

社会信息环境、奉献行为与公共品供给困境

郑捷 何韵文

(清华大学经济管理学院, 北京 100084)

摘要 本文构建奉献时机博弈框架, 对现实社会中具有时效性的公共品供给困境进行理论刻画、实验设计和经验分析。研究发现个体的奉献行为受信息环境影响, 在活动参与信息可实时观测的环境下, 公共品活动的期望发起时间和个体的期望加入时间均要早于参与信息不可观测时的结果, 但活动发生概率则要低于后一环境下的结果。本文不仅为上述结果提供了理论支撑和经验证据, 也阐明了社会信息环境对政策效果的重要影响。

关键词 信息环境 公共品供给 奉献行为

Social Information Environment, Dedication Behavior and the Dilemma of Public Goods Provision

Abstract This study investigates a dedication timing game, and provides theoretical predictions, experimental designs and empirical analysis for the dilemma of public goods provision with the nature of timing. The results show that individuals' dedication behavior is significantly affected by the information environment. Compared with the imperfect information environment where the timing information of the public goods provision cannot be observed, the conditional expected initiation time of the provision and the participation time of the group members are both earlier than when the information can be observed in real time, yet the probability of the public goods provision is lower. This study not only lends theoretical support and empirical evidence for the above results, but also reveals the policy implications of information environment.

Keywords information environment, public goods provision, dedication behavior

JEL Classification C72, C92, D64

一、引言

在经典的社会困境问题中，单个个体的自我利益与更大的社会群体的利益直接相悖，使得个体产生以牺牲群体利益为代价来最大化自身利益的动机。驱动奉献和合作行为产生的制度环境一直是学者广泛关注的课题。已有大量的行为和实验经济学文献表明，个体行为往往与新古典自利假设相出入，而表现出稳健的社会偏好：在与他人互动的过程中，个体不仅关心自己的收益，也关心自己的决策对他人收益产生的影响。利他主义和社会规范的形成能够较好地解释社会经济中的慈善捐赠行为（许年行和李哲，2016；罗俊等，2019），互惠和不平等厌恶的偏好特征也使得经济交换达到相对公平的分配结果（陈叶烽等，2011；宋紫峰等，2011）。

通常而言，具有公共品性质的活动的发起者需要承受相对较大的物质成本或心理成本，但公共品的提供能够改善其他社会参与者的处境。这里所指的公共品涵盖众多一旦提供便兼具非竞争性与非排他性的物品与服务，而区别于针对一般属性公共品的研究，本文聚焦于具备时效性的一类公共品。现实生活中有不少公共品具有收益随着时间流逝而下降的性质，比如为受灾城市提供的救助物资、造福全球的新冠疫苗研发技术等。无论是历史上频发的自然灾害还是如今肆意蔓延的新冠疫情，这些事件都凸显了及时性群体合作和奉献的宝贵价值。我们既希望社会上涌现更多的奉献行为，也希望奉献行为能够在第一时间发起，从而避免时间消耗所产生的社会损失。

研究具有时效性的公共品供给问题具有重要的现实意义和政策参考价值。自2020年，新冠病毒的突然爆发引起社会各界对我国突发事件应急管理体系的关注，也反映出信息环境在决策辅助方面的关键作用。当下，计算机技术的快速发展使得对信息环境进行控制设计成为一种灵活的政策工具，这在一方面为政府更好地管理社会复杂问题提供了契机，但另一方面也对如何合理有效地传播、收集和利用信息提出了挑战。本文将具有时效性的公共品供给困境问题抽象并简化为一类奉献时机博弈，并重点关注完美信息和不完美信息两种环境下个体奉献行为有何不同，及其对公共品活动发起的普遍性与及时性所产生的影响。

在完美信息环境下，所有成员的行动可以被实时观测到，这对应着一种动态的内生序贯博弈，成员可以选择等待以获得更多的信息，然后决定自己的参与时机。在不完美信息环境下，所有成员的行动无法被他人观测到，这对应着静态博弈，成员需要同时独立完成决策。事实上，前一种环境假设信息是充分流通的，成员观测到公共品活动被发起的时间与活动实际被发起的时间之间不存在任何延误，而后一种环境则假设信息流通是有摩擦的，当成员观测到公共品活动被发起的时间与活动实际被发起的时间之间的延误无限长时，就变成了静态博弈。这两种信息环境也对应着决策调整是否即时可行的不同情境：当成员基于观测到的信息可以便捷即时地调整自身参与时机的决策时，此时的博弈为完美信息动态博弈；当成员的参与时机决策需要提前确定并无法随时间推移而灵活调整时，此时的博弈虽然表现为动态博弈，但实质为静态博弈。显然，在现实生活中，这两种信息环境普遍存在着，并且影响着经济个体的决策行为。¹

在本文的理论框架中，只需要一位成员付出成本就可以为全体发起公共品活动，在其之后参与到活动中的成员都能享受活动收益。公共品提供者从中获得的收益不足以弥补其生产成本，因此，在序贯行动中，先驱者为谋社会福利不得不牺牲自己的物质利益。公共品活动创造的收益表现为根据参与时机而递减的动态过程，即越晚加入到活动中来的人收益越低。理论结果表明，完美信息动态博弈中公共品活动的发起率小于不完美信息动态博弈，但活动的期望发起时间早于不完美信息动

¹ 可观测到他人行动时，在博弈的任一时点，给定个体的策略，每个个体都完全清楚自身所处的博弈树位置，在这个意义上，是完美信息博弈。无法观测到他人行动时，在博弈的任一时点，给定个体的策略，每个个体都不完全清楚自身所处的博弈树位置，在这个意义上，是不完美信息博弈。

态博弈。在完美信息环境下，越自利的个体加入公共品活动的概率越低，其加入速度与自利程度、团队规模和活动发起成本负相关。在不完美信息环境下，个体最终一定会加入公共品活动，其加入速度与自利程度和活动发起成本负相关，而与团队规模正相关。

在理论模型的基础上，本文设计了四个实验局来检验信息环境的影响（Levine & Zheng, 2015）。被试需要在 30 秒的有限时间内决定是否加入公共品活动，在第 T 秒加入活动将产生 $(30 - T)$ 实验币的活动收益，第一个加入活动的被试需要承担活动发起成本 30 实验币。在主要考察的完美信息实验局（实验局 1）和不完美信息实验局（实验局 2）中，被试们以 4 人为固定小组开展重复多轮的连续时间动态博弈。在增设的完美信息实验局（实验局 3）中，本文采用每轮随机匹配的小组组成方式来检验完美信息环境下实验结果的稳健性；在增设的不完美信息实验局（实验局 4）中，本文采用理论上相等价的静态博弈设定来检验不完美信息环境下实验结果的稳健性。本文发现，“完美信息动态博弈中公共品活动的发起率更低，但活动的发起速度更快”这一核心理论预测被实验数据所支持。并且，在既定的信息环境下，被试的奉献行为没有受到团队匹配机制或动静态决策情境的显著影响，从而表明信息环境在具有时效性的公共品供给问题中起到了主导作用。

本文在研究主题上与关于序贯公共品博弈的文献密切相关。通过引入领导者机制，将静态公共品博弈转变为序贯公共品博弈，许多研究都得出了领导者的存在有助于改善公共品供给困境的结论，并且，内生选择的领导者所起到的模范带头作用要强于外生选择的领导者（Levati *et al.*, 2007; Haigner & Wakolbinger, 2010; Rivas & Sutter, 2011; Arbak & Villeval, 2013; He & Zheng, 2021）。在这支传统文献中，公共品的提供数量是其主要关注点，相比之下，本文考虑公共品在许多情况下所具备的时效性，由此关注于公共品是否被提供及其被提供的时点问题。此外，在这支文献中，所有成员的收益结构是完全相同的，即领导者和追随者在公共品提供方面的作用没有区别，只不过领导者的表现可以为后行动的追随者们起到行为上的示范和激励效果。而在本文中，收益结构将受参与顺序的影响在成员之间具有不对称性，这意味着，公共品活动发起人和参与人在公共品提供方面所起的作用具有本质差别，本文也由此可以对奉献行为进行刻画。

值得一提的是，由 Dickmann（1985；1993）提出的志愿者困境（volunteer dilemma）在以奉献行为作为研究对象上与本文高度一致。志愿者困境描述的是如下一种静态博弈：所有成员同时从“担任志愿者”和“不担任志愿者”两个选项中进行选择，选择担任志愿者表示其将付出一笔成本为团队提供公共品，此时每位成员均可以得到公共品带来的收益。选择不担任志愿者则无需付出成本，并且在公共品由其他成员提供的情况下可享受由此带来的收益。显然，该静态博弈仅能对公共品是否被提供这一维度进行研究，在连续时间设定下，本文能够进一步从公共品是否被提供以及何时被提供两个维度对奉献行为加以解读。

