



# Evolutionary Game Analysis of Public Participation in Emergency Management in COVID-19 Prevention and Control

Qiang Zeng<sup>1,2,\*</sup>, Caili Wang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Enter Author Affiliation 1: School of Business Administration, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030006, China;

<sup>2</sup> Enter Author Affiliation 2: School of Economics and Management, North University of China, Taiyuan 030051, China

\*Corresponding author. Qiang Zeng Email: [418748787@qq.com](mailto:418748787@qq.com)

## ABSTRACT

At present, the COVID-19 epidemic is still raging around the world. With the Chinese government always adheres to the concept of people and life first, the "dynamic zero" epidemic prevention and control policy has achieved remarkable results in epidemic prevention. Epidemic prevention and control work is a social emergency response system project, which needs to exert the strength of the whole society to win. This paper constructs an evolutionary game model with the participation of the public and the management department. By establishing the replication dynamic equation and analyzing the stability of their strategies, the four stable equilibrium strategies (ESS) of the common game between the public and the management department, and the evolution process and performance. The results are based for numerical simulation, and finally countermeasures and suggestions are put forward from the aspects of improving the public participation awareness, cultivating the public participation ability, improving the public participation environment, and optimizing the public participation mechanism.

**Key words:** COVID-19, public, participation in governance, evolutionary game.

## 新冠疫情防控中社会公众参与治理的演化博弈分析

曾强<sup>1,2,\*</sup>, 王彩丽<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 作者单位 1. 山西财经大学 工商管理学院, 山西 太原 030006;

<sup>2</sup> 作者单位 2. 中北大学 经济与管理学院, 山西 太原 030051

\* 通讯作者: 曾强 电子邮箱: [418748787@qq.com](mailto:418748787@qq.com)

## 摘要

当前新冠肺炎疫情还在全球肆虐,在我国政府始终坚持人民至上、生命至上的理念下,坚持采用“动态清零”疫情防控政策,取得了举世瞩目的防疫成效。疫情防控工作是一个社会应急系统工程,需要发挥全社会的力量才能取得胜利。本文构建了社会公众和管理部门两个主体参与的演化博弈模型,通过建立复制动态方程,在分析各自策略稳定性的基础上,研究了社会公众和管理部门共同博弈的四种稳定均衡策略(ESS),并对演化过程和演化结果进行数值仿真,最后从提高社会公众的参与意识,培养社会公众的参与能力,完善社会公众参与环境,优化社会公众参与机制等方面提出对策建议。

**关键词:** 新冠疫情, 社会公众, 参与治理, 演化博弈.

## 1 引言

截至到 2022 年 5 月,全球累计确诊新冠肺炎病例将近 5.3 亿例,累计死亡病例 630 万余人,给全球造成了重大的人员伤亡和经济损失。当前,全球的疫情形势仍然十分严峻,我国政府从疫情防控的实际情况出发,坚持生命至上、人民至上的原则,坚决实施“动态清零”的防控政策,取得了举世瞩目的防控成效。在坚持“动态清零”的总方针下,管理部门根据疫情风险的变化会选择动态防控和静态管理两种策略。如果疫情风险较小,管理部门会采取动态防控策略,人们生活和工作基本恢复正常。如果疫情风险加大,管理部门会采取静态管理策略,这时人们的正常的生活和工作将受到很大影响。依据专家的预判,新冠疫情在短期内不会结束,我们要从思想上做好与新冠肺炎长期斗争的准备。疫情防控任务重,工作量大,需要全社会的力量积极参与进来。那么管理部门的防控政策会在两种策略之间进行切换过程中,如何有效引导社会公众参与到疫情防控中来,不同的疫情防控策略需要不同的社会公众参与机制,如何最大程度发挥社会公众的参与力量,提高整个疫情防控的效果和效率,是值得我们需要深入研究的问题。

