

油气勘探经济学概论

〔美〕 R.E. 麦 格 尔 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是新兴的石油勘探经济学，综合了工程经济学、数学、统计学、概率论和地质勘探学（地质与地球物理），对石油和天然气勘探的经济概念，风险分析，资源评价等等，从理论与实际加以阐述。内容新颖浅近，例举切实，基本上反映了美国在油、气勘探工作中采用经济观点的新的研究成果和实际应用情况。本书可供从事石油勘探的领导干部、科研、生产、教学人员参考。

R.E. McGill

AN INTRODUCTION TO

Exploration Economics

Second Edition

Published by Petroleum Publishing Company

U.S.A. 1980

*

油气勘探经济学概论

〔美〕R.E. 麦格尔著

李国玉等译

*

石油工业出版社出版

（北京安定门外外馆东后街甲36号）

妙峰山印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 32开本 7¹/₈印张 156千字 印1—2,000

1982年12月北京第1版 1982年12月北京第1次印刷

书号：15037·2400 定价：0.77元

译者的话

1980年10月21日到11月27日,石油工业部派遣的我国石油地质代表团访问了美国和日本,考察了这两个国家的海上油气资源评价等有关问题。在考察过程中,深感随着我国石油工业的发展和与外国石油公司的合作日益增多,石油勘探经济问题越来越突出,需要很好学习研究。

在访问期间,美国石油公司给我们送了不少勘探经济方面的书籍,其中以这本书写得比较浅显易懂,而且内容丰富,例举实用;还有不少勘探经验的深刻总结,值得寻味。这本书的作者,以其几十年的工作经验,在美国现行勘探实践基础上,从开辟新领域寻找新油气田的角度,用概率论的方法,深入进行了风险分析,并对勘探投资,决策依据,税收、盈利等主要问题都进行了阐述,介绍了大量有用的方法,对我国石油勘探、生产、科研、管理、教学等方面,均有不少可资借鉴的地方。

本书的前言和第一章由黄正岩同志翻译。全书由杨少俊同志校订,并由施鸿熙同志从经济学方面作了校订,在此深表感谢。

另外,对书中的章节作了统一编号,附录加了标题,还增加附录F,书名冠以“油气”二字,以示眉目清楚。

李国玉

1981年7月10日

目 录

前 言	1
第一章 绪论	4
第二章 生产法规——一种变动的力量	18
第三章 某些常用术语的解释	35
第四章 纳 税	48
第五章 勘探计划变为现金流动——现金流动分析	67
第六章 明日美元的今日值（现值概念）	89
第七章 投资机会的衡量	108
第八章 风险分析的基本概念	134
第九章 风险分析的实际应用	156
第十章 如何进行勘探评价	172
附录A 得克萨斯州油井允许产量汇总表	198
附录B 现金流动和敏感性分析	201
附录C 复利次数的效果	206
附录D 蒙特卡罗模拟法	207
附录E 简便贴现法	214
附录F 石油勘探经济词汇	215

前 言

油气勘探经济学的存在，既不是作为理论经济学的一个独立分支，也不是作为实用经济学的一个独立分支。

油气勘探经济学是工程经济学、数学、统计学、概率论，以及更正规的勘探科学——地质学和地球物理学一种奇妙的结合。上述各门学科，都各有其教科书；但是，人们无论在哪里也找不到一本关于油气勘探经济学的入门书。本书就是这样的一本入门书，但它不是学院式的经济学读本，而是专为正在从事勘探工作和正在学习地质学的人员写的、一本实用评价知识的汇集。

本书的读者对象是对这个主题知之甚少，把大学数学已忘得差不多的油气勘探工作者。所以本书的意图是要真正起到引导读者入门的作用。有造诣的投资分析专家会认为本书内容浅显，某些叙述过于简单或笼统。然而，对初学者而言，某些叙述的简单化却是必不可少的；而且凡是讲得笼统概括之处，作者都加了必要的注释。所以，叙述较简的地方，也不会影响读者把投资分析工作搞好。

作者希望有兴趣的读者继续钻研，为此，本书每一章之后均列有参考书目。这对读者进一步钻研可能有所裨益。

从《勘探经济学概论》又有必要第四次印行一事中，作者和出版公司都清楚地认识到，新版本以出修订本为宜，结果也就产生了这个修订本。

修订本补充和修正的内容主要有以下七点：

1.分析了法规日益增大的阻碍作用，这首先是因为法规所起的延误作用（指石油供应问题不能及时得到解决——译注）。过去十年中，有些法规造成的延误，为时很长，以致不是利润大幅度下降，就是成本增加，或者两种后果同时出现。

