

王 惠,王 静. 农户信用风险评价实证研究——基于改进型模糊聚类无权重值原理[J]. 江苏农业科学,2020,48(8):301-307.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.08.055

# 农户信用风险评价实证研究 ——基于改进型模糊聚类无权重值原理

王 惠,王 静

(西北农林科技大学经济管理学院,陕西杨凌 712100)

**摘要:**现有农户信用风险评价体系过分依赖指标权重,不能对农户的信用等级进行动态评估,因此运用模糊聚类和模糊控制联合模型,在不依靠权重值的情况下对农户信用风险进行评估,针对该地区农户信用风险特征,建立由教育程度、婚姻状况等在内的 14 个指标组成的农户信用等级评价指标体系,并基于模糊控制评价方法将农户信用风险划分为 A、B、C、D、E 等 5 个等级,根据陕西省西安市阎良区 2015—2017 年共 955 个农户的实际调查数据进行实证分析。结果显示,该地区的农户信用风险等级水平主要还是集中在等级 C,无论从内部特征、外部特征还是从总体上来看等级 C 的占比均呈下降趋势,而等级 B 呈上升趋势,说明农户的信用等级不断提高,信用度呈上升趋势,信用风险水平降低,有利于该地区农户融资,为以后的经济发展提供了良好的资金保证。

**关键词:**农户信用风险;模糊控制;模糊聚类;估计

**中图分类号:** F323.9      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2020)08-0301-06

促进农业农村产业发展,金融支持是关键因素之一<sup>[1]</sup>。在国家有关政策的支持下,银行及信用合作社为农民提供多种金融产品,在一定程度上解决了农民的生产性和生活性贷款需求。但正规金融机构与农户之间资金的供给与需求不对等,是我国农村金融市场发展中面临的最大问题。我国农户占总人口的 64.71%,是涉农金融机构最多的客户群体,想要更准确地控制农户的信贷风险,对涉农金融机构进行正确支持和指导,就要对农户进行准确且客观的信用等级评定,由此才能更好地解决农户信贷需求,促进农村金融市场和农村经济的进一步健康发展<sup>[2]</sup>,此外还能为未来参与新型农业经营模式的农户的信用风险研究提供基础。现阶段研究中,针对农户信用评价较常用的研究方法有模糊综合评价法、回归分析法、神经网络法等。如马永杰等利用多元统计模型对农户的信用风险进行研究,采用逐步判别法对在正规金融机构进行信贷行为的农户的信用风险进行评价,发现该模型对农户风险分类的判别率较高<sup>[3]</sup>。王颖等利用模糊综合

评价方法对农户的信用进行评级,采用层次分析法对指标的权重进行确定,发现该模型在研究农户信用风险方面是适用和科学的<sup>[4-5]</sup>。刘畅等利用神经网络模型与传统专家打分法相结合对农户信贷风险进行评价,发现该方法的应用可以有效提高信贷机构防范农户信贷风险的能力<sup>[6]</sup>。王静等基于突变理论建立农户信贷风险的评价模型<sup>[7]</sup>。谭民俊等建立模糊模式下的识别模型,利用不确定层次分析法对指标权重进行确定,并认为该方法在实际研究中具有一定的效果<sup>[8]</sup>。何军峰等利用层次分析赋权法构建农户信贷风险的评价模型<sup>[9-10]</sup>。蔡呈伟等利用熵权法建立农户信贷评价模型,并证明了该模型的有效性<sup>[11]</sup>。李杰等利用相对熵的组合赋权法建立农户信贷评价模型,并进行了实际应用<sup>[12]</sup>。上述模型均具有一定的科学性和适用性,在农户信用评价方面取得了良好的效果,但仍存在一些不足,如层次分析法的本质是根据评价指标的得分进行排名,无法得知其实际状况;模糊综合评价方法虽然对边界不清和存在模糊性质的问题具有良好的解决效果,但是不能解决农户随着周边环境 and 市场变化等因素产生的信贷风险的动态性问题。上述模型在应用中均须确定信用风险评价指标的权重,因此指标权重的选取会对上述模型的应用效果产生巨大影响。在指标权重的确定中,大多数学者采用专家打分法的主观赋权法或者利用决策矩

