

基于 IOWGA 的汇价预测风险程度的组合预测

李丽, 杨桂元

(安徽财经大学统计与应用数学学院, 安徽蚌埠 233030)

摘要:通过定义汇价预测风险程度,分析其成分数据性质,运用 IOWGA 算子对多元线性回归的预测风险程度建立组合预测模型。结果表明:基于 IOWGA 算子的组合预测具有优越性,对汇价预测风险程度准确预测,为汇率投资者的风险预防与控制提供参考。

关键词:预测风险程度;成分数据;IOWGA 算子;组合预测

中图分类号:F832.61 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2014)03-0064-06

在当前国际经济、金融一体化的条件下,汇率在开放经济体中的地位越来越重要。近年来国际社会对人民币在贸易结算、投资和国际储备中的需求激增,使得人民币在国际货币体系中的地位越来越重要,人民币汇率问题已经成为国内外学者们关注的热点。

2005年7月21日起,中国开始实行以市场供求为基础、参考一篮子货币进行调节、有管理的浮动汇率制度。人民币不再盯住单一美元,政府放松了对汇率的制约,形成了更有弹性的汇率机制。随着汇率制度改革的进行,汇率的波动所带来的风险管理问题已显得尤为重要,一方面会影响我国的宏观外汇市场稳定,另一方面也关系到各微观经济主体投融资决策的制定。因此,对汇率进行有效、精确的预测不仅对于金融监管部门制定有效的汇率政策以及对处理好我国与其他国家的经济贸易关系具有特殊的意义,而且对于企业等微观主体规避外汇风险起着重要的作用。

1 文献综述

国内外关于汇率预测的文献主要集中在汇率预测方法的选择方面。汇率预测的研究方法大致分为两类:一类是基础因素分析法;另一类是技术分析方。其中技术分析方中较为突出的是数据挖掘法和时间序列分析法。

基础因素分析法以经济理论为基础,利用各种

经济指标,用计量方法建立模型并估计,以得出均衡汇率作为汇率的远期预测。于立勇在购买力平价学说和简单货币学说的基础上,通过修正和组合构建使用于人民币长期汇率的优化模型,为长期汇率的预测提供了有效的工具^[1]。基于技术分析方数据挖掘方法主要包括人工神经网络、支持向量机等。杨帆提出一种基于光顺样条滤波与径向基神经网络相结合的组合预测模型,提高了模型的预测效果^[2]。

有关汇率的预测,不仅方法很多,预测的方面也是众多。但是关于汇价预测风险程度的预测是少之仅有,本文首先运用多元统计回归方法,通过对影响人民币汇率的主要因素进行分析,计算每年人民币汇价预测风险程度;基于成分数据的变换方法,对人民币汇率的成分数据建立多个单预测模型,然后采用诱导有序的加权几何平均组合预测模型,最后对预测结果进行评价与分析。

2 成分数据变换及预测方法介绍

2.1 成分数据变换

成分数据是一类重要的经济统计数据^[3],Aitchison 在自己的文章中,对成分数据做对数比变换,把成分单形空间与欧几里得空间联系起来,从而使得变换后的数据分析可以采用经典的统计方法,而后在成分数据的单形空间中,定义了其上的加法,乘法,内积及距离^[4]。2002年,刘强和王慧文提出广义球坐标变换^[5]。该法对成分数据进行了非线性降维,从而得

收稿日期:2013-12-31

基金项目:国家社科基金项目(12BTJ008);安徽省教育厅自然科学基金项目(KJ2013Z001);安徽财经大学研究生创新基金项目(ACYC2012039)。

作者简介:李丽(1989—),女,安徽寿县人,安徽财经大学数量经济学专业硕士研究生,研究方向:数量经济学;杨桂元(1957—),男,安徽萧县人,安徽财经大学统数与应用数学学院,教授,研究方向:数理统计,计量经济。

