

doi:12.3969/j.issn.1672-0598.2011.02.003

基于区间数灰理论的短期经济增长波动研究^{*}

陈又星

(广东商学院 工商管理学院, 广东 广州 510320)

摘要:多属性区间数排序及决策普遍存在于工程系统及社会经济系统之中,它是决策理论与方法研究的一个重要内容。以往的经济增长波动研究多局限于长周期经济增长波动研究,研究方法多采用统计学相关知识。本文将多属性区间数排序及灰关联度理论结合在一起,通过对基于GDP增长的多属性影响因素来构建多属性波动区间数,并采用灰关联度相关计算算法,应用于国民经济增长的短期波动质量监测,最后通过实证分析来证明这一方法在实践中的价值与意义。

关键词:多属性;区间数;灰关联度;短期经济增长波动

中图分类号:F061.2;F224.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-0598(2011)02-0008-05

一、引言

经济增长波动是经济运行过程中的一个常态,自19世纪初以来,西方经济学者就提出了基于经济增长波动的经济周期理论,并以量的方法对经济周期进行定量分析和预测。在国外,Haldun(2001)^[1]、Comin和Gertler(2006)^[2]应用频谱时间表来分析界定经济周期、Giannone和Reichlin(2006)^[3]则采用VARM脉冲响应系数分析经济周期,Engle(2005)^[4]应用非线性模型预测经济周期,Bengoechea等(2006)^[5]提出了一种新的改进马尔科夫模型并用来预测经济周期及其走势。Smets和Wouters(2007)^[6]应用贝叶斯似然法研究美国经济增长波动规律。在国内,董进(2006)^[7]对我国的经济增长周期进行了定量测度研究;孙小英、陈杰、杨荣(2009)^[8]对经济波动

特征进行了研究;陈乐一(2007)^[9]对经济波动周期的阶段性进行了分析。上述研究均基于经济增长长周期,对于短期经济增长波动的定量研究较为少见。事实上,在短期内(一年以内)宏观经济增长的波动更能影响决策者所做的决策。影响短期经济增长波动的因素很多,Taylor和Wooford(1999)^[10]认为衡量经济波动的方法就是看总产出和其他经济指标的时间序列两者之间的长期趋势的偏离程度。用来衡量宏观经济波动的指标很多,例如总产出、就业、收入、贸易等,其中最重要的指标是GDP^[11]。本文即采用GDP来研究短期经济增长波动。影响GDP增长的主要因素是投资、消费和出口,因此在本文里主要以固定资产投资波动、国内零售商品总额波动和出口总额波动

* [收稿日期]2011-02-22

[基金项目]广东省社会科学“十一五”规划2009年度规划项目(090-09)“基于知识管理的组织学习能力与企业创新能力关系转换机制研究”

[作者简介]陈又星(1970—),男,湖北应城人;现为广东商学院工商管理学院,副教授,博士,主要从事软计算及其管理应用研究。

等指标来研究短期内经济增长波动质量。在这里我们将固定资产投资波动、国内零售商品总额波动和出口总额波动等指标每两个月变动的数字作为一个区间数,这是一类具有不确定性变动区间的区间数,基于 GDP 波动的影响因素众多。在决策理论中,对于具有不确定性区间数的多属性灰关联度研究比较少见,但已经开始引起重视。例如灰色关联决策方法研究(罗党、刘思峰,2006)^[12]、具有区间数的多属性决策问题的分析方法(樊志平、张全,1998)^[13]、基于区间灰色区间数的多准则决策方法(王建强、王君,2009)^[14]等。本文将多属性决策做了一个转化,因为多属性决策即为有限方案多目标决策,要将各个方案进行优劣排序,从而选出最优方案,因此本文将短期内各个波动区间数进行灰关联度的排序,就可以大致看出短期内经济增长波动的质量好坏,供经济决策者参考。

