

“熟人社会”农村与“原子化”农村中的生猪养殖 废弃物资源化利用 ——博弈、仿真与现实检验

何可^{1,2}, 张俊飏^{1,2}

(1. 华中农业大学经济管理学院, 武汉 430070; 2. 华中农业大学湖北农村发展研究中心, 武汉 430070)

摘要: 以生猪粪便制沼气为例, 应用博弈论和仿真方法, 探究了“熟人社会”农村和“原子化”农村中养猪户的行为演化规律和稳定策略。进而以规模养猪户微观数据为基础, 应用计量经济学研究方法, 对博弈和仿真结果进行了检验。研究表明: “地方性共识”引致的隐性激励是维系“熟人社会”农村生猪养殖废弃物资源化利用集体行动的重要机制。而在“原子化”农村中, 由于人情机制与礼俗机制的衰弱, “地方性共识”近乎消失殆尽, 养猪户倾向于成为严格的机会主义者, 从而导致生猪养殖废弃物资源化利用集体行动举步维艰。据此, 在强化法律法规、政策方针等正式制度建设的同时, 还应推动“地方性共识”建设, 以乡村文化振兴助推乡村生态振兴。

关键词: 生猪养殖废弃物资源化; “熟人社会”农村; “原子化”农村; 演化博弈; 仿真

1972年《联合国人类环境宣言》宣布: “人类有权可保持尊严和福祉的生活环境, 享有自由、安全及充足的生活条件的基本权利, 并且负有保护和改善这一代和世世代代环境的严肃责任。”可见, 如何在经济发展的同时又兼顾环境保护, 构筑人与自然的“命运共同体”, 已是世界各国经济社会发展的绿色愿景^[1]。然而近年来, 以畜禽粪便、农作物秸秆为代表的农业废弃物已成为中国农村地区主要的污染源, 严重制约了农村生态环境、村容村貌的改善^[2-3]。据《关于推进农业废弃物资源化利用试点的方案》(农计发〔2016〕90号)中的相关数据显示, 全国每年产生畜禽粪污约38亿t, 综合利用率不到60%。生猪粪便量大、面广, 若处置不当不仅易造成环境污染, 而且浪费了大量宝贵的生物质资源。有研究发现, 生猪粪便等农业废弃物具有很高的利用潜力, 若能推动其实现资源化利用则可有效改善农村环境, 并促进农民增收、带动就业^[4]。从这一意义上说, 实现生猪养殖废弃物资源化利用的过程, 一定程度上就是推进乡村振兴战略的过程。

目前学术界有关养殖废弃物资源化(或资源化)利用的研究主要集中在以下三个方面: 一是养殖废弃物资源化利用的环境或经济效应评估。朱宇恩等^[5]对山西省包括畜禽粪便在内的三种生物质资源的固碳总潜力进行了测算, 认为生物质固碳技术具有经济可行性; 韩枫等^[4]发现, 全国2013年牛羊粪便共可产生沼气资源53713900 m³; Gaur等^[6]发

收稿日期: 2019-04-28; 修订日期: 2019-09-01

基金项目: 国家自然科学基金项目(71703051, 71333006); 中央农办农业农村部乡村振兴专家咨询委员会软科学课题(RKX2019020A); 教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目(15JZD014)

作者简介: 何可(1989-), 男, 湖南浏阳人, 博士, 副教授, 主要从事农业资源与环境经济研究。

E-mail: hekework@gmail.com

通讯作者: 张俊飏(1962-), 男, 陕西咸阳人, 博士, 教授, 主要从事农业资源与环境经济研究。

E-mail: zhangjb513@126.com

现,将活性污泥、厌氧颗粒污泥、厨余垃圾同动物粪便一起厌氧发酵,可进一步开发沼气产出利用潜力。二是养殖废弃物资源化利用主体行为及其影响因素研究;仇焕广等^[7]研究发现,环境污染治理政策、饲养规模、人均播种面积、收入水平等因素显著影响农户畜禽粪便处理方式;舒畅等^[8]的研究表明,经济效益直接影响养殖场(户)畜禽养殖废弃物资源化的纵向关系选择;He等^[9]则探讨了畜禽粪便能源化的生态补偿问题,认为人际信任与制度信任在农户生态补偿意愿方面发挥了重要作用。三是养殖废弃物处理的政策研究。潘丹^[10]运用选择实验方法发现,不同区域的农户对不同牲畜粪便污染治理政策具有差异化的偏好;金书秦等^[2]对畜禽粪便资源化利用政策存在的问题进行了分析,并提出了相应的改进建议。

上述研究为本文奠定了坚实的基础,但这些研究在方法上,较少采用博弈论方法和仿真方法,应用演化博弈分析方法探究生猪粪便资源化利用问题的文献则更为罕见。理论上,作为目前博弈论研究的前沿,演化博弈论从演化的角度重新审视了博弈均衡的概念,在解释社会制度的变迁、社会习惯和社会规范的形成等方面具有独特优势^[11]。更为重要的是,由于本文考察的是同一村庄之间有限理性的养猪户之间的长期行为博弈,且处于同村之中的养猪户养殖废弃物资源化利用现状存在“囚徒困境”;而演化博弈理论能够很好地描述有限博弈群体之间长期反复博弈过程中策略的调整过程及其局部动态均衡性^[12]。与此同时,在现实中,自20世纪80年代以来,随着农村大量劳动力常年离土离乡,农村社会日渐演化出不同的形态^[13]。从社会习惯、社会规范、人际关系角度分析,农村社会可归纳为“熟人社会”农村和“原子化”农村两类。由于人情、礼俗等方面的差异,导致两种社会中养猪户的行为约束存在差异。因此,两种农村社会的养猪户之间的行为逻辑可能不同。从这一意义上说,探究不同农村社会关系制度下养猪户之间的行为互动机制,从动态演化的角度考察“地方性共识”这一非正式制度在推动生猪养殖废弃物资源化利用中的作用,不仅有助于破解农村环境治理的养猪户行为驱动“黑箱”,而且对于有关公共利益福祉政策的制定与完善均具有重要理论与实践价值。

鉴于此,本文分别以“熟人社会”农村和“原子化”农村为研究的外设背景,应用演化博弈方法、仿真方法和计量经济学方法,探究生猪养殖废弃物资源化利用中的养猪户行为问题。具体而言,试图回答如下问题:(1)理论分析层面,“熟人社会”农村和“原子化”农村中养猪户的行为逻辑是否一致?(2)博弈与仿真分析层面,在行为目标存在冲突的情况下,养猪户的行为演化规律和稳定策略是什么?(3)计量分析层面,理论、博弈与仿真分析的结果能否在现实层面得到验证?本文的可能贡献主要体现在:(1)基于以“有限理性”为基础的演化博弈理论视角展开研究,并且通过考虑“地方性共识”改变传统演化博弈的约束条件,给出了一个理解规模养猪户之间协同参与养殖废弃物资源化行为的理论逻辑框架。(2)由于政府环境规制对于每个村庄的标准是一致的,同时对于每个养猪户来说也是既定和同质的,因此本文假定养猪户已经考虑环境规制对其资源化利用所带来的经济影响基础之上再考虑村庄内部“地方性共识”这一非正式制度的隐性激励和隐性惩罚的约束作用,对理解养猪户行为逻辑,完善乡村环境治理政策具有一定的政策启示。(3)拓展了规模养猪户的成本收益分析框架。有别于既有研究仅仅从经济角度核算规模养猪户的显性成本、显性收益,同时考虑了显性成本与隐性成本(包含违背“地方性共识”可能造成的隐性惩罚)、显性收益与隐性收益(包含遵循“地方性共识”可能造成的隐性奖励),拓展了已有研究的分析视角。

