

乡村振兴基金对村镇冷链 PPP 项目投融资的影响

——基于演化博弈视角分析

樊文平, 王旭坪, 杨慧敏

摘要: 针对村镇农产品冷链仓储设施的投资建设问题, 考虑财政支农资金无偿补贴和有偿投资(乡村振兴基金)扶持方式, 基于乡村振兴基金股权投资特点, 构建了扶持该项目的地方政府群体和具有投资意愿的企业群体间的演化博弈模型。随后, 刻画了不同持股比例下的系统演化规律, 据此探讨持股比例对政企行为的影响机理, 并开展了数值仿真分析。研究表明, 持股比例对双方策略演化具有显著影响。若企业对地方政府的扶持力度要求较低, 政府会结合财政资金充裕程度以适当持股比例选择乡村振兴基金策略, 此时企业的策略稳定于投资; 若企业对地方政府的扶持力度期望较高, 地方政府和企业先是在相应的选择策略之间摇摆不定, PPP 项目处于停摆状态, 随着企业期望愈发高涨, 其策略稳定于投资, 而地方政府的策略演化为无偿补贴。本文紧密结合我国农业发展的现实背景, 可为政府制定相关政策推动村镇冷链 PPP 项目的投资建设提供理论依据。

关键词: 村镇冷链仓储项目; PPP 模式; 补贴机制; 乡村振兴基金; 股权投资

中图分类号: F323.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2022)06-0097-15

DOI:10.16493/j.cnki.42-1627/c.20221027.005

一、引言

农产品冷藏保鲜设施是降低产地损耗及调节流通量的“蓄水池”, 也是推动乡村振兴的必要基础设施。我国果蔬农产品在“最初一公里”的损耗率高达 15%~25%, 损耗量相当于 1.2 亿亩耕地的产量^[1]。为从源头加快解决农产品出村进城保鲜问题, 我国政府高度重视产地冷链设施的投资建设。2020 年 4 月, 农业农村部在《关于加快农产品仓储保鲜冷链设施建设的实施意见》中强调, 要加强鲜活农产品主产区、特色农产品等产地冷链仓储设施建设, 并在河北、山西等 16 个省(市、自治区)作为试点实施^[2]; 2021 年 4 月, 农业农村部、财政部两部门将财政支持区域继续扩大至全国^[3]。冷链仓储项目不仅能有效降低产地损耗、增加农民收入, 还可改善生态环境, 有助于实现现代农业的经济、社会和生态价值。

财政支持是目前我国冷链仓储项目建设的主要资金来源, 但存在资金运作效率低等问题。由于项目建设成本高、经营风险大且比较收益低, 农民专业合作社等新型经营主体自主投资的意愿较弱。近年来, 我国政府高度重视冷链仓储项目的投入力度, 并将其列入“十四五”规划。在此期间, 政府

基金项目: 国家重点研发计划项目“村镇社区物流数据共享与集成服务平台研究及示范”(2019YFD1101103)

作者简介: 樊文平, 大连理工大学经济管理学院博士研究生(辽宁大连 116024); 王旭坪(通讯作者), 大连理工大学经济管理学院教授, wxp@dlut.edu.cn; 杨慧敏, 大连理工大学经济管理学院研究生

每年都将投入 50 亿元资金扶持其投资建设。然而，受我国国情及财力约束^[4]，加之近年新冠肺炎疫情影响，目前地方政府尚不具备大规模无偿补贴以支持农业发展的能力。故政府通常采用补贴或以奖代补扶持项目实施主体，但这种“撒胡椒面”似的资金投入并未实现有效率的运作，致使社会资本投资热情不高^[5]。因此，如何提高财政资金运作效率并有效鼓励社会资本参与投资冷链项目，是我国政府亟待解决的现实问题。

政府可设立以市场化方式运作的乡村振兴基金，以缓解其财政资金不足的压力并提高资金运作效率。2017 年《国务院办公厅关于创新农村基础设施投融资体制机制的指导意见》指出，要鼓励地方政府和社会资本设立农村基础设施建设投资基金；2021 年，中央一号文件明确提出“发挥财政投入引领作用，支持以市场化方式设立乡村振兴基金”。财政资金市场化运作是以市场为媒介（切入），或运用市场手段来使用和管理该资金^[6]，实行市场化、专业化的公司运作管理模式^{[7][8]}。目前，部分地区已率先建立省级层面的乡村振兴基金。例如，2020 年 5 月，江苏省政府发起设立乡村振兴投资基金，并发布子基金申报指南，允许对指南规定的项目直接投资^[9]；2022 年 6 月，天津市乡村振兴基金正式启动，通过 25 亿元的政府引导基金，与社会资本共同发起设立母基金，再通过设立子基金或者直投方式重点支持现代农业基础设施建设^[10]。在此类扶持方式下，地方政府和社会资本按一定比例进行出资，该比例在不同地区之间存在差异。例如，江苏省政府投资基金的出资比例原则上不超过该子基金认缴出资额的 30%，而天津市乡村振兴基金出资比例最高可达 50%。

综上，考虑目前我国地方政府对涉农项目的扶持方式，结合社会资本投资与否的现实情境，本文在 PPP（Public-Private-Partnership，公私合营）模式下，针对地方政府扶持方式（无偿补贴和乡村振兴基金投资）和社会资本投资意愿构建两类群体的演化博弈模型，并深入分析乡村振兴基金扶持下持股比例对政企演化策略稳定性的影响。

二、文献综述

在农业农村领域，不乏学者对现代农业基础设施或技术投资建设的理论研究。根据参与主体的不同，本文重点参考了政府、社会资本及 PPP 模式下投资涉农项目的相关文献。

不少学者的研究表明财政支持是现代农业发展的主要推动力，而财政资金多以无偿补贴形式发给经营者。Lohr 等^[11]、Pietola 等^[12]分析了政府补贴对于发展有机农业的必要性，结果表明，补贴机制可激励生产者尝试并最终接纳有机农业。Alizamir 等^[13]、Akkaya 等^[14]分别对美国、丹麦主要采用的若干农业补贴政策进行对比，并分析了政府补贴对市场价格、社会福利和可持续技术采用率等方面的影响。担保支持价格（GSP）是发展中国家为扶持农户而普遍采用的支农措施，Guda 等^[15]通过构建地方政府与同质小农群体间的 Stackelberg 博弈模型，探讨了该机制对农户和消费者福利的影响。上述研究均未考虑财政资金匮乏或补贴方式效率低下等问题，如若持续实施大规模无偿补贴，对于像我国肩负农业农村现代化重任的发展中国家而言则颇具挑战。

社会资本亦是支撑现代农业发展不可或缺的中坚力量，主要包括金融机构和龙头企业两大类型。Miller 等^[16]基于供应链视角将农户从金融机构处贷款称为外部融资，从龙头企业处借款称为内部融资。对于具有资金约束的农户，王旭坪等^[17]考虑内部融资模式，构建了龙头企业投资数字化技术的运营决策模型。Qian 等^[18]在农民合作社运作过程中同时考虑了内部融资和外部融资，并对其经营决策和协调问题进行了研究。朱雷等^[19]则在“公司+农户”型供应链中分别考虑了内外部融资模式，并对两种模式下运营主体的决策和利润进行了比较。然而，上述文献并未考虑政府扶持策略对社会资本投资决策的影响。现实中，我国政府会对投资农业基础设施的社会资本进行政策或资金支持。因此，研究 PPP 模式下农业基础设施的投资建设问题更具有实际价值。

PPP 模式是农业领域投融资机制创新的一个重要内容, 其在农村环境治理^[20]、基础设施建设^[21]等方面发挥了很好的助推剂作用, 可有效提升县域农业发展水平^[22]。由于涉农项目具有较强的正外部效应, 其投资问题会影响具有公益性政府的扶持策略, 进而使得社会资本的行为演化出现新的特点和规律。因此, 也有学者运用演化博弈理论对农业领域 PPP 项目的投资问题进行了研究。冯佳和杨峰^[23]刻画了政府补贴和企业投资行为的演化博弈模型, 并深入分析了双方决策的动态性与均衡性。上述文献均在政府无偿补贴的扶持策略下探讨涉农 PPP 项目投资问题, 现实中, 在国家政策倡导下, 不少地方政府已相继设立市场化运作的乡村振兴基金。因此, 在有偿投资的乡村振兴基金扶持方式下, 研究涉农 PPP 项目的投资决策问题更加贴合实际。

