

# 基于可信威胁的群体协商谈判模型及其应用

田厚平, 郭亚军

(东北大学工商管理学院, 沈阳 110004)

**摘要:** 将传统的企业决策问题看作具有利益冲突情况下的非合作博弈问题, 并提出群体协商谈判问题, 即冲突条件下, 不同利益集团之间在维持非合作竞争收益的前提下如何进行合作的问题. 提出并建立了冲突各方合作的 Pareto 目标函数. 为使谈判形成的联盟稳定, 提出了“可信威胁”的概念, 给出了度量算法. 基于可信威胁度, 联盟对 Pareto 值进行再分配. 最后, 给出了一个三方冲突协商谈判算例, 得出若干有益的结论.

**关键词:** 群体协商谈判; 可信威胁; 利益分配; Pareto; Nash 均衡

**中图分类号:** F713      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1007-9807(2004)05-0009-09

## 0 引言

目前, 群决策中新的研究成果不断出现. 如在模糊群决策研究中, Kaepitzky 等<sup>[1]</sup>提出模糊偏好及模糊多数意义下群决策一致性度量计算的软方法, Herrera 等<sup>[2,3]</sup>先后给出语言偏好的群决策的序加权算法及模糊逻辑的一致性集结模型, Huey 等<sup>[4]</sup>给出相似性集结方法等, 在客观评价方法中, 维存平等<sup>[5]</sup>给出 REM 集结模型等. 但几乎都是针对利益大体一致的群体的情况讨论的, 常利用求决策群体对某评价目标偏差最小的优化问题来解决群决策问题.

然而, 在现实生活及经济管理中还存在着大量的另一类问题. 例如, 存在利益冲突的多个企业, 对各方都较敏感的同一问题(如各企业的产量)的看法不一致, 甚至相反. 本文, 将具有这种特征的谈判问题称为群体协商谈判问题(group negotiation problem). 一定意义上讲, 企业产量联盟、企业价格联盟、OPEC(欧佩克: 石油输出国家组织)等, 都是这类问题. 在这类问题中, 由于利益冲突,

总体最优往往是不可行的. 如果退而求其次, 考虑在保留各方非合作竞争收益的情况下, 进行谈判是合理的, 也是可行的. 群体协商谈判问题正是对这类问题的研究, 它对于完善博弈、谈判的理论体系具有重要的学术价值和应用价值, 是一个新的研究方向<sup>[6,7]</sup>.

群体协商谈判中联盟合作利益的分配是一个重要的问题. 目前, 关于合作联盟的利益分配问题, 常见 Nash 议价解、Raiffa 解、MCRS 解、Shapley 值、核及稳定集等方法<sup>[8]</sup>, 利益分配方案很大程度是基于盟员带给联盟利益大小的基础上得到的. 而现实中, 联盟时, 在其他人都遵守联盟协议时, 某盟员是否会偏离(或背叛)联盟, 因而需要对联盟利益分配格局下的联盟稳定性进行分析.

本文考虑在保留各方非合作竞争收益的情况下, 进行群体协商谈判. 提出并建立了冲突各方合作的 Pareto 目标函数. 为使谈判形成的联盟稳定, 提出了“可信威胁”的概念, 并考虑谈判协议的执行是否有外部强力介入的两种情况, 给出了度量算法. 基于可信威胁度, 联盟对 Pareto 值进行再分配, 以维持联盟的稳定.

收稿日期: 2002-12-25; 修订日期: 2004-03-12.

基金项目: 国家科技部资助项目(2003EE550001); 辽宁省科技厅软科学资助项目(2002401107).

作者简介: 田厚平(1976—), 男, 重庆人, 博士生.

# 1 非合作与合作的有关模型

## 1.1 非合作竞争博弈模型

在竞争中,设共有来自不同利益集团的  $p$  个参与人.对于参与人  $B_i(i = 1, 2, \dots, p)$ ,设其追求目标为

$$\begin{aligned} & \max_{x_i} f_i(x_1, \dots, x_i, \dots, x_p) \\ \text{s.t. } & s_j^i(x_1, \dots, x_i, \dots, x_p) = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, m_i) \\ & h_k^i(x_1, \dots, x_i, \dots, x_p) = 0 \quad (k = 1, 2, \dots, n_i) \end{aligned} \quad (1)$$

在模型(1)中,  $f_i(x_1, \dots, x_i, \dots, x_p)$  为协商方  $B_i$  的目标,  $x_i$  为其可控变量.其不等式约束与等式约束分别有  $m_i, n_i$  个.可以看出,目标  $f_i$  不但与己方的可控变量  $x_i$  有关,而且与其它协商方的决策有关.因而,模型(1)是一个交互决策模型.对于模型(1)的解,有定义 1.

**定义 1** 在  $p$  个参与人的标准式博弈  $G = \{S_1, S_2, \dots, S_p; \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_p\}$  中( $S_i$  为局中人  $i$  的策略集,  $\mu_i$  为其支付或效用),如果策略组合  $(s_1^*, \dots, s_i^*, \dots, s_p^*)$  满足对每一个局中人  $i, s_i^*$  是(至少不劣于)他针对其他  $p - 1$  个参与人所选策略  $s_{-i}^* = (s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_{i+1}^*, \dots, s_p^*)$  的最优反应策略,则称策略组合  $(s_1^*, \dots, s_i^*, \dots, s_p^*)$  是该博弈的一个 Nash 均衡<sup>[9]</sup>.

