

# 基于 Rough Set 的经济效益综合评价

徐文婷<sup>1,2,3</sup>, 吴涛<sup>1,3</sup>, 单雪红<sup>1,3</sup>

(1. 安徽大学 数学科学学院, 安徽 合肥 230039; 2. 合肥师范学院 数学系, 安徽 合肥 230061;  
3. 安徽大学 智能计算与信号处理教育部重点实验室, 安徽 合肥 230039)

**摘要:**经济效益的综合评价对经济政策的制定具有重要意义,但目前诸多的综合评价方法在指标体系的选取和权重设置等方面具有较强的主观性。Rough Set 理论是一种处理模糊和不确定知识的数学工具,文中根据 Rough Set 理论,在保持分类能力不变的前提下,对初选的指标进行约简,计算各指标的重要程度,从而确定评价指标体系及其各自的权重,进而构造了经济效益的综合评价模型,消减了指标体系的规模,消除了权重设置的主观性,能更准确、科学地反映地区经济效益状况。最后对安徽省 17 个地市的工业经济效益进行了评价,验证了该方法的实用性、可行性。

**关键词:**粗糙集;属性约简;权重;经济效益

**中图分类号:** TP18

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2008)12-0251-04

## Comprehensive Evaluation of Economic Benefit Based on Rough Set Theory

XU Wen-ting<sup>1,2,3</sup>, WU Tao<sup>1,3</sup>, SHAN Xue-hong<sup>1,3</sup>

(1. School of Mathematical Science, Anhui University, Hefei 230039 China;

2. Department of Mathematics, Hefei Teachers College, Hefei 230061, China;

3. Ministry of Edu. Key Lab. of Intelligence Computing & Signal Processing, Anhui Univ., Hefei 230039, China)

**Abstract:** The comprehensive evaluation of economic benefit is important for economic policy making. But many traditional comprehensive measurement methods are subjective in weight assignment and index system selection. Rough set is a mathematic tool, which mainly deals with uncertain knowledge. In this paper, the indicator system and their weights are determined by reducing the original indexes, computing the significance of every index based on the rough set theory, which reserves the classification ability. Then, a new comprehensive evaluation model based on rough set is formed, which efficiently reduces the scale of index system, eliminates the subjectivity in weight assignment and reflects the economic condition more scientifically and exactly. The results of the comprehensive evaluation on industrial economic benefit of 17 cities in Anhui show this method is effective and feasible.

**Key words:** rough set; attribute reduction; weight; economic benefit

## 0 引言

经济效益评价考核工作对促进我国经济增长方式转变,引导各级领导和企业把工作重心转移到提高经济效益上来,具有重要意义。对此,我国理论界、经济界和统计部门进行了长期的探索和研究。目前,常用

的综合评价法有秩和比法<sup>[1]</sup>和 TOPSIS 法<sup>[2]</sup>等。但是,经大量实际应用表明,传统经济效益评价方法中指标的选择和权重的确定,主观成分和人为干扰因素较多,存在不同程度的缺陷。Rough Set 是一种新的处理模糊和不确定知识的数学工具,它的重要特点是:在保持分类能力不变的前提下,对属性进行约简,具有很强的分析能力,即不需要任何先验知识,而是直接从给定问题中如实地提取数据间的相互依赖关系,通过大量的历史经验数据和这种相互间的依赖关系来确定各类数据间的重要性。

为了寻求客观、实用、准确的综合评价经济效益的方法,文中依据 Rough Set 理论建立了经济效益综合评价模型。并对安徽省 17 个地市的工业经济效益进行了实证研究,取得了较为满意的效果。

收稿日期:2008-04-05

基金项目:中国博士后基金面上项目(20070411028);973 计划项目(2004CB318108,2007BC311003);国家自然科学基金(60675031);安徽省高等学校省级自然科学基金项目(KJ2008B093, KJ2008B452C);安徽大学学术创新团队和安徽大学人才队伍建设经费资助项目

作者简介:徐文婷(1982-),女,安徽合肥人,硕士研究生,助教,主要研究方向为智能计算、粗糙集理论、数据挖掘等;吴涛,博士,副教授,主要从事机器学习、智能计算、粒度计算及其应用的研究。

