

# 基于风险矩阵的风险投资项目风险评估

党兴华, 黄正超, 赵巧艳

(西安理工大学 工商管理学院, 陕西 西安 710048)

**摘要:** 在对国内外风险投资项目风险评估方法进行分析的基础上, 主要对风险矩阵方法在风险投资项目风险评估中的应用进行了探讨, 构建了用于风险投资项目风险评估的风险矩阵, 设计了利用风险矩阵进行风险评估的基本流程, 以期 of 风险投资项目的风险评估提供一种科学、合理、简单易行的评估方法。

**关键词:** 风险投资; 风险评估; 风险矩阵

中图分类号: F224.5

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2006)01-0140-04

## 0 前言

目前, 我国的风险投资事业还处于起步阶段, 对风险投资开展研究和评估工作的时间也不长。由于风险投资的显著特点是它的高风险性和高收益性, 风险投资家在进行风险投资项目的投资决策时, 对风险投资项目的风险进行评估至关重要, 它直接影响着风险投资决策行为, 并在很大程度上决定了风险投资的决策效果。

风险投资项目的风险评估已受到创业企业家和风险投资家的高度重视, 并成为风险投资领域内一个重要的研究课题。在国内外风险投资项目风险评估理论研究中, 对风险投资项目的风险源分析比较深入, 关于风险评估方法的理论研究也已出现不少, 如模糊综合评价法<sup>[1,2]</sup>、层次分析法<sup>[3,4]</sup>、神经网络<sup>[5]</sup>等。这些风险评估方法多是根据风险发生后的影响程度确定项目的风险等级, 没有充分考虑风险发生的概率, 往往导致评估结果与实际情况有较大差距。

通常来说, 风险投资项目的风险是由风险影响和风险发生概率两方面共同决定的。基于此, 本文在有关风险矩阵方法研究成果<sup>[6,7]</sup>的基础上, 研究如何将原始风险矩阵加以

改造后引入风险投资项目的风险评估, 构建了用于风险投资项目风险评估的风险矩阵, 设计了利用风险矩阵进行风险评估的基本流程。

## 1 构建用于风险投资项目风险评估的风险矩阵

风险矩阵是在项目管理过程中识别项目风险重要性的一种结构性方法, 并能够对项目风险的潜在影响进行评估, 是一种操作简便且定性分析与定量分析相结合的方法。该方法由美国空军电子系统中心(ESC, Electronic Systems Center)的采办工程小组于1995年4月提出, 并在美国军方武器系统研制项目风险管理中得到广泛的推广应用<sup>[8]</sup>。运用风险矩阵方法能够识别项目风险、评估风险潜在影响、计算风险发生概率、评定风险等级, 为风险的监控与化解提供基础数据<sup>[9]</sup>。

为了在风险投资项目风险评估中应用风险矩阵方法, 我们对原始风险矩阵进行了改造, 得到可用于风险投资项目风险评估的风险矩阵。其构建过程如下:

### 1.1 风险矩阵栏目的确定

结合国内风险投资项目的特点, 我们在原始风险矩阵<sup>[9]</sup>的基础上, 添加了风险权重栏。即应用于风险投资项目风险评估的风险矩阵由风险栏、影响栏、风险发生概率栏、风险等级栏和风险权重栏构成(表1)。风险栏(Risks)主要识别和描述具体的风险投资项目风险(表2);影响栏(Impact)包括量化值与等级2个子栏, 评估风险对项目的影响, 一般可分为5个影响等级, 其对应的量化值在0~5(可保留一位小数)之间(表3);风险发生概率栏(Probability of occurrence)评估项目中风险发生的概率(表4);风险等级栏(Risk rating)包括量化值与等级2个子栏, 它由影响栏和风险发生概率栏共同决定, 其量化值取值在0~5(可保留1位小数)之间(表5);风险权重栏(Risk weight)评估项目中风险的重要程度, 取值在0~1(可保留3位小数)之间, 且各风险权重之和为1。

### 1.2 风险栏内容的确定

风险栏内容的确定可根据我国风险投资项目的具体特征、所涉及的领域和所处的

表1 风险矩阵栏目

风险(R)	影响(I) 量化值 等级	风险发生概率(RP)	风险等级(RR) 量化值 等级	风险权重(RW)
-------	-----------------	------------	--------------------	----------

