

# 定量评估上海世博会对旅游业的影响

王旭康<sup>1</sup>, 李琼<sup>2</sup>, 李巍<sup>1</sup>, 陈大伟<sup>1</sup>, 江力<sup>1</sup>

(1. 湖南工业大学 理学院, 湖南 株洲 412007; 2. 湖南工业大学 图书馆, 湖南 株洲 412007)

**摘要:** 对上海世博会有关统计数据进行分析, 采用层次分析法建立本底趋势线模型, 用于定量评估世博会对上海市旅游业的影响。结果表明, 所建立的模型能够较好地评估世博会对旅游业各项指标的影响力, 且能较好地解决复杂的多因素评估问题。

**关键词:** 上海世博会; 层次分析法; 本底趋势线模型

中图分类号: O29

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2011)03-0070-06

## The Quantitative Assessment of Shanghai World Expo's Impacts on Tourism Industry

Wang Xukang<sup>1</sup>, Li Qiong<sup>2</sup>, Li Wei<sup>1</sup>, Chen Dawei<sup>1</sup>, Jiang Li<sup>1</sup>

(1. School of Science, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China;

2. Library, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

**Abstract:** Based on the analysis of correlative statistical data of Shanghai World Expo, applies analytic hierarchy process to establish background trend line model to quantitatively assess the World Expo impacts on Shanghai tourism industry. The results show that the model can be used to assess the Expo impact on the indicators of tourism industry, and can better solve complex multi-factor assessment.

**Keywords:** Shanghai World Expo; analytic hierarchy process; background trend line model

## 0 引言

2010年上海世博会是上海经济发展的又一次历史机遇, 对加速上海国际化大都市建设, 使之成为国际经济、金融、贸易、航运中心具有积极作用<sup>[1]</sup>。世博会对举办地的经济、文化等各方面都将产生重大而深远的影响<sup>[2-3]</sup>。

旅游业是一个对环境十分敏感的产业, 这种敏感性表现在易受重大事件的影响, 从而出现旅游业

绩指标统计曲线上的“凸型谷”或“凹型谷”。但是, 在不受偶然事件冲击和干扰的条件下, 境外或境内旅游业发展具有一定的趋势和周期性, 可以用基本趋势线方程(或动力学方程)描述。它反映出一个国家或地区旅游业发展自然稳定的趋势和时间规律, 可用“趋势项+周期项”时域组合模型进行模拟。其中趋势项一般表现为直线方程或指数方程, 周期项多表现为正弦或余弦函数的性质<sup>[4-5]</sup>。

世博会对举办地经济、文化影响的评估, 已有

收稿日期: 2011-02-12

基金项目: 湖南省教育厅科研基金资助项目(09C319)

作者简介: 王旭康(1988-), 男, 山东青岛人, 湖南工业大学学生, 主要研究方向为计算机应用,

E-mail: wxk19880404@163.com

通信作者: 李琼(1977-), 女, 湖南耒阳人, 湖南工业大学图书馆馆员, 主要研究方向为图书情报信息分析与处理,

E-mail: jiangli9918@163.com

的研究成果几乎都是定性的。在假设不受偶然事件冲击的情况下,本文对相关统计数据进行分析,采用层次分析法建立本底趋势线模型,以定量评估上海世博会对上海市旅游业的影响。

### 1 层次分析模型

层次分析法是定性分析和定量计算相结合的方法<sup>[1]</sup>。对上海世博会影响力的层次分析如图1所示。

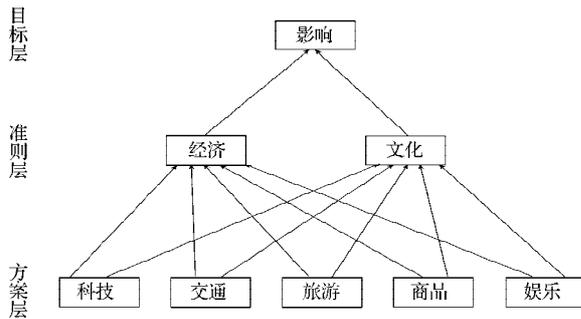


Fig. 1 The analytic hierarchy sketch

在层次分析时,定性比较2个可能具有不同性质的因素  $C_i$  和  $C_j$  对同一个上层因素  $O$  的影响时,通常设置5个等级9个尺度,如表1所示。

