

# 劳动力素质综合评价方法研究

袁利金

(浙江大学工商管理学院 杭州 310027)

**摘要** 本文首先建立了劳动力素质综合评价体系,然后采用灰色系统评价方法建立了劳动力素质综合评价模型,最后给出了三个地区劳动力素质综合评价实例。

**关键词** 劳动力素质 灰色综合评价

## 一、问题的提出

在现代社会里,劳动力素质水平的高低已变得越来越重要了,它已成为影响社会发展,经济繁荣和科技进步的一个关键因素。目前,采用定量分析来对劳动力素质进行综合评价的方法还不多,其中较为典型的是,恩格尔曼通过对柯布一道格拉斯生产函数的研究,提出了劳动技师指数概念。劳动力技师指数  $E_t$  可以表示:

$$E_t = \sum \frac{Y_i}{\bar{Y}} \cdot \frac{N_i}{N}$$

$N$  是劳动力总数,  $N_i$  是第  $t$  年时第  $i$  组的劳动力数量,  $\bar{Y}$  是所有各组在基期年份的平均工资收入,  $Y_i$  是第  $t$  年时第  $i$  组劳动力的工资收入。在推导这个公式时,恩格尔曼把全部劳动力按照受教育程度的高低,即工资收入的多少作为他分组的依据。他认为,随着劳动力中较多的人上升到收入较高的各组,劳动力平均技师指数也得到了提高。

恩格尔曼的劳动力质量指数,在一定程度上反映了劳动力素质水平的高低。但实际上,劳动力素质构成的因素是比较多的,而且各因素之间的关系也十分复杂。因此,仅仅以劳动者取得工资收入的多少来作为衡量劳动力素质的尺度,显然是不全面的。

事实上,劳动力素质本身是一个模糊概念,对劳动力素质评价所建立的评价系统也只是一个灰色系统,构成系统的每一个因素都是一个灰数,而评价时通过某种方法或测试手段得到的数据实际上是这个灰数的白化值。为此,本文将在建立劳动力素质评价体系的基础上,采用灰色系统评价方法建立了劳动力素质评价模型,最后给出了三个地区的劳动力素质评价结果实例。

## 二、劳动力素质评价体系

劳动力素质的综合评价可以从劳动者的文化教育素质,劳动技能素质和生理体能素质三方面来进行,对于其中的每一子项,又可以由若干评价因素和评价指标构成。为了提高综合评价结果的可靠性和可比性,我们在对评价指标进行鉴别力和隶属度分析的基础上,考虑到数据收集的可行性,共筛选了3组共12个统计指标从而构成了劳动力素质评价体系,其结构见表1,可见,劳动力素质评价体系是一个灰色多层次评价系统。

表1 劳动力素质评价体系

劳动力素质综合评价体系											
文化教育素质		劳动技能素质				生理体能素质					
教育类	文化类	研究与发展类		物质生产类		体能基础类		生活水平类			
经费投入	具有初中毕业以上人数	经费投入	出版物数量	研究与 发展 经费投入	从事 研究 与 发展 人数	人均 固定 资产 净值	全员 劳动 生产率	中 青 年 劳 动 者 人 数	非 残 疾 人 数	人 均 生 活 消 费 水 平	平 均 寿 命

### 三、评价模型

#### 1、数据处理

由于劳动力素质的构成因素对劳动力素质变化具有时间延迟作用,因此首先必须对统计指标原始数据进行数据处理,方法是:

- 计算原始数据的加权平均值,公式是:

$$TP_k^{(j)} = \frac{\sum_i a_i \cdot x_{j,k}^{(i)}}{\sum_i a_i} \tag{1}$$

式中: $x_{j,k}^{(i)}$ :第j个评价子项中,第k个统计指标在第i年的原始值;

$a_i$ :给定的权重系数;

$TP_k^{(j)}$ :第j个评价子项中,第k个统计指标的加权平均值。

- 计算劳动力素质指标的数据标准值,公式是:

$$P_k^{(j)} = \frac{TP_k^{(j)} - TP_{k,\min}^{(j)}}{TP_{k,\max}^{(j)} - TP_{k,\min}^{(j)}} \tag{2}$$

式中: $TP_{k,\min}^{(j)}$ :第j个评价子项中,第k个统计指标加权平均值的最小值;

$TP_{k,\max}^{(j)}$ :第j个评价子项中,第k个统计指标加权平均值的最小值;

