

粤港澳大湾区中医药科技成果转化的模式选择

——基于三方主体演化博弈分析

许 晴¹, 邓子瑶¹, 黄 瑞¹, 张文龙¹, 陈创荣²

(1. 广州中医药大学 公共卫生与管理学院, 广州 510006; 2. 广州中医药大学 科技处, 广州 510006)

摘要:在粤港澳大湾区中医药高地建设背景下,以科技中介在科技成果转化过程中的积极作用为出发点,构建包含中医药科技成果转化供给方、需求方、中介方的三方演化博弈模型,分析模型的演化稳定性策略,并利用 MATLAB 对模型实现仿真建模。结果表明,复制动态系统存在 4 个可能的演化稳定策略组合,且背叛收益、转化成本、政府支持是影响演化稳定策略的主要因素,背叛收益越大、转化成本越高、政府支持越小,博弈主体更趋向于不合作和不介入。最后提出推动粤港澳大湾区中医药科技成果转化的相关建议。

关键词:科技成果转化;演化博弈;中医药;科技中介;三方博弈

中图分类号:C939 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)03-0217-09

进入 21 世纪以来,全球的生命科学研究和革新达到了新高度。医药产业不仅是全球新一轮科技创新的重要方向,而且事关人民福祉^[1]。随着生物科技领域的不断革新和发展、中医药现代化研究不断深入^[2],中医药行业逐渐摆脱粗放的生产模式,逐步被精细化、标准化的西医药研发生产模式所取代^[3]。研发生产过程的标准化是中医药走向国门、走向世界,拿到在各国流通推广的通行证的前提之一。近些年来,“汉方”“韩药”申报世界遗产、申请专利等行为倒逼中国提高保护、传承、复兴中医药的意识。

然而,不可否认的是,中国中医药科研成果转化目前还存在着短板。王艳翠等提出,中医药专利无论在授权率还是保护效力上的效果均不佳^[4]。黄站梅等提出,中医药科研成果转化存在重科研、轻市场的短板,科研人员的科技成果转化意识不足^[5]。但矛盾的是,由于成果转化过程涉及科技成果的价值评估、专利许可、商业谈判等,是一项高专业性、

高水准的工作,而科研人员本应专注于自身领域的研发创新,让科研人员“坐在谈判桌前”无疑会降低科技成果转化的效率和效果^[6]。为了解决这一矛盾,斯坦福大学首创技术许可办公室(Office of Technology Licensing)聘请专利技术经纪人和法务人员进行专利技术的转化,通过专业人员的评估、营销、谈判,推动科技成果转化的高效实施。国内,中国技术交易所成立于 2009 年,主要提供价值评估、交易对接、项目孵化等专业性服务^[7]。2018 年,广东高校科技成果转化中心正式成立,主要提供科技成果精准对接、技术转移转化、成果再研发及运营的专业服务。然而,由于国内科技成果转化平台和制度建设起步较晚,科技中介服务体系不健全^[8],技术经纪人尤为紧缺^[9],需要政府、机构、企业等多方发力,鼓励科技成果转化中介的发展。完善的科技中介机构能够更好地联结技术供给方和需求方,是科研创新研发、转化的催化剂^[8,10]。

国家中医药管理局发布的《粤港澳大湾区中医

收稿日期:2022-08-27

基金项目:广东省软科学项目(2019A101002049);2022 年度大学生创新创业训练计划(202210572033);广东省哲学社会科学规划一般项目(GD20CYJ11);广东省教育科学“十三五”规划研究项目(2020GXJK150)。

作者简介:许晴(2001—),女,浙江温州人,广州中医药大学公共卫生与管理学院,学生,研究方向为中医药健康产业经济学、卫生经济学;邓子瑶(2002—),女,江西吉安人,广州中医药大学公共卫生与管理学院,学生,研究方向为中医药健康产业经济学、卫生经济学;黄瑞(1999—),男,福建龙岩人,广州中医药大学公共卫生与管理学院,学生,研究方向为中医药健康产业经济学、卫生经济学;张文龙(1973—),男,广东南雄人,广州中医药大学公共卫生与管理学院,副教授,博士,硕士研究生导师,研究方向为产业经济学、中医药健康产业经济学、卫生经济学;通信作者陈创荣(1984—),男,广州中医药大学科技处,副教授,博士,研究方向为社会医学与卫生事业管理。

药高地建设方案(2020—2025年)》中指出要“建立中医药科研成果转化基地,打造中医药关键技术、产品研发、成果转化和应用平台。加强中医药知识产权保护 and 运用,完善中医药科技成果转化与评价机制”^[11]。在加快推进粤港澳大湾区建设的进程中,粤港澳大湾区将打造一批国际水平的中医药科技创新平台、形成一批可复制可推广的重大科研创新成果。中共中央、国务院印发的《横琴粤澳深度合作区总体方案》提出要“以国家中医药服务出口基地为载体,发展中医药服务贸易,建立具有自主知识产权和中国特色的医药创新研发与转化平台”^[12]。

结合国内中医药科技成果转化效率不高的现状,探究科技中介在中医药科技成果转化过程中的影响机制和作用,将有助于更好地推动粤港澳大湾区中医药科技成果转化,更好地助力国内中医药的传承、发展、创新。

