

面向2035年沪澳协同建设世界一流职业技术教育

王亚航¹, 张向前²

(1. 上海应用技术大学世界重要人才中心和创新高地研究院, 上海 201418;

2. 上海应用技术大学人文学院, 上海 201418)

摘要: 沪澳职业教育生态系统的共生演化模式对建设技能型社会和实现中国式现代化具有十分重要的意义。研究构建沪澳职业教育生态系统两主体和三主体 Lotka-Volterra 模型,通过数值仿真模拟上海职业教育种群和澳门职业教育种群的共生模式,引入乡村产业种群以提高系统资源丰富性,探讨乡村产业种群的加入对沪澳职业教育生态系统演化的影响。结果表明,共生主体之间形成一体多循环共生网络,且演化最终结果由系统内各主体间的共生系数决定;互惠共生是最佳共生模式,寄生共生和偏利共生不是可持续的共生关系;互惠共生模式下,乡村产业种群的加入不仅能促进沪澳职业教育发展,还能加快乡村产业发展;地理邻近性是影响沪澳职业教育合作的重要因素之一,但非充分条件,合作主体之间的适配性更重要。最后,基于研究结论对沪澳协同建设世界一流职业技术教育提出建议。

关键词: 世界一流职业教育;乡村振兴;共生理论;上海;澳门

中图分类号: G719.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)14-0001-09

职业教育是国民教育体系和人力资源开发的重要组成部分,培养了大批高素质技能型人才,为促进就业和实现社会主义现代化远景目标做出重要贡献。党的十八大以来,我国政府高度重视职业教育的发展。2019年1月,国务院印发的《国家职业教育改革实施方案》指出,“职业教育与普通教育是两种不同的教育类型,具有同等重要地位”^[1]。党的二十大报告中强调“统筹职业教育、高等教育、继续教育协同创新”,迫切要坚持系统观念,推动职业教育高质量发展。国际上,越来越多的国家和地区开始重视职业教育的发展,纷纷出台相关政策。通过研究职业教育发展史可以发现职业教育发展出现了“集群”现象,单个教育主体通常不能够长远发展。谈及职业教育主体之间的合作,地理邻近性问题是一个不能避之的话题。虽然目前职业教育发展有尝试突破地理邻近性限制,促进跨区域职业教育合作的迹象,如欧盟职业教育和培训一体化和美国专门成立全国性的职业教育机构等,但是仍有大量研究认为地理邻近性是制约跨区域合作的因素。那么,在中国实现社会主义现代化的过程中,

职业教育主体之间跨区域合作如何进行?职业教育跨区域合作能否摆脱地理邻近性的束缚?以及职业教育集群在乡村振兴中能够发挥什么作用?因此,以上海和澳门为例,通过改进的 Lotka-Volterra 模型对沪澳协同共建世界一流职业技术教育的共生模式进行建模仿真和理论分析,同时加入乡村产业种群,构建上海职业教育种群、澳门职业教育种群和乡村产业种群三主体共生系统,探索“沪澳职业教育-乡村产业”共生系统的演化过程,打开该共生系统的“黑匣子”,具有十分重要的意义。

1 文献综述

“共生”这一概念来源于生物学,最早由德国生物学家德贝里(Anton de Bary)提出,随后被应用于社会诸多领域。一般来说,共生是指不同共生单元在特定共生环境以特定共生模式相处的现象^[2],其核心是多元化共生单元形成的共生关系^[3],其本质是共生单元之间在特定的共生模式下进行能量交换。共生理论包含共生单元、共生环境和共生模式三种要素。其中,共生单元又称共生主体,是共生系统中进行资源交换的基本单位。共生模式是指

收稿日期: 2024-03-19

基金项目: 国家“十三五”科技发展规划前期研究重大课题(2014DP2024);中国澳门特别行政区政府澳门基金会项目(G01540-2112-104);上海市2022年度“科技创新行动计划”软科学研究(22692112700)

作者简介: 王亚航(1999—),男,河北邯郸人,研究员,研究方向为人才与宏观经济战略;通信作者张向前(1976—),男,福建仙游人,博士,教授,博士研究生导师,院长,研究方向为人才与宏观经济战略研究。

共生单元之间进行能量、信息和物质交换的方式,包括偏利共生、互惠共生和寄生等模式。一般来说,级别更高的共生模式更有助于共生系统的演化^[4]。共生环境是指共生单元之间进行能量交换所依赖的外部条件,由共生单元以外所有因素总和构成,包括政治环境、文化环境 and 经济环境等^[5]。从共生理论视角来看,沪澳协同建设世界一流职业技术教育符合共生理论强调的多主体、合作共生等特点。首先,上海职业教育种群和澳门职业教育种群是两个共生单元;其次,两个共生单元可以在人才、技术和资金等方面进行合作,从而进行资源交换,形成相互依存、作用和适应的共生关系。另外,中国实现现代化离不开农村现代化,而实现农村现代化离不开职业教育。加强农村教育,积累农村人力资本能够促进农民增收已经成为学术界的共识^[6]。正如《中共中央国务院关于实施乡村振兴战略的意见》强调,实施乡村振兴战略,必须优先发展农村教育事业,必须把人力资本的开发放在首位。在职业教育和乡村产业共同演化的过程中,职业教育能够为农村提供人力资源、产业资源和文化资源等资源供给^[7],向农村注入源源不断的生机活力,为国家乡村振兴战略提供重要支撑^[8]。而职业教育在与农村合作过程中也能获得租金、地价和人力成本等方面的优势。因此,沪澳职业教育种群和乡村产业种群之间合作也可以用共生理论来解释。