关于疫情防控中的社会公众参与问题,学者基本上从国外先进的理念和机制借鉴、国内应急管理社会参与存在的问题及对策,以及政府部门和社会公众互动行为博弈分析三个角度进行。(一)研究国外先进的应急管理活动中社会参与的理念和机制。李素艳(2011)<sup>[1]</sup>认为加拿大重视对社会公众应急管理培训和宣教,提高社会参与度,是加拿大应急管理工作的重要社会依托。唐立红和高帆(2010)<sup>[2]</sup>分析日美德政府自然灾害危机管理经验与启示,认为日本、美国和德国都十分重视社会参与机制建设,这对加强我国的应急管理工作有着重要的借鉴意义。游志斌和薛澜(2015)<sup>[3]</sup>重点研究了美国自 2011 年东日本大地震发生后,政府对其应急管理体系进行了重构,正式提出了“全社会参与”的应急管理工作理念。(二)研究我国应急管理中的社会参与体制机制问题及对策建议。部分学者认为应该依托广大的社会公众网络,积极开展群防群治,明确疫情防控中每个主体的责任和义务,严格控制疫情的传播和扩散(宋春生<sup>[4]</sup>, 2003; Chen 等<sup>[5]</sup>, 2020; Viner 等<sup>[6]</sup>, 2020)。高卫明(2010)<sup>[7]</sup>认为社会公众就是疫情防控的直接利益者,他们需要了解疫情信息,提高自己的保护意识和能力,积极与政府部门和其他社会主体协同配合,共同做好疫情防控工作。鲁肖麟和边燕杰(2021)<sup>[8]</sup>通过线上数据分析,认为政府防控措施和公众网络参

与分别是我国有效控制疫情蔓延的政策机制和社会机制,疫情相关的网络公众参与人数越多,相应的社会公众的防护意识就会越强,新增感染病例也越少,这种社会机制可以有效减少新增病例数。冯林玉(2020)<sup>[9]</sup>认为在我国现行应急管理体系下,社会力量参与应急管理存在外生性和内生性困境,提出从防灾减灾救灾体系中建立社会力量参与防灾减灾救灾的规范化的路径,畅通信息沟通渠道,提升社会公众参与的自主性和积极性,克服社会公众参与防灾减灾救灾的内生性困境和外生性困境。(三)利用演化博弈方法对政府部门和社会公众互动行为进行研究。有的学者研究政府部门和社会公众之间的策略博弈问题。徐明等(2022)<sup>[10]</sup>认为从政府角度看,如果发生疫情,政府就会采取严格防控的政策,如果地方政府短期严格防控的收益小于其防控成本,中央政府就会帮助地方政府改变其严格防控的收益和成本结构,帮助地方政府采取严格的防控措施。对于公众而言,由于存在有限理性,如果疫情风险感知较大,就会采取自动隔离的措施,如果疫情感知风险较小,就会选择自由流动的措施。宋艳等(2018)<sup>[11]</sup>运用演化博弈理论和方法构建了被疏散群体撤离决策模型,探讨社会公众在自愿撤离和政府组织撤离的均衡条件。在社会公众自愿撤离的情况下,社会公众主要是在主动撤离的收益和成本之间做比较和选择;而政府的积极参与和组织撤离可以改变社会公众撤离的收益和成本结构,有利于公众撤离工作的开展。徐辉(2020)<sup>[12]</sup>分析了在公共应急管理事件过程中,政府、社会组织与居民三方主体在决策行为中的博弈问题,通过构建应急治理风险治理三方演化博弈模型,为突发公共事件应急治理主体协同博弈均衡的最优解提供路径参考。另外一些专家研究公众与公众之间的策略博弈问题。闫绪娴等(2021)<sup>[13]</sup>认为应急管理问题是社会问题,具有公共产品的特性,容易出现搭便车的现象,通过研究公众与公众之间的博弈来研究如何优化社会主体的参与机制,以增加整个社会的效益,提高整个社会的应急管理水平。刘晓燕和吕涛(2016)<sup>[14]</sup>采用演化博弈方法分析在突发能源问题的情况下能源供应企业和政府之间的行为互动关系,通过对博弈系统进行分析,寻找双方的稳定均衡策略。

有关应急管理事件中社会公众参与的博弈研究已经比较丰富,为后人的研究奠定了比较扎实的基础。但是这些研究都是基于公众是否参与的问题进行研究,而在新冠疫情防控过程中,作为社会公众是没有参与还是不参与参与的选择,只是参与行为是选择主动参与还是配合参与。新冠肺炎疫情短时间不可能结束,管理部门根据疫情风险判断,防控策略有动态防控和静态管理两种模式。这两种疫情防控策略不一

样,对社会公众的工作生活影响程度也不一样,这种影响程度上的差异会影响社会公众在新冠肺炎疫情防控中参与行为的选择。本文在前人研究的基础上,将管理部门疫情防控策略分为动态防控和静态管理,考虑到社会公众参与疫情防控的机会成本,将社会公众参与疫情防控的行为分为主动参与和配合参与两种策略,构建管理部门和社会工作演化博弈模型,分析二者博弈的稳定均衡状态。本文对研究新冠肺炎疫情防控的社会公众参与的组织问题有着重要的现实意义。