收稿日期: 2005-06-07

作者简介: 党兴华(1952-), 男, 陕西蒲城人, 西安理工大学工商管理学院院长, 教授, 博导, 研究方向为风险投资与技术创新; 黄正超(1978-), 男, 湖北汉川人, 西安理工大学工商管理学院硕士研究生, 研究方向为风险投资与技术创新; 赵巧艳(1976-), 女, 陕西凤翔人, 西安理工大学工商管理学院硕士研究生, 研究方向为风险投资管理研究。

阶段,在参考有关风险投资项目风险指标体系研究成果<sup>[1-3,10]</sup>的基础上,将具体的风险投资项目风险分为6大模块,即环境风险、管理风险、市场风险、技术风险、生产风险和财务风险。关于各风险模块的定义或说明如表2。

1.3 影响栏与风险发生概率栏的说明

风险矩阵方法将风险对评估项目的影响分为5个等级,并提供了风险发生概率的解释性说明<sup>[9]</sup>,借此我们可以对风险投资项目风险影响等级进行定义(表3),并对风险投资项目风险发生概率进行解释性说明(表4)。

1.4 风险等级栏的确定

通过将风险影响栏和风险发生概率栏的值输入风险矩阵来确定风险等级。风险等级对照表如表5。

如果将风险等级划分为“高、中、低”3

表2 风险模块的定义或说明

风险模块	定义或说明
环境风险(V <sub>1</sub> )	由所处的社会环境、政策环境、法律环境、自然环境等变动所引发的风险。
管理风险(V <sub>2</sub> )	指风险企业在经营过程中因管理不善或有管理缺陷而导致的风险。
市场风险(V <sub>3</sub> )	由新产品、新技术市场竞争力的不确定性所引发的风险。
技术风险(V <sub>4</sub> )	由技术本身的不确定性以及可替代新技术的出现而造成的风险。
生产风险(V <sub>5</sub> )	指风险企业在组织生产过程中因难以预见障碍的出现所带来的风险。
财务风险(V <sub>6</sub> )	指风险企业在经营过程中因财务状况、股东结构等不稳定所引发的风险。

表3 风险影响的等级说明

风险影响等级	风险影响量化值	定义或说明
关键(Critical)	4~5	一旦风险发生,将导致整个项目失败
严重(Serious)	3~4	一旦风险发生,将导致项目的目标指标严重下降
中度(Moderate)	2~3	一旦风险发生,项目受到中度影响,但项目目标能部分达到
微小(Minor)	1~2	一旦风险发生,项目受到轻度影响,但项目目标仍能达到
可忽略(Negligible)	0~1	一旦风险发生,对项目几乎没有影响,项目目标能完全达到

表4 风险发生概率的说明

风险发生概率范围%	定义或说明
0~10	极不可能发生
11~30	发生的可能性很小
31~70	有可能发生
71~90	发生的可能性很大
91~100	极有可能发生

表5 风险等级对照

风险发生概率范围%	可忽略	微小	中度	严重	关键
0~10	0	0~0.5	0.5~1	1~1.5	2~2.5
11~30	0	0~0.5	1~1.5	1.5~2	2.5~3
31~70	0~0.5	0.5~1	1.5~2	2~3	3~4
71~90	0~0.5	1~1.5	2~2.5	3~3.5	4~4.5
91~100	0.5~1	1.5~2	2.5~3	3.5~4	4.5~5

档,可以定义风险等级与等级量化值之间的关系为:在0~1.5范围内为低级风险;在1.5~3范围内为中级风险;在3~5范围内为高级风险。

由于根据表5得到的风险模块的风险等级只是一个细化的范围,为求得一个确切的风险等级量化值,我们采用了线性插值法。其具体算法如下:

令某风险模块的影响等级量化值为I,

属于 [I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>]; 风险发生概率为RP,属于 [RP<sub>1</sub>, RP<sub>2</sub>], 风险等级为RR,由表5可定出RR属于 {RR<sub>1</sub>, RR<sub>2</sub>}, 则有:

$$RR = RR_1 + \frac{(I - I_1)(RP - RP_1)}{(I_2 - I_1)(RP_2 - RP_1)} (RR_2 - RR_1) \quad (1)$$