目前,国内外学者对医药和中医药科技成果转化的研究主要集中在分析影响因素和转化绩效评价方面。

黄站梅等分析阻碍中医药科技成果转化的因素,发现科研人员的研究重点主要是职称评价、项目申报和论文发表,很少注重科技成果的实用性和可推广性,而中医药企业对转化的承接能力不强,在引进和消化科技成果方面力不从心^[5]。于亚笛等以中医药国际标准化为切入点,从未来发展需求角度,梳理分析了中医药国际标准化面临的挑战,为做好中医药国际标准化工作、推动中医药科技转化等提出了对策和建议^[13]。张琳等构建 CLAP-SWOT 模型,系统性地分析了海南新药创制成果转化的优劣、机遇和挑战,提出海南中医药领域应采取产业链创新链融合的策略^[14]。周丹丹等选取江苏省4所医药类高校进行问卷调查,发现投入机制、评价机制、环境特征、激励机制与科技成果转化绩效正相关,为完善医药类高校科技成果转化机制提出建议^[15]。

袁敏等从专利的申请趋势、专利技术分布、专利价值度、失效专利、转让专利、专利引证以及 R&D 投入与转化7个维度分析了中国6所中医药大学的专利运营与科技转化情况,发现6所中医药大学科研经费的投入有所增长,但转化合同数和转化金额并不理想^[16]。鲁瑞等分析了天津市中医药类科技项目和经费、科技成果数量等数据,发现天津市中医药科技创新存在成果转化率低、自主创新

能力不强、缺乏核心技术、对科技创新投入不足等问题^[17]。胡梦超等基于超效率 DEA 模型,对中国17所中医药院校的转化效率进行实证研究,发现中国中医药院校的成果研发具有较大上升空间,价值创造阶段的整体效率远低于成果研发阶段的效率^[18]。

综上所述,目前国内外学者就中医药科技成果转化这一主题已开展了一定的理论研究,但多为分析中医药科技成果供给方、需求方或双方对中医药科技成果转化的影响机制和绩效评价,并没有将科技中介这一主体纳入分析。而国家层面对粤港澳大湾区中医药科技成果转化也做出了重要指示。基于此,引入演化博弈理论模型,从中医药科技成果供给方、需求方和中介三方合作的视角出发,分析中医药科技成果转化的路径和模式选择,对推动粤港澳大湾区中医药科技成果转化、提升转化效率具有一定的参考意义。

1 三方参与主体逻辑分析

在中医药成果转化过程中,高校和科研机构作为科技成果的供给方,主要负责创新研发;企业作为科技成果的需求方,主要负责科技成果的产业化和推广;而转化中心作为成果转化的中介机构,能够推动供给方和需求方的有效对接,提高成果转化的效率。政府作为宏观经济的调控者,能够为科技成果转化的各主体提供政策上支持。而金融机构、法律机构能够为转化过程提供资金、法律服务方面的支持。在这一过程中,实际的博弈主体为供给方、需求方和中介方。对供给方而言,中医药科技成果的成功转化可以实现成果价值,反哺科研创新;对需求方而言,中医药科技成果的成功产业化可以实现获得利润,推动企业发展;对中介方而言,促进供给方和需求方的对接、促进成果转化的顺利进行,自身也可以获得佣金等收益。由此得出中医药科技成果转化的各主体作用图,如图1所示。

2 三方参与主体演化博弈模型构建

2.1 模型假设

1) 科技成果的供给方、需求方和中介均为有限理性的个体,追求利益的最大化。

2) 在中医药科技成果转化的演化博弈过程中,供给方和需求方的策略集为{合作,不合作},中介的策略集为{介入,不介入}。其中供给方采取合作策略的概率为 x ,采取不合作的概率为 $1-x$;需求方采取合作的概率为 y ,采取不合作的概率为 $1-y$;中介采取介入策略的概率为 z ,采取不合作的概

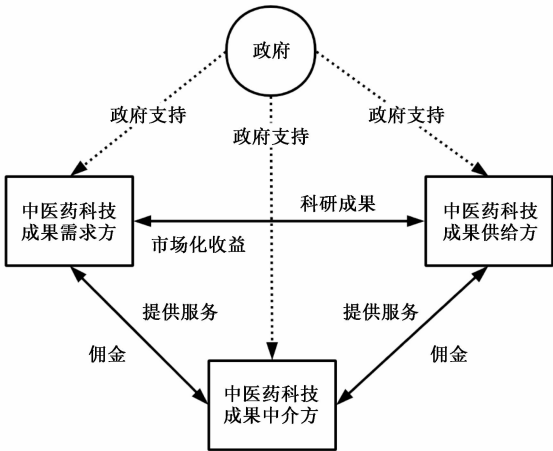


图 1 中医药科技成果转化各主体作用图

率为 $1-z$ 。
3) 粤港澳大湾区政府支持中医药科技成果的

转化,提供政策支持。其中供给方、需求方和中介得到的政策支持力度分别为 G_1, G_2, G_3 。
4) 在成果转化办公室的介入下,通过专业的评估、营销,成果转化过程可提高各方收益,其中供给方、需求方和中介的提高了收益分别为 A_1, A_2, A_3 。
5) 中医药科技成果经过转化,可以获得收益。其中供给方、需求方、中介获得的转化收益分别为 R_1, R_2, R_3 。当中介选择不介入科技成果转化过程时, $R_3=0$ 。
6) 在中医药科技成果转化过程中,供给方负责创新研发科技成果,需求方负责成果的商业化、产业化和推广,中介负责联系各方以推动更高效的成果转化。三方付出的成本分别为 C_1, C_2, C_3 。
7) 三方都面临着违约风险,违反合作规则罚金额为 q ,而三方因违约获得的收益分别为 e_1, e_2, e_3 。
在上述假设的基础上,参数及参数含义见表 1。

表 1 模型参数及参数含义

参数	参数含义	参数	参数含义	参数	参数含义
G_1	供给方获得的政府政策支持	G_2	需求方获得的政府政策支持	G_3	中介获得的政府政策支持
R_1	供给方获得的成果转化收益	R_2	需求方获得的成果转化收益	R_3	中介获得的成果转化收益
A_1	中介推动下供给方获得的提高的收益	A_2	中介推动下需求方获得的提高的收益	A_3	中介推动下中介获得的提高的收益
C_1	供给方的成果转化成本	C_2	需求方的成果转化成本	C_3	中介的成果转化成本
e_1	供给方的背叛收益	e_2	需求方的背叛收益	e_3	中介的背叛收益
q	背叛的罚金				

