信息不完全下的组合仲裁[1)]

郭文革 陈 斑
（上海交通大学系统工程研究所 上海 200052）（华中理工大学系统工程研究所 武汉 430074）

摘 要 基于争议双方对仲裁人的裁决值有不同概率估计这一前提分析组合仲裁. 构造了它的非合作对策模型. 然后利用此模型，在多种情形下探讨了 Nash 均衡报价策略的存在性，得出了组合仲裁不能诱导争议双方报价收敛的结论，这与 Brams 和 Merrll Ⅲ 在争议双方对裁决值有相同概率估计前提下获得的著名结论正好相反. 最后分析了当一方变得风险厌恶时，对争议双方报价的影响.

关键词 仲裁，协商，不完全信息，非合作对策，Nash 均衡.

1 引言

仲裁作为一项解决经济纠纷的法律制度，在实际应用中非常有效. 当冲突或争议用仲裁解决时，一般使用两种仲裁方法——常规仲裁与最终报价仲裁. 所谓常规仲裁，就是仲裁人有权把自己认为公平、合理的方案强加于争议双方. 而最终报价仲裁则是从争议人提交给仲裁人的两个方案中，选取他认为较为合理的一个作为裁决结果.

常规仲裁[1,2]虽然在实际中得到了广泛应用，但它也招致了大量的批评，如对于争议人的个人偏好考虑过少，争议人递交报价时存在虚夸行为等. Stevens[3]提出最终报价仲裁就是希望能克服这些缺陷. 然而由文[4,5]的分析可知，最终报价仲裁不能克服争议人的虚夸行为，而且争议双方对裁决值的概率估计差异越大，报价的虚夸行为就越厉害. 当争议双方对裁决值有共同概率估计时，Brams 和 Merrill Ⅲ 提出的组合仲裁[6]能较好地克服这一弱点，它能诱导争议双方报价收敛.

然而争议人诉诸仲裁的一个主要原因就是争议双方对裁决值的认识不一，相同的概率估计将使得仲裁成为多余. 另外这个假设也不合理，因为争议人关于裁决值的概率估计是由其私有信息、风险态度等多种因素决定的. 事实上，Farber 和 Bazerman[7]的经验模型分析表明，争议人诉诸仲裁的一个重要原因就是争议人都认为仲裁人会作出对自己有利的裁决. 基于上述考虑，本文在争议双方对裁决值有不同概率估计前提下研究组合仲裁，探讨争议人的报价行为，分析其风险厌恶态度对争议双方报价的影响.

1) 国家自然科学青年基金（项目编号 79600014）和中国博士后科学基金资助项目. 本文曾在中国系统工程学会第八届年会上宣读.
收稿日期 1994-05-18 收到修改稿日期 1997-3-31

2　基本模型

考虑如下模型:两个争议人就某项议题 $r\in[r_s,r_b]$进行谈判.争议人 s 希望 r 越高越好,另一方 b 则希望 r 越低越好,当 s,b 双方不能达成一致时,他们将诉诸仲裁.仲裁人在作出裁决前,要求每个争议人提出反映自己要求的报价.我们把仲裁人心目中的公平点记为 x_a;s,b 的报价记为 x_s,x_b;用$[r_s,r_b]$上的概率密度函数 $f_s(x)$,$f_b(x)$和分布函数 $F_s(x)$,$F_b(x)$分别描述 s,b 关于公平点 x_a 的估计.另外我们假设 s 和 b 都是风险中性的,并且 $f_s(x)$,$f_b(x)$分别是以期望值点 m_s,m_b 为峰值点的严格单峰连续函数,即 $m_s=\int_{r_s}^{r_b}xf_s(x)\mathrm{d}x$,$m_b=\int_{r_s}^{r_b}xf_b(x)\mathrm{d}x$ 分别是 $f_s(x)$,$f_b(x)$ 在$[r_s,r_b]$上的期望值.

组合仲裁(Combined Arbitration)的裁决原则是:

1) 当仲裁人的公平点落在争议双方报价之间时,采用最终报价仲裁;

2) 当仲裁人的公平点落在争议双方报价之外时,除非争议双方的报价重叠[1)],否则将采用常规仲裁.

