

考虑公平参照点差异的建设项目绿色合作努力行为决策

陈哲^{1,2}, 陈国宏^{1†}

(1. 福州大学 经济与管理学院, 福州 350116; 2. 福建工程学院 管理学院, 福州 350118)

摘要: 建设活动对环境的影响显著, 绿色合作是促进建设项目绿色绩效提升的重要途径. 对此, 建立绿色合作中主导方与成员方间的 Stackelberg 博弈模型, 分析绝对公平与相对公平两类公平参照点下公平偏好对绿色合作努力行为决策的影响. 研究发现, 公平偏好将影响建设项目绿色合作参与方的两类努力行为决策, 且影响方向与公平参照点类型及收益分配水平有关. 在不同公平参照点下, 努力行为决策将受到收益分配临界点的影响, 在设计收益分配方案时, 应关注所选取的公平参照点及相关收益分配临界点, 以实现绿色合作参与方努力行为的有效诱导.

关键词: 参照点差异; 公平偏好; 绿色努力; 行为决策

中图分类号: F224

文献标志码: A

Green cooperative efforts behavioral decision in construction project considering fairness reference points difference

CHEN Zhe^{1,2}, CHEN Guo-hong^{1†}

(1. School of Economics and Management, Fuzhou University, Fuzhou 350116, China; 2. School of Management, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China)

Abstract: Construction activities have a significant impact on the environment, green cooperation is an important way to promote the green performance of construction projects. Based on a Stackelberg model between the leader and members, green effort decision is analyzed in two fairness reference situations, one is the absolute fairness situation, taking the leader's profit as reference point, the other is the relative fairness situation, taking the Nash bargaining solution as reference point. Research findings are as follows: fairness preference will affect green effort decisions of construction project participants, but the effect is related to the fairness reference point and profit distribution. Green effort decisions in different fairness reference situations are related with the critical point of income distribution, therefore, the fairness reference point and critical point of income distribution should be taken into account when designing income distribution plan, for the purpose of effective induction of green efforts.

Keywords: reference points difference; fairness preference; green effort; behavioral decision

0 引言

当前我国面临着严峻的环境问题, 传统建设活动对环境产生诸多负面影响, 已受到政府和社会各界的广泛关注, 是环境治理的重点领域之一. 目前, 建设全寿命期开展的绿色活动十分有限, 大多仍然停留在常规性的现场环境管控措施层面^[1], 而且多为各个建设活动参与方独立开展的零散活动, 这不利于有效改进建设项目整体的绿色绩效. 建设项目是典型的具有不同专业优势的多主体合作情境, 建设项目绿色活动是一个覆盖诸多专业领域的复杂活动, 其推进必然需

要诸多参与方的协同努力^[2-3], 绿色合作是提升建设项目绿色绩效的必要途径. 但是建设项目一次性、临时性的特征, 使得项目参与者间难以形成长期的、多次的、稳定的社会关系, 造成项目参与者主动合作的意愿不强^[4-5]; 绿色活动又受到建设项目成本、工期等主要目标的挤压与约束^[6], 更易限制项目参与方的绿色合作意愿及绿色努力行为. 因此, 如何促进项目参与方的绿色合作意愿, 并对相关努力行为加以有效诱导显得尤为重要.

合作方之间的收益协调与合理分配是促进合作

收稿日期: 2017-02-23; 修回日期: 2017-06-14.

基金项目: 国家自然科学基金项目(71403052); 国家社会科学基金后期项目(15FGL005); 福建省社会科学规划项目(FJ2016C020); 福州大学经济与管理学院管理科学与工程研究院高水平建设经费资助项目.

责任编委: 李国齐.

作者简介: 陈哲(1983—), 女, 讲师, 博士, 从事技术进步与经济增长、项目管理等研究; 陈国宏(1953—), 男, 教授, 博士生导师, 从事科技创新及管理研究.

†通讯作者. E-mail: cgh@fzu.edu.cn

的关键. 在现实中,行为人是有限理性的,其合作决策与其行为偏好有关(如公平、互惠、利他等)^[7],将行为偏好纳入合作行为研究中,有利于弥补现有研究理论基础现实性不足的问题^[8]. 其中,公平偏好对各类合作行为的影响已得到验证^[9-12],其存在于建设项目合作情境中,如改进工程总承包合作利益分配效率^[13]、提升项目供应链参与方努力水平^[14]、优化工程监理绩效^[15]等. 当绿色合作活动中项目参与方感受到不公平,尤其是于己不利的不公平时,往往会使其产生消极态度而降低绿色合作努力水平. 因此,在考虑绿色合作努力行为诱导与激励时,有必要将公平偏好纳入行为决策过程的讨论,使之更贴近现实情况.

现有研究大多集中于公平偏好存在与否对个体行为决策的影响,但是个体间的公平偏好存在差异,分析公平偏好差异情形下的影响效应将有助于更为深刻了解公平偏好对个体行为决策的影响,其中一类研究聚焦于公平感知的参照点差异上. 参照点是前景理论的核心概念. Kahneman等^[16]认为,个体决策的依据是某个“既存的心理中立基点”,即“参照点”,评价决策方案时将其作为比较基准:当个体收益低于参照点时,分配公平感将降低;当高于参照点时,分配公平感将得以提升. 即参照点是公平感知的一个界点^[17],决策结果是“实际损益量与心理参照点的偏离方向与程度”^[18]. 参照点并非一成不变,行为人会考虑禀赋、愿景、社会比较等多种因素选择不同的参照点^[19],进而影响其对自身公平状态的评价,决策结果也随着参照点差异发生变化.

参照点效应显著存在于诸多行为决策领域^[20],能有效解释许多非理性决策行为和决策偏差问题. 部分研究者将参照点理论与公平偏好相结合,深入讨论参照点对于公平偏好行为决策影响效应的作用. 多个参照点的研究中多见纵向公平偏好与横向公平偏好的比较^[21],然而公平参照点差异并不限于此,其选择将受到行为人自身特点与所处环境的影响. 如浦徐进等^[22]比较了以下游零售商与上游制造商收益为不同参照点时分销商公平偏好对供应链运作效率的影响;他们^[23]还比较了现状参照点与非现状参照点下的公平偏好对“农户-龙头企业”供应链的影响. 通过考察不同参照点的影响效应,将有助于更深刻地认识参照点差异下的公平偏好对个体行为决策的作用效应与机制变化.

现有研究中选取的公平参照点大多反映的是绝对公平,即以他人直接收益作为公平比较的基准. 然而,上述做法忽视了合作各方实力与贡献的客观影

响^[24],对基于合作方实际情况的相对公平加以考虑将更加符合现实. 因此,本文选择以下两类公平参照点:1) 反映绝对公平的参照点,即项目绿色合作中合作者的直接收益;2) 考虑相对公平的参照点,纳什讨价还价解符合此类参照点的要求,其能够反映合作博弈双方的地位对比^[25-26],将合作者的实力与贡献纳入利益均衡分配中,在较多的公平行为决策研究中得到了采用^[23-24]. 本文将讨论上述两类公平参照点下建设项目绿色合作中参与方付出的自身努力与合作努力的决策,以更为细致、完整地考察绿色合作努力行为决策受差异公平参照点的影响机制,并从中发现可能的绿色努力行为诱导途径.

1 模型假设

假设1 建设项目中往往形成以设计/施工为主导,供应、咨询等多主体参与的合作关系. 为简化讨论,将上述合作主体归为主导方 L 与成员方 M 两个主体,假定双方均为风险中性. 主导方为项目绿色行动方案的发起者,根据业主需要提出绿色合作投入及收益分配方案,成员方据其决定自身的绿色努力策略,二者间属于 Stackelberg 博弈过程,并假设主导方具有公平中性,而成员方具有公平偏好.

