

# 不确定条件下的项目 评估技巧



A·M·卡马克 著  
白英 杨毅 陈路 译  
陆庆邦 译校

石油大学出版社

# 序 言

本文研究的是如何评价具有不确定结果的事件。虽然现在已普遍认识到这个问题，但是通常对这一问题的考虑不如对投资项目进行详尽的成本—收益分析那样明确。列出不可预见费和进行敏感性分析一直被当作是某种部分补偿的手段。不过在大多数情况下，我们仍旧不考虑或不记录项目中各种事件的有关不确定性程度的宝贵信息，而是把项目收益作为单一结果来估计和报告的。

本文建议对于项目成本和收益估计的各种因素的最可行的判别方法用概率分布记录下来，将这些概率分布用正确的数学方法计算总和以求得项目利润率或净现值的概率分布。这种方法不能消除因信息有限和不完整给判定事件及其关系带来的问题，也不能提供一个独特而简单的公式以便在若干风险程度不同的项目或项目战略中进行选择。但是这种分析肯定并主张充分利用那些影响到项目结果的有关事件的有用信息并将其正确地转换为有关不确定项目结果的信息。如果项目的收益不是以单一收益率或以没有定义发生可能性的可能收益的宽阔的范围来描述、而是以概率分布表示的话，有关项目的决策将更加容易和更为明智。

本文应被看成是为进一步研究提供一个概念性的框架，今后将进一步研究概率评价方法的实际应用范围和局限性以及如何据此进行项目决策。世界银行的路易斯·波里奎因先生和泰瑞克·侯塞因先生目前正在调查几个实例。作者同他

们进行了多次讨论,获益非浅。作者还要感谢经济局经济部门与项目处的赫尔曼·G·凡德泰克先生和詹·德威勒先生的帮助和建议,以及为本书初稿写出书面意见的世界银行工作人员,他们是经济局的B·柏拉萨先生,L·戈晏先生,A·孔杜先生,M·施伦克先生,A·E·帕曼先生和D·J·伍德先生;项目局的D·S·帕兰廷先生,S·Y·帕克先生,M·皮卡里先生,L·波里奎因先生,A·P·晋萨先生,V·拉亚戈帕兰先生,S·高桥先生和V·沃特思先生。

但是本文所论述的观点是作者个人的,并由他独自负责。

A·M·卡马克  
经济局局长

# 目 录

## 第一篇 概率分析

|                     |        |
|---------------------|--------|
| 第一章 引言              | ( 1 )  |
| 第二章 不确定事件的评价        | ( 8 )  |
| 一、期望的表述             | ( 8 )  |
| 二、概率的表述             | ( 9 )  |
| 三、概率表述有利于总和         | ( 10 ) |
| 四、概率方法利用更多信息        | ( 11 ) |
| 五、概率表述可经受有意义的经验性检验  | ( 13 ) |
| 六、概率分布的估计           | ( 13 ) |
| 第三章 不确定条件下项目收益的概率评价 | ( 16 ) |
| 一、概述                | ( 16 ) |
| 二、相加问题              | ( 17 ) |
| 三、不同方法相加概率分布的说明     | ( 20 ) |
| 四、两种估计方法的讨论         | ( 24 ) |
| 五、关于概率评价的概念性问题      | ( 27 ) |
| (一) 带偏差的估计          | ( 27 ) |
| (二) 相关性             | ( 31 ) |
| 六、项目评价中的特殊不确定性问题    | ( 34 ) |
| (一) 年净收益的不确定性       | ( 34 ) |
| (二) 均等的相关与不相关年收益    | ( 35 ) |
| (三) 年收益包含不确定趋势      | ( 39 ) |

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| (四) 项目寿命期 .....               | (43) |
| (五) 估计年收益的概率分布 .....          | (43) |
| 七、概率分布相加的小结与结论 .....          | (45) |
| <b>第四章 在不确定条件下的项目决策</b> ..... | (48) |
| 一、简介 .....                    | (48) |
| 二、一个决策问题的虚拟案例 .....           | (49) |
| 三、项目评估和效用理论 .....             | (51) |
| 四、公共投资决策 .....                | (55) |
| 五、选出的一些决策问题 .....             | (58) |
| (一) 信息的价值 .....               | (58) |
| (二) 可供选择的项目战略 .....           | (60) |
| (三) 和时间有关的问题 .....            | (62) |