表1  $C_i$  和  $C_j$  对上层因素的影响尺度  
Table 1 The impacts of  $C_i$  and  $C_j$  to up hierarchy

尺度 $a_{ij}$	含义
1	$C_i$ 与 $C_j$ 的影响相同
3	$C_i$ 比 $C_j$ 的影响稍强
5	$C_i$ 比 $C_j$ 的影响强
7	$C_i$ 比 $C_j$ 的影响明显强
9	$C_i$ 比 $C_j$ 的影响绝对强
2,4,6,8	$C_i$ 与 $C_j$ 的影响在相邻等级之间
1,1/2, ..., 1/9	$C_i$ 与 $C_j$ 的影响与 $a_{ij}$ 是相反关系

取经济与文化的成对比较矩阵为  $m_0 = \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 1/3 & 1 \end{bmatrix}$ ;

权重向量为  $\omega_0 = [0.75, 0.25]^T$ 。

方案层对经济的比较矩阵为

$$m_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/5 & 2 & 3 \\ 3 & 1 & 1/3 & 3 & 3 \\ 5 & 3 & 1 & 5 & 7 \\ 1/2 & 1/3 & 1/5 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1/3 & 1/7 & 1 & 1 \end{bmatrix},$$

权重向量为

$$\omega_1 = [0.124\ 1, 0.229\ 2, 0.510\ 0, 0.073\ 2, 0.063\ 5]^T。$$

方案层对经济的一致性指标  $CI_1 = \frac{\lambda_1 - n}{n - 1} = 0.033\ 9$ 。

式中:  $n$  是矩阵的阶数;

$\lambda_1$  是  $n$  阶矩阵的最大特征值,  $\lambda_1 = 5.135\ 7$ 。

其一致性比率  $CR_1 = \frac{CI_1}{RI} = 0.034\ 3$ ,

式中:  $RI$  是平均随机一致性指标。

$CR_1 < 0.1$  满足一致性要求。

同理,方案层对文化的比较矩阵为

$$m_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1/4 & 2 & 3 \\ 5 & 1 & 2 & 4 & 7 \\ 4 & 1/2 & 1 & 3 & 5 \\ 1/2 & 1/4 & 1/3 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/7 & 1/5 & 1/2 & 1 \end{bmatrix};$$

权重向量

$$\omega_2 = [0.117\ 9, 0.451\ 7, 0.291\ 9, 0.088\ 7, 0.0497]^T;$$

一致性指标  $CI_2 = \frac{\lambda_2 - n}{n - 1} = 0.038\ 4$ , 式中  $\lambda_2 = 5.154\ 3$ ;

一致性比率  $CR_2 = \frac{CI_2}{RI} = 0.034\ 4$ , 同样  $CR_2 < 0.1$  满足一致性要求。

$$\text{令 } \omega_3 = [\omega_1, \omega_2] = \begin{bmatrix} 0.124\ 1 & 0.117\ 9 \\ 0.229\ 2 & 0.451\ 7 \\ 0.510\ 0 & 0.291\ 9 \\ 0.073\ 2 & 0.088\ 7 \\ 0.063\ 5 & 0.049\ 7 \end{bmatrix}。$$

用层次分析法得出的最终权重向量:

$$\omega_4 = \omega_3 \omega_0 = [0.1225, 0.2849, 0.4555, 0.0771, 0.0600]^T。$$

世博会期间,  $\omega_1$  各分量为零售、交通、旅游、科技、娱乐对经济影响的权重。其中,旅游在世博会影响因素中权重最大,为0.4555。原因是一个国家举办世博会,受益最直接的是旅游业,旅游经济是世博会影响的主要体现,对旅游业的定量分析,可从一个侧面对上海世博会的影响进行定量评估。

