

# 集值统计在高技术项目投资 风险评价中的应用

柯孔林<sup>1</sup>,黄继鸿<sup>2</sup>

(1.浙江工商大学金融学院,浙江 杭州 310035;2.杭州电子科技大学管理学院,浙江 杭州 310018)

**摘要:**对风险投资的风险因素进行了系统分析,建立了风险评价的多层次评价指标体系。考虑到专家对风险进行评价时的不确定性和模糊性,提出了一种基于集值统计原理的高技术项目投资风险评价方法,并对专家们判断的可靠度进行了研究,为风险投资机构的投资决策提供参考。

**关键词:**高技术;风险投资;风险评价;集值统计

**中图分类号:**F224.5

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7348(2005)10-0083-03

## 0 前言

高新技术产业投资已成为推动我国经济增长的重要动力。由于风险投资大多是投向新创的高技术企业,各个阶段与环节都包含有不确定性因素,并且是一个链状过程,其中只要有一个环节出现严重障碍,就会导致整个投资项目的失败,从而呈现出较高的风险性。投资风险是指由于各种难以甚至无法预料或控制的因素作用,使投入的资本不能收回或达不到预期收益而造成损失的可能性。如果能在投资前或运营中较准确地预计风险之所在并加以有效控制,就可以大量减少盲目投资或经营不善带来的损失。因此,风险投资公司在选择高技术项目时,除了采取各种手段对项目进行可行性研究外,还要建立科学的项目投资风险评价方法对项目风险进行深入分析评价,以判断是否具有投资价值。

高技术项目大多具有领先性,不具有可参照性,很难收集到历史数据。近年来我国学者对投资风险常常采用专家意见法进行

预测与评估,首先建立投资风险评价指标体系,结合各指标的特性,建立多级模糊综合评价模型,进而得出风险评价结果。这种方法有以下缺陷:①指标权重的确定带有很大的主观性。②该方法可以对风险的大小作出定性的评估,但是无法衡量在专家参与的情况下专家们判断的准确度。③这种风险评价方法要求专家们能够准确地给出每个风险因素的评价值,即每个专家都要对风险的大小进行精确地判断。而在实际过程中,由于客观因素的复杂性、不确定性和动态性,以及专家具有的知识、经验的有限性,使专家们没有把握对每个风险因素作出精确判断。

本文在建立高技术项目投资风险评价指标体系的基础上,提出了一种集值统计的多指标综合评价方法,能较好地克服上述缺点,并应用于投资风险评价中,取得了令人满意的结果,为我国高科技风险投资提供现实可用的风险控制预测工具。

## 1 评价指标体系的确定

### 1.1 风险识别

对投资风险进行度量,首先要对存在的风险进行识别与分析。从各种风险涉及的系统范围而言,高技术项目投资中的风险主要分为系统性风险和非系统性风险两大类。

(1)系统性风险:系统性风险因素主要指由于外部不确定性因素引发的风险,即风险投资公司无法控制和无力排除的风险。主要有以下几个方面:①政策法规风险。指由于国家法律法规、政策体系的不稳定、不健全以及执行过程中的不规范或频繁调整与变化所导致投资项目难以顺利进行或者失败的可能性。②经济风险。指由于宏观经济走势、国家产业政策、通货膨胀等因素导致投资项目经济效果发生负偏离的可能性。③金融与资本市场风险。指金融市场的变化,如利率、汇率、资本收益率变动,以及主板、二板、场外市场等多层次资本市场的规范程度与规模大小给项目投融资带来的不利影响。

(2)非系统性风险:非系统性风险指非外部因素引发的风险,即只与风险投资者和高技术项目本身有关的不确定性因素引发的风险,在一定程度上可以克服或排除的风

收稿日期:2005-02-16

作者简介:柯孔林(1978-),男,浙江三门人,浙江工商大学金融学院讲师,硕士,研究方向为风险管理及投资决策分析;黄继鸿(1978-),男,陕西大荔人,硕士,杭州电子科技大学讲师,研究方向为企业预警、供应链管理。



