

现代决策科学和石油勘探

石油部科学技术情报研究所

一九八四年

前 言

当前,我国石油工业已进入一个大发展的新时期。勘探的任务很重,而投资是有限制的。因此,提高勘探的经济效益,使有限的投资,尽快取得较大的勘探成果,就具有特别重要的意义。

要提高石油勘探的经济效益,一方面要尽快采取有力措施,迅速提高地震、钻井、测井和完井等影响石油勘探成败的关键技术,采用新的技术装备;另一方面,要提高科学管理水平,引进现代管理科学的新成果。而这后一方面,我们的工作还很不够。

石油勘探同其他事业不同的一个显著特点是,投资密集而风险很大。国外有人称石油勘探为“地球上最大的赌博”,认为找油要靠运气。因此,要提高石油勘探的经济效益,就不可忽视石油勘探的风险性。搞好石油勘探的总体决策和各探区的局部决策,对提高经济效益有决定性意义。因为,勘探技术再好,如果勘探决策失误,经济效益也是不可能提高的。

世界海上石油勘探的发展,因其风险问题特别尖锐,极大地推动了石油工业对决策科学的研究和应用。近二十多年来,石油工业界,特别是大石油公司越来越重视决策理论的研究和应用,并已在石油勘探、开发等方面的应用中取得良好效果。

提高科学管理水平,并不需要花很多投资,但如果能因而使石油勘探的效率有一点提高,其经济意义也将是很大的。

在石油生产大发展的新形势下,为提高石油勘探的经济效益,早拿储量,多拿储量,我们建议:

(1) 应用决策科学方法,对我国石油工业三十多年来积累的大量资料进行整理和分析,找出规律,搞好全国资源评价,使勘探决策更切合我国的地质实际。

(2) 借鉴外国石油决策系统,研制我国的石油决策系统。

(3) 在各级决策人员和广大科技人员中普及决策科学知识,熟悉决策的技术,提高各级的决策艺术水平。

“现代决策科学和石油勘探”是由江汉石油学院狄其中同志(第一、二和七章),石油勘探开发科学研究院吕志良同志(第三章)和石油部科技情报所孙济元同志(第四、五、六章)共同编写的。希望读者批评指正。

31910



200364122



录

前 言

第一章	决策科学简介	1
第二章	决策分析	7
第三章	勘探和开发的经济决策	45
第四章	石油勘探和风险	54
第五章	统计和概率论的基本概念	60
第六章	确定概率的方法	66
第七章	蒙特卡洛模拟	73



00255912

5254/09

第一章 决策科学简介

进行社会主义建设，必须十分重视经济效益。怎样才能提高经济效益呢？我们认为主要的问题是加强企业管理，而决策又是企业管理的中心。因此很有必要重视决策科学的研究和应用。石油工业受到许多不确定因素的影响，要想做到投资少，效果好是很不容易的事，更需要重视科学地进行决策。为此，我们准备简介一些国外的石油决策分析方面的理论、方法和实例，供有关人员参考，以促进我国石油决策科学的发展。

一、现代决策科学的发展

美国管理学家西蒙 (Herbert Simon) 认为，“管理就是决策”。所以要了解决策科学的发展，还得从了解管理科学的发展开始。下面给大家提供一张管理科学发展的主要线索图。它是特纳 (W.C.Turner) 绘制的，见图 1。