## 2 基本假设和模型建立

**决策主体。**新冠肺炎疫情防控涉及的主体众多,本文将主体分为管理部门和社会公众。管理部门是指公共管理体系的各级各类管理部门,包括各级政府机关、大型国企、高校和事业单位。他们代表政府的意志,并且对国家的政策负责落实。社会公众是指除了管理部门之外的各类各级人员和组织。这里假设政府部门和社会公众掌握信息具有不完全性,都属于有限理性经济人,需要反复磨合,才能逐渐实现博弈均衡。

**决策策略。**在新冠疫情防控中,管理部门的决策策略主要分为动态防控和静态管理。动态防控是指疫情社会风险较小,整体风险可控,不会有明显的疫情扩大的风险,人民工作和生活基本正常,复工复产复学。但是因为新冠疫情的特殊性,整个社会还要继续采取动态防控措施,还不能完全放开不管。习总书记强调,要完善各种应急预案,严格落实常态化防控措施,最大限度减少疫情对经济生活的影响。这些指示

为我们的疫情防控工作指明的方向。静态管理主要是指疫情爆发,社会防控风险急剧增大,整个社会采取静态的管理策略。社会公众的策略分为参与防控和配合防控。参与防控是指社会公众按照管理部门要求做好自我管理的情况下,还积极参与到整个社会的疫情防控中去,为社会的疫情防控做自己的贡献。而配合防控就是指按照管理部门的要求做好疫情防控的自我管理,保护自己的安全。

**参数假设。**假设社会公众在静态管理的参与的收益为  $a_1$ ,在静态管理的参与的成本为  $c_1$ 。在静态管理下的由于不能正常经营和生活的成本为  $b$ 。社会公众在动态防控下参与的收益为  $a_2$ ,在动态防控下参与的成本为  $c_2$ 。正常来说,因为在动态防控,社会公众的参与成本由于存在较高的机会成本,所以一般情况下  $c_2 > c_1$ 。管理部门采取静态管理的成为为  $c_3$ ,在动态防控的成为为  $c_4$ ,管理部门的防控成本包括因为采取防控措施而给社会经济带来的损失。社会公众由于参与防疫给管理部门带来收益增加为  $a_3$ 。具体参数含义汇集如表 1 所示。

**策略组合和收益矩阵。**如果管理部门采取静态管理策略,公众选择主动参与策略,则双方的收益函数为  $(a_1 - c_1 - b, a_3 - c_3)$ ; 此时如果公众只是配合参与,则双方的收益函数为  $(-b, -c_3)$ 。如果管理部门采取动态防控的情况下,公众如果主动参与策略,则双方的收益函数为  $(a_2 - c_2, a_3 - c_4)$ ; 如果此时公众选择配合参与,则双方的收益函数为  $(0, -c_4)$ 。策略组合和收益矩阵见表 2。

表 1 参数符号及含义

参数	含义	备注
$a_1$	公众在静态管理中参与行为带来的收益	$a_1 > 0$
$a_2$	公众在动态防控参与行为带来的收益	$a_2 > 0$
$a_3$	公众参与行为而给管理部门带来的收益	$a_3 > 0$
$c_1$	公众在管理部门采取静态管理下的参与成本	$c_1 > 0$
$c_2$	公众在管理部门动态防控下的参与成本	$c_2 > c_1$
$c_3$	管理部门实施静态管理的成本	$c_3 > 0$
$c_4$	管理部门实施动态防控的成本	$c_4 > 0$
$b$	公众在管理部门采取静态管理下的损失	$b > 0$

表 2 疫情防控中公众参与治理行为收益矩阵

策略	管理部门	
	静态管理 ( $y$ )	动态防控 ( $1-y$ )
社会 主动参与 ( $x$ )	$(a_1 - c_1 - b, a_3 - c_3)$	$(a_2 - c_2, a_3 - c_4)$
公众 配合防疫 ( $1-x$ )	$(-b, -c_3)$	$(0, -c_4)$

### 3 演化博弈的均衡分析

#### 3.1 建立复制动态方程

假设社会公众选择主动参与策略的概率为  $x$ ，则社会公众选择配合参与的概率为  $(1-x)$ ；管理部门实施静态管理策略的概率为  $y$ ，则管理部门选择动态防控策略的概率为  $(1-y)$ 。

社会公众选择主动参与防疫策略的收益为  $F_{11}=y(a_1-c_1-b)+(1-y)(a_2-c_2)$ ；公众选择配合参与策略的收益为  $F_{12}=-by$ ，则社会公众平均收益为  $F_1=xF_{11}+(1-x)F_{12}=x[y(a_1-c_1-b)+(1-y)(a_2-c_2)]+(1-x)(-by)$ 。

