

文章编号: 1001-0920(2006)03-0347-05

## 基于灰色系统理论的商业银行竞争力评价模型

迟国泰<sup>1a</sup>, 王际科<sup>1b</sup>, 杜娟<sup>2</sup>

(1. 大连理工大学 a 管理学院, b 应用数学系, 辽宁 大连 116024;

2 德勤华永会计师事务所有限公司 北京分所, 北京 100738)

**摘要:** 建立了市场占有率、盈利性等 4 方面的竞争力评价指标体系, 引入灰色系统理论, 建立了基于灰色系统理论的商业银行竞争力评价模型。该模型具有如下主要特点: 一是构建理想银行, 计算被评价银行与理想银行之间的关联度, 其关联度大小的排序即银行竞争力强弱的顺序; 二是选取典型银行, 进行了主成分分析和灰色关联优势分析, 通过综合关联度的计算得到各指标对综合得分的影响程度, 解决了现有研究中对指标权重确定主观性太强的缺点。

**关键词:** 商业银行; 竞争力评价; 关联分析; 灰色系统理论

**中图分类号:** F830.33

**文献标识码:** A

## Competitiveness Appraisal Model Based on Gray System Theory

CHI Guo-tai<sup>1a</sup>, WANG Ji-ke<sup>1b</sup>, DU Juan<sup>2</sup>

(1a School of Management, 1b Department of Mathematic, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China; 2 Deloitte Touche Tohmatus CPA Ltd Beijing Branch, Beijing 100738, China Correspondent: CHI Guo-tai, Email: chigt@dlut.edu.cn)

**Abstract:** An evaluation index system of competitiveness of commercial banks is set up, including market power, profitability etc. Then a competitiveness appraisal model for commercial banks is presented based on gray system theory. The first innovation of the model lies in building ideal commercial banks, calculating the relational extend between the appraisal commercial banks and ideal commercial banks. Secondly, the representative bank is chosen, by applying, principal component analysis and gray relational advantage analysis, to find the extent between every index and synthetically score. By means of computing synthesis relational extent, index weights are obtained, avoiding the more subjective weakness of former researches.

**Key words:** Commercial bank; Competitiveness appraisal; Relational analysis; Gray system theory

### 1 引言

商业银行竞争力评价的方法主要有两类: 一是综合评价方法<sup>[1,2]</sup>, 即通过一定的算式将多指标的数值和权数综合在一起, 合成一个指标, 从而得到整体性评价。这些方法的缺点是受主观影响较大, 得出的结论往往使人难以信服。二是主成分分析法<sup>[3]</sup>。此方法要求大样本以及具有典型的概率分布等, 这在实际中很难实现。

本文利用灰色关联分析建立了商业银行竞争力评价模型, 解决了现有研究中确定指标权重时主观

性太强, 评价时要求大样本以及样本必须服从典型概率分布等问题。

### 2 竞争力评价指标体系的构建

本文采用以往文献[4, 5]中使用频率较高的一些指标, 从商业银行经营的特点出发, 考虑商业银行的潜在竞争力, 建立了包括市场占有率、盈利性、流动性、安全性方面的 12 个指标, 如表 1 所示。其中负向指标包括营业费用率、不良贷款比率和中长期贷款率, 其余为正向指标。

收稿日期: 2005-01-05; 修回日期: 2005-03-17

基金项目: 国家社会科学基金项目(04BJY082)。

作者简介: 迟国泰(1955—), 男, 黑龙江海伦人, 教授, 博士生导师, 博士, 从事金融风险、金融数学等研究;  
王际科(1980—), 男, 山东淄博人, 硕士生, 从事金融风险、金融工程研究。

表1 商业银行竞争力评价指标体系

指标类别	指标名称	计算公式
市场占有能力	资产增长率	$\frac{\text{本年末存款总额} - \text{上年末存款总额}}{\text{上年末存款总额}}$
	存款增长率	$\frac{\text{本年末资产总额} - \text{上年末资产总额}}{\text{上年末资产总额}}$
盈利性	资产利润率	利润总额/本年末资产总额
	资本利润率	利润总额/本年末资本总额
	收入利润率	利润总额/总收入
	营业费用率	营业费用/总收入
安全性	资本充足率	自有资本/加权风险资产
	不良贷款比率	不良贷款余额/各项贷款余额
	自有资本率	自有资本/资产总额
流动性	存贷比率	存款总额/贷款总额
	现金资产比率	现金资产/资产总额
	中长期贷款率	中长期贷款总额/贷款总额