### 2 定量评估模型的建立与求解

#### 2.1 数据采集

2010年世博会在中国上海举办,因此主要考察世博会对上海地区旅游经济的影响,分析指标包括:上海市海外旅游人数、国内旅游人数、旅游总人数、国际旅游收入、国内旅游收入、旅游总收入、国内生产总值、旅游总收入相当于国内生产总值的比重。数据来源于上海市统计局2000年至2009年《统计年鉴》,见表2。为了建立合理的模型,对表2中的异常尖点进行处理,从而使数据平稳。

表2 上海世博会影响趋势统计数据

Table 2 The statistics data of Shanghai World Expo's impact trend

年份	指			标		
	海外旅游 人数 / 万人	国内旅游 人数 / 万人	旅游总人数 / 万人	国际旅游 收入 / 亿元	国内旅游 收入 / 亿元	旅游总收入 / 亿元
2000	181.40	6 433	6 614.40	16.13	802.84	819.00
2001	204.26	6 470	6 674.26	18.08	791.28	809.36
2002	272.53	6 797	7 069.53	22.75	770.78	793.53
2003	319.87	7 603	7 922.87	20.53	1 113.84	1 134.37
2004	491.92	8 505	8 996.92	30.89	1 216.22	1 247.11
2005	571.35	9 012	9 583.35	36.08	1 308.54	1 344.62
2006	605.67	9 684	10 289.67	39.61	1 419.67	1 459.28
2007	665.59	10 210	10 875.59	47.37	1 611.14	1 658.51
2008	640.37	11 006	11 646.37	50.27	1 612.38	1 662.65
2009	628.92	12 361	12 989.92	47.96	1 913.48	1 961.44

## 2.2 数据的期望最大 (EM) 内插法修正

采用稳定性较好的期望最大内插法对原始统计数据修正, 修正算法步骤如下:

Step1 用原始数据作出长期变化的统计线;

Step2 根据目视观察从统计线上找出需要进行修正的时间区段, 并确定适合直线内插的起始点  $n_a$  和  $n_b$  终值点;

Step3 用内插公式<sup>[6]</sup>

$$\hat{y}_n = y_a + (n - n_a)d \quad (1)$$

修正异常区统计数据, 式中  $d$  为公差值, 且

$$d = \frac{y_b - y_a}{n_b - n_a} \quad (2)$$

以国内旅游收入为例, 根据期望最大内插修正算法, 得到图 2 所示结果。

由于 2003 年有 SARS 异常事件的干扰, 统计线中出现凹形尖点, 对其进行期望最大内插修正以消除

干扰, 使整个数据走势较平稳, 且插值数据线与统计数据线在整体走势上拟合程度较高。对表 2 中其他列数据进行 EM 插值修正后的结果如表 3 所示。

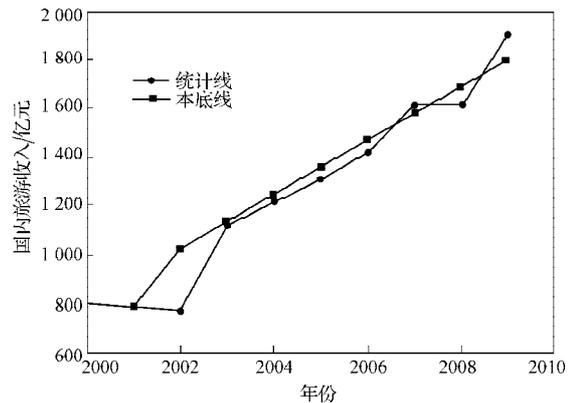


图2 旅游收入统计值与期望最大内插值对比

Fig. 2 The contrast of the tourism income statistical value and the expected maximum interpolation value

表3 上海世博会影响趋势评估数据的EM插值修正结果

Table 3 The revised result of Shanghai World Expo's impact trend assessment data by the EM interpolation method

