

# 厦门市第三产业增加值增长预测

## ——二次曲线指数平滑模型在第三产业增加值预测中的应用

崔二涛, 肖 哲

(厦门大学 经济学院计划统计系, 福建 厦门 361005)

[摘要] 服务业又称第三产业, 根据世界银行公布的数据, 目前全球第三产业增加值占 GDP 比例的平均值超过 60%, 一些发达国家接近或超过 70%。从吸纳就业来看, 服务业已成为吸纳就业的主要渠道, 本文旨在提出一种第三产业增加值预测的平滑预测方法, 即根据厦门市改革开放以来第三产业增加值的时间序列趋势, 确定二次曲线指数平滑预测模型, 通过比较预测均方差大小确定合适的  $\alpha$  值求解模型动态参数, 并对 2010 年厦门市第三产业增加值做出预测。

[关键词] 第三产业增加值; 二次曲线指数平滑预测  $\alpha$  值; 厦门第三产业

[中图分类号] G40-051

[文献标识码] A

[文章编号] 1005-6432(2010)23-0054-04

### 1 引言

改革开放以来, 厦门从经济特区的襁褓中不断发展壮大, 经过近三十年以第二产业为主体的经济快速发展, 第三产业已经成为厦门新一轮的经济增长点, 有着巨大的发展空间。1978 年至今, 厦门市全面推动经济结构战略性调整和产业升级, 加快建设海湾型风景城市步伐, 再创特区新优势, 取得丰硕成果。从三次产业结构来看, 第一产业规模萎缩, 第二、三产业规模有较大的发展, 第三产业尤为明显, 无论在单位总量还是所占比重, 都有很大幅度的增加。因此, 深刻认识厦门市第三产业发展现状, 准确把握第三产业的发展动向, 较为精准的预测第三产业增加值, 不失时机地制定出符合厦门市实际的第三产业发展策略和措施, 对于推进经济社会全面协调和可持续发展具有重要的现实意义。

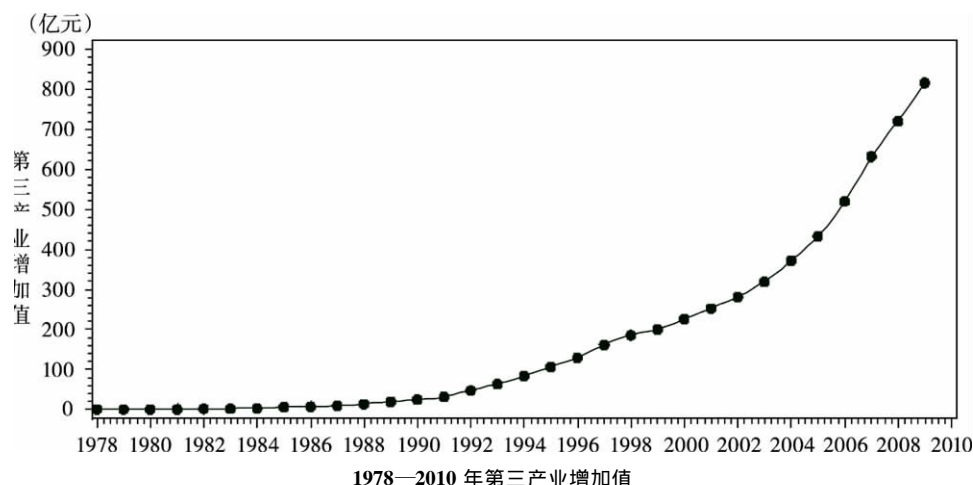
### 2 数据的简单分析与模型的选择

1978—2009 年间厦门市第三产业增加值的数据

单位: 亿元 (以当年价格计算)

1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
1.0071	1.1175	1.3153	1.6236	2.3698	2.7394	3.8863	6.4273
1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
8.0651	9.9031	14.1853	20.3106	25.1417	32.1277	48.2422	64.3017
1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
84.3465	106.7187	129.7831	162.2813	186.1138	200.606	226.7779	253.1581
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
281.5274	319.5785	372.593	433.3305	520.17	632.3888	720.4778	816.23

