

基于缓冲算子的高速公路经济效益后评价模型研究*

曾波

(重庆工商大学 电子商务及供应链系统重庆市重点实验室, 重庆 400067)

摘要: 直接应用 GM(1, 1) 模型对高速公路的经济效益进行后评价可能得到病态的评价结论; 本文通过缓冲算子技术对建模原始数据进行预处理, 消除冲击扰动对 GM(1, 1) 模型预测结果的影响, 在此基础上构建了高速公路经济效益后评价模型 $\hat{s}^{(1)}(k+1) = (s^{(0)}(1) - b/a) \times e^{-ak} + b/a$, 将该模型应用于渝长高速公路经济效益的后评价, 得到了高速公路的修建对地方经济发展具有拉动效应的合理结论; 研究成果对丰富与完善后评价建模方法, 促进灰色模型与实际问题的有效对接具有重要作用。

关键词: 后评价模型; 缓冲算子; GM(1, 1) 模型; 渝长高速

中图分类号: N941.5

文献标志码: A

文章编号: 1672-6693(2013)01-0063-04

高速公路经济效益后评价是反映高速公路建成运营 2~3 年后, 对所覆盖区域的经济效益进行全面的跟踪、调查、分析和评价, 其目的在于通过全面的总结, 从项目完成过程中吸取经验教训, 不断提高高速公路建设项目决策、设计、施工和管理水平, 为合理利用资金、提高投资效益、改进管理、制定相关政策和高速公路网规划等提供科学依据^[1]。目前, 国内外学者对高速公路后评价采用的评价方法主要包括: 有无对比法^[2]、投入产出分析法^[3]、计量经济学分析法^[4]、系统动力学模型分析法^[5]、DEA 模型法^[6]、模糊综合评价法^[7]、三标度法^[8]、神经网络分析法^[9]、结构方程模型法^[10]等。

灰色系统模型是高速公路项目后评价的常用方法^[11], 其主要思路是根据高速公路修建前的历史数据建立 GM(1, 1)^[12] 模型, 根据该模型预测得一组指标值, 然后与高速公路修建后的实际数据进行对比, 根据对比结果对高速公路经济效益进行评价(图 1(a))。

高速公路作为一种现代化的公路运输通道, 它的建成

对沿线交通物流、资源开发、招商引资、产业优化等方面将起到积极的促进作用, 对拉动所覆盖区域的 GDP 增长意义重大。因此, 通过高速公路修建前的 GDP 数据建立 GM(1, 1) 模型, 在满足模型精度要求的条件下, 其预测值应低于高速公路修建后 GDP 的实际数据, 反映了高速公路修建后对区域 GDP 发展所起到的拉动作用。然而, 基于这种思路所建立的高速公路后评价模型, 有时可能出现预测值大于实际值的情况, 其经济含义解释为高速公路修建后的 GDP 比不修高速公路按照历史趋势发展的 GDP 更低, 体现了高速公路修建后对区域经济的发展具有抑制作用(图 1(b))。

GM(1, 1) 模型的最终还原式为齐次指数函数, 当

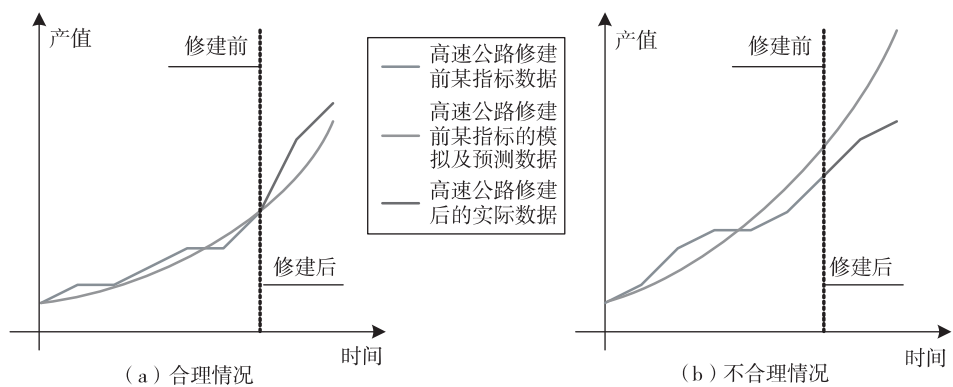


图 1 基于灰色系统模型的高速公路项目后评价方法

* 收稿日期 2012-09-05 网络出版时间 2013-01-18 15:05

资助项目: 国家自然科学基金项目(No. 71271226; No. 71101159); 教育部人文社会科学研究一般项目(No. 11YJC630273; No. 11YJC630032; No. 12YJC630140); 重庆市自然科学基金项目(No. cstc2012jjA00017); 重庆市教委科学技术研究项目(No. KJ120706); 重庆市教委人文社会科学研究重点项目(No. 11SKH03); 重庆市社科规划重点项目(No. 2010ZDJJ05); 重庆工商大学科研启动基金项目(2012-56-08); 电子商务及供应链系统重庆市重点实验室开放基金项目(No. 2012ECSC0101)

