和产量比值指标, 则反映公司油气生产“得到保障”的程度。对于上市石油公司来说, 实现较高的储量替代率和保持合理的储采比是衡量公司发展潜力的重要标志。从大型上市石油公司近年来储量替代率和储采比入手, 研究储量替代率、储采比、储量增长率和产量增长率的相互关系, 进而得到储采比和替代率变化规律, 为上市公司保持合理储采比和实现较高的储量替代率提出合理建议。

## 关键词

SEC储量, 石油公司, 储量替代率, 储采比, 增长率

# Relationship between SEC Reserves Production Ratio and Reserves Replacement Ratio Analysis

Baizhao Jiang<sup>1\*</sup>, Jun'e Ni<sup>2</sup>, Long Wang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNOOC International Ltd., Beijing

<sup>2</sup>CNOOC Research Institute Ltd., Beijing

Email: jiangbzh@cnooc.com.cn

Received: Oct. 5<sup>th</sup>, 2020; accepted: Oct. 16<sup>th</sup>, 2020; published: Oct. 23<sup>rd</sup>, 2020

\*第一作者。

文章引用: 蒋百召, 倪军娥, 王龙. SEC 储采比和替代率的关系分析[J]. 地球科学前沿, 2020, 10(10): 935-942.  
DOI: 10.12677/ag.2020.1010092

## Abstract

Oil and gas reserves and production are two important reflections of the operating performance for petroleum companies. These two indicators for petroleum companies are two key indicators used to measure the comprehensive strength and the future development potential. Reserves replacement ratio and reserves production ratio are two ratio data between reserves and production, and these two ratio data can reflect the guaranteed level of oil and gas production of petroleum companies. Achieving higher reserves replacement rate and maintaining a reasonable reserves production ratio are important symbols to measure the development potential of the famous petroleum companies. Based on the reserves replacement ratio and the reserves production ratio of huge petroleum companies which listed in SEC in these recent years, this article researched the relationship of reserves replacement ratio, reserves production ratio, reserves growth rate and production growth rate, then got the variation rule of reserve production ratio and the reserves replacement ratio, and finally, made suggestions for listed petroleum companies about how to maintain a reasonable reserves production ratio and realize the reserves replacement ratio.

## Keywords

SEC Reserves, Petroleum Company, Reserves Replacement Ratio, Reserves Production Ratio, Growth Rate

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

SEC 是美国证券交易委员会(USA Securities and Exchange Commission)的简称。它代表美国政府制定关于上市公司油气储量评估规则与信息披露规范,要求上市公司遵循 SEC 储量评估规则,采用相应的评估方法,并披露相关信息。自 1999 年以来,中国石油、中国石化、中国海油三大石油公司陆续在美国上市,每年都按照 SEC 要求评估储量并披露相关信息。

SEC 储量是指在现行经济和技术条件下,由地质和工程资料所确定的,将来可以从已知油气藏中采出的原油、天然气和天然气液的数量,是剩余经济可采储量的概念。

## 2. 储量替代率和储采比

通常 SEC 储量替代率表示当年新增剩余经济可采储量对储量因采出而造成储量减少的弥补程度[1],一般用年度增加剩余经济可采储量与年产油(气)量的比值来表示,是反映储量接替能力的指标,是衡量油田稳产和可持续发展的重要指标。储量替代率越大,表明储量接替情况越好。各大石油公司均十分重视储量替代率,若储量替代率大于等于 1,则表示当年新增储量可以弥补当年生产所耗,对石油公司持续发展有较大的意义;若小于 1,则表示当年新增储量不能弥补油气生产带来的储量减少,公司的油气总储量在减少,可能会令市场对公司的发展前景失去信心。由于储量替代率能够很好地表征勘探活动和开采活动,在一定程度上代表石油公司的发展潜力,因此可以通过对石油公司储量替代率的分析,来表示石油公司储量的变化情况和勘探活动的成果[2] [3] [4] [5]。