由文[6]的引理1可知,争议人 s 和 b 的期望收益函数分别为

$$\begin{cases}u_s^1(x_s,x_b)=(x_b-x_s)F_s\left(\dfrac{x_s+x_b}{2}\right)+\displaystyle\int_{x_b}^{x_s}F_s(x)\mathrm{d}x+(m_s-r_s), & x_b<x_s,\\ u_s^2(x_s,x_b)=\dfrac{x_s+x_b}{2}-r_s,\ x_b\geqslant x_s,\end{cases}\tag{1}$$

$$\begin{cases}u_b^1(x_s,x_b)=(r_b-m_b)-(x_b-x_s)\cdot F_s\left(\dfrac{x_s+x_b}{2}\right)-\displaystyle\int_{x_b}^{x_s}F_b(x)\mathrm{d}x, & x_b<x_s,\\ u_b^2(x_s,x_b)=r_b-\dfrac{x_s+x_b}{2},\ x_b\geqslant x_s.\end{cases}\tag{2}$$

3　均衡报价策略的存在性

先给出几个基本概念与命题.

定义1. 设 $S\subset R^n$ 是凸集,称函数 $f:S\to R$ 是拟凹的,如果对于任意 $x_1,x_2\in S$ 及$0\leqslant\alpha\leqslant1$,都有

$$f(\alpha x_1+(1-\alpha)x_2)\geqslant\min(f(x_1),f(x_2)).$$

定义2. 称函数 $f:[a,b]\to R$ 是(严格)单峰的,如果存在 $m_0\in[a,b]$,使得 $f(x)$在$[a,m_0]$上(严格)单调递增,在$[m_0,b]$上(严格)单调递减.

命题1. 单峰函数是拟凹的.

证明.假设 $f:[a,b]\to R$ 是单峰的.对于任意 $x_1,x_2\in[a,b]$及$0\leqslant\alpha\leqslant1$,如果 $x_1,x_2\in[a,m_0]$(或$[m_0,b]$)就有

1) 亦即买方的报价不低于卖方的报价,此时假设仲裁人平分价格差异,这与文[6]略有不同,但更符合通常的仲裁方法.事实上,即使完全使用文[6]的方法,证明方法和主要结论皆不需要改变.

$$f(\alpha x_1+(1-\alpha)x_2)\geqslant\min(f(x_1),f(x_2)).$$

对于 $x_1\in[a,m_0]$, $x_2\in[m_0,b]$情形,如果 $\alpha x_1+(1-\alpha)x_2\in[a,m_0]$,就有 $f(\alpha x_1+(1-\alpha)x_2)\geqslant f(x_1)$. 如果 $\alpha x_1+(1-\alpha)x_2\in[m_0,b]$,就有 $f(\alpha x_1+(1-\alpha)x_2)\geqslant f(x_2)$.

对于 $x_1\in[m_0,b]$, $x_2\in[a,m_0]$情形,类同.

综上,由定义1可知,结论成立. 证毕.

引理1[8]. 设三元组 $E=\{Z_i, S_i, \Phi_i\}_{i\in I}$满足下列条件:

1) 任给 $i\in I$, 集合 $Z_i\subset R^l$ 是非空凸紧的;

2) 集值映射 S_i, : $\prod_{i=1}^{n}Z_i\rightarrow Z_i$ 是连续的,取值非空凸闭集;

3) 效用函数 Φ_i 是连续的,且关于第 i 个变量是拟凹的.

则 E 存在均衡态,亦即存在状态 $\bar{x}=(\bar{x}_1,\cdots,\bar{x}_n)\in\prod_{i=1}^{n}Z_i$,满足

〈i〉 $\bar{x}_i\in S_i(\bar{x})$, $\forall\ i\in I$;

〈ii〉 $\Phi_i(y_i, \bar{x}^{-i})\leqslant\Phi_i(\bar{x})$, $\forall\ y_i\in S_i(\bar{x})$, $i\in I$.

这里 $I=\{1,2,\cdots,n\}$, $\bar{x}^{-i}=(x_1,\cdots,x_{i-1},x_{i+1},\cdots, x_n)$.

注1. 引理1给出了具有约束的 Nash 均衡的存在性条件.