综上, 虽然学者们从财政资金、社会资本和 PPP 模式等方面对涉农项目的投融资进行了深入探讨, 但目前尚未有学者从乡村振兴基金视角对政府和社会资本投资涉农项目的演化策略进行研究。因此, 考虑目前我国政府两种主要扶持方式, 即乡村振兴基金投资和无偿补贴, 并结合乡村振兴基金股权投资特点, 研究了不同持股比例下扶持村镇冷链仓储项目的地方政府和具有投资意愿的企业两类群体间的演化策略。最后, 通过数值仿真对主要结论进行了充分验证, 深入剖析了持股比例对双方策略演化的影响。本文创新之处体现在, 在模型中刻画了乡村振兴基金的市场化运作方式, 并探讨了持股比例对政企策略演化的影响, 丰富了农业 PPP 项目的理论研究, 为地方政府设定持股比例区间提供了决策参考。

三、模型假设与构建

(一) 参与主体及其策略选择的界定

目前, 我国政府通过财政补贴、金融支持等政策, 带动具有投资意愿的社会资本参与村镇冷链仓储项目的建设, 财政扶持区域聚焦于鲜活农产品主产区、特色农产品优势区和 832 个脱贫县, 该项目建设的组织申报工作主要由各县农业农村部门和财政局统筹负责^[3], 这里将二者统称为“地方政府”。据此, 本文考虑扶持村镇冷链项目的地方政府群体和具有投资意愿的企业群体组成的二元系统结构。地方政府在国家政策及市场需求双重驱动下, 发起冷链仓储设施投资建设的 PPP 项目。若企业在地方政府扶持下对该设施进行投资, 建成后以有偿方式对农民合作社、家庭农场、散户等的农产品提供保鲜储存服务。

对于地方政府而言, 其主要采用乡村振兴基金和无偿补贴两种扶持策略。无偿补贴是地方政府对涉农项目投资者普遍采用的扶持方式, 包括资金补贴、税收减免等形式; 乡村振兴基金是由政府发起设立, 以股权方式开展投资, 此时政府向社会资本的“合作者”和项目的“监管者”转型^{[21][22]}, 即政府参与项目的运营管理并分配相应收益。二者的区别主要在于: (1) 投入金额差异大, 无偿补贴对于大型现代农业设施的投资建设而言无疑于“撒胡椒面”, 而乡村振兴基金则是政府“真金白银”地投资; (2) 参与程度不同, 地方政府对投资企业补贴后, 前者不会对后者的经营进行干预, 由企业按照自身计划和方式开展业务, 若政府通过乡村振兴基金参与投资, 该基金项目可通过“企业化”成为一个虚拟的“大企业”, 并可通过现有的企业绩效管理方法对其进行管理^{[7][8]}。对于企业而言, 其会根据地方政府扶持策略并结合自身资金情况, 可选择投资冷链项目, 也可选择不投资。

借鉴以往投资博弈的相关研究^{[23][24][25][26]}, 此时政企双方群体在完全信息静态博弈下通过混合策略以一定的比例进行策略选择, 即彼此相互了解策略空间、支付函数等特征, 但无法得知对方群体中某个个体的策略选择。

(二) 模型假设

假设 1: 在信息不对称下, 地方政府、企业均为有限理性的参与主体, 其会根据自身价值标准

和收益预期做出策略选择, 且策略选择随时间逐渐演化稳定于最优策略。

假设 2: 地方政府的策略空间 $g=(g_1, g_2)=($ 乡村振兴基金, 无偿补贴), 该群体中选择 g_1 策略的比例为 x , 选择 g_2 策略的比例为 $(1-x)$, $x \in [0, 1]$; 企业的策略空间 $e=(e_1, e_2)=($ 投资, 不投资), 该群体中选择 e_1 策略的比例为 y , 选择 e_2 策略的比例为 $(1-y)$, $y \in [0, 1]$ 。

假设 3: 若地方政府选择乡村振兴基金且企业投资冷链项目, 此时双方以股权合作模式进行投资, 投资成本为 C_t , 地方政府和企业的持股比例分别为 λ 和 $1-\lambda$, 相应的投资成本分别为 λC_t 和 $(1-\lambda)C_t$, 除投资成本外, 地方政府还需付出管理成本 λM_g , 因企业管理经验丰富, 所需管理成本相对较低, 为简化模型计算, 在此假设其管理成本为零; 该项目总经济收益为 $R_t (R_t > C_t)$, 双方按持股比例分得的经济收益分别为 λR_t 和 $(1-\lambda)R_t$, 此外该项目在农民增收、生态保护和经济发展方面也发挥积极作用, 地方政府获得的社会效益为 R_{sY} 。若地方政府选择乡村振兴基金且企业选择不投资, 地方政府投入成本 (如建设前的宣传成本) 为 K_{gY} , 企业观望时获得的机会成本为 C_o , 同时获得额外收益 F_e (如企业借助政府协助获得融资), 这里 $(1-\lambda)R_t > C_o + F_e$ 。若地方政府选择无偿补贴且企业选择投资, 地方政府的补贴成本为 S_{gN} , 因补贴成本相对于乡村振兴基金而言较小, 此处假设其为零; 该项目产生的社会效益为 $R_{sN} (R_{sN} < R_{sY})$, 由于各参与者在信息不对称情形下做出各自决策, 企业在选择投资决策时并不知地方政府作何决策, 故此时企业投资成本仍为 $(1-\lambda)C_t$, 其获得经济收益 A_e 。若地方政府选择无偿补贴且企业选择不投资, 企业获得的机会成本为 C_o 。

假设 4: 就某种程度而言, 对于诸如村镇冷链项目此类大型基础设施的投资问题, 若地方政府如以往补助农民种田的方式对投资企业进行“撒胡椒面”式补贴, 且对其建设进度及运营情况置之不理, 最终致使冷链项目未开展, 上级部门会因地方政府治理不善而对其进行处罚 T_g (如地方政府政绩、声誉损失)。为激励地方政府选择乡村振兴基金支持冷链项目建设, 上级政府惩罚额度往往不低于地方政府为此所做的投入努力, 即 $T_g \geq K_{gY}$ 。

为方便阅读, 将相关符号及其含义进行汇总, 如表 1 所示。

表 1 本文所涉及的符号及其含义

		集合	
Ω	参与主体的集合, 包括地方政府 (g) 和企业 (e)	Φ	策略空间的集合, 包括地方政府的策略空间 $(g_1, g_2) =$ (乡村振兴基金, 无偿补贴) 和企业的策略空间 $(e_1, e_2) =$ (投资, 不投资)
Γ	策略选择比例的集合, 包括地方政府群体中选择 g_1 的比例 x , 企业群体中选择 e_1 的比例 y		
		参数	
C_t	$g=g_1$ 且 $e=e_1$ 情形下的投资成本	λ	g 的持股比例
λC_t	g 的投资成本	$1-\lambda$	e 的持股比例
$(1-\lambda) C_t$	e 的投资成本	λM_g	g 投入的管理成本
R_t	冷链仓储项目的经济收益	λR_t	g 获得的经济收益
$(1-\lambda) R_t$	e 获得的经济收益	R_{sY}	g 获得的社会效益
K_{gY}	$g=g_1$ 且 $e=e_2$ 情形下 g 的投入成本	C_o	e 观望时获得的机会成本
F_e	e 获得的额外收益	S_{gN}	$g=g_2$ 且 $e=e_1$ 情形下 g 的补贴成本
$(1-\lambda) C_t$	e 的投资成本	A_e	e 获得的经济收益
R_{sN}	g 获得的社会效益	T_g	$g=g_2$ 且 $e=e_2$ 情形下上级部门对 g 的处罚

注: 参数部分按横向阅读。

(三) 模型构建

根据上述假设, 建立混合策略下双方博弈的支付矩阵, 如表 2 所示。

表 2 地方政府与企业的混合策略支付矩阵

冷链仓储项目		企业	
		投资 y	不投资 $1-y$
地方政府	乡村振兴基金 x	$-\lambda C_t - \lambda M_g + \lambda R_t + R_{sY}, - (1-\lambda) C_t + (1-\lambda) R_t$	$-K_{gY}, C_{eo} + F_e$
	无偿补贴 $1-x$	$R_{sN}, - (1-\lambda) C_t + A_e$	$-T_g, C_{eo}$

