

## 灰色模型 GM(1,1) 结合 Excel 实现药品销售预测

查振中<sup>1</sup> 王 晖<sup>2</sup>

**摘要** 目的: 预测医院药品销售趋势。方法: 利用灰色模型 GM(1,1) 的预测原理, 在 Excel 电子表格中实现数据的自动计算和处理, 实时得出预测结果。结果: 根据拟合公式得出的预测值与实际值比较, 预测精度大于 97%, 后验差比值  $C=0.0538$ 。结论: 灰色模型 GM(1,1) 是一种预测医院药品销售趋势的简便易行的方法, 易推广, 有较强的实用性。

**关键词** 灰色模型 Excel 药品销售额 预测

**中图分类号** R197.3

**文献标识码** A

**文章编号** 1001-5329(2004)05-0041-02

The Prediction of Medicine Consumption Combined Grey Model with Excel/Zha Zhenzhong, Wang Hui// Chinese Hospital Management, 2004, 24(5): 41-42

**Abstract Objective** To predict medicine consumption trend of hospital. **Method** Through the prediction principle of Grey Model, we can carry on automatic calculation and management of data in Excel, and get prediction outcome punctually. **Results** Based on fitness formula, we can compare predicted value with actual value and draw a conclusion: precision of prediction is more than 97 percent and the value of C is 0.0538. **Conclusion** The Grey Model is easy and feasible a method of predicting medicine consumption trend of hospital. It is easy to spread and has better practicability.

**Key words** Grey Model, Excel, quantum of medicine consumption, prediction

**First-author's address** The Anqing Oil and Chemical Hospital, Anqing, 246001, PRC

灰色系统理论是 20 世纪 80 年代由我国邓聚龙教授提出, 用来解决信息不完备系统的数学方法。部分信息已知、部分信息未知的系统称为灰色系统。灰色系统理论是研究解决灰色系统分析、建模、预测和控制的理论<sup>[1]</sup>。在灰色系统建模中, 最具特色的是针对生成的时间序列建模, 即灰色模型 (Grey Model, GM)。其中较为简单的一种模型——单变量一阶微分方程 GM(1,1) 模型已被应用于医学研究的许多领域之中, 进行疾病发病趋势等的预测<sup>[2]</sup>。虽然用 GM(1,1) 预测具有思路简单, 数据单纯, 运算简便等特点, 但是在具体运用中, 若仅靠手工或借助计算器, 不但计算工作量相当大, 并且容易出错。本文使用了具有数据统计处理和表格生成功能的通用计算机办公软件 Excel, 实现了对医院药品销售趋势的自动建模和快速预测, 结果直观, 数据完整, 精确度较高。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料来源

采集我院近年药品年销售额情况, 见表 1。

项目	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年
销售额	828.55	1 104.68	1 320.46	1 368.72	1 664.16	2 117.31

### 1.2 GM(1,1) 预测方法

将原始数据排成时间数列  $X_t$  ( $t=0, 1, 2, \dots, n$ ), 其中  $X_t$  表示第  $t$  时刻的原始数据,  $X_0=828.55$ 。

(1) 累加生成 通常原始数据呈现离乱现象, 灰色系统理论将无规律的原始数据按 (1) 式累加生成, 使其变为较有规律的生成数列  $Y_t$

$$Y_t = \sum_{i=0}^t X_i \quad (t=0, 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

(2) 移动平均数生成 对累加生成数据  $Y_t$  按式 (2) 作移动平均数生成  $Z_t$

$$Z_t = 1/2(Y_t + Y_{t-1}) \quad (t=1, 2, 3, \dots, n) \quad (2)$$

(3) 建立模型 GM(1,1)

$$Y_t \text{ 的一阶线性微分方程为: } \frac{dY_t}{dt} + \alpha Y_t = \mu \quad (3)$$

(3) 式即为 GM(1,1) 模型, 其中  $\alpha$ 、 $\mu$  为特定系数。按微分方程的求解方法得到:

$$Y_t = (X_0 - \frac{\mu}{\alpha}) e^{-\alpha t} + \frac{\mu}{\alpha} \quad (t=0, 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

