

doi:10.11835/j.issn.1008-5831.2015.04.008

欢迎按以下格式引用:魏光兴,彭京玲,蒲勇健.互惠偏好下基于不同博弈时序的团队激励与效率比较[J].重庆大学学报:社会科学版:2015(4):65-72.

Citation Format: WEI Guangxing, PENG Jingling, PU Yongjian. Efficiency comparison of team Incentives based on different game timing under reciprocity[J]. Journal of Chongqing University: Social Science Edition, 2015(4): 65-72.

互惠偏好下基于不同博弈 时序的团队激励与效率比较

魏光兴¹, 彭京玲¹, 蒲勇健²

(1. 重庆交通大学 管理学院, 重庆 400074; 2. 重庆大学 经济与工商管理学院, 重庆 400044)

摘要:考虑团队成员的互惠偏好特征,把互惠心理损益引入效用函数,构建了同时描述能力水平差异和互惠强度差异的团队生产博弈模型,研究互惠偏好在不同博弈时序下影响团队效率的内在机理。结果表明:互惠偏好能够帕累托改进团队生产效率,而且这种改进与能力水平差异无关;只要后行动者是互惠的,在序贯博弈下的改进程度比在静态博弈下更大,而且与代理人的行动顺序无关。因此,委托人应该选择互惠者组建团队,并安排行动顺序确保序贯博弈。这为团队生产中委托人的存在意义提供新的经济理论解释,也为团队激励提供新的思路。

关键词:互惠偏好;团队生产;博弈时序;激励机制

中图分类号:F270.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1008-5831(2015)04-0065-08

一、问题与文献述评

作为一种典型的多代理问题,团队生产被经济学博弈论广泛研究。由于多个代理人得到一个共同的团队产出从而难以区分和衡量各个代理人的贡献,代理人之间会相互搭便车(free-riding),结果团队生产效率低下,远低于团队合作的帕累托最优水平^[1]。为此,学者研究提出了各种解决思路。比如,打破预算平衡(balance budget)的委托人^[2]、恰当结构的激励契约^[3]、长期重复关系中的同事惩罚(peer sanction)^[4]等都能够在一定程度上提高生产效率促进团队合作。近年来,随着行为经济学(behavioral economics)和行为博弈论(behavioral game theory)的兴起,研究发现被传统经济学忽略了的公平、互惠等心理偏好能够在一定程度上促进团队合作。例如,基于强调收益分配公平的描述公平偏好(inequity aversion,也称为不平等规避,指行为人为牺牲自己收益提高收益分配公平度的行为特征)的FS模型^[5],魏光兴和覃燕红^[6]研究发现较强的公平偏好能够实现团队合作,Rey Biel^[7]通过设计在一种非均衡路径上将遭受较大嫉妒(envy)或内疚(guilt)负效用的激励机制发现公平偏好是促进团队自发形成从而也是实现团队合作的内在因素,Li^[8]研究得到如果代理人具有相同的公平偏好那么随机惩罚机制能够实现团队合作,李训^[9]指出公平偏好既有可能提高也有可能降低团队效率且在一定条件下也有可能实现帕累托最优,Barling和Siemens^[10]进一步研究指出团队规模越小对实现团队合作的公平偏好的强度要求越低,Barling^[11]研究发现公平偏好会在收益低于他人时增加代

修回日期:2014-12-02

基金项目:国家自然科学基金项目“基于偏好结构和群体规范互动机理的激励机制设计”(71102165);教育部人文社会科学项目“社会偏好视角下和谐劳动关系构建的微观机制研究(12YJC90097)”

作者简介:魏光兴(1977-),男,重庆万州人,重庆交通大学管理学院教授,博士,主要从事博弈论、机制设计理论与人力资源管理研究。

理人的成本从而可能限制了实现团队合作的条件;基于强调行为动机公平的描述互惠偏好(reciprocity,也称为对等,指行为人牺牲自己收益“以牙还牙”、“投桃报李”的行为特征)的 Rabin 模型^[12],吴国东、汪翔和蒲勇健^[13]研究发现互惠偏好能够帕累托改进团队生产而且在恰当的互惠强度和团队规模条件下能够实现帕累托最优,钱峻峰和蒲勇健^[14]研究指出互惠偏好在不同条件下对团队生产效率的影响差别很大,既可能提高也可能降低团队生产效率,其中代理人对团队其他成员行为动机的推断和信念是一个非常重要的因素。