地理邻近性对跨区域合作的影响一直是学界的研究热点^[9]。在之前的研究中,有的学者认为地理距离是影响跨区域合作的重要因素。例如,Marrocu 等^[10]认为地理邻近性能够使合作主体更容易面对面交流,不仅能够降低信息获取成本,还能够促进隐性知识有效传播;Drivas 和 Economidou^[11]认为地理邻近性能够使合作主体之间更加频繁的交流,从而减少信息的不对称性;吴卫红等^[12]认为地理邻近性减少了运输成本,从而提升要素的流动速率;刘凤朝和楠丁^[13]通过对生物技术行业的面板数据分析证实了地理邻近性能够提升企业的创新绩效。然而,地理邻近性并不是影响跨区域合作的唯一因素,还包括组织邻近性^[14-15]、认知邻近性^[16-17]、技术邻近性^[18-19]和社会邻近性^[20-21]等。目前,很多学者针对这些因素对合作主体之间的影响程度展开研究。例如,刘凤朝等^[22]认为关系邻近和制度邻近对跨区域合作具有促进作用,而地理邻近和技术邻近作用的效果存在阶段差异;夏丽娟等^[23]认为制度邻近对产学研协同创新的促进作用不显著,

技术邻近对产学研协同创新的影响呈倒 U 形。

综上所述,地理邻近性不是影响不同主体之间合作的唯一要素,数字经济时代背景下教育集群方式将会改变^[24]。因此,上海职业教育种群、澳门职业教育种群和农村产业种群均是独立的共生单元且能够在特定的共生环境下通过特定的共生模式进行物质、能量、信息的交换,满足共生三要素。但是较少研究关注职业教育机构之间以及职业教育机构和农村产业之间的互动关系。因此,本文研究沪澳职业教育种群两主体以及引入乡村产业种群后的三主体共生系统,运用共生理论、演化博弈论并通过数值模拟仿真来对该共生系统的共生演化过程展开研究。另外,地理邻近性作为影响跨区域合作的重要因素,而较少研究在构建共生模型时考虑这一因素。故本文通过改进 Lotka-Volterra 模型,通过共生视角研究地理邻近性因素对沪澳职业教育共生系统演化的影响。

2 沪澳职业教育生态系统两主体演化模型构建

2.1 沪澳职业教育生态系统两主体演化概念模型

沪澳职业教育生态系统中包含多个教育主体且教育主体之间在演化的过程中呈现出“共生”特征,即上海和澳门两个主体拥有各自的优势^[25],使得两主体以特定的共生模式进行物质、信息、能量交换。具体而言,上海职业教育种群拥有成熟的技术、知识等资源,可以向澳门职业教育种群输入价值;澳门具有与葡语国家关系紧密、亚洲人均 GDP 第一等特点,可以拓展上海职业教育国际交流领域和提供社会资金,促进上海职业教育种群聚集和发展。

2.2 基于 Lotka-Volterra 模型构建沪澳职业教育生态系统两主体演化模型

Lotka-Volterra 模型最早由阿弗雷德·洛特卡和维多·沃尔泰勒提出,是描述生态系统中多种群规模消长的经典模型。在沪澳职业教育生态系统中,各主体之间进行跨区域合作,形成类似于生物学中的共生关系,故本文通过改进 Lotka-Volterra 模型来研究沪澳职业教育生态系统中共生单元之间的共生关系、系统演化过程以及地理邻近性对该生态系统演化的影响。以沪澳职业教育生态系统中上海职业教育种群和澳门职业教育种群规模变化表示其成长演化过程,规模正向增长代表组织成长状态良好,获取和创造的价值大;反之则表明组织成长状态消极,获取和创造的价值小。基于此,

提出以下假设。

H1:沪澳职业教育生态系统由两个子系统组成,即上海职业教育子系统 A_i 和澳门职业教育子系统 B_j 。其中,上海职业教育子系统 A_i 包含 i 个职业教育机构($i=1,2,\dots,m$),澳门职业教育子系统 B_j 包含 j 个职业教育机构($j=1,2,\dots,n$),两子系统互相依存且相互独立。另外,两种群的组织规模不会无限制成长,均服从 Logistic 规律。

H2:沪澳职业教育生态系统各主体之间相互作用,且这种作用具有方向性。具体来说,两主体之间的共生系数决定了其共生关系,共生系数为正表示作用者对被作用者产生积极作用,促进被作用种群规模增长,反之则表示作用者对被作用者产生消极作用,阻碍被作用种群规模增长。

H3:当沪澳职业教育生态系统中某一种群的边际投入等于边际产出时,该种群规模停止生长,此时为种群最大规模。

根据上述假设并考虑地理邻近性因素影响,沪澳职业教育生态系统两主体共生演化 Lotka-Volterra模型如下:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = r_1 x_1 \left[1 - \frac{x_1}{M_1} + A_{12}(a_{12}, b_{12}) \frac{x_2}{M_2} \right] \\ \frac{dx_2}{dt} = r_2 x_2 \left[1 - \frac{x_2}{M_2} + A_{21}(a_{21}, b_{21}) \frac{x_1}{M_1} \right] \end{cases} \quad (1)$$

式中: x_1 和 x_2 分别为沪澳职业教育生态系统中上海职业教育和澳门职业教育两类教育主体的规模; $r_i > 0 (i=1,2)$ 为两种群规模的自然生长率; $M_i (i=1,2)$ 为在系统密度制约下种群 x_i 规模的最大值; $1 - x_i/M_i (i=1,2)$ 为 Logistic 系数,说明有限的系统资源会阻碍两种群规模增长; $A_{ij} (i \neq j, i=1,2, j=1,2)$ 是关于 a_{ij} 和 b_{ij} 的函数,表示主体 j 对主体 i 的共生作用系数; a_{ij} 为地理邻近性影响系数; b_{ij} 为除了地理邻近性的其他影响因素影响系数。

$A_{ij} (i \neq j, i=1,2, j=1,2)$ 取值代表着沪澳职业教育生态系统中上海职业教育种群和澳门职业教育种群的共生模式。当 $A_{12} = A_{21} = 0$ 时,上海职业教育种群和澳门职业教育种群任一种群的规模变化不会影响另一种群的规模,两共生单元相互独立; $A_{12} > 0, A_{21} = 0$ 或 $A_{12} = 0, A_{21} > 0$ 时,共生系数大于 0 的一方受益,共生系数为 0 的一方不受影响,两共生单元为偏利共生模式;当 $A_{12} A_{21} < 0$ 时,共生系数大于 0 的一方利益受益,另一方受损,两共生单元为寄生共生模式; $A_{12} > 0, A_{21} > 0$ 时,双方均获益,两共生单元为互惠共生模式。