假设2 在建设项目绿色合作过程中,项目参与方将付出两类努力行为,包括自身的绿色努力 e_L 和 e_M (以下简称自身努力)以及为对方提供的绿色合作努力 h_M 和 h_L (以下简称合作努力),项目产出受到两类努力的共同影响. Kretschmer等^[27]提出的不同技术优势个体的合作产出函数不仅考虑了两类努力各自的产出贡献,同时还考虑了合作行为的协同产出效应,与实际情况更为贴近,因此,本文将予以借鉴,将成员方与主导方的绿色产出函数表示为

$$Y_M = \lambda e_M + \mu h_L + \gamma e_M h_L + \zeta_M, \quad (1)$$

$$Y_L = \lambda e_L + \mu h_M + \gamma e_L h_M + \zeta_L. \quad (2)$$

其中: Y_L 与 Y_M 分别表示主导方与成员方的绿色产出函数, λ 与 μ 分别表示自身努力与合作努力对绿色产出的影响系数, $0 \leq \lambda \leq 1, 0 \leq \mu \leq 1; \gamma$ 表示主导方与成员方间的合作对总体产出的影响系数,且 $0 \leq \gamma < 1; \zeta_L, \zeta_M$ 为自然环境变量,表示所处环境不确定性对参与方绿色产出的影响,服从均值为零、方差为 σ^2 的正态分布.

项目参与方对建设项目绿色产出的影响并不等同,一般设定主导方的产出贡献率 k_L 要大于成员方贡献率 k_M ,即 $k_L > k_M$;由于 $k_L + k_M = 1$,又设 $k_M = 1 - k_L = k$,由此项目绿色总产出函数为

$$Y = kY_M + (1 - k)Y_L. \quad (3)$$

假设3 项目参与方在绿色合作过程中付出的努力成本记为 C ,包括自身努力成本与合作努力成

本,且满足 $\frac{\partial C}{\partial e} > 0, \frac{\partial C}{\partial h} > 0$,同时 C 满足 $\frac{\partial^2 C}{\partial^2 e} > 0, \frac{\partial^2 C}{\partial^2 h} > 0$,即成本随着努力程度增加而加速增加. 参考文献[28]的做法,本文暂不考虑两类成本间的相互影响,努力成本函数表示如下:

$$C_M = \frac{1}{2}c(e_M^2 + h_M^2), \quad (4)$$

$$C_L = \frac{1}{2}c(e_L^2 + h_L^2). \quad (5)$$

其中: c 为努力成本系数,假设各参与方的努力成本系数相同.

假设4 假设业主为实现绿色行为激励,将相关收益完全交由项目参与方进行分配,即主导方与成员方共同分享整体绿色合作收益. 其中:成员方的收益分配份额为 b ,主导方收益分配份额为 $1 - b$ 且满足 $0 < b < 1$. 因此,成员方和主导方获得的收益 S_M 与 S_L 可分别表示为 bY 与 $(1 - b)Y$.

进一步,得到成员方与主导方的利润函数为

$$\pi_M = S_M - C_M = bY - \frac{1}{2}c(e_M^2 + h_M^2), \quad (6)$$

$$\pi_L = S_L - C_L = (1 - b)Y - \frac{1}{2}c(e_L^2 + h_L^2). \quad (7)$$

假设5 基于 Fehr 和 Schmidt 的 FS 模型^[29],并考虑实际生活中人们往往对损失的感知更甚于收益感知^[30],人们更关心对自己不利的情形,于是本文仅讨论成员方因收益小于参照点时存在嫉妒效用的情形. 成员方与主导方的效用函数可表示为

$$U_M = E(\pi_M) + U_f = E(\pi_M) + \theta \Delta S, \quad (8)$$

$$U_L = E(\pi_L). \quad (9)$$

其中: U_f 为因公平偏好而产生的效用; ΔS 为成员方与其参照点的收益差; θ 为成员方的公平偏好系数,表示收益分配差异对其效用产生的影响程度,满足 $\theta > 0$,即当成员方获得正的收益差时,其效用增加,但是当收益差为负时,成员方将因不公平感知而产生“嫉妒”从而降低效用. 值得一提的是,公平偏好系数与个体特征相关,可通过行为实验或实证等研究手段获取.

此外,参考文献[31]的做法,考虑到主导方与成员方间的协同效用并不会无限放大,且为后续讨论方便,假设协同努力产出系数 γ 满足以下约束条件:

$$0 < \gamma < \frac{c}{\sqrt{2b(1-b)(1+\theta)}}. \quad (10)$$

本文将关注两类公平参照点: 1) 与主导方收益直接比较,考察绝对公平; 2) 以绿色合作纳什讨价还价解为参照点,考察相对公平,分别以上标符号 F 与 N 进行标示,讨论并比较上述两类参照点对主导方及成员方绿色合作中两类努力行为决策的影响.

2 模型构建

2.1 情形1: 绝对公平参照下绿色合作努力行为决策 (以主导方收益为参照点)

主导方的收益情况将是成员方进行绝对公平评价的参照点,二者的效用函数为

$$E(U_M^F) = E(\pi_M^F) + \theta(S_M^F - S_L^F) = (1 + \theta)b[kY_M^F + (1 - k)Y_L^F] - \theta(1 - b)[kY_M^F + (1 - k)Y_L^F] - \frac{1}{2}c[(e_M^F)^2 + (h_M^F)^2], \quad (11)$$

$$E(U_L^F) = E(\pi_L^F) = (1 - b)[kY_M^F + (1 - k)Y_L^F] - \frac{1}{2}c[(e_L^F)^2 + (h_L^F)^2]. \quad (12)$$

首先考虑成员方的最优自身努力与合作努力投入决策. 联立 $\frac{\partial E(U_M^F)}{\partial e_M^F} = 0, \frac{\partial E(U_M^F)}{\partial h_M^F} = 0$, 求得

$$e_M^{F*} = \frac{k(\lambda + \gamma h_L^F)(2\theta b - \theta + b)}{c}, \quad (13)$$

$$h_M^{F*} = \frac{(1 - k)(\mu + \gamma e_L^F)(2\theta b - \theta + b)}{c}. \quad (14)$$

由于 $c > 0$, 易验证 $E(U_M^F)$ 的 Hessian 矩阵为负定, 满足最优条件, 因此判定 e_M^{F*}, h_M^{F*} 是该决策的唯一最优解. 将 e_M^{F*}, h_M^{F*} 代入式(12)中, 得到

$$E(U_L^F) = k(1 - b) \left[\frac{\lambda k(\lambda + \gamma h_L^F)(2\theta b - \theta + b)}{c} + \mu h_L^F + \frac{\gamma k h_L^F(\lambda + \gamma h_L^F)(2\theta b - \theta + b)}{c} \right] + (1 - b)(1 - k) \left[\lambda e_L^F + \frac{\mu(1 - k)(\mu + \gamma e_L^F)(2\theta b - \theta + b)}{c} + \frac{\gamma(1 - k)e_L^F(\mu + \gamma e_L^F)(2\theta b - \theta + b)}{c} \right] - \frac{1}{2}c[(e_L^F)^2 + (h_L^F)^2]. \quad (15)$$

