

SPE

油气勘探开发 经济评价译文集

刘圣志 赵贤正 等译
何 刚 赵 刚

6.22-53
003

石油工业出版社

0496222

SPE

F416.22-53

003

03

油气勘探开发经济评价译文集

刘圣志 赵贤正 等译
何 刚 赵 刚



石油大学

0553315

石油工业出版社

85588.10

内 容 提 要

本书通过对 2000~2001 年美国 SPE 所发表文章的精心筛选,选出了其中 21 篇油田经济评价方面的文章进行翻译。这些文章介绍了目前国外对勘探开发项目采用的项目评价理论和方法、评价软件及运用实例等,另外还有如何进行操作成本分析和经营管理等方面的内容。这些内容有益于我们借鉴国外勘探开发项目评价方法的先进经验和建立科学的决策程序。

本书可供油田从事技术经济、对外合作的管理人员和技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

油气勘探开发经济评价译文集/美国石油工程师协会编;刘圣志等译.
北京:石油工业出版社,2002.8

ISBN 7-5021-3792-0

I. 油…

II. ①美…②刘…

III. 油气勘探-项目评价-外国-文集

IV. F416.22-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 037170 号



石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

北京乘设伟业科技排版中心排版

北京密云华都印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 12.25 印张 314 千字 印 1—1000

2002 年 8 月北京第 1 版 2002 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3792-0/TE·2764

定价:32.00 元

译者前言

随着经济全球化,特别是我国加入 WTO 后国内市场国际化,国际竞争国内化趋势的加快,中国石油作为上市公司面临着许多新的挑战,迫切需要加快培育和增强国际竞争力。

加快实施石油“走出去”战略,是维护国家石油安全,实现中国石油持续快速健康发展的必然选择。中国石油的国际化经营虽然在国内同业中起步比较早,也取得了十分显著的成绩,但总体上的国际化经营水平依然不高,具有很大的发展潜力,尤其是上游业务如何实现持续发展、提高投资回报和提升企业价值,面临着巨大压力,是亟待解决的重要课题。因此,了解国际上勘探开发投资项目的分析和投资组合优化方法,以及目前国外投资项目分析工具的发展现状,投资项目管理经验,对加快中国石油上游业务国际化进程的战略对策,特别是大胆探索新的经营领域和经营方式,研究全面提升国际化水平的战略思路和方案,在总体研究思路和框架下,按照国际石油勘探开发、国际化管理体制、国际政治经济环境等开展专题研究,都是十分必要和非常及时的。

在选择文章,并着手翻译时,我们考虑到石油经济作为一个新学科具有以下 4 个特点:

(1)一般性。它有别于其他专门的学科,如工业经济、环境科学、质量管理等,石油经济不是各种专门学科的简单相加,而是对它们的概括、抽象和综合。

(2)多学科性。石油经济广泛吸收和运用技术经济学、国际贸易、石油地质科学、石油工程以及社会科学等各学科的原理、理论和方法,紧密结合了自然科学和社会科学。

(3)历史性。石油经济是对前人经济管理实践、经济管理经验、经济管理思想和理论的总结、扬弃和发展。

(4)实用性。石油经济是为石油公司的管理者提供有用的理论、原则和方法的应用性科学。它不是纯粹的理论研究,要结合实际,既要借鉴历史的经验和国外石油公司的经验,也要总结当前中国石油上市的实践经验。

本书共收集了相关论文 21 篇,供从事石油经济的研究人员和管理工作者参考。

参加本书翻译的人员有赵贤正、何刚、何海清、张广杰、王合营、王玉和、严海、王玲、代自勇、纪淑红、徐红霞、罗景琪和于丽娜等,全书由刘圣志、罗景琪、赵贤正、何刚和赵刚审校,在翻译过程中得到孙寄萍等专家的指导和帮助,在此表示衷心感谢。

本书出版过程中得到了中国石油勘探与生产分公司副总经理刘圣志的大力支持,赵贤正、何刚、蔺学军和赵刚做了大量的组织工作。

由于国际石油经济尚属发展中的学科,尽管编者作了许多努力,但由于我们的水平所限,在翻译过程中难免存在一些缺点和不足,恳请读者给予批评指正。

译者

2002 年 5 月

版 权 声 明

本书经由美国 Society of Petroleum Engineers Inc. 授权翻译出版，
中文版权归石油工业出版社所有，侵权必究。

图字:01-2003-2767 号

目 录

SPE 68575:决策树优化和模拟投资组合的比较	(1)
SPE 68576:运用投资组合分析法制定企业战略	(10)
SPE 69594:项目风险评价方法对 P. A. Tyler 等投资组合优化模型的作用	(21)
SPE 68765:一种提高采收率工艺优化经济设计的知识库系统	(30)
SPE 69614:开发多层天然气和石油探区的概率模型	(43)
SPE 56574:勘探开发项目与投资组合风险管理的相互依赖性	(52)
SPE 63201:油气机会的估价和对比:决策树和模拟方法的比较	(60)
SPE 68596:非专有经济资料的来源与应用——每个评价工程师都应知道的内容	(71)
SPE 68603:地下评价:从储层不确定性到提高经济效益之路	(77)
SPE 65181:在石油领域中研究和发展项目的排序:经济评价的新工具	(85)
SPE 68588:12 种经济软件模型的对比分析	(93)
SPE 59456:一个新的项目方案评价工具——投资风险收益率	(103)
SPE 64448:操作成本管理的风险及经济评价方法	(108)
SPE 64727:提高采收率的经济评价	(118)
SPE 64784:油田经济动态分析	(126)
SPE 56574:多目标勘探区块的经济评价	(133)
SPE 64528:投资和风险分析在石油工业中的应用	(145)
SPE 68581:勘探开采资产价值及其对股票价格的影响	(154)
SPE 69593:政府税费份额与经济分析:巴西 Campos 盆地的实例研究	(161)
SPE 62970:遗传算法在石油和天然气工业投资组合优化中的应用	(172)
SPE 69469:巴西石油工业的项目融资	(180)
附录:单位换算表	(188)

