

# 基于灰色综合评价的农业高科技 投资项目风险评价研究

韩培培<sup>1</sup>, 温明振<sup>1</sup>, 李文<sup>2</sup>, 熊朗羽<sup>3</sup>, 侯静静<sup>1</sup>, 冀刚<sup>2</sup>

(1. 辽宁大学 商学院, 辽宁 沈阳 110036; 2. 辽宁大学 经济学院, 辽宁 沈阳 110036;  
3. 北京师范大学珠海分校 管理学院, 广东 珠海 519087)

**摘要:**根据农业高科技投资项目的特点,采用层次分析法建立了风险指标评价体系,首次运用多层次灰色综合评价法度量农业高科技投资项目的风险,并进行了算例分析。结果表明:运用多层次灰色综合评价法,可以有效计算农业高科技投资项目风险的综合评价价值,据此分析项目的风险等级;运用该方法,可以分别计算出准则层因素的风险值,对风险较高的因素进行监控及预防;技术、研发、管理权重最高,是影响项目成败的关键;多层次灰色综合评价法是企业度量农业高科技投资项目风险大小的科学工具。

**关键词:**灰色综合评价;层次分析法;农业高科技投资项目;投资风险;风险评价

**中图分类号:**F 323.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)22-0180-06

目前,国内众多企业积极参与农业高科技项目的投资。但由于农业高科技项目是一项高风险、大投资、长周期的经营活动,投资过程中存在很大的不确定性。企业在投资农业高科技项目时受多种系统或非系统风险因素的影响,面临着远高于一般投资项目的高风险。此外,企业对农业高科技项目风险评价的缺失,加大了项目的投资风险。若企业投资决策失误,将会给企业造成巨大的经济损失,甚至使企业濒临破产。因此,在企业进行农业高科技项目投资前,对投资项目进行风险评价,可以有效帮助企业降低投资风险,进行科学决策。目前,国内关于农业高科技投资项目的评价研究还处于起步阶段。该研究在前人研究的基础上,运用层次分析法建立农业高科技投资

项目的风险评价指标体系,采用多层次灰色综合评价法对农业高科技投资项目的风险进行系统性的综合评价,确定农业高科技项目的风险值,进而确定项目的风险等级。以期为企业提供度量农业高科技投资项目风险大小的科学工具,帮助企业确定农业高科技投资项目的综合风险评价价值,进而降低投资项目损失发生的可能性,以利于企业进行科学决策。

## 1 农业高科技投资项目风险评价研究进展

风险一般指产生损失或不利结果的机会或可能性,农业高科技项目投资风险是农业高科技投资项目的预期目标与实际值产生偏差的机会或可能性。不少学者对农业高科技投资项目的风险进行了研究,现有文献关于农业高科技投资项目的风险研究主要分为2类。第一类主要是对其展开定性研究。杨邦杰等<sup>[1]</sup>分析了农业项目的特点,并对农业投资项目的风险进行分类识别。瞿翔等<sup>[2]</sup>在分析农业企业投资项目风险特征的基础上,将其项目风险划分为系统风险及非系统风险。平英华<sup>[3]</sup>对我国农业投资项目的风险进行了研

**第一作者简介:**韩培培(1989-),女,山东嘉祥人,博士研究生,研究方向为风险管理。E-mail:748966900@qq.com.

**责任作者:**温明振(1966-),男,辽宁盖州人,博士,副教授,研究方向为农业经济及战略管理。E-mail:570810989@qq.com.

**基金项目:**辽宁省财政科研基金资助项目(14B014)。

**收稿日期:**2017-07-10

究。第二类主要是对其展开定性与定量相结合的研究。孙祎琳<sup>[4]</sup>结合层次分析法与模糊决策原理建立了农业高科技项目的风险投资决策模型。崔卫芳等<sup>[5]</sup>建立了基于 BP 神经网络的农业高科技投资项目风险评价模型,并运用实例进行训练和预测。曾彦云<sup>[6]</sup>采用多层模糊评价法评估高科技投资项目的风险,并通过实例分析,验证了多层模糊评价法在农业高科技投资项目风险评价中的适用性。