主导方考虑自身效用 $E(U_L^F)$ 实现最大化. 由式(15)对 e_L^F, h_L^F 分别求偏导, 得到主导方最优自身努力 e_L^{F*} 与合作努力 h_L^{F*} , 即

$$e_L^{F*} = \frac{2\mu\gamma(1 - k)^2(1 - b)(2\theta b - \theta + b) + \lambda c(1 - k)(1 - b)}{c^2 - [2\gamma^2(1 - k)^2(1 - b) \times (2\theta b - \theta + b)]}, \quad (16)$$

$$h_L^{F*} = \frac{2\lambda\gamma k^2(1 - b)(2\theta b - \theta + b) + \mu c(1 - k)(1 - b)}{c^2 - [2k^2\lambda^2(1 - b) \times (2\theta b - \theta + b)]}$$

$$\leftarrow \frac{k\mu c(1-b)}{(2\theta b - \theta + b)}. \quad (17)$$

根据假设,因为 $0 < b < 1$,有 $2b - 1 \in (-1, 1)$,且 $\theta > 0$,所以 $b(1+\theta) > \theta(2b-1) + b = 2\theta b - \theta + b$ 成立;由 $c^2 > 2b(1-b)\gamma^2(1+\theta)$ 推得 $c^2 > 2(1-b)\gamma^2(2\theta b - \theta + b)$. 再由 $0 < k < 1$ 得 $k^2 \in (0, 1)$, $(1-k)^2 \in (0, 1)$,易证 $c^2 - 2\gamma^2(1-k)^2(1-b)(2\theta b - \theta + b) > 0$, $c^2 - 2\gamma^2 k^2(1-b)(2\theta b - \theta + b) > 0$. 由此推知 $E(U_L^F)$ 的 Hessian 矩阵为负定,满足最优解条件,因此判定 e_L^{F*} 、 h_L^{F*} 是令 $E(U_L^F)$ 最大的自身努力与合作努力唯一最优解. 重新将 e_L^{F*} 与 h_L^{F*} 代入 e_M^{F*} 、 h_M^{F*} , 得到

$$e_M^{F*} = \frac{k(2\theta b - \theta + b)[\lambda c + \gamma k \mu(1-b)]}{c^2 - [2\gamma^2 k^2(1-b)(2\theta b - \theta + b)]}, \quad (18)$$

$$h_M^{F*} = \frac{(1-k)(2\theta b - \theta + b) \times}{c^2 - [2\gamma^2(1-k)^2(1-b) \times]} \leftarrow \frac{[\mu c + \lambda \gamma(1-k)(1-b)]}{(2\theta b - \theta + b)}. \quad (19)$$

2.2 情形2: 相对公平参照下绿色合作努力行为决策 (以合作纳什讨价还价解为参照点)

2.1 节中直接以合作方收益作为参照点的做法体现了对收益绝对公平的判断,但其对合作者的贡献与实力有所忽视,因此,行为人还可能结合自身与合作方的实际实力与贡献情况考虑二者间的收益分配公平程度. 根据纳什公理化定义,纳什讨价还价解是合作双方最优的收益分配方案,在诸多公平研究相关文献中作为公平参照点得到了应用. 因此首先求解主导方公平中性,成员方存在公平偏好情形下的纳什讨价还价公平参照解 $(\overline{S}_M^N, \overline{S}_L^N)$, 有 $\overline{S}_M^N + \overline{S}_L^N = S_M^N + S_L^N = S$.

成员方与主导方的效用函数分别为

$$\begin{aligned} u_M &= S_M + \theta(S_M - \overline{S}_M), \\ u_L &= S_L. \end{aligned} \quad (20)$$

双方要达成纳什讨价还价均衡解应满足

$$\begin{aligned} \max_{S_M, S_L} \varphi &\equiv u_M u_L; \\ \text{s.t. } S_M + S_L &= S, \\ S_M, S_L &\in [0, S], \\ u_M, u_L &> 0. \end{aligned} \quad (21)$$

将 $\overline{S}_M^N + \overline{S}_L^N = S_M^N + S_L^N = S$ 代入 u_M , 得

$$\begin{aligned} u_M &= S - S_L + \theta[S - S_L - (S - \overline{S}_L)] = \\ &= (1+\theta)(S - S_L) - \theta(S - \overline{S}_L). \end{aligned} \quad (22)$$

进一步,将式(22)与 $u_L = S_L$ 代入目标函数 φ , 求得

$$\varphi = [(1+\theta)(S - S_L) - \theta(S - \overline{S}_L)]S_L. \quad (23)$$

将 φ 对 S_L 求偏导,因为 $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial S_L^2} = -2(1+\theta) < 0$, 所以存在唯一的最优解 S_L^* 使 φ 最大化. 求解 $\frac{\partial \varphi}{\partial S_L} = 0$, 得到 $S_L^* = \frac{S + \theta \overline{S}_L}{2(1+\theta)}$. 根据不动点定理, S_L^* 即为所求的公平参照解 \overline{S}_L . 进一步,求得

$$\overline{S}_L = \frac{S}{2+\theta}, \quad (24)$$

$$\overline{S}_M = S - \overline{S}_L = \frac{(1+\theta)S}{2+\theta}. \quad (25)$$

当仅考虑成员方存在公平偏好时, \overline{S}_M 即为其判断自身收益公平程度的参照点. 将上述纳什讨价还价公平参照解代入成员方与主导方的效用函数,可到

$$\begin{aligned} E(U_M^N) &= E(\pi_M^N) + \theta(S_M^N - \overline{S}_M) = \\ E(\pi_M^N) &+ \theta \left[S_M^N - \frac{1+\theta}{2+\theta}(S_M^N + S_L^N) \right] = \\ &= \frac{(1+\theta)[2b + \theta(b-1)]}{2+\theta} \times \\ &[kY_M^N + (1-k)Y_L^N] - \\ &\frac{1}{2}c[(e_M^N)^2 + (h_M^N)^2], \end{aligned} \quad (26)$$

$$\begin{aligned} E(U_L^N) &= E(\pi_L^N) = \\ &(1-b)[kY_M^N + (1-k)Y_L^N] - \\ &\frac{1}{2}c[(e_L^N)^2 + (h_L^N)^2]. \end{aligned} \quad (27)$$

进一步,展开式(26)和(27),得到

$$\begin{aligned} E(U_M^N) &= \frac{(1+\theta)[2b + \theta(b-1)]}{2+\theta} \times \\ &[k(\lambda e_M^N + \mu h_L^N + \gamma e_M^N h_L^N) + \\ &(1-k)(\lambda e_L^N + \mu h_M^N + \\ &\gamma e_L^N h_M^N)] - \frac{1}{2}c[(e_M^N)^2 + (h_M^N)^2], \end{aligned} \quad (28)$$

$$\begin{aligned} E(U_L^N) &= k(1-b)(\lambda e_M^N + \mu h_L^N + \\ &\gamma e_M^N h_L^N) + (1-k)(1-b) \times \\ &(\lambda e_L^N + \mu h_M^N + \gamma e_L^N h_M^N) - \\ &\frac{1}{2}c[(e_L^N)^2 + (h_L^N)^2]. \end{aligned} \quad (29)$$

首先考虑成员方的最优自身努力与合作努力投入决策. $E(U_M^N)$ 对 e_M^N 、 h_M^N 分别求偏导, 联立 $\frac{\partial E(U_M^N)}{\partial e_M^N} = 0$, $\frac{\partial E(U_M^N)}{\partial h_M^N} = 0$, 求得

$$e_M^{N*} = \frac{k(1+\theta)[2b + \theta(b-1)](\lambda + \gamma h_L^N)}{c(2+\theta)}, \quad (30)$$

$$h_M^{N*} = \frac{(1+\theta)(1-k)(\mu + \gamma e_L^N)[2b + \theta(b-1)]}{c(2+\theta)}. \quad (31)$$

由于 $c(2 + \theta) > 0$, 易验证 $E(U_M^N)$ 的 Hessian 矩阵为负定, 满足最优条件, 由此判定 e_M^{N*} 、 h_M^{N*} 是该决策的唯一最优解. 将 e_M^{N*} 、 h_M^{N*} 代入式(29)中, 得到

$$E(U_L^N) = k(1-b) \left[\frac{\lambda k(1+\theta)[2b+\theta(b-1)](\lambda + \gamma h_L^N)}{c(2+\theta)} + \mu h_L^N + \frac{\gamma k h_L^N(1+\theta)[2b+\theta(b-1)](\lambda + \gamma h_L^N)}{c(2+\theta)} \right] + (1-b)(1-k) \left[\lambda e_L^N + \frac{\mu(1-k)(1+\theta)[2b+\theta(b-1)](\mu + \gamma e_L^N)}{c(2+\theta)} + \frac{\gamma(1-k)e_L^N(1+\theta)[2b+\theta(b-1)](\mu + \gamma e_L^N)}{c(2+\theta)} \right] - \frac{1}{2}c[(e_L^N)^2 + (h_L^N)^2]. \tag{32}$$

