

石油勘探决策分析

〔美〕P·D·纽文道普 著

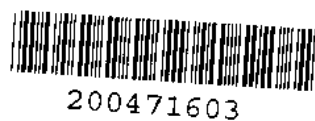


21409

石油勘探决策分析

〔美〕P·D·纽文道普 著

狄其中 和世恩 段国盛 译



江汉石油学院

一九八四年十二月

序 言

本书是作者大约七年间讲授石油勘探经济学和风险分析成人教育课程的教学成果。在此之前，还有两本类似的书，不过发行量都很有限。我的商业同伴兼老师约翰·坎贝尔（John Campbell）便是著者之一。本书所涉及的论题阐述了全世界分析石油勘探前景构造的综合性看法和实践，其中有些观点和概念以前还没有公开发表过。

决策分析的方法和逻辑适应于含有风险和在不确定性条件下的任何类型的决策。然而全书的重点是这些方法在石油勘探决策中的应用。

因而，一些从事钻井前景构造分析的人可能对这本书更感兴趣。这些人一般是石油地质学者、工程师、地球物理学家以及管理人员。书中着重于应用，而在相当程度上不深究数学问题。

书中没有复杂的数学公式和计算，也不必象数学家和统计学家那样去讨论。我尽可能地多举一些实例，以帮助说明怎样把决策分析的思想应用于石油勘探。

第一章对决策分析作了一个概括性论述。并且说明了为什么决策分析可用于分析钻井前景构造。第二至五章列举了各种衡量和比较钻井前景构造价值的决策标准。第六至八章着重讨论比较困难和复杂的风险分析课题——确定风险和不确定性程度与不同勘探区域及钻井前景构造的定量关系。

多年来，关于石油勘探风险分析方面的著作所见甚少。过去，我们常用“这是必然的”，“风险很大”等话语来主观地、定性地描述风险。而决策分析则是依据对风险和不确定性的定量分析，作出对风险程度的估计。我们在前八章内讨论解决这些问题的方法和技巧。

第九章讨论如何把决策分析贯彻到共同决策过程中去。十、十一两章讨论石油经营决策分析中一些特殊问题和尚未解决的论题。

十一章的后面，列有参考文献，这些材料读者可以进一步阅读。此外，还有术语和缩写词汇编，公制单位和美国、加拿大常用单位（桶、英亩、立方英尺等）的转换关系。

最后，有九个附录，这些附录包括各种表格，和石油决策分析中一些有用的特殊计算。每一个表格的前面说明了怎样使用这个表格。

我特别提醒大家注意的是叫做黑鸭（Blackduck）前景构造的实例研究。它描述了一个管理委员会对于亨利·奥伊法伊德（Henry Oilfinder）提出的石油勘探前景构造的讨论情况。我们分三部分，放在不同的章节后面分别加以叙述。其内容包括各类管理人员在考虑是否接受某种提案时，他们之间的谈话。这些谈话有助于说明前景构造估价方面的关键问题。决策分析对解决前景构造估价方面的这些问题是有用的。

实例研究的第一部分出现在第三章的末尾。第二、三部分分别在第四章、第八章的后面。建议读者按照我们写书的次序，依次阅读实例研究。即在读第二部分之前，先阅读第四章；其次读六、七、八章，最后看结果部分。

书中不涉及税收问题（地方的、国家的、联邦政府的）。当然，税收是生活中的一个事实。在分析钻井前景构造时，我们需要清楚地考虑它的效果。但一切决策分析的理论在税收

前或税收后都是正确的。对世界各地税收标准的讨论反而会把问题弄得复杂化。我们省略税收问题的讨论，就使得我们的注意力集中到决策分析方法的本身上来。然而，请你记住，当把本书的观点用到实际问题中时，你一定要说明税收。当然，不消说，书中所述的方法适用于世界上一切金融货币单位。

以后我们会看到，书中的一些分析程序能够通过比人工方便得多的计算机来完成。然而我已经假定阅读本书的大多数人不会编写计算机程序。结果，我在书中一般省略了计算机程序的编写。只是在第八章中，我例外地介绍了编写风险分析模拟程序的一般途径。