SEC 储采比的定义被表述为某个国家, 或公司, 或含油气盆地, 或油气区, 或油气田年末的剩余经济可采储量与当年的采油量之比[1]; 作为比值, 储采比可以比较直观地反映油气生产“得到保障”的程度, 是分析、判断油气田合理开发、建设规模、生产形势和稳产上产的重要指标, 储采比在很大程度上可以综合地反映出勘探和开发的形势, 而地质条件、开采方式、开发过程中所采取的措施等都是影响储采比的因素。储采比过大, 会形成资源以储量存在的形式积压, 不利于尽快转化; 储采比过小, 则说明后备资源不足, 产量保证程度低。合理确定储采比, 既能保证原油产量正常增加, 又能对油气勘探进行合理投资。因此, 研究储采比对于石油工业具有极其重要的意义[6]-[15]。

SEC 储量替代率、储采比(下文简称“替代率”和“储采比”)是反映石油公司经营状况特别是可持续发展潜力的重要指标, 也是衡量石油公司发展潜力的两项重要指标, 对于企业生产经营和资源战略管理的有着重指导意义。储采比和替代率不仅是储量指标, 而且同时又是一对与储产关联度较高的指标, 需要加强对这两个指标的关系进行分析探讨。

### 3. 大型上市石油公司储量替代率和储采比

依据美国《石油情报周刊》公布的 2019 年底公司储量规模, 选取了中国三大石油公司中国石油、中国石化和中国海油及排名前 35 的埃克森美孚、英国石油、道达尔和雪佛龙等共计 11 家上市石油公司。

统计近年来全球大型上市石油公司上市年报中公布的储量和产量, 计算其替代率和储采比[16], 按照 2019 年上市石油公司储量规模, 并参考其产量规模、替代率和储采比等关键指标, 同时充分利用中国海油储量专家系统, 将包含中国海油在内的 11 家公司分为两类, I 类公司: 储量大于 8000 百万桶的公司(中国石油、埃克森美孚、英国石油、巴西石油、道达尔和雪佛龙); II 类公司: 储量在 2000 百万桶~8000 百万桶的公司(中国石化、埃尼、挪威石油、中国海油和康菲)。

I 类公司多数年份储量替代率稳定在 100%~200% (见图 1), 2014 年~2016 年大部分公司替代率下降, 近年来有所回升; II 类公司历年储量替代率波动大(见图 2)。

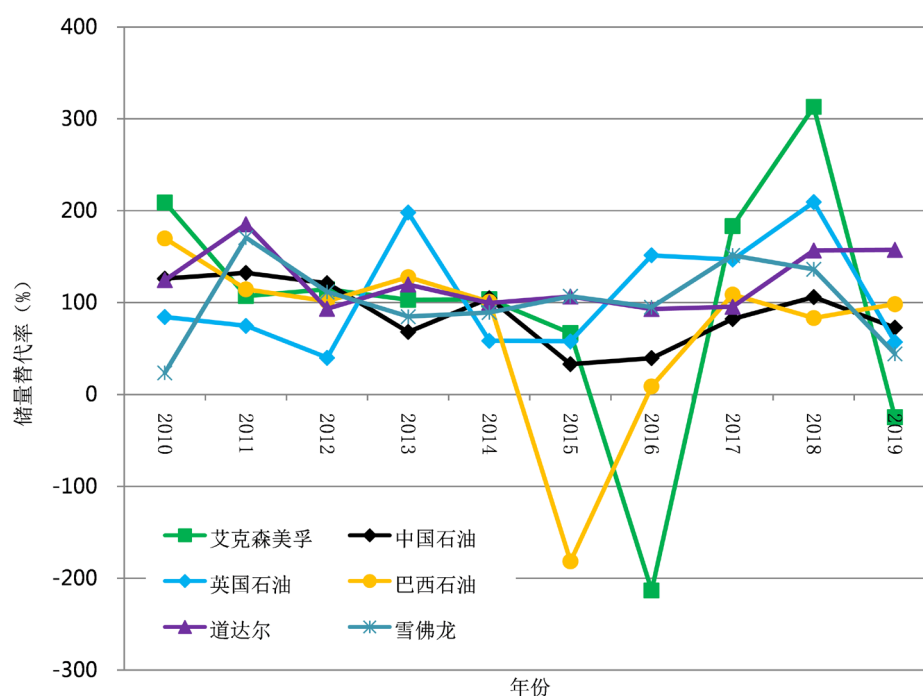


Figure 1. The reserves replacement ratio of type I petroleum companies  
图 1. I 类石油公司替代率