## 1 Rough Set 理论的基本概念和定义

Rough Set<sup>[3,4]</sup>理论是由波兰数学家 Z. Parlak 在 1982 年首次提出的一种研究不完整、不确定知识和数据的表达、学习、归纳的理论方法,近年来在理论模型<sup>[5]</sup>、算法研究<sup>[6]</sup>、工程应用<sup>[7]</sup>中取得了好的成果和应用。

### 1.1 知识系统

假设研究对象构成的集合记为  $U$ ,它是一个非空有限集,称为论域; $R$  是  $U$  上的一个等价关系(称为知识),由它产生的等价类记为  $[x]_R = \{y \mid xRy, y \in U\}$ ,这些等价类构成的集合记为  $U/R = \{[x]_R \mid x \in U\}$ ,称为  $U$  上的一个知识系统(或知识库)。 $U$  上的一个概念或范畴可以理解为  $U$  的一个子集  $X (X \subseteq U, X \neq \emptyset)$ 。

### 1.2 粗糙集的定义

令  $X \subseteq U, R$  为  $U$  上的一等价关系,当  $X$  能表达成某些  $R$  基本范畴的并时,称  $X$  是  $R$  可定义的;否则称  $X$  为  $R$  不可定义的。

$R$  可定义集是论域的子集,它可在知识库  $K$  中精确地定义,而  $R$  不可定义集不能在这个知识库中定义, $R$  可定义集也称作  $R$  精确集,而  $R$  不可定义集也称为  $R$  非精确集或  $R$  粗糙集(Rough Set)。

当存在等价关系  $R \in \text{IND}(K)$  且  $X$  为  $R$  精确集时,集合  $X \subseteq U$  称为  $K$  中的精确集;当对于任何  $R \in \text{IND}(K), X$  都为  $R$  粗糙集,则  $X$  称为  $K$  中的粗糙集。

### 1.3 上、下近似集

定义:  $\underline{R}(x) = \{x \in U \mid [X]_R \subseteq X\}$  为知识系统  $U/R$  下集合  $X$  的下近似集,它是由那些根据知识  $R$  判断肯定属于  $X$  的  $U$  中的元素组成的集合,说明  $X$  中可用知识系统  $U/R$  精确表示的部分。

定义:  $\overline{R}(x) = \{x \in U \mid [X]_R \cap X \neq \emptyset\}$  为知识系统  $U/R$  下集合  $X$  的上近似集,它是那些根据知识  $R$  判断可能属于  $X$  的  $U$  中的元素组成的集合,说明  $X$  中可用知识系统  $U/R$  的知识  $R$  粗糙地表示  $X$ 。

定义:  $P$  和  $Q$  为  $U$  中的等价关系, $Q$  的  $P$  正域记为  $\text{POS}_P(Q)$ ,即  $\text{POS}_P(Q) = \bigcup_{x \in U/Q} P(X)$ 。它表示  $U$  中所有根据分类  $U/P$  的信息可以准确地划分到关系  $Q$  的等价类中去的对象集合。

### 1.4 知识约简

令  $R$  为一族等价关系,  $r \in R$ , 若  $\text{IND}(R) = \text{IND}(R - \{r\})$ , 则称  $r$  为  $R$  中不必要的; 否则称  $r$  为  $R$  中必要的。如果每一个  $r \in R$  都为  $R$  中必要的, 则称  $R$  为独立的; 否则称  $R$  为依赖的。

设  $Q \subseteq P$ , 如果  $Q$  是独立的, 且  $\text{IND}(Q) = \text{IND}(P)$ , 则称  $Q$  是  $P$  的一个约简。显然,  $P$  中可以有多

个约简。 $P$  中所有必要关系组成的集合称为  $P$  的核, 记作  $\text{core}(P)$ 。核和约简有如下关系:

定理:  $\text{core}(P) = \bigcap \text{red}(P)$ ,  $\text{red}(P)$ , 表示  $P$  的所有约简。

