

文章编号:1001-9081(2005)02-0485-05

基于灰色关联分析的敏捷虚拟企业伙伴选择

杜来红¹, 陈桦¹, 房亚东²

(1. 陕西科技大学 计算机与信息工程学院, 陕西 咸阳 712081;

2. 西北工业大学 现代设计与集成制造教育部重点实验室, 陕西 西安 710072)

(dlh06@163.com)

摘 要:通过分析敏捷虚拟企业的内涵及特征,将灰色关联理论运用在敏捷虚拟企业伙伴选择的决策中。首先给出了灰色关联的数学模型,然后重点论述敏捷虚拟企业评价指标体系,在该指标系统量化模型的基础上,通过实例分析给出了敏捷虚拟企业多层次灰色关联选择的原理、方法及步骤。

关键词:敏捷虚拟企业;灰色关联;伙伴选择;评价指标体系;多层次灰色关联选择

中图分类号: TP311 **文献标识码:** A

Partner selection in agile virtual enterprise based on grey relation analysis

DU Lai-hong¹, CHEN Hua¹, FANG Ya-dong²

(1. The College of Computer and Information Engineer, Shaanxi University of Science and Technology, Xianyang Shaanxi 712081, China;

2. The Key Laboratory of Contemporaneity Design and Integrated Manufacturing, North Western Poly Technical University, Xi'an Shaanxi 710072, China)

Abstract: The character and meaning of agile virtual enterprise was analyzed, and gray relational theory is applied in the partner selection. The paper firstly brought forward gray relational mathematic model, and then lays emphasis on the illustration of agile virtual enterprise evaluation infrastructure, and on the basis of constructing of system digitized model, presented principle, method and approach of multi-levels gray relational selection by means of instance analysis.

Key words: agile virtual enterprise; gray relation; partner selection; evaluation infrastructure; multi-levels gray relation selection

0 引言

敏捷虚拟企业(Agile Virtual Enterprise, AVE)是进入 20 世纪 90 年代以来出现的一种新型组织模式。它要求企业具有最大的柔性和动态开发能力,总的来说它是精益生产(LP)、计算机集成制造(CIM)、敏捷制造(AM)等制造模式发展的产物^[1]。本文着重分析敏捷虚拟企业形成过程中伙伴选择的决策问题,首先运用层次分析法对伙伴选择的各个指标进行量化,然后将灰色关联理论融入到敏捷虚拟企业伙伴选择中,参考国内外相关文献,给定了敏捷虚拟企业的指标评价体系,然后利用层次分析法以及灰色关联理论,形成敏捷虚拟企业伙伴选择的多级评判选择,通过实例分析描述了敏捷虚拟企业伙伴灰色关联选择的方法和步骤,同时也证明了灰色理论应用于伙伴选择中的可行性。

1 企业伙伴灰色关联选择模型的建立

1.1 灰色关联数学模型^[2-4]

灰色系统的关联分析,是系统态势发展的量化比较分析。灰色关联分析认为,若干个统计数据列所构成的曲线几何形

状越接近,那么其变化趋势就越接近,即关联度就越大。各方案的关联顺序反映了各方案对目标方案的接近顺序(方案的优劣顺序),其中关联度最大的方案就是最佳方案。

定义 1 对于标准参考序列 $x_0 = [x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n}]$, $x_i = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}]$ ($i = 1, 2, \dots, m$) 作为被比较的序列。关联系数矩阵的定义如下:

$$\xi_i^{(k)} = \frac{\Delta \min + \sigma \Delta \max}{\Delta ik + \sigma \Delta \max}$$

其中 $\Delta \min = \min_i \min_k |x_{ik} - x_{0k}|$,

$\Delta \max = \max_i \max_k |x_{ik} - x_{0k}|$,

$\Delta ik = |x_{ik} - x_{0k}|$ ($i = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, n$)。

关联系数定义中 $\sigma \in [0, 1]$, 一般根据经验取值为 0.5。但由定义 1 可以看出影响关联系数大小的因素不仅和标准参考集合 x_0 以及比较集合 x_i 有关,而且受其他比较集合 x_j 影响, $\Delta \min$ 和 $\Delta \max$ 正是系统整体性在关联空间里的反映。根据上述分析可得出分辨系数 σ 反映的是关联空间中整体性的重要程度(即各因子对关联系数的影响程度),而且有关研究已证明关联系数 $\xi_i^{(k)}$ 是分辨系数 σ 的单调增函数^[3,4]。