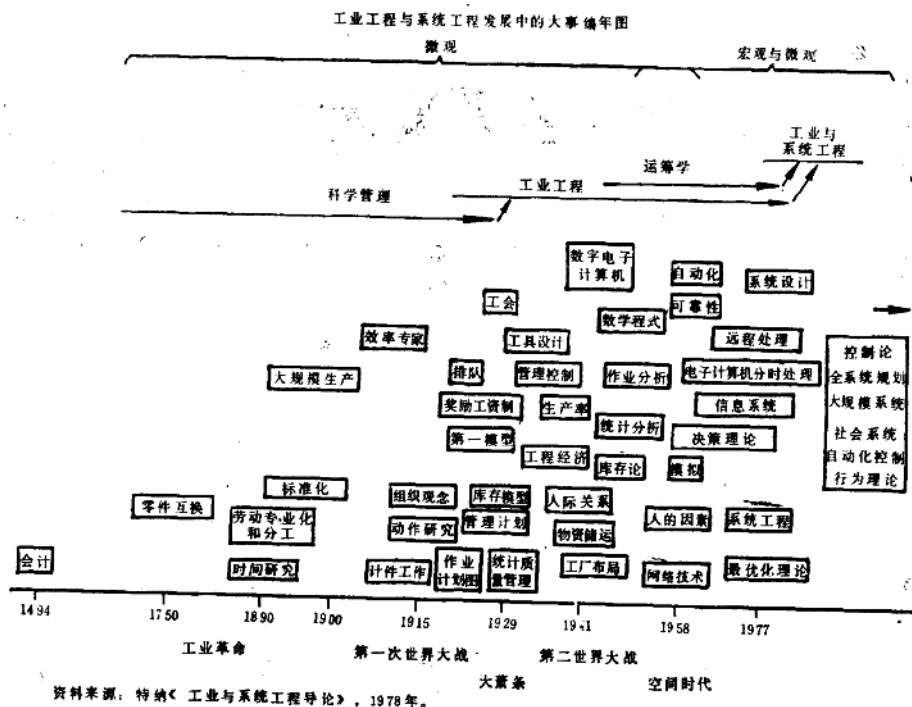


图 1

从图中可以看出，西方管理科学是从泰罗 (Frederick W. Taylor) 的“科学管理”开始的。有人把它的发展分为三个主要阶段，即：

第一阶段 1880年到1930年;

第二阶段 1930年到1950年;

第三阶段 1950年到现在。

在这三个阶段中分别以古典学派、行为学派和管理科学学派为代表。

古典的“科学管理”以泰罗为代表,主要从作业角度研究如何合理组织生产力,以提高生产效率的问题;这是一种工程师观点在管理中的反映。对以后的管理实践和理论发展有重要影响。第一,他强调了工作的最高效率原则,把劳动生产率的提高与工资的增加、利润的增加联系起来,明确提高劳动生产率在整个企业管理中的重要地位;并把当时的科学技术的成就用于提高劳动生产率。第二,在管理中采用时间研究、动作研究等科学方法,采用劳动方法、作业程序、劳动工具、作业环境等标准化和生产进度控制等科学原则,建立起一套科学管理方法以代替传统的凭个人经验、技能进行作业的旧方法。第三,他强调计划职能与执行职能的分离,设置计划部门进行管理,改变了过去凭企业主或工长的个人经验和判断发出命令的企业管理旧制度,代之以由专业的管理部门采用科学的方法,通过组织系统进行管理的新方法。他为管理科学作出了贡献。在泰罗之后,三十年代出现了新的管理流派,人际关系学派。他们注重人的因素,研究改善企业中人与人的关系和激励人的积极因素以提高生产效率,是行为学派的先驱。

首先,行为科学的兴起,改变了对人的看法,重视了人的因素。与过去调强“经济人”不同,行为科学把人看作是生存于各种各样的社会关系中,有多种多样需要,具有潜在的主动性、创造性、进取性的人。过去把人仅仅看成是整个大机器中的一个“齿轮的轮牙”,行为科学则开始认识到,组织的一切制度、计划、工作和方法都要靠人去执行。一个组织工作的好坏,很大程度上取决于人,取决于人群关系。因此,管理工作的一项重要任务是怎样协调组织目标和个人目标,激发人的内在动力,促使他们自觉自愿地发挥力量来达到组织的目标。

其次,发展了管理理论的新的研究方法。开创了多学科协调研究方法;加强了对人类行为的调查研究工作,从而使对人的行为的认识更加准确;强调人类行为的因果关系,研究人类行为的规律,从而采取相应的管理方法和对策。

第三,提出了在工作中实现“民主”和“自主”,恢复“人的尊严”或“人性”,使“组织目标与个人目标相结合”等等新的管理方式,开辟了西方管理实践的新道路。对西方管理理论与实践有极为重要的影响。

五十年代以后,在经济和技术发展的新形势下,管理科学得到了新的发展,以追求效率为主的“科学管理”不够了,企业需要更多地注意投资规模、产品方向、开辟经营领域等战略性决策问题,随之而产生了决策、系统等新的管理理论,对管理理论和方法起着根本性的改变。第二次世界大战中发展起来的运筹学于五十年代中引进企业管理。以此为核

心,形成了“管理科学学”,使管理在计量、最优化、决策等方面进到了全新的阶段。“管理科学学”是适应社会化大生产发展的需要而产生的,企图借此提高企业管理水平,提高经营效果的新措施、新技术、新方法。是一种运用数学方法进行计量分析的科

一步发展着，产生了许多学派。

上面简单地介绍了管理科学发展的主要线索以及决策科学产生的背景。下面再着重谈一谈决策科学的发展情况。

随着生产规模的扩大和科学技术的迅速发展，企业内外环境发生了极大的变化，市场瞬息万变，国际经济交往更加广泛。企业头等重要的事不再是企业内部的作业效率，而是正确的经营决策。决策的正确与否，影响极大。有时甚至决定企业的成败。在高度复杂而又千变万化的情况下，作出正确的决策比以往更为重要，同时也更加困难。