徐绪松等<sup>[7]</sup>提出了高技术项目风险的多层次评价指标体系,在此基础上构建了模糊综合评价模型。孙秋鹏等<sup>[8]</sup>建立了高科技投资项目的风险评价体系。赵喜仓<sup>[9]</sup>、魏星等<sup>[10]</sup>建立了投资风险的指标体系,并运用模糊综合评价模型来评价风险投资项目的风险。蔡建春等<sup>[11]</sup>运用灰色多层次评价模型来度量投资项目的风险。

在上述文献中,众多学者对项目的投资风险进行深入的研究,建立了较为成熟的投资项目风险评价指标体系,并定量度量其面临的风险。但针对农业高科技投资项目的风险评价研究却寥寥无几。作为解决我国农业生产和农村经济发展的重要途径之一,农业高科技投资项目因其创新性、长周期性及高风险性等异于一般投资项目的特点,定量度量农业高科技投资项目的风险具有重要的理论价值与现实意义。该研究在借鉴前人研究的基础上,利用层次分析法建立农业高科技投资项目的风险评价指标体系,首次运用多层次灰色综合评价模型度量农业高科技投资项目的风险,并运用实例进行验证,以期为企业投资农业高科技项目提供科学的风险度量工具,帮助企业进行科学决策。

## 2 多层次灰色综合评价模型的建立

1982 年华南理工大学著名学者邓聚龙提出灰色系统理论。邓聚龙教授认为灰色系统是介于白色系统与黑色系统之间的信息不完全的系统,灰色系统理论主要研究小样本、贫信息的不确定性系统。企业在进行农业高科技项目投资时,收集到的信息是不完全、不确切的,同时受评估专家背景、知识、经验等条件限制及外界环境的影响,只能得到具有高度灰色性的信息。多层次灰色综合评价法的适用性较强,企业能充分利用“部分确

切、部分不确切”的信息使农业高科技投资项目的风险度量精度得以最大化。建立多层次灰色综合评价模型主要包括以下 9 个步骤。

### 2.1 确定评价指标

依据相关参考文献<sup>[5,7,9]</sup>,结合农业的行业特性及农业高科技投资项目的特点,考虑构建指标体系所应遵循的系统全面、简明科学及实用有效等原则,利用层次分析原理建立了包括技术风险因素、生产风险因素、R&D 风险因素、市场风险因素、管理风险因素及环境风险因素 6 个一级指标、21 个二级指标的农业高科技投资项目风险评价指标体系(表 1)。

表 1 农业高科技投资项目风险评价指标体系

Table 1 Risk evaluation index system of agricultural high-tech investment project

准则层 Criteria layer	指标层 Index layer
技术风险( $U_1$ )	技术成熟性( $U_{11}$ )
	技术适用性( $U_{12}$ )
	技术配套性( $U_{13}$ )
	技术生命周期( $U_{14}$ )
生产风险( $U_2$ )	生产设备水平( $U_{21}$ )
	生产人员构成( $U_{22}$ )
	能源原材料供应( $U_{23}$ )
	理论基础合理性( $U_{31}$ )
R&D 风险( $U_3$ )	人才资源( $U_{32}$ )
	信息资源( $U_{33}$ )
	R&D 条件( $U_{34}$ )
	产品竞争力( $U_{41}$ )
市场风险( $U_4$ )	潜在竞争影响( $U_{42}$ )
	营销能力( $U_{43}$ )
	市场前景( $U_{44}$ )
管理风险( $U_5$ )	企业管理合理性( $U_{51}$ )
	决策的科学化( $U_{52}$ )
	管理者素质和经验( $U_{53}$ )
	国家产业政策影响( $U_{61}$ )
环境风险( $U_6$ )	宏观经济环境( $U_{62}$ )
	自然环境( $U_{63}$ )