管理部门实施静态管理策略的收益为  $F_{21}=x(a_3-c_3)+(1-x)(-c_3)$ ，管理部门实施动态防控的收益为  $F_{22}=(a_3-c_4)x+(1-x)(-c_4)$ ，则管理部门平均收益  $F_2=yF_{21}+(1-y)F_{22}=y[x(a_3-c_3)+(1-x)(-c_3)]+(1-y)[(a_3-c_4)x+(1-x)(-c_4)]$ 。

根据 Malthusian 复制动态原理，可得社会公众和管理部门的复制动态方程为： $F(x)=dx/dt=x(F_{11}-F_1)$   
 $=x(1-x)[(a_1-c_1-a_2+c_2)y+a_2-c_2]$ ； (1)  
 $F(y)=dy/dt=y(F_{21}-F_2)=y(1-y)(c_4-c_3)$ 。 (2)

#### 3.2 社会公众参与策略稳定性分析

社会公众参与策略的复制动态方程  $F(x)=dx/dt=x(F_{11}-F_1)=x(1-x)[(a_1-c_1-a_2+c_2)y+a_2-c_2]$ ，对  $x$  求导得： $g(x)=dF(x)/dx=(1-2x)[(a_1-c_1-a_2+c_2)y+a_2-c_2]$ 。 (3)

根据复制动态方程可知， $y=y_0=(c_2-a_2)/(a_1-c_1-a_2+c_2)$ 时，所有的  $x$  均为平衡状态；当  $y \neq y_0$  时， $x=0$  和  $x=1$  为平衡状态，而稳定平衡状态还需满足  $g(x) < 0$ 。

当  $a_1-c_1-a_2+c_2 > 0$  时，若  $a_1-c_1 > 0$ ， $a_2-c_2 < 0$ ， $y > y_0$  时， $g(x=1) < 0$ ，所以  $x=1$  为稳定均衡状态，社会公众会选择主动参与策略；若  $a_1-c_1 > 0$ ， $a_2-c_2 < 0$ ， $y < y_0$  时， $g(x=0) < 0$ ，所以  $x=0$  为稳定均衡状态，社会公众会选择配合参与策略；若  $a_1-c_1 < 0$  时， $g(x=0) < 0$ ，所以  $x=0$

$$\begin{bmatrix} (1-2x)[(a_1-c_1-a_2+c_2)y+a_2-c_2] & x(1-x)(a_1-c_1-a_2+c_2) \\ 0 & (1-2y)(c_4-c_3) \end{bmatrix} \quad (5)$$

表 3 均衡点的取值

均衡点	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{21}$	$a_{22}$
(0, 0)	$a_2-c_2$	0	0	$c_4-c_3$
(0, 1)	$a_1-c_1$	0	0	$c_3-c_4$
(1, 0)	$c_2-a_2$	0	0	$c_4-c_3$
(1, 1)	$c_1-a_1$	0	0	$c_3-c_4$

为稳定均衡状态，社会公众会选择配合策略。若  $a_2-c_2 > 0$  时， $g(x=1) < 0$ ，所以  $x=1$  为稳定均衡状态，社会公众会选择主动参与策略。

当  $a_1-c_1-a_2+c_2 < 0$  时，若  $a_1-c_1 > 0$  时， $g(x=1) < 0$ ，所以  $x=1$  为稳定均衡状态，社会公众会选择主动参与策略；若  $a_1-c_1 < 0$ ， $a_2-c_2 > 0$ ， $y > y_0$  时， $g(x=0) < 0$ ，所以  $x=0$  为稳定均衡状态，社会公众会选择配合参与策略；若  $a_1-c_1 < 0$ ， $a_2-c_2 > 0$ ， $y < y_0$  时， $g(x=1) < 0$ ，所以  $x=1$  为稳定均衡状态，社会公众会选择主动参与策略；若  $a_2-c_2 < 0$  时， $g(x=0) < 0$ ，所以  $x=0$  为稳定均衡状态，社会公众会选择配合参与策略。

#### 3.3 管理部门策略稳定性分析

管理部门的复制动态方程为  $F(y)=dy/dt=y(F_{21}-F_2)=y(1-y)(c_4-c_3)$ ，对  $y$  求导得： $h(y)=dF(y)/dy=(1-2y)(c_4-c_3)$ 。 (4)

根据复制动态方程可知，如果  $F(y)=0$  的同时， $h(y)=dF(y)/dy=(1-2y)(c_4-c_3) < 0$ ，这此时的策略为稳定平衡策略。