在模型设定上，本文与 Weesie（1993）提出的志愿者时机困境（volunteer timing dilemma）较为接近。在志愿者时机困境中，个体同样需要在有限的时间内决定是否及何时提供公共品。公共品被提供的时间越晚，所产生的收益越小。值得注意的是，本文的奉献时机博弈与志愿者时机博弈存在两点不同之处。第一，收益结构。在志愿者时机博弈中，公共品活动创造的收益大于生产的成本，从而，给定其他成员都不愿意提供，个体仍有自愿提供公共品的激励；在奉献时机博弈中，公共品创造的收益不超过生产的成本，这就导致所有自利的个体都选择不提供成为一个均衡。第二，参与行为。在志愿者时机博弈中，一旦有一位成员选择提供公共品则博弈自动结束，其他成员不用采取任何行动便可以享受到公共品的相应收益；在奉献时机博弈中，每个人所能得到的收益不仅取决于公共品被成功提供的前提条件，也取决于自己使用公共品的时机，越晚使用公共品则自己的收益越低。于是，在完美信息环境下，这两类博弈中的参与行为是相同的，因为此时在奉献时机博弈中，理性的个体会在公共品刚被提供之际就使用它。但是，在不完美信息环境下，前者是自动的参与行为，而后者是自主的参与行为，这将使得模型均衡发生质的变化。本文的奉献时机博弈与多人消耗

战模型 (*n*-player war of attrition) 在设定上也具有一定的可比性 (Bulow & Klemperer, 1999; Shapira & Eshel, 2000)。两者同样属于动态时机博弈, 不过, 后者研究的是一类对社会无益但是为坚持到最后的个体带来额外收益的问题, 而本文研究的是一类对社会有益但是对发起活动的个体产生额外成本的问题。

从信息环境的研究角度来看, 一些相关的研究也为本文的结论提供了有益启示。Weesie (1994) 从理论上论证了在志愿者时机困境中, 个体对其他成员的生产成本的信息不确定性越高, 则越有可能选择成为志愿者, Healy & Pate (2018) 和周志波 (2019) 则在实验室中证实了该结论。Bergstrom *et al.* (2019) 采用了和本文相似的不完美信息动态实验局, 通过为被试增加两个选项“在第一时间做志愿者”和“在最后时刻做志愿者”, 他们识别出了“主动承担型利他主义”、“被动承担型利他主义”等不同的社会偏好类型。Hörisch & Kirchkamp (2010) 在实验室环境中比较了二人全支付拍卖 (各自支付自己的出价, 类似于不完美信息环境) 和二人消耗战博弈 (两人均支付低者的出价, 类似于完美信息环境) 的结果, 尽管理论预测被试在两种博弈下的均衡支出相同, 但实际发现静态全支付拍卖中的平均支出要显著大于静态消耗战, 而静态消耗战中的平均支出又要大于动态情境的消耗战。最后, 汪敏达等 (2017) 曾探究过一类集体行动博弈, 成员需要选择是否参与行动及行动参与顺序, 只有当行动参与人数超过一定数量时, 集体行动才会以某个外生给定的概率被成功发起。参与者可以从成功发生的行动中获取收益, 越晚参加的成员所得越小; 但是, 如果行动发起失败, 所有参与者均会蒙受损失, 越早参加的成员损失越大。他们的实验同样涉及对完美信息环境与不完美信息环境之间的比较, 实验结果表明, 不同信息环境下参与集体行动的人数没有显著差异。然而, 在他们的工作中, 两种信息环境里都存在收益的不确定性, 因此, 个体的风险偏好而非社会偏好是该类集体行动决策的主要驱动因素。

本文的主要贡献体现在以下三个方面: 首先, 提出新的研究问题。首次从信息环境角度切入, 探讨动态设定下个体奉献行为的普遍性与及时性两大特征。研究结果表明, 不同的决策目标应设计不同的信息环境: 当旨在最大化公共品活动发起率时应选择建立不完美信息环境, 当旨在最小化公共品活动发起时间时应选择建立完美信息环境。第二, 建立新的分析框架。本文创新性地提出奉献时机博弈, 通过构建一般化理论模型和统一化实验框架, 并综合考虑信息环境、团队匹配方式与动静态情境设计的影响, 从理论和实验两个维度丰富了已有研究的结论, 拓展和完善了序贯公共品博弈和志愿者困境等相关文献。第三, 创造新的政策工具。分析具有时效性的公共品供给困境对于当下寻求合作之道、推动共同富裕等现实问题具有重要的经验价值。在实践层面, 本文帮助我们更好地理解奉献行为产生的外部条件和内在动因, 为解决此类社会困境提供了新的思路: 政策制定者可以根据不同的社会目标, 合理运用公共规制中的信息工具, 来促成个体的利他决策。

本文的其余部分安排如下: 第二部分建立奉献时机博弈的理论模型; 第三部分介绍实验设计与执行, 并根据理论模型提出相应的假说; 第四部分对小组层面和个体层面的实验结果进行分析; 第五部分为全文总结。

二、理论模型

考虑一个由 $n + 1$ 名成员组成的社会 ($n \geq 1$)。每位成员具有相同的社会偏好, 其中参数 α 代表个体的自利程度 (赋予自身收益的权重), $1 - \alpha$ 代表个体的利他程度 (赋予社会总收益的权重)。对于一个代表性的成员 i , 其对社会收益分配为 $\vec{Y} = (Y_1, Y_2, \dots, Y_{n+1})$ 的情况下获得的效用表示为 $\alpha Y_i + (1 - \alpha) \sum_j Y_j$, $\alpha \in [0, 1]$ (Kato & Tomaru, 2007)。

在 $[0, c]$ 时间段之间有一场待发起的公共品活动 ($c > 0$)。每位成员需要独立决定自己加入活动的时点 T_i , $T_i \in [0, +\infty]$, 若 $T_i \geq c$ 则视为不加入活动 (不加入活动的收益为 0)。在第 $T \in [0, c)$ 时点加

入活动所能获得的收益是关于等待时间的线性递减函数 $Y(T) = c - T$ 。如果所有成员均选择在第 c 时点及之后加入，则活动无法被发起，所有成员收益均为 0；如果存在某些成员的加入时点早于 c ，则活动被成功发起，活动参与者均可以获得相应的收益 $c - T_i$ ，此外，第一个加入活动的成员（即 $\underline{T} = \min \{T_1, T_2, \dots, T_{n+1}\}$ ）为活动发起者，活动发起者需要付出成本 c ，于是，活动发起者在活动中的净收益为 $-\underline{T}$ 。

上述博弈模型属于完全信息动态博弈，其均衡概念为子博弈完美纳什均衡，简称均衡。以下本文分两种信息环境分别对均衡进行分析和刻画。

（一）完美信息动态博弈

在所有成员的行为可以被连续观察到的情况下，每位成员需要根据自己的社会偏好及博弈规则独立地决定在每一个时点上，给定自己此前尚未加入活动，在这一时点是否选择加入活动。在活动尚未被发起的情况下，成员的策略可以等价地描述为各自决定一个 T_i ，这意味着，给定其他 n 个成员均没有在 T_i 之前加入活动，自己会等到第 T_i 时点加入活动（即发起活动）。而如果活动在 T_i 之前的第 T_k 时点被发起，则成员 i 的最优策略即为在 $T_k + \varepsilon$ （ $\varepsilon \approx 0$ ）时点加入活动。在一个对称均衡中，所有成员采用相同的策略，成员 i 的效用函数表示如下：

$$U(T_i) = \begin{cases} -\alpha T_i + (1 - \alpha)[-T_i + n(c - T_i)], & i \text{ 为活动发起者} \\ \alpha(c - T_k) + (1 - \alpha)[-T_k + n(c - T_k)], & k(k \neq i) \text{ 为活动发起者} \\ 0, & \text{活动未发起} \end{cases}$$

于是，在完美信息动态博弈中，博弈可以分为发起—参与两个阶段。由于给定活动发生，参与者的占优策略总是选择立即加入活动，活动发起者的加入时间不仅决定了自己的收益，也相应决定了社会内部其他参与者的收益。因此，只需研究活动发起者的策略便可以得到博弈结果。

不难发现，对于 $\forall \alpha \in (0,1)$ ，每位成员选择在 $t = 0$ 发起活动所对应的效用要高于活动无法被发起时的效用，但是，等待其他人发起活动总是要优于由自己发起活动的情况。此时，博弈不存在对称纯策略均衡。当 $\alpha = 0$ 时，成员仅关注社会总福利，其占优策略是在 $t = 0$ 加入活动，即总是志愿成为活动发起者；相反，当 $\alpha = 1$ 时，他们仅关注自身收益，这类完全自利的人群不会选择担任活动发起者而取得非正的收益，于是，所有成员均不加入活动是唯一的均衡。

考虑对称的混合策略均衡，令函数 $F(t): [0, +\infty) \rightarrow [0,1]$ 表示每位成员的策略， $F(t)$ 代表在第 t 时点之前加入活动的概率（给定活动尚未被发起），并且有 $F(0) = 0$ ， $f(t) \equiv F'(t)$ 。定理 1 给出了完美信息动态博弈中的对称混合策略均衡。

定理 1: 在完美信息动态博弈中，存在一个对称混合策略均衡，成员的策略函数由下式给出

$$F(t) = \begin{cases} 1 - \exp\left\{-\frac{1+n-n\alpha}{n\alpha}t\right\}, & \text{if } t \leq \bar{t} \equiv \frac{(1-\alpha)nc}{1+n-n\alpha}, \quad \forall \alpha \in (0,1) \\ 1 - \exp\left\{-\frac{1-\alpha}{\alpha}t\right\}, & \text{if } t > \bar{t} \equiv \frac{(1-\alpha)nc}{1+n-n\alpha} \end{cases}$$

性质 1a: 给定 $\forall t < \bar{t}$ ，个体自利程度越强（ $\alpha' > \alpha$ ），则在第 t 时点之前加入活动的概率越低（ $F(t; \alpha') < F(t; \alpha)$ ），加入活动的观望时间越短（ $\bar{t}' < \bar{t}$ ），最终加入活动的概率越低。