二、基于区间数灰关联度理论的经济增长短期波动质量监测理论模型

(一) 区间数的构成

定义 1 设 R 为实数,称闭区间 $[\chi^L, \chi^U]$ 为区间数,用 $\tilde{\alpha}$ 表示,其中 χ^L 和 $\chi^U \in R, \chi^L \leq \chi^U$

若 $\chi^L \geq 0$,则 $\tilde{\alpha}$ 非负,记为 $\tilde{\alpha} \geq 0$,若 $\chi^L = \chi^U$,则区间数 $\tilde{\alpha}$ 白化为普通的实数。

在本文里,将以每个月我国统计局公布的经济运行数据为依据,以每两个月的各项数据构成一个区间数并做相应的计算排序。

(二) 灰关联度理论及其模型

设某一研究范围内的分析方案全体称为排序决策集合,记为 $A = \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_n\}$; 目标因素集合记为 $F = \{F_1, F_2, F_3, \dots, F_m\}$ 。方案 A_i 在目标因素 F_j 下的效果评价值为非负区间灰数 $\underline{u}_{ij}(\otimes) \in [\underline{u}_{ij}, \bar{u}_{ij}] (0 \leq \underline{u}_{ij} \leq \bar{u}_{ij}, i = 1, 2, \dots, n)$, 方案 A 的效果评价向量记为 $u_i(\otimes) = (u_1(\otimes), u_2(\otimes), \dots, u_n(\otimes))$, 其中 $i = 1, 2, \dots, n$ 。

为了消除不同量纲的影响和增加方案的可比性,可利用灰色极差变换公式进行变换,对利润效益型的指标目标值,其变换公式有两种,一种是可以采用 TOPSIS 法 (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution):

当指标是效益型指标时:

$$\underline{x}_{ij} = \frac{u_{ij}}{\sum_{i=1}^m u_{ij}}, \bar{x}_{ij} = \frac{\bar{u}_{ij}}{\sum_{i=1}^m \bar{u}_{ij}} \quad (1)$$

当指标是成本型指标时:

$$\underline{x}_{ij} = \frac{\frac{1}{u_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{u_{ij}}}, \bar{x}_{ij} = \frac{\frac{1}{\bar{u}_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\bar{u}_{ij}}} \quad (2)$$

另外一种方法是采用灰关联度中的无量纲转化法,即对效益型指标:

$$\underline{x}_{ij} = \frac{u_{ij} - \underline{u}_j}{u_j - \underline{u}_j}, \bar{x}_{ij} = \frac{\bar{u}_{ij} - \bar{u}_j}{\bar{u}_j - \bar{u}_j} \quad (3)$$

对成本型的指标目标值,其变换公式为:

$$\underline{x}_{ij} = \frac{\bar{u}_j - u_{ij}}{u_j - \bar{u}_j}, \bar{x}_{ij} = \frac{\bar{u}_j - \bar{u}_{ij}}{\bar{u}_j - \bar{u}_j} \quad (4)$$

其中 $\bar{u}_j = \max_{1 \leq i \leq n} \{u_{ij}\}$; $\underline{u}_j = \min_{1 \leq i \leq n} \{u_{ij}\}, j = 1, 2, \dots, m$ 。对 $u_{ij}(\otimes) (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$ 进行标准化处理。本论文中采用的是第二种方法。

定义 1 标准化后的方案效果评价向量为

$$x_i(\otimes) = (x_{i1}(\otimes), x_{i2}(\otimes), \dots, x_{im}(\otimes)) \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

其中 $x_{ij}(\otimes) \in [\underline{x}_{ij}, \bar{x}_{ij}]$ 均为 $[0, 1]$ 上的非负区间灰数。记:

$$\underline{x}_j^+ = \max_{1 \leq i \leq n} \{\underline{x}_{ij}\}, \bar{x}_j^- = \min_{1 \leq i \leq n} \{\bar{x}_{ij}\} \quad (5)$$

$$\underline{x}_j^+ = \max_{1 \leq i \leq n} \{\bar{x}_{ij}\}, \bar{x}_j^- = \min_{1 \leq i \leq n} \{\underline{x}_{ij}\} \quad (j = 1, 2, \dots, m) \quad (6)$$

