

# Research on Decision-Making Decision of Pension Model Based on Hesitant Fuzzy Set

Ruhao Zhang<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>School of Economics and Management, North China Electric Power University, Beijing

<sup>2</sup>Beijing Key Laboratory of New Energy and Low-Carbon Development (North China Electric Power University), Beijing

Email: 490270196@qq.com

Received: Dec. 6<sup>th</sup>, 2019; accepted: Dec. 19<sup>th</sup>, 2019; published: Dec. 26<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

To effectively alleviate the burden of pensions brought about by the aging of the population, this paper provides an hesitant fuzzy multi-criteria decision analysis method based on the improved prospect theory, and applies it to the decision of the choice of pension mode. First, we construct an evaluation index system for the old-age model and establish a hesitant fuzzy evaluation matrix. Secondly, based on the irrational behavior of decision makers, the improved prospect theory is introduced to construct an improved foreground decision matrix. For the problem of definite power, an optimization model that comprehensively considers the main and objective factors is established. Then, combined with the improved foreground decision matrix and criterion weights, a hesitant fuzzy multi-criteria decision making method based on improved foreground theory is proposed. Based on this method, the decision-making problem of the pension model is studied, and an effective analysis method is provided for such problems, and the optimization decision of such problems is made through examples.

## Keywords

Aging Population, Pension Mode, Hesitant Fuzzy Set, Multi-Criterion Decision-Making, Improved Prospect Theory

---

# 基于犹豫模糊集的养老模式选择决策研究

张儒昊<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>华北电力大学, 经济与管理学院, 北京

<sup>2</sup>新能源电力与低碳发展研究北京市重点实验室(华北电力大学), 北京

Email: 490270196@qq.com

收稿日期: 2019年12月6日; 录用日期: 2019年12月19日; 发布日期: 2019年12月26日

## 摘要

为有效缓解人口老龄化带来的养老负担问题,提出基于改进前景理论的犹豫模糊多准则决策分析方法,并将其应用于养老模式选择的决策。首先,构建养老模式的评价指标体系,建立犹豫模糊评价矩阵。其次,考虑决策者的非理性行为,引入改进的前景理论,构建改进的前景决策矩阵。针对定权问题,建立综合考虑主、客观因素的优化模型。然后,利用改进的前景决策矩阵及准则权重,提出基于改进前景理论的犹豫模糊多准则决策方法。基于该方法研究养老模式的决策问题,为此类问题提供一种有效的分析方法,并通过算例对此类问题进行优化决策。

## 关键词

人口老龄化, 养老模式, 犹豫模糊集, 多准则决策, 改进的前景理论

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

人口老龄化是追求社会进步所必须面临的问题。由于计划生育政策的实施,我国生育率不断下降,生育的速度明显低于死亡的速度,平均预期寿命延长,老年人口占人口总数不断增加,人口年龄结构发生变化,老龄化社会到来。依据国际通用的老龄化定义,我国在2000年步入了老龄化社会,60岁及以上人口数量达1.30亿,占比10.45%,2010年和2015年老龄化程度在增长速度和规模上都有所加剧,60岁及以上人口数量分别为1.78亿和2.21亿,占比分别为13.26%和16.15%,相对西方老龄社会来说发展速度惊人。人口老龄化这一经济社会所面临的必然发展趋势,对社会、经济、家庭产生了巨大的影响,加大了这个社会的养老压力。如何解决老龄化时代老年人的养老问题,逐渐引起了理论与实务界的重视。想要解决养老问题,首先要从养老模式方面入手,基于自身以及外界条件做出合理的养老模式选择决策。