### 3 商业银行竞争力评价基本原理

采用灰色关联分析评价商业银行竞争力的基本思路是: 1) 确定参考数列  $X_0$  和比较数列  $X_i$ ; 2) 计算第  $i$  个商业银行第  $k$  个指标与理想商业银行第  $k$  个指标的关联系数  $\gamma_{ki}$ ; 3) 确定各指标权重; 4) 计算第  $i$  个商业银行与理想商业银行之间的关联度  $r_i$ , 并以关联度大小进行排序。

本文以最有竞争力的各指标值组成一个理想商业银行, 以理想银行的各指标值作为参考数列  $X_0$ , 被评价银行的各指标值作为比较数列  $X_i$ , 求它们之间的关联度。关联度越大, 说明被评价银行与理想商业银行越接近, 其竞争力越强。

这样做的好处是构造理想银行, 利用灰色关联分析对银行竞争力进行评价, 解决了现有研究中要求大样本且样本必须服从典型概率分布等众多问题。

### 4 银行竞争力评价模型的建立

#### 4.1 参考数列及比较数列的确定

$V_{ki}$  表示第  $i$  个被评价银行的第  $k$  个指标的评价值,  $k = 1, 2, \dots, m$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ 。则  $V_i = (V_{1i}, V_{2i}, \dots, V_{mi})$  就是以第  $i$  个被评价银行的所有指标的评价值为分量的向量。

取第  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ ) 个指标的最佳值  $V_{k0} = \text{Optimum}(V_{ki})$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) 作为参考数列  $V_0$  的第  $k$  个分量。这里正向指标的最佳值取所有银行财务数据的最大值, 负向指标的最佳值取所有银行财务数据的最小值。因此,  $V_0$  即为理想商业银行的各指标值组成的向量, 即

$$V_0 = (V_{10}, V_{20}, \dots, V_{m0}). \quad (1)$$

对于一个由  $n$  个被评价银行,  $m$  个评价指标构成的评价系统, 可得到下列矩阵:

$$V = (V_{ki})_{m \times n} = \begin{bmatrix} V_{11} & V_{12} & \dots & V_{1n} \\ V_{21} & V_{22} & \dots & V_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ V_{m1} & V_{m2} & \dots & V_{mn} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

由于所选用的指标量纲并不统一, 需要对评价指标的数值进行规范化处理。

#### 正向指标

$$X_{ki} = \frac{V_{ki} - \min_i(V_{ki})}{\max_i(V_{ki}) - \min_i(V_{ki})}; \quad (3)$$

#### 负向指标

$$X_{ki} = \frac{\max_i(V_{ki}) - V_{ki}}{\max_i(V_{ki}) - \min_i(V_{ki})}. \quad (4)$$

利用式(3)和(4)处理后, 正向指标原来越大, 处理后也越大; 负向指标则相反。对第  $i$  家银行的财务原始数据  $V_i$  进行规范化处理, 得到各指标的评价值向量

$$X_i = (X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{mi}), \quad i = 0, 1, \dots, n. \quad (5)$$

则矩阵(2)规范化处理后得

$$X = (X_{ki})_{m \times n} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}. \quad (6)$$

#### 4.2 关联系数的计算

将各指标的理想值看成空间中一点, 称为参考点, 将各指标的取值作为比较点。关联系数公式是参考点与比较点之间距离的一种函数<sup>[6]</sup>。

将理想银行各指标的财务数据组成的向量  $V_0$  规范化后得到的  $X_0 = (X_{10}, X_{20}, \dots, X_{m0})$  作为新的参考数列, 并将  $X_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) 作为比较数列, 按如下公式计算被评价银行的各指标与理想银行相应指标的关联系数:

$$\gamma_{ki} = \frac{\min_k \min_i |X_{k0} - X_{ki}| + \zeta \max_k \max_i |X_{k0} - X_{ki}|}{|X_{k0} - X_{ki}| + \zeta \max_k \max_i |X_{k0} - X_{ki}|}. \quad (7)$$

