

基于GM(1,1)预测模型的中药材价格指数预测

茅鸯对*, 常峰#(中国药科大学医药产业发展研究中心, 南京 211198)

中图分类号 R224.0 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2014)23-2200-03

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2014.23.33

摘要 目的:选择合适的预测模型对中药材价格进行预测。方法:应用离散形式的差分方程求解法建立中药材价格指数的灰色GM(1,1)差分预测模型,用程序简洁、预测精度高的美国The MathWorks公司出品的商业数学软件(MATLAB)实现模型算法。结果:模型预测结果显示,小误差几率、均方差比检验等级为好,相对误差检验等级为合格,可见预测效果十分理想。结论:该模型适用中药材价格指数的中期预测。

关键词 中药材;价格指数;灰色系统;预测模型;模型拟合

Prediction of Chinese Herbal Medicine Price Index Based on Gray GM(1,1) Prediction Model

MAO Yang-dui, CHANG Feng (Pharmaceutical Industry Development Research Center, China Pharmaceutical University, Nanjing 211198, China)

ABSTRACT OBJECTIVE: To choose suitable prediction model to predict Chinese herbal medicine price. METHODS: Gray GM(1,1) prediction model of Chinese herbal medicine price index was established by difference equation in discrete form. Model algorithm was obtained by using MATLAB with simple procedure and high accuracy of prediction manufactured by The MathWorks in USA. RESULTS: Model prediction showed that small error probability and mean variance ratio test were in good level, and relative error test was in accreditation level. The prediction effect was desired very much. CONCLUSIONS: The model is suitable for medium-term prediction of Chinese herbal medicine price.

KEYWORD Traditional Chinese Medicine ; Price Index ; Grey system; Prediction Model ; Model fitting

中药材价格指数是依据统计指数与统计评价理论,采用合成指数编制方法,选择一系列反映中药材市场运行状况的指标,进行综合处理,用以反映中药材价格和行业景气程度的综合指数体系。目前,由国家商务部授权发布的“成都·中药材价格指数”和国家发改委部署编制的“康美·中国中药材价格指数”已成功发布并进入应用阶段。中药材价格指数能及时准确地反映价格变化趋势和变化程度,有利于政府有关部门的政策调控,对生产者、经营商以及厂家和相关行业机构均有很大的决策参考作用。

本文在研究灰色GM(1,1)预测模型的基础上,对“康美·中国中药材价格指数”做预测分析,为有关部门在方法上提供参考,也为制定和调整各项经济政策,特别是价格政策、调控价格总水平提供依据,引导生产和消费预期。

1 灰色GM(1,1)预测模型概述及其原理

灰色预测适合于对既含有已知信息又含有不确定信息的系统进行预测,就是对在一定范围内变化的、与时间有关的灰色过程进行预测^[1]。尽管灰过程中所显示的现象是随机的、杂乱无章的,但毕竟是有秩序的、有界的,因此得到的数据集具备潜在的规律。灰色预测就是利用这种规律建立灰色模型对灰色系统进行预测^[2]。结合实际情况,考虑到中药材价格指数具有明显的动态特征和不确定性,且有诸多因素影响,符合灰色系统的特点,并且GM(1,1)的适用范围很广,对样本量数据的多少和样本有无规律都适合^[3],因此本研究考虑采用离散灰

色模型,即预测的一个变量、一阶微分的GM(1,1)模型进行预测。

GM(1,1)模型是基于随机的原始时间数列,经过按时间累加后所形成的新的时间数列,其呈现的规律可以用一阶线性微分方程的解来逼近。可以证明这时的原始时间数列呈指数变化规律。故当原始时间数列隐含着指数变化规律时,灰色模型GM(1,1)的预测将是非常好的预测^[4]。GM(1,1)模型的建模预测主要分为五大步骤^[5-7],如图1所示。

1.1 级比检验、建模可行性判断、数据变换处理

设原始数据序列为:

$$x^{(0)}(k) = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\}$$

式中, $x^{(0)}(k)$ 表示第 k 个原始数据系列, 其中 $k=1, 2, 3, \dots, n$ 。

计算级比: $\sigma(k) = x(k-1)/x(k), k=2, 3, \dots, n, \sigma(k) \in [e-1/n+1, 1/en+1]$, 检验级比 $\sigma(k)$ 是否落入可容覆盖中, 若合格则该序列可作GM(1,1)建模和进行数列灰预测。

1.2 累加数据序列生成、紧邻生成

$$x^{(1)}(k) = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(1)+x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n-1)+x^{(0)}(n)\}$$