目前,有很多学者都对人口老龄化环境下的养老问题进行了研究,但是很少有学者对养老模式的选择决策进行研究。宋悦等[1]提出了新常态下居家养老、医养结合、机构保障相统一的“三位一体”全方位立体化养老模式。刘捷玉[2]基于移民学中“照顾循环”的观点,分析了当代中国农村家庭照顾老人的情况,对农村人口流动在家庭养老与子女养育方面的影响有了详细认知。曹献雨[3]以产业融合理论为视角,运用灰色关联分析法研究发现:我国互联网产业与养老服务产业融合仍处于低级阶段。王雪等[4]首先从政策、基础设施、服务模式以及精神文化四方面入手介绍了社区居家养老的现状,然后分析了社区居家养老在医养结合、法规以及养老服务供给方面的不足,最后结合现状和不足的分析提出发展建议。石园[5]运用系统动力学方法构建并分析社区养老服务供应链基准模型和信息共享模型,得到关于牛鞭效应、信息传递以及资源补充速率的结论。王寒[6]认为养老模式的实质其实为养老权的内涵,养老模式的选择实则应为养老权的实现,基于以上观点该作者对不同养老模式的选择确定进行研究。张小芳等[7]通过问卷调查的方法研究了广西高龄老年人养老方式的选择及其原因。刘金华[8]基于老年人口存在的差异及内部分化特征,采取分层的方法研究养老模式的选择问题。顾永红[9]基于调查数据,运用实证分析方法,研究了效用最大化条件下农村养老模式的选择问题。袁竞峰等[10]基于不完全契约理论,构建社会资本参

与社区养老模式决策模型,研究养老模式的选择。杨群等[11]基于调研数据和文献研究选取相关指标,运用层次分析法对医养融合选择意愿进行比较研究。王薇等[12]基于 ppp 模式适用性,并充分考虑养老项目属于公共服务领域的特性,构建相应选择模型,并用国内养老项目进行验证。然而,文献[1] [2] [3] [4] [5] 仅对各种模式进行了介绍,而未能涉及到养老模式的选择问题。文献[6] [7] [8]从法律权利与义务、被调查人的主观角度以及老年生活质量方面研究了养老模式的选择确定因素,缺乏定量的分析。文献[11]采用数据拟合与 Logistic 回归模型分析农村老年人养老模式的选择问题,但并未对不同主客观条件下老年人的选择决策进行研究;文献[12]构建决策模型,对社会资本参与社区养老模式决策的影响因素进行研究。文献[11]建立了综合评价指标体系,运用层次分析法对老年人医养融合养老模式的选择意愿进行比较,但仅局限于单一养老模式。文献[12]运用多属性决策分析养老项目模式的选择,未涉及到个人养老模式的选择。

基于上述分析,本文借鉴并改进已有的研究成果,将改进前景理论拓展到犹豫模糊多准则决策方法中,提出一种新的养老模式选择决策模型。首先,构建养老模式选择的评价指标体系,采用文献分析、专家咨询以及问卷调查的方式,对备选方案的定量及定性指标进行评价,建立犹豫模糊评价矩阵。其次,考虑到决策者的非理性行为,引入改进的前景理论,构建改进的前景决策矩阵。再次,建立全面考虑主、客观因素的优化模型,并以此确定各指标权重。然后,综合改进的前景决策矩阵及准则权重,提出一种基于改进前景理论的犹豫模糊多准则决策方法。基于该方法研究养老模式的选择决策问题,为此类问题提供一种新的有效的算法。最后,对养老模式的选择决策进行算例分析。

## 2. 犹豫模糊集及改进的前景理论

### 2.1. 犹豫模糊集

定义 2.1 [13] [14] 设非空集合  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ , 则从  $X$  到  $[0, 1]$  的一个子集的函数称为犹豫模糊集, 记作:

$$h_A(X) = \{\langle x, h_A(x) \rangle | x \in X\}$$

其中,  $h_A(x)$  为区间  $[0, 1]$  中几个可能的数的集合, 表示  $x \in X$  属于集合  $A$  的可能的程度。为便于讨论, 称  $h_A(x)$  为犹豫模糊元[13]。特别地, 本文犹豫模糊集中的隶属度指的是由多个决策者给出。