收稿日期:2004-07-30;修订日期:2004-12-30

作者简介:杜来红(1976-),女,甘肃天水人,助教,硕士研究生,主要研究方向:虚拟企业、动态联盟、计算机协同工作等;陈桦(1962-),男,上海人,教授,博士,主要研究方向:CSCW、并行工程等;房亚东(1976-),男,江苏灌南人,博士研究生,主要研究方向:敏捷制造、制造资源管理与集成等。

定义2 关联空间比较均值定义为: $\bar{\Delta} = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{ik}| / (n \cdot m)$

均值比例系数^[3,4]为 $\gamma = \bar{\Delta} / \Delta_{\max}$ 。

定义3 分辨系数的确定原则

1) 当 $\Delta_{\max} > 3\bar{\Delta}$ 时, $\sigma = (\gamma + 0.5) / 2$ (比较集合有异常值时, 即当 Δ_{\max} 很大时, σ 取较小值以削弱 Δ_{\max} 的作用)。

2) 当 $\Delta_{\max} \leq 3\bar{\Delta}$ 时, $\sigma = (2\gamma + 0.5) / 2$ (比较集合比较平稳, 离乱性较小时, 即当 Δ_{\max} 较小时, σ 取较大值以增强关联度的整体性)。

定义4 各比较序列关联系数的确定

$\psi_i = \sum_{k=1}^n \omega_k \zeta_i^{(k)}$, 其中 ψ_k 为比较集合中各因子的权重, ψ_i 即为各比较序列关联系数, 系数越大越和标准序列接近。

1.2 敏捷虚拟企业伙伴选择评价指标体系^[5-7]

敏捷虚拟企业伙伴选择的目标就是使在合适的时间由合适的企业快速生产出满足市场需求的某种类型产品成为可能, 其选择的依据主要是 CTQSI (成本、时间、质量、服务、集成) 等各个方面。考虑企业的个性和共性特征以及项目之间的差异, 本文主要将敏捷虚拟企业伙伴选择的评价指标分为三大类: 任务评价指标、自然评价指标、企业通用评价指标, 其详细评价指标系统如图1所示。

