基于灰色预测方法的中国黄金期货价格预测模型

□ 首都经济贸易大学经济学院　祝合良　许贵阳

摘　要：灰色预测法是一种通过原始数据的处理和灰色模型的建立，发现、掌握系统发展规律，对系统的未来状态作出科学的定量预测的方法。根据中国黄金期货价格形成的灰因白果特点，在预测模型建立过程中，为了削弱期货价格的随机性，对数据采用了累加处理，运用灰色预测方法尝试建立了由有限数据构成样本量的中国黄金期货价格预测模型，从检验数据来看模型拟合度较好，建立的模型能够较好地描述样本数据在连续时点上的变动情况，具有较好的预测效果，对中国黄金期货价格的短期变动趋势预测具有一定的指导借鉴意义。

关键词：灰色预测法　黄金期货　黄金市场　黄金价格　价格预测

一、灰色预测方法

灰色预测方法是一种对含有不确定因素的系统进行预测的方法。灰色系统产生于控制理论的研究中。在系统理论与控制论中，常用颜色的深浅来描述信息的多少和系统程度。“ 黑 ”表示系统的内部结构、参数、特征等一无所知，只能从系统的外部表象来研究这类系统。这

里的“黑”，表示信息缺乏。相反，“白”表示系统的内部特征、参数、结构等全部确知，它反映的是信息完备。而介于“白”与“黑”之间的“灰”，则表示部分信息已知、部分信息未知，即系统的信息不完全或不确知。若系统中有信息不完全或不确知的现象，则称为系统的灰色性。这种具有灰色性的系统，称为灰色系统(Grey System)。

区别白色和灰色系统的重要标志是系统各因素间是否有确定的关系。灰色预测是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。研究灰色系统的关键是如何使灰色系统白化、模型化、优化。

灰色理论认为系统的行为现象尽管是朦胧的，数据是复杂的，但它毕竟是有序的，是有整体功能的。灰数的生成，就是从杂乱中寻找出规律。同时，灰色理论建立的是生成数据模型，不是原始数据模型，因此，灰色预测的数据是通过生成数据的 GM（1,1）模型所得到的预测值的逆处理结果。灰色系统视不确定量为灰色量，提出了灰色系统建模的具体数学方法，它能利用时间序列来确定微分方程的参数。灰色预测不是把观测到的数据序列视为一个随机过程，而是看作随时间变化的灰色量或灰色过程，通过累加生成和累减生成逐步使灰色量白化，从而建立相应于微分方程解的模型并作出预报。

灰色预测法用等时距观测到的反映预测对象特征的一系列数量值构造灰色预测模型，预测未来某一时刻的特征量，或达到某一特征量的时间。为了弱化原始时间序列的随机性，在建立灰色预测模型之前，需先对原始时间序列进行数据处理。

客观系统无论本征非灰，还是本征灰，一般都存在能量吸收、储存、释放等过程，加之生成数列一般都有较强的指数变化趋势，所以灰色系统理论指出用离散的随机数，经过生成变为随机性被显著削弱的较有规律的生成数，这样便可以对变化过程作较长时间的描述，进而建立微分方程形式的模型。建模的实质是建立微分方程的系数。

灰色预测通过原始数据的处理和灰色模型的建立，发现和掌握系统发展规律，对系统的未来状态作出科学的定量预测。模型的选择不是一成不变的。一个模型要经过多种检验才能判定其是否合适、是否合格。只有通过检验的模型才能用来进行预测。

二、灰色预测法在中国黄金期货价格预测中的运用

中国黄金期货自 2008 年 1 月 9 日在上海期货交易所正式交易以来，吸引了越来越多的机构和个人投资者的目光，同时也成为黄金生产企业锁定利润、规避风险的必然选择。2009 年上海期货交易所黄金期货合约共成交 6812466 手，成交金额 15272.8 亿元。随着市场的逐渐活跃，对黄金期货市场的价格波动短期预测显得十分必要。

在灰色预测法中，允许对灰因果律事件进行预测，比如灰因白果律事件，即在影响因变量的众多因素中，各个具体因子对最终因变量的影响作用是不清楚的或是动态变化的，甚至影响因变量的因素十分繁杂，以至于无法枚举，但最终因变量的结果却是确定的结果。

在中国黄金期货市场中，黄金期货价格可以被看作是因变量，是确定的最终结果，而决定黄金期货价格因变量变动的因素是多样且复

杂的，现货市场价格、国际黄金期货价格、国际原油价格、美元和人民币汇率、重大黄金矿藏发现、财政与货币政策走向和国际地缘政治等因素都是影响中国黄金期货价格变动的因子，在对由上述众多因素共同作用的中国黄金期货价格波动进行预测时，就是典型的灰因白果律事件，灰色预测法无疑是一种较好选择。

本文截取上海期货交易所黄金期货 AU200912 数据中的 2009 年 10 月 9 日——10 月 15 日数据样本共五例，数据如下：

交易日	20091009	20091012	20091013	20091014	20091015
交易价格	228.95	229.75	230.71	232.65	230.8