在这样的形势下，西蒙提出了他的决策科学理论。他在一九四七年发表了《管理行为——管理组织中决策过程的研究》。一九五八年他与詹姆士·马奇（James March）合写了《组织》。一九五九年写了《经济学和行为科学中的决策理论》。一九六〇年又写了《管理决策的新科学》。为决策理论奠定了科学基础。由于他在决策理论研究中的贡献，被授予一九七八年度的诺贝尔经济学奖。

以西蒙、马奇为代表的决策学派认为决策是管理的中心，“管理就是决策”。决策过程就是全部管理过程。计划本身是决策，组织、控制等也离不开决策；不仅企业的最高管理阶层要进行决策，而且各级管理人员都是“决策者”。因此，管理理论除了研究保证有效作业的各种原理外，还要探求能够保证正确决策的各种原理。

他们的主要论点有：

（一）决策不是一瞬间的行动，而是一个漫长的复杂过程。

西蒙认为，把“制定决策者”看作是一个能在关键抉择时刻，在十字路口选定最佳路线的人是不正确的。由于只注意了最后的片刻，上述不正确的看法对决策作了歪曲的描绘，它忽略了完整的全过程，忽略了最后片刻到来之前的复杂的了解、调查、分析的过程，以及在此以后的评价过程。

西蒙在《管理决策新科学》中指出：“决策制定过程的第一阶段是，探查环境，寻求要求决策的条件——我将称之为“情报活动（借用军事术语——情报）；第二阶段是，创造、制定和分析可能采取的行动方案——我将称之为“设计活动”；第三阶段是，从可资利用的方案中选出一条特别行动方案——我将称之为“抉择活动”；第四阶段是，对过去的抉择进行评价——我将称之为“审查活动”。他同时又指出，“诸阶段又是交织的”。这种决策的四个阶段可以形象地图示如下。

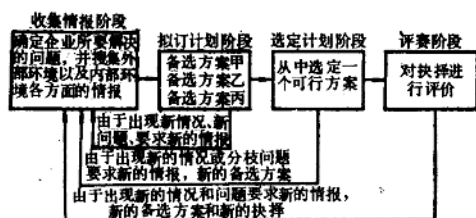


图 2

（二）决策可分为程序化决策（Programmed Decision）与非程序化决策（Non-programmed Decision）。

程序化决策是指具有重复性, 例行性的决策, 如定货, 材料出入等就是程序化决策的例子。这一类决策是反复的, 有一定结构的。它的处理已形成特定的程序, 不必每次都做新的决策。非程序化决策是非例行性活动, 新出现的, 其结构尚未被认识的和极其重要问题的决策。如新产品的研制和发展、企业经营方向、新工厂的扩建等都是非程序化决策的例子。它不能用程序化决策的方法来处理, 这类决策应按一般决策过程来处理。由于两类决策性质不同, 采用的技术也是不同的。可用图 3 表示它们之间的区别。

决策类型	传统的决策技术	现代的决策技术
程序化决策: (1) 习惯 (2) 业务程序; 标准业务程序 (3) 组织结构; 共同的期望、 组织制定其决策 的具体程序	(1) 习惯 (2) 业务程序; 标准业务程序 (3) 组织结构; 共同的期望、 分目标系统、信息联系 的渠道	(1) 运筹学; 数理 分析、模拟、电 子计算机模拟 (2) 电子数据处理
非程序化决策: (1) 判断、直觉、创造性 (2) 经验 (3) 经理人员的选拔和训练 (4) 设立专门从事非程序化 决策的部门	(1) 判断、直觉、创造性 (2) 经验 (3) 经理人员的选拔和训练 (4) 设立专门从事非程序化 决策的部门	启发式解题技术的 应用; (1) 决策者的培训 (2) 启发式电子计算 机程序的设计

图 3

西蒙虽作了这样的划分, 但它认为程序化决策与非程序化决策实际上只是一个整个连续体的黑白两个极端, 在连续体中有许多灰色影象的决策。世界上只有极小部分是纯白色的或纯黑色的, 其余大部分是灰色的。

(三) 决策中用令人满意的准则代替最大化原则。

传统的经济学家认为, 决策的时候, 按照最大化原则进行最优选择。西蒙认为这是办不到的。因为, 要做到按最大化原则决策就必须具备三个前提。

(1) 决策者对于所有可供选择的方案及其未来的后果要全部都知道;

