

# 互联网商业生态系统动态演化仿真研究

——以阿里巴巴为例

唐红涛<sup>1</sup>, 朱晴晴<sup>2</sup>, 张俊英<sup>1</sup>

(1. 湖南商学院 经济与贸易学院, 湖南 长沙 410205; 2. 中国人民大学 商学院, 北京 100872)

**摘要:** 文章尝试将商业生态系统理论与互联网相结合, 解释互联网商业生态系统内部结构的静态和动态演化过程, 从理论上深度探索了互联网商业生态系统内部生态发展的内在机理和运行机制, 并运用计算机仿真方法模拟了互联网商业生态系统的内部演化过程。研究发现: 互联网生态结构的演化过程经历了萌芽期、成长期、繁殖期、分化期四个主要阶段, 商圈发展经历了平台、商家、消费者三主体到平台、商家、消费者、专业服务商、增值服务商五主体的进化过程, 并不断进化和繁殖生成新的专业服务商和增值服务商, 产生新的互联网商业生态系统。最后, 文章以阿里巴巴电子商务生态系统为案例从经验上对其内部生态系统的发展和演化过程进行了分析。

**关键词:** 互联网商业生态系统; 动态演化; 计算机仿真

**中图分类号:** F710 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-2154(2019)03-0005-15

**DOI:** 10.14134/j.cnki.cn33-1336/f.2019.03.001

## Study on Dynamic Evolution of Internet Business Ecological Structure

——Take Alibaba as an Example

TANG Hong-tao<sup>1</sup>, ZHU Qing-qing<sup>2</sup>, ZHANG Jun-ying<sup>1</sup>

(1. College of Economics and Trade, Hunan University of Commerce, Changsha 410205, China;

2. School of Business, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

**Abstract:** By combining the business ecosystem theory with the virtual business circle, this article tries to explain the static and dynamic evolution of the internal structure of the virtual business circle. On this basis, it conducts an in-depth exploration into the internal mechanism and operation mechanism of the development of virtual internal ecological district from the theoretical angle, and simulates the internal evolution of the virtual business circle of ecological system with computer simulation. This study finds: the virtual evolution of the ecological structure has experienced the four main stages of germination period, growth period, breeding period, and differentiation stage, and the business development has gone from the three stages with the platforms, businesses, consumers as subjects to the stage of five subjects, including the platforms, businesses, consumers, professional service providers, and value-added service providers. They evolve and breed to generate new professional service businesses and value-added service businesses, resulting in a new virtual business circle. Finally, taking Alibaba e-commerce ecosystem as a case study, this paper analyzes the development and evolution of its internal ecosystem.

**Key words:** internet business ecosystem; dynamic evolution; computer simulation

**收稿日期:** 2018-07-20

**基金项目:** 湖南省社会科学基金项目“虚拟商圈动态演化研究:集聚、成长与商业模式创新”(16YBA235);湖南省社会科学评审委项目“基于空间面板模型的电子商务溢出效应实证研究”(XSP18YBC227);湖南省自然科学基金项目“电子商务精准扶贫中介效应:机理、测度及效率”(2017JJ2132);湖南省社会科学基金项目“‘互联网+’背景下湖南省城市商业空间结构优化研究”(16JD38)

**作者简介:** 唐红涛,男,副教授,博士,主要从事电子商务与商贸流通研究;朱晴晴,女,博士研究生,主要从事电子商务研究;张俊英,女,讲师,博士,主要从事电子商务与消费经济研究。

## 一、引言及文献综述

近几年,“生态”已经成为互联网企业发布战略的代名词,互联网打破了传统企业之间价值链的壁垒,消灭了信息不对称,彻底改变了过去企业与企业之间的关系,使企业和企业之间由过去的零和博弈竞争思维进化到共好共生的生态思维。与传统实体经济不同,在人、货、场三者之间关系的构建方面,电子商务打破了“人到货”的零售路径,开启了“货到人”的互联网商业生态系统发展形态,这个商业生态不是存在于哪个城市的地域空间,而是存在于消费者的记忆空间。互联网商业生态系统是以互联网平台为核心,集成了众多商家、消费者以及相关服务商而形成的互联网商业生态系统(唐红涛和张俊英,2014)<sup>[1]</sup>。互联网商业生态系统已经颠覆了传统商圈的空间地理区域限制,通过互联网和移动互联网扩展到整个虚拟空间,从而在规模和业态上都极大拓展了商业空间发展格局。更加重要的是,互联网商业生态系统不像传统商圈一样仅仅局限于买卖双方的交易行为,而是拓展整合了商贸流通各个环节,从金融支付、商贸信息、物流体系等方面形成一个完整的商业生态闭环。众多企业在互联网商业生态系统内部不断演化升级,推动互联网商业生态结构不断成熟,形成了电子商务中的“小前端、大平台、富生态”的互联网商业生态系统生态格局。

商业生态系统的概念是由美国学者 Moore(1993)<sup>[2]</sup>提出,第一次将生态学观点应用于互联网市场的企业竞争中。所谓商业生态系统,指以组织和个人的相互作用为基础的经济联合体,该经济联合体囊括大量的参与者,并且每个参与者必须依靠其他的参与者才能实现自己的生存。商业生态系统理论打破了传统企业之间“单赢”的竞争观念,强调企业的经营大环境是一个联系紧密、互为依赖的共生系统,企业需要在这个环境中与其他企业共同发展(胡岗岗等,2009)<sup>[3]</sup>。商业生态系统概念产生的灵感来自自然界。商业生态系统模拟了自然界中的生态系统——物种相互依存,适应环境的变化,并共同进化。但是商业生态系统中各成员并不是吃与被吃的关系,而是价值或利益交换的关系(赵湘莲和陈桂英,2007)<sup>[4]</sup>。姜奇平等(2013)<sup>[5]</sup>将电子商务总结成“小前端、大平台、富生态”的新结构,为保持互联网商业生态系统的生态多样性,应鼓励发展以租为中心的分享型经济,使生态型商业破解“搭便车”难题。王香芬(2016)<sup>[6]</sup>则是认为与现实环境类似,互联网商业生态中存在着严重的蚕食现象,着重分析了互联网商业生态中优胜劣汰的竞争法则。

计算机模拟仿真是研究复杂系统非常有效的方法,在难以用模型进行求解的情况下,借助计算机进行模拟仿真可以收到很好的效果。Albert 和 Awel(1996)<sup>[7]</sup>、Shih 等(2003)<sup>[8]</sup>率先将计算机仿真方法应用到了经济管理领域。例如,卞佳(2008)<sup>[9]</sup>、郭洪海等(2009)<sup>[10]</sup>、李季和李刚(2011)<sup>[11]</sup>将计算机仿真技术应用到了电子商务信任系统中,着重探究电子商务信任的影响因素;部分学者将仿真应用到电子商务供应链管理的研究中,如周庆和甘仞初(2002)<sup>[12]</sup>、赵亮等(2012)<sup>[13]</sup>、唐秋生(2011)<sup>[14]</sup>。此外,陈旭(2004)<sup>[15]</sup>、雷莉霞和周美玲(2010)<sup>[16]</sup>、甘早斌等(2007)<sup>[17]</sup>、卢武昌和胡山立(2005)<sup>[18]</sup>通过构建仿真模型,对电子商务协商机制进行了仿真实验;还有部分学者利用仿真工具对不同类型的生态系统进行了分析,孙浩和薛霄(2016)<sup>[19]</sup>、朱建刚(2012)<sup>[20]</sup>对复杂生态系统的建模和仿真进行了探讨;张晶(2012)<sup>[21]</sup>对产业生态系统进行了评价及仿真;欧忠辉等(2017)<sup>[22]</sup>对创新生态系统的共生演化进行了仿真模拟;宋燕飞等(2016)<sup>[23]</sup>对汽车产业创新生态系统的演化过程进行了仿真研究;黄丽娟等(2017)<sup>[24]</sup>基于系统动力学的视角研究了农村电子商务生态系统的构建。但是总的来说,计算机仿真方法在管理学中的应用较为普遍,将计算机仿真与互联网商业生态系统相结合的经济学研究较少。相信随着仿真方法应用领域的不断扩展,运用仿真模拟互联网商业生态系统生态演化是学者们的较好选择。