可见, 利用知识约简, 可以在保持分类能力不变的条件下, 删除知识库中不相关或不重要的知识。

### 1.5 属性的重要性

为了找出某些属性的重要性, 方法是去掉该属性, 再来考察没有该属性后分类会怎样变化。若去掉该属性, 相应分类变化较大, 则说明该属性的重要性高; 反之, 重要性低。在 Rough Set 理论中, 令  $K = (U, R)$  为一知识库,  $P, Q \subseteq R$ , 设  $r \in P$ , 定义属性  $r$  在属性集  $P$  中的重要性为:

$$k_r = \frac{|\text{POS}_P(Q)| - |\text{POS}_{(P-\{r\})}(Q)|}{|U|}$$

## 2 粗糙集综合评价法评价过程

step1: 初始指标体系的建立。

设论域  $U = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  为评价对象的集合,  $R = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$  为属性集, 形成一个  $n \times m$  的矩阵,  $Z_1 = (z_{ij}^{(1)})_{n \times m}$ 。

step2: 使指标具有同趋势性。

经济效益指标中可能存在高优指标和低优指标。评价时要求指标应具有相同趋势, 一般把低优指标转化为高优指标。其转化方法有<sup>[2]</sup>: 倒数法(即  $\frac{1}{X}$ ), 多用于绝对数指标; 差值法(即  $1 - X$ ), 多用于相对数指标。转化后的数据矩阵为:  $Z_2 = (z_{ij}^{(2)})_{n \times m}$ 。

step3: 数据归一化处理<sup>[2]</sup>。

归一化后的数据矩阵记为:  $Z_3 = (z_{ij}^{(3)})_{n \times m}$ , 其中

$$z_{ij}^{(3)} = \frac{z_{ij}^{(2)}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (z_{ij}^{(2)})^2}}$$

( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$ )。

step4: 数据离散化。

运用 Rough Set 理论处理信息表时, 要求信息表中的值用离散数据表达。如果某些属性的值域为连续值, 则必须先进行离散化处理。文中采用的是等频率划分离散化算法<sup>[3]</sup>。将每个属性的属性值按同一规则排列, 根据用户给定的参数  $k$  把  $m$  个对象分成段, 每段中有  $m/k$  个对象, 离散化后的数据矩阵记为  $Z_4 = (z_{ij}^{(4)})_{n \times m}$ 。

step5: 属性约简。

根据上文所述知识约简的概念进行约简和求核, 形成新的指标体系。设约简后的属性集为  $Q = \{x_1,$

$x_2, \dots, x_i\}$ , 对应的数据矩阵记为  $Z_5 = (z_{ij}^{(5)})_{n \times i}$ 。

step6: 指标权重的计算<sup>[8]</sup>。

由上文所述属性的重要性公式, 计算指标  $x_i$  在新的指标体系中的重要性, 记为  $k_{x_i}$ , 指标  $x_i$  的权重为:

$$\omega_{x_i} = \frac{k_{x_i}}{\sum_{i=1}^i k_{x_i}}$$

step7: 综合评价。

利用线性加权法对各个对象进行综合评价计算:

$T = \sum_{i=1}^i \omega_{x_i} u_{x_i}$ , 其中  $\omega_{x_i}$  为指标  $x_i$  的权重,  $u_{x_i}$  为各个对象所对应的指标  $x_i$  归一化后的评价价值。

3 应用与实例分析

为了科学、全面地评价安徽省 17 个地市的工业经济效益, 在选取指标时, 文中从实际出发, 力求完善、全面、客观, 根据安徽省统计信息网 2007 年度的统计结

果, 采用了  $x_1$  - 主营业务收入(单位: 亿元),  $x_2$  - 利润总额(单位: 亿元),  $x_3$  - 利润总额(单位: 亿元),  $x_4$  - 亏损企业亏损额(单位: 亿元),  $x_5$  - 应收帐款净额(单位: 亿元),  $x_6$  - 产成品存货(单位: 亿元),  $x_7$  - 总资产贡献率(单位: %),  $x_8$  - 资产保值增值率(单位: %),  $x_9$  - 资产负债率(单位: %),  $x_{10}$  - 流动资产周转次数(单位: 次),  $x_{11}$  - 成本费用利润率(单位: %),  $x_{12}$  - 全员劳动生产率(单位: %),  $x_{13}$  - 产品销售率(单位: %) 等指标数据, 见表 1。