决策树优化和模拟投资组合的比较

M. Erdogan, B. Mudford, G. Chenoweth

R. Holeywell, J. Ja Kubson

摘 要 本文对投资组合分析的结果与使用决策树和随机模拟方法开展的勘探项目集的优化进行了对比。勘探项目集包括投资组合的机会集。在决策树方法中,从所有分布中挑选几种情况,并且把概率分配给那些情况,近似地得出可能的项目。和决策树方法相比,随机模拟通过将概率分布到主要的输入变量中进行处理。在模型单次的迭代运算中,为了计算出诸如净现值的现金流量和经济参数,每个变量都进行随机抽样,考虑其相互依赖关系。为了得出经济指标结果的分布,每个勘探项目重复多次这种处理。从早期研究可以看出,使用决策树方法,不确定性严重,很难全面描述项目的特点。在本文中,在对比决策树和模拟方法之后,将进一步了解不同评价方法对投资组合选择的影响。

投资组合分析使用由 Markowitz 提出的优化方法来评估项目的组合,进而得出一定风险水平对应的最大 NPV。对比决策树和随机模拟的投资组合项目筛选结果可看出,要产生一个有效的投资组合,两种不同的评估方法有着很大的差异。这种结果意味着,即使可以建立一个能充分描述项目的不确定性的,决策树模型如果不能全面地考虑不确定性,使用决策树模拟的项目集优化就不能产生有效的投资组合。

一、引 言

如果通过某些经济指标,如贴现投资利润率折扣(贴现 P/I)或内部收益率(ROR)为预先设定控制门限值,石油和天然气公司通常按此把资本相应地分配给项目。大多数公司在投资组合预算编制中分配资金时,机会通常多于所需的可用的资金。在这样的情况中,一般按贴现 P/I 将价值机会进行降序排列和分配资金,直到可利用的资金被分配完为止。

这种方法可使期望价值最大化,但是忽视了风险。实际上,将资金分配给贴现 P/I 最大的项目会产生高风险的投资组合。在过去的 10 年里,由于大部分的 E&P 公司的收益较差,在更有效的资金分配上,高层领导的压力不断增大。一种明确考虑到风险而有所改进的资金分配方法是由 Markowitz 提出的现代投资组合理论。采用现代投资组合理论就可选出一系列有效的投资组合,它们或对给定风险水平具有最高的预期回报或者对给定的预期回报具有最低的风险。风险可定性地描述为不利后果发生的概率及幅度的衡量尺度。下文将讨论对风险的定量定义。在油气产业中,这些方法现正开始应用到资本分配问题上。

在投资组合有效管理中有很多挑战。特别是,为了建立风险最小的投资组合,对投资组合内的各个项目的风险描述方式应统一。在国内环境中运作的石油公司,主要风险与产品价格和技术的不确定性有关。另一方面,国际环境中的技术不确定性一般高于国内项目,而且风险因素更多,例如政治风险和财政制度的不确定性。很明显,使用能描述这些风险和它们对公司现金流量和长期价值的影响的经济评价技术方法十分重要。有效的投资组合分析的起点就是选择一种能可靠地考虑项目风险的评价方法。

将风险和不确定性纳入经济分析的最普遍方法是使用决策树。最常用的4层次决策树由4种具体情况组成,它们经过风险加权,一起产生预期的净现值。这四种情况通常包括代表“高”、“中”和“低”可采储量等三种“成功”分支和结果不成功的“失败”分支。然后将各分支的概率和NPV的乘积相加,计算出预期的NPV。对于含有很多不确定性或大量可能情况的项目,建立和分析决策树变得非常复杂。决策树试图近似地得出整个项目的不确定性。

最近几年,在经济评价中有使用随机方法的趋势。在这种方法中,分布被定义为变量及变量之间存在的相互关系。然后进行大量的迭代运算,运算中对每次迭代运算将现金流量和诸如NPV、ROR和P/I等经济指标计算出来,这样经过多次迭代后,就得到这些输出的分布。利用随机方法可将项目风险及不同结果的概率进行严密的评价。决策树评价方法发展成为一种近乎于全面的随机分析。在很多公司里,由于技术部门和商务部门之间经常不往来,使决策树模型与全面的随机模型相差甚远。这些问题的一部分能通过过程变化而得到修正。不过,即使是与全面的随机模型比较接近,决策树模型也通常不能捕捉模型中项目的整个上限及下限。

