

文章编号:1005-0523(2013)01-0058-06

基于指数平滑法对我国私家车保有量的预测

湛小丽,陈景雅,王 坤

(河海大学土木与交通学院,江苏 南京 210098)

摘要:我国经济的快速发展为私人汽车提供了巨大的发展空间,对私家车保有量进行科学预测是确定我国公路交通长短期发展规划,解决交通拥堵、能源紧张、环境污染、资源短缺等一系列问题的关键。首先根据我国2000—2011年的私家车保有量的变化,采用均方误差最小的原则选取指数平滑系数,建立二次、三次指数平滑模型,进而利用该模型对我国2012—2016年的汽车保有量进行预测,为使预测结果趋于合理,最后运用相关系数原理进行评价,选择相对理想的预测结果,从而为私家车保有量的相关决策提供参考。

关键词:指数平滑法;私家车保有量;均方误差;相关指数

中图分类号:U491.1

文献标志码:A

私家车是由私人通过合法购买,在不违法的情况下能够自由使用和支配的车辆。私家车保有量指的是在指定的区域内人均拥有私家车的数量。随着人们生活水平的提高,汽车由奢侈品逐渐向必需品转变,汽车保有量逐年增加。私人汽车保有量的多少与一个国家或地区的社会经济有关的有关数据有着密切关系^[1]。然而,当我们快速迈进以私人汽车为主体的汽车社会的时候,亦面临着新的考验。由于有限的城市交通资源,私家车保有量的直线上升使人类在享受文明的同时也带来了交通拥挤、污染增加、事故频繁、能耗严重、停车困难等交通问题。因此,对私家车保有量进行科学预测是确定我国公路交通长短期发展规划,制定环保与能源等方面相关政策的关键。

根据近几年私家车保有量最新数据对未来几年私家车保有量进行预测,并在预测模型中对指数平滑系数的选择采用均方误差最小的原则进行评定,以保证预测精度,最后运用相关系数原理对预测结果进行评价,从而使最终结果更加趋于合理。

1 平滑指数预测模型

1.1 指数平滑法基本原理

指数平滑法是生产预测中常用的一种方法。它的基本思想是先对原始数据进行处理,处理后的数据称为“平滑值”,然后再根据平滑值经过计算构造预测模型,用于计算未来预测值。其原理是任一期的指数平滑值都是本期实际观察值与上一期指数平滑值的加权平均。据平滑次数不同,指数平滑法分为一次指数平滑法、二次指数平滑法和三次指数平滑法等^[2]。指数平滑法的预测模型为

$$Y_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)Y_t \quad (1)$$

式中: X_t 为第 t 期的实际值; Y_t 为第 t 期的预测值; α 为指数平滑系数。

二次指数平滑法计算过程:

收稿日期:2013-01-10

基金项目:江苏省2012年度普通高校研究生科研创新计划项目(CXLX12_0257)

作者简介:湛小丽(1990—),女,硕士,研究方向为交通运输规划与管理。

$$S_t^{(1)} = \alpha X_t + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(1)} \quad (2)$$

$$S_t^{(2)} = \alpha S_t^{(1)} + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(2)} \quad (3)$$

式中: $S_t^{(1)}$ 为一次指数平滑值; $S_t^{(2)}$ 为二次指数平滑值。

若时间序列 $X_1, X_2, \dots, X_t$ 从某时刻开始具有直线趋势, 且认为未来时期亦按此直线趋势变化, 可用如下直线趋势模型来预测:

$$Y_{t+T} = a_t + b_t T, \quad T = 1, 2, \dots \quad (4)$$

式中: a_t 为截距; b_t 为斜率, 其计算公式为

$$a_t = 2S_t^{(1)} - S_t^{(2)} \quad (5)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S_t^{(1)} - S_t^{(2)}) \quad (6)$$

三次指数平滑法计算过程:

$$S_t^{(1)} = \alpha X_t + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(1)} \quad (7)$$

$$S_t^{(2)} = \alpha S_t^{(1)} + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(2)} \quad (8)$$

$$S_t^{(3)} = \alpha S_t^{(2)} + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(3)} \quad (9)$$

式中: $S_t^{(3)}$ 为三次指数平滑值。其预测模型为

$$Y_{t+T} = a_t + b_t T + c_t T^2, \quad T = 1, 2, \dots \quad (10)$$

式中: a_t, b_t, c_t 均为平滑系数, 其计算公式为

$$a_t = 3S_t^{(1)} - 3S_t^{(2)} + S_t^{(3)} \quad (11)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{2(1 - \alpha)^2} \left[(6 - 5\alpha) S_t^{(1)} - 2(5 - 4\alpha) S_t^{(2)} + (4 - 3\alpha) S_t^{(3)} \right] \quad (12)$$

$$c_t = \frac{\alpha^2}{2(1 - \alpha)^2} \left[S_t^{(1)} - 2S_t^{(2)} + S_t^{(3)} \right] \quad (13)$$