根据定义 1,对于局中人  $B_i(i = 1, 2, \dots, p)$ ,即考虑在问题(1)的约束条件下,求如下优化问题

$$\begin{aligned} & f_i(s_1, \dots, s_i^*, \dots, s_p) = \\ & \max_{s_i} f_i(s_1, \dots, s_i, \dots, s_p) \end{aligned} \quad (2)$$

定义 1 所给出的 Nash 均衡,其本质涵义为针对其他参与人的策略,己方的策略为最优策略.在 Nash 均衡点,任何一方也不愿意单独偏离该均衡,因为偏离该均衡,意味着己方的策略不是最优策略.

因为模型(1)的解应满足定义 1,设模型(1)的非合作 Nash 均衡解为  $x^{*N} = (x_1^{*N}, \dots, x_i^{*N}, \dots, x_p^{*N})$ ,在此均衡解时,有非合作利润  $\vec{f}^{*N} = (f_1^{*N}, \dots, f_i^{*N}, \dots, f_p^{*N})$ .

## 1.2 合作情况下的群体 Pareto 模型

在不合作的情况下,所有参与人的非合作目

标函数值为  $f^{*N}$ ,称之为保留收益.若合作的话,每个参与人的所得收益应比不合作时得到的保留收益要多.因而可以通过以下模型求合作情况下的群体 Pareto

$$\begin{aligned} & \max_{x_1, \dots, x_i, \dots, x_p} F(x_1, \dots, x_i, \dots, x_p) \\ \text{s.t. } & f_i(x_1, \dots, x_i, \dots, x_p) - f_i^{*N} = 0 \\ & \quad (i = 1, 2, \dots, p) \\ & s_j^i(x_1, \dots, x_i, \dots, x_p) = 0 \\ & \quad (j = 1, 2, \dots, m_i; i = 1, 2, \dots, p) \\ & h_k^i(x_1, \dots, x_i, \dots, x_p) = 0 \\ & \quad (k = 1, 2, \dots, n_i; i = 1, 2, \dots, p) \end{aligned} \quad (3)$$

在模型(3)中,谈判群体在保留非合作竞争所得到的保留收益的基础上,寻求群体的 Pareto.

**定理 1** 群体 Pareto 模型(3)中每个参与人所得到的利润,不低于非合作模型(1)在 Nash 均衡解所得到的保留利润.

**证明** 由非合作模型(1)得到的 Nash 均衡解  $x^{*N}$ ,满足每个参与人的最优性约束条件,自然也满足每个参与人的约束条件,因而也满足模型(3)的第二、第三约束条件.同时由于  $x^{*N}$  对应的保留效用为  $f^{*N}$ ,故也满足模型(3)的第一约束条件.则模型(3)的解集不为空,至少有解  $x^{*N}$  满足模型(3)的约束条件,定理(1)得证.

解模型(3),得到群体 Pareto 解  $x^{*P} = (x_1^{*P}, \dots, x_i^{*P}, \dots, x_p^{*P})$  及群体 Pareto 值  $F^{*P}$ ,进而得到群体合作时的额外收益  $F^{*P} - \sum_{i=1}^p f_i^{*N}$ .

## 1.3 联盟成员偏离(或背叛)联盟协议的收益

给定联盟形成的协商结果  $x^{*P}$ ,参与人  $B_i(i = 1, 2, \dots, p)$  有可能为了取得更大的收益而偏离(或背叛)联盟协议.其它参与人都遵守该协议而参与人  $B_i$  偏离时,他可以针对上述协商结果作如下优化,以获更大收益

$$\begin{aligned} & \max_{x_i} f_i(x_1^{*P}, \dots, x_{i-1}^{*P}, x_i, x_{i+1}^{*P}, \dots, x_p^{*P}) \\ \text{s.t. } & s_j^i(x_1^{*P}, \dots, x_{i-1}^{*P}, x_i, x_{i+1}^{*P}, \dots, x_p^{*P}) = 0 \\ & \quad (j = 1, 2, \dots, m_i) \\ & h_k^i(x_1^{*P}, \dots, x_{i-1}^{*P}, x_i, x_{i+1}^{*P}, \dots, x_p^{*P}) = 0 \\ & \quad (k = 1, 2, \dots, n_i) \end{aligned} \quad (4)$$

设模型(4)的最优解为  $x_i^{*D}$ ,最优目标函数

值为  $f_i^{*D}$ . 如果其它盟员遵守协议而  $B_i$  不遵守的话, 他可以背弃谈判达成的协议  $x_i^{*P}$ , 采用  $x_i^{*D}$ , 来获得最大收益  $f_i^{*D}$ .

**推论 1** 模型 (4) 的解集不为空, 并且其目标函数值  $f_i^{*D}$  不小于非合作竞争情况下得到的 Nash 解对应的值  $f_i^{*N}$ .

**证明** 由于模型 (3) 得到的 Pareto 解为  $x^{*P}$ , 则该解满足模型 (3) 的约束条件, 所以它也满足模型 (4) 的约束条件 (模型 (4) 的约束条件为模型 (3) 的第二、第三约束条件的子集). 因而模型 (4) 的解集不为空 (至少有模型 (3) 的 Pareto 解). 同时, 由于  $x^{*P}$  是在考虑到模型 (3) 的第一约束条件下得到的, 因而至少存在解  $x^{*P}$ , 使得模型 (4) 的目标函数值至少不小于非合作竞争情况下得到的 Nash 解对应的  $f_i^{*N}$ .