评价与预测

中国科学评价研究中心合办

险。就我国的实际情况而言,非系统性风险主要有以下几个方面:①R&D风险。R&D风险是指由于进行R&D活动的各种条件的变化所导致的实现R&D预期目标的不确定性。②技术风险。指在高新技术产品创新过程中,因技术因素导致创新失败的可能性,涉及到技术水平、技术前景、技术效果、技术寿命、产品从研究成果转化为现实生产的不确定性等。③生产风险。在高新技术产品的生产过程中,从原料、设备、人力、经费等投入到产品形成,由于各方面条件变化所导致的投资项目预期生产能力的的不确定性。④市场风险。指市场主体从事经济活动所面临的盈利或亏损的可能性和不确定性,涉及到市场需求情况、产品在市场中的竞争力、市场容量是否足够大以能带来足够高的投资回报以及产品营销能力。⑤管理风险。指企业因管理不善导致高新技术产品失败所带来的风险,涉及到企业家和管理班子的素质、企业组织结构、管理层面的决策能力及资本营运能力。

## 1.2 高新技术项目投资风险评价指标体系的确定

在借鉴国内外投资风险评价指标的基础上,根据全面性、系统性、可比性、科学性等原则,本文从投资项目风险的内容、特征及影响因素出发构建投资风险评价指标,如表1。

表1 评价指标体系

主准则层	分准则层	指标层
系统风险	政策法规风险( $X_1$ )	①风险投资政策法规健全程度( $X_{11}$ );②宏观政策法规调整频率( $X_{12}$ )
	经济风险( $X_2$ )	①经济发展水平( $X_{21}$ );②产业政策和投资导向变化( $X_{22}$ );③通货膨胀情况( $X_{23}$ )
	金融与资本市场风险( $X_3$ )	①银行利率变化( $X_{31}$ );②汇率变动程度( $X_{32}$ );③市场投资收益率( $X_{33}$ );④资本市场规模与健全程度( $X_{34}$ )
	R&D风险( $X_4$ )	①理论基础合理性( $X_{41}$ );②人才资源( $X_{42}$ );③信息资源( $X_{43}$ )
	技术风险( $X_5$ )	①技术成熟性( $X_{51}$ );②技术适用性( $X_{52}$ );③技术配套性( $X_{53}$ );④技术生命周期( $X_{54}$ );⑤技术先进性( $X_{55}$ )
非系统风险	生产风险( $X_6$ )	①生产设备技术支持状况( $X_{61}$ );②生产人员构成( $X_{62}$ );③原材料、能源供应状况( $X_{63}$ )
	市场风险( $X_7$ )	①市场需求情况( $X_{71}$ );②产品竞争力( $X_{72}$ );③营销能力( $X_{73}$ );④产品生命周期( $X_{74}$ )
	管理风险( $X_8$ )	①管理者素质和经验( $X_{81}$ );②企业组织合理性( $X_{82}$ );③管理者决策能力( $X_{83}$ );④项目管理机制( $X_{84}$ );⑤财务管理能力( $X_{85}$ )

## 2 基于集值统计的投资风险评价模型

### 2.1 指标层评语集的确定

确定评语集,即在某一个评价指标下,对评价对象给出的评定值,记为 $U$ 。根据我国高新技术项目投资的实际情况及其相应风险评价的性质,本文采用五级评语制,评语集 $U=\{高、较高、一般、较低、低\}$ ,集合中“高”、“低”是指风险的大小,这五个等级对应的分值分别为 $0\sim 0.2, 0.2\sim 0.4, 0.4\sim 0.6, 0.6\sim 0.8, 0.8\sim 1$ 。

