

DOI: 10.13317/j.cnki.jdskxb.2021.53

教育生态学视域下的在线教育发展

——基于共生经济视角的机理解释和对策建议

蒋惠凤, 刘益平, 张 兵

摘 要:在线教育生态系统是在线教育发展一定阶段,教育要素日益丰富,种群多样性充分发展,系统内外部环境不断优化,运行机制趋于成熟后结成的共同体结构。教育生态学视域下的在线教育从生态学视角出发,以共生理论为基础构建种群间共生演化动力模型,研究不同共生模式下核心企业种群与卫星企业种群间的共生演化规律。研究表明:种群间的共生演化均衡态取决于共生系数和环境资源约束。种群间共生关系目前大多处于寄生共生模式和偏利共生模式,互惠共生模式是最佳模式。因此,有关部门应重视优化在线教育生态环境,保持种群多样化发展,保障生态系统教育和商业效能目标的实现。

关键词:在线教育;生态系统;共生演化;Lotka-Volterra 模型

基金项目:江苏高校哲学社会科学研究重大项目(2021SJZDA032);中国高等教育学会“产教融合研究”专项课题(21CJZD02);江苏省高等学校教育技术研究会高校教育信息化研究课题(2021JSETKT036)

作者简介:蒋惠凤,常州工学院经济与管理学院副教授,南京航空航天大学博士研究生,从事教育生态系统管理研究;刘益平,南京航空航天大学教授、博士生导师,从事创业教育教学研究;张兵,常州工学院电气信息工程学院教授,工学博士,从事教学管理研究。

中图分类号: G431

文章编号: 1671-6604(2021)05-0114-11

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



一、问题提出与文献综述

受新冠肺炎疫情影响,线上授课和学习逐渐开展,“在线教育”成为2020年社会生活、组织决策和科学研究中的“热词”。从20世纪90年代网校的出现发展至今,在线教育规模迅速扩张,据中国互联网络信息中心统计,2020年3月在线教育用户达到4.23亿,较2019年6月增长了82%。在线教育的发展得益于现代信息技术和互联网的发展。教育生态系统作为一个复杂系统,在更具不确定性的现代社会,如何实现参与者之间更深层次的融合,创造出超越自身价值的共生价值,促进系统良性演化成为当前研究的核心内容。

生态系统原是自然学科术语, Moore 首次提出了“商业生态系统(Business Ecosystem)”概念, 商业生态系统是以商业世界的组织和个人等有机体相互作用构成的经济联合体, 并进一步阐述了商业生态系统的动态性及共生性^①。在线教育是指依托云计算、大数据挖掘、多媒体等信息技术, 以互联网为载体, 来进行学习与教学的教育形式^②, 在线教育发展具有商业生态系统特征^③。学者们应用生态系统理论主要研究了在线教育生态系统^④和在线开放课程生态系统^⑤。新冠肺炎疫情期间的大规模在线教学加速在线教育生态系统成果的涌现, 学界关注的重点也逐步转向教育生态系统内多样化的种群以及信息技术与教育的深度融合。范国睿认为应建构基于智能技术的智慧教育生态系统, 建构线上教育与线下教育融合、学校—社会—家庭多元互动的社会化教育生态系统^⑥。卢晓中和王胜兰认为信息技术不再是外在于教育场域的器具, 而是逐步渗透到教育教学全方位, 内嵌于教育主体、教育活动、教育环境、教育内容之中, 融入教育生态^⑦。当信息技术与教育深度融合, “信息技术与人、教育”才能形成一个稳定的生态系统。

通过梳理文献发现, 在线教育生态系统兼具教育生态系统和商业生态系统特征, 现有文献主要从静态角度对在线教育生态系统的概念、构成要素和特征进行研究, 而在教育向“互联网+”发展转型的背景下, 在线教育研究更需要考虑与促进其发展的生态环境、多样化种群等诸要素有序发展与良好互动协作的动态研究。我们需要考虑到三个层面的问题: 在线教育企业现在处在什么样的生态系统里? 发展程度如何? 目前所处的生态系统, 是否能满足其教育和商业效能的目标? 基于此, 本文以共生理论为指导, 构建在线教育生态系统种群共生理论模型和数理模型, 通过理论分析和数值仿真研究在线教育生态系统种群间的共生演化均衡态、均衡条件和共生模式。本文贡献主要体现在全面诠释在线教育生态系统种群间共生演化关系和过程, 判断其对生态系统价值提升和效能实现的影响, 有助于决策者根据种群关系制定策略, 推动在线教育生态系统多种群协同发展。

二、在线教育生态系统共生理论模型

“共生”一词最早由生物学家 Anton de Bary 在 1879 年提出。在我国, 袁纯清

① MOORE J F, CURRY S R. The death of competition[J]. Fortune, 1996(7): 142.