定义 2.2 [15] 设  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$  为一非空集合,  $h(x)$  为定义在  $x \in X$  上的犹豫模糊元, 则称

$$s(h(x)) = \frac{1}{l_h} \sum_{\gamma \in h(x)} \gamma \quad (1)$$

为犹豫模糊元  $h(x)$  的得分函数, 其中  $l_h$  表示犹豫模糊元  $h(x)$  中元素的个数。定义在  $x_1, x_2 \in X$  上的两个犹豫模糊元  $h_1, h_2$ , 若  $s(h_1) > s(h_2)$ , 则  $h_1 > h_2$ ;  $s(h_1) = s(h_2)$ , 则  $h_1 = h_2$ 。

### 2.2. 改进前景理论

#### 2.2.1. 前景理论

1979年, Kahneman 和 Tversky [16] 提出前景理论(Prospect Theory), 该理论由价值函数和概率权重函数共同组成, 即:

$$V = \sum_{i=1}^n w(p_i) v(\Delta x_i) \quad (2)$$

其中,  $V$  表示前景价值,  $w(p_i)$  为概率权重函数,  $v(\Delta x_i)$  为价值函数(参见图 1);

$$w(p) = \begin{cases} \frac{p^\chi}{(p^\chi + (1-p)^\chi)^{1/\chi}}, & \Delta x \geq 0 \\ \frac{p^\delta}{(p^\delta + (1-p)^\delta)^{1/\delta}}, & \Delta x < 0 \end{cases} \quad (3)$$

式中， $\alpha$  和  $\beta$  为风险态度系数， $0 < \alpha, \beta < 1$ ； $\theta$  为损失规避系数，决策者对损失的敏感程度随  $\theta$  的增大而增大； $\chi$  为风险收益态度系数， $\delta$  为风险损失态度系数， $0 < \chi < 1$ ， $0 < \delta < 1$ 。

$$v(\Delta x) = \begin{cases} (\Delta x)^\alpha, & \Delta x \geq 0 \\ -\theta(-\Delta x)^\beta, & \Delta x < 0 \end{cases} \quad (4)$$

其中， $\Delta x$  为决策方案与参考点的差异值， $\Delta x \geq 0$  时， $v(\Delta x)$  为收益值， $\Delta x \leq 0$  时， $v(\Delta x)$  为损失值。

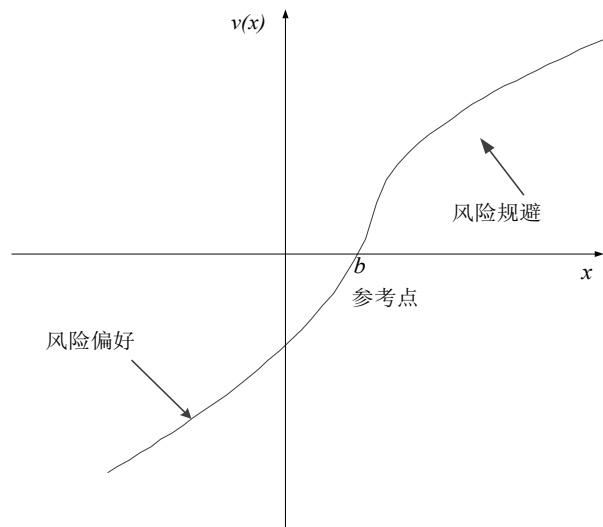


Figure 1. Outlook value function  
图 1. 前景价值函数

### 2.2.2. 改进前景理论

马健[17]结合 Bernoulli [18]提出的效用函数，提出了基于效用曲线的改进前景理论，改进前景理论的价值函数引进新的参数  $\zeta$ ，其表达式如下：

$$v(\Delta x) = \begin{cases} \zeta(\Delta x)^\alpha, & \Delta x \geq 0 \\ -\theta(-\Delta x)^\beta, & \Delta x < 0 \end{cases} \quad (5)$$

其中： $\zeta, \theta$  体现决策者对于收益或损失的敏感度。若决策者相对损失来说对收益更敏感，则  $\zeta > 1, \theta = 1$ ；若决策者相对收益来说对损失更敏感，则  $\zeta = 1, \theta > 1$ 。 $\alpha, \beta$  反映决策者对于风险的态度，若决策者为冒险型，则  $0 < \alpha, \beta < 1$ ；若决策者为中间型，则  $\alpha, \beta = 1$ ；若决策者为保守型，则  $\alpha, \beta > 1$ 。