性质 1b: 给定 $\forall t < \bar{t}$ ，社会规模越大（ $n' > n$ ），则在第 t 时点之前加入活动的概率越低（ $F(t; n') < F(t; n)$ ），加入活动的观望时间越长（ $\bar{t}' > \bar{t}$ ），最终加入活动的概率不变。

性质 1c: 给定 $\forall t < \bar{t}$ ，活动发起成本越高（ $c' > c$ ），则在第 t 时点之前加入活动的概率越低（ $F(t; c') < F(t; c)$ ），加入活动的观望时间越长（ $\bar{t}' > \bar{t}$ ），最终加入活动的概率不变。

（二）不完美信息动态博弈/静态博弈

在不完美信息动态博弈中，所有人的行为无法被连续观察到，活动是否被发起以及何时被发起的信息也不会公开，因此，该博弈实质上等同于静态博弈。每位成员需要独立、同时地选择 T ，以表明其是否想要加入活动及加入的时间。对于成员 i 来说，如果 $T_i < c$ 且最终存在其他成员的 T 早于 T_i ，则成员 i 可以从成功发起的活动中获取收益 $c - T_i$ ；如果其他成员的 T 均大于 T_i ，则成员 i 作为活动发起者需要额外承担相应的成本 c 。在另一种情况下，如果所有成员选择的 T 都大于等于 c ，则活动未发生。

与完美信息动态博弈所不同的是，活动发起者将无法影响其他参与者的收益，因为参与者对已经发起的活动毫不知情，从而无法及时更新自己的策略。由于

$$\alpha Y_i + (1 - \alpha) \sum_j Y_j = \alpha(B_i - C_i) + (1 - \alpha) \sum_j (B_j - C_j) = B_i - \alpha C_i + (1 - \alpha)(\sum_{j \neq i} B_j - \sum_j C_j),$$

其中， $B_i \equiv c - T_i$ ， $C_i \equiv \begin{cases} c, & \text{if } i \text{ 为活动发起者} \\ 0, & \text{if } i \text{ 非活动发起者} \end{cases}$ 。此时，无论成员的社会偏好如何，给定活动发生，其他成员的收益 $\sum_{j \neq i} B_j$ 和整个社会需要支付的成本 $\sum_j C_j \equiv c$ 将独立于自己的决定。于是，想要最大化自己的效用便等价于最大化“自利”的这部分收益 $B_i - \alpha C_i$ 。

博弈的对称均衡由每位成员选择加入活动的（无条件）时间 T 所刻画。同样地，当 $\alpha \in (0,1)$ 时，博弈仅存在唯一的一个对称混合策略均衡，令函数 $H(t): [0, +\infty] \rightarrow [0,1]$ 表示每位成员的策略， $H(t)$ 代表在第 t 时点之前加入活动的概率， $H(0) = 0$ ， $h(t) \equiv H'(t)$ 。定理2给出了不完美信息动态博弈中的对称混合策略均衡。

定理2：在不完美信息动态博弈中，存在一个对称混合策略均衡，成员的策略函数由下式给出

$$H(t) = 1 - \left(1 - \frac{t}{\alpha c}\right)^{1/n}, t \in [0, \alpha c], \forall \alpha \in (0,1)$$

性质 2a: 给定 $\forall t < \alpha c$ ，个体自利程度越强（ $\alpha' > \alpha$ ），则在第 t 时点之前加入活动的概率越低（ $H(t; \alpha') < H(t; \alpha)$ ），加入活动的观望时间越长（ $\alpha'c > \alpha c$ ），最终加入活动的概率不变。

性质 2b: 给定 $\forall t < \alpha c$ ，社会规模越大（ $n' > n$ ），则在第 t 时点之前加入活动的概率越高（ $H(t; n') > H(t; n)$ ），加入活动的观望时间不变，最终加入活动的概率不变。

性质 2c: 给定 $\forall t < \alpha c$ ，活动发起成本越高（ $c' > c$ ），则在第 t 时点之前加入活动的概率越低（ $H(t; c') < H(t; c)$ ），加入活动的观望时间越长（ $\alpha c' > \alpha c$ ），最终加入活动的概率不变。

（三）信息环境的影响

至此，本文对完美信息动态博弈和不完美信息动态博弈的最优策略做出了刻画。给定 $\alpha \in (0,1)$ ，表1整理了这两种信息环境下公共品活动的不同特征。²通过数值模拟发现，

$-\frac{n}{n+1} \exp\left\{-\frac{(1-\alpha)(n+1)}{\alpha}\right\} + \frac{n\alpha}{(1+n-\alpha)(n+1)} < \frac{(n+1)\alpha}{n} B\left(2, \frac{1}{n} + 1\right) < \frac{\alpha}{n} B\left(2, \frac{1}{n}\right)$ 的大小关系对于一般的 n 值（ $n \geq 1$ ）总成立，即 $E_c(\underline{T}) < E_{inc}(\underline{T})$ ， $E_c(T) < E_{inc}(T)$ ， $\forall c > 0$ 。综上所述，本文得到以下三个命题。

命题1：完美信息动态博弈下公共品活动的发起率小于不完美信息动态博弈。

命题2：完美信息动态博弈下公共品活动的期望发起时间早于不完美信息动态博弈。

命题3：完美信息动态博弈下成员加入公共品活动的期望时间也早于不完美信息动态博弈。

其中，命题1和命题2分别在信息环境如何提升公共品活动的普遍性与及时性两个维度给出了重要的理论预测和政策建议：以推进公共品活动普遍性为目标的政策应防止信息扩散，而以提升公共品活动及时性为目标的政策则应营造公开透明的信息环境。命题3从社会福利的角度表明完美信

²在完美信息动态博弈中，由于活动参与者与活动发起者的加入时间非常接近，所有成员加入公共品活动的平均时间可以近似为活动发起的时间。

息环境更有利于公共品活动的价值实现。

表 1 不同信息环境下的公共品活动特征

	完美信息动态博弈	不完美信息动态博弈
活动发起时间的概率分布函数	$G_c(t) = 1 - \exp\left\{-\frac{(1+n-n\alpha)(n+1)}{n\alpha}t\right\}, t \leq \bar{t}$	$G_{inc}(t) = 1 - \left(1 - \frac{t}{\alpha c}\right)^{\frac{n+1}{n}}, t \leq \alpha c$
活动被发起的概率	$P_c = 1 - \exp\left\{-\frac{(1-\alpha)(n+1)}{\alpha}\right\}$	$P_{inc} = 1$
活动期望发起时间	$E_c(\underline{T}) = -\frac{nc}{n+1} \exp\left\{-\frac{(1-\alpha)(n+1)}{n\alpha}\right\} + \frac{(1+n-n\alpha)(n+1)}{(1+n-n\alpha)(n+1)}$	$E_{inc}(\underline{T}) = \frac{(n+1)\alpha c}{n} B\left(2, \frac{1}{n} + 1\right)$
个体期望加入时间	$E_c(T) = -\frac{nc}{n+1} \exp\left\{-\frac{(1-\alpha)(n+1)}{n\alpha}\right\} + \frac{(1+n-n\alpha)(n+1)}{(1+n-n\alpha)(n+1)}$	$E_{inc}(T) = \frac{\alpha c}{n} B\left(2, \frac{1}{n}\right)$

注：表中的 $B(\cdot)$ 为Beta函数。

三、实验设计与执行

(一) 实验设计

1. 实验局 1（基准实验局）

为了避免框架效应（framing effect），本文将公共品活动抽象地描述为某个活动 A。被试以 4 人为一组进行多轮博弈互动，每轮游戏中小组成员固定不变。每个小组里有一场待发起的活动 A，被试需要在规定的 30 秒时间内做出是否加入该活动以及何时加入活动的决策。所有的实验操作通过电脑完成，在电脑屏幕上，每轮游戏开始时将显示一个时限为 30 秒的倒计时器，如果被试希望在某一秒加入活动 A，则需要在该时点击屏幕上的“加入”按钮，如果在倒计时归零前始终没有点击“加入”按钮，则被视为未加入活动。

加入活动可以获得活动收益，活动收益 Y 随着加入时间 T 的推迟而递减，两者之间具有线性关系： $Y(T) = 30 - T$ 。未加入活动的被试收益为 0。第一个加入活动 A 的人为活动发起者，活动发起者需要承担活动 A 的发起成本 30 实验币，活动发起成本与活动发起时间无关。³ 如果待倒计时归零时组内没有成员加入活动 A，则活动未被发起，没有人获得活动收益，也没有人需要承担活动发起成本。

小组成员之间的决策信息是公开透明的，如果被试在某一秒按下了“加入”按钮加入到活动中去，则组内 4 人的界面上均可以看到这一信息。于是，在任何时间内，被试都可以准确获知小组的活动发起情况，如果在某一时点之前界面上没有显示任何组员的加入信息，说明活动尚未发起，被试选择在这个时点加入活动便将扮演活动发起者的角色，需要支付相应的成本。如果在某一时点界面上出现了第一个加入活动的成员，说明活动被成功发起，在此之后加入的成员均可以享受正的收益，而不用担心承担成本。

2. 实验局 2

与基准实验局里的完美信息设定相对应，本文在实验局 2 中引入不完美信息，以考察信息环境对公共品活动提供结果的影响。具体而言，在实验局 2 的 30 秒游戏时间内，被试同样需要做出是否加入