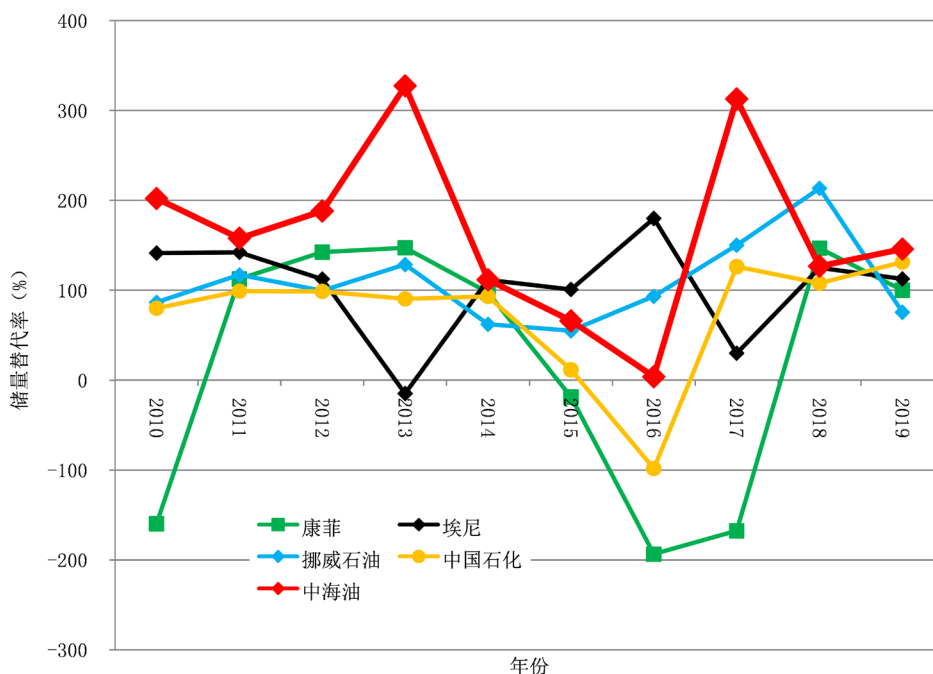


Figure 2. The reserves replacement ratio of type II petroleum companies  
图 2. II 类石油公司替代率

受国际油价下降影响，各公司储采比在 2015 年~2016 年均不同程度下降，随后部分公司有所回升。I 类公司储量基础大，多数公司储采比维持在 10 以上(见图 3)；而 II 类公司储采比在 6~15 之间波动(见图 4)。