在得到各风险模块的风险影响量化值和风险发生概率后,由风险等级对照表(表5)和式(1)就可以确定各风险模块的风险等级大小。

1.5 风险权重栏的确定

风险投资项目的风险评估是一个有多项评估指标的系统,各评估指标权重的确定是一个关键。为了真实反映各风险模块的重要程度,应对各风险模块赋予相应的权重。

根据确定的风险栏内容,在通过风险矩阵方法对风险投资项目的风险进行评估时我们发现:在不同的风险等级中将会同时分布多个风险模块,而处于同一等级的风险模块,其重要程度

可能并不一样,即风险等级所显示的还只是是一些风险结(Risks tie, 风险结是处于同一等级具有基本相同的属性还可以继续细分的风险模块)。必须对处于同一风险等级中的多个风险模块进行重要性排序,以确定各级风险中最重要的风险模块<sup>[11]</sup>。

为解决此难题,ESC的研究人员提出了Borda序值法。Borda序值法是根据多个评价准则将风险按照重要性进行排序,在这里可以结合风险影响和风险发生概率给所有的风险模块排序,而且可以有效降低专家打分法的主观性和盲目性。其具体算法如下:

设N为风险总个数(与风险矩阵中的行数相同),设i为某一特定的风险,k表示某一准则,用k=1表示风险影响I,k=2表示风险发生概率RP,如果RP<sub>k</sub>表示风险i在准则k下的风险等级,则风险i的Borda数可以由式(2)<sup>[12]</sup>给出:

$$b_i = \sum_{k=1}^2 (N - RR_{ik}) \quad (2)$$

得到Borda数,就可以排出各风险模块的Borda序值。一个给定风险模块的Borda序值表示其它关键风险模块的个数。例如,风险3的Borda序值为0,说明该风险为最关键的风险;风险6的Borda序值为5,说明另外5种风险更为关键。

由Borda序值法将风险模块按重要性排序后,通过专家组针对风险投资项目总风险这个准则层,判断各风险模块的相对重要程度,然后两两比较打分构建判断矩阵,最后利用层次分析法的数学原理即可确定出风险投资项目各风险模块的权重。

1.6 项目综合风险等级的确定

确定了风险模块的风险等级量化值和风险权重后,采用加权法,即将各风险模块的风险等级量化值与相对应的风险权重相乘,然后将得到的结果累加,可得到该风险投资项目的综合风险等级量化值。其具体算法如下:

令风险模块的风险等级量化值为RR<sub>i</sub>, 风险权重为RW<sub>i</sub>, 风险投资项目的综合风险等级量化值为RRT, 则有:

$$RRT = \sum_{i=1}^6 RR_i \times RW_i \quad (3)$$

遵循已经制定的风险等级标准,与所得的综合风险等级量化值进行比较,即可确定风险投资项目的综合风险等级。

2 基于风险矩阵的风险投资项目风险评估流程



为使风险矩阵方法在风险投资项目风险评估中能够得到有效应用,在将用于风险投资项目风险评估的风险矩阵构建成功后,必须按照风险评估的基本流程进行具体的风险投资项目风险评估。其基本流程:建立专家组 风险集的选定 风险等级的确定 风险权重的确定 项目风险的综合评估。为使其应用过程更加形象化,我们结合实例说明基于风险矩阵的风险评估流程。具体如下:

2.1 建立专家组

风险投资公司根据业务的需要,由技术、管理、融资、知识产权等方面的专家组成专家委员会或专家咨询决策组。为避免过大的评估误差,专家人数一般以 10~12 人为宜。再依据决策委员会委员人数的单数原则,本例专家人数设为 11 人。

2.2 风险集的选定

由专家组成员对项目相关领域的各个方面进行全面深入的调研、分析,分别给出该项目的风险集。最后该项目风险集中各风险指标的选取原则为:如果 11 位专家中有 7 位以上的专家认为该风险指标对该项目存在作用即可选取,否则予以排除。据此,该项目选取的风险集为:

环境风险 ( $V_1$ ): 国家政治、经济环境  $V_{11}$ ; 项目与政策、法制的相容度  $V_{12}$ ; 地理位置(投资区域)  $V_{13}$ ; 基础设施及社会服务状况  $V_{14}$ ; 劳动力供应情况  $V_{15}$  等。

管理风险 ( $V_2$ ): 风险企业家素质  $V_{21}$ ; 管理者经验  $V_{22}$ ; 团队协作  $V_{23}$ ; 核心技术人员的稳定性  $V_{24}$ ; 团队与企业利益的关联度  $V_{25}$ ; 治理结构完善程度  $V_{26}$ ; 经营的稳健性  $V_{27}$  等。

市场风险 ( $V_3$ ): 市场容量  $V_{31}$ ; 市场增长潜力  $V_{32}$ ; 市场进入壁垒  $V_{33}$ ; 市场占有率  $V_{34}$ ; 市场竞争状况  $V_{35}$ ; 营销策略  $V_{36}$  等。

技术风险 ( $V_4$ ): 技术的先进性  $V_{41}$ ; 技术的可替代性  $V_{42}$ ; 技术的产业化程度  $V_{43}$ ; 技术人才与研发能力  $V_{44}$ ; 知识产权的自主性  $V_{45}$  等。

生产风险 ( $V_5$ ): 原材料供应能力  $V_{51}$ ; 生产设备与工艺  $V_{52}$ ; 生产标准化程度  $V_{53}$ ; 企业员工素质  $V_{54}$  等。

财务风险 ( $V_6$ ): 风险企业的财务状况  $V_{61}$ ; 风险企业的股东结构  $V_{62}$ ; 风险企业的核心资产价值  $V_{63}$ ; 项目预期投资回报率  $V_{64}$ ;

资金回收年限、方式及风险  $V_{65}$  等。

2.3 风险等级的确定

为了能够在详细的评估过程中通过定量分析较好地评估项目的投资风险,需先由专家组根据合理的判断和能搜集到的有限信息及过去长期积累的经验,根据表 3 和表 4, 对该项目各风险指标的风险影响量化值和风险发生概率进行评估打分。在此基础上,采用简单算术平均法得到各风险指标的影响量化值和发生概率;再采用简单算术平均法对各模块风险指标的影响量化值和发生概率进行处理,分别推导出 6 个风险模块的风险影响量化值和风险发生概率。

假设某项风险投资项目的风险影响量化值和风险发生概率通过专家评估打分及相应的处理后得到的结果为: 风险影响量化值分别为 (4.6, 3.8, 4, 4.2, 3.6, 3), 风险发生概率分别为 (10%, 80%, 90%, 60%, 60%, 60%)。则由公式 (1) 和风险等级对照表,可判断出各风险模块的风险等级。将取得的具体数据填入风险矩阵中(表 6)。

表 6 某风险投资项目风险评估的风险矩阵

风险 (R)	影响 (I)		风险发生概率 (RP)		风险等级 (RR)		风险权重 (RW)
	量化值	等级	量化值	等级	量化值	等级	
环境风险	4.6	关键	10%	2.3	中	0.056	
管理风险	3.8	严重	80%	3.2	高	0.146	
市场风险	4	严重	90%	3.5	高	0.332	
技术风险	4.2	关键	60%	3.2	高	0.332	
生产风险	3.6	严重	60%	2.5	中	0.094	
财务风险	3	中度	60%	1.9	中	0.040	

2.4 风险权重的确定

先应用 Borda 序值法对风险模块进行重要性排序。根据 Borda 序值法计算 6 个风险模块的 Borda 数,进而确定各风险模块的 Borda 序值。以环境风险为例,根据风险影响准则,比环境风险影响程度高的因素个数为 0, 即  $RR_{11}=0$ ; 根据风险概率准则,比环境风险发生概率大的因素个数为 5, 即  $RR_{12}=5$ ; 代入公式 (2) 可得, 环境风险的 Borda 数为:

$$b_1 = \sum_{k=1}^2 (N - RR_{1k}) = (6 - 0) + (6 - 5) = 7.$$

同理可得其它风险模块的 Borda 数分别为: 9, 10, 10, 8, 5。根据其 Borda 数可以确定其 Borda 序值分别为: 4, 2, 0, 0, 3, 5。