³ 由于倒计时以 1 秒的精度递减，在实验过程中可能出现多人同时加入活动 A 的情形。如果多人同时在第一时间加入活动 A，系统会随机选取其中一人作为活动发起者，其他人均为活动参与者。

该活动以及何时加入活动的决策，但是，这一决策不会被除自己之外的组员观察到，其他组员的电脑界面均不会对该被试加入活动这一事件做出提示。从而，在任何时间内，被试都无法获知活动A是否已经被发起的信息，也不知道其他组员分别在哪几秒加入了活动。选择越早加入活动，则面临的承担活动发起成本的风险就越大，但能从成功发起的活动中获取的收益也越高。

3. 实验局 3 和实验局 4

最后，本文增设了另两个实验局，以分别作为实验局 1 和实验局 2 的稳健性检验。其中，实验局 3 与实验局 1 的不同之处仅在于前者采用随机匹配的分组方式，即在每轮游戏开始之前，被试所在小组的成员会随机发生变化，其他设定均与实验局 1 保持一致，以此来检验团队匹配方式在完美信息环境下的潜在影响。此外，实验局 2 的不完美信息动态博弈实质上等同于静态博弈，即在一个静态的界面上，由被试直接输入志愿加入活动的时间，在事后确定活动发起人和各自的收益。为了检验个体是否会在不完美信息环境下受到倒计时这一动态情境的影响而产生心理和行为上的差异，本文在实验局 4 中要求所有被试同时从 0~30 之间选择输入一个整数，来表示其想要加入活动 A 的时点，输入 30 则表示不加入活动 A。

在所有实验局的决策界面，本文设置了一个历史记录框，为被试显示之前每一轮游戏中组内成员的加入时间及对应收益。⁴ 通过历史框，被试可以很容易地判断活动发起者的 ID 号码，活动发起者的收益一定不会超过初始禀赋 30 实验币，而活动参与者的收益一定大于 30 实验币。与此同时，在每轮游戏结束后，被试会进入到收益确认阶段，此阶段的屏幕上方会再次显示这些历史信息，并更新本轮游戏里组内成员的加入时间和收益情况。

（二）研究假说

对应第二部分的理论模型，本文的实验参数设置为 $n = 3, c = 30$ 。由模型定理可知，完美信息动态博弈中的活动平均发起概率要小于不完美信息动态博弈，但活动平均发起时间和个体平均加入时间均要早于不完美信息动态博弈。另外，已有不少国内外的实验研究发现固定匹配相比于随机匹配更有利于小组合作（Fehr & Gächter, 2000; Mengel & Peeters, 2011; Grund *et al.*, 2015）。在本文的实验设计中，小组成员在理想情况下可以通过轮流坐庄的方式担任活动发起者并在第 0 秒发起活动，从而实现帕累托最优和公平分配，而这一奉献与合作模式更有可能在固定组员的情况下建立。基于此，本文提出了以下四个待检验的假说。

假说 1：活动 A 被成功发起的概率在四个实验局中的排序为：实验局 3 ≤ 实验局 1 < 实验局 2 = 实验局 4。

假说 2：对于成功被发起的活动 A 来说，其平均发起时间在四个实验局中的排序为：实验局 1 ≤ 实验局 3 < 实验局 2 = 实验局 4。

假说 3：对于选择加入活动 A 的个体来说，其平均加入时间在四个实验局中的排序为：实验局 1 ≤ 实验局 3 < 实验局 2 = 实验局 4。

假说 4：对于成功被发起的活动 A 来说，参与者与发起者之间加入活动的平均时间间隔在四个实验局中的排序为：实验局 1 = 实验局 3 < 实验局 2 = 实验局 4。

（三）实验流程

本实验使用瑞士苏黎世大学开发的 z-Tree 软件（Fischbacher, 2007）编程并执行，所有实验于 2020 年 9 月 1 日—9 月 4 日期间在线上开展。实验被试由清华大学的 112 名在读本科生和研究生组成，通过网络在校内以自愿报名方式公开招募，其中男性 45 名，女性 75 名，平均年龄为 21 岁。由

⁴ 在实验局 3 里，该历史记录框显示的是在这一轮匹配到同一组的成员各自在上一轮里的活动加入时间及收益。

于在线上开展实验对被试的网络环境要求较高，为了尽量降低不可控性，实验局 1—3 分别各组织了 2 场实验，实验局 4 组织了 1 场实验，每场被试人数均为 16 人。⁵

在每场实验开始之前，被试会被分配一个实验编号，并以自己的实验编号命名加入事前创建的腾讯会议中，由实验组织者统一发放电子版的实验说明，指导被试阅读。所有被试之间禁止有任何形式的交流，如果在实验过程中遇到问题，可通过私下联系实验组织者得到解答。为了减轻末局效应（end-game effect），被试会被告知这一游戏将独立重复进行 12~20 轮，但是并不知道确切的持续期数。实际结束期数由系统随机决定。为了保证每位被试的实验收入严格为正，在每轮游戏开始时，被试都会收到 30 实验币的初始收入，其在上一轮游戏中所做的决定不会对新一轮游戏产生影响。被试的实验收入为所有轮游戏收益之和，实验币与人民币的换算比例为 50:1。在确保所有人理解了实验规则与收益计算之后，实验组织者宣布实验开始，被试的报酬信息在他们完成实验任务之后显示在各自的电脑屏幕上，由实验助理为其线上支付。最终，每场实验的持续时间约 20 分钟，被试的平均最终报酬为 20.53 元（包括 5 元出场费）。表 2 列出了具体信息。

表 2 实验参数

名称	实验局性质	匹配方式	每轮 时限	被试 数目	各场实际结 束轮数	各场男女比
实验局1	完美信息动态博弈	固定	30s	32	20, 20	6:10, 6:10
实验局2	不完美信息动态博弈	固定	30s	32	20, 14	5:11, 5:11
实验局3	完美信息动态博弈	随机	30s	32	20, 16	7:9, 5:11
实验局4	静态博弈	固定	-	16	20	9:7

四、实验结果与分析

由于不同场次的实验所执行的博弈轮数不尽相同（如表2所示最少14轮，最多20轮），本文统一截取前12轮的数据进行分析。本文将首先给出总体的实验结果，并使用Wilcoxon秩和检验（双边检验）来判断研究变量在不同实验局之间是否存在显著差异，相应的p值记为 p_w 。其次，本文将关注实验结果在轮博弈中的动态变化，最后，对个体选择担任活动发起者以及活动加入时间决策的动机和影响因素进行深入分析。

（一）基本结果

结果1：在完美信息环境下，公共品活动发起的概率和个体加入活动的概率均低于不完美信息环境下的概率，但发起的时间和个体加入活动的时间均早于不完美信息环境下的时间。总体而言，完美信息环境下的社会福利显著更高。团队匹配方式和动静态的情境设计对个体决策和小组结果没有产生显著的影响。

表 3 分别给出了四个实验局里各主要变量的统计结果。首先，与大多数公共品博弈实验研究所得到的结论相一致，公共品的自愿供给显著存在，就活动发起概率而言，所有实验局中活动被发起的概率达到 80% 以上，这也从侧面印证了社会偏好的广泛存在性。有信息公开的实验局 1 与没有信息公开的实验局 2 之间表现出显著的不同：在前者中，有 19% 的可能性会出现组内没有一人选择加入活动的情况；而在信息不可被观测的情况下，活动 A 始终被成功发起（ $p_w < 0.01$ ）。给定活动 A 发生，实验局 1 的活动平均发起时间要显著早于实验局 2（ $p_w < 0.01$ ）。上述发现与理论部分得到的命题 1 和命题 2 完全相符：完美信息动态博弈下公共品活动的发起率更小，但期望发起时间更早。总体来看，由于完美信息环境下的参与者可以从成功发起的活动中获得较高的收益，对应的平均小组总收

⁵ 在后续的一系列研究中，作者也于清华大学经济科学与政策实验室开展了多场线下实验，共招募 300 余名被试，从小组人数、活动发起成本、活动持续时长等多个维度对本研究进行拓展，不同信息环境之间的对比结果始终是稳健的。

益（包括 30 实验币的初始收益）要比不完美信息环境下高出 10%左右 ($p_w < 0.01$)。

被试在实验局2中加入活动的概率同样要显著高于实验局1 ($p_w < 0.01$)，并且，对于最终加入活动A的参与者来说，他们选择加入活动的时点达到了实验局1的两倍之久，这也对应着命题3给出的预测，即完美信息动态博弈下成员加入公共品活动的期望时间要早于不完美信息动态博弈。

在完美信息博弈中，由于被试可以连续观察到其他组员加入活动的情况，一旦活动被发起，立即选择加入活动便可以获得正收益，推迟加入的时间或者不加入都是降低自己收益的非理性行为。由此，在实验局1里，每个个体加入活动的概率与活动发起概率非常接近，个体平均加入活动的时间与活动平均发起时间的间隔也仅在1秒之内。然而，一旦信息是不可观测的，这便可能导致在事后活动被发起，但是事前有被试选择不加入活动的情况。显然，在实验局2里，个体加入活动的概率要略低于活动发起的概率，事实上，有大约5%的活动A被发起后存在组员没有全部加入的现象，造成了效率上的无谓损失。