3 沪澳职业教育生态系统两主体演化仿真分析

为了更好地研究地理邻近性在沪澳职业教育生态系统演化过程中的影响,假设 $A_{ij} = a_{ij} b_{ij}$, 即 Lotka-Volterra 模型如式(2)所示。同时假设上海职业教育种群和澳门职业教育种群规模的自然增长率分别为 $r_1 = 0.1, r_2 = 0.05$, 初始规模 $x_1(0) = x_2(0) = 100$, 种群密度制约下两主体独立发展的最大值 $M_1 = M_2 = 800$, 演化周期 $t = 600$ 。接下来对不同共生模式下的沪澳职业教育生态系统演化结果进行分析。

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = r_1 x_1 \left(1 - \frac{x_1}{M_1} + a_{12} b_{12} \frac{x_2}{M_2} \right) \\ \frac{dx_2}{dt} = r_2 x_2 \left(1 - \frac{x_2}{M_2} + a_{21} b_{21} \frac{x_1}{M_1} \right) \end{cases} \quad (2)$$

3.1 沪澳职业教育生态系统两主体寄生模式

如图 1 所示,当澳门职业教育种群对上海职业教育种群的共生系数 $A_{12} = 0.2 (a_{12} = 0.5, b_{12} = 0.4)$, $A_{21} = -0.3 (a_{21} = 0.5, b_{21} = -0.6)$, 此时沪澳职业教育生态系统两主体为寄生模式。即上海和澳门职业教育合作的过程中,上海职业教育种群在自身发展过程中借助澳门职业教育种群的供给资源使最终演化规模超过其独立发展时的最大规模;而澳门职业教育种群则因上海职业教育种群对其资源的消耗使得最终演化规模低于独立发展时能够达到的最大规模。

3.2 沪澳职业教育生态系统两主体偏利共生模式

图 2 描述了沪澳职业教育生态系统中上海职业教育种群和澳门职业教育种群的偏利共生模式。在图 2(a)中,澳门职业教育种群对上海职业教育种群的共生系数 $A_{12} = 0.2 (a_{12} = 0.5, b_{12} = 0.4)$;上海职业教育种群对澳门职业教育种群的共生系数 $A_{21} = 0$ 。说明在此时的沪澳职业教育生态中,澳门

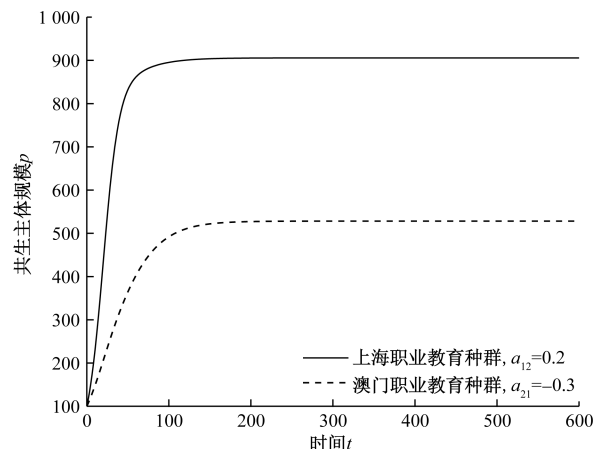
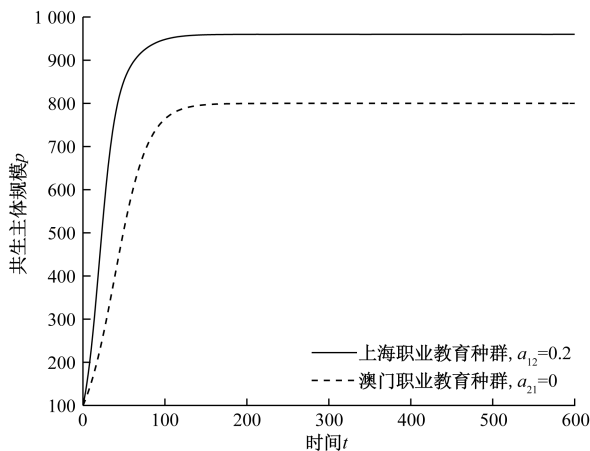


图 1 沪澳职业教育两主体寄生模式

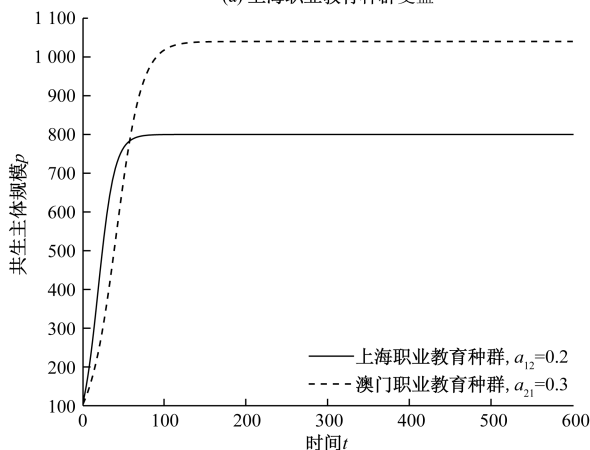
职业教育种群对上海职业教育种群具有促进作用,而上海职业教育种群对澳门职业教育种群没有影响,这就导致了上海职业教育种群演化最终规模超过其独立发展时的最大规模,而澳门职业教育种群演化最终规模与其独立发展时的最大规模相同。图2(b)则恰好相反,此时 $A_{12}=0, A_{21}=0.3(a_{21}=0.5, b_{21}=0.6)$,上海职业教育种群的发展不受澳门职业教育种群的影响,但对澳门职业教育种群的规模扩大具有正向促进作用,最终导致澳门职业教育种群最终规模因受益于上海职业教育种群而超过其独立发展时的最大规模,而上海职业教育种群的最终规模与其独立发展时的最大规模一致。