收稿日期:2019-04-08

基金项目:国家自然科学基金(编号:71873101)。

作者简介:王 惠(1990—),女,吉林吉林人,博士研究生,主要从事农业金融研究。E-mail:wh\_hgtzy@126.com。

通信作者:王 静,教授,博士生导师,主要从事金融工程、农业投资技术与策略研究。E-mail:wj66xyx@126.com。

阵信息的差异性进行客观定权,虽然主观赋权法能够更加贴近实际对指标权重进行选取,但是缺乏客观性,不能体现决策信息,而客观赋权法虽然能够体现决策信息,但是容易使得指标权重的选取脱离实际。针对上述模型的不足,本研究采用补偿风险聚合算法(compensation risk aggregation algorithm,简称 CRAA),该算法利用模糊聚类对农户的信贷风险值依次进行补偿,在对农户信贷风险进行评价时消除其对指标权重的依赖。本研究以 2015—2017 年陕西省 955 个农户的调查数据为样本,对该模型的科学性和适用性进行检验,以期为农户信贷风险评价研究提供一种新的思路。

1 农户信贷风险评价指标体系

1.1 构建指标体系

本研究在现有文献的基础上,结合中国特色农户信用评价的主要特征及其内涵,参考国内如中国农业银行等大型金融机构的农户评级指标<sup>[13-14]</sup>,以国外标普、惠誉等权威信用评级机构的典型高频评级指标为基础<sup>[15-20]</sup>。依据指标的强代表性和可观测性、反映信息含量大、能提出冗余信息等标准,筛选出最能表现我国农户信贷风险特征的指标,并进一步利用 R 语言聚类算法和变异系数法对指标进行分类和筛选,使得所选指标能够最大程度包含农户的信贷风险信息,由此构建由家庭结构特征、偿债能力、经营情况、信誉状况等 4 个准则层(包括自身特征、收入状况等 14 个指标在内)构成的农户信用等级评价指标体系(表 1)。

表 1 农户信用等级评价指标体系

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标类型
1	内部特征	家庭结构特征	自身特征	定性
2			家庭劳动力数量(人)	正向
3			教育程度	正向
4			婚姻状况	定性
5		偿债能力	收入状况(元/年)	正向
6			支出状况(元/年)	负向
7			家庭负债情况(元)	负向
8			现有财产状况(元)	正向
9	外部特征	经营情况	经营及种植能力	定性
10			经营类型	正向
11			土地面积(hm <sup>2</sup> )	正向
12		信誉状况	地区经济状况	正向
13			诚实守信程度	定性
14			信贷历史记录	正向

内部特征包含家庭结构特征和偿债能力。第一,家庭结构特征主要包括 4 个方面:(1)自身特征,综合农户的健康状况、年龄和性别对农户信用风险的影响,衡量农户的自身特征;(2)家庭劳动力数量,其对于农户的信用风险有很大影响,劳动力越多,其家庭收入越高,越有利于农户归还贷款;(3)教育程度,教育程度高表示接受新事物快,经营能力强;(4)婚姻状况,家庭内孩子的数量影响了农户的家庭支出,孩子数量越多,家庭支出越大。第二,偿债能力主要包括收入状况、支出状况、家庭负债情况和现有财产状况。收入情况和支出状况反映出农户在未来偿还贷款的能力,收入越高、支出越低表示农户在未来归还贷款的能力越大;现有财产状况和家庭负债情况表示农户过去经营的成果,

一般现有财产越多、负债越低表示农户过去的经营状况很好,未来偿还贷款的可能性就会越高。

外部特征包含经营情况和信誉状况。第一,经营情况包括经营及种植能力、经营类型、土地面积和地区经济状况,该指标主要用来衡量农户在未来的还款能力。根据经营类型的不同,经营及种植能力越强,土地面积越大,地区经济越好,表示农户的预期收入越多,未来的偿债能力也就越强。第二,信誉状况包含诚实守信程度和信贷历史记录 2 个方面,主要用来衡量农户的过往信用情况,历史信用越好表示未来归还贷款的可能性越高。

1.2 数据来源和评价指标数据标准化

1.2.1 数据来源 本研究以 2015—2017 年陕西省西安市阎良区随机抽取的共 955 农户为评价对象,

其中农户信用评价原始数据来源于 2015—2017 年暑期笔者所在课题组采用抽样调查方式获得的随机抽样调查数据,3 年共发放调查问卷 1 000 份,经回收问卷并审查,剔除填写不完全及逻辑矛盾问卷,获得有效问卷 955 份,达到进行模型分析的样本量。

