

一种测定权数的新方法:灰色系统关联分析法

金玉国

(山东经济学院 统计学系,山东 济南 250014)

摘要:权数的确定是描述统计研究的重要问题之一,因为经济系统是一个典型的灰色系统,用灰色系统关联分析法测定权数是一个非常科学和实用的方法。

关键词:权数;灰色系统;关联分析

中图分类号:C81

文献标识码:B

文章编号:1005-5762(2002)03-0014-02

在统计综合评价中,为了比较各指标影响力的大小,必须测定各指标的权数或其比重(权重)。常用的方法有专家打分法(如德尔菲法)、指标比较法(比较矩阵法)、层次分析法等。而随着灰色系统理论研究的深入,利用灰色系统分析中的关联分析法测定权数,则是一种比较新颖和有效的方法。

按照灰色系统理论,信息完全明确的系统称为白色系统,信息完全不明确的系统称为黑色系统,信息部分明确、部分不明确的系统称为灰色系统。经济系统就是常见的灰色系统之一。有些事物之间、因素之间的相互关系比较复杂,有些关系甚至无法明确表达,加上变化的随机性,很容易混淆人们的直觉,掩盖事物的本质,使人们在认识、分析、决策时得不到全面、足够的信息,不容易形成对事物明确的认识。一句话,这些都是灰色因素、灰色的关联性在起作用。灰色系统分析技术在最近几年有了长足发展,我们完全可以将其中比较成熟的方法引入到统计研究中来。利用灰色系统分析方法中的关联分析法测定权数就是一个比较成功的尝试。这种方法不要求知道变量的分布,也不要求变量之间相互独立,

所以比较适合对经济现象的分析。其基本方法如下:

1. 选定母指标。假设有指标 $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$, 其中如果 X_0 被认为比其他指标含有更大的信息量,则可以将 X_0 作为母指标(基准指标),其他指标为子指标(对照指标),记:

$$X_0 = (X_{10}, X_{20}, \dots, X_{n0}) \text{ 为母数列(或基准数列);}$$

$$X_1 = (X_{11}, X_{21}, \dots, X_{n1});$$

$$X_2 = (X_{12}, X_{22}, \dots, X_{n2});$$

.....

$$X_m = (X_{1m}, X_{2m}, \dots, X_{nm}) \text{ 为子数列(或对照数列)。}$$

2. 对原始指标进行无量纲化处理。由于各指标的量纲(计量单位和正逆性质)不同,指标值的数量级的差别很大。为了处理的方便,必须对各指标进行无量纲、无量量级的处理,得到相应的新数列。处理的方法有两种:一种是均值化处理,即分别求出每一个指标原始数据的平均值,再用每一个原始数据与平均值相除;第二种是初值化处理,即每一个指标的原始数值与所在数列的第一项相除。 X_{ki} 处理后的数值记为 X_{ki}' 。

3. 计算各子数列无量纲化处理后的各项数据与母

(3) 用 GM(1, 1) 季节因素修正模型乘预测 A 产品 2001 年第一、第二季节销售量

$$\begin{aligned} k=12, \quad \hat{X}_1^{(0)}(13) &= [\hat{X}_1(13) - \hat{X}_1^{(1)}(12)] \cdot F(1) \\ &= [604.439e^{0.06079 \times 12} - 604.439e^{0.06079 \times 11}] \times 0.98944 \\ &= 73.15629 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k=13, \quad \hat{X}_1^{(0)}(14) &= [\hat{X}_1(14) - \hat{X}_1^{(1)}(13)] \cdot F(2) \\ &= [604.439e^{0.06079 \times 13} - 604.439e^{0.06079 \times 12}] \times 1.05524 \\ &= 82.91134 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

由计算结果知 A 产品 2001 年第一季、第二季节销售量预计为 73.15629 万元和 82.91134 万元。

三、结束语

GM(1, 1) 季节因素修正模型是在原 GM(1, 1) 模型基础上,进行季节指数加以修正后提出的新模型,因此其与原 GM(1, 1) 模型相比,既可以反映时间序列的趋势变动,又可以反映季节因素的影响,从而在对含有季节因素的时间序列预测中,精度大幅度提高。另一方面 GM(1, 1) 季节因素修正模型是以 GM(1, 1) 模型为基础,即用 GM(1, 1) 模型对时间序列中的趋势值进行拟合,故与最小二乘趋势比率法相比,其又具有不受变量性变化限制,所需原始数据少,预测精度高等特点。

数列无量纲化处理后的相应数据之间的绝对离差 $\Delta_i(k)$ (k):

$$\Delta_i(k) = |X_{ki} - X_{0i}|, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad k = 1, 2, \dots, n$$

4. 计算关联系数 $y_i(k)$:

$$y_i(k) = \frac{a + \rho b}{\Delta_i(k) + \rho b}$$

其中, $a = \min_{1 \leq k \leq n} \min_{1 \leq i \leq m} \{\Delta_i(k)\}$; $b = \max_{1 \leq k \leq n} \max_{1 \leq i \leq m} \{\Delta_i(k)\}$ 。

