

# 基于网络媒体参与的 PPP 项目运营三方监管 演化博弈及仿真分析

范如国, 何嘉晟, 孙佳勤

**摘要:** 随着网络媒体在社会监管中作用的显著提升, 针对如何发挥其在 PPP 项目运营中的监管作用, 本文运用演化博弈理论, 引入网络媒体作为 PPP 项目运营监管的第三方主体, 构建了政府、企业与网络媒体参与的三方演化博弈模型, 研究了网络媒体参与及其可信度等因素对企业及政府策略选择的影响。研究表明: 网络媒体的参与可以有效遏制机会主义行为, 督促政府认真监管, 但监管效果会受到网络媒体可信度的影响; 当媒体可信度较高时, 将有效约束机会主义行为, 但一定程度上会弱化政府的监管职能, 从而导致监管不足。因此, 政府在鼓励网络媒体参与监管、强化与网络媒体联动的同时, 要加强对网络媒体的规范管理, 制定相应的惩罚机制, 提升网络媒体可信度, 杜绝监管缺位。

**关键词:** 网络媒体; PPP 项目; 运营监管; 三方演化博弈; 仿真分析

**中图分类号:** F272.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2019)05-0126-16

**DOI:**10.16493/j.cnki.42-1627/c.2019.05.012

## 一、引言

近年来, 为了满足经济增长带来的基础设施建设的需求, 政府引导社会资本参与公共资源的配置, 实施公私合营 (PPP, Public-Private Partnership)。作为一种公共服务供给的市场化、社会化改革措施, PPP 模式能够较好地解决财政建设资金短缺和管理效率低下的问题, 但在其实际运营中还存在诸多的理论和实践问题<sup>[1]</sup>。

在 PPP 项目建成后的长期运营期间, 政府作为委托人, 追求的是社会效益的最大化, 而运营企业作为代理人, 往往追求自身利益最大化, 双方的目标差异及信息不对称导致了在 PPP 项目运营期间企业的机会主义行为。在利益的驱使下, 若政府监管部门监管力度不足或者腐败现象滋生, 运营企业会采取降低产品及服务质量等违规运营的行为, 从而节省运营成本, 提高投资回报<sup>[2]</sup>。因此, 如何提高 PPP 项目运营过程中的监管能力和透明度, 有效防止 PPP 项目的机会主义行为, 解决基础设施领域的市场失灵和公共产品的服务质量, 成为 PPP 项目发展的一个迫切问题。

随着微博、微信等网络媒体的快速发展, 其信息快速传播、共享的特点使得每一个网络参与者既能成为信息的发送端又能成为信息的传播者, 为公众提供了一种新的、有效的舆论监督通道<sup>[3]</sup>, 一些国家纷纷运用网络媒体对相关公共及社会事务进行监督管理。如新加坡监管机构在制定公共服

基金项目: 国家社科重大基金项目“全面深化改革视阈下社会治理体制与机制创新研究”(14ZDA062)

作者简介: 范如国, 经济学博士, 武汉大学经济与管理学院教授、博士生导师 (湖北 武汉 430072); 何嘉晟, 武汉大学经济与管理学院硕士研究生

务价格时,会将方案在互联网、大众媒体上公布,广泛听取各方面的意见,且公众可以查阅所有项目公司在工商注册局备案的经营资料,让公众和媒体参与到PPP项目的监管过程中来。

在我国,早在2014年2月就有居民反映位于武汉市的某垃圾焚烧发电厂项目在焚烧过程中产生的粉尘、臭气、噪声等问题,引起了人民日报等媒体的关注,却未得到实质解决。随着微博等网络媒体的兴起,在越来越多网民的监督下,该项目的搬迁问题终于引起政府的重视与回应。由此看来,要打破在PPP项目的运营过程中政府监管不足的困局,引入网络媒体参与监管是有必要的。

## 二、研究现状及文献回顾

PPP项目监管主要针对企业的机会主义行为,一般遵循依法监管、约束与激励相结合、独立专业、公开透明可问责、提高监管效率这五项原则。现有研究大多集中在PPP项目建设期的机会主义行为上,对运营期机会主义行为的研究较少。Shash<sup>[4]</sup>认为,不合理的风险分担会促使企业采取机会主义行为,因此合理的风险分担机制非常重要。Parker等<sup>[5]</sup>基于交易成本理论,认为不完备的合同设计是机会主义行为产生的重要原因。Terje Karlsen<sup>[6]</sup>发现,在项目合作过程中,受到信息不对称的影响,合作双方会各自保留一部分信息使其处于优势地位,从而实施机会主义行为。Liu<sup>[7]</sup>等通过构建政府与投资者的演化博弈模型,研究了PPP项目运营过程中的机会主义行为。

随着PPP项目在我国的发展,相关监管政策与机制日趋完善。但由于PPP项目具有周期长、资金占用大等特点,其监管效率仍然存在较大的提升空间,这给政府的监管水平和治理措施提出了较高的要求。如深圳沙角B发电厂项目,在项目交付政府前,运营企业盲目追求高发电量而没有对设备进行合理的维护升级,从而导致设备的不正常磨损;再如某高速公路项目,运营企业为了节省运营成本而忽视道路的日常维护,甚至采取减少服务站和休息区数量的行为,严重损害了公众利益<sup>[8]</sup>。鉴于以上现状,吴孝灵等<sup>[9]</sup>指出,补偿机制是政府加强PPP项目监管的一种有效措施。连洪泉等<sup>[10]</sup>则认为惩罚机制在一定程度上可以抑制企业机会主义行为,但效果有限。吴正泓等<sup>[11]</sup>通过引入惩罚及声誉机制,来研究遏制PPP项目中的机会主义行为。针对PPP项目在运营初期机会主义行为难以观测的特点,曹启龙等<sup>[12]</sup>认为政府的激励措施应该依据项目在运营期间的绩效表现来确定,陈通等<sup>[13]</sup>构建了一个考虑隐形违约风险的公私部门特许期决策演化博弈模型,为规避PPP项目违规运营提供了新的思路。但以上分析都缺乏对网络媒体作为一种有效监督力量的考虑。

网络媒体参与监管可以有效提升政府监管透明度及其效率,现阶段针对网络媒体参与PPP项目运营监管的相关研究还非常少。叶佳静<sup>[14]</sup>等发现,第三方监管作为政府监管的有效补充,能与市场调节形成良好的互动。张曼<sup>[15]</sup>等构建了中央政府和地方政府食品安全监管的委托代理模型,指出媒体曝光可以有效增加地方政府的监管努力水平并降低监管成本。张国兴等<sup>[16][17]</sup>运用演化博弈的方法,刻画了各主体间的利益博弈问题。李小莉<sup>[18]</sup>考虑了声誉在PPP项目监管中的影响,研究了声誉激励对双方策略选择的影响。何雪锋等<sup>[19]</sup>引入媒体曝光的变量,指出了网络媒体对PPP项目监管的积极作用,但并没有将网络媒体作为第三方博弈主体来对待。

但网络媒体信息的真伪和传播源的不可控性使得报道的可靠性和准确性常常受到人们的质疑。张金华<sup>[20]</sup>等通过引入前景理论,为政府监管网络谣言提供对策建议。魏德志<sup>[21]</sup>等运用博弈对微信虚假信息传播进行了仿真研究。王丽娜<sup>[22]</sup>等以中国网民为研究对象,对虚假信息及网络媒体影响力进行实证研究,指出媒体可信度(Media Credibility)是媒体在与受众长期互动过程中,受众经主观判断和评价后,所表达出来的对媒体的一种信任程度,是受众对媒体品质的认知结果,从而为网络媒体信息真伪性的甄别提供了参考依据。而在PPP项目实际运营过程中,由于存在网民传播不实消息导致运营企业声誉、政府公信力及社会效益受损的情况,因此本文考虑到网络信息的真实

性，引入了网络媒体可信度参数，旨在还原真实的网络环境。

基于上述文献分析可知，当前研究对象主要关注 PPP 项目建设期的监管，缺乏对 PPP 项目建成后长期运营阶段机会主义行为监管的思考。在监管过程中，现有研究大多仅考虑政府和企业两个主体的博弈问题，且更多地集中在惩罚、激励、绩效、声誉机制等传统监管方式上，较少结合时代特点，将网络媒体作为第三方监管力量的考虑。而现有网络媒体参与监管的研究中，多集中于食品安全、网络舆情等领域，对 PPP 项目监管领域的相关研究十分有限，且较少考虑到网络媒体可信度的影响。演化博弈作为假设博弈主体有限理性的动态博弈方法，突破了传统博弈中理性主体的局限，在 PPP 项目监管中，政府、企业、网络媒体等主体具有有限理性特点，且在 PPP 项目长期运营阶段存在学习过程，演化博弈理论可以较好地解决该类问题。

