

# 人口素质灰色综合评价方法的研究

钱金平

**【摘要】** 本文通过对“人口生命素质指数”和“ASHA”指标两种常用评价人口素质方法的分析,应用灰色系统理论,提出新的人口素质灰色综合评价方法。这种方法比上述两种方法更为全面、准确,具有广泛的应用前景。

**【作者】** 钱金平 河北师范大学资源与环境学院,副教授。

## 一、引言

在当今世界,提高人口素质越来越重要了,众所周知,只有提高人口素质,使劳动者具有健康的体魄和较高的科学技术知识,才能掌握和运用现代化的科学技术装备,创造更多的物质财富。因此,研究人口素质有重要的现实意义。1975年美国海外发展委员会提出用人口生命素质指数(The Physical quality of index,简称PQLI)来评价人口素质,其计算公式为:

$$PQLI = \frac{A + B + C}{3}$$

其中A表示婴儿死亡率指数,B表示平均寿命指数,C表示文化普及率指数。美国健康协会也提出用ASHA指标(American Social Health Association,简称ASHA)来确定人口素质,其计算公式为:

$$ASHA = \frac{A \times B \times C \times D}{E \times F}$$

其中A表示人均国民收入增长率,B表示就业率,C表示文化普及率,D表示平均寿命指数,取70岁时为100%,E表示出生率,F表示婴儿死亡率。

以上两个考核人口素质的方法,只能在一定程度上反映人口素质的情况,因为它们具有明显的不足,即偏向于考虑人口健康素质,对于科学文化素质重视不够,特别是高科技水平因素被忽略了。

一个国家或地区的人口素质,是由多种因素构成的,实际上是一个灰色系统,这个系统的重要因素——平均寿命,是一个灰数,从人口理论中平均寿命的概念可知,通常所给出的平均寿命数值,实际上是这个灰数的一个白化值。因此,只有通过灰色综合评判,才能对人口素质进行更准确、更合理的评价。

## 二、综合评判数学模型

### (一) 人口素质指标量化模型

首先把人口素质指标的数据标准化,以便于分析和比较,我们选用的公式为:

$$X = \frac{X' - X'_{\min}}{X'_{\max} - X'_{\min}} \times 100$$

其中  $X'$  表示原始数据,  $x'_{\max}$ ,  $x'_{\min}$  分别表示原始数据中的最大数值和最小数值。

设  $x_{ij}(r)$  为某种手段测试给出的第  $i$  个被评对象第  $j$  个人口素质指标下第  $r$  个子指标的原始数据经数据化处理后的量化值,  $\tau_r$  为第  $r$  个子指标在所有子指标中所占的权重, 则

$$X_{ij} = \sum_{r=1}^n X_{ij}(r) \tau_r \quad i \in I, r \in M, j \in J \quad (1)$$

表示由某种手段测试给出的第  $i$  个被评对象关于第  $j$  个指标的原始数据经数据标准化处理后的量化值。其中  $I = \{1, 2, \dots, m\}$  为被评对象集,  $J = \{1, 2, \dots, n\}$  为人口素质指标集,  $M = \{1, 2, \dots, n\}$ 。

## (二) 人口素质类属模型

为了计算不同被评对象关于不同人口素质指标隶属于不同类别(高水平、较高水平、中等水平、低水平)隶属程度, 我们给出如下类属函数:

$$f_k(x_{ij}), i \in I, j \in J, k \in K \quad (2)$$

其中  $k = \{1, 2, \dots, t\}$  为类别集合,  $f_k$  的具体表达式如下:

$$f_1 = \begin{cases} 1 & , x_{ij} \in (a_1, M) \\ \frac{1}{a_1} x_{ij} & , x_{ij} \in (0, a_1) \end{cases}$$