其中 $x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i) (k=1, 2, \dots, n)$ 是对原始数据进行一次累加生成的数列, 记为AGO(1-AGO)生成序列, 以弱化原始序列的随机性和波动性。新数列与原始数列相比, 其随机性程度大大降低, 平稳性大大增强。

$x^{(0)}$ 的紧邻生成序列 $z^{(1)}$ 为: $z^{(1)} = \{z^{(1)}(2), z^{(1)}(3), \dots, z^{(1)}(n)\}$, 其中 $z^{(1)}(k) = 1/2[x^{(1)}(k+1)+x^{(1)}(k)], k=2, 3, \dots, n$

1.3 建立GM(1,1)模型

$x^{(0)}(k)+az^{(1)}(k)=b$ 称式子为GM(1,1)模型的基本形式。

* 硕士研究生。研究方向:药品价格规制。E-mail:maoyangdui@126.com

副教授, 硕士研究生导师。研究方向:医药流通规制。E-mail:cpucf@163.com

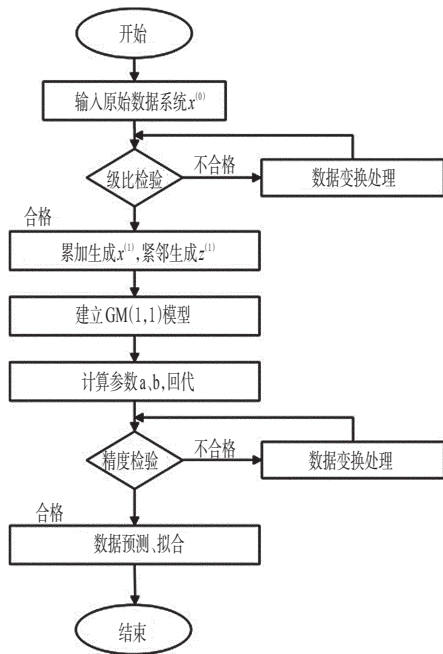


图1 模型的建立步骤

Fig 1 Model establishment steps

在GM(1,1)模型的参数列中,称参数 $-a$ 为待辨识参数,亦称发展系数,主要控制系统发展态势的大小; b 为灰色作用量,是待辨识内生变量, b 的大小反映数据变化的关系。以 $k=2, 3, \dots, n$ 代入GM(1,1)模型基本形式,得到灰色GM(1,1)模型的白化微分方程为: $dx^{(1)}/dt+ax^{(1)}=b$

1.4 a、b值计算

$$\text{若 } P = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \text{ 为参数列, 且 } Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} -z(1)(2) & 1 \\ -z(1)(3) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z(1)(n) & 1 \end{bmatrix}$$

则上述方程组可转化为下述矩阵方程 $Y=BP$,由最小二乘法得, $P = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y$

在GM(1,1)预测模型中,都是假定 $x^{(1)}(1) = x^{(1)}(1) = x^{(0)}(1)$,因此GM(1,1)模型的离散解为:

$$x^{(1)}(k+1) = [x^{(0)}(1) - b/a]e^{-ak} + b/a$$

根据累加关系,原始数据为:

$$x^{(0)}(k+1) = x^{(1)}(k+1) - x^{(1)}(k) = (1 - e^{-a})[x^{(1)}(1) - b/a]e^{-ak}$$

1.5 模型的检验及拟合

对已建立的数学模型一般要进行对应的精度评估,以确保灰色GM(1,1)预测模型有较高的精度,且能应用于预测实际。一般情况下,小误差概率 p 越大越好(因为越大,说明残差与残差平均值之差小于给定的点越多);相对误差 a 越小越好;残差检验: $e^{(k)} = x^{(0)}(k) - x(k)$,值越小越好;均方差比值 C 越小越好(因为 C 值小,说明残差方差小,样本方差大)。对于建立的灰色GM(1,1)预测模型,一般参考精度指标如表1所示。

当 $t \geq n+1$ 时, $x^{(0)}(t)$ 为模型预测值;当 $t \leq n$ 时, $x^{(0)}(t)$ 为模型拟合值。

2 基于MATLAB的中药材价格指数灰色GM(1,1)预测模型实现

“康美·中国中药材价格指数”是首个依托大型民营企业

表1 灰色GM(1,1)预测模型精度检验等级参照表

Tab 1 Inspection degree contrast of the accuracy of gray GM(1,1) prediction model

检验指标	好	合格	勉强合格	不合格
小误差概率 p	>0.95	>0.85	>0.70	<0.70
均方差比 C	<0.35	<0.50	<0.65	>0.65
相对误差 a (%)	<0.01	<0.05	<0.10	>0.20

