

基于产品结构的动态联盟盟员选择算法

赵乃岩 范玉顺

清华大学自动化系 100084

摘要: 讨论了定量解决动态联盟盟员选择的问题。给出了产品结构和候选企业之间关系的数学模型。提出了基于产品结构, 结合 AHP 的分析方法和贪心思想 (Greed) 的动态联盟盟员选择算法。经过分析, 算法时间复杂度是 $O(mn \log n)$, 空间复杂度是 $O(m+n)$ 。

关键字: 动态联盟, 产品结构, AHP, 贪心 (Greed) 算法

中图分类号: TH166;O241

[引言]

作为一种提高企业 (群体) 竞争能力的全新制造业组织模式, 集成化的敏捷制造系统将是制造业在 21 世纪采用的主要手段, 敏捷制造企业也将成为企业的主要模式。随着市场的全球化的趋势不断加强, 敏捷制造系统将从“工厂集成”概念发展为“动态联盟 (AVE-Agile Virtual Enterprise)”, 未来制造企业组织将以企业间的全球化联合与伙伴关系网为主要形态。

所谓动态联盟, 是指单个企业在敏捷制造环境中, 由于面对一定的市场机会, 无法独立完成或不能很好完成时, 采取的多个企业联合, 共同完成市场机会并分享收益的组织形式。联盟在机会出现时结成, 在机会完成后解散。事实上, 动态联盟可以看作是企业进行结构和生产能力调整的一种特殊方式。^[1]

动态联盟盟员选择的问题应当是盟主建立动态联盟方案时需要着重考虑的问题之一, 覃正等在文[2]中提出对企业的与生产有关的各种能力进行模糊评价, 在此基础上构造相应的模糊运算, 以确定潜在的符合动态联盟结盟需要的企业候选。毛宁等在文[3]中提出了一个动态联盟盟员选择的定性搜索算法。马永军等在文[4]之中, 提出了基于层次分析法 (AHP) 和三角模糊数对候选企业进行评价的方法, 但未提及盟主如何在评价过后, 选择盟员完成具体的生产任务。郑文军等在文[6]中, 讨论了如何用层次分析法评价建盟方案的问题, 但是这种方法的基础是首先可以建盟, 并且建盟方案已经存在。钱碧波等在文[7]中, 详细讨论了候选企业的评价指标, 并利用 AHP 方法分析了这些指标权重的确定, 然而未提及评价指标如何量化, 并且 AHP 的分析部分忽略了在实际建盟过程中, 为了快速相应市场机遇, 评价指标的侧重点可能不同, 并由此导致判断矩阵的变化。总体上看, 动态联盟的建盟的盟员选择问题还有待进一步讨论。

本文提出的算法的设计是基于综合指数定量的评价和产品的结构的, 意图在于最终定量的解决动态联盟盟员选择的问题。在综合指数的评价过程中, 对于评价指标权重的计算, 文中给出了一个基于 AHP 的 **BAHP** 算法。

1. 问题的描述

候选盟员是盟主根据市场机遇的要求所确定的可以被联合, 并且拥有完成该市场机遇所必需的部分生产能力的企业。**盟员候选集合**定义为**候选盟员**组成的集合。

由于动态联盟的前提是盟主不独立完成所有生产过程, 因此盟主在制定建盟方案的过程中, 除了最终生产出的成品和盟主能独立生产的产品之外, 还必须确定一些需要通过借助招标的形式, 借助其他企业来协助生成的部分过渡产品或半成品。称这些过渡产品和半成品被定义为该动态联盟的**子产品**。

候选盟员与子产品关系可以表示成图, 盟员和子产品为顶点, 候选盟员与其能够生产的子产品之间连以弧, 表示前者有生产后者的能力. 下图为一个示例:

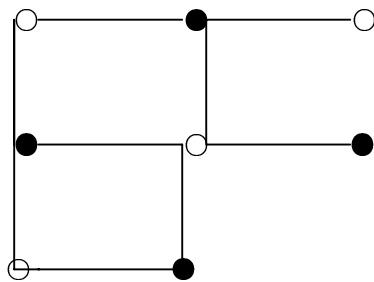


图1. 候选盟员与子产品关系图

图中●候选盟员 ○子产品

表盟员候选集合为 M , 子产品集合为 SP 。显然, 在候选盟员和其所能生产的子产品之间存在一个映射。将集合 SP 的幂集记作 $P(SP)$, 设 f 是 M 到 $P(SP)$ 的一个映射, 那么候选盟员和子产品集合之间的对应关系可以表示成:

$$f: M \rightarrow P(SP)$$

当盟主建盟时需要考虑的一个问题是从如何从盟员候选集合中选出适当数量的目标盟员组成目标盟员集合, 确定一个切实可行的, 能够带来最大利益的建盟方案。

问题: 设目标盟员集合记作 G , 集合 SP 中元素对 G 中的元素质量和产量等方面的约束表示成为一个约束集合 R , 那么问题就是确定一个集合 $G: G \subseteq M$, 且 $G = \{c_i | c_i \in R, i \leq n\}$

如何解决这个问题便是本文所要讨论的核心内容。

2. 集合 M 和集合 SP 内在关系的一个矩阵描述

以单独子产品 b_j 为研究对象, 它与 n 个候选盟员之间的关系可以形象的表示成如下树状的结构。子产品是树根, 候选盟员是树叶, 见图 2。

当子产品 b_j 可以被候选盟员 a_i 生产, 定义这种生产对应关系为 V_{ji} 。

当候选盟员 a_i 可以生产子产品 b_j , 类似上述定义, 这种对应关系定义为 V_{ij} (这种对应关系只有在以候选盟员为研究对象时才有体现)。显然有 $V_{ij} = V_{ji}$ 。

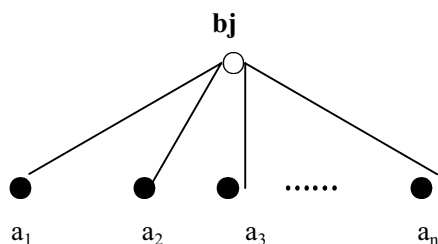


图2. 子产品和候选盟员关系示意图

$$V_{ji} = \begin{cases} 1 & \text{子产品 } b_j \text{ 可以被盟员 } a_i \text{ 生产} \\ 0 & \text{子产品 } b_j \text{ 不能被盟员 } a_i \text{ 生产} \end{cases}$$

所以 b_j 和 n 个候选盟员之间的关系可以表示成:

$$b_j = (V_{j1}, V_{j2}, \dots, V_{j(n-1)}, V_{jn}) \bullet \begin{pmatrix} a1 \\ a2 \\ \vdots \\ ai \\ \vdots \\ an \end{pmatrix} \quad \dots \quad (1)$$

上式给出了子产品和盟员候选集合之间关系的一个矩阵描述。

定义: V 表示子产品和候选盟员之间对应关系的关系矩阵。

根据(1)式, 进一步可以将子产品集合 SP 和盟员候选集合 M 的关系可以写成如下形式:

$$SP = \begin{pmatrix} b1 \\ b2 \\ \vdots \\ bj \\ \vdots \\ bm \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{11} & \dots & \dots & V_{1(n-1)} & V_{1n} \\ V_{21} & \dots & \dots & V_{2(n-1)} & V_{2n} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \vdots \\ V_{(m-1)1} & \dots & \dots & V_{(m-1)(n-1)} & V_{(m-1)n} \\ V_{m1} & \dots & \dots & V_{m(n-1)} & V_{mn} \end{pmatrix} \bullet \begin{pmatrix} a1 \\ a2 \\ \vdots \\ ai \\ \vdots \\ an \end{pmatrix}$$