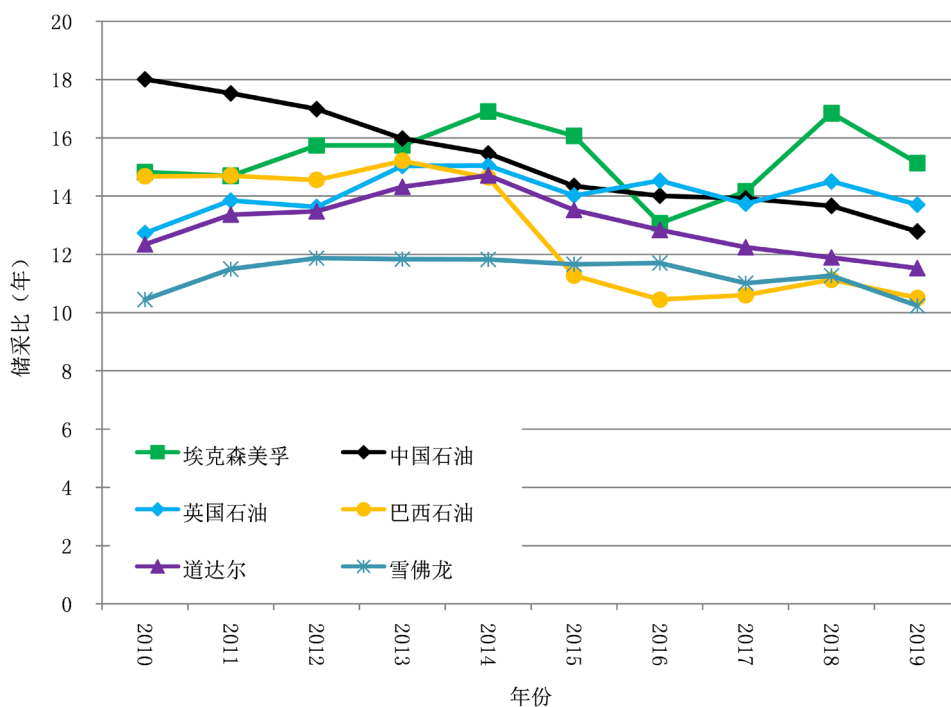


Figure 3. The reserves production ratio of type I petroleum companies  
图 3. I 类石油公司储采比

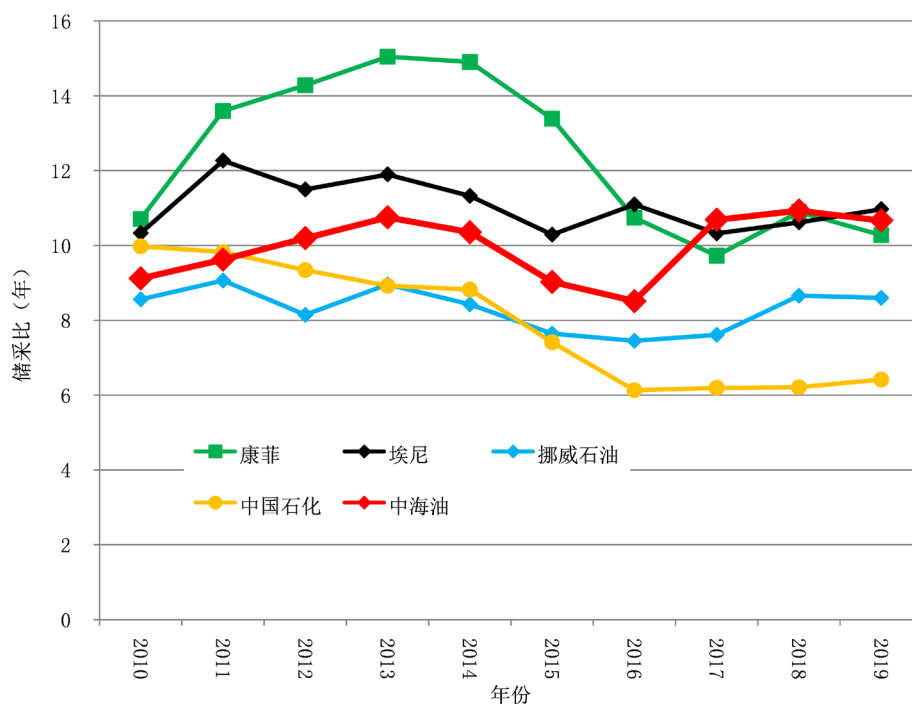


Figure 4. The reserves production ratio of type II petroleum companies  
图 4. II 类石油公司储采比

由以上图可以看出,与波动较大的替代率相比,大型上市跨国石油公司尤其是储量较大的 I 类公司,更重视储采比的绝对值和稳定性,以保障公司储量的可持续发展。

#### 4. 储量替代率和储采比关系研究

储采比和替代率的变化究其原因在于储量和产量的增长速度相对快慢,因此有必要分析下储采比、储量替代率与储量增长率和产量增长率之间的关系。

由储量替代率[2]的定义得:

$$T_{i+1} = \frac{N_{i+1} - N_i + Q_{i+1}}{Q_{i+1}} \quad (1)$$

式中:  $Q_i$ ——公司第  $i$  年产量,  $10^4 \text{ m}^3$ ;

$N_i$ ——公司第  $i$  年剩余经济可采储量,  $10^4 \text{ m}^3$ ;