利用 SAS9.1.3 工具绘制数据的时序图如下图所示。



从图中可以看到, 第三产业增加值时间序列趋势呈现出明显的递增趋势。在时间序列的平滑预测当中一次移动平均法和一次指数平滑法只适用于变化不大的平稳时间序列, 当时间序列发生变化尤其是发生突然变化时, 预测模型就会变得不理想, 而且在比较长的时期内一直跟不上实际的数据, 反应缓慢。由序列的时序图不难看出, 该序列呈现出明显的递增趋势, 不具有平稳序列的特征, 因此不宜采用一次指数平滑法或是一次移动平均法。

对于线性二次移动平均法和线性二次指数平滑法来说, 虽然可以通过两次移动平均或是两次指数平滑修正预测的滞后偏差, 但是这两种方法仅适用于线性增加趋势, 对于本例的二次指数增加趋势虽然可以通过原始数据的变换转化成线性趋势, 但为了减少预测的步骤, 降低误差, 故不采用二次移动平均或线性二次指数平滑法。

从原始数据的时序图中可以看出, 第三产业增加值呈现出明显的二次曲线增长趋势, 结合考虑我国经济的发展现状, 即国民经济保持平稳持续的快速增长, 第三产业在国民经济增长中的贡献不断增加。同时考虑厦门市作为经济特区和全国知名的旅游城市的具体情况, 即第三产业的发展走在全国的首列, 第三产业在区域经济发展中已经成为主导地位, 根据厦门市 2009 年统计公报显示, 第三产业增加值在区域 GDP 中所占的比重已经超过 50%, 而且呈现出较为明显的增长态势, 所以拟采用二次曲线指数平滑预测模型进行预测, 该方法不仅可以随着时间序列呈抛物线型增长而调整预测值, 而且也可以修正预测的滞后偏差, 同时这也和客观实际情况相符合。

### 3 模型的形式及参数推导

#### 3.1 模型的形式

二次曲线指数预测模型的形式为:

$$\hat{y}_{t+T} = a_t + b_t \cdot T + c_t \cdot T^2$$

式中:  $\hat{y}_{t+T}$ ——第  $t+T$  期第三产业增加值的预测值;

$T$ ——第  $t$  期后的期数;

$a_t, b_t, c_t$ ——平滑系数。

此模型用于描述预测对象的二次曲线趋势, 参数值随样本信息不断修正。不仅考虑了时间序列线性增长的因素, 而且也考虑了二次曲线的增长因素, 是比较好的预测方法。

#### 3.2 未知参数即平滑系数的推导

(1) 计算  $t$  时期的单指数平滑值  $S_t^{(1)}$ :

$$S_t^{(1)} = \alpha y_t + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(1)}$$

( $\alpha$  表示平滑常数,  $0 < \alpha < 1$ , 下同)

(2) 计算  $t$  时期的双指数平滑值  $S_t^{(2)}$ :

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

(3) 计算  $t$  时期的三重指数平滑值  $S_t^{(3)}$ :

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

(4) 将  $S_t^{(1)}$ 、 $S_t^{(2)}$  和  $S_t^{(3)}$  近似看做有关级数的极限和: 因有

$$\begin{aligned} S_t^{(1)} &= \alpha y_t + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(1)} \\ &= \alpha y_t + (1 - \alpha) [\alpha y_{t-1} + (1 - \alpha) S_{t-2}^{(1)}] \\ &= \dots \\ &= \alpha \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \alpha)^i y_{t-i} \end{aligned}$$

所以有

$$\begin{aligned} S_t^{(2)} &= \alpha \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \alpha)^i S_{t-i}^{(1)} \\ S_t^{(3)} &= \alpha \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \alpha)^i S_{t-i}^{(2)} \end{aligned}$$