简记作 $SP = V * M$ 。

3. 盟员选择算法的设计

定义: 综合指数是指盟主(专家组)对有生产子产品 b_j 能力的候选盟员 a_i 生产该种单位子产品的综合评价指数, 记作 W_{ij} , 当候选盟员 a_i 没有生产该子产品的能力, 那么 $W_{ij}=0$ 。

3.1 综合指数的计算

综合指数的评价主要与当时市场机遇的要求有关。不同的建盟方案中同样的候选盟员对同样子产品的综合指数不一定相同。

3.1.1 综合指数的计算依赖和相应指标的定量评价方法

设 Q, T, C, S 分别表示盟主根据某种评价方法量化出来的质量, 效率, 信誉度, 和其他指标。于是, W_{ij} 可以进一步由下式算出:

$$W_{ij} = Q * q\% + T * t\% + C * c\% + S * s\% \quad (0 \leq q\%, t\%, c\%, s\% \leq 1) \quad (2)$$

式中 $q\%, c\%, s\%, t\%$ 分别是各个指标在综合指数的计算过程中所占的权重, 它们的确定是依据 BAHP 算法 (见后), $q\% + t\% + c\% + s\% = 1$ 。

下面给出关于 Q, T, C 的几个指标的量化方法, 仅供参考。

Q 的量化, 盟主对质量的要求一般都有一个阈值, 评价过程中, 专家组根据实际要求确定 Q 的量化函数, 进一步表示如下:

$$Q = \begin{cases} f(q - Q') & q \geq Q' \\ F(q - Q') & q < Q' \end{cases}$$

(式中, Q' 是质量阈值 (由实际需要决定), q 是候选盟员生产该子产品的质量的量化值, Q 是用于计算综合指数的量化值, f, F 是专家根据具体的市场要求确定的两个映射)

T 的量化, 量化成指定时间内候选盟员对该子产品的产量。

C 的量化, 笔者认为, 可以根据候选盟员的国有资产 M 和他所承担的生产的产品的总价值 Z 这两个可以确定量给出评价。如果, $M > Z$, 说明该盟员现有的国有资产可以赔偿生产

该产品失败所带来的损失, 那么该候选盟员的信誉度被认为是满足要求, 否则该盟员的信誉度值得怀疑。也就是说,

$$C = \begin{cases} G(M - Z) & M \geq Z \\ g(M - Z) & M < Z \end{cases} \quad (g, G \text{ 是盟主根据具体的市场要求确定的两个映射})$$

3.1.2 BAHF 算法的描述

该文的 BAHF 算法主要依据是层次分析法 (The Analytic Hierarchy Process, AHP) 中的单一准则的权重排序确定法。^[5]该算法主要是用来确定综合指数计算中各评价指标权重。

3.1.2.1 层次分析法 (AHP) ^[5]

假设某准则 C 所支配的元素有 n 个 u_1, u_2, \dots, u_n , 依据 1-9 标度含义表(表 1), 将以上 n 个元素相互比较构成判断矩阵 A:

$$A = (a_{ij})_{n \times n}$$

其中, a_{ij} 就是元素 u_i 与 u_j 相对于准则 C 的重要性的比例标度。显然判断矩阵具有下述性质: $a_{ij} > 0$, $a_{ij} = 1/a_{ji}$, $a_{ii} = 1$ 。

具有这样性质的矩阵叫做正互反矩阵, 所以判断矩阵 A 是正互反矩阵。

标度	含义
1	表示两两元素比较, 具有同样的重要性
3	表示两两元素比较, 前者比后者稍重要
5	表示两两元素比较, 前者比后者明显重要
7	表示两两元素比较, 前者比后者强烈重要
9	表示两两元素比较, 前者比后者极端重要
2, 4, 6, 8	表示上述相邻判断的中间值
倒数	若元素 i 于元素 j 的重要性之比为 a_{ij} , 那么元素 j 与元素 i 的重要性之比为 $a_{ji} = 1/a_{ij}$

表 1. 1-9 标度含义表

一致性的检验。为了保证层次分析法得到的结论基本合理, 需要对构造的判断矩阵进行一致性检验。本文采用一致性比例检验法。检验步骤简述如下:

- 计算一致性指标: $C.I.$ (consistency index)

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

- 查找相应的平均随机一致性指标 $R.I.$ (random index)

表 2 给出的是 1-10 阶正互反矩阵计算 1000 次得到的平均随机一致性指标。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R. I.	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49

表 2. 平均随机一致性指标 R.I.

