

# 灰色系统在经济上的应用

## ——定量分析 SARS 对旅游外汇收入的影响

林硕蕾<sup>1</sup> 王凌冉<sup>2</sup>

(1. 北京工业职业技术学院, 北京 100042;

2. 北京联合大学应用文理学院, 北京 100083)

**摘要:**利用灰色系统分析就 SARS 对旅游外汇收入的影响进行了定量分析,并将分析结果与实际数据及宏观经济学分析结论进行了对比。

**关键词:**灰色系统;经济;定量

**中图分类号:**F224.9

**文献标识码:**A

**文章编号:**1671-6558(2005)01-81-03

## Application of Gray System to Econormy

### —Quantitative Analysis of Influence of SARS on Foreign Exchange Income in Travel Industry

Lin Shuolei<sup>1</sup> Wang Lingran<sup>2</sup>

(1. Beijing Vocational & Technical Institute of Industry, Beijing 100042, China;

2. College of Arts & Science of Beijing Union University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** This article quantitatively analyze Influence of SARS on the foreign exchange income in travel industry with the gray system, and compare it with the conclusion in macroscopic economics.

**Key words:** gray system; economics; quantitative

## 0 引言

2003 年 SARS 对中国经济的部分行业产生的一定影响,并且这种影响有些具有延迟效应,很多专家利用宏观经济学分析或宏观经济学模型进行了研究分析,这里利用没有专门经济背景的灰色系统分析方法定量分析 SARS 对 2003 旅游外汇收入的影响。

## 1 灰色系统简介

灰色系统理论(Grey System Theory)的创立源于 20 世纪 80 年代。邓聚龙教授在 1981 年上海中

—美控制系统学术会议上所作的《含未知数系统的控制问题》的学术报告中首次使用了“灰色系统”一词。灰色系统是指系统中部分信息和特性是已知的,另一部分未知的灰色系统理论目前在工程技术、市场分析、气象预报的各种领域得到应用,这里简单分析灰色系统在旅游经济中定量分析的作用。

## 2 数据分析

因为  $\text{旅游外汇收入} = \text{海外旅游人数} \times \text{人均消费}$ ,而海外旅游人数和人均消费这两个数值涉及的因素包括汇率、货币价值等,这里为了使因素不被重

收稿日期:2005-09-01

作者简介:林硕蕾(1981-),女,北京联合大学应用文理学院信息与计算科学专业毕业,助理讲师。

复考虑,先来预测海外旅游人数再乘以人均消费,得到旅游外汇收入(以美元计算).另外已知了2004年的年度海外旅游总人数,但是因为2004年还受到禽流感的影响,因此只用2004年的年度海外旅游总人

数,作为模型参考,不再做细致分析.这里着重分析SARS对2003旅游外汇收入的影响,历年每月海外旅游人数如表1所示:

表1 接待海外旅游人数

万人

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1997	9.4	11.3	16.8	19.8	20.3	18.8	20.9	24.9	24.7	24.3	19.4	18.6
1998	9.6	11.7	15.8	19.9	19.5	17.8	17.8	23.3	21.4	24.5	20.1	15.9
1999	10.1	12.9	17.7	21.0	21.0	20.4	21.9	25.8	29.3	29.8	23.6	16.5
2000	11.4	26.0	19.6	25.9	27.6	24.3	23.0	27.8	27.3	28.5	32.8	18.5
2001	11.5	26.4	20.4	26.1	28.9	28.0	25.2	30.8	28.7	28.1	22.2	20.7
2002	13.7	29.7	23.1	28.9	29.0	27.4	26.0	32.2	31.4	32.6	29.2	22.9
2003	15.4	17.1	23.5	11.6	1.78	2.61	8.8	16.2	20.1	24.9	26.5	21.8

另2004年海外旅游总人数为315.5万人。

### 3 模型的分析与假设

根据所掌握的历史统计数据可以看出,在正常情况下,全年的平均值较好地反映了相关指标的变化规律,这样可以把预测分成两部分:

(1) 利用灰色理论建立GM(1,1)模型,由1997-2002年的平均值预测2003年平均值;

(2) 通过历史数据计算每个月的指标值与全年总值的关系,从而预测出正常情况下2003年每个月的指标值;

模型有两条假设如下:

(1) 假设数据都是可靠准确的;

(2) 假设在SARS疫情流行先后,数据变化只与SARS疫情有关,不考虑其他随机因素影响。

### 4 建立灰色预测模型GM(1,1)

有已知数据,对于1997-2002计算得出每年的平均值,记为:

$$x^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(6)),$$

并求出级比:  $\sigma(i) = x^{(0)}(i-1)/x^{(0)}(i) \in (0.1353, 7.389) (i=2, 3, \dots, 6)$ , 因此上述数列  $x^{(0)}$  可作为GM(1,1)和进行灰色预测,对  $x^{(0)}$  做一次累加,则:

$$x^{(0)}(1) = x^{(0)}(1),$$

$$x^{(0)}(i) = \sum_{k=1}^i x^{(0)}(k) (i=2, 3, \dots, 6)$$

$$\text{记为: } x^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(6))$$

取  $x^{(0)}$  的加权均值,则  $z^{(1)}(k) = ax^{(1)}(k) + (1-a)(k-1) (k=2, 3, \dots, 6)$ ,  $a$  为确定参数,

$$\text{记为: } z^{(0)} = (z^{(0)}(1), z^{(0)}(2), \dots, z^{(0)}(6))$$

于是GM(1,1)的白化微分方程模型为

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b$$

其中  $a$  称为发展灰度,  $b$  称为内生控制灰度:

由于  $x^{(1)}(k) - x^{(1)}(k-1) = x^{(0)}(k)$ ,  $x^{(0)}(k)$  取为灰导数,  $z^{(1)}(k)$  为背景值,则将上述白化微分方程为:

$$x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b (k=2, 3, \dots, 6)$$

$$\text{或者 } x^{(0)}(k) = az^{(1)}(k) + b (k=2, 3, \dots, 6)$$

$$\text{即矩阵形式为: } Y^{(0)} = B \cdot (a, b)^T$$

$$\text{其中 } Y^{(0)} = (x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(6))^T,$$

$$B = \begin{pmatrix} -z^{(1)}(2) & -z^{(1)}(3) & \dots & -z^{(1)}(6) \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{pmatrix}^o$$

用最小二乘法求得参数估计为:

$$(\hat{a}, \hat{b}) = (B^T \cdot B)^{-1} \cdot B^T \cdot Y^{(0)}$$

于是可求得上述微分方程特解:

$$\hat{x}^{(1)}(t+1) = (x^{(0)}(1) - \frac{b}{a}) \cdot e^{-at} + \frac{b}{a}$$

则:

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) = \left( x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right) \cdot (e^{-ak} - e^{-a(k-1)})$$

于是上式可以得到2003年的平均值,根据历史数据可以统计计算出2003年第  $i$  个月的指标值占全年总值的比例为  $u_i$ , 即:

$$u_i = \frac{\sum_{j=1}^6 a_{ij}}{\sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^6 a_{ij}} \quad (i=1, 2, \dots, 12)$$

则  $u = (u_1, u_2, \dots, u_{12})$ , 于是可得 2003 年每一个月的指标为  $Y = X \cdot u$ 。利用 2003 年的数据可以估算 2004 年的平均值及各月的指标值。

### 5 模型的求解

#### (1) 2003 年的旅游人数预测

由数据表 1, 可计算得年平均数列, 及一次累加数列分别为 (1997-2002):

$x^{(0)} = (19.1000, 18.1083, 20.8333, 24.3917, 24.7500, 27.1750)$ 。

$x^{(1)} = (19.1000, 37.2083, 58.0416, 82.4333, 107.1833, 134.3583)$ 。

取参数  $\alpha = 0.5^{[1][3]}$ , 可得到加权平均值:

$z^{(1)} = (28.1541, 47.62495, 70.23745, 94.8083,$

120.7708)

求得发展灰度及内生控制灰度:

$a = -0.0938, b = 16.2670$

则 2003 年预测接待海外人数为:  $\hat{x}^{(0)}(7) = \bar{x} = 30.2618$  (万人), 即全年预测旅游人数为 363.142 (万人)。

以及 2003 年第  $i$  个月的指标值占全年总值的比例为:

$u = (0.0407, 0.0732, 0.0703, 0.0878, 0.0907, 0.0848, 0.0836, 0.1022, 0.101, 0.104, 0.0914, 0.0701)$ 。

则月度预测值与月度真实值 (单位: 万人) 比较表如下:

表 2 月度预测值与月度真实值比较表

万人

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
预测值	14.8	26.6	25.5	31.9	33.0	30.8	30.4	37.1	36.7	37.8	33.2	25.5
实际值	15.4	17.1	23.5	11.6	1.78	2.61	8.8	16.2	20.1	24.9	26.5	21.8

#### (2) 2004 年的旅游人数预测 (利用 2003 年的真实数据)

再由数据表 1, 可计算得年平均数列, 及一次累加数列分别为 (1997-2003):

$x^{(0)} = (19.1000, 18.1083, 20.8333, 24.3917, 24.7500, 27.1750, 15.8575)$ 。

$x^{(1)} = (19.1000, 37.2083, 58.0416, 82.4333, 107.1833, 134.3583, 150.2158)$ 。

取参数  $\alpha = 0.5^{[1][3]}$ , 可得到加权平均值:

$z^{(1)} = (28.1541, 47.62495, 70.23745, 94.8083, 120.7708, 142.2871)$

求得发展灰度及内生控制灰度:

$a = -0.0094, b = 21.0672$

则 2004 年预测接待海外人数为:  $\hat{x}^{(0)}(7) = \bar{x} = 22.5855$  (万人), 即全年预测旅游人数为 271.026。

#### (3) 2004 年的旅游人数预测 (利用 2003 年的预测数据)

再由数据表 1, 可计算得年平均数列, 及一次累加数列分别为 (1997-2003 (预测)):