式中:  $\zeta$  为分辨系数,  $\zeta \in [0, 1]$ , 按照国际惯例通常将  $\zeta$  取为 0.5<sup>[6]</sup>。

由式(7), 得关联系数矩阵

$$E = (\gamma_{ki})_{m \times n} = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \dots & \gamma_{1n} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \dots & \gamma_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \gamma_{m1} & \gamma_{m2} & \dots & \gamma_{mn} \end{bmatrix}. \quad (8)$$

#### 4.3 指标权重的确定

##### 4.3.1 指标权重确定的客观性原理

权重的确定是选择近几年发展较稳定且财务数

据齐全的一家银行作为典型银行, 利用主成分分析和关联优势分析相结合的方法确定整个评价系统各指标的权重, 其原理如图 1 所示 这样做的好处是通过计算典型银行各指标数据与综合得分之间的综合关联度, 挖掘出各指标与综合得分之间的内在联系

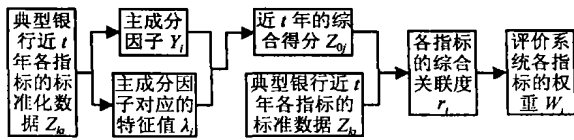


图 1 研究原理

#### 4.3.2 综合得分的计算

选取比较有代表性且数据齐全的一家被评价银行作为典型银行, 收集其近  $t$  年的财务数据, 其典型数据如表 2 所示

表 2 典型商业银行的财务数据

$U = (U_{ki})_{m \times t}$	第 1 年	第 2 年	...	第 $t$ 年
资产增长率 ( $U_1$ )	$U_{11}$	$U_{12}$	...	$U_{1t}$
存款增长率 ( $U_2$ )	$U_{21}$	$U_{22}$	...	$U_{2t}$
...	...	...	...	...
中长期贷款率 ( $U_m$ )	$U_{m1}$	$U_{m2}$	...	$U_{mt}$

因为所选用的指标量纲并不统一, 所以需对表 2 的数据进行标准化处理 标准化后的数据如表 3 所示

表 3 典型商业银行标准化的财务数据

$Z = (Z_{ki})_{m \times t}$	第 1 年	第 2 年	...	第 $t$ 年
资产增长率 ( $Z_1$ )	$Z_{11}$	$Z_{12}$	...	$Z_{1t}$
存款增长率 ( $Z_2$ )	$Z_{21}$	$Z_{22}$	...	$Z_{2t}$
...	...	...	...	...
中长期贷款率 ( $Z_m$ )	$Z_{m1}$	$Z_{m2}$	...	$Z_{mt}$

具体处理方法如下<sup>[5]</sup>:

正向指标

$$Z_{ki} = (U_{ki} - U_k^*) / \sigma_k; \quad (9)$$

负向指标

$$Z_{ki} = (U_k^* - U_{ki}) / \sigma_k \quad (10)$$

其中:  $U_{ki}$  表示典型银行第  $i$  年第  $k$  个指标的数据,  $U_k^*$  表示第  $k$  个指标的均值,  $\sigma_k$  表示第  $k$  个指标的标准差

应用主成分分析法, 对表 3 的  $m$  个指标提取主成分因子  $Y_i$ , 使这些主成分因子包含原始数据的信息总量达到 90% 以上, 同时得到  $Y_i$  对应的特征向量  $\lambda_i$  综合得分  $Z_{0j}$  为

$$Z_{0j} = \sum_{i=1}^p Y_i \times \lambda_i, \quad j = 1, 2, \dots, t \quad (11)$$

