

# SARS 疫情对中国交通运输业和电信业的影响分析

张文斗, 祖正虎, 许 晴, 徐致靖, 郑 涛

**[摘要]** 交通运输业和电信业被认为是中国 2003 年 SARS 期间受影响的两个典型产业, 本研究收集了 1997 ~ 2003 年中国内地的客运量数据和电信业务量数据, 采用灰色系统理论预测模型定量评估 SARS 对交通运输业和电信业造成的影响。通过两个行业数据和 SARS 疫情数据的时间序列关系分析, 发现 SARS 疫情对交通运输业造成的负面影响很大, 而且损失是不可恢复的, 损失峰值与疫情死亡人数峰值保持同步, 疫情对电信业发展并没有产生预想中的明显推动作用。

**[关键词]** 严重急性呼吸综合征; 运输; 电信; 灰色系统理论; 时间序列分析

**[中图分类号]** R373.1

**[文献标志码]** A

**[文章编号]** 1674-9960(2012)10-0762-04

## Analysis of impact of SARS on transportation and telecommunications in China

ZHANG Wen-dou, ZU Zheng-hu, XU Qing, XU Zhi-jing, ZHENG Tao\*

(Institute of Biotechnology, Academy of Military Medical Sciences, Beijing 100071, China)

\* Corresponding author, E-mail: zt19721@hotmail.com

**[Abstract]** Transportation and telecommunications were considered two typical sectors affected by the SARS outbreak in China in 2003. Data on transportation and telecommunications in mainland China between 1997 and 2003 were collected, using the gray system theory prediction model to quantitatively assess the impact of SARS on transportation and telecommunications. Time series analysis of the data on these two sectors and SARS found that the negative impact of SARS on transportation was huge, and that the loss was unrecoverable. The loss peak of the transportation industry and SARS-related death peak was synchronized. The impact of SARS on telecommunications did not promote the development of this sector as much as expected.

**[Key words]** SARS; transportation; telecommunications; gray system theory; time series analysis

严重急性呼吸综合征(severe acute respiratory syndrome, SARS)是 21 世纪在全球范围内流行的新发传染病,也是我国建国以来罕见的大规模新发、突发传染病疫情,造成了巨大的经济损失,并对社会经济发展产生了明显影响。近年来,我国交通运输业和电信业飞速发展,为推动经济繁荣、人才交流、市场融合起到了重要作用。在 SARS 疫情期间,这两个行业被认为是受到正负两方面影响的代表性行业,对其展开研究有利于明确疫情对经济产业的影响关系,为政府决策提供依据。

### 1 背景介绍

SARS 疫情对各主要经济产业和整体经济的影

响很大,国内外学者对经济受疫情影响情况进行多种研究。Lee 等<sup>[1]</sup>采用 G-Cubed 模型通过疫情对人口资源造成的负效应从深层次分析 SARS 的经济损失。Beutels 等<sup>[2]</sup>对 SARS 给北京市的市内交通、酒店入住率、居民消费等造成的影响进行了分析。Keogh-Brown 等<sup>[3]</sup>对 SARS 主要疫情国家和地区的 GDP、进出口贸易、旅游业、零售业、酒店入住率等指标进行了对比分析,认为 SARS 疫情所造成的影响只有一到两个季度。Siu 等<sup>[4]</sup>对香港主要受 SARS 疫情影响的经济部门进行了比较全面的分析。张效廉<sup>[5]</sup>对 2003 年中国经济环境和 SARS 疫情可能造成的损失进行了全面预测和分析。

在主要受影响的产业中,交通运输业和电信业被一些经济学家认为是受负面和正面影响的两个典型产业<sup>[6,7]</sup>。由于公共交通工具一般都是人员密集的封闭空间,是造成病原体传播的重要场所,因此,在大规模传染病疫情期间,普通民众倾向于减少出行和乘坐公共交通工具的次数,取而代之采取网络、