2.2 模型构建

基于以上假设可得出中医药成果转化三方的博弈支付矩阵,见表 2。其中,策略选择矩阵的 1 表示博弈主体选择合作或介入,0 表示不合作或不介入。值得说明的是,因为在科技成果转化过程中起

决定性作用的还是供给方和需求方,所以在中介不介入的情况下,只要供给方和需求方都选择合作进行转化,转化依然可以顺利推进。而中介方的作用体现在运用自身专业知识为成果转化提供更佳方案,为三方带来额外的收益。

表 2 博弈支付矩阵

策略选择	成果转化供给方	成果转化需求方	成果转化中介
①(1,1,1)	$E_{11}=G_1+R_1+A_1-C_1$	$E_{12}=G_2+R_2+A_2-C_2$	$E_{13}=G_3+R_3+A_3-C_3$
②(1,1,0)	$E_{21}=G_1+R_1-C_1$	$E_{22}=G_2+R_2-C_2$	$E_{23}=e_3-q$
③(1,0,1)	$E_{31}=G_1-C_1$	$E_{32}=e_2-q$	$E_{33}=G_3-C_3$
④(0,1,1)	$E_{41}=e_1-q$	$E_{42}=G_2-C_2$	$E_{43}=G_3-C_3$
⑤(1,0,0)	$E_{51}=G_1-C_1$	$E_{52}=e_2-q$	$E_{53}=e_3-q$
⑥(0,1,0)	$E_{61}=e_1-q$	$E_{62}=G_2-C_2$	$E_{63}=e_3-q$
⑦(0,0,1)	$E_{71}=e_1-q$	$E_{72}=e_2-q$	$E_{73}=G_3-C_3$
⑧(0,0,0)	$E_{81}=0$	$E_{82}=0$	$E_{83}=0$

中医药科技成果转化供给方选择合作策略和不合作策略的期望收益函数分别为 E_x 和 E_{1-x} ,平均收益为 $\bar{E}$,则收益函数可表示为
$$E_x = yzE_{11} + y(1-z)E_{21} + (1-y)zE_{31} + (1-y)(1-z)E_{51} \tag{1}$$
$$E_{1-x} = yzE_{41} + y(1-z)E_{61} + (1-y)zE_{71} \tag{2}$$
$$\bar{E} = xE_x + (1-x)E_{1-x} \tag{3}$$
由此可得供给方的复制动态方程为

$$F(x) = x(1-x)[yz(A_1 + e_1 - q) + y(R_1 - e_1 + q) + z(q - e_1) + G_1 - C_1] \tag{4}$$

同理可得需求方和中介的复制动态方程分别为

$$F(y) = y(1-y)[xz(A_2 + e_2 - q) + x(R_2 - e_2 + q) + z(q - e_2) + G_2 - C_2] \tag{5}$$
$$F(z) = z(1-z)[xy(R_3 + A_3 + e_3 - q) + (x + y)(q - e_3) + G_3 - C_3] \tag{6}$$

联立 3 个复制动态方程可得中医药科技成果转化过程中供给方、需求方、中介三方的三维动力系统,如下:

$$F(x) = x(1-x)[yz(A_1+e_1-q) + y(R_1-e_1+q) + z(q-e_1) + G_1-C_1] \quad (7)$$

$$F(y) = y(1-y)[xz(A_2+e_2-q) + x(R_2-e_2+q) + z(q-e_2) + G_2-C_2] \quad (8)$$

$$F(z) = z(1-z)[xy(R_3+A_3+e_3-q) +$$

$$M = \begin{bmatrix} dF(x)/dx & dF(x)/dy & dF(x)/dz \\ dF(y)/dx & dF(y)/dy & dF(y)/dz \\ dF(z)/dx & dF(z)/dy & dF(z)/dz \end{bmatrix} =$$
$$\begin{bmatrix} (1-2x)[yz(A_1+e_1-q) + y(R_1-e_1+q) + z(q-e_1) + G_1-C_1] & x(1-x)[z(A_1+e_1-q) + R_1-e_1+q] & x(1-x)[y(A_1+e_1-q) + q-e_1] \\ y(1-y)[z(A_2+e_2-q) + R_2-e_2+q] & (1-2y)[xz(A_2+e_2-q) + x(R_2-e_2+q) + z(q-e_2) + G_2-C_2] & y(1-y)[x(A_2+e_2-q) + q-e_2] \\ z(1-z)[y(R_3+A_3+e_3-q) + q-e_3] & z(1-z)[x(R_3+A_3+e_3-q) + q-e_3] & (1-2z)[xy(R_3+A_3+e_3-q) + (x+y)(q-e_3) + G_3-C_3] \end{bmatrix} \quad (10)$$

将各个均衡点代入雅可比矩阵进行分析,结果见表 3。

由模型假设可知,罚金 q 大于博弈三方的背叛收益 $e_1、e_2、e_3$,否则局中人会自动选择背叛,而不承

$$(x+y)(q-e_3) + G_3 - C_3] \quad (9)$$

3 复制动态系统的演化稳定分析

令 3 组复制动态方程等于 0,可得均衡点 $E_1(0,0,0)、E_2(0,0,1)、E_3(0,1,0)、E_4(1,0,0)、E_5(0,1,1)、E_6(1,0,1)、E_7(1,1,0)、E_8(1,1,1)$ 共 8 个局部均衡点。运用雅可比矩阵判断复制动态系统均衡点的稳定性,分别对复制动态方程求 $x、y、z$ 的偏导数,得到该系统的雅可比矩阵:

担约定责任。同时,合作的成果转化收益 R 加上政府补助 G 需要大于成果转化成本 C ,否则局中人会自动选择不转化。由此可分析得各均衡点的情况下的稳定性。

表 3 均衡点稳定性分析结果

均衡点	特征值 $\gamma_1、\gamma_2、\gamma_3$	实部符号	稳定性分析
$(0,0,0)$	G_1-C_1	*	不确定,当 $G_1-C_1<0,G_2-C_2<0,G_3-C_3<0$ 同时成立时为 ESS
	G_2-C_2	*	
	G_3-C_3	*	
$(0,0,1)$	$q-e_1+G_1-C_1$	*	不确定,当 $q-e_1+G_1-C_1<0,q-e_2+G_2-C_2<0,C_3-G_3<0$ 同时成立时为 ESS
	$q-e_2+G_2-C_2$	*	
	C_3-G_3	*	
$(0,1,0)$	$R_1+q-e_1+G_1-C_1$	+	不稳定点
	C_2-G_2	*	
	$q-e_3+G_3-C_3$	*	
$(1,0,0)$	C_1-G_1	*	不稳定点
	$R_2+q-e_2+G_2-C_2$	+	
	$q-e_3+G_3-C_3$	*	
$(0,1,1)$	$A_1+R_1+q-e_1+G_1-C_1$	+	不稳定点
	$e_2-q-G_2+C_2$	*	
	$e_3-q-G_3+C_3$	*	
$(1,0,1)$	$e_1-q-G_1+C_1$	*	不确定,当 $e_1-q-G_1+C_1<0,A_2+q-e_2+G_2-C_2<0,e_3-q-G_3+C_3<0$ 同时成立时为 ESS
	$A_2+q-e_2+G_2-C_2$	*	
	$e_3-q-G_3+C_3$	*	
$(1,1,0)$	$e_1-q-R_1-G_1+C_1$	—	不稳定点
	$e_2-q-R_2-G_2+C_2$	—	
	$R_3+A_3+q-e_3+G_3-C_3$	+	
$(1,1,1)$	$e_1-q-A_1-R_1-G_1+C_1$	—	ESS,进化稳定策略
	$e_2-q-A_2-R_2-G_2+C_2$	—	
	$e_3-q-A_3-R_3-G_3+C_3$	—	

由表 3 可知,当成果转化的成本高于政府补贴,即 $G_1 - C_1 < 0, G_2 - C_2 < 0, G_3 - C_3 < 0$ 同时成立时,点 $(0, 0, 0)$ 和点 $(1, 1, 1)$ 为系统的两个演化稳定策略;当 $q - e_1 + G_1 - C_1 < 0, q - e_2 + G_2 - C_2 < 0, C_3 - G_3 < 0$ 同时成立时,点 $(0, 0, 1)$ 和点 $(1, 1, 1)$ 为系统的两个演化稳定策略;当 $e_1 - q - G_1 + C_1 < 0, A_2 + q - e_2 + G_2 - C_2 < 0, e_3 - q - G_3 + C_3 < 0$ 同时成立时,点 $(1, 0, 1)$ 和点 $(1, 1, 1)$ 为系统的两个演化稳定策略;在其他情况下,点 $(1, 1, 1)$ 为系统的唯一演化稳定策略。

4 仿真模拟分析

4.1 系统整体路径分析

根据复制动态系统和演化稳定策略的分析,对系统的初始状态进行赋值。

路径 1:成本转化的成本高于政府补贴。初始赋值满足 $G_1 = 2, G_2 = 3, G_3 = 1, R_1 = 10, R_2 = 8, R_3 = 4, A_1 = 2, A_2 = 3, A_3 = 1, C_1 = 5, C_2 = 4, C_3 = 2, e_1 = 1, e_2 = 1, e_3 = 1, q = 2$ 。

路径 2: $q - e_1 + G_1 - C_1 < 0, q - e_2 + G_2 - C_2 < 0, C_3 - G_3 < 0$ 同时成立。初始赋值满足 $G_1 = 2, G_2 = 2, G_3 = 3, R_1 = 12, R_2 = 10, R_3 = 8, A_1 = 2, A_2 = 3, A_3 = 1, C_1 = 7, C_2 = 6, C_3 = 1, e_1 = 1, e_2 = 1, e_3 = 1, q = 2$ 。

路径 3: $e_1 - q - G_1 + C_1 < 0, A_2 + q - e_2 + G_2 - C_2 < 0, e_3 - q - G_3 + C_3 < 0$ 同时成立。初始赋值满足 $G_1 = 5, G_2 = 2, G_3 = 4, R_1 = 12, R_2 = 10, R_3 = 8, A_1 = 2, A_2 = 3, A_3 = 1, C_1 = 2, C_2 = 9, C_3 = 1, e_1 = 1, e_2 = 2.5, e_3 = 1, q = 3$ 。

路径 4:其他条件。初始赋值满足 $G_1 = 6, G_2 = 5, G_3 = 3, R_1 = 12, R_2 = 10, R_3 = 6, A_1 = 2, A_2 = 3, A_3 = 1, C_1 = 5, C_2 = 4, C_3 = 2, e_1 = 2, e_2 = 3, e_3 = 1, q = 4$ 。

