

# 生物医学大数据平台利益相关方的博弈分析

白 晨

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

**摘要:** 从利益相关方的角度, 应用进化博弈理论和模型分析生物医学大数据平台共享过程中利益相关方之间的关系以及行为策略对信息资源共享的影响。首先分析生物医学大数据平台信息资源共享过程中的主要利益相关方, 然后分析利益相关方的主要博弈焦点, 再在此基础上构建生物医学大数据平台的博弈模型并分析模型的稳定策略, 最后得出结论与启示。

**关键词:** 生物医学大数据平台; 利益相关方; 进化博弈; 稳定策略; 博弈焦点

中图分类号: N99

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2019.05.009

## Stakeholder Game Analysis of Biomedical Big Data Platform

BAI Chen

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

**Abstract:** From the perspective of stakeholders, this study applies evolutionary game theory and model analysis to analyze the relationship between stakeholders and the impact of behavior strategies on information resource sharing in the process of sharing biomedical big data platform. Firstly, it analyses the main stakeholders in the process of information resource sharing of biomedical big data platform. Secondly, it analyses the main game focus of stakeholders, and on this basis, it builds the game model of biomedical big data platform and analyses the stabilization strategy of the model. Finally it draws conclusion and inspiration.

**Keywords:** biomedical big data platform, stakeholders, evolutionary game, stable strategy, game focus

生物医学大数据平台是一种集中保存各种人类生物材料数据、用户疾病的临床治疗信息和生命科学研究内容的生物应用系统。在大数据的时代背景下, 为了实现资源共享的目标, 国家、医院以及相关管理部门出台了相关的政策, 采取了一系列的措施以促进信息公开, 提高资源共享效率。但是, 现有的数据库平台共享章程和体系尚不完善, 或由于利益分配不均, 或由于缺少机制约束, 导致利益相关方得不到共享利益, 因此共

享发展动力不足。生物医学大数据平台信息资源共享的过程中, 主要的利益相关方, 包括信息需求方、信息提供方、平台建设方、平台监督方。在资源共享的过程中存在利益相关方不同的利益诉求进而选择了不同的博弈策略。

所谓利益相关方, 是指那些没有其支持, 组织就不可能生存的群体<sup>[1]</sup>。或者说, 利益相关方是影响组织目标实现或受组织目标实现影响的所有群体和个人<sup>[2]</sup>。利益相关方研究的关键点: 一

**作者简介:** 白晨 (1980—), 女, 中国科学技术信息研究所副研究员, 研究方向: 科技资源管理。

**基金项目:** 国家重点研发计划项目“中国人类遗传资源样本库建设”之课题“中国人类遗传资源样本库信息管理平台建设”(2016YFC1201702); 中国科学技术信息研究所创新研究基金面上项目“面向生物医学大数据平台的利益相关方演化博弈分析”(MS2019-02)。

**收稿时间:** 2019年5月8日。

是利益相关方的识别。这是利益相关方分析过程中最关键也是最基础的一步，如果不能准确识别出利益相关方，那么结果的有效性就无法得到保障，识别利益相关方的方法主要有直接访谈方法<sup>[3]</sup>、文献分析方法<sup>[4]</sup>、滚雪球法<sup>[5]</sup>。二是利益相关方的需求分析。利益相关方需求的满足是其参与项目的动力，因此如何满足利益相关方需求是研究的出发点，利益相关方需求分析包括需求识别<sup>[6]</sup>和评价<sup>[7]</sup>。

由于博弈论研究问题的多样性致使博弈模型之间的差别较大。经典博弈认为参与主体是完全理性的，而进化博弈研究的是参与者的有限理性行为，分析其行为过程之间的稳定性，并判断其行为是否能够达到Nash均衡或者演化稳定策略(ESS)。进化博弈理论常应用于社会行为、习俗、规范<sup>[8]</sup>；经济体制、市场分析<sup>[9]</sup>；金融市场行为<sup>[10]</sup>；企业组织与技术创新及战略<sup>[11]</sup>；供应链管理等方面<sup>[12]</sup>。近年来，进化博弈在共享方面也开始进行了相关探讨。在国外，Ali等<sup>[13]</sup>先从博弈论的角度研究了社交网络上的在线数据共享问题，研究表明当引入黑名单作为触发策略时，将存在共享条件的均衡。Kamhoua等<sup>[14]</sup>也利用博弈的方法帮助在线社交网络用户确定数据共享的最优策略。Pronk等<sup>[15]</sup>同样利用博弈论的方法研究了数据的共享和重新利用对个人共享行为的影响，并指出激励研究人员共享数据的关键在于直接降低与共享相关的成本。进一步，Liu等<sup>[16]</sup>通过进化博弈方法研究了PPP项目管理中政府和投资者的关系。Ho等<sup>[17]</sup>通过构建博弈模型研究了知识共享行为和知识共享策略之间的相互作用。在国内，商淑秀等<sup>[18]</sup>建立虚拟企业知识共享进化博弈模型，并通过仿真分析模拟企业知识共享的演化路径及其影响因素。胡媛等<sup>[19]</sup>以国家创新体系为视角，基于进化博弈研究了企业间科技信息资源的配置问题。徐龙顺等<sup>[20]</sup>运用进化博弈构建数字图书馆资源共享风险的进化博弈模型，通过建立相应的复制动态方程可探讨数字图书馆资源共享风险的进化博弈均衡。侯贵生等<sup>[21]</sup>通过对在线健康社区用户知识转化与共享的行为的重要

影响因素进行了研究，建立了共享行为的进化博弈模型，并对其演化过程进行了相关分析，利用模拟仿真方法验证了用户知识共享的均衡稳定策略。李佳<sup>[22]</sup>针对区域创新服务平台间亟需基于联盟合作积极开放共享科技资源这一问题，构建进化博弈模型，探究博弈均衡策略及平台间科技资源共享行为的动态演化过程与影响因素，并进行数值仿真。

本研究将在前人研究的基础上，应用进化博弈理论和模型重点分析生物医学大数据平台共享过程中信息需求方、平台建设方、平台监督方之间的关系以及行为策略对信息资源共享的影响，并针对其个体的成本、收益、共享机制及其之间的关系进行研究探讨。

