文章编号:1673-5005(2008)01-0152-04

基于 Markowitz 资产组合理论的油气勘探开发投资决策

王 震,王 恺

(中国石油大学 工商管理学院,北京 102249)

摘要:利用 Markowitz 的资产组合模型对石油天然气工业上游勘探开发领域的风险分散问题进行了模拟决策。根据 Markowitz 理论,管理者在决策时不仅要依据价值,同时还要根据风险来对油气勘探开发投资组合进行决策。首先在油气行业实际假设的基础上,建立了一种改进的油气勘探开发 Markowitz 决策模型,然后利用模拟数据,分别得到了单个项目投资最大额有、无限制两种假设下的油气勘探开发决策有效前沿。研究结果表明,资产组合理论可以应用到油气勘探开发投资决策中。

关键词:资产组合理论;油气勘探开发;投资决策;风险;收益

中图分类号:F 224.3 **文献标识码**:A

Investment decision of oil & gas exploration and development based on Markowitz's portfolio selection theory

WANG Zhen, WANG Kai

(*School of Business Administration in China University of Petroleum, Beijing* 102249, *China*)

Abstract: The investment diversification in oil & gas exploration and development of upstream oil & gas industry was analyzed by using Markowitz's portfolio selection model. According to Markowitz's theories, managers should consider returns as well as risk while they make decisions. Firstly, an improved Markowitz's model was built on the basis of the assumptions of exploration and development of oil fields. Then, two separately efficient frontiers based on invest budget limit or not were obtained by using simulation data. The results show that the proposed model can be used to optimize oil & gas exploration and development decision.

Key words: portfolio selection theory; oil & gas exploration and development; investment decision; risk; return

当前,如何应对国际石油天然气市场的种种潜在挑战,规避风险,成为中国石油、石化行业面临的一大问题。石油天然气行业的资本密集型特点和石油天然气的战略性地位,使得石油天然气的对外投资呈现出高投入、高风险的特征。因此,如何对投资进行合理的规划成为亟需解决的问题。1952 年,Markowitz[1] 发表了资产组合选择的理论模型,揭示了分散化的原则。目前,对 Markowitz 在油气投资领域的研究尚处在起步阶段。Walls[2] 论述了投资组合理论与偏好分析理论在上游石油工业的应用。Orman[3] 讨论了油气领域与证券领域相比的特殊性,并且比较了传统的资产评价理论与最优化组合的区别。王桂荣[4]、吴枚[5]、孔令民[6]、初京义[7] 等也对石油行业的投资风险分析进行了研究。不过,国内学者对 Markowitz 模型的研究,都停留在定性分析阶段,而没有进行定量的预测。笔者利用 Markowitz 的资产组合模型对石油工业上游勘探开发领域的风险分散问题进行模拟决策。

1 油气勘探开发中的 Markowitz 模型

1.1 假 设

为了将经典的 Markowitz 模型[8-9] 应用到油气领域中去,需要对原模型进行一系列新的界定及假设,这样是为了使模型有一个更好的理论出发点,也是为了把问题分析得简便与全面。然后,将逐步放宽各种约束条件,来扩大模型的适用范围。考虑到油

收稿日期:2007-01-12

作者简介:王震(1969-),男(汉族),甘肃会宁人,教授,博士,主要研究方向为公司财务与能源金融。

万方数据

气勘探开发投资决策的特殊性,在 Markowitz 经典模型的基础上,对该模型做出以下 6 个假设。

假设 1 管理者是风险厌恶者。风险厌恶者认为从确定性的财富中获得的效用大于在不确定性下获得的效用。如果要让风险厌恶者放弃无风险项目而选择有一定风险的项目,则需要支付给其一定的额外回报作为承担风险的补偿。管理者对风险的回避,是指在其不能获得足够的风险补偿前提下对风险的回避。如果能够得到足够的风险补偿,那么在可以承受的范围内,管理者也愿意承担风险。

假设 2 立即开发假设。如果发现具有经济价值的油气田,一定会进行开发。并不考虑由于经济评价所造成的延缓开发的决策,不考虑对开发可能的阻碍,包括政府审批、合同谈判、技术限制等。