② 中国互联网络信息中心. 第 45 次中国互联网络发展状况统计报告[EB/OL]. (2020-04-27) [2020-12-04]. http://www.cac.gov.cn/2020-04/27/c_1589535470378587.htm.

③ 李恒. 在线教育生态系统及其演化路径研究[J]. 中国远程教育, 2017(1): 62-70.

④ BHAGAT K, WU L, CHANG C Y. Development and validation of the perception of students towards online learning (POSTOL)[J]. Educational technology & society, 2016(19): 350-359.

⑤ 李伟, 谷世乾, 颜海波, 等. 教育生态学视域下我国在线开放课程的可持续发展路径研究[J]. 现代教育技术, 2020(8): 41-48.

⑥ 范国睿. 后大流行时代的教育生态重建[J]. 复旦教育论坛, 2020(4): 12-28.

⑦ 卢晓中, 王胜兰. 我国教育信息化发展的历史审思与未来路向——从教育信息化与教育现代化关系的角度[J]. 江苏高教, 2019(12): 1-8.

首次从经济学角度较为系统地表述了共生理论^①。基于共生理论,本文结合实际构建在线教育生态系统共生理论模型,共生要素包括共生单元、共生模式和共生环境,理论模型如图1所示。

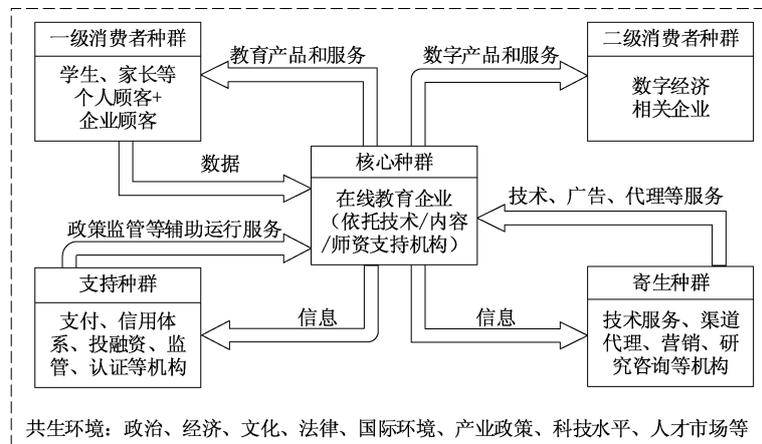


图1 在线教育生态系统共生理论模型

1. 共生单元:构成共生体或共生关系的基本能量生产和交换单位。在线教育企业通过构建一个多边群体合作共生系统,将从事或参与在线教育活动的企业、组织机构和个人聚集在以互联网为合作和竞争平台的系统内,构成共生单元。其中,在线教育企业提供各类教学服务,创造系统的教育核心价值,是系统内核心种群。核心种群吸引多条价值链在系统内交织并向外辐射,各辐射点连接非核心种群,这些多样化种群凝聚在核心企业周边呈现卫星式分布状态,统称为卫星种群^②。

核心种群包括 B2B2C 在线教育平台、B2C 网校和知识付费平台等在内的在线教育企业,依托技术、内容、师资支持,一方面提供在线教育产品和服务,另一方面将顾客消费过程中产生的交易数据、基本信息和行为数据进行存储、加工和处理形成有用信息为自己所用,或者传输给卫星种群,或者通过创新实现次级生产,产出数字产品和服务,提供给二级消费者,实现价值增值。

卫星种群分别提供异质性资源并在相互竞合中共同成长,包括购买在线教育产品和服务的一级消费者,购买数字产品和服务的二级消费者,为在线教育产品和服务提供推广的广告营销、渠道代理服务寄生种群,以及维护在线教育生态系统正常运行的支付、信用、投融资、监管服务等支持种群。在核心业务和衍生业务驱动下,经过各方有机协同形成“技术+数据”双引擎的在线教育生态系统。

① 袁纯清. 共生理论及其对小型经济的应用研究:上[J]. 改革,1998(2):101-105.

② 孟方琳,田增瑞,姚歆. 基于 Lotka-Volterra 模型的数字经济生态系统运行机理与演化发展研究[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版),2020(2):63-71.