1.2.2 评价指标标准化 本研究所含指标分为定

性指标和定量指标,为使研究数据衡量标准统一,将数据按照定性指标和定量指标分别进行标准化处理。定量指标分为正向指标、负向指标 2 种,正向指标指随着该指标值的增加农户的信用风险变低,负向指标指随着该指标值的增加农户的信用风险增加。本研究所选指标类型见表 2,并采用以下公式为正向指标和负向指标进行标准化处理<sup>[21]</sup>。

表 2 农户信用等级评价定性指标打分标准

序号	一级指标	二级指标	三级指标	编号	调查内容	得分
1	内部特征	家庭结构特征	婚姻状况	1	已婚无子女	1.00
2				2	已婚有子女	0.80
3				3	单身	0.40
4				4	离异无子女	0.20
5				5	数据缺失或离异有子女	0.00
⋮				⋮	⋮	⋮
31	外部特征		经营情况	1	农业	1.00
32				2	以农业为主兼营非农	0.75
33				3	以非农为主兼营农业	0.50
34				4	非农业	0.25
35				5	其他情况或数据缺失	0.00
⋮				⋮	⋮	⋮

$$x_{ij} = \frac{v_{ij} - \min_{1 \leq i \leq n} v_{ij}}{\max_{1 \leq i \leq n} v_{ij} - \min_{1 \leq i \leq n} v_{ij}}; \tag{1}$$

$$x_{ij} = \frac{\max_{1 \leq i \leq n} v_{ij} - v_{ij}}{\max_{1 \leq i \leq n} v_{ij} - \min_{1 \leq i \leq n} v_{ij}}. \tag{2}$$

式中:令  $x_{ij}$  为第  $i$  个农户第  $j$  项指标标准化后的数值,将农户的原始数据表示为  $v$ ,待评价农户数量为  $n$ 。

本研究通过对涉农金融机构的多位业务骨干和相关人士的访谈,结合十几位相关领域的专家学者的意见,制定定性指标打分标准(表 2)。

2 基于模糊聚类无权重值的农户信用风险的原理与方法

2.1 模糊聚类

模糊聚类方法使用聚类中心作为每一类样本指标的特征样本,使用聚类中心作为该类样本的模式样本。对于一个分类合理的样本来说,距离该类样本聚类中心的距离越短,则该样本与聚类中心的差距越小,由此可知,对于每一个分类合理的样本,其与聚类中心的距离越短则表明该样本越好。

为了更加清楚地描述样本与聚类中心的距离,本研究选用海明距离来表示,即  $d(x,y)$ 。设模糊子

集  $A$  和  $B$  是论域  $U$  上的 2 个子集,则 2 个集合间的绝对海明距离为:

$$d(A,B) = \sum_{i=1}^n |u_A(x_i) - u_B(x_i)|. \tag{3}$$

其相对海明距离为:

$$\sigma(A,B) = \frac{1}{n}d(A,B) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |u_A(x_i) - u_B(x_i)|. \tag{4}$$

2.2 风险聚合方法

目前较常用的风险聚合方法有风险值求和法(sum)、最大风险值法(max)、S 型函数法(Sigmoid)和风险质心法(Centroid,离散型)(表 3)。

由表 3 可知,风险值求和法受风险数量的限制,最大风险值法受风险分布区域的限制,S 型函数法受风险距离的限制,风险质心法受风险概率的限制,因此 4 类方法单一使用均不能满足农户信用风险具有的动态性和多样性特性。结合风险聚合和风险补偿的思想,须要对最大风险聚合方法进行改进,以适应农户信用风险评级的需要。

2.3 补偿风险聚合算法 CRAA 模型

将农户信用风险值的集合作为 CRAA 的聚类样本,定义  $R_i$  为风险集合的基值。根据海明距离的定义,将相对海明距离  $\alpha$  定义为各风险到基值的平均距离,由此可得以下公式:

表 3 基于 4 种风险聚类方法的农户信用风险评估的优缺点

聚类方法	公式	优点	缺点
sum <sup>[20]</sup>	$R_f = \sum_{i=1}^n R_i$	适用于数量较少的风险聚合	较多风险聚合,容易使聚合风险产生极端情况,难以代表所需评价的风险集合
max <sup>[21]</sup>	$R_f = \max(R_1, R_2, \cdots, R_i)$	操作简单,易于实现	不同的风险集合,只要最大风险值不变,其他风险值的变化不会对结果产生影响
Sigmoid <sup>[22]</sup>	$R_f = \frac{1}{1 + e^{k(R_i - R_{i-1})}}$	有利于后续的数学处理	处理较多风险时,效率低,且聚合风险值与参数 $k$ 和风险值之差相关。风险值之差越大,聚合风险越小,且参数 $k$ 的设置带有一定的主观性,使得结果受到影响
Centroid(离散型) <sup>[23]</sup>	$R_f = \sum_{i=1}^n R_i \cdot p_i / \sum_{i=1}^n p_i$	是一种具有实际应用价值的风险聚类方法	风险概率 $p$ 具有主观随意性,使结果的客观性受到影响

注: $R_f$  为聚合后风险; $R_i$  第  $i$  类风险值( $1 \leq i \leq n, n$  为正整数); $k$  为风险参数且为正整数。

$$S = \sum_{i=1}^n |R_i - R_l|; \tag{5}$$

$$\alpha = S/n。 \tag{6}$$

式中: $S$  表示绝对海明距离。

2.4 风险补偿

风险补偿是指给与风险值增加或减少某一值,使得风险值与基值  $R_l$  之间的绝对海明距离  $S$  得以缩减。因此,采用风险补偿的方法为对其相对海明距离  $\alpha$  按比例对风险值进行补偿  $R_a$ ,风险值的取值区间为起始值  $R_b$  到结束值  $R_e$ 。为了不改变样本的特性,风险补偿后应满足:(1) 风险补偿后,风险和值不变;(2) 补偿后风险  $R_a \in [R_b, R_e]$ 。

风险补偿的具体算法为:根据公式(4)和公式(5)求出各风险值与基值的相对海明距离和绝对海明距离,再将所得结果按照由大到小的顺序进行排序,建立风险序列合集。取序列号的中值,将大于和小于序列号中值的风险值按比例减少并增加风险补偿值。

以共有  $m$  个风险值为例。当  $m$  为偶数时,序号中值介于  $m/2 \sim (m/2 + 1)$  之间,对于第  $i$  个风险的补偿值为:

$$R_a = \begin{cases} \left(\frac{m}{2} + i - 1\right)\alpha_i / \frac{m}{2}, i \in \left[1, \frac{m}{2}\right] \\ \left(\frac{m}{2} - i\right)\alpha_i / \frac{m}{2}, i \in \left[\frac{m}{2} + 1, m\right] \end{cases}。 \tag{7}$$

当  $m$  为奇数时,序号中值  $(m + 1)/2$ ,则对于第  $i$  个风险值,其风险补偿值为:

$$R_a = \begin{cases} \left(\frac{m}{2} - i\right)\alpha_i / \left(\frac{m}{2} - 1\right), i \in \left[1, \frac{m+1}{2}\right] \\ 0, i = \frac{m+1}{2} \\ \left(i - \frac{m}{2}\right)\alpha_i / \left(\frac{m}{2} - 1\right), i \in \left(\frac{m+1}{2}, m\right] \end{cases}。 \tag{8}$$

经过上述计算后,其补偿的风险值之和仍然为 0,且补偿后的各风险绝对海明距离之和减少,使得补偿后的风险值在区间  $[R_b, R_e]$  内的分布更加趋近于风险基值  $R_l$ ,符合风险补偿原则。

2.5 风险聚合值求取

由于影响农户信用风险估计的风险数量较多,为保证风险聚合前后的有效性,且风险聚合算法与风险数量无关。参考风险聚合规则,即 2 个低风险值的聚合后风险低,2 个高风险值聚合后风险高<sup>[22-24]</sup>,高风险值与低风险值聚合后风险偏向中心位置。本研究采用改进后的最大风险聚合方法,取补偿后最大风险  $R_{\max}$  和最小风险  $R_{\min}$  的平均值为最后的聚合风险值  $R_{av}$ ,使其趋近于风险基值  $R_l$ 。