互联网商业生态系统作为互联网和移动互联网时代最典型的商业生态系统的表现形态,其内部生态结构以及演化过程目前尚未展开深入研究。本文希望通过对这一“黑盒”进行解析,发现互联网商业生态系统发展演化的一般规律,并通过计算机仿真方法对互联网商业生态系统的演化过程进行模拟。这对于促进形成良好的互联网商业生态系统,推动电子商务领域的健康发展都是极为有益的。

## 二、互联网商业生态结构演化的一般路径

互联网商业生态系统是一个复杂的生态平台,聚集了包括电子商务平台、商家、消费者、物流企业、金融机构、广告公司、培训机构等主体;每个主体都是使该生态系统中信息流、商流、资金流和物流得以实现的重要参与者,随着平台中各种资源的聚集,他们自身会随着时间的变迁不断成长壮大。同时,处于互联网商业生态系统之中的各个主体之间存在复杂的相互作用关系,作为各种产业和利益链条上的一环,各主体之间往往共生共荣,这种内生长动力和相互作用共同构成了互联网商业生态系统的自组织内生动力。借鉴 Moore 的生态学理论,我们可以构建一个基于动态视角的互联网商业生态结构演化的概念模型,从抽象意义层面看,将互联网商业生态结构的演进过程划分为四个阶段:萌芽期、成长期、繁殖期、分化期(见图1)。同时,为了精确地区分互联网商业生态系统各个经济主体的属性,我们定义了互联网商业生态结构演化系统的变量,见表1。

表1 互联网商业生态结构变量表

变量	主体	功能	关系
A	电子商务平台	聚合资源与协调分配	所有主体的载体
B	商家	网络交易产品或服务的提供者	与平台 A、专业服务商 D、增值服务商 E 有关联
C	消费者	网络交易产品或服务的接受者	与平台 A、专业服务商 D、专业服务商系统 D' 有关联
D	专业服务商	为网络交易(包括消费者和商家)提供必要的专业服务,包括金融机构、物流公司等	与平台 A、商家 B、消费者 C 都有关联
E	增值服务商	为网络交易(主要是商家)提供增值的专业服务,包括技术外包商、广告服务商、培训机构、认证机构、教育机构、政府机构等	与平台 A、商家 B 都有关联
A1、A2...	平台 A 分裂的各个子平台	当平台 A 规模超越临界值,为了更最大限度地利用现有平台,分裂为各个子平台有利于整个互联网商业生态系统发展	
D'	新的专业服务商	同 D	基于自身发展形成新的互联网商业生态系统
E'	新的增值服务商	同 E	基于自身发展形成新的互联网商业生态系统

从表1的描述中可以看出,各主体本身在互联网商业生态系统中都有明确的功能与定位,任何主体的存在和出现都不是多余的,只是不同主体的出现可能存在先后。有些主体是当互联网商业生态系统成长到一定规模才逐渐产生的,这种现象在互联网商业生态系统实践过程中很常见,比如专为网店拍摄宣传片的模特、网店装修师等等新兴行业和职业的出现,正是这种状况的真实写照。

为了更好地描述各个经济主体与其他变量的关系以及他们各自的特征与演化过程,我们构建了图1的概念模型,对互联网商业生态系统内部的相互关系以及成长路径进行描述。

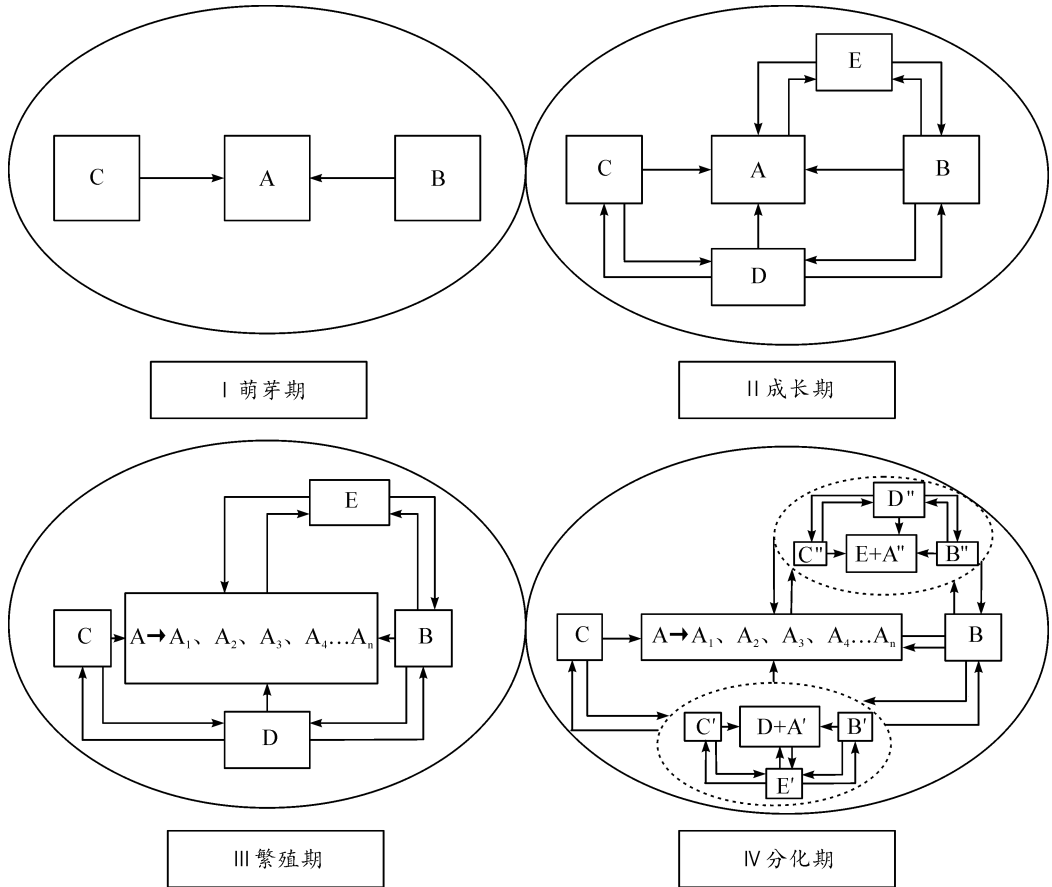


图1 互联网商业生态结构演进示意图

### (一) 第 I 阶段: 萌芽期

该阶段一般指互联网商业生态系统的初创和形成期,严格意义上的商业生态系统在这一阶段还未形成,通常只有平台、商家、消费者存在。一般而言,互联网商业生态系统的形成过程中,最先出现的应该是平台,平台的搭建是整个电子商务系统的核心,正如传统商圈形成过程中首先出现的是自发形成的集市,其作用类似于生态体系中的土壤,商家与消费者依附在平台之上,三者构成相互平衡、互利共生的系统。但在这一阶段他们之间的相互依存关系较弱,因为缺乏规模效应,平台本身的网络外部性并没有显现,从而使得互联网商业生态系统各主体之间的交易效率没有显著性提高。但是作为一种新的商业渠道,为吸引更多的交易主体进入系统中,平台在这一时期通常采取免费定价策略。因此对于商家和消费者来说加入平台的边际收益虽不稳定但边际成本极低,也就愿意往平台上聚集,这便构成平台萌芽期成长的基本动力。我们将这一阶段称为萌芽期;例如蜜芽宝贝等具有特色经营理念的团购商城正在经历这个阶段。

在这一阶段,平台、商家和消费者在初始的互动过程开始了自身的演化路径,其中平台的演化主要体现在两点:一方面是规模不断扩大,另一方面是结构不断复杂化。其演化路径主要受到商家和消费者的影响,由于此时网络规模小,未突破临界容量,网络外部性尚未产生。商家的演化主要受到平台和消费者的双重影响,在生态系统成长初期,消费者可以被视为一个不断增长的外生变量,甚至可以简化为平台和商家吸引力的线性函数。因此,可以构造出如下的三者的演化路径。

$$A_1 = F_1(B_1, C_1)$$

$$B_1 = G_1(A_1, C_1)$$

$$C_1 = \alpha_1 \cdot H_1(A_1, B_1)$$

其中,下标1表示为第一阶段的演化规律, $F$ 、 $G$ 表示演化的函数形式,在后面仿真的设计中我们简单地将其处理为线性关系,主要是考虑到在萌芽期三者关系比较直接简单。 $H$ 则可以定义为由平台和商家共同