## 1 利益相关的三方

### 1.1 信息需求方

样本信息需求方主要包括医院、科研机构、高等院校、高科技企业以及各级科技管理部门等，他们希望以较低的成本得到高质量、详细的样本信息，进而得到相应的样本。需求方的存在是信息共享一切活动的根源，需求方的强大需求和利益实现是信息共享的刚性内驱力。但是如果仅存在需求方，没有其他主体的参与，信息共享同样不能进行。

需求方对生物医学大数据平台系统的影响主要包括：需求方的需求、需求方的能力。第一，需求方的需求是生物医学大数据平台建设的内在动力，需求方需求的无限性是生物医学大数据平台不断发展的力量源泉。如果没有对生物医学数据的需求，资源共享的存在毫无意义。同时，需求也是动态发展的，随着医学的不断发展，随着人们对世界认知的扩大、对生物医学知识不断更新，需求方对生物医学数据的量、质、种类都在发生着不断的变化。因此，作为信息需求方，需求的满足是相对的，需求的不满足才是绝对的。生物医学大数据平台的建设方就需要不断根据需求方的需求优化平台系统和数据内容。第二，需求方的能力存在差别，需求方的个体能力影响需

求方获取资源的效率。由于需求方的多样性、多层次性，必然使得他们获取信息的能力存在较大差异，因此平台的建设者需要考虑到这一因素。

不同的需求方对生物医学数据信息资源的需求不一样，对于整合共享什么资源、通过怎样的方式获取到信息都有各自的诉求。因此，为了促进生物医学大数据资源的共享，均衡不同类型需求方的利益需要重点考虑。

## 1.2 平台建设方

平台建设方是需求方需求无限性和资源获取能力有限性矛盾的解决者，是需求方能力的扩展和延伸。生物医学大数据的共享离不开平台的建设，建立安全有效的平台，有利于满足不同类型、不同层次需求者对医学数据的需求，有利于发挥政府的监督作用。

平台建设方通过对信息需求方需求的调查来制定平台需要整合什么资源、共享什么以及如何共享等具体工作。平台建设方的主要目标包括：一是实现信息资源共享。一方面通过平台实现生物医学大数据的集中，保障不同类型的信息需求方在数据安全和隐私保护的基础上能够获得所需要的信息资源；另一方面，通过构建统一的平台对数据进行集中整合、清洗，有效改善数据质量，提升数据实用性。二是促进共享创新。协助信息需求方或根据所得数据资源获取到样本资源并进行相关的研究创新，或协助需求方对信息资源进行多维分析和数据挖掘。

## 1.3 平台监督方

平台监督方是指政府的相关监督、管理部门，他们参与生物医学大数据平台的顶层设计并起着监督考核的作用，同时平台监督方会制定并掌握相关的政策，对生物医学大数据平台有管理权、监督权和指导权。生物医学大数据平台建设的管理体系和共享有效性需要平台建设方的高度重视，同时需要监督方的支持和管理。

平台监督方通过认真履行监督和管理职责，而促使平台建设方能够建立和完善生物医学大数据平台系统，积极促进共享为信息需求方提供服务，使得平台能够进入良性发展的轨道。例如隶

属于科技部的中国生物技术发展中心，承担了生物资源与生物安全管理的有关工作，参与相关科技规划的制定，承担相关项目的专业化管理工作。

## 2 三方博弈分析

### 2.1 信息需求方与平台建设方的博弈

平台建设方是生物医学大数据平台的建设者和管理者，信息需求方是平台数据资源的直接使用方，这两者之间的博弈主要包括了需求方使用平台获得信息的成本以及需求方使用感知的问题，以及平台建设方是否选择积极促进共享促使需求方使用该平台。

信息需求方对生物医学大数据平台的感知主要分为对系统使用过程的感知和信息质量的感知，其中对系统使用过程的感知包括系统易用性、检索功能科学性、系统服务多样性等，对信息质量的感知包括信息资源可靠性、资源广泛性等，这些直接决定了平台建设方的综合价值构成。需求方选择使用生物医学大数据平台会产生机会成本，如果平台建设方没有积极促进共享又会对需求方带来损失；需求方不选择使用生物医学大数据平台又会降低其感知价值。从平台建设方的角度来看，为了实现数据平台的价值最大化必须要关注需求方的需求。针对信息需求方，平台建设方的策略只能是“积极促进共享”或“不积极促进共享”，面向需求方的平台管理是以需求方为中心，关注信息需求方的需求并且追求用户忠诚度，通过需求方的参与，平台建设方可以更加清晰地知道如何满足需求方的需求，从而实现生物医学大数据平台价值的最大化。如果积极努力促进共享则会增加平台建设的成本，而不积极促进共享若在平台监管部门的监管下又会受到不努力的惩罚。因此，平台建设方的积极促进共享的成本、收益，以及平台不努力给需求方带来的损失是平台建设方与信息需求方之间的博弈焦点。

## 2.2 平台监管方与平台建设方的博弈

平台监管方对平台的建设、运行等相关工作进行监督和管理,参与顶层设计、组织实施和监督考察的作用,并且制定相关政策对生物医学大数据平台享有管理权和指导权。如果监管部门没有履行监管职责,若平台建设方不积极促进共享,就会给监管部门带来社会形象损失以及机会损失。对于平台建设方来说,如果没有平台管理部门的监督,可能不会付出更多的努力来积极促进共享,这样不但会给信息需求方带来损失,同时会给监督部门带来一系列的损失;在有平台监管部门监督的条件下,平台建设方会增加积极促进共享的成本,或者承担不努力促进共享而受到的惩罚。因此,平台建设方积极促进共享成本与惩罚成本是平台管理部门与平台建设方之间的博弈焦点。

## 2.3 平台监管方与信息需求方的博弈

信息需求方使用数据是平台监管方监督生物医学大数据平台建设的根本目的。平台监管方监督平台建设方是否积极建设数据内容、平台系统、管理维护、共享促进服务等,监管方要为监管付出一定的成本。在平台监管方监管的情况下,如果平台积极促进共享则需求方能够较满意的获取到所需要的信息,会提升平台监管方在社会公众中的形象;如果平台没有积极促进共享,则平台监管方会给需求方一定的补偿,这也会维护平台监管方的社会形象。因此,平台监管方与信息需求方之间的博弈焦点是监管成本和补偿。

