



Munich Personal RePEc Archive

The Origins of the Non-excludability and Non-rivalry of public goods and the Frequency Domain Analysis on the Theory of Institutional Evolution

Yan, Lei

Xi'an University of Architecture and Technology

11 April 2019

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/102587/>
MPRA Paper No. 102587, posted 31 Aug 2020 04:46 UTC

公共品非排他性、非竞争性逻辑起源与 制度演生理论的频域分析

内容提要：文章从分析物品的使用行为出发，根据物品在使用者之间不同的使用方式与使用方向，提出了物品的四种不同使用情况，分析了物品在不同使用情况下的非排他性与非竞争性特性，认为非排他性和非竞争性既不是公共物品的客观属性，也不是公共决策、公共供给的结果，而是来自于物品在使用者之间一种特殊的使用情况，并在此基础上通过建立了一个“提供——排他”两阶段博弈模型分析了自然状态下当物品呈现出非排他特性时私有产权随相对价格、人口规模的演进与退化过程，最后以该模型为基础进一步导出了产权制度演生过程的三个基本频率分量，给出了各频率分量下产权制度自发演生的可能性条件。

关键词：非排他性；非竞争性；制度演生；频域分析

The Origins of the Non-excludability and Non-rivalry of public goods and the Frequency Domain Analysis on the Theory of Institutional Evolution

Abstract: Starting from analyzing the use of goods, this paper discussed the Non-excludability and Non-rivalry characteristics of the goods in four assumed occasions based on different using methods and directions among users. It holds that Non-excludability and Non-rivalry are neither the objective attribute of goods, nor the result of public decision-making and public supply, but come from a special use situation among users. On this basis, a two-stage “provision-exclusivity” game model was established to analyze the evolution and degradation of private property rights with relative prices and population size when goods exhibit non-exclusive feature in a natural state. Finally, the possibility conditions of spontaneous development of property right system under various frequency components are given.

Keyword: Non-excludability; Non-rivalry; institutional evolution; frequency domain analysis

引 言

萨缪尔森 1954 年发表的开创性论文《公共支出的纯理论》首次将非竞争性作为公共物品的本质特征。马斯格雷夫在萨缪尔森的基础上进一步指明了公共物品的这种非竞争性特

性以及由此造成的排他方面的困难，形成了以物品的排他性和竞争性为两个维度对物品进行划分的客观标准。在该标准下，物品被划分为纯私人物品、纯公共物品以及其中间态俱乐部物品和公共资源物品，成为了当今主流教科书所采用的理论（张琦，2015）。

以布坎南（1968）为代表的交易范式公共物品理论则直接定义凡是通过集体组织提供的物品或服务皆为公共物品。其在《公共物品的需求与供给》一书中给出了公共物品的定义：“人们观察到有些物品和服务是通过市场制度实现需求与供给的，而另一些物品与服务则通过政治制度实现需求与供给，前者被称为私人物品，后者则称为公共物品”。其虽然也承认公共物品的非排他性与非竞争性，但主要强调这种非排他性与非竞争性源于由集体或政府提供（张晋武，齐守印，2016）。

这两种公共物品的划分标准提供了研究公共物品理论的两个不同切入点，都有其值得借鉴之处，但也都有其不足。抽象归纳是规范性研究的基本方法，从科学抽象角度讲，萨缪尔森等人以非竞争性与非排他性定义公共物品概念的确有重要的理论价值，但其把非竞争性与非排他性作为物品的客观属性被一些学者所诟病。如 Margolis（1955）认为无处寻找如萨缪尔森所定义的公共物品。Enke（1955）认为，萨缪尔森的这一定义虽然非常精炼，但太脱离现实，很少有物品是由社会所有成员等量消费的。史蒂文斯（Stevens, 1993）进一步指出：“大概现实中没有哪种物品会满足纯公共物品的严格定义，甚至国防和制止犯罪亦不是谁都可以同等得到的”。迈尔斯（2001）也认为实践中难以找到完全同时满足非排他性和非竞争性两个条件的物品。

而布坎南提出的交易范式标准实际因循了一种“凡是公共组织提供的都是公共物品——凡是公共物品都要由公共组织提供”的循环论证逻辑。从理论上说，集体决策和公共提供只是一种物品提供方式，而为何采取集体决策和公共提供方式，其背后理应有包括物品自身性质在内的其他决定因素。如将这种“集体组织”主要理解为政府或政府组织的话，以公共提供作为公共物品的定义标准，显然会使公共物品概念失去为界定政府及其公共支出职能提供理论依据的规范意义（张晋武，齐守印，2016）。

可以看到，两种公共物品理论分别在解释力和规范力上各有缺陷，而这种缺陷和分歧的背后实质上是对物品非排他性和非竞争性来源认识上的不足，这种认识上的不足不仅造成了人们对公共物品认知的混乱，也造成了基于物品排他特性的产权以及产权制度起源问题认识上的不足。在原始产权模型中，尽管先贤们如德姆塞茨、安德森和黑尔、诺思等分别在相对价格的变化、排他费用、人口数量等层面对产权发生条件做出了重要的研究贡献（卢现祥，朱巧玲，2012），然而原始产权模型中这些变量因素间的相互关系并没有被反映出来，使得人们对产权发生条件缺少一个整体的把握。关于产权制度的起源问题，以肖特为代表的演化博弈学派采用了以时间为变化参量的重复博弈模型，在时域上较好地阐述了产权制度的自发演生机制（肖特，2001）。然而，这种时域分析方法却难以清晰的反映演化系统的内部结构，需要通过引入贴现因子等系统外部非结构性参量来解释制度的演化方向，而如此一来则又引起了一个外部参量如何取值和取值依据的新问题。因此，文章首先从分析物品的属性和使用行为出发，根据物品在使用者之间不同的使用方式与使用方向，提出了物品的四种不同使用情况，分析了物品在不同使用情况下的非排他性与非竞争性特性，然后通过建立了一个“提供——排他”两阶段博弈模型导出了自然状态下当物品呈现出非排他特性时的私人自愿提供和消费条件，最后在该模型的基础上进一步导出了产权制度演生的三个频率分量，给出了各频率分量下产权制度的发生条件。为人们对于公共物品概念的认识和产权发生机制的认识提供了一个新的视角。

一、物品属性与使用情况分类

属性是事物本身固有的特征、特性，是一事物和他事物发生联系时表现出来的性质。无论是物的自然属性还是人文属性，物的每一种属性都潜在地决定着物的某一种用途（卢之超，1993），比如燃料的可燃烧属性可以供人燃烧获取能量，艺术品的艺术性可供人欣赏等等。物的属性是多方面的，因而其用途也是多方面的。如一定量的汽油不仅具有可燃烧属性同时也具有可流动性因而可以作为液体使用。一件艺术品不仅具有艺术性同时还可能具有某种物理、化学属性可供人使用等等。而获取效用是人们使用物品的唯一目的，因此不同的用途也就代表着不同的效用获取方式。

然而在对物品的使用中，效用的实现有时产生于物品属性转化、改变的过程中，而有时产生于物品属性保持不变的过程中。比如一定量汽油，若使用其可燃烧属性时，必须通过燃烧过程使该物品的可燃烧属性变为不可燃烧属性才能释放一定的热量供人使用。而若作为液体使用其可流动属性时，使用中必须保持其可流动属性不变。一份美食，若使用其可食用属性时，只有在可食用属性通过消化、吸收转化为不可食用属性的过程中才能满足人体需要。而当使用食物外观属性进行观赏时，则需保持其外观属性不变。只要物品的属性保持不变物品就保持不变，物品的属性一旦改变，物品也就随之改变。基于此现象，文章提出了物品的变化性使用和静止性使用两种使用方式。