解模型 (4), 得到参与者  $B_i (i = 1, 2, \dots, p)$  相对联盟  $x^{*P}$  的偏离反应及偏离情况下的最优目标值  $f_i^{*D}$ .

## 2 可信威胁及联盟对 Pareto 值的再分配

谈判得到的联盟如果不是 Nash 均衡, 当该联盟建立后, 针对其他参与人的策略, 联盟各成员有偏离 (或背叛) 联盟协议以寻求更大利益的动机. 因而对联盟稳定性的分析是必要的, 本文提出“可信威胁”的概念.

基于可信威胁的联盟对 Pareto 值分配的 5 个基本前提假设:

- 1) 加入该联盟后, 不能预见该联盟何时解体;
- 2) 一旦联盟其他成员发现某成员偏离 (或背叛) 联盟协议, 则联盟解体;
- 3) 成员不仅考虑现在收益, 而且也考虑将来收益, 并将将来收益折现 (设参与者  $B_i$  的折现因子为  $\delta_i (0 < \delta_i < 1, i = 1, 2, \dots, p)$ );
- 4) 利益分配方式采取在维持参与各方非合作保留收益  $f_i^{*N}$  的基础上, 加上联盟对参与人的合作报酬  $V_i$ , 则每个参与者总收益为  $T_i = f_i^{*N} + V_i (i = 1, 2, \dots, p)$ , 由于  $f_i^{*N}$  为已知量, 则求出  $V_i$  即可得到  $T_i$ ;
- 5) 联盟由于合作获得的多余利益 (额外收

益) 应在所有盟员间分配完毕.

在上述假设条件下, 联盟成员的博弈为一个重复博弈, 该博弈没有最后阶段, 不能用逆向归纳法求解. 本文参考文献 [9], 给出该重复博弈的解法.

对于谈判中的某参与者  $B_i (i = 1, 2, \dots, p)$  而言, 有表 1.

表 1 参与者  $B_i$  的利益格局表

Table 1 Profit structure of player  $B_i$

	其它参与者 遵守协议	其它参与者 不遵守协议
参与者 $B_i$ 遵守协议	$(T_i, \dots)$	$(\dots, \dots)$
参与者 $B_i$ 不遵守协议	$(f_i^{*D}, \dots)$	$(f_i^{*N}, \dots)$

协议达成后参与者  $B_i$  一直遵守该协议的收入 如果协议达成后参与者  $B_i$  一直遵守该协议, 每期收入为  $T_i$ , 则该参与者第  $t$  期收入的折现值为  $\delta_i^t \times T_i$ , 故其合作收益的折现值为

$$T_i + \delta_i T_i + \delta_i^2 T_i + \dots = T_i / (1 - \delta_i) = (f_i^{*N} + V_i) / (1 - \delta_i) \quad (5)$$

协议达成后参与者  $B_i$  偏离该协议的收入 如果协议达成后参与者  $B_i$  在其它参与者遵守协议的情况下偏离了该协议, 则该参与者获得当期收入为  $f_i^{*D}$ , 由于该参与者偏离联盟, 则联盟在当期之后解体, 该参与者以后各期的收入为非合作收益  $f_i^{*N}$ . 其收入折现值为

$$f_i^{*D} + \delta_i f_i^{*N} + \delta_i^2 f_i^{*N} + \dots = f_i^{*D} + \delta_i f_i^{*N} / (1 - \delta_i) \quad (6)$$

在上述假设条件下, 重点考虑无外部强力介入情形, 并对有外部强力介入情形作出分析.

### 2.1 无外部强力介入情形

外部强力指联盟以外的力量 (如法律等), 它能够在盟员偏离 (或背叛) 联盟协议时对盟员给予强制性惩罚.

在无外部强力介入情况下, 联盟建立后, 成员可根据情况决定是否遵守协议. 当协议达成后, 参与  $B_i$  一直遵守该协议的收入大于其偏离协议的收入时, 该参与者没有偏离协议的动机. 即式 (5) 的值应大于式 (6) 的值

$$(f_i^{*N} + V_i) / (1 - \delta_i) > f_i^{*D} + \delta_i f_i^{*N} / (1 - \delta_i) \quad (7)$$

即

$$V_i > (f_i^{*D} - f_i^{*N}) \times (1 - \delta_i) \quad (8)$$

在以下的论述中,记

$$f_i^* = f_i^{*D} - f_i^{*N} \tag{9}$$

定义 2 在无外部强力介入情况下得到的联盟,盟员  $B_i$  向联盟提出的合作报酬  $V_i$  存在一个下界  $f_i^* \times (1 - i)$ ,当联盟所给合作报酬低于该下界时,盟员  $B_i$  对联盟解体的威胁是可信的,简称为可信威胁.反之,为不可信威胁.

定义 2 解释了这样的问题:当联盟给予成员  $B_i$  合作报酬小于下界  $f_i^* \times (1 - i)$ ,该成员的最优选择是偏离该联盟协议.如果该成员威胁要偏离联盟协议,则它是一个可信的威胁.