## 3 博弈的基本要素

博弈的基本要素包括博弈的参加者、各博弈方各自可选择的全部策略集合、信息、收益。这4个要素是定义一个博弈时必须首先设定的。

(1) 博弈的参加者。本研究的博弈参加者是生物医学大数据平台的利益相关方,包括信息需求方、平台建设方和平台监管方。

(2) 各博弈方各自可选择的全部策略集合。信息需求方可以选择的策略集合为(选择使用平台,不选择使用平台),平台建设方可以选择

的策略集合为(积极促进共享,不积极促进共享),政府监管部门的策略集合为(履行监督职责,不履行监督职责),分别用 $\alpha, 1-\alpha, \beta, 1-\beta, \gamma, 1-\gamma$ 来表示其对应策略的选择概率,其中 $\alpha, \beta, \gamma \in [0,1]$ 。

(3) 信息。信息是博弈的参加者对于其他参与人的特征和行动的知识。本研究假设参加者在决策之前都不知道其他参加者的行动,他们的行动可以认为是同时进行的。

(4) 收益。收益(效用),是参与人从博弈中获得的效用程度,是所有参与人策略或行动的函数,是参与人真正关心的核心内容。收益是博弈参加者得到的确定效用水平,或者是博弈参加者的期望效用水平。

根据第2节博弈分析,可以确定在三方进化博弈过程中的主要收益参数假设如下。

信息需求方的收益假设:选择使用平台的固定收益 $R_1$ 、选择使用平台的机会成本 $C_1$ 、平台不积极促进共享而给需求方带来的损失 $B_1$ 、在平台监管方的监管下给需求方的补偿 $P_1$ 。

平台建设方的收益假设:平台积极促进共享的成本 $C_2$ ,平台积极促进共享的固定收益 $R_2$ ,平台不积极促进共享的成本 $C_3$ ,平台不积极促进共享的固定收益为 $R_3$ ,在平台监管方的监督下不积极促进共享受到的罚金为 $K$ 。

平台监管方的收益假设:平台运行的固定收益 $R_4$ ,管理成本 $C_4$ ,在监管的情况下对平台不努力促进共享而进行的惩罚 $K$ ,监管不力的损失 $F(Y, T)$ 。其中, $Y$ 是机会损失, $T$ 是社会形象损失。

在平台监管方监管和不监管的情况下的三方支付矩阵如表1和表2所示。其中,第一个函数表示信息需求方的收益,第二个函数表示平台建设方的收益,第三个函数表示平台监管方的收益。

## 4 博弈模型构建

$u_{ij}$ 表示第*i*个利益相关方选择策略*j*时的收益,

表1 平台监管方履行监督职责的情况下博弈的支付矩阵

		平台建设方	
		积极促进共享	不积极促进共享
信息需求方	选择使用平台	$(R_1 - C_1, R_2 - C_2, R_4 - C_4)$	$(R_1 - C_1 - B_1 + P_1, R_3 - K, R_4 - C_4 + K)$
	不选择使用平台	$(0, R_2 - C_2, R_4 - C_4)$	$(0, R_3 - C_3 - K, R_4 - C_4 + K)$

表2 平台监管方不履行监督职责的情况下博弈的支付矩阵

		平台建设方	
		积极促进共享	不积极促进共享
信息需求方	选择使用平台	$(R_1 - C_1, R_2 - C_2, R_4)$	$(R_1 - C_1 - B_1, R_3 - C_3, R_4 - F(Y, K))$
	不选择使用平台	$(0, R_2 - C_2, R_4)$	$(0, R_3 - C_3, R_4 - F(Y, K))$

$i=1,2,3$ 分别为信息需求方、平台建设方、平台监管方,  $j=1,2$ 表示每个利益相关方各自的策略选择。参与博弈的利益相关方的策略转变是一个渐进过程,不是所有的博弈方同时调整,策略调整速度可以用生物进化的进化动态方程——复制动态微分方程来表示。因此依据各个利益相关方的支付矩阵,构建各自的复制动态微分方程。

#### 4.1 信息需求方

信息需求方选择使用平台的期望收益函数为:

$$u_{11} = \beta\gamma(R_1 - C_1) + (1 - \beta)\gamma(R_1 - C_1 - B_1 + P_1) + \beta(1 - \gamma)(R_1 - C_1) + (1 - \beta)(1 - \gamma)(R_1 - C_1 - B_1) = \beta(R_1 - C_1) + (1 + \beta)\gamma(R_1 - C_1 - \beta_1 + P_1) + (1 - \beta)(1 - \gamma)(R_1 - C_1 - B_1)$$

信息需求方不选择使用平台的期望收益函数为:

$$u_{12} = 0$$

信息需求方的平均期望收益为

$$\bar{u}_1 = \alpha u_{11} + (1 - \alpha) u_{12}$$

信息需求方的复制动态微分方程为:

$$\frac{\partial \alpha}{\partial t} = \alpha(u_{11} - \bar{u}_1) = \alpha(1 - \alpha)(u_{11} - u_{12}) = \alpha(1 - \alpha)[\beta(R_1 - C_1) + (1 - \beta)\gamma(R_1 - C_1 - B_1 + P_1) + (1 - \beta)(1 - \gamma)(R_1 - C_1 - B_1)]$$

#### 4.2 平台建设方

平台建设方选择积极促进共享的期望收益函数为:

$$u_{21} = \alpha\gamma(R_2 - C_2) + (1 - \alpha)\gamma(R_2 - C_2) + \alpha(1 - \gamma)(R_2 - C_2) + (1 - \alpha)(1 - \gamma)(R_2 - C_2) = R_2 - c_2$$

平台建设方选择不积极促进共享的期望收益函数为:

$$u_{22} = \alpha\gamma(R_3 - K) + (1 - \alpha)\gamma(R_3 - C_3 - K) + \alpha(1 - \gamma)(R_3 - C_3) + (1 - \alpha)(1 - \gamma)(R_3 - C_3) = \alpha\gamma(R_3 - k) + (1 - \alpha)\gamma(R_3 - C_3 + k) + (1 - \gamma)(R_3 - C_c)$$