凡是认为本书修订版所讲的这个道理夸大了使石油工业处于难堪境地的条件的人，应当读一下西蒙·威廉·E所作的《讲真相的时代》一书。华盛顿特区（美国政府机构所在地，此处用以比喻美国政府——译注）有一位人士甚至认为，法规造成的问题真是罪过之极，作者在本书中所讲的看法同他相比，还算是很保守的。

2.本书第三章“对某些常用术语的理解”，内容增加了财务核算标准委员会第19号通报规定的新标准。

3.在第四章“纳税”中，内容增加了最近发生的税收与纳税有关问题，包括重新强调折耗率（折耗百分比）的问题。折耗率今天对小公司仍有意义，但本书以斯库尔远景构造为例进行勘探投资分析问题的研究时，已把折耗率排除在外（但未排除成本）。

4.在第五章“现金流动分析及美元现值概念”中，已考虑到最新的发展而增加了新的内容。

5.在第七章增加了有关的新标准，并根据需要修改了图表和曲线。

6.1977年，作者曾发表过《风险分析导论》一书，篇幅比本书第八章和第九章大。这两章与该书是姐妹篇，但内容均根据需要作了修改。

7.篇幅增加最多的是本书第十章，如：增加了通货膨胀率、无补偿采样、敏感性测算方法等等，因而使第十章更有

实用价值。

总的说来，修订版增加的内容，不仅能够回答作者工作的公司范围内、而且能够回答整个石油工业界讲授勘探经济学时最常见的各种问题。

然而，没有一个人能写出一本把各种税法和政府法规囊括无遗的教科书，而且期望它长期适用。修订本向读者介绍的是到1978年止的各种变化。由于从州一级到联邦政府一级，仍在制定颁布大量的法规，因而只有历史才能断定，哪些事先估计不到的变化、将要影响到本书修订版的准确性。

参 考 文 献

1. Simon, William E., "A Time For Truth," McGraw-Hill Book Co., New York, N.Y., 1978.
2. McGill, Robert E., "An Introduction to Risk Analysis," Petroleum Publishing Co., Tulsa, Okla., 1977.

第一章 绪 论

如果你想对油气勘探的实用经济学稍作了解，本书可以作为入门的响导。你若要成为分析勘探机遇的专家，那就需要更多地学习，而且在评价构造带和远景构造方面还要有一定的实际经验。然而，只要你自己善于取舍，你就可以从别人的著述和实际经验中获得新的知识。

一、目 的

要想通过书面文字传播一门新的知识，必须有明确的目的。本书要达到的目的如下：

- 1.说明经济学在勘探人员的工作中作用日益扩大；
- 2.阐述与经济分析有关的一套专用术语；
- 3.评价进行经济分析时使用的各种程序；
- 4.把上述专用术语和知识应用于具体的经济分析。

总的说来，上面列举的目的如果达成，对你理解经济评价的帮助将多于使你获得进行经济评价的能力。你必须懂得，经济评价何时才能对你有帮助；只要让你作一次评价，你就能更好地体会到评价的收效。

我们在本书中，将述及计算机在当今经济评价方法中所起的作用。计算机的作用相当之大。如果没有计算机，投资评价今天能做的，有许多就不可能做到。然而，你不要想从本书中了解使用计算机的好处，而且本书中没有任何需要计算机求解的例题。

最后，本书中阐述的许多概念，对哪一种投资分析都适用。在你的工作中，凡是需要你作出财务决策的任何问题，你都能具体加以运用。

二、工作环境

无论你是在为一个大的联合企业工作，或是同别人搞合伙公司，还是自己独立经营，你都要同经济学打交道。

如果你决定从事油气勘探，上面的说法就很对。油气工业的投资犹如一条长链，勘探人员的工作是在长链中原料这一头开始的，而这条长链的终端是把汽油装入油罐。如果勘探工作成功，其所得利润就可能作为投资使用，投到“下游”的许多部门（指加工、储运、销售等——译注）。在一个综合经营的大石油公司之内，油气勘探工作，可为该公司整个投资链条中靠近石油产品那一头的许多部门提供投资机会。所以，你首先要想到的是，你的工作是为整个投资链条作贡献的。

油气的销售只能是在油气田开发之后。因此，一项勘探计划的经济效益如何，只有在油气田发现、开发并投产之后，才能确定。勘探经济学实际上是勘探和生产两个方面投资的财务结果——但与勘探决策的时间有关。