仿真参数赋值见表 4。

编写 MATLAB 程序,代入参数进行赋值,对博弈系统进行仿真模拟。模拟结果如图 2~图 5 所示。

由仿真的演化结果可知,在路径 1 情况下,系统的稳定均衡点 ESS 为 $(0, 0, 0)$ 和 $(1, 1, 1)$,即科技成果转化三方的稳定策略组合为{不合作,不合作,不介入}和{合作,合作,介入};在路径 2 情况下,系统的稳定均衡点 ESS 为 $(0, 0, 1)$ 和 $(1, 1, 1)$,即科技成果转化三方的稳定策略组合为{不合作,不合作,介入}和{合作,合作,介入};在路径 3 情况下,系统的稳定均衡点 ESS 为 $(1, 0, 1)$ 和 $(1, 1, 1)$,即科技成果

转化三方的稳定策略组合为{合作,不合作,介入}和{合作,合作,介入};在路径 4 情况下,系统的稳定均衡点 ESS 为 $(1, 1, 1)$,即科技成果转化三方的稳定策略组合为{合作,合作,介入}。

表 4 仿真参数赋值

参数	路径 1	路径 2	路径 3	路径 4
G_1	2	2	5	6
G_2	3	2	2	5
G_3	1	3	4	3
R_1	10	12	12	12
R_2	8	10	10	10
R_3	4	8	8	6
A_1	2	2	2	2
A_2	3	3	3	3
A_3	1	1	1	1
C_1	5	7	2	5
C_2	4	6	9	4
C_3	2	1	1	2
e_1	1	1	1	2
e_2	1	1	2.5	3
e_3	1	1	1	1
q	2	2	3	4

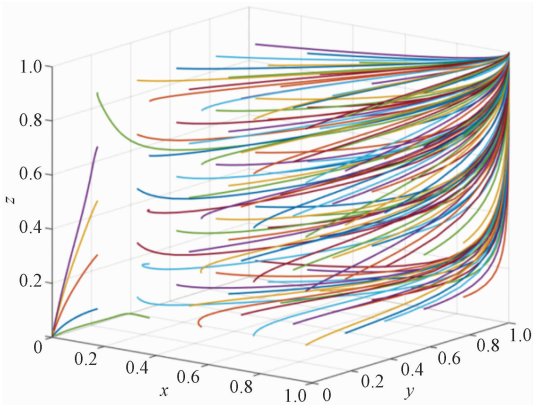


图 2 路径 1 仿真博弈演化结果

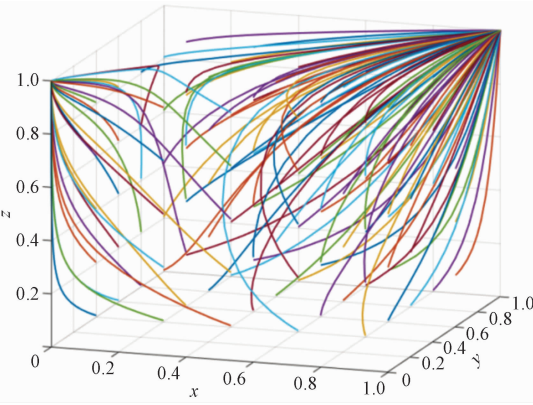


图 3 路径 2 仿真博弈演化结果

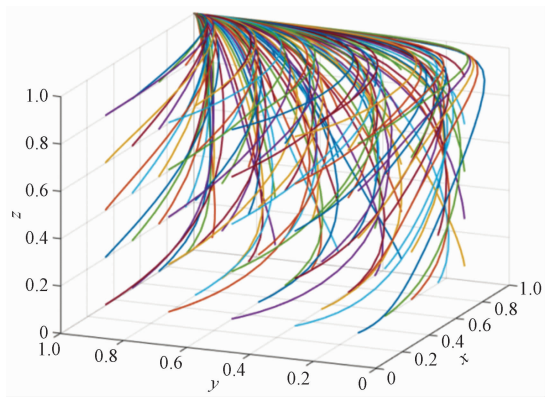


图 4 路径 3 仿真博弈演化结果

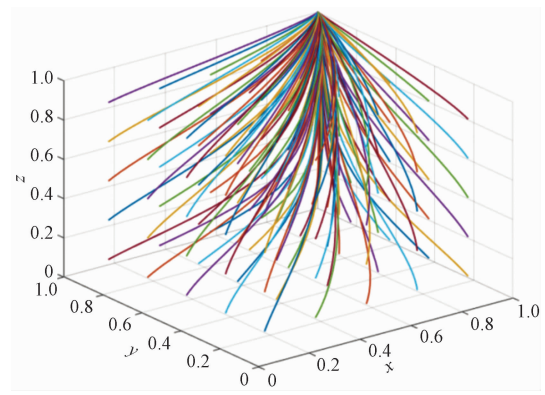


图 5 路径 4 仿真博弈演化结果

4.2 参数变化模拟分析

中医药科技成果转化三方博弈的演化结果有 3 种：①三方都完满履行合同和法律规定的义务，成功进行科技成果转化；②成果转化过程已经启动，但有一方或两方的背叛收益很大，使得这一方或这两方决定背叛合作伙伴，导致科技成果转化失败；③三方都不进行科技成果转化。

根据复制动态系统的演化稳定策略，系统最终趋向于哪个稳定状态的主要影响因素有背叛的收益 e 、政府的补贴 G 、科技成果转化的成本 C 。为了更进一步验证和分析各因素对中医药科技成果转化博弈策略的影响，运用 MATLAB，设定参数的基础数据为 $G_1=8, G_2=5, G_3=3, R_1=12, R_2=10, R_3=6, A_1=2, A_2=3, A_3=1, C_1=5, C_2=4, C_3=2, e_1=2, e_2=3, e_3=1, q=4$ ，模拟中医药科技成果转化供给方、需求方和中介三方的博弈策略。