**[基金项目]** 国家自然科学基金资助项目(90924019)

**[作者简介]** 张文斗,男,博士研究生,研究方向:生物恐怖事件危害评估与应急处置, E-mail: zhangwendou685@sohu.com

**[作者单位]** 军事医学科学院生物工程研究所,北京 100071

**[通讯作者]** 郑 涛, Tel: 010-66948809, E-mail: zt19721@hotmail.com

电话等方式进行办公和沟通联系。这将造成客运量下降而促进电信业务量上升,然而目前并没有相关研究证实疫情和这两个行业之间存在这种关联关系。本研究采取灰色系统理论中的灰色预测模型定量分析 SARS 疫情对交通运输业中客运量和电信业务量造成的影响,并分析客运量、电信业务量和疫情发展之间的时间序列关系。

## 2 数据和模型构建

### 2.1 模型介绍

为了定量分析 2003 年 SARS 疫情对两个产业造成的影响,需要根据历史数据对正常情况下 2003 年的交通客运量和电信业务量发展情况进行估算。由于不同时期经济发展环境不同,所以采用过早的数据对 2003 年数据进行估算并不合适,甚至适得其反,因此可用数据少是经济数据预测中的一个难题。

目前研究此类问题的传统方法是概率统计方法。概率统计方法的出发点是大样本,并要求对象服从某种典型分布,而经济数据往往不符合这一要求。灰色系统理论提供了“小样本”、“贫信息”数据的处理方法,该理论是 20 世纪 80 年代初由华中科技大学邓聚龙教授提出的,通过对少量不规则的数据进行变换处理使之体现准指数特征,然后进行建模并完成数据预测,是一种依据数据找数据的方法<sup>[8]</sup>。目前灰色系统理论已经在聚类评估、关联分析、博弈理论、控制理论等领域得到了广泛应用。

### 2.2 数据来源

我们从国家统计局收集了 1997~2003 年的全国交通运输客运量和电信业务量的年度数据和月度数据<sup>[9]</sup>,年度数据如表 1 所示。本研究选用灰色系统理论中 GM(1,1) 模型对数据进行建模拟合,根据模型方程对 2003 年正常情况下的客运量和电信业务量进行预测,并对 2000~2002 年的月度分布数据进行统计,取平均值作为 2003 年月度业务量的分布比例,从而估算出 2003 年正常情况下每个月的客运量和电信业务量。将预测值和实际值进行对比,分析两个行业受疫情影响的幅度以及时间序列关系。

表 1 我国 1997~2003 年交通运输客运量和电信业务量

年份	运输总量 (万人次)	铁路 (万人次)	公路 (万人次)	水运 (万人次)	民航 (万人次)	电信 (亿元)
1997	1 326 094	93 308	1 204 583	22 573	5630	1628.95
1998	1 378 717	95 085	1 257 332	20 545	5755	2264.94
1999	1 394 413	100 164	1 269 004	19 151	6094	3132.38
2000	1 478 573	105 073	1 347 392	19 386	6722	4559.90
2001	1 534 122	105 155	1 402 798	18 645	7524	4098.84
2002	1 608 150	105 606	1 475 257	18 693	8594	5201.12
2003	1 587 497	97 260	1 464 335	17 142	8759	6739.15

GM(1,1) 模型对单调变化数据具有比较高的拟合精度,而对波动较大的数据拟合精度不高,可能导致预测数据不可靠等问题,因此需要对数据进行必要的预处理。从表 1 中可以看出,20 世纪 90 年代后期以来,随着社会经济的快速发展和全国铁路、高速公路、民航的大力建设,使得铁路、公路、民航客运量在 1997~2002 年一直呈现逐年上升状态;而水运方面由于速度慢、舒适性差等原因,大量客运航线被取消,客运业务不断被其他交通运输方式取代,水运客流量逐年萎缩。20 世纪 90 年代后期,随着互联网泡沫的膨胀,电信业务量一直处于高速增长,但在 2001 年由于全球互联网泡沫破灭的原因出现了一次明显的下行,之后又重新以较快的速度增长。电信业务在 2001 年出现的明显波动,使得直接对电信业务量的原始数据使用 GM(1,1) 模型进行拟合的精度不高。为克服这一问题,我们采用紧邻均值生成序列,再进行对数变化的方法对原始数据进行预处理,具体方法如公式(1)、(2)所示,实践证明,经过预处理后大幅提高了模型拟合精度。

$$Y(i) = \frac{X(i) + X(i+1)}{2} \quad i=1, 2, \dots, 5 \quad (1)$$

$$Y_{\ln}(i) = \ln Y(i) \quad i=1, 2, \dots, 5 \quad (2)$$

### 2.3 模型构建方法

具体的模型构建和求解过程分为以下步骤:

(1) 设某项原始或经过预处理的数据序列为  $X^{(0)} = [x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(6)]$ 。

(2) 对数据序列进行一次累加操作(1-AGO),得到一次累加序列,

$$X^{(1)} = [x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(6)], \text{其中} \\ x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i) \quad k=1, 2, \dots, 6.$$

(3) 对原始数据序列做光滑性检验。

$$\text{设 } \rho(k) = \frac{x^{(0)}(k)}{x^{(1)}(k-1)}, k=2, 3, \dots, 6. \text{ 如果 } k >$$

$\alpha$  时,有  $\frac{\rho(k+1)}{\rho(k)} < 1$ , 且  $\rho(k) < 0.5$ , 则说明  $k > \alpha$  时原始数列具有准光滑条件。根据灰色系统理论定理,可知当数列为非负准光滑序列时,其一次累加生成序列具有准指数规律,可以获得较好的模型。因此,若原始数列符合光滑性检验时则继续进行第 4 步,否则回到第 2 步再做一次累加操作。

(4) 对  $X^{(1)}$  进行紧邻均值生成得到紧邻均值序  $Z^{(1)} = [z^{(1)}(2), \dots, z^{(1)}(6)]$  其中

$$z^{(1)}(k) = \frac{x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k-1)}{2} \quad k=2, 3, \dots, 6$$

(5) GM(1,1) 模型的基本形式为  $x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b$ , 其中参数向量记为  $\gamma = [a, b]^T$  构建矩

$$\text{阵 } B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(6) & 1 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} x^{(1)}(2) \\ \vdots \\ x^{(1)}(6) \end{bmatrix}, \text{由最小二乘}$$

法估计得  $\gamma = (B^T B)^{-1} B^T Y$ 。可求出参数  $a, b$  的值, 并得到 GM(1, 1) 模型方程, 模型的解为  $x^{(1)}(k+1) = (x^{(1)} - \frac{b}{a})e^{-ak} + \frac{b}{a}$ , 由此可以对原始数列的下一个数据进行估算。

(6) 估算出 2003 年各行业正常的业务量后, 根据 2000~2002 年的月度业务量占全年业务量的比例均值, 估算两个行业 2003 年各个月的业务量比例, 将该比例乘以 2003 年全年业务量的预测数据得到 2003 年各个月份的预测数据。

表 2 中国 2003 年实际客运量同预测客运量相比变化幅度(%)

分类	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
铁路	-1.2	-6.2	-12.0	-17.8	-64.0	-32.4	-14.9	-7.2	-5.1	-4.0	0.2	-3.7
公路	0.5	0.8	-1.0	-10.4	-42.4	-24.8	-10.6	-6.0	-0.3	4.4	6.0	15.7
水运	-4.3	2.5	-0.8	-14.0	-35.9	-27.2	-18.0	-4.4	2.5	9.3	-4.4	2.5
民航	-6.3	-13.0	-13.0	-30.4	-75.1	-55.9	-0.5	-5.0	7.7	7.7	11.9	17.7
电信	7.6	-8.6	3.1	0.3	-0.6	-7.5	2.4	2.5	1.8	4.3	10.4	0.7

在交通客运量方面, 2003 年 3~8 月 6 个月间铁路、公路、水运、民航客运量分别下降 1.33 亿人次、12.30 亿人次、0.15 亿人次和 0.14 亿人次, 共计下降 13.92 亿人次。从单月来看, 受影响幅度最大的为民航, 5 月损失达到 75.1%, 运输量最大的公路客运量下降也达到 42.4%, 交通客运量几乎下降一半。从全年来看, 铁路、公路、水运、民航客运量的总损失幅度为 10.1%、5.6%、8.0% 和 11.6%, 民航损失最严重、公路运输损失最少。

