

文章编号: 1005-3026(2002)02-0181-04

一种带有模糊信息的风险 投资决策方法

刘德学, 樊治平

(东北大学 工商管理学院, 辽宁 沈阳 110004)

摘 要: 依据以往风险性投资决策分析的基本原理和风险投资项目的特点, 提出了一种带有模糊信息的风险投资项目决策方法. 在该方法中, 状态概率和项目收益将采用三角模糊数来表示, 并且给出了项目的模糊期望收益、项目收益的模糊均方差及模糊变异系数的定义和计算方法, 同时为了便于项目选择和排序, 还进一步给出了将模糊数映射为期望值的简捷计算公式. 该方法克服了以往风险性投资决策分析方法的不足, 拓宽了应用范围, 最后给出了一个算例.

关 键 词: 风险投资; 决策分析; 模糊期望收益; 模糊均方差; 模糊变异系数; 期望值

中图分类号: F 830.59 **文献标识码:** A

风险投资又称创业投资, 是指以股权形式将资金投入成立时间不长的成长型公司和尚在构思中的“公司”以期获取高额投资报酬的一种投资活动^[1]. 它是一种新型的投资模式, 与传统的投资模式有较大的不同. 从投资决策分析的角度看, 其不同之处主要在于: ①一般项目早期净现金流和收益为负值, 而后期的收益可能很高; ②风险投资公司投资的主要目的并不是为了从风险企业获得分配利润, 而是为了在项目经营一段时间后, 通过投资的退出而赚取股权转让收入; ③投资风险大, 其大小难于确定. 这就决定了传统的投资决策分析方法不能简单的用于风险投资项目的决策分析, 必须加以适当的修正和创新以适应风险投资的特点^[2]. 目前可用于风险投资项目的决策分析方法主要有净现值法^[3]、实物期权法^[4]、综合评价法^[5]等, 这些方法各有其特点和侧重, 都为风险投资决策提供了有效的工具和思路, 但也都有其局限性^[6]. 本文则是考虑风险投资决策的原始信息具有模糊性的特点, 给出一种适用于风险投资项目的决策分析方法.

1 问题的提出

在考虑的风险性投资决策问题中, $F_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 表示备选项目; $C_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 表示

状态; $p_j (j = 1, 2, \dots, n, p_j \geq 0, \sum_{j=1}^n p_j = 1)$ 表示状态 C_j 出现的概率; $x_{ij} (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$ 表示项目 F_i 在状态 C_j 下的收益值. 所谓风险性投资决策分析就是根据原始信息 p_j 和 x_{ij} , 计算出各备选项目 F_i 的期望收益、收益均方差和收益变异系数, 以便于决策者识别项目的收益和风险的大小, 做出决策.

在以往的决策分析中, 状态概率 p_j 和项目收益 x_{ij} 均是精确的. 但在实际应用中, 要得到精确的 p_j 和 x_{ij} 是非常困难的. 通常具有模糊性. 需要指出, 在项目收益构成方面, 风险投资项目与以往投资项目有所不同. 项目收益有净现值、内涵报酬率、现值指数等不同的表述方式, 其计算均是以现金流量为基础. 对于风险投资公司来说, 从一般意义上讲其投资项目的现金流入量由从风险企业获得的分配利润和投资退出所获得的股权转让收入两部分构成. 但对于典型的风险投资项目, 由于其投资目的是为了赚取股权转让收入, 其经营目标是风险企业在退出时的企业价值最大化. 为了实现这一经营目标, 加之风险企业在高速成长时期对资金需要量较大, 在风险企业正常经营期间, 风险投资公司一般并不从风险企业分配利润. 这样, 其投资项目的现金流入量就只有终期(退出年份)

收稿日期: 2001-05-14

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70071004); 国家教育部高等学校骨干教师资助计划项目(教技司[2000]65); 辽宁省自然科学基金资助项目(002012).

作者简介: 刘德学(1961-), 男, 吉林九台人, 东北大学教授; 樊治平(1961-), 男, 江苏镇江人, 东北大学教授, 博士生导师.

