

表 3 前五位人均费用比系数

序号	疾病分类	2007 年	2008 年	2009 年
1	循环系统疾病	1.93	1.73	1.84
2	精神和行为障碍疾病	1.92	2.16	1.40
3	先天性畸形、变形和染色体异常	1.91	1.30	1.31
4	肿瘤	1.79	1.90	1.88
5	损伤、中毒和外因的某些其他后果	1.64	1.45	1.30

3 讨论与建议

不同疾病医疗费用的统计分析，能为医疗费用体制改革提供有价值的参考依据，同时对人群疾病病谱变化也有研究价值，而利用人均费用比系数这一统计指标，对不同地区，不同收费标准以及不同技术级别的综合医疗单位，均可起到大致相同的参考价值。结合我院病种结构的人均费用比系数，提出以下几点建议：

- 3.1 加强疾病的预防、保健宣传，推广普及医疗知识，增强防病意识，改善人类生态环境，防患于未然，提高生活质量。
- 3.2 在推广应用新的医疗技术、医疗设施的同时，应着重降低医疗生产成本，当然，这首先是要在确保医疗质量的前提下，通过降低医疗过程中的消耗性成本和管理成本，实行合理检查、合理用药、合理治疗，并严格执行国家和省、市物价政策，最大可能地减轻患者医疗费用负担，造福于人民。
- 3.3 强化医院管理，医院可以实行病种费用管理，制定各病种的平均住院日、医疗费用、药品管理标准，对一些常见病实行最高费用限价，采取相应监督管理措施，有效规范医疗行为，控制医疗费用，使医院达到“优质、高效、低耗”的医疗服务目标。

温特斯线性和季节性指数平滑法预测模型
在医院管理中的应用探讨*

610081 成都市 四川省成都铁路中心医院 杨建南 李世云
610015 成都市 成都市妇产科医院 李 萍
610016 成都市 成都市医学信息所 钟 鸣
610012 成都市 成都市卫生局计财处 刘勇华
610081 成都市 成都铁路局科学技术研究所 何均华

摘 要 目的 探讨温特斯线性和季节性指数平滑法预测模型在医院管理中的应用价值。方法 建立温特斯线性和季节性指数平滑法预测模型对成都市卫生局所属医院 2009 年 1~4 季度门急诊诊次进行季节预测，并评价该预测模型的预测精度。结果 温特斯线性和季节性指数平滑法预测模型对成都市卫生局所属医院 2009 年 1~4 季度门急诊诊次的定量预测结果满意。通过计算机反复迭代试算，获得了一组最佳的平滑常数 (α, β, γ)，使预测模型的预测误差最小。该预测实例平均绝对百分误差 (MAPE) 为 3.5703% < 10%，预测精度较高。结论 温特斯线性和季节性指数平滑法在医院管理中有实用价值。在建立预测模型时，结合计算机进行迭代运算，可建立最佳预测模型，进一步提高预测精度。

关键词 温特斯线性和季节性指数平滑法预测模型；平滑系数；预测精度；预测误差；门急诊诊次

* 基金项目：成都铁路局科技项目 (CX0233)

Yang Jian-nan, Li Ping, Li Shi-yun, Zhong Ming, Liu Yong-hua, He Jun-hua. Chengdu Railway Center Hospital, Chengdu, 610081, China.

Abstract Objective To construct Winter's exponential smoothing and seasonal exponential smoothing (WESSES) method and evaluate its application in hospital management. **Method** The prediction model of WESSES method was constructed and used to predict the outpatient visits of clinic and emergency of the hospitals governed by Chengdu Health Bureau from First to 4th quarter in 2009. The forecast accuracy of WESSES method was evaluated. **Results** The forecast accuracy of WESSES method was satisfied. The smooth constant (α 、 β 、 γ) with the smallest prediction error were calculated through iterating the pilot calculation repeatedly with computer. The mean absolute percentage error (MAPE) of this forecast example (3.5703%) was less than 10% presented high forecast accuracy. **Conclusion** It is valuable of WESSES method in hospital management. The forecast accuracy of WESSES method could be improved through iterating the pilot calculation repeatedly with computer while this method was constructed.