假设 3 收益假设。每个项目如果勘探成功并且进入实际开发阶段,都会带来实际收益,用折现到投资年份的现金流表示。在估算折现现金流时考虑了价格变化的影响。

假设 4 最大现金流假设。油气田的可开采储量是受到地质、技术等诸多条件限制的,因此有最大可采储量的限制,则存在最大现金流,并且是与可采储量相联系的一个定值。

假设 5 现金流的线性假设。取得最大预期现金流的投资额就是该项目的最大投资额。投资幅度超过这一最大投资额并不会带来更多的收益,因为该区块最为乐观的可采储量是一定的,并且为了便于估计,假设该项目的现金流和投资额度是成线性关系的,直到达到最大投资额。

假设 6 投资比例任意选取的假设。假设公司可以在每个项目不投资和投资达到最大数额之间任意选择投资比例。而在现实中,因为合同的规定或者实际情况的限制,公司不能任意改变某一油气田的投资额。投资组合模型的设计是为了对最适合公司的资产种类提供战略性的指导,这样,能够改变某一项目的投资金额,就可以分析一般特性的资产,进而提供改善公司投资组合的机会。

1.2 模 型

假设投资者选择 N 个油气勘探区块进行投资,$r_i(i=1,2,\cdots,N)$ 为第 i 个油气田的收益率,令

$$R_i = E(r_i),$$

$$\sigma_i^2 = Var(r_i).$$

假设第 i 个油气勘探区块的投资权重为 $w_i(i=1,2,\cdots,N)$,那么该油气勘探组合的投资总收益 R_P 和总风险 σ_P^2 分别为

$$R_P = \sum_{i=1}^{N} w_i R_i,$$

$$\sigma_P^2 = Var\left(\sum_{i=1}^{N} w_i r_i\right) = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} w_i \sigma_{ij} w_j,$$

其中

$$\sigma_{ij} = E(r_i - R_i)(r_j - R_j).$$

这样,Markowitz 模型可以表示为

$$\begin{cases} \min\limits_{w} \sigma_P^2 = \sum\limits_{i=1}^{N}\sum\limits_{j=1}^{N} \sigma_{ij} w_i w_j, \\ \text{s.t.} \\ \sum\limits_{i=1}^{N} R_i w_i \geqslant R_0,\ \sum\limits_{i=1}^{N} w_i = 1, \\ 0 \leqslant w_i \leqslant 1,\ i_i \leqslant I_i,\ i = 1,2,\cdots,N. \end{cases} \tag{1}$$

式中,R_0 为投资者所要求的最低收益率;i_i 为第 i 个项目的投资数额;I_i 为第 i 个项目的最大投资数额。

成功概率是指某个项目可能发现具有经济开采价值的石油天然气的概率。开采成本是指当一个项目进入到开发阶段时支出的费用,是与特定项目相联系的定值,不会随着投资额、油气田生命周期等的变化而变动。只有成功地找到了矿藏,才会有开采成本的支出。

定义

每个项目的投资预算 = (- 勘探费用 + 开采成本 × 成功概率) × ρ.

其中

$$\rho = \frac{\text{该项目的实际投资数额}}{\text{该项目最大投资额}}.$$

每个项目投资的最小值为 0,即决策为不投资。除此之外,投资预算为符合预算约束的正值。因为产生的现金流和投资预算在达到最大投资额之前为线性关系,所以一个项目在一定投资预算下产生的现金流为

$$\text{某投资比例下预期现金流} = \frac{\text{最大预期投资现金流}}{\text{最大投资预算}} \times \text{当前组合预算}.$$

公司的总资本预算是有限制的,本模型所研究的是在有限的总投资额度限制下,如何进行项目的选择,达到分散化的目的。在任何情况下,公司总会把所有的资金投资出去。

$$\text{投资比例} = \frac{\text{某个项目的实际投资预算}}{\text{投资总预算}}. \tag{2}$$

显然,各项目投资比例之和为 1。在之前的 6 个假设的约束下,称式(2)为带单个项目预算限制的 Markowitz 模型。

万方数据

2 模型的应用

2.1 案例简介

首先,假定某中国公司要利用手中的资金在国际市场上进行投资。分析认为,当前在全球的 7 大地区有 12 个油气领域投资项目可供投资。不同地区的投资环境区别很大,包括政府、法律、商业发达程度、其他能源公司的竞争等。Waters[10] 从几个方面来分析了石油工业所面临的各种风险因素。本文中以这些不同地区的风险数值为基础,同时考虑到其他各种因素可能会对风险造成的影响,根据假设中的计算公式,经过模拟得到了以标准差表示的不同项目的风险测量值。现在这家公司要进行投资,需要做的就是对这12个项目进行投资组合分析,这12个项目的投资相关数据见表 1。按照对相关系数的假设,可以对这 12 个项目的相关系数进行界定。