这些研究分析了公平偏好和互惠偏好对团队生产效率的影响,但都是在静态博弈下进行的,没有考虑代理人之间的博弈时序(game timing)。特别的,Huck 和 Biel^[15]基于 FS 模型比较了不同博弈时序下的团队生产效率,发现公平偏好在静态博弈(simultaneous game)下存在一致效应(conformity effect),在序贯博弈(sequential game)下存在承诺效应(commitment effect),二者在一定条件下都能提高团队生产效率,且在序贯博弈下改进程度更大。但是,尚未发现关于互惠偏好不同博弈时序下影响团队生产效率内在机理的研究。事实上,由于互惠偏好强调行为的动机而公平偏好强调行为的结果,二者都是决定行为选择决策的重要因素,而且在序贯博弈中互惠偏好的作用可能更明显,因为很多博弈实验和实际观察都表明在动态博弈中先行者的行为动机直接影响后行者的行为选择^[16]。因此,下文将基于 Rabin 模型研究比较不同博弈时序下的团队生产效率,分析互惠偏好不同博弈时序下影响团队生产效率的内在机理,并与公平偏好的影响进行比较,从而为团队生产中委托人的存在意义提供新的理论解释,也为团队激励提供新的思路。

二、基准模型

为了数学简化而又不失一般性^[15],设团队中包括两个风险中性的代理人,每个代理人 i ($i = 1, 2$) 选择委托人不可观察的努力水平 $x_i \in [0, +\infty)$,团队产出 y 是关于努力水平 x_i 的线性函数^①,即

$$y = 2(k_1x_1 + k_2x_2) \quad (1)$$

其中, $k_i \geq 0$ 表示代理人 i 的能力系数,其值越大说明代理人能力越强。

由于委托人不能观察到代理人的努力从而也不能判断每个代理人对团队产出的贡献大小,根据文献通行做法^[6-8,10,15],两个代理人均分团队产出。于是,代理人 i 的物质收益为

$$m_i(x_i | x_j) = \frac{1}{2}y = k_ix_i + k_jx_j \quad (2)$$

其中, $j = 1, 2$, 且 $i \neq j$ 。

此外,设代理人的努力成本为

$$c_i(x_i) = \frac{1}{2}x_i^2 \quad (3)$$

那么,根据式(2)和(3),风险中性的代理人 i 的效用为

$$\pi_i(x_i | x_j) = k_ix_i + k_jx_j - \frac{1}{2}x_i^2 \quad (4)$$

代理人 i 的决策目标是通过选择最优的努力水平 x_i^{self} , 追求最大的效用 π_i , 即

$$x_i^{self} = \arg \max_{x_i} \pi_i(x_i | x_j) = k_ix_i + k_jx_j - \frac{1}{2}x_i^2 \quad (5)$$

解之,得

$$x_i^{self} = k_i \quad (6)$$

代入式(6),相应的团队产出为

$$y^{self} = 2(k_i^2 + k_j^2) \quad (7)$$

三、互惠效用函数

代理人具有互惠偏好,会“以恶报恶、以善报善”,即报复对方的恶意行为和报答对方的善意行为,即使牺牲自己的部分物质收益来报复或报答也在所不惜。根据以上条件和 Rabin 模型^[12],引入代理人互惠偏好后,团队生产中的代理人 i 的效用函数为

①更一般的团队产出函数应该体现团队生产的协同效应特点,即一个团队成员努力投入的增加将使另一个成员努力投入的边际产出增加。如果团队产出是代理人努力水平的乘积函数,就反映了这一特点。对乘积函数两边同时取对数,就得到线性函数。因此,设团队产出是代理人努力水平的线性函数,也体现了团队生产的协同效应,由此得到的研究结论也具有一般性。

$$u_i(x_i | x_j) = m_i(x_i | x_j) - c_i(x_i) + \gamma_i \hat{f}_j(1 + f_i) \quad (8)$$

其中,第一项 $m_i(x_i | x_j)$ 表示获得的物质收益,第二项 $c_i(x_i)$ 表示付出的努力成本,第三项 $\gamma_i \hat{f}_j(1 + f_i)$ 表示承担的互惠心理损益。

对互惠心理损益 $\gamma_i \hat{f}_j(1 + f_i)$ 各部分解释如下。

首先, γ_i 表示衡量代理人 i 互惠偏好强度的系数。原 Rabin 模型中并没有该系数,而文献[13]引入了该系数。引入互惠偏好强度系数,一方面可以刻画代理人对互惠心理损益的重视程度,另一方面便于分析互惠偏好强度对团队效率的影响。特别的,当 $\gamma_i = 0$ 时,表示代理人 i 互惠偏好强度为 0,以上式(8)刻画的效用函数就退化到式(4)的自利偏好情形。

其次, f_i 表示代理人 i (对代理人 j 的)行为的善恶程度。如果 $f_i > 0$,说明代理人 i 的行为动机是善意的;如果 $f_i < 0$,说明代理人 i 的行为动机是恶意的;如果代理人 $f_i = 0$,说明代理人 i 的行为动机是中性的。