$P_k^{(j)}$ :第j个评价子项中,第k个统计指标的标准值。

### · 计算指标量化值

设  $\beta_k$  为第  $k$  个子指标在所有子指标中所占的权重比, 则第  $i$  个被评价对象关于第  $j$  个指标的原始数据经处理后的量化值可用如下公式计算得到:

$$p_{ij} = \sum_{k=1}^n p_{ij}(k) \beta_k \quad i \in I, \quad j \in J, \quad k \in M \quad (3)$$

式中:  $I = \{1, 2, \dots, m\}$  为被评价对象集;

$J = \{1, 2, \dots, n\}$  为劳动力素质指标集;

$M = \{1, 2, \dots, n\}$  为劳动力素质指标集。

### 2. 构成类属函数

在劳动力素质综合评价中, 为了衡量劳动力素质水平的状态, 我们选用四个不同的状态类别, 即高水平, 较高水平, 中等水平和低水平, 类别分值依次取为 4, 3, 2, 1 分。为了计算不同被评对象隶属于不同类别的程度, 我们给出类属函数的一般形式:

$$f_k(P_{ij}) \quad i \in I, \quad j \in J, \quad k \in K \quad (4)$$

式中:  $K = \{1, 2, \dots, l\}$  为类别集合;

$I = \{1, 2, \dots, m\}$  为被评价对象集;

$J = \{1, 2, \dots, n\}$  为劳动力素质指标集。

为了确定类属函数的具体形式, 我们根据经济增长理论和人口社会学等方面的知识, 确定选用分段折线函数, 具体表达式是:

$$f_1 = \begin{cases} 1 & P_{ij} \in (a_1, M) \\ \frac{1}{a_1} P_{ij} & P_{ij} \in (0, a_1) \end{cases} \quad (5)$$

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

...

$$f_l = \begin{cases} 1 & P_{ij} \in (0, a_1) \\ \frac{1}{M - a_1} (m - P_{ij}) & P_{ij} \in (a_1, M) \end{cases}$$

式中,  $a_1, a_2, \dots, a_l$  为规定的类别界限;  $M$  为指标量化值上限。

由公式(5)和表 2 给出的子集划分及各因素权重, 就可以计算出类别界限及类属函数

的表达式。在计算中各因素的权重分配为:

表 2 评价因素与子集划分

因素与子集划分		高水平	较高水平	中等水平	低水平	
文化教育素质	教育类	经费投入 (%)	{P 25≤P≤30}	{P 22≤P<25}	{P 18≤P<22}	{P 8≤P<18}
		受教育人数 (百人)	{P 77≤P≤85}	{P 60≤P<75}	{P 35≤P<60}	{P 5≤P<35}
	文化类	经费投入 (%)	{P 13≤P≤15}	{P 10≤P<13}	{P 7≤P<10}	{P 2≤P<7}
		出版投入 (百人拥有)	{P 42≤P≤50}	{P 38≤P<42}	{P 32≤P<38}	{P 20≤P<32}
劳动技能素质	研究与发展	经费投入 (%)	{P 12≤P≤14}	{P 10≤P<12}	{P 5≤P<10}	{P 1≤P<5}
		从事人数 (万人)	{P 70≤P≤80}	{P 60≤P<70}	{P 40≤P<60}	{P 10≤P<40}
	物质生产	经费投入 (%)	{P 700≤P≤800}	{P 650≤P<700}	{P 500≤P<650}	{P 200≤P<500}
		全员生产率 (千元/人)	{P 50≤P≤60}	{P 40≤P<50}	{P 30≤P<40}	{P 10≤P<30}
生理体能素质	体能基础	中青年人数量 (百人)	{P 70≤P≤80}	{P 65≤P<70}	{P 40≤P<65}	{P 10≤P<40}
		非残疾人数 (百人)	{P 96≤P≤98}	{P 92≤P<96}	{P 86≤P<92}	{P 70≤P<86}
	生活水平	消费水平 (百元/人)	{P 35≤P≤50}	{P 28≤P<35}	{P 22≤P<28}	{P 10≤P<22}
		平均寿命	{P 70≤P≤85}	{P 67≤P<70}	{P 60≤P<67}	{P 30≤P<60}

#### · 文化教育素质

教育与文化权重分配为(0.75,0.25);经费投入与每百名劳动者中具有初中以上文化程度人数的权重分配为(0.7,0.3);文化事业经费投入与每百名劳动者拥有的出版物数量的权重分配为(0.55,0.45)。

#### · 劳动技能素质

研究与发展类指标和物质生产指标的权重分配为(0.55,0.45);研究与发展经费投入和每万名劳动者中从事研究与发展人员权重分配为(0.65,0.35);劳动者人均固定资产净值与全员劳动生产率的权重分配为(0.4,0.6)。