## 第二篇 案例说明

|                              |      |
|------------------------------|------|
| <b>第五章 评估模型的建立及其发展</b> ..... | (67) |
| 一、建立模型 .....                 | (67) |
| 二、标准模型的运用 .....              | (70) |
| (一) 敏感性分析 .....              | (71) |
| (二) 风险评估 .....               | (72) |
| (三) 用一般模型作可行性评估 .....        | (72) |
| (四) 后评估 .....                | (73) |
| <b>第六章 案例说明——公路项目</b> .....  | (74) |
| 一、模型 .....                   | (74) |
| 二、敏感性分析 .....                | (82) |
| (一) 延迟的好处 .....              | (82) |
| (二) 更多信息的价值 .....            | (83) |

# 第一篇 概率分析

## 第一章 引言

本文的首要目的是提出一个可评估投资项目风险的方法。第二个目的是表明在各类决策问题中如何进行项目风险的定量评估。总的来说，研究的重点是评估的方法和量度问题，而不是表述各种各样的不确定性问题，也没有花太多精力去研究那些在项目评价时不能直接运用的理论。众所周知，不确定性到处都有，因此没有必要去研究不确定性的一般表述，而是要去鉴别每一特定事件中不确定性的特定来源。总之，本文所涉及的不确定条件都是某一特定项目所独有的，而不是那种“普遍的”在一国之内影响到所有项目结果的不确定性。

本文不打算为政府投资当局或国际贷款机构推荐一个关于实施其结果不确定的项目的“最佳”方法。这样做无异是自以为是地指点一国政府如何进行国民收入分配或如何进行货物和劳务的组合来适应国内市场。推进经济发展与避免任何风险的政策显然是不相容的（简直没有一个有价值的项目是不含风险的）。但大多数人会同意另一个极端，如果一个项目有相当高的概率会得到坏的结果就不应该实施这一项目，否则将对国家现存的良好经济状态造成巨大损害。不过，在这二者之间的选择还有许多不同，能否符合要求将取决于决策者和他们的委托人对风险的主观好恶。

本文详细论证了如何评估的问题并概括提出了有关项目相对风险程度的量度。一般认为，一个“好”的风险判别是做出“最佳”决策的重要成分。实际上，在众多的经济收益不确定的投资项目中进行选择时，有一样是共同的：决策人都需要对评估中所应用的收益量度的可能性做出判断。一些人认为最相关的收益量度即是“最可能的”（众数），另一些则只取一个保守的估计，即具有“超过正常的 很高的 机会”，还有一些人则考虑一整套项目的收益及其各自的可能性<sup>①</sup>。

本文不提供有关不确定性的所有决策理论的全面描述，因为这些内容可在其它地方找到<sup>②</sup>，这些综述虽然对学生和研究人员来说是有帮助的，但大多数时候却没能解决实践中所遇到的问题。这里仅提供了一小组不确定性的假设和决策准则<sup>③</sup>。就作者看来，对于项目评价中出现的大多数问题，它们给出了最有用而且一般来说是正确的处理方法。

在评估项目时普遍采用的方法需要计算各个项目的收益和在此基础上对不同项目进行选择的标准<sup>④</sup>。简单地说，不确定性问题的实质就是影响到某个具体行动方案结果的许多变量是不受计划人或决策人控制的<sup>⑤</sup>。因此考虑到不确定性因素的项目评估包括：（1）判断出现不可控制变量的可能性；（2）计算每个项目“所有的”可能结果或收益；（3）根据各个项目的可能收益来选择项目的标准。

第二章简要评价了不确定性的性质和判断的种类，这些判断是决策过程的基本环节。有一个概念受到特殊重视：即与大多数决策相关的不确定性最好用决策人对于该不确定事件的各种结果发生可能性的主观信念来表示。当然这种概率分布可能或多或少有某些事实根据，从这个意义上讲也多少