丹佛（Denver）科学软件有限公司为书中第八章数值例子的演算提供了计算机设备。在此我表示感谢。

保罗·纽文道普（Paul D. Newendorp）

1975年3月

目 录

序言

第一章 决策分析——为什么伤脑筋？	1
决策分析在石油勘探中的应用。决策分析的优点，决策分析在石油勘探应用过程中容易产生的误解。	
第二章 获利能力的尺度	5
主要讨论了衡量一个石油勘探方案获利能力的一些指标：支付时间、利润—投资率、盈利率、纯现值、“风险加权”盈利率。货币时间值概念。加速投资率分析。	
第三章 期望值概念	32
期望值概念的含义，期望值准则在钻井前景构造分析中的应用。货币期望值(EMV)，期望纯现值收益，期望利润/期望投资率。期望值概念的特点。三个数值例子，钻井决策中应用期望值概念的几个问题及其说明。实例研究的第一部分。	
第四章 决策树分析	59
决策树的定义。决策树的解法。一个数值例子。决策树分析的优点。实例研究的第二部分。	
第五章 偏爱理论	76
偏爱理论反映了决策人对货币和对待风险的态度。本章提出了这个问题并讨论了，偏爱理论的数学基础；偏爱理论在石油勘探决策中的应用；偏爱曲线的形态。实际应用问题，在石油勘探中现在就能用偏爱理论解决的几个问题。	
第六章 概率和统计的基本原理	106
概率的定义、加法和乘法原理、条件概率；概率分布、相对频率分布、累积频率分布、分布的单值参数（均值、标准差、中位数、众数）；一些具体的分布：正态分布、对数正态分布、均匀分布、三角分布、二项分布、多项分布、超几何分布；贝叶斯公式；它在修正风险估价方面的应用、贝叶斯公式的一般求解、逐个连续抽样。	
第七章 石油勘探风险分析法	162
石油勘探中风险分析的基本问题。各种定量估计风险程度的方法：主观概率估计、任意的“无风险”利润最小值、可容许的干井数目或（和）收益/风险率、数字分类技术、油气显示概率估计、以储量分布为基础的模型、多井钻探方案各种结果的概率、三级风险估计。	
第八章 风险分析的模拟方法	200
模拟逻辑结构综述；模拟分析机制；应用及其数值例子；模拟分析的计算机程序编写；从管理学角度来说明的问题。关于在石油勘探风险分析中应用模拟技术的一些哲学辩解。实例研究的第三部分。	
第九章 对风险分析方法的补充	265
关于由旧的前景构造估价方法向新的定量分析方法的转化，流行“事态”评论。管理和管理工作科学工作者之间的争论点。把风险分析方法贯彻到日常钻井分析过程中的建议。	
第十章 购买不完全信息	271
关于购买不完全信息的一般说明。为决定是否购买信息而要作的一般决策树。	

两个实例：为了探测井段是否接近高压岩层，我们是否要进行测井测量；在一个新的海上区域，决定修建平台大小以前，是否要钻一口倾斜定向井。

第十一章 一些特殊问题和尚未解决的问题..... 290

讨论了三个特殊问题和尚未解决的论题：在高风险地区为了避免冒险者的破产要作的决定策略；长期贴现，延长流动资金方案以及在有限将来再投资机会情况下的贴现；考虑最大EMV和最小机会损失的双重决定策略。

参考文献..... 302

术语和缩写词汇表..... 311

转换表..... 315

附录部分索引..... 317

附录A：年复利和年中流动现金贴现系数..... 318

附录B：年复利和年终流动资金贴现系数..... 321

附录C：基于连续复利的贴现和复利系数..... 324

附录D：基于连续复利和均匀连续年流动现金基础上的贴现系数..... 329

附录E：期望机会损失的概念..... 332

附录F：积累二项概率表..... 337

附录G：随机数表..... 352

附录H：组合分布..... 355

附录I：综合计算..... 357

第一章 决策分析——为什么伤脑筋？

实际上，所有重要的经营决策都是在不确定情况下进行的。决策者应当根据那些有用的信息，选择一个具体的行动方案，尽管可能采纳的行动方案的某些结果依赖于一些不确定事件。决策分析训练人们处理问题的方法、技巧和态度，帮助决策者在不确定条件下作出令人满意的选择。

在不确定条件下进行决策，就意味着选定了一个具体的行动方案之后，可能会发生的结果至少有两种。例如：我们决定打一口探井，来考察一个地震异常。是否有油事先是不可能知道的。即使由于这口井发现了一个新的大油田，也不能准确知道最终储量。实际上，石油勘探已经给我们提供了，许多具有不确定性条件下决策的范例。

在进行投资决策时，决策分析的方法为我们估计、比较风险和不确定性程度，提供了新的，并且越来越综合的手段。通过学习决策分析，希望决策者由此而能够比用以往那些不规范的投资分析方法更清楚、更明确地洞察潜在的获利能力，更准确地估价获得不同收益的可能性。

以往的决策方法，通常只考虑流动现金。如计算投资资本的平均盈利率等。然而，决策分析所不同的是，除了做这些工作之外，还要定量分析风险和不确定性，以及在制定投资策略时，怎样考虑这些因素。

决策分析中所用的一些基本概念早在三百多年前（1654）就系统地阐述过。然而，直到本世纪五十年代，这些基本概念才明确地在一般经营部门得到真正的应用。而且仅在五至十年内，它在石油勘探中才得到真正的应用。

在钻井决策中，之所以应用这些方法，并不主要是由于个人、集体或某个公司主观改革现行决策方法的结果。在工业上，这一点可以看得很清楚。钻井成本的提高，对世界上边远地区石油研究的需要，对石油深入研究的需要，政府控制的增加，等等这些社会的现实迫使人们作出应用这些方法的努力。