1.2 初始值的确定

由于本文样本个数小于 20, 初始值会对预测结果有一定的影响, 所以根据经验, 一般选取最初 3 年实际值的平均值作为预测的初始值^[3]。

1.3 指数平滑系数 α 的确定

采用指数平滑法预测, 如果原数列波动不大, 宜取小值 (0.1 ~ 0.3), 这样可以使各期观察值的权数由近及远缓慢地变小; 如果原数列波动较大, α 宜取大值 (0.6 ~ 0.8), 这样可以加重近期观测值的权数, 使各期观察值的权数由近及远较快地变小^[4]。本文为了使 α 值更加趋于合理, 大致确定 α 值的范围后, 采用不同 α 值下预测结果的 M (均方误差) 最小作为评价标准, 从而选取最合理的 α 值。

2 运用指数平滑法对我国私家车保有量的预测

2.1 全国私家车保有量数据分析

根据 2012 年中国统计年鉴中所统计的数据, 以我国 1991—2011 年私家车保有量为依据 (见图 1), 采用指数平滑法对 2012—2014 年私家车保有量进行预测, 把握私家车保有量变化趋势, 合理规划私家车保有量, 为私家车保有量决策提供参考, 同时缓解由于私家车的增加而引发的交通、能源、环境、资源等方面的问题。

2.2 初始值的分析计算

选取前 3 年的实际值的平均值作为该问题的指数平滑初始值。即

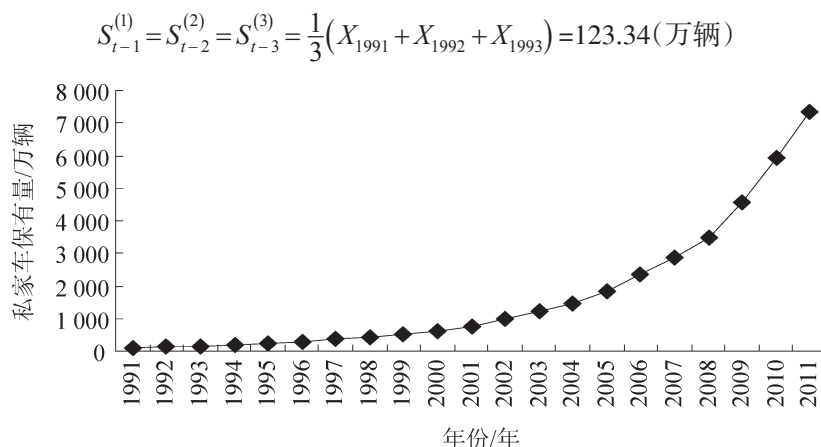


图1 我国1991—2011年私家车保有量变化趋势图

Fig.1 1991–2011 private car ownership trends Figure of China

2.3 指数平滑系数 α 的计算分析

由我国私家车保有量变化趋势图可以看出,我国私家车保有量在此时间系列中,数据波动较大,可知 α 的取值可以选择在 0.6~0.8 之间,在本文中为了使预测结果更加的趋于合理,采用均方误差最小的方法来确定 α 的值。具体步骤为:运用三次指数平滑法分别求出 $\alpha=0.6$, $\alpha=0.7$, $\alpha=0.8$ 时 1992—2011 年共 20 年的预测值,此处每年预测值均根据前一年的数据得出,即 $Y_{t+1} = a_t + b_t + c_t$,再根据均方误差公式^[6]

$$M = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [Y_t - X_t]^2} \quad (14)$$

分别求出不同 α 值下的均方误差,比较三者的大小,选取均方误差最小的 α 作为我国私家车保有量预测的指数平滑系数,最后按照该指数平滑系数分别采用二次、三次指数平滑法进行预测分析,得出结果。

当 $\alpha=0.6$ 时, $M=113.48$;

当 $\alpha=0.7$ 时, $M=107.39$;

当 $\alpha=0.8$ 时, $M=108.79$ 。

由此可知,当 α 取 0.7 时其对应的均方误差值最小为 107.39,因此,取 $\alpha=0.7$ 为该问题指数平滑系数较合理。

2.4 预测结果分析计算

由以上分析可知,本文研究问题的初始值可取为 $S_{t-1}^{(1)} = S_{t-1}^{(2)} = S_{t-1}^{(3)} = 123.34$ (万辆),最优指数平滑系数为 $\alpha=0.7$,在此前提下,我们分别运用二次、三次指数平滑法对本文问题进行预测,如表 1,2 所示。