可被称之为“客观的”<sup>⑥</sup>。然而，对任一特定事件来说，如果可能而又花费不大的话，人们还是希望得到更多的事实根据。这里我们假定无论一个事件的概率分布中主观成分较多还是客观成分较多，对做出决策来说都没有什么区别。采用一种仅由于不确定事件的结果或其概率分布不能确定就无法考虑变量的决策理论，是一个糟糕的错误。忽略变量的错误比行为上的错误更为严重。只有可量化的“客观”根据才会被承认，事关重要的只是这个事件对决策是否有重要意义，而不是对事件结果的估计或其概率分布是主观的还是客观的<sup>⑦</sup>。

在不同管论中有许多不确定性的表征方法，概率方法被单独挑选出来主要是因为这种方法最有助于对那些受各种不确定性因素影响的项目的可能结果进行评价。本文显示了影响到项目最终结果的许多基本变量和参数的概率判断是如何总和成为最终结果的概率分布的一个估计。建立这样一种估计的优越性很多，（1）一般来说基本事件的结果比项目的结果容易判断；因为这类事件频繁出现，而项目通常在某些方面是独一无二的。（2）比起评估项目的总体效益，评估下雨、生产功能或价格这类事件时很少有情绪的偏差而有较多的事实根据。（3）在各类“简单”事件结果的判断中利用了许多应该是最了解这些事件的专家的经验。（4）从每一基本因素的特殊分布的知识到项目最终结果的概率分布，可以理想的调整项目。

概率的“主观”定义包含着一层意思，即估计过程本身既是一种技巧，也是一门科学。估计中判断的质量取决于变量的本质和评价人将其观察结果和经验进行内插和外延的专门技能。一般情况下，良好判断的必要先决条件是：（1）了

解该事件过去的结果(经验和数据);(2)了解各种基本关系,这些关系可以解释为什么该事件过去的结果会不相同,将来的结果如何变化(模型);(3)有一个关于模型与数据相互关系的正确的解释程序(统计)。在某种程度上,规范理论、有关专业的专门知识以及分析工具都有助于估计过程。这里假定项目评价人已经掌握这些知识,本文不对此做详细阐述。

第三章讨论如何将各有关因素和参数的概率分布总和为项目经济收益的概率分布。以往惯用的评价方法基本上忽视了或没有适当处理各种因素的不确定估计结合在一起的情况,尽管对于这些总和问题至少可能提出一个独特的正确方法。一个人在做一个项目的经济评价中所选择的系数,对项目结果的预测以及它们之间相互关系的估计,总是个在相关理论和专业知识技能范围里的主观判断问题。负责机构对这些主观判断的控制取决于它能否雇用有能力的工程师、农艺师和经济师等等。这些人能提出当前最高水平所能达到的最佳判断。与之相比,清晰地规定出来总和的方法本身能够也应该使影响项目成本、收益的各相关因素的所有信息和判断尽可能广泛和尽可能正确地传播。

第三章所讨论的概率评价或风险分析无非是提出在将关于影响到项目最终结果的许多事件的概率判断加以总和时要使用适当的概率计算。如同人们通常所接受的 $2+2$ 等于 $4$ 而不等于 $5$ 一样,总和不确定事件的概率分布时也存在符合逻辑的规则,虽然这并不那么普遍地为人所知。这些规则没能被更广泛地应用,其主要原因是在应用中需要复杂和大量的计算。然而今天高速计算机的出现使其应用不仅是理想的而且是切实可行的了。唯一例外是对所有影响项目净收益的变量

和参数都取最悲观值时仍得出令人满意的收益率。或反过来说，在全部都取最乐观值时仍得出不满意的收益。在这种情况下，做一个概率评价仍会满足某些智力上的好奇心，但对整个项目决策来说却是多余的了。然而即使是在这种情况下，如果目的是要考察项目实施的各种不同方式的话，做概率评价仍然是有用的。