- 计算一致性比例 $C.R.$ (consistency ratio)

$$C.R. = C.I. / R.I$$

当 $C.R. < 0.1$ 时, 认为判断矩阵的一致性是可以接受的, 当 $C.R. \geq 0.1$ 时, 应该对判断矩阵作适当修正。对于一阶, 二阶矩阵总是一致的, 此时 $C.R. = 0$ 。

单一准则下相对权重的计算方法有很多种, 根据所研究问题的实际情况, 本文宜采用和法, 具体步骤如下:

- 将判断矩阵 A 的每一列归一化;
- 然后, 将按列归一化的矩阵按行加总;
- 对加总后的向量再做归一化, 即为权重向量。

设 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 是最终的权重向量, 那么:

$$w_i = \frac{1}{n} \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}} \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

3.1.2.2 BAHP 算法设计

先将上文的评价标准权重确定的实际问题表示成如下的 AHP 的递阶层次结构:

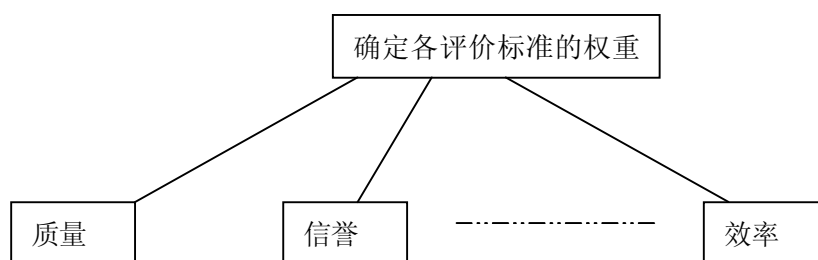


图 3. 综合指数计算的 AHP 递阶层次结构图

针对本文讨论的实际问题, 考虑到评价过程中的诸多主观因素, 设计 **BAHP** 算法具体步骤如下:

- Step1:** 首先确定, 目标准则 C 和待评价的 n 个指标(质量, 信誉, 效率等);
- Step2:** 针对准则 C , 将各指标按重要程度从小到大排序, 根据 1-9 标度的含义表, 两两进行比较, 构造出判断矩阵 A , 并检验其一致性;
- Step3:** 采用 AHP 理论中的和法, 计算这 n 个指标对该准则的相对权重向量。
- Step4:** 每一个专家都重复上述步骤, 然后将专家组中 x 个专家计算出的权重向量作算术平均, 得到最终权重向量 W 。

3.1.3 综合指数算法的设计

Step1: 确定综合指数计算中评价标准, 并针对确定的子产品, 将各候选盟员对其的各评价标准进行量化。

Step2: 根据 **BAHP** 算法, 计算出综合指数各个评价标准的权重。

Step3: 根据 (2) 式, 计算出各候选盟员对该子产品的综合指数。

3.2.2 盟员选择算法的设计

实际上, 盟员的选择是根据子产品对质量和产量等要求所确定的, 只要满足所有子产品对产量和质量的生产要求, 最终产品的质量和产量也就能够得到保证。所以盟主在确立建盟方案之前, 首先要确定子产品序列(供招标使用)。本文算法的基础是盟主已经确定了待生产的子产品序列。在这个前提下, 算法具体步骤如下:

Step1: 按照子产品**优先计算原则**(见后), 确定子产品的计算序列。

Step2: 按照**综合指数算法**计算各个盟员对该子产品的综合指数。

Step3: 根据**单独子产品盟员选择算法**, 确定该子产品的目标盟员集合。

Step4: 更新各候选盟员的国有资产, 为下一次候选盟员的信誉度作评价做准备。

Step5: 返回 **Step1**, 直到所有子产品都被计算过。

Step6: 将所有子产品的目标盟员集合合并, 便是最终的目标盟员集合, 同时, 也可以确定相应的生产方案。

子产品优先计算原则: 设某子产品的产量要求是 N , 所有候选盟员对该子产品的总产量是 K , 计算所有子产品的 N 和相应的 K , 作 $Y=(K-N)$ 运算, 如果 $Y<0$, 则说明必须增加候选盟员才可能完成生产任务, 否则按照 Y 的大小, 进行排序, Y 越小选择的优先级越高, Y 相同, 则优先级也相同。

单独子产品盟员选择算法的设计:

设每个子产品 b_j 的产量要求是 L_j , 候选盟员 a_i 对子产品 b_j 的产量是 L_{ij} 。

输入: 子产品序列 b_1, b_2, \dots, b_m , 和候选盟员序列 a_1, a_2, \dots, a_n , 每个子产品的产量要求 $L_j(j=1, 2, \dots, m)$, 以及每个候选盟员对某一子产品的产量 $L_{ij}(i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m)$, $a_i(i=1, 2, \dots, n)$ 对应于 $b_j(j=1, 2, 3, \dots, m)$ 的 W_{ij} 。

输出: 目标盟员集合 Q , 显然 Q 是 M 的子集

基本运算: 比较

Step1: $j=1$

Step2: if $\sum_{i=1}^n L_{ij} < L_j$, 跳到 **Step3**

else if $j \leq m$, do 进入单独子产品 b_j 盟员选择子算法,
j++, 返回 **Step2**

else 结束

Step3: 提示现有候选盟员由于产能不足不能建盟, 除非增加候选盟员。

单独子产品盟员选择子算法设计:

输入: $b_j, a_1, a_2, \dots, a_n$. 每个子产品的产量要求 $L_j(j=1, 2, \dots, m)$, 以及每个候选盟员对子产品 b_j 的产量 $L_{ij}(i=1, 2, 3, \dots, n)$, $a_i(i=1, 2, \dots, n)$ 对应于 b_j 的 W_{ij} 。

输出: 目标盟员集合 Q , 显然 Q 是 M 的子集

基本运算: 比较

Step1: 根据候选盟员 a_i 对子产品 b_j 对应的综合指数 W_{ij} , 将 a_1, a_2, \dots, a_n , 按非递增顺序排序得一队列 N 。

Step2: 从队列的队头开始选择盟员,

if 所选择的盟员队列 N 中盟员的生产能力总和 $< L_j$, do

将选好的盟员压入队列 Q 中, 将 N 的队头元素删除, 返回 **Step2**

else 结束

4. 算法时间复杂度和空间复杂度分析

在综合指数确定的情况下, 设子产品序列长度是 m , 候选盟员序列长度是 n , 该算法(主体部分)循环的长度是 m , 排序算法的时间复杂度是 $O(n \log n)$, 所以算法的时间复杂度是 $O(mn \log n)$ 。同理, 不难分析出空间复杂度是 $O(m+n)$ 。

5. 范例

假设市场机遇=(产品甲, 100 件, 3 个月)。候选盟员集合 $M=\{\text{企业 } A, \text{企业 } B, \text{企业 } C, \text{企业 } D, \text{企业 } E, \text{企业 } F\}$, 子产品集合 $SP=\{\text{零件 } 1, \text{零件 } 2, \text{零件 } 3, \text{零件 } 4, \text{零件 } 5\}$, 子产品的其他属性和生产要求见表 3, 候选盟员的国有资产见表 3, 限于篇幅, 以零件 5 的生产作为例子讨论, 假设只有企业 C, E, F 对其有生产能力, 属性见表 5。

	质量 (设计寿命) (单位: 年)	数量要求 (单位: 件)	单位产品价格估计 (单位: 万元)	总价值估计 (单位: 万元)
零件 1	≥5	100	0.1	10
零件 2	≥3	300	0.2	60
零件 3	≥5	200	0.5	100
零件 4	≥3	250	0.1	25
零件 5	≥5	150	0.1	15