则称 m 维非负区间灰数向量 $x^+(\otimes) = (x_1^+(\otimes), x_2^+(\otimes), \dots, x_m^+(\otimes))$ 为风险偏好最优方案效果评价向量,其中 $x_j^+ \in [\underline{x}_j^+, \bar{x}_j^+], (j = 1, 2, \dots, m)$ 。

称 m 维非负区间灰数向量 $x^-(\otimes) = (x_1^-(\otimes), x_2^-(\otimes), \dots, x_m^-(\otimes))$ 为风险厌恶最优方案效果评价向量,其中 $x_j^-(\otimes) \in [\underline{x}_j^-, \bar{x}_j^-], (j = 1, 2, \dots, m)$ 。

定义 2 设各个指标的权重向量为 $\tilde{w} = (\bar{w}_1, \bar{w}_2, \dots, \bar{w}_n)$, 其中 $\bar{w}_1 + \bar{w}_2 + \dots + \bar{w}_n = 1$ 。一般地 \tilde{w} 由决策者给出。若目标权重向量 $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)^T$, 则可以根据多属性决策分析的加权法则确定各个波动区间的综合评价价值。

(三) 基于风险偏好的最优方案:最大灰色区间关联度^[15]

$$r_{ij}^+ = \frac{1}{2} \left[\frac{\min_{1 \leq i \leq n} \min_{1 \leq j \leq m} |x_j^+ - x_{ij}^-| + \lambda \max_{1 \leq i \leq n} \max_{1 \leq j \leq m} |x_j^+ - x_{ij}^-|}{|x_j^+ - x_{ij}^-| + \lambda \max_{1 \leq i \leq n} \max_{1 \leq j \leq m} |x_j^+ - x_{ij}^-|} + \frac{\min_{1 \leq i \leq n} \min_{1 \leq j \leq m} |x_j^+ - x_{ij}^-| + \lambda \max_{1 \leq i \leq n} \max_{1 \leq j \leq m} |x_j^+ - x_{ij}^-|}{|x_j^+ - x_{ij}^-| + \lambda \max_{1 \leq i \leq n} \max_{1 \leq j \leq m} |x_j^+ - x_{ij}^-|} \right] \quad (7)$$

r_{ij}^+ 为关联子因素 $x_{ij}(\otimes)$ 关于风险偏好母因素 $x_j^+(\otimes)$ 的灰色区间关联系数, ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$)。则:

$$G(x^+(\otimes), x_i(\otimes)) = \sum_{i=1}^m w_i r_{ij}^+ \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (8)$$

式(8)为方案 A_i 的效果评价向量关于风险偏好最优方案想效果评价向量的灰色区间关联度, 并简称为方案 A_i 关于风险偏好最优方案的灰色区间关联度。其中 $\lambda \in [0, 1]$ 为分辨系数或比较环境调节因子。

(四) 基于风险厌恶的最优方案: 最小灰色区间关联度^[16]

$$r_{ij}^- = \frac{1}{2} \left[\frac{\min_{1 \leq i \leq n} \min_{1 \leq j \leq m} |x_{ij}^- - x_j^-| + \lambda \max_{1 \leq i \leq n} \max_{1 \leq j \leq m} |x_{ij}^- - x_j^-|}{|x_{ij}^- - x_j^-| + \lambda \max_{1 \leq i \leq n} \max_{1 \leq j \leq m} |x_{ij}^- - x_j^-|} + \frac{\min_{1 \leq i \leq n} \min_{1 \leq j \leq m} |x_{ij}^- - x_j^-| + \lambda \max_{1 \leq i \leq n} \max_{1 \leq j \leq m} |x_{ij}^- - x_j^-|}{|x_{ij}^- - x_j^-| + \lambda \max_{1 \leq i \leq n} \max_{1 \leq j \leq m} |x_{ij}^- - x_j^-|} \right] \quad (9)$$

r_{ij}^- 为关联子因素关于风险厌恶母因素 $x_j^-(\otimes)$ 的灰色区间关联系数, ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$)。则 $G(x^-(\otimes), x_i(\otimes)) = \sum_{i=1}^n w_i r_{ij}^-$,