第三章的基本目的是要用一些高度典型化的假设成本、收益流说明为什么将概率计算应用于总和是重要的，并显示净收益流的现值对各基本事件的概率分布及其相互关系的敏感度。简要阐述了用一个模拟样板来进行近似的方法，并建议用这种方法估计实际项目回收率的概率分布。这种方法计算简便，对各类模型都可适用，只要用适当的样板来逼近最终分布，就能够用这种方法建立概率分布<sup>⑧</sup>。只有在对模型的假设限制非常严格时，对于总和的分布才用数学法计算总和变量的平均值和标准偏差。概率分布的数学总合也可用于局部分析。

当然，项目评价的最后的阶段是对各种可选择的项目或者已定的项目应采取的行动方案进行排队。遗憾的是：准确的推荐方案只能根据总和的方法做出。各种不同行动方案的选择受项目结果的不确定性支配，如同概率分布的估计那样。这种选择包含大量的主观判断。大多数的决策很难用任何客观的方法如“对”或“错”来划分（在先验的意义上），不管效用或优先选择是如何定义的。有关公共项目的决策提出了收益和成本的分布问题，但也必须考虑关于风险的各种不同偏好。第四章将讨论一些这类决策问题。但是当理论不能给出一个关于这些问题的唯一普遍适用的答案时，决策者要做出决策仍然十分明显地希望知道各种不同方案的

实施结果的可能性。因此，项目评价如能提供这方面的信息就更好了。另外，还有某些涉及项目评价的有限的活动，如收集更多的信息和关于顺序决策的策略，使得在概率决策的框架中做出最好的评价。第四章将简要讨论概率信息在这类决策问题中的运用。

进行不确定性的项目评估的实际方法和问题将在第二部分中论述。任何明显含有不确定性的数量评估都要求建立一个数学模型。第五章说明了准备一个正规的模型并不需要特别的数学技巧，并讨论了这类模型的几种用途，特别是当编成程序用于计算机计算时的用途。全文所讨论的方法的应用说明在第六章和第七章中给出。

### 注释：

① 或如 Marshak 说的：“我们不是假设有一个知晓未来事件的人。而是设想有一个知道未来事件概率的人。我们可将这种情形称之为一种机会的游戏。虽然这仍是对现实的不完全预测，但总比通常所认为的有人相信他们自己是先知要好得多”。(J·marshak “货币和资产理论”，经济学，1938)。

② 例如：K·J·Arrow “风险选择理论的几种方法”，经济学，19：404~407，1951；M·弗黑德曼和L·T·Savage “风险选择中的效用分析”，政治经济学杂志，LVI，1948年3月；R. Dorfman，“基本经济和技术概念”，A·Maas, et al, “水利资源系统设计”，哈佛大学出版社，1962；D·E·Farrar，“不确定条件下的投资决策”，Prentice-Hall，1962。

③ 本文的论点与F·Modigliani和K·J·Cohen的方法几乎相同，他们写到：“……可能本阶段最好的工具是所谓的‘期望效用’理论……从某种理性行为的基本假设出发，这一理论表明决策人得到的有关一个不确定事件的信息可用一个‘主观的’概率分布表示，这里存在一个效用函数，决策人的作用是竭力使效用的期望值达到最大，……”

④ 这些标准基本上来源于一个决定论的模型，它假定确切的收益是已知的。

⑤ 这种不可控制的变量可以是价格、收入、人口、劳动力数量及气候。虽然政府可能会对某些变量施行某种程度的控制，但对完全控制并不感兴趣而且也做不到。

⑥ 当然，我们首先假定，该判断来源于无偏见且真诚行事的专家。

⑦ 用弗兰克·耐特建议的术语来说，能够由客观得知概率分布的事件某些时候可被称为“风险”，由主观想象得知概率分布的事件则称之为“不确定性”。但从本文的观点看来这种分类并无意义，原因之一是只有客观程度不同的估计而没有完全主观的估计。原因之二是对于决策来说客观程度并没有必要变更其解释。（F·H·Knight，风险不确定性和利润，波士顿，Houghton Mittlin Co.，1921）