综合上述，改进的价值函数较原有的价值函数有以下不同点：

- 1)  $\alpha, \beta$  的取值范围扩大，由前景理论规定的  $0 < \alpha, \beta < 1$  扩展到  $\alpha, \beta = 1$  以及  $\alpha, \beta > 1$  参照效用曲线，依据不同的  $\alpha, \beta$  的取值范围，将决策者分为保守型、中间型及冒险型三种。
- 2) 引进新的参数  $\zeta$ ，若决策者相对损失来说对收益更敏感，则  $\zeta > 1, \theta = 1$ ；若决策者相对收益来说

对损失更敏感, 则  $\zeta = 1, \theta > 1$ 。

### 3. 基于改进的前景理论的犹豫模糊多准则决策方法

#### 3.1. 问题描述

对某一犹豫模糊多属性决策问题, 设  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$  为方案集;  $G = \{G_1, G_2, \dots, G_n\}$  为方案的属性集;  $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$  为方案的属性权重, 其中,  $w_j \in [0, 1], \sum_{j=1}^n w_j = 1$ , 方案  $C_i$  在属性  $G_j$  下的准则值可用犹豫模糊数表示为  $H\{\gamma^1, \gamma^2, \dots, \gamma^l\}$ 。

#### 3.2. 属性权重

在实际决策过程中, 权重的取值对方案的排序起着重要的作用, 由于客观事物的复杂性及决策者自身知识结构的局限性, 在确定属性权重时需要综合考虑主观因素和客观因素对权重的影响。故本节结合主观权重和客观权重, 提出确定属性权重的以下方法。

##### 1) 主观权重

主观权重的确定依据是决策者的已知偏好信息, 权重与决策者已知偏好信息的差异越小越好, 故利用最小交叉熵[19]原理确定主观权重。假定共有  $m$  个备选方案和  $n$  个评价准则, 评价准则主观权重分别为  $W^* = (w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ , 且满足  $\sum_{j=1}^n w_j = 1, w_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$ 。  $l = (l_1, l_2, \dots, l_n)$  为专家依据经验判断得到的属性权重, 满足  $l_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$ 。依据最小交叉熵原理, 构建如下的优化模型:

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_{j=1}^n w_j^* \ln(w_j^*/l_j) \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^n w_j^* = 1, w_j^* \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (6)$$

其中,  $\ln(w_j^*/l_j)$  表示主观权重  $w_j^*$  与决策者已知偏好权重  $l_j$  间的差异。  $\ln(w_j^*/l_j)$  的值越小, 则差异越小, 说明二者越接近, 即: 主观权重  $w_j^*$  越能体现决策者的偏好信息。

##### 2) 客观权重

确定客观属性权重的方法有熵值法、离差最大化法[19]、线性规划法[20]等。依据离差最大化原理, 构建模型来确定客观属性权重, 具体如下:

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |v_{ij} - v_{kj}| w_j^- \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^n (w_j^-)^2 = 1, w_j^- \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (7)$$

其中,  $v_{ij}$  表示方案  $C_i$  在准则  $G_j$  下的效用值,  $w_j^-$  为客观权重。

##### 3) 主客观组合权重

结合主、客观赋权模型, 给出综合权重如下:

$$w_j = \frac{w_j^* w_j^-}{\sum_{j=1}^n w_j^* w_j^-} \quad (8)$$

其中,  $w_j^*$ 、 $w_j^-$  分别表示主、客观权重。

### 3.3. 决策方法

对于上述犹豫模糊多属性决策问题，给出具体步骤如下：

步骤 1：计算记分函数矩阵。

根据实际情况，列出犹豫模糊数的决策矩阵，利用公式(1)将描述决策信息的犹豫模糊数转化为实数，得到记分函数矩阵  $S = (S_{ij})_{m \times n}$ 。