根据排出的 Borda 序值,邀请专家组针对风险投资项目总风险准则层,对风险投资项目的 6 个风险模块按重要性程度进行两两比较打分,构建判断矩阵。每位专家给出一个判断矩阵, 然后通过对 11 个判断矩阵中的相应元素求取简单算术平均值,作为最后判断矩阵的相应元素,得到最后的综合判断矩阵。我们把最后的综合判断矩阵作为计算风险模块权重的依据,假设最后的综合判断矩阵为:

$$A = (a_{ij})_{6 \times 6} = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/5 & 1/5 & 1/2 & 2 \\ 3 & 1 & 1/3 & 1/3 & 2 & 4 \\ 5 & 3 & 1 & 1 & 4 & 6 \\ 5 & 3 & 1 & 1 & 4 & 6 \\ 2 & 1/2 & 1/4 & 1/4 & 1 & 3 \\ 1/2 & 1/4 & 1/6 & 1/6 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

则可以利用层次分析法确定出各风险模块的权重。层次分析法中确定权重的计算方法有 3 种: 求和法、求根法、特征向量法,一般使用求和法或求根法已经能够满足精度要求,本文按求根法计算。其运算过程列表如下(表 7):

由  $CR=0.0214 < 0.1$  可知,判

断矩阵 A 的一致性较好。该判断矩阵的最大特征值为  $\lambda_{max}=6.1325$ , 对应的单位特征向量为:

$$RW = (0.056 \quad 0.146 \quad 0.332 \quad 0.335 \quad 0.094 \quad 0.040)^T$$

此即为对应的 6 个风险模块的权重。将所得数字列入表 6 风险权重栏中。

2.5 项目风险的综合评估

表 7 应用求根法确定风险模块权重的计算表(包括一致性检验)

按行相乘	开 6 次方	权重 ( $RW_i$ )	$A \cdot RW_i$	$A \cdot RW_i / 6RW_i$	$CI = (\lambda - n) / (n - 1)$	$CR = CI / RI$
0.00800	0.4472	0.056	0.365	1.0863	$CI = (6.1325 - 6) / (6 - 1) = 0.0265$	0.0214 (查表得: $RI = 1.24$ )
2.66667	1.1776	0.146	0.884	1.0092		
360	2.6672	0.332	1.998	1.0030		
360	2.6672	0.332	1.998	1.0030		
0.18750	0.7565	0.094	0.565	1.0018		
0.00116	0.3240	0.040	0.247	1.0292		
	8.0397			$\lambda_{max} = 6.1325$		

将表 6 中的数值代入公式(3)可得:

$$\begin{aligned} RRT &= \sum_{i=1}^6 RR_i \times RW_i \\ &= 2.3 \times 0.056 + 3.2 \times 0.146 + 3.5 \times 0.332 + \\ &\quad 3.2 \times 0.332 + 2.5 \times 0.094 + 1.9 \times 0.040 \\ &= 3.13 > 3 \end{aligned}$$

即该风险投资项目的综合风险等级为高风险。在该风险投资项目的各风险模块中,市场风险、技术风险和管理风险的风险等级量化值高于项目的综合风险等级量化值,应给予重点关注。

最后,根据风险投资机构自身的利益导向和风险偏好,进一步判断该风险投资项目的综合风险等级是否在可接受的范围之内,即可得出是否可以对该项目进行投资的评估结论。

### 3 结语

本文对风险矩阵方法在风险投资项目风险评估中的应用进行了探讨,构建了用于风险投资项目风险评估的风险矩阵,设计了利用风险矩阵进行风险评估的基本流程。在此过程中,对风险模块的内容作了进一步细化,并融入了更多的量化计算方法,使其应用更具科学性与操作性。

研究表明:基于风险矩阵的风险投资项目风险评估方法具有操作简便、相对客观和模块化的突出特点,可识别出多项具体的关键性风险,将风险投资项目风险集有效扩大,并与项目自身因素相结合。该方法特别适用于创新性强、具有复杂性和综合性等特点的风险投资项目的风险评估。

参考文献:

[1] 崔安定,赵远亮.风险投资项目决策的模糊综合

评价[J].科学管理研究,2002,(5):24-26.