主导方考虑自身效用 $E(U_L^N)$ 实现最大化. 由式(32)对 e_L^N 、 h_L^N 分别求偏导, 得到主导方最优自身努力 e_L^{N*} 与合作努力 h_L^{N*} 为

$$e_L^{N*} = \frac{(1-b)(1-k)\{2\mu\gamma(1-k) \times \leftarrow \frac{(1+\theta)[2b+\theta(b-1)] + \lambda c(2+\theta)}{(1+\theta)[2b+\theta(b-1)]}\}}{c^2(2+\theta) - \{2(1-b)\gamma^2(1-k)^2 \times \leftarrow \frac{(1+\theta)[2b+\theta(b-1)] + \lambda c(2+\theta)}{(1+\theta)[2b+\theta(b-1)]}\}}, \tag{33}$$

$$h_L^{N*} = \frac{k(1-b) \times \leftarrow \frac{\{2\lambda\gamma k(1+\theta)[2b+\theta(b-1)] + \mu c(2+\theta)\}}{(1+\theta)[2b+\theta(b-1)]}}{c^2(2+\theta) - \{2k^2\gamma^2(1-b) \times \leftarrow \frac{\{2\lambda\gamma k(1+\theta)[2b+\theta(b-1)] + \mu c(2+\theta)\}}{(1+\theta)[2b+\theta(b-1)]}\}}. \tag{34}$$

因为 $c^2(2+\theta) - 2\gamma^2(1-b)(1+\theta)[2b+\theta(b-1)] =$

$(2+\theta)[c^2 - 2\gamma^2 b(1-b)(1+\theta)] + 2\theta\gamma^2(1-b)(1+\theta)$, 根据本文假设, $c^2 > 2\gamma^2 b(1-b)(1+\theta)$, 且 $\theta > 0$, $2\theta\gamma^2(1-b)(1+\theta) > 0$, 所以下式成立:

$$c^2(2+\theta) - 2\gamma^2(1-b)(1+\theta)[2b+\theta(b-1)] > 0. \tag{35}$$

由 $0 < k < 1$ 得 $k^2 \in (0, 1)$ 、 $(1-k)^2 \in (0, 1)$, 可以证得

$$c^2(2+\theta) - 2\gamma^2(1-k)^2 \times (1-b)(1+\theta)[2b+\theta(b-1)] > 0, \tag{36}$$

$$c^2(2+\theta) - 2\gamma^2 k^2(1-b) \times (1+\theta)[2b+\theta(b-1)] > 0. \tag{36}$$

易推知 $E(U_L^N)$ 的 Hessian 矩阵为负定, 满足最优解条件, 由此判定 e_L^{N*} 、 h_L^{N*} 是令 $E(U_L^N)$ 最大的自身努力与合作努力唯一最优解. 重新将 e_L^{N*} 和 h_L^{N*} 代入 e_M^{N*} 、 h_M^{N*} , 得到

$$e_M^{N*} = \frac{k(1+\theta)[2b+\theta(b-1)] \times \leftarrow \frac{[\lambda c + \gamma k \mu(1-b)]}{(1+\theta)[2b+\theta(b-1)]}}{c^2(2+\theta) - \{2\gamma^2 k^2(1-b) \times \leftarrow \frac{[\lambda c + \gamma k \mu(1-b)]}{(1+\theta)[2b+\theta(b-1)]}\}}, \tag{37}$$

$$h_M^{N*} = \frac{(1-k)(1+\theta)[2b+\theta(b-1)] \times \leftarrow \frac{[\mu c + \lambda \gamma(1-k)(1-b)]}{(1+\theta)[2b+\theta(b-1)]}}{c^2(2+\theta) - \{2\gamma^2(1-k)^2(1-b) \times \leftarrow \frac{[\mu c + \lambda \gamma(1-k)(1-b)]}{(1+\theta)[2b+\theta(b-1)]}\}}. \tag{38}$$

2.3 情形3: 双方公平中性绿色合作努力行为决策

显而易见, 当情形1建设项目中公平偏好系数 $\theta = 0$ 时, 主导方与成员方均为公平中性, 意味着二者只关注自身利益的实现, 并不因其他主体的收益相对高低而影响自身效用判断. 在这一情形下, 可得成员方与主导方在均为公平中性时最优的自身努力与

表1 公平参照点差异下建设项目绿色合作参与方努力行为决策

	成员方努力行为决策	主导方努力行为决策
情形1: 绝对公平 参照	$e_M^{F*} = \frac{k(2\theta b - \theta + b)[\lambda c + \gamma k \mu(1-b)]}{c^2 - 2\gamma^2 k^2(1-b)(2\theta b - \theta + b)}$ $h_M^{F*} = \frac{(1-k)(2\theta b - \theta + b)[\mu c + \lambda \gamma(1-k)(1-b)]}{c^2 - 2\gamma^2(1-k)^2(1-b)(2\theta b - \theta + b)}$	$e_L^{F*} = \frac{2\mu\gamma(1-k)^2(1-b)(2\theta b - \theta + b) + \lambda c(1-k)(1-b)}{c^2 - 2\gamma^2(1-k)^2(1-b)(2\theta b - \theta + b)}$ $h_L^{F*} = \frac{2\lambda\gamma k^2(1-b)(2\theta b - \theta + b) + k\mu c(1-b)}{c^2 - 2k^2\gamma^2(1-b)(2\theta b - \theta + b)}$
情形2: 相对公平 参照	$e_M^{N*} = \frac{k(1+\theta)[2b+\theta(b-1)][\lambda c + \gamma k \mu(1-b)]}{c^2(2+\theta) - 2\gamma^2 k^2(1-b)(1+\theta)[2b+\theta(b-1)]}$ $h_M^{N*} = \frac{(1-k)(1+\theta)[2b+\theta(b-1)][\mu c + \lambda \gamma(1-k)(1-b)]}{c^2(2+\theta) - 2\gamma^2(1-k)^2(1-b)(1+\theta)[2b+\theta(b-1)]}$	$e_L^{N*} = \frac{(1-b)(1-k)\{2\mu\gamma(1-k)(1+\theta)[2b+\theta(b-1)] + \lambda c(2+\theta)\}}{c^2(2+\theta) - 2(1-b)\gamma^2(1-k)^2(1+\theta)[2b+\theta(b-1)]}$ $h_L^{N*} = \frac{k(1-b)\{2\lambda\gamma k(1+\theta)[2b+\theta(b-1)] + \mu c(2+\theta)\}}{c^2(2+\theta) - 2k^2\gamma^2(1-b)(1+\theta)[2b+\theta(b-1)]}$
情形3: 双方均为 公平中性	$e_M^* = \frac{bk[\lambda c + \gamma k \mu(1-b)]}{c^2 - 2b(1-b)\gamma^2 k^2}$ $h_M^* = \frac{b(1-k)[\gamma \lambda(1-b)(1-k) + \mu c]}{c^2 - 2b(1-b)(1-k)^2 r^2}$	$e_L^* = \frac{(1-b)(1-k)[\lambda c + 2\mu b \gamma(1-k)]}{c^2 - 2b(1-b)\gamma^2(1-k)^2}$ $h_L^* = \frac{k(1-b)(2\lambda k \gamma b + \mu c)}{c^2 - 2bk^2 r^2(1-b)}$

合作努力,即

$$e_M^* = \frac{bk[\lambda c + \gamma k \mu(1-b)]}{c^2 - 2b(1-b)\gamma^2 k^2}, \quad (39)$$

$$h_M^* = \frac{b(1-k)[\gamma \lambda(1-b)(1-k) + \mu c]}{c^2 - 2b(1-b)(1-k)^2 r^2}; \quad (40)$$

$$e_L^* = \frac{(1-b)(1-k)[\lambda c + 2\mu b \gamma(1-k)]}{c^2 - 2b(1-b)\gamma^2(1-k)^2}, \quad (41)$$

$$h_L^* = \frac{k(1-b)(2\lambda k \gamma b + \mu c)}{c^2 - 2bk^2 r^2(1-b)}. \quad (42)$$

综上所述结果,建设项目绿色合作的成员方与主导方在不同的公平参照点下做出的最优自身努力 e^* 与合作努力 h^* 决策如表1所示.