(康美药业股份有限公司)承担编制的全国价格指数,是国内最专业、最权威、最全面的中药材价格指数^[8]。本研究采集中国中药材价格指数官方网站发布的数据作预测模型。本文选取2012年9月至2013年6月之间的中药材价格指数(定基指数,以2010年8、9月份的平均价格为基期)价格指数,如表2所示。

表2 2012年9月—2013年6月中国中药材定基价格指数(%)

Tab 2 Base price index of Chinese herbal medicine in China during Sept. 2012-Jun. 2013 (%)

时间	价格指数	时间	价格指数
2012年9月	994.82	2013年2月	1037.14
2012年10月	998.36	2013年3月	1068.82
2012年11月	1013.48	2013年4月	1100.75
2012年12月	1020.59	2013年5月	1101.24
2013年1月	1026.57	2013年6月	1108.57

2.1 数据序列检验

由上述基础数据可得 Q_i 基本上都在(0.9, 1.1)的合理区间内,满足建模条件。

$$Q_i = \{0.99645, 0.98508, 0.99303, 0.99417, 0.98981, 0.97036, 0.97099, 0.99956, 0.99339\}$$

2.2 MATLAB数据结果输出

MATLAB工具在数据挖掘的计算等方面有着良好的适应性和优越性,本文选取MATLAB工具来辅助数据的处理。按照GM(1,1)模型建立步骤,逐步编写程序。结果输出情况如下:累加序列为

$$x_1 = \{994.82, 1993.2, 3006.7, 4027.3, 5053.8, 6091, 7159.8, 8260.5, 9361.8, 10470\}$$

紧邻序列为

$$z_1 = \{1494, 2499.9, 3517, 4540.5, 5572.4, 6625.4, 7710.2, 8811.1, 9916.1\}$$

发展系数 $a = -0.014384$,灰作用量 $u = 971.8294$ 。可见 $|a| \in (0.03)$,此GM(1,1)模型适用于中、长期预测^[9],按徐国祥^[1]的分法,中期指3个月到2年。由于篇幅限制,本研究预测时间截止至2014年4月。用GM(1,1)模型测算的拟合预测结果如表3所示;图2为实际值与预测值数据曲线的对比。

表3 中药材价格指数的GM(1,1)模型拟合、预测数据

Tab 3 Fitted and predicted data of GM(1,1) prediction model for Chinese herbal medicine price index

月份	价格指数	月份	价格指数	月份	价格指数	月份	价格指数
2012/9	994.82	2013/2	1052.0876	2013/7	1130.539	2013/12	1214.8402
2012/10	993.2647	2013/3	1067.3298	2013/8	1146.9177	2014/1	1232.4403
2012/11	1007.6547	2013/4	1082.7928	2013/9	1163.5338	2014/2	1250.2953
2012/12	1022.2532	2013/5	1098.4798	2013/10	1180.3905	2014/3	1268.4091
2013/1	1037.0631	2013/6	1114.3941	2013/11	1197.4915	2014/4	1286.7852

2.3 预测结果研究

2.3.1 残差检验及处理 图3为残差序列茎叶图,在MATLAB程序中,使用 $rcoplot(r, rint)$ 函数来画 $regress()$ 拟合后的数

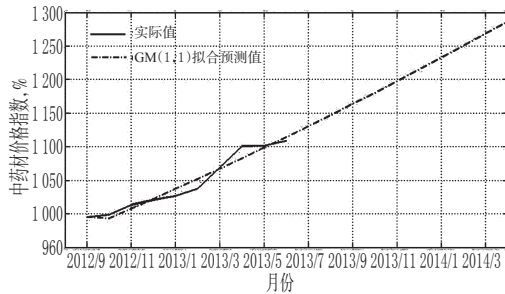


图2 中药材价格指数的GM(1,1)模型拟合预测数据和实际数据曲线

Fig 2 Fitted curves of predicted data and measured data of TCM price index model

据残差图,以辨别出个别的离群点。其中 r 和 $rint$ 是 $regress()$ 的两个返回值。 r 代表残差, $rint$ 代表各个数据点相应的95%置信区间,用 $rcoplot()$ 作图后如果存在实心的竖条,表明该点为离群点。图中2013年4月份的数据为离群点。本文对离群点的处理拟分为标准偏差预知和标准偏差未知两类。对于标准偏差预知,可采用统计量 $T=(X-X)/\sigma$ 。T大于舍弃界限中相应置信度下的临界值,则舍弃,否则保留;对于标准偏差未知,本研究采用拉依达准则法处理离散点。拉依达准则又被称为3 σ 准则,首先求得一组测定值的标准偏差,如果离群点 x_a 与测量平均值之差的绝对值大于3倍的标准偏差,需要舍去离散点,反之则保留。 $x_a=0.17984$,标准差 $=0.092038$,平均值为 -3.9×10^7 ,计算结果小于3倍的标准偏差,因此可保留此离散点,可视为离散点不影响原数列的预测精度。