如果  $c_4 > c_3$ ， $h(y=1) < 0$ ，所以  $y=1$  为稳定均衡状态，即如果动态防控的成本高于静态管理的成本时，管理部门会采取静态管理策略，此时管理部门的静态管理策略为稳定均衡策略。如果  $c_4 < c_3$ ，即如果动态防控的成本低于静态管理的成本时， $h(y=0) < 0$ ，所以  $y=0$  为稳定均衡状态，管理部门会采取动态防控策略，此时管理部门的动态防控策略为稳定均衡策略。

#### 3.4 双方博弈系统均衡点的稳定性分析

当  $F(x)=dx/dt=0, F(y)=dy/dt=0$  时，得出  $(0, 0)$ ， $(0, 1)$ ， $(1, 0)$ ， $(1, 1)$  为系统的四个不同均衡点（表 3）。对社会公众和管理部门的复制动态方程组依次计算关于  $x$  和  $y$  的偏导，可得雅克比矩阵（Jacobian）为：

据 Friedman 提出的雅克比矩阵（记为  $J$ ）的稳定判定准则，当且仅当同时满足  $\text{DET}(J) > 0$  和  $\text{TR}(J) < 0$  条件，均衡点才是演化稳定策略（ESS）。

通过求解，可得出系统局部均衡稳定时的主要参数取值，如表 4 所示。

$$\text{DET}(J) = (1-2x)[(a_1-c_1-a_2+c_2)y+a_2-c_2](1-2y)(c_4-c_3); \quad (6)$$

$$\text{TR}(J) = (1-2x)[(a_1-c_1-a_2+c_2)y+a_2-c_2] + (1-2y)(c_4-c_3)。 \quad (7)$$

表 4 均衡点的稳定性分析

情形	均衡点	稳定条件	DET(J)值	TR(J)值	结果
情形 1	(0,0)	$a_2-c_2 < 0$ 且 $c_4-c_3 < 0$	$\text{DET}(J) > 0$	$\text{TR}(J) < 0$	ESS
情形 2	(0,1)	$a_1-c_1 < 0$ 且 $c_3-c_4 < 0$	$\text{DET}(J) > 0$	$\text{TR}(J) < 0$	ESS
情形 3	(1,0)	$c_2-a_2 < 0$ 且 $c_4-c_3 < 0$	$\text{DET}(J) > 0$	$\text{TR}(J) < 0$	ESS
情形 4	(1,1)	$c_1-a_1 < 0$ 且 $c_3-c_4 < 0$	$\text{DET}(J) > 0$	$\text{TR}(J) < 0$	ESS

## 4 演化博弈的数值仿真及结果分析

根据上述的演化博弈的稳定均衡条件，下列采用 MATLAB2016a 分别对不同情形的演化过程和稳定均衡状态采用数值模拟的方法进行仿真，并对仿真结果进行判断和分析。

### 4.1 情形 1 数值仿真及结果分析

情形 1 的稳定均衡条件是  $a_2-c_2 < 0$  且  $c_4-c_3 < 0$ 。依据均衡条件，将参数赋值如下： $a_1=10$ ， $a_2=8$ ， $a_3=1$ ， $c_1=10$ ， $c_2=9$ ， $c_3=10$ ， $c_4=8$ ， $b=8$ ， $x_0=0.8$ ， $y_0=0.9$ ，其中  $x_0$  代表社会公众的参与概率的初始值， $y_0$  代表管理部门选择静态管理策略概率的初始值。情形 1 的均衡条件表明管理部门采取动态防控措施的成本要比采取静态管理策略的成本要小，社会疫情风险整体较小，社会公众参与防疫的收益要小于其参与的成本，这个时候双方的稳定均衡策略为 (0,0)，演化结果见下图 1，即管理部门采取动态防控策略，而大部门社会公众会选择配合参与的策略。当社会疫情风险较小时，动态防控措施的成本比静态管理策略的成本要小，政府部门会采取动态防控措施。而对于大多数社会公众来说，在社会疫情风险较小的情况下，管理部门的管控程度较低，社会经济和生活基本恢复正常，大家都需要从事自己的工作。如果此时放弃自己的本职工作来参与防疫工作，这个时候社会公众的机会成本很高，而从事的防疫工作又是公益性质的，管理部门不可能给与高额的报酬，可能仅仅能弥补社会公众的少量成本，而无法考虑其机会成本。所以，在这种情况下，管理部门采取动态防控政策，社会公众在正常工作的同时，主要是配合管理部门的政策安排，以配合参与为主的策略。