定义 3 称  $f_i^* \times (1 - i)$  为联盟向成员  $B_i$  提供合作报酬的临界值(可信威胁值).

当盟员  $B_i$  对联盟的可信威胁存在时,联盟必须给予该成员高于定义 3 中合作报酬的临界值,该可信威胁才能够消解,变为不可信威胁.

无外部强力介入时,联盟的建立条件:由于每个联盟成员都存在一个合作报酬的临界值,只有当联盟能够提供的总合作报酬高于所有成员的临界值之和时,联盟才会建立.即

$$F^{*P} - \prod_{i=1}^p f_i^{*N} > \prod_{i=1}^p f_i^* \times (1 - i) \tag{10}$$

由定义 2、定义 3 以及无外部强力介入时联盟的建立条件(式(10)),得到定理 2.

定理 2 联盟成立并稳定的条件为式(8)和式(10)同时满足.

1) 联盟多余利益的分配方案

联盟的利益分配可以每个成员的合作报酬临界值为基准进行.本着公平、合理的原则,联盟可以采取在每个成员合作报酬临界值  $f_i^* \times (1 - i)$  的基础上,同时提高相同比例  $k(k > 1)$ ,因为  $k = 1$  时,刚好达到每个成员合作与不合作的临界值.因此,  $k > 1$  时,每个成员的最优选择是遵守协议进行合作)来给予成员合作报酬.这样,盟员的合作报酬可由下面方程求得

$$V_i = k \times f_i^* \times (1 - i) \quad (i = 1, 2, \dots, p)$$
$$\prod_{i=1}^p V_i = F^{*P} - \prod_{i=1}^p f_i^{*N} \tag{11}$$

解方程(11),得到每个成员的合作报酬  $V_i$ .

$$k = \left( F^{*P} - \prod_{i=1}^p f_i^{*N} \right) / \prod_{i=1}^p ( f_i^* \times (1 - i) ) \tag{12}$$

$$V_i = \left[ f_i^* \times (1 - i) / \prod_{i=1}^p ( f_i^* \times (1 - i) ) \right] \times \left( F^{*P} - \prod_{i=1}^p f_i^{*N} \right) \tag{13}$$

记

$$w_i = f_i^* \times (1 - i) / \prod_{i=1}^p ( f_i^* \times (1 - i) ) \tag{14}$$

则

$$V_i = w_i \times \left( F^{*P} - \prod_{i=1}^p f_i^{*N} \right) \tag{15}$$

由  $w_i$  的表示式(14)可以看出,成员  $B_i$  向联盟要求的合作报酬比例为自己的可信威胁值与所有成员可信威胁值之和的比.

定义 4 称  $w_i = f_i^* \times (1 - i) / \prod_{i=1}^p ( f_i^* \times (1 - i) )$  (即式(14))为盟员  $B_i$  对联盟稳定性的威胁度(特殊地,如果  $i = 1, 2, \dots, p$ ),则盟员  $B_i$  对联盟稳定性的威胁度为  $w_i = f_i^* / \prod_{i=1}^p f_i^*$ ).

由式(15)可见,联盟对成员的合作报酬是根据其对联盟稳定性的威胁度  $w_i$  来决定分配量的.协议达成后,盟员  $B_i$  的总收益为  $T_i = f_i^{*N} + V_i$  ( $i = 1, 2, \dots, p$ ).

2) 对  $T_i$  或  $V_i$  在各期变动情况的思考

考虑由  $p$  个参与人组成的联盟.如果考虑参与人  $B_i$  的收益  $T_i$  或  $V_i$  各期不同的情况,将面临以下问题:

联盟的任务是较重的.联盟将来每期都要判断每个成员的收益  $T_i$ ,共需判断  $p$  个值,而未来均有不确定性,每期都要判断,且期数是不定的(对于期数不定的博弈问题,文献中常将这样的联盟的合作期数定为  $\infty$ ,并用重复博弈方式求解<sup>[9]</sup>).

如果得到每期每个参与人的值  $V_i$ ,还有一个问题,那就是包含该参与人在内的所有盟员是否都认同这个值.

以上两个原因,使得考虑  $T_i$  或  $V_i$  各期不同的情况变得较为复杂.进一步的工作将对此进行深入研究.同时,考虑能够预见联盟解体时间的谈判也是很有意义的.

3) 文中方案与其它已有方案(主要指 Shapley 值) 的比较

关于合作利益的分配问题, Shapley 给出了  $n$  人合作时利益分配的一种方法, 遵循的是“论功行赏”的原则. Shapley 值是合作者参与的所有合作贡献的加权平均值<sup>[8,10]</sup>.

然而, 在没有外部强力介入情况下, 即使某参与人得到 Shapley 值, 如果他偏离(或背叛) 联盟协议能够得到更大利益的话, 该参与人可能有偏离(或背叛) 联盟协议的动机. 因而 Shapley 值不能保证合作联盟的稳定性.

文中式(8) 证明, 在没有外部强力介入情况下, 任何低于参与人可信威胁值的分配将导致联盟不稳定. 当参与人得到基于可信威胁分配的合作利益时其最优选择是合作, 因为该参与人偏离合作时不能够得到比此更多的收益. 故在无外部强力介入情况下, 能够保证合作联盟稳定性的分配方式应该是基于可信威胁的.