并且, f_i 绝对值越大,说明行为动机的善恶程度越强。Rabin 把 f_i 定义为 $f_i = \frac{m_j^s - m_j^e}{m_j^h - m_j^l}$ 。其中, m_j^s 表示代理人 j 实际得到的物质收益; m_j^h 表示代理人 j 在给定条件下可以得到的最高物质收益; m_j^l 表示代理人 j 在给定条件下可以得到的最低物质收益; m_j^e 表示代理人 j 应该得到的公平物质收益,等于 m_j^h 和 m_j^l 的平均值。分析可知,在上文条件下,有 $m_j^s = k_i x_i + k_j x_j$ 、 $m_j^h = 2(k_i^2 + k_j^2)$ 、 $m_j^l = 0$ 和 $m_j^e = k_i^2 + k_j^2$ 。于是,

$$f_i = \frac{m_j^s - m_j^e}{m_j^h - m_j^l} = \frac{(k_i x_i + k_j x_j) - (k_i^2 + k_j^2)}{2(k_i^2 + k_j^2) - 0} = \frac{k_i x_i + k_j x_j}{2(k_i^2 + k_j^2)} - \frac{1}{2} \quad (9)$$

最后, \hat{f}_j 表示代理人 i 对代理人 j (对代理人 i 的)行为的善恶程度的推断信念。如果 $\hat{f}_j > 0$,说明代理人 i 认为代理人 j 对代理人 i 的行为动机是善意的;如果 $\hat{f}_j < 0$,说明代理人 i 认为代理人 j 对代理人 i 的行为动机是恶意的;如果 $\hat{f}_j = 0$,说明代理人 i 认为代理人 j 对代理人 i 的行为动机是中性的。并且, \hat{f}_j 绝对值越大,

说明代理人 i 认为代理人 j 对代理人 i 的行为动机善恶程度越强。根据 Rabin^[12],其定义为 $\hat{f}_j = \frac{m_i^s - m_i^e}{m_i^h - m_i^l}$ 。在上文条件下,有 $m_i^s = k_i x_i + k_j x_j$ 、 $m_i^h = 2(k_i^2 + k_j^2)$ 、 $m_i^l = 0$ 和 $m_i^e = k_i^2 + k_j^2$,则

$$\hat{f}_j = \frac{m_i^s - m_i^e}{m_i^h - m_i^l} = \frac{k_i x_i + k_j x_j}{2(k_i^2 + k_j^2)} - \frac{1}{2} \quad (10)$$

把式(2)、(3)、(9)和(10)代入式(8),得代理人 i 的效用为

$$u_i(x_i | x_j) = k_i x_i + k_j x_j - \frac{1}{2} x_i^2 + \gamma_i \left[\frac{k_i x_i + k_j x_j}{2(k_i^2 + k_j^2)} - \frac{1}{2} \right] \left[\frac{k_i x_i + k_j x_j}{2(k_i^2 + k_j^2)} + \frac{1}{2} \right] \quad (11)$$

四、静态博弈

(一)均衡努力

在静态博弈中,代理人 i 和 j 同时选择自己的努力水平,共同决定团队产出。代理人 i 的决策目标是通过选择最优的努力水平 x_i 获取最大的效用 $u_i(x_i | x_j)$,在式(11)中,求关于 x_i 的一阶条件得

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = k_i - x_i + \gamma_i \frac{k_i(k_i x_i + k_j x_j)}{2(k_i^2 + k_j^2)^2} = 0 \quad (12)$$

由此,得到代理人 i 的反应函数,即

$$x_i^*(x_j) = \frac{2k_i(k_i^2 + k_j^2)^2 + k_i k_j \gamma_i x_j}{2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_i^2 \gamma_i} \quad (13)$$

可见,对互惠的代理人,其努力选择是战略互补的。而当 $\gamma_i = 0$,即代理人 i 是纯粹自利偏好时,上式退化为式(6),代理人 i 的努力选择是战略独立的。同理,可得代理人 j 的反应函数为

$$x_j^*(x_i) = \frac{2k_j(k_i^2 + k_j^2)^2 + k_j k_i \gamma_j x_i}{2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_j^2 \gamma_j} \quad (14)$$

在式(13)和(14)中,由于 $x_i > 0$,应该有 $2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_i^2 \gamma_i > 0$ 和 $2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_j^2 \gamma_j > 0$ 。

根据式(13)和(14),计算得到代理人 i 和 j 在静态博弈下的均衡努力 x_i^{SM} 和 x_j^{SM} 分别为

$$x_i^{SM} = \frac{k_i[2(k_i^2 + k_j^2)^2 + k_j^2(\gamma_i - \gamma_j)]}{2(k_i^2 + k_j^2)^2 - (k_i^2\gamma_i + k_j^2\gamma_j)} \quad (15)$$

和下式

$$x_j^{SM} = \frac{k_j[2(k_i^2 + k_j^2)^2 + k_i^2(\gamma_j - \gamma_i)]}{2(k_i^2 + k_j^2)^2 - (k_i^2\gamma_i + k_j^2\gamma_j)} \quad (16)$$

在式(15)和(16)中,由于 $x_i > 0$, 并且 $2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_i^2\gamma_i > 0$ 和 $2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_j^2\gamma_j > 0$, 应该有 $2(k_i^2 + k_j^2)^2 - (k_i^2\gamma_i + k_j^2\gamma_j) > 0$ 。