1 概念界定与理论分析

1.1 概念界定

本文主要对“生猪养殖废弃物资源化”“地方性共识”进行概念界定。

(1) 生猪养殖废弃物资源化。在本文中,生猪养殖废弃物资源化是指依据循环经济的发展原则,将生猪养殖过程中产生的粪便等废弃物直接作为原料进行利用或者进行再生利用。根据国务院办公厅《关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》,当前中国养殖废弃物资源化利用应“以沼气和生物天然气为主要处理方向”。由于生物天然气的生产主要面向大型企业,同时,为了简便后文的博弈分析,本文将生猪养殖废弃物资源化限定为利用生猪粪便制沼气。

(2) 地方性共识,是指生活在农村中的人们在长期社会交往过程中所形成的共同认识^[14]。区别于法律、行政条例,地方性共识在一定程度上为生活于同一个区域内的养猪户提供了行为决策的“无意识”依据、“身体化”遵守。当地方性共识成为养猪户生产生活中行为决策的依据之一时,这种“地方性共识”将形成一种非正式规范,包括社会声誉奖励、身份地位奖励等隐性奖励,以及社会声誉惩罚、身份地位惩罚等隐性惩罚。

1.2 生猪养殖废弃物资源化中的农户行为逻辑分析

1.2.1 “熟人社会”农村中养猪户的行为逻辑

正如费孝通^[15]针对乡土社会所言:“这是一个熟悉的社会,没有陌生人的社会。熟悉是从时间里、多方面、经常的接触中所发生的亲密感觉。这感觉是无数次的小摩擦里陶冶出来的结果。”换言之,在具有地方性限制、相对封闭的“熟人社会”农村,生于斯、长于斯的人们彼此间有着高度的了解。

“熟人社会”农村中的养猪户主要遵循如下两种行为逻辑:一是人情机制。“熟人社会”因村民之间“相互地拖欠着未了的人情”^[15],而被整合为关注“情分”和“情义”“给予”和“拖欠”的亲密社群^[16]。这种“人情化”的社会网络在生产生活中通常表现为彼此之间“日常互让,长期互惠”^[17],且具有“印象整饰(impression management)”的特征。正因如此,“熟人社会”农村中,人与人之间在生产上的分工与合作往往超越了“付出”与“回报”的短期均衡,互利共赢的长远预期成为人们的基本共识。这种通过不计较短期经济利益得失来累积人情资本的心理正是中国传统社会中“克己复礼”的行为价值观、“因果报应”的施报平衡观和“道法自然”的朴素生态观的体现。表现在生猪养殖废弃物资源化利用方面则是人们更容易达成一种“地方性共识”:当有养猪户“冒天下之大不韪”而不采取环境友好的方式处理生猪养殖废弃物,或者不支持村庄开展生猪养殖废弃物资源化利用,村容村貌、生态环境将遭受破坏,每个人都会因此而受损。当这种损失超过了当事人的人情积累时,人情关系网络中的其余村民则很有可能对其表达不满,乃至对其进行批评、指责。反之,当有养猪户积极响应村集体开展生猪养殖废弃物资源化利用而为村庄生态环境保护作出贡献时,则往往能获得其余村民的尊重与赞扬,从而进一步积累人情资本。

二是礼俗机制。在古代中国,“礼”是维系社会秩序的重要机制之一,其与“法”一起构成了国家维持规范的力量^[16]。及至现代社会,“礼”的影响同样不可忽视,且其主要表现在两个方面:村规民约、族规家训。就前者而言,根据中国政府部门2018年12月颁

布的《关于做好村规民约和居民公约工作的指导意见》，村规民约并非村委会单独制定，而是要最大限度体现全体村民意愿、达成共识，且制定的内容与条款既要符合法律规范，也要弘扬中华民族传统美德、时代新风，并充分考虑当地风俗习惯、历史文化等因素。这意味着，村规民约与乡土社会中的“地方性共识”有着天然的亲密联系。就后者而言，从《孔子家语》《颜氏家训》到《曾国藩家书》，族规家训源远流长。《乡村振兴战略规划（2018—2022年）》同样将“传承良好家风家训”作为乡村文化振兴的重要内容。这种重视族规家训的文化为农村社会构建了特有的“血缘理性”法则，其特点主要表现为规则的同起点性、身份地位的差等性、位置责任的对等性^[18]，家族成员理应遵守和继承。整体而言，新时代的村规民约、族规家训，都涉及到与生态环境保护相关的公共秩序，且均具有诸如模范创建、批评教育等奖惩机制。表现在生猪养殖废弃物资源化利用方面则是：养猪户积极响应村庄开展生猪养殖废弃物资源化利用则能够受到农村内部的奖励，反之则很有可能受到惩罚。

1.2.2 “原子化”农村中养猪户的行为逻辑

有别于“原子主义”，“原子化”描述的是乡村社会中，个人与个人之间、个人与社会之间熟悉感、亲密感、信任度下降的过程，可被视为费孝通刻画的“熟人社会”的反面，或者是古典社会学家关注的“社会整合（social integration）”或“社会团结（social solidarity）”的反面。

中国部分地区“原子化”农村的形成有其历史渊源。一是人情机制的衰弱。改革开放以来，家庭联产承包责任制的确立和市场经济的发展，在推动粮食产量快速增长、人民温饱问题得以基本解决的同时，也使得粮食市场需求几近饱和，农业比较收益进一步下降，大量农业劳动力向非农领域转移，加之沿海城市劳动力需求增大、“农民进城”限制放松，推动了20世纪90年代打工热潮在全国兴起，农民工数量迅速上涨。这种大规模的人口流动使得一些地区的农村由相对封闭的“熟人社会”渐渐走向开放，并显露出“无主体”特征^[19]。特别是，由于村民之间往来的时间与机会较少，彼此的熟悉感、亲密感、信任度也随之下降，“闭门不管庭前月，分付梅花自主张”成为了许多人们行动的优先策略，表现在生猪养殖废弃物资源化利用方面则是：由于开展生猪养殖废弃物资源化需要投入大量的人力、物力、财力，养猪户无论是因为客观原因（如家庭劳动力外出务工而没有充足的“人力”），还是主观原因（如不再重视人情资本的积累），都对参与这种具有互惠性质的集体行动的动力不足。二是礼俗机制的式微。在进入21世纪之后，尤其是中国加入WTO后，西方民主、法治、科学、自由等观念在对中国社会进步发挥有益效应的同时，其享乐主义、拜金主义、极端个人主义等思潮也对人们的思想造成了不可小觑的侵蚀。尤其是对于缺少宗族结构的分散型村庄，淡薄的族规家训难以抵挡外来文化的侵染。在这样的情况下，养猪户的“经济理性”往往受到强化、“集体意识”则逐渐淡化。而2006年废止《农业税条例》后，农业负担在得以减轻的同时，农村中的干部与群众之间亦呈脱节趋势，村规民约的约束力大为下降。礼俗机制的式微使得养猪户的行为决策呈现出一种“消解了集体意志”的私人性的建构^[20]，往往对生猪养殖废弃物不合理处置造成的生态破坏视而不见。同时，农村内部的隐性奖励、隐性惩罚的作用无足轻重，纵然有部分养猪户在生猪养殖废弃物资源化方面身先士卒，也难以对其余养猪户形成示范带动作用。