步骤 2：计算改进的前景决策矩阵。

针对决策者的风险偏好类型，利用改进的前景理论(公式 5)，以记分函数中各准则均值为决策参考点，计算各方案在各准则下的改进的前景值，构建改进的前景决策矩阵  $v = (v_{ij})_{m \times n}$ 。

步骤 3：确定准则权重。

根据公式(6)~(8)，计算准则权重  $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ 。

步骤 4：计算各方案的综合前景值，并对各方案进行顺序排列。

利用 OWA 算子计算各方案的综合改进前景值，并以此为依据对各方案进行顺序排列，综合前景值越大，则对应的方案越优。

## 4. 养老模式选择的评价指标体系构建

随着中国经济的飞速发展以及人们生活质量的不断提高，中国老龄化时代已经到来。如何使老年人安享老年生活是我们必须面对的问题，养老问题与家庭和谐、社会稳定息息相关。社会的发展变迁必然导致养老模式的改变，如今养老模式具备了多种选择。一般而言，养老模式选择的评价指标主要涉及个体特征、家庭特征及社会环境等方面。全面客观的考虑养老模式的选择指标和因素，能够方便老年人更好地选择适合自己的养老模式，提高老年生活的幸福感。通过梳理大量文献，结合养老影响因素的实际情况，并综合专家意见，最终确立了养老模式选择的 5 项准则( $C_1 \sim C_5$ )，以及 3 个备选方案( $A_1 \sim A_3$ )如图 2 所示。

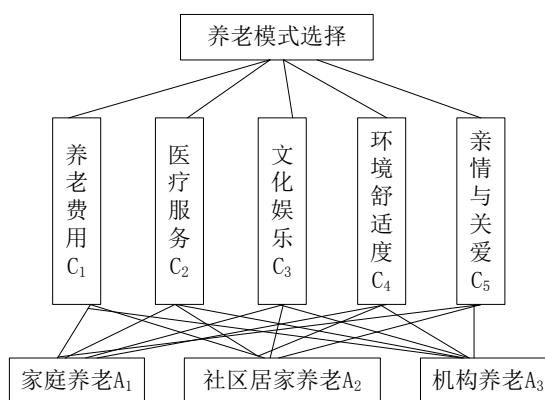


Figure 2. Structural model of pension mode selection

图 2. 养老模式选择结构模型图

## 5. 算例分析

即将步入老龄人口行列的 X 老人生活在某省，计划选择一种合适的养老模式来安享晚年。X 老人经过深思熟虑以及各方调查，综合考虑养老费用  $C_1$ ，医疗服务  $C_2$ ，文化娱乐  $C_3$ 、环境与舒适度  $C_4$ 、亲情与关爱  $C_5$  这 5 个因素，确立了 3 个优质方案，分别为家庭养老  $A_1$ 、社区居家养老  $A_2$ 、机构养老  $A_3$ 。经

过专家打分, 得到决策矩阵如表 1 所示, 试确定养老模式选择的最佳方案。已知准则权重的主观偏好满足:  $l = (0.3, 0.2, 0.1, 0.2, 0.2)^T$ 。

**Table 1.** Expert decision matrix

**表 1.** 专家决策矩阵

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
A <sub>1</sub>	{0.7, 0.8, 0.9}	{0.3, 0.4, 0.5}	{0.3, 0.4, 0.5}
A <sub>2</sub>	{0.5, 0.6}	{0.5, 0.6, 0.7}	{0.5, 0.6, 0.7}
A <sub>3</sub>	{0.3, 0.4, 0.5}	{0.7, 0.8, 0.9}	{0.8, 0.9}
	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	
A <sub>1</sub>	{0.6, 0.7, 0.8}	{0.7, 0.8}	
A <sub>2</sub>	{0.5, 0.7}	{0.5, 0.6}	
A <sub>3</sub>	{0.5, 0.6}	{0.3, 0.4, 0.5}	

步骤 1: 计算记分函数矩阵  $S = (S_{ij}^t)_{m \times n}$ 。

$$S = \begin{pmatrix} 0.8 & 0.4 & 0.4 & 0.7 & 0.75 \\ 0.55 & 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.55 \\ 0.4 & 0.8 & 0.85 & 0.55 & 0.4 \end{pmatrix},$$