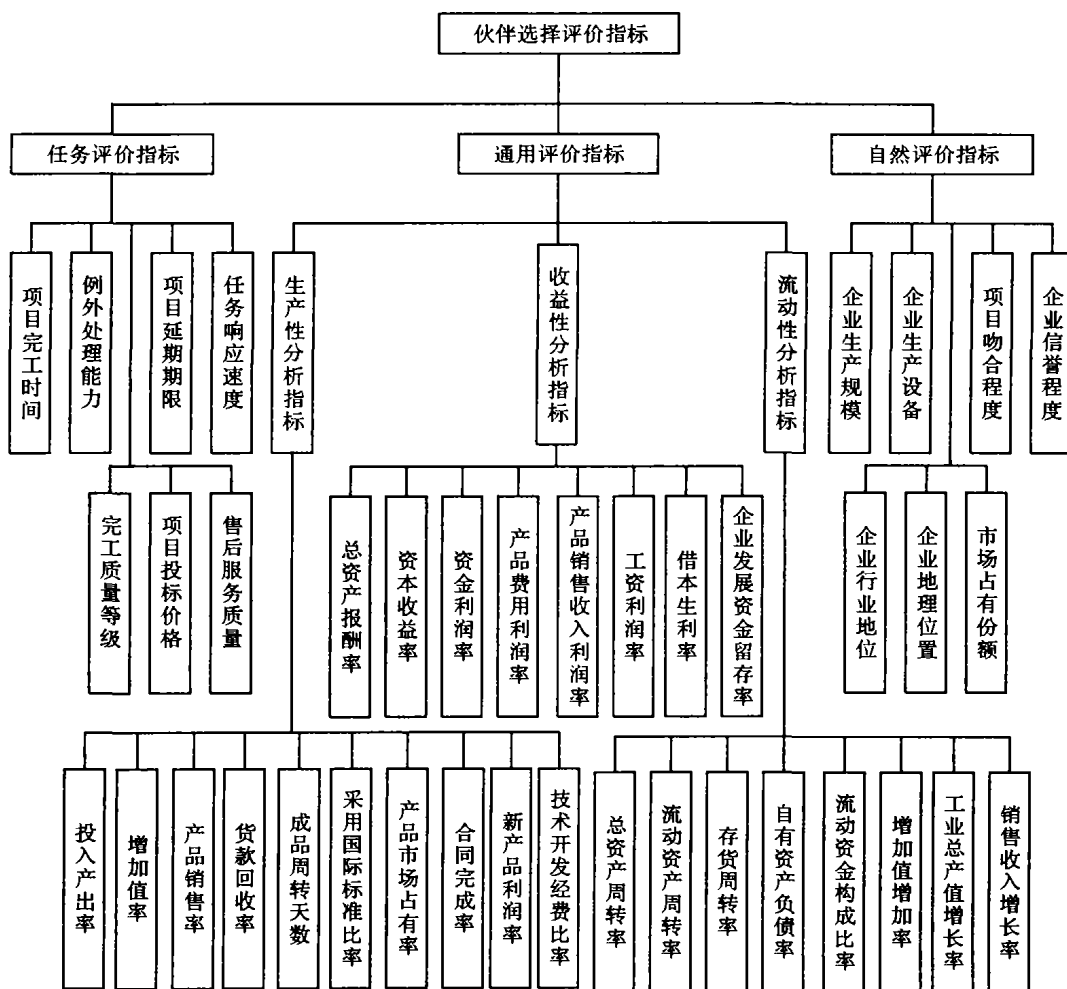


图1 敏捷虚拟企业伙伴选择评价指标体系

1.3 敏捷虚拟企业评价指标量化模型

在敏捷虚拟企业伙伴选择过程中, 要实现灰色关联选择, 第一步工作就是对各评价指标量化, 以期形成比较序列, 便于算法的实现, 各评价指标量化过程如下所述:

1) 通用评价指标, 各通用评价指标都是百分比率, 业已量化, 在后期的灰色关联选择中只需要将其归一化即可, 故无须详述。

2) 任务评价指标, 任务评价指标主要包括项目完工时间 L_{221} 、完工质量等级 L_{222} 、项目投标价格 L_{223} 、售后服务质量 L_{224} 、项目延期期限 L_{225} 、任务响应速度 L_{226} 、例外处理能力 L_{227} 。

3) 自然评价指标, 自然评价指标主要包括企业生产规模 L_{211} 、企业生产设备 L_{212} 、项目吻合程度 L_{213} 、企业信誉程度 L_{214} 、企业行业地位 L_{215} 、企业地理位置 L_{216} 、市场占有率 L_{217} 。

2 敏捷虚拟企业伙伴选择实例分析

2.1 标准指标集的确定

敏捷虚拟企业灰色关联选择时, 首先就需要确定标准指标集, 即盟主企业根据项目的具体情况, 权衡各个方面的因素, 确定评价指标中的各个因素。本文将评价指标分成了三个层次, 因此灰色关联度的选择要经过三级才能实现伙伴的

正确选择。本文以某候选企业在进行某项目招标后,对投标企业1、2、3、4、5选择时为例进行研究,详细信息见表1~表5。

表1 自然指标 (L_{21})

企业	L_{211}	L_{212}	L_{213}	L_{214}	L_{215}	L_{216}	L_{217}
1	5	国内水平	吻合	A	参与	4000	0.7
2	200	国际水平	不吻合	A	支配	2000	0.5
3	5	国内水平	一般	AAAA	无地位	100000	0.85
4	80	国内领先	完全吻合	AAAAA	垄断	2000	0.35
5	300	国际领先	较吻合	AAA	领导	6000	0.76

表2 任务指标 (L_{22})

企业	L_{221}	L_{222}	L_{223}	L_{224}	L_{225}	L_{226}	L_{227}
4	0.7	A	强	0.32	AAAAA	0.15	快速
5	0.85	AA	非常强	0.76	AAA	0.016	很快
6	0.21	AAAAA	很弱	0.45	AAAAA	0.001	很快
4	0.36	AAA	强	0.76	AA	0.0005	敏捷
5	0.75	AAAA	较弱	0.65	AA	0.012	迟缓

表3 通用指标之生产性分析指标 (L_{31})

企业	L_{311}	L_{312}	L_{313}	L_{314}	L_{315}	L_{316}	L_{317}	L_{318}
1	0.24	0.15	0.67	0.45	0.32	0.21	0.76	0.54
2	0.43	0.12	0.78	0.12	0.54	0.21	0.87	0.54
3	0.65	0.08	0.76	0.77	0.45	0.12	0.67	0.76
4	0.78	0.23	0.34	0.12	0.65	0.43	0.32	0.65
5	0.54	0.12	0.76	0.67	0.21	0.13	0.76	0.32

表4 通用指标之收益性分析指标 (L_{32})

企业	L_{321}	L_{322}	L_{323}	L_{324}	L_{325}	L_{326}	L_{327}	L_{328}
1	0.67	0.65	0.023	0.021	0.045	0.012	0.009	0.012
2	0.45	0.67	0.012	0.005	0.036	0.021	0.034	0.023
3	0.78	0.66	0.013	0.008	0.064	0.012	0.043	0.014
4	0.78	0.78	0.021	0.021	0.076	0.018	0.023	0.008
5	0.65	0.65	0.056	0.009	0.085	0.032	0.054	0.034