平台建设方的平均期望收益为:

$$\bar{u}_2 = \beta u_{21} + (1 - \beta) u_{22}$$

平台建设方的复制动态微分方程为:

$$\frac{\partial \beta}{\partial t} = \beta(u_{21} - \bar{u}_2) = \beta(1 - \beta)(u_{21} - u_{22}) = \beta(1 - \beta)[(R_2 - C_2) - \alpha\gamma(R_3 - K) - (1 - \alpha)\gamma(R_3 - C_3 - K) - (1 - \gamma)(R_3 - C_3)]$$

#### 4.3 平台监管方

平台监管方选择履行监督职责的期望收益函数为:

$$u_{31} = \alpha\beta(R_4 - C_4) + \alpha(1 - \beta)(R_4 - C_4 + K) + (1 - \alpha)\beta(R_4 - C_4) + (1 - \alpha)(1 - \beta)(R_4 + K) = (R_4 - C_4) + (1 - \beta)(R_4 - C_4 + k)$$

平台监管方选择不履行监督职责的期望收益函数为：

$$u_{32} = \alpha\beta R_4 + \alpha(1-\beta)(R_4 - F) + (1-\alpha)\beta R_4 + (1-\alpha)(1-\beta)(R_4 - F) = R_4 + (1-p)(R_4 - F)$$

平台监管方的平均期望收益为：

$$\bar{u}_3 = \gamma u_{31} + (1-\gamma)u_{32}$$

平台监管方的复制动态微分方程为：

$$\begin{aligned} \frac{\partial \gamma}{\partial t} &= \gamma(u_{31} - \bar{u}_3) = \gamma(1-\gamma)(u_{31} - u_{32}) \\ &= \gamma(1-\gamma)[(R_4 - C_4) + (1-\beta)(R_4 - K) - (1-\beta)(R_4 - F)] \end{aligned}$$

## 5 模型稳定策略分析

通过选择一个利益相关方的策略作为已知策略，使得三方博弈退化为两方博弈，来分析其他利益相关方的策略选择。

### 5.1 信息需求方的策略已知

(1) 信息需求方选择使用共享平台  $\alpha=1$ ，代入平台建设方和平台监管方的复制动态方程，得到：

$$\begin{aligned} \frac{\partial \beta}{\partial t} &= \beta(1-\beta)[(R_2 - C_2) - \gamma(R_2 - K) - (1-\gamma)(R_3 - C_3)] \\ &= \beta(1-\beta)[(R_2 - R_3) - (C_2 - C_3) + \gamma(K - C_3)] \end{aligned}$$

当  $\gamma = \frac{(C_2 - C_3) - (R_2 - R_3)}{K - C_3}$  时， $\frac{d\beta}{dt}$  始终为 0，

也就是说所有  $\beta$  状态都是稳定状态。

当  $\gamma > \frac{(C_2 - C_3) - (R_2 - R_3)}{K - C_3}$  时， $\beta^* = 0$  和  $\beta^* = 1$

是两个稳定状态，其中  $\beta^* = 1$  是进化稳定策略。

当  $\gamma < \frac{(C_2 - C_3) - (R_2 - R_3)}{K - C_3}$  时， $\beta^* = 0$  和  $\beta^* = 1$

是两个稳定状态，其中  $\beta^* = 0$  是进化稳定策略。

$$\frac{\partial \gamma}{\partial t} = \gamma(1-\gamma)[-C_4 + (1-\beta)(K + F - C_4)]$$

当  $\beta = \frac{K + F - 2C_4}{K + F - C_4}$  时， $\frac{d\gamma}{dt}$  始终为 0，也就是

说所有  $\gamma$  状态都是稳定状态。

当  $\beta > \frac{K + F - 2C_4}{K + F - C_4}$  时， $\gamma^* = 0$  和  $\gamma^* = 1$  是两个

稳定状态，其中  $\gamma^* = 1$  是进化稳定策略。

当  $\beta < \frac{K + F - 2C_4}{K + F - C_4}$  时， $\gamma^* = 0$  和  $\gamma^* = 1$  是两个

稳定状态，其中  $\gamma^* = 0$  是进化稳定策略。

(2) 信息需求方不选择使用共享平台  $\alpha=0$ ，代入平台建设方和平台监管方的复制动态方程，得到：

$$\begin{aligned} \frac{\partial \beta}{\partial t} &= \beta(1-\beta)[(R_2 - C_2) - \gamma(R_3 - C_3 - K) - (1-\gamma)(R_3 - C_3)] \\ &= \beta(1-\beta)[(R_2 - R_3) - (C_2 - C_3) + \gamma K] \end{aligned}$$

当  $\gamma = \frac{(C_2 - C_3) - (R_2 - R_3)}{K}$  时， $\frac{d\beta}{dt}$  始终为 0，

也就是说所有  $\beta$  状态都是稳定状态。

当  $\gamma > \frac{(C_2 - C_3) - (R_2 - R_3)}{K}$  时， $\beta^* = 0$  和  $\beta^* = 1$

是两个稳定状态，其中  $\beta^* = 0$  是进化稳定策略。

当  $\gamma < \frac{(C_2 - C_3) - (R_2 - R_3)}{K}$  时， $\beta^* = 0$  和  $\beta^* = 1$

是两个稳定状态，其中  $\beta^* = 1$  是进化稳定策略。

$$\frac{\partial \gamma}{\partial t} = \gamma(1-\gamma)[-C_4 + (1-\beta)(K + F - C_4)]$$

当  $\beta = \frac{K + F - 2C_4}{K + F - C_4}$  时， $\frac{d\gamma}{dt}$  始终为 0，也就是

说所有  $\gamma$  状态都是稳定状态。

当  $\beta > \frac{K + F - 2C_4}{K + F - C_4}$  时， $\gamma^* = 0$  和  $\gamma^* = 1$  是两个