4.2.1 背叛收益变化的影响

在前文中，为了分析三方的博弈策略，假设成果转化的背叛罚金 q 大于背叛收益 e 。但在现实中，由于风险和收益的不确定性，背叛罚金 q 与背叛

收益 e 的关系也不确定，故模拟在罚金 q 和其他条件不变的情况下，随着背叛收益 e 逐渐增加，三方的博弈策略选择如图 6 所示。由图 6 可知，在其他条件不变的情况下，随着背叛收益 e 的提高，科技成果供给方、需求方和中介三方会从合作和介入转变成不合作和不介入。

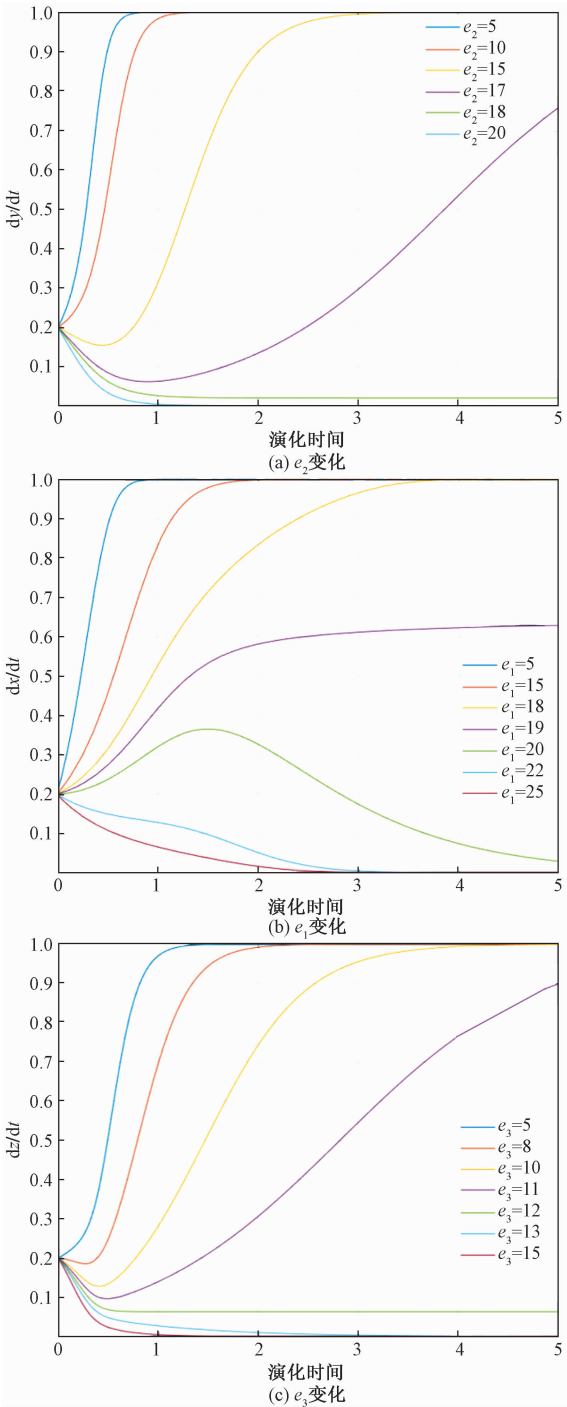


图 6 背叛收益变化的博弈策略

4.2.2 转化成本和政府扶持变化的影响

只有在转化收益和政府扶持大于转化成本时

才有利可图,博弈主体才会选择转化科技成果。首先,模拟在其他条件不变的情况下,随着转化成本 C 的增加,三方的博弈策略选择如图 7 所示。其次,模拟在其他条件不变的情况下,随着政府支持 G 的增加,三方的博弈策略选择如图 8 所示。