由(1)式和(2)式可知,当 $x_s\neq m_s$, $x_b\neq m_b$ 时,s 和 b 的期望收益函数 $u_s(x_s,x_b)$、$u_b(x_s,x_b)$在 $x_s=x_b$ 处不连续,故而我们将其在 $x_b<x_s$ 内的期望收益函数分别扩充为

$$\bar{u}_s^1(x_s,x_b)=\begin{cases}u_s^1(x_s,x_b), & x_b<x_s,\\ m_s-r_s, & x_b=x_s,\end{cases}\tag{3}$$

$$\bar{u}_b^1(x_s,x_b)=\begin{cases}u_b^1(x_s,x_b), & x_b<x_s,\\ r_b-m_b, & x_b=x_s.\end{cases}\tag{4}$$

下面给出关于扩张对策$(\bar{u}_s^1,\bar{u}_b^1)$的两个结论.

引理2. 扩张对策$(\bar{u}_s^1, \bar{u}_b)$存在 Nash 均衡.

证明. 先证 $\bar{u}_s^1(x_s,x_b)$关于 x_s 的拟凹性.

由(3)式可知

$$\frac{\partial\bar{u}_s^1}{\partial x_s}(x_s,x_b)=\int_{\frac{x_s+x_b}{2}}^{x_s}\left[f_s(x)-f_s\left(\frac{x_s+x_b}{2}\right)\right]\mathrm{d}x\ .\tag{5}$$

由(5)式有:当 $x_s\leqslant m_s$ 时,$\frac{\partial\bar{u}_s^1}{\partial x_s}\geqslant0$; 当$\frac{x_s+x_b}{2}\geqslant m_s$ 时, $\frac{\partial\bar{u}_s^1}{\partial x_s}\leqslant0$; 当 $x_s>m_s$ 且$\frac{x_s+x_b}{2}<m_s$时,由 $f_s(x)$的单峰性可知,$\int_{\frac{x_s+x_b}{2}}^{x_s}[f_s(x)-f_s(\frac{x_s+x_b}{2})]\mathrm{d}x$ 作为 x_s 的函数存在唯一零值点.

综上三种情况可知,$\bar{u}_s^1(x_s,x_b)$是关于 x_s 的单峰函数. 再由命题1,就有 $\bar{u}_s^1(x_s,x_b)$关于 x_s 拟凹.

同理可证 $\bar{u}_b^1(x_s,x_b)$关于 x_b 拟凹.

设 $F_s(x_s,x_b)=\{x\,|\,x\geqslant x_b$ 且 $x\in[r_s,r_b]\}$,

$F_b(x_s,x_b)=\{x\,|\,x\leqslant x_s$ 且 $x\in[r_s,r_b]\}$.

明显地,集值映射 F_s,F_b 是连续的;且取值非空闭凸集. 由引理1有,扩张对策$(\bar{u}_s^1,\bar{u}_b^1)$存在 Nash 均衡. 证毕.

引理3. 如果 $m_b<m_s$,则扩张对策$(\overline{u}_s^1,\overline{u}_b^1)$不存在收敛的 Nash 均衡.

证明(反证法). 假若扩张对策$(\overline{u}_s^1,\overline{u}_b^1)$存在收敛的 Nash 均衡$(\overline{x},\overline{x})$. 由 Nash 均衡的定义可知

$$\overline{u}_s(x_s,\overline{x})\leqslant\overline{u}_s(\overline{x},\overline{x}),\tag{6}$$

$$\overline{u}_b(\overline{x},x_b)\leqslant\overline{u}_b(\overline{x},\overline{x}),\tag{7}$$

对于任意 $x_s\in[r_s,r_b]$, $x_b\in[r_s,r_b]$皆成立.

再由(6)式有

$$\int_{\overline{x}}^{x_s}[F_s(x)-F_s(\frac{x_s+\overline{x}}{2})]\mathrm{d}x\leqslant\overline{x}-m_s,\text{如果 } x_s>\overline{x}.$$

由 $F_s(x)$的单调性,可知

$$\overline{x}\geqslant m_s,\text{如果 }\overline{x}<r_b.\tag{8}$$

同样地,由(7)式有

$$\overline{x}\leqslant m_b,\ \text{如果 }\overline{x}>r_s.\tag{9}$$

由于 $m_b<m_s$,这样(8)式和(9)式矛盾.　　证毕.