四、模型求解及分析

(一) 地方政府的策略稳定性分析

扶持村镇冷链仓储项目的地方政府群体选择乡村振兴基金、无偿补贴的期望收益及平均期望收益 $(u_{g1}, u_{g2}, \bar{u}_g)$ 分别为:

$$\begin{cases} u_{g1} = y(-\lambda C_t - \lambda M_g + \lambda R_t + R_{sY}) + (1-y)(-k_{gY}) \\ u_{g2} = yR_{sN} + (1-y)(-T_g) \\ \bar{u}_g = xu_{g1} + (1-x)u_{g2} \end{cases} \quad (1)$$

根据演化博弈复制动态公式^{[27][28]}, 地方政府群体策略选择的复制动态方程及其对 x 的一阶偏导数分别为:

$$F(x, y) = dx/dt = x(u_{g1} - \bar{u}_g) = x(1-x)[y(-\lambda C_t - \lambda M_g + \lambda R_t + R_{sY} - R_{sN}) - (1-y)(K_{gY} - T_g)] \quad (2)$$

$$\frac{\partial(F(x, y))}{\partial x} = (1-2x)[y(-\lambda C_t - \lambda M_g + \lambda R_t + R_{sY} - R_{sN}) - (1-y)(K_{gY} - T_g)] \quad (3)$$

根据微分方程稳定性定理, 地方政府群体中选择乡村振兴基金的比例处于稳定状态需满足 $F(x, y) = 0$ 且 $\partial(F(x, y))/\partial x < 0$ 。由式 (2) 可知, $x=0$ 和 $x=1$ 为地方政府群体的两个可能稳定状态点。 $\partial(F(x, y))/\partial x$ 的正负性取决于 y 与 y^* ($y^* = (K_{gY} - T_g)/(-\lambda C_t - \lambda M_g + \lambda R_t + R_{sY} - R_{sN} + K_{gY} - T_g)$) 的关系, 分为以下情况进行讨论。

(1) $y^* \leq 0$ 。

① 当 $-\lambda C_t - \lambda M_g + \lambda R_t + R_{sY} - R_{sN} + K_{gY} - T_g > 0, K_{gY} - T_g \leq 0$ 时, 得 $\begin{cases} \lambda < (R_{sY} - R_{sN} + K_{gY} - T_g)/(C_t + M_g - R_t) \\ K_{gY} \leq T_g \end{cases}$, 符合 $T_g \geq K_{gY}$ 。

② 当 $-\lambda C_t - \lambda M_g + \lambda R_t + R_{sY} - R_{sN} + K_{gY} - T_g < 0, K_{gY} - T_g \geq 0$ 时, 得 $\begin{cases} \lambda > (R_{sY} - R_{sN} + K_{gY} - T_g)/(C_t + M_g - R_t) \\ K_{gY} \geq T_g \end{cases}$, 不符合 $T_g \geq K_{gY}$, 故该情况不存在。

因此, $\lambda \in (0, (R_{sY} - R_{sN} + K_{gY} - T_g)/(C_t + M_g - R_t))$ 时, $F(1, y) = 0$ 和 $\partial(F(x, y))/\partial x|_{x=1} < 0$ 恒成立, 则 $x=1$ 为地方政府群体的演化稳定策略。

(2) $0 < y^* < 1$ 。

① 当 $-\lambda C_t - \lambda M_g + \lambda R_t + R_{sY} - R_{sN} + K_{gY} - T_g > 0$ 时, 则 $\begin{cases} K_{gY} - T_g > 0 \\ -\lambda C_t - \lambda M_g + \lambda R_t + R_{sY} - R_{sN} > 0 \end{cases}$, 得 $\begin{cases} K_{gY} > T_g \\ \lambda < (R_{sY} - R_{sN})/(C_t + M_g - R_t) \end{cases}$, 不符合 $T_g \geq K_{gY}$, 故该情况不存在。

②当 $-\lambda C_t - \lambda M_g + \lambda R_t + R_{sY} - R_{sN} + K_{gY} - T_g < 0$ 时, 则 $\begin{cases} K_{gY} - T_g < 0 \\ -\lambda C_t - \lambda M_g + \lambda R_t + R_{sY} - R_{sN} < 0 \end{cases}$, 得 $\begin{cases} K_{gY} < T_g \\ \lambda > (R_{sY} - R_{sN}) / (C_t + M_g - R_t) \end{cases}$, 符合 $T_g \geq K_{gY}$ 。

因此, $\lambda \in ((R_{sY} - R_{sN}) / (C_t + M_g - R_t), 1)$ 时, 当 $y > y^*$, $F(0, y) = 0$ 和 $\partial(F(x, y)) / \partial x|_{x=0} < 0$ 恒成立, 则 $x=0$ 为地方政府群体的演化稳定策略; 当 $y = y^*$, $F(x, y) \equiv 0$ 且 $\partial(F(x, y)) / \partial x \equiv 0$, 则 $x \in [0, 1]$ 均处于稳定状态, 此时无法确定稳定策略; 当 $y < y^*$, $F(1, y) = 0$ 和 $\partial(F(x, y)) / \partial x|_{x=1} < 0$ 恒成立, 则 $x=1$ 为其演化稳定策略。

(3) $y^* \geq 1$ 。

①当 $-\lambda C_t - \lambda M_g + \lambda R_t + R_{sY} - R_{sN} + K_{gY} - T_g > 0$ 时, 则 $\begin{cases} K_{gY} - T_g > 0 \\ -\lambda C_t - \lambda M_g + \lambda R_t + R_{sY} - R_{sN} \leq 0 \end{cases}$, 得 $\begin{cases} (R_{sY} - R_{sN}) / (C_t + M_g - R_t) \leq \lambda < (R_{sY} - R_{sN} + K_{gY} - T_g) / (C_t + M_g - R_t) \\ K_{gY} > T_g \end{cases}$, 不符合 $T_g \geq K_{gY}$, 故该情况不存在。

②当 $-\lambda C_t - \lambda M_g + \lambda R_t + R_{sY} - R_{sN} + K_{gY} - T_g < 0$ 时, 则 $\begin{cases} K_{gY} - T_g < 0 \\ -\lambda C_t - \lambda M_g + \lambda R_t + R_{sY} - R_{sN} \geq 0 \end{cases}$, 得 $\begin{cases} (R_{sY} - R_{sN} + K_{gY} - T_g) / (C_t + M_g - R_t) < \lambda \leq (R_{sY} - R_{sN}) / (C_t + M_g - R_t) \\ K_{gY} < T_g \end{cases}$, 符合 $T_g \geq K_{gY}$ 。

因此, $\lambda \in ((R_{sY} - R_{sN} + K_{gY} - T_g) / (C_t + M_g - R_t), (R_{sY} - R_{sN}) / (C_t + M_g - R_t))$ 时, $F(1, y) = 0$ 和 $\partial(F(x, y)) / \partial x|_{x=1} < 0$ 恒成立, 则 $x=1$ 为地方政府群体的演化稳定策略。

综上, 当 $\lambda \in ((R_{sY} - R_{sN}) / (C_t + M_g - R_t), 1)$ 时, 地方政府群体的动态相位图如图 1 所示。即若 $y > y^*$, $x=0$ 为地方政府群体的演化稳定策略; 若 $y < y^*$, $x=1$ 为演化稳定策略; 若 $y = y^*$, 稳定策略无法确定。而当 $\lambda \in ((0, (R_{sY} - R_{sN}) / (C_t + M_g - R_t)))$, $x=1$ 为其演化稳定策略。

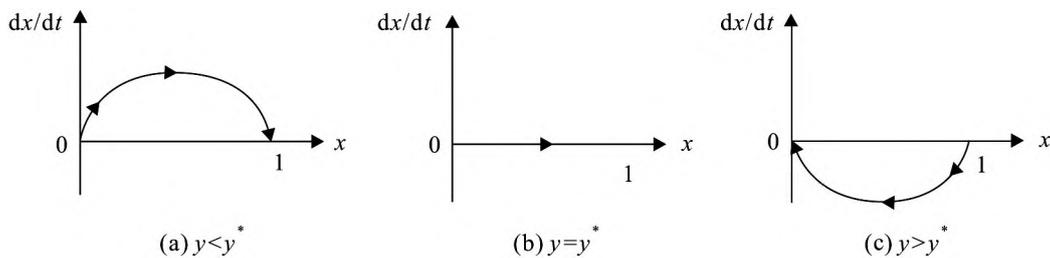


图 1 地方政府群体的策略演化相位图

需说明的是, 地方政府会根据自身财政资金充裕程度对持股比例 λ 进行决策, 故此处 λ 表示地方政府的实际持股比例。

结论 1: 地方政府的持股比例较小时, 不论企业采取何种策略, 地方政府群体的策略总演化为乡村振兴基金; 地方政府的持股比例较大时, 当企业群体中选择投资策略的比例大于一定值时, 地方政府群体的策略演化为无偿补贴, 而当企业群体中选择投资策略的比例小于该值时, 地方政府群体的策略演化为乡村振兴基金。