3.3 沪澳职业教育生态系统两主体互惠共生模式

图3描述的是沪澳职业教育生态系统两主体互惠共生的演化过程,此时共生系数均为正,即 $A_{12}=0.2(a_{12}=0.5, b_{12}=0.4), A_{21}=0.3(a_{21}=0.5, b_{21}=0.6)$ 。由图3可知,上海职业教育种群与澳门职业教育种群两主体演化的最终规模均大于其各自独立发展时能够达到的最大规模,也均大于两主体在



(a) 上海职业教育种群受益



(b) 澳门职业教育种群受益

图2 沪澳职业教育种群受益

寄生模式和偏利共生模式下能够达到的最大规模。这是因为上海职业教育种群和澳门职业教育种群在发展过程中均能够为对方提供资源,进行物质、信息和能量的交换,从而促进双方共同发展。

综上,沪澳职业教育生态系统由上海职业教育种群和澳门职业教育种群共同演化而成。在该系统中,上海职业教育种群和澳门职业教育种群两主体之间不同的共生系数决定了不同的共生关系,共生关系进而影响两主体演化的最终规模。其中寄生共生模式反映了上海职业教育种群对外部资源过度依赖的问题,偏利共生模式反映了上海职业教育种群和澳门职业教育种群之间协同不力问题,而互惠共生模式则能够促进沪澳职业教育种群两主体共同发展,为最佳模式。所以,沪澳职业教育在合作的过程中应尽量避免寄生共生模式和偏利共生模式,建立互惠共生的共生模式。

3.4 地理邻近性研究

为了更好地研究地理邻近性对沪澳职业教育生态系统演化的影响,本文对沪苏职业教育生态系统演化进行研究。在该系统中,假设上海职业教育种群和苏州职业教育种群在合作中不受地理邻近性的影响,即地理邻近性影响系数 $a_{ij}=1$,而互惠共生模式下除地理邻近性外的其他影响系数均相同,即 $b_{13}=0.4, b_{31}=0.6$ 。同时假设其他条件相同,即上海职业教育种群和苏州职业教育种群规模的自然增长率分别为 $r_1=0.1, r_3=0.05$,初始规模 $x_1(0)=x_3(0)=100$,种群密度制约下两主体独立发展的最大值 $M_1=M_3=800$,演化周期 $t=600$ 。沪苏职业教育生态系统不同共生模式下的演化结果如图4所示。另外,为了研究沪澳职业教育生态系统演化过程中地理邻近性以外其他因素的影响,假设

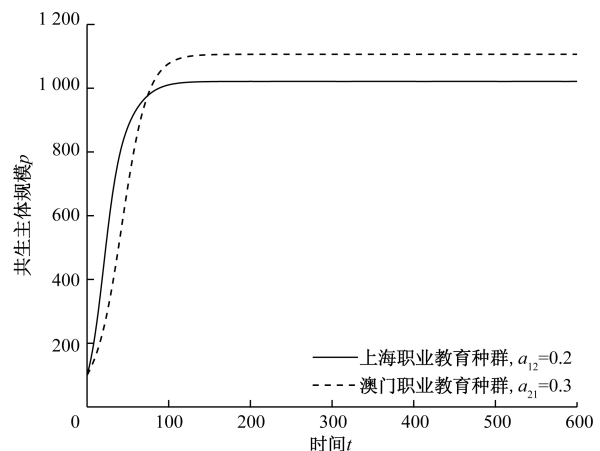


图3 沪澳职业教育两主体互惠共生模式

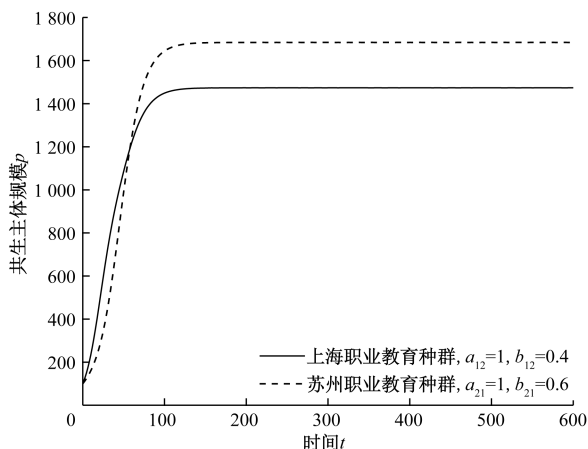


图4 沪苏职业教育两主体互惠共生模式

沪澳职业教育种群之间的合作更加深入,沪澳职业教育种群间的共生系数大于沪苏之间的共生系数, $b_{12}=1.2, b_{21}=1.6$,而其他假设不变,即 $a_{12}=a_{21}=0.5, r_1=0.1, r_3=0.05, M_1=M_3=800, x_1(0)=x_3(0)=100, t=600$,最终演化结果如图5所示。

从图3和图4的演化结果来看,在其他条件均相同的情况下,没有地理邻近性限制的海上职业教育种群和苏州职业教育种群演化的最终规模分别大于有地理邻近性限制的海上职业教育种群和澳门职业教育种群演化的最终规模。这说明,在其他条件均相同的情况下,地理邻近性因素的确会限制种群的发展,但并不意味着可以因地理邻近性限制而否定沪澳职业教育合作的意义,因为即使在地理邻近性的限制下,上海职业教育种群和澳门职业教育种群演化最终规模均大于其独立发展所能达到的最大规模。另外,由图5可知,地理邻近性外以其他因素的改变也会改变共生主体的最终演化规模,再次证明了地理邻近性是跨区