#### · 生理体能素质

体能基础类指标和生活水准类指标的权重分配为(0.7,0.3);劳动者中每百名中中青年人数量与非残疾人数的权重分配为(0.8,0.2);劳动者人均消费水平和平均寿命的权重分配为(0.65,0.35)。计算得到的各评价子项的类属函数表达式为:

#### · 文化教育素质类属函数:

类别界限计算过程如下:

$$a_{11} = 88.64 \times 0.7 + 93.75 \times 0.3 = 90.17$$

$$a_{12} = 70.45 \times 0.7 + 81.25 \times 0.3 = 73.69$$

$$a_{13} = 54.55 \times 0.7 + 51.13 \times 0.3 = 54.12$$

$$a_{14} = 22.73 \times 0.7 + 18.75 \times 0.3 = 21.54$$

$$a_{21} = 92.31 \times 0.55 + 86.67 \times 0.45 = 89.77$$

$$a_{22} = 73.08 \times 0.55 + 66.67 \times 0.45 = 70.20$$

$$a_{23} = 50 \times 0.55 + 50 \times 0.45 = 50$$

$$a_{24} = 19.23 \times 0.55 + 20 \times 0.45 = 19.58$$

文化教育素质类属函数:

$$f_1^{11} = \begin{cases} 1 & P_{ij} \in (90.17, 100) \\ \frac{1}{90.17} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 90.17) \end{cases} \quad (6)$$

$$f_2^{11} = \begin{cases} 1 & P_{ij} = 73.69 \\ \frac{1}{73.69} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 73.69) \\ \frac{1}{73.69} \cdot (147.38 - P_{ij}) & P_{ij} \in (73.69, 147.38) \end{cases}$$

$$f_3^{11} = \begin{cases} 1 & P_{ij} = 54.12 \\ \frac{1}{54.12} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 54.12) \\ \frac{1}{54.12} \cdot (108.24 - P_{ij}) & P_{ij} \in (54.12, 108.24) \end{cases}$$

$$f_4^{11} = \begin{cases} 1 & P_{ij} \in (0, 21.54) \\ \frac{1}{78.46} \cdot (100 - P_{ij}) & P_{ij} \in (21.54, 100) \end{cases}$$

$$f_1^{12} = \begin{cases} 1 & P_{ij} \in (89.77, 100) \\ \frac{1}{89.77} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 89.77) \end{cases}$$

$$f_2^{12} = \begin{cases} 1 & P_{ij} = 70.2 \\ \frac{1}{70.2} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 70.2) \\ \frac{1}{70.2} \cdot (140.4 - P_{ij}) & P_{ij} \in (70.2, 140.4) \end{cases}$$

$$f_3^{12} = \begin{cases} 1 & P_{ij} = 50 \\ \frac{1}{50} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 50) \\ \frac{1}{50} \cdot (100 - P_{ij}) & P_{ij} \in (50, 100) \end{cases}$$

$$f_4^{12} = \begin{cases} 1 & P_{ij} \in (0, 19.58) \\ \frac{1}{80.42} \cdot (100 - P_{ij}) & P_{ij} \in (19.58, 100) \end{cases}$$

• 劳动技能类属函数

同理,可以计算出劳动技能类属函数的表达式:

$$f_1^{21} = \begin{cases} 1 & P_{ij} \in (92.5, 100) \\ \frac{1}{92.5} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 90.5) \end{cases} \quad (7)$$

$$f_2^{21} = \begin{cases} 1 & P_{ij} = 77.49 \\ \frac{1}{77.49} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 77.49) \\ \frac{1}{77.49} \cdot (154.98 - P_{ij}) & P_{ij} \in (77.49, 154.98) \end{cases}$$

$$f_3^{21} = \begin{cases} 1 & P_{ij} = 52.5 \\ \frac{1}{52.5} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 52.5) \\ \frac{1}{52.5} \cdot (105 - P_{ij}) & P_{ij} \in (52.5, 105) \end{cases}$$

$$f_4^{21} = \begin{cases} 1 & P_{ij} \in (0, 17.5) \\ \frac{1}{82.5} \cdot (100 - P_{ij}) & P_{ij} \in (17.5, 100) \end{cases}$$

$$f_1^{22} = \begin{cases} 1 & P_{ij} \in (90.67, 100) \\ \frac{1}{90.67} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 90.67) \end{cases} \quad (6)$$

$$f_2^{22} = \begin{cases} 1 & P_{ij} = 77 \\ \frac{1}{77} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 77) \\ \frac{1}{77} \cdot (147.38 - P_{ij}) & P_{ij} \in (77, 154) \end{cases}$$

$$f_3^{22} = \begin{cases} 1 & P_{ij} = 55 \\ \frac{1}{55} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 55) \\ \frac{1}{55} \cdot (100 - P_{ij}) & P_{ij} \in (22, 100) \end{cases}$$

$$f_4^{22} = \begin{cases} 1 & P_{ij} = (0, 22) \\ \frac{1}{78} \cdot (100 - P_{ij}) & P_{ij} \in (55, 100) \end{cases}$$