下面给出本文的主要结果.

定理1. 设 $f_s(x)$, $f_b(x)$分别是以 m_s,m_b 为峰值点的$[r_s,r_b]$上的严格单峰连续函数,而且 $m_b<m_s$. 则原对策(u_s,u_b)仅存在满足 $\overline{x}_b<m_b<\frac{\overline{x}_s+\overline{x}_b}{2}<m_s<\overline{x}_s$ 的 Nash 均衡报价策略$(\overline{x}_s,\overline{x}_b)$.

证明. 由引理2和引理3及 $f_s(x)$,$f_b(x)$的严格单峰性可知,扩张对策$(\overline{u}_s^1,\overline{u}_b^1)$仅存在满足 $\overline{x}_b<m_b<\frac{\overline{x}_s+\overline{x}_b}{2}<m_s<\overline{x}_s$ 的 Nash 均衡$(\overline{x}_s,\overline{x}_b)$.

这样 $\overline{u}_s^1(\overline{x}_s,\overline{x}_b)\geqslant\lim\limits_{x_s\to\overline{x}_b+}u_s^1(x_s,\overline{x}_b)\geqslant u_s^2(\overline{x}_b,\ \overline{x}_b)$,

同理可证 $\overline{u}_b^1(\overline{x}_s,\overline{x}_b)\geqslant\overline{u}_b^2(\overline{x}_s,\overline{x}_s)$.

由(1),(2)式容易看出,对于任意给定的 x_b, $u_s^2(x_s,x_b)$仅当 $x_s=x_b$ 时取最大值;对于任意给定的 x_s, $u_b^2(x_s,x_b)$仅当 $x_b=x_s$ 时取最大值.

综上,$(\overline{x}_s,\overline{x}_b)$即为原对策$(u_s,u_b)$的 Nash 均衡. 证毕.

下面讨论 $m_s\leqslant m_b$ 情形,即争议双方的冲突问题存在协商解决可能的情况. 对于这种情形,有下述结论.

定理2. 设 $f_s(x)$,$f_b(x)$分别是以 m_s,m_b 为峰值点的严格单峰连续函数,而且 $m_s\leqslant m_b$. 则原对策仅存在满足 $m_s\leqslant\overline{x}_s\leqslant m_b$ 的收敛均衡报价策略$(\overline{x}_s,\overline{x}_s)$.

证明. 由(4)式可知

$$\frac{\partial\overline{u}_b^1}{\partial x_b}(x_s,x_b)=\int_{x_b}^{\frac{x_s+x_b}{2}}[f_b(\frac{x_s+x_b}{2})-f_b(x)]\mathrm{d}x,\tag{10}$$

由(10)式有

$$\frac{\partial\overline{u}_b^1}{\partial x_b}\leqslant 0,\ \text{如果 } x_b\geqslant m_b,\tag{11}$$

由(5)式有

$$\frac{\partial\overline{u}_s^1}{\partial x_s}\geqslant 0,\ \text{如果 } x_s\geqslant m_s.\tag{12}$$

可以看出,对于任意给定的 x_b, $u_s^2(x_s,x_b)$在 $x_s \geqslant x_b$ 内关于 x_s 单调递减;对于任意给定的 x_s, $u_b^2(x_s,x_b)$在 $x_b \leqslant x_s$ 内关于 x_b 单调递增.

如果原对策存在 Nash 均衡$(\bar{x}_s,\bar{x}_b)$,就必须满足 $\bar{x}_s \geqslant m_s$, $\bar{x}_b \leqslant m_b$,而且 $\bar{x}_b \leqslant \bar{x}_s$.

下面证明 $\bar{x}_b \geqslant m_s$.

假若,$\bar{x}_b < m_s$, 则如果$\frac{\bar{x}_s+\bar{x}_b}{2} \geqslant m_s$,由(5)式可知,s 的最优反应是 $\bar{x}_s=\bar{x}_b<m_s$,矛盾. 如果$\frac{\bar{x}_s+\bar{x}_b}{2}<m_b$, 则由(10)式可知,b 的最优反应是 $\bar{x}_b=\bar{x}_s \geqslant m_s$,矛盾. 故而 $\bar{x}_b \geqslant m_s$.