综上所述，在 PPP 项目运营阶段，如何保证运营企业的运营服务质量需要多方利益主体的共同努力。首先，政府监管部门需要加强监管力度，完善监管手段，通过激励、惩罚、绩效考核机制，有效遏制运营企业的机会主义行为，但政府监管部门受限于运营周期长、人力物力有限等因素，并不能及时有效地监管运营企业的机会主义行为；其次，网络媒体作为政府监管职能的有效补充参与到运营企业运营行为的监管过程中来，不仅可以提升监管效率，给予企业外部舆论压力，还能有效督促政府监管部门认真履职，形成监管闭环；再其次，网络媒体信息真假难辨，真实报道可以有效促进多元化监管，让机会主义行为无处遁形，但虚假报道不仅对政府监管效率产生负面影响，还会损害运营企业的声誉，引发企业消极情绪，造成不必要的损失。

因此，本文针对 PPP 项目运营过程中监管流程不透明、各监管主体监管效率有待提升等问题，结合网络媒体在监管过程中高效、便捷、影响力强，但又存在失实报道等特点，引入网络媒体可信度概念，将网络媒体作为 PPP 项目运营监管的第三方主体，构建了一个运营企业、政府监管部门和网络媒体参与的三方演化博弈模型，对 PPP 项目运营企业与政府监管部门如何进行策略选择展开了深入分析，研究具有很好的理论意义和实践价值。

### 三、模型假设与构建

#### （一）参数描述

本文中的三方博弈参与主体为：运营企业、政府监管部门和网络媒体。运营企业的策略空间为（违规运营，合规运营），政府监管部门的策略空间为（认真监管，监管不足），网络媒体的策略空间为（跟进报道，不报道）。具体参数含义如表 1 所示。

#### （二）模型假设

为了分析三方博弈者通过模仿学习走向演化稳定策略转变的渐进过程，分析演化的稳定点及其稳定性，本文给出如下假设：

假设 1：假设三个主体均是有限理性的，三方均无事先预测能力，但有事后判断能力。

假设 2：在 PPP 项目运营监管演化过程中，PPP 项目运营企业有  $x$  的概率选择违规运营行为， $1-x$  的概率选择合规运营行为；政府监管部门有  $y$  的概率认真监管，或  $1-y$  的概率监管不足；网络媒体有  $z$  的概率选择跟进报道，或  $1-z$  的概率选择不报道。

假设 3：如果政府监管机构认真监管，那么企业的违规运营行为就一定会被发现。此时，若企业合规运营，则只产生监管成本  $C_g$ ，不会获得奖励；若企业违规运营，则会收到企业缴纳的罚金  $P_1$ ；若政府认真监管受到了网络媒体的报道，无论是否查出企业违规运营行为，将获得相应的声誉奖励  $Q_1$ ；如果政府监管机构监管不足，将不会产生监管成本。

表 1 参数与说明

参数	意义及说明
$x$	企业违规运营的概率, 则企业合规运营的概率为 $1-x$ , $0 \leq x \leq 1$
$y$	政府认真监管的概率, 则政府监管不足的概率为 $1-y$ , $0 \leq y \leq 1$
$z$	网络媒体跟进报道的概率, 则网络媒体不报道的概率为 $1-z$ , $0 \leq z \leq 1$
$C_1$	企业合规运营成本
$C_2$	企业违规运营成本, $C_1 > C_2$
$R$	企业交付项目时获得的固定运营收入
$R_1$	企业合规运营时的收益, $R_1 = R - C_1$
$R_2$	企业违规运营时的收益, $R_2 = R - C_2$ , $R_1 < R_2$
$P_1$	企业违规运营被政府或媒体发现时需缴纳的罚金
$P_2$	企业违规运营被媒体曝光后的额外损失 (社会信誉)
$C_g$	政府认真监管时的监管成本, 监管不足时的监管成本为 0
$Q_1$	网络媒体报道政府认真监管时政府的声誉奖励
$Q_2$	网络媒体报道企业违规运营时政府的声誉损失, $Q_2 > Q_1$
$Q_3$	企业违规运营造成的社会效益损失
$M_1$	网络媒体跟进报道所获得的基础收益 (广告、流量等)
$M_2$	网络媒体报道企业违规运营时获得的额外收益 (关注度、口碑等), $M_2 > M_1$
$M_3$	网络媒体报道其他事件所获得的收益, $M_1 < M_3 < M_1 + M_2$
$k$	网络媒体可信度 ( $0 < k \leq 1$ , 政府认真监管下网络媒体可信度为 1)

假设 4: 若网络媒体选择不报道行为, 就会报道娱乐、比赛等其他事件, 从而获得基础广告及流量收益  $M_3$ ; 网络媒体只要选择报道行为, 就会获得基础广告及流量收益  $M_1$ 。考虑到当企业合规运营时, 网络媒体的报道一般不会引起较大的关注度, 因此  $M_1 < M_3$ 。

假设 5: 公众发现 PPP 项目运营期的违规运营行为后, 将向网络媒体举报, 无论是否属实, 媒体收到举报后都会进行曝光, 并获得曝光社会热点问题所带来的流量、关注度等额外收益  $M_2$  ( $M_2 > M_1$ )。由于 PPP 项目的运营关系到每一个人的切身利益, 因此一旦发现 PPP 项目中的违规运营行为, 将会引发强烈的社会关注, 从而为网络媒体带来较大的额外流量收益, 因此  $M_3 < M_1 + M_2$ 。

(1) 若企业违规运营被政府监管部门发现并受到网络媒体跟进报道, 企业将受到社会信誉、索赔等曝光损失  $P_2$ ;

(2) 若政府监管部门监管不足, 企业行为没有受到有效的约束, 此时若网络媒体选择跟进报道, 将会受到网络媒体可信度  $k$  ( $0 < k \leq 1$ ) 的影响, 因此仅考虑以下两种情况:

①企业违规运营时, 若网络媒体报道正确, 则企业需补缴  $P_1$  的罚款, 并受到  $P_2$  的曝光损失; 政府将受到  $Q_2$  的声誉损失; 若网络媒体报道失实, 企业的违规运营行为得逞, 政府将受到  $Q_3$  的社会效益损失;

②若企业合规运营, 而网络媒体收到举报信息有误导致报道失实时, 企业同样会受谣言影响产生  $P_2$  的损失; 政府也会受到谣言影响产生  $Q_2$  的损失。

### (三) 模型构建

基于以上假设, 我们给出 PPP 项目运营监管过程中, 运营企业、政府监管机构及网络媒体在不同策略下的支付矩阵 (如表 2 所示)。

表 2 PPP 项目运营监管中三方策略选择及支付矩阵

运营企业	网络媒体	政府监管部门	
		认真监管 $y$	监管不足 $1-y$
违规运营 $x$	跟进报道 $z$	$R_2 - P_1 - P_2$	$R_2 - k(P_1 + P_2)$
		$P_1 + Q_1 - C_g$	$k(P_1 - Q_2) - (1-k)Q_3$
	不报道 $z$	$M_1 + M_2$	$M_1 + kM_2$
		$R_2 - P_1$	$R_2$
合规运营 $1-x$	跟进报道 $z$	$P_1 - C_g$	$-Q_3$
		$M_3$	$M_3$
	不报道 $1-z$	$R_1$	$R_1 - (1-k)P_2$
		$Q_1 - C_g$	$-(1-k)Q_2$
	跟进报道 $z$	$M_1$	$M_1 + (1-k)M_2$
		$R_1$	$R_1$
不报道 $1-z$	$-C_g$	$0$	
	$M_3$	$M_3$	

(四) 模型求解

1. 运营企业的演化稳定策略。设运营企业违规运营与合规运营时的期望收益为  $U_{11}$ 、 $U_{12}$ ，运营企业的平均收益为  $U_1$ ，则有：

$$\begin{cases} U_{11} = yz(R_2 - P_1 - P_2) + y(1-z)(R_2 - P_1) + (1-y)z(R_2 - kP_1 - kP_2) + (1-y)(1-z)R_2 \\ U_{12} = yzR_1 + y(1-z)R_1 + (1-y)z[R_1 - (1-k)P_2] + (1-y)(1-z)R_1 \\ U_1 = xU_{11} + (1-x)U_{12} \end{cases} \quad (1)$$

则运营企业选择策略的复制动态方程为：

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(U_{11} - U_1) = x(1-x)(U_{11} - U_{12}) = x(1-x)[-kP_1yz - (kP_1 + 2kP_2 - P_2)z - P_1y + R_2 - R_1] \quad (2)$$

对  $F(x)$  求导得，

$$\frac{dF(x)}{dx} = (1-2x)[-kP_1yz - (kP_1 + 2kP_2 - P_2)z - P_1y + R_2 - R_1] \quad (3)$$

当  $y = \frac{-(kP_1 + 2kP_2 - P_2)z + R_2 - R_1}{kP_1z + P_1}$  时， $F(x) \equiv 0$ ，此时无论  $x$  取何值均处于稳定状态。

当  $y > \frac{-(kP_1 + 2kP_2 - P_2)z + R_2 - R_1}{kP_1z + P_1}$  时， $\frac{dF(x)}{dx} \Big|_{x=0} < 0$ ， $\frac{dF(x)}{dx} \Big|_{x=1} > 0$ ，此时  $x=0$  为演化稳定点，即运营企业的策略选择为合规运营。