表 3. 子产品的属性和生产要求

候选盟员	企业 A	企业 B	企业 C	企业 D	企业 E	企业 F
固定资产 (单位: 万元)	100	40	40	40	200	200

表 4. 候选盟员固有资产

	效率 (三个月内生产数量, 单位: 件)	质量 (设计寿命) 单位: 年	总价值估计 (单位: 万元)
企业 C	50	3	5
企业 E	100	5	10
企业 F	50	5	5

表 5. 各企业 (C, E, F) 对零件 5 生产属性表

以下是本文算法的具体演示:

第一步: 按照子产品优先计算原则, 得到相应的子产品计算序列。

假设得到如下序列:

零件 5 (50) ≥ 零件 2 (100) ≥ 零件 3 (100) ≥ 零件 1 (180) ≥ 零件 4 (200)

说明: 上式中 $A \geq B$, 表示 A 的优先级大于或等于 B 的优先级; 括号中的数字是计算出的 Y, 单位是件。因所有 $Y \geq 0$, 所以可以建盟。

第二步: 对于子产品零件 5, 进入综合指数的计算。

为简化计算, 将信誉度, 质量和效率作为综合指数计算的评价指标。

对于零件 5, 专家组首先需确定信誉度, 质量, 效率在综合指数的计算中相应的权重。

下面根据 **BAHP** 计算综合指数权重:

设专家组中有专家 7 名, 某专家 S 按下面步骤给出权重的计算:

他认为三者的重要程度如下: 信誉度最重要, 效率次之, 质量再次。构造出下面的判断矩阵:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 5 \\ 1/4 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{说明: 决定元素 } u_1 = \text{信誉度}, u_2 = \text{效率}, u_3 = \text{质量}$$

检验上面矩阵地一致性, 可以算出: $\lambda_{\max} = 3.087$, $C.I. = 0.0435$, 因为矩阵是 3 阶的,

所以 $R.I. = 0.52$, $C.R. = C.I./R.I. = 0.084 < 0.1$, 于是判断矩阵 A 的一致性被认为可以接受。

权重向量 $W_0 = (0.665, 0.231, 0.104)^T$

其他专家按照专家 S 的计算方法也可以得到相应的权重向量, 假设它们是:

$W_1 = (0.616, 0.233, 0.151)^T$, $W_2 = (0.631, 0.221, 0.148)^T$, $W_3 = (0.651, 0.214, 0.135)^T$, $W_4 = (0.647, 0.252, 0.101)^T$, $W_5 = (0.589, 0.272, 0.130)^T$, $W_6 = (0.602,$

0.167, 0.231) ^T, 进一步可得, 最终权重向量 $W=1/7 \sum_{i=0}^6 W_i = (0.629, 0.228, 0.143) ^T$ 。

下图表示出零件 5 的产量要求和候选盟员生产零件 5 的生产能力:

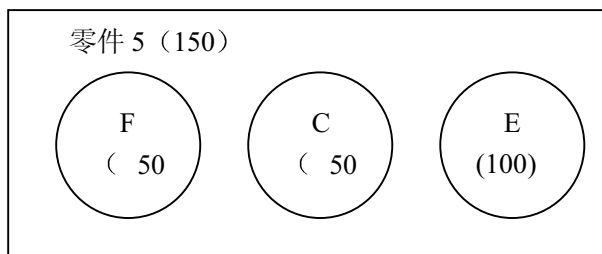


图 4. 零件 5 的产量要求和候选盟员对该子产品生产能力的数量关系示意图

对 Q, T, C 量化:

$$\text{确定 } Q \text{ 的量化函数 } Q = \begin{cases} 50(q - Q') & q \geq Q' \\ 100(q - Q') & q < Q' \end{cases}$$