年份	指			标		
	海外旅游 人数 / 万人	国内旅游 人数 / 万人	旅游总人数 / 万人	国际旅游 收入 / 亿元	国内旅游 收入 / 亿元	旅游总收入 / 亿元
2000	181.40	6 433	6 614.40	16.13	802.84	819.00
2001	204.26	6 470	6 674.26	18.08	791.28	809.36
2002	272.53	6 797	7 069.53	22.75	1 025.00	1 047.50
2003	319.87	7 603	7 922.87	24.72	1 130.00	1 161.70
2004	491.92	8 188	8 550.00	28.04	1 247.10	1 276.00
2005	571.35	8 883	9 290.00	31.36	1 358.20	1 390.20
2006	605.67	9 579	10 030.00	34.68	1 469.20	1 504.50
2007	609.73	10 275	10 770.00	38.00	1 580.30	1 618.70
2008	628.92	10 970	15 510.00	41.32	1 691.40	1 733.00
2009	648.11	11 666	12 250.00	44.64	1 802.40	1 847.20

取  $y_a = 802.84$ ,  $n_a = 1$ ,  $y_b = 1\ 802.40$ ,  $n_b = 13$  代入公式 (2) 算得  $d = 83.297$ ;

根据内插值公式 (1), 从  $k = 3$  依次得到与各年对应的上海国内旅游收入数组为

$$A = [1\ 025.0, 1\ 130.0, 1\ 247.1, 1\ 358.2, 1\ 469.2, 1\ 580.3, 1\ 691.4, 1\ 802.4],$$

处理后的数据可视为没有特殊重大事件的旅游数据, 可用来进行本底值估计, 见图 2 中本底曲线。

### 2.3 旅游本底趋势线模型

**模型 1** 直线 - 逻辑线复合模型<sup>[2,4-5]</sup>

$$y_t = a + bt + K / (1 + \exp(c - rt)); \quad (3)$$

**模型 2** 直线 - 三角函数复合模型

$$y_t = a + bt + q \sin(\omega t + \varphi); \quad (4)$$

**模型 3** 指数 - 逻辑线复合模型

$$y_t = y_0 \exp(rt) + K / (1 + \exp(c - rt)); \quad (5)$$

**模型 4** 指数 - 三角函数复合模型

$$y_t = y_0 \exp(rt) + q \sin(\omega t + \varphi); \quad (6)$$

**模型 5** 逻辑 - 三角函数复合模型

$$y_t = q \sin(\omega t + \varphi) + K / (1 + \exp(c - rt)). \quad (7)$$

根据表 2 中各指标的统计数据 and 表 3 内插数据计算相关系数, 根据相关系数的数值, 确定各个指标适合的模型, 模型选择算法如下:

**Step1** 选出使相关系数最大的模型;

**Step2** 如果按模型计算出本底值出现负值, 则舍弃该模型, 接着再选其他模型, 直到按模型计算出的本底值与内插值相关系数次最大, 且没有负的本底值为止;

**Step3** 若存在实际值比按模型计算出的本底值大 100% 以上则停止。

由该算法确定的各个指标最终的趋势线模型如表 4 所示。

表 4 各指标对应的趋势线模型

Table 4 The selected trend line model of each index

指标	选定模型
国外旅游人数	模型 2
国内旅游人数	模型 1
旅游总人数	模型 2
国际旅游收入	模型 2
国内旅游收入	模型 3 或模型 4
旅游总收入	模型 2

### 2.4 模型的求解

根据表 4 中模型选择的结果, 用非线性最小二乘法进行拟合, 确定各个模型中的参数, 得到各个指标的本底趋势模型。

上海市国外旅游人数本底趋势模型为

$$R_w(t) = 148.72 + 57.66t + 72.51 \sin(93.4t - 866.48), \quad (8)$$

相关系数  $R_1^2 = 0.983\ 1$ ;

上海市国内旅游人数本底趋势模型为

$$R_N(t) = 5\ 266.2 + 621.8t - 1\ 467.3 / (1 + e^{5493+2491t}), \quad (9)$$

相关系数  $R_2^2 = 0.980\ 5$ ;

上海市旅游总人数本底趋势模型为

$$R_Z(t) = 4\ 557.9 + 889.45t + 1\ 039.61 \sin(-1\ 474.1t - 9\ 303.8), \quad (10)$$

相关系数  $R_3^2 = 0.993\ 0$ ;