(二) 企业的策略稳定性分析

存在投资意愿的企业群体选择投资、不投资的期望收益及平均期望收益 $(u_{e1}, u_{e2}, \bar{u}_e)$ 分别为:

$$\begin{cases} u_{e1} = x[-(1-\lambda)C_t + (1-\lambda)R_t] + (1-x)[-(1-\lambda)C_t + A_e] \\ u_{e2} = x(C_{ev} + F_e) + (1-x)C_{ev} \\ \bar{u}_e = yu_{e1} + (1-y)u_{e2} \end{cases} \quad (4)$$

企业群体策略选择的复制动态方程及其对 y 的一阶偏导数分别为:

$$H(x, y) = dy/dt = y(u_{e1} - \bar{u}_e) = y(1-y)\{x[(1-\lambda)R_t - A_e - F_e] - (1-\lambda)C_t + A_e - C_{ev}\} \quad (5)$$

$$\frac{\partial(H(x, y))}{\partial y} = (1-2y)\{x[(1-\lambda)(R_t - A_e - F_e)] - (1-\lambda)C_t + A_e - C_{ev}\} \quad (6)$$

根据微分方程稳定性定理, 企业群体中选择投资策略的比例处于稳定状态需满足 $H(x, y) = 0$ 且 $\partial(H(x, y))/\partial y < 0$ 。由式(5)可知, $y=0$ 和 $y=1$ 为企业群体的两个可能稳定状态点。 $\partial(H(x, y))/\partial y$ 的正负性取决于 x 与 x^* ($x^* = [(1-\lambda)C_t - A_e + C_{ev}]/[(1-\lambda)R_t - A_e - F_e]$) 的关系, 具体分为以下情况进行讨论。

(1) $x^* \leq 0$ 。

①当 $(1-\lambda)R_t - A_e - F_e > 0, (1-\lambda)C_t - A_e + C_{ev} \leq 0$ 时, 得 $\begin{cases} \lambda \geq (C_t - A_e + C_{ev})/C_t \\ \lambda < (R_t - A_e - F_e)/R_t \end{cases}, R_t - C_t - F_e - C_{ev} > 0$ 符合文中假设。

②当 $(1-\lambda)R_t - A_e - F_e < 0, (1-\lambda)C_t - A_e + C_{ev} \geq 0$ 时, 得 $\begin{cases} \lambda \leq (C_t - A_e + C_{ev})/C_t \\ \lambda > (R_t - A_e - F_e)/R_t \end{cases}, R_t - C_t - F_e - C_{ev} < 0$ 不符合文中假设, 故该情况不存在。

因此, $\lambda \in ((C_t - A_e + C_{ev})/C_t, (R_t - A_e - F_e)/R_t)$ 时, $H(x, 1) = 0$ 和 $\partial(H(x, y))/\partial y|_{y=1} < 0$ 恒成立, 则 $y=1$ 为企业群体的演化稳定策略。

(2) $0 < x^* < 1$ 。

①当 $(1-\lambda)R_t - A_e - F_e > 0$ 时, 则 $\begin{cases} (1-\lambda)C_t - A_e + C_{ev} > 0 \\ (1-\lambda)C_t - A_e + C_{ev} < (1-\lambda)R_t - A_e - F_e \end{cases}$, 得 $\lambda < (R_t - C_t - F_e - C_{ev})/(R_t - C_t)$, 符合文中假设。此时, 当 $x > x^*$ 时, $y=1$ 为企业群体的演化稳定策略; 反之, $y=0$ 为演化稳定策略。

②当 $(1-\lambda)R_t - A_e - F_e < 0$ 时, 则 $\begin{cases} (1-\lambda)C_t - A_e + C_{ev} < 0 \\ (1-\lambda)C_t - A_e + C_{ev} > (1-\lambda)R_t - A_e - F_e \end{cases}$, 得 $\lambda > (C_t - A_e + C_{ev})/C_t$, 符合文中假设。此时, 当 $x > x^*$ 时, $y=0$ 为企业群体的演化稳定策略; 反之, $y=1$ 为演化稳定策略。

显然, ②中结果是不合理的。因此, $\lambda \in (0, (R_t - C_t - F_e - C_{ev})/(R_t - C_t))$ 时, 当 $x > x^*$ 时, $y=1$ 为企业群体的演化稳定策略; 反之, $y=0$ 为演化稳定策略。

(3) $x^* \geq 1$ 。

①当 $(1-\lambda)R_t - A_e - F_e > 0$ 时, 则 $\begin{cases} (1-\lambda)C_t - A_e + C_{ev} > 0 \\ (1-\lambda)C_t - A_e + C_{ev} \geq (1-\lambda)R_t - A_e - F_e \end{cases}$, 得 $\begin{cases} \lambda < (C_t - A_e + C_{ev})/C_t \\ \lambda \geq (R_t - C_t - F_e - C_{ev})/(R_t - C_t) \end{cases}$, 符合文中假设。

②当 $(1-\lambda)R_t - A_e - F_e < 0$ 时, 则 $\begin{cases} (1-\lambda)C_t - A_e + C_{ev} < 0 \\ (1-\lambda)C_t - A_e + C_{ev} \leq (1-\lambda)R_t - A_e - F_e \end{cases}$, 得 $\begin{cases} \lambda > (R_t - A_e - F_e)/R_t \\ \lambda \leq (R_t - C_t - F_e - C_{ev})/(R_t - C_t) \end{cases}$, 不符合文中假设。

因此, $\lambda \in ((R_t - C_t - F_e - C_w)/(R_t - C_t), (C_t - A_e + C_w)/C_t)$ 时, 当 $x > x^*$ 时, $y=1$ 为企业群体的演化稳定策略; 反之, $y=0$ 为演化稳定策略。

综上, $\lambda \in (0, (C_t - A_e + C_w)/C_t)$ 时, 存在投资意愿的企业群体的动态相位图如图 2 所示。即若 $x > x^*$, $y=1$ 为企业群体的演化稳定策略; 若 $x < x^*$, $y=0$ 为其演化稳定策略; 若 $x = x^*$, 演化稳定策略无法确定。而当 $\lambda \in ((C_t - A_e + C_w), (R_t - A_e - F_e)/R_t)$ 时, $y=1$ 为其演化稳定策略。与上一节有所不同, 此处的 λ 为企业期望地方政府的持股比例。

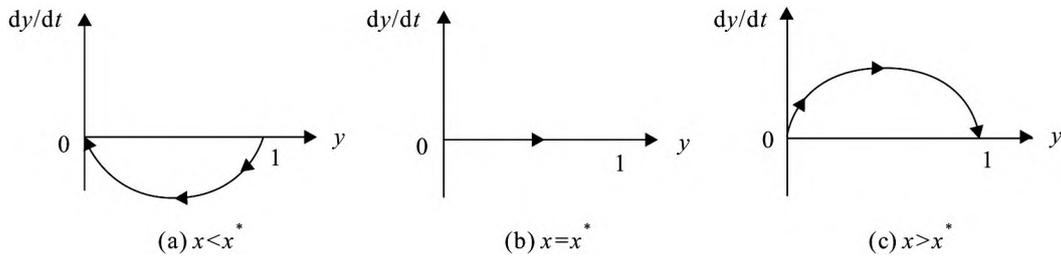


图 2 企业群体的策略演化相位图

结论 2: 若地方政府的持股比例小于某值, 当该群体中选择乡村振兴基金策略的比例大于一定值时, 企业群体的策略演化为投资; 当该群体中选择乡村振兴基金策略的比例小于该值时, 企业群体的策略演化为不投资。若地方政府的持股比例大于某值, 不论其采取何种策略, 企业群体的策略总演化为投资。

(三) 基于持股比例的演化策略稳定性分析

结合以上两节中地方政府和企业的持股比例范围, 这里取持股比例 $\lambda \in (0, (R_t - A_e - F_e)/R_t)$, 其被 $\lambda_1 = (R_{sY} - R_{sN})/(C_t + M_g - R_t)$ 和 $\lambda_2 = (C_t - A_e + C_w)/C_t$ 划分为三部分, 其中 λ_1 表示地方政府实际持股比例的阈值, λ_2 表示企业期望地方政府持股比例的阈值。为探讨两类群体在不同持股比例下的演化稳定策略, 以 λ 为数轴, 分三种情形进行讨论。