带来的吸引力指数,值越大吸引的消费者数量就越大。

## (二) 第Ⅱ阶段:成长期

作为双边市场的平台为聚集更多的交易主体会不断完善平台的功能,以改善交易体验、降低交易成本,比如将支付、物流等服务整合到平台上来,形成完整的交易闭环。作为电子商务交易过程中的重要环节,不论是支付还是配送,都直接影响交易效率和交易体验,因此需要高效率的专业机构来提供服务。由此,专业服务商和增值服务提供商便出现了。通常,在平台发展初期,此类专业服务多由第三方专业机构提供,也就是图1中所示的D和E。在这一阶段中,互联网商业生态系统从初始的平台、商家、消费者,发展到最后的包含专业服务商和增值服务商在内的完整的生态系统。平台、专业服务商、增值服务商为商家和消费者提供服务,并依托平台成长;同时他们又是一个个独立的个体,与商家和消费者之间相互依存。这个生态系统内部的利益链关系不断完善、日趋复杂,我们称这一阶段为成长期。随着商家进驻的数量以及消费者人数的增多,平台不断壮大,平台成长到一定规模之后就有可能将此类专业服务内部化,进而增强平台自身的垄断地位。例如,京东自营物流、阿里的支付宝的案例。

在这一阶段,平台、商家和消费者的演化过程开始出现了几个新的本质特点:一是由于网络规模不断扩大,开始突破临界容量,网络外部性开始在平台演化过程中占据了主导地位;二是当商家规模和消费者规模达到了临界值时,由于交易成本的不断降低和分工深化的需要,开始出现增值服务商和专业服务商。因此,此时演化路径可以刻画为:

$$A_{2t} = F_2(B_{2t}, C_{2t}, A_{2(t-1)})$$

下标2表示第二阶段演化规律,当  $C_1 \geq \bar{C}$ ,此时出现专业服务商D,消费者作为外生变量将会受到平台、商家和增值服务商共同带来的吸引力影响。

$$C_2 = \alpha_2 \cdot H_2(A_2, B_2, D_2)$$

当  $B_1 \geq \bar{B}$ ,此时出现增值服务商E,同时商家的演化路径也会受到平台、消费者、专业服务商和增值服务商的共同影响。

$$B_2 = G_2(A_2, C_2, D_2, E_2)$$

## (三) 第Ⅲ阶段:繁殖期

随着平台聚集的资源越来越多,互联网商业生态系统内各个主体规模不断扩大,平台自身的规模和容量必须与生态系统内部各主体之间的成长相适应,否则该商业生态系统便会失去平衡。因此,当平台规模扩张到一定阶段便开始了自我繁殖,以保持整个系统平衡。当然这种繁殖不是简单的复制,通常是基于相同的架构和原理通过不同的包装推出新的子平台或频道。这些子平台或频道归属于原母平台,主要起到为母平台分流或引流的作用。相比于第Ⅱ阶段,这一阶段中平台开始通过分裂进化进行扩容,但其在整个生态系统中的地位和作用并未发生改变,平台与其他主体之间的关系也未发生本质变化,我们将这一阶段称为繁殖期。

在这一阶段,商家和消费者的演化规律都没有发生本质的变化,主要变化出现在平台规模。随着平台规模不断扩大,平台聚集商家和消费者越来越多,产生网络外部性越来越大,但接踵而来的也会导致平台管理成本的不断上升,当平台规模达到临界点时,会分化出现新的平台,每个新平台各自演化且会产生强烈的关联效应。

当  $A_1 \geq \bar{A}$ 时,原有平台分裂为许多新平台。

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n$$

## (四) 第Ⅳ阶段:分化期

当互联网商业生态系统内部各个主体都发展壮大到相当规模,会发生自我演化甚至是外溢的现象。我们将这一阶段称为分化期。即本身为平台、商家和消费者提供服务的专业服务和增值服务提供商,由于自身规模不断扩大同时也掌握交易过程中的关键数据,使其与平台之间的关系变得微妙。他们不再像以往一样单方面依附于平台,已经成长为独立的入口。在这一点上,支付宝便是最好的例证。经过十余年的发展,支

付宝从最初的植根于淘宝网购平台的单一支付工具,发展成了独立的第三方支付平台,其业务也拓展到阿里系以外的众多视频网站、游戏网站、旅游网站、票务网站、公共事业缴费以及其他同业竞争的 B2C 平台。此外,顺丰优选、嘿客的出现也正是顺丰速运集团整合渠道资源,充分利用自身优势而开辟新平台的体现。

在这一阶段,每个新的子平台以及新的商家、消费者、专业服务商和增值服务商都按照类似前面三个阶段的演化路径进行再进一步地深入演化。

### 三、互联网商业生态结构演化的作用机理和动力机制

正如自然界生态系统中的繁衍是为了保持物种的延续一样,在互联网商业生态系统中各主体规模的扩大是为了使其在市场竞争中占据更有利的地位。但这种规模的扩大受到两方面因素的影响,即互联网商业生态系统的内部因素和外部因素的影响,我们称之为内生动力和外生动力。

#### (一) 内生动力

互联网商业生态系统发展的内生动力根源于网络的外部性。作为互联网商业生态系统发展过程中最先诞生的主体——平台(图1中的 A),其本身价值的高低取决于平台的活跃用户数量。因此,在平台诞生的初期千方百计扩大用户规模是其价值增值的基础。这也是今天我们看到众多电商平台争相烧钱争取用户(商家、消费者)的根源所在。当平台的用户规模突破一定的临界值,聚集于平台上的用户会因为资源的高度集聚而极大地降低交易成本,提高交易效率,因此会自动开始吸引更多的用户向平台聚集,使得平台本身的规模和价值不断提高,平台得到不断成长。与此同时,随着向平台聚集的用户数量越来越多,平台的交易能力、服务功能以及处理速度也必须随用户的增长而提高;而作为平台本身,其容量也是有限的,比如页面数量和页面容量,这样就内生要求平台本身进行扩容,以防止交易效率的损失。因此,在整个互联网商业生态系统中,平台本身最先开始自我繁殖与自我进化,以维持其竞争地位和竞争优势。此外,平台在成长过程中为不断提升交易效率和改善用户体验,将在平台内部整合更多专业化功能(图1中的 D、E)。专业化服务、增值服务与平台和用户之间的协同效应会随着平台规模和功能的完善不断显现,从而促进平台的进一步成长,也使得互联网商业生态系统生态体系进一步完善。

#### (二) 外生动力

所谓外生动力,主要指来自外部环境的力量。虚拟交易平台相较于其他市场形态,信息不对称程度极大弱化,交易成本大幅降低,交易效率大大提高。交易效率的差别会使得用户从低效率系统进入高效率系统,因此,高效率的互联网商业生态系统可以从传统市场甚至其他互联网商业生态系统获得发展的动力。但这种高效率不可能持续保持下去,随着平台上聚集的用户数量超过边界值,平台的交易效率将会大幅降低,成本将快速增加。此时,平台上的用户黏性会下降,开始脱离平台分流到其他平台。而专业服务提供商与增值服务提供商,由于自身的不断壮大也开始逐渐摆脱对原有平台的依附,建立新的独立的平台。只要新平台的交易效率不低于原有平台,用户便会被分流。从整个互联网商业生态系统看,多个独立完整的新的互联网商业生态系统开始形成。

互联网商业生态系统内部结构的演变对于互联网商业生态系统的演化有着深刻影响,既影响着互联网商业生态结构的成长速度,也影响着互联网商业生态结构的演变方向。可以根据互联网中各个主体的演化路径分析出商业生态系统的演化作用机理,见图2。

第一阶段:即互联网生态系统演化初级阶段。电子商务平台中用户和商铺产生,但规模较小,还不足以衍生出专业服务商和增值服务商;同时,用户和商铺以一定速度不断增长(可能呈指数型增长也可能呈线性增长,图2中均以线性函数表示各元素的生长趋势)。

第二阶段:即互联网生态系统演化中级阶段。随着互联网的普及应用和商铺网络推广的卓有成效等,平台不断扩大知名度,商铺逐渐积累口碑,平台中用户和商铺均以快于初始阶段的速度增加;用户和商铺