一个项目相对于公司项目价值的正确评价,并不在于项目的价值,而是在于项目对整个的投资组合价值和风险等方面的影响。通过投资组合分析,可确定能够完成公司目标收益且风险水平又可接受的最佳项目组合方案。重要的问题是投资组合方案的选择是否取决于投资组合中各项使用模型的方法。特别是由决策树项目组成的最佳投资组合是否与使用更严密的随机法描述项目可能选中的项目组合方案相同。很明显,如果投资组合中决策树模型同全面的随机模型结果不接近,可以预料优化中每个投资组合中选中的项目方案差异会很大。本文的目的就是将随机评估组成的投资组合与由近似这些随机评估的决策树评估组成的投资组合之间的投资组合选择中比较差异。但项目的风险采用不太复杂的方法来表现。这篇文章的目的是确定项目风险表现的捷径是否能产生投资组合层面的项目组合方案。

这篇文章包括4个部分。第一部分介绍投资组合的一般评价结构。另外,概述地介绍建立同全面随机评价相接近的决策树评价所用的方法。第二部分介绍优化投资组合的方法。在第三部分里,将介绍随机和决策树评价进行投资组合优化的结果,并且进行比较。第四部分里归纳分析,并且作出结论。

二、随机和决策树评价

本文将随机评价的投资组合优化结果与使用同全面的随机模型相近似的决策树评价产生投资组合优化结果相比较。每个投资组合都选自20个勘探型项目组成的机会集。

1. 随机评价

尽管风险变化范围大,但是机会集中的项目都有相同的基本结构。所有这些机会都是单层石油勘探开发机会,且靠近现有的基础设施。技术上的可采储量,风险及所需开发资金属深水探区的典型情况。所有探区的技术可采储量范围很大。为了评价构造将进行勘探钻井。如果探井钻探成功,探区将投入开发了。有三种可能的开发方案。如果探井发现的石油储量“小”,那么开发将采用海底完井的方式,回接到现有的基础设施上。如果发现中等的储量,那么开发将采取小容量的浮式采油、存储和卸载(FPSO)系统工作。最后,如果发现“大”储量,开发将采用大容量的浮式采油、存储和卸载系统。该探区的地质成功概率在20%和80%之间。

决策树和全面模拟模型之间的主要的差异之一是决策树模型将较少数量的离散情况有效

地组合起来,而模拟模型是将所有可变性纳入单一的模型。这意味着模拟模型必须能够充分地升级推广到整个储量范围,这样发现大的储量和小的储量时,都能产生适当的成本。做到这种升级放大的一种方法是根据单井产量确定所需井数。实际上,单井产量是以分布形式输入的,它取决于可采油量,当可采储量高时,单井产量也高。每个探区的另一个重要的不确定性是采油曲线。每个探区的单井采油曲线都按初期稳产的一段,然后按指数递减到某个经济界限来模拟。每口单井的初期产量呈三角形分布,与可采储量具有很强的相关性。

基建费用方面也有相当大的不确定性。模型里的资金项目都假设为下限比可能值低 10% 以下和上限比可能值高 50% 以上的三角形分布。另外,还假定每项基建费用都相互独立。每个资本项目的范围看上去似乎是极端的,但落在比常见值低 20%,高 33% 这一从 P_{10} 到 P_{90} 的范围内,许多情况十分普遍。预计操作费中的不确定性少的多,固而可按常见值 $\pm 5\%$ 进行模拟。

2. 决策树评价

相同的这 20 个项目也使用与全面随机模型相近似的 4 层决策树来模拟。每个决策树模型都以随机模型内不同情况对应的 4 个离散模型构成,分别得出平均失败 NPV, P_{10} , P_{50} , P_{90} 和成功情况的 NPV。然后这 4 个离散模型相应分支概率进行加权。这样,以这种方式建立的决策树模型就能保证产生的平均 NPV 与整个的 NPV 分布的平均值非常接近,基本上是与全面的随机模型相近似的最佳可能决策树。

3. 评价结果

表 1 归纳了各个随机和决策树经济评价的主要结果。如所预料,使用这两种不同的评价方法计算的平均税后 NPV 相似。根据本文的目的,分配给决策树模型的商业成功概率是模拟模型所决定的价值。实际上,使用决策树方法确定的商业成功的可能性通常与模拟模型的结果大略相同。两种评价得到的贴现 P/I 率非常相似。随机机会的 P/I 比率在 0.27~0.63 范围内变化,而决策树机会设置的 P/I 值在 0.29~0.60 的范围内变化。将两种不同的评价方法在单一评价中的累计 NPV 分布(图 1)相对比,可得出在模拟模型和决策树评价方法之间的主要差异点。本质上看,四层模型仅仅在 NPV 分布的 4 处才会正确,不会给出项目真实的下侧和上侧。另外,由决策树推导的分布,4 点求取的结果概率也难以正确地计算。