表1 二次指数平滑预测结果

Tab.1 Secondary exponential smoothing forecast results										万辆
参数	年份/年									
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
X_t	118.2	155.77	205.42	249.96	289.67	358.36	423.65	533.88	625.33	770.78
Y_t	98.09	117.15	152.63	202.71	249.14	289.93	356.01	422.57	529.42	624.47
参数	年份/年									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
X_t	968.98	1 219.23	1 481.66	1 848.07	2 333.32	2 876.22	3 501.39	4 574.91	5 938.71	7 326.79
Y_t	765.82	961.35	1 210.42	1 475.98	1 836.10	2 315.96	2 861.69	3 486.84	4 527.14	5 885.23

表2 三次指数平滑预测结果

Tab.2 Three exponential smoothing forecast results

万辆

参数	年份/年									
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
X_t	118.2	155.77	205.42	249.96	289.67	358.36	423.65	533.88	625.33	770.78
Y_t	66.01	135.48	205.32	271.13	307.92	335.26	430.88	498.78	654.88	734.27
参数	年份/年									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
X_t	968.98	1 219.23	1 481.66	1 848.07	2 333.32	2 876.22	3 501.39	4 574.91	5 938.71	7 326.79
Y_t	928.44	1 194.11	1 508.87	1 786.46	2 254.97	2 884.27	3 503.50	4 206.46	5 764.81	7 535.81

2.5 结果与分析

为了评价结果的可靠性,考察相关指数值 R 的大小^[7](设 X_t 为实际值, Y_t 为预测值, $\bar{X}$ 为实际值的平均值)

$$R = 1 - \frac{\sum_{t=1992}^{2011} (X_t - Y_t)^2}{\sum_{t=1992}^{2011} (X_t - \bar{X})^2} \quad (15)$$

式中, $\sum_{t=1992}^{2011} (X_t - Y_t)^2$ 表示实际值与预测值的相差额度,该值越小则表明预测值越接近实际值,则预测结果相对可靠,此处用相关指数 R 趋近 1 的程度来评价结果的可靠性。

此时 $\bar{X} = \frac{1}{20}(X_{1992} + X_{1993} + \dots + X_{2011}) = 1\,790.01$ 运用二次指数平滑法计算指数值: $R = 0.921\,80$ 运用三次指数平滑法计算指数值: $R = 0.997\,3$ 。

由以上结果可知,三次指数平滑得出的 R 值比二次指数平滑得到的更加接近于 1,所以运用三次指数平滑对我国私家车保有量的预测可靠性更高^[8]。因此,本文对我国私家车保有量的预测采用三次指数平滑法所得的预测结果。

因此,预测方程为: $Y_{2011+T} = a_{2011} + b_{2011}T + c_{2011}T^2 = 7\,332.44 + 1\,534.89T + 96.96T^2$,代入不同的 T 值可计算出预测年的私家车保有量,预测结果可由表 3 表示。

表3 三次指数平滑法预测 2012–2014 年私家车保有量

Tab.3 Private car ownership in 2012–2014 based on three exponential smoothing forecast

参数	年份/年		
	2012	2013	2014
预测值/万辆	8 964.29	10 790.06	12 809.75

根据以上分析,对我国 2012–2014 年私家车保有量较合理的预测结果如图 2,由图中数据变化趋势可以看出,我国未来 3 年的私家车保有量呈明显的上升趋势,从 2011 年的 7 326.79 万辆到 2014 年的 12 809.75 万辆,增长 74.8%,如果私家车按照这种趋势增长下去,那么在交通、能源、环境、资源等方面对我国都会产生负面的影响。

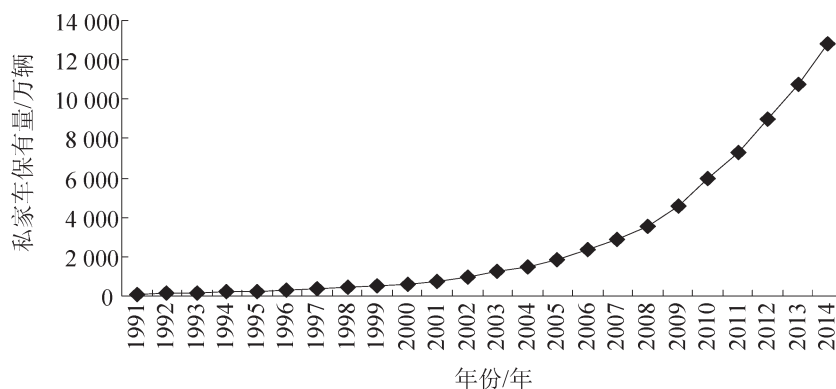


图2 我国1991—2014年私家车保有量变化趋势图

Fig.1 Run chart of private car ownership during 1991–2014 in China

3 结论与讨论

根据预测结果可知,中国未来私家车数量在一定时期内依然会迅猛增长,这从侧面反映了一个国家经济快速发展和实力的提升,但现如今的交通发展状况,交通拥堵、能源紧张、环境污染、资源短缺等一系列问题又不能不让人担忧。