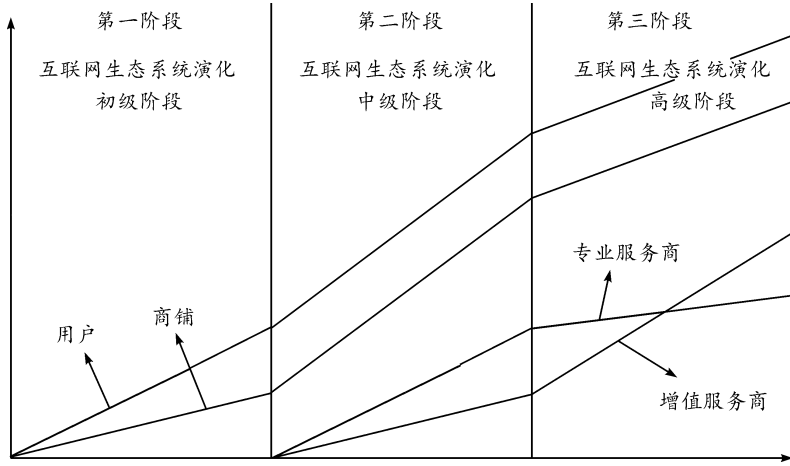


图2 互联网商业生态系统演化三阶段

规模扩大的同时,互联网市场的需求趋于更专业化和个性化。为了满足用户的需求,提供更好的服务体验,专业服务商与增值服务商应运而生,且以一定速度迅速发展。

第三阶段:互联网生态系统演化高级阶段。用户和商铺规模已经趋于饱和,增长速度放缓;平台为了增加自身竞争力、增加用户体验等多方面因素,大力发展专业/增值服务商,甚至将一部分专业服务商从平台中独立出来,做成新的平台,以提高盈利和竞争力水平,故而出现图中专业服务商增长曲线较平缓的状态。

## 四、互联网商业生态结构仿真探索

从前文的分析可知,互联网商业生态系统的形成和演化过程比较复杂,甚至于现有的理论不能给予完整的解释。互联网商业生态系统内部既存在消费者、商家、服务商等微观主体之间的竞争演化关系,也存在着不同互联网商业生态系统之间的竞争效应,正是由于这些竞争演化作用的存在才形成了互联网商业生态体系。那么,如何刻画这种互联网商业生态系统的演化?理论上我们可以通过利用计算机语言进行仿真模拟,即构造一个计算机的仿真平台,通过设定各种变量和参数,各个主体就能够在网络平台范围内进行演化,在这个平台中也能够实现对各种影响因素等的数值模拟。

### (一) 仿真实验设计

现实中的城市空间地理外形是多样的,因此实体经济中商圈的形状虽然多种多样,但总可以用某种形状进行描述。但与实体经济不同,在虚拟经济环境下各个经济主体的空间外形没有具体的形状描述,因此互联网商业生态系统的演化对外形轮廓并不敏感,且互联网商业生态系统的边界性难以明确。考虑到互联网商业生态系统的空间演化以及仿真设计的便利性,同时为降低实验的复杂度,本文构建了一个“ $120 \times 120$ ”的空间栅格代表“互联网商业生态系统”,系统内部的商家、消费者、平台、增值服务商、专业服务商则是该“互联网商业生态系统”内部的元素,在仿真模型的运行过程中用不同形状的“点”表示,基于此本文设计了如下的互联网商业生态系统演化过程。

从前面的理论分析中可以看出,互联网商业生态系统的演化经历了萌芽期、成长期、繁殖期、分化期四个阶段。为了实现互联网商业生态系统自发演进的阶段过程,本文利用 Matlab7.0 计算机语言建立了仿真环境;为保证仿真实验能体现互联网商业生态系统的发展演进历程,实现仿真结果的经济含义和现实价值,本文做了如下前提假设。

第一,互联网商业生态系统资源设定。互联网商业生态系统内部的资源 and 需求分布不均匀,资源的分布状况由变量决定。系统内部资源和需求是相对应的,并有着时序性递增的特点,但是每一个运行周期内资源总量是有限的,因此,虚拟商圈内部的资源能够支撑的商圈主体的增加是有限的。鉴于供给平衡的考量,每个时间周期内元素点的新增数量,由栅格代表的系统主体的数量决定。



第二,互联网商业生态系统内部的“点”所代表的不同元素都有一个既定的值,这个值代表系统发展的规模阈值上限。当达到这个阈值上限时,各个主体开始发生演化——或壮大、或分裂、或分化。同时,为了仿真便利性,我们利用空间栅格限定了互联网商业生态系统的边界大小。我们并未考虑到互联网商业生态系统的市场覆盖范围超出设定的互联网商业生态系统的情况,互联网商业生态系统的演化分析仅限于所给定的区域内。

第三,互联网商业生态中,平台发展到“一定程度”后,会“孕育”出新的平台,甚至生态系统。如,京东平台从最初的单一电商平台发展成为现在的京东金融、京东物流、京东电商平台,蚂蚁金服、菜鸟物流等则是阿里巴巴发展到一定阶段的产物。导致平台“繁殖”的因素有很多,且受经济环境、社会环境等外生因素和平台类型、平台发展阶段等内部因素影响较大,目前学术界相关研究成果较少。为简化起见,仿真实验假定用户数量是决定平台是否演化出子平台(生态)的最主要因素,即增值服务商、专业服务商的用户达到一定数量后,从平台中独立出来,形成新的生态系统。

第四,增值服务商的产生和发展与商户数量密切相关,专业服务商伴随着用户数量激增而产生。本质上,用户数量深刻地影响商铺数量,进而决定了专业服务商、增值服务商的诞生发展的演化进程。考虑到仿真实验设计的主要目的在于揭示其本质规律,因此本仿真实验仅以专业服务商和用户为仿真对象,探测专业服务商如何自发形成新的平台模式。为简化起见,默认平台拥有的用户数量决定了商户数量,是影响平台发展演化的唯一关键因素。仿真实验仅适用平台世界、消费用户和专业服务商。

第五,现实电商平台中存在众多类别的专业服务商,如提供支付方式的服务商、提供物流支撑的服务商、提供商铺店面装修的服务商、为商铺提供数据分析的服务商等,因其产生、发展和裂变的本质相同,本仿真实验中的所有专业服务商仅代表某一类。

第六,不同于现实世界中用户以商圈为中心聚集,电子商务中用户分散在不同区域。实验中假定用户聚集在平台周围,从形式上表明用户的平台归属。但仿真实验不考虑专业服务商和用户分布、相互位置关系。

## (二) 仿真步骤

Step1:初始化平台为  $F = w \cdot h$  的平面,<sup>①</sup>初始化 A 个专业服务商和 C 个用户;初始化平台内服务商能容纳的用户上限为 M;

Step2:按照给定的指数函数形式  $y = k \cdot x^\alpha + c$  向平台中增加新的用户,其中  $\alpha$  是用户增长指数,决定了平台用户增加的速度。该指数和平台类别、推广力度、时间阶段等密切相关;

Step3:根据 Russian Wheeler 原则<sup>②</sup>为专业服务商分配用户;

Step4:检查每个专业服务商获取的用户数量;

Step5:遍历每个专业服务商。如果其用户数量超出 M,<sup>③</sup>则从平台中独立出来,成为专业服务商平台 FZ;<sup>④</sup>否则返回到步骤2。

Step6:F 平台中的其他专业服务商消亡,对应的用户转到 FZ 中;FZ 平台的用户上限扩张至  $M * (M \gg M)$ 。

## (三) 仿真结果分析

1. 平台的初级演化阶段。简洁起见,仿真仅仅考虑了某类专业服务商和用户。初期随着用户资源的不断增加,平台为了提高对用户和商铺的服务能力、完善平台生态而成立专业服务商(增值服务商的本质一样),为商户提供店面设计、运营信息管理与分析、物流、支付等专业化服务。仿真环境自发生成了3个专业服务商,即图3中的矩形框。电商平台成立之后,通过各种途径让平台拥有最初的用户,如图3-a 所示。快速提升

①演化过程中,导致平台剥离专业服务商、增值服务商的因素有很多,本仿真以最本质的用户数量作为指标。

②这是俄罗斯轮盘赌的分配方式,基本机理是在前期规模较大的商家在下期将有较大概率获得用户,这样既保证了网络外部性发挥效用,也允许系统产生一定的随机性。

③仿真以用户数量作为平台剥离服务商的指标,但学术界对具体的阈值没有结论。

④服务商平台会延续其母平台的发展轨迹,当用户数量达到上限时,会出现演化出新的平台,或者有新的竞争对手进入。



的用户规模加速了平台生长,也给平台运营带来巨大的压力,需要专业服务提升平台的服务能力,于是平台内部设立或引入外部服务资源,提高自身服务能力上限。此时,专业服务商的出现成为必然,如图3-b所示。