表5 通用指标之流动性分析指标 (L_{33})

企业	L_{331}	L_{332}	L_{333}	L_{334}	L_{335}	L_{336}	L_{337}	L_{338}
1	0.123	0.009	0.323	0.012	0.23	0.45	0.002	0.014
2	0.323	0.034	0.323	0.014	0.45	0.21	0.003	0.021
3	0.065	0.023	0.54	0.014	0.78	0.76	0.012	0.034
4	0.345	0.013	0.67	0.023	0.65	0.54	0.032	0.065
5	0.456	0.036	0.32	0.034	0.54	0.34	0.054	0.032

由此可得候选企业最优评价指标集为:

$$T = \{T_1, T_2, T_3\}$$

自然指标最优集 $T_1 = \{300, \text{国际领先}, \text{完全吻合}, \text{AAAAA}, 100000, 0.85\}$

任务指标最优集 $T_2 = \{0.21, \text{AAAAA}, \text{非常强}, 0.76, \text{AAAAA}, 0.0005, \text{敏捷}\}$

通用指标最优集 $T_3 = \{T_{31}, T_{32}, T_{33}\}$

生产性分析指标 $T_{31} = \{0.78, 0.23, 0.78, 0.77, 0.65, 0.43, 0.87, 0.76\}$

收益性分析指标 $T_{32} = \{0.78, 0.78, 0.056, 0.021, 0.076, 0.021, 0.054, 0.034\}$

流动性分析指标 $T_{33} = \{0.456, 0.036, 0.67, 0.034, 0.78, 0.76, 0.054, 0.065\}$

同时由上述分析可得各级评价指标矩阵:

$$F_{31} = \begin{bmatrix} 0.24 & 0.43 & 0.65 & 0.78 & 0.54 \\ 0.15 & 0.12 & 0.08 & 0.23 & 0.12 \\ 0.67 & 0.78 & 0.76 & 0.34 & 0.76 \\ 0.45 & 0.12 & 0.77 & 0.12 & 0.67 \\ 0.32 & 0.54 & 0.45 & 0.65 & 0.21 \\ 0.21 & 0.21 & 0.12 & 0.43 & 0.13 \\ 0.76 & 0.87 & 0.67 & 0.32 & 0.76 \\ 0.54 & 0.54 & 0.76 & 0.65 & 0.32 \end{bmatrix}$$

$$F_{32} = \begin{bmatrix} 0.67 & 0.45 & 0.78 & 0.78 & 0.65 \\ 0.65 & 0.67 & 0.66 & 0.78 & 0.65 \\ 0.023 & 0.012 & 0.013 & 0.021 & 0.056 \\ 0.021 & 0.005 & 0.008 & 0.021 & 0.009 \\ 0.045 & 0.036 & 0.064 & 0.076 & 0.085 \\ 0.012 & 0.021 & 0.012 & 0.018 & 0.032 \\ 0.009 & 0.034 & 0.043 & 0.023 & 0.054 \\ 0.012 & 0.023 & 0.014 & 0.008 & 0.034 \end{bmatrix}$$

$$F_{33} = \begin{bmatrix} 0.123 & 0.323 & 0.056 & 0.345 & 0.456 \\ 0.009 & 0.034 & 0.023 & 0.013 & 0.036 \\ 0.323 & 0.323 & 0.54 & 0.67 & 0.32 \\ 0.012 & 0.014 & 0.014 & 0.023 & 0.034 \\ 0.23 & 0.45 & 0.78 & 0.65 & 0.54 \\ 0.45 & 0.21 & 0.76 & 0.54 & 0.34 \\ 0.002 & 0.003 & 0.012 & 0.032 & 0.054 \\ 0.014 & 0.021 & 0.034 & 0.065 & 0.032 \end{bmatrix}$$

$$F_{21} = \begin{bmatrix} 3 & 2 & 4 & 1 & 2 & 3 & 5 \\ 5 & 4 & 1 & 1 & 4 & 4 & 3 \\ 3 & 2 & 2 & 4 & 1 & 1 & 5 \\ 4 & 3 & 5 & 5 & 5 & 4 & 2 \\ 5 & 5 & 3 & 3 & 3 & 2 & 4 \end{bmatrix}^T$$

$$F_{22} = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 3 & 2 & 5 & 1 & 3 \\ 1 & 2 & 5 & 4 & 3 & 2 & 4 \\ 4 & 5 & 1 & 3 & 5 & 4 & 4 \\ 4 & 3 & 3 & 4 & 2 & 3 & 5 \\ 2 & 4 & 2 & 4 & 2 & 4 & 1 \end{bmatrix}^T$$