$T_i$ ——公司第  $i$  年替代率,  $f$ 。

由储采比[1]定义得:

$$R_{RP\ i+1} = \frac{N_{i+1}}{Q_{i+1}} \quad (2)$$

式中:  $R_{RP\ i}$ ——公司第  $i$  年储采比,  $f$ 。

由产量增长率定义得:

$$a_{i+1} = \frac{Q_{i+1} - Q_i}{Q_i} \quad (3)$$

式中:  $a_i$ ——公司第  $i$  年产量增长率,  $f$ 。

由储量增长率定义得:

$$b_{i+1} = \frac{N_{i+1} - N_i}{N_i} \tag{4}$$

式中： $b_i$ ——公司第  $i$  年剩余经济可采储量增长率， $f$ 。

将式(3)和(4)代入式(1)和式(2)得：

$$T_{i+1} = \frac{N_{i+1} - N_i}{Q_{i+1}} + 1 = \frac{b_{i+1}N_i}{Q_i(a_{i+1} + 1)} + 1 = \frac{b_{i+1}R_{RPi}}{(a_{i+1} + 1)} + 1 \tag{5}$$

$$R_{RPi+1} = \frac{N_{i+1}}{Q_{i+1}} = \frac{(b_{i+1} + 1) \times N_i}{(a_{i+1} + 1) \times Q_i} = \frac{(b_{i+1} + 1)}{(a_{i+1} + 1)} R_{RPi} \tag{6}$$

将式(2)和式(3)代入式(1)得：

$$T_{i+1} = R_{RPi+1} - \frac{Q_i R_{RPi}}{Q_{i+1}} + 1 = R_{RPi+1} - \frac{R_{RPi}}{(a_{i+1} + 1)} + 1 \tag{7}$$

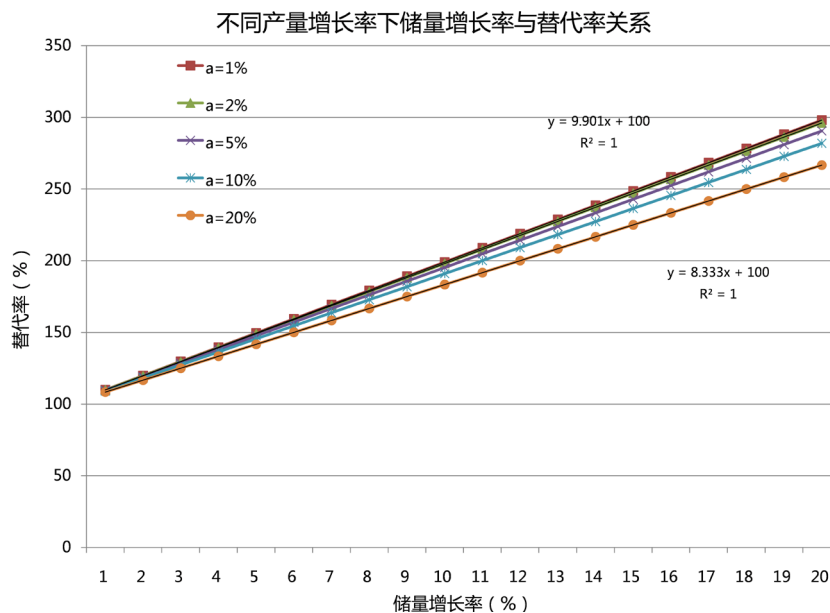
若保持储采比稳定，须  $R_{RPi+1} = R_{RPi}$ ，由式(7)可知：

$$T'_{i+1} = \frac{a_{i+1} R_{RPi}}{(a_{i+1} + 1)} + 1 \tag{8}$$

式中： $T'_{i+1}$ ——公司第  $i + 1$  年保持储采比稳定所需替代率， $f$ 。

由式(6)可以看出，当储量增长率和产量增长率相同时，可保持公司储采比稳定不变。

首先，由式(5)可知，定产量增长率的情况下，替代率随着储量增长率的增加而线性增加，斜率都随着产量增长率的增大而减小，且截距均为 100%。假设公司年初储采比为 10，若年储量增长率为 10%，则产量增长率为 1%、2%、5%、10% 和 20% 的情况，对应的年底储量替代率分别为 199.01%、198.04%、195.24%、190.91% 和 183.33%，年底储采比为 10.89、10.78、10.48、10 和 9.17。因此，储量增长率只要为正，替代率即大于 100%，即使公司储量增长率(10%)较产量增长率(20%)小，也有高替代率(188.33%)储采比降低(9.17)的情况出现(见图 5)。