其中  $X_0$  为初始时刻的原始数据, 根据最小二乘法得式 (5)、(6)、(7):

$$\alpha = [(\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Z_i) - n(\sum_{i=1}^n Z_i X_i)] / D \quad (5)$$

$$\mu = [(\sum_{i=1}^n Z_i^2)(\sum_{i=1}^n X_i) - (\sum_{i=1}^n Z_i)(\sum_{i=1}^n Z_i X_i)] / D \quad (6)$$

$$D = n(\sum_{i=1}^n Z_i^2) - (\sum_{i=1}^n Z_i)^2 \quad (7)$$

(4) 求预测值 因为灰色模型实际上是生成数列模型, 计算所得结果是预测值的累加和, 对累加生成的数据必须经过逆生成, 即累减还原后才能使用。故预测值由下式计算得到:

$$\hat{X}_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (t=1, 2, 3, \dots, n) \quad (8)$$

(5) 计算后验差比值  $C$  残差  $\delta$  及  $\delta$  的样本总体标准偏差  $S_1$ 、实际数  $X_t$  的样本总体标准偏差  $S_2$  由下式得到 ( $t=1, 2, 3, \dots, n$ ):

$$\delta(t) = X_t - \hat{X}_t$$

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (\delta_t - \bar{\delta})^2}{n}}$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2}{n}}$$

则:  $C = S_1 / S_2$

(6) 外推预测 按式 (4) 和式 (8) 向后预测。

### 1.3 建立电子表格

1.3.1 调整电子表格的格式 如表 2 所示。

1.3.2 输入原始数据 原始数据即表 1 中 1998—2003 年的药品销售额。

①安庆石化医院 安庆市 246001

②广东医学院药理教研室 湛江市 524023

## 1.3.3 编程

(1) 计算累加生成  $Y_i$  ( $i=0, 1, 2, \dots, n$ )、移动平均数生成  $Z_i$  以及  $Z_i X_i$  和  $Z_i^2$  ( $i=0, 1, 2, \dots, n$ )

方法: 先在 D3 单元格中输入“=C3”(简写成 D3=C3, 下同), D4=D3+C4, E4=(D3+D4)/2, F4=C4×E4, G4=POWER(E4,2), 然后选中 D4、E4、F4、G4, 按住填充柄向下填充 4 行 (即已知年份对应的行)。

$$(2) \text{ 计算 } \sum_{i=1}^5 X_i, \sum_{i=1}^5 Z_i, \sum_{i=1}^5 Z_i X_i, \sum_{i=1}^5 Z_i^2$$

方法: 输入 C9=SUM(C4:C8), E9=SUM(E4:E8), F9=SUM(F4:F8), G9=SUM(G4:G8)。

(3) 按公式(5)、(6)、(7)分别计算  $D$ 、 $\alpha$ 、 $\mu$ , 并计算出  $\mu/\alpha$  和  $X_1 - \mu/\alpha$

方法: 输入 D13=ROUND(B8\*C9-POWER(E9,2)/4), D14=ROUND(E9\*C9-B8\*F9)/D13/4, D15=ROUND(C9\*G9-E9\*F9)/D13/4, F14=D15/D14, F15=C3-F14。

(4) 按公式(4)、(8)计算  $Y_i, \hat{X}_i$

方法: 先输入 H4=F15×EXP(-D14×B4)+F14, I4=H4-H3, 然后选中 I4, 按住填充柄向下填充 4 行, 将 H4 的公式复制到 F5~F8, 只需将公式中的“B4”相应地修改为“B5”、“B6”、“B7”、“B8”。

(5) 计算实际值与预测值的残差  $\delta$ 、残差百分率和残差均数  $\bar{\delta}$  以及残差样本总体标准差  $S_\delta$

方法: 输入 J4=C4-I4, M4=ROUND(J4/C4×100,2), J11=ROUND(AVERAGE(J4:J8),4), J13=ROUND(STDEV(J4:J8),4), 选中 J4 和 K4, 按住填充柄向下填充 4 行。