($i = 1, 2, \dots, n$) 为方案 A_i 的效果评价向量关于风险厌恶最优方案效果评价向量的灰色区间关联度, 并简称为方案 A_i 关于风险厌恶最优方案的灰色区间关联度。其中 $\lambda \in [0, 1]$ 为分辨系数或比较环境调节因子。

(五) 具体算法

第一步, 利用公式(1)(2)或(3)(4)对初始评价向量进行标准化处理, 得到各个方案标准化的效果评价向量;

第二步, 利用公式(5)(6)计算出排序区间的理想区间效果评价向量;

第三步, 利用灰区间关联系数公式(7)或(9)计算出各个方案的灰色关联度判断向量式;

第四步, 利用灰色区间关联系数公式(8)计算各方案与理想方案之间的灰色区间关联度 $G(x^+(\otimes), x_i(\otimes))$ ($i = 1, 2, \dots, n$);

第五步, 按照灰关联度 $G(x^+(\otimes), x_i(\otimes))$ ($i = 1, 2, \dots, n$) 的值的从大到小的顺序给出各个波动区间的优劣排序, 其中关联度 $G(x^+(\otimes), x_i(\otimes))$ ($i = 1, 2, \dots, n$) 的最大值对应的方案为最优波动区间。

三、实例研究

下面运用国家统计局每个月公布的我国宏观经济运行指标进行基于区间数灰关联度理论的短期经济增长波动质量监测实证分析。我们采用的数据是国家统计局于 2009 年 9 月至 2010 年 6 月之间公布的数据, 波动区间假定为 2 个月一次波动, 其构造的区间数如表 1 所示。

表 1 短期经济增长波动区间数

波动区间	投资(S_1)	消费(S_2)	出口(S_3)
2010. 5 - 6(A_1)	[20 615, 30 689]	[12 455, 12 330]	[1 317. 6, 1 374. 00]
2010. 3 - 4(A_2)	[16 779, 16 950]	[11 322, 11 510]	[1 121. 1, 1 199. 20]
2010. 1 - 2(A_3)	[13 014, 13 014]	[25 052, 25 052]	[945. 23, 1 094. 75]
2009. 11 - 12(A_4)	[17 924, 25 505]	[11 339, 12 510]	[1 136. 53, 1 307. 30]
2009. 9 - 10(A_5)	[17 533, 20 192]	[10 913, 11 718]	[1 159. 3, 1 107. 60]

资料来源: 根据国家统计局每月公布的经济统计数据整理而成

由于上述数据意义不一, 为便于比较运用公式(3)、(4), 需要进行无量纲化处理, 无量纲处理

后的标准化具体数据见表 2 所示。

表 2 标准化指标值

波动区间	投资(S ₁)	消费(S ₂)	出口(S ₃)
A ₁	[0.430 0, 1]	[0.956 0, 0.878 5]	[0.868 5, 1]
A ₂	[0.213 0, 0.222 7]	[0.242 4, 0.370 1]	[0.410 2, 0.592 3]
A ₃	[0, 0]	[1, 1]	[0, 0.348 7]
A ₄	[0.277 8, 0.706 7]	[0.264 1, 0.990 1]	[0.446 8, 0.844 4]
A ₅	[0.255 57, 0.406 1]	[0, 0.499 1]	[0.499 3, 0.378 7]