作者简介: 曾波, 男, 副教授, 博士, 研究方向为系统预测、决策与评价, E-mail: 190484108@qq.com

网络出版地址: http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20130118.1505.201301.63_013.html

建模数据基数较小时,序列数据级比较大,指数函数趋于陡峭,这就导致了灰色模型预测值高于高速公路修建后的实际数据。因此,需要弱化高速公路修建前建模序列的增长趋势,排除系统行为数据所受到冲击波干扰,从而改善预测效果,更加合理地对高速公路修建后的经济效益进行评价。在一个系统中,如果存在冲击扰动,那么就会导致定量预测结果和人们直观的定性分析结论大相径庭。这种现象的发生,是因为系统的行为数据受到冲击扰动因素的影响。因此,必须寻求定量预测与定性分析的结合点,设法排除系统行为数据所受到的冲击影响,缓冲算子理论就可以排除这种冲击扰动因素的干扰,还原系统行为数据本来面目,从而能够提高预测结果的有效性。刘思峰教授建立了缓冲算子概念和公理体系,研究了弱化和强化缓冲算子的性质,根据数据序列的移动平均数构造了弱化和强化缓冲算子,提高了灰色模型的预测合理性^[13]。

本文将应用缓冲算子技术对高速公路修建前的建模数据进行预处理,在此基础上构建高速公路经济效益后评价模型,从而实现高速公路经济效益的有效评价。

1 高速公路经济效益后评价模型的构建

1.1 基于缓冲算子的建模数据预处理

通过对既有后评价模型的分析不难发现,有时基于传统GM(1,1)模型的高速公路修建后某指标的预测值大于实际值,表明高速公路修建后不仅没有促进当地区域经济的发展,反而抑制了经济的增长,这显然与实际情况不符。产生问题的根源在于建模序列受到多种扰动的影响,导致建模基数偏小,因此在建模之前需要对数据进行预处理。

定理1^[12] 设原始数据序列 $X = (x(1), x(2), \dots, x(n))$, 令 $S = (s(1), s(2), \dots, s(n))$ 。其中

$$s(k) = \frac{1}{n-k+1} [x(k) + x(k+1) + \dots + x(n)] \quad k=1, 2, \dots, n \quad (1)$$

则当 X 为单调增长序列、单调衰减序列或振荡序列时, D 皆为弱化算子。

通过定理1对序列进行预处理,可以克服冲击扰动对灰色系统模型的影响,从而为构建更加科学合理的GM(1,1)模型奠定基础。通过缓冲算子处理后的建模数据,如图2所示。

图2 缓冲算子作用前后的GM(1,1)后评价模型

1.2 后评价模型的构建

根据1.1节中通过缓冲算子处理后的数据序列 $S = (s(1), s(2), \dots, s(n))$ 构建GM(1,1)模型

$$\begin{aligned} \hat{s}^{(1)}(k+1) &= (s^{(0)}(1) - \frac{b}{a})e^{-ak} + \frac{b}{a} \\ k &= 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (2)$$

其还原式为

$$\begin{aligned} \hat{s}^{(0)}(k+1) &= \hat{s}^{(1)}(k+1) - \hat{s}^{(1)}(k) = \\ &= (1 - e^{-a}) \left(s^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right) e^{-ak} \quad k=1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (3)$$

其中 $[a \ b]^T = (B^T B)^{-1} B^T Y$

$$Y = \begin{bmatrix} s^{(0)}(2) \\ s^{(0)}(3) \\ \vdots \\ s^{(0)}(n) \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix}$$

其中 $z^{(1)}(k) = \frac{1}{2}(s^{(1)}(k) + s^{(1)}(k-1)) \quad k=2, 3, \dots, n$, $s^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k s^{(0)}(i) \quad k=1, 2, \dots, n$ 。

根据(3)式的预测结果与高速公路修建后的实际指标值进行比较,进而实现对高速公路经济效益的评价。

2 模型应用举例

渝长高速公路起点为重庆沙坪坝区上桥,终点长寿县桃花街,全长85 km,该项目1997年开工,2000年全线建成通车。表1是该地区1995—2000年的地区生产总值。

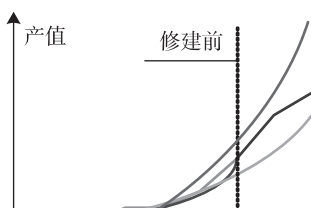


表 1 渝长高速所覆盖区域 1995—2000 年的地区生产总值

万元

年份	1995	1996	1997	1998	1999	2000
地区生产总值	257 951	313 372	365 735	400 976	450 110	506 050