**Figure 5.** The relationship between reserves replacement ratio and reserves growth rate when given different output growth rate (RRPo = 10)

**图 5.** 不同产量增长率下储量增长率与替代率关系(年初储采比 10)

其次，由式(6)推算，定产量增长率的情况下，储采比随着储量增长率的增加而线性增加，斜率均为正数，且斜率和截距都随着产量增长率的增大而减小。假设公司年初储采比为 10，年底计划提高储采比至 10.5，若年产量增长率分别为 2%，5%，10% 和 20%，则对应需要储量增长率分别为 7.1%，10.2%，15.5% 和 26%。因此只有储量增长率高于产量增长率，储采比才有可能提高；也就是说要使公司储采比提高 5%，储量增长率就要比产量增长率高出 5% 以上，且产量增长率越大，所要求的储量增长率越大(见图 6)。

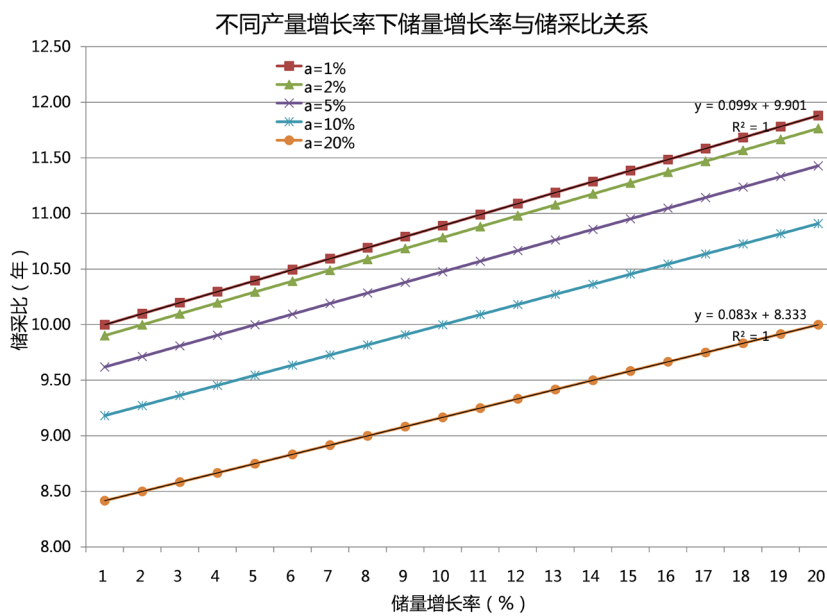


Figure 6. The relationship between reserves production ratio and reserves growth rate when given different output growth rate (RRPo = 10)

图 6. 不同产量增长率下储量增长率与储采比关系(年初储采比 10)

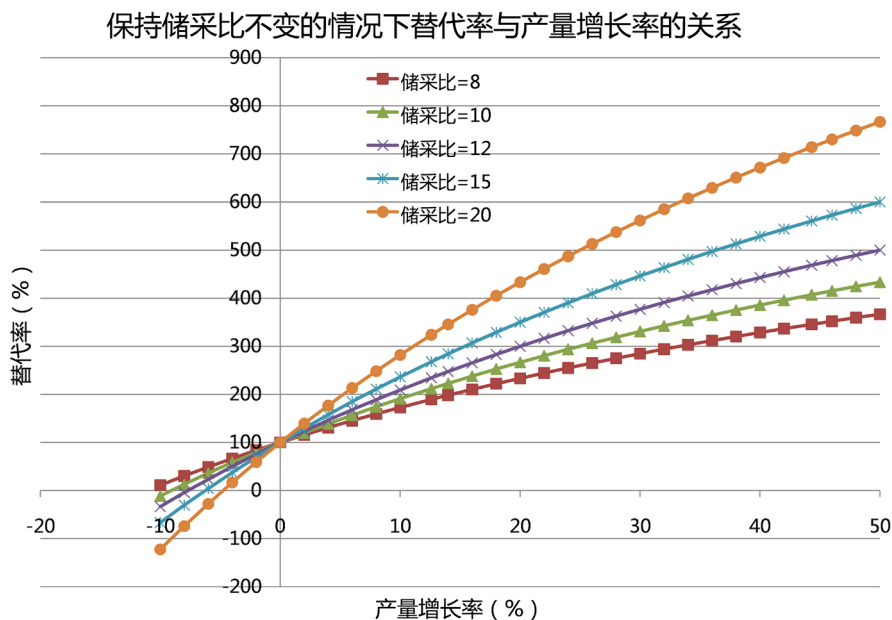


Figure 7. The relationship between reserves replacement ratio and output growth rate for remaining reserves production ratio unchanged

