

文章编号:1000-582X(2003)11-0146-03

# 基于熵的不确定性项目投资决策优化模型\*

周国良

(兰州商学院,甘肃兰州 730020)

**摘要:**投资项目呈现越来越强的不确定性和多样性,投资决策面临着对这些不确定性带来的风险的度量和防范。针对投资项目的不确定性风险,传统的NPV法假设项目投产后总是按决策之初的既定程序进行,而未考虑经营者对未来变化的适时调整,存在一定的局限性。基于源于热力学的熵度量系统不确定性的研究思想,并把它应用到不确定性项目投资决策中,根据熵系统的性质特点建立了不确定性项目的投资决策优化评价模型,并对模型的适用范围和特点进行研究,从而使投资决策运用了数学规划的方法并兼顾投资方案的固有信息和决策者本身的经验,更加科学可靠。

**关键词:**熵;投资决策;优化模型

**中图分类号:**F270.5

**文献标识码:**A

随着市场竞争性的加剧,投资项目呈现越来越强的不确定性和多样性,如何从一组备选投资项目方案中选出最优投资项目方案组合是投资主体或企业家面临的现实问题。在目前的投资项目实践中,投资项目方案往往受技术、经济、环境、社会与文化的综合影响,况且投资主体的目标是多元的,有的目标甚至是冲突的,同时因为市场信息的不完全,投资决策难免会出现不确定性带来的风险<sup>[1]</sup>。

基于熵度量系统不确定性的特征,对不确定性项目的投资决策进行优化分析,并建立相应的评价模型进行分析研究,从而增加不确定性项目投资决策的可靠性和科学性。

## 1 传统的NPV方法分析的局限性

决策分析中的经典问题是从备选方案集中选择最佳方案。决策通常可以划分为确定、风险和不确定型决策。不确定型决策<sup>[2]</sup>是指不同状态的后果已知,而状态集合的概率分布未知情况下的决策。

传统的净现金流量法(NPV法)是将预期的每年净现金流量期望值贴现,计算净现值NPV,若NPV>0,则项目可行。

$$NPV = \sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1+i)^i}$$

NPV方法对未来现金流的不确定性所带来的投资风险,决策者只能通过调整贴现率或调整预期现金流量来反映。NPV方法未能充分考虑未来收益的不确定性,不能很好地回避未来风险,或者利用未来情况良性发展的可能性。

NPV法假设项目投产后总是按决策之初的既定程序进行,而未考虑经营者对未来变化的适时调整。在企业投资决策实践中,大多数项目的投资决策都不是孤立的一次性决策,而与前后各阶段投资决策有着价值继承关系,可能存在这样的情形:未来市场条件的不确定性促使公司加速一项投资,因为投资能创造信息和新的投资机会。

## 2 基于熵的投资决策优化模型<sup>[1]</sup>

熵(Entropy)的概念源于热力学,后由香农引入信息论,现已在工程技术、社会经济等领域得到更多的应用。

熵是系统状态不确定性的一种度量。当系统可能处于几种不同状态,每种状态出现的概率为 $p_i(i=1,$

\* 收稿日期:2003-07-12

作者简介:周国良(1963-),男,甘肃会宁人,兰州商学院副教授,长期从事经济理论的研究。

2, …, n) 时, 该系统的熵定义为

$$E = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i, \text{ 其中 } 0 \leq p_i \leq 1, \sum_{i=1}^n p_i = 1.$$

由熵的定义可看出, 熵具有下列性质<sup>[3]</sup>:

1) 可加性。熵具有概率性质, 所以系统的熵等于其各个状态的熵之和。

2) 非负性。系统处于某种状态的概率必为  $0 \leq P_i \leq 1 (i = 1, 2, \dots, n)$ , 从而系统的熵是非负的。

3) 极值性。当  $p_i = \frac{1}{n}, i = 1, 2, \dots, n$

即等概率的情形时,  $E$  取得最大值为

$$E_{\max} = \ln n.$$

由此可知, 当系统的状态数  $n$  增加时, 系统的熵也增加, 但增加的速度比  $n$  小得多。如果系统仅处于一种状态, 且其出现概率  $P_i = 1$ , 则系统的熵等于零, 说明该系统没有不确定性, 系统完全确定。因此, 可以利用熵的概念来衡量某一评价指标对评价项目投资效果的影响程度。

4) 对称性。系统的熵与其状态出现概率  $P_i$  的排列次序无关。

5) 加法性。系统  $A, B$  相互独立, 系统  $A$  的熵为  $E(A)$ , 系统  $B$  的熵为  $E(B)$ , 则复合系统  $AB$  的联合熵  $E(AB)$  为

$$E(AB) = E(A) + E(B)$$

这就说明由相互独立的系统构成的复合系统的熵(联合熵)等于各单独系统熵(边际熵)之和。

下面根据熵的以上性质, 构造基于熵的不确定性项目的投资决策优化模型<sup>[4]</sup>。

设已选定评价项目的评价指标共  $n$  个, 项目的备选方案共有  $m$  种。  $m$  种方案对应于  $n$  个指标的指标值构成评价指标值矩阵

$$R = (r_{ij})_{m \times n}$$

记  $R$  中每列的最优值为  $r_j^*$ , 即

$$r_j^* = \begin{cases} \max_i \{r_{ij}\}, & j \text{ 指标值越大越好} \\ \min_i \{r_{ij}\}, & j \text{ 指标值越小越好} \end{cases}$$