2. 共生模式:共生单元相互作用的方式或相结合的形式。共生模式也即共生关系,根据共生行为的差异,可将共生关系分为寄生、偏利共生、互惠共生三种模式^①。在线教育生态系统的共生机制表现为核心企业种群和卫星企业种群共生,其共生关系取决于种群的生长阶段和种群在生态系统中的功能。核心企业种群与不同卫星企业种群间的共生模式并不相同,核心企业种群与同一类卫星企业种群间的共生模式在不同发展阶段可能会因为共生环境、种群间共生行为的改变而改变。在寄生共生模式下,系统内种群一方的增长依存于另一方,一方获利,另一方遭受损失,表现为获利一方得到增长,遭受损失一方规模下降。在偏利共生模式下,系统内种群均从共生中获利,但一方收支相抵,规模不变,另一方获利,获得增长。在互惠共生模式下,双方均获益,表现为双方增长的最大规模均超过独立发展时的最大规模。

3. 共生环境:共生单元以外所有因素的总和构成共生环境。在线教育生态系统所处的环境是驱动其演化发展的重要因素。第一,政策环境。2019年中共中央、国务院印发了《中国教育现代化2035》,提出的十大战略任务之一就是加快信息化时代教育变革。中共中央办公厅、国务院办公厅《加快推进教育现代化实施方案(2018—2022年)》也提出以信息化手段服务教育教学全过程,加快推进智慧教育创新发展,构建“互联网+教育”支持服务平台。党的十九届四中全会提出,“发挥网络教育和人工智能优势,创新教育和学习方式”,为在线教育发展指明了新方向。第二,技术环境。技术创新为在线教育生态系统的演化提供了技术支撑。在线教育从最初的互联网渠道,到现在的教学场景网络重现,离不开互联网技术的发展和 innovation。“互联网+”作为数字化教育生态体系重构的基础和创新要素,为构建教育新生态体系提供了理论给养和外部支撑^②。其他科技进步,如大数据、云计算、智能硬件和管理软件的发展等,革新了在线教育的服务能力。

三、在线教育生态系统种群共生模型

共生是共生单元之间在一定共生环境中按某种共生模式形成的关系。研究在线教育生态系统共生即研究在线教育企业核心种群与系统内其他卫星企业种群的共生关系,因此本研究引入 Lotka-Volterra 模型分析种群间的共生关系。

(一) 在线教育生态系统种群共生演化模型

Lotka-Volterra 模型(种间竞争模型)描述了同时存在于生态系统中的多个种群间的动态竞合共栖增长态势,奠定了种间竞争关系的理论基础,被引入用于经济管理领域种群间竞合共生关系的研究。借鉴 Lotka-Volterra 模型,本文构建在线

^① 袁纯清. 共生理论及对小型经济的应用研究:上[M]. 改革,1998(2):101-105.

^② 许欢,张诗亚,罗江华. 国内高校在线课程建设理念演化——兼论“互联网+教育”生态体系构建[J]. 现代远程教育研究,2018(3):59-65.

教育生态系统共生演化模型,如式(1)所示。

$$\begin{cases} F_1[t, y_1(t)] = \frac{dy_1(t)}{dt} = \alpha_1 \left(1 - \frac{y_1}{N_1^*} + r_{21} \frac{y_2}{N_2^*} \right) y_1, & y_1(t_0) = y_{10} \\ F_2[t, y_2(t)] = \frac{dy_2(t)}{dt} = \alpha_2 \left(1 - \frac{y_2}{N_2^*} + r_{12} \frac{y_1}{N_1^*} \right) y_2, & y_2(t_0) = y_{20} \end{cases} \quad (1)$$

假设将在线教育系统内的生态主体划分为两类,分别为核心企业种群和卫星企业种群,该两个种群处于生态链的不同位置,发挥着不同的作用,核心企业种群与各卫星企业种群间形成不同的共生关系。 $y_i(t) (i=1, 2)$ 表示两大种群 t 时刻种群的数量, t_0 时刻的种群数量为 y_{i0} ,种群总体增长率可表示为 $\frac{dy_i(t)}{dt}$; α_i 表示种群在没有外部限制条件下的最大增长速率; N_i^* 表示最大增长规模。在 Lotka-Volterra 模型中,在线教育生态系统种群间并非独立发展,而是不同种群间存在竞合共生关系,每一类种群的增长不仅受自身规模的影响,也与其他种群的增长相关,引入 $r_{ij} (i, j=1, 2; i \neq j)$,表示核心企业种群与卫星企业种群间的共生关系系数, r_{21} 表示核心企业种群与其他种群竞合与共生受到影响的系数, r_{12} 表示核心企业种群对其他种群的影响系数。 r_{ij} 的不同取值,代表核心企业种群与卫星企业种群之间的不同共生关系。具体取值与对应的共生关系整理如表 1 所示。