步骤 2: 计算改进的前景决策矩阵  $v = (v_{ij})_{m \times n}$ 。

1) 若决策者为冒险型, 则  $0 < \alpha, \beta < 1$ , 令  $\alpha = \beta = 0.88$ ,  $\zeta = 1, \theta = 2.25$  [14], 得到改进的前景决策矩阵为:

$$v = \begin{pmatrix} 0.2603 & -0.5459 & -0.5857 & 0.1123 & 0.2247 \\ -0.1128 & 0.0000 & -0.0613 & -0.0613 & -0.0613 \\ -0.5056 & 0.2426 & 0.2779 & -0.2076 & -0.4650 \end{pmatrix}$$

2) 若决策者为中间型, 则  $\alpha = \beta = 1$ , 令  $\alpha = \beta = 1$ ,  $\zeta = 1, \theta = 2.25$  [16], 得到改进的前景决策矩阵为:

$$v = \begin{pmatrix} 0.2167 & -0.4500 & -0.4875 & 0.0833 & 0.1833 \\ -0.0750 & 0.0000 & -0.0375 & -0.0375 & -0.0375 \\ -0.4125 & 0.2000 & 0.2333 & -0.1500 & -0.3750 \end{pmatrix}$$

3) 若决策者为保守型, 则  $\alpha, \beta > 1$ , 令  $\alpha = \beta = 1.21$ ,  $\zeta = 1, \theta = 2.25$  [16], 得到改进的前景决策矩阵为:

$$v = \begin{pmatrix} 0.1571 & -0.3209 & -0.3536 & 0.0495 & 0.1284 \\ -0.0367 & 0.0000 & -0.0159 & -0.0159 & -0.0159 \\ -0.2889 & 0.1426 & 0.1719 & -0.0849 & -0.2574 \end{pmatrix}$$

步骤 3: 根据公式(8), 确定准则权重  $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 。

1) 若决策者为冒险型, 解得最优准则权重为  $W = (0.3400, 0.2334, 0.1278, 0.0947, 0.2041)^T$ ;

2) 若决策者为中间型, 则最优准则权重为  $W = (0.3437, 0.2367, 0.1313, 0.0850, 0.2033)^T$ ;

3) 若决策者为保守型, 则最优准则权重为  $W = (0.3493, 0.2420, 0.1372, 0.0702, 0.2014)^T$ 。

步骤 4: 计算各方案的综合前景值, 并进行各方案的比较排序, 结果如表 2 所示。

**Table 2.** Sorting results

**表 2.** 排序结果

风险偏好类型	冒险型	中间型	保守型
A <sub>1</sub>	0.0572	0.0517	0.0420
A <sub>2</sub>	0.0645	0.0415	0.0193
A <sub>3</sub>	0.1944	0.1528	0.1006
方案排序	A <sub>3</sub> < A <sub>2</sub> < A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> < A <sub>1</sub> < A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> < A <sub>1</sub> < A <sub>2</sub>

根据表 2 可知, 决策者风险偏好类型的差异对应着养老模式的选择差异。若决策者的风险偏好类型为冒险型, 则选择方案 A<sub>1</sub> 作为最优养老模式, 若决策者的风险偏好类型为保守型或中间型, 则方案 A<sub>2</sub> 是最优养老模式。

## 6. 结语

本文提出了基于改进前景理论的犹豫模糊多准则决策分析方法, 并将其应用于养老模式的选择决策。首先, 在决策评价过程引入犹豫模糊数, 充分考虑了决策环境的复杂性、人类认知的局限性及思维的模糊性。其次, 鉴于在实际中决策者并非完全理性, 并且决策者对损失的态度具有差异性, 故通过引入改进的前景理论, 将实数矩阵转化为改进的前景决策矩阵。针对定权问题, 建立综合考虑主、客观因素的优化模型。然后, 综合改进的前景决策矩阵及准则权重提出一种基于改进前景理论的犹豫模糊多准则决策方法。基于此进行养老模式选择的优化决策。通过算例分析可知, 本方法具有一定的优越性, 同时也为养老模式选择提供了一种新的算法。在今后的研究中, 可拓展继续研究养老模式的组合选择问题。