对于零件 5, $Q'=5, q_C=3, q_E=5, q_F=5$ 。
代如数值可以计算出: $Q_C=-200, Q_E=Q_F=0$ 。

显然, T 的量化: $T_C = 50, T_E = 100, T_F = 50$ 。

$$\text{确定 } C \text{ 的量化函数 } C = \begin{cases} 0.00001(M - Z) & M \geq Z \\ 0.001(M - Z) & M < Z \end{cases}$$

可以计算出 $C_C=3.5, C_E=19, C_F=19.5$ 。

于是, 根据 (2) 式可以进一步算出综合指数:

$$W_{C5}=-15, W_{E5}=34.751, W_{F5}=23.666。$$

第三步: 进入单独子产品盟员选择算法

于是, 零件 5 的生产方案便不难确定:

企业 E 生产 100 件, 企业 F 生产 50 件, 企业 C 生产 0 件。

第四步: 更新企业固定资产, 为下一次候选盟员的信誉度作评价做准备, 如下表

候选盟员	企业 A	企业 B	企业 C	企业 D	企业 E	企业 F
固定资产 (单位: 万元)	100	40	40	40	190	195

表 6. 更新过的企业固定资产

第五步: 重复以上步骤确定零件 2, 零件 3, 零件 1, 零件 4 的候选盟员集合。

第六步: 将所有集合合并, 得到目标盟员的集合。

6. 算法的适用范围和边界条件的讨论

本文算法的基础是盟主可以将目前的市场机遇分解成若干子产品, 一般来说, 当子产品可以确定, 按照本文算法最终得盟员选择方案便可以确定。

算法的边界条件, 是依靠子产品的产量要求和所有盟员对该子产品生产能力的总和来约束的, 算法的设计中已有体现。

7. 结论

本文主要讨论了动态联盟盟员选择的问题, 和已有算法相比, 本文算法的思想来源于产

品结构, 算法的设计过程中综合了 AHP 中某些成熟的结论, 尝试定量解决盟员选择的问题。由于它属于是贪心 (Greed) 算法的范畴, 执行的速度虽然比较快, 但一般情况下该算法所得到的结果可能只是次优解。

8. 参考文献:

- [1]蒋贵川, 范玉顺, 吴澄. 动态联盟与企业敏捷性研究[J].系统工程理论与实践 (已录用).
- [2]覃正, 卢秉恒. 敏捷制造的集成决策[J]. 中国机械工程 1997, 8 (6): 12-14.
- [3]毛宁, 陈庆新, 于兆勤, 伍乃骐. 寻找合作伙伴的定性搜索算法[J]. 计算机集成制造系统—CIMS, 2001, 7 (1): 35-40.
- [4]马永军, 蔡鹤皋, 张曙. 网络联盟企业重的设计伙伴选择方法[J]. 机械工程学报, 2000, 36 (1): 15-19.
- [5]王莲芬, 许树柏. 层次分析法引论[M]. 北京: 人民大学出版社, 1990. 5-11, 13-14.
- [6]郑文军, 张绪海, 等. 虚拟企业合作伙伴评价体系及优化决策. 计算机集成制造系统—CIMS, 2000, 6(5):63-67.
- [7]钱碧波, 潘晓弘, 程耀东. 敏捷虚拟企业合作伙伴选择评价体系研究. 中国机械工程, 2000, 11(4):397-401.

A Product-Structure-Based Solution to Select Collaborating Partners Of Agile Virtual Enterprise

Zhao Nai-yan Fan Yu-shun

(Automation Department of Tsinghua University,100084)

Abstract: A quantitative solution is developed to select collaborating partners when establishing Agile Virtual Enterprise (AVE). Based on product structure and AHP (Analytic Hierarchy Process), a Greed algorithm is designed. The analysis results indicate that the time complexity is $O(mn \log n)$; and the space complexity is $O(m+n)$. (m is the number of Collaborating partners, n is number of Sub-Products).

Key Words: Agile Virtual Enterprise (AVE), product structure, Greed, AHP, Sub-Product