第一,技术风险是指由于技术先天不完善或不成熟及新替代技术的出现等因素给项目带来的不确定性。该研究采用技术成熟性、技术适用性、技术配套性、技术生命周期等 4 个指标来衡量农业高科技投资项目的技术风险。第二,生产风险存在于整个生产过程。该研究采用生产设备水平、生产人员构成、能源材料供应等 3 个指标来衡量农业高科技投资项目的生产风险。第三,R&D 风险主要指在因条件限制发生无法预见且不能克

服的技术困难,导致 R&D 全部或部分失败, R&D 预期目标不能实现的风险。该研究采用理论基础合理性、人才资源、信息资源及 R&D 条件等 4 个指标来衡量农业高科技投资项目的 R&D 风险。第四,市场风险是指因企业内外部环境因素限制而导致失去市场竞争优势的风险。该研究采用产品竞争力、潜在竞争影响、营销能力及市场前景等 4 个指标来衡量农业高科技投资项目存在的市场风险。第五,管理风险主要是在管理过程中由于管理机制不合理、判断失误、较低的服务水平等原因影响管理水平。该研究采用企业管理合理性、决策的科学化及管理者素质和经验等 3 个指标来衡量农业高科技投资项目存在的管理风险。第六,环境风险主要指由国家产业政策、宏观经济环境及自然环境等因素发生变化而导致的不确定性。该研究采用国家产业政策、宏观经济环境及自然环境等 3 个指标来衡量农业高科技投资项目的环境风险。

## 2.2 确定各评价指标的权重

由于各指标对评价对象的影响程度不同,因此,对各备选方案进行风险评价时,需要根据指标的重要程度对其赋予不同的权重  $a_i$  ( $i=1,2,\dots,m$ ),由此可以确定各指标的权重矩阵  $A$ 。通常,权重  $a_i$  需满足 2 个条件  $\sum_{i=1}^m a_i=1, a_i \geq 0$ 。确定权重的方法有多种,该研究采用专家打分法来确定指标权重。对准则层的风险因素,最终求得  $U_i$  的权重集为  $A=(a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6)$ ;对指标层的风险因素,最终求得  $U_{ij}$  的权重指标集为  $A_i=(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ij})$ 。其中,  $i$  取值为 1, 2, 3, 4, 5, 6 时,  $j$  取值为 4, 3, 4, 4, 3, 3。

## 2.3 制定评价指标的评分等级标准

该研究所构建的农业高科技投资项目的评价指标  $U_{ij}$  为定性指标,通过制定评价指标的评分等级标准,对不同的等级风险赋予不同数值而将其转化为定量指标。由于农业高科技投资项目的风险较高,将其划分为 5 个等级。按 5 分制进行打分,分别赋予其对应值 5, 4, 3, 2, 1。若指标风险位于 2 个相邻的等级之间,则分别赋予对应值 4.5, 3.5, 2.5, 1.5。

## 2.4 专家打分,求评价样本矩阵

按照以上设定的评分等级标准,聘请  $m$  位相

关领域的专家及教授对所评价的第  $x$  个项目进行打分,并填写专家打分表。设评价专家的序号为  $k$ , 则  $k=1, 2, \dots, m$ ; 设专家  $k$  对第  $x$  个项目的评分为  $d_{ijk}^{(x)}$ , 据此可以得到评价样本矩阵  $D^{(x)}$ :

$$D^{(x)} = \begin{bmatrix} d_{111}^{(x)} & d_{112}^{(x)} & \cdots & d_{11m}^{(x)} \\ d_{121}^{(x)} & d_{122}^{(x)} & \cdots & d_{12m}^{(x)} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ d_{211}^{(x)} & d_{212}^{(x)} & \cdots & d_{21m}^{(x)} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ d_{631}^{(x)} & d_{632}^{(x)} & \cdots & d_{63m}^{(x)} \end{bmatrix} \begin{matrix} U_{11} \\ U_{12} \\ \\ U_{21} \\ \\ U_{63} \end{matrix}.$$