表 1 项目投资相关数据

项目	勘探费用 C_1/亿元	开采成本 C_2/亿元	成功概率 p/%	最大投资预期现金流 C_3/亿元	标准差 σ	最大预算 C_4/亿元	地区
1	-4.1	3.79	0.66	20.93	10.19	6.6	亚洲
2	-3.7	4.39	0.58	9.47	9.95	6.26	
3	-5	2.78	0.76	16.87	5.75	7.11	美国
4	-4.8	3.3	0.72	21.03	8.23	7.16	加拿大
5	-4.2	3.55	0.42	21.44	29.05	5.68	南美
6	-7.1	0.92	0.51	14.58	28.76	7.57	
7	-8.2	0.94	0.56	16.4	19.07	8.73	非洲
8	-6.2	2.1	0.33	5.6	29.55	6.89	
9	-6.3	1.73	0.24	15.43	36.38	6.72	
10	-3.3	4.07	0.64	18.74	16.54	5.9	中东
11	-4.1	3.61	0.63	6.75	6.71	6.39	
12	-9	1.07	0.72	16.98	11.85	9.77	澳洲

假设该公司制定了一个初始投资方案,并不清楚这一组合是否是一个有效组合,还考虑一种情况,就是对所有项目投资同样多的资金,称为等权重组合。

2.2 最优化组合

Markowitz 最优化模型的一般约束条件是得到的最优化组合符合确定收益下风险最小或确定风险下收益最大。本模型类似于非卖空的 Markowitz 最优化模型,差别是本模型的约束条件还包括所做的前提假设。本模型要求项目的总投资额在任何情况下都等于一个定值,并且对每个项目投资幅度不能超过其最大投资预算,而且每个项目的最大投资预算是不同的。经过计算,可以得出符合本约束条件的 Markowitz 模型的有效集,见图 1。可以看到初始组合是非常没有效率的。

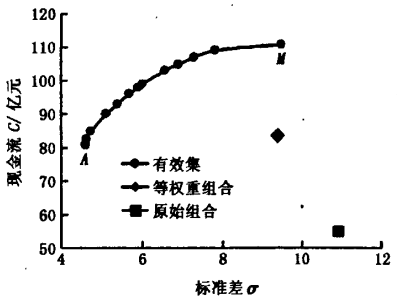

图 1 有单个项目预算限制的有效集

表 2 中列出了各个项目的投资比例。组合 A、组合 B,…,组合 M 为选取的典型的投资组合。两个值得注意的组合是最小标准差组合 A 与最大现金流组合 M。组合 A 是在该约束条件下所能达到的风险最小的组合。如果管理者偏好最小的风险,那么组合 A

表 2 最优化、初始、等权重资产组合的投资比例

组合	标准差 σ	现金流 C/亿元	项目 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	4.6	80.91	0.15	0.15	0.19	0.19	0	0	0	0	0	0	0.17	0.15
B	4.61	82.6	0.17	0.13	0.19	0.19	0	0	0	0	0	0	0.17	0.15
C	4.71	85	0.18	0.1	0.19	0.19	0	0	0	0	0	0.04	0.17	0.14
D	5.1	90	0.18	0.08	0.19	0.19	0.02	0	0	0	0	0.08	0.13	0.12
E	5.38	93	0.18	0.09	0.19	0.19	0.03	0	0.01	0	0	0.11	0.09	0.12
F	5.68	96	0.18	0.1	0.19	0.19	0.04	0	0.01	0	0	0.13	0.04	0.13
G	5.89	98	0.18	0.1	0.19	0.19	0.04	0	0.02	0	0	0.14	0.02	0.13
H	6	98.99	0.18	0.1	0.19	0.19	0.04	0	0.02	0	0	0.16	0.01	0.12
I	6.54	103	0.18	0.07	0.19	0.19	0.09	0	0.03	0	0	0.16	0	0.1
J	6.89	105	0.18	0.05	0.19	0.19	0.11	0	0.04	0	0	0.16	0	0.09
K	7.3	107	0.18	0.03	0.19	0.19	0.14	0	0.05	0	0	0.16	0	0.07
L	7.81	109	0.18	0	0.19	0.19	0.15	0	0.05	0	0.03	0.16	0	0.06
M	9.47	111	0.18	0	0.19	0.19	0.15	0	0	0	0.14	0.16	0	0
初始	10.91	55	0	0.17	0	0	0	0.2	0.04	0.18	0	0	0.17	0.24
等权重	9.39	83.69	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083