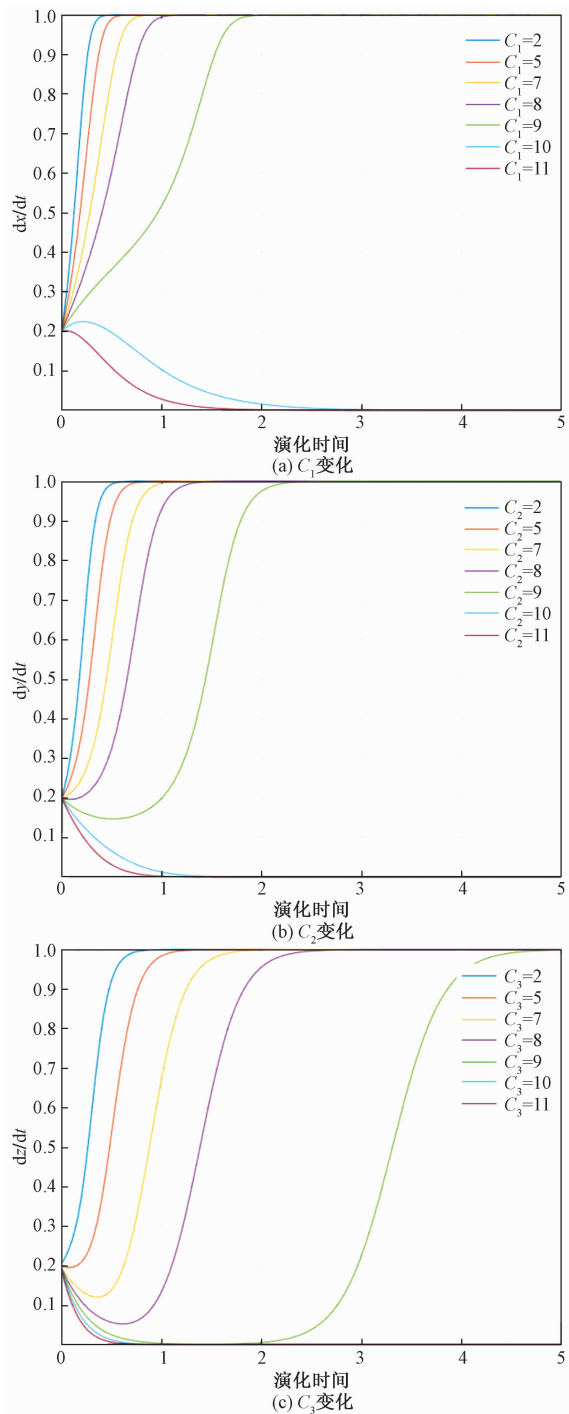


图 7 转化成本变化的博弈策略

由图可知,在其他条件不变的情况下,随着科技成果转化成本 C 的提高,科技成果转化供给方、需求方和中介三方会从合作和介入转变成不合作和不

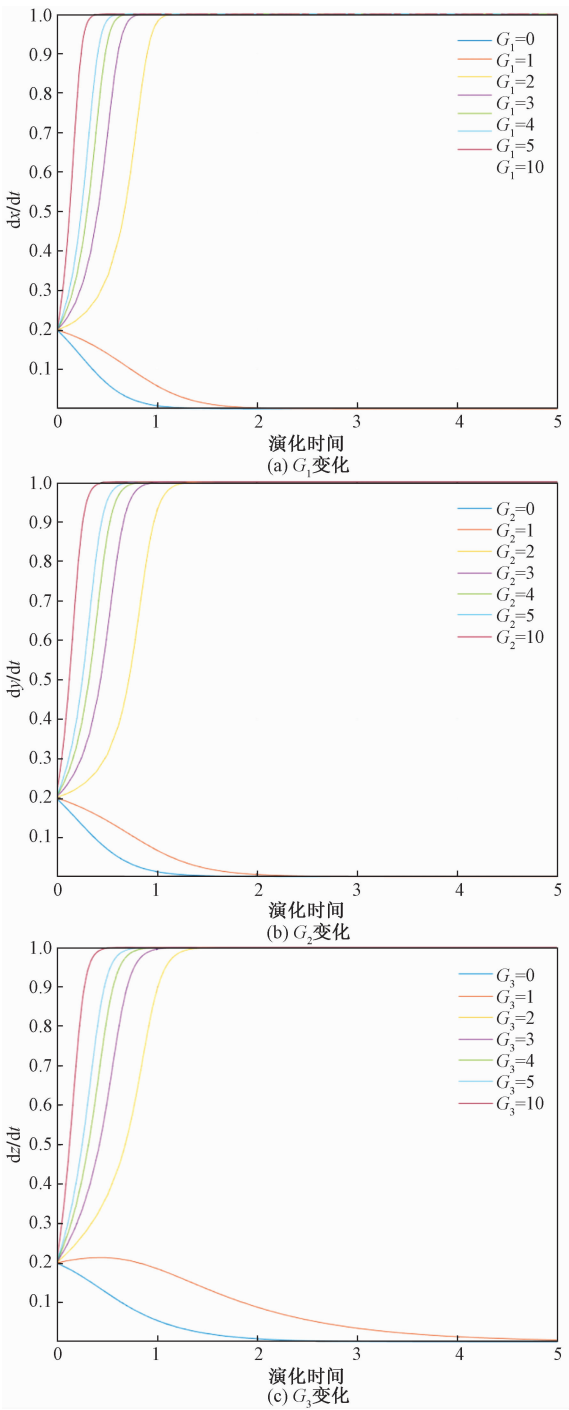


图 8 政府支持变化的博弈策略

介入;在其他条件不变的情况下,随着政府支持 G 的增加,科技成果转化供给方、需求方和中介三方会从合作和不介入转变成合作和介入。

5 结论

以科技中介在科技成果转化过程中的积极意义作为切入点,构建了中医药科技成果转化供给方、需求方、中介方的三方演化博弈模型,探讨在中医药科技成果转化过程中三方主体的策略模式选

择,得出不同情形下中医药科技成果转化的路径,并运用 MATLAB 对演化路径进行了仿真模拟,得到以下结论:

1)由于背叛收益、转化成本、政府支持的取值的不同,复制动态系统会呈现出4种可能的演化稳定策略组合:①{不合作,不合作,不介入}和{合作,合作,介入};②{不合作,不合作,介入}和{合作,合作,介入};③{合作,不合作,介入}和{合作,合作,介入};④{合作,合作,介入}。在这4种策略组合中,{合作,合作,介入}策略是最稳定的。

2)复制动态系统最终趋向于哪个稳定状态的主要因素有背叛的收益 e 、政府的补贴 G 、科技成果转化的成本 C 。随着背叛收益 e 和转化成本 C 的增加,三方主体会趋向于不合作和不介入;随着政府补贴的增加,三方主体会趋向于合作和介入。

进一步,根据中医药科技成果转化三方演化博弈的结果,为促进中医药科技成果转化提出如下建议:

1)建立合理、完善的科技成果转化奖惩制度,搭建科技成果转化的信用考核和评级机制,提高各主体的违约成本。通过政策和法律的约束,促进各主体依法、依合约承担转化责任,履行转化义务。在转化过程中,政府应承担起监管者的责任,对背叛合作关系、违约的主体进行有效惩罚,为营造良好和谐的转化合作环境提供保障。

2)发挥政府引导作用,强化政策扶持力度。政府的方针是科研和市场的风向标,政策的支持和扶持能有效帮助各主体的发展,推动科技成果转化进程。此外,政府应革新科技人才评价机制,积极打破传统“唯论文”的科研人才评价体系,激励实用型、发明型、市场型科研人才的科研创新。

3)建立健全的科技成果转化模式,背靠粤港澳大湾区中医药高地建设的资源,调动金融机构、法律机构等社会机构助力中医药科技成果转化,有效降低科技成果转化成本。为成果转化提供“后勤”支持,疏通成果转化认定难、筹资难等现实问题,为中医药科技成果转化提供强力保障。