股权转让收入,这与传统的投资项目现金流量的构成有较大的不同.因此,通过上述分析,需要对以往的风险性投资决策分析方法进行改进,以适用于风险投资的特点.

2 决策分析方法

基于上述分析,这里依据文献[7~10]给出一种适用于风险投资项目的带有模糊信息的风险性投资决策分析方法.该方法的具体步骤描述如下.

第 1 步:确定状态的模糊概率.将状态概率用语言变量形式来表示,以便于专家对其做出判断,并将语言变量转换为三角模糊数.记状态 C_j 的模糊概率为 $\tilde{p}_j=(a_j, b_j, c_j) (j=1, 2, \dots, m)$ 且

$$a_j \leq b_j \leq c_j \leq 1; \sum_{j=1}^n a_j \leq 1, \sum_{j=1}^n b_j = 1, \sum_{j=1}^n c_j \geq 1$$

.语言变量的档次一般可分为 5 档,即状态出现的可能性很小、较小、中、较大、很大,并且这些语言变量可采用三角模糊数来表示.例如,状态 C_j 出现的可能性很小,可表示为 $\tilde{p}_j=(0, 0, 0.05)$.

假定有 l 位专家(即 Z_1, Z_2, \dots, Z_l)参与项目的投资决策分析(这里设每位专家的重要程度均相同),记专家 Z_k 以语言变量形式给出的状态概率为 $\tilde{p}_j^{(k)} (j=1, 2, \dots, m)$,它可用三角模糊数表示为 $\tilde{p}_j^{(k)}=(a_j^{(k)}, b_j^{(k)}, c_j^{(k)})$,则采用等值加权平均法可得出各状态的模糊概率为

$$\tilde{p}_j = \frac{1}{l} \otimes [\tilde{p}_j^{(1)} \oplus \tilde{p}_j^{(2)} \oplus \dots \oplus \tilde{p}_j^{(l)}] \quad (1)$$

式中 $j=1, 2, \dots, m$.符号“ \otimes ”和“ \oplus ”分别表示模糊数乘法和加法运算.由扩展原理可知^[11], \tilde{p}_j 仍为三角模糊数,即

$$\left. \begin{aligned} a_j &= \left(\sum_{k=1}^l a_j^{(k)} \right) / l \\ b_j &= \left(\sum_{k=1}^l b_j^{(k)} \right) / l \\ c_j &= \left(\sum_{k=1}^l c_j^{(k)} \right) / l \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式中 $j=1, 2, \dots, m$.

第 2 步:计算项目的模糊收益.这里以现值指数^[12]为例来说明风险投资项目收益的计算方法.依据现值指数的含义和前面关于风险投资项目现金流量构成的分析,假定资金为第 1 年初一次性投入,对于风险投资公司来说,其投资项目的现值指数,即项目收益可用下式计算

$$\tilde{x}_{ij} = \left\{ (\tilde{L}_{ij} \otimes \tilde{S}_{ij} \otimes \lambda_i) \otimes \left[\frac{1}{(1+r)^n} \right] \right\} \otimes \frac{1}{T_i} \quad (3)$$

式中 $i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, m$; \tilde{L}_{ij} 为项目 F_i 在状态 C_j 下第 n 年的预计税后利润,即风险企业的预计税后利润,它具有模糊性,用三角模糊数可表示为 $\tilde{L}_{ij}=(o_{ij}, \vartheta_{ij}, \theta_{ij})$,例如,预计税后利润为 18 万元和 20 万元之间,可表示为 $\tilde{L}_{ij}=(18, 19, 20)$; \tilde{S}_{ij} 为项目 F_i 在状态 C_j 下的预计市盈率,即在第 n 年出售风险企业的价格收益比,可以参考与该风险企业在规模、利润率、成长率、资本结构等类似的同行业公司的市盈率加以估计,它具有模糊性,用三角模糊数可表示为 $\tilde{S}_i=(\omega_i, \zeta_i, \Psi_i)$,例如,预计市盈率在 17 和 20 之间偏上,可表示为 $\tilde{S}_{ij}=(17, 19, 20)$; λ_i 为项目 F_i 风险投资公司在风险企业中所占的股权比例,由投资各方协商确定,它为正实数; r 为折现率,事先确定,它为正实数; n 为计划退出年份,事先确定,它为正实数; T_i 为项目 F_i 风险投资公司的投资额,事先确定,它为正实数; \tilde{x}_{ij} 为项目 F_i 在状态 C_j 下的现值指数.由扩展原理可知^[12], \tilde{x}_{ij} 可近似表示为三角模糊数,若记 $\tilde{x}_{ij}=(\alpha_{ij}, \beta_{ij}, \gamma_{ij})$ 则有