同理可证 $\bar{x}_s \leqslant m_b$.

这样,可能的 Nash 均衡$(\bar{x}_s,\bar{x}_b)$一定满足 $m_s \leqslant \bar{x}_b=\bar{x}_s \leqslant m_b$. 由于 $u_s^2(\bar{x}_s, \bar{x}_s)=\bar{x}_s-r_s \geqslant m_s-r_s=\lim\limits_{x_s \to \bar{x}_s+} u_s^1(x_s,\bar{x}_s)$,

$$u_b^2(\bar{x}_b,\bar{x}_b) = r_b - \bar{x}_b \geqslant r_b - m_b = \lim_{x_b \to \bar{x}_b-} u_b^1(\bar{x}_b, x_b),$$

故而满足 $m_s \leqslant \bar{x}_s=\bar{x}_b \leqslant m_b$ 的报价策略$(\bar{x}_s,\bar{x}_b)$的确是原对策的 Nash 均衡. 证毕.

由定理1,2有

推论1. 组合仲裁诱导争议双方报价收敛的充要条件是 $m_s \leqslant m_b$.

4 相对风险厌恶对报价的影响

这里探讨争议人的相对风险厌恶态度对争议双方报价的影响.

为了简便起见,假设争议人 b 仍是风险中性的,而 s 是风险厌恶的,其效用函数是定义在$[r_s,r_b]$上的二次连续可微函数 $u(x)$, 满足 $u'(x)>0$, $u''(x)<0$. 则在组合仲裁原则下,b 的期望效用函数仍是(2)式,s 的期望效用函数为

$$\begin{cases} u_s^1(x_s,x_b) = [u(x_b) - u(x_s)] \cdot F_s(\frac{x_s + x_b}{2}) + \int_{x_b}^{x_s} u'(x)F_s(x)\mathrm{d}x + E_{us} - u(r_s), \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad x_b < x_s, \\ u_s^2(x_s,x_b) = u(\frac{x_s + x_b}{2}) - u(r_s), \ x_b \geqslant x_s. \end{cases} \tag{13}$$

这里 $E_{us} = \int_{r_s}^{r_b} u(x)f_s(x)\mathrm{d}x.$

由(13)式有

$$\begin{aligned} \frac{\partial u_s^1}{\partial x_s}(x_s,x_b) &= \frac{1}{2}[u(x_b) - u(x_s)]f_s(\frac{x_s + x_b}{2}) - u'(x_b)F_s(\frac{x_s + x_b}{2}) + u'(x_s)F_s(x_s) \\ &< \frac{1}{2}u'(x_s)(x_b - x_s)f_s(\frac{x_s + x_b}{2}) + u'(x_s) \cdot \int_{\frac{x_s+x_b}{2}}^{x_s} f_s(x)\mathrm{d}x \\ &= u'(x_s) \cdot \int_{\frac{x_s+x_b}{2}}^{x_s} [f_s(x) - f_s(\frac{x_s + x_b}{2})]\mathrm{d}x. \end{aligned} \tag{14}$$

首先考虑 $m_s=m_b$ 情形.

由(14)式可知,当 $x_b>m_s$ 时,s 的最优反应是 $x_s=x_b$. 而 $x_s>m_s$ 时,b 的最优反应是 $x_b \neq x_s$. 故而,不存在满足 $\bar{x}_b>m_s$ 的 Nash 均衡$(\bar{x}_s,\bar{x}_b)$.

假若 $x_b<m_s$，则与之相对应的 Nash 均衡 (x_s,x_b) 应满足 $\frac{x_s+x_b}{2}<m_s$，否则矛盾. 而由(10)式可知，存在 x'_b 满足 $u_b^1(x_s,x'_b)>u_b^1(x_s,x_b)$，矛盾.

综上，上述对策的可能 Nash 均衡只能是 (m_s,m_s).

由(10)，(14)式和 $E_{us}=\int_{r_s}^{r_b}u(x)f_s(x)\mathrm{d}x<u[\int_{r_s}^{r_b}xf_s(x)\mathrm{d}x]=u(m_s)$ 可知，(m_s,m_s) 为上述对策的唯一 Nash 均衡.