看到这一点是很重要的。历史上，它曾经使许多石油勘探决策者不再满足于他们建立在经验、直觉基础上的决策。相反地，他们认为，应当有更好的方法去估价和比较钻井投资策略。

今天，很多决策人认为，决策分析提供的方法比传统的钻井前景构造估计、比较的方法优越得多。因而，普遍对石油勘探决策分析感到兴趣。

决策分析是一门包含内容广泛，综合性很强的学科。有人也称它为：统计分析理论，管理科学，经营研究，现代决策论等等。它涉及到很多传统学科的内容，如：经济学、商业学、财政学、概率论与数理统计、计算机科学、工程学、心理学等。

当然，在后面各章中，我们要详细地讨论决策分析的各个方面。但为了给读者一个总的印象，我们对决策分析考虑问题的方法先作一个概括。决策分析处理问题的一般步骤如下：

- A. 对可供比较、选择的每一个方案，指出可能出现的结果。
- B. 估计每种可能发生的结果的损益（或其它价值度量）。
- C. 确定（估计）每一个可能发生事件的概率。

D. 计算每一个可供选择方案的加权平均收益。其中加权因子是各种可能结果发生的概率。这个加权平均收益就叫做该方案的期望值。并且把它作为接受或拒绝一个方案的相对依据。

对于分析钻井决策来说,这种途径的新内容是步骤C和步骤D。石油勘探工作者需要全面考虑所有可能结果(干井、各种储量等级)出现的具体概率。定量确定(估计)每一结果出现的概率常常称作风险分析。在石油勘探中,每个已经尝试过估计这些概率的人,都清楚地知道这是一件不容易的工作。

有人通过观察石油工业中大量的效益分析资料,比较过风险分析和传统的分析方法的“技术状态”。他们发现,前者可以使计算出的贴现回收率可精确到第五十位小数;而后者若能使估计(推测?)的概率到第一位有效数字,那都是幸运的。

因此,在决策分析这个广泛的课题中,风险分析是一个重要的组成部分。所以在后面各章的讨论中,我们把主要的篇幅用到怎样定量分析石油勘探范围内的风险和不确定性上去。

首次接触决策分析的人,往往就能提出一些相当深刻的问题。这些是:

决策分析——为什么伤脑筋?

探索一种规范的风险分析方法,这有价值吗?

如果我们应用决策分析,能长期避免打干井吗?

倘若达德·乔伊纳(Dad Joiner)当时应用决策分析,在1930年,他仍然会发现东得克萨斯(East Texas)大油田吗?

决策分析会不会是一种流行热?应用它会不会导致作出某些非常错误的决策?

当我们进行决策分析讨论的时候,上述某些问题的答案就会很清楚了。但是还有一些问题应由每个石油勘探工作者和决策人通过判断加以解决。从某些方面来说,你对决策分析能否提供一个更好的风险估价方法的认识程度,决定着这种判断。这是一种个人的判断,它不能为笔者所描述。在我们有机会对这一学科作进一步研究以前,我们也许不得不暂停对决策分析价值的评价。

决策分析的优点

在讨论决策分析优点的时候,注意到下面几个方面尤为重要。正是在这几个方面,新的方法比传统的分析方法优越得多。

1. 决策分析使得我们能更清楚地观察决策人采纳某一个假设的方案后,各种可能出现的结果。

避开井是否能找到油不谈,就说找到了油,石油勘探工作者也要考虑各种储量的不同等级以及各种等级储量可能出现的概率会是多大。决策分析使得石油勘探工作者更多地注意具体方面,以及这些方面和整体的关系。而不是去观察整体,并以此去试图判断前景的可行性。

2. 决策分析的一些方法为估计与总体价值有关的各种因素之灵敏度提供了卓越的方法。

我们会看到,应用决策分析的方法,“如果...,那么...”的问题比较容易解决。(如果发现气的概率仅为0.12,那么,我们是否有理由钻井呢?如果在××盆地至少有 5×10^{11} 立方英尺的天然气,那么必须要多少口井来开采呢?如果史密斯(Smith)1号井发生喷井,那

么我们一定又得花费四十万美元吗？等等）

3. 对于一些具有不同风险和不确定性程度的钻井前景构造，决策分析提供了一种比较它们相对可行性的方法。

实际上，为了作出比较，决策分析的方法给了风险和不确定性一个共同的水准。用决策分析，决策者能够比较海上石油前景构造和陆上石油前景构造各自相对的优点；也可以比较地层控制前景构造和构造型前景构造、比较天然气前景构造和石油前景构造，等等。

4. 决策分析是一种方便，明确的方法，易于清楚地描述风险和不确定性。

在以后的讨论中，我们会指出，只有两种方法描述各种偶然事件出现的可能性，那就是数值概率和形容语言。形容语言的不足之处是很明显的。象“这是必然的事件”，“三迭纪沙岩可能性很大”，“这是一个高风险前景”等等一些定性描述常常是不清楚、不明确的。一个人可能会说某事会必然发生，另外一个人可能说不一定必然发生。而另一个方面，如果说成功的概率是0.7，这就圆满地给决策者一个清楚、明确的印象。决策分析完全建立在对风险的概率性描述基础之上。