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{ij} &= (o_{ij} \omega_i \lambda_i) [(1-r)^n T_i] \\ \beta_{ij} &= (\vartheta_{ij} \zeta_i \lambda_i) [(1-r)^n T_i] \\ \gamma_{ij} &= (\theta_{ij} \Psi_i \lambda_i) [(1-r)^n T_i] \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

式中 $i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, m$.

不同项目的具体情况会有所不同,在计算项目收益时,可参考上述基本原理进行计算.

第 3 步:计算项目的模糊期望收益.依据期望收益的基本含义,定义项目的模糊期望收益为

$$\begin{aligned} \tilde{E}_i &= (\tilde{x}_{i1} \otimes \tilde{p}_1) \oplus (\tilde{x}_{i2} \otimes \tilde{p}_2) \\ &\oplus \dots \oplus (\tilde{x}_{in} \otimes \tilde{p}_n) \end{aligned} \quad (5)$$

式中 $i=1, 2, \dots, m$.

由扩展原理可知^[12], \tilde{E}_i 可以近似表示为三角模糊数,若记 $\tilde{E}_i=(\delta_i, \epsilon_i, \phi_i)$ 则有

$$\left. \begin{aligned} \delta_i &= \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} a_j \\ \epsilon_i &= \sum_{j=1}^n \beta_{ij} b_j \\ \phi_i &= \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} c_j \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

式中 $i=1, 2, \dots, m$.

项目的模糊期望收益反映项目收益的大小,其值愈大,项目收益愈大.

第 4 步:计算项目收益的模糊均方差.依据均方差的基本含义,定义项目收益的模糊均方差为

$$\tilde{\sigma}_i = \sqrt{\mathbb{I}(\alpha \tilde{x}_{i1}, \tilde{E}_i) \mathbb{I} \otimes \tilde{p}_1 \mathbb{I} \oplus \mathbb{I}(\alpha \tilde{x}_{i2}, \tilde{E}_i) \mathbb{I} \otimes \tilde{p}_2 \mathbb{I} \oplus \dots \oplus \mathbb{I}(\alpha \tilde{x}_{in}, \tilde{E}_i) \mathbb{I} \otimes \tilde{p}_n \mathbb{I}} \quad (7)$$

式中 $i=1, 2, \dots, m$; $\mathbb{I}(\cdot, \cdot)$ 表示两个模糊数之间的距离^[10], 其计算公式为

$$\mathbb{I}(\tilde{x}_{ij}, \tilde{E}_i) = \sqrt{[(\alpha_{ij} - \delta_i)^2 + (\beta_{ij} - \epsilon_i)^2 + (\gamma_{ij} - \phi_i)^2] / 3} \quad (8)$$

式中 $j=1, 2, \dots, n$, $\tilde{\sigma}_i$ 可近似表示为三角模糊数, 若记 $\tilde{\sigma}_i = (\varphi_i, \eta_i, \mu_i)$ 则有

$$\left. \begin{aligned} \varphi_i &= \sqrt{\sum_{j=1}^n [\mathbb{I}(\tilde{x}_{ij}, \tilde{E}_i)]^2 a_j} \\ \eta_i &= \sqrt{\sum_{j=1}^n [\mathbb{I}(\tilde{x}_{ij}, \tilde{E}_i)]^2 b_j} \\ \mu_i &= \sqrt{\sum_{j=1}^n [\mathbb{I}(\tilde{x}_{ij}, \tilde{E}_i)]^2 c_j} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

式中 $i=1, 2, \dots, m$.