在大石油公司内，生产部门（勘探、采油、销售、炼油等等），是很耗投资的部门，各个部门之间存在着投资的竞争。每个部门都想多争资金在其管辖范围之内投资。

三、最佳投资机会的选择

由于资金上存在着竞争，选择最佳投资机会，始终是经营管理上的一大要务。而此种选择不尽是容易的事。因为在

不同的部门：

- 1.是有不同的纳税率考虑；
- 2.是投资的不确定因素和风险程度不同；
- 3.是各部门之间资金需要量，以及现金流量特点等等也不相同。

投资分析机构如何设置，对有关投资机会问题的经营管理决策是有影响的。在有些大公司内，大多数业务部门各有其分析小组。而另一些大公司则将分析工作全部集中到一个机构进行。不管分析机构如何设置，其工作都是为了拟制预算计划而提供背景评价，并作为投资决策的一个辅助工具。在任何商务活动中，不管活动规模大小，选择正确的投资机会，都是企业发展扩大的一个关键问题。本书中论述的种种原则，将有助于你选择最佳投资机会。

四、油气工业今后的十年

对未来的情况稍作展望，有助于说明：为什么我们未来的活动要考虑经济学。

今后十年的问题需要我们仔细地审核所有的投资，包括勘探投资在内。影响未来投资结果的很多因素，是勘探工作者无法控制的。而且，其中有些因素非常之重要，必须持续不断地检验它们的经济后果。下面我们就分别讲一下需要考虑的几个因素：

（一）各种燃料的相互竞争

由于消费者总在寻求价格最低的最佳燃料，因而各种燃料之间就产生了竞争。目前的预测表明，美国国产原油和天然气的供应将继续短缺。即使在供应紧张的情况下，各种燃料之间的竞争仍会存在。竞争的结果就会出现（最高）限价。

而限价又是一种相对性的，它要受价格普遍变化的影响。

原油和天然气的代用燃料有以下几种。

1. 页岩油

页岩油的潜在竞争力，特别值得一提。页岩油资源丰富（这意味着没有勘探风险）。从美国大陆的油母页岩中提取石油产品，技术已经过关。在供应极端紧张的条件下，原油价格将不断上涨。但即便如此，原油价格也只会上涨到页岩油成为有吸引力的代用燃料的投资水平之前为止。就目前情况而言，页岩油生产的商业化，同以下几点有密切的关系：

一是原油价格；

二是开采和加工（蒸馏）费用；

三是纳税的考虑；

四是政府影响公共土地政策的因素；

五是页岩废渣的处理。

将来某个时候，上述五种因素的变化，如果达到某种有利的结合，才能使页岩油的生产经济上可行。目前，每种因素都有不少不确定的问题，因而我们无法准确地预计，它们何时才会出现“有利的结合”。

2. 油砂

油砂的情况与以上所述基本相同。就当前而言，油砂的生产还不经济，但它也是能够代替石油产品的一种资源。加拿大开采油砂的事实说明，虽然油砂生产目前在经济上无利可图，但技术上已过了关。

直到1973年止，加拿大的油砂生产始终无利可言。收支平衡表上赤字甚大。1973年石油禁运后，原油价格上涨，油砂生产才初见盈利。

美国的油砂矿不如加拿大丰富。油砂需要在更高的原油

价格条件下开采，经济上才合算。

3.核燃料

核燃料已通过电力生产进入能源市场竞争者行列。尽管目前核电站在经济上勉强够本，但今后在发电量中所占比重肯定会越来越大。不过由于政治上、生态学上以及经济上的问题，眼前还无法扩大核燃料的使用范围。河水变暖、核废物处理，还有公众对放射性物质的担心，都是促使核电站建设速度减慢的原因。但是，核燃料肯定会日益重要。未来对能源的巨大需求，将使各种燃料都会扩大生产。

4.煤炭

我们任何时刻不能忘记的是，石油和天然气都可以从煤炭中制取。因此，煤炭的转换价格（即以煤为原料制取油气产品的价格——译注）将对未来油气的（最高）限价发生影响。

煤炭生产的扩大，也同核燃料一样，不止是与经济因素有关。环保方面空气净化化的要求，煤矿工人的乱罢工，还有露天开采以及土地回填的限制等等，都会影响未来的供应量。美国历史上最长的一次煤矿工人罢工到1978年才结束。要把能源生产的重点改为煤炭，供应上必将产生严重问题。从1977年到1978年的煤炭工人大罢工来看，问题可能在于煤矿能否不间断地生产，而不在于煤炭资源的有无。

