

创新生态系统的理论演进与热点前沿： 一项文献计量分析研究

汤临佳¹, 郑伟伟², 池仁勇¹

(1. 浙江工业大学 中国中小企业研究院, 杭州 310023; 2. 浙江工业大学 管理学院, 杭州 310023)

摘要: 本文利用 CiteSpace 对 Web of Science 数据库中 2001—2018 年关于创新生态系统领域的已有研究进行文献计量分析。基于主题词共现分析结果, 本文首先对创新生态系统的基础研究进行系统性梳理; 其次, 本文进一步追踪该领域 2016—2018 年期间的最新文献及其相关引用情况, 基于文献共被引分析结果, 归纳了三大研究前沿热点: “生态系统”反思及补充、系统风险预测及应对、系统成员行为与微观治理机制; 最后, 文章瞄准现有研究存在的不足, 对未来研究提出合适的探索方向。

关键词: 创新生态系统; 文献聚类; 理论演进; 研究前沿

中图分类号: F270 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2020)7—0001—10

创新生态系统综合运用系统学和生态学的知识, 能够良好解释创新主体之间的行为、结构、机制以及效率等问题, 是对区域、产业以及企业层面创新研究的重要理论与方法^[1-2]。自从创新生态系统概念提出起, 国外高水平期刊每年关于该领域文献数量呈现递增趋势。本文在 Web of Science 外文文献数据库中以“innovation ecosystem”为主题词进行检索, 发现该主题在 2013—2018 年期间呈现逐年递增式的研究热潮, 成为创新领域研究的焦点之一。

国内对创新生态系统的研究起步于 20 世纪末期, 以黄鲁成^[3]、曾国屏等^[4]、赵放和曾国屏^[5]为代表的学者对创新系统、技术创新系统等进行深入探讨, 梅亮等^[6]、李万等^[7]在 2014 年分别对国内外已有研究进行较为完整的梳理。但从整体情况看, 国内相关研究进展与文献刊登相比国外前沿研究存在一定的滞后性。近年来国外对创新生态系统的相关研究主要基于不同视角、针对不同研究对象对这一研究命题进行精细化、复杂化讨论, 理论构架逐步趋于成熟。因此, 如何紧密联系国际前沿动态, 从国际前沿的研究视角与方向开展进一步的研究成为必要工作。

据此, 本文主要运用文献计量方法, 通过 CiteSpace 软件梳理国外学者关于创新生态系统的基础研究, 追踪前沿文献以摸索当前研究热点。本文的研究目的在于: ①厘清创新生态系统的基础框架, 即该领域研究了什么, 这是后续学者持续深入的重要支撑; ②归纳前沿视角, 即未来会怎么研究, 这为后续学者选择合适的研究方向提供参考。

一、创新生态系统的基础研究

为了对创新生态系统近 20 年的研究成果进行系统性梳理, 本文采用 CiteSpace 软件对 2001 年以来国际主流期刊有关创新生态系统的学术论文进行了系统整理和分析, 并在此基础上分析理论发展路线以及最新研究方向。CiteSpace 软件能够将大量文献数据转换成为可视化图谱, 方便学者直接理解所要研究领域的知识^[8], 所以适合本研究需要。本文主要采用 CiteSpace 主题词共现分析(Term)与引文共被引分析(Cited Reference)两大分析工具对以上研究命题开展分析, 其中主题词共现聚类分析直观地展示了创新生态系统领域研究聚焦的主要内容, 引文共被引聚类分析展现了该领域经典文献之间相互引用关系。

本文首先以“innovation ecosystem”为主题词在 Web of Science(WoS)数据库内进行初次检索, 并选择“MANAGEMENT”“BUSINESS”“ECONOMICS”“OPERATIONS RESEARCH MANAGEMENT SCIENCE”4 大类

收稿日期: 2019—09—19

基金项目: 浙江省高校重大人文社科攻关计划项目“‘三化融合’背景下我省产业技术生态系统的治理机制与对策研究”(2018GH004)

作者简介: 汤临佳(1983—), 男, 浙江杭州人, 博士, 浙江工业大学中国中小企业研究院副教授, 研究方向: 中小企业技术创新; 郑伟伟(1996—), 男, 浙江杭州人, 浙江工业大学管理学院硕士研究生, 研究方向: 技术创新; 池仁勇(1959—), 男, 浙江瑞安人, 浙江工业大学中国中小企业研究院教授, 博士研究生导师, 研究方向: 技术创新。