到自由度与成分数据吻合的向量数据,然后对此向量数据进行预测分析。对于成分向量 $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ 由于定和限制即 $x_1 + x_2 + \dots + x_m = 1$, 首先对成分数据各分量开根号, $y_i = \sqrt{x_i}$, $i = 1, 2, \dots, m$ 。此时有 $y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_m^2 = 1$, 那么向量 $y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$ 可以看成超球面上的点,有

$$\begin{cases} y_1 = \sin\theta_2 \sin\theta_3 \sin\theta_4 \dots \sin\theta_m \\ y_i = \cos\theta_i \sin\theta_{i+1} \dots \sin\theta_m (i = 2, 3, \dots, m-1) \\ y_m = \cos\theta_m \end{cases} \quad (1)$$

由式(1)做变换可得

$$\begin{cases} \theta_m = \arccos y_m \\ \theta_i = \arccos\left(\frac{y_i}{\sin\theta_m \sin\theta_{m-1} \dots \sin\theta_i}\right) \\ (i = m-1, m-2, \dots, 3, 2) \end{cases} \quad (2)$$

2.2 各单项预测方法和基于 IOWGA 组合预测模型介绍

2.2.1 指数平滑法

所谓指数平滑实际就是对历史数据的加权平均,它可以用于存在某种前后关联的时间序列的预测。由于其他很多分析方法都不具有这种特点,指数平滑法在时间序列预测中仍然占据着相当重要的位置。

这里主要介绍 Holt-Winter no seasonal 模型的指数平滑法。 y_t 平滑后的序列 y_t 由下式给出:

$$y_{t+k} = a_t + b_k$$

其中:参数估计公式:

$$\begin{cases} a_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(a_{t-1} - b_{t-1}) \\ b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \end{cases} \quad (3)$$

初始值确定: $a_0 = y_1, b_0 = ((y_2 - y_1) + (y_4 - y_3))/2$

α, β 在 0-1 之间,为阻尼因子。这是一种有两个参数的指数平滑法。

2.2.2 MA 模型

根据时间序列的分布记忆性,若各期的干扰影响存在延迟作用时,就要使用移动平均模型来建模。

MA 模型:记为 MA(q),它具有如下结构:

$$Y_t = \epsilon_t + \omega_1 \epsilon_{t-1} + \omega_2 \epsilon_{t-2} + \dots + \omega_q \epsilon_{t-q}$$

在该系统中所有各期起的随机干扰,进入系数后都对当期及以后 q 期产生一定的影响。而对以后各期都没有影响。

2.2.3 灰色预测模型

灰色预测,是基于灰色动态模型(Grey Dynamic Model,简称 GM 预测),应用微分拟合法为主要建模

思想,构建 GM(m,n) 模型,来对灰色系统进行预测。

GM(1,1) 模型:将参考数列做一次累加,记为: $y_1(i) = y_0(1) + y_0(2) + \dots + y_0(i)$ 再将 y_1 生成均值: $z_1(k) = 0.5y_1(k) + 0.5y_1(k-1)$ 。

在最小二乘法则下,若存在 $(B^T, B)^{-1}$,使得 $u = (a, b)^T = (B^T \cdot B)^{-1} B^T Y_N$,

此时, Y_N, μ, B 表达式如式(4)所示:

$$\begin{cases} Y_N = (y_0(2), y_0(3), \dots, y_0(n))^T, u = (a, b)^T \\ B_0 = (-z_1(2), -z_1(3), \dots, -z_1(n))^T, I = (1, 1, \dots, 1)^T, B = (B_0, I) \end{cases} \quad (4)$$

可得预测值:

$$\begin{cases} y_1(k+1) = \left(y_0(1) - \frac{b}{a}\right)e^{-ak} + \frac{b}{a} \\ y_0(k+1) = y_0(k+1) - y_0(k) \\ x_0(k+1) = y_0(k+1) - c \\ (k = 1, 2, \dots, n) \end{cases} \quad (5)$$

2.3 基于 IOWGA 算子的组合预测模型

2.3.1 传统的加权几何平均的组合预测模型简要分析

设某社会经济现象的指标序列的观察值为 $\{x_t, t = 1, 2, \dots, N\}$, 设有 m 种可行的单预测方法对其进行预测, x_{it} 为第 i 种预测方法第 t 时刻的预测值, $i = 1, 2, \dots, m; t = 1, 2, \dots, N$ 。