情形 1: 当 $0 < \lambda_1 < \lambda_2 < (R_t - A_e - F_e)/R_t$ 时, 地方政府和企业的演化稳定策略如图 3 所示。

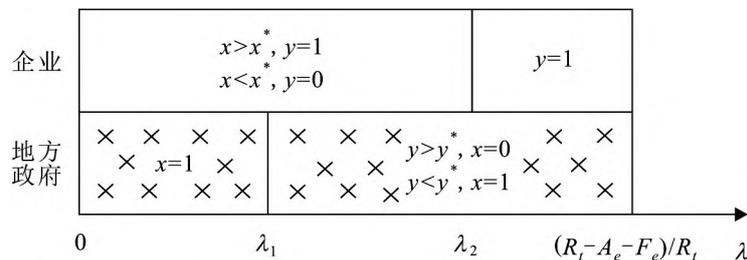


图 3 情形 1 下地方政府和企业的策略演化

观察图 3 可知, $\lambda \in (0, \lambda_1)$ 时, 有 $x=1$, 即地方政府选择采取乡村振兴基金扶持冷链仓储项目, 此时企业群体的演化策略根据地方政府的策略而定, 即 $x > x^*$, $y=1$ 和 $x < x^*$, $y=0$, 由此可知 $y=1$, 即企业群体的策略演化为投资。 $\lambda \in (\lambda_1, \lambda_2)$ 时, 有 $y > y^*$, $x=0$ 和 $y < y^*$, $x=1$, 即地方政府群体的演化策略取决于企业群体所选策略的比例, 又由 $x > x^*$, $y=1$ 和 $x < x^*$, $y=0$ 可知, 企业群体的演化策略也受地方政府群体所选策略比例的影响。假定地方政府选择无偿补贴策略扶持冷链仓储项目, 即 $x=0 < x^*$, 此时 $y=0$, 即企业群体的策略演化为不投资, 地方政府观察到企业的不投资行为, 其又会转变策略而选择乡村振兴基金, 如此往复。由此可知, 此时地方政府和企业的

策略演化为无限循环。 $\lambda \in (\lambda_2, (R_t - A_e - F_e)/R_t)$ 时, 有 $y > y^*$, $x = 0$ 和 $y < y^*$, $x = 1$, 即地方政府群体的演化策略仍然根据企业群体中所选策略的比例而定, 此时 $y = 1 > y^*$, 即企业选择投资策略, 由此可知 $x = 0$, 即地方政府群体的策略演化为无偿补贴。

综上, 基于不同持股比例得到该情形下政企双方的演化动态, 如图 4 所示。

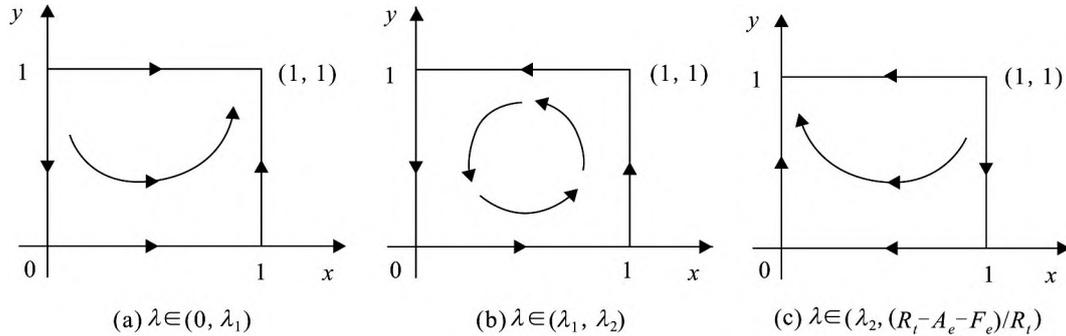


图 4 情形 1 下双方基于持股比例的演化动态

情形 2: 当 $0 < \lambda_2 < \lambda_1 < (R_t - A_e - F_e)/R_t$ 时, 地方政府和企业的演化稳定策略如图 5 所示。

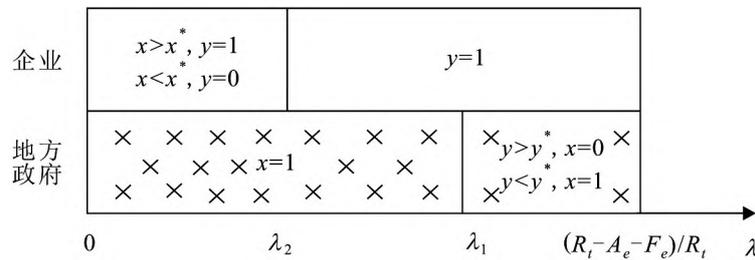


图 5 情形 2 下地方政府和企业的策略演化

由图 5 可知, $\lambda \in (0, \lambda_2)$ 时, 有 $x = 1$, 地方政府选择采用乡村振兴基金扶持冷链仓储项目, 而企业群体的演化策略取决于地方政府群体中所选策略的比例, 即 $x > x^*$, $y = 1$ 和 $x < x^*$, $y = 0$, 由此可知 $y = 1$, 即企业群体的策略演化为投资。 $\lambda \in (\lambda_2, \lambda_1)$ 时, 有 $x = 1$, $y = 1$, 可知地方政府和企业的演化策略组合仍然为 {乡村振兴基金, 投资}。 $\lambda \in (\lambda_1, (R_t - A_e - F_e)/R_t)$ 时, 有 $y > y^*$, $x = 0$ 和 $y < y^*$, $x = 1$, 即地方政府群体的演化策略根据企业群体中所选策略的比例而定, 此时 $y = 1 > y^*$, 企业选择投资策略, 则有 $x = 0$, 即地方政府群体的策略演化为无偿补贴。

综上, 基于不同持股比例得到该情形下政企双方的演化动态, 如图 6 所示。

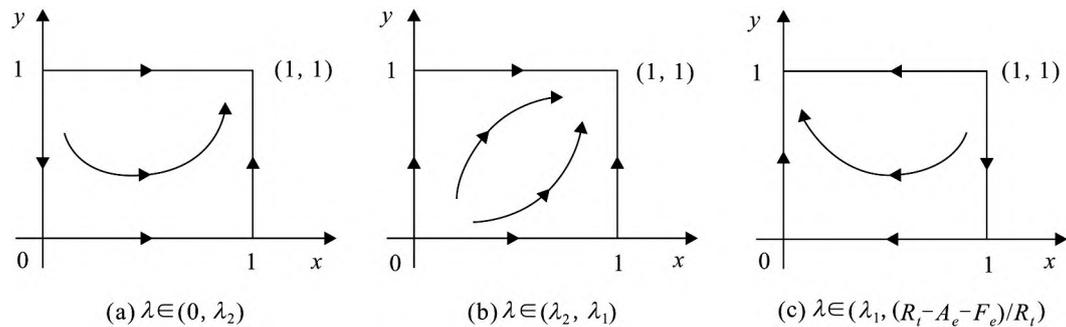


图 6 情形 2 下双方基于持股比例的演化动态

情形 3: 当 $0 < \lambda_2 < (R_t - A_e - F_e) / R_t < \lambda_1$ 时, 地方政府和企业的演化稳定策略如图 7 所示。

由于 $\lambda \in (0, (R_t - A_e - F_e) / R_t)$, 此时 λ_1 的上限取为 $(R_t - A_e - F_e) / R_t$ 。观察图 7 可知, $\lambda \in (0, \lambda_2)$ 时, 有 $x > x^*, y = 1$ 和 $x < x^*, y = 0$, 即企业群体的演化策略取决于地方政府群体中所选策略的比例, 由于 $x = 1 > x^*$, 故 $y = 1$; $\lambda \in (\lambda_2, (R_t - A_e - F_e) / R_t)$ 时, 显然有 $x = 1, y = 1$ 。故当 $0 < \lambda_2 < (R_t - A_e - F_e) / R_t < \lambda_1$, 双方演化策略组合始终为 {乡村振兴基金, 投资}。