的文献类型,共检索到 785 篇英文文献。在进阶分析过程中,设定时间阈值为“2001—2018 年”,选择“cosine”夹角余弦距离进行计算。为防止数据量过多,避免图谱过于庞大或杂乱,计算前选择每 1 年中出现频次最高的 50 个节点数据,选择前 10% 并少于 100 个高频出现的节点数据。利用 CiteSpace 分析得到初步结果后,本文去除了与创新生态系统关联度较低的词频,最终确定“innovation ecosystem”“open innovation”“competitive advantage”“dynamic capability”“technology transfer”等 13 个主题词节点,文献主题词聚类分析如图 1 所示。

根据以上分析结果,本文主要参考梅亮等^[6]和李万等^[7]的分类方法,将主题词具体划分为概念与内涵拓展、系统功能延伸和企业能力提升 3 个理论区块。

根据 CiteSpace 聚类图分析结果,其中概念与内涵拓展、系统功能延伸 2 个方向的主题词节点较为明显,表示主题词出现频次高,国外学者的研究成果丰富。而企业能力提升方向的主题词节点相对模糊,表示学者关于创新生态系统如何推动企业能力提升的内部机制,依旧存在较大的挖掘空间。下面具体对创新生态系统的三大块理论研究成果分别进行整理。

(一)创新生态系统的概念与内涵拓展

关于创新生态系统这一概念的前身,可以追溯到 Freeman 提出的国家创新系统。它是以国家为范围,公共部门和私人部门为共同促进技术创造、改进、扩散形成的存在特殊联系的网络^[9],旨在通过构建新的创新关系促进国家经济增长。随后,Nelson^[10]、Edquist^[11]、Ormala^[12]等相继进行了概念界定。然而,各地区之间的社会文化、经济基础等要素存在差异,国家创新系统难以发挥预期的效果。Cooke^[13]以一定的区域范围为系统边界,提出区域创新系统。同时,也有学者打破了地理的边界,以生产关系为边界提出产业创新系统^[14-15]、技术系统^[16-17]等概念。上述概念都强调了企业、高校、科研机构等创新主体之间的依赖关系,忽视了社会习俗、经济基础等无机环境的影响。

创新生态系统概念肇始于美国克林顿时期的政府咨文,用来解释美国联邦层面的动态、多元、合作的创新环境。Adner^[1]最早在学术界对创新生态系统进行概念界定:焦点企业与上下游企业通过优势资源重新组合来满足消费者需求的系统。Carayannis 和 Campbell^[2]早先提出“三螺旋”“四螺旋”结构,最后提升为“五螺旋”结构——大学、产业、政府、公民社会及自然环境。创新生态系统的“生态性”体现在有机主体之间、有机主体与环境之间的共生关系。也有学者将创新生态系统的“前世今生”进行对比,对创新系统和创新生态系统的概念与内容上存在一定的交叉与重叠部分进行厘清^[18],提出创新生态系统额外具备了动态性、共生性等特征^[19]。

随着更多国内外学者从不同视角开展的进一步研究,创新生态系统得以在创新研究的各个领域、各个层次展现生命力,并形成了多样化的分析框架。其中,Vargo 和 Lusch^[20]、Lusch 和 Vargo^[21]提出了服务生态系统,Adomavicius 等^[22]和 Wareham 等^[23]提出了技术生态系统,Suresh 和 Ramraj^[24]、Isenberg^[25]提出了创业生态系统等,目前都已成为研究热区。学者们开拓创新生态系统领域新的分流,扩大了当前研究的视野,并大大拓展了该领域未来的研究方向。

(二)创新生态系统的结构与功能延伸

随着创新生态系统的概念演化与内涵挖掘,其系统结构发生了一系列的改变。早期的创新系统强调创新主体之间的相互依赖,其结构是“主体依赖”模型。基于生态学强调的主体与环境的关系,有学者将其定义为“内生生态+外生态”结构^[26],也有学者将其总结为“中心生态——外围生态”结构^[5]。两个模型存在一定相似性,其中“内生生态”与“中心生态”是由创新型企业、研究型高校、科研机构、政府部门等有机主体构成的系统,而“外生态”与“外围生态”则由社会环境与自然环境融合而成,如消费者偏好、经济基础、政策制度、基础建设