1) 近年来机动车的迅速增长是造成城市交通拥堵的重要症结所在,道路的供应远远赶不上私家车的发展速度。

2) 私家车的过度发展将会引发能源危机,石油成为国家重要的战略问题,私家车的增加将使国家的能源安全受到威胁。

3) 汽车尾气排放是空气污染的主要危害之一,汽车鸣笛造成的噪音污染也是一个严峻的问题。

4) 私家车保有量的增加必然要求道路和停车场地的基础设施相应的扩展,道路以及停车场地的建设将使我国土地资源短缺问题更加严重。

为有效缓解这些问题,我们应通过各种政策和市场调控的手段对私家车的发展进行适当的引导、约束和规范。例如,限制私家车的拥有^[9],限制私家车的使用^[10],大力发展公共交通等手段都能对私家车的快速增长起到一定的制约作用^[11]。本文对我国私家车保有量的预测分析,旨在能为私家车相关决策提供参考,以改善由于私家车的迅猛发展所带来的各种问题,真正达到和谐共存。

参考文献:

- [1] 刘利斌,张根华. 基于线性回归和灰色理论的私家车保有量预测模型[J]. 池州学院学报,2009,23(6):12-13.
- [2] 陶春柳,陆宗斌. 基于三次指数平滑法的苏州港吞吐量预测[J]. 中国水运,2010,10(7):66-68.
- [3] 程雪平,林国龙. 基于三次指数平滑法的集装箱吞吐量预测[J]. 网络安全技术与应用,2010(5):59-60.
- [4] 张明香,张捷妹. 基于三次指数平滑法的青岛港集装箱吞吐量预测[J]. 港站码头,2006(7):37-38.
- [5] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴2012[M]. 北京:中国统计出版社:2012:636-637.
- [6] 黄荣富,真虹. 三次指数平滑法在港口吞吐量预测中的应用[J]. 港口管理,2003(2):13-14.
- [7] 贾乃光. 非线性回归相关指数的定义问题[J]. 北京林业大学学报,1998(2):55-56.
- [8] 马晓珂,王慈光. 三次指数平滑法在大秦铁路运量预测中的应用[J]. 华东交通大学学报,2005,22(3):8-11.
- [9] RYUICHI K. A causal analysis of car ownership and transit use[J]. Transportation, 1989, 16(2): 10-11.
- [10] SIVARAMAKRISHNAN S. Vehicle ownership and mode use: the challenge of sustainability[J]. Transportation, 2009, 36(4): 13-14.
- [11] PIOTR O. New methods of controlling vehicle ownership and usage in Singapore[J]. Transportation, 1993, 20(4): 24-25.

Forecast of China's Private Car Ownership Based on the Exponential Smoothing

Shen Xiaoli, Chen Jingya, Wang Kun

(Civil Engineering and Transportation Institute, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: The rapid development of economy in our country provides huge development space for private cars. The scientific forecast of private car ownership is the key to the development of China's highway traffic short and long term development planning, which is significant for solving a series of problems, such as the traffic congestion, energy crisis, environmental pollution, resource shortage and so on. First of all, according to the change of China's private car ownership in 2000-2011, using the minimum mean square error principle, this paper selects exponential smoothing coefficient, establishing secondary exponential smoothing model and exponential smoothing model for three times. Then the model is used to predict the 2012-2016 car ownership of China. To make prediction results more reasonable, this paper finally applies the principle of the correlation coefficient to evaluate, selects relative ideal forecast results, thus providing reference for private car ownership decision-making.

Key words: exponential smoothing; private car ownership; mean square error; correlation coefficient

(上接第25页)

Effects of Mesopic Vision on Tunnel Lighting

Yang Chao, Fan Shijuan

(School of Mechatronic Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Photopic vision standard was adopted in traditional design of tunnel lighting, but the lighting of some tunnel zones was in category of mesopic vision. A tunnel model is firstly designed with lighting software-DIALux and a lighting system with LED is established in the tunnel model. Then a simulation test is conducted on the lighting of mesopic vision in tunnel interior zone. The test results show that the road surface illuminance and road surface illuminance uniformity calculated by photopic vision standard are less than those calculated by mesopic vision S-model under the same condition of road surface luminance requirement, which causes more energy consumption and lighting vision difference. The less the road surface luminance is, the more significant the vision difference is.

Key words: tunnel lighting; mesopic vision; simulation