5. 用决策分析的方法能分析相当复杂的投资选择。

关于这一点，读者进一步阅读本书后，就很清楚了。例如，到一个新的海上区域的决策，就包含着许多应急的因素和后来（非初始决策）偶尔的管理选择。这些和那些非常复杂的决策能够用决策分析的方法和系统逻辑作出估计。

对决策分析的误解

虽然注意到决策分析的优点是重要的，但也应该清楚地知道，石油勘探中应用决策分析容易产生的几点误解。

其一，就是在决策活动中，决策分析消除了风险。最近，流行着一种广告宣传。宣传者为了促进他们书籍的销售量，开始就写道：

亲爱的先生，我们发行了一本对经营界来说极为重要的书。该书把获得收益置于一个崭新的基础之上。避免了复杂的统计学，并且终于消除了风险。

广告往后一点继续写道：

我希望你们阅读这本书，并试用其阐述的方法。我们知道，决策活动中总是伴随着风险的。业已证明；这种方法可以用来消除风险。阅读了这本书，并试用了其阐述的方法之后，你们就会发现，这本书会成为你们制订消除了风险的收益计划的指南。而制定这种收益计划正是所有工业所期待的。

本书并不提供这样的答案。问题的真实面目是，石油勘探决策中，风险是不可消除的。没有一种方法能够消除风险，甚至没有一种方法能够减少风险。各种决策方法的作用并不能减少风险，而只是作为估计、确定风险程度的手段，从而石油勘探工作者和管理人员作出一个决策，使公司承担最小的风险。

这一点可以用一个有趣的例子来说明。一个勇敢的决策人，站在马路的一边。他的目的是要越过马路来到另一边。然而，道上有一条饥饿的龙，它喷着火焰，在道上走来走去。我们把龙当着风险。如果决策分析能够减少风险的话，那么他首先应当作一些计算，也许他会使用最可靠的计算机，考察最新的管理科学书籍，来研究怎样去驯服龙。

如果决策人进行了大量的运算和充分的决策，他面前的龙就会驯服了，那么他就可以没

有危险地穿过马路。这当然是可笑的。无论他多么详细地、科学地进行计算，龙终究还在那儿。决策分析的方法，只能为危难中的决策人提供研究、确定风险程度（在这里是龙）的方法，以便承担最小风险去达到目的。

例如，他可以观察龙的习惯、反应力等等（这好比用统计学的观点分析过去的资料）。也许，他根据这些分析掷一块肉食在龙的前面，以转移它的注意力，然后在龙的尾后迅速地冲过马路，使得被龙吃掉的可能性最小。实际上，他作出了一个冒最小风险的策略——这就是新的决策分析方法的目的之一。

另一种误解就是认为这些新的方法能够取代专业鉴定。当然这是错误的。我们将会看到，这些方法只是企图补充而非取代地质学者和工程师们必要的判断。然而，这一点总是不易为人们所接受。

经济学和风险分析的基本语言就是数值。石油勘探工作者必须把他们的感性认识（预感、判断、经验、直觉）变为估价前景构造的数据，众所周知，这是一件不容易的工作。但是，只要适当地采用这些新方法，把感性认识转化为数值的工作并不比用叙述性语言描述前景构造费更多的创造力和想象力。

我们应当记住，决策分析并不是一种找油的工作。我们不能以决策分析是否能帮助增加公司的油气储量为出发点来看待它。有人认为，在石油勘探中一旦不采用决策分析的方法，则必定不利于找油。我们早就阐述过，决策分析的作用就是使决策者比较清楚地掌握风险和不确定性同他们的每一个供选择的投资方案的关系，以便在石油勘探中面对风险作出令人满意的决策。

最后的几点说明

我们已经扼要地说明过，确定各事件发生的概率（即风险分析）是一件很棘手的工作。很不幸，我没能给出一个方便而且漂亮的公式，来解决石油勘探中与资本投资有关的一切计算问题。另外，在以后的讨论中，我们会清楚地看到，决策分析的方法给愚蠢的决策人的确设下了“圈套”，这特别体现在把决策分析的观点贯彻到日常的决策活动中。

尽管有这样和那样一些问题，但我们决不能事先就由此而忽视对这门学科的研究，因为有非常明显的迹象表明，在其它许多包含不确定性结果的经营决策中，决策分析起着重要的作用。也许，石油勘探中应用决策分析最令人信服的理由就是要回答“可供选择的方案是什么？”的问题。在一个高风险或高成本地区进行石油勘探时，谨慎的决策人理应考虑风险以及后来可能发生的偶然事件和可供选择的方案。决策分析正是解决这样一大类问题的唯一方法。