当  $y < \frac{-(kP_1 + 2kP_2 - P_2)z + R_2 - R_1}{kP_1z + P_1}$  时， $\frac{dF(x)}{dx} \Big|_{x=0} > 0$ ， $\frac{dF(x)}{dx} \Big|_{x=1} < 0$ ，此时  $x=1$  为演化稳定点，即运营企业的策略选择为违规运营。

则运营企业演化的动态复制相位图如图 1 所示。

根据运营企业的演化稳定策略可以得到以下几点结论：

结论 1：企业违规运营需缴纳的罚金越大，运营企业违规运营的概率越小。企业违规运营与合规运营的收益差额越大，运营企业违规运营的概率越大。当网络媒体可信度  $k > 0.5$  时，企业违规运营被媒体曝光后的额外损失越大，运营企业违规运营的概率越小；当网络媒体可信度  $k < 0.5$  时，企业违规运营被媒体曝光后的额外损失越大，运营企业违规运营的概率越大。

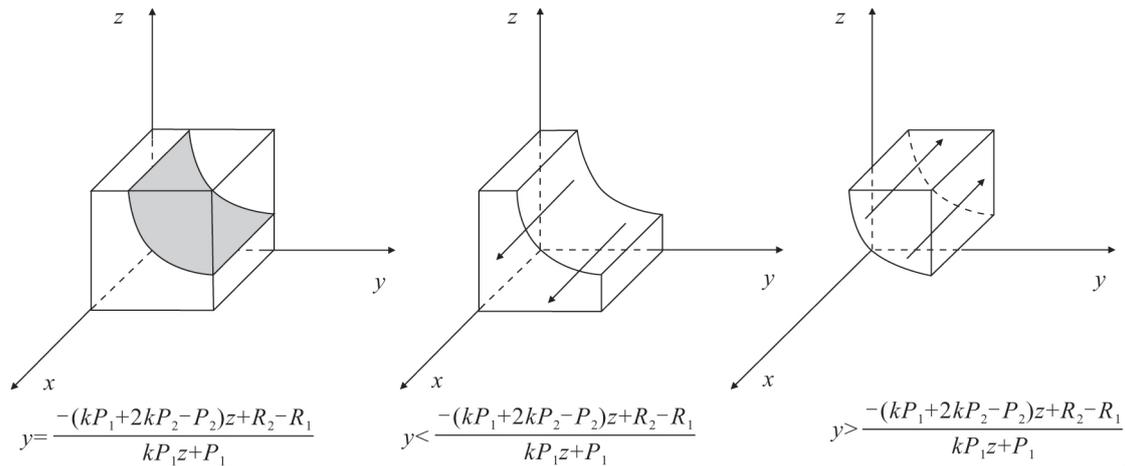


图 1 运营企业演化的动态复制相位图

结论 2: 政府认真监管的概率越大, 运营企业违规运营的概率越小。

结论 3: 网络媒体跟进报道的概率与可信度越高, 运营企业违规运营的概率越小。

2. 政府监管机构的演化稳定策略。设政府监管机构认真监管与监管不足时的期望收益为  $U_{21}$ 、 $U_{22}$ , 政府监管机构的平均收益为  $U_2$ , 则有:

$$\begin{cases} U_{21} = xz(P_1 + Q_1 - C_g) + x(1-z)(P_1 - C_g) + (1-x)z(Q_1 - C_g) + (1-x)(1-z)(-C_g) \\ U_{22} = xz[k(P_1 - Q_2) - (1-k)Q_3] + x(1-z) - Q_3 + (1-x)z(k-1)Q_2 \\ U_2 = yU_{21} + (1-y)U_{22} \end{cases} \quad (4)$$

则政府监管机构选择策略的复制动态方程为:

$$F(y) = dy/dt = y(U_{21} - U_2) = y(1-y)(U_{21} - U_{22}) = y(1-y)[(2kQ_2 - kP_1 - kQ_3 - Q_2)xz + (P_1 + Q_3)x + (Q_1 + Q_2 - kQ_2)z - C_g] \quad (5)$$

对  $F(y)$  求导得,

$$\frac{dF(y)}{dy} = (1-2y)[(2kQ_2 - kP_1 - kQ_3 - Q_2)xz + (P_1 + Q_3)x + (Q_1 + Q_2 - kQ_2)z - C_g] \quad (6)$$

当  $x = \frac{C_g - (Q_1 + Q_2 - kQ_2)z}{P_1 + Q_3 - (kP_1 - 2kQ_2 + kQ_3 + Q_2)z}$  时,  $F(x) \equiv 0$ , 此时无论  $y$  取何值均处于稳定状态。

当  $x > \frac{C_g - (Q_1 + Q_2 - kQ_2)z}{P_1 + Q_3 - (kP_1 - 2kQ_2 + kQ_3 + Q_2)z}$  时,  $\frac{dF(y)}{dy} \Big|_{y=0} > 0$ ,  $\frac{dF(y)}{dy} \Big|_{y=1} < 0$ , 此时  $y=$

1 为演化稳定点, 即政府监管机构的策略选择为认真监管。

当  $x < \frac{C_g - (Q_1 + Q_2 - kQ_2)z}{P_1 + Q_3 - (kP_1 - 2kQ_2 + kQ_3 + Q_2)z}$  时,  $\frac{dF(y)}{dy} \Big|_{y=0} < 0$ ,  $\frac{dF(y)}{dy} \Big|_{y=1} > 0$ , 此时  $y=$

0 为演化稳定点, 即政府监管机构的策略选择为监管不足。

则政府监管机构演化的动态复制相位图如图 2 所示。

根据政府监管部门的演化稳定策略可以得到以下几点结论:

结论 4: 政府认真监管的概率, 随企业违规运营的概率、需缴纳的罚金及企业违规运营造成的社会效益损失的增加而增加。

结论 5: 政府认真监管的监管成本越低, 或网络媒体报道政府认真监管时的声誉奖励越大, 政府认真监管的概率越大。当网络媒体可信度  $k > 0.5$  时, 网络媒体报道企业违规运营时政府的声誉损失越大, 政府认真监管的概率越大。

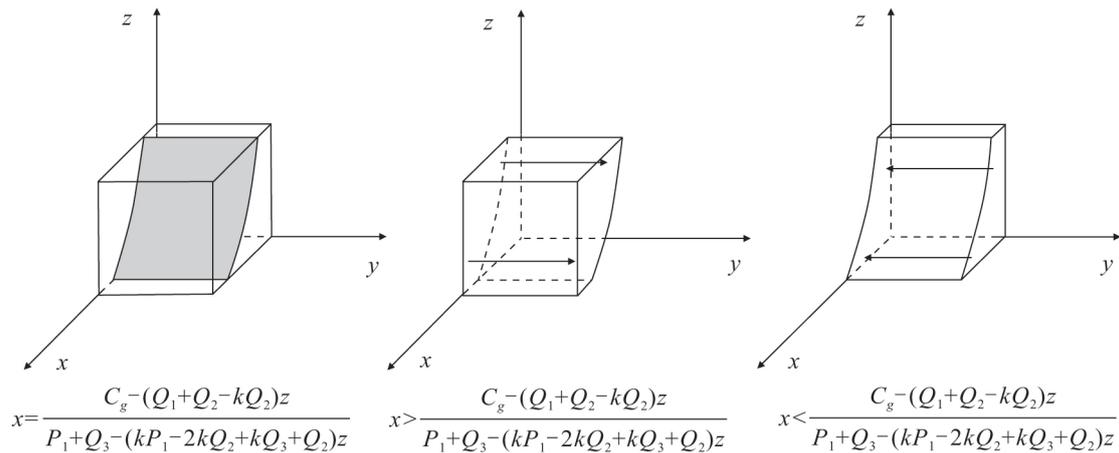


图2 政府监管机构演化的动态复制相位图

结论6: 政府认真监管的概率, 随网络媒体跟进报道的概率与可信度的增加而减少。

3. 网络媒体的演化稳定策略。设网络媒体跟进报道与不报道时的期望收益为  $U_{31}$ 、 $U_{32}$ , 政府监管机构的平均收益为  $U_3$ , 则有:

$$\begin{cases} U_{31} = xy(M_1 + M_2) + x(1-y)(M_2 + kM_2) + (1-x)yM_1 + (1-x)(1-y)[M_1 + (1-k)M_2] \\ U_{32} = M_3 \\ U_3 = zU_{31} + (1-z)U_{32} \end{cases} \quad (7)$$

则网络媒体选择策略的复制动态方程为:

$$F(z) = dz/dt = z(U_{31} - U_3) = z(1-z)(U_{31} - U_{32}) = z(1-z)[2(1-k)M_2xy + (2k-1)M_2x - (1-k)M_2y + M_1 - M_3 + (1-k)M_2] \quad (8)$$

对  $F(z)$  求导得,

$$\frac{dF(z)}{dz} = (1-2z)[2(1-k)M_2xy + (2k-1)M_2x - (1-k)M_2y + M_1 - M_3 + (1-k)M_2] \quad (9)$$

当  $x = \frac{(1-k)M_2y - M_1 + M_3 - (1-k)M_2}{2(1-k)M_2y + (2k-1)M_2}$  时,  $F(z) = 0$ , 此时无论  $z$  取何值均处于稳定状态。