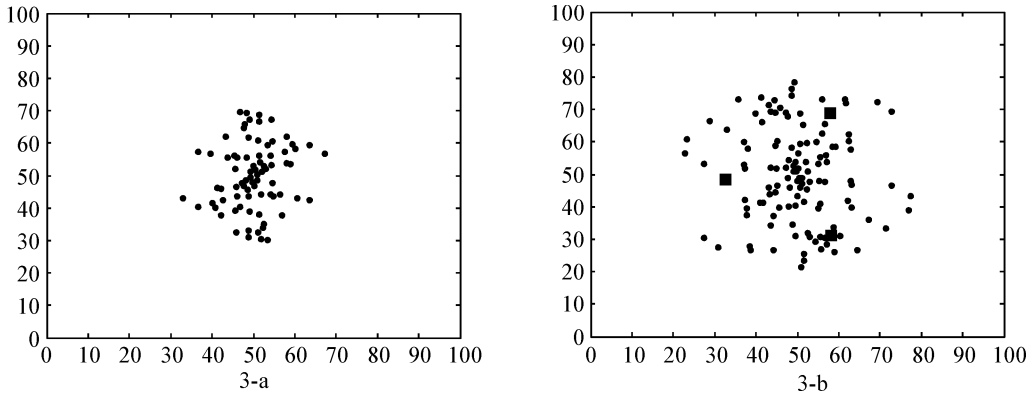


图3 初级演化阶段

**2. 中级演化阶段。**随着平台规模的不断扩大,专业服务商和用户开始形成双向的良性正循环,用户数量即将达到上限,专业服务商也越来越密集,开始出现了规模报酬递减现象,专业服务商获得快速发展,如图4所示。专业服务商拉高了平台容量上限,提升了平台的服务水平,为平台吸引了更多的用户。呈指数形式增加的用户,对专业服务商提出更高的要求。另一方面,专业服务商之间也因激增的用户产生分化:某个服务商吸引大量用户,规模快速扩大,成为平台中较为突出的专业服务商,如图4-a中的专业服务商S。

根据 Russian Wheeler 原则,某种程度上服务商获取的用户数量与其规模成正比,于是专业服务商S获得最多的用户数量,其优势进一步被放大。另一方面,海量的用户也吸引了更多的专业服务商进驻平台。如图4-b所示。

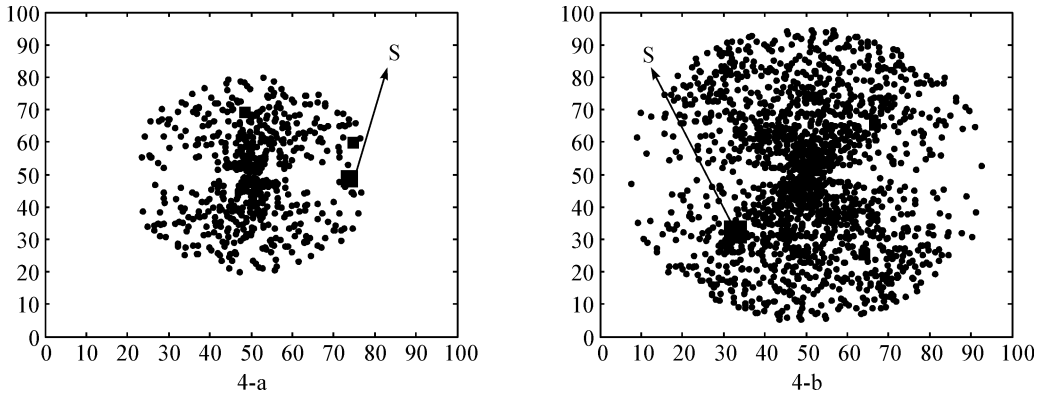


图4 中级演化阶段

**3. 高级演化阶段。**当平台规模达到预期阈值时,专业服务商从平台中演化出来,形成新的平台,其内点的数量同原平台,见图5。为便于表示平台的壮大,图5-b将“虚拟世界”放大了一倍。随着平台发展成熟,增加速度放缓,平台用户数也达到一个不断变化、相对稳定的状态。专业服务商获取平台“新进”用户的难度增加,转而挖掘平台内部“潜力”——通过各种途径,从竞争对手(平台中的其他服务商)处获取用户。其结果是S服务商继续增长,而其他服务商则逐渐萎缩。图5-a刻画了专业服务商S扩大自身优势的过程。

随着平台发展进入稳定时期,专业服务商之间的差距逐渐放大,更多的用户选择规模最大的服务商,导致S专业服务商成为平台中的“明星”。用户的迁移、服务商吸引力变化最终演化出5-b的结果:S成为唯一的服务商。此后,为提升服务能力、拓展更大的市场,S整合平台资源后,开始构建服务自身生态系统,成为新的平台。

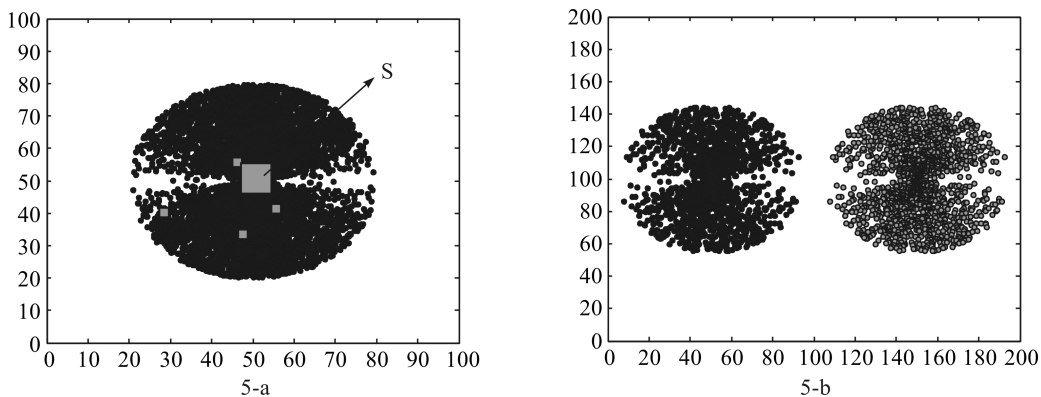


图5 高级演化阶段

## 五、互联网商业生态结构动态演化经验分析——阿里巴巴

### (一) 阿里生态系统的结构组成

阿里巴巴集团目前被认为是中国最大的电子商务上市集团,其主要业务涵盖了在线交易平台、网上商城、第三方支付平台、生活服务社区、在线商务管理软件服务平台等,由阿里系的电子商务服务、蚂蚁金融服务、菜鸟物流服务、大数据云计算服务、广告服务、跨境贸易服务、前六个电子商务服务以外的互联网服务在内的七大板块构成,<sup>①</sup>吸引了一大批的供应商、批发商、零售商、代理商、消费者这一完整供应链条以及金融机构、“三通一达”等物流公司、广告服务商等的加入,各个主体以各种方式存在于阿里这个大平台之上。他们之间相互依存、环环相扣、共同成长,形成一个完整的生态系统,如图6。