### 4.2 情形 2 数值仿真及结果分析

情形 2 的稳定均衡条件是  $a_1-c_1 < 0$  且  $c_3-c_4 < 0$ 。依据均衡条件，将参数赋值如下： $a_1=9$ ， $a_2=8$ ， $a_3=1$ ， $c_1=10$ ， $c_2=9$ ， $c_3=8$ ， $c_4=10$ ， $b=8$ ， $x_0=0.9$ ， $y_0=0.1$ ，其中  $x_0$  代表社会公众的参与概率的初始值， $y_0$  代表管理部门采取静态管理策略概率的初始值。情形 2 的稳定均衡条件表明管理部门采取静态管理策略的

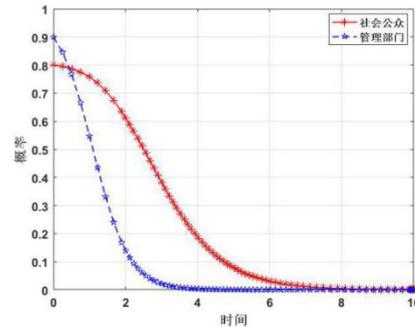


图 1 情形 1 数值仿真

比采取动态防控政策的成本要小，社会疫情风险较大，而社会公众参与防疫的收益要小于其参与的成本，这个时候双方的稳定均衡策略为 (0,1)，具体演化结果见图 2，即管理部门采取静态管理策略，而社会公众采取配合参与的策略。当社会疫情风险较大时，管理部门采取静态管理策略的成本比采取动态防控措施的成本要小，政府部门会采取静态管理策略，这个时候整个社会生活处于严格管控的状态，社会公众没有办法进行正常的工作和生活。而对于很多社会公众来说，由于不具备参与防疫的能力和条件，在社会疫情风险较大的情况下，只能是配合管理部门的疫情防控政策，而不能走出来为社会防疫做自己的贡献。所以，在这种情况下，管理部门采取静态管理策略，社会公众由于不能正常工作绝大部分在居家隔离，但是他们由于缺乏必要的参与能力，也没有办法参与社会疫情防控，只能是采取配合防疫的策略。出

现这种状态是管理部门和整合社会所不愿意看到的，这就要求我们在平时要对社会公众进行技能培训，提高整个社会公众的疫情防控参与技能，提高整个社会的参与能力，提高整个社会的疫情防控效率和效果。

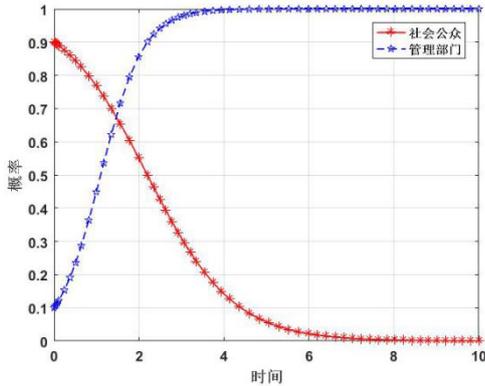


图2 情形2数值仿真

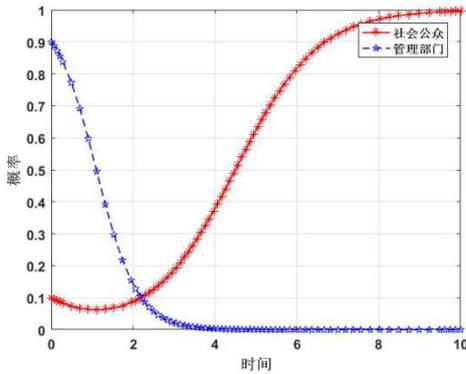


图3 情形3数值仿真

#### 4.3 情形3数值仿真及结果分析

情形3的稳定均衡条件是  $c_2 - a_2 < 0$  且  $c_4 - c_3 < 0$ 。依据均衡条件，将参数赋值如下： $a_1=9$ ， $a_2=9$ ， $a_3=1$ ， $c_1=10$ ， $c_2=8$ ， $c_3=10$ ， $c_4=8$ ， $b=8$ ， $x_0=0.1$ ， $y_0=0.9$ ，其中  $x_0$  代表社会公众选择主动参与策略的概率初始值， $y_0$  代表管理部门采取静态管理策略概率的初始值。情形3的稳定均衡条件表明管理部门采取动态防控政策的成本要比采取静态管理策略的成本要小，社会疫情风险较小，社会公众参与防疫的收益要大于其参与的成本，这个时候双方的稳定均衡策略为(1,0)，即管理部门采取动态防控策略，而社会公众会采取参与策略，其演化过程见图3。当社会疫情风险较小时，动态防控策略的政策成本比静态管理策略的政策成本要小，政府部门会采取动态防控政策。而对于部分社会公众来说，在社会疫情风险较小的情况下，社会经济生活逐步恢复正常，但是自己本职工作的特殊性