当  $x > \frac{(1-k)M_2y - M_1 + M_3 - (1-k)M_2}{2(1-k)M_2y + (2k-1)M_2}$  时,  $\frac{dF(z)}{dz} \Big|_{z=0} > 0$ ,  $\frac{dF(z)}{dz} \Big|_{z=1} < 0$ , 此时  $z = 1$  为演化稳定点, 即网络媒体的策略选择为跟进报道。

当  $x < \frac{(1-k)M_2y - M_1 + M_3 - (1-k)M_2}{2(1-k)M_2y + (2k-1)M_2}$  时,  $\frac{dF(z)}{dz} \Big|_{z=0} < 0$ ,  $\frac{dF(z)}{dz} \Big|_{z=1} > 0$ , 此时  $z = 0$  为演化稳定点, 即网络媒体的策略选择为不报道。

则网络媒体演化的动态复制相位图如图3所示。

根据网络媒体的演化稳定策略可以得到以下几点结论:

结论7: 网络媒体跟进报道的概率, 随企业违规运营概率的增加而增加。

结论8: 网络媒体跟进报道的概率, 随政府认真监管概率的增加而减少。

结论9: 网络媒体跟进报道的基础收益越大, 报道其他事件所获得的收益越小, 网络媒体跟进报道的概率越大。当政府认真监管概率  $y > (1-2k)/(2-2k)$  时, 网络媒体报道企业违规运营时获得的额外收益越大, 网络媒体跟进报道的概率越大。

#### (五) 模型演化策略稳定性分析

在上述三维动力系统中, 令

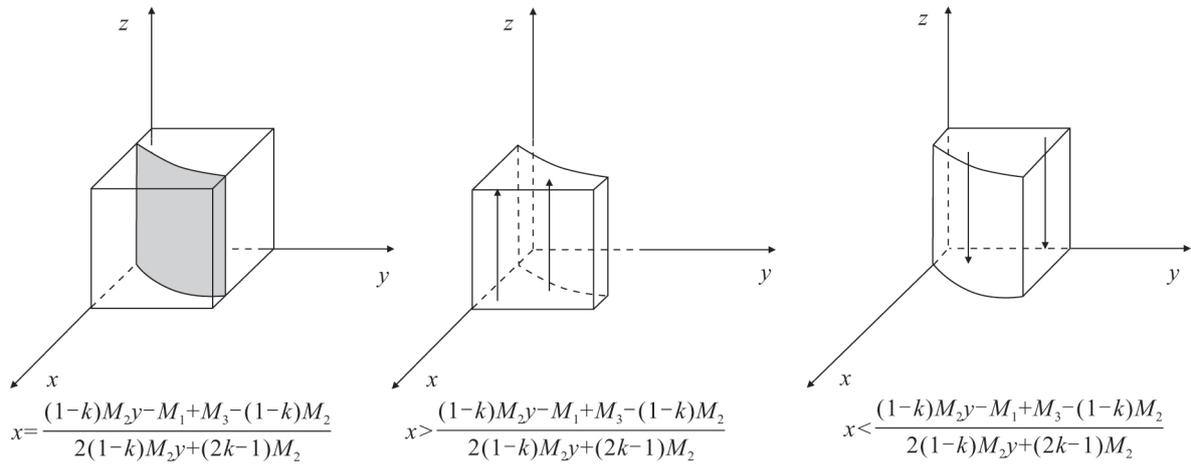


图3 网络媒体演化的动态复制相位图

$$\begin{cases} F(x) = 0 \\ F(y) = 0 \\ F(z) = 0 \end{cases} \quad (10)$$

根据 Ritzberger 等<sup>[23]</sup>提出的结论, 所有内部演化轨迹都将无限访问其顶点, 得到该复制动态组的 9 个均衡点, 分别为  $E_1(0, 0, 0)$ 、 $E_2(1, 0, 0)$ 、 $E_3(0, 1, 0)$ 、 $E_4(0, 0, 1)$ 、 $E_5(1, 1, 0)$ 、 $E_6(1, 0, 1)$ 、 $E_7(0, 1, 1)$ 、 $E_8(1, 1, 1)$ 、 $E_9(x^*, y^*, z^*)$ 。其中  $E_9(x^*, y^*, z^*)$  是该动力系统的混合策略纳什均衡解, 如公式 (11) 所示。

$$\begin{cases} x^* = \frac{(1-k)M_2y - M_1 + M_3 - (1-k)M_2}{2(1-k)M_2y + (2k-1)M_2} \\ y^* = \frac{-(kP_1 + 2kP_2 - P_2)z + R_2 - R_1}{kP_1z + P_1} \\ z^* = \frac{C_g - (P_1 + Q_3)x}{(2kQ_2 - kP_1 - kQ_3 - Q_2)x + Q_1 + Q_2 - kQ_2} \end{cases} \quad (11)$$

基于 Friedman 等<sup>[24]</sup>的结论, 雅可比矩阵  $J$  的特征值为负时, 对应的均衡点为该系统的演化稳定策略 (ESS)。复制动态方程的雅可比矩阵为:

$$J = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 & J_3 \\ J_4 & J_5 & J_6 \\ J_7 & J_8 & J_9 \end{bmatrix} \quad (12)$$

其中

$$\begin{cases} J_1 = (1-2x)[-kP_1yz - (kP_1 + 2kP_2 - P_2)z - P_1y + R_2 - R_1] \\ J_2 = x(1-x)(-kP_1z - P_1) \\ J_3 = x(1-x)(-kP_1y - kP_1 - 2kP_2 + P_2) \\ J_4 = y(1-y)[(2kQ_2 - kP_1 - kQ_3 - Q_2)z + P_1 + Q_3] \\ J_5 = (1-2y)[(2kQ_2 - kP_1 - kQ_3 - Q_2)xz + (P_1 + Q_3)x + (Q_1 + Q_2 - kQ_2)z - C_g] \\ J_6 = y(1-y)[(2kQ_2 - kP_1 - kQ_3 - Q_2)x + Q_1 + Q_2 - kQ_2] \\ J_7 = z(1-z)[2(1-k)M_2y + (2k-1)M_2] \\ J_8 = z(1-z)[2(1-k)M_2x - (1-k)M_2] \\ J_9 = (1-2z)[2(1-k)M_2xy + (2k-1)M_2x - (1-k)M_2y + M_1 - M_3 + (1-k)M_2] \end{cases} \quad (13)$$

将均衡点代入矩阵  $J$ ，求得各均衡点对应的特征值如表 3 所示。

表 3 各均衡点对应特征值

均衡点	特征值 1	特征值 2	特征值 3
$E_1 (0, 0, 0)$	$R_2 - R_1 (+)$	$-C_g$	$M_1 - M_3 + (1 - k) M_2$
$E_2 (1, 0, 0)$	$R_1 - R_2$	$P_1 + Q_3 - C_g (+)$	$kM_2 + M_1 - M_3$
$E_3 (0, 1, 0)$	$-P_1 + R_2 - R_1$	$C_g (+)$	$M_1 - M_3$
$E_4 (0, 0, 1)$	$R_2 - R_1 - kP_1 - 2kP_2 + P_2$	$Q_1 + Q_2 - kQ_2 - C_g$	$M_3 - M_1 - (1 - k) M_2$
$E_5 (1, 1, 0)$	$P_1 - R_2 + R_1$	$C_g - P_1 - Q_3$	$M_1 + M_2 - M_3 (+)$
$E_6 (1, 0, 1)$	$kP_1 + 2kP_2 - P_2 - R_2 + R_1$	$(1 - k) (P_1 + Q_3) + Q_1 + kQ_2 - C_g (+)$	$M_3 - kM_2 - M_1$
$E_7 (0, 1, 1)$	$P_2 - P_1 - 2kP_1 - 2kP_2 + R_2 - R_1$	$kQ_2 + C_g - Q_1 - Q_2$	$M_3 - M_1 (+)$
$E_8 (1, 1, 1)$	$P_1 - P_2 + 2kP_1 + 2kP_2 - R_2 + R_1$	$C_g - (1 - k) (P_1 + Q_3) - Q_1 - kQ_2$	$M_3 - M_1 - M_2$

由表 3 可知，均衡点  $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ 、 $E_5$ 、 $E_6$ 、 $E_7$  均存在特征值为正，因此不可能为稳定演化策略，因此仅研究均衡点  $E_4 (0, 0, 1)$  与  $E_8 (1, 1, 1)$ 。

(六) 模型演化均衡点分析及结论

$$1. \text{ 当 } \begin{cases} R_2 - R_1 - kP_1 - 2kP_2 + P_2 < 0 \\ Q_1 + Q_2 - kQ_2 - C_g < 0 \\ M_3 - M_2 - (1 - k)M_2 < 0 \end{cases} \quad (14)$$

即当  $\max\left\{\frac{R_2 - R_1 + P_2}{P_1 + 2P_2}, \frac{Q_1 + Q_2 - C_g}{Q_2}\right\} < k < \frac{M_1 + M_2 - M_3}{M_2}$ ，且  $\begin{cases} Q_1 < C_g \\ R_2 - R_1 < P_1 + P_2 \end{cases}$  时，系统有稳定演化策略  $E_4 (0, 0, 1)$ 。

