

基于 AHP 的模糊综合评价模型在 居民幸福指数评测中的应用

尹亮亮¹, 武萌¹, 王丹玲², 李浩楠²

(1. 河北金融学院 基础部, 河北 保定 071051)

(2. 河北金融学院 信息管理与工程系, 河北 保定 071051)

摘 要: 针对居民幸福指数展开社会调研, 依据调研数据, 构建保定市居民幸福指数评价指标体系, 运用基于层次分析法 (AHP) 的模糊综合评价模型, 形成较为科学、完善的评估系统, 使评价方法及结果更趋合理, 并为政府职能部门进一步加快经济建设、促进社会和谐发展提供必要的理论保障。

关键词: 居民幸福指数; 层次分析法; 模糊综合评价

1 引言

国民生产总值 (GDP) 是衡量社会发展水平的重要指标, 改革开放以来我国社会、经济飞速发展, GDP 逐年递增, 但由于 GDP 核算指标体系的诸多局限性, 使得它不能更全面地衡量社会的发展, 为了弥补它的不足, 国民幸福指数 (National Happiness Index) 与幸福总值等非刚性因素随着科学发展观的确立开始进入了人们的视野。幸福指数与 GDP 一样重要, 可以说, 作为最重要的非经济因素, 它是社会运行状况和民众生活状态的“晴雨表”, 也是社会发展和民心向背的“风向标”^[1]。作为一种衡量人的幸福感和生活质量的重要指标, 在弥补 GDP 局限的同时, 国民幸福指数逐渐成为社会主义国家调整社会政策的重要参考要素, 因此研究国民幸福指数具有重要的理论意义和实践意义。

近年来, 国内外众多学者进行幸福指数评价体系的研究^[2-4]。然而大多数的研究都停留在理论阶段, 实证分析还相对较少。本文结合保定市居民幸福指数实际调研结果, 运用基于 AHP 的模糊综合评价模型, 分析当前影响保定市居民幸福指数的因素, 旨在反映民情民生, 将对决策部门制定出台相关人文政策、提高人民幸福感、促进社会全面和谐发展等方面起到一定的作用。

2 评价指标

2.1 指标构建基本原则

科学的指标体系有助于提高人们对于社会的认识水平。因此, 构建国民幸福指数 (NHI) 指标体系应首先基于幸福指数的内涵, 归纳总结评价指标所兼顾的各方面原则:

收稿日期: 2014-08-28

资助项目: 河北省科技计划项目 (134576265); 河北金融学院应用数学优秀基础学科资助项目

- 科学性原则——指标定义准确清晰, 数据来源权威可靠, 理方法科学规范;
- 系统性原则——经济发展、民主化进程与文明层次提高的有机结合体;
- 代表性原则——代表居民生活基本要求, 合乎社会发展现状及未来社会发展趋势;
- 独立性原则——尽量避免指标内容交叉重复, 最大限度扩充信息量, 提高指标质量;
- 可比性原则——指标体系信息可横向或纵向比较;
- 可操作性原则——体系核心算法易于理解, 便于操作.

2.2 评价指标体系构建

鉴于上述基本原则, 本文根据实际调研结果, 提炼凝聚涉及民计民生的相关指标形成社会居民子体系, 同时考虑到不同视角下幸福感侧重有所差异, 故单独将大学生群体纳入评价指标体系中, 具体设计如下:

表 1 居民幸福指数评价指标体系

社会居民 c_1		在校大学生 c_2	
一级指标	二级指标	一级指标	二级指标
经济与交通 c_{11}	收入 c_{111}	社会条件 c_{21}	环境状况 c_{211}
	住房 c_{112}		路面交通 c_{212}
	路面交通 c_{113}		食品卫生 c_{213}
社会保障 c_{12}	养老 c_{121}		医疗条件 c_{214}
	社会保障 c_{122}		就业趋势 c_{215}
	子女教育 c_{123}	个人条件 c_{22}	身心健康 c_{221}
身心健康 c_{13}	身心健康 c_{131}		教育程度 c_{222}
	家庭和睦 c_{132}		生活费用 c_{223}
	食品卫生 c_{133}		人际关系 c_{224}
	环境状况 c_{134}		家庭和睦 c_{225}