5.最终用途方面的竞争

石油工业在产品的最终用途上也面临着竞争，这种竞争反映着（石油）再度作为基本原料利用的趋向。机动车辆也会影响石油工业，因为发电可有几种代用能源。

各种燃料之间的竞争将会限制每一种燃料的价格，而最高限价将成为某种代用燃料最合理的价格。

(二)发现油、气的自然环境越来越困难

过去十年,石油工业发生的重大变化之一,就是发现油、气的自然环境已越来越困难,也就是从阿拉斯加北部的北极气候,到加利福尼亚海区1,000米深或超过1,000米的水域,各种困难环境都有。环境困难一是加大了风险,二是增加了费用。而这两个因素说明,要在经营上作出恰当的抉择,经济分析十分重要。在美国内陆地区,钻井的深度越来越大,也提出了同样的要求。

1. 深度的影响

单是深度加大这一条,就会造成许多重大的变化。例如:

钻井成本更高。即使对一口未发生事故的正常井而言,井深加大以后,钻井费用也会随之增加。而且井深加大以后,发生机械事故的可能性必然增大,所有这一切的结果就是成本上升,

井越深,井的密度越小,因而对可能遇到的储集层获得有关资料的机会也随之减少。由于对储集层的质量搞不清楚,风险也就因之增多。

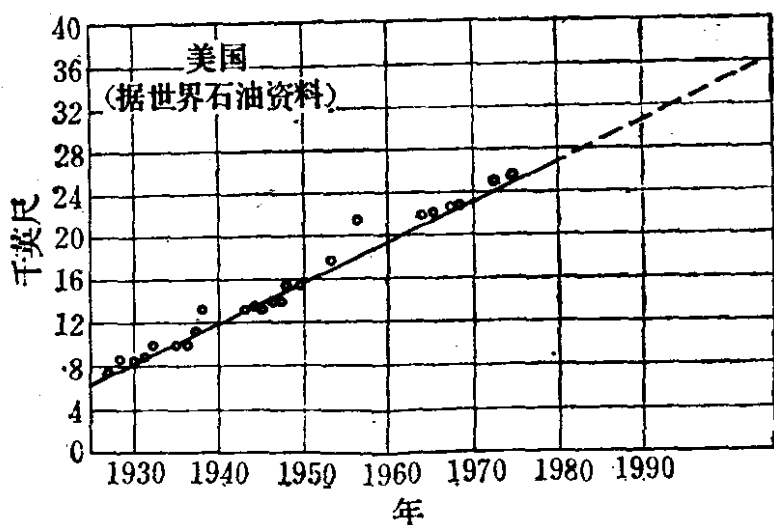


图 1 美国最深生产层

由图 1 可以看出，产层的深度趋于加大。图中每一点都表示生产层深度的新记录，虽然在1938年和1956年生产层的深度有过重大的变化，但过去四十年中，生产层总的发展趋向是深度直线上升的。只要采用外推法推算，就可以估计出生产层未来可能发展到何深度。到目前为止，深度的限制仍是钻井技术问题，而不是地质家们对深层勘探的兴趣不足。

2. 与深度无关的费用加大问题

费用的大幅度增加也有与深度无关的情况。比如，地球物理勘探费用正日益加大。地球物理勘探队费用增高的原因是：放炮点的排列复杂化，共深点法的采用，都使人力和物力开支费用上升；过境费用的提高也是原因之一。再一个原因就是数字地震数据要用计算机处理。

过去十年内，地租费也增加了。增加的地租定金中，有一部分与密封招标交易有关。这种交易使投标人处于只知道他自己投标的不利地位，与有竞争的公开性招标或者通过谈判议价的办法根本不同。其结果是卖方能够获得更多的收入，而买方却要付出更多的费用。如果投标确实有利可图，我们也可以不必计较定金更高。然而实际情况并非如此。在一项密封招标交易中，某一块租地全部投标的数学平均值可能只是代表钻井之前估计的获利值（它与开钻后的价值可能没有多大关系）。因为得标的总是最高投标人，一般要有获得边缘利润的机会。

有关租地的其他费用也在变化。租金更高，而租期更短，索取的矿区使用费也更高，这都造成了地租费的升高。

（三）政府的控制

成本费用上升的第三个因素是法规问题，尤其是美国联邦政府的法规。政府的法规涉及到以下各个重要方面，如：

租地交易、污染控制、管线建设批准权（安全与优先通行权）以及价格管制（或施加影响）。

勘探经济学第一版曾指出，工业界同政府之间的关系即将发生变化。而其后的八年中间，变化的步伐比原来预料的还要快。事实上，1970年以来，影响石油工业的多数变化，是政治方面的、法规方面的或者立法方面的。