上海市国际旅游收入本底趋势模型为

$$S_w(t) = 22.14 + 2.5t - 11.98 \sin(0.103t - 2.14), \quad (11)$$

相关系数  $R_4^2 = 0.958\ 0$ ;

上海市国内旅游收入本底趋势模型为

$$S_N(t) = 767.61 e^{0.087t}, \quad (12)$$

相关系数  $R_5^2 = 0.992\ 5$ ;

上海市旅游总收入本底趋势模型为

$$S_Z(t) = 713.06 + 105.61t + 70.95 \sin(-104.693t - 314.48), \quad (13)$$

相关系数  $R_6^2 = 0.998\ 1$ 。

根据模型 (9) 与模型 (12) 及表 2 中数据绘制的上海市国内旅游人数、国内旅游收入本底线与统计线如图 3 和图 4 所示。

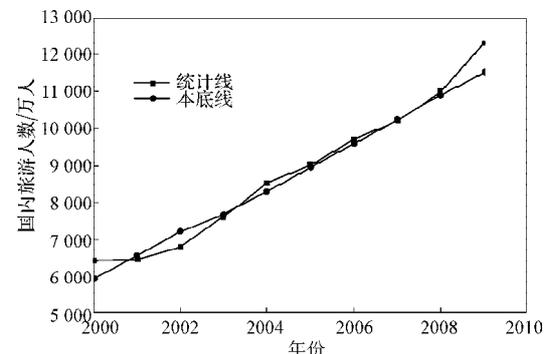


图 3 国内旅游人数本底线与统计线

Fig. 3 The background line and statistical line of the domestic tourism population

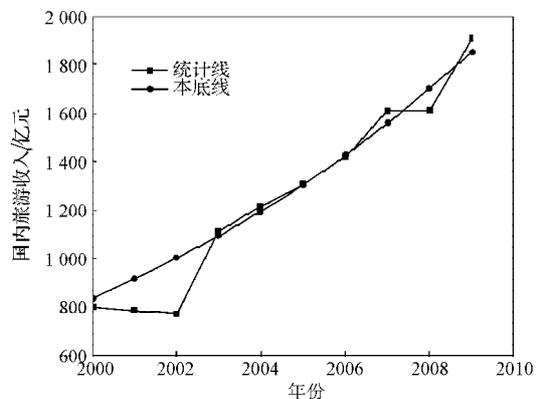


图 4 国内旅游收入本底线与统计线

Fig. 4 The background line and statistical line of the domestic tourism income

图3和图4表明,2003的SARS和2008年的汶川地震导致旅游人数与旅游收入急剧下降,之后由于世博会的影响,各指标值又得到了提高。根据模型计算出的各指标值与统计数据拟合得较好,即所建立各个指标模型反映了各指标的变化趋势。进一步,根据模型预测2010年上海市旅游业各个指标的本底值如表5所示。

表5 2010年上海市旅游业各指标的本底值  
Table 5 The background value of each index of Shanghai tourism in 2010

海外旅游 人数/万人	国内旅游 人数/万人	旅游总 人数/万人	国际旅游 收入/亿元	国内旅游 收入/亿元	旅游总 收入/亿元
736.15	12 107.00	14 661.00	47.99	1 961.50	2 009.60

2.5 模型的应用

以旅游人数为例,收集了上海市自1990年到2010年的统计数据,通过分析得到上海市每年1—12月平均旅游人数分布,如表6所示。

表6 每年1—12月平均旅游人数分布  
Table 6 The average distribution of tourism population from January to December per year

月份	1	2	3	4	5	6
人数/万人	450.4	530.2	503.6	478.3	553.8	480.7
月份	7	8	9	10	11	12
人数/万人	520.1	511.3	446.9	568.6	460.5	439.8

根据抽样分析理论,每个月的到访人数一般服从泊松分布,即

$$P\{X = k\} = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}, k=0, 1, 2, \dots \quad (14)$$

式中,参数λ的最大似然法估计值为477.8,在显著性水平α=0.05的条件下,由χ²拟合检验的结果接受式(14)。因此,估算出2010年上海5—7月的旅游总人数为1958.9万人;同理,其他指标5—7月的估计值如表7所示。