决策分析的思想、概念、方法和看法在石油工业上是崭新的。正是因为如此，理解和有效地应用决策分析是石油勘探工作者面临的一场挑战。希望你勇敢地涉足到这个新的领域，学习和研究决策分析。弄清你们公司的管理人员是怎样进行决策的，以及他们使用的准则是什么。从决策分析的角度再次想想概率和统计的概念。至少，这些努力会使你成为一个较好纸牌戏选手。希望你能够较好地了解和处理资本投资决策中的风险和不确定性。接受这场挑战吧！

顺便，一定要当心那条龙……。

第二章 获利能力的尺度

本章我们讨论获利能力尺度的意义和应用。获利能力尺度是决策者用来安排、采纳、否决或比较投资方案的参数。这个参数也常常被称之为：利润指标、决策准则、经济尺度或投资价值尺度。

本章主要讨论“无风险”获利能力的尺度。称“无风险获利能力尺度”，是因为它们没有明显地涉及风险和不确定性（概率数值）。“无风险”价值尺度包括支出、投资利润率、回收率、净现值等。价值衡量中的风险尺度将在第三章中介绍。

本章列出的一些说明是关于公司财政一般结构的。把握财政上流动资金的进、出，对适当地应用和分析各种各样的价值尺度来说非常重要。在这里，我们把流动资金定义作财政上货币的收入和支出。诸如：钻井费用、出租设备、出售原油和天然气的收入等等。

如图2.1所示，是一幅利润调整组织的基本财政结构图，这幅流动资金图适用于大大小小的石油公司。“银行”表示基金来源，这和事先投资形成的基金不同，例如，它包括长期和短期银行贷款、信用债券和发行股票。财产价值表示公司的资产。

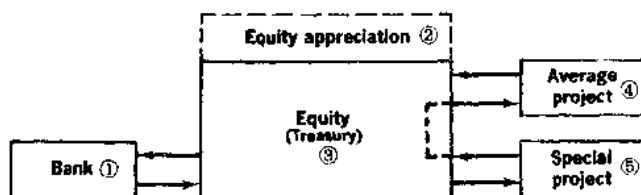


图 2.1 利润调整组织的基本财政结构图，箭头表示金库流动资金的进、出。

①银行；②金库财产增值；③财产（金库）；④一般方案；⑤特别方案

特别方案是我们马上就要介绍的一个概念。一般方案是指一般可选择的方案，或者公司将来的投资机会，它描述策略和在这项特别方案未来实施期间可能出现的情况的结果。

观察关于公司的财政组织，有两点是很重要的（a）公司的目的是获得净资产的增值，即公司总资产的增长。（b）金库货币和它的来源之间是否完全失去平衡。将来金库基金的价值是由一种比率决定的，基金能以这个比率增值或取得价值上的增长。这种增长是通过连续的基金再投资实现的。公司资产总额的增长率可以称为“升值率”或“平均机会率”。因此，从资本投资的角度来看，通过任何一项所考虑的方案实施获得的资金价值是由资金再投资的比率决定的，这种再投资是为了提供公司总资产的增值。注意这种比率可能不同于把资金回收到财政上的那种特别方案所具有的比率。

上述第二点是获得公司净资产增值的一个逻辑推论。财政上收入的一块美元就是一块美元，不管它来自出售哪个油气井的油、气。另外，从某些将来的观点来看，将来得到的一块美元对公司今天来说有一个确定的、单一的价值，而不考虑产生这块美元的那项特别计划。

应当注意，这些观点，事实上本章将要讲到的大部分观点都是建立在目的明确的效益决策基础上的。这就是说，我们努力使投资资本达到一个给定的效益水平。在石油勘探经营中，我们的宗旨就是取得财政收益。近来越来越多的人和团体质疑，这是否就是公司存在的

唯一的，甚至是首要的理由。他们提出另外一些宗旨，例如社会需求；世界环境保护；花尽可能少的钱获得能源对一个公司的存在而言比单纯追求利润更重要，更应优先考虑。

当然，这些观点确有一些优点，刚才提出的问题曾经在公司决策方针中起过作用。的确，今天的决策者比他在五年或十年以前更自觉地考虑“无利润”因素，诸如防止污染的保护措施，为失业者提供工作等等。要想努力解决是否或怎样把这些因素考虑到决策过程中，问题关键就在于如何定量地描述它们。如何用定量化的“社会需要”去确定方案A比方案B好呢？当前，大多数公司决策者的一致认为，在明显包括“无利润”参数的更好的定量分析方法确实可行之前，决策者必须用定性的方法（不同于定量方法）去考虑它们。因此，获利能力的考虑和推动因素将仍然是首要的价值定量估价，至少在近期是如此。

我们还必须通过下面获利能力标准的讨论，弄清楚单井每次投资的价值估算（获利能力估算）问题。和给定的其它所有可能投资机会相比较，我们通常根据其自身的优点和获利能力期望值来决定是否接受、还是拒绝一项勘探方案。

这就导致了更广泛的公司会计和财政方面的某种冲突。例如，我们分析和决定常规的钻井方案时，只是大致地考虑了公司债务/财产比率、直接的资本投资成本、折旧一览表和类似的会计和财政参数。