综上, 基于不同持股比例得到该情形下政企双方的演化动态, 如图 8 所示。

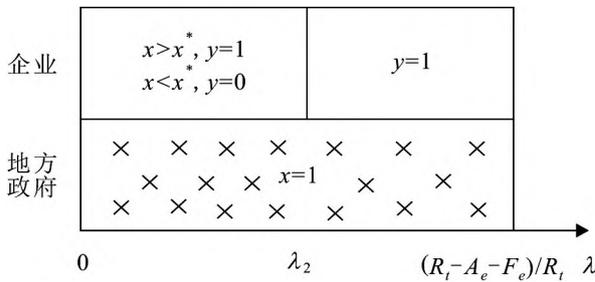


图 7 情形 3 下地方政府和企业的策略演化

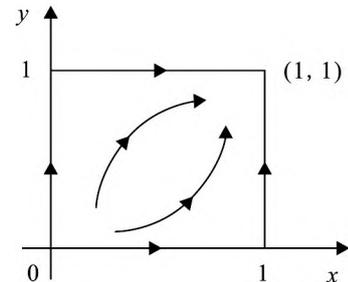


图 8 情形 3 下双方基于持股比例的演化动态

结论 3: 当地方政府的持股比例较低时, 其会采用乡村振兴基金扶持冷链项目, 企业群体的策略演化为投资。当持股比例增加时, 若该比例使地方政府继续选择乡村振兴基金策略, 则企业也不会改变投资决策; 若该比例使地方政府转而选择无偿补贴策略, 则企业会向不投资策略演化, 双方相互观望, 项目处于停摆状态。当持股比例较高时, 地方政府会采用无偿补贴方式扶持冷链项目, 企业会投资该项目。

需说明的是, 当地方政府所能承受的持股比例较大时 (如情形 3 所示), 双方演化策略组合为 {乡村振兴基金, 投资}。地方政府所能承受的持股比例较大意味着其财政资金较为充裕, 在我国发展乡村振兴的关键时期, 作为地方治理主体, 政府有能力也有意愿投资当地冷链项目, 实现社会福利和财政收入的同时提高, 此时社会资本也会积极参与该项投资。

五、数值分析

通过数值分析对主要结论进行验证, 以便更直观地展示持股比例对地方政府和企业策略演化的影响。

(一) 数据选取

实践中, 目前我国财政支农资金的市场化运作尚处于探索阶段, 暂未获取到地方政府通过乡村振兴基金投资村镇冷链仓储项目的相关数据, 故本文结合实际农情和假设条件对参数进行合理赋值。若地方政府选择乡村振兴基金方式扶持该项目且企业选择投资, 投资成本 $C_t = 100$, 经济收益 $R_t = 120$, 社会效益 $R_y = 50$, 地方政府付出的经营成本为 $M_g = 35$; 若地方政府选择乡村振兴基金而企业选择不投资, 此时地方政府建设前的宣传等准备工作的花费 $K_{gy} = 10$, 企业观望时获得的机会成本 $C_w = 2$, 同时获得的额外收益 $F_e = 2$; 若地方政府选择无偿补贴方式扶持冷链仓储项目, 企业选择投资该项目时获得的经济收益为 $A_e = 60$, 地方政府获得的社会效益 $R_{sn} = 45$; 若地方政府选择无偿补贴而企业选择不投资, 地方政府因治理不善而受到政绩、声誉损失 $T_g = 11$ 。上述参数的单位均为万元。

依据上述参数, 得到 $\lambda_1 = (R_{sy} - R_{sn}) / (C_t + M_g - R_t) = 0.333$, $\lambda_2 = (C_t - A_e + C_w) / C_t = 0.420$,

$(R_t - A_e - F_e)/R_t = 0.483$, 该结果符合第(三)节中的情形 1, 即 $0 < \lambda_1 < \lambda_2 < (R_t - A_e - F_e)/R_t$ 。按照该结果将持股比例进行等级划分, 当 $\lambda \in (0, 0.333)$ 时, 认为地方政府的持股比例处于较低水平, 称为低持股比例; 当 $\lambda \in (0.333, 0.420)$ 时, 地方政府的持股比例处于中等水平, 称为中等持股比例; 当 $\lambda \in (0.420, 0.483)$ 时, 地方政府的持股比例较高, 称为高持股比例, 据此设定高中低持股比例下 λ 的取值分别为 $\lambda_L = 0.15$, $\lambda_M = 0.35$ 和 $\lambda_H = 0.46$ 。

(二) 持股比例对政企策略演化的影响分析

由前述可知, 地方政府群体中选择采用乡村振兴基金扶持冷链仓储项目的比例 $x \in [0, 1]$, 企业群体中选择投资该项目的比例 $y \in [0, 1]$ 。在不同持股比例等级的参数设定下, 根据各参与群体的复制动态方程得到相应的策略动态演化图。

在低持股比例($\lambda_L = 0.15$)下, 地方政府和企业的动态演化策略分别如图 9 和图 10 所示。在上述参数设定下, 地方政府群体的复制动态方程 $F(x, y) = x(1-x)(1+1.75x)$ 。观察图 9 可知, 对于任意的 y , 有 $F(x, y) > 0$, 且 $F(x, y)$ 为凸函数, $\partial(F(x, y))/\partial x|_{x=1} < \partial(F(x, y))/\partial x|_{x=0.5} = 0$ 。可知, $x=1$ 为演化稳定策略, 即地方政府群体的策略演化为乡村振兴基金。

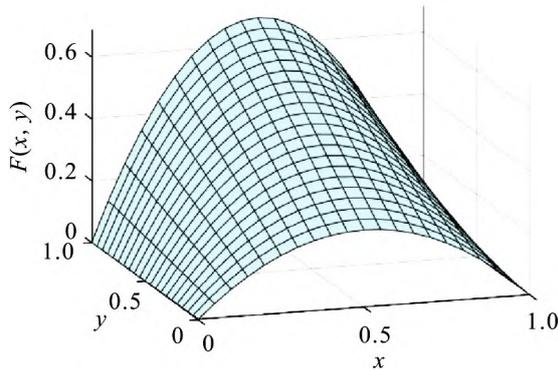


图 9 低持股比例下地方政府的动态演化

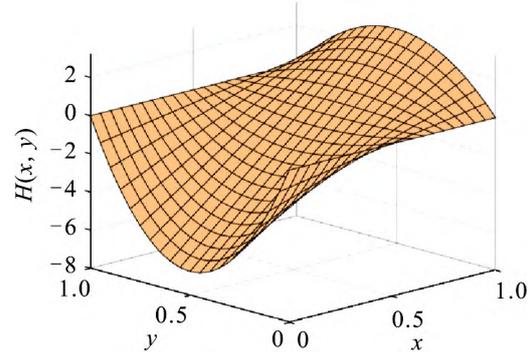


图 10 低持股比例下企业的动态演化

企业群体的复制动态方程 $H(x, y) = y(1-y)(40x-27)$, 易得 $H(0.675, y) = 0$ 。由图 10 可知, 当 $x < 0.675$ 时, $H(x, y)$ 为凹函数, 有 $\partial(H(x, y))/\partial y|_{y=0} < \partial(H(x, y))/\partial y|_{y=0.5} = 0$, 故 $y=0$ 为演化稳定策略, 此时企业群体的策略演化为不投资; 当 $x > 0.675$ 时, $H(x, y)$ 为凸函数, 有 $\partial(H(x, y))/\partial y|_{y=1} < \partial(H(x, y))/\partial y|_{y=0.5} = 0$, 故 $y=1$ 为演化稳定策略, 此时企业群体的策略演化为投资。

当地方政府的持股比例较低时, 企业群体的演化策略取决于地方政府群体中所选策略的比例。由于地方政府的最优策略为采用乡村振兴基金扶持冷链仓储项目, 即 $x=1 > 0.675$, 显然此时企业群体的策略演化为投资。这可能是由于目前我国大部分地方政府的财政资金并不充裕, 在较低的持股比例下, 其有能力承担此项投资成本, 因此会选择采用乡村振兴基金扶持方式。作为地方治理主体, 此举既能落实我国全面推进乡村振兴的政策要求, 又能吸引社会资本参与该项目的投资, 为当地村镇居民谋取更多的福利。