表3 各变量的描述性统计

变量	实验局1	实验局2	实验局3	实验局4
活动发起概率	0.81 (0.39)	1.00 (0.00)	0.84 (0.36)	1.00 (0.00)
活动平均发起时间	5.01 (6.93)	7.36 (5.90)	4.53 (6.99)	7.10 (8.52)
平均小组总收益	171.04 (35.71)	156.84 (20.71)	175.43 (35.47)	155.79 (33.20)
个体加入活动的概率	0.78 (0.41)	0.95 (0.21)	0.81 (0.39)	0.96 (0.19)
个体平均加入活动的时间	5.95 (6.46)	12.47 (6.73)	5.00 (5.56)	12.93 (9.97)
个体间总收益基尼系数	0.09	0.08	0.07	0.09

在匹配方式影响方面。无论就活动发起率还是活动平均发起时间而言，实验局1与实验局3之间未表现出显著差异 ($p_w = 0.57/0.62$)，随机匹配机制下的小组总收益甚至要略高于固定匹配 ($p_w = 0.33$)。这表明假说1—3中关于实验局1和实验局3比较的弱关系在实验结果中并未体现为显著的强关系，而是呈现比较一致的无显著差异关系。如果根据被试在12轮里的总收益计算基尼系数，四个实验局内部的收入分配结果都趋向于均等，随机匹配机制下的基尼系数相对最低，表明固定匹配机制在公平性方面也不具有优势。在下文里，本文将围绕这一发现作详尽探讨。

为了检验不完美信息博弈在动态和静态的情境下是否会产生不一样的行为结果，本文进而将实验局2与实验局4进行对比。根据表3，两者的活动发起率均为100%，实验局2的活动平均发起时间仅在10%的显著性水平上晚于实验局4 ($p_w = 0.08$)，两个实验局的平均小组总收益也仅相差1个实验币 ($p_w = 0.71$)。在个体层面，被试的决策在不同的情境下表现得相当稳健，选择加入活动的概率均在95%左右，加入活动的时间均在12.5秒左右。由此，可以认为个体几乎没有受到动静态设计的影响，即假说1—4中关于实验局2和实验局4的判断得到实验结果支持。⁶

(二) 公共品活动结果的动态变化

结果 2: 在完美信息环境下，个体在多轮博弈的中期选择加入公共品活动的概率较低，导致社会福利也较低。在不完美信息环境下，个体利用历史信息反复调整加入活动的时间，向着小组平均水平靠拢。

接下来，本文关注小组结果和个体决策在12轮里的变化情况。本文进一步将实验划分为三个阶段

⁶ 各个变量在同一实验局内的不同场次之间无较大差异。无论选取哪一个场次，实验局1和3的活动发起概率（或个体加入活动的概率）均小于实验局2和4，而活动发起时间（或个体平均加入活动的时间）均早于实验局2和4。本文也分别选取了每个实验局里游戏持续轮数达到20轮的实验场次，对研究变量在20轮里的大小差异进行组间比较，结果仍然是一致的（活动发起概率在四个实验局里依次为：0.79，1，0.8，1；活动平均发起时间在四个实验局里依次为4.63，6.65，2.66，5.73）。

段：第1—4轮为第一阶段，第5—8轮为第二阶段，第9—12轮为第三阶段。根据图1 (a)，实验局1和实验局3中的活动发起概率在50%~100%之间来回波动，并且在实验进行的第二阶段处于一个较低的水平，直至最后几轮里，8个小组中稳定有7组或全部小组都可以成功发起活动。与此同时，给定活动发生，被试在第二阶段的等待时间也相对更长（图1 (b)，三个阶段的活动平均发起时间：5.97s, 6.38s, 3.00s（实验局1）；5.23s, 6.50s, 2.31s（实验局3））。于是，小组福利呈现出先下降后上升的趋势，如图1 (c) 所示。通过观察实验局2和实验局4，本文发现其总体在第一阶段和第三阶段的活动发起时间均要显著晚于实验局1和实验局3 ($p_w=0.02/0.03$)。但是，与完美信息环境相反的是，活动发起时间则在中期有一段下降的过程，这表明随着被试经验的积累，加上不确定性的存在减弱了搭便车的激励，他们试图提早加入活动以期望获得更高的收益。因此，在实验的第二阶段，不同信息环境下的活动发起时间并没有表现出显著的差异 ($p_w=0.29$)。

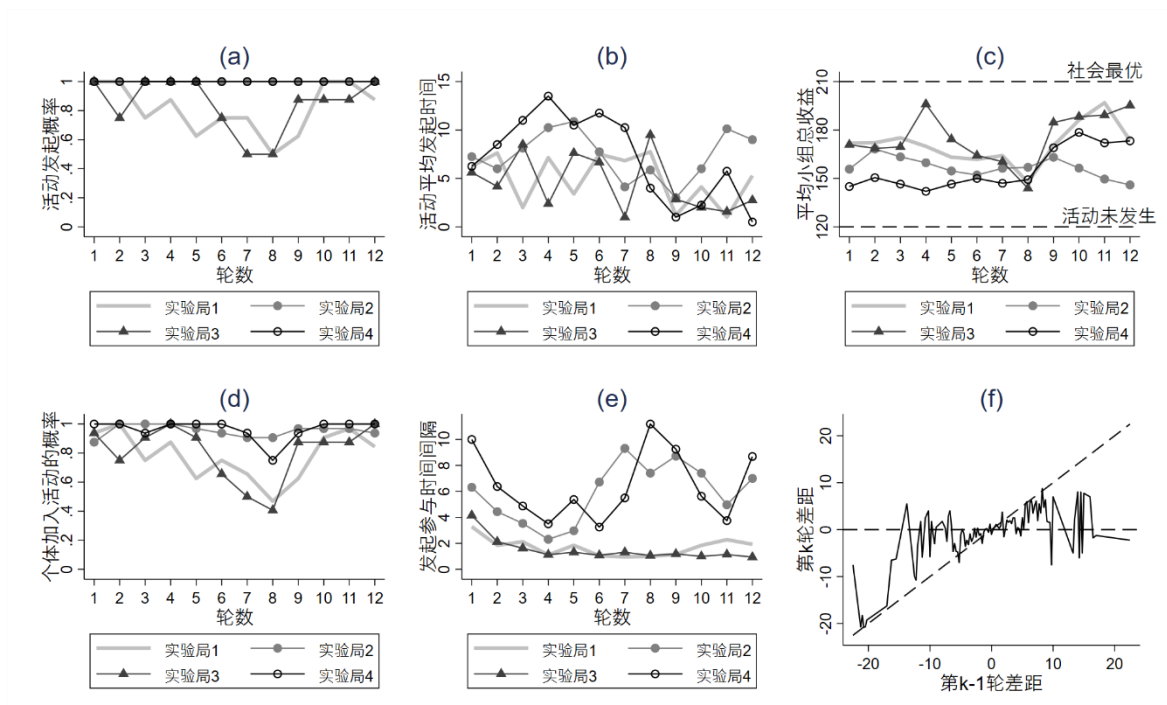


图1 小组结果和个体决策的动态变化

从图1 (d) 可以看出，无论在何种实验局中，个体在第5—8轮里加入活动的意愿都相对较低。这与文献中的一些发现也是一致的，个体起初的合作倾向比较高，但是合作行为很难在长期得以维持 (Bergstrom *et al.*, 2019)。图1 (e) 画出了每一轮中若活动被发起，组内其他成员加入活动的时间（未加入活动记为 30）与活动发起者加入活动的时间间隔。正如表 3 所表明的，在实验局 1 和实验局 3 中，活动发起后其他成员便非常迅速地加入了活动，而在其他两个实验局里，由于参与者无法正确判断活动发起的时间，其加入速度相对更为迟缓且波动较大，其中，一部分被试放弃加入活动导致曲线在中期达到高点。实验局 1 和实验局 3 之间、以及实验局 2 和实验局 4 之间的发起参与时间间隔均没有统计性差异 ($p_w=0.59/0.85$)，于是，本文不能拒绝假说 4 的论断。

针对没有信息公开的实验局 2 和实验局 4，本文进一步在图 1 (f) 中考察了个体在策略上的动态调整。其中纵轴表示的是在第 k 轮个体选择加入活动的时间（未加入活动记为 30）与其所在小组成员的平均加入时间之差 ($k=2, 3, \dots, 12$)，横轴表示的是在上一轮里两者之差。可以发现，当被试在某一轮里加入活动要先于平均水平时（第 $k-1$ 轮差距小于 0），他有很大的概率需要承担活动发起的成本，在下一轮里本文观察到他们倾向于推迟加入时间以缩小和平均水平的差距，即调整曲线位于 45° 对角线的上方。而当被试在某一轮里加入活动要晚于平均水平时（第 $k-1$ 轮差距大于 0），他能够从发

起的活动中获取的收益很少，在下一轮里他又倾向于提前加入，此时调整曲线位于 45° 对角线的下方。整体而言，调整曲线围绕着 0 均值线上下波动，显示出被试在学习的过程中不断试验并修正着自己的策略。

(三) 固定匹配与团队协作

结果3：固定匹配机制未能有效地推动团队协作，团队协作水平与小组福利水平之间呈现U型的非单调关系。

从上文的分析可知，团队固定匹配机制在公共品活动提供方面并非优于随机匹配机制。Otsubo & Rapoport (2008) 在重复多轮的志愿者时机博弈实验中同样发现，被试之间难以协同到轮流付出成本的非对称均衡。于是，本文着眼于采用固定匹配的实验局 1、实验局 2 和实验局 4，进一步考察各个小组内部的协调情况。