3 模型分析与讨论

3.1 公平偏好与公平中性下的绿色合作努力行为决策比较

3.1.1 绝对公平参照与公平中性下的比较(情形1与情形3比较)

首先将情形1中的成员方自身努力与合作努力函数表达式进行整理,得

$$e_M^{F*} = \frac{k(2\theta b - \theta + b)[\lambda c + \gamma k \mu(1-b)]}{c^2 - 2\gamma^2 k^2(1-b)(2\theta b - \theta + b)} = \frac{k[\lambda c + \gamma k \mu(1-b)][\theta(2b-1) + b]}{c^2 - 2k^2 \gamma^2(1-b)[\theta(2b-1) + b]}, \quad (43)$$

$$h_M^{F*} = \frac{(1-k)(2\theta b - \theta + b)[\mu c + \lambda \gamma(1-k)(1-b)]}{c^2 - 2\gamma^2(1-k)^2(1-b)(2\theta b - \theta + b)} = \frac{(1-k)[\mu c + \lambda \gamma(1-k)(1-b)][\theta(2b-1) + b]}{c^2 - 2\gamma^2(1-k)^2(1-b)[\theta(2b-1) + b]}. \quad (44)$$

与情形3对比,明显可见当 $2b-1 > 0$ 时,即 $b > 1/2$ 时, $\theta(2b-1) + b > b$,易推知

$$\frac{k[\lambda c + \gamma k \mu(1-b)][\theta(2b-1) + b]}{c^2 - 2k^2 \gamma^2(1-b)[\theta(2b-1) + b]} > \frac{bk[\lambda c + \gamma k \mu(1-b)]}{c^2 - 2b(1-b)\gamma^2 k^2}, \quad (45)$$

即 $e_M^{F*} > e_M^*$. 同理推知,当 $b > 1/2$ 时, $h_M^{F*} > h_M^*$.

同理,对情形1中主导方自身努力与合作努力函数表达式进行整理,与情形3下努力函数对比易知:当 $2b-1 > 0$ 时,即 $b > 1/2$ 时, $e_L^{F*} > e_L^*$, $h_L^{F*} > h_L^*$;当 $b < 1/2$ 时, $e_L^{F*} < e_L^*$, $h_L^{F*} < h_L^*$.

结论1 当成员方获得高于主导方的收益分享比例时($b > 1/2$),成员方将付出比公平中性时更多的自身努力与合作努力,此时主导方的两类努力水平也随着提升;当 $b < 1/2$ 时,成员方与主导方付出的两类努力均小于其公平中性时付出的努力水平;当

$b = 1/2$ 时,收益在主导方与成员方间等同分配,此时公平偏好对合作双方努力水平不会产生影响.

3.1.2 相对公平参照与公平中性下的比较(情形2与情形3比较)

将情形2中的成员方与主导方自身努力与合作努力函数表达式进行整理,得

$$e_M^{N*} = \frac{k\{b(2+\theta) - \theta[1+\theta-b(2+\theta)]\} \times}{c^2(2+\theta) - 2k^2 \gamma^2 b(1-b)(2+\theta) +} \leftarrow \frac{[\lambda c + (1-b)\gamma k \mu]}{2k^2 \gamma^2(1-b)\theta[1+\theta-b(2+\theta)]}, \quad (46)$$

$$h_M^{N*} = \frac{(1-k)\{b(2+\theta) - \theta[1+\theta-b(2+\theta)]\} \times}{c^2(2+\theta) - 2b(1-b)(1-k)^2 \gamma^2(2+\theta) +} \leftarrow \frac{[\mu c + \gamma \lambda(1-b)(1-k)]}{2(1-b)(1-k)^2 \gamma^2 \theta[1+\theta-b(2+\theta)]}. \quad (47)$$

将 e_M^* 与 h_M^* 乘以 $\frac{2+\theta}{2+\theta}$,整理得

$$e_M^* = \frac{bk(2+\theta)[\lambda c + \gamma k \mu(1-b)]}{c^2(2+\theta) - 2b(1-b)\gamma^2 k^2(2+\theta)}, \quad (48)$$

$$h_M^* = \frac{b(1-k)(2+\theta)[\gamma \lambda(1-b)(1-k) + \mu c]}{c^2(2+\theta) - 2b(1-b)(1-k)^2 r^2(2+\theta)}. \quad (49)$$

对上述两组努力函数进行比较可以发现:当 $1 + \theta - b(2+\theta) < 0$,即 $b > \frac{1+\theta}{2+\theta}$ 时,有

$$2k^2 \gamma^2(1-b)\theta[1+\theta-b(2+\theta)] < 0, \\ -k\theta[1+\theta-b(2+\theta)][\lambda c + (1-b)\gamma k \mu] > 0.$$

由此 $e_M^{N*} > e_M^*$;对应地,当 $b < \frac{1+\theta}{2+\theta}$ 时, $e_M^{N*} < e_M^*$; $b = \frac{1+\theta}{2+\theta}$ 时, $e_M^{N*} = e_M^*$. 对于 h_M^{N*} 、 e_L^{N*} 、 h_L^{N*} 也存在相似的结论.

结论2 以合作纳什讨价还价解作为公平参照点时,当成员方获得的收益大于公平参照点时,成员方与主导方为绿色合作付出的两类努力均将大于其公平中性的情况;当收益小于公平参照点时,二者付出的两类努力将小于公平中性时的努力水平.

从而可知,在公平偏好影响下,成员方付出高于公平中性时努力水平的意愿受到其收益水平及所选择参照点的影响,即要求获得的收益分配应大于公平参照点. 选取的参照点越高,其所要求的收益分配也随之提高. 收益分配适当地往成员方倾斜,将更容易激发具有公平偏好的成员方付出更多努力,同时,对主导方也将起到一个正面的激励作用. 还应注意的是,由于 $\theta > 0$,总有 $\frac{1+\theta}{2+\theta} > \frac{1}{2}$,即选择纳什讨价还价解作为公平参照点时,成员方对收益分配比例的要

求总是高于将主导方收益直接作为公平参照点时的收益要求。

3.2 不同公平参照点下的绿色努力行为决策比较

将式(43)乘以 $\frac{2+\theta}{2+\theta}$, 整理得

$$e_M^{F*} = \frac{k[\lambda c + \gamma k \mu(1-b)][\theta(2b-1) + b](2+\theta)}{c^2(2+\theta) - 2k^2\gamma^2(1-b)[\theta(2b-1) + b](2+\theta)} \quad (50)$$

对式(46)进行重新构造, 整理得

$$e_M^{N*} = \frac{k[\lambda c + \gamma k \mu(1-b)]\{\theta(2b-1) + b\} \times}{c^2(2+\theta) - \{2\gamma^2 k^2(1-b)[\theta(2b-1) + b]\} \times} \leftarrow \frac{(2+\theta) - \theta(2b+b\theta-1)}{(2+\theta) + 2k^2\gamma^2(1-b)\theta(2b+b\theta-1)} \quad (51)$$

同样可得

$$h_M^{F*} = \frac{(1-k)[\mu c + \gamma \lambda(1-k)(1-b)] \times}{c^2(2+\theta) - \{2\gamma^2(1-k)^2(1-b)\} \times} \leftarrow \frac{[\theta(2b-1) + b](2+\theta)}{[\theta(2b-1) + b](2+\theta)} \quad (52)$$

$$h_M^{N*} = \frac{(1-k)[\mu c + \gamma \lambda(1-k)(1-b)] \times}{c^2(2+\theta) - 2\gamma^2(1-k)^2(1-b)[\theta(2b-1) + b]} \leftarrow \frac{\{[\theta(2b-1) + b](2+\theta) - \theta(2b+b\theta-1)\}}{b[2+\theta] + 2(1-k)^2\gamma^2(1-b)\theta(2b+b\theta-1)} \quad (53)$$