（一）物品的使用方式

1. 变化性使用

使物品的某属性在使用中发生转化、改变的使用，可称为对物品的变化性使用。如对于燃料、原材料、劳动、服务等物品的使用，通常情况下都属于变化性使用。燃料物品要发挥作用，必须通过燃烧，使其可燃属性变为不可燃属性方可释放一定的能量供人使用。一定量的原材料物品，必须使其作为原材料的属性转化为各种成品属性才能产生效用。一定量的劳动和服务，只有在其转化消耗变为劳动成果的过程中才能发挥其作用。在变化性使用中，效用产生于物品属性的转化过程中，若物品的属性不发生转化，效用就无法产生。变化性使用物品其属性具有可分割性，无论对其如何分割，每一部分的转化始终能对最终效用的产生做出一定的贡献。

2. 静止性使用

使物品的某属性在使用中保持不变，用于约束使用者行为或者变化性使用物品变化形式的使用，可称为对物品的静止性使用。类似于对设备、设施、劳动力等物品的使用通常情况下都属于静止性使用。比如使用某种设备把原料物品转化为产品的过程中，需要保持设备可生产加工的属性不变，若设备发生损坏，或者可进行生产的属性丢失，原料物品则无法转化为产品。使用劳动力的过程中，必须保障劳动力可以进行劳动的属性不变，若劳动力可以劳动的属性由于某种原因而丢失，则劳动、服务就无法输出。在静止性使用中，效用产生于物品属性对行为和变化的约束，一旦属性发生变化，约束丢失，效用就无法产生。静止性使用物品，属性所提供的约束作用是作为系统功能而存在着的，一旦系统遭到分割，属性就发生改变，所对应的效用就无法产生。因此静止性使用物品不具备可分割性。

（二）物品的使用方向

对物品的使用本质上是对物品属性的使用，那么选择属性的转化过程不同，或者选择的约束属性不同，效用的获取方式也就不同。

对于变化性使用来说，物品某属性的不同转化过程对应着不同的效用获取方式，属性的转化过程不同则产生的效用就不同。比如一定量的木材，若把其加工为木桌，可获得一张木桌，若加工为木椅，则可获得一把木椅。一定量的劳动或服务，既可以用来打扫房间，也可以用来搬运货物。按照效用实现方式的不同，可把变化性使用中物品某属性的每一种可能的转化过程称为一个变化性使用方向。

对于静止性使用来说，选择不同的属性对人的行为或变化性使用物品的变化过程进行

约束，产生的效用也不同。比如一件衣服，既可以使用其可穿着属性用于穿着，也可以使用其外观属性用于观赏等等，每一种属性的使用所产生的效用是不同的，并且这种属性的不同包含着时间属性^①的不同。同一件衣服，当在天气寒冷时穿着和在天气炎热时穿着产生的效用是不同的，后者产生的效用甚至为负。按照效用实现方式的不同，可把对静止性使用物品每一种属性的使用称为一个静止性使用方向。

那么，根据使用者对物品的使用方式与使用方向，物品在不同使用者之间会出现不同的使用情况。

(三) 物品在使用者之间的使用情况分类

根据使用者之间对物品使用方式和使用方向的不同，可把物品的使用情况归纳为：变化性使用，使用方向不同；静止性使用，使用方向不同；变化性使用，使用方向相同；静止性使用，使用方向相同四种使用情况。

1. 变化性使用，使用方向不同

设某物品具有某种属性 S_0 ，若使用者 P_1 、 P_2 分别需从属性 S_0 向属性 S_i 、 S_j 的转化过程中获取效用，当 $S_i \neq S_j$ 时，则为变化性使用且使用方向不同的使用情况。

2. 变化性使用，使用方向相同

设某物品具有某种属性 S_0 ，若使用者 P_1 、 P_2 分别需从属性 S_0 向属性 S_i 、 S_j 的转化过程中获取效用，当 $S_i = S_j$ 时，则为变化性使用且使用方向相同的使用情况。

3. 静止性使用，使用方向不同

设某物品的属性集合为 $\{S_1, S_2, S_3, \dots, S_n\}$ 。若使用者 P_1 、 P_2 分别需从属性 S_i 、 S_j 保持不变的过程中获取效用，当 $S_i \neq S_j$ 时，则为静止性使用且使用方向不同的使用情况。

4. 静止性使用，使用方向相同

设某物品的属性集合为 $\{S_1, S_2, S_3, \dots, S_n\}$ 。若使用者 P_1 、 P_2 分别需从属性 S_i 、 S_j 保持不变的过程中获取效用，当 $S_i = S_j$ 时，则为静止性使用且使用方向相同的使用情况。

然而在使用者之间，物品有时也会出现既需被某些使用者变化性使用，又需被另一些使用者静止性使用的情况，这种情况下可视为对物品进行静止性使用之前首先存在一个物品属性向自身转化的变化性使用过程。设物品的某属性为 S_i ，使用者 P_1 需要对物品进行变化性使用，使 S_i 转化为 S'_i 。而使用者 P_2 需要对物品进行静止性使用，保持属性 S_i 不变。则对于使用者 P_2 ，可视为 P_2 首先需要将属性 S_i 转化为 S_i 。比如一件木质艺术品，没有艺术鉴赏能力的人打算用来劈柴烧火，而艺术家希望用来鉴赏，那么艺术家在鉴赏之前首先需保证该物品不被破坏掉，即在使用之前的时间段内需要使该物品可鉴赏的属性转化为自身原有属性。因此这种情况可划分到变化性使用且使用方向不同的使用情况中。

二、非排他性与物品的使用方式

新古典范式公共物品理论把非排他性定义为在技术上不可能将拒绝为它支付费用的个人或厂商排除在公共物品或服务的受益范围之外（《现代管理词典》编委会，2009）。黄

^①现代系统科学认为，时间是系统的内部属性、自然演化的内在尺度，认为时间不是事物的“外部的参量”，不是独立于一切事物和过程的纯粹流逝。早在康德的先验论时间观念中就包含着对时间的这一见解。他指出：“时间是一个先天的表象。只是在时间中，现象才可能成为现实性。虽然现象可以全部消失，但时间本身却不能除掉。”并强调：“时间不是自身存在的事物或作为客观规定附加给事物的。”在自然科学领域，普里戈金将热力学第二定律的“时间之矢”与动力学系统的复杂性、不可逆性联系起来，使时间从一个“外部的参量”转变为自然演化的内在尺度。

恒学（2002）等也对非排他性做出了解释：“任何人都不可能不让别人消费它，即使有些人有心独占对它的消费，但或者在技术上是不可行的，或者在技术上可行但成本却过高，因而是值得的”。

该解释从技术方面对非排他性的定义做出了限定，其内在逻辑为：如果技术上可以实现排他并且成本不高，物品就可以实现排他。但问题是现实中根本找不到通过某种排他技术就能实现排他的物品。根据事物联系的普遍性和多样性原理可知，事物间的联系是普遍的并且是多样的，因此任何一种既定的排他技术都无法从所有方面割裂使用者和物品之间的联系，针对任何一种既定的排他技术都必然存在多种反制技术。以往理论只强调了随着技术的发展某些原先无法排他的物品变得可以排他，但是却忽略了随着技术的发展，对于某些原先可以排他的物品，其反排他技术也会随之出现的事实。最典型的也是人们使用最广泛的排他技术——机械锁的发明，随着开锁技术的发展，传统的机械锁已经无法有效实现技术上的排他性，人们不得不又发展出新式的电子锁、指纹锁等排他技术，然而即使是最新式的指纹锁，目前也已经发展出了破解技术。事实上，任何一种排他技术都是和与之对应的反排他技术在矛盾的对立统一过程中发展的。以技术因素来规定物品的排他性，实质上是否认了事物间的普遍联系规律和矛盾对立统一规律。