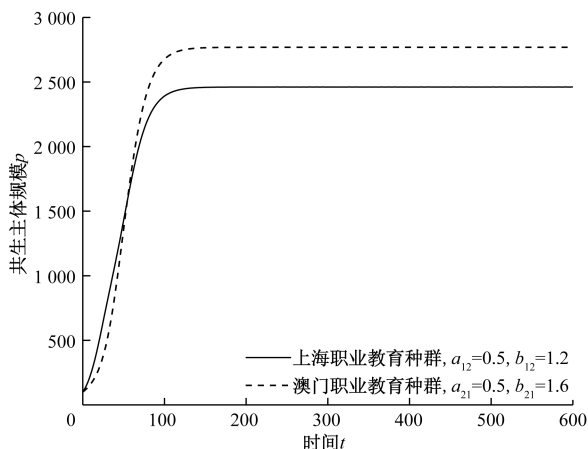


图5 升级后的沪澳职业教育两主体互惠共生模式

域合作的重要因素之一,而非充分条件。由图4和图5对比可以发现,由于地理邻近性外其他因素的影响,地理邻近性限制下的上海职业教育种群和澳门职业教育种群演化的最终规模分别大于没有地理邻近性限制下的上海职业教育种群和苏州职业教育种群演化的最终规模。这说明除了地理邻近性,合作主体之间的适配度也十分重要。在跨区域合作中,要努力寻找并建立合作主体之间的联系,提高其他因素的影响系数,从而弥补地理邻近性因素带来的影响。

4 沪澳职业教育—乡村产业生态系统三主体演化模型构建与分析

沪澳职业教育生态系统内上海职业教育种群和澳门职业教育种群之间的共生关系实际上是两主体之间通过吸收系统内的共享资源来促进自身的发展。那么,资源丰富性可能会直接影响生态系统演化的最终结果。为了提高系统内共享资源的丰富性,将乡村产业种群加入沪澳职业教育生态系统中,最终形成由沪澳职业教育和乡村产业三主体组成的生态系统,概念模型如图6所示。

在该系统中,各参与种群具备不同的功能属性,上海职业教育种群、澳门职业教育种群和乡村产业种群均对彼此发挥着至关重要的作用。首先,乡村产业是促进乡村振兴的根本所在。职业教育可以向乡村投入知识、技术、人才等资源,全面提高乡村产业工人素质,推动乡村产业发展;其次,职业教育机构可以在乡村进行产业教学,不仅能够让农民在“生产中学习,学习中生产”,还能够获得租金、地价和人力成本等方面的优势。由于沪澳职业教育—乡村产业生态系统各主体成长过程仍服从Logistic成长规律,且该生态系统内三主体演化的本质仍为两主体互惠共生问题,故根据权宏顺^[26]关于三维 Lotka-Volterra 合作系统的

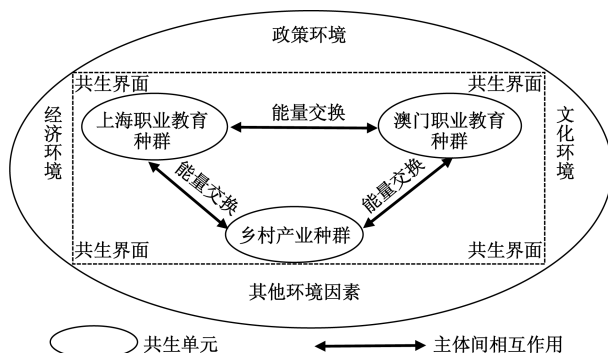


图6 共生视角下沪澳职业教育-乡村产业生态系统三主体演化概念模型

研究,得出以下模型:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = r_1 x_1 \left(1 - \frac{x_1}{M_1} + A_{12} \frac{x_2}{M_2} + A_{13} \frac{x_3}{M_3}\right) \\ \frac{dx_2}{dt} = r_2 x_2 \left(1 - \frac{x_2}{M_2} + A_{21} \frac{x_1}{M_1} + A_{23} \frac{x_3}{M_3}\right) \\ \frac{dx_3}{dt} = r_3 x_3 \left(1 - \frac{x_3}{M_3} + A_{31} \frac{x_1}{M_1} + A_{32} \frac{x_2}{M_2}\right) \end{cases} \quad (3)$$

式中: r_3 为乡村产业种群规模的自然增长率; M_3 为独立发展时乡村产业主 x_3 规模最大值; $1-x_3/M_3$ 为Logistic系数,意味着有限的系统资源会对乡村产业种群规模增长呈阻碍作用; A_{ij} ($i \neq j; i=1,2,3; j=1,2,3$)为主体 j 对主体 i 的共生作用系数。

5 沪澳职业教育-乡村产业生态系统三主体演化仿真分析

为了更好地揭示沪澳职业教育-乡村产业生态系统三主体演化模式,本节对该生态系统三主体共生演化过程进行仿真分析。由于上文中已证明上海职业教育种群和澳门职业教育种群最佳共生模式为互惠共生模式,故下文将研究上海职业教育种群和澳门职业教育种群两主体(下文简称两主体)在互惠共生模式下加入乡村产业种群的三主体演化过程。即保持上海职业教育种群和澳门职业教育种群两主体互惠共生时的基础模型参数设置不变,并假设乡村产业种群在种群密度制约下规模最大值 $M_3=800$,乡村产业种群规模的自然增长率 $r_3=0.05$ 。如表1和图7~图10所示。

5.1 乡村产业种群与两主体寄生模式下三主体共生演化仿真

本小节研究上海职业教育种群和澳门职业教育种群互惠共生时,加入的乡村产业种群与两主体形成寄生共生关系对沪澳职业教育生态系统的影响。此时,乡村产业种群对上海职业教育种群和澳门职业教育种群的共生作用系数均等于0,其余作用系数均大于0,具体数值如表1所示,具体演化过程如图7所示。通过图7与图3的对比分析可以发

现,乡村产业种群的加入并与两主体形成寄生共生关系并未对两主体最终的规模产生影响。但在两主体的影响下,乡村产业种群的最终演化规模大于其独立演化所能够达到的最大规模,这说明两主体