3 农户信用风险模糊控制评价方法

3.1 模糊评价矩阵的建立

3.1.1 模糊指标集与评语集的确定 根据传统模糊数学的原理,建立模糊综合评价方法。建立指标集和评语集。结合已有的研究成果<sup>[25-27]</sup>,采用五级评价法显示不同的风险等级。其中,指标集为  $Z = \{Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5\} = \{A, B, C, D, E\} = \{9, 7, 5, 3, 1\}$ ,其对应的评语集为  $V = \{\text{优秀, 良好, 一般, 较差, 差}\}$ 。

3.1.2 模糊综合评价矩阵的确立 由于在农户风险评价模型建立过程中须要在模糊综合模型的基础上添加模糊聚类,同时根据理论经验以及咨询专家意见确定模糊综合评价矩阵  $R = [Z_{i,j}]$ ,即

$$R = \begin{bmatrix} Z_{1,1} & Z_{1,2} & Z_{1,3} & \cdots & Z_{1,h} \\ Z_{2,1} & Z_{2,2} & Z_{2,3} & \cdots & Z_{2,h} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{w,1} & Z_{w,2} & Z_{w,3} & \cdots & Z_{w,h} \end{bmatrix}_{w \times h}。 \tag{9}$$

其中:  $i = 1, 2, 3, \dots, w; j = 1, 2, 3, \dots, h$ 。

### 3.2 风险聚合

由公式(5)和公式(6)可得每一行的相对海明距离的计算公式为

$$\alpha = S/n = \frac{\sum_{i=1}^n |Z_{i,j} - R_i|}{n}。 \quad (10)$$

判断风险数的奇偶,再利用公式(7)或公式(8)对风险进行补偿。其中,当风险数  $n$  为偶数时:

$$Z_j = [Z_{j,1} + \alpha_1] + \dots + [Z_{j,n/2} + 2(n-1)\alpha_{n/2}/n] + [Z_{j,n/2+1} - 2\alpha_{n/2+1}/n] + \dots + (Z_{j,n} - \alpha_n)。 \quad (11)$$

当风险数  $n$  为奇数时:

$$Z_j = (Z_{j,1} + \alpha_1) + \dots + [Z_{j,(n-1)/2} + \alpha_{(n-1)/2}/(n-2)] + Z_{j,(n+1)/2} + [Z_{j,(n+3)/2} + 3\alpha_{(n+3)/2}/(n-2)] + \dots + [Z_{j,n} + n]\alpha_n/(n-2)。 \quad (12)$$

取得补偿后的风险集合  $Z_j$  的最大值和最小值,最后可求得聚合风险为

$$R_{av,j} = (\max[Z_j] + \min[Z_j])/2。 \quad (13)$$

模糊评价通常采用最大隶属度原则,即选取  $R_{av,j}$  中的最大值作为该评价对象对该评价等级的隶属度,其方法流程见图 1。

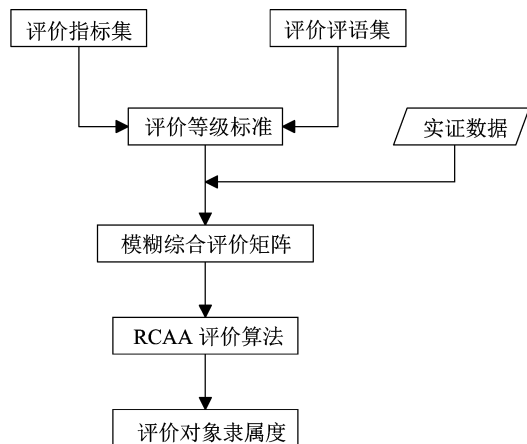


图1 基于模糊聚类法的农户信用风险评级的算法流程

## 4 实证分析

本研究以 2015—2017 年陕西省西安市阎良区随机抽取的共 955 农户为评价对象,其中农户信用评价原始数据来源于 2015—2017 年暑期笔者所在课题组采用抽样调查方式获得的随机抽样调查数据,3 年共发放调查问卷 1 000 份,经回收问卷并审查,剔除填写不完全及逻辑矛盾问卷,获得有效问卷 955 份,达到进行模型分析的样本量。

根据所建立的农户信用评价指标体系及评价标准,根据理论经验以及咨询专家意见确定各个指

标所对应的等级,得到模糊综合评价矩阵。再利用模糊聚合及风险补偿的方法确定最终的评价综合指数。最终得到 2015—2017 年陕西省西安市阎良区农户的信用风险等级评价结果(表 4)。