表 1 共生系数与共生模式关系

共生系数	共生模式	描述
$r_{12} = 0$ 且 $r_{21} = 0$	不存在共生关系	系统内种群独立发展,互不影响
$r_{12} < 0$ 且 $r_{21} < 0$	不存在共生关系	系统内种群相互竞争,不存在共生
$r_{12} > 0$ 且 $r_{21} < 0$; $r_{12} < 0$ 且 $r_{21} > 0$	寄生共生模式	系统内种群一方的增长依存于另一方,一方获利,另一方遭受损失
$r_{12} = 0$ 且 $r_{21} > 0$; $r_{12} > 0$ 且 $r_{21} = 0$	偏利共生模式	系统内种群均从共生中获利,但一方收支相抵,另一方获利
$r_{12} > 0$ 且 $r_{21} > 0$	互惠共生模式	当系数相等时,种群从共生中获得均等利益;当系数不等时,种群从共生中获得不等利益

(二) 在线教育生态系统种群共生关系的稳定性分析

在线教育生态系统演化过程中,共生机制不断吸引异质性种群进入、发展和演化,但是受到资源与环境等的约束,总体增长率为 0 时,种群达到最大产出时的均衡点。令 $\frac{dy_1(t)}{dt} = \frac{dy_2(t)}{dt} = 0$,求得 4 个均衡解,分别为 $E_1(0, 0)$ 、 $E_2(N_1^*, 0)$ 、 $E_3(0, N_2^*)$ 和 $E_4\left[\frac{N_1^*(r_{21}+1)}{1-r_{12}r_{21}}, \frac{N_2^*(r_{12}+1)}{1-r_{12}r_{21}}\right]$ 。

式(1)是微分方程描绘的群体动态系统,Friedman 提出其平衡点的稳定性可通过分析雅可比矩阵的局部稳定性而获得。结果整理如表 2 所示。

表 2 雅克比矩阵的行列式和迹的表达式

均衡点	行列式 detJ	迹 trJ	稳定条件	可能的共生模式
$E_1(0, 0)$	$\alpha_1 \alpha_2$	$\alpha_1 + \alpha_2$	不稳定	—
$E_2(N_1^*, 0)$	$-\alpha_1 \alpha_2 (1 + r_{12})$	$-\alpha_1 + \alpha_2 (1 + r_{12})$	$r_{12} < -1$	寄生共生模式
$E_3(0, N_2^*)$	$-\alpha_1 \alpha_2 (1 + r_{21})$	$-\alpha_2 + \alpha_1 (1 + r_{21})$	$r_{21} < -1$	寄生共生模式
$E_4\left[\frac{N_1^* (r_{21} + 1)}{1 - r_{12} r_{21}}, \frac{N_2^* (r_{12} + 1)}{1 - r_{12} r_{21}}\right]$	$\frac{\alpha_1 \alpha_2 (1 - r_{21})(1 - r_{12})}{1 - r_{12} r_{21}}$	$\frac{\alpha_1 (1 - r_{21}) + \alpha_2 (1 - r_{12})}{1 - r_{12} r_{21}}$	$r_{12} < 1,$ $r_{21} < 1$	寄生共生模式、 偏利共生模式、 互惠共生模式

表 2 表明当核心企业种群对其他种群的影响系数 $r_{12} < -1$ 时,即在线教育企业的发展对其他卫星企业种群的发展起到了阻滞效应,侵占其他卫星企业种群的资源,此时若 $r_{21} > 0$,其他卫星企业种群的增长不仅受自身种群规模的影响,也与共生单元核心企业的种群规模相关,通过不断的侵占,最终达到的均衡使核心企业种群达到最大规模,而其他卫星企业种群趋于消亡,若 $r_{21} < 0$,则不存在共生关系,而是竞争共存。当核心企业种群与其他种群竞合与共生受到影响的系数 $r_{21} < -1$ 时,则可能是其他卫星企业种群的增长侵占了核心企业种群的增长资源,最终的均衡是核心企业种群消亡。当 $r_{12} < 1$ 且 $r_{21} < 1$ 时,核心企业种群和其他卫星企业种群间的共生关系可能是寄生共生、偏利共生和互惠共生模式,此时的均衡点除了受到共生系数的影响外,也受到种群最大增长规模的影响。综上所述,共生单元在在线教育生态系统中的分工与合作可能会创造新的价值,促进共生关系的演化,扩大和提升在线教育生态系统规模和运行效率,也可能会导致种群数量的减少。