### 2.2 评价指标的权重确定

在指标体系中,各指标对目标的重要程度是不同的,当衡量各指标对目标的贡献时,应赋予不同的权重,本文采用区间数判断矩阵的方法计算指标权重。由 $n$ 位专家根据(很重要、重要、一般、不重要、很不重要)5个评判等级给出分准则层的权重。设得区间列: $[p_i^{(k)}, q_i^{(k)}]$ ,其中 $p_i^{(k)}$ 为第 $k$ 位专家认为指标 $i$ 至少应有的权重值, $q_i^{(k)}$ 为最多达到的权重值, $p_i^{(k)} \leq q_i^{(k)}$ 。计算 $\omega_i' = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{p_i^{(k)} + q_i^{(k)}}{2}$ ;和 $m_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (q_i^{(k)} - p_i^{(k)})$ ,则有:

$$\omega_i = \frac{\omega_i'(1-m_i)}{\sum_{i=1}^r \omega_i'(1-m_i)} \quad (1)$$

其中 $r$ 为评价要素的个数,则 $\bar{\omega}=(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_r)^T$ 便是所要求的权重值集合。对分准则

层 $X_i$ 内指标层指标 $X_{ij}$ 的权重分配同样采用上述方法。指标层因素的权重集为 $\bar{\omega}_i=(\omega_{i1}, \omega_{i2}, \dots, \omega_{il})^T$ ,式中 $l$ 为各指标层分别包含的指标个数。

### 2.3 专家评分的集值统计处理

由于主客观方面的因素影响,专家可能对高技术项目的每个风险因素作出精确的判断,使用“大约是多少”、“大概”、“在多少与多少之间”等方式表达他们的区间

估计值。(比如 $[0.3, 0.6]$ ,表示在 $0.3!0.6$ 之间)可以用来对专家们评价风险时的不确定性和模糊性进行描述,记为 $[u_i^{(k)}, u_i^{(k)}]$ , $k$ 表示第 $k$ 个专家,风险较大的用该区间上较大的数值 $u_i^{(k)}$

表示,风险较小的用该区间上较小的数值 $u_i^{(k)}$ 表示。若有 $n$ 个专家,便可以得到 $n$ 个判断区间值,从而形成一个集值统计序列:

$$[u_1^{(1)}, u_2^{(1)}], [u_1^{(2)}, u_2^{(2)}], \dots, [u_1^{(n)}, u_2^{(n)}]$$

这 $n$ 个子集叠加在一起则形成覆盖在评价值轴上的一种分布。这种分布可用下式描述:

$$\bar{X}(u) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \chi_{[u_1^{(k)}, u_2^{(k)}]}(u) \quad (2)$$

$$\text{其中 } \chi_{[u_1^{(k)}, u_2^{(k)}]}(u) = \begin{cases} 0 & \text{其它} \\ 1 & \text{当 } u_1^{(k)} \leq u \leq u_2^{(k)} \end{cases}$$

$\bar{X}(u)$ 被称为样本落影函数。那么风险大小的估价值便可以由下式获得:

$$\bar{u} = \int_{u_{\min}}^{u_{\max}} u \cdot \bar{X}(u) du / \int_{u_{\min}}^{u_{\max}} \bar{X}(u) du \quad (3)$$

其中 $u_{\max}$ 和 $u_{\min}$ 分别为值 $u$ 可能取得的最高、最低值。可以证明如下:

$$\int_{u_{\min}}^{u_{\max}} \bar{X}(u) du = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n [u_2^{(k)} - u_1^{(k)}] \quad (4)$$

$$\int_{u_{\min}}^{u_{\max}} u \cdot \bar{X}(u) du = \frac{1}{2n} \sum_{k=1}^n [(u_2^{(k)})^2 - (u_1^{(k)})^2] \quad (5)$$

由此可得:

$$\bar{u} = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n [(u_2^{(k)})^2 - (u_1^{(k)})^2] / \sum_{k=1}^n [u_2^{(k)} - u_1^{(k)}] \quad (6)$$

这种处理方法不仅可以处理不确切的判断,而且很方便地集中了多种不同意见,减少了专家判断中的随机误差。当 $n$ 个评价区间的分布比较集中时,说明专家们对风险大小判断的把握程度较高,意见一致时, $\bar{X}(u)$ 的形状比较“尖瘦”;反之,若判断区间不集中,意见不一致时, $\bar{X}(u)$ 的形状比较“扁平”。更重要的是,集值统计可以充分利用专家判断过程中的信息,除获得 $\bar{u}$ 外,还可以通过分析 $\bar{X}(u)$ 获得专家们对风险大小判断的把握程度。