2 “熟人社会”农村中养猪户行为的博弈与仿真分析

2.1 基本假设

基于前文理论分析,结合相关博弈理论^[21],本文的基本假设如下:

(1) 局中人假设:为简化分析,假设在一个“熟人社会”农村具有相同个体特征、养殖规模、政策与技术约束的养猪户A与养猪户B,构成了局中人集 $I=\{1, 2, 3, \dots, n\}$ 。

(2) 有限理性假设:由于养猪户A、养猪户B受到了信息处理能力等因素的约束,其行为决策遵循“有限理性”原则。

(3) 行为策略空间假设:养猪户A、养猪户B都拥有两种策略选择,即“参与”生猪粪便制沼气与“不参与”生猪粪便制沼气。

(4) 收益假设:①对于养猪户而言,如果只从事农业生产,不利用产后环节的生猪粪便制沼气,那么其收益为 I_A ;如果选择响应村集体号召,对生猪粪便开展制沼气利用,则需投入相应的经济成本 C_R 、机会成本 C_o ,沼气预期收入总现值为 V_R 。倘若局中人双方均踊跃参与,则平均分担经济成本。需要指出的是,由于在短期内,生猪粪便不合理处置对养殖业经济收益的影响通常不显著,且难以衡量。因此,为了简化分析,本文不考虑这一影响。②正如前文所述,在“熟人社会”农村中,存在着“地方性共识”所形成的非正式规范,既包括以人情机制为核心的软约束,又包括以礼俗机制为中枢的硬规矩。因此,对于任何养猪户而言,如果在知晓对方选择了“参与”生猪粪便制沼气后作出同样选择,其不仅能得到收益 I_R ,还能获得“地方性共识”所形成的社会声誉奖励 Δb_1 、身份地位奖励 Δb_2 。此时,养猪户的收益为 $I_R=I_A+V_R-C_R/2-C_o$,效用则是 $U_R=U(I_R+\Delta b_1+\Delta b_2)=U(I_A+V_R-C_R/2-C_o+\Delta b_1+\Delta b_2)$ 。倘若该养猪户“不参与”生猪粪便制沼气,则其在得到收益 I_A 的同时,还会遭受到“地方性共识”引发的社会声誉惩罚 ΔC_1 、身份地位惩罚 ΔC_2 。此时,养猪户的效用是 $U_A=I_A-\Delta C_1-\Delta C_2$ 。③对于任何养猪户而言,在知晓对方选择了“不参与”策略后,如果该养猪户选择“参与”,则其得到的收益为 $I_r=I_A+V_R-C_R-C_o$,并由此获得“地方性共识”所形成的社会声誉奖励 ΔB_1 、身份地位奖励 ΔB_2 。当其余养猪户选择“不参与”,而此时养猪户选择“参与”则能够获得更多村民的关注,因此选择“参与”的养猪户的社会声誉、身份地位提升等隐性补偿也能在更大范围的村民内获得认同和接受,同时,同为养猪户,选取“参与”策略的养猪户与选择“不参与”的养猪户形成鲜明的对比,进一步增强了选择“参与”的养猪户在村庄中获得的认同。此时,养猪户的收益为 $I_r=I_A+V_R-C_R-C_o$,效用则是 $U_r=U(I_r+\Delta B_1+\Delta B_2)=U(I_A+V_R-C_R-C_o+\Delta B_1+\Delta B_2)$ 。④基于中国农村现实可得: $I_A>I_R>I_r$, $\Delta B_1>\Delta b_1$, $\Delta B_2>\Delta b_2$ 。表1报告了养猪户之间的演化博弈模型收益矩阵。

2.2 博弈模型构建

假设在任何时间 t ,该“熟人社会”农村中选择“参与”生猪粪便制沼气的养猪户比

表1 “熟人社会”农村中养猪户之间的演化博弈模型收益矩阵

Table 1 Income matrix of evolutionary game model between pig farmers in the acquaintance society

局中人及策略		养猪户B的策略	
		参与	不参与
养猪户A的策略	参与	$(I_R+\Delta b_1+\Delta b_2, I_R+\Delta b_1+\Delta b_2)$	$(I_r+\Delta B_1, I_A-\Delta C_1-\Delta C_2)$
	不参与	$(I_A-\Delta C_1-\Delta C_2, I_r+\Delta B_1+\Delta B_2)$	(I_A, I_A)

例为 x ，选择“不参与”的为 $1-x$ 。借鉴高庆鹏等^[21]的研究，并根据表1，可得到选择“参与”的养猪户的期望效用的表达式为：

$$\begin{aligned}
 EU_x &= x(I_R + \Delta b_1 + \Delta b_2) + (1-x) \times (I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) \\
 &= x(I_R + \Delta b_1 + \Delta b_2 - I_r - \Delta B_1 - \Delta B_2) + I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

选择“不参与”的养猪户的期望效用则是：

$$EU_{1-x} = x(I_A - \Delta C_1 - \Delta C_2)
 \tag{2}$$

借鉴 Weibull^[22]的研究，可得到养猪户选择“参与”的复制子动态方程为：

$$\begin{aligned}
 F(x) &= dx/dt = x(1-x) \times (EU_x - EU_{1-x}) = x(1-x) \\
 & \quad [(I_R + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 - I_r - I_A - \Delta B_1 - \Delta B_2)x + I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2]
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

2.3 演化稳定策略

令养猪户选择“参与”生猪养殖废弃物资源化这一策略的复制子动态方程 $F(x)=0$ ，即 $x(1-x)[(I_R + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 - I_r - I_A - \Delta B_1 - \Delta B_2)x + I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2]=0$ 。

由此可得到 0、1、 $\frac{-(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2)}{(I_R + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 - I_r - I_A - \Delta B_1 - \Delta B_2)}$ 这3个解是 x 的3个稳定点。依照微分方程的稳定性，当 x^* 满足 $F'(x) < 0$ 时， x^* 为演化稳定策略。

对 $F(x)$ 进行一阶求导，可得：

$$\begin{aligned}
 F'(x) &= \frac{dF(x)}{dx} \\
 &= -3x^2(I_R + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 - I_r - I_A - \Delta B_1 - \Delta B_2) \\
 & \quad + 2x(I_R + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 - 2I_r - I_A - 2\Delta B_1 - 2\Delta B_2) + (I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) \\
 &= -3x^2[I_R - I_A + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 - (I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2)] \\
 & \quad + 2x(I_R + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 - 2I_r - I_A - 2\Delta B_1 - 2\Delta B_2) + (I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2)
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

下面分情况对演化稳定策略展开分析与讨论。

(1) 当 $I_R - I_A + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 > 0$ 且 $-(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) > 0$ 时，即当 $\Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 > I_A - I_R$ 且 $\Delta B_1 + \Delta B_2 < -I_r$ 时，养猪户“参与”和“不参与”的期望收益大小取决于其余养猪户的行为，均衡点 0、1 为演化稳定均衡点。换言之，倘若其余养猪户决定“参与”，由“地方性共识”带来的社会声誉奖励、身份地位奖励、社会声誉惩罚、身份地位惩罚均足够大到填补养猪户选择“参与”与“不参与”两种策略间的收益差距，此时，“参与”策略是养猪户的首选。倘若其余养猪户决定“不参与”，尽管养猪户此时选择“参与”能获得由“地方性共识”带来的隐性补偿，但却难以独立担负高额生猪养殖废弃物处理成本，以及由此而失却的部分发展权，因此，其优先选择是“不参与”。