表 1 随机模拟及决策树评价结果

随机模拟模型					决策树模型					C_{EXP}
模型	平均 NPV	P/I	P_C	PPNPV	模型	平均 NPV	P/I	P_C	PPNPV	
模型 1	654	0.59	52%	51%	模型 1	671	0.59	100%	52%	16
模型 2	879	0.59	65%	64%	模型 2	824	0.59	100%	66%	16
模型 3	1023	0.60	72%	71%	模型 3	910	0.59	100%	73%	16
模型 4	1387	0.61	92%	91%	模型 4	1127	0.59	100%	91%	16
模型 5	1703	0.63	100%	100%	模型 5	1271	0.60	100%	100%	16
模型 6	347	0.51	36%	30%	模型 6	442	0.55	100%	26%	18
模型 7	348	0.51	35%	29%	模型 7	390	0.54	100%	23%	18
模型 8	515	0.60	72%	71%	模型 8	628	0.57	100%	36%	18
模型 9	718	0.52	73%	59%	模型 9	890	0.57	100%	51%	18
模型 10	1124	0.55	90%	81%	模型 10	1091	0.57	100%	64%	18

续表

随机模拟模型					决策树模型					C _{EXP}
模型	平均 NPV	P/I	P _C	PPNPV	模型	平均 NPV	P/I	P _C	PPNPV	
模型 11	84	0.34	21%	20%	模型 11	85	0.32	100%	20%	18
模型 12	114	0.34	24%	24%	模型 12	94	0.32	100%	24%	18
模型 13	182	0.37	37%	36%	模型 13	153	0.35	100%	36%	18
模型 14	278	0.40	54%	53%	模型 14	244	0.36	100%	57%	18
模型 15	367	0.41	75%	74%	模型 15	320	0.37	100%	73%	18
模型 16	78	0.27	26%	21%	模型 16	91	0.32	100%	20%	17
模型 17	114	0.27	31%	24%	模型 17	102	0.29	100%	21%	17
模型 18	161	0.33	45%	39%	模型 18	165	0.35	100%	36%	17
模型 19	262	0.33	64%	56%	模型 19	248	0.36	100%	57%	17
模型 20	372	0.37	83%	74%	模型 20	318	0.34	100%	59%	17
合计	10709				合计	10064				343

注:所有价值以百万美元计,P_C为商业成功概率,PPNPV为NPV正值概率,C_{EXP}(勘探资金)模拟与决策树模型是相同的。

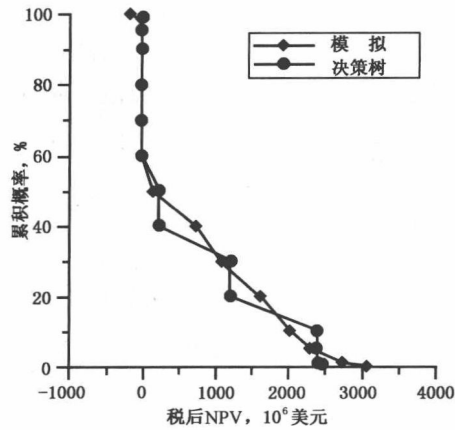


图1 税后NPV的模拟及决策树累积概率分布

在传统的资金分配中,机会集的项目都按P/I降序进行排列和提供资金,直到资金被用完。鉴于本文的目的,我们已经假定勘探部门有权支配的勘探资金预算为 2.04×10^8 美元。表2列出了模拟和决策树机会,根据P/I顺序分配资本的结果。如果资本效率是项目筛选的唯一标准,那么从决策树机会集和从模拟机会集中选出的项目毫无差别。很明显,在这种资本分配方案中,无论在项目还是投资组合角度上都没考虑任何风险。所有这些方案都只是关注平均资本效率。本文的任务明确地将风险包括入项目选择标准中,从而确定用来模拟某项目的方法是否对最佳投资组合所选项目综合方案产生影响。

表2 P/I排序分配资金

随机模拟模型					决策树模型				
模型	平均 NPV	P/I	C _{EXP}	选中	模型	平均 NPV	P/I	C _{EXP}	选中
模型 5	1703	0.63	16.00	100%	模型 5	1271	0.60	16.00	100%
模型 4	1387	0.61	16.00	100%	模型 1	671	0.59	16.00	100%
模型 8	515	0.60	17.60	100%	模型 2	824	0.59	16.00	100%
模型 3	1023	0.60	16.00	100%	模型 3	910	0.59	16.00	100%
模型 1	654	0.59	16.00	100%	模型 4	1127	0.59	16.00	100%
模型 2	879	0.59	16.00	100%	模型 8	628	0.57	17.60	100%

续表

随机模拟模型					决策树模型				
模型	平均 NPV	P/I	C_{EXP}	选中	模型	平均 NPV	P/I	C_{EXP}	选中
模型 10	1124	0.55	17.60	100%	模型 9	890	0.57	17.60	100%
模型 9	718	0.52	17.60	100%	模型 10	1091	0.57	17.60	100%
模型 6	347	0.51	17.60	100%	模型 6	442	0.55	17.60	100%
模型 7	348	0.51	17.60	100%	模型 7	390	0.54	17.60	100%
模型 15	367	0.41	18.00	100%	模型 15	320	0.37	18.00	100%
模型 14	278	0.40	18.00	100%	模型 14	244	0.36	18.00	100%

注:1.ST 排序中,勘探预算 204×10^6 美元,有效投资组合价值 9342×10^6 美元;