随后利用公式(5)、(6)计算风险偏好波动区间效果评价向量,得到

$$^+(\otimes) = ([0.430\ 0, \ 1], [1, \ 1], [0.868\ 5, \ 1])$$

利用灰色关联公式(7)得到

$$r_{1j} = (0.667\ 0, 0.667\ 0, 0.875\ 2) (j = 1, 2, 3)$$

$$r_{2j} = (0.333\ 3, 0.597\ 1, 1.000\ 0) (j = 1, 2, 3)$$

$$r_{3j} = (0.333\ 3, 1.000\ 0, 0.383\ 8) (j = 1, 2, 3)$$

$$r_{4j} = (0.341\ 9, 0.666\ 7, 0.747\ 1) (j = 1, 2, 3)$$

$$r_{5j} = (0.449\ 3, 0.833\ 3, 0.666\ 7) (j = 1, 2, 3)$$

利用公式(7)及公式(8),在利用公式(8)的过程中,对于各个指标的权重向量 $\tilde{w} = (w_1, w_2 \cdots w_n)$ 的给定则是依据国家统计局历年的统计资料,按照投资、消费及出口对 GDP 的贡献度来确定各自的权重向量,具体见表 3 所示。

表 3 中国三大需求对 GDP 的贡献率(%)

指标与年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007 前三季度
投资贡献率	23.7	22.4	50.1	48.8	63.7	55.3	37.7	41.3	41.6
消费贡献率	74.7	65.1	50.0	43.6	35.3	38.7	38.2	39.2	37
净出口贡献率	1.6	12.5	-0.1	7.6	1.0	6.0	24.1	19.5	21.4

资料来源:根据国家统计局每年公布的经济统计数据整理而成

本文中投资、消费及净出口对 GDP 的贡献度以 2007 年前三季度的数据来确定各自的权重向量,其权重向量分别为 0.416, 0.37, 0.214。

可以得到

$$G(x^+(\otimes), x_1(\otimes)) = 0.549\ 4$$

$$G(x^+(\otimes), x_2(\otimes)) = 0.573\ 6$$

$$G(x^+(\otimes), x_3(\otimes)) = 0.590\ 8$$

$$G(x^+(\otimes), x_4(\otimes)) = 0.548\ 8$$

$$G(x^+(\otimes), x_5(\otimes)) = 0.637\ 9$$

因此各个波动区间的优劣排序为: A₅ > A₃ > A₂ > A₁ > A₄

通过上述的经济增长短期波动区间排序可以看出,2009 年 9 月—10 月以来的经济增长波动从风险偏好的最优灰关联度的角度看,宏观经济增长区间波动的趋势整体趋好,但 2010 年 3—4 月份的波动趋坏,而 2010 年 5—6 月份的波动区间又为最优,说明宏观经济短期波动较大,经济增长有大起大落的风险。

基于同样的理论及计算原理,可以得出基于风险厌恶的最优区间的灰色区间关联度分别为:

$$G(x^-(\otimes), x_1(\otimes)) = 0.598\ 8$$

$$G(x^-(\otimes), x_2(\otimes)) = 0.671\ 4$$

$$G(x^-(\otimes), x_3(\otimes)) = 0.787\ 3$$

$$G(x^-(\otimes), x_4(\otimes)) = 0.723\ 7$$

$$G(x^-(\otimes), x_5(\otimes)) = 0.559\ 9$$

其各个波动区间的优劣排序为: A₃ > A₄ > A₂ > A₁ > A₅

从风险厌恶的最优灰关联度的角度看,宏观经济增长区间波动的趋势整体趋好,但 2010 年 1—2 月份的波动为最优,而 2010 年 5—6 月份的波动区间又为最差,同样说明宏观经济短期波动较大,经济增长有大起大落的风险,这与当前经济发展的实际情况大致吻合。

由于风险偏好的不同,在宏观经济增长区间波动的排序中可以清楚看出,从风险偏好的最优灰关联度的角度看,2010 年 5—6 月份的波动区

间为最优,而从风险厌恶的最优灰关联度的角度看,2010年5—6月份的波动区间为最差,这种结论也能符合风险偏好与风险厌恶两者之间观点的尖锐对立状况。

本文应用的两种灰色关联决策方法在实际应用中可能会出现不同的判断结果,这是因为不同的决策者通常是根据自己的风险偏好和决策问题的具体情况选择相应的灰色关联分析判断方法。风险偏好者会倾向于选用基于风险偏好的最大灰色关联度方法,风险厌恶者则会选择最小灰色关联度方法。