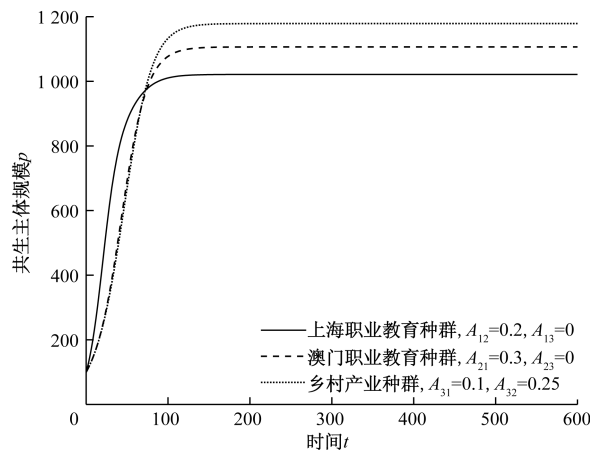


图7 沪苏职业教育-乡村产业三主体寄生共生模式

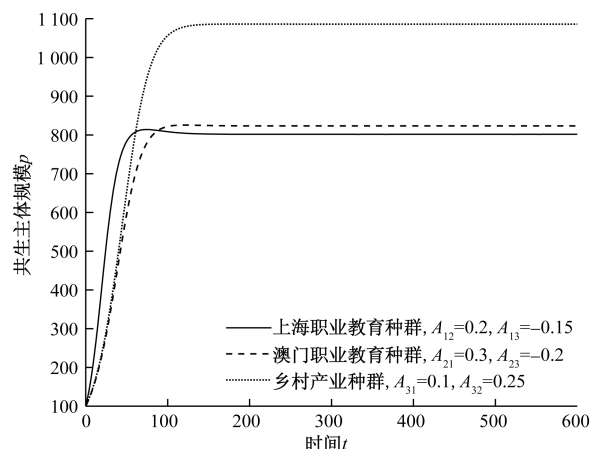


图8 沪澳职业教育-乡村产业三主体偏利共生模式 (乡村产业受益)

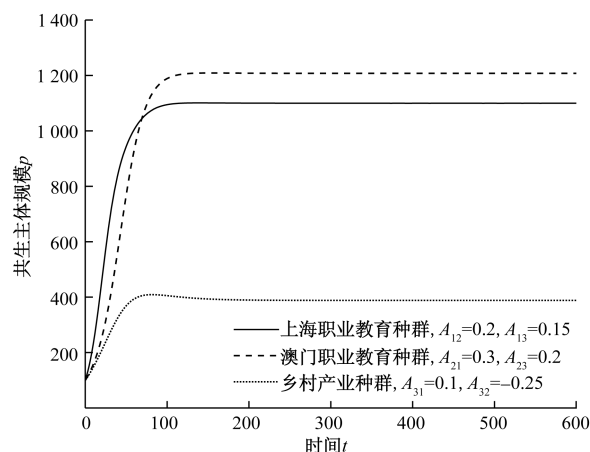


图9 沪澳职业教育-乡村产业三主体偏共生模式 (沪澳职业教育受益)

表1 两主体在互惠共生模式下与乡村产业种群三主体共生模式

乡村产业种群和沪澳职业教育种群	共生系数					
	A_{12}	A_{13}	A_{21}	A_{23}	A_{31}	A_{32}
寄生共生	0.2	0	0.3	0	0.1	0.25
偏利共生(乡村产业种群受益)	0.2	-0.15	0.3	-0.2	0.1	0.25
偏利共生(沪澳职业教育种群受益)	0.2	0.15	0.3	0.2	-0.1	-0.25
互惠共生	0.2	0.15	0.3	0.2	0.1	0.25

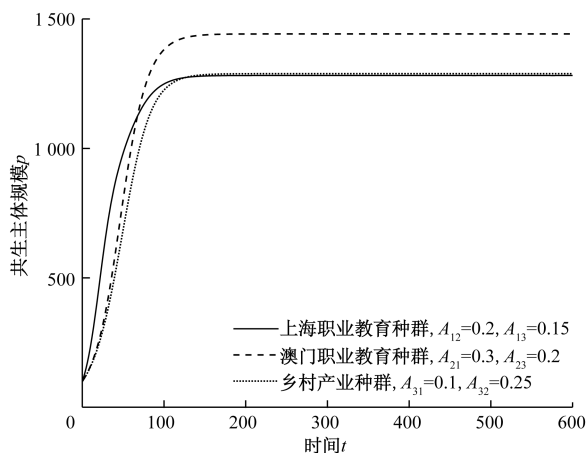


图 10 沪澳职业教育—乡村产业三主体互惠共生模式

向乡村产业种群输入的资源对该种群的规模增长起到了一定的促进作用。

5.2 乡村产业种群与两主体偏利共生模式下三主体共生演化仿真

接下来研究上海职业教育种群和澳门职业教育种群互惠共生时,加入的乡村产业种群与两主体形成偏利共生关系对沪澳职业教育生态系统的影响。此时分为两种情况,即乡村产业种群受益和沪澳职业教育种群受益。当乡村产业种群受益时,乡村产业种群对两主体之间的共生作用系数均小于 0,其他共生作用系数均大于 0,具体作用系数值如表 1 所示,具体演化过程如图 8 所示。通过图 8 与图 3 的对比分析可以发现,乡村产业种群的加入对两主体的演化规模产生了副作用,使两主体最终演化规模均小于乡村产业种群加入前其各自能够达到的最大规模。但对于乡村产业种群来说,加入沪澳职业教育生态系统对其自身演化规模产生了促进作用,使其最终演化规模大于其独立演化所能达到的最大演化规模。但值得注意的是,当将图 8 与图 7 进行对比分析时可以发现,在其他条件不变时,乡村产业种群对两主体的共生作用系数由 0 变为小于 0 是一件损人不利己的事情,不仅对两主体的演化规模产生了负向影响,还减小了乡村产业种群的最终演化规模。这说明,在共生视角下,系统内某主体限制其他主体演化不仅会对其他主体产生负向促进作用,还会缩小其自身的最终演化规模。当沪澳职业教育种群受益时,此时两主体对乡村产业种群的共生作用系数为负,其他共生作用系数均为正,具体共生系数值如表 1 所示,具体演化过程如图 9 所示。通过图 9 与图 3 的对比分析可以发现,乡村产业种群加入后在一定上提升了两主体的最终