本文首先统计了每个被试 i 作为活动发起者的次数占其小组 G 在 12 轮里成功发起活动的总次数的比值 s_{iG} ，以比值的平方之和 $H_G = \sum_{j \in G} s_{jG}^2$ (赫芬达尔—赫希曼指数) 来反映该组内成员担任活动发起者的集中程度。在组内四人轮流担任活动发起者的情况下，集中程度最低 ($H_G = 0.25$)，这也说明小组的跨期协作程度最高；而当活动一直由同一个成员发起时，集中程度最高 ($H_G = 1$)，此时其他三名成员始终不付成本而坐享他人之利。图 2 分别给出了这三个实验局里各个小组的活动发起者的集中度、活动发起率以及小组成员在 12 轮中的总收益与最大总收益之比 (即小组标准化总收益)，其中，当所有成员在每一轮里均选择在第 0 秒加入活动方能达到帕累托最优，最大总收益等于 210 乘以 12 (包括 30 实验币的初始收益)。

不难看出，无论是在静态还是动态的情境下，鲜有小组可以完全实现跨期的交替协作。所有小组的活动发起者集中度均值为 0.41，这意味着，在通常情况下，12 轮游戏里将会有有一个成员担任 6 次活动发起者。此外，组内成员担任活动发起者的集中程度与公共品活动发起的概率以及小组最终总收益之间表现为非单调的关系。集中程度很高或者集中程度很低的小组的整体福利均要比集中程度处于 0.3~0.4 之间的小组更高，这是因为，在前一种情况下，团队结构是紧凑的，活动的发起或是由单个成员稳定完成或是由所有成员配合完成 (汪敏达等, 2017)；而集中程度处于 0.3~0.4 意味着团队结构相对松散，尤其在不完美信息环境下，担任活动发起者很可能不是这个成员的初衷，而是事后实现的结果。因此，从全局的角度来讲，活动发起者的集中程度很高未必是件坏事，同时，即便在活动发起者很分散的情况下，小组成员也很难在活动发起时间上有效地合作。

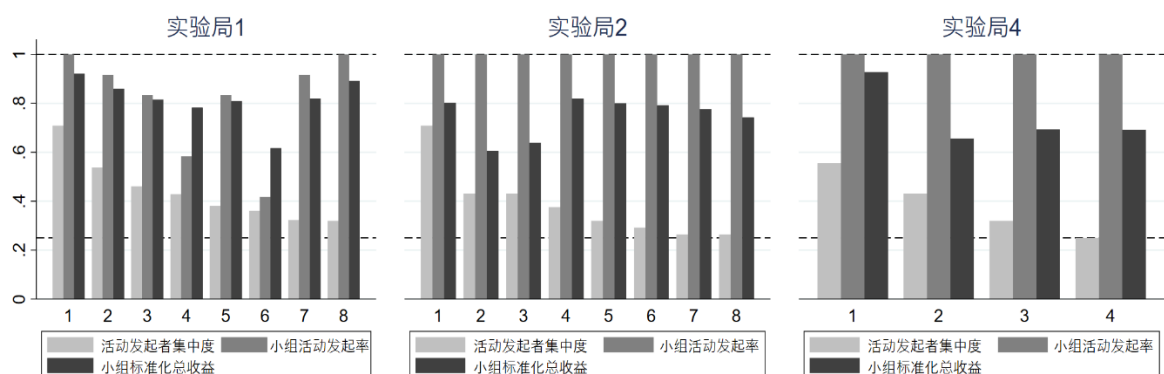


图 2 固定匹配下各小组的活动结果

本文的实验数据中之所以没有观察到其他一些研究里发现的团队协作现象，一方面是因为随着小组人数和策略空间的扩大，协作发生的策略复杂度会增大很多。Mermer *et al.* (2020) 通过在志愿者时机困境中引入预交流阶段，发现当小组只有 2 人组成时，被试之间可以很好地利用交流的机会

（将选择退出交流作为一种信号传递机制）实现非对称纯策略均衡。但是，当小组人数上升为4人时，交流在实验的后半阶段不再发挥实质性的作用。Lien *et al.* (2021a) 在2人组的奉献时机博弈中也发现了明显的协作行为。另一方面，在奉献时机博弈中的合作是非均衡的，而在诸如懦夫博弈（chicken game）和性别之争博弈（battle of sex）中观察到的协作往往是在不同纳什均衡之间的策略交替（Cason *et al.*, 2013; 汪敏达等, 2019; He & Wu, 2020; Li & Zheng, 2020）。Lien *et al.* (2021b) 同样采用固定匹配机制，在重复进行了300轮的石头剪刀布游戏中发现，组员交替协作的频率仅不到20%，这也与他们所研究的博弈不存在纯策略均衡有关。

本文考虑运用计量模型对选择发起活动这一决策的影响因素做进一步探讨。表 4 报告的是以被试在某一轮是否担任活动发起者为被解释变量的 Probit 回归结果。由于实验局 2 和实验局 4 本质上均属于静态博弈，并且在小组层面和个体层面的结果较为接近，本文在回归中没有对这两个实验局加以区分。在解释变量中，本文构造了两个虚拟变量 I（完美信息）和 I（固定匹配），其中 I（·）表示示性函数，即在完美信息实验局（1和3）中 I（完美信息）=1，不完美信息实验局（2和4）中 I（完美信息）=0；在固定匹配实验局（1、2和4）中 I（固定匹配）=1，随机匹配实验局（3）中 I（固定匹配）=0。

表 4 个体担任活动发起者的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
I（上一轮为活动发起者）	0.318*** (0.036)	0.379*** (0.114)		
上一轮收益	0.006*** (0.001)	0.010*** (0.003)		
过去为活动发起者的频率			0.418*** (0.042)	0.217 (0.142)
过去的平均收益			0.004*** (0.001)	-0.002 (0.004)
I（完美信息）	-0.055*** (0.012)	0.156 (0.116)	-0.050*** (0.012)	-0.093 (0.091)
I（固定匹配）	-0.004 (0.013)	0.057 (0.132)	-0.007 (0.015)	-0.331* (0.180)
I（完美信息）× I（上一轮为活动发起者）		-0.107 (0.093)		
I（固定匹配）× I（上一轮为活动发起者）		0.011 (0.099)		
I（完美信息）× 上一轮收益		-0.004* (0.002)		
I（固定匹配）× 上一轮收益		-0.002 (0.003)		
I（完美信息）× 过去为活动发起者的频率				0.110 (0.101)
I（固定匹配）× 过去为活动发起者的频率				0.178 (0.119)
I（完美信息）× 过去的平均收益				0.000 (0.002)
I（固定匹配）× 过去的平均收益				0.007* (0.004)
观测值	1,232	1,232	1,232	1,232
Pseudo R ²	0.061	0.063	0.063	0.065

注：被解释变量为被试在该轮是否担任活动发起者（1=是；0=否）。所有回归报告的是平均边际影响，括号中报告的标准误在小组层面集群。*、**、***分别表示在10%、5%、1%水平上的显著。

回归结果表明，平均而言，被试在担任活动发起者的意向上具有时间一致性，在上一轮里担任活动发起者的被试越有可能在本轮继续担任，这与上述发现的组内动态交替协作频率普遍偏低是一致的。此外，给定其他条件不变，在上一轮里收益更高的被试自愿在本轮发起活动的概率显著更高。比较不同的实验设定，本文发现在完美信息环境下，个体发起活动的倾向更低，此外，信息披露与收益的交互作用对担任活动发起人的决策也产生了一个负向作用。在表4的第（3）列和第（4）列中，本文用被试在该轮之前的所有轮次里担任活动发起者的频率（担任活动发起者的次数/过去经历的轮数）和在该轮之前的平均收益分别代替他们在上一轮是否担任活动发起者和在上一轮的收益，并纳入回归模型中，结果大部分是稳健的。加入交乘项后，系数显示过去的平均收益与这一轮担任活动发起者的概率之间的正相关关系在固定匹配的机制下更为显著。

（四）发起与追随时间的影响因素

结果4：活动发起时间和个体加入活动时间普遍晚于理论预测。有经验的活动发起者会更早地发起活动，但是，他们在完美信息环境和固定匹配机制下的等待时间相对更长。

在实验流程的最后部分，本文设计了一套问卷要求被试填写，其中包括一些基本的个人信息与决策（何韵文和郑捷，2021），也涵盖了心理学《亲社会倾向量表》中的若干题目来测度社会偏好（寇彧等，2007）。本文将被试在利他倾向维度的分数线性映射到[0,1]区间，得到理论模型中自利参数 α 的估计值。所有被试自利程度的均值为 0.31，并且在各个实验局之间的分布没有显著差异。⁷将 $\alpha = 0.31, n = 3, c = 30$ 代入理论模型，本文在图3中依次绘制出了完美信息环境（实验局1和实验局3）与不完美信息环境（实验局2和实验局4）下关于活动发起时间和个体加入时间的理论CDF和经验CDF函数。

在完美信息动态博弈中，活动A发起的时间和成员加入活动A的时间的累积分布函数均由 $G_c(t) = 1 - \exp\left\{-\frac{(1+n-n\alpha)(n+1)}{nca}t\right\}$ 给出。结果显示，理论CDF处于两条经验CDF的上方，这表明活动的实际发起时间和个体的实际加入时间要晚于理论预测。在一些迅速发起的活动中，参与者的跟随反应表现得略为迟缓，这在一定程度上会导致理论预测与实验数据相背离。另外，被试之间可能存在社会偏好异质性，即群体中的自利参数服从一定的概率分布，这一因素对结果的影响有待后续的理论补充。