制度学派则认为，物品的非排他性和非竞争性是一种制度安排。比如巴泽尔(Y. Barzel, 1997)认为任何物品并非是通过自身属性的差异而区分为公共品与私人品等，而是人们根据界定物品产权能否带来净收益及其大小来选择是否界定清晰某一物品的产权。张五常（2001）认为公共物品是一种制度安排，存在公有产权，其交易受交易成本的制约。袁义才（2003）认为，在判断产品的公、私属性时，不能仅从产品的消费形态、使用状况及其特征来区分，还应该根据产品的供给方式和产权制度安排来综合分析。吴立武（2006）也认为物品具有非排他性和非竞争性是政府在产权制度上的安排。

然而制度是以实施机构的执行力为保障的，没有执行力保障的产权制度是一纸空文，否则一纸产权证书就可以消灭所有公共物品或私人物品，那么现实中就不会存在搭便车现象了。然而产权制度是否一定能够阻止搭便车者，取决执行力度的大小。而在任何一个时期的社会中，执行力在一定的执行技术条件和执行成本投入的限制下始终是有限的，这就使得制度并无法排除任何一个在强力上或者技术上有能力与之对抗，或者愿意支付高昂对抗成本（包括接受制度惩罚的成本）的个人或集团的搭便车行为，或者说要完全清晰的界定某物品的产权其成本为无穷大。因此制度也是无法从根本上改变物品的非排他性和非竞争性属性的。

经过上文分析，对于具体的某种基于技术的或基于强制力的排他措施来说，反排他措施总是存在的，问题只是花费多少成本开发和实施它。当开发和实施能力一定时，要求达到的（反）排他效力越强，则需要投入的成本越高。而当投入成本一定时，（反）排他措施开发和实施能力越强则所能产生排他效力越大。而当开发和实施能力不具备时可视为（反）排他成本为无穷大。

若设作用在物品上的排他效力和反排他效力分别为 E^p 和 E^f ，排他和反排他措施的开发和 implement 能力分别 T^p 和 T^f ，排他和反排他成本为 C^p 和 C^f ，则 $E^p = E^p(T^p, C^p)$ ， $E^f = E^f(T^f, C^f)$ 。那么当 $E^p(T^p, C^p) > E^f(T^f, C^f)$ 时，排他者就可以排除搭便车者，反之则无法排除。

但对于某个排他者 P_i 和搭便车者 P_j 而言，愿意投入的（反）排他成本是有上限的，分别为 $\bar{C}_i^p = R_i$ 和 $\bar{C}_j^f = R_j$ ， R_i 和 R_j 分别为 P_i 和 P_j 在实施（反）排他措施情况下的收益。一旦（反）排他成本超过（反）排他收益，（反）排他就是不值得的。那么对于 P_i 来说，对于给定反排他成本 \bar{C}_j^f ，若存在一个排他成本 $C^{p*} \leq \bar{C}_i^p$ ，使得 $E_i^p(T_i^p, C^{p*}) > E_j^f(T_j^f, R_j)$ 成立，那 P_i 排除 P_j 并非是不值得的，或者说该物品对于 P_j 具有排他性。若不满足该条件， P_i 排除 P_j 是不

值得的，或者说该物品对于 P_j 没有排他性。

然而，对于所有的搭便车者而言，个体偏好的差异性决定其反排他收益 R 都总是分布在区间 $[0, +\infty)$ 上的。那么对于某个排他者 P_i 来说，只有当对于任意一个搭便车者 P_j ($j \neq i$) 都存在一个排他成本 $C^P \leq R_i$ ，使得有 $E_i^P(T_i^P, C^P) > \forall E_j^f(T_j^f, R_j)$ 始终成立，那么才可以说其对物品的使用具有排他性，否则就是具有非排他性的。也就是说，物品是否具有非排他性不是技术问题也不是制度问题，而是一个成本问题。下文将从排他成本的角度对物品的非排他性进行分析。

(一) 变化性使用和非排他性的关系

变化性使用的效用产生于物品属性的转化过程中。当物品在使用者间使用方向不相同，物品的属性一旦被某个使用者所转化，其他使用者就无法再对该物品进行使用，自然也就无法从使用中获取效用，使用者只要自然使用即可实现排他，排他成本 $C^P = 0$ 。

而当物品在使用者之间使用方向相同时，也就意味着所有使用者均可在物品的同一种转化过程中受益，这时对物品的使用就会出现搭便车现象。若要排除任意一个搭便车者，唯一措施就是放弃使用该物品，只有使用过程不存在，才能保证任何一个搭便车者都无法从中获益。而此时排他成本为放弃使用物品所损失的预期收益，设使用物品的预期收益为 R 则排他成本 $C^P = R$ 。

比如一定量的食物， P_i 要把其转化为被 P_i 吃掉的食物，而 P_j 要把其转化为被 P_j 吃掉的食物，属于变化性使用且使用方向不同的情况，此时只要物品自然食用即可实现排他，排他成本为零。而当 P_i 和 P_j 都需要食物以被 P_i 食用的方式转化，也就是说 P_j 的收益也来自 P_i 吃掉食物的过程时（比如 P_j 需要拍摄 P_i 食用食物的过程用于商业广告），属于变化性使用且使用方向相同的情况，那么 P_i 对食物的食用会导致 P_j 从中获利，而 P_j 要获取收益也会使得 P_i 免费食用一份食物。而要避免搭便车现象，唯一的办法就是使食物的食用过程不存在，这时对于双方来说排他成本等于各自的预期收益。

可看到，变化性使用物品在使用方向不同和相同情况下的排他成本分别为 $C^P = 0$ 和 $C^P = R$ ，始终不大于排他收益 R ，也就是说排他并非不值得。因此在变化性使用中物品表现出具有排他性。

(二) 静止性使用和非排他性的关系

静止性使用不改变物品的属性，因此当使用者之间使用方向相同时，会出现物品被任意一个使用者搭便车甚至掠夺的现象。而要排除任意一个搭便车者或掠夺者，唯一的排他措施是使物品的属性发生改变，然而对物品属性的改变是需要人为花费一定的时间和精力作为成本的，而且物品属性一旦改变，使用者自身也无法再使用原物品，此时排他成本由两部分构成，一部分为无法使用原物品而损失的预期收益 R ，另一部分是改变物品属性所花费的时间和精力成本 C' ，此时排他成本 $C^P = R + C'$ ，其始终大于排他收益 R 。

物品的属性是多方面的，每一种属性都有其不同的用途，因此在使用者间还存在着使用方向不同的情况。然而在完全信息条件下人们可认识的物品属性是无限多的，要排除其他所有属性上的使用者，需要改变的物品属性是无穷多的，排他成本 C^P 将趋于无穷大。

比如一定量的食物，当 P_i 以占有、储藏的方式使用，以获得“以备不时之需”的心理效用时，并不改变其可食用属性，是对食物的静止性使用，那么该食物随时都有被其他使用者占有的可能，而且无论其采用何种技术上的或者强制力上的排他措施，始终无法排除拥有更高反排他能力或者愿意支付更高反排他成本的占有者对该食物的占有。若要排除任意一个占有者只能改变食物的可食用属性，比如人为对食物进行污染破坏，使其失去占有、储藏的价值。而对食物进行污染破坏也会造成排他者自身预期收益的损失。并且污染破坏行为作为一个过程需要花费一定的时间和精力，产生额外不必要的成本，这使得排他成本大于排他收益。

而当 P_1 在占有、储藏食物的同时， P_2 在同时使用该食物的外观属性进行观赏。对食物进外观进行观赏同样不改变食物属性，属于静止性使用，此时 P_1 与 P_2 属于对食物静止性使用且使用方向不同的使用情况。那么 P_1 要排除 P_2 对食物的观赏需要改变食物的可观赏属性。然而物品的属性是无穷多的， P_1 要排除物品在所有其他属性上被任意一个其他使用者所使用，需要改变的属性是无穷多的，此时排他成本 C_1^P 将趋于无穷大。