在中等持股比例($\lambda_M = 0.35$)下, 地方政府和企业的动态演化策略分别如图 11 和图 12 所示。地方政府群体的复制动态方程 $F(x, y) = x(1-x)(1-1.25y)$, 易得 $F(x, 0.80) = 0$ 。由图 11 可知, 当 $y < 0.80$ 时, $F(x, y)$ 为凸函数, 有 $\partial(F(x, y))/\partial x|_{x=1} < \partial(F(x, y))/\partial x|_{x=0.5} = 0$, 故 $x=1$ 为演化稳定策略, 此时地方政府群体的策略演化为乡村振兴基金; 当 $y > 0.80$ 时, $F(x, y)$ 为凹函数, 有 $\partial(F(x, y))/\partial x|_{x=0} < \partial(F(x, y))/\partial x|_{x=0.5} = 0$, 故 $x=0$ 为演化稳定策略, 此时地方政府群体的策略演化为无偿补贴。

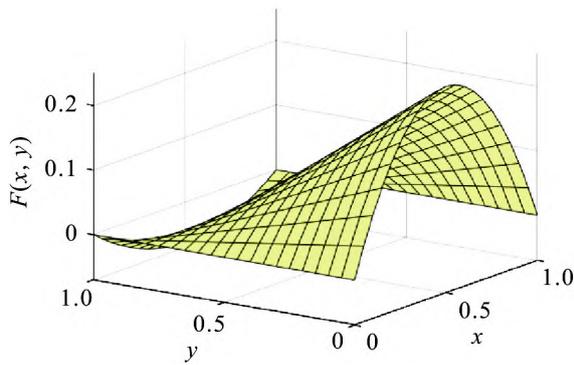


图 11 中等持股比例下地方政府的动态演化

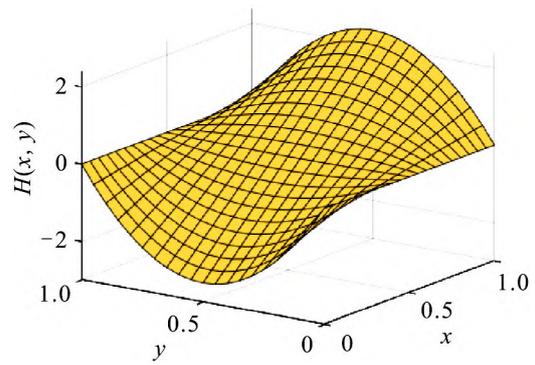


图 12 中等持股比例下企业的动态演化

企业群体的复制动态方程 $H(x, y) = y(1 - y)(16x - 7)$, 易得 $H(0.438, y) = 0$ 。由图 12 可知, 当 $x < 0.438$ 时, $H(x, y)$ 为凹函数, 有 $\partial(H(x, y)) / \partial y|_{y=0} < \partial(H(x, y)) / \partial y|_{y=0.5} = 0$, 故 $y = 0$ 为演化稳定策略, 此时企业群体的策略演化为不投资; 当 $x > 0.438$ 时, $H(x, y)$ 为凸函数, 有 $\partial(H(x, y)) / \partial y|_{y=1} < \partial(H(x, y)) / \partial y|_{y=0.5} = 0$, 故 $y = 1$ 为演化稳定策略, 此时企业群体的策略演化为投资。

当持股比例处于中等水平时, 地方政府和企业的演化策略受对方群体中策略选择比例的影响。若地方政府选择无偿补贴策略, 即 $x = 0 < 0.438$, 此时企业群体的策略演化为不投资, 有 $y = 0 < 0.80$, 地方政府观察企业的这一策略演化趋势后, 其会改选乡村振兴基金策略, 即 $x = 1 > 0.438$, 企业群体的策略也会演化为投资。此时地方政府和企业的策略演化为无限循环, 在实际中则表现为双方互相观望, 项目处于停摆状态。随着地方政府持股比例的增加, 其会在较高的成本投入和乡村振兴政策落实、农民福祉实现之间进行权衡, 企业则会根据政府决策以确定自身策略, 双方决策使项目的投资建设进入摇摆不定的状态。具体表现为, 若企业选择投资乡村振兴项目, 地方政府为减少财政投入, 其会选择无偿补贴方式扶持该项目; 此时企业会根据政府的决策改选不投资策略, 地方政府考虑到政策的落实和社会效益的实现, 又将策略改为乡村振兴基金, 如此往复。

在高持股比例 ($\lambda_H = 0.46$) 下, 地方政府和企业的动态演化策略分别如图 13 和图 14 所示。地方政府群体的复制动态方程 $F(x, y) = x(1 - x)(1 - 2.9x)$, 易得 $F(x, 0.345) = 0$ 。观察图 13 可知, 当 $y < 0.345$ 时, $F(x, y)$ 为凸函数, 有 $\partial(F(x, y)) / \partial x|_{x=1} < \partial(F(x, y)) / \partial x|_{x=0.5} = 0$, 即 $x = 1$ 为演化稳定策略, 此时地方政府群体的策略演化为乡村振兴基金; 当 $y > 0.345$ 时, $F(x, y)$ 为凹函数, 有 $\partial(F(x, y)) / \partial x|_{x=0} < \partial(F(x, y)) / \partial x|_{x=0.5} = 0$, 即 $x = 0$ 为演化稳定策略, 此时地方政府群体的策略演化为无偿补贴。

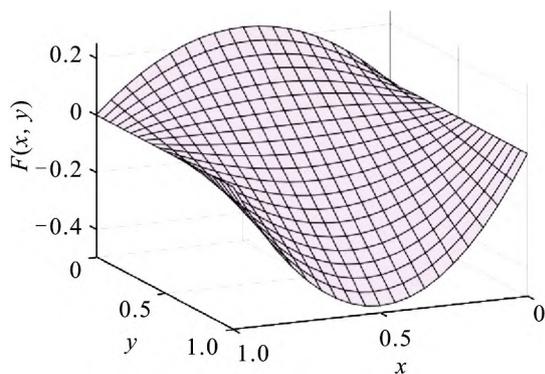


图 13 高持股比例下地方政府的动态演化

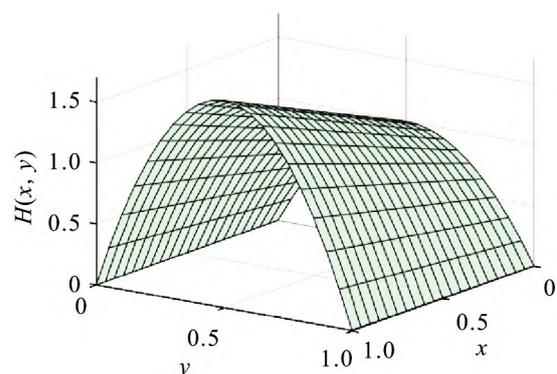


图 14 高持股比例下企业的动态演化

企业群体的复制动态方程 $H(x, y) = y(1-y)(2.8x+4)$, 由图 14 可知, 对于任意的 x , 都有 $H(x, y) > 0$, 且 $H(x, y)$ 是凸函数, 有 $\partial(H(x, y))/\partial y|_{y=1} < \partial(H(x, y))/\partial y|_{y=0.5} = 0$ 。因此, $y=1$ 为演化稳定策略, 此时企业群体的策略演化为投资。

当持股比例较高时, 地方政府群体的演化策略取决于企业群体中策略选择的比例。由于企业的最优策略为投资冷链项目, 即 $y=1 > 0.345$, 故地方政府群体的策略演化为无偿补贴。这是由于随着持股比例的持续增加, 项目建设的投入成本超出了地方政府的承受能力, 对乡村振兴政策的落实和社会效益的实现方面心有余而力不足。因此, 对于需承担高持股比例或财政资金匮乏的地方政府而言, 上级部门应划拨一定的专项资金以扶持当地村镇基础设施建设。

目前, 我国部分地区对乡村振兴基金的股权投资比例设定了不同等级。例如, 江苏省规定政府投资基金原则上不超过出资额的 30%, 天津市乡村振兴基金出资比例最高可达 50%。上述数值分析以更直观地视角印证了情形 1 中的结论, 所得结果也与我国部分地区的政策规定相吻合。这说明本文对持股比例的等级进行划分是可行且合理的, 具有重要的现实意义和价值。

六、结论与建议

在我国全面推进乡村振兴的关键时期, 作为地方治理主体, 政府承担着村镇冷链仓储项目投资建设的重任。针对该项目投资建设的高成本难题, 地方政府除对投资企业给予无偿补贴外, 还可通过乡村振兴基金以股权投资方式参与该项目的建设。因此, 本文考虑上述两种扶持策略, 研究不同持股比例下扶持冷链仓储项目的地方政府和具有投资意愿的企业两类群体之间的演化稳定策略, 所得主要结论可为政府制定相关政策推动村镇冷链 PPP 项目的投资建设提供有益指导。