项目收益的模糊均方差反映项目绝对风险的大小, 其值愈大, 项目绝对风险愈大.

第 5 步: 计算项目收益的模糊变异系数. 依据变异系数的基本含义, 定义项目收益的模糊变异系数为

$$\tilde{v}_i = \tilde{\sigma}_i / \tilde{E}_i, \quad i=1, 2, \dots, m \quad (10)$$

\tilde{v}_i 可以近似表示为三角模糊数, 若记 $\tilde{v}_i = (\rho_i, \pi_i, \tau_i)$ 则有

$$\left. \begin{aligned} \rho_i &= \varphi_i / \phi_i \\ \pi_i &= \eta_i / \epsilon_i \\ \tau_i &= \mu_i / \delta_i \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

式中 $i=1, 2, \dots, m$.

项目收益的模糊变异系数反映项目风险相对于其收益的大小, 其值愈大, 项目相对风险愈大.

第 6 步: 计算模糊期望收益、模糊均方差和模糊变异系数的期望值. 由于模糊期望收益、模糊均方差和模糊变异系数均为三角模糊数, 难以直接比较其大小, 所以需要计算出它们各自的期望值以便于决策者进行决策. 为此, 这里依据文献[10]给出一种关于计算三角模糊数期望值的方法.

设 $\tilde{d} = (d_1, d_2, d_3)$ 为任意三角模糊数, 其左隶属函数 $f_d^L(x) = (x - d_1) / (d_2 - d_1)$ 和右隶属函数 $f_d^R(x) = (d_3 - x) / (d_3 - d_2)$ 的逆函数分别为 $g_d^L(y) = d_1 + (d_2 - d_1)y$ 和 $g_d^R(y) = d_3 - (d_3 - d_2)y$. 显然它们在 $[0, 1]$ 区间上连续、严格递增和递减. 则 \tilde{d} 的左期望值和右期望值分别为

$$I_L(\tilde{d}) = \int_0^1 g_d^L(y) dy = \int_0^1 [d_1 + (d_2 - d_1)y] dy =$$

$$(d_1 + d_2) / 2 \quad (12)$$

$$I_R(\tilde{d}) = \int_0^1 g_d^R(y) dy = \int_0^1 [d_3 - (d_3 - d_2)y] dy = (d_2 + d_3) / 2 \quad (13)$$

将左、右期望值综合可得 \tilde{d} 的期望值为

$$I(\tilde{d}) = \alpha I_L(\tilde{d}) + (1 - \alpha) I_R(\tilde{d}), \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (14)$$

式中 α 为乐观-悲观系数, 如果 $\alpha > 0.5$ 表明决策者是悲观的, 如果 $\alpha = 0.5$ 表明决策者是中性的, 如果 $\alpha < 0.5$ 表明决策者是乐观的. 通常取 $\alpha = 0.5$ ^[11], 式(14)可变成

$$I(\tilde{d}) = (d_1 + 2d_2 + d_3) / 4 \quad (15)$$

因此, 依据式(15)可得 $\tilde{E}_i, \tilde{\sigma}_i, \tilde{v}_i$ 的期望值分别如下

$$I(\tilde{E}_i) = (\delta_i + 2\epsilon_i + \phi_i) / 4 \quad (16)$$

$$I(\tilde{\sigma}_i) = (\varphi_i + 2\eta_i + \mu_i) / 4 \quad (17)$$

$$I(\tilde{v}_i) = (\rho_i + 2\pi_i + \tau_i) / 4 \quad (18)$$

$$i=1, 2, \dots, m$$

显然, $I(\tilde{E}_i)$ 越大, 项目的收益越大; $I(\tilde{\sigma}_i)$ 和 $I(\tilde{v}_i)$ 越大, 项目风险越大, 其中 $I(\tilde{\sigma}_i)$ 反应项目的绝对风险的大小, 而 $I(\tilde{v}_i)$ 反应项目风险相对其收益的大小. 决策者在决策时, 可以参照一般风险性决策的决策准则权衡项目收益和风险的大小做出决策, 其基本原则是选择期望收益相对较大, 风险相对较小的项目.