[2] 王瑞花,吕永波,王永平,姚宗波,杨蔚然.风险投资机构项目风险评价研究[J].中国科技论坛,2003,(1):107-110.

[3] 王世波,王世良.高新技术风险投资项目评价的AHP模型[J].科技管理研究,2004,(1):106-108.

[4] 魏星,夏恩君,李全兴.风险投资项目决策中的风险综合评价[J].中国软科学,2004,(2):153-157.

[5] 仰炬,张朋柱.基于神经网络的医药高科技投资风险评价模型[J].数理统计与管理,2004,(4):37-42.

[6] 朱启超,匡兴华,沈永平.风险矩阵方法与应用述评[J].中国工程科学,2003,(1):89-94.

[7] 徐姝,胡明铭,李自如.风险矩阵方法在业务外包风险评估中的运用[J].管理现代化,2004,(2):13-16.

[8] Paul R, Garvey P R, Lansdowne Z F. Risk matrix: An approach for identifying, assessing, and ranking program risks[J]. Air Force Journal of Logistics, 1998.

[9] Roberts B B. Integrated risk management: results and lessons-learned[A]. Proceedings of risk management symposium sponsored by the USAF, SMC and the aerospace and corporation[C]. February, 1999.

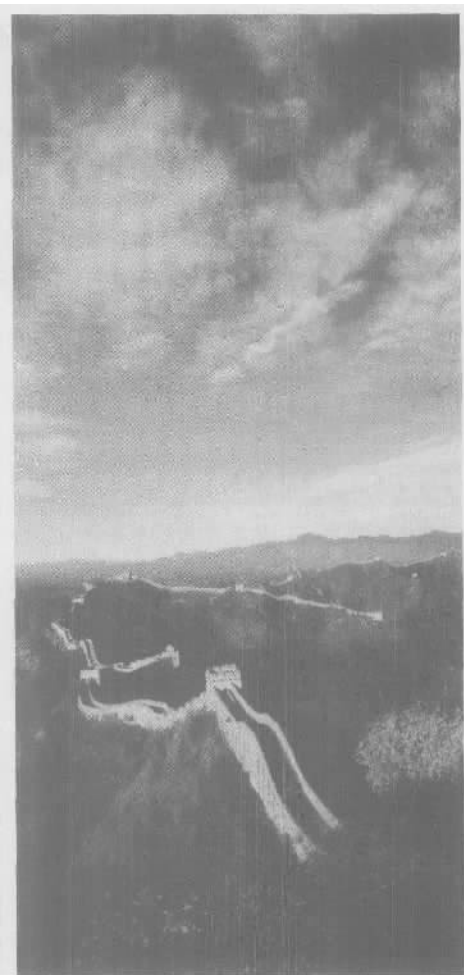
[10] 万玉成,盛昭瀚.基于未确知测度的风险投资非系统风险的评价与控制研究[J].系统工程理论与实践,2004(11):22-27.

[11] Roberts B B. The benefits of integrated quantitative risk management[R]. The 12th Annual International Symposium of the International Council on Systems Engineering, Melbourne, Australia, July, 2001.

[12] Lansdowne Z F. Risk matrix: An approach for prioritizing risks and tracking risk mitigation progress[A]. Proceedings of the 30th annual

project management institute 1999 seminars & symposium[C]. Philadelphia, USA, 1999.

(责任编辑:高建平)



## Risk Assessment of Venture Capital Program Based on Risk Matrix

Abstract: The paper is on the basis of analyzing the domestic and external research results of the method about the risk assessment of venture capital program, mainly discusses the application of the risk matrix method in the risk assessment of venture capital program. In the hope of offering a kind of science, rational, easy assessment method for the risk assessment of venture capital program, the paper constructs the risk matrix to be applied in the risk assessment of venture capital program, and designs the basic procedure of the risk assessment by using the risk matrix.

Key words: venture capital; risk assessment; risk matrix



评价与预测  
中国科学评价研究中心合办