记  $r_{ij}$  与  $r_j^*$  的接近程度为  $D_{ij}$ ,

$$D_{ij} = \begin{cases} \frac{r_{ij}}{r_j^*}, & j \text{ 指标值越大越好} \\ \frac{r_j^*}{r_{ij}}, & j \text{ 指标值越小越好} \end{cases}$$

对  $D_{ij}$  进行归一化处理, 记

$$d_{ij} = \frac{D_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n D_{ij}}$$

定义第  $j$  个评价指标的熵值为

$$E_j = - \sum_{i=1}^m \frac{d_{ij}}{d_j} \ln \frac{d_{ij}}{d_j},$$

其中,  $d_j = \sum_{i=1}^m d_{ij}, j = 1, 2, \dots, n$

由熵的极值性可知,  $\frac{d_{ij}}{d_j}$  的值越接近相等, 熵  $E_j$  的值就越大。

当  $\frac{d_{ij}}{d_j}$  的值完全相等时,  $E_j$  达到最大, 为

$$E_{\max} = \ln m$$

从以上分析可以看出, 指标  $j$  的熵  $E_j$  越大, 说明项目各种方案在该指标上的取值与该指标最优之间的差异程度越接近。

从熵的观点看, 指标差异程度越小, 指标的不确定性越大<sup>[5]</sup>, 如果决策者认为差异程度越小的指标越重要, 则可将熵值进行归一化后作为该指标的客观权重; 从统计学的角度看, 偏差大的指标更能反映各方案的差异, 如果决策者认为差异程度越大的指标越重要, 则可用熵的互补值进行归一化处理作为指标的客观权重。

$$\text{记 } e_j = - \frac{1}{\ln m} E_j,$$

对  $(1 - e_j)$  归一化, 得到指标  $j$  的客观权重为

$$\theta_j = \frac{1 - e_j}{n - \sum_{i=1}^n e_j}$$

其中,  $0 \leq \theta_j \leq 1, \sum_{j=1}^n \theta_j = 1, j = 1, 2, \dots, n.$

$\theta_j$  的确定取决于评价项目中各方案的固有信息, 因此称之为客观权重。同一评价指标  $j$ , 在不同的开发项目上可能有不同的客观权重  $\theta_j$ 。为了全面反映评价指标的重要性, 再考虑决策者的主观经验判断力, 即将决策者对各指标给出的主观权重  $\omega_1, \dots, \omega_j$  与客观权重相结合, 最终确定各指标的权重为

$$\lambda_j = \frac{\theta_j \omega_j}{\sum_{j=1}^n \theta_j \omega_j}, j = 1, 2, \dots, n$$

对于第  $i$  种方案, 记

$$s_i = 1 - \sum_{j=1}^n \lambda_j (d_i^* - d_{ij}), i = 1, 2, \dots, m$$

其中,  $d_i^*$  为  $d_{ij}$  中的最优值, 以  $s_i$  作为各个方案的熵权系数, 同时根据项目实际情况确定遵循的约束条件, 运用数学规划分析方法选择出最佳的投资方案。

### 3 结 语

基于熵的投资决策优化模型主要是基于熵可以度量系统不确定性的特征, 根据熵的定义和性质来确定各备选方案指标体系的客观权重, 结合决策者的主观权重, 进而评价各方案的综合效益进行方案的优劣比较。该模型方法具有以下特点<sup>[6]</sup>:

1) 决策评价过程既能考虑多指标投资方案的固有信息, 又能考虑决策者本身的经验判别能力。

2) 用模型求解出各方案的熵权系数, 结合相关的约束条件, 运用数学规划方法进行最优方案的选择, 具有较好的科学性和可靠性。

3) 方法直观简单, 具有较广泛的适用性, 可用于

多学科领域的多指标综合评价, 尤其适用于一般中小型不确定性项目的辅助投资决策。

### 参考文献:

- [1] 张文泉, 张世英. 基于熵的决策评价模型及应用[J]. 系统工程学报, 1995(3): 69-70.
- [2] 潘权, 董爱云. 熵技术分析法及其在经济决策分析中的应用[J]. 沈阳化工学院学报, 1999, 13(3): 218-221.
- [3] 郑秀慧, 张清, 罗敏. 熵权系数法在投资项目风险决策中的应用[J]. 科技与管理. 2000, (2): 73-75.
- [4] 范如国, 王志武. 熵权理想点法及其在投资决策中的应用[J]. 武汉水利电力大学学报, 1998, 31(6): 105-107.
- [5] 郭显光. 改进的熵值法及其在经济效益评价中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 1998, (12): 98.
- [6] 陈业华, 邱菀华. 投资项目方案最优决策的广义熵法[J]. 科研管理, 1998, (4): 64-67.

## Research on the Optimization Analysis Method of Investment and Decision for Uncertainty Project Based on Entropy

ZHOU Guo-liang

(Lanzhou College of Commerce, Lanzhōu 730020, China)

**Abstract:** With the uncertainty and diversity of investment project, decision-makers have to cope with the measurement of risk rising and prevention against it from uncertainty. Regarding to the uncertainty risk of investment project, the traditional method of net present value (NPV) shows its limit, for it supposes that the project be able to go on mechanically after it is carried out.

**Key words:** entropy; investment and decision; optimization model

(编辑 刘道芬)