即当企业违规运营与合规运营的收益差额小于其所有损失，运营企业违规运营的收益小于合规运营的收益时，运营企业倾向于“合规运营”；且当政府认真监管的声誉奖励小于监管成本，政府监管部门认真监管的收益小于监管不足的收益时，政府监管部门倾向于“监管不足”；同时当网络媒体不报道的收益小于跟进报道的收益时，网络媒体倾向于“跟进报道”。

随着  $k$  的增加直至超出范围， $\begin{cases} R_2 - R_1 - kP_1 - 2kP_2 + P_2 < 0 \\ Q_1 + Q_2 - kQ_2 - C_g < 0 \end{cases}$  仍成立，但  $M_3 - M_1 - (1 - k)M_2 < 0$  将不再成立，局部演化稳定策略将发生改变。这说明网络媒体介入后，其可信度越高，运营企业越倾向于合规运营，政府监管部门越倾向于监管不足，但随着跟进报道的收益减少，网络媒体将会减缓倾向于跟进报道的时间，直至不报道。

$$2. \text{ 当 } \begin{cases} P_1 - P_2 + 2kP_1 + 2kP_2 - R_2 + R_1 < 0 \\ C_g - (1 - k)(P_1 + Q_3) - Q_1 - kQ_2 < 0 \end{cases} \quad (15)$$

即当  $0 < k < \min\left\{\frac{R_2 - R_1 + P_2 - P_1}{2P_1 + 2P_2}, \frac{C_g - Q_1 - Q_3 - P_1}{Q_2 - P_1 - Q_3}\right\}$ ，且  $\begin{cases} P_1 + Q_3 + Q_1 > C_g \\ Q_2 < P_1 + Q_3 \end{cases}$  时，系统有稳定演化策略  $E_8 (1, 1, 1)$ 。

这表明，当运营企业违规运营的收益大于合规运营的收益与  $(1 + k)$  倍的罚金之和时，运营企业倾向于“违规运营”；而当罚金与政府声誉及社会效益损失之和大于政府认真监管成本，政府声誉损失小于社会效益损失与罚金之和，政府认真监管的收益大于监管不足的收益时，政府监管部门倾向于“认真监管”；网络媒体倾向于“跟进报道”。

随着  $k$  的减小,  $\begin{cases} P_1 - P_2 + 2kP_1 + 2kP_2 - R_2 + R_1 < 0 \\ C_g - (1-k)(P_1 + Q_3) - Q_1 - kQ_2 < 0 \end{cases}$  仍将成立, 局部演化策略趋于稳定。

这说明网络媒体介入后, 其可信度越低, 运营企业越倾向于违规运营, 政府监管部门越倾向于认真监管; 随着  $k$  的增大直至超出范围,  $\begin{cases} P_1 - P_2 + 2kP_1 + 2kP_2 - R_2 + R_1 < 0 \\ C_g - (1-k)(P_1 + Q_3) - Q_1 - kQ_2 < 0 \end{cases}$  将不再成立, 局部演化稳定策略将发生改变。这说明网络媒体介入后, 其可信度越高, 运营企业将会减缓倾向于违规运营的时间, 直至合规运营; 政府监管部门将会减缓倾向于严格监管的时间, 直至监管不足。

由于  $M_3 - M_1 - M_2 < 0$  恒成立, 所以无论  $k$  值如何变化, 网络媒体都将倾向于跟进报道。

3. 无论该系统处于哪种状态, 随着企业罚金增加、违规运营所获得的额外收益减少、被曝光后的额外损失增加 (可信度  $k > 0.5$ ) 或被曝光后的额外损失减少 (可信度  $k < 0.5$ ), 均有利于运营企业“合规运营”; 随着政府认真监管时的声誉奖励增加、企业违规运营时政府的声誉损失增加、政府的监管成本降低, 均有利于政府监管部门“认真监管”; 随着网络媒体跟进报道所获得的基础收益、额外收益增加、不报道所获得的收益减少, 均有利于网络媒体“跟进报道”。

4. 本研究发现, 理想均衡点  $E_7(0, 1, 1)$ , 即运营企业合规运营、政府监管部门认真监管、网络媒体跟进报道, 并不是该系统的进化稳定策略, 可能原因在于: (1) 网络媒体可信度参差不齐, 没有受到有效的监管, 导致网络媒体报道失实的惩罚不足, 在无法有效约束网络媒体自身行为的同时, 无法对运营企业与政府监管部门同时形成有效的约束; (2) 网络媒体报道来源广、传播快、受众广、影响大、具有煽动性等特点是双刃剑, 它既能及时曝光热点问题发生, 引起运营企业和政府监管部门的重视, 同时也会使政府监管部门产生一定的依赖, 成为政府监管部门是否认真履职的风向标; (3) 网络媒体报道的内容丰富多彩, 会导致网络参与者具有追逐热点的特点, 只有当社会问题发生时才关注, 从而无法对政府监管部门的日常工作形成有效的激励; (4) 冗杂的网络信息会对报道的真实性产生较大的影响, 网络参与者受制于认识水平和意见领袖的影响, 往往无法对舆论热点作出正确的判断, 从而给运营企业可乘之机。

关于网络舆情的以上四方面的讨论, 可在后续研究中作进一步探讨。

## 四、仿真分析

为了更直观地分析网络媒体可信度对该系统演化稳定策略的影响, 根据复制动态方程及各参数的约束条件, 本文运用 Matlab R2017b 编程, 实现对运营企业、政府监管部门和网络媒体演化过程的数值模拟。参数赋值严格遵循模型约束条件, 具体参数取值如表 4 所示。

表 4 具体参数取值

参数	$R_1$	$R_2$	$P_1$	$P_2$	$C_g$	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$M_1$	$M_2$	$M_3$
数值	5	10	5	6	4	2	3	5	4	6	5

### (一) 均衡点 $E_4(0, 0, 1)$ 数值仿真分析

对于均衡点  $E_4(0, 0, 1)$ , 此时, 网络媒体可信度  $11/17 < k < 5/6$ 。

分别固定  $x=0.5$ , 令  $y, z$  分别取五组不同水平;  $y=0.5$ , 令  $x, z$  分别五组取不同水平;  $z=0.5$ , 令  $x, y$  分别五组取不同水平:

1. 当  $k=0.65$  时, 运营企业、政府监管部门、网络媒体各自的演化示意图如图 4 所示。再取  $x=y=z=0.5$ , 此时三方共同的演化策略如图 5 所示。