表 4 2015—2017 年农户信用风险评价等级

年份	风险等级	农户数量(户)			总评占比 (%)
		内部特征	外部特征	总评	
2015	A	0	0	0	0.00
	B	9	26	26	8.18
	C	258	186	273	85.85
	D	51	106	19	5.97
	E	0	0	0	0.00
	总和	318	318	318	100.00
2016	A	0	0	0	0.00
	B	17	17	25	7.67
	C	269	214	297	91.10
	D	40	95	4	1.23
	E	0	0	0	0.00
	总和	326	326	326	100.00
2017	A	1	0	0	0.00
	B	108	24	104	33.44
	C	146	230	194	62.38
	D	54	56	13	4.18
	E	2	1	0	0.00
	总和	311	311	311	100.00

由表 4 可知,2015 年农户信用风险内部特征评价中农户主要集中在评价等级 C,占比为 81.13%。外部特征评价等级集中为 C,占比为 58.49%;评价为 D 的占比为 33.33%。总体评价中占比较大的等级为 C,占比为 85.85%。2016 年农户信用风险中内部特征的评价等级主要集中在等级 C,占比为 82.52%,相比 2015 年略有提升。外部特征集中在等级 C,占比为 65.64%,比 2015 年提高了 7.15%;等级为 D 的占比为 29.14%,比 2015 年降低了 4.19 个百分点,总体评价等级占比较大的为等级 C,占整体的 91.10%,比 2015 年提高了 5.25 百分点。2017 年农户内部特征的评价等级主要集中在等级 C,占比为 46.95%,农户内部特征的评价等级为 B 的占比为 34.73%,相对 2015、2016 年评价等级有所提升。外部特征集中在等级 C,占比为 73.95%,比 2015、2016 年风险等级有所提高。整体评价水平等级 B 的占比为 33.44%;等级 C 的占比为 62.38%。综上分析可知,农户的信用风险等级水平主要还是集中在等级 C,但是无论从内部特征、外部特征还是总体上看等级 C 的占比均呈下降趋势,而等级 B 呈上升趋势,说明农户的信用等级不断提高,信用度

不断上升。

近年来,中国政府加强了对于农村地区的教育支持力度,促使受教育和高学历农户的数量逐年上升,教育水平的提升也提高了农户的经营管理能力和新信息的接收能力。计划生育的实施和义务教育阶段学杂费减免政策的实施,使得农户婚生子女数量下降,农户对于子女教育支出减少。农户加入合作社后,统一种植、统一经营,土地形成规模化生产,经济效益有所提高。近年来,由于个人信用宣传力度的加大,农户个人信用意识逐步提升,使得个人信用历史记录较好。因此,农户的内部特征和外部特征评价等级呈上升趋势,总体信用风险评价等级也在提高,信用风险水平降低,有利于该地区农户的融资,为以后的经济发展提供了良好的资金保证。

## 5 结论与建议

为准确地控制农户的信贷风险,正确对涉农金融机构进行支持和指导,就要对农户进行准确且客观的信用等级评定,由此才能更充分地解决农户的信贷需求,促进农村金融市场和农村经济的进一步健康发展。本研究针对已有研究中现有农户信用评价模型依赖权重、不能充分体现农户评价结果随着农村市场经济环境的变化情况,因而无法动态地对农户的信用风险进行评价等问题,利用模糊综合评价和无权重值的模糊聚类相结合的方法,建立农户信用风险评价模型,从而实现分阶段分层次评价,不依赖风险概率及权重,且评价指标体系可以根据地区和实际情况进行调整,使得农户信用风险评价的研究更灵活、全面,增强了实用性和可操作性。

利用陕西省西安市阎良区 2015—2017 年共 955 个农户的数据进行评价,充分证明了该模型的可应用性。对该地区农户的信用风险进行评价,结果显示,该地区农户的信用风险水平处于中等偏上的水平,信用风险状况良好。为了进一步提高该地区的农户信用风险水平,应积极提高农户的教育水平,促进土地的规模化,对农户进行农业技术的系统性培训,加大对农村经济的支持力度,促使农户整体信用水平提高,从而降低风险产生的可能性。

## 参考文献:

[1] 孟 樱,王 静. 农户信贷需求和融资选择偏好的影响因素分

析——基于陕西省 324 户农户的调查[J]. 农村经济,2017(3): 80-85.