2.DT 排序中,勘探预算 204×10^6 美元,有效投资组合价值 8807×10^6 美元。

三、现代投资组合理论及其在石油工业中的应用

为了管理好投资,Markowitz 在 1952 年提出了股票投资组合管理方面的现代投资组合理论。现代的投资组合理论的关键假设是投资者对风险并非漠然视之,而是寻找一种在风险和回报之间的最佳的平衡。另外,必须按项目对投资组合整体产生的影响来判断项目可否接受。Markowitz 提供了一种数学方法,依此建立风险和回报之间达到最佳平衡的投资组合。使用现代投资组合理论,投资者就能选择一个把风险减少到最小而收益达到一定水平的投资组合,或者在一定风险下取得最大回报的投资机会组合。且有最小的风险特点的投资组合集在已知为有效新区的风险回报中的一个通道内。因为不可能找到一个投资机会组合在取得相同的回报时具有更少的风险或在相同的风险下取得更多的回报,所以有效新区中的投资组合被称为高效率组合。

Markowitz 使用了收益作价值衡量指标。因为 ROR 可概括出经济的价值,并提供盈利参数。现代的投资组合理论中,使用方差或标准偏差来衡量投资组合 ROR 标准差。标准差可给出以 ROR 平均值为中心的范围。我们可以直观了解到标准偏差大的投资组合变化大,风险较大。

现代的投资组合理论直到 1980 年才在石油工业中使用。为了在石油工业中应用现代投资组合理论,价值和风险指标需要被修正。特别是,以 NPV 而不是 ROR 作为价值指标,以半标准偏差作为风险指标而不是使用标准偏差。现代的投资组合理论的基本的假设是可用投资 100% 投入利用,投资机会数量无限,并且投资具有流动性。然而,当对于勘探投资组合选择方案有限时,就并非如此了。此外,尚不清楚如何对不同时段得到的项目收益率进行对比。所以,由于 NPV 能明确表现项目的不同时段,所以它更能体现投资组合的大小。将投资组合风险定义为收益时,假定所有变化都视为风险来考虑,因为方差可能反映出偏差的上侧和下侧。可是,上侧潜力是理想的,应该不受处罚。勘探和开发投资组合的风险相应可表达为使 NPV 低于某一可接受水平的可能性。最小可接受水平经常被称做 B 因子。换句话说,低于某个 NPV 可接受水平的变化可视为投资组合风险。低于 B 因子的 NPV 分布范围被称作半标准偏差,并且,当建立一个最佳的石油天然气项目投资组合时,这一值被减少到最小量。

概括地说,投资组合优化过程利用半标准偏差来定义风险,用 NPV 来定义价值。本文使用的方法前面已经论及,可按以下方式概括。对于受勘探和开发资本限制的目标 NPV,投资组合

NPV 的半标准偏差可最小化。为了防止优化过程将不切合实际的不参与利益选中,用户也可对每个项目强加参与限制条件。这种优化问题一般难以解决,因为他们是混合为一体,是一种非线性的优化问题。所使用的优化程序已针对了石油天然气投资组合的问题进行过调整。

四、投资组合优化结果

本文中介绍两种优化程序。在第一组优化解决方案中,我们假定了没有资本制约条件,并且拥有足够的资本可供机会集中各项目利用。第二组优化解决方案中假定资本的利用受到限制,全部所需勘探资本只能满足大约 60%。

表 3 及表 4 没有任何资本制约条件的优化结果,其中分别针对随机和决策树的投资组合,给出了沿着高效率新区一系列投资组合的项目参与水平。另外,在图 2 和图 3 中,分别将投资组合的高效率新区绘制在风险收益空间里。模拟和决策树投资组合之间有两种主要差异十分清晰可见。两种投资组合之间的第一个主要的差异是,将模拟和决策树投资组合相对比时,很难得出一个项目组合方案能保证一定收益却风险最小。因此,投资组合中用来表示风险特性的方法会导致投资组合在整体情况下会有不同项目的选择。值得强调的是,所使用的四层决策树模型与全面随机模型非常相近,比大多数公司一般的结果更接近。这意味着,即使能建立与全面随机模型相近的决策树模型,他们的资金分配也会与全面随机模型的机会集的情况不相同。

表 3 无资本制约(随机模型)的优化结果

投资组合 NPV	10000	9500	9000	8500	8000	7500	7000	6500
风险	41	39	38	37	37	36	36	36
模型 1	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	76.60%	40.87%
模型 2	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	78.84%
模型 3	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
模型 4	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
模型 5	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
模型 6	100.00%	100.00%	100.00%	25.00%	25.00%	25.00%	25.00%	27.19%
模型 7	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
模型 8	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	86.00%	27.83%	31.62%	47.48%
模型 9	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	82.95%	25.00%	0.00%
模型 10	65.79%	25.00%	25.00%	25.00%	25.00%	25.00%	25.00%	25.00%
模型 11	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
模型 12	67.63%	66.64%	95.26%	61.75%	65.89%	57.08%	57.95%	61.78%
模型 13	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
模型 14	100.00%	100.00%	100.00%	88.37%	25.00%	0.00%	25.00%	25.00%
模型 15	100.00%	100.00%	56.78%	100.00%	25.65%	25.00%	25.00%	27.49%
模型 16	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	25.00%	0.00%	0.00%
模型 17	0.00%	0.00%	0.00%	30.19%	49.28%	41.38%	53.96%	50.19%
模型 18	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
模型 19	100.00%	74.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
模型 20	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