(2) 当 $I_R - I_A + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 < 0$ 且 $-(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) < 0$ 时，即当 $\Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 < I_A - I_R$ 且 $\Delta B_1 + \Delta B_2 > -I_r$ 时，养猪户“参与”和“不参与”的期望收益大小取决于其余养猪户的选择。倘若其余养猪户决定“不参与”，养猪户的首选是“参与”；倘若其余养猪户决定“参与”，养猪户的首选则是“不参与”，而上述“参与”与“不参与”的均衡点为 $x^* = -(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) / (I_R + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 - I_r - I_A - \Delta B_1 - \Delta B_2)$ 。这说明，如若“地方性共识”引发的社会声誉奖励、身份地位奖励、社会声誉惩罚、身份地位惩罚之和很小时，纵然其余养猪户决定“参与”，该养猪户也偏向于“不参与”。不过，倘若其余养猪户选择“不参与”，由于此时参与可获得由“地方性共识”引发的高

额隐性补偿,该养猪户更乐于“参与”。

(3) 当 $I_R - I_A + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 > 0$ 且 $-(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) < 0$ 时,即当 $\Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 > I_A - I_R$ 且 $\Delta B_1 + \Delta B_2 > -I_r$ 时,不管其余养猪户“参与”与否,养猪户“参与”的期望收益 EU_x 恒大于“不参与”时的期望收益 EU_{1-x} , $x^* = 1$ 是唯一的演化稳定均衡点。这说明,在满足 $\Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 > I_A - I_R$ 且 $\Delta B_1 + \Delta B_2 > -I_r$ 的前提下,“地方性共识”引发的社会声誉奖励、身份地位奖励、社会声誉惩罚、身份地位惩罚之和足够大,加上没有其余养猪户参加时的奖励性补偿亦充足,“参与”策略成为任何养猪户的严格占优策略。

(4) 当 $I_R - I_A + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 < 0$ 且 $-(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) > 0$ 时,即当 $\Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 < I_A - I_R$ 且 $\Delta B_1 + \Delta B_2 < -I_r$ 时,情况与(3)大相径庭,此时,任何养猪户均不乐意选择参与, $x^* = 0$ 是唯一的演化稳定均衡点。究其原因,在此境况下,“地方性共识”引发的社会声誉奖励、身份地位奖励、社会声誉惩罚、身份地位惩罚之和微乎其微,很难弥补开展生猪养殖废弃物资源化工作所投入的种种成本,加上在没有其余养猪户参加时的奖励性补偿亦不高,“不参与”策略成为任何养猪户的严格占优策略。

从上述分析结果来看,对于生态环境保护而言,最劣的情形是:当满足 $\Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 < I_A - I_R$ 且 $\Delta B_1 + \Delta B_2 < -I_r$ 的前提时,在任何时间 t ,养猪户在制沼气等生猪养殖废弃物资源化集体行动中属于严格的机会主义者,此时, x 收敛于0,集体行动难如登天。最优的情形是,当满足 $\Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 > I_A - I_R$ 且 $\Delta B_1 + \Delta B_2 > -I_r$ 的前提时,在任何时间 t ,养猪户在制沼气等生猪养殖废弃物资源化集体行动中属于严格的互惠主义者,此时, x 收敛于1,由“地方性共识”引发的社会声誉奖励、身份地位奖励、社会声誉惩罚、身份地位惩罚能够对集体行动的实现发挥举足轻重的作用。

进一步,本文使用MATLAB对养猪户的演化稳定策略进行仿真。对模型中的参数进行赋值如下:设 $I_A = 5, I_R = 3, I_r = -3, \Delta C_1 + \Delta C_2 = 1.5$ 。

(1) 当 $\Delta b_1 + \Delta b_2 = 1, \Delta B_1 + \Delta B_2 = 2$ 时,得到图1。

此情景下满足 $I_R - I_A + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 > 0$ 且 $-(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) > 0, I_R - I_A + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 = 0.5 > 0, -(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) = 1 > 0, EU_x - EU_{1-x} = (I_R + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 - I_r - I_A - \Delta B_1 - \Delta B_2)x + I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2 = 1.5x - 1 (0 \leq x \leq 1), x = 1$ 时“参与”的期望收益“不参与”, $x = 0$ 时“参与”的期望收益小于“不参与”且 $\Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 < I_A - I_R$ 且 $\Delta B_1 + \Delta B_2 > -I_r, x = 0, 1$ 是演化稳定均衡点。由于“地方性共识”引发的社会声誉奖励、身份地位奖励、社会声誉惩罚、身份地位惩罚之和较大(假设 $\Delta b_1 + \Delta b_2 = 1$),倘若其余养猪户决定“参与”,养猪户也会决定“参与”;让若其余养猪户决定“不参与”,此时,养猪户若决定“参与”尽管可获得隐性补偿(假设 $\Delta B_1 + \Delta B_2 = 2$),但较之于其余养猪户也选择“参与”的情形,养猪户单独“参与”需要投入高额的成本,因此对单个养猪户而言,其首选是“不参与”。

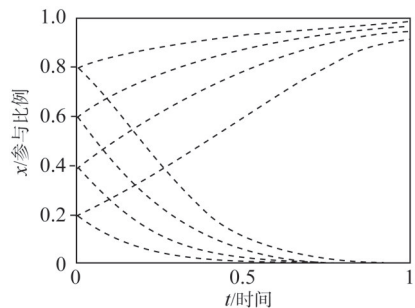


图1 当 $\Delta b_1 + \Delta b_2 = 1, \Delta B_1 + \Delta B_2 = 2$ 时养猪户的演化路径仿真图

Fig. 1 Simulation diagram of pig farmers' evolution path when $\Delta b_1 + \Delta b_2 = 1$ and $\Delta B_1 + \Delta B_2 = 2$

(2) 当 $\Delta b_1 + \Delta b_2 = 0$, $\Delta B_1 + \Delta B_2 = 4$ 时, 得到图2。

此情景下满足 $I_R - I_A + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 < 0$ 且 $-(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) < 0$, $I_R - I_A + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 = -0.5 < 0$, $-(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) = -1 < 0$, 即 $\Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 < I_A - I_R$ 且 $\Delta B_1 + \Delta B_2 > -I_r$, 当 $x^* = -(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) / (I_R + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 - I_r - I_A - \Delta B_1 - \Delta B_2) = 2/3$ 时, $EU_x - EU_{1-x} = (I_R + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 - I_r - I_A - \Delta B_1 - \Delta B_2)x + I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2 = 0$, 养猪户“参与”的期望收益等于“不参与”, 即 $x^* = -(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) / (I_R + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 - I_r - I_A - \Delta B_1 - \Delta B_2)$ 是唯一的演化稳定均衡点, 任何养猪户都为相机抉择的不参与者。在这种情形下, 倘若“地方性共识”引发的社会声誉奖励、身份地位奖励、社会声誉惩罚、身份地位惩罚之和几近于无(假设 $\Delta b_1 + \Delta b_2 = 0$), 纵然其余养猪户决定“参与”, 该养猪户也将偏向于“不参与”。不过, 倘若其余养猪户决定“不参与”, 由于此时参与生猪养殖废弃物资源化能够获得“地方性共识”引发的高额隐性补偿 $\Delta B_1 + \Delta B_2$, 该养猪户更乐于选择成为生猪养殖废弃物资源化利用的参与者。