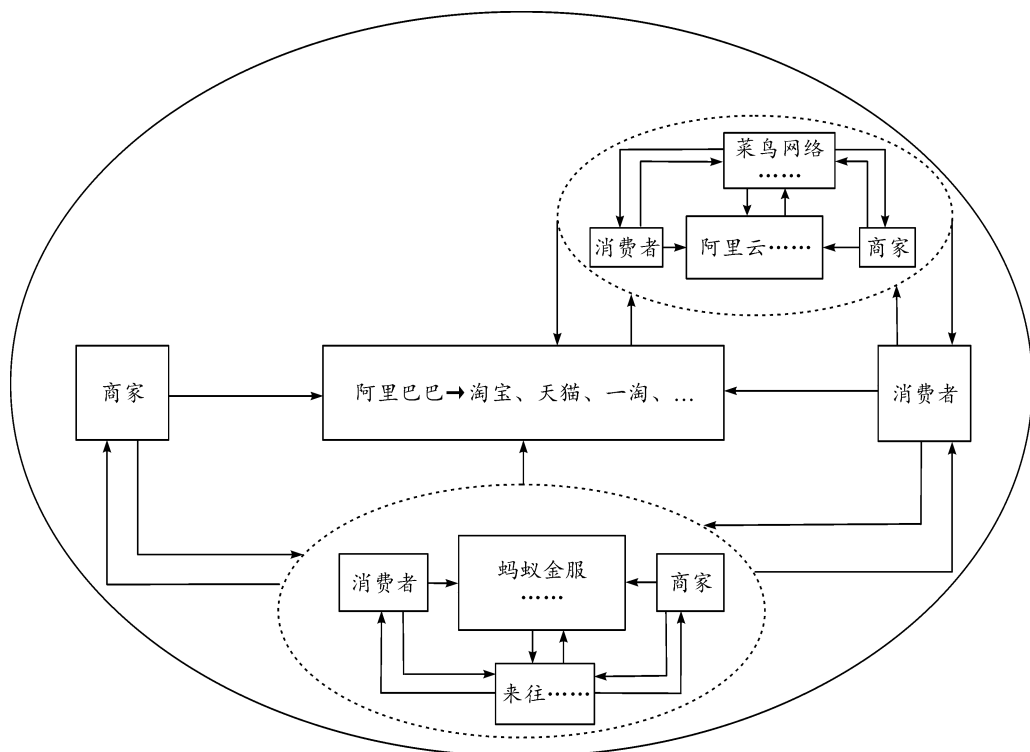


图6 阿里巴巴内部生态系统演化

<sup>①</sup>另一种说法为淘宝、一淘、天猫、聚划算、阿里国际业务、阿里小企业业务和阿里云共七个事业群。

从图6我们可以看到,在阿里巴巴发展初期,仅有淘宝平台、商家、消费者的存在,此时三者之间相互依存,共同成长;随着淘宝经营模式的创新、服务的改进,进驻的商家和消费者的数量愈来愈多,平台逐渐壮大;进入成长期后,支付宝、物流等专业服务商逐渐进入阿里巴巴生态系统,阿里的格局也基本确立;在进化期,阿里妈妈、阿里云计算等广告、科技服务机构进入平台,阿里巴巴生态系统逐渐完善建成;随着政策、经济等社会环境的变化和来自竞争对手的压力,阿里巴巴生态系统进入稳定的进化阶段。

总的说来,阿里巴巴生态系统的结构组成与虚拟商圈生态系统的结构组成基本一致。其中领导种群即承担资源整合和分配角色的核心电子商务企业为阿里巴巴,在阿里巴巴生态系统演化后期分裂为多个子平台——淘宝、天猫、一淘、聚划算等;关键种群为网络交易或服务的提供者及接受者,主要包括分布在阿里巴巴平台周围的消费者、商家等,在平台的服务之下进行网络交易;支持种群为承担网络交易或服务帮助者角色的专业服务商——蚂蚁金服、菜鸟网络、阿里云、来往、飞猪旅行、阿里妈妈等,这些系统主体的专业化极大地促进了阿里巴巴生态系统的交易效率和服务体验;寄生种群为存在于阿里巴巴生态系统内部的众多增值服务商,依赖于系统平台和系统内部其他主体存在,主要包括广告服务商、培训机构等,这些机构分布散而广,且更新率较高。

## (二) 阿里巴巴生态系统发展历程

阿里巴巴成立于1999年,至今只有15年的时间。但纵观其发展过程和成长轨迹,结合企业在业务模式、经营规模和产业市场等方面的特征,也体现出—个相对完整的生命周期,基本可以确立为初创期、成长期、繁殖期、进化期四个阶段(见表2)。

表2 阿里巴巴生态系统的演化

演化路径	时间划分	电商系统演化	部分电商种群
初创期	1999-2002	电商种群	阿里巴巴网站
成长期	2003-2011	电商生态链	阿里巴巴网站、淘宝网、支付宝、阿里妈妈等平台
成熟期	2012-2014	电商生态圈	阿里巴巴网站、淘宝网、支付宝、阿里妈妈、淘宝商城、天猫、聚划算、一淘网、阿里云、阿里小贷、阿里国际、阿里小企业等平台及业务
进化期	2014-至今	电商生态系统	在现有生态系统下不断更新迭代

**1. 阿里巴巴生态系统初创期(1999-2002年)。**1999年,以马云为首的18人创建阿里巴巴集团,这标志着阿里巴巴公司初创期的开始。这一阶段经历了从无到有,成员规模处于稳步上升阶段,许多中小企业纷纷加入阿里,使得阿里巴巴生态系统有了一定的商家和消费者基础,并初具规模。在初创阶段,阿里巴巴生态系统的结构组成非常简单,只有商家、消费者、阿里巴巴平台以及部分必要的专业服务商存在。在这一阶段,生态系统发展尚不完善,阿里巴巴这一核心平台起到至关重要的作用,比如,对入驻平台的传统商家提供咨询、营销等网络服务来引导激发和吸引客户需求。随着盈利的开始以及基本电商模式的确立,阿里巴巴初创期结束,开始步入成长期。

**2. 阿里巴巴生态系统成长期(2003-2011年)。**2003年,我国互联网发展速度飞快,中国的网民用户从2000年的2250万增加到7950万,计算机数量从892万台增加到3089万台。<sup>①</sup>随之,阿里巴巴生态系统也进入了爆炸式增长阶段。

在这一阶段,阿里巴巴生态系统的规模不断扩大,同时衍生出各种第三方服务商,系统内部的机能不断完善,交易效率不断提高。这一阶段,阿里巴巴采取了一系列经营运作活动,包括:2003年5月,阿里巴巴成立电子商务交易网站——淘宝;2005年底,淘宝网在线商品数量超过1300万件、网页日浏览量突破9000万、注册会员数量突破1300万,全年成交额超过80.2亿元,占据国内同类市场72%的份额;2004年7月,在线交流工具——阿里旺旺上线,能够实现交易双方的实时沟通,极大地提高了交易效率,降低了交易成本,2005年淘宝交易额由上一年的23亿元增长到80亿元;2004年12月,阿里巴巴生态系统推出第三方支付工

<sup>①</sup>数据来源:CNNIC第17次《中国互联网络发展状况统计报告》。

具——支付宝,解决了系统内消费者的在线支付问题,克服了当时信用体系不完备的障碍;2005年10月收购雅虎中国、2006年10月注资口碑网,加强了阿里巴巴系统内的生活服务功能,极大便利了系统内部各主体之间的交流和互动,吸引了更多消费者进入系统内部,系统规模不断壮大;2007年1月阿里软件成立、11月阿里妈妈上线,阿里软件为平台内各主体尤其是商家提供了最重要的网络基础设施及软硬件运作平台,方便阿里系统内成员进行业务开展及运作等。阿里妈妈是专门的广告服务商,主要提供网站广告的发布及买卖等,这极大增强了阿里巴巴生态系统的软件开发、在线营销功能;与此同时,2008年淘宝商城上线、2009年9月推出阿里云、2010年3月聚划算上线并于2011年10月正式成为独立平台,阿里巴巴生态系统又进入了新的阶段,开始步入下一阶段。

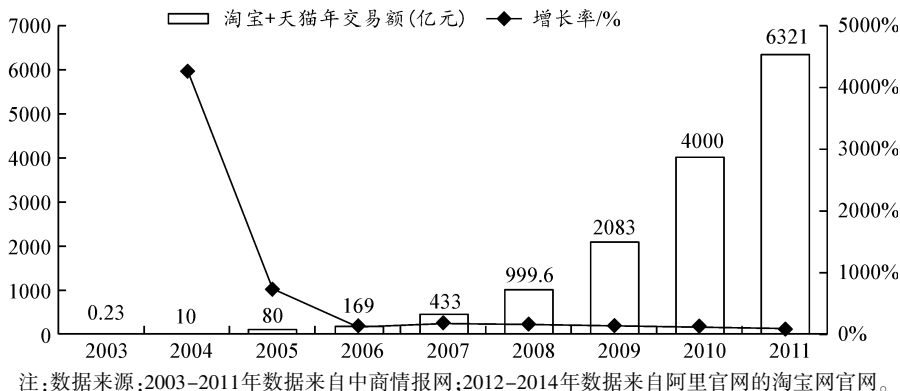


图7 2003-2011年淘宝+天猫年交易额及增长率

图7列出了2003-2011年阿里巴巴生态系统内淘宝+天猫的年交易额。从中可以得知,整体上来看阿里巴巴生态系统的年交易额呈现增长趋势,且2003-2004年经历了一次爆发式增长,增长率接近43,这一年正是阿里巴巴大力发展的一年,消费者和商家体会到使用电子商务进行线上交易带来的极大便利;2004年后淘宝+天猫的年交易额增长速度有所下降,中间偶有小幅波动,但年交易额依然维持在每年增长的稳定水平。总的来看,2003-2011年阿里巴巴生态系统内淘宝+天猫的年交易额经历了爆发式增长,2003年交易额为0.23亿元,2011年交易额为6321亿元,增长了近27482倍。