以下各节扼要叙述一下1970年以来的重大变化，有利的和不利的两类变化都包括在内。首先介绍有利的变化。

1. 有利的变化

（1）价格。有利的变化之一，是原油和天然气的井口价格均已上升。尽管变化还未完全反映自由市场的条件，但已允许提高新油气田的油、气控制价格。而老油气田的油、气价格，仍然控制在市场价格以下的水平。

价格变化的结果时，油气勘探和开发活动在七十年代之末达到了七十年代的最高水平。在野外工作的地震队数量大增，钻井数日益加多，勘探的租地也越来越多。石油界对价格的刺激及时作出了反应。

直到1978年止，美国各州州内的天然气市场一直未受到控制。这与受到控制的州际天然气市场，正好成为有趣的对照。近几年来，由于天然气供应商寻求更高的价格和不受控制的州内市场，天然气在州际市场上的供应量已大为减少。得克萨斯州最近一年因供应量一时超过了市场需求，才出现过短时期的天然气过剩。

井口价格的上升，对石油界是有利的。

（2）限产已成过去。这个变化对石油界也是有利的，因为州当局准许接近生产能力生产之后，就缩短了投资回收时间，从而增加了现金流动量。但根据井距和井深所定的单井

许可产量仍然存在，最高采收率的规定也是如此。然而，从七十年代初以来，美国的油气田已完全按能力生产。在天然气合同中至今虽仍有“提货或付款”（take or pay）的规定，但大多数情况下这一条款已仅适用于少数气田。

（3）公司所得税降低。1978年，美国联邦政府规定的公司所得税税率已从48%降为46%。税率稍有降低，对勘探决策并无影响，但可以使石油企业家能略为多腾出一部分现金来用于新的投资。所以，税率的降低，也是有利的变化之一。

上述变化带来的好处，使石油企业家能够开采过去认为无经济价值的小油气田。

2. 不利的变化

许多重大的变化最终将会抑制石油工业已经扩大的活动。这指的是1970年以来的不利变化。

（1）最大的不利变化是法规增多，尤其是美国联邦政府一级的法规。1970年，环境影响报告书还没有产生，也还没有建立象今天那样多的控制油气勘探的机构。而且，另外一些造成额外文牍工作和延误办事时间的机构也在与日俱增。石油工业部门的任何一个工作人员，都得辨认一系列机构缩写名称，如：DOE（能源部）、FEA（联邦能源署）、NEPA（国家环境政策管理局）、FERC（联邦能源法规委员会）、ERA（能源法规局）、OSHA（外大陆架管理局）以及NOIAA等等。这些新机构，究竟能对石油工业起何作用，有的到现在还不清楚。例如，拿联邦能源署来说，法案赋予它一项几乎无法完成的任务，那就是管制价格。过去，国会搞立法的人没有几个懂得石油工业的复杂性。今天的情况仍然如此。结果，他们起草的法律很糟糕，意思含糊不清，很多

条文规定不合逻辑，成为一堆观点相互矛盾的大杂烩。关于此种不合逻辑的法规，一个重要的例子，联邦能源署颁布的

“权限授予”规定；按该规定，勘探石油的人获得成功后，在使用属于他们自己的原油时，却要付钱给别人（原油的价格又要按人为的低价计算）。几年来，对州际之间天然气销售价格实行控制的结果，也没有使立法人员从中得出应有的教训。经济学最简单的一条法则告诉我们：控制价格只会造成匮乏，而不会带来充裕的供应。

当然，就“权限授予”规定的受惠者——小炼油商和东海岸的炼油厂来说，他们不会把“权限授予”规定当作一桩负担。把对甲的惩罚转嫁给乙，总是会被甲视为慷慨之举而受到欢迎的。

对石油工业施行新的一套管理法规，归根到底不过是造成了机构重叠，文牍如山。而文牍的增多，既不能发现也不能开发新的能源。

（2）虽然新发现的油田原油价格可以高一些，但原有油田（一般指1972年以前的油田）的原油价格仍为控制价（约为市场价一半）。而且价格控制不那么简单。即使是新油田的原油价格可以高一些，但也有一个高限。所以，这种控制可不简单。然而，从石油企业家的观点来看，这种控制是荒谬的。

目前，原油销售时有几种不同的价格水平。其中，有两种价格水平价值（美元值）相近，完全受市场影响而无法加以控制，一种是美国低产油井产出的原油，另一种是从国外进口的原油（原油和产品进口要付少量进口费）。美国国内生产的其他原油有两种较低的限价。其中一种是老油田的原油，1978年，每桶略高于5.40美元；另一种价格较高，是新