(2) 决策者要具有无限的估算能力;

(3) 决策者对于各种可能的结果, 要有一个“完全而一贯的”优先顺序。。

由于决策者在认识能力上和时间、经济、情报来源等方面的限制, 不可能具备这些前提。他提出, 在决策的时候用令人满意的准则代替最大化原则。

(四) 组织机构的建立必须同决策类型联系起来考虑。一个组织的集权、分权也不能离开决策而孤立存在。

西蒙认为一个组织划分为各个单位必须以所要作出的决策的类型为依据, 而评价一个机构的主要标准就是它对行为的影响, 一个组织一般有三层机构。低层机构从事于直接生产过程, 获取原材料, 制造并储运产品; 中层机构从事于程序化决策, 管理生产和分配系统的日常工作; 高层机构从事非程序化决策, 设计整个系统, 确定其目标, 并监督其实施。

由于现代化决策技术与电子计算技术的相互配合和发展, 促使程序化决策自动化, 并且扩大了程序化决策的范围。以往非程序决策也可逐步划入程序化决策范围之内。但三个基本阶层的结构不会因此而发生变化。

决策类型和组织层次的关系, 可用图 4 表示如下。

前面叙述了运筹学等一些综合科学对决策理论、方法发展的重大影响，但这只是决策科学发展的一个方面。另一方面，心理学，社会心理学等在研究人类决策活动的心理

因素方面，取得了许多重要成果，它给研究决策过程、创新思维、参与决策等课题提供了新的思路，这就是所谓的决策科学的软技术方向（也称非系统方法）为了与此区别，就把我们前面介绍的应用数学分析方法和计算技术那一套系统方法称为硬技术。有了这一“硬”——“软”的配合使决策科学的发展更为迅速，同时更为全面。

决策的软技术也已得到广泛的发展，两个方面的发展是值得注意的：一是硬技术的“软化”，二是以“专家法”为核心的软技术。它们的主要内容是直接利用专家的创造力。

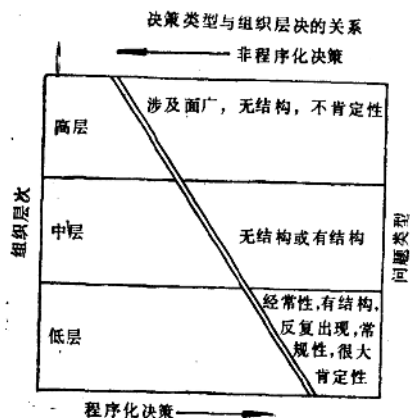


图 4

二、科学决策的基本特征

上面简单介绍了决策科学的发展。下面讲一讲科学决策的基本特征。

我们已经指出，决策过程包括收集情报，确定目标，拟订计划，制定行动方案，选出最佳方案并对抉择进行评审。决策科学化就是要使决策过程的每一阶段都建立在科学的基础上。也就是要用现代科学技术，来建立决策模型，使决策分析定量化，按令人满意的准则选出最优方案，这种标准也必须是数量化了。

模型是帮助人们合理进行思考的工具。它是用一种简化了的方式表现一个复杂的现象或系统。因此，用以解决问题的模型应该包括所研究现象或系统的重要特征以及决定其效果的各个特征之间的相互关系。模型对我们是很有用的，但不能把它看成问题的本身，忘记了它的局限性。在决策理论中我们一般采用数学模型，原因是我们能够从数学模型中得到许多方便之处。数学模型使模型建立者对问题的要素和所研究的系统内的因果关系，作出明晰的假设；利用数学分析的逻辑规律，可以校验这些假设和相互关系，以保持内部的一致性；提供一种方法来探索这些假设的结果。

决策分析就是对所研究的决策问题，提供理论和方法，以进行合理的分析。为了使它建立在严格的理论上，有必要建立决策模型。

定义1

不以决策者主观意志为转移的客观状态称为自然状态 (State of nature)，记作 S 。所有可能自然状态的集合称为状态空间，记作 P 。即 $P = \{S\}$ 。

定义2

表示决策者从许多行动方案 (Alternative) 中确定要采取的方案称为抉择或决策。所有行动方案的集合称为决策空间，记作 A 。即 $\Omega = \{A\}$ ，其中 Ω 是行动方案。

定义3

表示决策的收益或损失的大小，也就是定义在 $P \times \Omega$ 上的有限实值函数称为益损值函数，记作 $C = \sigma(S, A)$ 。

如果 Ω 和 P 都是有限集的时候， Ω 和 P 可表成：

$$\Omega = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$$

$$P = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$$

这时， $C_{ij} = \sigma(S_i, A_j)$ ($i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m$) $C = (C_{ij})$ 是 $n \times m$ 矩阵，称为益损值矩阵，

$$C = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1m} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nm} \end{pmatrix}$$