将上面二式进行比较可知, e_M^{N*} 与 e_M^{F*} , h_M^{N*} 与 h_M^{F*} 的关系有赖于 $2b + b\theta - 1$ 的大小。当 $0 < b < 1/(2+\theta)$ 时, $e_M^{N*} > e_M^{F*}$, $h_M^{N*} > h_M^{F*}$; 当 $1/(2+\theta) < b < 1$ 时, $e_M^{N*} < e_M^{F*}$, $h_M^{N*} < h_M^{F*}$ 。类似的情况也存在于主导方努力行为中。

结论3 两类公平参照点下的绿色努力水平比较满足以下关系:

$$\left\{ \begin{array}{l} e_M^{N*} < e_M^{F*}, h_M^{N*} < h_M^{F*}, e_L^{N*} < e_L^{F*}, h_L^{N*} < h_L^{F*}, \\ b \in \left(\frac{1}{2+\theta}, 1\right); \\ e_M^{N*} > e_M^{F*}, h_M^{N*} > h_M^{F*}, e_L^{N*} > e_L^{F*}, h_L^{N*} > h_L^{F*}, \\ b \in \left(0, \frac{1}{2+\theta}\right); \\ e_M^{N*} = e_M^{F*}, h_M^{N*} = h_M^{F*}, e_L^{N*} = e_L^{F*}, h_L^{N*} = h_L^{F*}, \\ b = \frac{1}{2+\theta}. \end{array} \right. \quad (54)$$

可以认为, 以 $1/(2+\theta)$ 为收益分配临界点, 当收益分配有利于成员方时, 相对公平参照下成员方的努力水平小于绝对公平参照下的努力水平; 反之, 相对公平参照时更有利于激励绿色合作参与方的两类

努力, 收益分配临界点的大小与公平偏好值成反向关系。

3.3 不同公平参照点下努力行为决策与公平偏好的关系分析

3.3.1 绝对公平参照情形

首先以绝对公平参照情形下的努力行为决策进行分析, 讨论其与公平偏好系数 θ 的关系。将 e_M^{F*} 、 h_M^{F*} 对 θ 求导, 得到

$$\frac{\partial e_M^{F*}}{\partial \theta} = \frac{kc^2[\lambda c + \gamma k \mu(1-b)](2b-1)}{\{c^2 - 2k^2\gamma^2(1-b)[(2b-1)\theta + b]\}^2}, \quad (55)$$

$$\frac{\partial h_M^{F*}}{\partial \theta} = \frac{(1-k)c^2[\mu c + \gamma \lambda(1-k)(1-b)](2b-1)}{\{c^2 - 2(1-k)^2\gamma^2(1-b)[(2b-1)\theta + b]\}^2} \quad (56)$$

由于 $k \in (0, 1)$, $b \in (0, 1)$, 由式(55)、(56)易知, 当 $2b - 1 > 0$ 时, 满足 $\frac{\partial e_M^{F*}}{\partial \theta} > 0$, $\frac{\partial h_M^{F*}}{\partial \theta} > 0$ 。意味着当 $b > 1/2$ 时, 成员方两类努力均与其公平偏好系数正向关联; $b < 1/2$ 时则为负向关联。对于主导方也有类似结论。

3.3.2 相对公平参照情形

进一步, 以相对公平参照情形下的努力行为决策与公平偏好系数关系进行分析, 将 e_M^{N*} 、 h_M^{N*} 对 θ 进行求导, 得到

$$\frac{\partial e_M^{N*}}{\partial \theta} = \frac{kc^2[\lambda c + \gamma k \mu(1-b)][(\theta^2 + 4\theta + 4)b - \{c^2(2+\theta) - 2k^2\gamma^2(1-b)[2b + (3b-1)\theta + \frac{(\theta^2 + 4\theta + 2)}{(b-1)\theta^2}\}]}{\{c^2(2+\theta) - 2k^2\gamma^2(1-b)[2b + (3b-1)\theta + \frac{(\theta^2 + 4\theta + 2)}{(b-1)\theta^2}\}^2}, \quad (57)$$

$$\frac{\partial h_M^{N*}}{\partial \theta} = \frac{c^2(1-k)[\mu c + \gamma \lambda(1-k)(1-b)] \times \leftarrow \frac{[(\theta^2 + 4\theta + 4)b - (\theta^2 + 4\theta + 2)]}{[2b + (3b-1)\theta + (b-1)\theta^2]^2} \quad (58)$$

对 $(\theta^2 + 4\theta + 4)b - (\theta^2 + 4\theta + 2)$ 取值进行讨论: 当 $b < 1 - \frac{2}{\theta^2 + 4\theta + 4}$ 时, 得到 $\frac{\partial e_M^{N*}}{\partial \theta} < 0$, $\frac{\partial h_M^{N*}}{\partial \theta} < 0$, 成员方两类努力与公平偏好强度成反向关联; 当 $1 - \frac{2}{\theta^2 + 4\theta + 4} < b < 1$ 时, e_M^{N*} 、 h_M^{N*} 与 θ 才呈现正向关联。即有

$$\frac{\partial e_M^{N*}}{\partial \theta} < 0, \frac{\partial h_M^{N*}}{\partial \theta} < 0, \frac{\partial e_L^{N*}}{\partial \theta} < 0, \frac{\partial h_L^{N*}}{\partial \theta} < 0,$$

$$b \in \left(0, 1 - \frac{2}{\theta^2 + 4\theta + 4}\right);$$

$$\frac{\partial e_M^{N*}}{\partial \theta} > 0, \frac{\partial h_M^{N*}}{\partial \theta} > 0, \frac{\partial e_L^{N*}}{\partial \theta} > 0, \frac{\partial h_L^{N*}}{\partial \theta} > 0,$$

$$b \in \left(1 - \frac{2}{\theta^2 + 4\theta + 4}, 1\right);$$

$$\frac{\partial e_M^{N*}}{\partial \theta} = 0, \frac{\partial h_M^{N*}}{\partial \theta} = 0, \frac{\partial e_L^{N*}}{\partial \theta} = 0, \frac{\partial h_L^{N*}}{\partial \theta} = 0,$$

$$b = 1 - \frac{2}{\theta^2 + 4\theta + 4}. \quad (59)$$

对于主导方也有类似结论。

结论4 建设项目绿色合作参与方的努力行为与公平偏好强度 θ 相关联,但变动方向与收益分配比例 b 有关,考虑绝对公平参照时,收益分配临界点为 $1/2$;考虑相对公平参照时,收益分配临界点为 $1 - \frac{2}{\theta^2 + 4\theta + 4}$,当成员方获得的收益分配大于该临界点时,其努力行为与公平偏好强度呈正向变动关系,小于该临界点时则反向变动。

4 数值分析

4.1 考虑参照点差异的努力行为决策及其与公平偏好关系比较

首先讨论两类参照点下成员方与主导方的自身努力以及合作努力的大小关系. 根据上文的结论,分别设定 $b = 0.65$ 与 $b = 0.4$ 两种情形,同时设定其他参数 $k = 0.3, c = 1, \lambda = 1, \mu = 1, \gamma = 1$. 以 θ 为自变量,模拟参照点差异下两类努力的变化及大小关系,分别

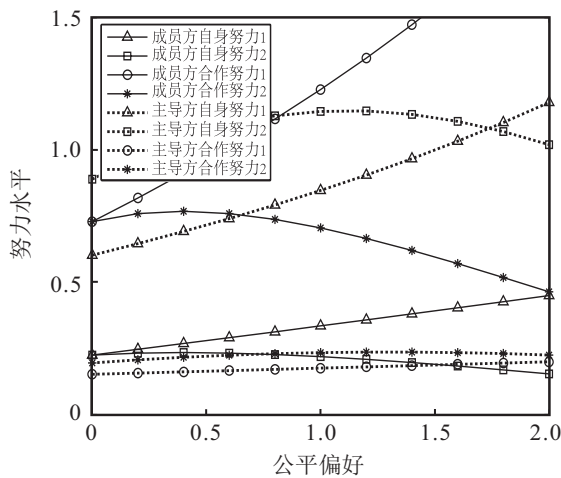


图1 两类参照点下合作双方努力行为 ($b = 0.65$)