可看到，不管使用方向是否相同，静止性使用物品的最小排他成本 $C_1^P = R_1 + C'$ ，始终大于排他收益 R_1 ，排他是不值得的。因此在静止性使用中物品表现出非排他性。

三、非竞争性与物品的使用方向

萨缪尔森在《公共支出的纯理论》一文中首先以消费的非竞争性给出了公共产品的经典定义。所谓消费上的非竞争性是指一个消费者对公共产品的消费并不会影响其他消费者能够得到的消费数量，即公共产品的个体消费量等于其消费总量，或者说新增消费者的边际成本为零。可用数学关系式表示为： $X_{n+j} = X_{n+j}^i$ 。其中上标 i 代表不同的消费者，下标 j 代表不同的产品。与非排他性一样，非竞争性同样被认为是公共物品的客观物理、技术属性。而文章认为，是否具有非竞争性并不是物品的客观属性，而是取决于物品在使用者之间的使用方向。

（一）变化性使用条件下使用方向与非竞争性的关系

对于变化性使用，效用产生于物品属性的转化过程中，当使用者间使用方向不同时，由于变化性使用物品的“可分割性”，每增加一个使用者，物品就可分割出一部分向其他属性转化，导致每个使用者可转化的物品数量减少从而获取的效用减少。若要使每个使用者能够使用的物品数量不变，随着使用者的增加，提供的物品数量也必须增加，这导致增加一个使用者的边际成本大于零，此时物品表现出竞争性。而当使用者之间使用方向相同时，由于所有使用者都可从同一物品的同一转化过程中受益，因此每增加一个使用方向相同的使用者，不必额外再增加一单位物品的转化过程，增加一个使用者的边际成本为零，此时物品表现出非竞争性。

（二）静止性使用条件下使用方向与非竞争性的关系

静止性使用物品的效用产生于其属性对于人的行为或物品变化形式的约束，这种约束体现在使用者或变化性使用物品将以某些特定的行为方式或变化形式与其发生联系。而空间是运动变化着的物质存在形式（刘佩弦，常冠吾，1988），也就是说空间是人的行为和物质转化发生的场所。因此，要使物品属性对人的行为或者物品的变化形式产生特定的约束，需要使用者或变化性使用物品与其处于相对的特定的空间位置上，这种相对的特定的空间位置可称为静止性使用物品属性的使用空间。比如使用房屋的居住属性时，使用者必须处于房屋之内，对食物进行占有、储藏时，使用者必须处于对食物可随时支取的掌控、占有范围内。使用生产设备对原料物品进行生产加工时，原料物品必须处于设备的生产线上等等。并且同一种物品的不同属性也有其特定的使用空间。比如使用衣物用于穿着时，使用者必须处于衣物包裹的空间中，而使用衣物用于观赏时，使用者需处于可观看范围内等等。

当使用者间使用方向相同时，由于静止性使用物品属性不具有“可分割性”，物品无法被分割在不同的空间中使用，因此，除非增加该种物品的提供量，否则随着使用者的增加，无法避免地会在该属性的使用空间上产生“拥挤”现象，使得使用者的使用质量变差甚至再无法使用，此时物品表现出竞争性。比如一份食品，当使用者打算用于储藏时是静止性使用，使用空间为对食品的占有、掌控范围。随着占有空间内人数的增多，对于每个占有者来说该食品在未来某个时刻可被自己使用的不确定性逐渐增加，即占有产生的“以备不时之需”的心理效用将逐渐减小，食品此时表现出竞争性。

而当使用者之间使用方向不相同时会出现两种情况，一种情况是各不同属性的使用空间发生重合，相互不独立，此时增加一个不同属性的使用者同样会导致物品其他属性的使用空间减少从而引发“拥挤”现象，使得每个使用者的使用质量变差，物品此时同样表现出竞争性。另一种情况是不同属性的使用空间相互独立，那么增加一个不同属性的使用者并不引起其他属性使用空间的减少，物品此时表现出非竞争性。比如某食品具有漂亮的外观，食品的占有者把该食品放在自家橱窗内供橱窗外的人观赏，橱窗内为食品的占有空间，而食品的观赏空间包括橱窗内外所有可看到食品的空间范围，此时占有空间与观赏空间发生重合，占有者的占有行为会使食品的观看者被排除在橱窗之外从而使食品的可观看的范围减少，在该情况下对食品的使用同样表现出竞争性。而同样具有可观赏性的衣服，其观赏空间与穿着空间相互独立，两种属性在使用中并不相互影响，在该情况下对衣服的使用则表现出非竞争性。

若把使用空间重合两个使用方向称为使用空间相互干涉的两个使用方向，那么静止性使用的使用方向相同时，使用方向必定是相干涉的，对物品的使用必然是竞争性的，而当使用方向不相同，两使用方向是否相干涉还需视具体情况而分析。

通过上文对物品非排他性、非竞争性来源的分析，可将物品的非排他性和非竞争性总结为表 1 所示。

表 1 物品非排他性、非竞争性与物品使用方式、使用方向的关系

	使用方向相同或相干涉	使用方向不同或不干涉
变化性使用	无非排他性，有非竞争性	无非排他性，无非竞争性
静止性使用	有非排他性，无非竞争性	有非排他性，有非竞争性

对于第一和第二象限的物品，使用中不具有非排他性，只要私人有提供能力，就不会存在私人提供困难的现象。而对于第三和第四象限的物品，使用中具有非排他性，即使私人有能力提供也往往会存在私人提供困难的现象。比如，消费掉一定量的原材料和劳动修建一个停车位，只要原材料和劳动被消耗掉，其他人自然就无法再使用，所以像原材料和劳动这样的变化性使用物品（不包括储藏、库存等静止性使用）通常私人就可以提供。而对于一些静止性使用物品比如停车位，一旦提供出来在使用过程中常常会出现被不付费者占用的问题，因此像停车位这样的静止性使用物品私人通常难以提供出来，多由集体或政府提供。

对于第一和第三象限的物品，由于在使用中不具有非竞争性，物品不存在私人消费困难的问题，此类物品只要私人有消费能力就不会存在私人消费困难的现象。而对于第二和第四象限的物品，由于在使用中具有非竞争性，此类物品即使私人有消费能力也会存在私人消费困难的现象。比如一定量的原材料和劳动等变化性使用物品，当生产者之间分别用于生产不同物品时，那么这些原材料和劳动是很容易被消费的，因为每个生产者都无法从他人的使用中获益。而当生产者间都用于生产同一种物品，比如修建同一个停车位时，就会出现搭便车现象，每个生产者都希望由别人修建而自己不劳而获，这时即使市场中提供的劳动和各种原材料很充足，但私人却难以消费。又比如停车位等静止性使用物品，若用户间对停车位的使用时间比较一致，使用空间是相互干涉的，不会存在私人消费不足的问题。比如在中国住宅小区内部的停车位，由于人们的作息时间比较一致引起对停车位的使用时间也比较一致，因此住宅小区内的停车位消费需求很充足，人们甚至愿意花高价购买。而当用户间对停车位的使用时间不一致时，使用空间不相互干涉，会出现个人消费困难的现象。比如公共场所的停车位，由于车辆流动性较大，每个用户都可分别使用其不同时段