#### 4.3.3 综合关联度的计算

设  $Z_k = (Z_{k1}, Z_{k2}, \dots, Z_{kt})$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ ) 为典型银行的第  $k$  个指标近  $t$  年的标准化数据组成的向量,  $Z_0 = (Z_{01}, Z_{02}, \dots, Z_{0t})$  为典型银行近  $t$  年综合得分组成的向量 求出  $Z_k$  与  $Z_0$  的绝对关联度  $G_{0k}$ , 过程如下:

$$s_i = \sum_{j=1}^{t-1} (Z_{kj} - Z_{k1}) + \frac{1}{2} (Z_{kt} - Z_{k1}), \quad i = 0, 1, \dots, t; \quad (12)$$

$$G_{0k} = \frac{1 + |s_0| + |s_i|}{1 + |s_0| + |s_i| + |s_i - s_0|} \quad (13)$$

$Z_k$  和  $Z_0$  的相对关联度记为  $\eta_{0k}$  计算过程如下:

$$s_i = \sum_{j=1}^{t-1} \left( \frac{Z_{kj}}{Z_{k1}} - 1 \right) + \frac{1}{2} \left( \frac{Z_{kt}}{Z_{k1}} - 1 \right); \quad (14)$$

$$\eta_{0k} = \frac{1 + |s_0| + |s_i|}{1 + |s_0| + |s_i| + |s_i - s_0|} \quad (15)$$

进而可计算出  $Z_k$  与  $Z_0$  的综合关联度

$$\rho_{0k} = \theta G_{0k} + (1 - \theta) \eta_{0k}, \quad \theta \in [0, 1] \quad (16)$$

绝对量的影响越大,  $\theta$  取值越接近 1; 变化速率影响越大,  $\theta$  取值越接近 0 通常情况下  $\theta$  取为 0.5<sup>[7]</sup>

综合关联度既体现了综合得分构成的曲线与第  $k$  个指标数据所构成曲线之间的相似程度, 又可以反映出两者相对于第  $t$  年的变化速率的接近程度

#### 4.3.4 权重的计算

将上面得到的综合关联度进行处理后作为各个指标的权重, 记为

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_m] \quad (17)$$

具体处理方法如下:

$$w_i = \rho_{0i} / (\rho_{01} + \rho_{02} + \dots + \rho_{0m}), \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (18)$$

#### 4.4 银行竞争力评价模型

利用式 (8) 的关联系数矩阵  $E$  和式 (17) 的权重向量  $W$ , 求出关联度

$$R = (r_i)_{1 \times n} = (r_1, r_2, \dots, r_n) = W E. \quad (19)$$

以被评价银行与理想商业银行之间关联度  $r_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) 的大小进行排序, 关联度的大小顺序即为商业银行竞争力强弱排序

### 5 商业银行竞争力的实证分析

#### 5.1 样本的选取

选取 4 大有商业银行以及光大银行等 10 家股份制商业银行进行实证分析, 评价它们 2002 年的竞争力 各家商业银行 2002 年的典型财务数据通过文献[8] 计算得出, 见表 4

应用式 (3) 和 (4), 对表 4 的数据进行规范化处理, 规范化处理后的典型数据见表 5

利用式 (7) 和表 5 中数据, 求出被评价银行各

表 4 商业银行财务典型数据

$V = (V_{ki})_{12 \times 14}$	工商银行	农业银行	...	中信实业	理想银行
资产增长率	0.101	0.177	...	0.120	0.773
存款增长率	0.135	0.186	...	0.189	0.766
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
中长期贷款率	0.420	0.251	...	0.266	0.160

表 5 商业银行规范化后的典型数据

$X = (X_{ki})_{12 \times 14}$	工商银行	农业银行	...	中信实业	理想银行
资产增长率	0.045	0.154	...	0.072	1.000
存款增长率	0.035	0.112	...	0.117	1.000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
中长期贷款率	0.463	0.812	...	0.780	1.000

表 6 关联系数  $\gamma_{ki}$

$E = (\gamma_{ki})_{12 \times 14}$	工商银行	农业银行	...	中信实业
资产增长率	0.344	0.371	...	0.350
存款增长率	0.341	0.360	...	0.361
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
中长期贷款率	0.482	0.727	...	0.694

指标与理想银行各指标的关联系数  $\gamma_{ki}$ , 见表 6

5.2 权重的确定及竞争力排序

经过分析<sup>[8]</sup>, 民生银行近几年发展稳定, 故选取民生银行进行关联优势分析, 以确定各指标的权重将民生银行的有关财务数据代入表 2, 标准化后得到表 3. 应用主成分分析法, 对表 3 中的 12 个指标提取 2 个主成分因子  $Y_1$  和  $Y_2$ , 它们包含原始数据的信息总量达 90.94%.  $Y_1$  和  $Y_2$  对应的特征值分别为  $\lambda_1 = 0.5208$  和  $\lambda_2 = 0.3886$ . 用式(11) 计算出综合得分  $Z_0$ .