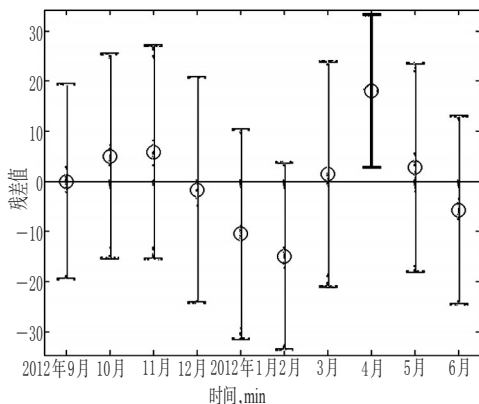


图3 残差序列散布图
Fig 3 Residual series scatter diagram

2.3.2 GM(1,1)模型预测评价结果 截取中药材价格指数的GM(1,1)模型预测的五组数据,与实际数据作比较,得到的绝对误差和相对误差数据如表4所示,可知经GM(1,1)模型预测,所得数据在与实际值对比后,预测值与实际值的差别很小。表5结果显示,各种检验指标结果显示小误差概率 p 等级为“好”,均方差比C等级为“好”,相对误差 $a(maximum)$ 等级为“合格”,预测数据等级很高,可以作为可信度很高的预测数据。因此,GM(1,1)模型适合于“康美·中药材价格指数”的中期预测,并且预测效果较好,可为决策部门提供相应的数据支持。

表4 中药材价格指数的GM(1,1)模型预测数据与实际数据比较

Tab 4 Comparison of predicted data and measured data of GM(1,1) prediction model for Chinese herbal medicine price index

月份	实际值	预测值	绝对误差	相对误差%
2013/2	1 037.14	1052.087 6	+14.947 6	0.014 412
2013/3	1 068.82	1067.329 8	-1.490 2	0.001 394 2
2013/4	1 100.75	1082.792 8	-17.957 2	0.016 314
2013/5	1 101.24	1098.479 8	-2.760 2	0.002 506 4
2013/6	1 108.57	1114.394 1	+5.824 1	0.005 253 7

表5 GM(1,1)模型预测评价结果

Tab 5 Evaluation of GM(1,1) prediction model

检验指标	数值	等级
小误差概率 p	1	好
均方差比C	0.208 59	好
相对误差 $a(maximum)$	0.016 314	合格

3 结语

在常用的灰色模型中,因为有所需数据少、运算简单便捷等优点,GM(1,1)模型的应用最为广泛,但是需要注意以下两点:(1)GM(1,1)是一个类指数模型,对于波动性较大的数据预测,有一定的局限性。(2)灰色模型作为一种定量分析方法虽有一定预测精度,但在工作中,需要对各种数据资料进行科学归纳和分析,并且能灵活运用。

中药材价格指数预测有着一定的现实指导意义:(1)为经营者和生产者研究提供及时的行业动态变化信息,引导其规避市场风险,防止市场价格大幅度波动;(2)有助于政府全面掌握中药材行业市场上竞争机制和风险机制的运作过程,指导宏观管理活动;(3)可以准确反映中药材价格市场的运行状况,为消费者药材选取提供参考依据;(4)有助于评价中药材行业发展的健康程度,反映行业的运行状况。

参考文献

- [1] 徐国祥.统计预测和决策[M].3版.上海:上海财经大学出版社,2008:53.
- [2] 唐丽芳,贾冬青,孟庆鹏.用MATLAB实现灰色预测GM(1,1)模型[J].沧州师范专科学校学报,2008,24(2):35.
- [3] 周亚非.GM(1,1)的MATLAB实现及其应用[J].长春师范学院学报:自然科学版,2010,29(1):33.
- [4] 李君丽,李乐.用灰色模型方法预测我国居民消费价格指数变动趋势[J].当代经理人,2006,2(21):1284.
- [5] 邓聚龙.灰理论基础[M].武汉:华中科技大学出版社,2002:1-248.
- [6] 肖新平,宋中民,李峰.灰技术基础及其应用[M].北京:科技出版社,2005:49.
- [7] 徐进华.基于灰色系统理论的数据挖掘及其模型研究[D].北京:北京交通大学,2009.
- [8] 佚名.康美中国中药材价格指数[EB/OL].(2013-01-08)[2013-09-29].<http://baike.baidu.com/view/9284873.htm>.
- [9] 刘海.基于灰色系统理论的茧丝绸价格指数分析与预测[D].苏州:苏州大学,2012:21.

(收稿日期:2013-10-28 修回日期:2014-04-01)