ρ 为分辨率, 取 0-1 之间的数(一般可取 0.5)。

5. 求各数列与母数列的关联度。X_i 与 X₀ 之间的关联度为:

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n y_i(k), \quad i = 1, 2, \dots, m$$

6. 求各指标对应的权数 r_j' 。

$$r_j' = r_j / (r_1 + r_2 + \dots + r_m), \quad j = 1, 2, \dots, m$$

最后, 我们可以根据所求出的权数构造综合评价模型, 并根据评价模型进行比较和评价了。评价模型如下:

$$Z_k = r_1' X_{k1}' + r_2' X_{k2}' + \dots + r_m' X_{km}', \quad k = 1, 2, \dots, m$$

以下用一个案例说明这种方法的应用。

为了对沿海各省份的宏观制度环境进行定量测度, 选择了四个指标, 以反映制度环境的不同侧面: 非国有化(FGYH)代表产权制度状况、市场化程度(SCH)代表资源配置状况、财政收入比(CZSR)代表利益分配格局、对外开放度(DWKF)代表经济外向化程度。各指标的计算公式如下:

1. FGYH = 非国有工业总产值(或增加值)/全部工业总产值(或增加值)

2. SCH = 生产要素市场化指数 × 0.6 + 经济参数市场化指数 × 0.4

式中, “生产要素市场化指数”用投资的市场化代表, 它是全社会固定资产投资中“利用外资、自筹投资、其他投资”三项指标的比重; “经济参数市场化指数”用价格的市场化代表, 它是所有商品价格中不是由国家定价的比重。

3. CZSR = 国家财政收入/当年 GDP

其中, 国家财政收入不包括债务收入。

4. DWKF = 进出口总值/GDP × 0.4 + 对外资产负债总额/GDP × 0.3 + 利用外资和对外投资总额/GDP × 0.3

(详见金玉国:《1984—1995年中国经济增长的宏观制度解析》,《统计研究》1998年第5期)

沿海省份 1998 年的人均 GDP 及四个制度变量的值见表 1:

表 1 沿海各省份原始资料(1998 年)

省份	人均 GDP(元)	FGYH(%)	SCH(%)	CZSR(%)	DWKF(%)
广东	11143	85.33	81.15	8.36	92.41
浙江	11247	89.25	88.89	3.72	18.66
上海	28253	66.87	78.45	5.28	54.45
天津	14808	75.37	71.31	7.18	52.69
福建	10369	85.97	70.70	4.89	35.65
北京	18482	52.14	72.30	9.33	49.62
江苏	10021	80.57	74.07	9.66	21.53
山东	8120	73.44	73.21	5.08	16.73
海南	6022	67.02	69.38	8.43	34.30
辽宁	9333	65.24	74.10	5.81	23.24
河北	6525	73.35	70.81	4.40	6.98
广西	4076	66.63	60.91	5.64	7.83

资料来源:金玉国:《山东省宏观制度环境的定量测度与横向比较》,《山东经济》2001年第5期。

应用灰色系统关联分析法计算的各制度变量对经济发展水平的关联度及其由此计算的各变量的权重见表 2:

表 2 各省制度变量对人均 GDP 的关联度

省份	FGYH	SCH	CZSR	DWKF
广东	0.764	0.734	0.451	0.540
浙江	1.000	0.990	0.580	0.642
上海	0.813	0.737	0.760	0.558
天津	0.890	0.931	0.660	0.646
福建	0.498	0.458	0.353	0.473
北京	0.930	0.966	0.642	0.703
江苏	0.957	1.034	0.664	0.811
山东	0.973	0.980	0.729	0.778
海南	0.895	0.878	0.728	0.841
辽宁	0.992	1.026	0.659	0.845
河北	0.676	0.691	0.706	0.936
广西	0.791	0.837	0.839	0.842
平均关联度	1.063	0.855	1.060	0.718
权重	0.289	0.232	0.285	0.194

计算结果表明, 一个地区制度环境的 28.7% 由产权制度状况决定; 23.2% 由资源配置状况决定; 28.5% 由利益分配格局决定; 19.4% 由经济外向化程度决定。至此, 我们就完成了对各制度变量权数的测算。各省的宏观制度环境指数(ZDHJ)的计算公式为:

$$ZDHJ = 0.287 \times FGYH' + 0.232 \times SCH' + 0.287 \times CZSR' + 0.194 \times DWKF'$$

我们就可以根据这个公式对各地区的制度环境进行定量测算了。

可见, 利用灰色系统关联分析法测定权数, 注重了各变量对经济系统影响力(关联度)的大小, 避免了其他测定权数方法的随意性, 具有比较高的说服力和可信度。同时, 方法本身也不太复杂, 所以, 这种方法具有较高的实用性。