$$f_2 = \begin{cases} 1 & , x_{ij} = a_2 \\ \frac{1}{a_2} x_{ij} & , x_{ij} \in (0, a_2) \\ \frac{1}{a_2} (2a_2 - x_{ij}) & , x_{ij} \in (a_2, 2a_2) \end{cases}$$

$$f_{t-1} = \begin{cases} 1 & , x_{ij} = a_{t-1} \\ \frac{1}{a_{t-1}} x_{ij} & , x_{ij} \in (0, a_{t-1}) \\ \frac{1}{a_{t-1}} (2a_{t-1} - x_{ij}) & , x_{ij} \in (a_{t-1}, 2a_{t-1}) \end{cases}$$

$$f_t = \begin{cases} 1 & , x_{ij} \in (0, a_t) \\ \frac{1}{M - a_t} (M - x_{ij}) & , x_{ij} \in (a_t, M) \end{cases}$$

其中  $a_1, a_2, \dots, a_t \in (0, M)$ ,  $M$  为量化值上限,  $a_i (i=1, 2, \dots, t)$  为规定的类别界限。通过公式(2)可以计算出每个被评对象相对于不同人口素质指标属于不同类别的隶属程度。

### (三) 综合评判隶属模型

为了得出某被评对象相对于所有人口素质指标属于某类的隶属程度,我们得出公式:

$$\sigma_{ik} = \sum_{j=1}^n f_k(x_{ij})\beta_j \quad (3)$$

其中  $\beta_j \in \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n\}$  为各个不同人口素质指标在评判中所占的权重。

### (四) 构造类属矩阵

由公式(3)算出每个被评对象隶属于各个类别的隶属程度,可得如下矩阵:

$$(\sigma_{ik})_{m \times l} = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1l} \\ \sigma_{m1} & \sigma_{m2} & \dots & \sigma_{ml} \end{bmatrix} \quad (4)$$

在此基础上,根据择优原则,求出:  $\max_k \sigma_{ik} = \sigma_{i_0 k_0}$

可求出每个被评对象的所属类别及在被评对象中所占的名次。

## 三、确定类属函数

人口素质由健康素质、科学文化素质两方面因素构成。健康素质我们选取平均寿命、维尔威克指数、智商、每百人口中非残疾人口数量诸子因素构成。科学文化素质由每万名6岁及以上人员达到大学水平人数、每万名6岁及以上人员达到初中以上大学毕业以下水平人数、每百名6岁及以上人员非文盲人数3个子因素构成。我们选用这3个因素,是因为它们分别代表一个国家或地区的高等教育水平、中等教育水平和文化普及水平。

我们进行综合评判时,首先要确定评价等级、评价指标及其对应的数量标准。在依据人口理论知识、心理学知识、营养学知识和有关人口理论统计资料,把人口素质各个因素分别划分为4个子集合,依次代表高水平、较高水平、中等水平、低水平(见表)。

规定平均寿命、维尔威克指数、智商、每百人口中非残疾人口数量各因素的权分配为(0.4, 0.3, 0.2, 0.1),高等教育水平、中等教育水平、文化普及水平的权分配为(0.5, 0.3, 0.2)。