或者单位性质的特殊性，其参与疫情防控的成本较小，而且其参与到疫情防控中，管理部门可以给予其一定的必要补偿。从个体的角度看，他们会有主动参与到疫情防控的热情和意愿。所以，在这种情况下，管理部门采取动态防控政策，社会公众会选择主动参与防控中去。这类公众主要是一些专业技术人员、基层社区工作者，以及参与疫情防控工作的机会成本较低的人员。

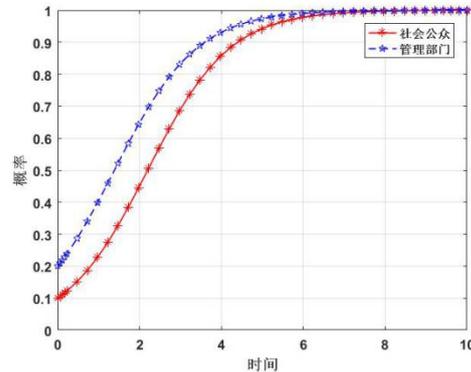


图4 情形4数值仿真

#### 4.4 情形4数值仿真及结果分析

情形4的稳定均衡条件是  $c_1 - a_1 < 0$  且  $c_3 - c_4 < 0$ 。依据均衡条件，将参数赋值如下： $a_1=10$ ， $a_2=9$ ， $a_3=1$ ， $c_1=9$ ， $c_2=8$ ， $c_3=9$ ， $c_4=10$ ， $b=8$ ， $x_0=0.1$ ， $y_0=0.2$ ，其中  $x_0$  代表社会公众选择主动参与策略的概率的初始值， $y_0$  代表管理部门采取静态管理策略的的初始值。情形4的稳定均衡条件表明管理部门采取静态管理策略的成本要比采取动态防控策略的成本要小，社会疫情风险较大，社会公众选择主动参与策略的收益要大于其参与的成本，这个时候双方的稳定均衡策略为(1,1)，即管理部门采取静态管理策略，而社会公众会选择主动参与策略，具体演化结果见图4。当社会疫情风险较大时，管理部门实施静态管理的常规疫情防控措施，这个时候整个社会生活处于严格管控的状态，社会公众暂时以居家隔离为主。而对于很多社会公众来说，虽然此时社会疫情风险较大，但是相比只能选在在家隔离，很多人愿意为社会防疫尽自己的一份力量，积极参与到社会防疫工作中来，为社会做出一份贡献。所以，在这种情况下，管理部门采取静态管理策略，社会公众由于不能正常工作，其参与疫情防控的机会成本很低，他们愿意利用自己空闲时间选择主动参与疫情防疫策略。这种状态说明在社会实施静态管理策略的情况下，可以大量利用社会公众的知识和能力，充实疫情防控体系的资源和能力，提高整体防疫的效果和效率。

## 5 政策建议

提高社会公众参与疫情防控工作的意愿和能力,已成为学者和管理者的共识。基于上述演化博弈和稳定均衡状态分析,结合现在社会公众参与疫情防控工作中存在的问题,我们需要从提高社会公众防控意识、培养社会公众的参与能力,优化社会公众的参与环境和完善社会公众的参与体系等方面进行努力,具体如下:

(1) 提高社会公众参与的意识。在疫情防控面前,我们要让每个社会公众清晰了解自己在应急管理体系的责任和义务,而不是只是被动等待别人的保护和施救。日本的应急管理体系中,自救是第一位的、互救是第二位,而政府施救仅在第三位。日本提出了“自己的生命自己守护”,“自己的城市自己保护”等理念,都值得我们学习。每个社会公众在疫情防控中首要责任就是保护好自己,保护好自己才不会给社会增加负担。在保护好自己的基础上,才有可能去保护他人。美国政府在应急管理中,提出了“全社会参与”的理念,强调在应急管理活动中,没有旁观者,所有的组织和个人根据自己的责任和都要积极参与进来,这是每个组织 and 个人的义不容辞的责任和义务。我们应该鼓励社会公众和各类社会组织积极参与疫情防控工作,在增强民众的风险认知、风险意识的同时,强化社会风险分担机制,破解防疫过程中政府和管理部门在疫情防控中存在资源和能力不足的问题。同时积极发挥基层群众性自治组织和基层政权组织的作用和优势,加强社会民众的参与疫情防控的力度。