故令 $\bar{u}$ 的置信度 $b$ 为专家判断可靠程度的一种度量:

$$b = \frac{1}{1+g} \quad (7)$$

$$\text{其中 } g = \int_{u_{\min}}^{u_{\max}} (u-\bar{u})^2 \cdot \bar{X}(u) du / \int_{u_{\min}}^{u_{\max}} \bar{X}(u) du \quad (8)$$

可以证明:

$$g = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^n [(u_2^{(k)} - \bar{u})^3 - (u_1^{(k)} - \bar{u})^3] / \sum_{k=1}^n [u_2^{(k)} - u_1^{(k)}] \quad (9)$$

显然, $g$ 越大,即说明专家判断的可靠度 $b$ 越小,反映了专家整体上对风险评价的把握程度越小。

2.4 高新技术项目投资风险的综合评价

高新技术项目投资风险综合评价计算公式如下:

$$Z = \tilde{\omega} \tilde{\omega}_i \bar{u}_i \quad (10)$$

其中 $\tilde{\omega}$ 为分准则层指标的权重集,  $\tilde{\omega}_i$ 为指标层指标的权重集,故最终评价结果 $Z$ 取值范围在0~1之间,分值越高,说明项目在所有评价指标上的综合表现越佳,从而总的投资风险越低;反之分值越低,项目投资风险越高。

3 应用

某风险投资公司对拟投资的一个高技术项目的风险进行综合评价,为了更直观地了解评价结果,本文给出评价结果分类,评价分值落在0.8~1.0之间为优,表示该项目总的风险很低;分值落在0.6~0.8之间为良,表示该项目总的投资风险低;落在0.4~0.6之间为中,说明总的投资风险一般;落在0.4以下为差,表示总的投资风险高。聘请10位风险投资专家参与调查分析,按上述评价模型计算指标权重和评价结果,过程如下。

3.1 指标权重的确定

(1)分准则层指标权重。10位专家对分准则层指标评判的区间如表2。

由表2可得 $\omega_1' = 0.27, \omega_2' = 0.265, \omega_3' = 0.295, \omega_4' = 0.41, \omega_5' = 0.69, \omega_6' = 0.38, \omega_7' = 0.77, \omega_8' = 0.665; m_1 = 0.08, m_2 = 0.085, m_3 = 0.095, m_4 = 0.07, m_5 = 0.09, m_6 = 0.08, m_7 = 0.07, m_8 = 0.085$ 。由式(1)得 $\omega_1 = 0.072; \omega_2 = 0.07; \omega_3 = 0.078; \omega_4 = 0.111; \omega_5 = 0.182; \omega_6 = 0.102; \omega_7 = 0.208; \omega_8 = 0.177$ 。

从而分准则层指标权重集 $\tilde{\omega} = (0.072, 0.07, 0.078, 0.111, 0.182, 0.102, 0.208, 0.177)^T$ 。从分准则层指标权重集可以看出, 技术风险、市场风险和管理风险是评价指标中权重