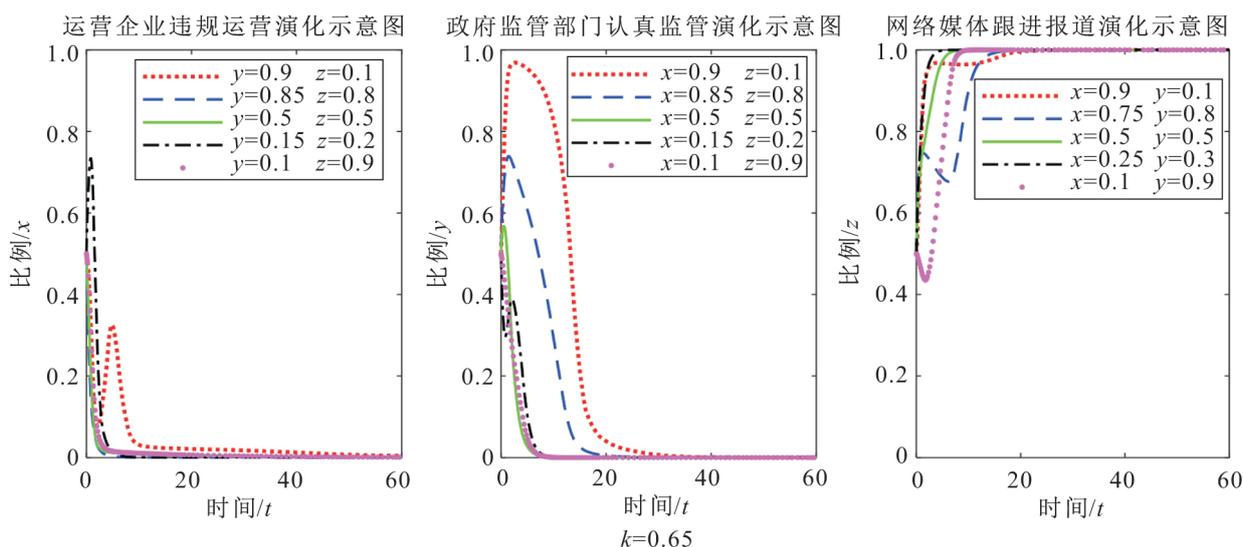


图4  $k=0.65$  时，三方各自演化示意图

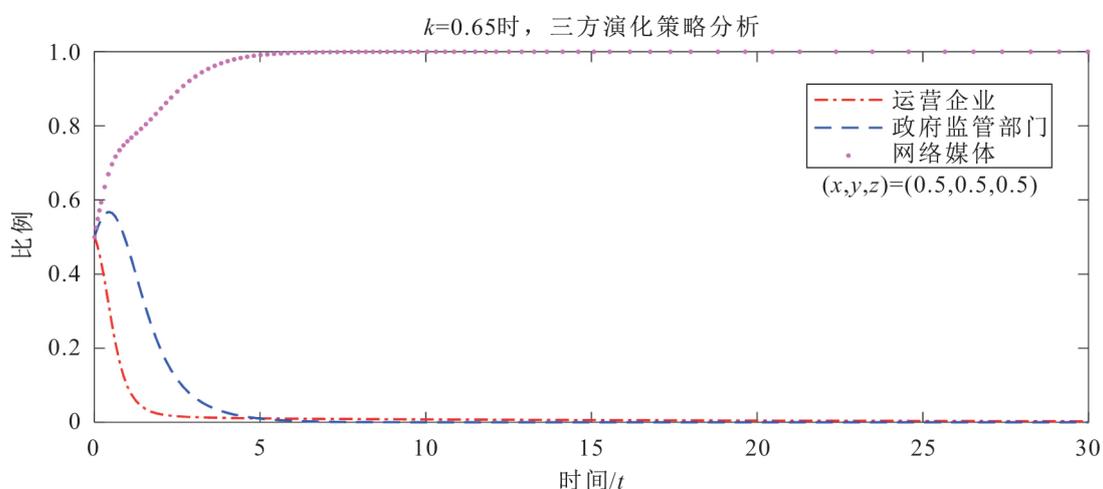


图5  $k=0.65$  时，三方共同演化示意图

2. 当  $k=0.8$  时，运营企业、政府监管部门、网络媒体各自的演化示意图如图 6 所示。再取  $x=y=z=0.5$ ，此时三方共同的演化策略如图 7 所示。

上述结果说明了当  $11/17 < k < 5/6$  时，随着时间的变化，运营企业的演化策略将收敛于 0，即“合规运营”；政府监管部门的演化策略将收敛于 0，即“监管不足”；网络媒体的演化策略将收敛于 1，即“跟进报道”，整个系统将演化至均衡点  $E_4(0, 0, 1)$ 。

对比图 4 与图 6 可知，（1）运营企业达到稳定均衡状态的时间由  $t=60$  缩短到  $t=3$ ，说明随着网络媒体可信度提高，运营企业采取“合规运营”策略的时间将缩短，即运营企业“合规运营”的意愿将增强；（2）政府监管部门达到稳定均衡状态的时间由  $t=35$  缩短到  $t=5$ ，说明随着网络媒体可信度提高，政府监管部门采取“监管不足”策略的时间将缩短，即政府监管部门“监管不足”的意愿将增强；（3）网络媒体达到稳定均衡状态的时间由  $t=20$  延长至  $t=25$ ，说明随着网络媒体可信度提高，网络媒体采取“跟进报道”策略的时间将延长，即网络媒体“跟进报道”的意愿将减弱。

对比图 5 与图 7 可知，系统达到稳定均衡状态的时间由  $t=5$  延长至  $t=25$ ，说明随着网络媒体

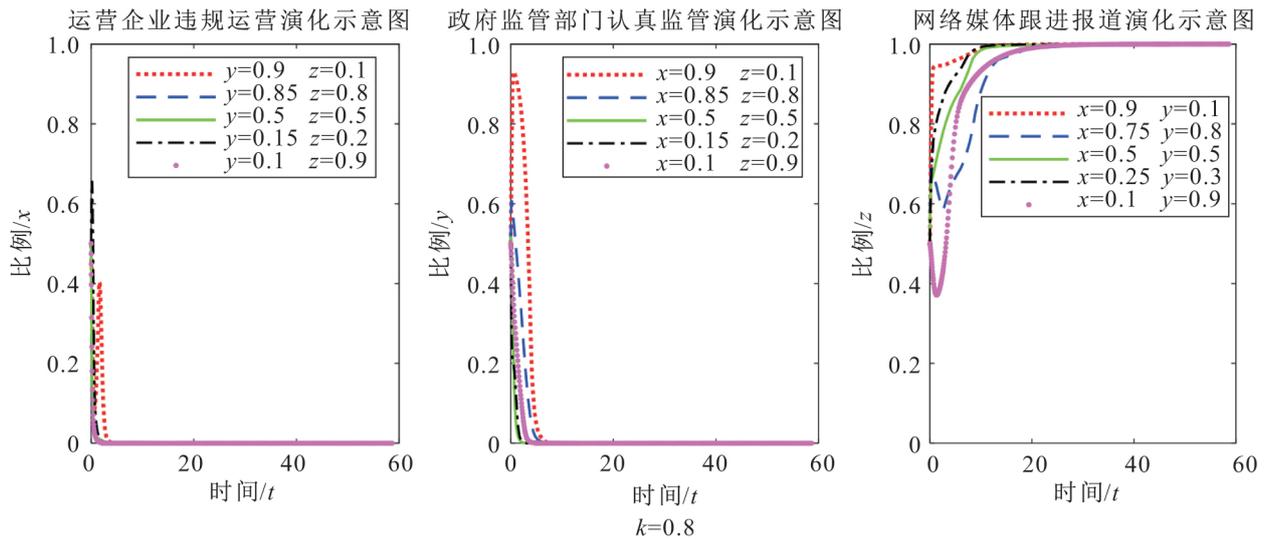


图 6  $k=0.8$  时, 三方各自演化示意图

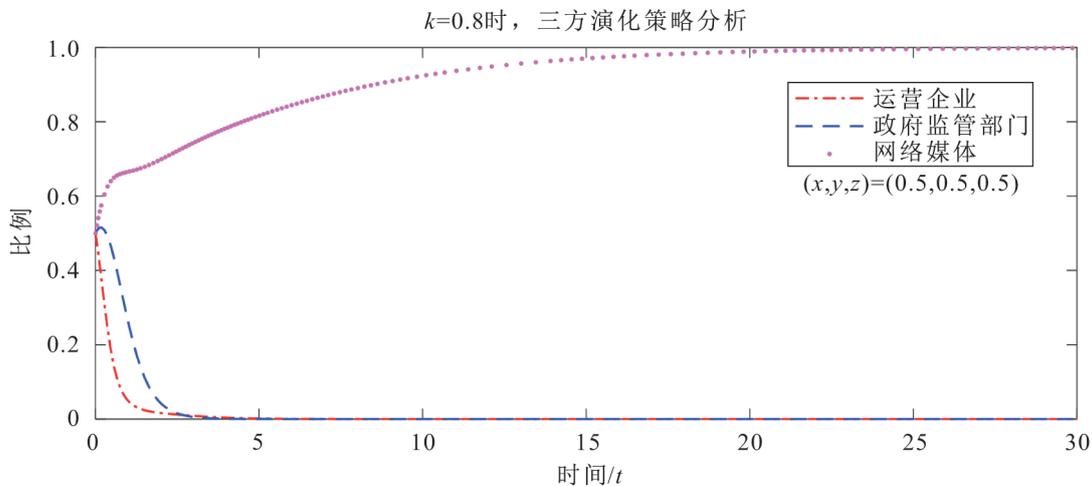


图 7  $k=0.8$  时, 三方共同演化示意图

可信度提高, 系统达到稳定均衡状态  $E_1(0, 0, 1)$  的时间将会延长。

(二) 均衡点  $E_8(1, 1, 1)$  数值仿真分析

对于均衡点  $E_8(1, 1, 1)$ , 此时, 网络媒体可信度  $0 < k < 3/11$ 。

分别固定  $x=0.5$ , 令  $y, z$  分别取五组不同水平;  $y=0.5$ , 令  $x, z$  分别五组取不同水平;  $z=0.5$ , 令  $x, y$  分别五组取不同水平:

1. 当  $k=0.1$  时, 运营企业、政府监管机构、网络媒体各自的演化示意图如图 8 所示。再取  $x=y=z=0.5$ , 此时三方共同的演化策略如图 9 所示。
2. 当  $k=0.25$  时, 运营企业、政府监管机构、网络媒体各自的演化示意图如图 10 所示。再取,  $x=y=z=0.5$  此时三方共同的演化策略如图 11 所示。

上述结果说明了当  $0 < k < 3/11$  时, 随着时间的变化, 运营企业的演化策略将收敛于 1, 即“违规运营”; 政府监管部门的演化策略将收敛于 1, 即“认真监管”; 网络媒体的演化策略将收敛于 1, 即“跟进报道”, 整个系统将演化至均衡点  $E_8(1, 1, 1)$ 。