命题2. 设 $f_s(x)$，$f_b(x)$ 分别是以 m_s,m_b 为峰值点的 $[r_s,r_b]$ 上的严格单峰连续函数，并且 $m_s=m_b$. 如果争议双方都是风险中性的，组合仲裁能诱导争议双方报价收敛；即使其中一方变得风险厌恶，组合仲裁仍能诱导争议双方报价收敛.

下面考虑 $m_b<m_s$ 情形.

先证上述对策存在局部 Nash 均衡1).

由(13)式可知

$$\frac{\partial u_s^1}{\partial x_s}(x_s,x_b)=u'(x_s)\int_{\frac{x_s+x_b}{2}}^{x_s}[f_s(x)-f_s(\frac{x_s+x_b}{2})]\mathrm{d}x$$

$$-\frac{1}{2}[u(x_s)-u(x_b)-u'(x_s)(x_s-x_b)]f_s(\frac{x_s+x_b}{2}).$$

考虑区域 $S(x_b)=\{x_s\,|\,x_s>m_s$ 且 $\frac{x_s+x_b}{2}<m_s,\ \int_{\frac{x_s+x_b}{2}}^{x_s}[f_s(x)-f_s(\frac{x_s+x_b}{2})]\mathrm{d}x\geqslant 0\}$. 由引理 2 的证明可知，当 $x_s>m_s$ 且 $\frac{x_s+x_b}{2}<m_s$ 时，$\int_{\frac{x_s+x_b}{2}}^{x_s}[f_s(x)-f_s(\frac{x_s+x_b}{2})]\mathrm{d}x$ 作为 x_s 的函数存在唯一零值点，这样 $S(x_b)$ 为 $[r_s,r_b]$ 的某个子区间.

令　$\varphi(x_s)=u(x_s)-u(x_b)-u'(x_s)(x_s-x_b)$.

则　$\varphi'(x_s)=-u''(x_s)(x_s-x_b)>0$. 故而 $\varphi(x_s)$ 关于 x_s 严格单调递增. 再由 $f_s(\frac{x_s+x_b}{2})$ 的单峰性可知在区域 $S(x_b)$ 内，$f_s(\frac{x_s+x_b}{2})$ 严格单调递增. 这样 $\frac{\partial u_s^1}{\partial x_s}$ 仅有唯一零点. 故而，在 $S(x_b)$ 内，$u_s^1(x_s,x_b)$ 关于 x_s 单峰. 再由命题1、引理1和类似引理2的证明可知，上述对策存在局部 Nash 均衡.

由定理1可知，当争议双方都是风险中性时，原对策存在 Nash 均衡 $(\bar{x}_s,\bar{x}_b)$；当 s 变得风险厌恶时，由前面的证明可知，相应的对策存在局部 Nash 均衡 $(\bar{x}'_s,\bar{x}'_b)$.

假如 $\bar{x}'_s\geqslant\bar{x}_s$，则由 $\frac{\partial u_b^1}{\partial x_b}=0$ 可知 $\bar{x}'_b\leqslant\bar{x}_b$，并且 $m_b\leqslant\frac{\bar{x}_s+\bar{x}_b}{2}\leqslant\frac{\bar{x}'_s+\bar{x}'_b}{2}\leqslant m_s$. 再由(14)式可知 $\frac{\partial u_s^1}{\partial x_s}<u'(\bar{x}'_s)\cdot\int_{\frac{\bar{x}'_s+\bar{x}'_b}{2}}^{\bar{x}'_s}[f_s(x)-f_s(\frac{\bar{x}'_s+\bar{x}'_b}{2})]\mathrm{d}x\leqslant 0$，矛盾.

故而 $\bar{x}'_s<\bar{x}_s$，相应地 $\bar{x}'_b>\bar{x}_b$，$\bar{x}_s-\bar{x}'_s>\bar{x}'_b-\bar{x}_b$.

命题3. 设 $f_s(x)$，$f_b(x)$ 分别是以 m_s,m_b 为峰值点的 $[r_s,r_b]$ 上的严格单峰连续函数，并且 $m_b<m_s$. 如果争议双方都是风险中性的，存在 Nash 均衡. 即使其中一方变得风险厌恶，由此确定的对策仍存在局部 Nash 均衡. 此时，风险厌恶的报价趋于妥协，风险中性方的报价趋于激进，并且风险厌恶方退让的幅度大于风险中性方激进的程度.