表2 分准则层评判表

	政策法规风险	经济风险	金融资本市场风险	R&D风险	技术风险	生产风险	市场风险	管理风险
专家1	[0.2,0.3]	[0.1,0.2]	[0.1,0.3]	[0.3,0.4]	[0.7,0.9]	[0.3,0.4]	[0.8,0.9]	[0.6,0.8]
专家2	[0.2,0.4]	[0.1,0.3]	[0.3,0.4]	[0.2,0.4]	[0.6,0.8]	[0.2,0.4]	[0.6,0.7]	[0.7,0.8]
专家3	[0.1,0.2]	[0.2,0.4]	[0.2,0.5]	[0.4,0.5]	[0.5,0.7]	[0.4,0.5]	[0.8,0.9]	[0.5,0.7]
专家4	[0.2,0.3]	[0.1,0.4]	[0.2,0.3]	[0.3,0.5]	[0.7,0.8]	[0.3,0.5]	[0.7,0.8]	[0.5,0.8]
专家5	[0.3,0.4]	[0.2,0.3]	[0.1,0.4]	[0.3,0.4]	[0.4,0.7]	[0.5,0.6]	[0.7,0.9]	[0.5,0.7]
专家6	[0.1,0.3]	[0.2,0.3]	[0.2,0.3]	[0.4,0.6]	[0.7,0.8]	[0.2,0.4]	[0.7,0.8]	[0.6,0.8]
专家7	[0.2,0.3]	[0.2,0.4]	[0.3,0.4]	[0.3,0.5]	[0.6,0.8]	[0.3,0.5]	[0.6,0.8]	[0.7,0.8]
专家8	[0.1,0.4]	[0.1,0.3]	[0.2,0.4]	[0.3,0.4]	[0.5,0.7]	[0.2,0.4]	[0.7,0.8]	[0.5,0.6]
专家9	[0.2,0.4]	[0.3,0.5]	[0.2,0.4]	[0.4,0.5]	[0.7,0.8]	[0.3,0.4]	[0.6,0.9]	[0.7,0.8]
专家10	[0.3,0.5]	[0.3,0.4]	[0.2,0.5]	[0.5,0.6]	[0.6,0.8]	[0.3,0.5]	[0.8,0.9]	[0.5,0.7]

最大的3项,从中可以反映出我国风险投资的实际现状。

(2)指标层指标权重。用以上相同的方法确定指标层指标权重为:

$$\begin{aligned} \tilde{\omega}_1 &= (0.538, 0.462)^T; \\ \tilde{\omega}_2 &= (0.311, 0.370, 0.319)^T \\ \tilde{\omega}_3 &= (0.226, 0.229, 0.281, 0.264)^T; \\ \tilde{\omega}_4 &= (0.293, 0.388, 0.319)^T \\ \tilde{\omega}_5 &= (0.179, 0.205, 0.197, 0.215, 0.204)^T; \\ \tilde{\omega}_6 &= (0.377, 0.302, 0.321)^T \\ \tilde{\omega}_7 &= (0.266, 0.264, 0.226, 0.244)^T; \\ \tilde{\omega}_8 &= (0.227, 0.192, 0.213, 0.183, 0.185)^T \end{aligned}$$

3.2 专家评分集值统计处理结果

专家们对技术风险大小的判断情况见表3, 技术成熟性指标的 $\bar{u}_1$ 和 $g_1, b_1$ 计算如下:

$$\begin{aligned} \bar{u}_1 &= \frac{1}{2} \frac{(0.6^2 - 0.3^2) + (0.8^2 - 0.7^2) + (0.8^2 - 0.4^2) + (0.7^2 - 0.4^2) + \dots + (0.7^2 - 0.4^2)}{(0.6 - 0.3) + (0.8 - 0.7) + (0.8 - 0.4) + \dots + (0.7 - 0.4)} \\ &= \frac{2.89}{2 \times 2.3} = 0.628 \\ g_1 &= \frac{1}{3} \frac{[(0.6 - 0.628)^2 - (0.3 - 0.628)^2] + \dots + [(0.7 - 0.628)^2 - (0.4 - 0.628)^2]}{(0.6 - 0.3) + (0.8 - 0.7) + (0.8 - 0.4) + \dots + (0.7 - 0.4)} \\ &= \frac{0.149448}{3 \times 2.3} = 0.021659 \\ b_1 &= \frac{1}{1 + g_1} = 0.9788 \end{aligned}$$

同理可以计算出其它风险的评价值。

从表3中数据可以看出,专家对各个风险因素评价值的判断可靠程度均高于0.97,说明专家们对风险大小判断意见较为一致。可采用以上相同方法计算出其他指标层指标的评价值,限于篇幅计算过程略,结果见表4。