表 7 关联度及权重

	绝对关联度 ( $\rho_{0k}$ )	相对关联度 ( $\eta_{0k}$ )	综合关联度 ( $\rho_{0k}$ )	权重 ( $w_i$ )
资产增长率( $Z_1$ )	0.526	0.714	0.620	0.071
存款增长率( $Z_2$ )	0.528	0.847	0.687	0.079
资产利润率( $Z_3$ )	0.799	0.935	0.867	0.099
资本利润率( $Z_4$ )	0.825	0.800	0.813	0.093
收入利润率( $Z_5$ )	0.549	0.536	0.542	0.062
营业费用率( $Z_6$ )	0.527	0.868	0.698	0.080
资本充足率( $Z_7$ )	0.549	0.525	0.537	0.061
不良贷款比率( $Z_8$ )	0.529	0.895	0.712	0.082
自有资本率( $Z_9$ )	0.544	0.693	0.619	0.071
存贷比率( $Z_{10}$ )	0.921	0.862	0.892	0.102
现金资产比率( $Z_{11}$ )	0.941	0.841	0.891	0.102
中长期贷款率( $Z_{12}$ )	0.745	0.971	0.858	0.098

根据表 3 的数据  $Z_k$  和综合得分  $Z_0$ , 应用式(12) ~ (16) 进行关联优势分析, 求出第  $k$  个指标  $Z_k$  与综合得分  $Z_0$  之间的绝对关联度、相对关联度和综合关联度. 利用式(18) 可求出各指标的权重  $w_i$ . 上述结果如表 7 所示.

得到了关联系数矩阵表 6 和权重向量表 7 的最后一栏, 利用式(19) 便可计算出 14 家银行与理想银行的关联度, 如表 8 所示.

表 8 商业银行竞争力评价结果

银行	关联度( $r_i$ )	排名
工商银行	0.2252	13
农业银行	0.1814	14
中国银行	0.3268	10
建设银行	0.2262	12
光大银行	0.4629	7
民生银行	0.6095	3
深发展行	0.6484	1
招商银行	0.5627	4
浦发银行	0.5546	5
广发银行	0.2609	11
兴业银行	0.5333	6
华夏银行	0.6224	2
交通银行	0.3298	9
中信实业	0.4337	8

由表 8 可以看出, 竞争力由强到弱依次为: 深发展行、华夏银行、...、农业银行.

6 结 语

1) 样本数据的分析结果(表 8) 表明, 股份制商业银行的竞争力强于国有商业银行.

2) 建立了基于灰色系统理论的竞争力评价模型. 以所有商业银行中最有竞争力的各指标值组成一个理想的商业银行, 被评价银行与理想银行之间关联度大小排序就是商业银行竞争力强弱的排序.

3) 选取发展稳定的典型银行, 进行主成分分析和灰色关联分析. 找出了各指标对综合得分的影响程度, 得到了各指标较为客观的权重, 解决了现有研究中对指标权重确定主观性太强的缺点.

参考文献 (References)

[1] 张守凤, 乐菲菲, 李丽华. 层次分析法在商业银行竞争力评价中的应用[J]. 统计与决策, 2003, (2): 61-62.  
(Zhang S F, Le F F, Li L H. The Application in Commercial Banks' Competitiveness Appraisal of Analytic Approach of the Level[J]. *Statistic and Decision*, 2003, (2): 61-62.)