表中  $a_1 \sim a_{17}$  依次代表以下城市: 合肥、淮北、亳州、宿州、蚌埠、阜阳、淮南、滁州、六安、马鞍山、巢湖、芜湖、宣城、铜陵、池州、安庆和黄山。

对低优指标  $x_4$  和  $x_9$  按前文提及的方法进行了同趋势性处理后再将数据归一化, 并根据等频率划分离散算法, 对每个样本进行了数据离散化, 结果见表 2 和表 3。

表 1 原始数据

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$
$a_1$	1388.81	125.62	64.71	6.92	172.92	84.12	12.1	113.38	60.90	2.17	4.98	224453	97.11
$a_2$	321.47	32.97	6.09	3.22	26.69	13.41	7.87	117.97	64.18	1.90	1.99	79078	100.07
$a_3$	134.35	13.72	6.29	0.17	9.88	7.82	11.60	117.81	63.30	2.62	4.88	95482	96.44
$a_4$	207.29	8.86	2.16	3.79	15.25	9.70	7.06	155.28	76.75	4.09	1.08	102983	97.84
$a_5$	307.83	42.68	13.49	1.51	27.95	17.29	14.95	118.94	57.32	2.08	4.76	143809	98.00
$a_6$	278.59	40.72	20.54	2.24	20.83	12.33	17.99	116.61	68.51	3.20	8.22	141510	97.53
$a_7$	335.18	43.33	16.71	0.93	25.89	17.57	8.17	144.77	77.17	2.37	5.29	103777	99.30
$a_8$	400.13	39.58	18.84	2.21	45.22	26.61	14.22	128.49	55.28	2.51	5.04	104614	97.12
$a_9$	286.10	26.62	15.90	0.99	19.56	20.38	14.93	139.20	60.09	3.23	6.00	88231	98.54
$a_{10}$	861.54	83.22	35.21	1.72	48.69	26.77	9.55	115.77	59.43	2.63	4.27	260542	98.86
$a_{11}$	336.26	35.22	20.26	1.06	49.86	20.56	15.05	132.36	50.13	2.38	6.45	139471	97.19
$a_{12}$	933.16	99.40	47.86	4.40	96.75	41.67	13.43	127.49	65.56	1.91	5.47	194509	98.22
$a_{13}$	388.49	27.65	13.31	2.04	37.46	19.98	13.63	123.92	59.32	3.09	3.54	96763	97.57
$a_{14}$	18.29	53.51	28.68	0.53	40.06	20.73	12.64	117.60	68.01	2.96	4.16	231569	99.11
$a_{15}$	81.54	8.69	4.27	0.89	6.65	6.77	10.41	128.46	66.16	1.94	5.55	112302	97.41
$a_{16}$	605.34	48.07	22.09	3.89	35.00	25.31	14.51	141.76	57.73	3.99	3.83	107165	98.44
$a_{17}$	137.93	7.63	3.41	0.24	15.46	9.66	10.55	136.58	53.60	2.68	2.54	140961	98.62