3.3 综合评价值

表3 专家们对技术风险大小的判断情况

	技术成熟性	技术适用性	技术配套性	技术生命周期	技术先进性
专家1	[0.3,0.6]	[0.6,0.7]	[0.5,0.8]	[0.7,0.8]	[0.5,0.8]
专家2	[0.7,0.8]	[0.5,0.7]	[0.4,0.7]	[0.8,0.9]	[0.6,0.8]
专家3	[0.4,0.8]	[0.6,0.8]	[0.6,0.7]	[0.6,0.7]	[0.6,0.7]
专家4	[0.4,0.6]	[0.8,0.9]	[0.8,0.9]	[0.7,0.9]	[0.7,0.8]
专家5	[0.6,0.7]	[0.7,0.8]	[0.6,0.7]	[0.5,0.8]	[0.6,0.7]
专家6	[0.6,0.9]	[0.6,0.8]	[0.7,0.8]	[0.7,0.8]	[0.7,0.8]
专家7	[0.5,0.6]	[0.5,0.7]	[0.6,0.8]	[0.6,0.9]	[0.5,0.7]
专家8	[0.7,0.9]	[0.7,0.8]	[0.7,0.9]	[0.7,0.8]	[0.7,0.8]
专家9	[0.6,0.9]	[0.6,0.7]	[0.6,0.9]	[0.6,0.8]	[0.4,0.8]
专家10	[0.4,0.7]	[0.6,0.8]	[0.7,0.8]	[0.6,0.7]	[0.6,0.8]
$\bar{u}$	0.628	0.683	0.694	0.725	0.661
$b$	0.9788	0.9929	0.9879	0.9924	0.9917

表4 指标层指标的评价值

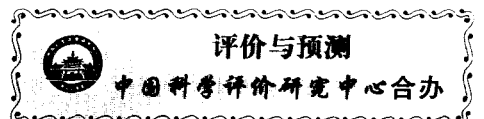
指标	$\bar{u}$	$b$	指标	$\bar{u}$	$b$
$X_{11}$	0.628	0.9719	$X_{12}$	0.663	0.9840
$X_{21}$	0.679	0.9924	$X_{22}$	0.696	0.9736
$X_{23}$	0.741	0.9934	$X_{31}$	0.733	0.9945
$X_{32}$	0.713	0.9931	$X_{33}$	0.7	0.9867
$X_{34}$	0.691	0.9933	$X_{41}$	0.707	0.9739
$X_{42}$	0.719	0.9940	$X_{43}$	0.721	0.9929
$X_{51}$	0.628	0.9788	$X_{52}$	0.683	0.9929
$X_{53}$	0.694	0.9879	$X_{54}$	0.725	0.9924
$X_{55}$	0.661	0.9917	$X_{61}$	0.709	0.9732
$X_{62}$	0.663	0.9901	$X_{63}$	0.705	0.9823
$X_{71}$	0.737	0.9853	$X_{72}$	0.717	0.9929
$X_{73}$	0.71	0.9918	$X_{74}$	0.75	0.9845
$X_{81}$	0.744	0.9972	$X_{82}$	0.697	0.9943
$X_{83}$	0.742	0.9773	$X_{84}$	0.725	0.9965
$X_{85}$	0.694	0.9949			

应用公式(10)计算的该高新技术项目投资风险综合评价值 $Z = 0.705$ ,说明投资项目的风险较低。从表4可以看出, $b$ 值均高于0.97,说明专家们对风险大小把握程度较高。

参考文献:

[1] MacMillan, I.C., L.Zemann, and P.N.Narasimha. Criteria used distinguishing successful from unsuccessful ventures in the venture screening process[J]. Journal of Business Venturing 1(1987): 67-82.  
 [2] 吴明赞, 陈淑燕, 陈森发. 高技术产品开发投资风险的多层次灰色评价[J]. 科研管理, 2001, (5): 117-121.  
 [3] 毛荐其, 霍保世, 杨梅山. 高新技术项目投资的风险评价[J]. 数量经济技术经济研究, 2002, (8): 37-40.

(责任编辑: 慧超)



评价与预测

中国科学院评价研究中心合办