2.2 敏捷虚拟企业伙伴选择权值的确定

2.2.1 一阶权重的确定^[12]

经过调查分析,生产性分析指标 L_{31} 各因素优先顺序为:

$L_{312} > L_{313} > L_{316} > L_{311} > L_{314} > L_{315} > L_{318} > L_{314} > L_{317}$; 收益性分析指标 L_{32} 各因素优先顺序为: $L_{325} > L_{323} > L_{321} > L_{326} > L_{328} > L_{324} > L_{322} > L_{327}$; 流动性分析指标 L_{33} 各因素优先顺序为: $L_{333} > L_{334} > L_{336} > L_{337} > L_{338} > L_{331} > L_{332} > L_{335}$ 。经过构建各因素的评价矩阵(构建方法详见文献[12]),并将各行各列归一化处理后,得出一阶权重,生产性分析指标判断矩阵 E_{31} 、收益性分析指标判断矩阵 E_{32} 、流动性分析指标判断矩阵 E_{33} 分别为:

$$E_{31} = \begin{bmatrix} 1 & 1/4 & 1/3 & 2 & 3 & 1/2 & 5 & 4 \\ 4 & 1 & 2 & 5 & 6 & 3 & 8 & 7 \\ 3 & 1/2 & 1 & 4 & 5 & 2 & 7 & 6 \\ 1/2 & 1/5 & 1/4 & 1 & 2 & 1/3 & 4 & 3 \\ 1/3 & 1/6 & 1/5 & 1/2 & 1 & 1/4 & 3 & 2 \\ 2 & 1/3 & 1/2 & 3 & 4 & 1 & 6 & 7 \\ 1/5 & 1/8 & 1/7 & 1/4 & 1/3 & 1/6 & 1 & 1/4 \\ 1/4 & 1/7 & 1/6 & 1/3 & 1/2 & 1/5 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$E_{32} = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 1/2 & 4 & 1/3 & 1/2 & 1/6 & 3 \\ 1/5 & 1 & 1/6 & 1/2 & 1/7 & 1/4 & 2 & 1/3 \\ 2 & 5 & 1 & 5 & 1/2 & 3 & 1/7 & 4 \\ 4 & 2 & 1/5 & 1 & 1/6 & 1/3 & 3 & 1/2 \\ 3 & 7 & 2 & 6 & 1 & 4 & 8 & 5 \\ 1/2 & 4 & 1/3 & 3 & 1/4 & 1 & 5 & 2 \\ 1/6 & 1/2 & 1/7 & 1/3 & 1/8 & 1/5 & 1 & 1/4 \\ 1/3 & 3 & 1/4 & 2 & 1/5 & 1/2 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$E_{33} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1/6 & 1/5 & 3 & 1/4 & 1/3 & 1/2 \\ 1/2 & 1 & 1/7 & 1/6 & 2 & 1/5 & 1/4 & 1/3 \\ 6 & 7 & 1 & 2 & 8 & 3 & 4 & 5 \\ 5 & 6 & 2 & 1 & 7 & 2 & 3 & 4 \\ 1/3 & 1/2 & 1/8 & 1/7 & 1 & 1/6 & 1/5 & 1/4 \\ 4 & 5 & 1/3 & 1/2 & 6 & 1 & 2 & 3 \\ 3 & 4 & 1/4 & 1/3 & 5 & 1/2 & 1 & 2 \\ 2 & 3 & 1/5 & 1/4 & 4 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

各判断矩阵经过数据预处理、向量归一化后通过和积法求权重向量后^[12],得出相应的权重向量 W_{31} 、 W_{32} 、 W_{33} :

$$W_{31} = \{0.1057, 0.3190, 0.2366, 0.0720, 0.0488, 0.1619, 0.0227, 0.0334\}$$

$$W_{32} = \{0.1160, 0.3175, 0.2379, 0.0671, 0.0397, 0.1759, 0.0191, 0.0269\}$$

$$W_{33} = \{0.0470, 0.0317, 0.3100, 0.2647, 0.0222, 0.1510, 0.1033, 0.0700\}$$

2.2.2 二阶权重的确定

企业灰色关联选择的二级指标由图1的评价指标体系可以看出,主要包括任务评价指标、自然评价指标以及通用评价指标。经过调研分析,自然评价指标 L_{21} 各因素优先顺序为: $L_{217} > L_{213} > L_{215} > L_{212} > L_{216} > L_{214} > L_{211}$; 任务评价指标 L_{22} 各因子优先排列顺序为: $L_{216} > L_{211} > L_{213} > L_{214} > L_{217} > L_{212} > L_{215}$; 通用评价各因子顺序为: $L_{32} > L_{31} > L_{33}$ 。参考三级权重确定的思路,对应的二阶权重向量 W_{21} 、 W_{22} 、 W_{23} 。