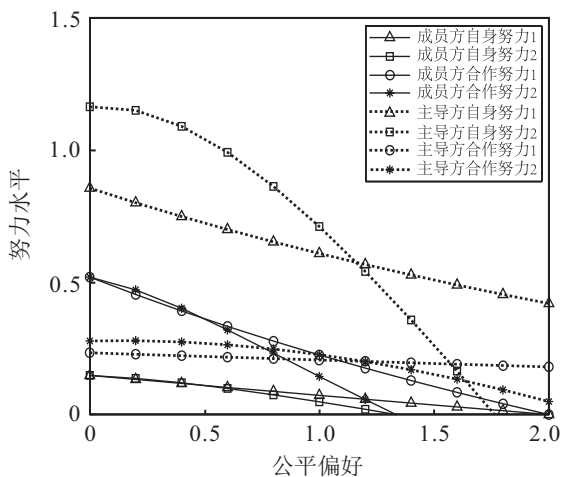


图2 两类参照点下合作双方努力行为 ($b = 0.4$)

如图1和图2所示,其中1表示绝对公平参照的情形,2表示相对公平参照的情形。

以成员方为例,首先比较两类参照点下的努力水平. 图1中 $b = 0.65 > \frac{1}{2 + \theta}$, $e_M^{N*} < e_M^{F*}, h_M^{N*} < h_M^{F*}$. 图2中 $b = 0.4$,可观察到 θ 在 $[0, 2]$ 区间变化时, b 与 $\frac{1}{2 + \theta}$ 间的大小关系会发生变化,引起 e_M^{F*} 与 e_M^{N*}, h_M^{F*} 与 h_M^{N*} 间的关系改变,出现如图2所示的交叉. 类似的情况同样适用于主导方,从而结论3得证。

进一步讨论两类参照点下努力行为与公平偏好的关系. 在绝对公平参照下,图1和图2均明显反映出当 $b > 1/2$ 时,成员方与主导方的两类努力均与公平偏好呈正向关联, $b < 1/2$ 时则出现负向关联;在相对公平参照下,成员方与主导方的两类努力随公平偏好强度增大出现先上升后下降的变化,拐点位置由 b 与 θ 关系确定,由此结论4得证。

4.2 考虑参照点差异的效用比较

为更完整直观通过图形观察变量变化,设定 $b = 0.6$ 与 $b = 0.4$ 两种情形,其他参数赋值不变,以 θ 为自变量,模拟参照点差异下成员方与主导方效用随公平偏好强度变化情况并比较其大小关系,分别如图3和图4所示。

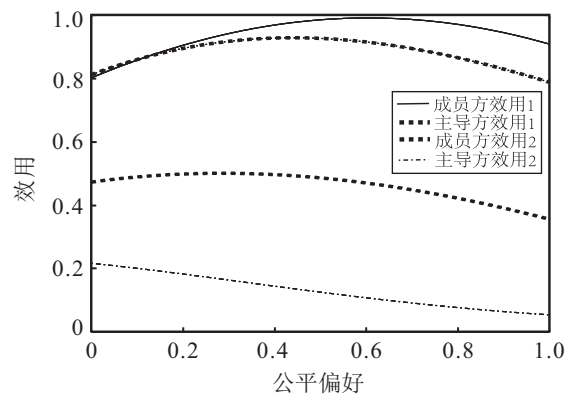


图3 两类参照点下效用与公平偏好关系 ($b = 0.6$)

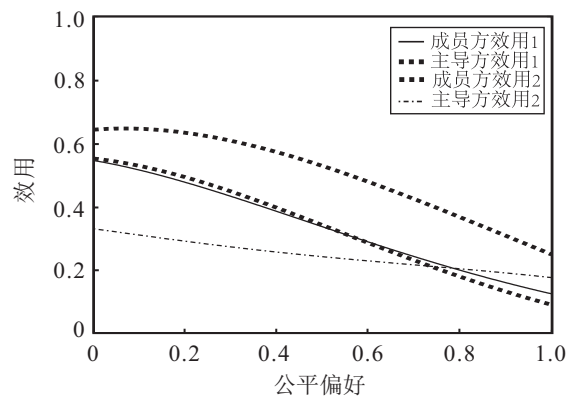


图4 两类参照点下效用与公平偏好关系 ($b = 0.4$)

从图3和图4中可见:成员方与主导方的效用随着公平偏好变化而改变,最终呈现与公平偏好反向

变动的趋势;绝对公平参照下成员方效用大于相对公平参照下的效用,主导方效用也呈现类似的特征;当 b 降低,即成员方的收益分配减少并低于主导方时,两类参照点下的效用大小关系将发生改变,相对公平参照下的效用将逐渐大于绝对公平参照下的效用水平.由此得到如下结论.

结论5 合作双方的效用最终将随公平偏好反向变动并趋于一定值,当成员方分配的收益较大时, $U_M^F > U_M^N, U_E^F > U_E^N$;随着 b 逐渐减少,两类参照点下效用的大小关系将发生改变.关于发生改变的临界值还有待后续进一步的分析与验证.

5 结论

1) 存在公平偏好时,无论是绝对公平参照,或是相对公平参照,当成员方获得高于其参照点的收益分配时,将付出高于公平中性时的努力水平,同时,主导方的两类努力水平也随之提升.可以认为在公平偏好的影响下,项目绿色合作参与方的合作意愿与努力行为决策受到其感知的收益分配公平性影响,其对公平性的判断取决于选取的参照点.因此,存在公平偏好时,收益分配向成员方的适度倾斜对双方的绿色合作努力行为诱导与激励是有效的.

2) 收益分配将影响项目参与方的绿色合作努力行为,而且其影响将随公平参照点选取的不同而发生差异.在考虑公平参照点差异的情形下,存在一个收益分配临界点 $1/(2+\theta)$,影响两类公平参照点下努力行为的比较关系.当收益分配有利于成员方时,相对公平参照下的成员方与主导方的努力水平小于绝对公平参照时的努力水平;反之,相对公平参照下的努力水平更高.可以认为,公平参照点对行为决策结果将产生重要影响,应对成员方的公平参照点类型加以判断,据其设计收益分配方案,当成员方关注绝对公平时,收益分配应有利于成员方,但若成员方进行公平性评价时考虑了合作双方的实力与贡献,则主导方获得高于 $1/(2+\theta)$ 的收益分配将更利于双方努力行为激励.

3) 上述结论尚未考虑公平偏好发生变化的情况.实际上,公平偏好将影响建设项目绿色合作参与方的努力水平,但影响方向与收益分配有关;当成员方的收益超过收益分配临界点时,公平偏好将正向影响其两类绿色努力行为;当收益低于临界点时,公平偏好将对其努力行为产生抑制作用.另外,在不同参照点下该收益分配临界点并不一致,绝对公平参照下的收益分配临界点为 $b = 1/2$,相对公平参照下的为 $1 - \frac{2}{\theta^2 + 4\theta + 4}$,要高于绝对公平参照情形,且与 θ 正

向相关,即公平偏好越强,成员方对所获得收益的要求越高.

4) 最后,对公平参照点差异下的项目参与方效用进行考察,结合参与方效用与公平偏好关系来看,在既定的收益分配比例下,效用将随公平偏好强度先提升后降低.造成效用降低的一个原因在于出现了收益分配比例与公平偏好强度的不匹配,这一结论在以上几点分析中均已获得验证,可以认为,公平偏好参照点类型及强度的有效评价将对诱导项目参与方的两类努力行为以及提升效用具有重要、积极的意义.