四、在线教育生态系统种群共生演化分析

本文采用 Runge-Kutta 算法对共生模型进行仿真,进一步探讨 r_{ij} 在不同取值条件下,核心企业种群与卫星企业种群之间是如何相互作用、演化共生的。假设两类共生单元在资源和环境允许情况下的最大成长规模 $N_1^* = N_2^* = 500$,迭代周期 t 设为 300,仿真结果如图 2—6 所示。

1. 独立共存模式。当核心企业种群与卫星企业种群间的共生度为 0 时,各种群间无共生效应,各自独立发展,最终达到独立发展时的最大规模。从下页图 2 的仿真模型中可以看出,两类共生单元按照自身的增长速度发展,随着时间推移演化达到或接近最大规模 500 个单元。

在线教育生态系统中,各种群间交互作用,在线教育企业作为核心种群提供教育或数字服务、产品给消费者种群,消费者种群反馈信息给核心种群,支持种群提供支付、信用、监管服务等促进核心种群发展,寄生种群依托核心种群拓展自身业务,因此不同种群间存在或多或少的关联,独立共存模式几乎不存在。

2. 竞争共存模式。基于商业生态系统理论,未来企业的竞争不再局限于个体

之间的竞争,而是商业生态系统之间的比赛,若干个企业级在线教育生态系统构成整个在线教育企业生态系统,每个企业级在线教育生态系统之间存在相互竞争,图 3 描述了这类恶性竞争模式,不存在共生关系,两个种群之间的影响系数均小于 0,分别为-0.3 和-0.2,最终企业种群 1 消耗了企业种群 2 的大量资源,得以生存,而企业种群 2 率先消亡。

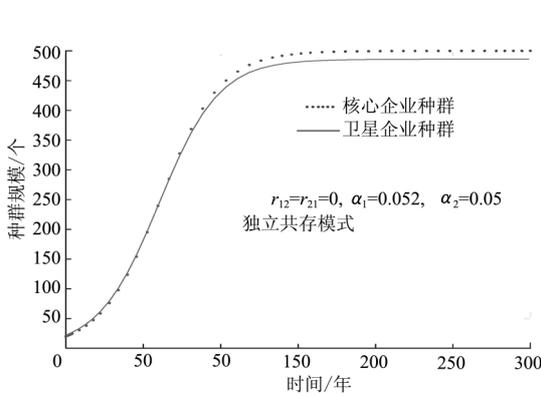


图 2 独立共存模式

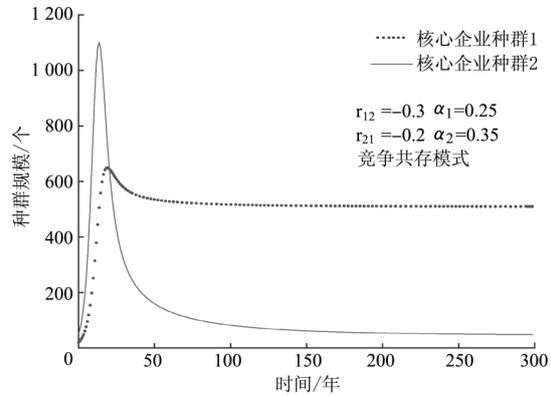


图 3 竞争共存模式

若在线教育企业之间具有很强的同质化特点,这类竞争共存模式就会存在。目前,无论是学科培训,还是素质培训,同质化竞争都普遍存在。同质化竞争导致企业必须加大营销投入,扩大市场占有率。在这种情况下,不少企业并不重视提高教育质量,往往把更多的精力和经费用在营销上,不利于行业的发展。

3. 寄生共生模式。寄生共生模式存在 3 类均衡点:当 $0 < r_{21} < 1$ 且 $r_{12} < -1$ 时,均衡点为 $E_2(N_1^*, 0)$;当 $0 < r_{12} < 1$ 且 $r_{21} < -1$ 时,均衡点为 $E_3(0, N_2^*)$;当 $-1 < r_{12} < 0$ 且 $0 < r_{12} < 1$ 时,或 $-1 < r_{12} < 0$ 且 $0 < r_{21} < 1$ 时,均衡点为 $E_4\left[\frac{N_1^*(r_{21}+1)}{1-r_{12}r_{21}}, \frac{N_2^*(r_{12}+1)}{1-r_{12}r_{21}}\right]$ 。下页图 4 描述了均衡点为 $E_4\left[\frac{N_1^*(r_{21}+1)}{1-r_{12}r_{21}}, \frac{N_2^*(r_{12}+1)}{1-r_{12}r_{21}}\right]$ 的一种仿真结果,在该模式中种群间的共生系数为-0.8 和 0.2。图 4 中卫星企业种群资源被核心企业种群所消耗,最终稳定规模小于最大规模 500 个,核心企业种群获益于卫星企业种群,最终稳定规模高于独立发展时的最大规模 500 个。在线教育生态系统发展初期,在线教育支持种群对在线教育企业产生正向共生效应,而支持种群暂时无法获得对等的回报,产生负的共生效应。