3 算 例

假定某风险投资公司拟选择 1 个项目进行投资. 现有 3 个备选项目(即 F_1, F_2, F_3)可供选择, 资金均为一次性在第 1 年初投入, 计划以公开上市(IPO)方式退出. 项目收益直接受退出年份的宏观经济形势和股市的影响. 该公司采用专家评议法确定了宏观经济形势和股市出现差(C_1)、较差(C_2)、一般(C_3)、较好(C_4)、好(C_5)等 5 种状态的概率. 同时, 在对税后利润和市盈率进行预测的基础上, 根据式(3)和(4)计算出了项目在各种状态下的模糊现值指数. 状态的模糊概率和各项目模糊现值指数如表 1 所示.

根据表 1 中的数据, 按照前面给出的决策分析方法中的计算步骤, 最终可计算出 3 个备选项目的模糊期望收益、模糊均方差和模糊变异系数的期望值如表 2 所示.

表 1 模糊状态概率和模糊收益矩阵
Table 1 Fuzzy state probabilities and fuzzy benefit matrix

项目	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
\hat{p}	(0.10 0.11 0.12)	(0.19 0.21 0.23)	(0.43 0.46 0.48)	(0.20 0.22 0.23)	(0 0 0.05)
F_1	(0.79 0.91 0.98)	(0.87 1.05 1.11)	(1.08 1.22 1.31)	(1.25 1.39 1.50)	(1.41 1.52 1.68)
F_2	(0.61 0.75 0.83)	(0.79 0.99 1.10)	(1.00 1.19 1.45)	(1.28 1.59 1.77)	(1.63 1.84 2.08)
F_3	(0.96 1.01 1.07)	(0.99 1.04 1.09)	(1.02 1.15 1.20)	(1.15 1.22 1.24)	(1.22 1.25 1.29)

表 2 各项目模糊期望收益、模糊均方差、模糊变异系数的期望值
Table 2 Fuzzy expected benefits, fuzzy mean variances and fuzzy variance coefficients of every alternative

项目	$I(\tilde{E}_i)$	$I(\tilde{\sigma}_i)$	$I(\tilde{v}_i)/\%$
F_1	1.19	0.19	16.33
F_2	1.21	0.29	24.84
F_3	1.13	0.15	13.89

从表 2 中的计算结果可以看出, $I(\tilde{E}_1)$ 、 $I(\tilde{E}_2)$ 、 $I(\tilde{E}_3)$ 均大于 1, 说明 3 个项目都是可行的。将 F_1 与 F_2 进行比较, 发现 $I(\tilde{E}_1)$ 与 $I(\tilde{E}_2)$ 很接近, 而 $I(\tilde{\sigma}_1)$ 和 $I(\tilde{v}_1)$ 却远远分别小于 $I(\tilde{\sigma}_2)$ 和 $I(\tilde{v}_2)$, 即 F_1 的风险远远低于 F_2 , 因此, F_2 是应该淘汰的项目。再将 F_1 与 F_3 进行比较, 发现 $I(\tilde{E}_1)$ 大于 $I(\tilde{E}_3)$, $I(\tilde{\sigma}_1)$ 和 $I(\tilde{v}_1)$ 也分别大于 $I(\tilde{\sigma}_3)$ 和 $I(\tilde{v}_3)$, 是选择 F_1 还是 F_3 , 取决于该风险公司对风险的态度和抗风险的能力, 如果该公司敢于冒风险、抗风险能力强, 可能会倾向于选择 F_1 , 否则可能会倾向于选择 F_3 。