参考文献(References)

- [1] Demaid A, Quintas P. Knowledge across cultures in the construction industry: Sustainability, innovation and design[J]. *Technovation*, 2006, 26(5/6): 603-610.
- [2] Xue X L, Zhang R X, Zhang X L, et al. Environmental and social challenges for urban subway construction: An empirical study in China[J]. *Int J of Project Management*, 2015, 33(3): 576-588.
- [3] Vito A, Rosa M D, Pierpaolo P. Do inter-organizational collaborations enhance a firm's environmental performance: A study of the largest U. S. companies[J]. *J of Cleaner Production*, 2012, 37(12): 304-315.
- [4] Zhang X L, Wu Y Z, Shen L Y. Embedding "green" in project-based organizations: The way ahead in the construction industry?[J]. *J of Cleaner Production*, 2015, 107: 420-427.
- [5] Pablo B G, Ramón C R, María P E. Altruism and social integration[J]. *Games and Economic Behavior*, 2010, 69: 249-257.
- [6] Shi Q, Zuo J, Huang R, et al. Identifying the critical factors for green construction — An empirical study in China[J]. *Habitat International*, 2013, 40: 1-8.
- [7] Hideshi I. Moral hazard and other regarding preferences[J]. *The Japan Economic Review*, 2004, 55(1): 18-25.
- [8] Englmaier F, Stephen L. Contractual and organizational structure with reciprocal agents[J]. *American Economic Journal: Microeconomics*, 2012, 4(2): 146-183.
- [9] Nikolaus F, Peter K, Katharina K. "Does this sound like a fair deal?": Antecedents and consequences of fairness expectations in the individual's decision to participate in firm innovation[J]. *Organization Science*, 2013, 24(5): 1495-1516
- [10] Bartling B, Siemens F A V. The intensity of incentives in firms and markets: Moral hazard with envious agents[J]. *Labour Economics*, 2010, 17(3): 598-607.
- [11] 王开弘, 丁川. 基于零售商具有公平偏好的渠道网络委托-代理模型[J]. *控制与决策*, 2015, 30(3): 565-571. (Wang K H, Ding C. Principal-agent model with channel network based on retailers having fairness preference[J]. *Control and Decision*, 2015, 30(3): 565-571.)

- [12] 姚锋敏, 滕春贤. 公平关切下零售商主导的闭环供应链决策模型[J]. 控制与决策, 2017, 32(1): 117-123.
(Yao F M, Teng C X. Decision models of closed-loop supply chain with dominant retailer considering fairness concern[J]. Control and Decision, 2017, 32(1): 117-123.)
- [13] 吕俊娜, 刘伟, 邹庆, 等. 考虑公平关切的工程总承包合作利益分配模型[J]. 系统工程, 2014, 32(12): 62-66.
(Lv J N, Liu W, Zou Q, et al. Distribution of cooperation benefits in EPC projects considering fairness concerns[J]. Systems Engineering, 2014, 32(12): 62-66.)
- [14] 吴光东, 施建刚, 唐代中. 基于公平偏好的项目导向型供应链双向激励[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2011, 39(9): 1394-1400.
(Wu G D, Shi J G, Tang D Z. Project-based supply chain cross-organizational bidirectional Incentives based on fairness preference theory[J]. J of Tongji University: Natural Science, 2011, 39(9): 1394-1400.)
- [15] 赵丽丽, 王雪青, 陈超. 工程监理公平心理偏好下最优风险分担与激励契约研究[J]. 电子科技大学学报: 社科版, 2016, 18(2): 73-79.
(Zhao L L, Wang X Q, Chen C. Risk-sharing and incentive contract design of the supervisor based on fairness preference[J]. J of UESTC: Social Sciences Edition, 2016, 18(2): 73-79.)
- [16] Kahneman D, Tversky A. Prospect theory: An analysis of decision under risk[J]. *Econometrica*, 1979, 47(2): 263-291.
- [17] Ho T H, Su X, Wu Y. Distributional and peer-induced fairness in supply chain contract design[J]. *Production and Operations Management*, 2014, 23(2): 161-175.
- [18] 何贵兵, 于永菊. 决策过程中参照点效应研究述评[J]. 心理科学进展, 2006, 14(3): 408-412.
(He G B, Yu Y J. Reference point effect in the decision making process[J]. *Advances in Psychological Science*, 2006, 14(3): 408-412.)
- [19] 袁卓群, 秦海英, 杨汇潮. 不完全契约中的决策: 公平偏好及多重参照点的影响[J]. 世界经济, 2015(8): 168-192.
(Yuan Z Q, Qin H Y, Yang H C. Decision in incomplete contracts: The influence of fairness preference and multiple reference points[J]. *World Economy*, 2015(8): 168-192.)
- [20] Zhou H, Long L R. Effect of pay strategy on employees' pay satisfaction: Testing and modifying the equity theory[C]. 2007 Int Conf on Management Science and Engineering. Harbin: IEEE Conf Publication Operations, 2007: 1448-1453.
- [21] 傅强, 朱浩. 基于公共偏好理论的激励机制研究——兼顾横向公平偏好和纵向公平偏好[J]. 管理工程学报, 2014, 28(3): 190-195.
(Fu Q, Zhu H. Incentive mechanisms based on fairness preference theory——Give consideration to both vertical and horizontal fairness concerns[J]. *J of Industrial Engineering/Engineering Management*, 2014, 28(3): 190-195.)
- [22] 浦徐进, 金德龙. 公平偏好、参照点效应和三级供应链的运作[J]. 控制与决策, 2015, 30(5): 859-864.
(Pu X J, Jin D L. Decision models of closed-loop supply chain with dominant retailer considering fairness concern[J]. *Control and Decision*, 2015, 30(5): 859-864.)
- [23] 浦徐进, 朱秋鹰, 路璐. 参照点效应、公平偏好和“龙头企业+农户”关系治理[J]. 管理工程学报, 2016, 30(2): 116-123.
(Pu X J, Zhu Q Y, Lu L. Reference point effect, fairness preference and the relational governance on the supply chain of “Leading agricultural enterprises + farmers” [J]. *J of Industrial Engineering Management*, 2016, 30(2): 116-123.)
- [24] 石平, 颜波, 石松. 考虑公平的绿色供应链定价与产品绿色度决策[J]. 系统工程理论与实践, 2016, 36(8): 1937-1950.
(Shi P, Yan B, Shi S. Pricing and product green degree decisions in green supply chains with fairness concerns[J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2016, 36(8): 1937-1950.)
- [25] 陶为群. “讨价还价”的“纳什解”的形成路径与结论拓展[J]. 经济数学, 2016, 33(2): 62-67.
(Tao W Q. The formation path of “Nash solution” of bargain and the development of its conclusion[J]. *J of Quantitative Economics*, 2016, 33(2): 62-67.)
- [26] 杜少甫, 朱贾昂, 高冬, 等. Nash 讨价还价公平参考下的供应链优化决策[J]. 管理科学学报, 2013, 16(3): 68-72.
(Du S F, Zhu J A, Gao D, et al. Optimal decision-making for Nash bargaining fairness concerned newsvendor in two-level supply chain[J]. *J of Management Sciences in China*, 2013, 16(3): 68-72.)
- [27] Kretschmer T, Puranam P. Integration through incentives within differentiated organizations[J]. *Organization Science*, 2008, 19(6): 860-875.
- [28] 施建刚, 林陵娜, 唐代中. 考虑横向公平偏好的项目团队成员知识共享激励研究[J]. 运筹与管理, 2015, 24(6): 242-250.
(Shi J G, Lin L N, Tang D Z. Study on knowledge sharing incentive within project team based on horizontal fairness preference[J]. *Operations Research and Management Science*, 2015, 24(6): 242-250.)
- [29] Fehr E, Schmidt. A theories of fairness and reciprocity: Evidence and economic applications[M]. Oxford: Oxford University Press, 2003.
- [30] Kahneman D, Knetsch J K, Thaler R H. The endowment effect, loss aversion and status quo bias[J]. *J of Economic Perspectives*, 1991, 5(1): 193-206.
- [31] 浦徐进, 张兴, 韩广华. 考虑利他偏好的企业努力行为和供应链运作[J]. 系统管理学报, 2016, 25(6): 1136-1145.
(Pu X J, Zhang X, Han G H. Impact of altruistic preference on bilateral efforts & operational performance of the two-echelon supply chain[J]. *J of Systems & Management*, 2016, 25(6): 1136-1145.)