## • 生理体能素质类属函数

$$f_1^{31} = \begin{cases} 1 & P_{ij} \in (93.57, 100) \\ \frac{1}{93.57} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 93.57) \end{cases} \quad (8)$$

$$f_2^{31} = \begin{cases} 1 & P_{ij} = 82.85 \\ \frac{1}{82.85} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 82.85) \\ \frac{1}{82.85} \cdot (165.7 - P_{ij}) & P_{ij} \in (82.85, 165.7) \end{cases}$$

$$f_3^{31} = \begin{cases} 1 & P_{ij} = 56.43 \\ \frac{1}{56.43} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 56.43) \\ \frac{1}{56.43} \cdot (112.86 - P_{ij}) & P_{ij} \in (56.43, 112.86) \end{cases}$$

$$f_4^{31} = \begin{cases} 1 & P_{ij} = (0, 22.86) \\ \frac{1}{77.14} \cdot (100 - P_{ij}) & P_{ij} \in (22.86, 100) \end{cases}$$

$$f_1^{32} = \begin{cases} 1 & P_{ij} \in (0, 83.04) \\ \frac{1}{83.04} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (83.04, 100) \end{cases} \quad (6)$$

$$f_2^{32} = \begin{cases} 1 & P_{ij} = 59.44 \\ \frac{1}{59.44} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 59.44) \\ \frac{1}{59.44} \cdot (118.88 - P_{ij}) & P_{ij} \in (59.44, 118.88) \end{cases}$$

$$f_3^{32} = \begin{cases} 1 & P_{ij} = 45.69 \\ \frac{1}{45.69} \cdot P_{ij} & P_{ij} \in (0, 45.69) \\ \frac{1}{45.69} \cdot (91.38 - P_{ij}) & P_{ij} \in (45.69, 91.38) \end{cases}$$

$$f_4^{32} = \begin{cases} 1 & P_{ij} = (0, 19.29) \\ \frac{1}{80.71} \cdot (100 - P_{ij}) & P_{ij} \in (19.29, 100) \end{cases}$$

## 3. 综合评价

## • 劳动力素质子项评价

由类属函数和评价指标的权重分配,可以计算出被评价对象属于各个类别隶属程度

的类属矩阵,公式是:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

式中:  $a_{i,j} = \sum_{k=1}^n f_k(P_{ij}) \cdot r_j$  这里  $r_j$  为各评价指标在子项的权重。

由类属矩阵 A, 根据择优原理得到被评对象各评价子项的评价分值 LQ, 公式是:

$$LQ_i^k = \max_j a_{i,j} \quad (10)$$

评价分值  $LQ_i^k$ , 表示了第 i 个被评价对象第 k 个评价子项的类属程度, 同时也表明了评价对象在第 k 个评价中所处的先后名次。

• 综合评价

由评价对象子项的评价分值  $LQ_k$ , 以及给定的子项权重分配系数, 可以计算出被评对象的劳动力素质综合评价值, 公式是:

$$LQ^{(j)} = \sum_{k=1}^3 LQ_k^{(j)} \cdot \eta_k \quad (11)$$

式中:  $LQ^{(j)}$ : 第 j 个评价对象的劳动力素质综合评价值;

$LQ_k^{(j)}$ : 第 j 个评价对象的 k 个评价子项的评价分值;

$\eta_k$ : 给定的子项权重分配系数。

### 四、实例研究

表 3 给出了经过数据处理后, 华东地区三省的劳动力素质评价指标的实际数据, 试用上述方法对这三省的劳动力素质进行综合评价。

首先评价三个地区的文化教育素质子项。由表三给出的数据计算标准值(取量化值上限为 100):

$$\begin{aligned} \text{A 地区: } & \frac{19-8}{30-8} \times 100 = 50.00 & \frac{72-5}{85-5} \times 100 = 83.75 \\ & \frac{6-2}{15-2} \times 100 = 30.77 & \frac{32-20}{50-20} \times 100 = 40.00 \end{aligned}$$