Key words Winter's exponential smoothing and seasonal exponential smoothing method; Smooth constant; Forecast accuracy; Prediction error; Outpatient visits of clinic and emergency

随着我国卫生改革的深入以及成都市城镇职工基本医疗保险、城镇居民基本医疗保险、新型农村合作医疗和城乡医疗救助共同组成的基本医疗保障体系的建立和完善，成都市城乡居民的基本医疗卫生服务的需求不断增长^[1]。在当今形势下，量化地了解成都市民医疗卫生服务的需求，对于合理制定成都市区域卫生规划，优化配置医疗卫生资源，提高成都市医疗卫生资源利用的效率和效益，有效缓解人民群众“看病难”、“看病贵”的状况，有着积极的现实意义。本文试用成都市历年的医疗卫生单位门诊工作卫生统计资料，建立温特斯线性和季节指数平滑预测模型^[2-6]，对成都市属医院2009年1~4季度门急诊次进行量化预测，并探讨该方法在医院管理中的应用价值。

1 温特斯线性和季节性指数平滑预测模型

20世纪六十年代初，由温特斯(R.R.Winters)提出的线性和季节性指数平滑法是一种将时间序列的因素分解和指数平滑结合起来的季节预测方法^[6]。温特斯线性和季节性指数平滑法(Winter's exponential smoothing method)，指数平滑法的一种高级形式，适用于兼有线性趋势和季节变动的时间序列的短期预测。其主要思想是，首先建立趋势直线作为初始逼近，然后用指数平滑法修正趋势直线，最后引进季节调整因子从而得到未来水平的预测值^[1-4]。其预测模型为

$$F_{t+m}=(S_t+b_t \cdot m) I_{t-L+m} \tag{1}$$

(1)式包括时序的三种成分：平稳性(S_t)，趋势性或称倾向性(线性)，季节性(B_t)。它与霍特法^[7]很相似，只是多一个季节性。建立在三个平滑值基础上的温特斯法，需要三个参数 α 、 β 、 γ 。它的基础方程式为

总平滑

$$S_t=\alpha \frac{Y_t}{I_{t-L}}+(1-\alpha) \left(S_{t-1}+b_{t-1}\right) \quad (0<\alpha<1) \tag{2}$$

倾向平滑

$$b_t=\gamma \left(S_t-S_{t-1}\right)+(1-\gamma) b_{t-1} \quad (0<\gamma<1) \tag{3}$$

季节平滑

$$I_t=\beta \frac{Y_t}{S_t}+(1-\beta) I_{t-L} \quad (0<\beta<1) \tag{4}$$

式中： L 为季节长度(月或季)或称季节周期的长度； I 为季节调整因子。

(4)式可与季节指数比较。季节指数是时序的第 t 期值 Y_t 与同期一次指数平滑值 S_t 之比。显然， $Y_t>S_t$ 季节指数大于1；反之，则小于1。这里， S_t 是一个序列的平滑值，也就是一个平均值，它不包括季节性，这一点理解季节指数及 I_t 的作用很重要。时序值 Y_t ，既包括季节性又包括某些随机性，为平滑随机性变动，(4)

式采用参数 β 加权计算出的季节因子 $\left(\frac{Y_t}{S_t}\right)$ ，用 $(1-\beta)$ 加权前一个季节数据 (I_{t-L}) 。

(3) 式完全用来修匀趋势值，用参数 γ 加权趋势值 $(S_t - S_{t-1})$ ，用 $(1-\gamma)$ 加权前期趋势值 (b_{t-1}) 。

(2) 式是求已修匀的时序值 S_t 。用季节调整因子 I_{t-L} 去除观察值，目的是从观察值 Y_t 中消除季节波动。当 $t-L$ 期的值高于季节平均值时， I_{t-L} 大于 1，用大于 1 的数去除 Y_t ，得到小于 Y_t 的值，其减少的数值正好是 $t-L$ 期的 I_t 高于季节平均值的差额。季节因子 I_{t-L} 小于 1 时，情况相反。当 (2) 式中 S_t 已知时，(4) 式的 I_t 才能被计算，因而 (1) 式中 S_t 的计算用 I_{t-L} 。