稳定状态，其中  $\gamma^* = 1$  是进化稳定策略。

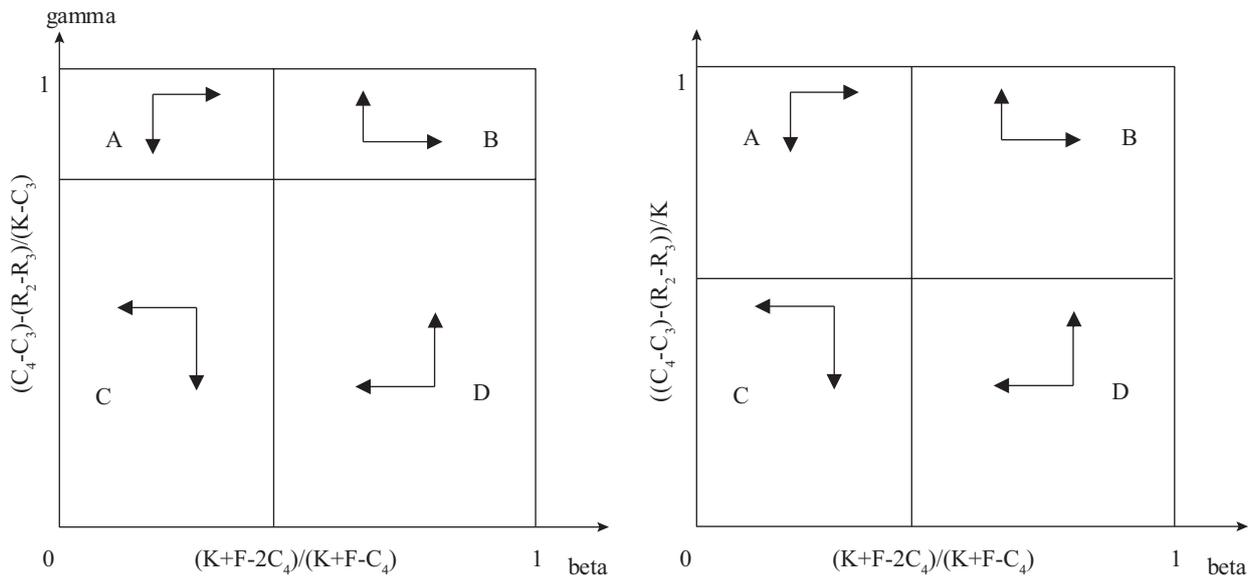
当  $\beta < \frac{K + F - 2C_4}{K + F - C_4}$  时， $\gamma^* = 0$  和  $\gamma^* = 1$  是两个

稳定状态，其中  $\gamma^* = 0$  是进化稳定策略。

### (3) 小结

图 1 是信息需求方策略已知的情况下，平台建设方与平台监管方的复制动态关系用一个坐标平面表示。

可以看出，当信息需求方的策略为“选择使用平台”时，进化博弈的相位图如图 1(1) 所示，三方博弈退化为两方博弈，该博弈有 5 个均衡点，分别为  $(0, 0)$ 、 $(0, 1)$ 、 $(1, 0)$ 、 $(1, 1)$ 、 $(\frac{K + F - 2C_4}{K + F - C_4}, \frac{(C_2 - C_3) - (R_2 - R_3)}{K - C_3})$ 。其中  $(0, 0)$  和  $(1, 1)$  为演化稳定策略点，



(1) 信息需求方的策略为“选择使用共享平台”

(2) 信息需求方的策略为“不选择使用共享平台”

图1 信息需求方策略已知的情况下，其他两方群体复制动态关系

(0, 1)、(1, 0) 为不稳定点,  $(\frac{K+F-2C_4}{K+F-C_4}, \frac{(C_2-C_3)-(R_2-R_3)}{K-C_3})$  为鞍点。当初始情况落在 B 区域会收敛到 (1, 1), 当初始情况落在 C 区域会收敛到 (0, 0), 当初始情况落在 A、D 区域时, 若 A 的面积小于 D 的面积, 则大部分可能也是最终收敛到进化稳定策略 (1, 1), 小部分情况会收敛到 (0, 0)。也就是说, 当 A 的面积小于 D 的面积, 三方的演化稳定策略和均衡状态为 (选择使用平台, 积极促进共享, 履行监督职责)。

当信息需求方的策略为“不选择使用平台”时, 博弈的均衡点与“选择使用平台”的差异在鞍点不同, 其余均相同。

### 5.2 平台建设方的策略已知

(1) 平台建设方选择积极促进共享  $\beta=1$ , 代入信息需求方和平台监管方的复制动态方程, 得到:

$$\frac{\partial \alpha}{\partial t} = \alpha(1-\alpha)(R_1-C_1)$$

由于  $R_1-C_1 > 0$ , 则  $\alpha^* = 0$  和  $\alpha^* = 1$  是两个稳定状态, 其中  $\alpha^* = 1$  是进化稳定策略。

$$\frac{\partial \gamma}{\partial t} = \gamma(1-\gamma)(C_4)$$

由于  $C_4 > 0$ , 则  $\gamma^* = 0$  和  $\gamma^* = 1$  是两个稳定状态, 其中  $\gamma^* = 1$  是进化稳定策略。

(2) 平台建设方不选择积极促进共享  $\beta=0$ , 代入信息需求方和平台监管方的复制动态方程, 得到:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \alpha}{\partial t} &= \alpha(1-\alpha)[\gamma(R_1-C_1-B_1+P_1) \\ &\quad (1-\gamma)(R_1-C_1-B_1)] \\ &= \alpha(1-\alpha)[(R_1-C_1-B_1)+\gamma P_1] \end{aligned}$$

当  $\gamma = \frac{B_1+C_1-R_1}{P_1}$  时,  $\frac{d\alpha}{dt}$  始终为 0, 也就是说所有  $\alpha$  状态都是稳定状态。

当  $\gamma > \frac{B_1+C_1-R_1}{P_1}$  时,  $\alpha^* = 0$  和  $\alpha^* = 1$  是两个稳定状态, 其中  $\alpha^* = 0$  是进化稳定策略。

当  $\gamma < \frac{B_1+C_1-R_1}{P_1}$  时,  $\alpha^* = 0$  和  $\alpha^* = 1$  是两个稳定状态, 其中  $\alpha^* = 1$  是进化稳定策略。

$$\frac{\partial \gamma}{\partial t} = \gamma(1-\gamma)(K+F-2C_4)$$

由于  $K+F-2C_4 < 0$  时, 则  $\gamma^* = 0$  和  $\gamma^* = 1$  是两个稳定状态, 其中  $\gamma^* = 0$  是进化稳定策略。

### (3) 小结

图 2 是平台建设方策略已知的情况下, 信息

需求方与平台监管方的复制动态关系用一个坐标平面表示。

当平台建设方策略为“积极促进共享”时，如图 2（1）所示，信息需求方和平台监管方的演化稳定策略为（选择使用平台，履行监督职责），那么演化稳定策略和均衡状态为（选择使用平台，积极促进共享，履行监督职责）。