[2] 田祥宇,董小娇. 农户小额信贷融资困境与风险缓释机制研究[J]. 宏观经济研究,2014,12(7):21-33.

[3] 马永杰,孔 荣. 基于逐步判别分析方法的农户正规融资信用风险度量研究[J]. 广东农业科学,2011(20):218-220.

[4] 王 颖. 中国农户小额信贷信用风险评估研究——基于模糊综合评价模型[J]. 西南金融,2010(8):60-62.

[5] 吴俊杰,张 锴. 农村青年信用评级模型研究——基于模糊综合评价模型[J]. 金融理论与实践,2011(5):45-48.

[6] 刘 畅,方 靓,晏 江,等. 概率神经网络在农户信用评估中的应用[J]. 武汉金融,2009(11):45-47.

[7] 王 静,朱满红. 基于突变理论的农户小额信贷信用风险评价方法研究[J]. 金融理论与实践,2011(7):20-23.

[8] 谭民俊,王 雄,岳意定. FPR-UTAHF 评价方法在农户小额信贷信用评级中的应用[J]. 系统工程,2007(5):55-59.

[9] 何军峰. 基于 AHP 的农户个人信用度评价[J]. 安徽农业科学,2011,39(29):18320-18322.

[10] 陈永明,周 龙,李双红. 基于 AHP 和 DEMATEL 方法的农户信用评级研究[J]. 征信,2012(5):20-24.

[11] 蔡呈伟,苗敬毅. 基于 PROMETHEE 法对农户小额贷款信用评级[J]. 物流工程与管理,2012(5):146-148,111.

[12] 李 杰,赵子铭,陈毅俊. 基于相对熵的组合赋权法在农户信用评价中的应用[C]. 中国运筹学会企业运筹学分会会议论文集,2013.

[13] 中国邮政储蓄银行农户信用评级表[R]. 中国邮政储蓄银行,2009.

[14] 中国农业银行“三农”客户信用等级评定管理办法[S]. 2008.

[15] 程 鑫,石洪波,董媛香. 基于 MIC-MAC 的农户信用评价指标体系优化研究[J]. 数学的实践与认识,2018,48(8):17-25.

[16] 李 燕. 经济发展较落后地区农户信用评价体系研究[J]. 农村金融研究,2017(1):64-67.

[17] 王 娟. 农户信用评价在安徽省的探索与实践[J]. 金融纵横,2015(4):88-94.

[18] 吴贻军,傅 泳,许 谦,等. 一种创新型的农户信用评价方法——基于安徽省长丰县农村信用体系建设的实证研究[J]. 征信,2017,35(7):66-71.

[19] 王树娟,霍学喜,何学松. 构建农村信用社农户信用评级体系初探[J]. 金融理论与实践,2005,12(10):38-40.

[20] 吴晶妹,张 颖,唐勤伟. 基于农户信用特征的 WU's 三维信用评级模型研究[J]. 财贸经济,2010,12(9):22-28,63.

[21] Shi B F, Chi G T. A model for recognizing key factors and applications thereof to engineering[J]. Mathematical Problems in Engineering,2014(1):1-9.

[22] 石宝峰,迟国泰. 基于信息含量最大的绿色产业评价指标筛选模型及应用[J]. 系统工程理论与实践,2014,34(7):1799-1810.

[23] Weili H, Qun N, Hong C. Apply measurable risk to strengthen security of a role-based delegation supporting workflow system [C]//Proceedings of the 2009 IEEE International Symposium on Policies for Distributed Systems and Networks,2009:45-52.

郑沫利,赵艳珂,陈思露,等. 基于 RDPSO-RBF 的粮食产后储藏环节损耗评估模型[J]. 江苏农业科学,2020,48(8):307-311.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.08.056

# 基于 RDPSO-RBF 的粮食产后储藏环节损耗评估模型

郑沫利<sup>1</sup>, 赵艳珂<sup>1</sup>, 陈思露<sup>2</sup>, 陈祺东<sup>2</sup>, 孙俊<sup>2</sup>

(1. 国贸工程设计院, 北京 100037; 2. 江南大学物联网工程学院, 江苏无锡 214122)