正常的获利能力估计仅仅包括直接投资、总收入、直接税收和矿区使用费、作业开支。因此，我们对给定钻井方案的分析只考虑该钻井方案本身引起和需要的直接流动资金，通常不涉及公司会计和财政上的某些更广泛的方面。这种限定对日常习惯的投资决策来说，并不是至关重要的。并且限定对于直接流动资金的获利能力计算在经营部门是一种被普遍接受的惯常作法。

对于需要大量资本额的投资来说，这些限定显得具有约束力，并且对考虑资本的来源与消耗，经营调节来说就显得重要了。这些复杂的财政问题超出了本书的内容范围，所以在此就不谈了。对此感兴趣的读者可以直接阅读所列举目录中的一些关于经营调节内容的参考书。

获利能力尺度的特性

也许不存在这样一个单一的获利能力尺度，它既能考虑到所有因素或投资方案的各个方面，又对决策者来说是恰当的。所以，一个公司应当适当地选择能在很大程度上反映财政金融状况的获利能力参数，下面是一项实际的获利能力尺度应有的特征。

好的获利能力尺度特征：

1. 能够恰当的比较、评定投资机会的获利能力。
2. 参数能够反映企业资本的“时间价值”。即能够客观地描述公司的财政策略，包括将来追加投资机会。
3. 参数应当能够提供一种可以告诉我们获利能力是否超过了某些最低限度的方法。如：资本耗费、平均利润率等。
4. 能够定量描述风险（概率数字）。
5. 如果可能的话，希望参数能够反映一些其它因素，如：共同目标、企业的资产状态、决策者的风险偏爱。

我们不去评定各种效益指标的客观性。在此我们的目的是描述各种价值尺度以及总结它

们的利弊，涉及到的一些特别指标包括：

支出
投资利润率
回收率
净现值利润
投资利润贴现率
净资产升值回收率
投资获利百分数
“加权风险”回收率

下面我们用一个钻井前景构造例子来说明怎样计算这些值。图2.2列出了钻井前景的资金流量和有关数据。基于序中所阐述的理由，在这里没有考虑联邦政府税收。

前 景 构 造 数 据

前景名称：“决策方法单位：1号井”

投 资：完整井268,600美元；干井200,000美元

估计可采储量：234 × 10¹²桶；234 × 10¹⁰立方英尺

估价头两年间平均生产率：150 BOPD

将来费用：抽油单位 3年10⁴美元 额外工作5年2 × 10⁴美元

计划井工作利息：100%

平均投资机会率：10%

企业采用的复利类型：年复利，及出现在年中的资金流量

产品和资金流量规划（不考虑联邦政府税收）

年 度	原油产量估计(桶)	年 终 纯 收 入*	将 来 费 用	纯 现 金 流 通
1	54,750	132,900		132,900
2	54,750	132,900		132,900
3	44,600	107,600	10,000	97,600
4	29,200	69,200		69,200
5	18,900	43,500	20,000	23,500
6	12,900	28,600		28,600
7	7,800	15,900		15,900
8	5,200	9,400		9,400
9	3,700	5,600		5,600
10	2,200	1,900		1,900
合计	234,000	547,500	30,000	517,500

* 年终纯收入 = (年终总收入 - 矿区使用费 - 税金 - 作业费用)

图 2.2 钻井前景构造一例中计划流动现金有关数据

支 付

资本投资项目的支付时间被定义为积累纯收益一直到等于投资资本的这段时间，换言之，就是把已投资的资本全部回收所需的时间。就这一点面论，支付时间是在先期项目中形

成的流动资金速度的近似度量。支付时间是比较容易计算的一个数字，能用“税收前”、“税收后”的收益这样的术语来描述。在支付时间后除了收益率外，它并没有告诉决策者任何东西，并且也没有考虑到投资机会的总的获利能力。所以，它本身不能作为衡量投资价值的充分标准(尺码)。

如果我们为一项给定的投资项目建立一个特别账目，那么我们就可注意到积累“项目账目”看作是时间的函数。把一个“项目收支平衡”绘出图来，其图象就称为现金状态曲线。如图2.3所示。注意在零点账目是一个负值，其大小等于初始投资。把从项目中获得的收入记入帐目。

根据定义，到帐目平衡即确切为零时所经过的时间就是支出时间。支付后的总收益代表方案产生的新资本。很明显在所有别的因素相同的情况下，决策者可能乐意选择支付时间最短的投资项目。