设 w_1, w_2, \dots, w_m 为 m 种单预测在组合预测中的加权系数,它满足诡异行和非负性,即 $\sum_{i=1}^m w_i = 1, w_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m$ 。根据加权几何平均数定义,则:

$$x_t = \prod_{i=1}^m x_{it}^{w_i}, t = 1, 2, \dots, N. \quad (6)$$

即称 x_t 为实际观察值 x_t 加权几何平均的组合预测值。式(6)给出了现有的加权几何平均的组合预测的特点。权系数 w_i 只与第 i 种预测方法有关,而与时间 t 无关。为了计算方便,将式(6)两边取对数,则有:

$$\ln x_t = \sum_{i=1}^m w_i \ln x_{it}, t = 1, 2, \dots, N$$

设 e_t 为第 t 时刻的实际值与相对应的组合预测只之间对数误差,

$$\text{即 } e_t = \ln x_t - \ln x_t = \sum_{i=1}^m w_i (\ln x_t - \ln x_{it}) =$$

$$\sum_{i=1}^m w_i e_{it}, \text{ 其中 } e_{it} = \ln x_t - \ln x_{it} \text{ 为第 } i \text{ 中预测方法第 } t$$

时刻实际值与预测值之间对数误差, $i = 1, 2, \dots, m$;
 $t = 1, 2, \dots, N$.

对组合预测方法而言,要想加权几何平均组合预测值接近指标序列实际值,即要使 N 期总的组合预测对数误差平均和达到最小,因此以对数误差平方和为准则加权几何平均组合预测模型可表示成模型(I):

$$\min J(W) = \sum_{t=1}^N e_t^2 = \sum_{t=1}^N \sum_{i=1}^m \omega_i \omega_j \left(\sum_{i=1}^m e_{it} e_{jt} \right)$$

$$s. t \begin{cases} \sum_{i=1}^m \omega_i = 1 \\ \omega_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m \end{cases}$$

模型(I)的最优解即为 OWGA 模型的最优权系数。

2.3.2 OWGA 算子和 IOWGA 算子概念^[6]

设 $G_W: R^m \rightarrow R$ 为 m 元函数, $W = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m)^T$ 是与 G_W 有关的指数加权向量,满足 $\sum_{i=1}^m \omega_i = 1$, $\omega_i \in [0, 1]$, $i = 1, 2, \dots, n$, 令: $G_W(a_1, a_2, \dots, a_m) = \prod_{i=1}^n b_i^{\omega_i}$, 其中 b_i 是 a_1, a_2, \dots, a_m 中按从大到小的顺序排列的第 i 个大的数 $i = 1, 2, \dots, m$ 。则称函数 G_W 是 m 维有序加权几何平均算子,也记为 OWGA 算子。

设 $\langle u_1, a_1 \rangle, \langle u_2, a_2 \rangle, \dots, \langle u_m, a_m \rangle$ 为 m 个二维数组, $a_i > 0, i = 1, 2, \dots, m$, $W = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m)^T$ 是 OWGA 的加权向量,满足 $\sum_{i=1}^m \omega_i = 1$, $\omega_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n$, 令:

$$G_W(\langle u_1, a_1 \rangle, \langle u_2, a_2 \rangle, \dots, \langle u_m, a_m \rangle) = \prod_{i=1}^m a_{u^{-index}(i)}^{\omega_i} \quad (7)$$

则称函数 G_W 是由 u_1, u_2, \dots, u_m 所产生的 m 维诱导有序加权几何平均算子,也记为 IOWGA 算子, u_i 称为 a_i 的诱导值。其中 $u^{-index}(i)$ 是 u_1, u_2, \dots, u_m 中按从大到小的顺序排列的第 i 个大的数的下标,式(7)表明 IOWGA 算子是对诱导值 u_1, u_2, \dots, u_m 按从大到小的顺序后所对应的 a_1, a_2, \dots, a_m 中的数进行有序加权几何平均,权系数 ω_i 与数 a_i 的大小位置无关,而是与其诱导值所在的位置有关。

2.3.3 基于 IOWGA 算子的组合预测模型

在诱导有序加权几何平均(IOWGA)算子概念的基础上,建立新的组合预测模型。该模型赋权的基本思想是依据每个单项预测方法在各个时点的预测精度的高低按顺序赋权^[8]。