在式(15)中,对代理人 i 的均衡努力关于代理人 i 的互惠偏好强度 γ_i 和代理人 j 的互惠偏好强度 γ_j 求偏导数,得

$$\frac{\partial x_i^{SM}}{\partial \gamma_i} = \frac{k_i(k_i^2 + k_j^2)[2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_j^2\gamma_j]}{[2(k_i^2 + k_j^2)^2 - (k_i^2\gamma_i + k_j^2\gamma_j)]^2} > 0 \quad (17)$$

$$\frac{\partial x_i^{SM}}{\partial \gamma_j} = \frac{k_i k_j^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 \gamma_i}{[2(k_i^2 + k_j^2)^2 - (k_i^2\gamma_i + k_j^2\gamma_j)]^2} > 0 \quad (18)$$

同理,在式(16)中,可以求得 $\frac{\partial x_j^{SM}}{\partial \gamma_j} > 0$ 和 $\frac{\partial x_j^{SM}}{\partial \gamma_i} > 0$ 。

由此可见:第一,代理人的努力水平是自身互惠偏好强度的增函数。互惠代理人的努力水平一定高于纯粹自利代理人,而且互惠偏好强度越大,努力水平越高,互惠偏好实现了团队生产的帕累托改进。第二,代理人的努力水平也是他人互惠偏好强度的增函数。他人的互惠偏好会促使自己选择更高努力水平,自己的互惠偏好也会促使他人选择更高的努力水平。面对他人的高水平努力,互惠的自己会回报以高水平努力。互惠偏好会促使代理人按照对方的努力水平调整自己的努力水平,以期与对方的努力水平相匹配,调整幅度取决于自身互惠偏好强度。同时,面对互惠的他人,选择更高努力,可以获得他人的高水平努力回报。这是一个循环的过程。综合以上两方面,互惠偏好确实促进了团队合作。

(二) 均衡产出

根据式(1)、(15)和(16),此时的团队产出 y^{SM} 为

$$y^{SM} = 2(k_i x_i^{SM} + k_j x_j^{SM}) = \frac{2(k_i^2 + k_j^2)}{1 - \frac{k_i^2\gamma_i + k_j^2\gamma_j}{2(k_i^2 + k_j^2)^2}} \quad (19)$$

而根据式(7),如果代理人是纯粹自利的,那么团队产出为 $y^{self} = 2(k_i^2 + k_j^2)$ 。由 $2(k_i^2 + k_j^2)^2 - (k_i^2\gamma_i + k_j^2\gamma_j) > 0$ 得 $0 < \frac{k_i^2\gamma_i + k_j^2\gamma_j}{2(k_i^2 + k_j^2)^2} < 1$, 则 $0 < 1 - \frac{(k_i^2\gamma_i + k_j^2\gamma_j)}{2(k_i^2 + k_j^2)^2} < 1$ 。那么,必有 $y^{SM} > y^{self}$ 。即,互惠偏好提高了团队产出。

进一步,在式(19)中关于代理人互惠偏好强度求偏导数,得

$$\frac{\partial y^{SM}}{\partial \gamma_i} = \frac{4k_i^2(k_i^2 + k_j^2)^3}{[2(k_i^2 + k_j^2)^2 - (k_i^2\gamma_i + k_j^2\gamma_j)]^2} > 0 \quad (20)$$

$$\frac{\partial y^{SM}}{\partial \gamma_j} = \frac{4k_j^2(k_i^2 + k_j^2)^3}{[2(k_i^2 + k_j^2)^2 - (k_i^2\gamma_i + k_j^2\gamma_j)]^2} > 0 \quad (21)$$

可见,团队产出是代理人互惠偏好强度的增函数。包含互惠者的团队,其均衡产出要高于只有纯粹自利代理人的团队。只要团队中存在互惠者,即使并不是所有成员都是互惠的,团队生产效率就会实现帕累托改进。并且,互惠偏好强度越强,帕累托改进程度越大。

综合以上均衡努力和团队产出两方面,互惠偏好相对自利偏好帕累托改进了团队生产。因此,委托人应该识别代理人的偏好类型,选择具有互惠偏好的员工组建工作团队,因为互惠者会付出更高水平的努力而且会促使他人也选择更高的努力水平。

五、序贯博弈

(一) 均衡努力

在序贯博弈下,代理人先后选择各自的努力水平,且后行动者知道先行动者选择的努力水平。在以上条件下,不妨设代理人 i 为第一个行动者,代理人 j 为第二个行动者。

在序贯博弈时序中,根据逆向归纳法,后行动者代理人 j 看到了先行动者代理人 i 选择的努力水平 x_i 之后,会选择式(14)所规定的努力水平;先行动者代理人 i 也会预料到,如果自己选择努力水平 x_i ,后行动者代理人 j 会依据式(14)选择努力水平 $x_j(x_i)$ 。并且,先行动者代理人 i 据此最大化其效用 $u_i(x_i)$ 。那么,把式(14)代入式(11),得

$$u_i(x_i) = k_i x_i - \frac{1}{2} x_i^2 - \frac{1}{4} \gamma_i + k_j \frac{2k_j(k_i^2 + k_j^2)^2 + k_i k_j \gamma_j x_i}{2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_j^2 \gamma_j} + \gamma_i \frac{[k_i x_i + k_j \frac{2k_j(k_i^2 + k_j^2)^2 + k_i k_j \gamma_j x_i}{2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_j^2 \gamma_j}]^2}{4(k_i^2 + k_j^2)^2} \quad (22)$$