## 2.5 确定评价灰类

由于所请专家的研究领域及研究深度的差异,专家只能给出灰数的白化值。为了真实反映属于某类的程度,需要确定评价灰类的等级数、灰数及白化权函数。设评价灰类的序号为  $h$ , 即  $h=1, 2, \dots, n$ , 有  $n$  个评价灰类。该研究中,  $n=5$ , 即设置了 5 个等级,分别为低风险、较低风险、中等风险、较高风险、高风险。在此基础上,进一步确定不同等级的白化权函数来描述这 5 个评价灰类。

第 1 灰类为低风险 ( $h=1$ ), 设定灰数  $\otimes_1 \in [0, 1, 2]$ , 白化权函数  $f_1$  的表达式为:

$$f_1(d_{ijk}^{(x)}) = \begin{cases} 1 & d_{ijk} \in [0, 1] \\ d_{ijk} - 2 & d_{ijk} \in [1, 2] \\ 0 & d_{ijk} \notin [0, 2], \end{cases}$$

第 2 灰类为较低风险 ( $h=2$ ), 设定灰数  $\otimes_2 \in [0, 2, 4]$ , 白化权函数  $f_2$  的表达式为:

$$f_2(d_{ijk}^{(x)}) = \begin{cases} d_{ijk}/2 & d_{ijk} \in [0, 2] \\ (4 - d_{ijk})/2 & d_{ijk} \in [2, 4] \\ 0 & d_{ijk} \notin [0, 4], \end{cases}$$

第 3 灰类为中等风险 ( $h=3$ ), 设定灰数  $\otimes_3 \in [0, 3, 6]$ , 白化权函数  $f_3$  的表达式为:

$$f_3(d_{ijk}^{(x)}) = \begin{cases} d_{ijk}/3 & d_{ijk} \in [0, 3] \\ (6 - d_{ijk})/3 & d_{ijk} \in [3, 6] \\ 0 & d_{ijk} \notin [0, 6], \end{cases}$$

第 4 灰类为较高风险 ( $h=4$ ), 设定灰数  $\otimes_4 \in [0, 4, 8]$ , 白化权函数  $f_4$  的表达式为:

$$f_4(d_{ijk}^{(x)}) = \begin{cases} d_{ijk}/4 & d_{ijk} \in [0, 4] \\ (8 - d_{ijk})/4 & d_{ijk} \in [4, 8] \\ 0 & d_{ijk} \notin [0, 8], \end{cases}$$

第 5 灰类为极高风险 ( $h=5$ ), 设定灰数  $\otimes_5 \in [0, 5, 10]$ , 白化权函数  $f_5$  的表达式为:

$$f_5(d_{ijk}^{(x)}) = \begin{cases} d_{ijk}/5 & d_{ijk} \in [0, 5] \\ 1 & d_{ijk} \in [5, 10] \\ 0 & d_{ijk} \notin [0, 10] \end{cases}$$

## 2.6 计算灰色评价系数

针对所有的评价指标  $U_{ij}$ , 设项目  $x$  关于第  $h$  灰类的灰色评价系数为  $M_{ijh}^{(x)}$ , 其计算公式为  $M_{ijh}^{(x)} = \sum_{k=1}^m f_h(d_{ijk}^{(x)})$ ; 设项目  $x$  关于所有灰类的灰色评价系数为  $M_{ij}^{(x)}$ , 其计算公式为  $M_{ij}^{(x)} = \sum_{k=1}^m M_{ijh}^{(x)}$ 。