的可停车属性，所以公共场所的停车位几乎没有消费者愿意购买。因此，现实中的公共停车位或者通过集体或政府消费原材料和劳动进行修建，或者由私人修建最后由政府埋单。

四、非排他性物品的私人提供与私有产权的演进与退化

虽然通过上文分析可知，当物品呈现出非排他性或非竞争性时会存在私人提供或消费困境，但在实际中也常常会出现有些非排他性、非竞争性物品作为私人物品由私人提供和消费的现象。比如衣物、桌椅、个人设备等，其通常属于静止性使用物品，使用中具有非排他性，但常常由私人厂商提供，产权归属于私人厂商所有，而生产这些物品所需消费的原材料和劳动则属于使用方向相同的变化性使用物品（无论被谁使用，都是用来生产这些物品，变化性使用且使用方向相同），具有非竞争性，此时却由私人厂商所消费，其产权同样归属于私人厂商。而这种现象并非因为排他技术或强制力可以排除所有搭便车者和掠夺者，而是使用者之间进行物品提供博弈和排他博弈的结果。下文将通过建立一个“提供——排他”两阶段博弈模型对非排他性物品的私人提供条件进行推导。

在分析非排他性物品的提供博弈之前，我们首先对自然状态下处于图 1 中第三象限的纯非排他性物品进行排他子博弈分析。通过上文分析，虽然任何基于技术或者强制力的排他措施都无法保证把物品所有占有者排除在外，但是仍可通过竞争把“拥挤”损失转嫁给技术和强制力约束范围以内的占有者，从而在一定程度上实现有限排他。比如强者和弱者狭路相逢，若两人都侧身让路，通行体验都比独自通过时要差。但对于弱者来说，当强者不侧身让路时，弱者只能增加侧身幅度让出更多的道路空间，其通行体验比双方都侧身让路时更差，“拥挤”损失由弱者一人承担。

以某纯非排他性物品的使用者 P_i 、 P_j 相互排除对方为例，设 P_i 、 P_j 单独使用物品的预期收益分别为 R_i 、 R_j ，在双方分别无法排除对方而独自承担“拥挤”损失时可获得的收益大小为 $R'_i \in [0, R_i)$ 和 $R'_j \in [0, R_j)$ 。当 P_i 可以排除 P_j 时，若 P_i 决定排他， P_j 决定反排他，那么双方需分别支付排他成本 C_i^p 与反排他成本 C_j^f ，其收益分别为 $R_i - C_i^p$ 和 $R'_j - C_j^f$ 。若 P_i 决定排他而 P_j 决定不反排他，则 P_i 实际不必实施排他措施，可不用花费任何成本就能占有并使用此物，其收益分别为 R_i 和 R'_j ，若 P_i 决定不排他而 P_j 决定反排他，则 P_j 实际不必实施反排他措施，可不花费任何成本占有并使用此物，收益分别为 R'_i 和 R_j ，若双方都决定相互谦让，不实施对抗措施则收益分别为 R'_i 和 R'_j 。其支付矩阵如表 2 示。

表 2 物品的排他博弈

	P_j 反排他	P_j 不反排他
P_i 排他	$R_i - C_i^p, R'_j - C_j^f$	R_i, R'_j
P_i 不排他	R'_i, R_j	R'_i, R_j

而双方愿意支付的最高排他成本和反排他成本分别为 $\overline{C}_i^p = R_i - R'_i$ 和 $\overline{C}_j^f = R_j - R'_j$ 。一旦 $\overline{C}_i^p > R_i - R'_i$ 或 $\overline{C}_j^f > R_j - R'_j$ ，即使能成功（反）排他，但由于（反）排他成本大于（反）排他收益，实施（反）排他措施是不值得的。为了方便分析，设 $E_i^p(T_i^p, C_i^p) = T_i^p C_i^p$ ， $E_j^f(T_j^f, C_j^f) = T_j^f C_j^f$ ， $\frac{T_i^p}{T_j^f} = \alpha$ 。

那么只要 $R_i - R'_i > \frac{1}{\alpha} (R_j - R'_j)$ 时 P_i 就可排除 P_j 。而当 P_i 可排除 P_j 时，根据定义无论 $R_i - R'_i$ 有多小，总存在一个 C_i^p 满足 $R_i - R'_i > C_i^p > \frac{1}{\alpha} (R_j - R'_j)$ 。因此 P_i 实施排他措施时的收益 $R_i - C_i^p$ 始终满足 $R_i - C_i^p > R'_i$ 。那么当 P_i 可以排除 P_j 时，选择实施排他措施为 P_i 的严格

优策略，此时 P_i 的最优反应为不实施反排他措施，博弈均衡收敛于（ P_i 排他， P_j 不反排他）。而排他和反排他是相对的，那么当 P_i 无法排除 P_j 时，选择实施反排他为 P_j 的严格优策略， P_i 的最优反应为不实施排他，博弈均衡收敛于（ P_i 不排他， P_j 反排他）。那么对于该物品到底会由谁提供出来，文章将继续进行物品的提供博弈分析，通过分析，描述了在一个人人都将道德的社区中，非排他性物品在满足何种条件时才能被私人提供。

假设社区中每个提供者 P_i 都是道德的，对于其他提供者 P_j 提供出来的物品始终不实施反排他措施。然而道德缺乏强制力的约束，因此只能约束自愿遵守的人，或者通俗地讲，道德只能律己而不能律人。因此每个提供者都认为 P_j 是这样一种使用者：当自己提供物品而 P_j 没有提供物品时，若其发现 $\bar{C}_i^p > \frac{1}{\alpha}\bar{C}_j^f$ 则不实施反排他措施，若发现 $\bar{C}_i^p \leq \frac{1}{\alpha}\bar{C}_j^f$ 则实施反排他措施，也就是说每个提供者都遵循着“害人之心不可有，防人之心不可无”的处事原则。若设物品的提供成本为 C ，则支付矩阵为表 3 所示。

表 3 物品的提供博弈

当 $\bar{C}_i^p > \frac{1}{\alpha}\bar{C}_j^f$ 时		
	P_j 提供	P_j 不提供
P_i 提供	$R_i - C_i, R_j - C_j$	$R_i - C_i, R'_j$
P_i 不提供	$R'_i, R_j - C_j$	$0, 0$
当 $\bar{C}_i^p \leq \frac{1}{\alpha}\bar{C}_j^f$ 时		
	P_j 提供	P_j 不提供
P_i 提供	$R_i - C_i, R_j - C_j$	$R'_i - C_i, R_j$
P_i 不提供	$R'_i, R_j - C_j$	$0, 0$

可看到，关于纯非排他性物品的提供博弈是一个不完全信息静态博弈，可将其进行豪尔绍尼转换，变为一个完全但不完美信息动态博弈。首先由自然选择 P_j 的类型。对于 P_i 来说，虽然其不知道即将与何种类型的对手博弈，但其知道对 P_j 来说，其愿意支付的最高反排他成本 \bar{C}_j^f 是分布在 $[0, \bar{C}_{\max}^f]$ 上的，设分布函数为 $F(\bar{C}_j^f)$ ，则 P_j 为 $\bar{C}_i^p > \frac{1}{\alpha}\bar{C}_j^f$ 类型的概率为 $F(\alpha\bar{C}_i^p)$ ，为 $\bar{C}_i^p \leq \frac{1}{\alpha}\bar{C}_j^f$ 类型的概率为 $1 - F(\alpha\bar{C}_i^p)$ （尽管 P_i 可以通过隐瞒自己的类型以攫取利益，但隐瞒本身也需要支付成本，要成功隐瞒自己的类型就要花费精力对假象进行设计，其二，隐瞒还要承担一定概率隐瞒失败的风险成本，因此，隐瞒自己的类型本身作为一种反排他措施，其成本已经包括在反排他成本中）。

那么在 n 个社员组成的社区中，我们设每个社员的反排他技术能力 T^f 都相同，都等于当前社会针对某项排他技术具备的最高反排他技术能力，并且社员之间不存在合作，那么 P_i 可以成功排他的概率 $p = F(\alpha\bar{C}_i^p)^{n-1}$ ，排他无效的概率为 $1 - p$ 。那么对于任意一个社员 P_i 而言，无论对方是否选择提供物品，自己选择提供一定优于选择不提供的条件为：

$$\begin{cases} p(R_i - C_i) + (1 - p)(R_i - C_i) > pR'_i + (1 - p)R'_i \\ p(R_i - C_i) + (1 - p)(R'_i - C_i) > 0 \end{cases} \quad (1)$$