演化规模,但对乡村产业种群来说是一种损害,最终演化规模只达到了其独立演化规模的一半,因此可能存在不可持续发展的隐患,即乡村产业在加入沪澳职业教育生态系统前经过慎重考虑后选择不加入或加入后发现无利可图后选择退出系统。

5.3 乡村产业种群与两主体互惠共生模式下三主体共生演化仿真

最后研究上海职业教育种群和澳门职业教育种群互惠共生时,加入的乡村产业种群与两主体形成互惠共生关系对沪澳职业教育生态系统的影响。此时,所有共生作用系数均大于 0,具体共生系数值如表 1 所示,具体演化过程如图 10 所示。通过图 10 与图 3 对比分析可以发现,乡村产业种群的加入促进了两主体的规模增长,同时,在图 9 与图 10 中,虽然两主体的最终演化规模均得到一定程度的提高,但显然图 10 中两主体规模增长更加显著。另外,乡村产业种群在加入沪澳职业教育生态系统后对其自身也产生了积极影响,其最终演化规模大于其独立演化规模,同时通过对图 7、图 8、和图 10 的对比可以发现,图 10 中的乡村产业种群规模同样增长得更加显著。这说明,在共生视角下,系统内主体向系统输送资源不仅能够对其他主体演化产生正向促进作用,还能扩大其自身的最终演化规模。

综上,乡村产业种群加入沪澳职业教育生态系统后对两主体以及对乡村产业种群产生何种影响仍取决于共生系数的组合情况,即各主体之间的共生关系。其中,偏利共生是不可持续发展的共生关系,在该共生关系下,利益受损一方必然会选择退出生态系统。寄生共生关系与偏利共生关系相比更优,因为在该共生关系下,系统内的主体能够在自身利益不受损的情况下对其他主体产生促进作用,但仍存在协同不力问题。毫无疑问,三主体互惠共生仍然是整个系统演化的最佳模式,此时系统之间各主体相互作用、资源共享,使其资源聚集的优势得到充分发挥,从而使各主体之间互利互惠,进而实现系统可持续发展。

6 结论与启示

基于共生理论视角,本文构建了上海职业教育种群和澳门职业教育种群两主体共生演化基准模型,并用 MATLAB2022b 软件进行模拟仿真,打开了沪澳职业教育生态系统的共生模式“黑匣子”。由于沪澳职业教育合作为跨区域合作,故通过改进 Lotka-Volterra 模型将地理邻近性因素考虑在内,运用共生理论来证明地理邻近性不是区域合作的

充分条件,沪澳职业教育合作是可行的。随后探究乡村产业与沪澳职业教育之间的相互影响,将乡村产业种群加入沪澳职业教育生态系统中,形成沪澳职业教育—乡村产业生态系统,运用数值仿真模拟三主体共生模式,探究乡村产业种群加入后对沪澳职业教育系统的影响机制以及三主体系统的演化路径。

本文研究结论主要有:①上海职业教育种群、澳门职业教育种群以及乡村产业种群等共生单元在沪澳职业教育-乡村产业生态系统特定的共生环境下形成特定的共生关系来推动系统演化,并且演化的最终结果由系统内各主体间的共生系数决定;②互惠共生是最佳共生模式。无论是两主体还是加入乡村产业种群后的三主体之间的寄生共生和偏利共生表明各主体之间存在过度依赖和资源不协调问题,难以实现真正意义上的互惠共生。③互惠共生模式下,乡村产业种群的加入不仅能够促进沪澳职业教育发展,还能够加快乡村产业发展,推动乡村振兴。④地理邻近性是影响沪澳职业教育合作的重要因素之一,但非充分条件,合作主体之间的适配性更重要。首先,地理邻近性只改变演化结果的量,即共生系数的大小,而不能改变演化结果的质,即共生系数的正负。结果就是沪澳职业教育互惠共生时虽然会受到地理邻近性的影响,但是两主体最终演化规模仍然大于其各自独立演化是所能达到的最大规模。其次,地理邻近性外的其他因素也会影响最终演化结果,更适配的合作主体之间进行跨区域合作的效果可能会好于非适配合作主体之间的邻近合作。

基于以上结论,对沪澳协同建设世界一流职业技术教育提出以下建议:一是营造上海职业教育种群和澳门职业教育种群之间良好的共生关系,提高共生系数。首先要发挥上海职业教育种群和澳门职业教育种群两主体各自的优势与劣势,进行资源互补;其次要营造良好沪澳合作的环境,助力互惠共生的沪澳职业教育生态系统的形成。二是加强与乡村产业的合作。探索沪澳职业教育两种群与乡村产业之间的合作方式并加强合作,通过三主体之间的资源共享促进职业教育与乡村产业的发展。三是培养沪澳职业教育生态系统的主体多样性。除了乡村产业种群,沪澳职业教育生态系统还应持续发展新主体,丰富生态系统的种群多样性。值得注意的是,在发展新主体时应更多考虑主体之间的适配性,而非地理邻近性。四是加强与国际一流职

业教育的跨区域合作。将优质且适配的国际职业教育种群引入沪澳职业教育生态系统中,推动中国和国际职业教育共同发展。

本文的贡献在于:①基于共生视角证明了地理邻近性并非主体之间合作的充分条件,适配主体之间进行跨区域合作产生的效果可能好于非适配主体之间的邻近合作,为上海职业教育、澳门职业教育以及乡村产业等主体之间进行跨区域合作提供理论支持,提升跨区域合作自信;②运用共生理论并通过数值仿真来揭示沪澳职业教育生态系统以及沪澳职业教育-乡村产业生态系统是如何演化的,为上海职业教育、澳门职业教育和乡村产业之间的合作提供理论指导,促进沪澳一流职业教育发展,助力乡村振兴。