(6) 计算已知年份中非初始年份的实际数的样本总体标准差  $S_2$  和后验差比值  $C$

方法: 输入 D11=ROUND(STDEV(C4:C8),2), J16=ROUND(J13/D11,4)

## 2 结果

见表 2。虚框中为原始数据, 其余数据均为自动计算结果。

表 2 医院药品销售预测

A 年份	B $t$	C $X_t$	D $Y_t$	E $Z_t$	F $X_t Z_t$	G $Z_t^2$	H $Y_t$	I $\hat{X}_t$	J 后验差检验	K 残差
1998	0	828.55	828.55				828.550 0	828.550 0	残差( $\delta$ )	百分率(%)
1999	1	1 104.68	1 933.23	1 380.890 0	1 525 441.565 2	1 906 857.192 1	1 947.437 4	1 118.887 4	-14.207 4	-1.29
2000	2	1 320.46	3 253.69	2 593.460 0	3 424 560.191 6	6 726 034.771 6	3 258.102 7	1 310.665 2	9.794 8	0.74
2001	3	1 568.72	4 822.41	4 038.050 0	6 334 569.796 0	16 305 847.802 5	4 793.416 5	1 535.313 8	33.406 2	2.13
2002	4	1 779.54	6 601.95	5 712.180 0	10 165 052.797 2	32 629 000.352 4	6 591.883 8	1 798.467 3	-18.927 3	-1.06
2003	5	2 117.31	8 719.26	7 660.605 0	16 219 875.572 6	58 684 868.966 0	8 698.609 3	2 106.725 4	10.584 6	0.50
2004	6	7 890.71	25 330.54	21 385.185 0	37 669 499.922 6	116 252 609.084 6	11 166.428 4	2 467.819 1		
2005	7						14 057.232 9	2 890.804 4	均差 $\bar{\delta}$	
2006	8		$S_2=352.68$				17 443.522 5	3 386.289 6	4.130 1	
2007	9						21 410.223 7	3 966.701 2	$S_\delta$	
2008	10		D=123 936 907.938 9				26 056.819 3	4 646.595 6	18.967 1	
2009	11		$\alpha=-0.158 2$	$\mu/\alpha=-5 699.364 1$			31 499.843 4	5 443.024 2		
2010	12		$\mu=901.639 4$	$X_1 - \mu/\alpha=6 527.914 1$			37 875.804 4	6 375.961 0	$C=S_\delta/S_2$	
2011	13						45 344.608 0	7 468.803 5	0.053 8	

## 3 讨论

3.1 影响医院药品销售额的因素呈多样化, 而且具有不确定性。灰色系统中单变量本阶线性微分模型 GM(1,1) 是灰色数列预测的基本模型, 对样本含量的概率分布无严格要求<sup>[3]</sup>, 计算过程相对简单, 适用于预测药品销售的总体趋势。

根据后验差检验的原则, 后验差比值  $C$  越小越好,  $C$  小表示残差总体标准差  $S_\delta$  小, 原始数据总体标准差  $S_2$  大,  $S_\delta$  小表示预测误差离散性小,  $S_2$  大表明原始数据离散性大。本组数据后验差比值  $C=0.053 8 < 0.35$ , 残差百分率均小于  $\pm 3\%$ , 即预测精度大于 97%。

3.2 目前计算机普及率已较高, 电子表格也成为计算机必备软件之一。Excel 是 Microsoft 办公软件 Office 的组成部分, 具有易学易用、功能强大、处理对象的数量可任意增减的特点。本文数据在 Excel 5.0 以上版本中均通过测试, 计算结果相同。如果原始数据多于或少于本文的 6 组, 可以通过在表格的第 5~8 行间插入或删除若干行。插入或删除行后, 利用填充柄更新或补充相应的公式, 按 1.3.3 中描述的步骤进行即可。