$$W_{21} = \{0.0312, 0.1031, 0.2382, 0.0464, 0.1594, 0.0699, 0.3518\}$$

$$W_{22} = \{0.2788, 0.0428, 0.1515, 0.1001, 0.0291, 0.3323, 0.0654\}$$

$$W_{23} = \{0.2267, 0.7015, 0.0718\}$$

2.2.3 三阶权重的确定

企业灰色关联选择一级评价指标有三类:自然指标信息(L_{21})、任务指标信息(L_{22})、通用指标信息(L_{23}),对于通过某个项目而形成的虚拟企业而言,该三个因素的优先排列顺序为: $L_{22} > L_{21} > L_{23}$,根据上述权重的求解思路,可先确定一级

评价矩阵,得到权重向量 W_1 。

$$W_1 = \{0.2267, 0.7015, 0.0718\}$$

2.3 敏捷虚拟企业灰色关联系数的确定

本文敏捷虚拟企业伙伴选择评价指标体系分三个层次,所以灰色关联的选择从三个层次上由底向上逐步进行,即本文将利用多层次灰色关联理论对伙伴企业进行选择。

2.3.1 一阶关联系数的确定

由第三节定义1,首先根据最优指标集确定一阶差值矩阵 P_{31} 、 P_{32} 、 P_{33} ($P_{3i} = [1]_{5 \times 1} \cdot T_{3i} - \Gamma_{3i}, i = 1, 2, 3$),然后即可确定 Δ_{\min} 和 Δ_{\max} 的大小。

$$P_{31} = \begin{bmatrix} 0.54 & 0.35 & 0.13 & 0 & 0.24 \\ 0.08 & 0.11 & 0.15 & 0 & 0.11 \\ 0.11 & 0 & 0.02 & 0.44 & 0.02 \\ 0.32 & 0.65 & 0 & 0.65 & 0.1 \\ 0.33 & 0.11 & 0.2 & 0 & 0.44 \\ 0.22 & 0.22 & 0.31 & 0 & 0.3 \\ 0.11 & 0 & 0.2 & 0.55 & 0.11 \\ 0.22 & 0.22 & 0 & 0.11 & 0.44 \end{bmatrix}$$

$$P_{32} = \begin{bmatrix} 0.11 & 0.33 & 0 & 0 & 0.13 \\ 0.13 & 0.11 & 0.12 & 0 & 0.13 \\ 0.033 & 0.044 & 0.043 & 0.035 & 0 \\ 0 & 0.016 & 0.013 & 0 & 0.012 \\ 0.04 & 0.049 & 0.021 & 0.009 & 0 \\ 0.02 & 0.011 & 0.02 & 0.014 & 0 \\ 0.045 & 0.02 & 0.011 & 0.031 & 0 \\ 0.022 & 0.011 & 0.02 & 0.026 & 0 \end{bmatrix}$$

$$P_{33} = \begin{bmatrix} 0.123 & 0.323 & 0.056 & 0.345 & 0.456 \\ 0.009 & 0.034 & 0.023 & 0.013 & 0.036 \\ 0.323 & 0.323 & 0.54 & 0.67 & 0.32 \\ 0.012 & 0.014 & 0.014 & 0.023 & 0.034 \\ 0.23 & 0.45 & 0.78 & 0.65 & 0.54 \\ 0.45 & 0.21 & 0.76 & 0.54 & 0.34 \\ 0.002 & 0.003 & 0.012 & 0.032 & 0.054 \\ 0.014 & 0.021 & 0.034 & 0.065 & 0.032 \end{bmatrix}$$