## 2.7 计算灰色评价权矩阵

针对所有评价指标  $U_{ij}$ , 设项目  $x$  关于第  $h$  灰类的灰色评价权记为  $q_{ijh}^{(x)}$ , 其计算公式为  $q_{ijh}^{(x)} = M_{ijh}^{(x)} / M_{ij}^{(x)}$ 。  $n$  取值 5, 即分为 5 个评价灰类, 设项目  $x$  的指标  $U_{ij}$  对各个灰类的灰色评价权向量  $q_{ij}^{(x)}$ , 则  $q_{ij}^{(x)} = (q_{ij1}^{(x)} \ q_{ij2}^{(x)} \ q_{ij3}^{(x)} \ q_{ij4}^{(x)} \ q_{ij5}^{(x)})$ 。由此可以得到项目  $x$  中指标  $U_i$  的下属指标  $U_{ij}$  对所有灰类的灰色评价权矩阵  $Q_i^{(x)}$ , 则有:

$$Q_i^{(x)} = \begin{bmatrix} q_{i1}^{(x)} \\ q_{i2}^{(x)} \\ \vdots \\ q_{ij}^{(x)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_{i11}^{(x)} & q_{i12}^{(x)} & q_{i13}^{(x)} & q_{i14}^{(x)} & q_{i15}^{(x)} \\ q_{i21}^{(x)} & q_{i22}^{(x)} & q_{i23}^{(x)} & q_{i24}^{(x)} & q_{i25}^{(x)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ q_{ij1}^{(x)} & q_{ij2}^{(x)} & q_{ij3}^{(x)} & q_{ij4}^{(x)} & q_{ij5}^{(x)} \end{bmatrix}。$$

## 2.8 综合评价

针对第  $x$  个受评项目, 首先对指标  $U_{ij}$  做综合评价, 设综合评价结果为  $B_i^{(x)}$ , 其计算公式为  $B_i^{(x)} = A_i \times Q_i^{(x)} = (b_{i1}^{(x)} \ b_{i2}^{(x)} \ b_{i3}^{(x)} \ b_{i4}^{(x)} \ b_{i5}^{(x)})$ 。在此基础上得到关于项目  $x$  的指标  $U_i$  对各评价灰类的灰色评价权系数矩阵  $Q^{(x)}$ , 则有:

$$Q^{(x)} = \begin{bmatrix} B_1^{(x)} \\ B_2^{(x)} \\ \vdots \\ B_5^{(x)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11}^{(x)} & b_{12}^{(x)} & b_{13}^{(x)} & b_{14}^{(x)} & b_{15}^{(x)} \\ b_{21}^{(x)} & b_{22}^{(x)} & b_{23}^{(x)} & b_{24}^{(x)} & b_{25}^{(x)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{51}^{(x)} & b_{52}^{(x)} & b_{53}^{(x)} & b_{54}^{(x)} & b_{55}^{(x)} \end{bmatrix}。$$

于是, 对项目  $x$  的指标做综合评价, 用来表示综合评价结果, 则其表达式为:  $B^{(x)} = A \times Q^{(x)} = (b_1^{(x)} \ b_2^{(x)} \ b_3^{(x)} \ b_4^{(x)} \ b_5^{(x)})$ 。

## 2.9 计算综合评价值并排序

按照“灰水平”对各评价灰类等级赋值, 则评价灰类等级值化向量  $C = (1, 2, 3, 4, 5)$ 。可以根据公式  $R^{(x)} = B^{(x)} \times C^T$ 。式中:  $C^T$  表示向量  $C$  的转置来计算项目  $x$  的综合评价值。若企业投资单个项目, 则可以根据综合评价值的大小来确定