表 2 数据归一化

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$
$a_1$	0.597	0.568	0.611	0.018	0.744	0.716	0.233	0.214	0.249	0.190	0.247	0.365	0.240
$a_2$	0.138	0.149	0.057	0.040	0.115	0.114	0.151	0.223	0.228	0.166	0.099	0.129	0.247
$a_3$	0.058	0.062	0.059	0.749	0.043	0.067	0.223	0.222	0.233	0.230	0.243	0.155	0.238
$a_4$	0.088	0.040	0.020	0.033	0.066	0.083	0.136	0.293	0.148	0.358	0.054	0.167	0.242
$a_5$	0.132	0.193	0.127	0.084	0.120	0.147	0.287	0.224	0.272	0.182	0.237	0.234	0.242
$a_6$	0.120	0.184	0.194	0.057	0.090	0.105	0.346	0.220	0.200	0.280	0.409	0.230	0.241
$a_7$	0.144	0.196	0.158	0.138	0.111	0.149	0.157	0.273	0.145	0.208	0.263	0.169	0.246
$a_8$	0.172	0.179	0.178	0.057	0.195	0.226	0.273	0.242	0.284	0.220	0.250	0.170	0.240
$a_9$	0.123	0.120	0.150	0.129	0.084	0.182	0.287	0.263	0.254	0.283	0.298	0.143	0.244
$a_{10}$	0.371	0.376	0.332	0.074	0.210	0.228	0.184	0.218	0.258	0.230	0.212	0.423	0.244
$a_{11}$	0.145	0.159	0.191	0.120	0.215	0.175	0.289	0.250	0.317	0.209	0.321	0.227	0.240
$a_{12}$	0.401	0.450	0.452	0.029	0.416	0.354	0.258	0.241	0.219	0.167	0.272	0.316	0.243
$a_{13}$	0.167	0.125	0.126	0.062	0.161	0.170	0.262	0.234	0.259	0.271	0.176	0.157	0.241
$a_{14}$	0.309	0.242	0.271	0.241	0.172	0.176	0.243	0.222	0.204	0.260	0.207	0.376	0.245
$a_{15}$	0.035	0.039	0.040	0.143	0.029	0.058	0.200	0.242	0.215	0.170	0.276	0.182	0.241
$a_{16}$	0.260	0.217	0.209	0.033	0.151	0.215	0.279	0.267	0.269	0.350	0.190	0.174	0.243
$a_{17}$	0.059	0.035	0.032	0.53	0.067	0.082	0.203	0.258	0.295	0.235	0.126	0.229	0.244

表 3 离散化后的结果(其中,“3、2、1”分别代表“较高、一般、较低”三个等级)

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$
$a_1$	3	3	3	1	3	3	2	1	2	1	2	3	1
$a_2$	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	3
$a_3$	1	1	1	3	1	1	2	1	2	2	2	1	1
$a_4$	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	2
$a_5$	2	2	2	2	2	2	3	2	3	1	2	3	2
$a_6$	1	2	2	1	1	1	3	1	1	3	3	2	1
$a_7$	2	2	2	3	2	2	1	3	1	1	2	1	3
$a_8$	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	1
$a_9$	1	1	2	2	1	2	3	3	2	3	3	1	2
$a_{10}$	3	3	3	2	3	3	1	1	2	2	2	3	3
$a_{11}$	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	1
$a_{12}$	3	3	3	1	3	3	2	2	1	1	3	3	2
$a_{13}$	2	1	1	2	2	2	2	2	2	3	1	1	2
$a_{14}$	3	3	3	3	2	2	2	1	1	2	1	3	3
$a_{15}$	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1	3	2	1
$a_{16}$	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	1	2	2
$a_{17}$	1	1	1	3	1	1	1	3	3	2	1	2	3

借助粗糙集专业软件 ROSE2,对以上数据进行属性约简,此处仅取其中一种约简  $\{x_1, x_3, x_7, x_{13}\}$  所形成新的指标体系(见表 4)进行分析和评价。

对表 4 中各个属性计算其重要性。

令  $U = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}, a_{17}\}$ ,

$R = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}\}$ ,

取约简后的属性集  $Q = \{x_1, x_3, x_7, x_{13}\}$ 。

$U/R = \{\{a_1\}, \{a_2\}, \{a_3\}, \{a_4\}, \{a_5\}, \{a_6\}, \{a_7\}, \{a_8\}, \{a_9\}, \{a_{10}\}, \{a_{11}\}, \{a_{12}\}, \{a_{13}\}, \{a_{14}\}, \{a_{15}\}, \{a_{16}\}, \{a_{17}\}\}$

$U/Q = \{\{a_1\}, \{a_2\}, \{a_3\}, \{a_4\}, \{a_5\}, \{a_6\}, \{a_7\}, \{a_8\}, \{a_9\}, \{a_{10}\}, \{a_{11}\}, \{a_{12}\}, \{a_{13}\}, \{a_{14}\}, \{a_{15}\}, \{a_{16}\}, \{a_{17}\}\}$

$U/(Q - \{x_1\}) = \{\{a_1\}, \{a_2, a_{17}\}, \{a_3\}, \{a_4\}, \{a_5, a_9\}, \{a_6, a_{11}\}, \{a_7\}, \{a_8\}, \{a_{10}\}, \{a_{12}\}, \{a_{13}\}, \{a_{14}\}, \{a_{15}\}, \{a_{16}\}\}$