(3) 当 $\Delta b_1 + \Delta b_2 = 1$, $\Delta B_1 + \Delta B_2 = 4$ 时, 得到图3。

此情形下有 $I_R - I_A + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 > 0$ 且 $-(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) < 0$, $I_R - I_A + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 = 0.5 > 0$, $-(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) = -1 < 0$, $EU_x - EU_{1-x} = (I_R + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 - I_r - I_A - \Delta B_1 - \Delta B_2)x + I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2 = 1 - 0.5x > 0$ ($0 \leq x \leq 1$)。因此, 养猪户“参与”时的期望收益大于“不参与”, $x^* = 1$ 是唯一的演化稳定均衡点, 任何养猪户均是严格的生猪养殖废弃物资源化参与者。这是因为, 在满足 $\Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 > I_A - I_R$ 且 $\Delta B_1 + \Delta B_2 > -I_r$ 的前提下, “地方性共识”引发的社会声誉奖励、身份地位奖励、社会声誉惩罚、身份地位惩罚之和大于养猪户“不参与”与“参与”的收益差。

(4) 当 $\Delta b_1 + \Delta b_2 = 0$, $\Delta B_1 + \Delta B_2 = 2$ 时, 得到图4。

此情形下有 $I_R - I_A + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 < 0$ 且 $-(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) > 0$, $I_R - I_A + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 = -0.5 < 0$, $-(I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2) = 1 > 0$, $EU_x - EU_{1-x} = (I_R + \Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 - I_r - I_A - \Delta B_1 - \Delta B_2)x + I_r + \Delta B_1 + \Delta B_2 = 0.5x - 1 < 0$ ($0 \leq x \leq 1$)。因此, 养猪户“参

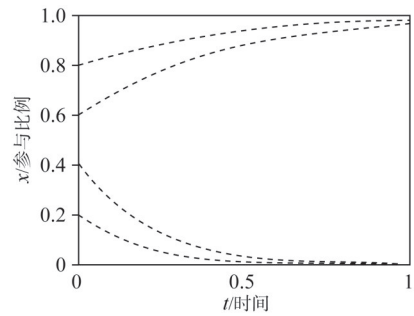


图2 当 $\Delta b_1 + \Delta b_2 = 0$, $\Delta B_1 + \Delta B_2 = 4$ 时养猪户的演化路径仿真图

Fig. 2 Simulation diagram of pig farmers' evolution path when $\Delta b_1 + \Delta b_2 = 0$ and $\Delta B_1 + \Delta B_2 = 4$

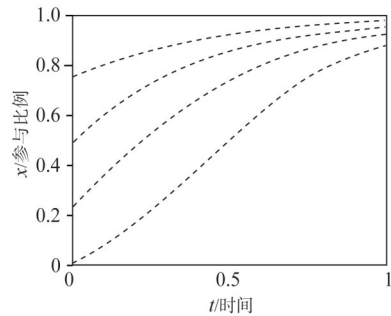


图3 当 $\Delta b_1 + \Delta b_2 = 1$, $\Delta B_1 + \Delta B_2 = 4$ 时养猪户的演化路径仿真图

Fig. 3 Simulation diagram of pig farmers' evolution path when $\Delta b_1 + \Delta b_2 = 1$ and $\Delta B_1 + \Delta B_2 = 4$

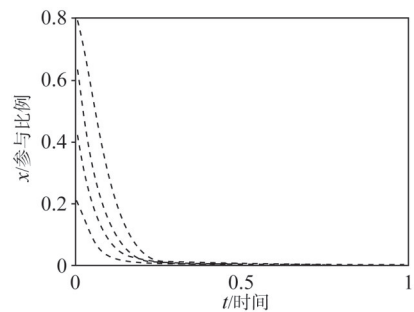


图4 当 $\Delta b_1 + \Delta b_2 = 0$, $\Delta B_1 + \Delta B_2 = 2$ 时养猪户的演化路径仿真图

Fig. 4 Simulation diagram of pig farmers' evolution path when $\Delta b_1 + \Delta b_2 = 0$ and $\Delta B_1 + \Delta B_2 = 2$

与”的期望收益小于“不参与”， $x^*=0$ 是唯一的演化稳定均衡点，任何养猪户均不乐意进行生猪粪便制沼气处理。究其原因，在满足 $\Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 < I_A - I_R$ 且 $\Delta B_1 + \Delta B_2 < -I_r$ 的前提下，“地方性共识”引发的社会声誉奖励、身份地位奖励、社会声誉惩罚、身份地位惩罚之和小于养猪户“不参与”与“参与”的收益差。

3 “原子化”农村中养猪户行为的博弈与仿真分析

3.1 博弈模型收益矩阵

如前所述，在一些“原子化”农村，由于人情机制、礼俗机制的衰退与式微，“地方性共识”几近消失殆尽，进而社会声誉奖励、身份地位奖励、社会声誉惩罚、身份地位惩罚缺乏，养猪户的效用矩阵同等于收入矩阵，结果见表2。

表2 “原子化”农村中养猪户之间的博弈模型收益矩阵

Table 2 Income matrix of evolutionary game model between pig farmers in the atomized society

局中人及策略		养猪户B的策略	
		参与	不参与
养猪户A的策略	参与	(I_R, I_R)	(I_r, I_A)
	不参与	(I_A, I_r)	(I_A, I_A)

由表2可知，当其余养猪户选择“参与”时，由于 $I_A > I_R > I_r$ ，养猪户选择“不参与”能获得更多收入；当其余养猪户选择“不参与”时，养猪户的严格占优策略仍然是“不参与”。这一情形即是前文中当满足 $\Delta b_1 + \Delta b_2 + \Delta C_1 + \Delta C_2 < I_A - I_R$ 且 $\Delta B_1 + \Delta B_2 < -I_r$ 条件的极端化的情况。这说明，当不存在“地方性共识”时，理性自利的养猪户更倾向于成为严格的机会主义者，从而导致制沼气等生猪养殖废弃物资源化集体行动在“原子化”农村举步维艰。

3.2 博弈模型构建

假设在任何时间 t 内，该“原子化”农村中选择“参与”的养猪户比例为 y ，选择“不参与”的为 $1-y$ ，由此，可得到选择“参与”的养猪户的期望效用表达式为：

$$EU_y = yI_R + (1-y)I_r \tag{5}$$

选择“不参与”的养猪户的期望效用表达式为：

$$EU_{1-y} = yI_A + (1-y)I_A \tag{6}$$

类似地，可进一步得到养猪户选择“参与”的复制子动态方程为：

$$F(y) = dy/dt = y(1-y) \times (EU_y - EU_{1-y}) = y(1-y) \times [yI_R + (1-y)I_r - I_A] \tag{7}$$

3.3 演化稳定策略

令养猪户选择“参与”的复制子动态方程 $F(y)=0$ ，即

$$y(1-y) \times [yI_R + (1-y)I_r - I_A] = 0 \tag{8}$$

可得到3个解，即0、1、 $\frac{I_A - I_r}{I_R - I_r}$ 是 y 的3个稳定点，由于 $I_A > I_R$ ，所以不存在 $\frac{I_A - I_r}{I_R - I_r}$ 稳定点，只存在0和1。

依照微分方程的稳定性，当 y^* 满足 $F'(y) < 0$ 时， y^* 为演化稳定策略。

对 $F(y)$ 进行一阶求导，得到：

$$\begin{aligned} F'(y) &= \frac{dF(y)}{dy} \\ &= (1-2y) \times [yI_R + (1-y)I_r - I_A] + y(1-y) \times (I_R - I_r) \\ &= y(2-3y) \times (I_R - I_r) + (1-2y) \times (I_r - I_A) \end{aligned} \tag{9}$$