**3. 阿里巴巴生态系统繁殖期(2012-2014年)。**这一阶段,阿里巴巴生态系统内成员规模不断扩大直至突破临界点。为了保持系统平衡,系统内部平台出现了自我繁殖现象,通过自我分裂繁殖进行扩容,将系统内部聚集的资源进行分流。

2011年阿里巴巴宣布将淘宝网拆分为一淘网、淘宝商城(后改名为天猫)、淘宝网三个独立平台,10月,聚划算成为独立平台;2012年7月,阿里巴巴进行业务调整,将集团分为淘宝、一淘、天猫、聚划算、阿里国际业务、阿里小企业业务和阿里云7大事业群;2013年1月,对集团现有业务架构和组织进行相应调整,7大事业群变为25个事业部;2013年9月,来往上线;2014年12月,天猫国际上线。

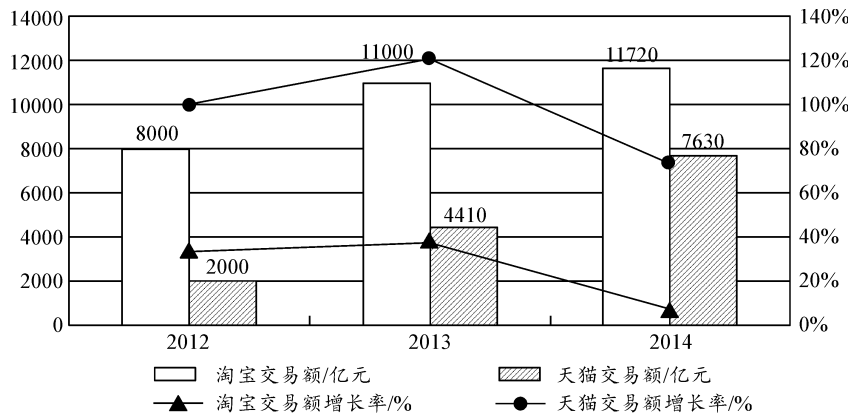


图8 2012-2014年淘宝、天猫年交易额及增长率



在这一阶段,阿里巴巴生态系统进一步完善,系统内部各个主体都具有相当规模,平台、专业服务商、增值服务商各司其职,阿里巴巴的发展目标是只提供一个独立的平台,增加系统的开放性,生态系统内部成员能够在平台上自由地交流信息、互动和合作。

图8列出了2012-2014年淘宝及天猫各自的年交易额及增长率。从中可以得知,2012-2014年阿里巴巴生态系统内部淘宝、天猫的年交易额总体来说呈现增长趋势,但是交易额增长率在2013年小幅增长后,2014年增长率下降。通过查看阿里巴巴集团发展的主要事件得知,2013年及2014年阿里巴巴集团进行了两项大的调整:成立菜鸟网络和蚂蚁金服。菜鸟网络和蚂蚁金服是阿里巴巴生态系统内最主要的两个专业服务商——一个承担物流、一个负责金融;2013-2014年是这两项决策的调整期,因此可能导致了淘宝及天猫的交易额增长率出现波动,同时标志着阿里巴巴生态系统进入了繁殖期。

**4. 阿里巴巴生态系统进化期(2014年至今)**。2014年9月,阿里巴巴在纽交所的登陆,标志着阿里巴巴全球化、开放化、协同化、平台化和数据化的电商运营模式建立,也预示着其逐渐步入进化期。

经过繁殖期阿里巴巴生态系统的发展,系统内部的各主体进一步壮大,这一阶段发生了自我演化甚至外溢的现象。这个阶段的阿里巴巴生态系统随着公司的发展不断壮大,战略方面不再仅仅推出某个平台或者上线某个网站,而是进行了一系列的战略注资、收购。2014年,阿里巴巴投资银泰、恒大、石基信息,收购UC、恒生电子、高德;2015年,阿里巴巴以283亿战略投资苏宁,成为苏宁第二大股东,阿里巴巴生态系统正在不断扩张自己的生态版图。

自阿里巴巴建立以来,阿里巴巴生态系统中的互联网平台已非常丰富,主要包括:1688网站(阿里巴巴 B2B 平台)、淘宝网(C2C 平台)、天猫商城(B2C 平台)、聚划算(团购平台)、支付宝(支付平台)、菜鸟网络(物流平台)、阿里妈妈(广告平台)、一淘网(搜索平台)、喵街(实体商业互联网+平台)、阿里云(IT 服务平台)、去啊(旅行服务平台)。

以支付宝<sup>①</sup>为例,支付宝最初是依附于淘宝平台存在的第三方支付工具,之后发展成为面向整个互联网电子商务网站的开发性支付平台,业务也拓展到阿里系以外的众多视频网站、旅游网站、公共性缴费以及其他同业竞争的平台。经过十余年的发展,支付宝现在已经发展成为以自己为核心平台,商家、消费者、第三方服务商(物流、教育、培训等)聚集的生态系统(见图9)。

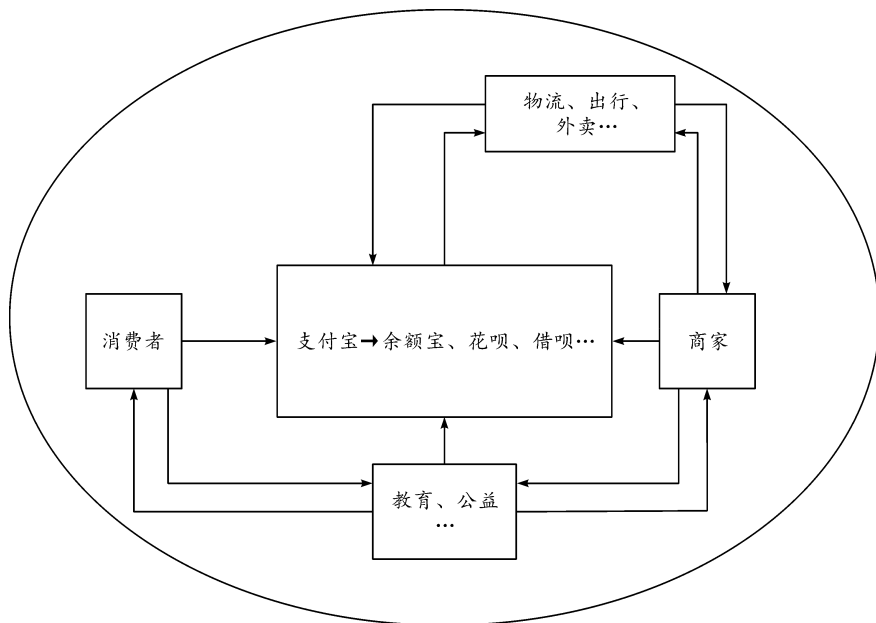


图9 支付宝生态系统

<sup>①</sup>2014年10月,阿里小微金融服务集团以蚂蚁金融服务集团的名义正式成立,蚂蚁金服旗下包括:支付宝、支付宝钱包、芝麻信用、余额宝、招财宝、蚂蚁小贷、蚂蚁金融云、蚂蚁达客等平台。

### (三) 演化路径

2011年6月,淘宝网正式一分为三:淘宝网、一淘网、淘宝商城;<sup>①</sup>2014年10月,阿里小微金融服务集团以蚂蚁金融服务集团的名义正式成立,蚂蚁金服旗下包括:支付宝、支付宝钱包、芝麻信用、余额宝、招财宝、蚂蚁小贷、蚂蚁金融云、蚂蚁达客等平台。