自然状态 A 发生的概率记作 $P\{A\}$ ，通常表示主观概率。

设出现自然状态时，而采取某个行动方案 A ，这时所遭受的损失记为 $L(S, A)$ 。称为损失函数 (Loss function)。它为负值时，就是利益。

损失值由自然状态和行动方案所决定，不同的自然状态和方案对应于不同的损失值。损失函数实际上是定义在 $P \times \Omega$ 上的有限实值函数。

我们再把损失函数对自然状态的数学期望 $E_S L(S, A)$ 定义为风险函数，记作 $R(S, A)$ 即

$$R(S, A) = E_S L(S, A)$$

当 P 为有限集合时，

$$R(S, A) = \sum_{i=1}^n L(S_i, A) P(S_i)$$

决策，实质上就是选择 $A^* \in \Omega$ ，使 $E_S(S, A^*)$ 最小。这就是一般的科学化决策模型。

总之，科学决策的基本特征就是定量化，模型化，计算机化，多方案、优选。

三、决策科学的理论基础和方法

与决策分析有关的科学技术相当多，主要是概率论与数理统计以及运筹学。它的理论基础是集合论与测度论。主要方法是运筹学、系统理论和计算技术。常用的方法有矩

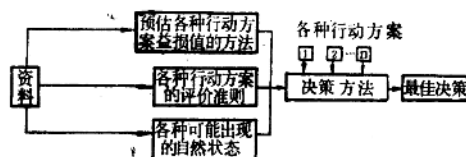


图 5

阵决策, 网络决策和马尔可夫决策。如期望值法, 决策树法、矩阵法等包括在它们之内。在下一章中, 我们还要详细介绍各种方法, 这里就不一一叙述了。有了各种方法和工具, 就可以把决策过程更明确地用框图(图5, 6)表示如下。

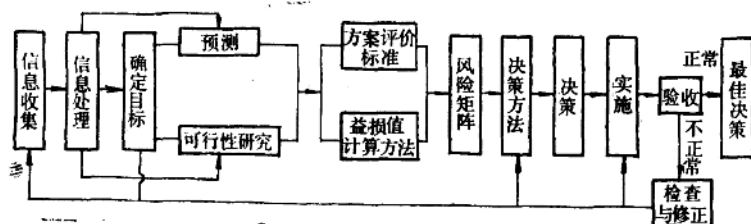


图 6

第二章 决策分析

第一章简单地介绍了决策科学的发展情况, 这一章进一步介绍决策的理论和方法。

在判定决策类型的时候, 可能遇到四种不同情况即确定型、风险型、非确定型和竞争型四种类型。竞争型决策属于对策范畴, 放在第三章中去介绍。这一章, 主要介绍前三种类型的决策分析。

当围绕决策局面的全部事实都已经知道, 即每一种抉择只有一种自然状态出现的时候, 那么所处理的决策问题就是确定型决策, 否则就是非确定型决策。如果自然状态出现的概率已经知道, 这时就是风险型决策。

一、确定情况下的决策

(Decision under condition of Certainty)

确定型决策只有一个自然状态。它的决策过程, 是从决策空间中选择一个最佳方案。

例2.1 已知打到油井的条件下, 打井可得纯利润五千万元, 不打井没有利润也无损失, 打井还是不打井?

表 1		决 策 表	
自然状态	行动方案	A ₁ (打井)	A ₂ (不打井)
	损 益 值		
S	P(S)	5千万元	0
S	1		

比较 A_1, A_2 可知, A_2 优于 A_1 故选择 A_2 , 即分散销售为佳。

从上面的例子可以看出, 确定型决策是风险型决策的特殊情况, 即某自然状态 S_i 出现的概率为1, 其他状态出现的概率为0。

2. 期望值法

期望值 (Expected Value) 法是风险分析中最常用的方法之一。这里的期望值就是概率论中的数学期望。在附录中可知离散随机变量 X 的数学期望是:

$$E(X) = \sum_{i=1}^n x_i p_i = x_1 p_1 + x_2 p_2 + \cdots + x_n p_n$$

其中 $p_i = P\{X=x_i\}$

把自然状态看作是随机变量, 当自然状态为有限个的时候, 即

$$P = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$$

$$\Omega = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$$

$$C_{ij} = G(S_i, A_j)$$

称

$$E(A_j) = \sum_{i=1}^n c_{ij} p_i$$

为行动方案 A_j 的货币期望值 (Expected Monetary Value) 缩写成EMV。它的计算可利用下表进行。

表 4

自然状态	状态 益 损 值 率	行动 方 案						
			A_1	A_2	$\dots$	A_j	$\dots$	A_m
S_1	$p_1 = P\{S=S_1\}$		C_{11}	C_{12}	$\dots$	C_{1j}	$\dots$	C_{1m}
S_2	$p_2 = P\{S=S_2\}$		C_{21}	C_{22}	$\dots$	C_{2j}	$\dots$	C_{2m}
$\vdots$	$\vdots$		$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
S_n	$p_n = P\{S=S_n\}$		C_{n1}	C_{n2}	$\dots$	C_{nj}	$\dots$	C_{nm}
	EMV		$E(A_1)$	$E(A_2)$	$\dots$	$E(A_j) = \sum_{i=1}^n C_{ij} p_i$	(EA_m)	

为了说明期望值法, 先举一个很能说明问题的例子。

例1 设有一家出售牛奶的商店, 需要确定保存几瓶牛奶以应付第二天的需求。如果牛奶在这一天没有售出, 就要发酸变质, 因而造成损失; 如果缺货, 就会少得利润也会造成损失。并且假定没有买到牛奶的顾客, 日后仍会继续上门来买。

这家出售牛奶的商店以往二百天中需求量的记录如下 (如表5所示)

表 5

过去 200 天内 需求量 纪录

每天需求量 (瓶)	天 数	概 率
25	20	0.1
26	60	0.3
27	100	0.5
28	20	0.1

设每瓶牛奶的进货价格是 8 分, 售价 10 分则条件值 (condional value) 如表 2.6 所示。它足以描述牛奶商店面临的问题。

表 6

损 益 值 (分) 表

自然状态	行动方案	A ₁ (存量25瓶)	A ₂ (存量26瓶)	A ₃ (存量27瓶)	A ₄ (存量28瓶)
	损益值分				
S ₁ (需求量25瓶)		50	42	34	26
S ₂ (需求量26瓶)		50	52	44	36
S ₃ (需求量27瓶)		50	52	54	46
S ₄ (需求量28瓶)		50	52	54	56

A_j——牛奶商店可采取的行动方案 (进货数目)

S_i——顾客需求量。

损益值是由自然状态和行动方案决定的。比如, 存货为 A₂ (26 瓶), 需求量为 S₄ (28 瓶), 这时需求量虽是 28 瓶, 但只有存货 26 瓶, 所以售出量也只能是 26 瓶, 每瓶利润 2 分, 共获利 52 分。又如存货为 A₂ (26 瓶), 而需求量为 S₁ (25 瓶), 则售出 25 瓶获利 50 分, 坏一瓶损失 8 分, 净得利润 50 分 - 8 分 = 42 分。表 2.6 中的损益值都是这样计算出来的。

各方案的 EMV 可按 $E(A_j) = \sum_{i=1}^n c_{ij} p_i$ 的公式来计算。也就是说, $E(A_j)$ 等于 A_j,

S_i 的条件值与相应概率乘积的代数和。例如

$$E(A_2) = 0.1 \times 42 + 0.3 \times 52 + 0.5 \times 52 + 0.1 \times 52 = 51$$

同理可得 $E(A_1) = 50$, $E(A_3) = 49$, $E(A_4) = 42$ 。有了这些准备, 现在来说明期望值法。先把每个行动方案的期望值算出来, 然后加以比较。如果决策目标是效益最大, 则选取期望值最大的行动方案; 如果决策目标是使损失最小, 则选取期望值最小的行动方案。一般利用决策表进行。例 1 的决策表如表 7 所示。

比较 $E(A_j)$ ($j=1, 2, 3, 4$), 知 $E(A_2)$ 最大, 故选取行动方案 A₂ (存 26 瓶牛奶), 即存货 26 瓶可能获得的利润最大。

表 7

决 策 表

自然 状态S		行动方案A			
		损益值(分)			
		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
S	P(S)				
S ₁	0.1	50	42	34	26
S ₂	0.3	50	52	44	36
S ₃	0.5	50	52	54	46
S ₄	0.1	50	52	54	56
EMV		E(A ₁)=50	E(A ₂)=51	E(A ₃)=49	E(A ₄)=42
MaxEMV			51		