由于 $I_A > I_R > I_r$ ，此时只有 $y=0$ 满足 $F'(y) < 0$ ，任何养猪户都为严格的生猪养殖废弃物资源化非参与者。换言之，不管其余养猪户选择“参与”与否，该养猪户的占优策略都为“不参与”。这说明，在“原子化”农村中，养猪户间的博弈堕入了囚徒困境。

进一步，本文使用 MATLAB 对“原子化”农村中的演化稳定策略进行仿真。对模型中的参数赋值如下： $I_A=5$ ， $I_R=4$ ， $I_r=3$ ，得到图 5。

当 $I_A=5$ ， $I_R=4$ ， $I_r=3$ 时，满足 $I_A > I_R > I_r$ ，此时只有 $y=0$ 是博弈的演化稳定点，任何养猪户均为严格的生猪养殖废弃物资源化非参与者，这种严格的“不参与”表现为无论其余养猪户选择什么策略，该养猪户一直会选择“不参与”。究其原因，“原子化”农村中杯水车薪的“地方性共识”难以形成社会声誉奖励、身份地位奖励、社会声誉惩罚、身份地位惩罚等隐性激励，进而致使养猪户的行为选择未能受到外部约束。

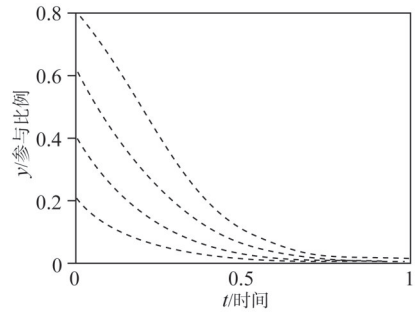


图 5 当 $I_A=5$ ， $I_R=4$ ， $I_r=3$ 时养猪户的演化路径仿真图

Fig. 5 Simulation diagram of pig farmers' evolution path when $I_A=5$ ， $I_R=4$ and $I_r=3$

4 现实检验

4.1 数据来源

为了检验前文博弈分析的合理性，本部分使用课题组 2018 年 7 月至 8 月在湖北武汉、宜昌、黄冈、十堰、荆门、咸宁、襄阳、恩施等地的入户调查数据展开进一步研究。上述调研区域在地理位置层面上涵盖了鄂东、鄂中、鄂西，在政策层面上涵盖了《湖北省畜牧业发展第十三个五年发展规划》划定的湖北种猪板块、鄂中商品猪板块、鄂西南生态猪板块和鄂东生猪板块。需要指出的是，由于较之于小农户，规模养猪户数量非常稀少、分布较为分散，加之各地发展不均衡，且近年来在环保高压下存在一定的退出现象，因此，调查小组依据生猪产业发展现状在上述地区随机选择 2~4 个县，在当地政府相关部门获得规模养猪户名单之后于每个县随机抽取 20~40 户，总共获得调查问卷 727 份，在删除前后矛盾、关键信息空缺的问卷后，共获得适用于本文的调查问卷 699 份。

4.2 模型与变量

本文主要为了验证“熟人社会”农村与“原子化”农村中养猪户参与生猪粪便制沼气这一集体生态环境保护行动的逻辑，因此，设定被解释变量为养猪户为村集体沼气工程建设的捐款意愿 (*willingness*)，为离散的 0-1 变量。处理该类数据的常见计量经济学模型为 Binary Probit 模型。

第一，为了分析农村社会类型对养猪户参与生猪粪便制沼气这一集体生态环境保护行动的影响，建立模型一，其方程如下：

$$P(\text{willingness}_i = 1) = \Phi(\alpha_i \text{countryside}_i + \beta_i \text{individual}_i + \chi_i \text{household}_i + \delta_i \text{production}_i) \quad (10)$$

式中： i 表示第 i 个受访养猪户。被解释变量 *willingness* 是一个关于养猪户为村集体沼气工程建设的捐款意愿的 0-1 变量，若养猪户愿意参与，则取值为 1，否则取值为 0。

农村社会类型 (*countryside*) 为模型一关注的核心变量。某农村是否具有“熟人社会”或“原子化”性质难以直接衡量。一般地，“熟人社会”农村与“原子化”农村的重

要区别在于“地方性共识”是否丧失，而村规民约则是“地方性共识”的重要外在表现^[20]。据此，本文将拥有村规民约的农村视为“熟人社会”农村，且赋值为1，没有的则视为“原子化”农村，且赋值为0。

为了减轻遗漏变量对模型估计结果的影响，借鉴有关农户生态环保行为决策的一般性研究^[23-25]，本文还控制了如下变量：(1) 养猪户个人特征 (*individual*)，主要包括性别、年龄、受教育年限；(2) 养猪户家庭特征 (*household*)，主要包括家中是否有人担任干部、家庭人口数量、家庭总收入对数、家庭外出务工人数；(3) 养猪户生产特征 (*production*)，主要包括生猪出栏量对数、猪场位置。

第二，为了分析“熟人社会”农村中“地方性共识”带来的隐性激励与隐性惩罚在养猪户参与生猪粪便制沼气这一集体生态环境保护行动中的作用，建立模型二，其方程如下：

$$P(\text{willingness}_j = 1) = \Phi(\alpha_j \text{incentive}_j + \beta_j \text{individual}_j + \chi_j \text{household}_j + \delta_j \text{production}_j) \quad (11)$$

式中：下标 j 表示“熟人社会”农村中第 j 个受访养猪户。隐性激励感知 (*incentive*) 为模型二关注的核心变量，可分为正向的隐性奖励感知（社会声誉奖励感知、身份地位奖励感知）与负向的隐性惩罚感知（社会声誉惩罚感知、身份地位惩罚感知）。借鉴相关学者研究^[26,27]，结合调查对象的理解能力，最终分别采用受访者对问题“保护环境会让我受到其他村民的表扬与尊重”“污染环境会让我受到其他村民的批评和鄙视”“保护环境会提高我在当地的身份地位”“污染环境会降低我在当地的身份地位”的认同程度来衡量社会声誉奖励感知、社会声誉惩罚感知、身份地位奖励感知、身份地位惩罚感知。此外，需要说明的是，模型二的控制变量（养殖户的个人特质、家庭特征、生产特征）与模型一保持一致。表3报告了各解释变量的描述性统计结果。

表3 解释变量的描述性统计分析

Table 3 Descriptive statistical analysis of independent variables

变量	含义及赋值	观测值	均值	标准差
农村类型	1=“熟人社会”农村；0=“原子化”农村	699	0.708	0.455
社会声誉惩罚感知	对“污染环境会让我受到其他村民的批评和鄙视”的认同程度：1~5分	699	3.612	1.042
身份地位惩罚感知	对“污染环境会降低我在当地的身份地位”的认同程度：1~5分	699	3.629	1.023
社会声誉奖励感知	对“保护环境会让我受到其他村民的表扬与尊重”的认同程度：1~5分	699	3.824	0.939
身份地位奖励感知	对“保护环境会提高我在当地的身份地位”的认同程度：1~5分	699	3.760	0.936
性别	男=1；女=0	699	0.911	0.285
年龄	被调查规模生猪养殖户的实际年龄/周岁	699	47.322	8.384
受教育年限	被调查规模生猪养殖户的实际受教育年限/年	699	8.813	3.055
家中是否有人担任干部	是=1；否=0	699	0.269	0.444
家庭人口数量	家庭实际人口数量/个	699	4.827	1.585
家庭总收入对数	上一年家庭总收入的对数	699	2.760	0.937
家庭外出务工人数	上一年家庭外出务工人数/个	699	0.906	0.981
生猪出栏量对数	上一年生猪实际出栏量的对数	699	5.323	1.043
猪场位置	1=本村内；0=村外养殖区	699	0.514	0.500