3.3 医院药品销售额与医院整体经营状况有直接关系, 一般情况下医院药品销售收入占医院总业务收入的 50% 左右。通过预测药品销售额, 也可间接得出医院总体经营趋势。预测结果显示, 我院药品销售收入以每年 17% 左右的速度增长, 业务收入可望在 5 年后, 即 2008 年达到或接近 1 亿元。

3.4 医院信息系统(HIS)是一个庞大的医院数据处理系统, 从中可以及时统计各种医疗数据, 扩大预测对象的范围。针对不同的样本大小, 通过简单增删 Excel 表的行数, 就可进行预测, 迅速得出预测结果。对于某些样本, 可以由按年度预测精细为按月或按季度预测, 应用极为灵活。

## 参 考 文 献

- [1] 邓聚龙. 灰色控制系统[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1985. 348-374
- [2] 肖景榕. 灰色模型 GM(1,1) 在恶性肿瘤发病率预测中的应用[J]. 数理医药学杂志, 2003, 16(1): 86
- [3] 赵定义. 灰色数列预测模型在医学中的应用[J]. 中国卫生统计, 1988, 5(1): 5

[收稿日期 2004-03-12](编辑 殷大为)

作者：[查振中](#)，[王晖](#)  
作者单位：[查振中\(安庆石化医院, 安庆市, 246001\)](#)，[王晖\(广东医学院药理教研室, 湛江市, 524023\)](#)  
刊名：[中国医院管理](#)   
英文刊名：[CHINESE HOSPITAL MANAGEMENT](#)  
年，卷(期)：2004, 24 (5)  
被引用次数：4次

## 参考文献(3条)

1. [邓聚龙](#) [灰色控制系统](#) 1985
2. [肖景榕](#) [灰色模型GM\(1, 1\)在恶性肿瘤发病率预测中的应用](#)[期刊论文]-[数理医药学杂志](#) 2003 (01)
3. [赵定义](#) [灰色数列预测模型在医学中的应用](#) 1988 (01)

## 本文读者也读过(7条)

1. [李秀央](#), [李振洪](#), [蔡雪霞](#) [用EXCEL实现灰色数列模型GM\(1, 1\)的预测](#)[期刊论文]-[数理医药学杂志](#)2000, 13 (4)
2. [马新强](#), [黄羿](#), [MA Xin-qiang](#), [HUANG Yi](#) [基于BP神经网络的药品销售预测模型设计](#)[期刊论文]-[重庆文理学院学报\(自然科学版\)](#) 2008, 27 (2)
3. [李兴国](#), [王珊珊](#), [席云珍](#) [广州军区部队人群病毒性肝炎的预测](#)[期刊论文]-[现代预防医学](#)2004, 31 (1)
4. [李雪娟](#), [蒋世忠](#), [黄展鹏](#) [基于LM算法的BP网络在药品销售预测中的应用](#)[期刊论文]-[福建电脑](#)2007 (10)
5. [娄青](#) [销售预测审计量表开发和应用研究](#)[学位论文]2005
6. [2009的世界主要市场抗心律失常和冠心病药物销售预测](#)[期刊论文]-[医疗保健器具](#)2004 (6)
7. [耿东升](#), [张文斌](#) [某药材站药品销售行为分析](#)[会议论文]-2001

## 引证文献(4条)

1. [于广华](#), [王宁](#) [Microsoft Excel药学计算可视化的应用](#)[期刊论文]-[计算机与应用化学](#) 2006 (9)
2. [于广华](#), [陈国忠](#), [王宁](#) [药学数据分析的MS Excel辅助计算](#)[期刊论文]-[计算机与应用化学](#) 2007 (11)
3. [于广华](#), [王宁](#) [Microsoft Excel药学计算可视化的应用](#)[期刊论文]-[计算机与应用化学](#) 2006 (9)
4. [于广华](#), [陈国忠](#), [王宁](#) [药学数据分析的MS Excel辅助计算](#)[期刊论文]-[计算机与应用化学](#) 2007 (11)

引用本文格式：[查振中](#), [王晖](#) [灰色模型GM\(1, 1\) 结合Excel实现药品销售预测](#)[期刊论文]-[中国医院管理](#) 2004 (5)