将  $\hat{y}_{t+T} = a_t + b_t \cdot T + c_t \cdot T^2$  代入  $S_t^{(1)}$  (此时  $T = -i$ ) 可得到如下公式

$$\begin{aligned} S_t^{(1)} &= \alpha \sum_{j=0}^{\infty} (1 - \alpha)^j y_{t-j} \\ &= \alpha \sum_{j=0}^{\infty} (1 - \alpha)^j (a_t - j b_t + j^2 c_t) + \\ &\quad \alpha \sum_{j=0}^{\infty} (1 - \alpha)^j (-j b_t + 2j c_t + j^2 c_t) \\ &= a_t - (i + \frac{1 - \alpha}{\alpha}) b_t + \\ &\quad \left[ i^2 + 2i \frac{1 - \alpha}{\alpha} + \frac{(1 - \alpha)(2 - \alpha)}{\alpha^2} \right] c_t \end{aligned} \quad (1)$$

(其中  $\alpha \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \alpha)^i = \frac{1 - \alpha}{\alpha} \alpha \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \alpha)^i \cdot i^2 = \frac{(1 - \alpha)(2 - \alpha)}{\alpha^2}$ )

于是可得

$$S_t^{(2)} = a_t - \frac{2(1 - \alpha)}{\alpha} b_t + \frac{2(1 - \alpha)(3 - 2\alpha)}{\alpha^2} c_t \quad (2)$$

$$S_t^{(3)} = a_t - 3 \frac{1 - \alpha}{\alpha} b_t + 3 \frac{(1 - \alpha)(4 - 3\alpha)}{\alpha^2} c_t \quad (3)$$

(5) 联立方程 (1) (2) (3) 可以解出

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

$$b_t = \frac{\alpha}{2(1 - \alpha)^2} [(6 - 5\alpha)S_t^{(1)} - (10 - 8\alpha)S_t^{(2)} + (4 - 3\alpha)S_t^{(3)}]$$

$$c_t = \frac{\alpha^2}{2(1 - \alpha)^2} (S_t^{(1)} - 2S_t^{(2)} + S_t^{(3)})$$

### 4 模拟历史数据求解模型参数

#### 4.1 $\alpha$ 值的确定

确定合适  $\alpha$  的值非常重要,  $\alpha$  值的选择是否得当, 会直接影响预测的准确程度, 在预测中, 我们希望能提高  $\alpha$  值以提高近期观察值权重, 但是又希望减小  $\alpha$  值, 以平滑随机误差。因此  $\alpha$  值的选择要尽量采用折中的方法, 依靠经验, 根据预测对象的具体情况选择。同时根据人们的经验总结出了  $\alpha$  值选择的一些基本准则:

(1) 如果时间序列虽然有不规则的波动, 但长期趋势接近某一常数时, 只是由于偶然变动使预测值产生或大或小的偏差, 应采用较小的  $\alpha$  值;

(2) 如果是时间序列呈现出迅速而明显的增长和下

降变化趋势, 应选取较大的  $\alpha$  值;

(3) 如果时间序列变化非常小, 应取较小的  $\alpha$  值, 给予较小的修正幅度, 使较早的观察值亦能反映在预测值中。

由该时间序列的增长特征趋势可以看出, 序列呈现出迅速而明显的斜坡式增长趋势, 所以根据第二条原则, 应选取较大的  $\alpha$  值, 使倚重近期观察值所在信息较多, 修正幅度较大, 本例分别采用  $\alpha=0.4$ ,  $\alpha=0.5$ ,  $\alpha=0.6$  进行试

算。然后比较其预测均方误差, 选择均方误差最小的  $\alpha$  值。

4.2 初值确定

按照通行惯例, 取初值为  $S_0^{(1)} = S_0^{(2)} = S_0^{(3)} = y_1$

4.3 建立三次指数平滑预测模型

根据公式计算  $a_t$ 、 $b_t$ 、 $c_t$  如下:

为了便于视图, 故删掉前期不必要的数, 从 1993 年即第 13 期予以列示。

时期	第三产业增加值 $y_t$	$\alpha=0.4$			$\alpha=0.5$			$\alpha=0.6$		
		$S_t^{(1)}$	$S_t^{(2)}$	$S_t^{(3)}$	$S_t^{(1)}$	$S_t^{(2)}$	$S_t^{(3)}$	$S_t^{(1)}$	$S_t^{(2)}$	$S_t^{(3)}$
0		1.0071	1.0071	1.0071	1.0071	1.0071	1.0071	1.0071	1.0071	1.0071
13	25.1417	18.58	13.478	9.7217	20.442	16.377	13.036	21.879	18.839	16.128
14	32.1277	23.999	17.686	12.908	26.285	21.331	17.183	28.028	24.352	21.062
15	48.2422	33.696	24.09	17.381	37.263	29.297	23.24	40.157	33.835	28.726
16	64.3017	45.939	32.83	23.56	50.783	40.04	31.64	54.644	46.32	39.282
17	84.3465	61.302	44.218	31.824	67.565	53.802	42.721	72.465	62.007	52.917
18	106.7187	79.469	58.318	42.422	87.142	70.472	56.596	93.017	80.613	69.535
19	129.7831	99.594	74.829	55.384	108.46	89.467	73.032	115.08	101.29	88.589
20	162.2813	124.67	94.765	71.137	135.37	112.42	92.726	143.4	126.56	111.37
21	186.1138	149.25	116.56	89.305	160.74	136.58	114.65	169.03	152.04	135.77
22	200.606	169.79	137.85	108.72	180.67	158.63	136.64	187.97	173.6	158.47
23	226.7779	192.59	159.74	129.13	203.73	181.18	158.91	211.26	196.19	181.1
24	253.1581	216.81	182.57	150.51	228.44	204.81	181.86	236.4	220.32	204.63
25	281.5274	242.7	206.62	172.95	254.98	229.9	205.88	263.48	246.21	229.58
26	319.5785	273.45	233.35	197.11	287.28	258.59	232.23	297.14	276.77	257.89
27	372.593	313.11	265.26	224.37	329.94	294.26	263.25	342.41	316.15	292.85
28	433.3305	361.2	303.63	256.08	381.63	337.95	300.6	396.96	364.64	335.92
29	520.17	424.79	352.09	294.48	450.9	394.43	347.51	470.89	428.39	391.4
30	632.3888	507.83	414.39	342.44	541.65	468.04	407.77	567.79	512.03	463.78
31	720.4778	592.89	485.79	399.78	631.06	549.55	478.66	659.4	600.45	545.78
32	816.23	682.22	564.36	465.61	723.65	636.6	557.63	753.5	692.28	633.68

尽管三次指数平滑法可以做数期之后的预测, 但是随着预测步长的增加, 预测误差会不断增大, 因此仅用此进行中、短期预测, 所以为了降低预测误差, 预测 2010 年厦门市第三产业增加值, 故计算在不同  $\alpha$  值下第 32 期即 2009 年所得的参数如下表所示。

	$\alpha=0.4$	$\alpha=0.5$	$\alpha=0.6$
$a_{32}$	819.201	818.775	817.337
$b_{32}$	108.308	107.25	102.633
$c_{32}$	4.2476	4.0403	2.9469

4.4 计算预测的均方误差选取最合适的  $\alpha$  值

考虑到三次指数平滑远期预测的误差较大, 所以在计算预测的均方误差时均采用一步预测, 即取预测步长  $T=1$  的情形, 在此条件下, 指数平滑预测模型的公式可以简化为  $\hat{y}_{t+1} = \frac{3-3\alpha+\alpha^2}{(1-\alpha)^2} S_t^{(1)} + \frac{\alpha-3}{(1-\alpha)^2} S_t^{(2)} + \frac{1}{(1-\alpha)^2} S_t^{(3)}$ , 据此可以很方便的计算出各期的预测值。于是有三种  $\alpha$  值下预测的均方误差如下表所示。