1. 当地方政府的持股比例较低时, 其策略演化为乡村振兴基金, 此时企业群体的策略演化为投资。目前, 我国大多数地方政府的财政支农资金并不充裕, 若企业对地方政府扶持力度的要求相对不高, 即企业在地方政府出资较少的情况下选择投资冷链仓储项目, 则地方政府应采用乡村振兴基金策略而非无偿补贴。此时乡村振兴基金不仅能加快推动村镇冷链仓储项目的建设, 有效保障田头农产品质量, 而且可降低因企业不投资行为而对地方政府造成的行政处罚。

2. 当持股比例处于中等水平时, 若地方政府实际持股比例低于企业期望, 地方政府和企业的演化策略不稳定, 使得冷链仓储项目处于停摆状态。随着企业对地方政府扶持力度的要求不断提高, 地方政府会在资金投入和政策落实、社会效益实现方面进行权衡, 企业也会在投资和不投资之间徘徊。鉴于此, 上级政府应给予地方政府一定的财政支持, 例如财政拨款、税收返还等, 以使其有能力选择乡村振兴基金策略, 进而激励企业参与投资该项目。

3. 当持股比例较高时, 若企业期望地方政府的投资比例较高, 地方政府群体的策略演化为无偿补贴, 企业群体的策略演化为投资。随着企业对地方政府扶持力度的要求越来越高, 地方政府因无力承担此项投入资金转而采取投入较少的无偿补贴策略, 而此时企业对地方政府的投资比例抱有较高预期, 其会选择投资策略。为持续推进村镇冷链 PPP 项目的投资建设, 此时除上级政府财政支持外, 地方政府还应给予企业一定的政策补贴, 例如税收减免、土地租金优惠等。

4. 当持股比例处于中等及以上水平时, 若地方政府实际持股比例高于企业期望, 双方演化策略稳定于乡村振兴基金和投资。当地方政府有能力扶持冷链仓储项目投资建设时, 企业也更有投资积极性, 双方逐渐形成一种稳中向好的合作模式, 目前该情形多见于经济发展水平较高的东部地区。

参考文献

- [1] 中国新闻网. 院士朱明: 农产品上行需要高速公路, “最先一公里”建设是关键[EB/OL]. <https://baijiahao.>

- baidu.com/s?id=1689479296727644702&wfr=spider&for=pc,2021-01-21.
- [2] 农业农村部. 关于加快农产品仓储保鲜冷链设施建设的实施意见[EB/OL]. http://www.moa.gov.cn/gov-public/SCYJXXS/202004/t20200420_6341973.htm, 2020-04-16.
- [3] 农业农村部, 财政部. 关于全面推进农产品产地冷藏保鲜设施建设的通知[EB/OL]. http://yn.mof.gov.cn/tongzhitonggao/202203/t20220329_3799278.htm, 2021-04-19.
- [4] 朱满德, 程国强. 中国农业政策: 支持水平、补贴效应与结构特征[J]. 管理世界, 2011(7).
- [5] 郭瑞玮, 李瑞芬. 农业基础设施建设投资基金的需求和预期效益研究[J]. 农村金融研究, 2018(8).
- [6] 刘成玉, 阮成. 财政支农资金的市场化运作探讨[J]. 农村经济, 2010(8).
- [7] 崔元锋, 严立冬. 财政支农项目“企业化”绩效管理探究[J]. 农业经济问题, 2005(10).
- [8] 广东省发展和改革委员会. 广州市增城区创新设立乡村振兴产业基金: 广东省城乡融合发展典型做法之五[EB/OL]. http://drc.gd.gov.cn/gkmlpt/content/3/3887/mpost_3887784.html#870, 2022-03-22.
- [9] 江苏省农业农村厅. 江苏省乡村振兴投资基金子基金申报指南[EB/OL]. http://coa.jiangsu.gov.cn/art/2020/5/6/art_11977_9068954.html, 2020-05-06.
- [10] 天津市人民政府. 天津市乡村振兴基金启动——规模 25 亿元, 将撬动形成 100 亿元基金和项目群[EB/OL]. http://www.tj.gov.cn/sy/tjxw/202206/t20220609_5900089.html, 2022-06-09.
- [11] Lohr, L., L. Salomonsson. Conversion subsidies for organic production: Results from Sweden and lessons for the United States[J]. *Agricultural Economics*, 2000(2).
- [12] Pietola, K. S., A. O. Lansink. Farmer response to policies promoting organic farming technologies in Finland [J]. *European Review of Agricultural Economics*, 2001(1).
- [13] Alizamir, S., F. Iravani, F. Mamani. An analysis of price vs. revenue protection: Government subsidies in the agriculture industry[J]. *Management Science*, 2019(1).
- [14] Akkaya, D., K. Bimpikis, H. Lee. Government interventions to promote agricultural innovation[J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2021(2).
- [15] Guda, H., M. Dawande, G. Janakiraman, et al. An economic analysis of agricultural support prices in developing economies[J]. *Production and Operations Management*, 2021(9).
- [16] Miller, C., L. Jones. *Agricultural Value Chain Finance: Tools and Lessons*[M]. Rugby: Food and Agriculture Organization of the United Nations and Practical Action Publishing, 2010.
- [17] 王旭坪, 樊文平, 阮俊虎, 等. 考虑纵向持股的现代农业供应链运营决策与协调优化研究[J]. 中国管理科学, 2022(10).
- [18] Qian, X. Y., T. L. Olsen. Operational and financial decisions within proportional investment cooperatives[J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2020(3).
- [19] 朱雷, 王国红, 王聪. 不同融资模式下“公司+农户”订单农业供应链运营决策[J]. 工业工程与管理, 2019(5).
- [20] 杜焱强, 刘平养, 吴娜伟. 政府和社会资本合作会成为中国农村环境治理的新模式吗? ——基于全国若干案例的现实检验[J]. 中国农村经济, 2018(12).
- [21] 曹慧. 农业领域推进政府和社会资本合作的态势与取向观察[J]. 改革, 2019(2).
- [22] 鲍曙光. 农业领域政府和社会资本合作是否推动了县域农业经济发展? ——基于多期倍差法的经验证据[J]. 中国农村经济, 2022(1).
- [23] 冯佳, 杨峰. 演化博弈视角下农田水利 PPP 项目合作策略研究——以政府与企业为例[J]. 节水灌溉, 2018(9).
- [24] 姜旭, 胡雪芹. 基于演化博弈的航空物流基础设施建设奖惩机制设计[J]. 管理评论, 2020(4).
- [25] 付秋芳, 析莉燕, 马士华. 惩罚机制下供应链企业碳减排投入的演化博弈[J]. 管理科学学报, 2016(4).
- [26] 李原. 构建“一带一路”基础设施合作成本分摊机制[J]. 经济问题探索, 2018(12).
- [27] 谢识予. 经济博弈论(第三版)[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2007.

[28]许民利,王俏,欧阳林寒. 食品供应链中质量投入的演化博弈分析[J]. 中国管理科学, 2012(5).

The Impact of Rural Revitalization Fund on Investment and Financing of Cold Chain PPP Project

— An Analysis Based on Evolutionary Game Theory

FAN Wen-ping, WANG Xu-ping, YANG Hui-min

Abstract: In view of the investment of cold chain storage facilities for agricultural products in rural areas, considering the free subsidy and paid investment (rural revitalization fund) of financial support for agriculture. This paper builds an evolutionary game model among local governments supporting cold chain projects and enterprises with investment intentions based on the equity investment characteristics of rural revitalization fund. The system evolution law under different shareholding ratio is described, and the influence mechanism of shareholding ratio on the behavior of participants is discussed and the numerical simulation analysis is carried out. The results show that the shareholding ratio has a significant impact on the evolution of both parties' strategies. If enterprises require less support from local governments, the governments will choose the rural revitalization fund strategy with appropriate shareholding ratio based on the adequacy of financial funds, and the enterprises' strategy is stable in investment. If the enterprises have high expectations for the support from local governments, local governments and enterprises first vacillate between their respective choice strategies, and the PPP projects are in a state of suspension. With the increasing expectations of enterprises, their strategies are stable in investment, while the strategies of local governments evolve into free subsidies. With close attention to the realistic background of China's agricultural development, the paper provides a theoretical basis for the governments to formulate relevant policies to promote the investment of cold chain PPP projects in rural areas.

Key words: cold chain storage project in rural areas; PPP mode; subsidy mechanism; rural revitalization fund; equity investment

(责任编辑 周振新)