注:所有价值以 10⁶ 美元计。

表 4 无资本制约(决策树模型)的优化结果

投资组合 NPV	10000	9500	9000	8500	8000	7500	7347	7347
风险	228	222	219	217	215	214	213	213
模型 1	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
模型 2	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
模型 3	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
模型 4	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
模型 5	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
模型 6	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	87.61%	85.41%	85.20%	85.20%
模型 7	100.00%	73.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
模型 8	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	48.45%	25.00%	25.00%
模型 9	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	49.37%	31.41%	31.07%	31.07%
模型 10	100.00%	100.00%	75.05%	25.00%	25.00%	25.00%	25.00%	25.00%
模型 11	25.00%	25.00%	0.00%	65.47%	65.83%	65.36%	65.08%	65.08%
模型 12	99.58%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
模型 13	100.00%	0.00%	100.00%	62.16%	56.46%	53.64%	53.22%	53.22%
模型 14	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
模型 15	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
模型 16	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
模型 17	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
模型 18	100.00%	64.21%	25.18%	58.49%	57.40%	56.20%	55.81%	55.81%
模型 19	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
模型 20	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

注:所有价值以 10^6 美元计。

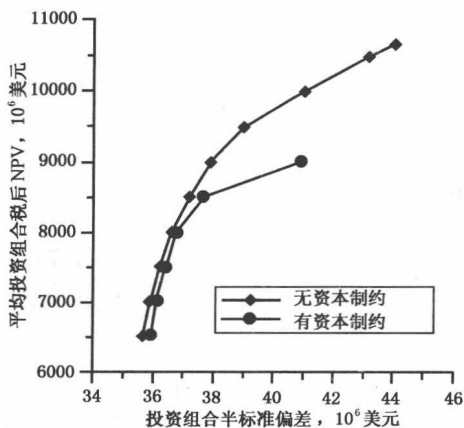


图 2 全面随机机会集的投资组合的组高效新区

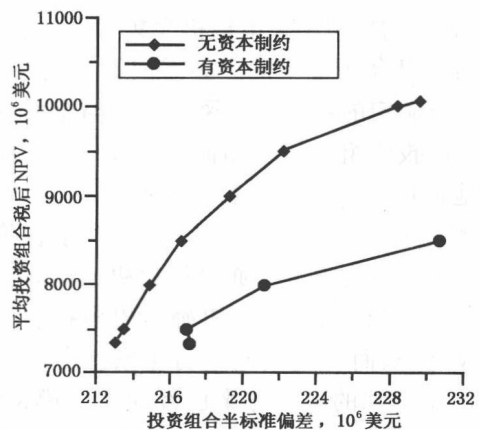


图 3 决策树机会集投资组合的高效新区

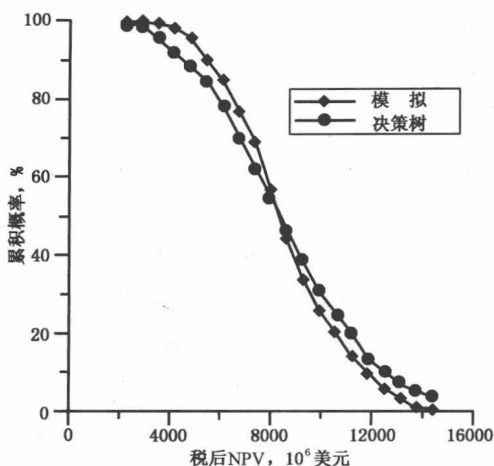


图4 平均NPV为 85×10^8 美元的投资组合的模拟及决策树累计概率

两种投资组合之间的第二个主要差异是,将模拟和决策树投资组合相对比,一定收益水平对应的风险计算结果也是十分不同的。随机机会集的高效率新区的投资组合价值范围为 $(65 \sim 107) \times 10^8$ 美元,风险范围为 $(2.131 \sim 2.297) \times 10^8$ 美元。两种投资组合之间的风险差异甚大,主要是模拟和决策树NPV分布形态的人为因素差异所致。特别是决策树的投资组合NPV分布的下降尾部同模拟投资组合NPV分布(图4)的相同部分形态很不相同。模拟和决策树NPV分布的下降尾部形态的不同导致在这两个投资组合分布之间的半标准偏差存在很大的差异。如果投资组合里有很多项目,两个投资组合之间在风险上的差异将有改善趋势,因此大量法则要求加入大量分布后,其结果应该是正态分布。

很明显,由于4层NPV分布严重偏离正态,决策树投资组合需含有20个以上项目,其风险才可能与模拟项目同一组合的相似。

第二组优化解决方案是假定机会集中只有60%的项目分配到资金。图2和图3中,还绘出受资本制约的投资组合的高效率新区。资本制约会减少对相同风险程度下的收益,或相反,增加达到相同的平均NPV所要求的风险程度。如上所述,传统的P/I排序资本分配方法忽略了风险,使模拟和决策树机会集的资金分配完全一样。为进行比较,对于传统方法得到的投资组合,ST投资组合的风险计算结果是 8380×10^4 美元,DT投资组合的计算结果为 2.48×10^8 美元。很明显,使用平均贴现的P/I的传统性资本分配方法对于相同收益水平,会使投资组合产生更高的风险。存在资本制约和应用条件相同的场合,无资本制约情况所观察到两种情况也使用于此。首先,当比较模拟和决策树的投资组合时,对于给定的收益水平,项目组合产生的投资组合风险最低。其次,当比较模拟和决策树投资组合时,对一定收益水平的风险计算结果也是非常不同的。