我国在线教育企业目前处于快速成长期,核心教学过程仍在线下,在线教育生态系统处于发展初期,寄生共生模式是目前在线教育生态系统中最为常见的一种共生模式。由于在线教育系统处于形成初期,还未积累大量数据,本文主要通过数据分析的方法研究寄生共生模式。视源股份为我国教育市场典型的硬件供应商,旗下希沃是教育信息化应用工具提供商,分析其投入产出可以看出,总体上投入增长率(研发投入和销售费用)高于产出增长率(营业收入),说明从增长的角度来看,

其对教育市场的投入还未获得对等的回报,详见表 3。

表 3 教育市场典型硬件供应商投入产出分析

时间	研发投入		销售费用		营业收入	
	绝对数(亿元)	增长率(%)	绝对数(亿元)	增长率(%)	绝对数(亿元)	增长率(%)
2016	3.2	42.2	3.8	20.8	30.4	—
2017	4.9	56.2	5.0	33.7	41.7	62.17
2018	7.9	59.5	8.0	59.3	56.8	36.02
2019	10.0	27.1	10.8	35.18	61.4	8.25

注: ① 公司交互智能平板产品主要应用于教育市场,营业收入只包括公司交互智能平板产品的销售收入;

② 数据来源于视源股份 2016—2019 年年报,表 3 绝对数是四舍五入的结果,增长率是原值计算的结果。

4. 偏利共生模式。偏利共生模式下种群间的共生系数一个为 0,另一个大于 0,均衡点为 $E_4 \left[\frac{N_1^* (r_{21} + 1)}{1 - r_{12} r_{21}}, \frac{N_2^* (r_{12} + 1)}{1 - r_{12} r_{21}} \right]$ 。图 5 描述了偏利共生模式的一种仿真结果,其中 $r_{21} = 0$,卫星企业种群按照独立发展时的增长速度发展到最大规模 500 个单位,达到均衡, $r_{12} = 0.2$,核心企业种群的发展对卫星企业种群产生有利影响,使得卫星企业种群最终稳定规模大于最大规模,稳定在 600 个单位。在线教育生态系统中,核心企业种群和寄生种群间存在偏利共生关系。如在线教育企业支付各项宣传广告费用给销售企业,同时销售企业为在线教育企业带来客户,产生营收,若刚好弥补了在线教育的广告投入,则在线教育企业的发展与独立发展时相同,而销售企业增加了在线教育相关业务,使其规模得到扩张。

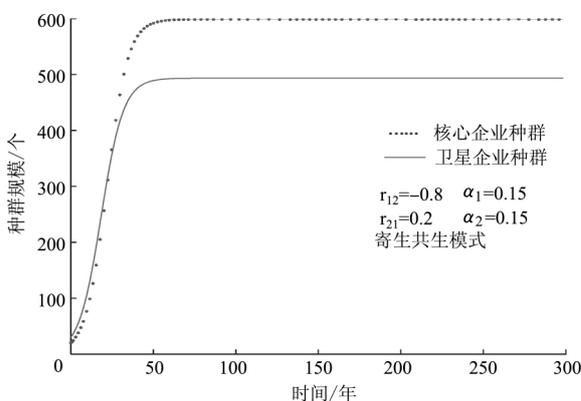


图 4 寄生共生模式

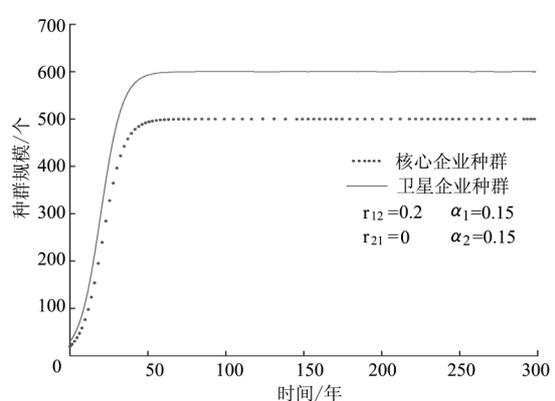


图 5 偏利共生模式

5. 互惠共生模式。互惠共生模式下,共生系数均大于 0。下页图 6 演示了互惠共生模式的一种仿真结果,此时 $r_{12} = 2.8, r_{21} = 0.4$,属于非对称的互惠共生,核心企业种群和卫星企业种群规模均超过了独自发展时的最大规模 500 个单位,冲