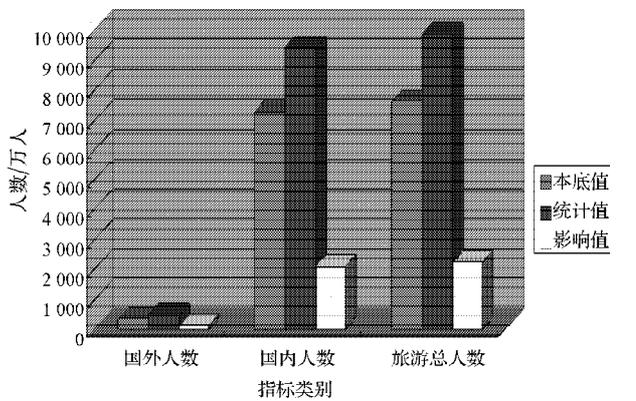
表7 2010年5—7月份各指标本底值和影响值  
Table 7 The background value and impact value of each index from May to July in 2010

数值	指 标					
	海外人数/ 万人次	国内人数/ 万人次	总人数/ 万人次	国际收入/ 亿元	国内收入/ 亿元	总收入/ 亿元
本底值	341.69	1 616.91	1 958.90	18.794	545.90	563.70
影响值	119.51	2 109.50	2 229.01	3.456	391.50	394.89

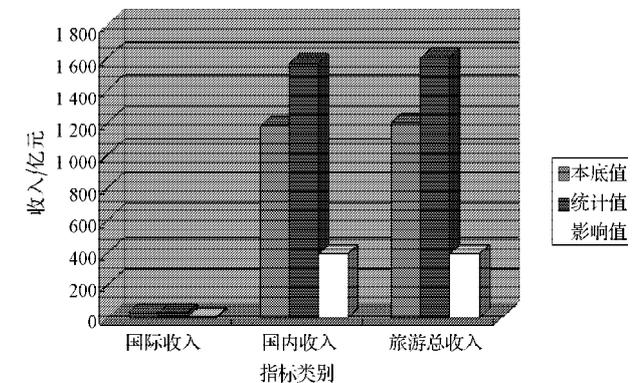
3 结果分析

3.1 世博会对各指标的影响值

本底趋势值,是在不考虑任何影响因素下的旅游业,按常规增长态势所得的数据,因此世博会期间实际值与本底值的差额就是对应指标的影响值,即世博会带来的效益的定量估计值。根据上海市统计局《统计年鉴》提供的2010年5—7月份的各项指标统计数据和根据模型计算出的各个指标本底值、影响值的对照柱形图如图5a)与b)。通过比对可知,上海世博会在旅游方面带来了显著的经济效益,尤其体现在国内旅游方面。