即对于社员 P_i 来说，选择提供的期望收益一定大于选择不提供的期望收益。假设 $F(\bar{C}^f)$ 为区间 $[0, \bar{C}_{\max}^f]$ 上的均匀分布，将 $\bar{C}_i^p = R_i - R'_i$ 代入，可解得：

$$\begin{cases} R_i - R'_i > C_i \\ \left(\frac{\alpha(R_i - R'_i)}{\bar{C}_{\max}^f}\right)^{n-1} (R_i - R'_i) + R'_i > C_i \end{cases} \quad (2)$$

令：

$$\theta_1 = R_i - R'_i \quad (3)$$

$$\theta_2 = \left(\frac{\alpha(R_i - R'_i)}{\bar{C}_{\max}^f}\right)^{n-1} (R_i - R'_i) + R'_i \quad (4)$$

则物品能被提供出来的临界成本 $C_i^* = \min(\theta_1, \theta_2)$ ，也就是说只有当 $C_i < C_i^*$ 时物品才能被提供出来。

假设所有提供者的提供成本 C 是分布在区间 $[0, C_{\max}]$ 上的，设其分布函数为 $F_c(C)$ ，那么物品能被 P_i 提供出来的概率为 $F_c(\min(\theta_1, \theta_2))$ 。

对 θ_2 求关于 R'_i 的二阶偏导：

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \theta_2}{\partial R_i'^2} &= \frac{\alpha^2}{\bar{C}_{\max}^f} (n-1)(n-2)(R_i - R'_i) \left(\frac{\alpha(R_i - R'_i)}{\bar{C}_{\max}^f}\right)^{n-3} + \frac{2\alpha}{\bar{C}_{\max}^f} (n \\ &\quad - 1) \left(\frac{\alpha(R_i - R'_i)}{\bar{C}_{\max}^f}\right)^{n-2} \end{aligned} \quad (5)$$

当 $n \geq 1 (n \in \mathbb{N})$ 时，始终有 $\frac{\partial^2 \theta_2}{\partial R_i'^2} \geq 0$ 成立，即 θ_2 始终为凹函数，并且当 n 趋于 $+\infty$ 时， θ_2 趋于 $\theta_2(R'_i) = R'_i$ 。那么 θ_1, θ_2 示意图如图 1 所示。

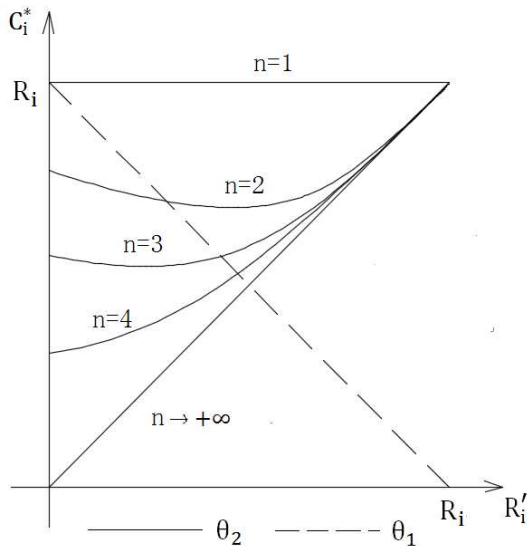


图 1 临界提供成本曲线

设 θ_1, θ_2 在 R_i^* 处相交，则 $C_i^*(R_i^*)$ 满足：

$$\left(F(\alpha C_i^*(R_i^*))^{n-1} - 2\right) \cdot C_i^*(R_i^*) + R_i = 0 \quad (6)$$

当 $C_i^*(R_i^*) = C_i^*(0)$ 时，其满足：

$$\begin{cases} \left(F(\alpha C_i^*(R_i^*))^{n-1} - 2\right) \cdot C_i^*(R_i^*) + R_i = 0 \\ F(\alpha R_i)^{n-1} R_i - C_i^*(R_i^*) = 0 \end{cases} \quad (7)$$

可发现 $n = 1$ 为方程组的一个解。又因为 $\lim_{n \rightarrow +\infty} C_i^*(R_i^*) = \frac{R_i}{2}$ ， $\lim_{n \rightarrow +\infty} C_i^*(0) = 0$ ，并且该函数为凹函数，因此至少存在一个 $n^*(n^* \geq 1, n^* \in \mathbb{N})$ ，使得当 $n > n^*$ 时， $\max C_i^* = C_i^*(R_i^*)$ 。

也就是说，当社区人数 $n \leq n^*$ 时， $R_i' = 0$ 的纯非排他性物品的私人提供概率始终不小于 $R_i' > 0$ 的纯非排他性物品。那么自然的，用于提供前者物品所需消费的原材料等变化性使用物品（此时具有纯非竞争性）的私人消费概率始终不小于后者。而当社区人数 $n > n^*$ 时， $R_i' = R_i^*$ 的纯非排他性物品的私人提供概率反而最大，更容易由私人提供。那么自然的，用于提供该物品所需消费的原材料等变化性使用物品（具有纯非竞争性）就更容易由私人消费。而当 $R_i' > R_i^*$ 时， C_i^* 随着 R_i' 的增加而递减，物品的提供概率逐渐趋于零，那么自然的，对于提供该物品所需消费的原材料等变化性使用物品（具有纯非竞争性）来说，其消费概率也逐渐趋于零。而当物品逐步过渡到第四象限，即 $R_i' = R_i$ 时，说明提供者之间的效用彼此独立，不受相互排他的影响，此时物品的提供博弈可用贝叶斯公共物品^②的提供博弈进行描述。

而 R_i' 代表着提供者自身无法排他时还可获得的收益大小，因此其反映着物品非竞争性程度的大小。那么换个角度来看，当 $n \leq n^*$ 时，随着 R_i' 的减小即排他收益 $R_i - R_i'$ 的增大，人们将更愿意提供 $R_i' = 0$ 的私人物品，社会产品的产权状态逐渐从公共领域向私人领域演进。而当 $n > n^*$ 时，随着排他收益的 $R_i - R_i'$ 增大，相比私人物品，人们更愿意提供公共品，此时产权状态逐渐从私人领域向公共领域退化。这也就说明产权状态并非随排他收益或者说相对价格呈线性变化的，其变化呈现一定的复杂性。

在区间 $[0, R_i^*]$ 上，当 R_i' 不变时，随着社区人数 n 的增加，物品越来越难以被私人提供出来，当社区人数超过 n^* 时，排他收益为 $R_i - R_i^*$ 的物品提供概率为最大。而这就意味着随着社区人数的增加，不仅社会产品的个人提供意愿会减少，产权状态也会逐渐由私人领域退化到公共领域，人们此时更愿意提供公共品。

而对于具体某一类物品而言，在私人提供的条件下产权并非都可退化到公共领域，其取决于随 R_i' 变化的总成本变化曲线 $C(R_i')$ 。

^②在一个由 n 人组成的社区中，公共产品的成本 $c > 0$ ，只要一位社员愿意承担该成本公共物品就能提供，否则公共物品将不会出现。公共产品对社员 i 的价值为 v_i ；如果公共产品不能提供则收益为0。每个社员都不知道他人的 v ，但知道 v 是位于 v_{\min} 和 v_{\max} 之间的一个连续随机变量，累计分布函数为 $F(v)$ ，并且每个社员的价值 v 彼此独立。所有社员同时选择行动 c （表示提供）或者0（表示不提供）。 $v_{\max} > c > v_{\min} > 0$ 。只要有一个社员选择了 c ，公共物品就能被提供。对于社员 i ，当其行动为 c ，收益函数为 $v_i - c$ ；当其他社员行动为 c ，而他行动为0，收益为 v_i ；当所有社员行动为0，收益为0。