B 地区和 C 地区的数据标准值依次为: 40.91, 91, 25, 46, 15, 43.33 和 68.18, 81.25, 23.08, 33.33。

指标的量化值计算:

$$\begin{aligned} P_{11} &= 50 \times 0.7 + 83.75 \times 0.3 = 60.13 \\ P_{12} &= 30.77 \times 0.55 + 40 \times 0.45 = 34.92 \\ P_{21} &= 40.91 \times 0.7 + 92.25 \times 0.3 = 56.01 \\ P_{22} &= 46.15 \times 0.55 + 43.33 \times 0.45 = 44.88 \\ P_{31} &= 68.18 \times 0.7 + 81.25 \times 0.3 = 72.10 \end{aligned}$$



$$P_{32} = 23.08 \times 0.55 + 33.33 \times 0.45 = 27.69$$

表3 三个不同地区实例数据

因素与子集划分		A	B	C	
文化教育素质	教育类	经费投入	19	17	23
		受教育人数	72	78	70
	文化类	经费投入	6	8	5
		出版投入总数	32	33	30
劳动技能素质	研究与发展	经费投入	2.4	6.3	7.2
		从事人数	48	78	75
	物质生产	净资产占有	776	715	254
		全员生产率	41.6	46.3	46
生理体能素质	体能基础	中青年人数	58	52	68
		非残疾人数	95	94	92
	生活水平	消费水平)	28.8	28	21.5
		平均寿命	68	66	63

由此量化值和类属函数式(6),可以计算得到类属矩阵:

$$A^1 = \begin{pmatrix} 0.5974 & 0.7364 & 0.8413 & 0.5834 \\ 0.5927 & 0.7299 & 0.9482 & 0.5919 \\ 0.6768 & 0.8324 & 0.6393 & 0.4915 \end{pmatrix} \quad (12)$$

$$\text{式中: } a_{11} = \frac{1}{90.17} \times 60.13 \times 0.75 + \frac{1}{89.77} \times 34.92 \times 0.25 = 0.5974$$

$$a_{12} = \frac{1}{73.69} \times 60.13 \times 0.75 + \frac{1}{70.2} \times 34.92 \times 0.25 = 0.7364$$

$$a_{13} = \frac{108.24 - 60.13}{54.12} \times 0.75 + \frac{1}{50} \times 34.92 \times 0.25 = 0.8413$$

$$a_{14} = \frac{100 - 60.13}{78.46} \times 0.75 + \frac{100 - 34.92}{80.42} \times 0.25 = 0.5834$$

其余数据类推。

由式(12)可知,根据择优原理,C地区文化教育属较高水平,B地区和A地区的文化教育素质属中等水平。它们的排名次序为C,B,A。所得分值依次为0.8324,0.9482,和0.8413。

同上计算相仿,可以得到三个地区的劳动技能素质评价类属矩阵 $A^2$ 和生理体能素质评价类属矩阵 $A^3$ 的表达式:

$$A^2 = \begin{pmatrix} 0.5334 & 0.6306 & 0.5479 & 0.6299 \\ 0.7463 & 0.8742 & 0.7873 & 0.3431 \\ 0.6098 & 0.7242 & 0.7653 & 0.5503 \end{pmatrix} \quad (13)$$

$$A^3 = \begin{pmatrix} 0.7413 & 0.8901 & 0.7393 & 0.3848 \\ 0.6758 & 0.8136 & 0.8920 & 0.4942 \\ 0.7568 & 0.8931 & 0.6828 & 0.3652 \end{pmatrix} \quad (14)$$

由式(13)知,根据择优原理,A地区和B地区的劳动技能素质属较高水平,C地区则属中等水平。它们的排名次序为B,A,C。所得分值依次为0.8742,0.7606和0.7653。

由式(14)知,根据择优原理,C地区和A地区的生理体能素质属较高水平,B地区则属中等水平,它们的排名次序为C,A,B。所得分值依次为0.8931,0.8901和0.8920。

由式(1)和给定的类别分值可以得到三个地区的劳动力素质综合价值。

$$LQ_A = 0.8412 \times 2 + 0.6306 \times 3 \times 0.8901 + 3 = 6.2447$$

$$LQ_B = 0.9482 \times 2 + 0.8742 \times 3 \times 0.8920 + 2 = 6.3030$$

$$LQ_C = 0.8324 \times 3 + 0.7653 \times 2 \times 0.8931 + 3 = 6.7071$$

由此可见,劳动力素质水平的综合评价排名结果是C地区,B地区和A地区。

### 参 考 文 献

- [1] 华东地区统计年鉴,1993。  
 [2] 朱计生等,人口素质和综合评判方法,系统工程理论与实践,1992.5。