### 2.2 有外部强力介入情形

如果协议达成后, 有外部强力(如法律等) 保证该协议的实施, 在某联盟成员  $B_i$  偏离该协议时给予惩罚  $u_i$ , 则协议达成后参与人  $B_i$  偏离该协议的收入为

$$f_i^{*D} + i f_i^{*N} / (1 - i) - u_i \quad (16)$$

因而只要参与人  $B_i$  遵守该协议的收入大于上述收入, 则该成员没有偏离联盟协议的动机. 即

$$(f_i^{*N} + V_i) / (1 - i) > f_i^{*D} + i f_i^{*N} / (1 - i) - u_i \quad (17)$$

可以看出, 如果联盟建立时, 在协议中加入对成员偏离联盟协议的惩罚  $u_i (i = 1, 2, \dots, p)$ , 当  $u_i$  满足式(17) 时, 联盟成员没有偏离协议的动机(该式的满足是很容易的,  $u_i$  取较大值时该式一定满足).

**结论 1** 参与人有权选择是否加入该联盟, 而一旦加入, 在有外部强力介入并满足式(17) 时, 联盟成员不会有偏离联盟协议的动机. 在这种情况下, 盟员对联盟的解体不会形成威胁. 即盟员对联盟解体的威胁是不可信的(因为强力会在盟员偏离协议的情况下, 给予其较大的惩罚而使其得不偿失).

#### 1) 联盟多余利益的分配方案

由结论 1 知, 成员加入联盟后, 对联盟解体的威胁是不可信的. 因而考虑利益分配方案时, 只能考虑联盟成员加入联盟时给联盟带来的利益大小, 并据此进行联盟利益的分配.

目前, 有关联盟利益分配的方法较多. 由于实验经济学的发展, 为各种理论的有效性提供了分析方法. 其中, Bartos 关于法日贸易协商问题的实验是其中较有影响的一个例子<sup>[11]</sup>. 该实验结果表明, Nash 协商解并不能预测实际谈判的结果.

Leopold-Wilaburger 等就广义联盟中多人博弈的议价行为进行了实验研究<sup>[12]</sup>. Leopold 等的实验结果显示, 核和 Shapley 值的凸线性组合可以作为广义联盟多人博弈的解. 并且实验表明, 参与人的公平性要求、努力程度、愿望水平和对输赢结果的关注, 博弈的一些环境参数, 以及其他非理性情感因素等都对多人议价结果有一定影响.

基于此, 本文认为在有外部强力介入情形下, 联盟利益分配可以采取 Leopold 等人提出的方法进行, 以确定合作报酬  $V_i$  的值.

当然, 联盟的形成是在一定结构下的. 如果联盟中某些参与人的某些参数发生变化(如技术进步、管理水平提高、协议规定在某些情况下联盟自动失效等), 此时联盟的稳定性将变弱, 达到一定程度时, 联盟会解体, 此时, 新一轮竞争或谈判又将进行.

## 3 三企业协商谈判算例

该谈判共有  $p = 3$  个企业: A、B、C. 市场的逆需求函数为  $p = - q_1 - q_2 - q_3$ .  $P$  为商品的价格,  $(q_1, q_2, q_3)$ 、 $(c_1, c_2, c_3)$  分别为企业 A、B、C 的产量和单位产品成本. 每个企业的战略是选择产量. 支付是利润, 它是三个企业产量的函数. 本算例假设在谈判形成的协议中, 没有外部强力的介入, 在协商时满足文中第 2 节的基本前提假设(本例取折现因子  $i (i = 1, 2, 3)$ ). 该谈判协议为各个企业的产量, 并商议合作利益的分配问题.

在非合作竞争条件下, 第  $i$  个企业 ( $i = 1, 2, 3$ ) 的利润函数为

$$\max_{q_i} x f_i(q_1, q_2, q_3) = \left( - \sum_{j=1, j \neq i}^3 q_j - q_i \right) q_i - c_i q_i$$

$$\text{s. t. } q_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, 3) \quad (18)$$

### 3.1 非合作竞争条件下 Nash 均衡的计算

解问题(18),得到非合作 Nash 均衡产量为

$$q_i^{*N} = m \times \left[ \left( \sum_{j=1, j \neq i}^3 c_j - 3c_i \right) / 4, 0 \right] \quad (i = 1, 2, 3) \quad (19)$$

非合作利润分别为

$$f_i^{*N} = \left( \sum_{j=1}^3 q_j^{*N} \right) q_i^{*N} - c_i q_i^{*N} \quad (i = 1, 2, 3) \quad (20a)$$

在式(19)中,如果每个企业的 Nash 均衡产量  $q_i^{*N} > 0$ ,则此时各企业的利润分别为

$$f_i^{*N} = \left( \sum_{j=1, j \neq i}^3 c_j - 3c_i \right)^2 / 16 \quad (i = 1, 2, 3) \quad (20b)$$