## 基金项目

国家自然科学基金项目(71671064); 中央高校基本科研业务费专项基金(2018ZD14)。

## 参考文献

- [1] 宋悦, 吕康银, 王丽娜. 新常态下我国养老模式的创新[J]. 税务与经济, 2019(2): 21-28.
- [2] 刘捷玉. 中国农村家庭养老现状: 人口流动下的家庭照顾循环[J]. 开放时代, 2019(1): 179-193 + 7.
- [3] 曹献雨. 中国互联网与养老服务融合水平测度及提升路径研究[J/OL]. 当代经济管理, 2019, 41(7): 1-12. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1356.F.20190304.0849.002.html>, 2019-03-08.
- [4] 王雪, 赵成玉, 白灵丽, 等. 中国社区居家养老现状[J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(4): 1012-1015.
- [5] 石园, 曹磊, 张智勇. 基于系统动力学的社区养老服务供应链信息共享模型[J]. 系统科学学报, 2018, 26(2): 121-125.
- [6] 王寒. 从养老权实现角度看我国养老模式的选择[J]. 理论月刊, 2018(12): 171-176.
- [7] 张小芳, 崔妙玲, 谭桂蓉, 等. 广西高龄老年人养老方式的选择及其原因[J]. 广西医学, 2018, 40(20): 2485-2487.
- [8] 刘金华. 基于老年生活质量的中国养老模式选择研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南财经大学, 2009.
- [9] 顾永红. 农村老年人养老模式选择意愿的影响因素分析[J]. 华中师范大学学报(人文社会科学版), 2014, 53(3): 9-15.
- [10] 袁竞峰, 唐美玲, 陈铮一, 等. 不完全契约视角下社会资本参与社区养老模式研究[J/OL]. 系统科学学报, 2019(3): 130-136. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/14.1333.N.20190322.1728.050.html>, 2019-04-19.
- [11] 杨群, 李旋宇, 戴卫东. 基于层次分析法的城乡老年人医养融合养老模式选择意愿比较[J]. 湖北经济学院学报,



2017, 15(4): 67-71+78.

- [12] 王薇, 戴大双. 基于多属性群决策的养老项目 PPP 模式选择模型研究[J]. 项目管理技术, 2018, 16(9): 13-17.
- [13] Torra, V. (2010) Hesitant Fuzzy Sets. *International Journal of Intelligent Systems*, **25**, 529-539. <https://doi.org/10.1002/int.20418>
- [14] Torra, V. and Narukawa, Y. (2009) On Hesitant Fuzzy Sets and Decision. *The 18th IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, Jeju Island, 1378-1382. <https://doi.org/10.1109/FUZZY.2009.5276884>
- [15] Xia, M.M. and Xu, Z.S. (2011) Hesitant Fuzzy Information Aggregation in Decision Making. *International Journal of Approximate Reasoning*, **52**, 395-407. <https://doi.org/10.1016/j.ijar.2010.09.002>
- [16] Kahneman, D. and Tversky, A. (1979) Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, **47**, 263-291. <https://doi.org/10.2307/1914185>
- [17] 马健, 孙秀霞. 基于效用曲线改进的前景理论价值函数[J]. 信息与控制, 2011, 40(4): 501-506.
- [18] Bernoulli, D. (1954) Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk. *Econometrica*, **22**, 22-36. <https://doi.org/10.2307/1909829>
- [19] Chen, T. and Li, C. (2010) Determining Objective Weights with Intuitionistic Fuzzy Entropy Measures: A Comparative Analysis. *Information Sciences*, **180**, 4207-4222. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2010.07.009>
- [20] Shieh, J., Wu, H. and Liu, H. (2009) Applying a Complexity-Based Choquet Integral to Evaluate Students' Performance. *Expert Systems with Applications*, **36**, 5100-5106. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.06.003>