⑧ 在世界银行的若干项目中已应用模拟方法进行概率评价，有关的案例研究和方法学的初步结论参见路易斯·波里昆的“项目评价中的风险分析”一文，刊登在即将出版的世界银行工作人员不定期论文集中。

## 第二章 不确定事件的评价

项目甲投资了数百万美元,预期能为国家带来巨额收益,但事后发现其收益令人失望,甚至不足以收回成本。而在另一地方,项目乙的收益却大大超过其计划阶段所预期的结果。这是否可以象甲一类的项目根本就不能干而乙类项目的投资则应该扩大规模呢?这是个在不确定条件下决策的研究中引起兴趣的问题。一个项目的成功或另一个项目的失败并不能证明是决策上的错误。它们仅仅提出了两类问题,即已实现的结果可被预知还是完全不可预知,如果给出一个“正确”的期望,是否就可以做出“正确”的决策①?

### 一、期望的表述

首先,什么是“正确”的期望?“正确”是否就意味着期望必须为实现的结果所证实?当令我们感兴趣的期望只有唯一的一个结果时则当然不是②。几乎不言而喻,在不确定条件下,没有任何期望可以在这个意义上被期待为“正确”。换言之,一个“正确”期望可以定义为是没有被已实现的结果所否定的期望。运用这一标准,显然只有单值期望的结果很难是合格的。换言之,一个包涵了项目所有可能结果的期望就是“正确”的期望。

遗憾的是,做出决策时并不必须满足这种客观意义上的正确期望,而且表达为期望的主要目的终究是进行选择。在

这种意义上的正确期望甚至不是唯一的。

例如有一份期望表明某一结果在一给定范围内有非常大的可能性，而超出这一范围则极不可能。这一期望就如同说某些可能的结果根本不会发生一样“正确”，因为没有一个是将会实现的结果能否定这一期望。同样正确的是一份期望对不同结果的相对可能性给出数值概念——例如某种谷物的产量有60%的可能为80~100单位，而有40%的可能为100~120<sup>0</sup>单位，因此，正确期望用什么来表述必须从其它角度来挑选。

一些人根据估计偏差的相对客观性来区别关于不确定性的性质的表述是好还是不好。显然，那些用特定的相对可能性来定义可能结果的期望表述不如那些对各种可能性不加区别的期望表述那样为人们普遍接受。同样地，那些可一再重复的一个事件的结果的可能性相对一个不重复事件的结果的可能性来说，争议要少得多。但是不管怎样，期望的客观表述和分析投资者如何行动，或者甚至是应该如何行动之间有什么关系依然不很明了<sup>③</sup>。

## 二、概率的表述

大多数决策理论根据其于决策人在决策时关于不确定结果的实际想法的符合程度而采用一个特定的期望表述<sup>④</sup>。普遍同意的观点是决策人确实考虑项目结果的可能性，因此无论这些可能性仅仅是基于预感的判断或者是基于大量频繁出现的证据的判断，对决策本身来说都没有什么区别。进而在更为有限的程度上，由于项目结果的可能性甚至全部结果普遍都不能客观地确定，目前共同接受的看法是：“事件结果的不确定性(对于行为起控制作用的)基本上是存在于决策人

的头脑里。”<sup>⑤</sup>也就是说，风险评价是主观的。

### 三、概率表述有利于总和

本文的主要部分是说明投资人和项目评价人如何表述一项投资结果的期望值，如利润率，净收益的折现值。对这种投资结果的任何估计一般都需要根据许多有关变量(成本项目、产量、价格等等)的影响以及它们的量值来做出。这大体上就是投资评价的基本含义。当然，同样地，一项不确定条件下投资的各种结果也来源于作为不确定性结果所具有的有关关系式中各有关的不受控制变量和参数的广阔的数值范围。现在，可以令人满意地“客观地”比另一种期望表述更为正确地)说产量、价格和各种成本项目将被限于特定范围。但是如果不考虑可能性，特别是补偿事件的可能性，从有关变量的参数的广阔范围中选出一项估计，比如说利润的估计将导致令人无法接受的结果。