(2) 培养社会公众的参与能力。在疫情防控过程中,很多活动需要参与者具备相关专业性知识和技能,而我国社会公众普遍存在参与能力较低的问题,这个问题需要我们积极面对,并采取合适方式予以解决。我们应该在灾害发生前让社会公众学习和掌握这些知识和技能,在全社会建立教育培训体系。通过制度化的培训和教育,提高社会公众参与疫情防控的知识和能力,减低社会公众参与疫情防控的成本和可能存在的风险。

(3) 优化社会公众的参与环境。疫情防控是一个大的社会系统工程,涉及社会的方方面面,需要建立完善的法律和制度环境,保护社会公众参与的积极性。现有有关应急方面法律和制度有些还不够具体,缺乏现实的可操作性。李少文(2020)<sup>[15]</sup>认为政府需要通过立法方式加强与社会公众的风险沟通,加强疫情的信息公开与交流,这样才能有效增强公众参与的力度和深度,切实贯彻应急管理工作依靠群众的路线和方针。同时,我们需要建立疫情防控的财政支持机制。政府通过对社会公众参与疫情防控过程中所产

生的风险和成本进行必要的补偿,可以提高社会公众参与疫情防控的积极性,形成各行各业各方力量都积极参与疫情防控的良好局面,提高整个社会的参与度。

(4) 完善社会公众的参与体系。马忠(2020)<sup>[16]</sup>认为社会公众参与在此次抗击新冠肺炎疫情中能做很多事情,在很多方面能起到十分积极的作用。为了提高社会公众参与疫情防控的效率,建立有利于社会参与的组织制度体系,需要进一步完善社会公众的参与体系。应急管理体系应该由政府主导,政府和各类社会公众共同参与,形成一个多层次的协作网络的体系,每个主体各有分工,在疫情防控中各尽其责。管理部门通过完善社会公众参与防疫的体系,为社会公众参与疫情防控奠定基础,为社会公众参与疫情防控提供行为导向,为社会公众参与疫情防控提供更加完善的制度保障。

## 参考文献

- [1] 李素艳. 加拿大应急管理体系的特点及其启示[J]. 理论探讨, 2011(4):149-151.
- [2] 唐立红, 高帆. 日美德政府自然灾害危机管理经验与启示[J]. 求索, 2010(2):57-58, 34.
- [3] 游志斌, 薛澜. 美国应急管理体系重构新趋向: 全国准备与核心能力[J]. 国家行政学院学报, 2015(03):118-122.
- [4] 宋春生. 北京市流动人口“非典”疫情与防控[J]. 人口研究, 2003(04):56-58.
- [5] Chen S, Chen Q, Yang W, et al. Buying Time for an Effective Epidemic Response: The Impact of a Public Holiday for Outbreak Control on COVID-19 Epidemic Spread[J]. Engineering (Beijing), 2020,6(10):1108-1114.
- [6] Viner R M, Russell S J, Croker H, et al. School closure and management practices during coronavirus outbreaks including COVID-19: a rapid systematic review[J]. Lancet Child Adolesc Health, 2020,4(5):397-404.
- [7] 高卫明. 论突发传染病疫情防控中的公民义务

- [J]. 法商研究, 2010,27(1):20-29.
- [8] 鲁肖麟, 边燕杰. 疫情风险治理的双重动力——政府防控措施与网络公众参与[J]. 江苏社会科学, 2021(06):61-71.
- [9] 冯林玉. 社会力量参与防灾减灾救灾的现实困境与规范进路[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2020:1-13.
- [10] 徐明, 钟德寿, 盖赟. 重大疫情防控中政府与公众演化博弈策略分析[J]. 中国社会科学院大学学报, 2022,42(1):126-141.
- [11] 宋艳, 孙典, 苏子逢. 基于演化博弈的台风灾害应急疏散决策机制研究[J]. 预测, 2018,37(2):69-75.
- [12] 徐辉. 突发公共事件应急治理三方博弈模型构建[J]. 统计与决策, 2020,36(22):164-168.
- [13] 闫绪娴, 曾强, 李志超. 突发事件应急管理中社会参与行为演化博弈分析[J]. 灾害学, 2021,36(3):189-194.
- [14] 刘晓燕, 吕涛. 突发性能源短缺应急主体演化博弈研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016,26(5):154-159.
- [15] 李少文. 风险社会的立法治理:《传染病防治法》的修改思路[J]. 中共中央党校(国家行政学院)学报, 2020,24(03):133-139.
- [16] 马忠, 尚清清. 抗击新冠肺炎疫情的公众参与问题研究[J]. 中州学刊, 2020(3):1-6.

**Open Access** This chapter is licensed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits any noncommercial use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license and indicate if changes were made.

The images or other third party material in this chapter are included in the chapter's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the chapter's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