温特斯线性和季节性指数平滑预测模型中含有 α 、 β 、 γ 三个平滑常数，通常按经验推荐一组预测模型参数 $\alpha = 0.30$ ， $\beta = 0.05$ ， $\gamma = 0.10$ 。如用试验法选取平滑常数时，应考虑三个平滑常数的所有可能的搭配，优选出最佳的预测模型。本例采用计算机反复迭代优选出预测误差最小的预测模型平滑常数 α 、 β 、 γ 。

对所有类型的指数平滑法，初始值都是需要的。初始值的数目及确定决定于所采用的平滑方法。温特斯线性和季节性指数平滑法初始值的确定方法如下：

$$S_{L+1} = Y_{L+1}$$

式中： L 为季节周期长度。

$$I_1 = Y_1 / \bar{Y}$$

$$I_2 = Y_2 / \bar{Y}$$

$$I_3 = Y_3 / \bar{Y}$$

$$\vdots$$

$$I_L = Y_L / \bar{Y}$$

这里 $\bar{Y} = \sum_{i=1}^L Y_i / L$

$$b_{L+1} = \frac{(Y_{L+1} - Y_1) + (Y_{L+2} - Y_2) + (Y_{L+3} - Y_3)}{3(L)}$$

初始值的指定要有意义或对于进行的估计是正确的。当怀疑初始值的正确性时，可适当加大平滑常数 α ，以迅速消除其对各期平滑值的影响。

如果时间序列的时序号从 $t=0$ 开始，那么上述各式中，凡是 S_t 的地方均应换成 S_0 ，其他与 t 有关的下标均要做适当的调整。

2 预测精度的测定

由于社会经济现象始终存在着不确定性，故随机性总是存在的。无论预测方法的使用如何得当，预测模型对历史数据的拟合程度怎样高，观察值与预测值之间仍然会存在偏差。尽量使误差减小到最低限度，即尽可能提高预测精度，是研究预测方法，实际设计预测方案的一项重要任务。测定预测精度通常采用的指标有：平均百分误差(MPE)、平均误差(ME)、误差平方和(SSE)、误差的标准差(SDE)、平均绝对百分误差(MAPE)(%)、均方误差(MSE) 等。本文采用平均绝对百分误差(MAPE)和均方误差(MSE)最小作为优选预测模型的指标。

3 实例分析

成都市属医院 2006~2008 年 1~4 季度门急诊次资料如表 1，用该资料建立温特斯线性和季节性指数平滑预测模型对该市 2009 年 1~4 季度的门急诊次进行预测。

我们采用 VisualFoxpro 5.0 编程，平滑常数 α 、 β 、 γ 从 0.05~0.95，步长为 0.05 进行计算，通过计算机运算获多个预测结果，自动选择并保留平均绝对百分误差(MAPE)最小的作为最佳预测模型结果。经计算，当 $\alpha = 0.30$ ， $\beta = 0.20$ ， $\gamma = 0.60$ 时所得预测模型，其平均绝对百分误差(MAPE)和均方误差(MSE)均为最小，为最优化预测模型，如表 1。按通常推荐的经验预测模型参数 $\alpha = 0.30$ ， $\beta = 0.05$ ， $\gamma = 0.10$ 得出预测模型与本