当平台建设方策略为“不积极促进共享”时如图 2（2）所示，信息需求方和政府管理部门的演化稳定策略为（不选择使用平台，履行监督职责），那么演化稳定策略和均衡状态为（不选择使用平台，不积极促进共享，履行监督职责）。

### 5.3 平台监管方策略已知

（1）平台监管方选择履行监督职责  $\gamma=1$ ，代入信息需求方和平台建设方的复制动态方程，得到：

$$\begin{aligned} \frac{\partial \alpha}{\partial t} &= \alpha(1-\alpha)[\beta(R_1-C_1)+(1-\beta)(R_1-C_1-B_1+P_1)] \\ &= \alpha(1-\alpha)[(R_1-C_1)+(1-\beta)(P_1-B_1)] \end{aligned}$$

当  $\beta = \frac{R_1-C_1-B_1+P_1}{P_1-B_1}$  时， $\frac{d\alpha}{dt}$  始终为 0，也

就是说所有  $\alpha$  状态都是稳定状态。

当  $\beta > \frac{R_1-C_1-B_1+P_1}{P_1-B_1}$  时， $\alpha^*=0$  和  $\alpha^*=1$  是两个稳定状态，其中  $\alpha^*=0$  是进化稳定策略。

当  $\beta < \frac{R_1-C_1-B_1+P_1}{P_1-B_1}$  时， $\alpha^*=0$  和  $\alpha^*=1$  是两个稳定状态，其中  $\alpha^*=1$  是进化稳定策略。

$$\begin{aligned} \frac{\partial \beta}{\partial t} &= \beta(1-\beta)[(R_2-C_2)-\alpha(R_3-K)-(1-\alpha)(R_3-C_3-K)] \\ &= \beta(1-\beta)[(R_2-C_2)-(R_3-K)+(1-\alpha)C_3] \end{aligned}$$

当  $\alpha = \frac{C_3-R_3+K+R_2-C_2}{C_3}$  时， $\frac{d\beta}{dt}$  始终为 0，也就是说所有  $\beta$  状态都是稳定状态。

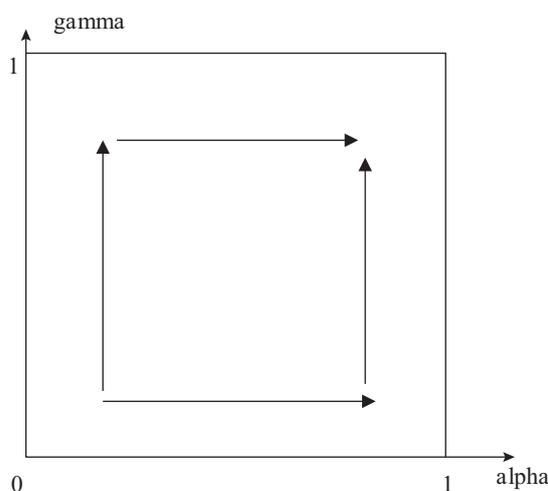
当  $\alpha > \frac{C_3-R_3+K+R_2-C_2}{C_3}$  时， $\beta^*=0$  和  $\beta^*=1$  是两个稳定状态，其中  $\beta^*=1$  是进化稳定策略。

当  $\alpha < \frac{C_3-R_3+K+R_2-C_2}{C_3}$  时， $\beta^*=0$  和  $\beta^*=1$  是两个稳定状态，其中  $\beta^*=0$  是进化稳定策略。

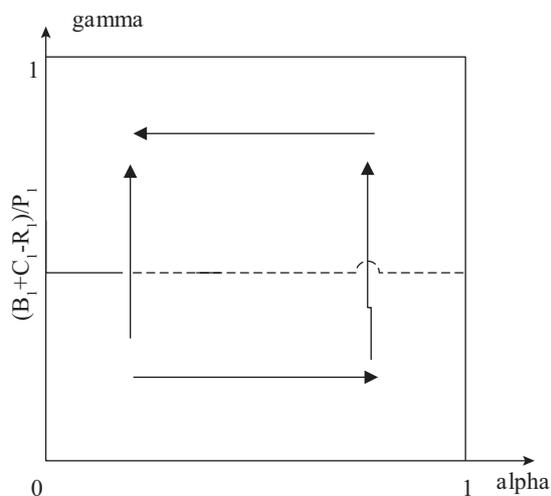
（2）平台监管方选择不履行监督职责  $\gamma=0$ ，代入信息需求方和平台建设方的复制动态方程，得到：

$$\begin{aligned} \frac{\partial \alpha}{\partial t} &= \alpha(1-\alpha)[\beta(R_1-C_1)+(1-\beta)(R_1-C_1-B_1)] \\ &= \alpha(1-\alpha)[(R_1-C_1)-(1-\beta)B_1] \end{aligned}$$

当  $\beta = \frac{B_1-R_1+C_1}{B_1}$  时， $\frac{d\alpha}{dt}$  始终为 0，也就是



（1）平台建设方的策略为“积极促进共享”



（2）平台建设方的策略为“不积极促进共享”

图 2 平台建设方策略已知的情况下，其他两方群体复制动态关系

说所有 $\alpha$ 状态都是稳定状态。

当 $\beta > \frac{B_1 - R_1 + C_1}{B_1}$ 时,  $\alpha^* = 0$ 和 $\alpha^* = 1$ 是两个稳定状态, 其中 $\alpha^* = 1$ 是进化稳定策略。

当 $\beta < \frac{B_1 - R_1 + C_1}{B_1}$ 时,  $\alpha^* = 0$ 和 $\alpha^* = 1$ 是两个稳定状态, 其中 $\alpha^* = 0$ 是进化稳定策略。

$$\begin{aligned} \frac{\partial \beta}{\partial t} &= \beta(1-\beta)[(R_2 - C_2) - \alpha(R_3 - K) - \\ &\quad (1-\alpha)(R_3 - C_3 - K)] \\ &= \beta(1-\beta)[(R_2 - C_2) - (R_3 - C_3)] \end{aligned}$$

由于 $(R_2 - C_2) - (R_3 - C_3) > 0$ ,  $\beta^* = 0$ 和 $\beta^* = 1$ 是两个稳定状态, 其中 $\beta^* = 1$ 是进化稳定策略。