4.3 回归结果

表4报告了模型一、模型二回归结果。两个模型中卡方统计量所对应的 P 值均显著,表明模型具有有效性。在模型一中,本文主要关注农村社会类型对养猪户村集体沼气工程付费意愿的影响。不难发现,该变量在10%的置信水平上显著,表明在其他条件不变的情况下,较之于“原子化”农村,“熟人社会”农村的养猪户具有更高的可能性参与生猪粪便制沼气这一集体生态环境保护行动。这一结果与前文博弈分析结果一致。

表4 模型回归结果
Table 4 Regression results

变量	模型一		模型二	
	系数	标准误	系数	标准误
农村社会类型	0.241 [*]	0.127		
社会声誉惩罚感知			0.204 ^{**}	0.098
身份地位惩罚感知			0.258 ^{**}	0.103
社会声誉奖励感知			0.250 ^{***}	0.104
身份地位奖励感知			-0.127	0.109
性别	0.265	0.194	0.226	0.246
年龄	0.013 [*]	0.008	-0.001	0.010
受教育年限	0.057 ^{***}	0.020	0.045 [*]	0.026
家中是否有人担任干部	0.267 [*]	0.142	0.306	0.190
家庭人口数量	0.019	0.042	0.026	0.062
家庭总收入对数	0.023	0.072	-0.087	0.099
家庭外出务工人员数	-0.032	0.067	0.009	0.091
生猪出栏量对数	-0.043	0.069	-0.007	0.093
猪场位置	-0.263 ^{**}	0.121	0.028	0.162
常数项	-0.337	0.574	-1.357	0.843
观测值	699		495	
LR chi2	25.03		56.74	
Prob>chi2	0.0053		0.0000	
Pseudo R ²	0.0414		0.1419	
Log Likelihood	-290.06271		-171.54217	

注: *、**、***分别表示10%、5%、1%显著性水平。

在模型二中,本文主要关注“熟人社会”农村中,“地方性共识”带来的隐性激励与隐性惩罚对养猪户村集体沼气工程付费意愿的影响。不难发现,社会声誉惩罚感知、身份地位惩罚感知、社会声誉奖励感知变量分别在5%、5%、1%的置信水平上显著,表明在其他条件不变的情况下,随着养殖户对社会声誉惩罚、身份地位惩罚、社会声誉奖励的认同程度的提升,其参与生猪粪便制沼气这一集体生态环境保护行动的可能性随之增强。这一结果与前文博弈、仿真分析结果基本一致。

5 结论与讨论

本文分别以“熟人社会”农村和“原子化”农村为研究的外设背景,以生猪粪便制

沼气为例,应用博弈论方法和仿真分析了生猪养殖废弃物资源化利用过程中养猪户与养猪户之间的个人理性与集体理性矛盾,通过考虑“地方性共识”改变传统演化博弈的约束条件,给出了一个理解规模养猪户之间协同参与生猪养殖废弃物资源化行为的理论逻辑框架;在此基础上,以湖北省的规模养猪户调查数据为基础,应用计量经济学研究方法,从实证角度验证了“熟人社会”农村与“原子化”农村中养猪户参与生猪粪便制沼气的行为差异,分析了“熟人社会”农村中“地方性共识”带来的隐性激励在养猪户参与生猪粪便制沼气这一集体生态环境保护行动中的作用。

无论是理论分析、博弈与仿真分析,还是实证分析,均发现,“熟人社会”农村和“原子化”农村养猪户的生猪养殖废弃物资源化行为存在差异。在“熟人社会”农村中,“地方性共识”带来的社会声誉奖励、身份地位奖励、社会声誉惩罚、身份地位惩罚,既是一种另类的“社会货币”补偿形式,又能形成一种规避机会主义行为的非正式约束。它们是经济物质激励、法律法规规范之外,维系农村集体行动的内在机制,在农村生态环境治理与保护中具有不可忽视的作用。在“原子化农村”,由于人情机制、礼俗机制的衰退与式微,“地方性共识”几近消失殆尽,养猪户倾向于成为严格的机会主义者,从而导致生猪养殖废弃物资源化这一具有互惠性质的集体行动寸步难行。

由此,本文认为,在深化法律法规、政策方针等正式制度建设的同时,应强化兼具传统优秀文化与时代文明新风的“地方性共识”建设工作,健全自治、法治、德治有机交融的农村生态环境治理体系。一方面,对于“熟人社会”农村而言,进一步发挥村民的自主性,围绕当地农村生态环境治理中的紧要问题,制定或修订具有明确奖惩措施的村规民约、族规家训,约束和规范村民的行为;另一方面,对于“原子化”农村而言,应通过挖掘和宣传当地优秀的民俗风情与名人传记,加强以“文化下乡”与文化基础设施建设为主要内容的公共文化服务体系建设,推进移风易俗,重构社会秩序。

参考文献(References):

- [1] 程琳琳,何可,张俊飏.基于关系与结构嵌入的农户农业废弃物绿色处置行为分析.农业工程学报,2018,34(17): 241-249. [CHENG L L, HE K, ZHANG J B. Analysis on agricultural wastes green disposal behavior of farmers based on relational and structural embeddedness. Transactions of the CSAE, 2018, 34(17): 241-249.]
- [2] 金书秦,韩冬梅,吴娜伟.中国畜禽养殖污染防治政策评估.农业经济问题,2018,(3): 119-126. [JIN S Q, HAN D M, WU N W. Evaluation on prevention policies for livestock and poultry pollution in China. Issues in Agricultural Economy, 2018, (3): 119-126.]
- [3] HE K, ZHANG J B, ZENG Y M. Knowledge domain and emerging trends of agricultural waste management in the field of social science: A scientometric review. Science of the Total Environment, 2019, 670: 236-244.
- [4] 韩枫,朱立志.牛羊粪便资源化利用研究:基于全国和临夏县两个层面的分析.中国人口·资源与环境,2015,25(6): 167-173. [HAN F, ZHU L Z. Potential utilization of sheep and cattle manure: From the perspectives of nationwide and Linxia region. China Population, Resources and Environment, 2015, 25(6): 167-173.]
- [5] 朱宇恩,孟繁健,王云,等.农业生物质炭固碳潜力及经济效益分析:以山西省为例.自然资源学报,2017,32(12): 2115-2124. [ZHU Y E, MENG F J, WANG Y, et al. Carbon sequestration potential and economic analysis of agricultural biochar: A case study in Shanxi province. Journal of Natural Resources, 2017, 32(12): 2115-2124.]
- [6] GAUR R Z, SUTHAR S. Anaerobic digestion of activated sludge, anaerobic granular sludge and cow dung with food waste for enhanced methane production. Journal of Cleaner Production, 2017, 164(15): 557-566.
- [7] 仇焕广,莫海霞,白军飞,等.中国农村畜禽粪便处理方式及其影响因素:基于五省调查数据的实证分析.中国农村经济,2012,(3): 78-87. [QIU H G, MO H X, BAI J F, et al. Treatment of livestock and poultry feces in rural China and its influencing factors: An empirical analysis based on survey data of five provinces. Chinese Rural Economy, 2012, (3): 78-87.]