除了损益值外, 我们也可考虑机会损失 L_{ij} (opportunity Loss)。它是没有选择这个事件最佳方案所造成的损失。例如考虑行动方案 A_4 (28), 如需求量为 S_4 (28) 则利润额为56分, 它是在 S_4 (28) 条件下的最佳方案。但若需求量为 S_4 而进货为 A_3 (27) 时, 则只得利润54分, 与最佳方案相比, 损失2分, 又如需求量为 S_4 (28) 而采取行动方案 A_2 (26) 时损失4分余类推, 可得机会损失表 (表8) 如下:

表 8

机 会 损 失 值 表

S \ A		A			
		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
S		机会损失值			
S	P(S)				
S ₁	0.1	0	8	16	24
S ₂	0.3	2	0	8	16
S ₃	0.5	4	2	0	8
S ₄	0.1	6	4	2	0

同样可以利用机会损失来作决策分析, 这时以最小损失作为决策目标。为此, 引进期望机会损失 (Expected opportunity Loss) 简记为EOL的概念。它的定义是:

$$EOL(A_j) = \sum_i p_i L_{ij}$$

也就是说, 各方案的各个自然状态相应的机会损失 L_{ij} 与其发生概率 $p_i = P\{S_i\}$ 相乘之和为行动方案的期望机会损失。

根据期望值法, 期望机会损失最小的行动方案为最佳方案。决策分析详见表2.9。

行动方案 A_2 的EOL最小, 所以 A_2 为最佳方案。这个结论与前面的相同。

表 9 决 策 表

自然 状态S		行动方案A		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
		机会损失值					
S ₁	P(S)						
S ₁	0.1	0	8	16	24		
S ₂	0.3	2	0	8	16		
S ₃	0.5	4	2	0	8		
S ₄	0.1	6	4	2	0		
EOL		3.2	2.2	4.2	11.2		
MinEOL			2.2				

最佳方案 A_2

完全预测下的期望损益值

再回到销售牛奶的问题上, 我们考虑这样一个问题: 设每天的需求量都能够于发生前确切预测。那么, 经售牛奶获得的期望利润是多少? 要回答这个问题, 我们先制作一个条件价值表, 表示在各个事件下, 最佳方案的条件利润, 见表10, 如果能够知道下一天的需求量为27瓶则存27瓶, 这样获得利润54分, 余类推。

表 10 最佳决策的条件价值表

自然状态	最佳 条件 利润 方案	$A_1(25)$	$A_2(26)$	$A_3(27)$	$A_4(28)$
$S_1(25)$		50			
$S_2(26)$			52		
$S_3(27)$				54	
$S_4(28)$					56

我们再求这些最佳利润的期望值。

$$\begin{aligned} EMV &= 0.1 \times 50 + 0.3 \times 52 + 0.5 \times 54 + 0.1 \times 56 \\ &= 5 + 15.6 + 27 + 5.6 = 53.2 \text{分} \end{aligned}$$

即最佳期望利润为53.2分。

但在许多决策问题中, 事前无法确知那个自然状态发生。这就需要收集情报, 以减少不确定性。这里重要的是必须把收集情报的成本和情报价值相比较看看是否合算。通常情报的成本比情报价值容易计算。然而, 利用期望值, 可以把情报价值数量化,

完全情报的期望价值

再看销售牛奶的例子，最佳期望利润=53.2分，把它与表 3.7 中最佳方案的期望值 $E(A_2) = 51$ 分比较，两者之差为

$$53.2 - 51 = 2.2 = \text{分}$$

这是假设，如果这个牛奶销售店能够有一个免费的完全的预测工具，所能使期望利润增加的最大数额。因此，2.2分就是完全情报的期望价值(expected Value of perfect information)简计为EVPI，由表2.9知道，它也是最佳方案的EOL，这一结果是合理的。因为，只有完全预测才能把处于不确定状况下的机会损失减小到0，所以最佳方案的期望损失就是EVPI的具体度量。下面是一个有用的核算公式：

$$EMV + \text{任何方案的EOL} = \text{最佳期望利润}$$

这个计算可用下表(表11)表示。

表 11

	$A_1(25)$	$A_2(26)$	$A_3(27)$	$A_4(28)$
EMV	50.00	51.00	46.00	42.00
EOL	3.20	2.20	4.20	11.20
最佳期望利润	53.20	53.20	53.20	53.20