### (3) 小结

图3是平台监管方策略已知的情况下, 信息需求方与平台建设方的复制动态关系用一个坐标平面表示。

当平台监管方策略为“履行监督职责”时如图3(1)所示, 根据图中箭头的方向不难看出, 在平台监管方策略为“履行监督职责”的情况下, 博弈有五个平衡点, 分别为 $(0, 0)$ 、 $(0, 1)$ 、 $(1, 0)$ 、 $(1, 1)$ 、 $(\frac{C_3 - R_3 + K + R_2 - C_2}{C_3}, \frac{R_1 - C_1 - B_1 + P_1}{P_1 - B_1})$ 。其中 $(0, 0)$ 、 $(1, 1)$ 为演化稳定策略点,  $(0, 1)$

和 $(1, 0)$ 为不稳定点,  $(\frac{C_3 - R_3 + K + R_2 - C_2}{C_3}, \frac{R_1 - C_1 - B_1 + P_1}{P_1 - B_1})$ 为鞍点。群体的演化稳定策略为(选择使用平台, 积极促进共享, 履行监督职责)和(不选择使用平台, 不积极促进共享, 履行监督职责)。

当政府监管方策略为“不履行监督职责”时如图3(2)所示, 信息需求方和平台建设方的演化稳定策略为(选择使用平台, 积极促进共享), 那么演化稳定策略和均衡状态为(选择使用平台, 积极促进共享, 不履行监督职责)。

## 6 结论与建议

本研究应用进化博弈理论建立模型分析了生物学大数据平台共享过程中信息需求方、平台建设方、平台监督方之间的关系及其行为策略对信息资源共享的影响, 得出以下结论和启示。

第一, 当任意一方选定积极策略<sup>①</sup>时, 3个利益相关方最终会达到(选择使用共享平台, 积极促进共享, 履行监督职责)的均衡状态。经过长期的博弈过程, 博弈方不断调整自己的策略行为, 这一均衡状态会使得三方的收益达到最大

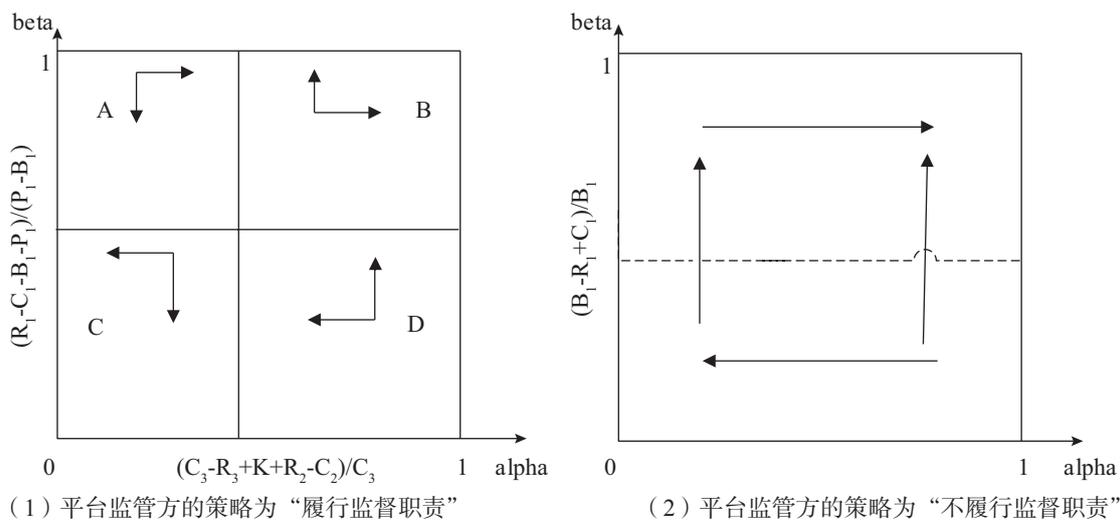


图3 平台监管方策略已知的情况下, 其他两方群体复制动态关系

① 积极策略是指为促进生物学大数据平台共享的策略, 其中信息需求方的积极策略是“选择使用平台”, 平台建设方的积极策略是“积极促进共享”, 平台监督方的积极策略是“履行监督职责”。

化，需求方选择使用平台并能够较满意的获取到所需要的信息，平台建设方积极建设平台促进共享，平台监管方认真履行监督和管理职责，生物医学大数据平台系统进入良性运行状态。

第二，当信息需求方选定策略为不选择使用共享平台时，其他两方的稳定状态有两个（积极促进共享，履行监督职责）和（不积极促进共享，不履行监督职责），说明当平台没有用户选择使用时，平台建设方的策略与平台监管方的策略相互引导。平台建设方没有了最终的用户群体，那么其建设的根本动力就来自于政府监督，政府履行监督管理职责，则平台建设方就好好建设平台积极促进共享，否则平台建设方就没有建设的动力。

第三，当平台建设方选定策略为不积极促进共享时，其他两方的稳定状态为（不选择使用平台，履行监督职责）。也就是说，当平台建设方建设平台不力、促进共享不力的情况下，信息需求方的使用感受必然不好，即使平台监管部门履行监督职责能够为需求方进行相应的补偿，需求方最终还是不会选择使用生物医学大数据平台，因为需求方的诉求是获取到所需要的信息资源而不是补偿。而对于平台监管方来说，即使平台没有积极促进共享，监管部门仍旧会选择履行监督职责，因为监管部门需要维护其在社会公众中的形象。

第四，当平台监管方选定策略为不履行监督职责时，其他两方的稳定状态是（选择使用平台，积极促进共享）。说明即使在政府不履行监督职责的情况下，通过不断的行为策略调整，信息需求方和平台建设方仍旧选择积极策略，因为双方博弈的收益最大化均衡状态就是（选择使用平台，积极促进共享）。此时平台监管方不是整个博弈的主导者，平台建设方和信息需求方都追求各自利益最大化，无论相关政府监管部门是否履行监督管理职责，另外两方的策略选择所受的影响不大。