令 $v_{it} =$

$$\begin{cases} 1 - \left| \frac{(x_t - x_{it})}{x_t} \right| & \text{若 } \left| \frac{(x_t - x_{it})}{x_t} \right| < 1 \\ 0 & \text{若 } \left| \frac{(x_t - x_{it})}{x_t} \right| \geq 1 \end{cases}$$

$$i = 1, 2, \dots, m; t = 1, 2, \dots, N \quad (8)$$

其中 v_{it} 表示第 i 种预测方法在第 t 时刻的预测精度^[7]; x_t 表示实际值; x_{it} 表示第 i 种预测方法在第 t 时刻的预测值。此时 m 种预测方法在 t 时刻则构成了 m 个二维数组: $(v_{1t}, x_{1t}), (v_{2t}, x_{2t}), \dots, (v_{mt}, x_{mt})$ 。令 $W = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m)^T$ 为加权向量。将 m 种方单项预测方法第 t 时刻预测精度序列 $v_{1t}, v_{2t}, \dots, v_{mt}$ 按大到小的顺序排列,设 $v^{-index}(it)$ 是第 i 个大的预测精度的下标,根据式(8),令:

$$IOWGA(\langle v_{1t}, x_{1t} \rangle, \langle v_{2t}, x_{2t} \rangle, \dots, \langle v_{mt}, x_{mt} \rangle) = \prod_{i=1}^m x_{v^{-index}(it)}^{\omega_i}, t = 1, 2, \dots, N \quad (9)$$

则式(9)称为由预测精度 $v_{1t}, v_{2t}, \dots, v_{mt}$ 所产生的第 t 时刻 IOWGA 组合预测值,记为 x_t 。

令 $e_{v^{-index}(it)} = \ln x_t - \ln x_{it}$, 于是 N 期总的基于 IOWGA 的组合预测对数误差平方和 F 达到极小化为:

$$e_{v^{-index}(it)} = \ln x_t - \ln x_{it} = \ln x_t - \sum_{i=1}^m \omega_i \ln x_{v^{-index}(it)} = \sum_{i=1}^m \omega_i (\ln x_t - \ln x_{v^{-index}(it)}) = \sum_{i=1}^m \omega_i e_{v^{-index}(it)} \quad (10)$$

因此,基于 IOWGA 的组合预测模型可表示成模型(II):

$$\min F(W) = \sum_{t=1}^N \sum_{i=1}^m \omega_i \omega_j \left(\sum_{i=1}^m e_{v^{-index}(it)} e_{v^{-index}(jt)} \right)$$

$$s. t \begin{cases} \sum_{i=1}^m \omega_i = 1 \\ \omega_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m \end{cases}$$

$$\text{令 } E_{ij} = \sum_{t=1}^N e_{a^{-index}(it)} e_{a^{-index}(jt)}, i, j = 1, 2, \dots, m,$$

则称 $E = (E)_{m \times n}$ 为 m 阶 IOWGA 的组合预测对数误差信息方阵,因此模型(II)可表示成矩阵形式:

$$\min F(W) = W^T E W$$

$$s. t \begin{cases} R^T W = 1 \\ W \geq 0 \end{cases} \quad (11)$$

其中 $R = (1, 1, \dots, 1)^T$, $W = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m)^T$ 是 IOWGA 的加权向量。

2.3.4 预测误差评价指标体系

建立基于 IOWGA 算子的组合预测模型, 必须对于模型预测的有效性给予评价, 预测误差评价指标体系如下:

1) 平方和误差 SSE: $SSE = \sum_{t=1}^N (x_t - \hat{x}_t)^2$;

2) 均方误差 MSE: $MSE = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{t=1}^N (x_t - \hat{x}_t)^2}$;

3) 平均绝对误差 MAE: $MAE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N |x_t - \hat{x}_t|$;

4) 平均绝对百分比误差 MAPE: $MAPE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N |(x_t - \hat{x}_t)/x_t|$;

5) 均方百分比误差 MSPE: $MSPE = \frac{1}{N}$

$\sqrt{\sum_{t=1}^N [(x_t - \hat{x}_t)/x_t]^2}$.