1) 作者非常感谢一位审稿人反映出这个问题.

值得指出的是，虽然上述讨论仅针对一方风险厌恶、一方风险中性的情形，然而命题2，3的结论对于争议双方间具有相对风险厌恶这样一般的情形仍能成立.

事实上，假设 $u_s(x)$，$u_b(x)$分别是 s，b 的$[r_s, r_b]$上单调递增的效用函数，而且 $u_s(x)$比 $u_b(x)$更加风险厌恶，则由 Arrow[9]和 Pratt[10]研究可知，存在单调递增凹函数 $G: R \to R$，使得 $u_s(x)=G(u_b(x))$. 令 $t_b=u_b(x)$，经过变量替换，类似前面的情形. 这样，命题2，3的结论仍然成立.

5 结论

组合仲裁与最终报价仲裁相比，一个突出的优点在于能诱导争议双方报价收敛. 然而本文的分析表明，在更现实的假设下，组合仲裁在诱导争议双方报价收敛方面并没有事先预期的那么强，而且它在实际执行时，象常规仲裁一样，对仲裁人要求较多，它需要仲裁人根据调查所得事实，独立作出判断. 另外组合仲裁在裁决时的不连续，使得其鲁棒性能较差. 所有这些缺陷使得组合仲裁很难成为实际仲裁中的一个理想方法，还有待以后对它作相应的改进.

参考文献

[1] Ashenfelter O, Bloom D E. Models of arbitration behavior: theory and evidence. *American Economic Review*, 1984, **74**:111—124.

[2] Chatterjee K. Comparison of arbitration procedures, models with complete and incomplete information. *IEEE Trans. Syst. Man. Cybernt*, 1981, **SMC-11**:101—109.

[3] Stevens C M. Is compulsory arbitration compatible with bargaining. *Industrial Relation*, 1966, **5**:38—52.

[4] Brams S T, Merrill S Ⅲ. Equilibrium strategies for final-offer arbitration: there is no median convergence. *Management Science*. 1983, **29**:927—941.

[5] 郭文革，陈珽. 不完全信息下的最终报价仲裁. 控制与决策. ,1995,**10**:40—44.

[6] Brams S T, Merrill S Ⅲ. Binding versus final-offer arbitration: a combination is best. *Management Science*, 1986, **32**:1346—1355.

[7] Farber H S, Bazerman M H. Divergent expectations as a cause of disagreement in bargaining: evidence from a comparison of arbitration schemes. *Quarterly Journal of Economics*, 1989, **103**:99—120.

[8] Debru G. Existence of a competitive equilibrium. In: Arrow K J, Intrriligator M ed. Handbook of Mathematical Economics. Amstedam: North-Holland, 19982.

[9] Arrow K J. Essay in the theory of risk bearing. New York: American Elserier, 1971.

[10] Pratt J W. Risk aversion in the small and in the large. *Econometrica*, 1964, **32**:122—136.

COMBINED ARBITRATION WITH INCOMPLETE INFORMATION

GUO WENGE
(*Institute of Systems Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai*　200052)

CHEN TING
(*Institute of Systems Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan*　430074)

Abstract　Based on the assumption that both disputants have different probability estimations to arbitrator's decision, combined arbitration is analyzed and a non-cooperative game with incomplete information is constructed. Existence of Nash equilibrium offer strategy is discussed for several cases, and the conclusion that combined arbitration can't give the disputants an incentive to converge is achieved. Finally, we analyze the effect on both disputants offers when one of them becomes risk aversion.

Key words　Nash equilibrium, arbitration, bargaining, incomplete information, non-cooperative games.

郭文革　1967年11月生于武汉. 1989年毕业于北京理工大学应用数学系，1992年获该校自动控制理论与应用专业硕士学位，1995年获华中理工大学系统工程专业博士学位. 现为上海交通大学管理学院博士后研究人员，主要从事对策论与多人决策理论及其应用的研究.

陈　珽　简历见本刊第19卷第2期.