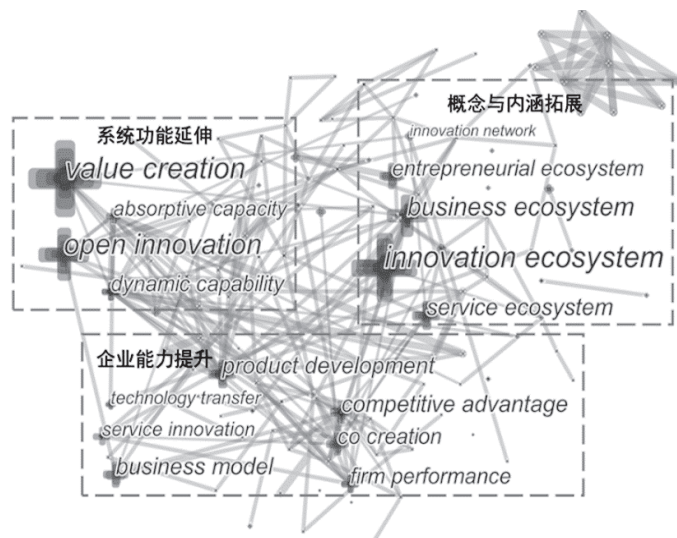


图 1 创新生态系统主题词共现聚类知识图谱

等。此外,Estrin^[27]根据创新阶段将有机主体分为三大群体:研发、开发与运用,有机主体依靠无机环境得以生存。

创新生态系统的特征是系统固有属性,会随着系统内部构成要素的种类及组合方式改变而产生巨大差异。相比于创新系统对资源配比静态的分析方法,创新生态系统更倾向于对创新主体与生存环境共生机制的动态分析^[7]。共生性有两层含义,即创新主体间的共生关系、创新主体与外围环境的共生关系。学者强调:创新主体间的竞合共生关系并不是指彼此毫无竞争的发展模式^[28-29],而是各主体间为了获得更强的竞争优势为目的形成的合作关系^[30],其本质是基于合作的竞争^[31-32]。创新主体依靠稳定的系统环境,快速提升创新效率,在创新过程中不断汲取系统内部知识的同时也产生知识溢出,从而与系统环境形成共生性。创新生态系统的动态性可以纵向分为3层:个体成长动态性、成员交互动态性、系统提升动态性。个体动态性即企业个体通过资源积累、技术研发实现核心竞争力的提升,最终实现生态位的抢占^[33]。而交互动态性不仅表现为两个或多个系统成员参与的各种合作活动,也包括合作关系的建立、放弃与再建立过程。在此过程中,创新生态系统内的逐渐积累了更多基础信息、知识与技术,成员间关系更加紧密,同时更多的其他单位作为新成员加入到系统之中,系统整体趋向于多维度的动态发展特征。

此外,相比于创新系统,创新生态系统功能趋向于复杂化与多样化。基于已有文献的研究,本文将创新生态系统的功能归纳为三点:提供稳定的创新环境、增加系统成员交互强度、提高成员整体的成长速率。企业往往因为其产品或技术的功能结构单一需要面临市场需求转移风险,而规避外部冲击的有效办法之一是增加产品与技术种类多样性及功能复杂性^[34-35]。在创新生态系统内,虽然单个企业拥有的技术种类单一,但系统融合了涉及多个技术领域的创新群落与创新种群^[4],一个企业的焦点技术可能同时成为系统内其他多个企业的互补技术。各种互补技术间的重新匹配增加了创新生态系统的功能多样性,增强了系统环境的稳定性。此外,系统成员之间因为生产关系、研发战略、地理位置等关联要素产生相互依赖性^[36],相比于系统边界之外的其他企业更容易形成合作关系,并且会为了追求更多资源愿意尝试与其他创新群落中的企业建立合作。伴随着创新生态系统的成长,一方面,企业自主创新和协同创新提高自身的技术水平,周围企业通过技术模仿、技术溢出等渠道获得更多创新资源,系统呈现出以明星企业带动中小企业的成长模式;另一方面,系统成员间的频繁交流加强了合作关系并形成了独特的系统文化,提升了合作强度,最终加快了系统内部成员集体的成长速率。

(三)创新生态系统推动企业能力提升

创新生态系统具备复杂、独特的功能,并以此为基础影响内部的企业与其他创新单位,同时形成有利于企业实现创新的外环境。企业在创新生态系统孕育下,伴随生产能力、研发能力、交互能力等迅速提升,其财务绩效、专利申请量、伙伴数量、资源积累量也呈现上升趋势。与此同时,伴随着创新生态系统的动态演化,系统创新对象、创新模式等也在发生更替。因此,企业的创新能力提升与成长轨迹不同于其个体发展路径。为厘清基于创新生态系统的企业成长机制,已有研究主要从企业战略和创新管理两个视角进行深入研究。