表 1 温特线性 and 季节性指数平滑预测模型预测成都市属医院门急诊人次

时序 t	年份	季度	门急诊人次 (万人次) Y_t	优选平滑常数模型 ($\alpha=0.30, \beta=0.20, \gamma=0.60$)					经验平滑常数模型 ($\alpha=0.30, \beta=0.05, \gamma=0.10$)				
				总平滑	季节平滑	趋势平滑	预测值	误差值	总平滑	季节平滑	趋势平滑	预测值	误差值
				S_t	I_{t+1}	b_t	F_{t+m} ($m=1$)	e_t	Y_t	S_t	b_t	F_{t+m} ($m=1$)	e_t
1	2006	1	86.94		0.88					0.88			
2		2	103.30		1.05					1.05			
3		3	104.88		1.07					1.07			
4		4	98.18		1.00					1.00			
5	2007	1	96.40	96.40	0.90	2.32			96.40	0.89	2.32		
6		2	112.65	101.29	1.06	3.86	103.66	8.99	101.29	1.05	2.58	103.66	8.99
7		3	114.22	105.63	1.07	4.15	112.51	1.71	104.73	1.07	2.67	111.14	3.08
8		4	113.44	111.03	1.01	4.90	109.78	4.16	109.36	1.00	2.87	107.40	6.54
9	2008	1	109.94	116.13	0.90	5.02	104.34	0.56	113.93	0.89	3.04	99.88	5.06
10		2	117.66	118.11	1.05	3.20	128.42	-10.76	115.50	1.05	2.89	122.82	-5.16
11		3	130.24	121.43	1.07	3.27	129.80	0.44	119.39	1.07	2.99	126.68	3.56
12		4	128.27	125.39	1.01	3.68	125.95	2.32	124.15	1.00	3.17	122.38	5.89
13	2009	1					116.16					113.31	
14		2					135.52					133.69	
15		3					138.10					136.23	
16		4					130.36					127.32	

文按计算机反复迭代所得出的最优化模型的预测误差比较见表2。由表2可见，用计算机编程反复迭代所得最佳预测模型相关误差均低于推荐参数所得模型的误差。本文模型平均绝对百分误差(MAPE) = 3.5703% < 10%，预测精度较高。

2009年成都市属医院1~4季度门急诊人次点估计值以及门急诊人次的预测区间值见表3。成都市属医院2009年1~4季度门急诊人次实际值均在预测区间之内，预测效果满意^[2-7]。

4 讨论

建立温特斯线性 and 季节指数平滑预测模型，对成都市属医院2009年1~4季度门急诊人次进行定量化预测，得到较为精确的预测结果，为卫生管理决策提供了可靠依据，收到满意效果。统计预测的方法很多^[2-15]，每一种预测方法均适用于不同的时间序列。指数平滑法除了直观性强以外，其普遍采用的最主要原因是因为它的方法简便，具有递推性质，而且连续预测时，只需要存贮最低限度的数据，在时期t时，不必知道以

表 2 门急诊人次预测模型 6~12 期预测误差分析

	优选平滑常数模型	经验平滑常数模型
	($\alpha=0.30, \beta=0.20, \gamma=0.60$)	($\alpha=0.30, \beta=0.05, \gamma=0.10$)
平均百分误差(MPE)	0.9574	3.4541
平均绝对百分误差(MAPE)	3.5703	4.7071
平均误差(ME)	1.0657	3.9943
平均绝对误差(MAE)	4.1400	5.4686
误差平方和(SSE)	222.7634	232.6730
均方误差(MSE)	31.8233	33.2390
误差的标准差(SDE)	6.0932	6.2273

表 3 2009年成都市属医院门急诊人次的预测值 (万人次)

季度	点估计值	95%置信区间预测值	实际值
1	116.16	104.22~128.10	118.66
2	135.52	123.58~147.46	132.39
3	138.10	126.16~150.04	143.06
4	130.36	118.42~142.30	130.79

往的观察值(因而也就不存贮它们)，只要有了本期的实际数据和本期的预测值，就可以将第t+1的预测值计算出来,这是指数平滑法的最重要的优点之一。以往对含有长期趋势的季节性预测，大多采用计算较为简便的移动平均趋势剔除法[8]等预测模型，目前，计算机的应用已经十分普及，用计算机完成预

测模型最优的一组参数的选择也变得简单而可行，其预测精度随之大大提高。本文采用温特斯线性和季节指数平滑预测模型建模进行预测，定量化地获得了成都市属医院2009年1~4季度门急诊次预测相关数据，为提高成都市门诊医疗卫生资源利用的效率和效益提供了参考依据。采用计算机进行迭代模拟试算建模，获得最优一组参数的温特斯线性和季节指数预测模型计算简便，具有递推性质，预测精度较高，在卫生管理中有实用价值。

参考文献

[1] 杨建南,李世云,高萌,等. 2003~2008年成都市5城区医院病床利用效率变动情况的RSR综合评价[J]. 数理医药学杂志, 2010, 23(1): 59-61.