破环境资源限制,实现了“ $1 + 1 > 2$ ”的协同效益。此时的均衡点也是 E_4

$\left[\frac{N_1^* (r_{21} + 1)}{1 - r_{12} r_{21}}, \frac{N_2^* (r_{12} + 1)}{1 - r_{12} r_{21}} \right]$,即共生系数越大,其均衡规模越大。

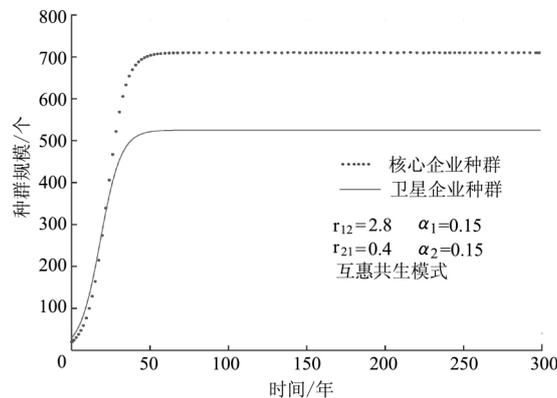


图6 互惠共生模式

互惠共生模式是在线教育生态系统最佳共生演化模式,一个种群的变化通过改变另一个种群的适应而改变其演化轨迹,后者的变化又进一步促进前者的变化,稳定状态的种群规模均超过了资源环境约束下独自发展时的最大规模。在线教育生态系统内各种群扮演各自的最佳角色。核心企业种群提供优质的符合客户个性化需求的异质性在线教育产品和服务,避免同质化竞争带来的成本提升,将更多的资源用于提高自身的服务能力和技术,规范管理,合理使用政策红利,同时提升品牌形象,吸引资本方关注与认可。一级消费者种群除了享用符合个性化需求的教育产品和服务外,还可以进行交易、社交和消费反馈,在此过程中产生交易数据,记录的基本信息和行为数据通过大数据、云计算等技术进行数据分析和整理提供给二级消费者,或为核心企业提供精准营销的决策依据。支持种群中政府部门为在线教育的发展提供政策和资金的支持,在线教育的发展以其较低的教学成本和便利的教学方式进一步促进教育公平和教学效率的提高,满足政策预期。支持种群中的投融资机构从良性的资金循环中获得对等的回报,共创价值。寄生种群中的营销渠道获取消费者个性化行为习惯等信息,营销活动从粗放式向精细化转变,优化营销决策方向,提升营销价值。核心企业种群在消费者和支持种群的扶持下,突破环境资源限制,实现规模扩张。寄生种群物种不断增加,在开放动态的整体环境和运行土壤中,在线教育生态系统各群落间形成了协同共生的良性循环生态系统。

五、结论与建议

(一) 研究结论

本文从生态学视角研究在线教育生态系统,引入共生理论研究在线教育生态系统内种群的共生模式及其稳定性,得出以下研究结论:

1. 在线教育生态系统呈现中心式生态形式,在线教育相关要素日益丰富,生

态种群日益多样化,初步形成了以在线教育企业为中心,其他企业卫星式分布的在线教育生态系统。

2. 寄生共生在生态系统中难以长期存在,偏利共生和互惠共生模式是一种稳定态。在线教育生态系统种群共生演化稳定均衡点主要取决于种群间共生系数的符号和数值,也受到各种群独自发展时最大规模的影响,即也受到资源环境的约束。在寄生共生模式下,一类种群阻滞另一类种群成长,并最终导致其消亡,因此无法在生态系统中长期存在。在偏利共生模式下,两类种群均能按 Logistic 模型增长,其中一类种群受益于共生使其增长规模高于独自发展时的规模。互惠共生能保证共生关系的平稳发展,并创造出共生价值,提升两类种群的增长规模。