因此，为了生物医学大数据平台的良好运行，建议从以下几个方面开展工作。

第一，采取多重手段提升信息需求方的满意度。信息需求方是生物医学大数据平台最终产物的消费者，平台建设的好坏、平台共享促进的成功与否取决于最终是否能够让信息需求方感到满意，因此首先就需要保障需求方使用平台收益要大于机会成本，这样需求方在不考虑使用其他途径获取信息可能带来的其他损失的情况下较快速的选择使用该平台。其次，重视保障的作用，因为平台不积极促进共享而给需求方带来的损失和在监管部门的监管下给需求方的补偿，这两个因素都是不确定因素，信息需求方是否会有损失以及是否会得到补偿取决于平台监督方的态度，因此平台监督方如果能够保障信息需求方较为丰厚的补偿，那么就可以排除信息需求方对平台建设方不努力的后顾之忧。

第二，监管部门需要制定合理的罚金。从监管部门的角度来看，要强化监管职责一个重要手段就是对平台建设方不积极促进共享而进行惩罚。惩罚制度会迫使平台建设方选择积极促进共享，鞭策其积极建设平台，但是过高的罚金会给平台建设方造成太多的压力，当压力过大时有可能造成平台建设方的退出。另外，罚金会保障信息需求方在平台建设方不努力时得到一些补偿，但是如果补偿过高，信息需求方可能会期望平台建设方不努力而自己会得到更多的收益。

第三，提升平台建设方的收益。平台建设方积极促进生物医学大数据平台的共享其根本诉求是产生更高的固定收益和更低的共享成本，避免监管部门对其的惩罚。若积极促进共享的收益足够高，那么无论平台监管方是否履行监管职责，平台建设方都会有促进数据平台共享的内在动力。

## 参考文献

- [1] 毛坤. 水电项目利益相关方治理关系构建的过程模型研究[D]. 济南: 山东大学, 2012.
- [2] FREEMAN R E. Strategic Management: A Stakeholder Approach[M]. Boston: Pitman, 1984.

（下转第88页）

- 式结构及价值实现机理研究[J]. 科技进步与对策, 2015(15): 59-63.
- [2] 钱虹. 面向技术创新生态系统的科技情报服务体系研究[J/OL]. [2019-08-29]. 情报理论与实践: 1-7. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1762.G3.20190820.0926.006.html>.
- [3] 黄敏. 基于协同创新的大学学科创新生态系统模型构建的研究[D]. 重庆: 第三军医大学, 2011.
- [4] 马林山, 郭磊. 基于主题模型(LDA)的查新辅助分析系统设计研究[J]. 现代情报, 2018, 38(2): 111-115. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0821.2018.02.018
- [5] 王益成, 王萍. 基于用户动态画像的科技情报服务推荐模型构建研究[J]. 情报理论与实践, 2019, 42(4): 83-88.
- [6] 张发亮, 胡媛, 朱益平. 区域科技创新信息服务平台建设与服务模式研究[J]. 图书馆学研究, 2016(24): 55-61.
- [7] 裴雷, 孙建军, 肖璐. 大数据时代科技情报服务的挑战与思考[J]. 图书与情报, 2015(6): 26-32.

(上接第65页)

- [3] 王磊, 高少冲, 丁荣贵, 等. 信息网络视角下项目治理动态评价研究: 以工研院协同创新项目为例[J]. 科技进步与对策, 2017, 34(4): 31-39.
- [4] 侯俊东, 肖人彬. 地质灾害防治项目治理的社会网络结构优化及策略[J]. 管理评论, 2015(2): 13-25.
- [5] VON DER FEHR A, SOLBERG J, BRUUN J. Validation of networks derived from snowball sampling of municipal science education actors[J]. International Journal of Research & Method in Education, 2016: 1-15.
- [6] VERMA K, VASQUEZ R G, KASS A, et al. System for requirement identification and analysis based on capability model structure[Z]. Google Patents, 2014.
- [7] 丁荣贵. 项目利益相关方及其需求的识别[J]. 项目管理技术, 2008(1): 73-76.
- [8] WEIBULL W. Evolutionary game theory[M]. Game-bridge: MIT Press, 1995.
- [9] MARTIN D, WERNER G. Strategic Deletion: A comparison of two Approaches to Explaining Economic Institutions [J]. European Journal of Political Economy, 1999(15): 281-295.
- [10] 青木昌彦. 比较制度分析[M]. 上海: 上海远东出版社, 2001.
- [11] 张良桥. 理性与有限理性: 论经典博弈理论与进化博弈理论之关系[J]. 世界经济, 2001(8): 74-78.
- [12] 何建佳, 蒋雪琳, 徐福缘. 基于供需网企业合作博弈模型的演化路径分析[J]. 运筹与管理, 2018, 27(9): 79-86.
- [13] ALI B, MAHESWARAN M. A game theoretic analysis of black-listing in online data storage systems [C] // Global Telecom- munications Conference, 2009. GLOBECOM. IEEE, 2009: 1-7.
- [14] KAMHOUA C A, KWIAT K A, PARK J S. A game theoretic approach for modeling optimal data sharing on Online Social Networks [C] // International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control. IEEE, 2013: 1-6.
- [15] PRONK T E, WIERSMAP H, WEERDEN A V. A game theoretic analysis of research data sharing [J]. PeerJ, 2015, 3: 1242.
- [16] LIU J, GAO R, CHEAH C. Evolutionary game of investors' opportunistic behaviour during the operational period in ppp projects [J]. Construction Management and Economics, 2017, 35(3).
- [17] HO S P, HSU Y, LIN E. Model for knowledge-sharing strategies: A game theory analysis[J]. Engineering Project Organization Journal, 2011(1): 53-65.
- [18] 商淑秀, 张再生. 虚拟企业知识共享进化博弈分析[J]. 中国软科学, 2015(3): 150-157.
- [19] 胡媛, 毛宁. 基于进化博弈论的企业科技信息资源配置研究[J]. 情报杂志, 2016, 35(11): 172-178.
- [20] 徐龙顺, 李蝉. 数字图书馆资源共享风险进化博弈分析[J]. 图书馆建设, 2017(12): 56-62.
- [21] 侯贵生, 王鹏民, 杨磊. 在线健康社区用户知识转化与共享的进化博弈分析[J]. 情报杂志, 2017, 35(7): 31-38.
- [22] 李佳, 王宏起, 李玥, 等. 大数据时代区域创新服务平台间科技资源共享行为的进化博弈研究[J]. 情报科学, 2018, 36(1): 38-44.