万方数据

将会是最符合要求的组合。组合 M 是本模型的约束条件下所能达到的最大收益的组合。该组合的现金流达到了111,比初始组合的回报高了201.9%,并且风险只有后者的86.8%。从组合 A 到组合 M,它们之间的风险和收益是同趋势变化的。低收益和低风险相联系,而高收益同样伴随着高风险,其变化趋势并不是线性的,而是开口向右的抛物线。

2.3 模型的改进

放宽模型的限制,讨论无单个项目预算限制的Markowitz模型。修改假设4,没有最大现金流的限制,即每个项目投资多少,就会线性地带来多少现金流。这里不考虑地质储量、技术等的限制。修改后的模型类似于可以卖空的Markowitz模型,不过每个项目的最小投资额为0,不能为负值。经过计算,可以得到新的有效集,见图2。

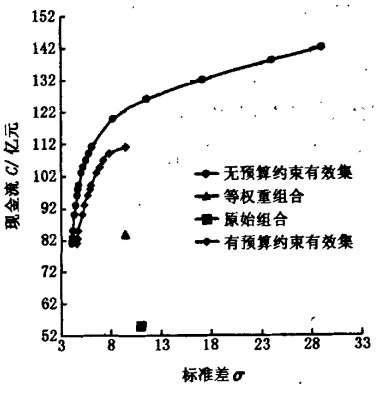

图2 无单个项目预算限制的有效集

对比两种不同约束的最优化组合,两个明显的特征是:①无单个预算限制的组合同样收益的组合风险小于有预算限制的组合;②无单个预算限制的组合可以获得高得多的回报,但风险也高得多。对于放宽预算限制的模型来讲,收益最高的投资方式就是将所有的资金投资在现金流回报最高的项目5上。当然,这违背了"不要把你所有的鸡蛋放在一个篮子里"的分散化思想。只投资收益最高的项目,没有体现权衡风险与收益的原则。

3 结 论

(1)Markowitz模型中的风险本质上是一种衡量对比手段,其绝对数量的含义并不重要。因此,完全可以合理地定义某种尺度来表示这种风险,以充分考虑各种潜在的不确定性,进而将其数量化。

(2)现实中,利用蒙特卡罗模拟来评估储量是使用Markowitz模型的非常必要的前提条件,因为蒙特卡罗模拟可以获得和概率联系的储量数据。

(3)因为未来价格、国际政治关系等的不确定性,一个油气田的现金流的确定就存在很大的变数。这就需要估计出的现金流中包含风险的因素,将其风险包括在模型总风险之中。

(4)所建模型可以作为净现值、内部收益率等传统经济评价方法的补充,以弥补传统方法对风险和变化估计的不足。

参考文献:

[1] MARKOWITZ H. Portfolio selection [J]. The Journal of Finance,1952,7 (1):77-91.

[2] WALLS M R. Combining decision analysis and portfolio management to improve project selection in the exploration and production firm[J]. Journal of Petroleum Science and Engineering,2004,44:55-65.

[3] ORMAN M M, DUGGAN T E. Applying modern portfolio theory to upstream investment decision making[R]. SPE 54774,1999.

[4] 王桂荣,李小飞.境外勘探开发投资项目的风险分析[J].中国石油大学学报:社会科学版,2006,22(3):12-16.
WANG Gui-rong, LI Xiao-fei. Risk analysis of the abroad exploration & development investment[J]. Journal of China University of Petroleum (Edition of Social Science), 2006,22(3):12-16.

[5] 吴枚.石油公司投资决策与组合优化研究[D].天津大学管理学院,2002.

[6] 孔令民.石油企业投资风险分析[D].中国地质大学能源学院,2002.

[7] 初京义.石油天然气勘探开发项目风险分析及风险应对策略[D].天津大学管理学院,2005.

[8] MARKOWITZ H. The optimization of a quadratic function subject to linear constraints. [J]. Naval Research Logistics,Quarterly,1956,3:111-133.

[9] MARKOWITZ H. Portfolio selection: efficient diversification of investments[M]. 2nd ed. Oxford:Blackwell Publishing, 1999.

[10] WATERS L B, BLOTTO P, COVIL M, et al. E & P forum risk assessment data directory [R]. SPE 35774, 1996.

[11] ZVI B, ALEX K, ALAN J. Investment [M]. New York: McGraw-Hill Irwin, 2005.

(编辑 修荣荣)

万方数据