$x^{(0)} = (19.1000, 18.1083, 20.8333, 24.3917, 24.7500, 27.1750, 30.2649)$ 。

$x^{(1)} = (19.1000, 37.2083, 58.0416, 82.4333, 107.1833, 134.3583, 164.6232)$ 。

取参数  $\alpha = 0.5^{[1][3]}$ , 可得到加权平均值:

$z^{(1)} = (28.1541, 47.62495, 70.23745, 94.8083, 120.7708, 149.49075)$

求得发展灰度及内生控制灰度:

$a = -0.0937, b = 16.2766$

则 2004 年预测接待海外人数为:  $\hat{x}^{(0)}(8) = \bar{x} = 33.2303$  (万人), 即全年预测旅游人数为 398.764。

#### (4) 2005 年的旅游人数预测

再由数据表 1 及 2004 年的旅游总人数数据, 可计算得年平均数列, 及一次累加数列分别为 (1997-2004):

$x^{(0)} = (19.1000, 18.1083, 20.8333, 24.3917, 24.7500, 27.1750, 15.8575, 26.2917)$ 。

$x^{(1)} = (19.1000, 37.2083, 58.0416, 82.4333, 107.1833, 134.3583, 150.2158, 176.5075)$ 。

取参数  $\alpha = 0.5^{[1][3]}$ , 可得到加权平均值:

$z^{(1)} = (28.1541, 47.62495, 70.23745, 94.8083, 120.7708, 142.2871, 163.36165)$

求得发展灰度及内生控制灰度:

$a = -0.0199, b = 22.9399$

则 2005 年预测接待海外人数为:  $\hat{x}^{(0)} = \bar{x} = 24.5406$  (万人), 即全年预测海外旅游人数为 318.488。

### 6 模型结果分析

首先, 先来分析模型求解中的 (2) (3) 的结果, 利用 2003 年的真实数据预测出 2004 年全年旅游人数为 271.026, 利用假设 2003 年没有 SARS 发生的预测数据得到 2004 年全年旅游人数为 398.764。而实际中 2004 年海外旅游总人数为 315.5, 恰好在两

(下转第 87 页)

体运动与地面物体运动的理论统一起来;能量的转化与守恒定律提示了力、热、电磁、光和化学等各种自然现象之间的统一性;爱因斯坦的质能方程既统一了物质世界的质量和能量,又用非常简单的形式表现了两个未知量之间稳定、均衡的比例关系,显得十分优美。实施物理审美教学,就是要结合中学生的审美心理特点和生理特点,向学生展示物理教材的结构美、物理方法的应用美、物理规律的内在美。通过揭示物理学的“真”与“美”,使广大中学生提高境界、和谐关系、陶冶情操、开发智能、活泼气氛、增强情趣,培养学生健康、积极的审美情感和欣赏美、创造美的能力,从而使学生的感性和理性协调发展,塑造健全人格。

总之,物理学科教育和人文教育是相互促进的。

在这科学技术迅猛发展的时代,人们除了对科学、经济、物质的追求外,还注重对精神和价值的追求,这对一个民族的生命力、创造力和凝聚力是至关重要的,加强人文教育,培养人文精神,不仅是科学的需要,更是国家的需要,社会的需要。

#### 参考文献:

- [1]张民生.中学物理教育学[M].上海:上海教育出版社,1999
- [2]廖伯琴.基础物理课程改革势在必行[J].物理教学探讨,2001(1)
- [3]教育部物理新课程标准编委会.物理新课程标准[M].北京:北京师范大学出版社,2001
- [4]朱宏雄.物理教展望[M].上海:华东师范大学出版社,2002

(责任编辑:刘子龙)

\*\*\*\*\*

(上接第83页)

个数之间,这就说明了,2004年旅游人数不再受到SARS的严重影响,但人们担心SARS的再度来袭,旅游人数也还是受到了一定的影响。这在某方面说明了模型的可靠性。

再来分析(1)的结果,按最新统计数据,平均每人消费1002美元计算,SARS最严重的4-7月四的月就损失了100亿元,全年共损失了160亿元。而从月度数据来看,旅游人数到年底时逐步恢复正常。这和专家预测利用宏观经济学分析的旅游收入损失50%-60%,并在年底恢复正常相吻合。

从以上分析可以看出,灰色模型虽然没有专门的经济学背景,但是可以在经济学领域得到很好的

应用,并由此可以预测2005年的海外全年旅游人数(模型5)为318.488。这个模型是就某个经济指标的发展规律评估建立的,那么类似的也可以适用于其它的一些数据规律的评估预测问题,模型应用广泛。

#### 参考文献:

- [1]邓聚龙.灰色系统理论教程[M].武汉:华中理工大学出版社,1990
- [2]北京统计信息网[Z]:<http://www.bjstats.gov.cn>
- [3]韩中庚.数学建模方法及其应用[M].北京:高等教育出版社,2005
- [4]海 闻,赵 忠,王 健,侯振刚.“非典”流行对北京市及全国经济影响[J].中国经济研究中心简报,2003(36)

(责任编辑:郭振海)