从迄今所描述的结果可看出,使用相同的平均的NPV的模拟和决策树机会集,其优化结果所确定的项目组合非常不同。必需回答的问题是,决策树机会集确定的项目组合风险是否与全面的模拟模型确定的投资组合风险相似。如果相似,那就可以放心地使用近似的风险特性进行评价,正如四层决策树评价那样,确定出具有一定投资组合价值而风险最小项目组合方案。通过优化决策树评价的机会集确定出项目组合方案,再确定出模拟项目的投资组合风险,从而对此结论进行考察。由决策树机会集的优化得到的项目方案已经应用于模拟机会集,结果见图5。另外,图5还绘出模拟投资组合的高效率新区。很明显,用决策树机会集确定了项目组合方案所产生的投资组合风险程度比风险特征更可靠的

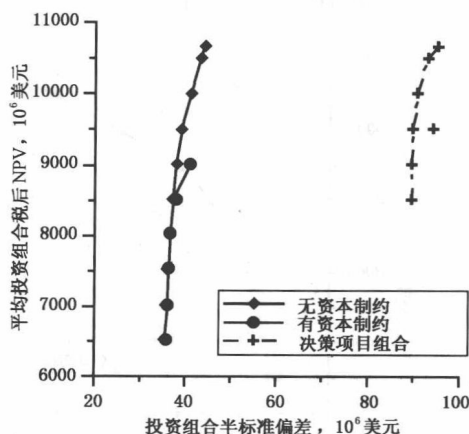


图5 使用模拟项目组成的决策树项目组合方案构成的投资组合及模拟机会集的投资组合的高效率新区

机会集优化所得的风险大得多。例如,平均 NPV 目标值为 95×10^8 美元,使用决策树项目确定的投资组合风险为 2.22×10^8 美元。由相同项目组合构成的投资组合使用全面模拟评价的机会集所确定的最佳投资组合平均 NPV 95×10^8 美元,风险为 3900×10^4 美元。这些结果清楚地表明,当项目风险被充分和可靠地说明后,从风险充分近似处理过的机会集所确定出的有效投资组合效率不会很高。用近似的方法来说明风险会使资金分配达不到最佳效果。

五、结 论

模拟和决策树方法是在石油和天然气业经济评估中采用的两种主要方法。通过把概率分配给一些(4 种情况,4 层经济条件)独立的方案,建立决策树模型。然后把各方案和所分配的概率加权产生 EMV 组合一起,进行项目经济评价。随机模型开始时先把概率分布指定给输入参数,同时考虑输入参数之间的相关性。然后进行模拟输出经济参数分布,例如税后 NPV。来自随机模拟的平均的 NPV 分布相当于来自决策树模型的 EMV。由于尽量减少投资组合的风险,投资组合优化的方法正不断受到关注。本文对随机评价的投资组合优化结果与全面随机模式相近似的决策树评价投资组合优化结果相比较。这样做是为了评价究竟说明项目风险的方法是否对投资组合确定的最佳项目组合方案有影响。

本文有下列主要结论:

(1)传统的资本分配方法常常通过按 P/I 降序排列,直到可利用的预算用尽为止。我们已经指出,向项目提供这种方法会导致投资组合产生的风险要高于明确考虑风险优化方法结果。

(2)最佳项目组对项目风险的说明方法十分敏感。特别是将决策树项目组成的投资组合进行优化时,为了最大限度降低一定 NPV 目标,对应的风险而选择的项目组合方案大大不同于相同项目的投资组合模拟结果。

(3)要做到有效地进行资本分配就必须充分可靠地说明项目的风险。项目模拟中的风险的特征描述比决策树项目的更可靠。所以,在决策树和模拟投资组合之间的投资组合方案的差异表明,项目风险说明上的差异会导致决策树组合的资本利用效率差得很多。

符号说明

P:成功概率或成功百分率

下标:

10:第 10 个百分点

50:第 50 个百分点

90:第 90 个百分点

运用投资组合分析法制定企业战略

John I. Howell, Peter A. Tyler

摘 要 每一个勘探开采企业面临的艰巨任务是如何在大量相互竞争的油气项目中选择将来的投资方向。许多公司在制定企业战略和进行投资决策时,并没有考虑到两者间的关系。结果不能达到最佳财务业绩,或无法达到企业的既定目标。在制定企业战略和投资决策时,运用投资组合分析法,可以为分析这两者关系提供一套严谨而系统的方法。投资组合分析法可以用于制定和比较一系列投资的战略。反过来说,投资组合分析法也可以用于对单项投资进行评估,以确定此项投资对企业实现战略目标的能力有何影响。有效的投资组合分析法要求使用高质量的数据,以强调以下问题:现有什么资产,哪些需外购,可能需购入什么股本或近期需要扩大哪些股本?如实施某个经济的项目,是否会错过另一个回报更好的机会?本文将详细说明如何运用投资组合分析法去制定和比较公司应树立的备选战略。并通过举例说明项目和企业的业绩指标如何互相影响,而这种相互的作用又如何为企业创造新的机遇。这种互动可以通过一些简单的汇总图表进行量化,从而使决策者能对备选战略进行筛选,并能快速评价他们可能面对的业务业绩权衡。