求一阶条件,得先行动者代理人 i 在序贯博弈下的努力水平 x_i^{SEQ} 为

$$x_i^{SEQ} = \frac{2k_i(k_i^2 + k_j^2)^2 [2(k_i^2 + k_j^2)^2 + k_j^2(\gamma_i - \gamma_j)]}{[2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_j^2 \gamma_j]^2 - 2\gamma_i k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2} \quad (23)$$

代入式(14),得后行动者代理人 j 在序贯博弈下的努力水平 x_j^{SEQ} 为

$$x_j^{SEQ} = \frac{2k_j(k_i^2 + k_j^2)^2 [2(k_i^2 + k_j^2)^2 + k_i^2(\gamma_j - \gamma_i) - k_j^2 \gamma_j]}{[2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_j^2 \gamma_j]^2 - 2\gamma_i k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2} \quad (24)$$

在式(23)和(24)中,分别求代理人努力水平关于互惠偏好强度的偏导数,得

$$\frac{\partial x_i^{SEQ}}{\partial \gamma_i} = \frac{2k_i(k_i^2 + k_j^2)^2 [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2] [2(k_i^2 + k_j^2)^3 - \gamma_j k_j^4]}{\{ [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2] - 2\gamma_i k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 \}^2} \quad (25)$$

$$\frac{\partial x_i^{SEQ}}{\partial \gamma_j} = \frac{2k_i k_j^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 \{ [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2] [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2 + 2\gamma_i k_j^2] + 2\gamma_i k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 \}}{\{ [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2] - 2\gamma_i k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 \}^2} \quad (26)$$

$$\frac{\partial x_j^{SEQ}}{\partial \gamma_i} = \frac{2\gamma_j k_j k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 [2(k_i^2 + k_j^2)^3 - \gamma_j k_j^4]}{\{ [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2] - 2\gamma_i k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 \}^2} \quad (27)$$

和

$$\frac{\partial x_j^{SEQ}}{\partial \gamma_j} = \{ [2(k_i^2 + k_j^2)^3 - \gamma_j k_j^4] [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_i k_i^2 - \gamma_j k_j^2] + \gamma_i k_i^2 [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2] + \gamma_i \gamma_j k_i^2 k_j^2 \} \times \frac{2k_j(k_i^2 + k_j^2)^2}{\{ [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2] - 2\gamma_i k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 \}^2} \quad (28)$$

由于 $2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_j^2 \gamma_i > 0$ 和 $2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_j^2 \gamma_j > 0$,且由此可得 $2(k_i^2 + k_j^2)^2 - (k_i^2 \gamma_i + k_j^2 \gamma_j) > 0$ 和 $2(k_i^2 + k_j^2)^3 - \gamma_j k_j^4 = 2k_i^2(k_i^2 + k_j^2)^2 + k_j^2[2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2] > 0$,于是在式(25)到(28)中分析可知必有 $\frac{\partial x_i^{SEQ}}{\partial \gamma_i} > 0$ 、 $\frac{\partial x_i^{SEQ}}{\partial \gamma_j} > 0$ 、 $\frac{\partial x_j^{SEQ}}{\partial \gamma_j} > 0$ 和 $\frac{\partial x_j^{SEQ}}{\partial \gamma_i} > 0$ 。由此可见,在序贯博弈中,互惠偏好也会提高代理人的努力水平。而且,

不但会提高互惠者自身的努力水平,也会提高其他代理人的努力水平。

(二)均衡产出

根据代理人选择的均衡努力式(23)和(24)以及团队产出函数式(1),可得在序贯博弈下均衡团队产出 y^{SEQ} 为

$$y^{SEQ} = 2(k_i x_i^{SEQ} + k_j x_j^{SEQ}) = \frac{4(k_i^2 + k_j^2)^2 [2(k_i^2 + k_j^2)^3 - k_j^4 \gamma_j]}{[2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_j^2 \gamma_j]^2 - 2\gamma_i k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2} \quad (29)$$

求团队产出 y^{SEQ} 关于代理人互惠偏好强度的偏导数,得

$$\frac{\partial y^{SEQ}}{\partial \gamma_i} = \frac{8k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^4 [2(k_i^2 + k_j^2)^3 - \gamma_j k_j^4]}{\{ [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2] - 2\gamma_i k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 \}^2} \quad (30)$$

$$\frac{\partial y^{SEQ}}{\partial \gamma_j} = \{ [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2] [2(k_i^2 + k_j^2)^3 - \gamma_j k_j^4] + 2k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 [2(k_i^2 + k_j^2)^2 + k_j^2(\gamma_i - \gamma_j)] \} \times \frac{4k_j^2 (k_i^2 + k_j^2)^2}{\{ [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2] - 2\gamma_i k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 \}^2} \quad (31)$$