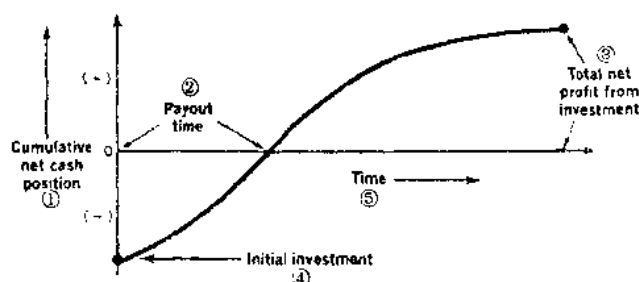


图 2.3 资金积累状态曲线

①纯资金积累状态；②支付时间；③由投资得到的总的收益；④初始投资；⑤时间

第一年估计纯收入为132,900美元(图2.2第五行)。第一年结束时，268,600美元初始投资的未能补偿的部分是： $268,600 - 132,900 = 135,700$ 美元。第二年结束时，仍不能补偿初始投资的差额是135,700美元，减去第二年的纯收入即 $135,700 - 132,900$ 美元。第三年补偿这个剩余差额需要 $\frac{\$2,800}{\$97,600} = 0.029$ 年。所以，支付时间为2.029年。

多年来，支付时间作为钻井前景构造经济分析中的一个有机组成部分而被广泛地应用，它是一个有用的参数，能够比较早期方案中的相对利润率。但正如我们前面所说的，这种参数并不能反映或估量在资本支出决策中有关获利能力的各个方面。

投 资 利 润 率

在价值尺度方面，支出时间的弱点就是不能反映投资项目的总效益。而投资利润率正是反映总获利能力的一种尺度，它被定义作无折扣纯利润同投资的比率，是一个无量纲的数字，反映了投资项目中单位美元所带来的新的收入，有时称作投资回收率，或简记为ROI。无折扣投资回收率(ROI)计算的例子：

无折扣纯收益 = 总纯现金收入 - 投资 = 617,500美元 - 268,600美元 = 248,900美元

$$ROI = \frac{248,900 \text{ 美元}}{268,600 \text{ 美元}} = 0.927$$

一些公司用投资纯收益率来代替上面的比率，有时把这种比率称为“杠杆比率”，如在上例中该比率应为：

$$\text{投资纯收益率（杠杆比率）} = \frac{517,500 \text{美元}}{268,600 \text{美元}} = 1.927$$

对单井前景来说，该比率的分母通常是该井的钻井费用。

如果在获得收益以前，费用超出了时间周期，那么有时采用最大资金投资额作分母来计算该比率。但当该项用作分母时，该比率并未从项目中得到补偿，这种投资专项称之为“最大解囊现款”。在资金积累状态曲线上表现为最低负值。

计算这种比率比较简单，也能用“税前”或“税后”的值加以说明。这个参数是投资总效益的尺度，并不需要详细的流动资金，在钻井经济学中，人们常常把这种比率和支出时间相提并论，以给出两个相关的利润指标。投资利润率的主要缺点是不能反映项目收益状态的时间效益。两种投资机会可以具有相同支出时间和资本投资利润率，只不过资金回收状态仍可能有很大差别。

例如：考虑表2.1中A和B，它们有相同支出时间和相同投资利润率。如果要选择这两个方案之一，大多数决策者宁愿要A，而不愿选择B，这是因为方案A获得总收入的时间只是方案B的一半。很显然，投资利润率和支出时间这两个参数都没能刻画流动资金状态的时间效率。

表 2.1 两种假想的钻井前景构造的比较

	前 景 构 造 “A”	前 景 构 造 “B”
油井早期生产率估计：	150BOPD	150BOPD
作业费用美元/月	575美元	575美元
投资	150,000美元	150,000美元
支出时间，月	14.8←相同→	14.3
可开采储量	200,000 × 10 ³ 桶	243 × 10 ³ 桶
生产寿命	15年	30年
总纯收入	485,500美元	589,000美元
(2.92美元/桶，土地使用费1/8，国家生产税5%)		
总生产费用	-103,500	-207,000
总寿命 × $\frac{12 \text{月}}{\text{年}} \times \frac{575 \text{美元}}{\text{月}}$	382,000美元	382,000美元
加班费 7 年	-20,000	-20,000
初始投资	-150,000	-150,000
纯利润	212,000美元	212,000美元
投资利润率	14.1←相同→	14.1
(212,000美元/150,000美元)		

为了强调说明这一点，我们不妨再举一个不同的例子，假设你今天投资1美元，有两种方案：其一，三年后可得3美元；其二，十年后可得4美元，你愿意选择哪一种方案呢？大多数人都会选择前者，尽管后一种方案投资利润率高一些。

货币时间价值讨论

要反映某些效益尺度中将来流动资金状态的时间效率，通常的方法就是采用“货币时间

价值概念”——复利和贴现。我们暂时不谈这一点而去总结货币时间价值的基本方面。所有将要讨论的价值尺度（利润率、纯现值等）都包括复利或贴现之因素^[1]。

首先我们来定义几个基本术语

C = 在指定时间内资本总额的价值——通常从初始时刻零起计算。

S = 资本总额价值几年后的利息。

j = 名义年利息率。（小数）

i = 有效年利息率。

n = S 和 C 中间年数间隔。

m = 年利息率周期。

i_m = 每个利息率周期的实际利息率 $i_m = j/m$

所有货币时间价值的讨论都一般地基于下列关系：

$$C(1+i)^n = S \quad (2.1)$$

方程（2.1）被称为复利方程，反映了未来的价值 S 和今天的货币总额 C 之间的关系。项 $(1+i)^n$ 称为复利因子。（2.1）两边同除 $(1+i)^n$ ，得一个变形后的方程，叫做现值方程

$$C = \frac{S}{(1+i)^n} = S \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] \quad (2.2)$$