a) 旅游人数



b) 旅游收入

图5 本底值、统计值、影响值对比

Fig. 5 The contrast of back-ground value, statistical value and impact value

3.2 上海世博会的贡献率与影响率

为了定量估计世博会对上海经济的贡献和影响,定义贡献率和影响率2个衡量指标:贡献率是影响值比本底值,影响率是影响值比实际值。结果分别如图6和图7所示。

各指标所占贡献率和影响率饼图6和图7表明,上海世博会为旅游业所带来的经济效益是显著的,即世博会提高了上海市旅游业的各项指标值。

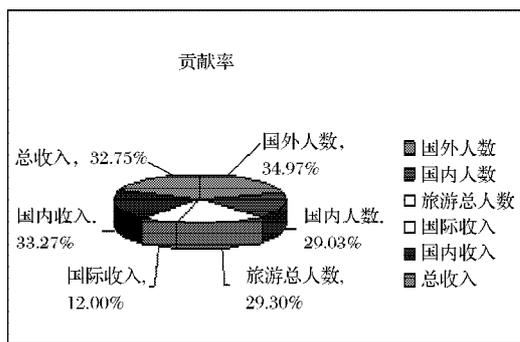


图6 世博会对上海经济的贡献率

Fig. 6 The contribution rate of the World Expo to Shanghai economy

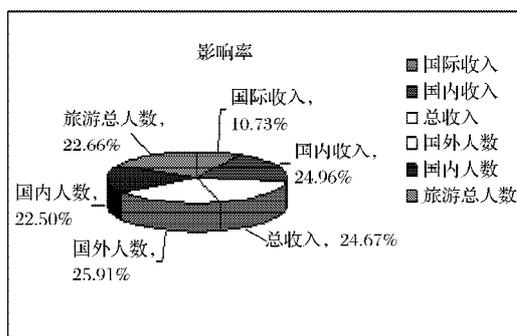


图7 世博会对上海经济的影响率

Fig. 7 The impact rate of the World Expo to Shanghai economy

根据本底趋势线模型预测 2010 年上海市旅游业总收入的理论值与以往同期比较, 增长 142.5 亿元, 增长率为 11.38%; 然而实际增长 394.89 亿元, 增长率为 24.67%, 约为理论增长值的 3 倍。导致这种井喷式的效益增长, 正是缘于世博会的举办。成功举办世博会, 仅在旅游方面就给上海市额外创收 250 多亿元, 从而使旅游收入占上海市国民生产总值的比重超常规地增大。根据模型的延后性, 可以预见, 世博会结束后几年会出现“事件效应”, 即呈现典型下降特点, 之后重回常态发展趋势。

#### 4 模型评价

采用层次分析法, 能使各因素权重的选取比较合理, 从而提高模型的准确度, 扩大其适用范围, 能较好地解决复杂的多因素评估问题。本底趋势线模型能够清晰地反映事物发展机理, 既能定量又能定性地分析事物发展趋势, 具有良好的预测功能。例

如, 可预测上海市较长时间内旅游业发展的各项指标, 较好地定量评估世博会前后较长时间内旅游业的发展状况, 全面地反映世博会对举办地的影响力。

#### 参考文献:

[1] 陈刚. 上海世博会辐射长三角经济圈[J]. 中国中小企业, 2010(5): 30-33.  
Chen Gang. Shanghai World Expo's Radiation to the Economic Circle of the Yangtze River Delta[J]. China Small and Medium Enterprise, 2010(5): 30-33.

[2] 戴光全, 保继刚. 昆明世博会效应的定量估算: 本底趋势线模型[J]. 地理科学, 2007, 27(3): 426-433.  
Dai Guangquan, Bao Jigang. Quantitative Effects Assessments of Expo' 99 Kunming: Model of Background Trend line[J]. Scientia Geographica Sinica, 2007, 27(3): 426-433.

[3] 屈雪莲, 过聚荣. 2010年世博会对上海经济拉动效应研究[J]. 上海管理科学, 2008(5): 29-35.  
Qu Xuelian, Guo Jurong. Crowding-in Effects of the Expo's 2010 to the Growth of Economy in Shanghai[J]. Shanghai Management Science, 2008(5): 29-35.

[4] 苟小东, 孙根年. 上海市入境旅游本底趋势线的建立及其应用[J]. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 2000, 28(2): 110-114.  
Gou Xiaodong, Sun Gennian. Foundation and Application of the Background Trend Line of Inbound Tourism of Shanghai[J]. Journal of Shanxi Normal University: Natural Science Edition, 2000, 28(2): 110-114.

[5] 李振亭. 中国国内旅游本底趋势线的建立及其应用研究[J]. 统计与信息论坛, 2009, 24(1): 62-65.  
Li Zhenting. An Research on the Foundation and Application of the Background Trend Line of Domestic Tourism in China [J]. Statistics & Information Forum, 2009, 24(1): 62-65.

[6] 马秋芳, 孙根年. 基于旅游本底线(TBCM)的旅游业成长研究——以桂林入境旅游为例[J]. 经济地理, 2009, 29(8): 1402-1408.  
Ma Qiufang, Sun Gennian. On the Growth of Tourism Industry Based on TBCM: A Case Study of Inbound Tourism in Guilin[J]. Economic Geofraphy, 2009, 29(8): 1402-1408.

(责任编辑: 邓光辉)