4 结 束 语

针对风险投资决策问题, 提出了基于模糊信息
的投资决策分析方法。该方法克服了以往风险性决策分析方法的一些缺陷和不足, 增强了适应性, 拓展了其应用范围。需要指出, 该方法虽然是针对风险投资决策提出的, 但具有一般性, 其基本原理和思路同样适用于一般风险性决策问题的决策分析。

参考文献:

[1] Tyebjee T T, Bruno A V. A model of venture capitalist

investment activity[J]. *Management Science*, 1984, 30(9): 1051 - 1066.
[2] Wright M, Robbie K. *Venture capital*[M]. Brookfield : Dartmouth Publishing Company Ltd, 1997. 14 - 35.
[3] 刘德学, 尉明. 净现值法的修正及其在风险投资项目评价中应用[J]. 冶金经济管理, 2000, (1): 55 - 57.
(Liu D X, Wei M. Revision of NPV method and its application in evaluating venture capital projects [J]. *Metallurgical Economy & Management*, 2000, (1): 55 - 57)
[4] 赵秀云, 李敏强, 寇纪淞. 风险项目投资决策与实物期权估价方法[J]. 系统工程学报, 2000, 15(3): 243 - 246.
(Zhao X Y, Li M Q, Kou J S. Investment decision on risky project and real option pricing method[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2001, 15(3): 243 - 246.)
[5] 周乃敏. 高技术风险投资公司择项的评价指标体系研究[J]. 技术经济与管理研究, 1999, (2): 36 - 37.
(Zhou N M. Research on the evaluation indexes system for selecting projects of high-tech venture capital forms[J]. *Technoeconomics & Management Research*, 1999, (2): 36 - 37.)
[6] 苏永江, 李湛. 风险投资决策问题研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2001, (2): 53 - 55.
(Su Y J, Li Z. The research on investment decision of venture capital[J]. *Scientific Philosophy & Management*, 2001, (2): 53 - 55.)
[7] Delgado M, Verdegay J L, Vila M A. Linguistic decision-making methods[J]. *Journal of Intelligent System*, 1992, (7): 479-492.
[8] Chen C T. Extension of TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment[J]. *Fuzzy Sets and System*, 2000, 114: 1 - 9.
[9] Liang G S. Theory and methodology : fuzzy MCDM based on ideal and anti-ideal concepts[J]. *European Journal of Operational Research*, 1999, 112: 682 - 691.
[10] Liou T S, Wang M J. Ranking fuzzy numbers with integral value[J]. *Fuzzy Sets and System*, 1992, 50: 247 - 255.
[11] Kaufman A, Gupta M M. *Introduction to fuzzy arithmetic : theory and applications*[M]. New York : Van Nostrand Reinhold, 1985. 141 - 149.
[12] 杨挺干. 投资决策量化方法研究[M]. 北京 : 中国财政经济出版社, 1998. 63 - 67.
(Yang T G. *The Research on the quantitative method for investment decision*[M]. Beijing : China Economy & Finance Press, 1998. 63 - 67.)

A Decision Method for Venture Capital Investments with Fuzzy Information

LIU De-xue, FAN Zhi-ping,
(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110004, China, Correspondent: LIU De-xue, professor, E-mail: liudexuesky@sina.com; FAN Zhi-ping, professor, E-mail: zhipingfan@yahoo.com)

Abstract: According to the basic principles of traditional risky decision analysis and the characteristics of venture capital investment, a decision method for venture capital investment problems with fuzzy information was proposed. In the method, the probabilities of states and the benefits of projects were expressed in the forms of triangular fuzzy numbers and the approach to calculating fuzzy expected benefit, fuzzy mean variance and fuzzy variance coefficient were presented. Further, an approach to converting fuzzy numbers into their expected values was also presented to select the most desirable alternative(s) or rank alternatives. The proposed method overcomes the shortages which occurs in traditional risky decision analysis methods and expands scope of applications. Finally, a numerical example was given to show the use of the proposed method.
Key words: venture capital; decision analysis; fuzzy expected benefit; fuzzy mean variance; fuzzy variance coefficient; expected value

(Received May 14 2001)