在电信业务量方面, 2003 年电信业全年略微增长 91 亿元, 增幅为 1.4%。与预测值相比, 各个月的业务量没有十分明显波动, 在交通客运量大幅下降的 4、5、6 月, 电信业务量不但没有增加反而还有下降趋势。

#### 4 SARS 对客运量和电信业务影响分析

中国交通运输客运量和电信业务量受 SARS 影响的时间序列如图 1 所示。从图中可以看出铁路、公路、民航、水运表现出了比较高的同步变化规律。中国 SARS 疫情主要集中在 2~5 月, 感染人数高峰期出现在 4 月, 死亡人数高峰期出现在 5 月; 客运量下降出现在 3~8 月, 峰值出现在 5 月, 与感染人数峰值时间上存在 1 个月的延迟, 与死亡人数峰值同步。2003 年 6 月中国 SARS 疫情得到有效控制, 6

### 3 计算结果

采用 2.3 中 GM(1, 1) 模型分别对 2003 年铁路客运量、公路客运量、民航客运量、水运客运量和预处理后的电信业务量进行估算, 得到的预测结果分别为铁路 108 128 万人次, 公路 1 552 009 万人次, 水运 18 040 万人次, 民航 9912 万人次, 电信业务量 6648.1 亿元。每个拟合模型的平均相对误差分别为: 铁路 1.09%, 公路 1.53%, 水运 1.57%, 民航 2.18%, 电信 0.88%。可以看出, 电信业数据经处理后, 模型的拟合精度能够达到令人满意的水平。在此基础上进一步求出 2003 年各行业正常情况下每月的业务量并与真实值进行对比, 求出实际值相对于预测值的变化幅度, 如表 2 所示。

月 13 日起世界卫生组织陆续解除了河北、内蒙古、山西、北京等地旅游警告, 交通运输客运量随之快速上升。9 月, 交通运输客运量基本恢复正常水平, 恢复时间相对疫情结束时间存在 3 个月的延迟。2003 年年底, 公路运输和民航运输出现了超出预测客运量 10% 以上的反弹, 说明部分疫情期间准备出行的人员改为年底出行, 铁路和水运没有出现反弹, 总体来说反弹力度比较小, 不能抵消 3~8 月 SARS 疫情造成的损失。所以, SARS 疫情对交通运输客运量造成的损失是不可恢复的, 而且这种损失还将通过产业间的关联关系, 给交通运输业的上下游产业造成一定影响。

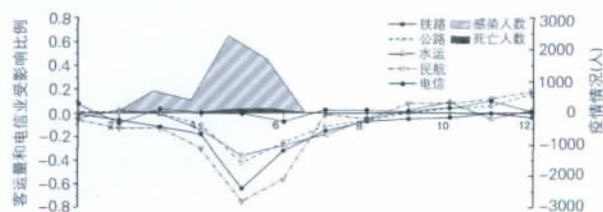


图 1 中国 2003 年交通运输客运量变化情况

同时, 通过对比可以发现, 电信业务量受 SARS 疫情的影响远没有交通运输业明显, 也没有表现出与交通客运量负相关的关系, 全年业务量波动不大, (下转第 800 页)