**摘要:**为使减少粮食储藏环节的损耗,调查储藏环节中粮食作物的损失情况并进行评估预测。通过分析问卷,统计描述影响损失率的各个因素,应用随机漂移粒子群优化算法(random drift particle swarm optimization, RDPSO)和径向基函数(radial basis function, RBF)网络对储藏环节损耗进行评估预测,将调查问卷获得的数据作为 RBF 模型数据集,应用 RDPSO 算法进行模型的参数训练,从而获得粮食损耗的智能评估模型。采用稻谷数据作为各模型的数据集,通过仿真试验,对比数据拟合情况和均方误差,其 RDPSO-RBF 模型学习性能和泛化性能更强。因此, RDPSO-RBF 能更好地应用于实际的粮食管理中。

**关键词:**产后粮食;统计描述分析;RDPSO-RBF 模型;储藏损耗;评估

**中图分类号:** F326.11 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)08-0307-05

粮食是人类最基本的生存物资,是人类生活的第一要求,在国民经济中占有重要地位。长期以来,我国在保障粮食安全问题上一直较注重产前与产中的管理与投入。然而在粮食产后损失的严重不足,产后大概分为收获、运输、干燥、储藏、加工、销售和消费等环节<sup>[1]</sup>。而每年粮食的产后损失情况极其严重,储藏环节粮食损失在产后总损失中所占比例较高。若在此环节能采取有力的防护措施,将可有效控制产后储藏环节中粮食的损耗。目前,已有不少的学者对粮食产后损失展开广泛的研究。在产后粮食损失方面,主要在储粮的损耗分析和减损措施。如储粮技术和储粮安全,主要是研究

不同因素对储粮损耗的影响,进而采取相关技术减损,保证储粮的质量与数量<sup>[2-3]</sup>。在储粮模型构造方面,主要是依据机器学习或优化算法对储粮害虫进行研究<sup>[4-6]</sup>。鲜有对粮食产后储藏环节的损耗率预测的分析研究。

鉴于此,本研究调查了稻谷、大米、小麦、玉米、大豆 5 大粮食作物,通过问卷的形式记录了 10 个省份的产后粮食损失率和损失因素。为了解损失因素和其损失率的关系,将问卷进行变量处理和统计分析,并将各品种粮食作物生成变量相同的数据集。然后采用人工智能的方法,研究损失数据的影响因素对在储藏环节产后粮食损失率的影响,提出了基于 RDPSO(random drift particle swarm optimization)-RBF(radial basis function)损失预测模型。RBF 神经网络能很好地逼近非线性数据,真实地反映输入、输出变量间的内在联系,在众多神经网络中 RBF 逼近能力比较突出。但直接采用 RBF 作为损失率预测模型,其初始随机参数很难确定最优值,导致预测结果随机化。而 RDPSO 是一种全局优化算法,在搜索能力、收敛速度以及高维问题上表现突出。因此,用 RDPSO 优化 RBF 网络中参数,以之

收稿日期:2019-03-05

基金项目:国家公益性行业(粮食)科研专项(编号:201513004、201513004-6)。

作者简介:郑沫利(1967—),男,广东陆丰人,教授级高级工程师,主要从事粮食经济研究, E-mail: zhengmoli@sohu.com。共同第一作者:赵艳珂(1987—),女,河南洛阳人,博士研究生,中级工程师,主要从事粮食经济研究, E-mail: zhao\_yanke@126.com。

通信作者:孙俊,博士,教授,主要从事人工智能、机器学习、计算智能和高性能计算研究。 E-mail: sunjin\_wx@hotmail.com。

[24] Chapin P, Skalka C, Wang X S. Risk assessment in distributed authorization[C]//Proceedings of the 2005 ACM Workshop on Formal Methods in Security Engineering, 2005:33-41.

[25] Ni Q, Bertino E, Lobo J. Risk-based access control systems built on fuzzy inferences[C]//Proceedings of the 5th ACM Symposium on Information, Computer and Communication, 2010:250-260.

[26] Cheng P C, Rohatgi P, Wagner G M, et al. Fuzzy multi-level security: an experiment on quantified risk-adaptive access control[C]//IEEE Symposium on Security and Privacy, 2007:222-230.

[27] Hui W, Jing W, Shi B F. Model and application of green industry evaluation based on fuzzy control[J]. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 2015, 29(6):2489-2494.