一、引 言

所有的油气公司都运用企业战略来指导他们的业务和投资决策。Michael Porter 将这些战略描述成“显性”和“隐性”,显性的战略通常靠系统方法来确保所有的业务部门朝着共同的目标努力。显性的战略很容易与别人共担,并能在共同的立场上进行探讨。隐性战略通常由过去的业务实践发展而来,并受业务部门的“职业取向”和“主管人员的激励政策”所左右。那些对业务部门特定领域的专门技术十分了解的人最能理解隐性战略。然而,通常很难向业务部门外的人解释隐性战略,而且,隐性战略极难改变。

在当今的石油行业中,很容易辨别 Porter 所讲的显性和隐性方法。大部分公司(尽管不是全部)都有一些按年度制定或更新企业战略的显性方法。显性方法从业务部门获取输入信息,通过一种“滚动”模式描述企业的最初始情况。然而,由业务部门提供用于制定企业战略的信息通常都是靠隐性方法产生。之所以运用“滚动”模式,是因为它适应业务单元和管理核心层的企业文化和业务作风。可是,这种方法经常无法生成可靠的企业战略。

人们肯定奇怪,为什么公司如此长的时间内仍在使用“滚动”模式,是否存在一种更好的方法来制定企业战略。本文将探索一种基于投资组合分析法的制定业务战略的显性方法。我们将描述如何运用这种方法适应大多数公司的企业文化。我们将列举一些事例来说明这种方法,最后我们还将讨论一个公司如何运用投资组合方法去应对全球经济中的竞争。

二、“滚动”方法

许多油气公司运用“滚动”方法时,开始时企业核心管理层都向业务部门和业务单元索取输入信息(图 1)。公司总部给出他们所需要的数据格式,由业务部门或业务单元描述自己希望列项的项目。

业务部门按惯例提出投资要求,明确来年争取的机会。有些业务部门也会说明他们打算争取的机会,虽然这些机会还不一定已列入自己的计划中。由业务单元提出、明确及预计的机会作为符合其“职业取向”及“主管人员激励政策”的项目不断演化。业务单元的人员配备和过去的工作常常会左右机会的数目及总业务活动量。因此业务部门所提供的项目数量及多样性很大程度上取决于过去业绩:继续做过去做得好的事。

业务单元将输入信息提交给公司,并滚动输入企业的模型内,滚动可能是决定性的,也可能是随机性的,但是,当业务部门把数据提交给公司时,同时就确定了项目的数量及时间安排。

如果最终滚动结果与公司计划者和决策者的预期不一致,则公司的决策者和业务部门的决策者通常会采用对话的方式来解决这些分歧。对话的结果通常是减少业务部门对资源(资金、人员等)配置的需求,从而使所有的业务部门的资源用量落在规定的限度内。

这种配置方法有三大缺点。第一,所用的标准有偏向,有意减少某一业务部门的资源,而增加另一个所偏向的业务部门,这经常带有主观性。如何才能保证正确地配置呢?第二,这种方法通常集中在资源配置上,而业务业绩通常是这种方法的结果。企业管理预期业务业绩的同时,还需平衡各种资源配置,这十分困难,这种困难来自企业资源和所得业务业绩之间复杂的相互影响。这种方法的另一缺点是,它按当前资产的情况来确定企业的战略目标。许多情况下,公司的资产可能很有限,但资产的限制并不一定对企业战略方向有主导作用。



图1 “滚动”方法

三、投资组合法

在制定企业战略的过程中,投资组合法经具体设计可对滚动法未考虑到的相互影响进行管理。如图2所示,投资组合管理突出的是企业战略和业务投资之间的关键环节。

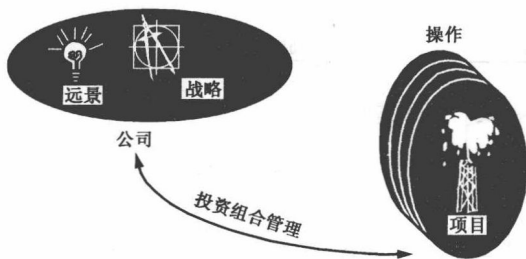


图2 投资组合管理将战略与投资方案相联系。投资组合法运用目标寻找方式管理项目和业绩目标之间的相互作用。这种方法从定义公司的业务业绩目标着手。在图3中以条形图表示目标,这些目标有可能实现,也有可能实现不了,但他们都表示的是分析的起点。第二步是由业务部门对项目进行描述,有项目“可供选择”。在图3中,所有项目均使用相同的业绩指标来表示,这些表述可以是决定性的,也可以是概率。项目所描述的情况并不意味着必然会选中。将项目和业绩目标输入到投资组合模型中。投资组合模型依照最优化的算法,从所有的可选方案中选取项目。而且,最优化程序会选择项目的工作权益和项目启动时间,从而使得投资组合能满足或超过所有业绩目标,同时又不超出所能提供的资源能力。所有的选择都遵循用户定义的“业务规则”,因此,所得的投资组合描述的是一种可以操作、切合实际的情况。

我们经常会发现,根本不存在可行的方案。也就是说,没有一种项目组合既能满足业务