- [22] OECD. Emerging Systemic Risks in the 21st Century: An Agenda for Action[M]. Paris: OECD Publishing 2003.
- [23] Marsh. The economic and social impact of emerging infectious disease: mitigation through detection , research , and response [R]. New York: Marsh ,2008.
- [24] Keogh-Brown MR , Smith RD. The economic impact of SARS: how does the reality match the predictions [J]? Health Policy , 2008 88( 1) : 110 - 120.
- [25] McKibbin WJ. Global macroeconomic consequences of pandemic influenza[R]. Sydney: Lowy Institute for international Policy , 2006.
- [26] Knobler S , Mahmoud A , Lemon S , *et al.* Learning from SARS: preparing for the Next Disease Outbreak — Workshop Summary [M]. Washington DC: National Academies Press 2004.
- [27] Rose A. Business interruption impacts of a terrorist attack on the electric power system of Los Angeles: customer resilience to a total blackout [R]. Pennsylvania: The Pennsylvania State University , 2005
- [28] Rose A. Total economic consequences of terrorist attacks: insights from 9/11 [R]. Los Angeles: University of Southern California , 2011.
- [29] Rose AZ. A framework for analyzing the total economic impacts of terrorist attacks and natural disasters [J]. J Homeland Sec Emerg Manag 2009 6( 1) : 30.
- [30] Giesecke JA , Burns WJ , Barrett A , *et al.* Assessment of the regional economic impacts of catastrophic events: CGE analysis of resource loss and behavioral effects of a RDD attack scenario [J]. Risk Anal , 2012 , 32( 4) : 583 - 600.
- [31] Verikios G , Sullivan M , Stojanovski P *et al.* The Global Economic Effects of Pandemic Influenza [M]. Melbourne: Monash University 2011.
- [32] NISAC. National population , economic , and infrastructure impacts of pandemic influenza with strategic recommendations [R]. Washington DC: Department of Homeland Security 2007.
- [33] Schweitzer F , Fagiolo G , Sornette D , *et al.* Economic networks: the new challenges [J]. Science , 2009 325( 5939) : 422 - 425.
- [34] May RM , Levin SA , Sugihara G. Complex systems: ecology for bankers [J]. Nature 2008 451( 7181) : 893 - 895.
- [35] Schmitt K , Zacchia NA. Total decontamination cost of the anthrax letter attacks [J]. Biosec Bioterror-B , 2012 , 10( 1) : 10.
- [36] Lee B , Gordon P , Moore JE , *et al.* Simulating the economic impacts of a hypothetical bio-terrorist attack: a sports stadium case [J]. J Homeland Sec Emerg Manag 2008 5( 1) : 22.

( 孙承媛 编辑 2012 - 08 - 09 收稿)

( 上接第 764 页)

因此 , 短期内疫情对电信业的影响不明显。长期来看 , 经历了 2001 年互联网泡沫破灭后 , 2002 年电信业重新走入正轨 , 再次进入快速发展轨道 , 但并不能与 SARS 疫情的影响建立直接联系。

## 5 小结

SARS 疫情对国内交通运输客运量影响很大 , 2003 年 5 月 , 全国客运量下降了近一半 , 北京等地损失更为惨重。但对电信业的影响并没有像一些经济学家分析的那样产生明显拉动作用 , 甚至疫情期间增幅还有所下降 , 交通运输业和电信业之间也没有表现出负相关特性。本文量化研究的结果为进一步探讨 SARS 疫情对整体经济的影响和影响在产业间的传导关系提供了前提 , 为在大规模疫情发生时政府如何采取措施保护经济提供了依据。

## 【参考文献】

- [1] Lee JW , McKibbin WJ. Learning from SARS: preparing for the next disease outbreak-workshop summary [C]. Washington D. C. : National Academies 2004.
- [2] Beutels P , Jia N , Zhou QY *et al.* The economic impact of SARS in Beijing , China [J]. Trop Med Int Health 2009 14( 1) : 85 - 91.
- [3] Keogh-Brown MR , Smith RD. The economic impact of SARS: how does the reality match the predictions [J]? Health Policy , 2008 , 88: 110 - 120.
- [4] Siu A , Wong YCR. Economic impact of SARS: the case of Hong Kong [J]. Asian Econ Papers 2004 1( 1) : 1 - 39.
- [5] 张效廉 著. SARS 风暴中的中国经济 [M]. 北京: 中国经济出版社 2003.
- [6] 杨 帆. SARS 与经济增长形势 [J]. 科学决策 , 2003 ( 1) : 16 - 18.
- [7] 严清华. 正确认识 SARS 对中国经济的影响 [J]. 武汉大学学报 2003 56( 4) : 392 - 393.
- [8] 刘思峰 , 党耀国 , 方志耕 , 等著. 灰色系统理论及其应用 [M]. 北京: 科学出版社 2010: 146 - 168.
- [9] <http://www.stats.gov.cn>.

( 杨兆弘 编辑 2012 - 08 - 16 收稿)