[2] 张守凤, 柳兴国, 柳华真. 商业银行竞争力的模糊多属性

- 评价方法[J]. *济南大学学报(自然科学版)*, 2003, 17(2): 122-124  
(Zhang S F, Liu X G, Liu H Z. A Fuzzy Multi-attribute Method on Evaluation Commercial Banks' Competence [J]. *J of Jinan University*, 2003, 17(2): 122-124 )
- [3] 赵昌昌, 曹学勤, 刘生元. 中外银行竞争力实证分析[J]. *当代经济科学*, 2003, 25(4): 85-88  
(Zhao C C, Cao X Q, Liu S Y. Domestic and Overseas Banks' Demonstrational Analysis of Competitiveness [J]. *Modern Economy Science*, 2003, 25(4): 85-88 )
- [4] 焦瑾璞. *中国银行业国际竞争力研究*[M]. 北京: 中国经济出版社, 2002, (1): 18-52  
(Jiao J P. *International Competitiveness Research of Chinese Banks*[M]. Beijing: China Era Economy Publication, 2002, (1): 18-52 )
- [5] 朱纯福. 银行竞争力评价方法及其指标体系的构建[J]. *金融论坛*, 2002, (10): 8-16  
(Zhu C F. Appraising Methods of Banks' Competitiveness and Index Systems' Construction [J]. *Financial Forum*, 2002, (10): 8-16 )
- [6] Tan X R, Li Y G. Using Grey Relational Analysis to Analyze the Medical Data [J]. *Kybernetes*, 2004, 33(2): 355-362
- [7] Fu C Y, Zheng J S, Zhao J M, et al. Application of Gray Relational Analysis for Corrosion Failure of Oil Tubes [J]. *Corrosion Science*, 2001, 43(5): 881-889
- [8] 中国金融学会. *中国金融年鉴 2003* [M]. 北京: 中国金融年鉴编辑部, 2003: 442-615  
(China Finance Academy. *China Finance Almanac 2003* [M]. Beijing: China Financial Almanac New room, 2003: 442-615 )
- [5] 朱纯福. 银行竞争力评价方法及其指标体系的构建[J].

(上接第 338 页)

## 参考文献(References)

- [1] Kumar P R. Re-entrant Lines [J]. *Queueing Systems*, 1993, 13(1-2): 87-110
- [2] Bode C A, Ko B S, Edgar T F. Run-to-run Control and Performance Monitoring of Overlay in Semiconductor Manufacturing [J]. *Control Engineering Practice*, 2004, (12): 893-900
- [3] Yeong-Dae Kim, Sang-Oh Shin, Bum Choi, et al. Simplification Methods for Accelerating Simulation-based Real-time Scheduling in a Semiconductor Wafer Fabrication Facility [J]. *IEEE Trans on Semiconductor Manufacturing*, 2003, 16(2): 290-298
- [4] 席裕庚. *预测控制*[M]. 北京: 国防工业出版社, 1993  
(Xi Y G. *Predictive Control*[M]. Beijing: National Defence Industry Press, 1993 )
- [5] Hui Peng, Tohru Ozaki, Yukihito Toyoda, et al. RBF-ARX Model-based Nonlinear System Modeling and Predictive Control with Application to a NO<sub>x</sub> Decomposition Process [J]. *Control Engineering Practice*, 2004, (12): 191-203
- [6] Morari, Manfred, Lee H, et al. Model Predictive Control: Past, Present and Future [J]. *Computers and Chemical Engineering*, 1999, 23(4-5): 667-682
- [7] Hauskrecht M, Meuleau N, Kaelbling L P, et al. Hierarchical Solution of Markov Decision Processes Using Macro-actions [A]. *Proc of the 14th Conf on Uncertainty in Artificial Intelligence* [C]. Wisconsin, 1998: 220-229
- [8] 赵丽娜. *可重入生产系统的调度优化与性能分析*[M]. 北京: 中国科学院自动化研究所, 1999  
(Zhao L N. *Scheduling Optimization and Performance Analysis of Re-entrant Lines*[M]. Beijing: Institute of Automation Chinese Academy of Sciences, 1999 )
- [9] Liu M, Wu C. Genetic Algorithm Using Sequence Rule Chain for Multiobjective Optimization in Re-entrant Micro-electronic Production Line [J]. *Robotics and Computer-integrated Manufacturing*, 2004, (20): 225-236