四、结束语

本文运用区间数理论构造了经济增长短期波动区间数,并运用灰色关联度理论中的最大与最小灰色关联度理论及其算法对2009年9月—2010年6月之间的中国经济增长波动情况进行了实证研究,实证研究证明这一方法的合理性及其算法的有效性,对于监测国民经济增长短期波动质量具有一定的应用价值。虽然文中对区间数理论和灰色关联度理论的结合在经济波动方面的应用做了一些尝试,但在如何科学有效地构造经济波动区间、如何结合风险偏好与风险厌恶的灰色关联分析、如何保证监测的精确性等方面尚未论及,有待于今后做进一步的研究。

【参考文献】

- [1] Haldun, S. Cyclical Aspects of Business Cycle Turning Points[J]. *International Journal of Forecasting*, 2001, (17):369-382.
- [2] Comin, D., M. Gertler. Medium-term Business Cycles [J]. *American Economic Review*, 2006, (96) 3: 523-551.

- [3] Giannone, D., L. Reichlin. VARS, Common Factors and the Empirical Validation of Equilibrium Business Cycle Models [j]. *Journal of Econometrics*, 2006, 132 (1): 257-279.
- [4] J. Engle, D. Haugh, A. Pagan. Some Methods of Assessing the Need for Non-linear Models in Business cycle Analysis [J]. *International Journal of Forecasting*, 2005, (21):651-662.
- [5] Bengoechea, P., M. Camacho, G. Preze-Quirios. A Useful Tool for Forecasting the Euro-area Business Cycle Phases [J]. *International Journal of Forecasting*, 2006, (22):735-749.
- [6] Smets, F., R. Wouters. Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach [J]. *American Economic Review*, 2007, (97)3:586-603.
- [7] 董宏. 宏观经济波动周期的测度 [J], *经济研究* 2007 (7):41-48.
- [8] 孙小英、陈杰、杨荣. 中国经济周期波动特征研究 [J], *当代经济*, 2009(2):148-149.
- [9] 陈乐一. 再论中国经济周期的阶段 [J], *财经问题研究*, 2007(7):10-16.
- [10] John B. Taylor and Michael Woodford, et al. *Handbook of Microeconomics* [M]. B. V: Elsevier Science Publishers, 1999.
- [11] 刘建容, 李勇. 我国宏观经济波动分析 [J]. *北方经济* 2010(6):8-10.
- [12] [15] [16] 罗党, 刘思峰. 灰色关联决策方法研究 [J]. *中国管理科学*, 2005(13)1:101-106.
- [13] 樊志平, 张全. 带有区间数的多属性决策问题的分析方法 [J]. *东北大学学报(自然科学版)* 1998(19)4: 432-434.
- [14] 王建强, 王君. 基于区间灰色区间数的多准则决策方法 [J]. *管理学报*, 2009(6)9:1150-1153.

(责任编辑:夏东,朱德东)

Study on Short-term Fluctuation of Economic Growth Based on Grey Incidence Theory of Multi-attribute Intervals

CHEN You-xing

(School of Business Administration, Guangdong University of Business Studies, Guangdong Guangzhou 510320, China)

Abstract: Sorting and decision-making of multi-attribute intervals are prevalent in engineering systems and socio-economic systems and are an important content of theory and method study of decision-making. The previous study of fluctuation of economic growth is limited to fluctuation of long-term economic growth and its research methods mainly use statistical knowledge. This article combines sorting of multi-attribute intervals with grey incidence theory together, builds multi-attribute intervals of fluctuations based on GDP growth, uses relevant calculation algorithms of grey incidence to monitor the short-term fluctuations quality of national economic growth, and, finally, uses the method in empirical analysis to verify the value and significance of the method in practice.

Key words: multi-attribute; intervals; grey incidence; short-term fluctuations of economic growth