### 3.2 合作情况下的群体 Pareto 模型

如果企业意识到非合作竞争可能对各方都不利的话,那么谈判就可能举行.谈判的前提是每个企业谈判时的收益都不能低于自己在非合作竞争情况下得到的既得收益.因而群体协商谈判模型如下

$$\begin{aligned} \max_{q_1, q_2, q_3} F(q_1, q_2, q_3) = & \left( \sum_{i=1}^3 q_i \right) \left( \sum_{i=1}^3 q_i \right) - \sum_{i=1}^3 c_i q_i \\ \text{s. t. } & \left( \sum_{i=1}^3 q_i \right) q_i - c_i q_i - f_i^{*N} \geq 0 \end{aligned}$$

$$q_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, 3) \quad (21)$$

解群体 Pareto 模型(21),得到群体 Pareto 解  $(q_1^{*P}, q_2^{*P}, q_3^{*P})$  及群体 Pareto 值  $F^{*P}$ . 从而得到

$$\text{群体合作时的额外收益 } F^{*P} - \sum_{i=1}^3 f_i^{*N}.$$

### 3.3 联盟成员偏离(或背叛)联盟协议的收益

由于盟员企业可能会发生在其他企业遵守协议的情况下,为了更大的利益而偏离(或背叛)联盟.则在这种情况下,可以假定其它联盟企业在联盟点  $(q_1^{*P}, q_2^{*P}, q_3^{*P})$  不动,则第  $i$  方  $(i = 1, 2, 3)$  可以再做优化,得到更多的利润

$$\begin{aligned} \max_{q_i} f_i = & \left( \sum_{j=1, j \neq i}^3 q_j^{*P} + q_i \right) q_i - c_i q_i \\ \text{s. t. } & q_i \geq 0 \end{aligned} \quad (22)$$

解模型(22),得到三个企业分别单独偏离联盟情况下的最优目标值  $f_i^{*D} (i = 1, 2, 3)$ .

按 2.1 节中所述方法,可以得到企业  $i$  对联盟的威胁度  $w_i$  以及联盟给予该成员的合作报酬  $V_i$ , 从而得到在合作情况下的总收益  $T_i = f_i^{*N} + V_i (i = 1, 2, 3)$ .

### 3.4 数值仿真结果及分析

取  $m = 100$ , 企业 A、C 的单位产品成本分别为  $c_1 = 50, c_3 = 56$ , 而企业 B 的成本  $c_2$  由最高 60 变动到 49. 三企业有关综合数据如表 2 所示.

表 2 三企业非合作竞争与合作谈判的有关数据综合比较表

Table 2 Comparison between non-cooperation and cooperation situation with three enterprises

成本结构	非合作 Nash 对策			基于可信威胁的合作协商谈判		
	商品 市场价格	可提供的 商品数量	三企业 总利润	商品 市场价格	可提供的 商品数量	三企业 总利润
	66.5	33.5	424.749 9	76.553 8	23.446 2	564.879
	66.25	33.75	421.687 5	76.519 2	23.480 8	564.968 4
	66	34	420	76.466 9	23.533 1	565.807 4
	65.75	34.25	419.687 5	76.397 6	23.602 4	567.454 8
	65.5	34.5	420.75	76.312 4	23.687 6	569.960 3
	65.25	34.75	423.187 5	76.212 1	23.787 9	573.366 6
	65	35	427	76.097 2	23.902 8	577.710 5
	64.75	35.25	432.187 5	75.968 7	24.031 3	583.024 2
	64.5	35.5	438.75	75.826 6	24.173 4	589.336 6
	64.25	35.75	446.687 5	75.671 8	24.328 2	596.673 4
	64	36	456	75.504 7	24.495 3	605.057 7
	63.75	36.25	466.687 5	75.217 8	24.782 2	620.360 1

注:表 2 中的成本结构含义为各企业成本的组合.如结构 表示  $c_1 = 50 \quad c_2 = 60 \quad c_3 = 56$ ;而结构 表示  $c_1 = 50 \quad c_2 = 49 \quad c_3 = 56$ .