注 数据来源:重庆统计年鉴(1995—2000年)

根据表 1 可知原始序列

$$X=(257\ 951\ 313\ 372\ 365\ 735\ 400\ 976\ 450\ 110\ 506\ 050)$$

应用(1)式对原始序列 X 进行缓冲算子处理,得新序列

$$S=(382\ 366\ 407\ 249\ 430\ 718\ 452\ 379\ 478\ 080\ 506\ 050)$$

建立序列 S 的 GM(1,1)模型

$$\hat{s}^{(1)}(k+1) = (\hat{s}^{(0)}(1) - \frac{b}{a})e^{-ak} + \frac{b}{a} =$$

$$(382\ 366 + \frac{375\ 553.602\ 6}{0.054\ 0})e^{0.054 \times k} - \frac{375\ 553.602\ 6}{0.054\ 0} \quad (4)$$

其还原式为

$$\hat{s}^{(0)}(k+1) = \hat{s}^{(1)}(k+1) - \hat{s}^{(1)}(k) = 385\ 685.117\ 4 \times e^{0.054\ 0 \times k} \quad (5)$$

根据(5)式,计算得模型的模拟精度为 0.164 8%,查阅灰色系统模型误差参照表^[13]可知,该模型的模拟精度为 1 级,可以用于预测,预测结果如表 2 所示。

表 2 中“实际值”表示该区域 2001—2010 年地区生产总值的真实值,预测值 1 表示未使用缓冲算子处理所建立的灰色预测模型的预测值,预测值 2 表示使用了缓冲算子处理所建立的灰色预测模型的预测值。从表 2 不难发现,未使用缓冲算子在 2007 年之前的预测值大于实际值,表明修建高速公路之后的地区生产总值不仅未能按照既有速度发展,反而下降了,这显然与实际情况不符,使用缓冲算子后所预测的数据能更加客观地反应高速公路对地区生产总值的拉动效应,更具合理性。

表 2 渝长高速所覆盖区域 2001—2010 年地区生产总值的实际值与预测值

年份	实际值/万元	预测值 1/万元	贡献值 1/万元	贡献率 1/%	预测值 2/万元	贡献值 2/万元	贡献率 2/%
2001	554 600	567 424	-12 824	-2.26	533 111	21 489	4.03
2002	620 000	636 852	-16 852	-2.65	562 663	57 337	10.19
2003	668 778	714 776	-45 998	-6.44	593 854	74 924	12.62
2004	746 427	802 234	-55 807	-6.96	626 773	119 654	19.09
2005	870 234	900 393	-30 159	-3.35	661 517	208 717	31.55
2006	1 000 518	1 010 562	-10 044	-0.99	698 187	302 331	43.30
2007	1 252 640	1 134 212	118 428	10.44	736 890	515 750	69.99
2008	1 556 500	1 272 990	283 510	22.27	777 738	778 762	100.13
2009	1 763 812	1 428 750	335 062	23.45	820 851	942 961	114.88
2010	2 286 417	1 603 568	682 849	42.58	866 353	1 420 064	163.91

注 表 2 中“实际值”来自:重庆统计年鉴(2001—2010年)

3 结语

对高速公路修建后的经济效益进行合理评价,对提高资金的使用效率与投资效益,帮助管理部门制定政策措施,合理规划高速路网建设等方面均具有重要作用。目前,灰色系统模型是用来评价高速公路经济效益的常用建模方法,但该方法在使用过程中可能出现预测效益大于实际效益的不合理情况,表示高速公路修建后的 GDP 比该区域高速公路修建前的 GDP 更低,反映的是高速公路修建后对区域经济发展的抑制作用,这显然与实际情况不符。本文应用缓冲算子技术对高速公路修建前的经济数据进行预处理,消除冲击扰动对系统模型的影响,然后在此基础上构建高速

公路经济效益后评价模型,并与传统模型的评价结果进行了比较,从而实现高速公路经济效益的合理评价。

参考文献:

[1] 李淑琴,刘志新.高速公路项目后评价方法初探[J].山西财经大学学报,2001(S2):81-82.
Li S Q, Liu Z X. The post valuation methods of the highway project [J]. Journal of Shanxi Finance and Economics University, 2001(S2): 81-82.