在不完美信息动态博弈中，每位成员在第 t 秒之前加入活动A的概率为 $H(t) = 1 - (1 - t/(ac))^{1/n}$ ，活动在第 t 秒之前被发起的概率为 $G_{inc}(t) = 1 - [1 - H(t)]^{n+1} = 1 - (1 - t/(ac))^{(n+1)/n}$ 。与完美信息环境相似，在实验局2和实验局4中活动的实际发起时间与个体的实际加入时间均要显著晚于理论预测。从理论上而言，自利程度为 α 的成员一定会在 ac 时刻之前加入活动，但事实上，有超过60%的被试选择了在第10秒之后加入。

⁷ Kolmogorov-Smirnov 检验，实验局1 vs 实验局2/3/4: $p=0.96/0.16/0.25$ ；实验局2 vs 实验局3/4: $p=0.83/0.85$ ；实验局3 vs 实验局4: $p=0.85$ 。

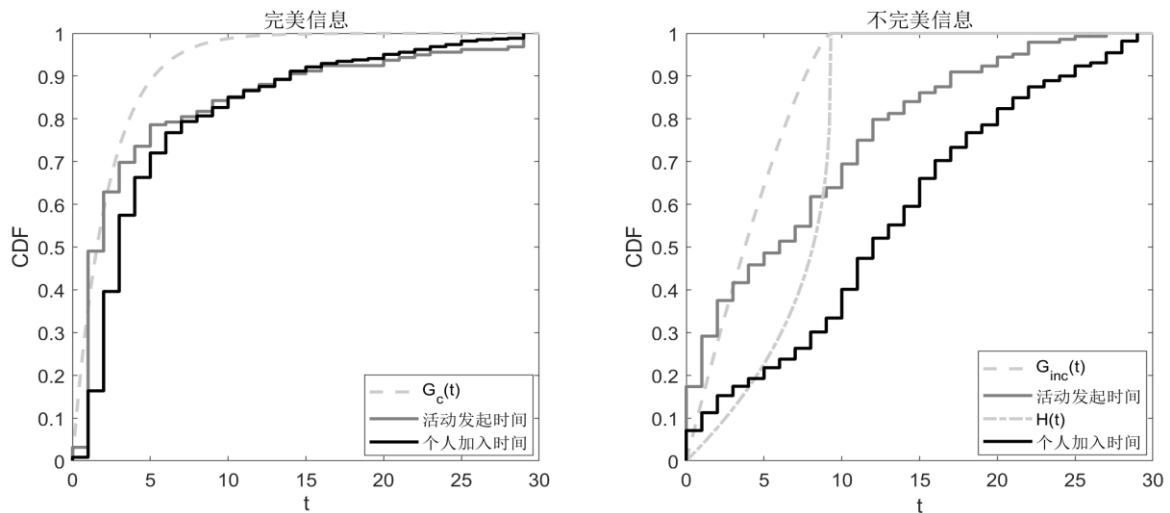


图3 实际概率分布与理论预测

最后，本文从计量的角度对个体的决策时间加以分析。表 5 报告了以个体加入活动的时间为被解释变量的 Tobit 回归结果。显然，活动发起者总是第一个加入活动 A 的人，因此他们平均加入活动的时间要显著早于其他参与者。与之前得到的基本结论一致，个体在完美信息环境中比在不完美信息环境中更快地加入活动，这不仅表现为在完美信息环境中，活动发起的时间相对更早，而且，活动发起者与活动参与者进入活动的时间更为接近。但是，个体的加入时间并没有受到匹配机制的显著影响。另一个符合直觉的发现是，在实验局 1 和实验局 3 里，个体加入活动的时间更多地取决于当期活动的发起时间，而受上一期活动发起时间的影响很小（见表 5 的第 (2) 列）。相比之下，在实验局 2 和实验局 4 里，个体在当期的决策显著依赖于小组的历史信息。

表 5 个体加入活动时间的回归结果

变量	全样本		活动发起者子样本	
	(1)	(2)	(3)	(4)
I (本轮为活动发起者)	-5.665*** (0.962)	-8.062*** (1.308)		
本轮活动发起时间	1.000*** (0.047)	0.424*** (0.087)		
I (上一轮为活动发起者)			-1.762* (1.006)	-8.275*** (2.833)
上一轮活动发起时间	0.058* (0.031)	0.408*** (0.092)	0.172* (0.097)	0.699*** (0.168)
I (完美信息)	-3.585*** (0.893)	-7.747*** (2.049)	-1.894 (1.217)	1.712 (1.801)
I (固定匹配)	0.290 (0.482)	0.063 (0.274)	0.176 (1.099)	-1.428 (1.920)
I (完美信息) × I (本轮为活动发起者)		5.808*** (1.234)		
I (固定匹配) × I (本轮为活动发起者)		-0.500 (0.536)		
I (完美信息) × 本轮活动发起时间		0.768*** (0.103)		
I (固定匹配) × 本轮活动发起时间		-0.047		

		(0.039)		
I (完美信息) × I (上一轮为活动发起者)				5.080** (2.182)
I (固定匹配) × I (上一轮为活动发起者)				4.844** (2.453)
I (完美信息) × 上一轮活动发起时间		-0.396*** (0.092)		-0.777*** (0.146)
I (固定匹配) × 上一轮活动发起时间		0.058 (0.038)		0.007 (0.137)
观测值	1,232	1,232	275	275
Pseudo R ²	0.222	0.265	0.011	0.043

注：被解释变量为被试在该轮加入活动的时间（未加入活动记为 30），解释变量中若小组活动未被发起，则本轮活动发起时间（或上一轮活动发起时间）记为 30。所有回归报告的是平均边际影响，括号中报告的标准误在小组层面集群。*、**、***分别表示在 10%、5%、1%水平上的显著。

如果仅关注担任活动发起者的人群，本文发现，当他们在上一轮里已经担任过活动发起者时，他们会显著地缩短在这一轮里的等待时间。但是，实时信息的提供和固定匹配机制会显著降低他们在这一轮里迅速发起活动的激励，即相较于实验局 2 和实验局 4，在上一轮与这一轮接连担任活动发起者的被试在实验局 1 和实验局 3 里选择等待的时间更长。此外，实验局 2 和实验局 4 里相邻两轮的活动发起时间具有显著的正相关性，而实验局 1 和实验局 3 里轮与轮之间的活动发起时间较为独立。

五、结论

随着中国近年来经济的快速增长，贫富差距扩大和公共品短缺的现象日益凸显。在互联网领域迅猛发展的态势下，公共品提供主体也逐渐由政府转向市场，如何引导和规范社会成员的价值取向和道德责任感、建立现代社会合作体系来避免效率与福利的损失，是当下迫切需要解决的问题。

本文创新性地提出了一类奉献时机博弈对公共品供给困境的动态特征做出抽象和刻画，并从理论上求解了完美信息和不完美信息两种环境下的博弈均衡。理论表明，在一定的假设条件下，完美信息动态博弈中的活动发起时间和个体加入时间均要早于不完美信息动态博弈。本文设计了多个实验局来验证这一结论。结果显示，无论在完美信息环境下采用固定匹配或随机匹配，还是在不完美信息环境下采用动态情境或静态情境，理论预测均被实验数据所支持。此外，本文未能够发现固定匹配机制下的跨期协作行为。当组内协作水平很高（成员之间轮流分摊成本）或协作水平很低（完全由一人承担成本）时，社会福利均能达到一个较高的水平，但是在后一种情况下，效益严重损害了公平，通过控制利他成本、引入奖惩（葛言和秦裕林，2012；黄少安和张苏，2013）等机制将有助于提升社会效率和公平。

总体而言，经济中存在自愿的公共品供给行为，但是自我奉献的激励在长期往往难以维持。利用信息技术手段配合相关政策来驱动社会成员进行更多的公共品提供，承担更多的社会分配责任，不失为一种可行方式。本文发现，设计不完美信息环境可以引导更多的公共品供给数量，但另一方面也会牺牲公共品供给效率，这为现实生活中的政策制定与信息流管理提供了指导性建议：政策制定者有时从长远的角度更重视一项公共品活动的发起率和成员参与度，比如对第三次分配的组织动员、对反腐倡廉的文化宣传，那么适当保留个体决策过程的私密性可能更有利于实现这一目标。而对于一些突发的公共卫生事件，活动发起的及时性和时效性要优先于活动的普及性，在这种紧急情况下，政府、企业和各级社会组织应该努力消除信息的不透明，加强政策的协调与凝聚，积极促进

成员表达真实偏好并在公共品供给上达成一致的目标。本文的研究阐明了信息工具独特的功能价值和公共品供给的环境依赖性，为改善社会福利、提高社会合作水平贡献了理论与实践层面的思路和方案，具有重要的现实意义。

附录

(一) 定理 1 的证明

在完美信息动态博弈中，给定活动尚未发起，在第 t 时点加入活动（即发起活动）给成员 i 带来的收益为 $-at + (1 - \alpha)[-t + n(c - t)]$ ，显然，只有当 $-at + (1 - \alpha)[-t + n(c - t)] \geq 0$ 即 $t \leq \bar{t} \equiv (1 - \alpha)nc / (1 + n - n\alpha)$ 时，成员 i 才会愿意发起活动。当存在其他成员的加入时点早于 t 时，活动在 $x \equiv \min_{j \neq i} \{t_j\}$ 时点被发起，成员 i 与其他参与者均可以获知这一信息并立即加入活动，从而获得收益 $\alpha(c - x) + (1 - \alpha)[-x + n(c - x)]$ 。于是，成员 i 在第 t 时点加入活动的期望效用可表示为：

$$U(t) = [1 - F(t)]^n \{-at + (1 - \alpha)[-t + n(c - t)]\} \\ + \int_0^t nf(x)[1 - F(x)]^{n-1} \{\alpha(c - x) + (1 - \alpha)[-x + n(c - x)]\} dx$$