各种情况下每个企业的利润及威胁度如图 1、图 2 所示。

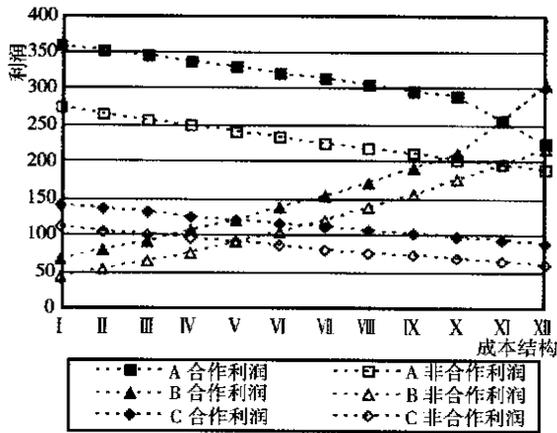


图 1 各种成本结构下的企业利润示意图

Fig. 1 Profits of enterprises under kinds of costs structure

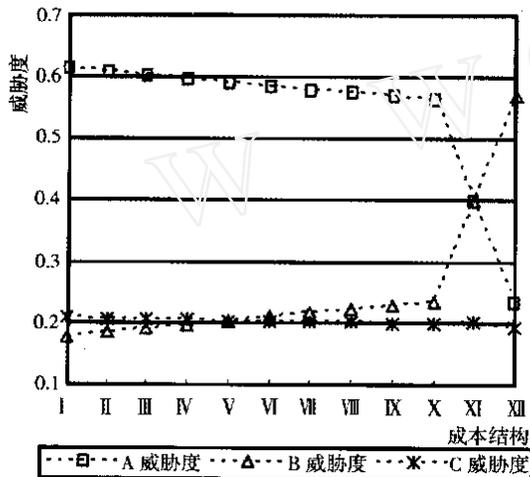


图 2 企业对联盟的威胁度示意图

Fig. 2 Enterprises' threat to alliance

综合表 2、图 1、图 2 可以得到以下结论：

1) 各企业的利润、对联盟稳定性的威胁

企业 B 由于技术进步或管理水平的提高等原因,使单位可变成本从 60 降到 49 时,可以看出企业 B 在非合作竞争中逐渐占据有利地位,利润上升;同时企业 B 在谈判中也占据有利地位,对协商谈判所形成的联盟威胁度也逐渐提高,谈判时所要求的合作报酬也越高。

当企业 A、C 的单位可变成本不变,而其它企业(此处为企业 B)技术水平上升、成本下降时,则 A、C 在非合作竞争中逐渐处于劣势,利润下降;在谈判时,对联盟的威胁度也逐渐减少,得到

的合作报酬也就越低.从图 1、图 2 在成本结构、时各企业利润及对联盟威胁度的情况来看,行业中成本较低企业 A、B 在成本相差较小的情况下,竞争尤其激烈(这或许能够对解释在现实中排于行业前几位的企业之间竞争尤其激烈提供帮助)。

在给定企业 A、B、C 某一成本结构条件下(如给定结构等),谈判能够给每个盟员带来比不合作更多的额外收益;即使企业 A、B、C 的成本结构发生变化,谈判也能够给每个盟员带来比不合作更多的额外收益。

2) 技术进步的重要性

技术进步时,联盟的总利润增加,每个企业的利润会由于企业生产成本的不同而重新洗牌.如果企业 B 技术进步而企业 A、C 保持不变,则每次洗牌时,企业 B 在不合作竞争或谈判中都会逐渐占据有利地位。

在图 1 中,每个企业的合作利润均大于不合作的情况,合作情况下的利润曲线位于非合作的曲线上方.但当企业 A、C 技术维持原状而企业 B 技术进步时:

在不合作情况下,企业 A 的利润从 272.249 9 下降到 189.062 5,下降了 83.187 4,下降幅度为 30.56%,企业 C 的利润从 110.250 0 下降到 60.062 5,下降了 50.187 5,下降幅度为 45.52%,而企业 B 的利润从 42.250 0 上升到 217.562 5,上升了 175.312 5,上升幅度为 414.94%;

在谈判的情况下,企业 A 的利润从 358.444 4 下降到 225.261 8,下降了 133.182 6,下降幅度为 37.16%,企业 C 的利润从 139.409 2 下降到 89.915 4,下降了 49.493 8,下降幅度为 35.50%,而企业 B 的利润从 67.025 4 上升到 305.182 9,上升了 238.157 5,上升幅度为 355.32%。

同时,可以看到,企业 A、B 在成本结构、情况下竞争激烈,这是因为在这三种成本结构中,A、B 成本相差不大,谁成本低,谁就掌握了主动,在非合作与谈判中,都会有更大的优势,这种优势所引起的利润变动比其他情况更明显。

企业具有“不进则退”的特征.由式(19)、(20a)、(20b)可以看出,各企业在非合作竞争情况下的均衡产量与其它竞争对手的成本成直线正向关系,均衡利润与其它竞争对手的成本成平方正

向关系.同时,各企业在非合作竞争情况下的均衡产量与成直线正向关系,均衡利润与成平方正向关系.这表明,如果某企业降低成本,则它在非合作竞争中的产量与利润会分别成直线和平方上升;反之,如果别的企业降低成本而该企业成本不变,则该企业在非合作竞争中的最优产量与利润会分别成直线和平方下降.由图 1、图 2 也可以看出,降低成本在协商谈判中也会占据较好地位.

当企业的成本达到一定状态时,某些企业会在非合作竞争中被淘汰,更谈不上协商谈判形成联盟了.在本例中,如果企业  $i, j, k$  的成本分别为  $c_i, c_j, c_k$ , 由式 (19) 知,只要  $c_i < (c_j + c_k)/3$  时,企业  $i$  的最优决策就是不生产.所以,企业会想尽办法降低成本,提高管理、技术水平.不论是处在合作中还是非合作中的企业,都有“不进则退”这一共同特征.

### 3) 谈判对消费者、政府的影响

在给定企业 A、B、C 某一成本结构条件下(如给定结构等),与非合作竞争能够提供的产品数量相比,协商谈判能够提供的产品量相对较少,并且价格偏高;当技术进步时,从表 2 可以看出,非合作竞争能够提供的产品数量逐渐增多,价格逐渐下降;而谈判时,即使技术进步,联盟能够提供的产品相对较少并基本维持不变,同时价格偏高并基本维持不变.

作为消费者、政府,面对上述情况,应采取什么对策呢?本文认为,虽然技术进步,但企业谈判形成联盟与非合作竞争相比,其结果是联盟时商品数量基本不变,且价格偏高,消费者没有从技术进步中得到好处;而消费者是能够从企业的非合作竞争情况下得到好处的,即此时商品数量较多,而价格相对较低.所以消费者希望企业非合作竞争.而对于政府,则应从宏观角度入手,综合考

虑资源、企业福利、消费者福利等,制定相关政策,不能盲目支持非合作竞争并立法.