[2] 王英,刘思峰.项目后评价中“有无对比法”的正确使用——以连徐高速公路经济影响后评价为例[J].南京航空航天大学学报·社会科学版,2007,9(3):15-18.
Wang Y, Liu S F. The correct use of “with and without antitheses” in post-project evaluation——With Lian-xu highway pro-

- ject as an example[J]. Journal of Nanjing University of Aeronautics and Astronautics Social Sciences 2007 9(3) :15-18.
- [3] 刘起运,夏明,张红霞. 宏观经济系统的投入产出分析 [M]. 北京:中国人民大学出版社,2006:1-145.
Liu Q Y, Xia M, Zhang H X. The input-output analysis of macroeconomic system[M]. Beijing:China Ren Min University Press, 2006:1-145.
- [4] 王建军,王参军. 公路建设项目后评价理论与方法研究 [M]. 北京:人民交通出版社,2005:234-265.
Wang J J, Wang C J. The research for theory and method of post evaluation of highway construction project[M]. Beijing: China Communications Press, 2005:234-265.
- [5] 胡天君,卫振林. 高速公路社会经济效益后评估的系统动力学模型 [J]. 数量经济技术经济研究,2000(4):58-60.
Hu T J, Wei Z L. The post assessment system dynamics model of the social and economic benefits in highway[J]. Quantitative & Technical Economics, 2000(4):58-60.
- [6] 刘奕,贾元华. 基于 DEA 模型的区域高速公路社会经济适应性评价方法研究 [J]. 北京交通大学学报,2007,31(3):1-5. Liu Y, Jia Y H. Evaluation of socio-economic adaptability of freeway based on DEA model[J]. Journal of Beijing Jiao-tong University, 2007, 31(3):1-5.
- [7] 孙慧,范志清,孙晓鹏. 基于模糊综合评价的 BOT 高速公路建设项目后评价 [J]. 统计与决策,2011(4):40-42.
Sun H, Fan Z Q, Sun X P. The post evaluation of BOT highway construction projects based on fuzzy comprehensive evaluation[J]. Statistics and Decision, 2011(4):40-42.
- [8] 王首绪,刘欲意,郑秀珍,等. 基于三标度法的 FHW 法在高速公路建设项目社会后评价中的应用 [J]. 中外公路,2011,31(2):264-267.
Wang S X, Liu Y Y, Zheng X Z, et al. The application of the FHW law in socio-post evaluation in highway construction projects based on the three-scale law[J]. Journal of China & Foreign Highway, 2011, 31(2):264-267.
- [9] 王建民,王传旭,杨力. 高速公路后评价模型与实证研究 [J]. 统计与决策,2010(12):51-53.
Wang J M, Wang C X, Yang L. Post evaluation models and empirical studies in expressway[J]. Statistics and Decision, 2010(12):51-53.
- [10] 王建民. 高速公路后评价指标体系与方法研究——基于因子分析和结构方程模型 [J]. 北京交通大学学报:社会科学版,2010,29(4):12-15.
Wang J M. Research on indicator system and method of fast highway post-evaluation: Based on factor analysis and structural equation model[J]. Journal of Beijing Jiao-tong University Social Sciences Edition, 2010, 29(4):12-15.
- [11] 吴耀斌. 基于灰色模型的高速公路社会经济影响后评价 [J]. 公路与汽运,2010(4):52-55.
Wu Y W. The post evaluation in the socio-economic impact of highway based on grey model[J]. Highways & Automotive Applications, 2010(4):52-55.
- [12] Deng J L. The control problem of grey systems [J]. System Control Letter, 1982, VI(5):288-294.
- [13] 刘思峰,党耀国,方志耕,等. 灰色系统理论及其应用 [M]. 第5版. 北京:科学出版社,2010:37-50.
Liu S F, Dang Y G, Fang Z G, et al. Grey system theory and its application[M]. Fifth Edition. Beijing:Science Press, 2010:37-50.

Research on Post-Evaluation Model of Highway Economic Benefits Based on Buffer Operator

ZENG Bo

(Chongqing Technology and Business University, Key Laboratory of Electronic Commerce and Supply Chain System, Chongqing 400067, China)

Abstract: Direct application of GM(1, 1) model on the post-evaluation of highway economic effectiveness may get unreasonable conclusions, therefore the present paper preprocess the raw modeling data through buffer operator technique to eliminate the impact of shock disturbed on the predicted results of GM(1, 1) mode, and on this basis, build a more reasonable post-evaluation model of highway economic effectiveness $\hat{s}^{(1)}(k+1) = (s^{(0)}(1) - b/a) \times e^{-ak} + b/a$. This model is applied to evaluate the economic effectiveness of the Yu-chang highway, and get the reasonable conclusion that the construction of highway has a stimulating effect on the development of local economic; the result has important impact on enriching and improving the post-evaluation theoretical system, and promoting the effective association between the grey model and the practical issues.

Key words: post-evaluation model; buffer operator; GM(1, 1) model; Yu-chang highway

(责任编辑 游中胜)