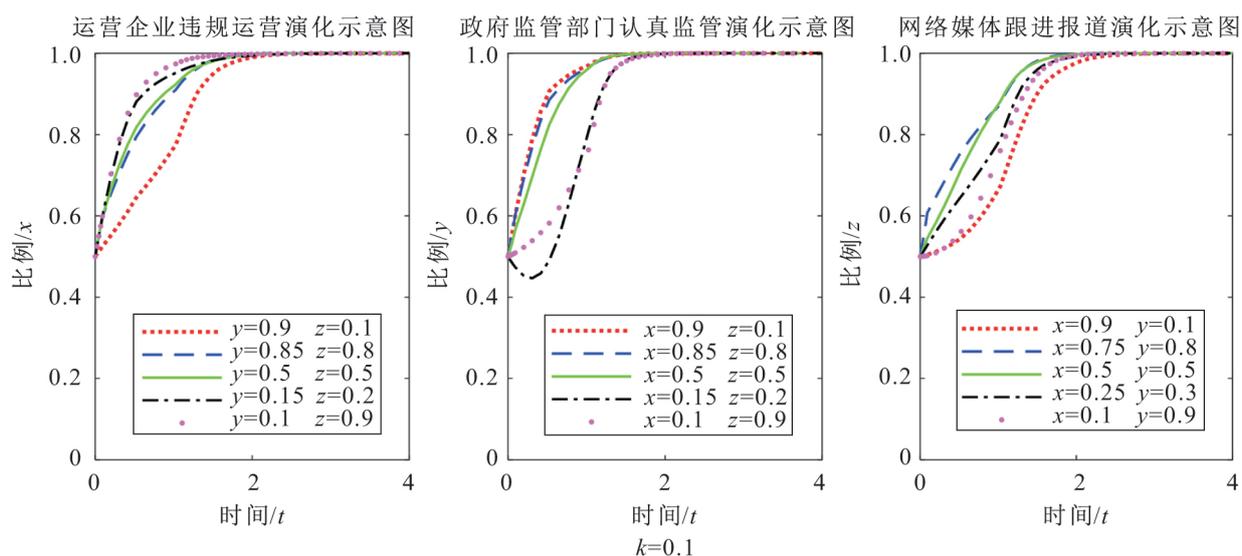


图8  $k=0.1$  时，三方各自演化示意图

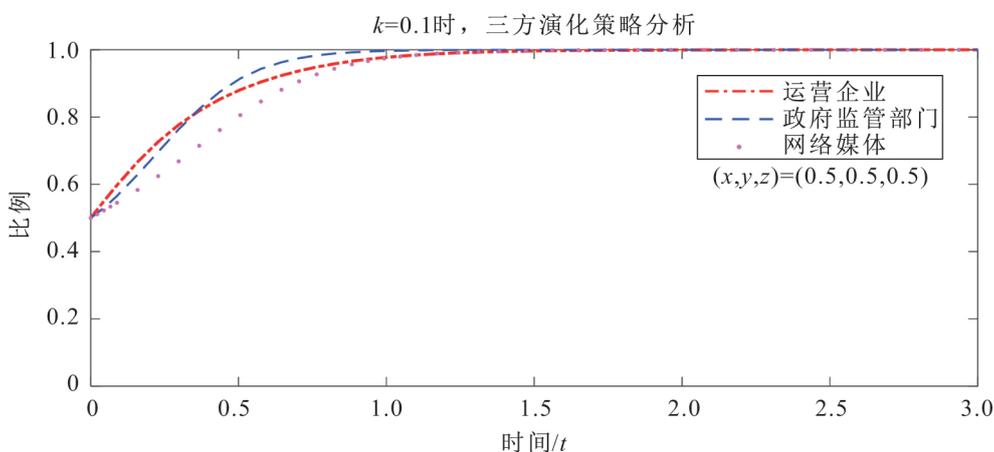


图9  $k=0.1$  时，三方共同演化示意图

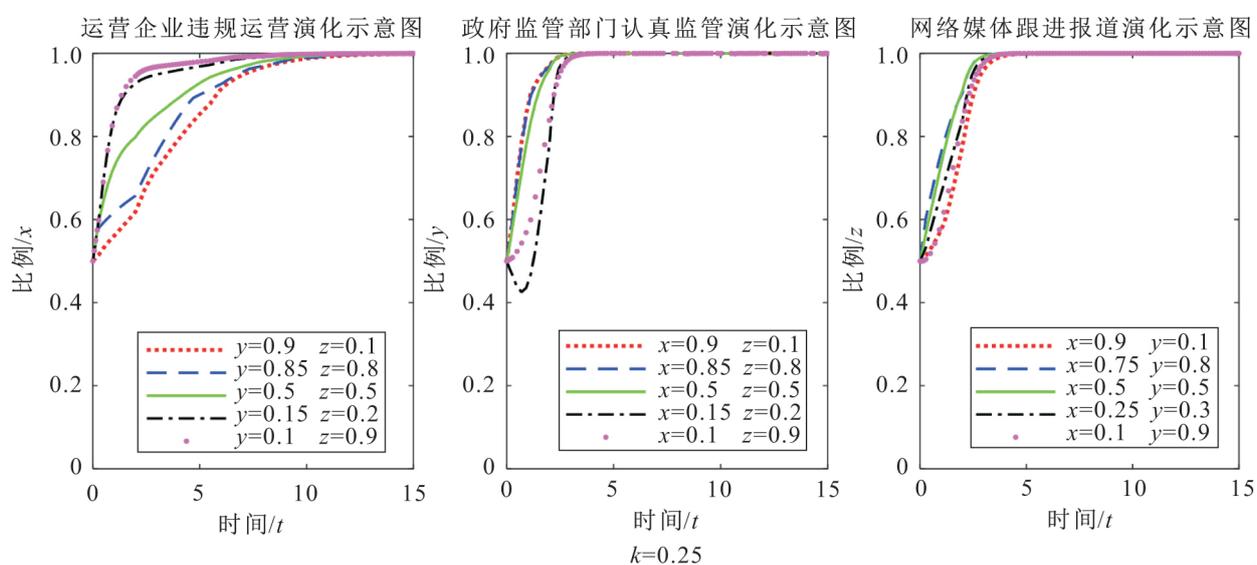
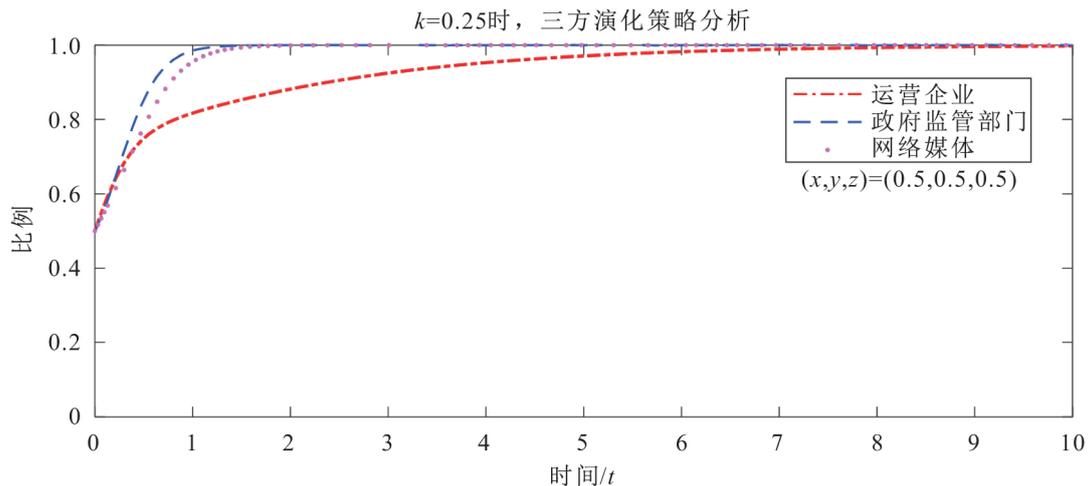


图10  $k=0.25$  时，三方各自演化示意图

图 11  $k=0.25$  时, 三方共同演化示意图

对比图 8 与图 10 可知: (1) 运营企业达到稳定均衡状态的时间由  $t=2.5$  延长至  $t=12$ , 说明随着网络媒体可信度提高, 运营企业采取“违规运营”策略的时间将延长, 即运营企业“违规运营”的意愿将减弱; (2) 政府监管部门达到稳定均衡状态的时间由  $t=2$  延长至  $t=4$ , 说明随着网络媒体可信度提高, 政府监管部门采取“认真监管”策略的时间将延长, 即政府监管部门“认真监管”的意愿将减弱; (3) 网络媒体达到稳定均衡状态的时间由  $t=3$  延长至  $t=5$ , 说明随着网络媒体可信度提高, 网络媒体采取“跟进报道”策略的时间将延长, 即其“跟进报道”的意愿将减弱;

对比图 9 与图 11 可知, 系统达到稳定均衡状态的时间由  $t=2$  延长至  $t=10$ , 说明随着网络媒体可信度提高, 系统达到稳定均衡状态  $E_8(1, 1, 1)$  的时间将会延长。

上述仿真分析所得的结果, 进一步验证了本文 PPP 项目运营过程中三方演化博弈的理论研究。

## 五、结论与监管对策分析

本文针对 PPP 项目运营过程中频发的违规运营问题, 通过引入网络媒体作为第三方监管的重要力量, 借助演化博弈理论, 构建了运营企业、政府监管部门和网络媒体参与的三方演化博弈模型, 并利用复制动态方程分析了该三维动力系统的动态复制过程及两种演化稳定策略的影响因素, 得出了以下重要结论:

(1) 在该三维动力系统中, 任何一方的策略选择除了与自身策略的影响因素相关, 还会受到其他两方策略选择的影响。

具体而言, 提高政府认真监管的概率, 加大对企业机会主义行为的惩罚, 提高网络媒体跟进报道的概率与可信度, 增强民众维权意识, 加大企业违规运营的信誉损失, 均有利于企业合规运营, 从而保障社会效益; 而企业违规运营所能获得的额外收益越大, 其违规运营的概率将会增加。

对于政府监管部门而言, 企业违规运营的概率越高, 网络媒体跟进报道的概率越低, 企业违规运营造成的社会损失越大, 网络媒体可信度越高, 企业违规运营时政府的声誉损失越大, 均会引起政府监管部门的重视, 从而对运营企业认真监管; 而政府监管部门收缴罚金、声誉奖励的增加, 监管成本的降低, 均会激励政府监管部门积极采取认真监管策略。

网络媒体具有追逐热点的特性, 因此随着企业违规运营概率的增加, 网络媒体报道其他事件所获得的收益减少, 均会促使网络媒体积极跟进报道 PPP 项目运营问题; 当企业违规运营的概率较

高时,政府认真监管的概率越低,网络媒体越倾向于跟进报道,从而引发社会关注;当政府认真监管的概率较高时,网络媒体报道企业违规运营行为的额外收益越高,网络媒体越倾向于跟进报道。

(2) 在运营企业、政府监管部门及网络媒体构成的三维动力系统中,当满足一定条件时,存在  $E_4(0, 0, 1)$  与  $E_8(1, 1, 1)$  两种进化稳定策略,即运营企业合规运营、政府监管部门监管不足、网络媒体跟进报道,或运营企业违规运营、政府监管部门认真监管、网络媒体跟进报道。在这两种进化稳定策略下,网络媒体均采用跟进报道策略,说明网络媒体在 PPP 项目运营监管的过程中起着至关重要的作用。随着网络媒体可信度的提高,能有效遏制企业的违规运营行为。

(3) 作为重要的第三方监管力量,网络媒体的参与是一把双刃剑。一方面,若网络媒体可信度较高,可以及时发现并曝光损害社会效益的机会主义行为,从而对运营企业形成有效的约束,但同时会使政府监管部门对网络媒体产生一定的依赖;另一方面,若网络媒体可信度较低,网络信息真假难辨,则会给运营企业可乘之机,同时对政府的监管会造成阻碍,从而造成社会效益的损失。这也是理想均衡点  $E_7(0, 1, 1)$  并不是该系统的进化稳定策略的原因所在。

根据以上研究结论,本文提出以下对策与建议:

(1) 对于政府监管部门而言,一方面,政府监管部门要积极履责,加大监管的力度,建立规范的监管机制,对运营企业认真监管,及时制止企业的违规行为,加大企业违约的处罚成本,切实维护政府的声誉和社会的公共利益。另一方面,政府监管部门应加强与网络媒体的联动,充分发挥网络媒体的监督优势,鼓励网民及各监管主体参与到网络监管中来,第一时间曝光机会主义行为,从而提高监管效率,杜绝监管缺位,有效防止政府监管部门对网络媒体监督的“搭便车”行为。

(2) 对于政府而言,一方面政府要积极发挥网络媒体的监管作用,加大对网络媒体发展的支持,完善 PPP 项目的网络披露机制,建立政府与网络媒体信息共享平台,提升 PPP 项目监管流程及运营情况的透明度;另一方面,政府应加强对网络媒体的规范管理,完善舆论监督机制及相应的法律法规,严惩造谣传谣等违法行为,营造良好的舆论环境,提升网络媒体可信度。

(3) 对于企业而言,要坚决杜绝机会主义行为,建立企业内部规范的执行监督机制,完善企业信息披露机制,信守承诺,讲究市场声誉,培育企业的社会责任,切实维护社会的公共利益。

(4) 对于网络媒体而言,PPP 项目运营问题关乎大家的切身利益,网络媒体应恪守职业道德,以严谨的态度作为报道的准则,积极报道社会问题,加强对报道内容的审核,充分利用互联网平台为政府监管部门提供及时、准确的信息支持,推动 PPP 项目运营监管社会共治体系的发展。

#### 参考文献

- [1] 周正祥,张秀芳,张平.新常态下 PPP 模式应用存在的问题及对策[J].中国软科学,2015(9).
- [2] 王守清,刘婷.PPP 项目监管:国内外经验和政策建议[J].地方财政研究,2014(9).
- [3] 曹裕,余振宇,万光羽.新媒体环境下政府与企业食品掺假中的演化博弈研究[J].中国管理科学,2017(6).
- [4] Shash, A. A. Factors considered in tendering decisions by top UK contractors[J]. *Construction Management and Economics*, 1993(2).
- [5] Parker, D., K. Hartley. Transaction costs, relational contracting and public private partnerships: A case study of UK defence[J]. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2003(3).
- [6] Terje Karlsen, J. Project owner involvement for information and knowledge sharing in uncertainty management[J]. *International Journal of Managing Projects in Business*, 2010(4).
- [7] Liu, J., R. Gao, C. Y. J. Cheah, et al. Evolutionary game of investors' opportunistic behaviour during the operational period in PPP projects[J]. *Construction Management & Economics*, 2017(3).
- [8] Hu, B., A. Leopold, S. Pickl. Concept and prototype of a web tool for public-private project contracting based

- on a system dynamics model[J]. *Central European Journal of Operations Research*, 2015(2).
- [9] 吴孝灵, 周晶, 彭以忱, 等. 基于公私博弈的 PPP 项目政府补偿机制研究[J]. *中国管理科学*, 2013(S1).
- [10] 连洪泉, 周业安, 左聪颖, 等. 惩罚机制真能解决搭便车难题吗? ——基于动态公共品实验的证据[J]. *管理世界*, 2013(4).
- [11] 吴正泓, 陈通, 张保银. 间接互惠下公共文化 PPP 项目机会主义行为[J]. *北京理工大学学报(社会科学版)*, 2016(6).
- [12] 曹启龙, 盛昭瀚, 周晶, 等. 公平偏好下 PPP 项目多任务激励问题研究[J]. *预测*, 2016(1).
- [13] 陈通, 吴正泓. 考虑隐性违约风险的 BOT 项目特许期决策模型研究[J]. *预测*, 2016(6).
- [14] 叶佳静. 关于对我国食品安全问题频发的原因以及第三方监管的研究[J]. *食品工业科技*, 2013(4).
- [15] 张曼, 喻志军, 郑风田. 媒体偏见还是媒体监管? ——中国现行体制下媒体对食品安全监管作用机制分析[J]. *经济与管理研究*, 2015(11).
- [16] 张国兴, 高晚霞, 管欣. 基于第三方监督的食品安全监管演化博弈模型[J]. *系统工程学报*, 2015(2).
- [17] 于涛, 刘长玉. 政府于第三方在产品质量监管中的演化博弈模型分析及仿真研究[J]. *中国管理科学*, 2016(6).
- [18] 李小莉. 考虑声誉的公私合作项目监管演化博弈分析[J]. *系统工程学报*, 2017(2).
- [19] 何雪锋, 王秀霞. 演化博弈视角下 PPP 项目运营与政府监管的稳定性分析[J]. *财会月刊*, 2017(2).
- [20] 张金华, 陈福集, 张金鑫. 基于前景理论的网络谣言监管三方演化博弈分析[J]. *情报科学*, 2018(10).
- [21] 魏德志, 陈福集, 郑小雪. 基于博弈论的微信虚假信息传播的仿真研究[J]. *情报科学*, 2016(11).
- [22] 王丽娜, 马得勇. 新媒体时代媒体的可信度分析——以中国网民为对象的实证研究[J]. *武汉大学学报(人文科学版)*, 2016(1).
- [23] Ritzberger, K., J. W. Weibull. Evolutionary selection in normal-form games[J]. *Econometrica*, 1995(6).
- [24] Friedman, D. A simple testable model of double auction markets[J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 1991(1).

### Three-party Evolutionary Game and Simulation Analysis of PPP Project Operation Supervision Based on the Participation of Network Media

FAN Ru-guo, HE Jia-sheng, SUN Jia-qin

**Abstract:** With the significant improvement of the role of network media in social supervision, in terms of how to play its regulatory role in the operation of PPP projects, this paper uses evolutionary game theory to introduce network media as the third-party of PPP project operation supervision, and constructs a three-party evolutionary game model involving government, enterprise and network media, and studies the influence of network media participation and its credibility on the choice of enterprise and government's regulatory strategies. Research shows that the participation of network media can effectively curb opportunistic behavior and urge the government to take serious supervision, but the regulatory effect will be affected by the credibility of network media; When the media credibility is high, it will effectively constrain opportunistic behavior, however, it will weaken the regulatory functions of the government's regulatory authorities to a certain extent, thus resulting in insufficient supervision. Therefore, while encouraging the network media to participate in supervision and strengthen the linkage with network media, the government should strengthen the standardized management of network media, formulate corresponding punishment mechanisms so as to enhance the credibility of network media, and eliminate the lack of supervision.

**Key words:** network media; PPP project; operation supervision; three-party evolutionary game; simulation analysis (责任编辑 孙洁)