3 实证检验

本文根据现有研究结论^[9], 选取 1997—2012 我国人民币兑美元汇率 y 、外汇储备 x_1 、外商直接投资 x_2 、中美两国通货膨胀差异增量 x_3 、利率差异增量

x_4 数据作为研究样本, 数据来源于中国统计年鉴, 锐思网。

利用 eviews6.0 软件对我国人民币兑美元汇率进行多元线性回归, 建立模型:

$$y = 7.674968 - 0.000105x_1 + 0.001943x_2 - (20.57391) (-5.491863) (2.210303) \\ 0.080489x_3 + 0.045285x_4 \\ (-3.973825) (3.424120) \\ R^2 = 0.987973 \quad DW = 1.991893$$

可知模型拟合效果较好, 各参数都通过了显著性检验。通过计算得到 1997—2012 年我国人民币汇率的线性预测值。

定义: 预测风险程度 r_t 是指利用多元线性回归模型预测我国人民币汇率价格与实际的汇率价格之差所占真实的汇率价格的比重。 $r_t = |x_t - \hat{x}_t|/x_t$

其中, x_t 我国人民币汇率实际的价格, \hat{x}_t 多元线性回归模型预测我国人民币汇率价格。根据多元线性回归结果, 可以计算得到 r_t , 如表 1 所示。

表 1 我国人民币兑美元汇率价格预测风险程度

年份	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
预测风险程度	0.42	0.2	0.44	1.98	0.92	0.97	0.32	0.24
年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
预测风险程度	1.7	2.19	0.97	1.01	1.17	2.27	3.62	1.75

针对我国人民币兑美元汇率价格预测风险程度具有成分数据性质, 因此对其做球坐标变换, 然后对变换后的数据进行单预测, 最后进行组合预测, 比较分析组合预测的效果。

利用 eviews6.0 软件对我国人民币兑美元汇率价格预测风险程度做球坐标变换后得到的数据进行指数平滑预测。对变换后数据进行平稳性检验, 建立 MA 模型, MA(1) 项的 T 统计量为 5.7786, 是显著

的, 而且经检验残差不存在自相关, 不存在异方差等现象, 说明模型拟合效果较好, 指数平滑预测结果见表 2。将经过变换的数据进行检验, 通过灰色预测条件, 最后对该数据进行灰色预测, 灰色预测结果见表 2。

对于以上三种模型的预测结果, 选取 1998—2012 年的预测数据建立组合预测模型。其中三种单项预测的结果如表 2 所示。

表 2 三种单预测及组合预测数据

年份	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
灰色预测	1.507 0	1.500 4	1.493 9	1.487 3	1.480 8	1.474 3	1.467 9	1.461 5
指数平滑	1.505 9	1.554 5	1.491 8	1.526 7	1.500 5	1.517 5	1.508 3	1.517 0
MA	1.488 3	1.478 4	1.502 2	1.466 2	1.435 5	1.495 4	1.446 0	1.518 4
组合预测	1.506 1	1.508 9	1.500 9	1.469 5	1.483 9	1.477 7	1.501 8	1.518 2
年份	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
灰色预测	1.455 1	1.448 7	1.442 4	1.436 1	1.429 8	1.423 6	1.417 3	
指数平滑	1.496 9	1.504 2	1.500 6	1.500 6	1.496 8	1.489 4	1.482 3	
MA	1.467 1	1.443 0	1.448 1	1.483 4	1.453 9	1.471 2	1.423 6	
组合预测	1.457 0	1.443 9	1.456 3	1.486 2	1.450 0	1.431 1	1.418 3	

根据精度值,建立 IOWGA 算子组合预测模型。并且利用 LINGO 软件求解式(10)得最优权重系数为:
 $\omega_1^* = 0.8405, \omega_2^* = 0.1595, \omega_3^* = 0$ 。根据最优权重