由最优指标集一阶差值矩阵可得: $\Delta_{\min}^{(31)} = \Delta_{\min}^{(32)} = \Delta_{\min}^{(33)} = 0$; $\Delta_{\max}^{(31)} = 0.65$, $\Delta_{\max}^{(32)} = 0.33$, $\Delta_{\max}^{(33)} = 0.78$ 。根据第3节定义2可得比较均值 $\bar{\Delta}^{(31)} = 0.20275$, $\bar{\Delta}^{(32)} = 0.05865$, $\bar{\Delta}^{(33)} = 0.22995$, 均值比例系数分别为: $\gamma^{31} = 0.3119$, $\gamma^{32} = 0.1777$, $\gamma^{33} = 0.2948$ 。由定义3可判断分辨系数 $\sigma^{31} = 0.406$, $\sigma^{32} = 0.339$, $\sigma^{33} = 0.397$, 由定义1关于关联系数的定义,可确定一阶关联系数矩阵 Ω^{31} 、 Ω^{32} 、 Ω^{33} 。

$$\Omega^{31} = \begin{bmatrix} 0.505 & 0.661 & 1.030 & 1.537 & 0.8050 \\ 1.118 & 1.085 & 0.980 & 1.537 & 1.0849 \\ 1.085 & 1.537 & 1.428 & 0.577 & 1.428 \\ 0.695 & 0.444 & 1.537 & 0.444 & 1.115 \\ 0.683 & 1.085 & 0.875 & 1.537 & 0.577 \\ 0.838 & 0.838 & 0.707 & 1.537 & 0.720 \\ 0.636 & 1.537 & 0.875 & 0.499 & 1.085 \\ 0.838 & 0.838 & 1.537 & 1.085 & 0.577 \end{bmatrix}$$

$$\Omega^{32} = \begin{bmatrix} 1.523 & 1.014 & 2.158 & 2.027 & 1.454 \\ 1.454 & 1.520 & 1.487 & 2.027 & 1.454 \\ 1.908 & 1.789 & 1.794 & 1.833 & 2.027 \\ 2.027 & 1.933 & 1.956 & 2.027 & 1.952 \\ 1.808 & 1.765 & 1.906 & 1.974 & 2.027 \\ 1.911 & 1.962 & 1.911 & 1.945 & 2.027 \\ 1.748 & 1.911 & 1.962 & 1.853 & 2.027 \\ 1.900 & 1.962 & 1.911 & 1.879 & 2.027 \end{bmatrix}$$

$$\Omega^{33} = \begin{bmatrix} 1.477 & 1.024 & 1.733 & 0.991 & 0.851 \\ 1.973 & 1.838 & 1.895 & 1.950 & 1.828 \\ 1.024 & 1.024 & 0.769 & 0.669 & 1.029 \\ 1.956 & 1.945 & 1.945 & 1.895 & 1.838 \\ 1.195 & 0.858 & 0.858 & 0.683 & 0.769 \\ 0.858 & 1.239 & 0.614 & 0.769 & 0.999 \\ 2.015 & 2.009 & 1.956 & 1.848 & 1.742 \\ 1.945 & 1.906 & 1.838 & 1.694 & 1.848 \end{bmatrix}$$

由此,生产性分析指标关联向量 R^{31} 、收益性分析指标关联向量 R^{32} 、流动性分析指标关联向量 R^{33} 可根据公式 $R = W \times \Omega$ 求解得 (W 为各评价因素的权重向量),具体大小为:

$$R^{31} = \{0.1745 \ 0.1998 \ 0.2065 \ 0.2242 \ 0.1951\};$$

$$R^{32} = \{0.1926 \ 0.1857 \ 0.1993 \ 0.2203 \ 0.2020\};$$

$$R^{33} = \{0.2118 \ 0.2144 \ 0.1930 \ 0.1816 \ 0.1993\};$$

2.3.2 二阶关联系数的确定

二级评价指标主要包括:自然指标 (L_{21})、任务指标 (L_{22})、通用指标 (L_{23}),故其所对应的关联系数称之为二阶关联系数,其确定的过程及原理与一阶关联系数的确定完全类似,除了自然指标和任务指标有一个量化归一的过程外,其余都非常类似。二阶差值矩阵 P_{21} 、 P_{22} 为:

$$P_{21} = \begin{bmatrix} 0.040 & 0 & 0.040 & 0.020 & 0 \\ 0.333 & 0.111 & 0.333 & 0.222 & 0 \\ 0.100 & 0.400 & 0.300 & 0 & 0.200 \\ 0.364 & 0.364 & 0.091 & 0 & 0.182 \\ 0.300 & 0.100 & 0.400 & 0 & 0.200 \\ 0.182 & 0.091 & 0.364 & 0.091 & 0.273 \\ 0 & 0.330 & 0 & 0.500 & 0.1671 \end{bmatrix}$$

$$P_{22} = \begin{bmatrix} 0.2727 & 0.3636 & 0.0909 & 0.0909 & 0.1818 \\ 0.4444 & 0.3333 & 0 & 0.2222 & 0 \\ 0.2000 & 0 & 0.4000 & 0.2000 & 0.2000 \\ 0.4286 & 0.1429 & 0.2857 & 0.1429 & 0 \\ 0 & 0.2857 & 0 & 0.4286 & 0.2857 \\ 0.4000 & 0.3000 & 0.1000 & 0.2000 & 0 \\ 0.2857 & 0.1429 & 0.1429 & 0 & 0.4286 \end{bmatrix}$$