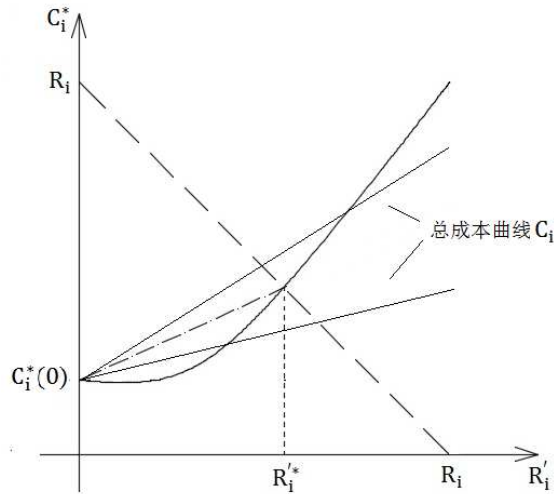


图 2 私有产权向共有产权退化的条件

如图 2 所示， $C_i^*(0)$ 表示当物品只供满足自己使用时的提供成本。的当 $C_i^*(R_i^*)$ 在总成本曲线 C_i 下方时，该类物品只存在私有产权状态，当总人数超过 n^* 时，该类物品将不再会被私人提供出来。当 $C_i^*(R_i^*)$ 在总成本曲线 C_i 上方或在总成本曲线之上时，该类物品存在私有和共有两种产权状态，随着总人口 n 的增加，该类物品的私有产权状态就可转变为共有产权状态。比如一条产权归属于某个私人的狭窄道路，若对其拓宽的成本较小，当过路人数增加超过 n^* 时，则私人具有将其拓宽变为一条公共道路的心愿，而当拓宽成本较高时，私人将不具有承担拓宽成本的意愿，道路的产权状态就无法演变为共有产权状态。

五、产权制度演化过程的频域分析

上文分析得出，随着人口的增加，非排他性物品越来越难以被私人提供出来，并且当人数超过某个值时，产权状态也会逐渐从私人领域退化到公共领域，其原因是随着人口的增加，个人可成功排他的概率会减小，人们为了规避风险转而投向提供大家都可使用的公共品。当产权制度作为一种强制排他力 E_z^p 参与进来时，物品可成功排除某个使用者的条件变为：

$$E_z^p + T_i^p \bar{C}_i^p > T_j^f \bar{C}_j^f \quad (8)$$

即产权制度产生的排他效力与个人排他措施的最大排他效力之和应大于反排他措施产生的最大反排他效力，那么此时物品可成功排他的概率变为：

$$p_z = F\left(\alpha \bar{C}_i^p + \frac{E_z^p}{T_j^f}\right)^{n-1} \quad (9)$$

可看到，产权制度的加入可以提高非排他性物品成功排他的概率，然而，只要存在制度或只要存在社会，就会产生制度成本（张五常，1999）。制度的正常运行需要依靠执行机制的执行力作为保障，而执行机制的组织、运转和对其的监督都需要依靠一定制度费用的投入。那么在其他条件不变的情况下，产权制度作用在物品上的排他效力就取决于执行机制的执行效率和投入的制度费用的大小。无论是在执行效率方面还是在制度费用方面，只要一方短缺就会降低产权制度的排他效力。设在一段时间内，执行机制的执行效率为 T_z^p ，

投入的制度费用为 C_z^p ，则 $E_z^p = E_z^p(T_z^p, C_z^p)$ 。假设制度费用是由全体社会成员共同承担，来自于每个社会成员收入的一部分，设为 δR_i ，则 $E_z^p = E_z^p(T_z^p, \sum_{i=1}^n \delta R_i)$ 。为了方便分析，设 $E_z^p = T_z^p \sum_{i=1}^n \delta R_i$ ，令 $\frac{T_z^p}{T_j^p} = \beta$ ，代表公执行机制的相对执行效率，则非排他性物品能成功排他的概率为：

$$p_z = F\left(\alpha \bar{C}_1^p + \beta \sum_{i=1}^n \delta R_i\right)^{n-1} = \left(\frac{\alpha(R_i - R'_i) + \beta \sum_{i=1}^n \delta R_i}{\bar{C}_{\max}^f}\right)^{n-1} \quad (10)$$

虽然产权制度的加入可提高非排他性物品成功的排他的概率，但由于每个社员要承担一定量的制度费用 δR_i ，因此当非排他性物品提供出来后，能够成功排他和不能排他两种情况下的收益分别变为 $R_i - C_i - \delta R_i$ 和 $R'_i - C_i - \delta R_i$ 。设在产权制度参与下的 θ_2 变为 θ_2^z ，则：

$$\theta_2^z = p_z(R_i - R'_i) + R'_i - \delta R_i \quad (11)$$

那么产权制度可以改善非排他性物品提供概率的条件为 $\theta_2^z - \theta_2 > 0$ 有解。设：

$$\varphi_i(\delta R_i) = \theta_2^z - \theta_2 = (R_i - R'_i)(p_z - p) - \delta R_i \quad (12)$$

当 $\sum_{j=1, j \neq i}^n \delta R_j \neq 0$ 时， $\delta R_i = 0$ 至少为其一个解，也就是说在其他社员承担制度费用不为零，而 P_i 承担的制度费用为零的条件下，产权制度的加入确实可以提高非排他性物品提供概率。那么现在存在的一个问题是，个人承担制度费用是否一定会提高非排他性物品的提供的概率？

设除 P_i 以外其他社员承担的制度费用总和 $\sum_{j=1, j \neq i}^n \delta R_j = a$ ，对于社员 P_i 来说，其愿意承担的最大制度费用 $\delta R_{i\max}$ 应满足：

$$\alpha(R_i - R'_i) + \beta a + \beta \delta R_{i\max} = \bar{C}_{\max}^f \quad (13)$$

此时物品能成功排他的概率为最大值 1。设 $b = \frac{\bar{C}_{\max}^f - \alpha(R_i - R'_i)}{\beta}$ ，当 $a \geq b$ 时， $\varphi_i(0)$ 取得极大值。因为对于 P_i 来说，此时物品能成功排他的概率 p_z 已达到最大，无论再承担多少制度费用排他概率已不可能得到提高，只能使得 θ_2^z 减小，使得物品提供概率减小。

当 $a \in [0, b)$ 时， $\delta R_{i\max} = b - a$ ，对 φ_i 求得关于 δR_i 在区间 $[0, \delta R_{i\max}]$ 的二阶偏导：

$$\frac{\partial^2 \varphi_i}{\partial \delta R_i^2} = \frac{\beta^2}{\bar{C}_{\max}^f{}^2} (n-1)(n-2)(R_i - R'_i) \left(\frac{\alpha(R_i - R'_i) + \beta a + \beta \delta R_i}{\bar{C}_{\max}^f}\right)^{n-3} \quad (14)$$

可发现当 $n \geq 2$ 时， $\frac{\partial^2 \varphi_i}{\partial \delta R_i^2} \geq 0$ 在区间 $[0, \delta R_{i\max}]$ 上始终成立，即 φ_i 在该区间上为凹函数。而当 $\delta R_i \geq \delta R_{i\max}$ 时， $p_z = 1$ 恒成立， φ_i 单调递减，因此 $\varphi_i(0)$ 或 $\varphi_i(\delta R_{i\max})$ 为函数的极大值点。

那么要使得每社员承担制度费用为最优，则要求 $\varphi_i(\delta R_{i\max}) - \varphi_i(0) > 0$ 有解。设 $\tau = \varphi_i(\delta R_{i\max}) - \varphi_i(0)$ ，联合式（13）得：

$$\tau = (R_i - R'_i) \left(1 - \left(\frac{\alpha(R_i - R'_i) + \beta a}{\bar{C}_{\max}^f} \right)^{n-1} \right) - \frac{\bar{C}_{\max}^f - \alpha(R_i - R'_i) - \beta a}{\beta} \quad (15)$$