系数及 IOWGA 算子组合预测模型,得出各年组合预测值见表 2,以及各年组合预测值的精度如表 3 所示。

表 3 各年单预测及组合预测值的精度

年份	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
灰色预测	0.999 3	0.983 2	0.993	0.959 6	0.995 9	0.998 5	0.969 4	0.960 4
指数平滑	1	0.981 4	0.991 6	0.932 1	0.982 5	0.969 2	0.996 1	0.996 8
MA	0.988 3	0.968 7	0.998 5	0.974 4	0.973 4	0.984 2	0.954 9	0.997 8
组合预测	0.999 9	0.988 7	0.997 7	0.972 1	0.993 7	0.996 2	0.991 8	0.997 6
年份	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
灰色预测	0.989 5	0.981 4	0.979 8	0.976 9	0.977 7	0.997 2	0.972 5	
指数平滑	0.960 5	0.942 4	0.980 7	0.979 3	0.976 5	0.950 8	0.925 4	
MA	0.981 2	0.985 4	0.983 7	0.990 9	0.994 2	0.963 6	0.967 9	
组合预测	0.988 2	0.984 8	0.989 3	0.989 1	0.991 5	0.991 9	0.971 8	

将各单项预测方法和基于 IOWGA 算子的组合预测模型进行比较,计算各自的评价指标体系值如表

4 所示。

表 4 预测效果评价指标体系

预测效果评价指标体系	SSE	MAE	MAE	MAPE	MSPE
灰色预测	0.015 4	0.008 3	0.026	0.017 7	0.000 5
指数平滑	0.041 5	0.013 6	0.041 7	0.029	0.001 4
MA	0.017 3	0.008 8	0.028 5	0.019 5	0.000 5
组合预测	0.005 2	0.004 8	0.015	0.010 4	0.000 2

由表 4 可知,预测效果评价指标体系来看,基于 IOWGA 的组合预测模型的各种误差指标值均明显低于各单项预测算结果,从而表明基于 IOWGA 的组合预测方法优于各单项预测方法,能够有效地提高预测精度。

由于未来的真实值无法得到,所以无法计算预测精度,从而也无法根据精度计算出最优权重。本文采取根据预测年份前 16 年的平均权重赋权给每项单项预测的方法,进行预测。先用各单项预测计算出 2013 至 2017 年的各单项预测值,再乘以以上的方法得到各单项预测的最优权重系数,对它们求和,然后经过成分数据球变换反变换,即预测出 2013 至 2017 年我国人民币汇率价格预测风险程度的组合预测值见表 5。

表 5 我国人民币汇率价格预测风险程度的组合预测值

基于 IOWGA 组合预测值/年	2013	2014	2015	2016	2017
预测风险程度/%	1.96	1.67	1.79	1.91	1.95

由表 5 可以看出,通过多元线性回归预测的汇率价格在未来几年里,预测风险程度都有较大的差异,根据每年的 r_t 可以判断多元线性回归预测值的风险暴露程度。以 2013 年为例,在 2013 年多元线性回归预测值的正确率为 98.04%,预测值存在 1.96% 偏差风险。若某投资者准备在 2013 年对汇率行业进行投资,则可以判断汇价在偏离多元线性回归预测值基础之上加减其 1.96% 的价格区间时,存在套利机会。这对投资行业的风险控制提供一定的信息,增加了我国汇率投资风险控制判断依据。

4 结束语

本文在回顾诱导有序加权几何平均(IOWGA)算子组合预测模型的基础上,分别用指数平滑法、MA 模型、灰色预测模型对我国人民币汇率价格预测风险程度进行预测,然后建立基于 IOWGA 算子的组合预测模型及评价指标体系。结果表明,IOWGA 组合预测模型比其他三种单项预测效果显著更优,且三种单项预测之间具有信息互补性。

人民币汇率是我国外贸行业主要影响因素,如果汇率的价格波动程度得到很好的预测,在风险来临之前做好控制措施,对我国的外贸行业等与汇率有关的

所有行业都有一定的意义。

参考文献

- [1] 惠晓峰,于立勇,姜明辉,胡运权. 基于购买力平价和简单货币学说的人民币长期汇率组合模型[J]. 国际金融研究,1999(10):23-26.
- [2] 杨帆. 基于 SS 滤波与 RBF 神经网络的汇率预测研究[D]. 长沙:湖南大学,2011.
- [3] 张尧庭. 成分数据统计分析引论[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [4] AITCHISON J. The Statistical Analysis of Compositional Data[M]. London:Chapman and Hall,1986.
- [5] 王惠文,刘强. 成分数据预测模型及其在中国产业结构趋势

分析中的应用[J]. 管理论坛,2002(5):27-29.