很容易看出，各项期望的结果全是最糟的或全是最好的机会是极少的。无论确定基本概率分布是多么困难，情况也是如此。迄今为止，解决这种总和问题的唯一办法是运用概率计算。我们应当相信的原则之一是一个事件得到有利结果和得到不利结果的概率是一样的，另一条应当相信的原则是对于大量的独立事件全部成功或全部失败同时出现的机会和一些事件得到有利结果而另一些事件得到不利结果的机会是一样的。例如X、Y、Z为独立事件(即它们各自的结果是不相关的)，概率计算告诉我们，三个事件同时出现最不利结果的概率等于每个事件出现最不利结果的概率的乘积<sup>⑥</sup>。

为了说明这种总和效果，我们可以假设一个简单的例

子，这个例子给出的是一个代表国家利益的决策者所选择的内容，而不是一个独立单位的决策者通常所选择的内容。假设一个国家计划部门收到一份投资为100万美元的建议，其资本收益是1000万美元，但同时也存在完全失败的可能，即损失100万美元。可以想象这时该机构的负责人就会询问损失100万美元的机会是否到达10%，如果回答是肯定的，这位负责人就可能决定拒绝这个项目，而不再需要去进一步确定更精确的概率了。

现在，再假设同一机构收到另一份关于五个类似项目的建议，这五个项目费用相同，收益的范围也一样，而且各项目的结果是不相关的，即各项目失败的机会对于其它项目来说是独立的。现在的决策就会对各个项目失败的概率极为敏感，因为只有当五个项目全部失败时才会无法回收相当于五个项目成本的总投资。例如：如果各个项目全部失败的概率为10%，全部五个项目投资都无法回收的概率只有十万分之一。如果各个项目完全失败的概率分别是50%或90%，则全部投资无法收回的概率分别为 $1/32$ 或 $6/10$ 。很难使人相信，这些不同的概率不会对计划部门负责人的决策产生影响。很明白，求出这些概率对他来说是利益攸关的。大家可以注意到，不管该机构和其负责人对风险的好恶如何，情况都只能如此。除非他们100%地厌恶风险，那样的话，他们谁也不应当干这项工作。

#### 四、概率方法利用更多信息

一个项目的评价和评定一般都是一组专家共同努力的结果。做一个好的项目评价要靠许多学科的知识，如工程学、

农业经济学、水利学、统计学、经济学、社会学和政治学。在本书所介绍的方法中有一个主要的争论，即一个好的评价应该努力区别各门学科或者各位专家(如学科是由各位专家所体现的话)对项目最终评价和评定各自所做的贡献。特别是在不确定条件下，这些贡献容易被混淆而不易被认识到。所以并不罕见的是一位农业经济学家或一位工程师提出的某个生产函数却反映了他对政治或社会条件的判断，或者因为他们相信政府某些具体的态度应当如此而低估某些参数。相反地，特别是在没有意识到工程师已经把他对技术参数的估计带上“色彩”时，负责评价一个项目各种可能收益的人可能会把技术系数“调整”到他相信(也是最能知晓)是“现实”的水平。当然，有很多合理的相互影响，使不同专家们在准备设计方案时有必要进行合作。但是，除此之外，一个具体事件的计划应该尽可能接近地反映出评价人认为是这个事件在明确给出的条件下的可能结果。事实上，运用概率方法是容易做到这一点的。

当要求一位工程师总结某一特殊事件的设计方案时，比如说一个结定规模的水库的供水量，作为一个个别的数字，他必须抛弃他的许多关于这一事件的知识，由于他知道用自己所提供的这唯一的估计做为基础，而且是收益——成本分析特定估计的唯一一个基础，他会被诱使给出迎合决策者对风险的好恶的估计。他可能会给出一个他知道有很高的概率会被超过的最保守的估计。他也可能给出一个他认为是最可能的结果，或者给出几个结果的中间值等等。

相反地，在挑选项目时，最终决策者必须考虑到各种项目的风险性，这使他处于极为困难的境地。除了向他报告的之外，他不知道实现某些技术事件结果的可能性，而他又必