表 人口素质指标及等级水平划分

子因素名称	子 集 合 的 划 分			
	高水平	较高水平	中等水平	低水平
平均寿命	$\{x   70 \leq x \leq 85\}$	$\{x   67 \leq x < 70\}$	$\{x   60 \leq x < 67\}$	$\{x   30 \leq x < 60\}$
维尔威克指数均值(21~25岁年龄组)	$\{x   90 \leq x \leq 100\}$	$\{x   86 \leq x < 90\}$	$\{x   82 \leq x < 86\}$	$\{x   75 \leq x < 82\}$
智商均值(1~4岁儿童)	$\{x   120 \leq x \leq 130\}$	$\{x   110 \leq x < 120\}$	$\{x   95 \leq x < 110\}$	$\{x   80 \leq x < 95\}$
每100人口中非残疾人口均值	$\{x   96 \leq x \leq 98\}$	$\{x   92 \leq x < 96\}$	$\{x   86 \leq x < 92\}$	$\{x   70 \leq x < 86\}$
每万名6岁及以上人员达到大学水平人数均值	$\{x   350 \leq x \leq 800\}$	$\{x   280 \leq x < 350\}$	$\{x   210 \leq x < 280\}$	$\{x   10 \leq x < 210\}$
每万名6岁及以上人员达到初中以上大学毕业以下水平人数均值	$\{x   2\ 800 \leq x \leq 4\ 000\}$	$\{x   2\ 200 \leq x < 2\ 800\}$	$\{x   1\ 680 \leq x < 2\ 200\}$	$\{x   20 \leq x < 1\ 680\}$
每百名6岁及以上人员非文盲人数均值	$\{x   96 \leq x \leq 100\}$	$\{x   80 \leq x < 96\}$	$\{x   61 \leq x < 80\}$	$\{x   5 \leq x < 6\}$

为了所确定的类属函数与表中各因素等级的划分相一致,适当地选取表中各等级的子集合的因素数值,先进行原始数据规格化处理,然后再确定类别界限 $\alpha_i$ ,由公式(2)构造类属函数,并计算出:

$$M = 100 \times 0.4 + 100 \times 0.3 + 100 \times 0.2 + 100 \times 0.1 = 100$$

$$\frac{75-30}{85-30} \times 100 = 81.8, \quad \frac{95-75}{100-75} \times 100 = 80, \quad \frac{125-80}{130-80} \times 100 = 90, \quad \frac{96-70}{98-70} \times 100 = 92.8$$

$$\alpha_1 = 81.8 \times 0.4 + 80 \times 0.3 + 90 \times 0.2 + 92.8 \times 0.1 = 84$$

$$\alpha_2 = 69 \times 0.4 + 52 \times 0.3 + 70 \times 0.2 + 85.7 \times 0.1 = 65.77$$

$$\alpha_3 = 61.8 \times 0.4 + 36 \times 0.3 + 40 \times 0.2 + 67.8 \times 0.1 = 50.3$$

$$\alpha_4 = 36.3 \times 0.4 + 12 \times 0.3 + 20 \times 0.2 + 35.7 \times 0.1 = 26.89$$

经验证,上述类别界限 $\alpha_i(i=1,2,3,4)$ 的确定,使表中各因素等级的划分与各个类属函数的隶属度相一致。

#### 四、结束语

人口素质的高低既是人类社会文明程度的重要标志,又是实现社会经济持续、快速、健康发展的主要条件。人口素质是由人口健康素质和人口科学文化素质两方面因素构成。本文选取了能较全面反映人口健康和科学文化素质的平均寿命、维尔威克指数、智商、非残疾比重,6岁及以上人员大学、中学、非文盲比重等7个指标及其权值分配方案,运用灰色系统理论方法,对人口素质进行综合定量评价。应用本方法不但能准确地评判一个国家或地区的人口素质水平的高低,而且能对不同国家或地区的人口素质水平进行定量的比较。

#### 参考文献:

1. 侯文若:《全球人口趋势》,世界知识出版社,1988年。
2. 陈剑:《人口素质论》,辽宁人民出版社,1988年。
3. 国家统计局人口司编:《中国人口统计年鉴》,科学技术文献出版社,1989年。
4. 中国社会科学院人口研究中心编:《中国人口年鉴》,中国社会科学出版社,1985年。
5. 刘铮:《人口理论教程》,中国人民大学出版社,1998年。
6. 王喜生、殷太安等:《人体营养状况的评价方法》,天津科学技术出版社,1988年。
7. 王清印等:《灰色系统理论的数学方法及其应用》,西南交通大学出版社,1990年。
8. 《体育测量与评价》(上册),北京体育学院出版社,1986年。

(本文责任编辑:朱 犁)