注意到 $2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_j^2 \gamma_j > 0$ 和 $2(k_i^2 + k_j^2)^3 - \gamma_j k_j^4 > 0$,在式(30)和(31)中分析可得 $\frac{\partial y^{SEQ}}{\partial \gamma_i} > 0$ 和 $\frac{\partial y^{SEQ}}{\partial \gamma_j} > 0$ 。可见,在序贯博弈中,互惠偏好一样帕累托改进了团队生产。并且,团队产出也是代理人互惠偏好强度的增函数,互惠偏好强度越大,团队产出就越高。

六、讨论:静态博弈与序贯博弈的比较

(一)均衡努力的比较

一方面,对在序贯博弈中的先行者代理人*i*,根据式(15)和(23),得

$$x_i^{SEQ} - x_i^{SIM} = \frac{\gamma_j k_i k_j^2 [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2] [2(k_i^2 + k_j^2)^2 + k_j^2(\gamma_i - \gamma_j)]}{[2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2]^2 - 2\gamma_i k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_i k_i^2 - \gamma_j k_j^2]} \quad (32)$$

其中,由 $2(k_i^2 + k_j^2)^2 - (k_i^2 \gamma_i + k_j^2 \gamma_j) > 0$ 可得 $2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2 > 0$ 和 $2(k_i^2 + k_j^2)^2 + k_j^2(\gamma_i - \gamma_j) > 0$,又由式(23)和 $x_i > 0$ 可得 $[2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_j^2 \gamma_j]^2 - 2\gamma_i k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 > 0$ 。因此, $x_i^{SEQ} - x_i^{SIM} > 0$ 。即,

$$x_i^{SEQ} > x_i^{SIM} \quad (33)$$

可见,代理*i*人在序贯博弈中选择的努力水平要高于在静态博弈中选择的努力水平。

另一方面,对在序贯博弈中的后行者代理人*j*,根据式(16)和(24),得

$$x_j^{SEQ} - x_j^{SIM} = \frac{\gamma_i^2 k_i k_j^3 [2(k_i^2 + k_j^2)^2 + k_j^2(\gamma_i - \gamma_j)]}{[2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2]^2 - 2\gamma_i k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_i k_i^2 - \gamma_j k_j^2]} \quad (34)$$

其中,由以上分析所得到的 $2(k_i^2 + k_j^2)^2 + k_j^2(\gamma_i - \gamma_j) > 0$ 、 $[2(k_i^2 + k_j^2)^2 - k_j^2 \gamma_j]^2 - 2\gamma_i k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 > 0$ 和 $2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_i k_i^2 - \gamma_j k_j^2 > 0$ 可知, $x_j^{SEQ} - x_j^{SIM} > 0$ 。那么,

$$x_j^{SEQ} > x_j^{SIM} \quad (35)$$

因此,代理*j*人在序贯博弈中选择的努力水平也高于在静态博弈中选择的努力水平。

综合以上两方面,在序贯博弈中,无论是博弈先行者还是博弈后行者,都会选择比静态博弈中更高的努力水平。如果能够让代理人按序先后选择努力,会促使代理人选择更高的努力水平。而且,代理人之间谁先谁后的先后顺序并不重要,因为先行者和后行者都会选择更高水平的努力。

(二)团队产出的比较

根据式(19)和(29),可得

$$y^{SEQ} - y^{SIM} = \frac{4\gamma_j k_i k_j^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 [2(k_i^2 + k_j^2)^2 + k_j^2(\gamma_i - \gamma_j)]}{[2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_i k_i^2 - \gamma_j k_j^2] \{ [2(k_i^2 + k_j^2)^2 - \gamma_j k_j^2]^2 - 2\gamma_i k_i^2 (k_i^2 + k_j^2)^2 \}} \quad (36)$$

与式(34)类似,分析可知 $y^{SEQ} - y^{SIM} > 0$ 。于是,

$$y^{SEQ} > y^{SIM} \quad (37)$$

可见,序贯博弈时的团队产出高于静态博弈时的团队产出。

(三)综合比较

综合均衡努力和团队产出两个方面,在团队生产中,如果能够让代理人按照一定顺序进行博弈,代理人会选择更高水平的努力,会产生更高的团队产出。但是,从式(32)、(34)和(36)可以看出,在序贯博弈中的后行动者代理人*j*是纯粹自利的而满足 $\gamma_j = 0$ 时,代理人都不会选择更高水平努力,也不会得到更高团队产出。可见,序贯博弈帕累托改进团队生产的重要前提条件是后行动者必须具有互惠偏好。互惠的后行动者,看到先行者的高水平努力,会回报以高水平努力。而且,先行者(无论是互惠的还是纯粹自利的)也知道,如果自己选择高水平努力那么互惠的后行者一定会选择高水平努力作为回报,因而先行者会主动选择高水平努力,因为后行动者的高水平努力会提高团队产出从而提高先行者的效用。于是,由于后行动者是互惠的,代理人都会选择高水平努力,从而也得到更高的团队产出。因此,只要后行动者是互惠的,序贯博弈就能够帕累托改进团队生产,其他代理人之间谁先谁后的先后顺序并不重要。