鉴于模型所需的隶属度矩阵与权重比较矩阵构建需要, 将调研所需问卷分成了社会版和学生版两个种类, 每种问卷的调研题目均紧密围绕指标体系的具体内容, 将实际调研问卷分成数值区与权重区两种:

数值区: 围绕社会、学生两个层面涉及到的 20 个指标构建了相应的问题, 被调查者只需在答案中区分针对问题的满意程度, 其结果为后期计算提供基础数值.

权重区: 通过对评价指标重要程度的排序, 重点凸显被调查者心目中各个指标的重要性, 为后期指标评定提供必要的权重.

3 基于 AHP 的模糊综合评价模型

基于 AHP 的多级模糊综合评价模型^[5-7] 为

$$S = WR = (w_1 \ w_2 \ \cdots \ w_n) \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{pmatrix} = (s_1 \ s_2 \ \cdots \ s_m),$$

其中 W 为基于 AHP 计算得到的指标权重向量, R 为指标值隶属度矩阵, S 为模糊综合评价结果矩阵. 记 $F = SN = (s_1 \ s_2 \ \cdots \ s_m)(N_1 \ N_2 \ \cdots \ N_m)^T$, 其中 N 用于转化最终得分的数值集, F 为最终评价指数 (幸福指数).

基于 AHP 的多级模糊综合评价模型计算步骤如下:

1. 指标权重集 W 的确定

权重集是反映指标因素间重要程度关系的集合, 具有较强的导向作用. 权重集的导出依赖于对指标因素进行相互比较, 从而初步实现数据的量化, 具体步骤如下:

1) 根据指标内容的重要程度构造判断矩阵 C .

判断矩阵是根据本层次中每个因素的具体内容, 考虑对上一层指标因素的影响作用, 依照 1-9 标度理论进行两两比较所得到的综合数据表, 其特点在于 $c_{ij} = \frac{1}{c_{ji}}$, $c_{ii} = 1$, $c_{ij} > 0$, ($i, j = 1, 2, \cdots n$).

2) 层次权重排序, 导出权重集.

对 n 阶判断矩阵 C 按列归一化, 得 $\tilde{C} = (\tilde{c}_{ij})$, 其中 $\tilde{c}_{ij} = \frac{c_{ij}}{\sum_{i=1}^n c_{ij}}$, ($i, j = 1, 2, \cdots n$);

计算 $\tilde{W} = (\tilde{w}_1 \ \tilde{w}_2 \ \cdots \ \tilde{w}_n)$, 其中 $\tilde{w}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{c}_{ij}$, ($i = 1, 2, \cdots n$); 对 \tilde{W} 归一化, 导出权重集

$W = (w_1 \ w_2 \ \cdots \ w_n)$, 其中 $w_i = \frac{\tilde{w}_i}{\sum_{i=1}^n \tilde{w}_i}$, ($i = 1, 2, \cdots, n$).

2. 设定用于评价因素评审等级的评语集 $V = (v_1 \ v_2 \ \cdots \ v_m)$ 以及用于量化评价结果的数值集 $N = (N_1 \ N_2 \ \cdots \ , N_m)$.

3. 建立隶属度矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times m}$, 其中 $r_{ij} = \frac{\text{第} i \text{个指标选择} v_j \text{等级的人数}}{\text{参与评价人数}}$, 表示被评价对象从指标因素 c_i 角度分析对评判等级 v_j 的隶属程度.

4. 利用模糊评价矩阵 S 与数值集 N , 导出评价最终评定指数 F .