项目的风险等级; 若企业同时投资多个项目, 可以依次计算出所有项目的综合评价值, 并按照数值大小进行排序, 进而判断项目风险的高低。

## 3 实例验证

现黑龙江某企业计划投资一项研发玉米新品种的农业高科技项目, 计划总投资额为 4 600 万元。为降低损失及损失发生的可能性, 该企业在投资前对项目进行风险评估。利用专家打分法确定指标权重, 对准则层的风险因素, 求得  $U_i$  的权重集为  $A = (0.195, 0.146, 0.220, 0.122, 0.171, 0.146)$ ; 对指标层的风险因素, 分别求得  $A_1 = (0.200, 0.267, 0.233, 0.300)$ ,  $A_2 = (0.333, 0.278, 0.389)$ ,  $A_3 = (0.235, 0.294, 0.265, 0.206)$ ,  $A_4 = (0.280, 0.320, 0.160, 0.240)$ ,  $A_5 = (0.316, 0.210, 0.474)$ ,  $A_6 = (0.429, 0.333, 0.238)$ 。

该研究聘请了 2 名管理学教授、3 位风险投资家、4 位农业专家等 9 位相关领域的专家及教授对方案进行综合打分, 评价矩阵如下:

$$D^{(1)} =$$

3.0	2.5	2.5	3.5	3.0	3.0	2.5	2.5	3.5
3.5	4.0	4.0	4.5	4.0	3.5	3.5	4.5	4.0
3.5	4.0	3.5	3.5	4.5	4.0	3.5	4.5	4.0
4.5	4.0	3.5	4.5	4.0	4.0	4.5	4.0	3.5
2.5	2.5	3.0	3.5	2.5	3.0	3.0	2.5	3.5
2.5	2.5	3.0	3.5	2.5	3.0	3.0	2.5	3.5
3.5	3.0	4.0	3.5	3.5	4.0	3.0	3.5	4.0
3.0	2.5	2.5	3.0	2.5	3.5	3.0	3.0	3.5
4.5	4.0	3.5	3.5	4.5	4.5	4.0	3.5	4.5
4.5	4.0	3.5	4.5	4.0	4.0	3.5	4.0	3.5
3.5	3.5	4.0	3.5	3.0	3.5	4.0	4.0	3.5
3.5	3.5	3.0	2.5	3.5	3.0	3.5	3.0	2.5
4.0	4.0	3.5	3.0	3.5	3.5	3.0	3.5	4.0
2.0	2.5	2.5	2.0	3.0	2.5	3.0	2.5	2.5
3.0	3.5	3.0	3.0	2.5	2.5	3.0	3.5	3.5
3.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	2.5
2.0	1.5	1.5	2.0	1.5	2.5	2.0	2.0	1.5
4.5	4.0	4.0	4.5	3.5	4.0	3.5	3.5	4.0
4.0	3.5	3.5	4.0	3.0	3.5	4.0	3.0	3.5
3.0	3.0	2.5	2.0	2.5	2.5	3.0	2.0	2.5
2.0	1.5	1.5	1.5	2.5	2.0	2.5	1.5	2.5

计算灰色权矩阵为:

$$\begin{aligned}
Q_1^{(1)} &= \begin{bmatrix} 0 & 0.202 & 0.324 & 0.263 & 0.211 \\ 0 & 0.034 & 0.275 & 0.374 & 0.317 \\ 0 & 0.045 & 0.280 & 0.365 & 0.310 \\ 0 & 0.023 & 0.265 & 0.380 & 0.332 \end{bmatrix}, \\
Q_2^{(1)} &= \begin{bmatrix} 0 & 0.191 & 0.329 & 0.267 & 0.213 \\ 0 & 0.202 & 0.324 & 0.263 & 0.211 \\ 0 & 0.084 & 0.309 & 0.337 & 0.270 \end{bmatrix}, \\
Q_3^{(1)} &= \begin{bmatrix} 0 & 0.191 & 0.329 & 0.267 & 0.213 \\ 0 & 0.034 & 0.265 & 0.369 & 0.332 \\ 0 & 0.034 & 0.275 & 0.374 & 0.317 \\ 0 & 0.074 & 0.304 & 0.345 & 0.276 \end{bmatrix}, \\
Q_4^{(1)} &= \begin{bmatrix} 0 & 0.163 & 0.325 & 0.284 & 0.228 \\ 0 & 0.084 & 0.309 & 0.337 & 0.270 \\ 0 & 0.277 & 0.308 & 0.231 & 0.184 \\ 0 & 0.172 & 0.329 & 0.277 & 0.222 \end{bmatrix}, \\
Q_5^{(1)} &= \begin{bmatrix} 0 & 0.265 & 0.313 & 0.235 & 0.187 \\ 0.088 & 0.342 & 0.243 & 0.182 & 0.145 \\ 0 & 0.034 & 0.275 & 0.374 & 0.317 \end{bmatrix}, \\
Q_6^{(1)} &= \begin{bmatrix} 0 & 0.084 & 0.309 & 0.337 & 0.270 \\ 0 & 0.265 & 0.313 & 0.234 & 0.188 \\ 0.087 & 0.316 & 0.254 & 0.191 & 0.152 \end{bmatrix}, \\
Q^{(1)} &= \begin{bmatrix} A_1 \times Q_1^{(1)} \\ A_2 \times Q_2^{(1)} \\ A_3 \times Q_3^{(1)} \\ A_4 \times Q_4^{(1)} \\ A_5 \times Q_5^{(1)} \\ A_6 \times Q_6^{(1)} \end{bmatrix} = \\
&\begin{bmatrix} 0 & 0.067 & 0.283 & 0.352 & 0.299 \\ 0 & 0.152 & 0.320 & 0.293 & 0.235 \\ 0 & 0.079 & 0.291 & 0.341 & 0.289 \\ 0 & 0.158 & 0.318 & 0.291 & 0.233 \\ 0.018 & 0.172 & 0.280 & 0.290 & 0.240 \\ 0.021 & 0.199 & 0.297 & 0.268 & 0.215 \end{bmatrix}, \\
B^{(1)} &= A \times Q^{(1)} = \\
&[0.006 \quad 0.130 \quad 0.296 \quad 0.310 \quad 0.257], \\
R^{(1)} &= B^{(1)} \times C^T = 3.683.
\end{aligned}$$

通过以上的实例分析,现得出如下结论。

1)该项目的风险值为 3.683,该企业所投资的农业高科技项目存在较高的风险。当企业有多个农业高科技投资项目可供选择时,可以分别计算出每一项目的风险值,选择风险最低的项目进行投资。2)采用多层次灰色综合评价法可以有效评价准则层的风险因素值,对较高的指标风险因素进

行重点监控及预防。在该研究中,技术因素的风险值  $r_1^{(1)} = B_1^{(1)} \times C^T = 3.886$ , R&D 因素的风险值  $r_3^{(1)} = B_3^{(1)} \times C^T = 3.840$ ,均高于项目综合风险值 3.683,企业应对这 2 个方面因素予以高度关注。3)从评估权重中看到,技术、研发、管理 3 方面的权重最高,依次为 0.220、0.195、0.171。影响农业高科技项目成败的关键因素除了技术及研发能力外,管理因素也是重中之重。企业在投资农业高科技项目时,不仅要加强项目的技术及研发能力,更要注重项目的管理水平,提高项目的工作效率。4)多层次灰色综合评价法充分利用了农业高科技投资项目的贫信息,提高项目风险度量的精度,是企业进行有效决策的科学工具。

#### 4 展望

该研究所构建的指标体系及风险度量模型适用于企业进行农业高科技投资项目的风险评估。该方法的具体适用性及可操作性,还需企业在实践中予以验证。在实际应用中,企业可以根据其自身条件、外界环境及项目状况,对该研究所构建的风险评价指标进行适度的修正,不断完善风险指标体系及多层次灰色综合评价模型的应用,使该方法臻于完善。此外,在未来的学术研究中,可以尝试采用其它方法定量度量农业高科技投资项目的风险,逐渐弥补农业高科技投资项目风险评估的研究空白,并为企业提供更多的风险度量工具。