在混合策略均衡下，其在任意时点加入公共品活动是效用无差异的，即 $U(t)$ 在 $t \in [0, \bar{t}]$ 上处处相等。于是，由一阶条件可得

$$\frac{\partial U(t)}{\partial t} = ncaf(t)(1 - F(t))^{n-1} - (1 + n - n\alpha)(1 - F(t))^n = 0,$$

化简得到 $\frac{f(t)}{1 - F(t)} = \frac{1 + n - n\alpha}{nca}$ 。给定初始条件 $F(0) = 0$ ，可以得到唯一的解析解 $F(t) = 1 - \exp\{-\frac{1 + n - n\alpha}{nca}t\}$ ，即为所求的均衡策略。■

(二) 定理 2 的证明

在不完美信息动态博弈中，每位成员的目标函数可以简化为最大化自己的期望“自利”收益。假设所有成员均采用相同的策略函数 $H(\cdot)$ ，在第 t 时点加入活动给成员 i 带来的期望“自利”收益为：

$$U(t) = (c - t - \alpha c)(1 - H(t))^n + \int_0^t (c - t) nh(x)[1 - H(x)]^{n-1} dx = c - t - \alpha c(1 - H(t))^n$$

在混合策略均衡下，其在任意时点加入公共品活动是效用无差异的，即 $U(t) \equiv U(0) = c - \alpha c$ 。

于是，给定初始条件 $H(0) = 0$ ，可以得到唯一的解析解 $H(t) = 1 - \left(1 - \frac{t}{\alpha c}\right)^{1/n}$ ， $t \in [0, \alpha c]$ ，即为所求的均衡策略。■

参考文献

- [1] Arbak, E., and M. C. Villeval, “Voluntary Leadership: Motivation and Influence”, *Social Choice and Welfare*, 2013, 40 (3), 635–662.
- [2] Bergstrom, T., R. Garratt, and G. Leo, “Let Me, or Let George? Motives of Competing Altruists”, *Games and Economic Behavior*, 2019, 118, 269–283.
- [3] Bulow, J., and P. Klemperer, “The Generalized War of Attrition”, *American Economic Review*, 1999, 89 (1), 175–189.

- [4] Cason, T. N., S. H. P. Lau, and V. L. Mui, “Learning, Teaching, and Turn Taking in the Repeated Assignment Game”, *Economic Theory*, 2013, 54, 335–357.
- [5] 陈叶烽、周业安、宋紫峰, “人们关注的是分配动机还是分配结果?——最后通牒实验视角下两种公平观的考察”, 《经济研究》, 2011 年第 6 期, 第 31—44 页。
- [6] Diekmann, A., “Volunteer’s Dilemma”, *Journal of Conflict Resolution*, 1985, 29 (4), 605–610.
- [7] Diekmann, A., “Cooperation in an Asymmetric Volunteer’s Dilemma Game: Theory and Experimental Evidence”, *International Journal of Game Theory*, 1993, 22, 75–85.
- [8] Fehr, E., and K. M. Schmidt, “Theories of Fairness and Reciprocity-evidence and Economic Applications”, in M. Dewatripont, L. P. Hansen, S. Turnovsky, *Advances in Economic Theory, Eighth World Congress of the Econometric Society*, Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- [9] Fischbacher, U., “Z-Tree: Zurich Toolbox for Ready-Made Economic Experiments”, *Experimental Economics*, 2007, 10 (2), 171–178.
- [10] 葛言、秦裕林, “善行的边界: 社会与市场规范冲突中的公益选择——基于上海交通大学学生的研究”, 《中国社会科学》, 2012 年第 8 期, 第 72—88 页。
- [11] Grund, C., C. Harbring, and K. Thommers, “Public Good Provision in Blended Groups of Partners and Strangers”, *Economics Letters*, 2015, 134, 41–44.
- [12] Haigner, S. D., and F. Wakolbinger, “To Lead or not to Lead: Endogenous Sequencing in Public Goods Games”, *Economics Letters*, 2010, 108 (1), 93–95.
- [13] He, S., and J. Wu, “Compromise and Coordination: An Experimental Study”, *Games and Economic Behavior*, 2020, 119, 216–233.
- [14] He, Y., and J. Zheng, “Promoting Cooperation by Leading: Leader-Selection Mechanism Matters in Public Goods Games”, Working paper, 2021.
- [15] 何韵文、郑捷, “拍卖机制与竞价行为: 基于付费竞价式拍卖的理论与实验”, 《经济研究》, 2021 年第 11 期, 第 192—208 页。
- [16] Healy, A. J., and J. G. Pate, “Cost asymmetry and Incomplete Information in a Volunteer’s Dilemma Experiment”, *Social Choice Welfare*, 2018, 1–27.
- [17] Hörisch, H., and O. Kirchkamp, 2010, “Less Fighting than Expected: Experiments with Wars of Attrition and All-Pay Auctions”, *Public Choice*, 2018, 144, 347–367.
- [18] 黄少安、张苏, “人类的合作及其演进研究”, 《中国社会科学》, 2013 年第 7 期, 第 77—89 页。
- [19] Kato, K., and Y. Tomaru, “Mixed Oligopoly, Privatization, Subsidization and the Order of Firms’ Moves: Several Types of Objectives”, *Economics Letters*, 2007, 96, 287–292.
- [20] 寇戡、洪慧芳、谭晨、李磊, “青少年亲社会倾向量表的修订”, 《心理发展与教育》, 2007 年第 1 期, 第 112—117 页。
- [21] Levati, M. V., M. Sutter, and E. Van der Heijden, “Leading by Example in a Public Goods Experiment with Heterogeneity and Incomplete Information”, *Journal of Conflict Resolution*, 2007, 51 (5), 793–818.
- [22] Levine, D. K., and J. Zheng, “The Relationship between Economic Theory and Experiments”, *Handbook of Experimental Economic Methodology*, ed. Guillaume Frechette and Andrew Schotter, Oxford University Press, 2015, Ch.2, 43–57.
- [23] Li, S., and J. Zheng, 2020, “Payoff Asymmetry, Redistribution Option, and Coordination: Evidence from the Laboratory”, Working Paper.
- [24] Lien, J. W., Y. Xiao, and J. Zheng, “Coordination and Dedication: Evidence from a Laboratory Experiment”, Technical Report, 2021a.
- [25] Lien, J. W., B. Xu, and J. Zheng, “Competition and Coordination in Repeated Asymmetric Rock-Paper-Scissors Game: A

- Laboratory Experiment”, Technical Report, 2021b.
- [26] 罗俊、陈叶烽、何浩然, “捐赠信息公开对捐赠行为的‘筛选’与‘提拔’效应——来自慈善捐赠田野实验的证据”, 《经济学》(季刊), 2019年第18卷第4期, 第1209—1238页。
- [27] Mengel, F., and R. Peeters, “Strategic Behavior in Repeated Voluntary Contribution Experiments”, *Journal of Public Economics*, 2011, 95, 143–148.
- [28] Mermer, A. G., S. Onderstal, and J. Sonnemans, “Does Communication Help Early Adoption of Innovation?”, *Work in Progress*, 2020.
- [29] Otsubo, H., and A. Rapoport, “Dynamic Volunteer’s Dilemmas over a Finite Horizon: An Experimental Study”, *Journal of Conflict Resolution*, 2008, 52 (6) , 961–984.
- [30] Rivas, M. F., and M. Sutter, “The Benefits of Voluntary Leadership in Experimental Public Goods Games”, *Economics Letters*, 2011, 112 (2) , 176–178.
- [31] Shapira, H., and I. Eshel. “On the Volunteer’s Dilemma I: Continuous-Time Decision”, *Selection*, 2000, 1 (1-3) , 57–66.
- [32] 宋紫峰、周业安、何其新, “不平等厌恶和公共品自愿供给——基于实验经济学的初步研究”, 《管理世界》, 2011年第12期, 第32—39页。
- [33] 汪敏达、李建标、曲亮、乜标, “相安无事还是轮流坐庄: 双寡头动态默契合谋的实验研究”, 《世界经济》, 2019年第7期, 第171—192页。
- [34] 汪敏达、李建标、殷西乐, “参与顺序内生的集体行动: 一项实验研究”, 《经济学》(季刊), 2017年第16卷第3期, 第941—968页。
- [35] Weesie, J., “Asymmetry and Timing in the Volunteer’s Dilemma”, *Journal of Conflict Resolution*, 1993, 37 (3) , 569–590.
- [36] Weesie, J., “Incomplete Information and Timing in the Volunteer’s Dilemma: A Comparison of Four Models”, *Journal of Conflict Resolution*, 1994, 38 (3) , 557–585.
- [37] 许年行、李哲, “高管贫困经历与企业慈善捐赠”, 《经济研究》, 2016年第12期, 第133—146页。
- [38] 周志波, “公共物品供给‘志愿者困境’博弈的实验经济学研究”, 《中央财经大学学报》, 2019年第5期, 第74—88页。