- [8] 舒畅, 乔娟, 耿宁. 畜禽养殖废弃物资源化的纵向关系选择研究: 基于北京市养殖场户视角. 资源科学, 2017, 39(7): 1338-1348. [SHU C, QIAO J, GENG N. The vertical relationship selection of livestock and poultry breeding waste recycling based on the perspective of farmers in Beijing. Resources Science, 2017, 39(7): 1338-1348.]
- [9] HE K, ZHANG J B, ZENG Y M. Rural households' willingness to accept compensation for energy utilization of crop straw in China. Energy, 2018, 165: 562-571.
- [10] 潘丹. 基于农户偏好的牲畜粪便污染治理政策选择: 以生猪养殖为例. 中国农村观察, 2016, (2): 68-83. [PAN D. Farmers' preferences for manure pollution control policies: The case of pig breeding. China Rural Survey, 2016, (2): 68-83.]
- [11] 张维迎. 博弈与社会. 北京: 北京大学出版社, 2013. [ZHANG W Y. Game and Society. Beijing: Peking University Press, 2013.]
- [12] 黄凯南. 演化博弈与演化经济学. 经济研究, 2009, (2): 154-158. [HUANG K N. Evolutionary games and evolutionary economics. Economic Research Journal, 2009, (2): 154-158.]
- [13] 贺雪峰. 论熟人社会的竞选: 以广东L镇调查为例. 广东社会科学, 2011, (5): 189-196. [HE X F. On the campaign of acquaintance society: A case study of L town in Guangdong province. Social Sciences in Guangdong, 2011, (5): 189-196.]
- [14] 董磊明, 陈柏峰, 聂良波. 结构混乱与迎法下乡: 河南宋村法律实践的解读. 中国社会科学, 2008, (5): 87-100. [DONG L M, CHEN B F, NIE L B. Structural disorder and receiving law in the countryside: An interpretation of legal practice in Songcun village, Henan. Social Sciences in China, 2008, (5): 87-100.]
- [15] 费孝通. 乡土中国·生育制度·乡土重建. 北京: 商务印书馆, 2017. [FEI X T. Rural China, Fertility System and Rural Reconstruction. Beijing: The Commercial Press, 2017.]
- [16] 陈柏峰. 熟人社会: 村庄秩序机制的理想型探究. 社会, 2011, 31(1): 223-241. [CHEN B F. On the acquaintance community: An ideal-type exploration of the mechanism in the village order. Chinese Journal of Sociology, 2011, 31(1): 223-241.]
- [17] 陈柏峰. 熟人社会与乡土逻辑. 见: 贺雪峰. 华中村治研究(2016卷). 北京: 社会科学文献出版社, 2016. [CHEN B F. Acquaintance society and rural logic. In: HE X F. Research on Village Governance in Central China (Volume 2016). Beijing: Social Sciences Academic Press, 2016.]
- [18] 徐勇. 祖赋人权: 源于血缘理性的本体建构原则. 中国社会科学, 2018, (1): 114-135. [XU Y. Human rights by virtue of ancestry: A principle of ontological construction originating from consanguineous rationality. Social Sciences in China, 2018, (1): 114-135.]
- [19] 吴重庆. 从熟人社会到“无主体熟人社会”. 读书, 2011, (1): 19-25. [WU C Q. From acquaintance society to acquaintance society without subject. DUSHU, 2011, (1): 19-25.]
- [20] 赵晓峰. 公私观念与熟人社会. 江海学刊, 2014, (4): 107-110. [ZHAO X F. Public and private concept and acquaintance society. Jianghai Academic Journal, 2014, (4): 107-110.]
- [21] 高庆鹏, 胡拥军. 集体行动逻辑、乡土社会嵌入与农村社区公共产品供给: 基于演化博弈的分析框架. 经济问题探索, 2013, (1): 6-14. [GAO Q P, HU Y J. Collective action logic, local social embeddedness and public goods supply in rural communities: An analysis framework based on evolutionary game theory. Inquiry into Economic Issues, 2013, (1): 6-14.]
- [22] WEIBULL J W. The "as if" approach to game theory: Three positive results and four obstacles. European Economic Review, 1994, 38(3-4): 868-881.
- [23] 何可. 农业废弃物资源化生态补偿. 北京: 人民出版社, 2019. [HE K. Ecological Compensation for Agricultural Wastes Recycling. Beijing: Capital People's Publishing Hous, 2019.]
- [24] 穆亚丽, 冯淑怡, 马力, 等. 农户沼肥还田决策行为及其经济效应评价. 自然资源学报, 2017, 32(10): 1678-1690. [MU Y L, FENG S Y, MA L, et al. Farm household's decision of returning biogas residues to farmland and its economic effects. Journal of Natural Resources, 2017, 32(10): 1678-1690.]
- [25] 谢花林, 程娟娟. 地下水漏斗区农户冬小麦休耕意愿的影响因素及其生态补偿标准研究: 以河北衡水为例. 自然资源学报, 2017, 32(12): 16-26. [XIE H L, CHENG L J. Influence factors and ecological compensation standard of winter wheat-fallow in the groundwater funnel area. Journal of Natural Resources, 2017, 32(12): 16-26.]
- [26] CAPLAN A J. Reputation and the control of pollution. Ecological Economics, 2003, 47(2-3): 197-212.
- [27] COEN C. Relative performance and implicit incentives in the intergroup prisoner's dilemma. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 2013, 120(2): 181-190.

Energy utilization of pig breeding waste at the acquaintance society and atomized society in rural areas: Game analysis, simulation analysis and reality testing

HE Ke^{1,2}, ZHANG Jun-biao^{1,2}

(1. College of Economics & Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 2. Hubei Rural Development Research Center, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: On the background of the acquaintance society and atomized society in rural areas, this paper employed game theory and simulation to analyze the contradiction between individual rationality and collective rationality among pig farmers in the process of energy utilization of pig breeding waste. By considering the "local consensus" to change the constraints of the traditional evolutionary game, this paper presented a theoretical and logical framework for understanding the cooperative participation of large-scale pig farmers' behaviors. On this basis, with the survey data of large-scale pig farmers in Hubei province, this paper employed econometric research methods to empirically verify the differences of pig farmers' participation in biogas production from pig manure at the acquaintance society and atomized society and to analyze the role of local consensus in pig farmers' activities of biogas production. Results from the theoretical analysis, game and simulation analysis as well as empirical analysis all show that there are differences in pig farmers' behaviors in energy utilization of pig breeding waste at both acquaintance society and atomized society in rural areas. At the acquaintance society, the social reputation reward, status reward, social reputation punishment and status punishment brought by "local consensus" are not only alternatives of "social currency" compensation but also informal restraints to avoid opportunistic behaviors. And they are not only economic material incentives, laws and regulations, but also the internal mechanisms to maintain collective action in rural areas, which play an important role in the governance and protection of rural ecological environment. At the atomized society, due to the decline of human relations and etiquette mechanisms, the "local consensus" has almost disappeared. After a long period of comparison, learning and imitation, rational and self-interested pig farmers tend to become strict opportunists. Consequently, the reciprocal collective action of energy utilization of pig breeding waste is difficult. Therefore, this paper suggests that, with strengthening the formal system construction of laws, regulations, policies and guidelines, we should promote the construction of "local consensus" and improve the rural ecological environment governance system which integrates autonomy, law and morality.

Keywords: energy utilization of pig breeding waste; acquaintance society; atomized society; game theory; simulation