4)充分发挥科技中介在科技成果转化过程的积极作用,重点培养技术经纪人等紧缺人才,完善我国科技中介管理制度。科技中介是连接、沟通科研机构和企业桥梁。政府应积极规范我国科技中介的经营和服务管理制度,培育一批专业、高效的技术经纪人,推动粤港澳大湾区中医药科技成果转化高效率运转。

5)集聚粤港澳三方的资源力量,借助粤港澳大湾区的医药创新研发与转化平台,促进粤港澳大湾区市场与中医药科技成果转化相对接,充分发挥粤港澳合作中医药科技产业园作用,集聚产业创新动能,加强供给方、需求方和中介三方合作,为推动粤港澳大湾区中医药科技成果高效率转化奠定坚实基础。

本文讨论了中医药成果转化过程中供给方、需求方、中介方的博弈策略选择模式,重点分析了背叛收益、转化成本、政府支持因素对博弈主体策略模式的影响。在未来,可进一步分析成果转化形式的选择,或是引入更多博弈主体(如政府、金融机构)进行多方博弈分析。

参考文献

- [1] 贾康,茅宁堂. 医药科技成果转化机制与影响因素探析:基于三螺旋视角[J]. 科技管理研究, 2020, 40(20): 148-154.
- [2] 中华人民共和国科学技术部.《2020 中医药研究发展报告》正式出版发行 [EB/OL]. http://www.most.gov.cn/kjbgz/202112/t20211222_178696.html.
- [3] 黄婉儀,王英娥. 2019 年中国中医药行业白皮书[R]. 头豹研究院, 2019.
- [4] 王艳翠,姚峥嵘. 中药专利保护的困境及出路:以知识产权制度的协作为契机[J]. 中国卫生法制, 2021, 29(5): 1-6.
- [5] 黄站梅,伍振峰,龚云峰. 中医药科研产业化的主要问题与解决思路[J]. 新经济导刊, 2021(3): 72-77.
- [6] 动脉网. 累计收益超 21 亿美元,斯坦福大学如何进行科研成果转化? [EB/OL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1712507384530407141&wfr=spider&for=pc>.
- [7] 中国技术交易所. 中国技术交易所有限公司公司简介[EB/OL]. <https://us.ctex.cn/article/aboutus/introduction/>.
- [8] 夏菲. 健全科技中介服务体系促进科技成果转化[J]. 科技创新与应用, 2021, 11(27): 187-190.
- [9] 莫璇. 广东高校科技成果转化中心陈耀军:做好成果转化中介服务 助力制造业转型升级[N]. 佛山日报, 2021-12-16(A03).
- [10] 陈俐,冯楚健,陈荣,等. 英国促进科技成果转移转化的经验借鉴:以国家技术创新中心和高校产学研创新体系为例[J]. 科技进步与对策, 2016, 33(15): 9-14.
- [11] 《粤港澳大湾区中医药高地建设方案(2020—2025 年)》发布:加快形成中医药高地建设新格局[R]. 北京:国家中医药管理局, 2020.
- [12] 陈泽云. 中医药业界热议“横琴方案”:粤港澳大湾区要抢抓机遇 将中医药产业由“大”做“强”[N]. 羊城晚报, 2021-09-14.
- [13] 于亚笛,杜永生,史楠楠,等. 关于推动中医药国际化工作高质量发展的思考[J]. 标准科学, 2021(6): 27-30.

[14] 张琳,贾敬敦,张木,等.海南重大新药创制成果转化战略选择与对策[J].海南大学学报(人文社会科学版),2021,39(5):127-137.

[15] 周丹丹,宋宝香,祝嫦娥,等.医药类高校科技成果转化管理机制对转化绩效的影响分析:以江苏省四所高校为例[J].中国卫生事业管理,2021,38(4):298-301.

[16] 袁敏,赵咏芳,许吉,等.双一流学科建设下的中医药大学专利运营与科技转化研究[J].中医药管理杂志,2020,28(5):3-8.

[17] 鲁瑞,付鲲.2013—2017年天津市中医药科技发展的情况分析[J].天津科技,2021,48(10):20-23.

[18] 胡梦超,殷新鑫,李磊,等.基于超效率DEA模型的中医药院校科技成果转化效率评价研究[J].中医药导报,2021,27(2):212-216.

Mode Selection of Scientific and Technological Achievements Transformation of Traditional Chinese Medicine in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area:

Based on the evolutionary game analysis of tripartite subjects

XU Qing¹, DENG Ziyao¹, HUANG Rui¹, ZHANG Wenlong¹, CHEN Chuangrong²

(1. School of Public Health and Management,Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine,Guangzhou 510006,China;
2. Science and Technology Department,Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine,Guangzhou 510006,China)

Abstract: In the context of the construction of the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area Traditional Chinese Medicine Highland, taking the active role of science and technology intermediaries in the transformation of scientific and technological achievements as the starting point, a tripartite evolutionary game model including the supply-side, demand-side and intermediary of the transformation of scientific and technological achievements of Chinese medicine is constructed, by analyzing the evolution and stability strategy of the model, and MATLAB is used to simulate the model. The results show that there are four possible combinations of evolutionary stability strategies for replicating dynamic systems, and betrayal revenue, transformation costs, and government support are the main factors affecting evolutionary stability strategies. The greater the profit of betrayal, the higher the conversion cost, and the smaller the government support, the game players tend to be non-cooperative and non-intervention. Finally, relevant suggestions to promote the transformation of scientific and technological achievements of Chinese medicine are put forward in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area.

Keywords: transformation of scientific and technological achievements;evolutionary game;traditional Chinese medicine;science and technology intermediary;tripartite game