4 综合评价实证分析

本文以学生群体中“社会条件”子体系为例, 逐步实现模糊综合评价全过程. 根据调研结果, 整理学生群体的指标评定结果与指标权重排序如下:

表 2 学生群体指标满意度 (以此提炼隶属度矩阵 R_2)

评价内容		评价等级				
一级指标	二级指标	非常满意	比较满意	基本满意	不太满意	不满意
社会条件	环境状况	1	13	26	35	25
	路面交通	0	16	49	34	1
	食品卫生	1	12	41	40	6
	医疗条件	21	49	28	2	0
	就业趋势	12	62	22	3	1

表 3 学生群体指标权重排序 (以此提炼指标权重 W_2)

社会条件	环境状况	路面交通	食品安全	医疗条件	就业趋势
排序汇总	2210	1626	2337	1852	1975
总排序	2	5	1	4	3

4.1 构建各指标间比较矩阵

根据实际调研结果, 依据学生群体指标权重排序 (表 3), 对“社会条件”子体系各个指标进行比较, 形成比较矩阵 C_{21}

$$C_{21} = \begin{pmatrix} 1 & 7 & \frac{1}{3} & 5 & 3 \\ \frac{1}{7} & 1 & \frac{1}{9} & \frac{1}{3} & \frac{1}{5} \\ 3 & 9 & 1 & 7 & 5 \\ \frac{1}{5} & 3 & \frac{1}{7} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 5 & \frac{1}{5} & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

按列归一化得

$$\tilde{C}_{21} = \begin{pmatrix} 0.2138 & 0.2800 & 0.1865 & 0.3061 & 0.3147 \\ 0.0306 & 0.0400 & 0.0622 & 0.0204 & 0.0210 \\ 0.6415 & 0.3600 & 0.5595 & 0.4286 & 0.5245 \\ 0.0428 & 0.1200 & 0.0799 & 0.0612 & 0.0349 \\ 0.0713 & 0.2000 & 0.1119 & 0.1837 & 0.1049 \end{pmatrix}$$

按行加和得

$$\widetilde{W}_{21} = (1.3011, 0.1742, 2.5141, 0.3388, 0.6718)^T$$

归一化即为各二级指标相对一级指标的权重向量

$$W_{21} = (0.2602, 0.0348, 0.5028, 0.0678, 0.1344)^T$$

4.2 构建隶属度矩阵

根据实际调研结果, 依据学生群体指标满意度 (表 2) 提炼隶属度矩阵 R_{21}

$$R_{21} = \begin{pmatrix} 0.01 & 0.13 & 0.26 & 0.35 & 0.25 \\ 0.01 & 0.12 & 0.41 & 0.40 & 0.60 \\ 0 & 0.16 & 0.49 & 0.34 & 0.01 \\ 0.02 & 0.20 & 0.53 & 0.21 & 0.04 \\ 0.01 & 0.13 & 0.32 & 0.45 & 0.09 \end{pmatrix}$$

4.3 计算综合评判矩阵

根据各二级指标相对一级指标的权重向量 W_{21} 及隶属度矩阵 R_{21} , 得到

$$\tilde{S}_{21} = W_{21}^T \cdot R_{21} = (0.0057, 0.1495, 0.4072, 0.3507, 0.1058)$$

归一化后得到学生群体“社会条件”子体系中各二级指标对于一级指标的综合评判结果为

$$S_{21} = (0.0056, 0.1467, 0.3996, 0.3442, 0.1038)$$

同理可计算“个人条件”子体系各二级指标对于一级指标的综合评判结果为

$$S_{22} = (0.2820, 0.4786, 0.2194, 0.0172, 0.0027)$$

在学生群体中, 按照“社会条件”与“个人条件”两个子体系权重各占一半的原则, 最终计算学生群体对于目标层的综合评价结果为

$$\begin{aligned} R_2 &= W_2 \begin{pmatrix} S_{21} \\ S_{22} \end{pmatrix} = (0.5, 0.5) \begin{pmatrix} 0.0056 & 0.1467 & 0.3996 & 0.3442 & 0.1038 \\ 0.2820 & 0.4786 & 0.2194 & 0.0172 & 0.0027 \end{pmatrix} \\ &= (0.1438, 0.3217, 0.3095, 0.1807, 0.0533) \end{aligned}$$