参考文献

- [1] 李鹏,石伟平.中国职业教育类型化改革的政策理想与行动路径——《国家职业教育改革实施方案》的内容分析与实施展望[J]. 高校教育管理, 2020, 14(1): 106-114.
- [2] 吴泓,顾朝林.基于共生理论的区域旅游竞合研究——以淮海经济区为例[J]. 经济地理, 2004(1): 104-109.
- [3] SORENSEN E, TORFING J. Enhancing collaborative innovation in the public sector[J]. Administration & Society, 2011, 43(8): 842-868.
- [4] 张兵,邹一琴,蒋惠凤.共生视角下的地方本科院校产业学院建设[J]. 高等工程教育研究, 2021(4): 125-132.
- [5] 宁连举,刘经涛,肖玉贤,等.数字创新生态系统共生模式研究[J]. 科学学研究, 2022, 40(8): 1481-1494.
- [6] 骆永民,樊丽明.中国农村人力资本增收效应的空间特征[J]. 管理世界, 2014(9): 58-76.
- [7] 朱成晨.农村职业教育发展的共生逻辑:结构与形态[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2022, 40(7): 58-68.
- [8] 朱成晨,闫广芬,朱德全.乡村建设与农村教育:职业教育精准扶贫融合模式与乡村振兴战略[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2019, 37(2): 127-135.
- [9] D'ESTE P, GUY F, IAMMARINO S. Shaping the formation of university-industry research collaborations: what type of proximity does really matter? [J]. Journal of Economic Geography, 2013, 13(4): 537-558.
- [10] MARROCU E, PACI R, USAI S. Proximity, networking and knowledge production in Europe: what lessons for innovation policy? [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2013, 80(8): 1484-1498.
- [11] DRIVAS K, ECONOMIDOU C. Is geographic nearness important for trading ideas? Evidence from the US[J]. The Journal of Technology Transfer, 2015, 40: 629-662.
- [12] 吴卫红,冯兴奎,张爱美,等.跨区域协同创新系统绩效测度与优化研究[J]. 科研管理, 2022, 43(7): 29-36.

- [13] 刘凤朝, 楠丁. 地理邻近对企业创新绩效的影响[J]. 科学学研究, 2018, 36(9): 1708-1715.
- [14] BALLAND P A, BOSCHMA R, FRENKEN K. Proximity and innovation: from statics to dynamics[J]. Regional Studies, 2015, 49(6): 907-920.
- [15] 刘晓燕, 李金鹏, 单晓红, 等. 多维邻近性对集成电路产业专利技术交易的影响[J]. 科学学研究, 2020, 38(5): 834-842.
- [16] OMOBHUDE C, CHEN S H. The roles and measurements of proximity in sustained technology development: a literature review[J]. Sustainability, 2019, 11(1): 224.
- [17] 张洁瑶. 创业企业多维邻近性对协同创新关系影响研究[J]. 科研管理, 2018, 39(9): 78-85.
- [18] 杨博旭, 王玉荣, 李兴光. 多维邻近与合作创新[J]. 科学学研究, 2019, 37(1): 154-164.
- [19] NOONAN L, O'LEARY E, DORAN J. The impact of institutional proximity, cognitive proximity and agglomeration economies on firm-level productivity[J]. Journal of Economic Studies, 2020, 48(2): 257-274.
- [20] 苏屹, 郭家兴, 王文静. 多维邻近性下新能源合作创新网络演化研究[J]. 科研管理, 2021, 42(8): 67-74.
- [21] CAO Z, DERUDDER B, PENG Z. Interaction between different forms of proximity in inter - organizational scientific collaboration: the case of medical sciences research network in the Yangtze River Delta region[J]. Papers in Regional Science, 2019, 98(5): 1903-1924.
- [22] 刘凤朝, 闫菲菲, 马荣康, 等. 多维邻近与跨区域研发合作模式[J]. 科学学研究, 2020, 38(6): 1038-1047.
- [23] 夏丽娟, 谢富纪, 王海花. 制度邻近、技术邻近与产学研协同创新绩效——基于产学研联合专利数据的研究[J]. 科学学研究, 2017, 35(5): 782-791.
- [24] 王亚航, 张向前. 沪澳协同建设世界一流大学面临的挑战与对策[J]. 科技管理研究, 2023, 43(16): 115-124.
- [25] 刘小芳, 李露露, 王亚航, 等. 跨区域合作: 沪澳共建青年科技创新人才协同培养机制研究[J]. 科技和产业, 2023, 23(23): 164-171.
- [26] 权宏顺. 3 维 Lotka-Volterra 合作系统的全局稳定性[J]. 应用数学, 1991(1): 53-57.

Shanghai-Macau Collaborative Research on Building World-class Vocational and Technical Education for 2035

WANG Yahang¹, ZHANG Xiangqian²

(1. World's Major Talent Center and Innovation Highland Institute, Shanghai 201418, China;

2. School of Humanities, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 201418, China)

Abstract: The symbiotic evolutionary model of Shanghai-Macau vocational education ecosystem is of great importance for building a skill-based society and achieving Chinese-style modernization. A two-and three-subject Lotka-Volterra model of Shanghai-Macau vocational education ecosystem was constructed, the symbiotic pattern of Shanghai vocational education population and Macau vocational education population through numerical simulation were simulated, rural industry population was introduced to improve the resource richness of the system, and the impact of the addition of rural industry population on the evolution of Shanghai-Macau vocational education ecosystem was explored. The results show that the symbiotic subjects form a multi-loop symbiotic network, and the final outcome of the evolution is determined by the symbiosis coefficient of each subject in the system. Reciprocal symbiosis is the best symbiosis model, parasitic symbiosis and biased symbiosis are not sustainable symbiotic relationships. Under the reciprocal symbiosis model, the addition of rural industry populations not only promotes the evolution of Shanghai-Macau vocational education system, but also improves the resource richness. Under the reciprocal symbiosis model, the joining of rural industrial populations not only promotes the development of Shanghai-Macau vocational education, but also accelerates the development of rural industries. Geographical proximity is one of the important factors affecting Shanghai-Macau vocational education cooperation, but it is not a sufficient condition, and the suitability between cooperative subjects is more important. Finally, based on the findings of the study, policy recommendations are proposed for the Shanghai-Macau collaboration in building world class vocational and technical education.

Keywords: world-class vocational education vocational education; rural revitalization; symbiosis theory; Shanghai; Macau