对其求关于a在区间[0, b)上的一阶和二阶偏导：

$$\frac{\partial \tau}{\partial a} = 1 - \frac{\beta}{\bar{C}_{\max}^f} (n-1)(R_i - R'_i) \left(\frac{\alpha(R_i - R'_i) + \beta a}{\bar{C}_{\max}^f} \right)^{n-2} \quad (16)$$

$$\frac{\partial^2 \tau}{\partial a^2} = -\frac{\beta^2}{\bar{C}_{\max}^f{}^2} (n-1)(n-2)(R_i - R'_i) \left(\frac{\alpha(R_i - R'_i) + \beta a}{\bar{C}_{\max}^f} \right)^{n-3} \quad (17)$$

当 $n \geq 2$ 时， $\frac{\partial^2 \tau}{\partial a^2} \leq 0$ 恒成立，即 τ 是关于a的一个凸函数，又 $a = b$ 时， $\delta R_{i\max} = 0$ ，此时 $\tau = 0$ 。那么从 $\tau > 0$ 的解中我们可导出产权制度演化过程三个频率分量。

1. $\frac{\partial \tau}{\partial a} \Big|_b \geq 0$ 的情况：

当 $\frac{\partial \tau}{\partial a} \Big|_b \geq 0$ 时， $\tau > 0$ 无解， $\varphi_i(0) > \varphi_i(\delta R_{i\max})$ 恒成立，在此频率分量下，无论其他社员承担的制度费用总和a为多少，减少自己所承担的费用始终能使自己的 θ_2^z 增加，使得自己提供非排他性物品的概率增加，或者说自己不承担制度费用是严格优策略。而这就意味着此时产权制度不存在自发演生的可能。然而，若对于每个社员都存在一个 δR_i^* ($\delta R_i^* > 0$)，使得 $\sum_{i=1}^n \varphi_i(\delta R_i^*) - \sum_{i=1}^n \varphi_i(0) > 0$ 成立，则说明博弈存在帕累托改进的可能，这时可对制度的人为理性设计和强制实施提高每个社员的非排他性物品提供概率。比如可通过一个组织者（如政府）强制征收并合理分摊制度费用以改善个人的非排他性物品提供概率，从而提高整个社区的排他性物品提供量。

2. $\frac{\partial \tau}{\partial a} \Big|_b < 0$ 且 $\tau(0) \leq 0$ 的情况：

当 $\frac{\partial \tau}{\partial a} \Big|_b < 0$ 且 $\tau(0) \leq 0$ 时，则必然存在一个 $a^* > 0$ ，使得 $\varphi_i(\delta R_{i\max}) > \varphi_i(0)$ 在区间 $[a^*, b)$ 上有解，在此频率分量下，是否决定承担制度费用取决于其他社员制度费用的承担量，当其他社员承担的费用总和恰好达到或超过自己承担的条件时，承担制度费用就可以使 θ_2^z 增加，使得自己非排他性物品提供概率得到改善。此时产权制度存在自发演生的可能。

3. $\tau(0) > 0$ 的情况：

当 $\tau(0) > 0$ 时，说明在区间 $[0, b)$ 上 $\varphi_i(\delta R_{i\max}) > \varphi_i(0)$ 恒成立，在此频率分量下，每个社员来说，无论其他社员是否承担制度费用，只要自己承担制度费用一定会使自己的 θ_2^z 增加，增加自己非排他性物品的提供概率。也就是说承担公共管理费用是一个严格优策略。而这就意味着在该种情况下产权制度一定可以自发演化。

在情况3中，考虑一种特殊情况，当其他社员承担制度费用 $a = 0$ 时，不考虑私人承担制度费用的外部性，制度这时对于个人来说可视为某种由私人承担成本的私人排他措施。而这就说明在该情况下，私人排他措施也是可以提高非排他性物品的私人提供概率的。这也就是为什么上文通过排他博弈分析得出在无法排他的情况下不实施排他为最优反应，而实际中人们却往往在明知排他措施总会被反排他措施破解的情况下，还愿意花费成本预先实施一些排他措施的原因。而私人排他措施同样也起着宣示、界定和保护主体产权的作用，任何对主体产权的侵犯都会受到这种排他措施的惩罚而付出代价（需要支付一定的反排他成本作为代价），那么从更广泛的意义上来看，整个社区所有社员都实施私人排他措施的状态也可视为一种社会自发演生的产权制度形式。

把 $a = b$ 代入到式（16）中可导出产权制度存在自发演化可能性的条件为：

$$\frac{\beta}{\bar{C}_{\max}^f} (n-1)(R_i - R'_i) > 1 \quad (18)$$

可看到产权制度是否有可能自发演生不仅取决于排他收益 $R_i - R'_i$ 、社区人口 n 、制度执行机制相对执行效率 β 等客观因素，还取决于每个社员主观上对社区最大反排他成本 \bar{C}_{\max}^f 的预期。

六、总结

非排他性和非竞争性既不是公共物品的客观属性，也不是公共决策、公共供给的结果，而是取决于物品在使用者之间的使用情况。公共物品概念与其说其是指代某些具体物品，不如说其实际上是指代着物品在使用中产生的“公共现象”。私有产权安排是否一定能提高社会经济效率需要结合社会人口规模进行具体分析。产权制度并非在所有条件下都能自发演生出来，还需结合社会人口规模、排他收益、制度相对执行效率以及社会成员对商品效用的评价情况做具体分析。

最后，文章模型的所有分析过程均是建立在最高反排他成本 \bar{C}_f^f 服从 $[0, \bar{C}_{\max}^f]$ 区间上的均匀分布基础上的，关于最高反排他成本 \bar{C}_f^f 服从其他分布概型的情况，还有待其他有兴趣的学者进行进一步研究分析。

参考文献：

- [1]张琦. 公共物品理论的分歧与融合[J]. 经济学动态, 2015, (11): 147-158.
- [2]布坎南. 公共物品的需求与供给[M]. 上海: 上海人民出版社, 1968.
- [3]张晋武, 齐守印. 公共物品概念定义的缺陷及其重新建构[J]. 财政研究, 2016, (8): 2-12.
- [4]J. Margolis. A Comment on the Pure Theory of Public Expenditure[J]. The Review of Economics and Statistics, 1955, 37(4): 347-349.
- [5]Enke. More on the misuse of mathematics in economics: A rejoinder[J]. Review of Economics and Statistics, 1955, 37: 131-133.
- [6]卢现祥, 朱巧玲. 《新制度经济学(第二版)》[M]. 北京: 北京大学出版社, 2012年
- [7]肖特. 《社会经济的制度理论》[M]. 陆铭等译, 上海; 上海远东出版社, 2001年。
- [8]乔·B·史蒂文斯. 集体选择经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 2003.
- [9]加雷斯·D·迈尔斯. 公共经济学[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2001.
- [10]卢之超. 马克思主义大辞典[M]. 北京: 中国和平出版社, 1993.
- [11]《现代管理词典》编委会. 现代管理辞典(第2版)[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2009.
- [12]黄恒学. 公共经济学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2002.
- [13]Y·巴泽尔. 产权经济分析[M]. 上海: 上海人民出版社, 1997.
- [14]张五常. 经济解释[M]. 北京: 商务印书馆, 2001.
- [15]袁义才. 公共产品的产权经济学分析[J]. 江汉论坛, 2003, (6): 25-28.
- [16]吴立武. 公、私产品界定标准局限性分析[J]. 财经理论与实践, 2006, (2): 7-10.
- [17]刘佩弦, 常冠吾. 马克思主义与当代辞典[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1988.
- [18]张五常. 交易费用的范式[J]. 社会科学战线, 1999, (1).