无论如何精确地评价农业高科技投资项目的风险,都不可能完全消除项目失败的可能性。但是,科学有效地评价农业高科技投资项目的风险,仍是农业高科技项目投资成功的关键所在。同时,它不仅对企业在进行农业高科技项目投资决策时具有举足轻重的参考价值,而且有利于形成我国农业高科技项目的风险投资体系,促进农业产业化进程。

#### 参考文献

- [1] 杨邦杰,洪仁彪,常瑞甫,等. 农业投资项目风险因素识别概述[J]. 农业工程学报,1999(3):29-32.
- [2] 瞿翔,张俊飏. 农业企业投资项目风险识别与处理对策[J]. 世界农业,2006(7):12-15.
- [3] 平英华. 农业投资项目的风险识别研究[J]. 安徽农业科学,2015(14):368-369,373.

- [4] 孙炜琳. 农业高新技术项目风险投资决策研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2001.
- [5] 崔卫芳, 霍学喜, 庄世宏, 等. 基于 BP 神经网络的农业高科技投资项目风险评价模型[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2006(7): 160-164.
- [6] 曾彦云. 农业高科技投资项目风险多级模糊综合评价研究[J]. 农业网络信息, 2007(10): 205-207.
- [7] 徐绪松, 但朝阳. 高技术项目投资风险模糊综合评价模型[J]. 数量经济技术经济研究, 2000(1): 34-36.
- [8] 孙秋鹏, 于超银. 高科技风险投资项目风险评价体系[J]. 软科学, 2001(1): 18-22.
- [9] 赵喜仓. 风险投资项目投资风险综合评价研究[J]. 统计研究, 2001(12): 36-39.
- [10] 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.
- [11] 蔡建春, 王勇, 李汉铃. 风险投资中投资风险的灰色多层次评价[J]. 管理工程学报, 2003(2): 94-97.
- [12] 王莲芬, 许树柏. 层次分析法引论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1990.
- [13] 邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1990.
- [14] 吴祈宗. 系统工程[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2005: 232-238.
- [15] 张赞. 基于灰色理论的风险投资项目风险评价方法研究[J]. 重庆工学院学报, 2002(4): 82-84.

## Research on Risk Evaluation of Agricultural High-tech Investment Projects Based on Gray Synthetic Evaluation

HAN Peipei<sup>1</sup>, WEN Mingzhen<sup>1</sup>, LI Wen<sup>2</sup>, XIONG Langyu<sup>3</sup>, HOU Jingjing<sup>1</sup>, JI Gang<sup>2</sup>

(1. College of Business, Liaoning University, Shenyang, Liaoning 110036; 2. College of Economics, Liaoning University, Shenyang, Liaoning 110036; 3. College of Management of Zhuhai Campus, Beijing Normal University, Zhuhai, Guangdong 519087)

**Abstract:** According to the characteristics of agricultural high-tech investment projects, the risk index evaluation system was established by using analytic hierarchy process(AHP), the risk of agricultural high-tech investment projects was evaluated by the multi-level gray comprehensive evaluation method for the first time, and a practical example was studied. The results showed that the comprehensive values of agricultural high-tech investment projects' risks could be effectively calculated by the multi-level gray synthetic comprehensive evaluation method and that the risk level of the project could be analyzed. By applying this method, the risk value of the criterion layer factors could be calculated separately, and the risk factors were monitored and prevented. The weight of technology, R&D and management was the most important, which was the key to the success of the project. The multi-level gray synthetic comprehensive evaluation method was the scientific tool to measure the risk of agricultural high-tech investment projects.

**Keywords:** gray synthetic evaluation; analytic hierarchy process; agricultural high-tech investment projects; investment risk; risk evaluation