3. 在线教育生态系统内种群间存在多种共生关系,大多处于寄生共生和偏利共生模式。在线教育生态系统中核心企业种群与不同卫星企业种群之间的共生关系并不相同,且处于不同发展阶段时,共生关系也有可能发生变化。种群间共生关系目前大多处于寄生共生模式和偏利共生模式,生态系统的教育和商业效能目标都未有效实现。种群间发展不均衡、不协同,尚未形成互惠共生关系,而互惠共生模式是在在线教育生态系统最佳共生演化模式,共生行为的转变能使共生关系发生模式转化,在线教育企业与其他种群间更多地合作共赢能促使共生模式向更高层次的共生模式演进。

(二) 发展建议

从生态系统的视角出发,结合现实背景,提出如下发展建议。

1. 优化在线教育生态环境,发挥在线教育系统共生演化驱动力作用。人们对教育公平的诉求、消费者的线上学习需求、互联网信息技术的发展都为在线教育共生模式向更高层次演进提供了助力。因此应加快信息化基础设施建设,利用在线教育手段扩大优质教育资源覆盖面;通过政策引领、机制激励等措施鼓励教育模式的变革;顺应市场需求,制定在线教育相关企业的发展规范,使得教育市场有序发展;引导互联网、大数据技术和硬软件技术等在教育领域的开发和应用;培育在线教育技术相关专业人才;优化教育治理体系,提升教育治理能力。

2. 保持种群多样化发展,促进生态系统商业效能目标的实现。在线教育生态系统目前处于发展初期,存在诸多问题,因此应遵循共生系统进化原理,一方面通过创新突破自身发展约束,另一方面通过协同创新创造共生价值。在线教育企业是生态系统的核心种群,在线教育企业之间可利用数据信息开发差异化产品,满足顾客群落个性化需求。发挥生态系统的自主性,培育形态各异、功能多样的生态群落,群落间可通过信息共享、搭建资源联盟等方式提高共生效率,加速生态系统商业效能目标的实现。

3. 以教育效能为出发点和归宿点,促进信息技术与教育的深度融合。为了进一步提高教学效率、促进教育公平、促使教育效能目标的实现,首先应加快信息技术与教育的深度融合,培育能支撑在线教育发展的技术环境;其次共建线上线下融

合的教学形态,线上教学应打造不同于线下教育的符合教育规律的教学形态,充分利用现代信息技术创造多元化学习资源,提供多样态学习形式;第三充分挖掘生态系统内留存的交易数据、基本信息和行为数据,加速教育的数字化变革。

在线教育生态系统向更高层次模式演化是“建设高质量教育体系”的重要路径,本文对如何推进在线教育生态系统共生演化做了初步探索,研究中存在着如下局限与不足:一是由于目前处于在线教育生态系统发展初期,未积累足够的数据量,后续研究可积累数据和相关案例来支撑仿真分析。二是本文综观了在线教育生态系统种群间的共生演化关系,有待后续研究中进一步分析具体种群间的共生行为和共生关系。随着在线教育生态系统的发展,生态系统内种群更加复杂和多样化,从生态系统视角出发研究教育科学问题,有助于对整个生态系统的组织与组织间的互动进行观察和记录,并解释教育现象,揭示教育规律,为教育科学研究提供新的视角和有效方法。

(责任编辑:赵文青)

The Development of Online Education from the Perspective of Educational Ecology ——Mechanism Interpretation and Countermeasures Based on the Perspective of Symbiosis Economy

Jiang Huifeng^{1,2}, Liu Yiping², Zhang Bing³

(1. School of Economics and Management, Changzhou Institute of Technology, Changzhou 213032;

2. School of Economics and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016;

3. School of Electrical and Information Engineering, Changzhou Institute of Technology, Changzhou 213032, China)

Abstract: The online education ecosystem is a community structure, a development phase of online education, which is formed with the enrichment of the contents of online education, the diversification of population, the continuous optimization of the internal and external environment of the system, and the maturity of operation mechanism. From the perspective of ecology, the Logistic Model is introduced to explore the dynamic growth of the population in the system, and the symbiotic evolution dynamic model is constructed on the basis of symbiotic theory to research the co-evolutionary mechanism between central population and satellite population under different co-evolutionary models. The results show that the growth of online education enterprises is fit to Logistic curve and is currently at the rapid growth period. The equilibrium state of co-evolution between populations depends on symbiotic coefficient and environmental resource constraints. Mutualism symbiosis mode is the ideal mode; however, the parasitic mode and partial interest symbiosis mode dominate at present. Therefore, we should optimize the ecological environment, keep population diversification and ensure the improvement of ecosystem's education and business efficiency.

Key words: online education; ecosystem; co-evolutionary; Lotka-Volterra Model