- [6] 周礼刚,等. 基于对数灰关联度的算子最优组合预测模型[J]. 运筹与管理,2010(12):61-71.
- [7] 陈华友,刘春林. 基于 IOWA 算子的组合预测[J]. 预测,2003(6):61-65.
- [8] 陈华友,盛昭瀚. 一系列基于 IOWGA 算子的组合预测新方法[J]. 管理工程学报,2005(4):36-39.
- [9] 孙音. 人民币汇率影响因素分析[J]. 社会科学辑刊,2010(2):116-119.
- [10] 高铁梅. 计量经济分析方法与建模[M]. 北京:清华大学出版社,2009.
- [11] 张晓峒. 应用数量经济学[M]. 北京:机械工业出版社,2009.

Based on IOWGA Combination Forecast of Our Country's Currency Price Random Component

LI Li, YANG Gui-yuan

(Institute of Statistics and Applied Mathematics, Anhui University of Finance and Economic, Bengbu Anhui 233000, China)

Abstract: In this paper, by defining the exchange rate prediction risk, analyzes the composition data properties, using IOWGA operator of multivariate linear regression prediction of risk degree of combination forecast model is set up. Results show that the combination forecast based on IOWGA operator has superiority, accurately predict risk of exchange rate forecasting, risk prevention and control to provide the reference for currency investors.

Key words: currency prices; component data; IOWGA operator; combination forecast

(上接第 63 页)

- [4] 刘民婷,孙卫. 基于 DEA 方法的产学研合作效率评价研究——以陕西省制造业为例[J]. 科学与科学技术管理,2011(3):11-15.
- [5] 赵世彦,史彦虎. 山西省产学研合作效率评价及优化研究[D]. 太原:太原理工大学,2010.
- [6] 田林丰,李豫新. 我国西北地区产学研合作效率的 DEA 分析[J]. 2010,26(1):59-62.
- [7] CHARNES, A, COOPER W W, RHODES E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research,1978,2(6):429-444.
- [8] 魏权龄. 数据包络分析[M]. 北京:科学出版社,2004:13-45.
- [9] FARE R, S GROSSKOPF, C A K LOVELL. Production Frontier[M]. Cambridge University Press,1994.
- [10] FARRELL M J. The Measurement of Productive Efficiency [J]. Journal of the Royal Statistical Society A,1957,120:253

-281.

- [11] 孙世敏,项华录,兰博. 基于 DEA 的我国地区高校科研投入产出效率分析[J]. 科学与科学技术管理,2007(7):18-21.
- [12] 王秀丽,王利剑. 产学研合作创新效率的 DEA 评价[J]. 统计与决策,2009(3):54-56.
- [13] 樊宏,李虎. 基于 DEA 方法的广东省科技投入产出相对效率的评价[J]. 科学学研究,2009,26(2):339-343.
- [14] 马鹏龙. 区域创新效率评价研究[D]. 长春:吉林大学,2005.
- [15] 侯风华. 山东省区域创新系统研究[D]. 天津:天津大学,2007.
- [16] 张国旺,李柏洲. 基于 DEA 模型的区域创新系统效率评价研究[J]. 现代管理科学,2009(5):46-48.
- [17] 曹静,范德成,唐小旭. 产学研结合技术创新绩效评价研究[J]. 科学进步与对策,2010,27(7):114-118.

Analysis of the Industry-Study-Research Comprehensive Efficiency in China

LIU Ying, LI Cun-jin

(School of Management, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: This paper uses the method of Data Envelopment Analysis (DEA) to make an empirical analysis on the 14 industry's Industry-Study-Research Comprehensive Efficiency which the government has invested a lot. Through the analysis found that on the whole our country's Industry-study-research Comprehensive Efficiency is relatively good, but some industries did not achieve the optimal allocation of resources, the efficiency of scientific research still needs to be improved. Therefore, the government should strengthen the guidance, enterprises should cooperate with colleges and universities actively to promote the long-term healthy development of the industry.

Key words: Industry-Study-Research; data envelopment analysis; malmquist index; synergetic innovation efficiency