这也是团队生产中存在委托人的意义。很多时候,委托人并不参与生产(这是由委托人的身份和专业化分工等决定的),也不能监督代理人(这是由监督成本太高和专业化分工等决定的),但是能够确定代理人行动的时序。以上分析表明,委托人只要保证后行动者是互惠的即使随机指定代理人行动的先后顺序(因为以上研究说明只要确保后行动者是互惠的谁先谁后的顺序并不重要),也能够激励代理人选择更高水平的努力,从而帕累托改进团队生产。通常认为,团队生产中,委托人的意义在于激励或监督代理人^[1-3]。事实上,激励是通过相应的制度安排来发挥作用的,并不与委托人是否存在直接相关,也不一定由委托人设计实施,文献中提供的促进团队合作的激励机制说明了这一点^[2-4]。委托人往往也不能监督代理人,因为委托人不能一直看着代理人工作,而且即使一直看着代理人也会由于专业分工不同而不能判断代理人是否努力工作。上文研究说明,委托人存在的意义在于安排代理人的行动顺序,确保代理人不同时行动,而且保证最

后行动者是互惠的。这样能够极大提高团队效率。而且,相比激励或监督来说,这也容易操作和实现。

七、讨论:互惠偏好与公平偏好的比较

Huck 和 Biel^[15] 基于 FS 模型在一个类似的框架下研究了强调收益分配公平的公平偏好对团队生产中代理人努力水平和团队产出的影响。而以上分析基于 Rabin 模型研究的是强调行为动机公平的互惠偏好的影响。接下来,将比较公平偏好和互惠偏好影响的差异。

(一) 静态博弈下的比较

Huck 和 Biel^[15] 发现,公平偏好会形成一致效应。在代理人努力水平方面,能力较高的代理人会降低努力水平,而能力较低的代理人会提高努力水平。并且,代理人降低或提高努力的幅度,是自身公平偏好强度的减函数,却是他人公平偏好强度的增函数。在团队产出方面,公平偏好可能会提高也可能会降低团队产出。团队产出是低能力代理人公平偏好强度的增函数,却是高能力代理人公平偏好强度的减函数。只有在代理人能力大小比值大于其公平偏好强度的反比值时,公平偏好才会提高团队产出。特别的,如果代理人的公平偏好强度相同,无论其能力相对高低如何,团队产出总会降低。

而以上研究表明,互惠偏好的影响更明显也更具有单调性。在代理人努力水平方面,无论高能力代理人还是低能力代理人,互惠偏好都会提高努力水平。此外,互惠偏好不但会提高自身的努力水平,而且会提高其他代理人的努力水平,即使其他代理人是纯粹自利的。并且,努力水平提高的幅度既是自身互惠偏好强度的增函数,而且是其他代理人互惠偏好强度的增函数。在团队产出方面,无能各代理人能力大小与互惠偏好强度之间是什么关系,只要团队中存在具有互惠偏好的代理人(并不要求所有成员都是互惠的),团队产出都会提高。

(二) 序贯博弈下的比较

Huck 和 Biel^[15] 发现,公平偏好会形成承诺效应。对具有公平偏好的代理人,序贯博弈在严格限制条件下能够帕累托改进团队生产。但是,代理人行动的先后顺序有重要影响。只有让低能力的代理人先行动而高能力的代理人后行动并且代理人能力差异不大(即高能力代理人的能力水平没有高出低能力代理人的一倍)时,序贯博弈才能帕累托改进团队生产。

而以上研究表明,互惠偏好能够在更宽松的条件下更大幅度地改进团队效率。与静态博弈相比,序贯博弈下各代理人都会提高的努力水平,从而也会得到更高的团队产出。序贯博弈相对于静态博弈帕累托改进团队生产的前提条件只有一个,即后行动者是互惠的。只要后行动者是互惠的,其他代理人谁先谁后的博弈时序并不重要,特别的,与代理人能力高低无关。这很有意思,Huck 和 Biel^[15] 研究的是公平偏好因素,但是发现保证序贯博弈帕累托改进团队生产的条件是代理人依据能力高低顺序行动。以上研究分析的是互惠偏好因素,得到保证序贯博弈帕累托改进团队生产的条件是后行动者必须是互惠的而与代理人能力高低无关。相比之下,互惠偏好的影响更具一致性。

八、结论

上文研究了互惠偏好不同博弈时序下影响团队效率的内在机理,并分别与自利偏好和公平偏好两种情形做了对比分析,得到以下结论。

第一,互惠偏好能够帕累托改进团队生产效率。互惠偏好能够提高代理人自身的努力,也会提高其他人的努力,即使其他人不是互惠的而是自利的。因此,只要团队中存在互惠者,即使并不是所有成员都是互惠的,团队产出就会提高。