图 7. 保持储采比不变的情况下替代率与产量增长率的关系

再次, 根据式(8)中储采比与替代率和产量增长率之间的关系, 制作了保持储采比不变时产量增长率与替代率的关系图版(图 7)。假设公司储采比为 10, 设定年产量增长率为 5%和 10%, 则需要替代率为 147.62%和 190.91%方可保持储采比不变。假设公司储采比分别为 8, 10 和 20 的情况下, 年产量增长率为 5%, 若保持储采比不变需要替代率为 138.10%, 147.62%和 195.24%。因此在产量增长较快的情况下, 保持储采比所需替代率越高; 而年产量增长率一定的情况下, 保持储采比目标越高时, 所需替代率也越高(见图 7)。从图中也可以看出若年产量增长率为负值时, 即使替代率未达到 100%, 仍可以实现年度储采比保持甚至升高的目标。

## 5. 结论

- 1) 多数大型上市石油公司均重视储采比和储量替代率的两个指标, 尤其是储采比的稳定;
- 2) 储量增长率只要为正, 替代率即大于 100%, 存在高替代率而储采比下降的情况;
- 3) 只有储量增长率高于产量增长率, 储采比才有可能提高, 且要使公司储采比提高 5%, 储量增长率就要比产量增长率高出 5%以上;
- 4) 产量增长越快, 储采比越大时, 保持储采比稳定越困难。

## 参考文献

- [1] 张付兴. SEC 储量评估参数取值方法及应用[J]. 科技信息, 2013(3): 78-79.
- [2] 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): 702-705.
- [3] 卢广钦. SEC 剩余经济可采储量替代率与产量的关系及影响因素[J]. 油气地质与采收率, 2013, 20(3): 60-64.
- [4] 凡哲元. 油田储量替代率与稳产的关系[J]. 油气地质与采收率, 2008, 15(4): 78-80.
- [5] 徐腾, 邓景澜. 石油公司上游投资结构与储量替代率关系实证分析[J]. 中外能源, 2010, 15(12): 17-22.
- [6] 陈淦, 杨新玲. 关于储采比研究中的几个问题[J]. 中国海上油气(地质), 2003, 17(5): 350-354.
- [7] 赵庆飞. 世界储采比的分析与研究[J]. 石油勘探与开发, 2001, 28(6): 60-63.
- [8] 李春兰, 张广杰, 张雄君. 不同类型油藏储采比变化规律[J]. 新疆石油地质, 2009, 30(6): 728-730.
- [9] 马名臣. 油田储采比与产量递减率及稳产年限的关系[J]. 石油勘探与开发, 1995, 22(5): 79-80.
- [10] 李艳华, 王俊魁. 油田产量递减规律与储采比合理界限的确定[J]. 新疆石油地质, 2002, 23(4): 333-335.
- [11] 赵庆飞, 凡哲元, 魏海峰. 储采比与油田稳产关系——以中石化探区为例[J]. 石油与天然气地质, 2010, 31(4): 511-516.
- [12] 高文君, 王谦, 徐冰涛. 油气田合理储采比的确定及应用[J]. 新疆石油地质, 2003, 24(1): 65-67.
- [13] 王俊魁. 油田储采比合理界限与产量递减的趋势预测[J]. 大庆石油地质与开发, 1991, 10(4): 27-33.
- [14] 王禄春, 赵鑫, 李金东, 等. 油田合理储采比界限预测方法[J]. 新疆石油地质, 2020, 6(3): 355-364.
- [15] 王刚, 段宇, 李珍, 等. 渤海油田的合理储采比确定方法研究[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2019, 2(1): 34-37.
- [16] 各大石油公司 2010 年-2019 年上市年报[EB/OL]. <https://www.sec.gov>, 2020-01-20.