[2] 暴奉贤,陈宏立. 经济决策与统计方法[M]. 广州:暨南大学出版社, 1993: 193-200.

[3] 侯文超著. 经济预测-理论、方法及应用[M]. 北京:商务印书馆, 1993: 130-145.

[4] 易丹辉编著. 统计预测-方法与应用[M]. 北京:中国统计出版社, 2001, 96-107.

[5] 周概容. 应用统计方法词典[M]. 北京:中国统计出版社, 1993: 371-372.

[6] 周雄鹏. 统计预测和决策[M]. 上海:立信会计图书用品社.

[7] 杨建南,汪学军,刘勇华,等. 霍特双参数指数平滑预测模型在医院管理中应用的探讨[J]. 中国医院统计, 2008, 14(3): 193-195.

[8] 杨建南. 应用移动平均趋势剔除法预测门诊次数的探讨[J]. 中国卫生统计, 1991, 8(6): 31-32.

[9] 杨建南. 拟合指数函数曲线预测医院门诊工作量[J]. 数理医药学杂志, 1992, 5(4): 78.

[10] 杨建南. 统计学方法介绍-组合预测[J]. 中华医院管理杂志, 1993, 9(7): 444.

[11] 杨建南. 几种预测法介绍[J]. 中华医院管理杂志, 1994, 10(6): 384.

[12] 杨建南. 线性自回归预测在卫生管理中的应用[J]. 中国卫生统计, 1995, 12(增刊): 101-102.

[13] 杨建南,张常红. 差分-指数平滑预测模型在医院管理统计中应用的探讨[J]. 中国医院统计, 1999, 6(4): 198-200.

[14] 辛珏,季江川. 差分-指数平滑预测模型在门诊次数预测中应用[J]. 中国病案, 2009, 10(5): 32-33.

[15] 杨建南,刘开铨,陈筑蓉. 折扣最小平方预测模型在医院管理中应用的探讨[J]. 中国病案, 2005, 6(11): 6-7.

2009年出院病人住院日影响因素 Logistic 回归分析

570311 海口市 海南省人民医院病案统计科 王平根 高允锁 罗文龙 于 华

摘 要 **目的** 通过住院患者数据库讨论住院日影响因素，寻求降低平均住院日解决之道。**方法** 采用单因素分析与多因素分析方法相结合，多因素分析采用 Logistic 逐步回归模型。**结果** 对于超长住院日来说，院内感染或术后并发症病人、转科病人及肿瘤科病人是的高危因素，外科病人、术前住院日、治疗结果、总费用等是危险因素。而妇产科病人是缩短住院日有利因素。**结论** 控制院内感染、制订按专科收治病人、杜绝手术“二进宫”现象的发生、控制患者住院费用等是缩短平均住院日的有效方法。

关键词 住院日；影响因素；Logistic 回归分析

医院患者平均住院日是医院管理的重要指标之一，也是衡量一个医院管理水平和医疗质量的重要标志。在当前大力推进医疗改革的新形势下，为了贯彻“一切以病人为中心”的宗旨，各医疗机构都在研究缩短患者住院日的对策^[1、2]，力求把平均住院日控制在一个合理水平上。然而，平均住院日是诸多影响因素相互作用的结果，需要科学地缜密地分析研究才能得出正确的结论。本文从患者住院病历首页中的基本信息、诊断信息和费用信息出发，利用多元分析 Logistic 模型，对患者住院日影响因素进行逐步回归，得出了一些有意义的结果。