	$\alpha=0.4$	$\alpha=0.5$	$\alpha=0.6$
$\sigma$	163.5493	117.4616	102.0721

为了更精准的预测,所以应选择标准差较小的 $\alpha=0.6$ 的模型,模型方程如下所示 $\hat{y}_{32+T}=817.337+102.633 \cdot T+2.9469 \cdot T^2$ ,据此可以预测2010年即第33期厦门市第三产业的增加值为922.92亿元。

## 5 结 论

从大的外部环境来看,我们经济目前仍然处于高速发展阶段,随着人民生活水平的不断提高,服务业会日臻完善,第三产业的发展前景令人乐观,从厦门市自身情况来看,作为全国著名的优秀旅游城市,其第三产业的发展自然走在全国的前列,且第三产业在全市GDP中所占的比重会不断增加,2009年厦门市统计公报显示全年第三产业增加值816.23亿元,增长14.3%。三次产业结构为1.3:48.4:50.3。所以厦门市第三产业增加值所呈现出的增长趋势是完全符合预期的,即不仅存在线性增长的因素,也存在二次曲线的增长因素,因此二次曲线指数平滑预测模型能够较好的拟合原始数据。尽管二次曲线指数平滑预测可以做数期之后的预测,但是随

(上接P53)代理并购活动。现在的会计师事务所、律师事务所以及一些投资银行、证券公司都可以提供这些服务,要通过立法规范这些中介机构参与并购的行为。另一方面,也要大力培育像投资银行这样的经纪人。发达的经纪人市场是成熟的企业并购市场的重要标志,也是必要的条件。它们可以为企业寻找并购对象,参与企业并购谈判,为企业并购进行资产评估,筹集并购所需资金等企业并购的全过程。我国目前不发达的企业并购很大程度上与不发达的中介机构,特别是与不发达的投资银行有关。因此,为推进企业并购的进一步发展,必须大力发展投资银行,为企业并购提供融资等服务。

### 参考文献:

- [1] 魏杰. 动摇不得——中国经济改革若干问题 [M]. 北京: 中国发展出版社, 2007.  
[2] 顾耕耘. 国资监管机构的法律定位 [J]. 上海国资, 2008

着预测期数的增加,其预测误差会不断增大,因此只推荐用于短期预测,在得到新的数据后,我们可以根据新的数据重新调整模型中的各动态参数,以达到准确预测下一期增加值的目的。

### 参考文献:

- [1] 孙静娟. 经济预测理论·方法·评价 [M]. 北京: 中国经济出版社, 1999.  
[2] 王美金. 经济预测与决策 [M]. 厦门: 厦门大学出版社, 1997.  
[3] 徐国祥. 统计预测与决策 [M]. 上海: 上海财经大学出版社, 2009.  
[4] 王燕. 应用时间序列分析 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2009.

~~~~~  
[作者简介] 崔二涛(1990—),男,河南人,厦门大学计划统计系统计学专业经济管理统计方向2007级在读本科生;肖哲(1989—),男,湖南人,厦门大学计划统计系统计学专业投资方向2007级在读本科生。

(6): 55-56.

- [3] 张屹山,王广亮. 论国有企业改革的根本问题是解决委托代理关系 [J]. 中国工业经济, 2001 (11): 63-70.  
[4] 张维迎. 控制权损失的不可补偿性与国有企业兼并中的产权障碍 [J]. 经济研究, 1998 (11): 3-14.  
[5] 杨凤春. 领导的稳定性与政府责任 [J]. 决策咨询, 2003 (6): 46-47.  
[6] 施锡铨. 博弈论 [M]. 上海: 上海财经大学出版社, 2000.  
[7] 马征. 我国地方政府间税收竞争分析 [D]. 济南: 山东大学财经学院, 2007.  
[8] 盛毅,林彬. 地方国有资产管理体制改革与创新 [M]. 北京: 人民出版社, 2004.  
[9] 江书程. 厉以宁、林毅夫、吴敬琏论国企改革 [J]. 中国石化, 2007 (6): 34.

~~~~~  
[作者简介] 李贾(1985—),男,江苏东海人,暨南大学经济学院国民经济学专业硕士生,研究方向:宏观经济运行与管理。