按照上述计算理论, 可计算社会群体对于目标层的综合评价结果为

$$R_1 = (0.1565, 0.2602, 0.3103, 0.1850, 0.0880)$$

4.4 计算保定市居民幸福指数

按照一般评价情况, 设社会、学生两方评价比重为 7 : 3, 则最终模糊综合评价矩阵为

$$\begin{aligned} S &= WR = (0.7, 0.3) \begin{pmatrix} 0.1565 & 0.2602 & 0.3103 & 0.1850 & 0.0880 \\ 0.1438 & 0.3217 & 0.3095 & 0.1807 & 0.0533 \end{pmatrix} \\ &= (0.1527, 0.2759, 0.3101, 0.1837, 0.0776) \end{aligned}$$

本市人民幸福指数最终评价得分为

$$F = SN = (0.1527, 0.2759, 0.3101, 0.1837, 0.0776) \begin{pmatrix} 90 \\ 70 \\ 50 \\ 30 \\ 10 \end{pmatrix} = 54.8488$$

由此可见, 采用基于 AHP 的模糊综合评价得到的分数为 54.8488, 本市人民幸福指数处于基本满意状态, 有待提高。

5 结束语

利用基于 AHP 的模糊综合评价法所构建的保定市居民幸福指数评估体系, 运用严谨的数学方法实现了定性问题定量分析的整个过程。从评价体系的应用过程以及结果分析, 该体系具有如下特点:

1) 本文结合实际调研数据, 利用 AHP 确定各评价指标间的权重关系, 在实现定性向定量分析转化的同时, 较好的剔除过程中的主观成分。除此之外, 判断矩阵的一致性检验保证了评价基础体系不会出现逻辑上的错误, 从而使评价体系具有了更高的科学性、准确性与客观公正性。

2) 评价体系结构严谨, 规则简单, 尽管数据相对繁多, 但均可以利用数学软件实现全部计算分析过程, 因此具有很强的可操作性。与此同时, 根据模糊综合评价法的自身特点, 评价体系中任何一个子体系, 均可以得到单方面评价结果。可见, 体系本身具有灵活的多样性, 综合结果具有明确的导向性。

参考文献

- [1] 刘伟, 蔡志洲. 经济增长与幸福指数 [J]. 人民论坛, 2005, 1: 39-41.

- [2] 黄蓉蓉. 重庆市主城居民幸福指数组合评价研究 [D]. 重庆师范大学, 2013.
- [3] 马晓燕, 国忠金, 陈涛等. 基于集对分析的城市居民幸福指数测评 – 以济南、青岛、泰安、滨州为例 [J]. 数学的实践与认识, 2011, 41(22): 7-15.
- [4] 黄静. 构建居民幸福指数指标体系方法研究 [D]. 东北财经大学, 2007.
- [5] 谢季坚. 模糊数学方法及其应用 [M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2000.
- [6] 尹亮亮, 武萌. 高等院校国家助学贷款信用风险评估体系研究 – 基于 AHP 的模糊综合评价方法的应用 [J]. 产业与科技论坛, 2014, 13(8): 56-58.
- [7] 陈申宝. 基于模糊理论的教师教学质量评价的研究 [J]. 数学的实践与认识, 2011, 41(6): 72-78.

The Application of Fuzzy Comprehensive Evaluation Model Based on AHP in Evaluating the Happiness Index of Residents

YIN Liang-liang¹, WU Meng¹, WANG Dan-ling², LI Hao-nan²

(1. Fundamental Department, Hebei Finance University, Baoding 071051, China)

(2. Information Management and Engineering, Hebei Finance University, Baoding 071051, China)

Abstract: According to the survey data via developing the social investigation of National Happiness Index, the evaluation index system of Baoding residents happiness index is constructed. By using fuzzy comprehensive evaluation model based on AHP, a scientific and reasonable evaluation system is established. This evaluation model provides the necessary theoretical guarantee for government department to further accelerate the economic development and promote the harmonious development of society.

Keywords: happiness index of residents; AHP; fuzzy comprehensive evaluation