则  $k_{x_1} = \frac{17-11}{17} = \frac{6}{17}$ ,同理,可计算得  $k_{x_3} = \frac{2}{17}, k_{x_7} = \frac{8}{17}, k_{x_{13}} = \frac{10}{17}$ 。

再计算各指标的权重,  $\omega_{x_1} = \frac{3}{13}, \omega_{x_3} = \frac{1}{13}, \omega_{x_7} = \frac{4}{13}, \omega_{x_{13}} = \frac{5}{13}$ 。

最后由上文建立的评价模型,对 17 个对象进行综合评价,见表 5。可见,在安徽省内,工业经济效益较好的城市包括:合肥,芜湖,马鞍山;工业经济效益一般的

城市包括:铜陵,安庆,阜阳,滁州,巢湖,六安,蚌埠,宣城,淮南,亳州,淮北;工业经济效益较差的城市包括:黄山,池州,宿州。

表 4 约简后的新指标体系

	$X_1$	$X_3$	$X_7$	$X_{13}$
$a_1$	3	3	2	1
$a_2$	2	1	1	3
$a_3$	1	1	2	1
$a_4$	1	1	1	2
$a_5$	2	2	3	2
$a_6$	1	2	3	1
$a_7$	2	2	1	3
$a_8$	2	2	2	1
$a_9$	1	2	3	2
$a_{10}$	3	3	1	3
$a_{11}$	2	2	3	1
$a_{12}$	3	3	2	2
$a_{13}$	2	1	2	2
$a_{14}$	3	3	2	3
$a_{15}$	1	1	1	1
$a_{16}$	3	3	3	2
$a_{17}$	1	1	1	3

表 5 评价结果

城市	评价结果	排名
$a_1$ 合肥	0.348769	1
$a_2$ 淮北	0.177692	14
$a_3$ 亳州	0.178077	13
$a_4$ 宿州	0.156769	17
$a_5$ 蚌埠	0.221615	10
$a_6$ 阜阳	0.241769	6
$a_7$ 淮南	0.188308	12
$a_8$ 滁州	0.229692	7
$a_9$ 六安	0.222077	9
$a_{10}$ 马鞍山	0.261615	3
$a_{11}$ 巢湖	0.229385	8
$a_{12}$ 芜湖	0.300154	2
$a_{13}$ 宣城	0.221538	11
$a_{14}$ 铜陵	0.261154	4
$a_{15}$ 池州	0.165385	16
$a_{16}$ 安庆	0.255385	5
$a_{17}$ 黄山	0.172385	15

## 4 结束语

利用 Rough Set 理论,在不改变原有分类的前提下,对初选的指标进行约简,得到比较科学、合理、简化的指标体系,然后再次利用 Rough Set 理论计算各指标的重要程度,归一化处理后得到各指标的权重,进而建立了经济效益综合评价的模型。

计算结果表明,通过大量历史数据,运用 Rough Set 综合评价方法对经济效益进行评价,消减了指标体系的规模,减少了主观因素的局限性,方便可行,具有科学性、客观性。

## 参考文献:

- [1] 马茜桦.秩和比法在评价工业经济效益研究中的应用[J].内蒙古煤炭经济,2006(3):2-5.
- [2] 马菊红.应用 TOPSIS 法综合评价工业经济效益[J].统计与信息论坛,2005(3):36-38.
- [3] 王国胤.粗糙集理论与知识获取[M].西安:西安交通大学出版社,2001:14-55,92-116.
- [4] 张文修,吴志伟,梁吉业,等.粗糙集理论与方法[M].北京:科学出版社,2001:1-25.
- [5] 陈云开,卢正鼎,肖尚勤.一个基于粗糙集理论的数据挖掘模型及应用[J].计算机工程与科学,2007(9):106-109.
- [6] 尹世群,余建桥,葛继科,等.基于粗糙集的分类关联规则挖掘算法研究[J].计算机科学,2007(12):171-174.
- [7] 李吉梅,崔凯.粗糙集理论在信息工程监理中的应用[J].经济管理,2007(17):23-26.
- [8] 黄光明,张巍.基于 Rough set 的综合评价方法研究[J].计算机工程与应用,2004(2):36-38.