例2 某石油公司根据以往情况知道石油需求量及其相应的概率和损益情况如表12所示。应如何决策？

表 12

损益值 (万元)		行 动 方 案	A_1 (集中销售)	A_2 (分散销售)
自然状态				
S_1 (低)	0.20		60	20
S_2 (中)	0.50		75	75
S_3 (高)	0.30		60	110

$$\text{解: } E(A_1) = 60 \times 0.20 + 75 \times 0.50 + 60 \times 0.30 = 67.5 \text{ 万元}$$

$$E(A_2) = 20 \times 0.20 + 75 \times 0.50 + 110 \times 0.30 = 74.5 \text{ 万元}$$

$E(A_2) > E(A_1)$ ，故 A_2 优于 A_1 。应选取行动方案 A_2 ，它是最佳方案。

以分散销售为佳。

例3 设有A、B、C三个探区，基本情况(其中的数值均为假设值)如下：应如何决策？

A探区：1口干井费用8万美元，一口完井费用是10万美元。

可能结果	概 率	纯利润(美元)
干井	0.30	-8万元
10万桶储量	0.30	2.5万元
20万桶储量	0.20	15.0万元
30万桶储量	0.10	25.0万元
40万桶储量	0.10	35.0万元
	1.00	

B探区：一口干井费用是20万美元，一口完井费用是25万美元

可能结果	概 率	纯利润(万美元)
干井	0.50	-20.0
10万桶储量	0.10	-10.0
40万桶储量	0.20	35.0
70万桶储量	0.10	60.0
100万桶储量	0.10	100.0
	1.00	

C探区：是天然气探区，面积640英亩，参股40%。一口干井费用2.8万美元，一口完井4万美元。

可能结果	概 率	纯利润(万美元)
干井	0.35	-2.8
20亿立方英尺	0.25	2.5
30亿立方英尺	0.25	5.0
40亿立方英尺	0.10	8.0
50亿立方英尺	0.05	10.0
	1.00	

解：以利益最大为决策目标。先计算各探区的EMV

$$\text{C探区的 EMV} = 0.35 \times (-2.8) + 0.25 \times 2.5 + 0.25 \times 5.0 + 0.10 \times 8.0 + 0.05 \times 10.0 = -0.98 + 0.625 + 1.25 + 0.80 + 0.50 = 2.1950 \text{ 万美元。}$$

同理可得：

$$\text{A探区的EMV} = 7.3500 \text{ 万美元}$$

$$\text{B探区的EMV} = 10.0000 \text{ 万美元}$$

按期望值法，决策目标是效益最大，故选期望值最大的B探区。

例4 假设考虑勘探前景，已知信息如表13所示。应如何决策？（用效益最大和损失最小作决策目标，分别求解。）

解：按期望值法，决策目标是效益最大，由表13和以100%流动资金钻井的货币期望值\$48,000最大，所以选择这个行动方案。

下面根据损失最小来选择。先计算条件机会损失值，再计算期望机会损失值。根据

它们的定义可计算出各条件机会损失和期望机会损失值如下表（表14）。

表 13 决 策 表

可能结果 (自然状态) (储 量)	结果概率	行 动 方 案 (单位美元)				
		以100%流动 资金钻井	以50%流动 资金钻井	租 出	以50%流动 资金参股	完全放弃
干 井	0.60	- 60,000	- 30,000	0	0	0
50M 桶	0.10	- 20,000	- 10,000	5,000	0	0
100M 桶	0.15	40,000	20,000	10,000	20,000	0
400M 桶	0.10	400,000	200,000	60,000	200,000	0
800M 桶	0.05	800,000	400,000	120,000	400,000	0
EMV		48,000	20,000	14,000	43,000	0
MaxEMV		48,000				

表 14 决 策 表

可能结果 (自然状态) (储 量)	结果概率	行 动 方 案 (单位美元)				
		以100%流动 资金钻井	以50%流动 资金钻井	租 出	以50%流动 资金参股	完全放弃
干 井	0.60	60,000	30,000	0	0	0
50M 桶	0.10	25,000	15,000	0	5,000	5,000
100M 桶	0.15	0	20,000	30,000	20,000	40,000
400M 桶	0.10	0	200,000	340,000	200,000	400,000
800M 桶	0.05	0	400,000	630,000	400,000	800,000
EOL		38,500	62,500	72,500	43,500	86,500
MinEOL		38,500				

由表14知，以100%流动资金钻井，期望机会损失为 \$ 38,500，所以选择它为最佳行动方案，结论和前面一样。

3. 决策树 (Decision tree) 法

期望值法在单级决策分析中，十分有用。但是，在复杂的多级决策中，用起来就不大方便，常常改用另一种决策方法，这就是所谓决策树法。

决策树法是一种图解法，它能够为决策者构造出决策的全过程；提供决策的全貌；帮助决策者检验全部结果，合理选择行动方案，是一种很有用的决策方法。因为这种方法利用了图论中的树，所以称它为决策树法。

利用决策树解题的步骤是：1. 绘制决策树，2. 简化决策树，3. 选择最佳方案。