由于谈判的结果是形成联盟,统一行动.而联盟的形成并稳定,与企业在联盟形成后如果不遵守协议所得到的利润相关.有的企业在联盟形成时脱离联盟的动机要大些,而有的较小.因而考虑联盟形成后各企业对联盟的偏离程度(或威胁度)是合理的,根据对联盟稳定的威胁程度从而给予各企业相应的威胁度报酬(合作报酬)是必要的.否则,联盟不会稳定.当联盟形成并稳定一段时间后,由于各企业的技术等逐渐变化,联盟不再稳定,这时联盟的生命周期结束,此时,新一轮的竞争或谈判又将进行.

## 4 结束语

本文考虑具有利益冲突情况下,谈判各方在保留其非合作竞争收益的情况下,如何进行群体协商谈判的问题.提出并建立了冲突各方合作的 Pareto 目标函数,提出了“可信威胁”的概念,给出了度量算法.基于可信威胁度,联盟对 Pareto 值进行再分配.

目前,在智能谈判问题中,国内已开始了对 Agent 谈判问题的研究<sup>[13]</sup>.同时,也开始重视谈判实验的研究.在谈判理论的实际检验中,实验经济学起到重要作用,为协商理论的有效性提供了分析方法.由于 Vernon L. Smith 和 Daniel Kahneman 等人的努力,实验经济学得到快速发展.2002 年诺贝尔经济学奖授予这两位学者,以表彰他们在实验经济学和心理学方面的开拓性工作.

可以预见,群体协商谈判问题与博弈论和实验经济学方法相结合,会有一个较好的研究局面.

## 参 考 文 献:

- [1] Kaepczyk J, et al. A soft measure of consensus in the setting of partial preferences[J]. European Journal of Operational Research, 1988, 34: 316—325.
- [2] Herrera F, et al. A model of consensus in group decision making under linguistic assessments[J]. F. S. S., 1996, 78 :73—87.
- [3] Herrera F, et al. Direct approach processes in group decision making using linguistic OWA operators[J]. F. S. S., 1996, 79: 175—190.
- [4] Lee Huey-Ming. Group decision making using fuzzy sets theory for evaluating the rate of aggregation risk in software development

- [J]. F S S, 1996, 80: 261—271.
- [5]魏存平, 邱菀华, 杨继平. 群决策问题的 REM 集结模型[J]. 系统工程理论与实践, 1999, 19(8): 38—48.  
Wei Cuning, Qiu Wanhua, Yang Jiping. Minimum relative entropy aggregation model on group decision making[J]. Theory and Practice of System Engineering, 1999, 19(8): 38—48. (in Chinese)
- [6]郭亚军. 综合评价理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 77—83.  
Guo Yajun. Theory and Method of Synthetic Evaluation[M]. Beijing: Science Press, 2002. 77—83. (in Chinese)
- [7]李武, 席酉民, 成思危. 群体决策过程组织研究述评[J]. 管理科学学报, 2002, 5(2): 55—66.  
Li Wu, Xi Youmin, Cheng Siwei. Review of processor ganizing research of group decision making[J]. Journal of Management Sciences in China, 2002, 5(2): 55—66. (in Chinese)
- [8]张尧庭. 信息与决策[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 142—147.  
Zhang Yaoting. Information and Decision Making[M]. Beijing: Science Press, 2000. 142—147. (in Chinese)
- [9]张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 1996. 68—74, 207—233.  
Zhang Weiyong. Game Theory and Information Economics[M]. Shanghai: Shanghai People Press, 1996. 68—74; 207—233. (in Chinese)
- [10]Teece DJ. Competition, and innovation: Organization arrangement regimes of rapid technological progress[J]. Journal of Economic Behavior and Organization, 1992, (18): 1—25.
- [11]Bartos O J. Simple Model of Negotiation: A Sociological Point of View[M]. California: Sage Publications, 1978.
- [12]Leopold-Wilaburger U. Some selected topic in experimental economics[J]. International Transactions in Operational Research, 1997, 4(3): 165—174.
- [13]黄京华, 马晖, 赵纯均. 面向电子商务的基本遗传算法的 Agent 谈判模型[J]. 管理科学学报, 2002, 5(6): 17—23.  
Huang Jinghua, Ma Hui, Zhao Chunjun. Multi agent negotiation model based on genetic algorithm in E business[J]. Journal of Management Sciences in China, 2002, 5(6): 17—23. (in Chinese)

## Group negotiation model based on believable threat and the applications

*TIAN Hou-ping, GUO Ya-jun*

School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110004, China

**Abstract:** The traditional decision-making problem of enterprises is expanded to non-cooperation game with profit conflict condition, then to group negotiation problem. It is how to cooperate with each other while their non-cooperation profit not being cut down. The Pareto goal function is proposed. For the sake of coalition's stability, this paper give the concept of believable threat and the measuring method. Based on the believable threat, the alliance disburse the Pareto value. Finally a three-company group negotiation case is given and the efficiency of the proposed model is shown.

**Key words:** group negotiation; believable threat; profit allocation; Pareto; Nash equilibrium