设上述原始数据为：

$$X^{(0)}(k)=\{228.95,229.75,230.71,232.65,230.8\}$$

（一）为使建立微分方程的需要，需要削弱上述原始数据的随机性，因此需要构造累加生成序列，做 1-AGO，得到如下：

$$X^{(1)}(k)=\{228.95,458.7,689.41,922.06,1152.86\}$$

（二）在构建微分方程过程中，首先构造数据矩阵 B 和数据向量 Y_n

$$B=\begin{bmatrix} -\frac{1}{2}\left[x^{(1)}(1)+x^{(1)}(2)\right] & 1 \\ -\frac{1}{2}\left[x^{(1)}(2)+x^{(1)}(3)\right] & 1 \\ -\frac{1}{2}\left[x^{(1)}(3)+x^{(1)}(4)\right] & 1 \\ -\frac{1}{2}\left[x^{(1)}(4)+x^{(1)}(5)\right] & 1 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} -343.825 & 1 \\ -574.055 & 1 \\ -805.735 & 1 \\ -1037.46 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Y_n=\begin{bmatrix}x^{(0)}(2)\\x^{(0)}(3)\\x^{(0)}(4)\\x^{(0)}(5)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}229.75\\230.71\\232.65\\230.8\end{bmatrix}$$

（三）由上述数列计算 $\hat{\alpha}=\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}=(B^TB)^{-1}B^TY_n$，可得：

$$B^TB=\begin{bmatrix}2173286.915 & -2761.075\\-2761.075 & 4\end{bmatrix}$$

$$(B^TB)^{-1}=\begin{bmatrix}3.73967E-06 & 0.002581379\\0.002581379 & 2.031845087\end{bmatrix}$$

$$\hat{\alpha}=(B^TB)^{-1}B^TY_n=\begin{bmatrix}-0.00219832\\229.4600682\end{bmatrix}$$

（四）根据上述结果，得出预测模型为：

$$\frac{dx^{(1)}}{dx}-0.00219832x^{(1)}=229.4600682$$

$$\hat{x}^{(1)}(k+1)=104608.6892e^{0.00219832k}-104379.7392$$

$$(x^{(0)}(1)=228.95;\frac{b}{a}=-104379.7392)$$

（五）构建预测模型后，为检查精确性，需要进行残差检验：

1.根据预测公式，计算 $\hat{X}^{(1)}(k)$，得

$$\hat{X}^{(1)}(k)=\{228.95,459.17,689.889,921.12,1152.8596,1385.109\}$$
$$(k=0,1,\mathrm{K},5)$$

2.累减生成 $\hat{X}^{(0)}(k)$ 序列，

$$\hat{X}^{(0)}(k)=\{228.95,230.22,230.719,231.231,231.7396\}\ (k=1,2,\mathrm{K}\ 5)$$

原始序列为：$X^{(0)}(k)=\{228.95,229.75,230.71,232.65,230.8\}$

3.计算绝对残差和相对残差序列

绝对残差序列：$\Delta^{(0)}=\{0,0.47,0.009,1.419,0.9396\}$

相对残差序列：$\phi=\{0,0.205\%,0.004\%,0.61\%,0.407\%\}$

相对残差不超过 0.61%，模型精确度高。

（六）用该精确度较高的模型预测下一期数值为：

$$k=6, x^{(0)}(6)=x^{(1)}(6)-x^{(1)}(5)=232.249$$

即上述原始数据的下一个交易日的 AU200912 黄金期货的交易收盘价格为 232.249。

上海期货交易所 AU200912 黄金期货的 2009 年 10 月 16 日——即上述的“下一个交易日”——交易收盘价格为 229.2，两者之间误差 1.33%。

三、适用条件和后续工作

本文建立了由有限数据构成样本量的中国黄金期货价格预测模型，从检验数据来看模型拟合度较好，建立的模型能够较好地描述样本数据在连续时点上的变动情况，具有较好的预测效果。

本模型适用范围是根据原始数据即中国黄金期货若干连续交易日交易价格 $X^{(0)}(k)(k=1,2,\mathrm{K}\ m)$ 来预测紧随其后即将到来的交易日价格即 $X^{(0)}(k+n)(n=1,2,3)$，为了保证预测精度，n 值一般情况下不应超过 3，在上述所有交易日内，需保证影响黄金期货价格的主要因素都不发生较大变化。

仍要说明的是，本文所建立的预测模型有一定的适用条件限制。比如，由于灰色预测法的样本量取数较少，因此仅能预测距样本最近的后续连续时点的价格数据，而无法对距离样本数据较远的时点价格进行预测，在文中可以发现，对下一期的预测残差 1.33%大于对原始

样本的拟合残差 0.61%。另外，针对不同的样本取值，建立的微分方程也是不同的，因此对每次预测来说，仅具“一次性”的意义。因此本文的贡献在于第一次将灰色预测法引入了中国黄金期货价格的预测中来，具备一定的黄金期货价格预测方法理论意义，但并不能达到将某个具体模型推而广之的效果。同时，众所周知，中国黄金期货的价格受多种因素影响，甚至同时还要受到突发、重大政治经济事件的影响，严格来说，所有这些影响因素无法一一枚举，即使可以枚举，那么如何将相关信息注入预测模型，仍然是需要研究的课题。

参考文献：

[1] Paul embrechts, Claudia kluppelberg, Thomas mikosch, Modeling extremal events for insurance and finance[M]. New York: springer-verlag berlin Heidelberg, 2003

[2] 邓聚龙.灰色控制系统[J].华中科技大学学报（自然科学版），1982，（3）.

[3] 邓聚龙.灰理论基础[M]．武汉：华中科技大学出版社，2002.

[4] 邓聚龙.灰预测与灰决策[M]．修订版．武汉：华中科技大学出版社， 2002.

（责任编辑　李泽海）