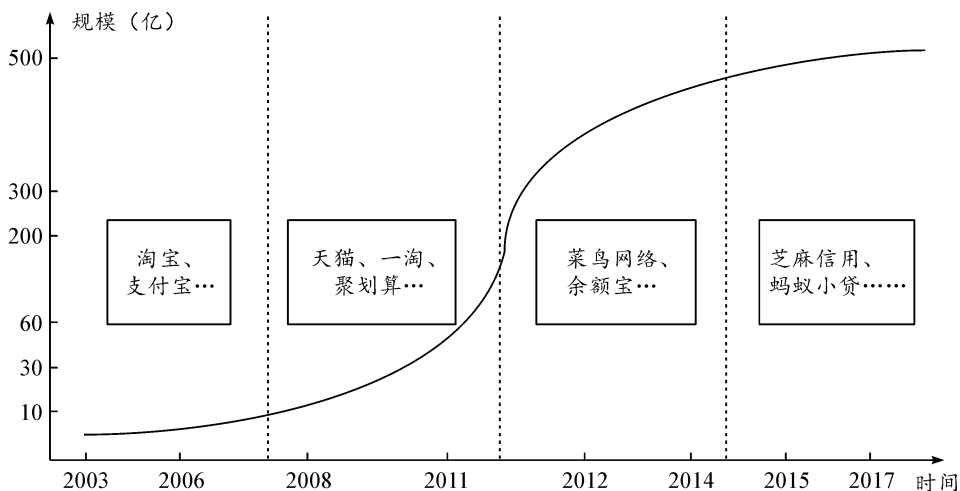


图10 阿里巴巴生态系统演进图

在阿里生态系统的演化过程中,各个经济主体的出现时间与图1互联网商业生态结构演进示意图的演化过程基本一致,同样经历了萌芽期、成长期、繁殖期以及分化期。在萌芽期,淘宝平台并没有形成规模效应,交易效率较低,为吸引更多商家的进入,阿里巴巴对商家实施免费的策略,吸引商家大量聚集;随着平台和商家的扩张以及消费者的大量聚集,为改善交易体验和提高交易效率,增值服务商和专业服务商等慢慢随之出现;进入繁殖期后,平台的规模会突破一定的临界值,产生自我分裂,2011年,阿里巴巴宣布淘宝网分裂成为淘宝、聚划算、一淘三个部分;进入分化期后,专业服务商与增值服务商突破原有的格局,建立以自我为中心的新的平台,建立新的互联网商业生态系统。

## 六、结论与展望

本文将商业生态系统理论与互联网商业生态系统相结合,建立起一个互联网商业生态系统内部生态系统的概念模型,从理论上深度探索了互联网商业生态系统内部生态发展的内在机理和运行机制,打开了互联网商业生态系统的内部“黑盒”,从中可以发现许多有意思的结论。除了前面论述的互联网商业生态系统演化路径之外,还可以发现互联网商业生态系统独特的结构特征:首先,互联网商业生态系统演化的内生动力本质来源于各个主体自身的网络外部性以及主体之间的交叉网络外部性,这种外部性会随着各主体自身规模、主体间关联强弱而不断增强自我繁殖;互联网商业生态系统演化的外生动力本质来源于作为整体在外部环境中产生的网络外部性价值;其次,互联网商业生态系统演化可以分为萌芽期、成长期、繁殖期和分化期,其中这几个时期的界限以及拐点的划分是值得进一步深入探讨的。更进一步地说,互联网商业生态系统是否有边界,演化是否有临界点,从理论分析看是必然存在的,即网络外部性的效应与其他负面影响的作用形成均衡;但从现实上看,由于互联网商业生态系统中电子信息的不断进步升级,导致互联网商业生态系统内部交易成本降低幅度和交易效率提升幅度都达到前所未有的高度,因此临界点往往难以实现。另外,平台的分化和新互联网商业生态系统的出现又从结构层面实现了互联网商业生态系统的演化。最后,互联网商业生态系统演化过程中最为重要的元素是平台,他关联着所有其他主体,影响着其他主体的演化发展过程,自身也会通过平台分裂实现深层次的演化,本文利用计算机仿真很好地模拟了

<sup>①</sup>2012年1月11日,淘宝商城在北京举行战略发布会,宣布更换中文品牌“淘宝商城”为“天猫”。

互联网商业生态系统演化过程研究,通过不同演化参数的设定、演化环境的仿真在计算机平台上实现了互联网商业生态系统演化过程的全模拟。借鉴一些生态学的理论,我们也可以对一个成熟的互联网商业生态系统进行定性的评价,从互联网商业生态系统内部生态系统的复杂性、多样性、强壮性以及互联网商业生态系统演化的非线性、自组织性等对互联网商业生态系统进行深度分析和评价。

本文对互联网商业生态系统内部生态结构进行了理论上和经验上的探索,从四个演化阶段划分及演化过程进行了深入的探讨。但是研究互联网商业生态系统内部生态结构才刚刚开始,未来研究将更加深入,而且可以肯定从以下两个方面展开:首先,本文仅仅建立了一个初步的概念模型,事实上,互联网商业生态系统内部演化可以建立一个完整的模型进行刻画,模型的建立需要经济学、管理学、数学甚至计算机学科的相关知识,但是一个完整的、普适性的模型架构对于深入研究互联网商业生态系统有极大助力;其次,互联网商业生态系统的演化过程可以通过翔实的数据进行实证分析,通过大数据和数据挖掘工具的使用可以精准地描绘出互联网商业生态系统演化各个阶段,并计算出内部和外部因素对互联网商业生态系统演化的影响。

### 参考文献:

- [1]唐红涛,张俊英.虚拟商圈集聚:机理和效应分析[J].中国流通经济,2014(2):83-87.
- [2]MOORE J F. Predator and prey: a new ecology of competition[J]. Harvard Business Review, 1993, 71(3):75-86.
- [3]胡岗岚,卢向华,黄丽华.电子商务生态系统及其演化路径[J].经济管理,2009(6):110-116.
- [4]赵湘莲,陈桂英.未来新的商业模式——商业生态系统[J].经济纵横,2007(4):79-81.
- [5]姜奇平,曹小林,肖芳,等.电子商务的生态构建[J].互联网周刊,2013(6):28-30.
- [6]王香芬.互联网商业生态的形成和内部蚕食[J].商业经济研究,2016(6):62-64.
- [7]HUIZING A G, BLOEMEN A A F. An efficient scheduling algorithm for a multifunction radar[R]. Atlanta: Atlanta IEEE International Symposium on Phased Array Systems and Technology, 1996:359-364.
- [8]SHIH C S, GOPALAKRISHNAN S, GANTI P, et al. Scheduling real-time dwell using tasks with synthetic periods[R]. Urbana: 2013 IEEE 34th Real-Time Systems Symposium, 2003:210-219.
- [9]卞佳.基于第三方平台的电子商务信用评价机制研究[D].南京:南京理工大学信息管理系,2008.
- [10]郭洪海,姜锦虎,蔡涵.C2C电子社区成员信誉值的计算模型研究[J].管理学报,2009(8):1056-1060.
- [11]李季,李刚.一种基于信任衰减向量的P2P网络信誉模型[J].计算机工程与应用,2011(9):86-88.
- [12]周庆,甘仞初.供应链配送系统的多主体 Petri 网模型的建模方法[J].北京理工大学学报,2002(6):786-790.
- [13]赵亮,张茜,王莹.基于系统动力学的电子商务第三方物流研究[J].物流技术,2013(9):319-322.
- [14]唐秋生.电子商务环境下闭环供应链关键要素的评判与控制研究[D].重庆:重庆大学经济与工商管理学院,2011.
- [15]陈旭.电子商务交易中基于 Agent 的协商机制及策略研究[D].合肥:合肥工业大学电气与自动化工程学院,2004.
- [16]雷莉霞,周美玲.基于多 Agent 的电子商务协商系统与仿真[J].华东交通大学学报,2010(2):74-77.
- [17]甘早斌,王雅芳,魏登文,等.基于移动 Agent 的电子商务征税系统模拟[J].计算机工程与科学,2007(3):108-111.
- [18]卢武昌,胡山立.基于神经网络的 Agent 电子商务协商模型[J].计算机应用,2005(7):1638-1640,1650.
- [19]孙浩,薛霄.基于多 Agent 建模的电子商务生态系统演化实验研究[J].计算机工程,2016(7):27-32,41.
- [20]朱建刚.复杂生态系统建模与仿真的策略探讨[J].生态学杂志,2012(2):468-476.
- [21]张晶.产业生态系统的定量解析与评价及仿真[D].徐州:中国矿业大学环境与测绘学院,2012.
- [22]欧忠辉,朱祖平,夏敏,等.创新生态系统共生演化模型及仿真研究[J].科研管理,2017(12):49-57.
- [23]宋燕飞,尤建新,栾强.汽车产业创新生态系统仿真与影响因素分析[J].同济大学学报(自然科学版),2016(3):473-481.
- [24]黄丽娟,赵文德,婁子欣,等.基于系统动力学的农村电商生态系统构建及仿真研究[J].广州大学学报(社会科学版),2017(8):33-42.