上面等式中用到的利息率 i 常常叫做贴现率。

认识到 C 和 S 在价值上相等是很重要的，尽管相隔 n 年。

例：如果100美元的投资年复利10%，问四年后，升值是多少？

$C = 100$ 美元 $i = 0.10$ $n = 4$ 年。 $S = ?$

由方程2.1

$$100(\text{美元})(1+0.10)^4 = S$$

$$100(\text{美元})(1.4641) = S, \quad S = 146.41(\text{美元})$$

因此，年复利为10%的100美元投资，4年后升值到146.41美元，如果用10%描述货币时间价值，那么，今天得到100美元并不比四年后得到146.41美元多或少。说今天的100美元将变成146.41美元和说四年后获得的146.41美元有100美元的现在价值是一回事。

方程2.1或2.2提供了一种比较在不同时间得到的货币总额价值的方法。在大多数石油估价中比较货币价值总额（流动资金）在时间方面的共同点通常是现在时间，即时刻0。所以，方程2.2将会被更频繁地使用。方程2.2括号内的项称为贴现系数，这些系数可由表中得到。

关于复利和贴现的几个一般说明：

1. 我们通常用每年的名义利息率谈复利和贴现，若投资每年只得到一次利息（年复利）；则名义和有效利息率（ j 和 i ）是相同的，如果投资利润周期少于一年，如1/4年，有效利息率略高于名义利息率，当名义利息率和复利频率已知时，通过下面的关系式可以计算有效利息率。

$$i = \left(1 + \frac{j}{m} \right)^m - 1 \quad (2.3)$$

注：[1]对复利概念史感兴趣的读者可以阅读《利润计算史简介》一文，作者G.W.史密斯。发表在1967年10月工业工程杂志18卷10号，569页至574页，醒目的题目把这一概念上溯到公元前2300年，描述了16世纪研制利息表的重要贡献。

当然，在年复利周期短于一年的情况下，实际年利率要大于名义年利率。为什么呢？这是因为在一年的一部分中获得的利息，在一年中剩下的一部分中重新又获得利息。

例：一个银行广告：

当名义利息为4.85%，年复利周期数为4时，则年收益为4.93%（银行有时称4.93%为收益），这是怎样计算得来的呢？

j = 每年的名义利息率 = 0.0485

m = 4 每年的利息周期数

i = 每年的实际利息率 = ?

由方程2.3

$$i = \left(1 + \frac{0.0485}{4}\right)^4 - 1 = 0.0493$$

一季度获得复利4.85%等于每年得复利4.93%。

定义实际利息率“ i ”的另一种方法如下述：“若1美元一年积累到 $1+i$ 美元，那么年有效利息率就是 i ，用百分率表示就是 $100i\%$ ”。

2. 在连续等量支出的情况下，如果资金是在每个成功的利息周期的末了得到的话，那么就可以利用下面的公式来计算一系列连续流动资金的总的现在价值。

$$C = I \left[\frac{(1+i_m)^{n'} - 1}{i_m(1+i_m)^{n'}} \right] \quad (2.4)$$

式中 I 是每一个利息周期末了的等量支付， n' 是利息周期总数，方程2.4是方程2.2对一系列等量流动资金的综合。

3. 获得或支付流动资金的时间不一定和利息周期的时间相符合。复利和贴现的概念并不依赖于获得流动资金的时间。因此我们谈年复利也可说每天存款，或谈日复利，但也可每五年存款一次等等。

4. 有时用连续复利或贴现是方便的。我们排除利息周期接近0的情形（每年利息周期数 m 变为无限），连续复利在计算上有一定的优点。方程2.1和2.2的指数项形式稍有不同，关于这一问题在附录C中详细讨论。

5. 在流动资金分析中用到的复利类型（年的、月的、天的、连续的等等），收款方式（年末的、年中的、月的、均匀的等等）应该反映公司财政和所考虑方案的财政实践，本书附录部分包括下列情况的贴现系数表。

	附录
年复利，年中流动资金	A
年复利，年末流动资金	B
连续复利，一年中的任何时刻都有大量流动资金	C
连续复利，连续年流动资金	D

每一个附录部分都介绍了怎样应用和理解这些表格。所以本章中的例子都用到了附录A中的贴现系数。一般说，对于贴现率过低的各种复利类型（少于25%），贴现系数差别并不很大，而贴现率过高时，贴现系数会产生很大差别。这样，用能在很大程度上适合公司资金收入和支出方法的流动资金方式和复利类型就变得必要了。

在简明地讨论了货币时间价值的重要方面以后，我们现在转向获利能力尺度的讨论。回