第二,与静态博弈相比,互惠偏好在序贯博弈下的帕累托改进团队效率程度更大。只要后行动者是互惠的,序贯博弈就能够更大程度帕累托改进团队效率,即使其他代理人任意顺序行动也如此。

第三,互惠偏好帕累托改进团队效率的条件比较宽松。在静态博弈下只要求团队中至少存在一位具有互惠偏好的代理人,在序贯博弈下只要求后行动者是互惠的,互惠偏好就能够帕累托改进团队效率。虽然公平偏好也能够一定程度帕累托改进团队效率,但是有相对严格的限制条件。其中,静态博弈要求代理人能力大小比值大于其公平偏好强度的反比值,动态博弈要求让低能力的代理人先行动并且代理人能力差异不大。

因此,除了通常的激励和监督之外,团队生产中的委托人还有三点重要作用:一是识别和选拔具有互惠

偏好的员工组建工作团队,因为互惠者会提高自身和他人努力水平从而也得到更高的团队产出;二是安排员工的行动顺序,确保员工不同时行动,并且使后行动者是互惠的,因为这样的序贯博弈能够进一步帕累托改进团队生产效率;三是改进工作环境增加员工之间的透明度,这会使员工能够看清同事的努力之后再行动从而自发地形成动态博弈,也会使员工之间更清晰的传递关于彼此偏好类型和努力水平的信息。这也是提高团队激励效率的三条途径。

参考文献:

- [1] ALCHIAN A, DEMSETZ H. Production, information costs and economic organization [J]. American Economic Review, 1972, 62 (5): 777 - 795.
- [2] HOLMSTROM B. Moral hazard in teams [J]. Bell Journal of Economics, 1982, 13(2): 324 - 340.
- [3] MCAFEE P, MCMILLAN J. Optimal contracts for teams [J]. International Economic Review, 1991, 32(3): 561 - 577.
- [4] CHE Y K, YOO S W. Optimal incentives for teams [J]. American Economic Review, 2001, 91(3): 525 - 541.
- [5] FEHR E, SCHMIDT K. A theory of fairness, competition, and cooperation [J]. Quarterly Journal of Economics, 1999, 114 (4): 817 - 868.
- [6] 魏光兴, 覃燕红. 基于公平偏好的同事压力及团队合作机制 [J]. 山西财经大学学报, 2008(6): 64 - 70.
- [7] REY BIEL P. Inequity aversion and team incentives [J]. Scandinavian Journal of Economics, 2008, 110(2): 297 - 320.
- [8] LI J P. Team production with inequity - averse agents [J]. Portuguese Economic Journal, 2009, 8(2): 119 - 136.
- [9] 李训. 公平偏好下的团队效率研究 [J]. 管理工程学报, 2009(2): 145 - 147.
- [10] BARLING B, Siemens F A Equal sharing rules in partnerships [J]. Journal of Institutional and Theoretical Economics, 2010, 166 (2): 299 - 320.
- [11] BARLING B. Relative performance or team evaluation? Optimal contracts for other-regarding agents [J]. Journal of Economic Behavior and Organization, 2011, 79(2): 183 - 193.
- [12] RABIN M. Incorporating fairness into game theory and economics [J]. American Economic Review, 1993, 83(5): 1281 - 1302.
- [13] 吴国东, 汪翔, 蒲勇健. 基于 Rabin 动机公平的团队生产研究 [J]. 统计与决策, 2010, 18: 53 - 55.
- [14] 钱峻峰, 蒲勇健. 基于互惠视角的团队合作激励机制博弈分析 [J]. 科技进步与对策, 2011, 16: 138 - 141.
- [15] HUCK S, BIEL R P. Endogenous leadership in teams [J]. Journal of Institutional and Theoretical Economics, 2006, 162 (2): 253 - 261.
- [16] WEI G X, LI K M. A review of theoretical model on fairness preference [J]. Lecture Notes in Management Science, 2013, 19: 38 - 43.

Efficiency comparison of team incentives based on different game timing under reciprocity

WEI Guangxing¹, PENG Jingling¹, PU Yongjian²

(1. School of Management, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, P. R. China;

2. School of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

Abstract: By incorporating the reciprocity into the utility function, this paper develops a game model of team production, which describes the ability and the reciprocity simultaneously, to probe the intrinsic mechanism by which the reciprocity influences the team efficiency under different game timing. It is found that the reciprocity may promote the Pareto improvement of the team efficiency, which is irrelative with the ability. As long as the final mover is a reciprocal instead of a standard self-interest one, the extent of Pareto improvement under sequential game is bigger than that under simultaneous game even if agents except the final reciprocal one move randomly. Therefore, the principal should select reciprocal agents to establish team and to ensure that the agents move sequentially. It offers a new theoretical explanation for the existence of the principal, and a new approach for team incentives.

Key words: reciprocity; team production; game timing; incentive mechanism