$\Delta \min^{(21)} = \Delta \min^{(22)} = 0, \Delta \max^{(21)} = 0.5, \Delta \max^{(22)} = 0.444, \bar{\Delta}^{(21)} = 0.174, \bar{\Delta}^{(22)} = 0.200, \gamma^{21} = 0.348, \gamma^{22} = 0.495$ 。根据定义3分辨系数的确定原则可得出分辨系数分别为: $\sigma^{21} = 0.598, \sigma^{22} = 0.498$, 然后遵循定义关于关联系数的定义可求得自然指标和任务指标的二阶关联系数矩阵 Ω^{21} 、 Ω^{22} 。

根据任务指标、自然指标优先顺序产生的二级权重向量,

由公式 $R = W \times \Omega$ 可确定自然指标、任务指标的关联向量 R^{21} 、 R^{22} , 具体大小为:

$$R^{21} = \{0.7500 \ 0.5690 \ 0.5630 \ 0.7070 \ 0.663\}$$

$$R^{22} = \{0.429 \ 0.532 \ 0.663 \ 0.609 \ 0.748\}$$

$$R^{23} = W_{23} \times [R^{31}, R^{32}, R^{33}]^T = \{0.190 \ 0.191 \ 0.2 \ 0.218 \ 0.2\}$$

2.3.3 三阶关联系数的确定

$$R = W_1 \times [R^{21}, R^{22}, R^{23}]^T = \{0.485 \ 0.516 \ 0.607 \ 0.603 \ 0.689\}$$

通过三阶关联向量可以看出企业5的关联系数最大,所以这里就可以判断综合考虑敏捷虚拟企业指标评价体系中的各个因素,在五个候选企业中相比较而言第五个企业最符合要求,换言之,选择第5个企业作为成员企业虚拟企业才有可能成为敏捷虚拟企业。

3 结语

敏捷虚拟企业的核心思想就是如何通过对虚拟企业中成员企业进行合理的制造资源优化配置,保证虚拟企业在正确的时间,在正确的加工场所,由正确的角色,利用正确的制造资源和物料资源,将毛坯生产成产品。而要实现上面的目标,首先要做的工作是如何在一定的领域内进行资源的优化选择,本文正是基于这一需求,研究如何为敏捷虚拟企业伙伴选择提供一个合理、科学的体系和方法,通过敏捷虚拟企业指标评价体系的给定,同时利用灰色理论,很好地解决了敏捷虚拟企业伙伴选择的问题,这为我国企业实施信息化工程,以及快速响应市场需求等方面提供了一个很好的工具。

参考文献:

- [1] 朱萍,白雪峰,杨肖鸳.敏捷虚拟企业研究综述[J].昆明理工大学学报,2002,27(6):127-133.
- [2] 蒋新松.21世纪企业的主要模式——敏捷制造企业[J].计算机集成制造系统,1996,2(4):3-8.
- [3] 张旭梅,侯发欣,俞义樵.敏捷虚拟企业的多视图概念模型和运作模式[J].重庆大学学报,2002,25(11):114-117.
- [4] 孙宝静,姜林奇,陈文立.矿井设计的灰色关联度综合评价法[J].阜新矿业学院学报(自然科学版),1994,13(2):1-3.
- [5] 刘思峰.灰色系统理论及其应用[M].北京:科学出版社,1999.
- [6] 罗佑新,张龙庭,李敏.灰色系统理论及其在机械工程中的应用[M].长沙:国防科技大学出版社,2000.
- [7] 何文章,郭鹏.关于灰色关联度中的几个问题的探讨[J].数据统计与管理,1999,18(3):25-29.
- [8] 吕峰.灰色系统关联度之分辨系数的研究[J].系统工程理论与实践,1997,6:49-54.
- [9] 刘敏.工业企业的综合评价——工业企业评价指标体系简介[J].中国纺织经济,1996,10:27-29.
- [10] 王丹,杨晓春,王国仁,等.基于模糊层次分析法实现虚拟企业中的伙伴选择[J].东北大学学报(自然科学版),2001,21(6):606-609.
- [11] MIKHAILOV L. Fuzzy analytical approach to partnership selection in formation of virtual enterprises [J]. The International Journal of Management Science, 2002, 30: 393-401.
- [12] 邓聚龙.灰色预测与决策[M].武汉:华中科技大学出版社,1986.