创新生态系统最早是从战略视角提出,旨在强调企业管理者需要重视周围其他有机单位及其赖以生存的无机环境。随后,学者对创新生态系统内的企业如何通过合作研发、资源共享等方式获取竞争优势,实现价值创造等行为进行分析^[2,37]。研究结果展示了企业个体经营成果之和与创新生态系统内企业群体创造价值的差距^[38-39]。然而也有学者对该结论提出质疑,比如参与合作的企业相互间所具备的研发能力、技术水平、优势资源等交互条件各不相同。小企业会为了获取更多独特资源而更倾向于合作,但它们往往欠缺研发能力或缺少能够占据竞争优势地位的独特资源,而得不到期望的合作机会^[40-41]。它们只能借助知识溢出、技术模仿等途径实现自主研发。但对于具有较高技术水平,并且拥有足够创新资源的企业,它们缺少足够的合作动力和意愿^[42-43]。这些企业在合作过程中,会面临内部优势资源被分散的风险,比如知识溢出、技术被模仿等,从而使它们失去原有的优势^[44],这类企业相比于合作更愿意选择独立成长。因此,管理者需要衡量企业的基础条件,从而对是否合作、合作方式进行战略规划。

创新生态系统领域战略管理方向的文献关注企业是否应该参与合作,而创新学派对企业以何种方式参与合作,企业参与合作的具体行为进行补充。主流的学者讨论了企业共同参与技术活动的目标,并分析其参与技术合作的具体方式^[22,39]。然而,除了技术创新这一主要参与方式外,也有学者从产品、市场、商业模式等方向分析企业的参与机制。例如,Roy和Cohen^[45]分析了下游资产存量对上游企业产品创新的影响机制,

Vargo 和 Lusch^[46]、Lusch 等^[47]提出以服务为主导逻辑的市场创新机制。当然,创新生态系统在保证内部企业创新数量的同时,也需要控制其创新质量。低效用和脱离实际的创新不仅不能为企业带来经济利益,相反会将企业推入绝境。因此,Wareham 等^[23]总结了系统内部影响创新数量与创新质量的 3 种矛盾关系,并为管理者提出了相关的治理建议。根据上述文献梳理内容,本文进一步绘制了图 2。

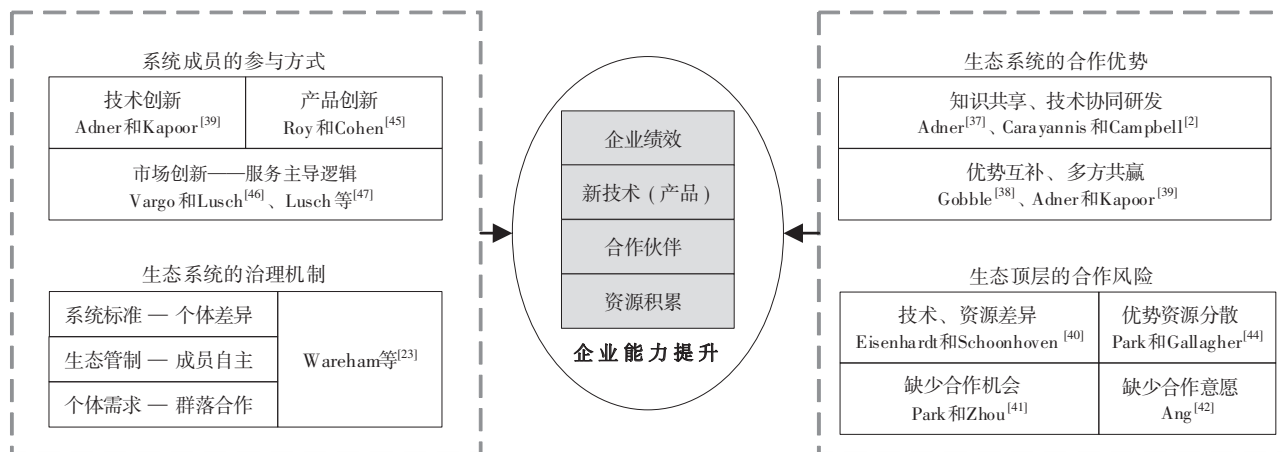


图 2 创新生态系统内企业的创新管理与战略规划

二、创新生态系统的国际研究前沿

本文进一步对近 3 年的国际主流期刊文献进行施引文献集合分析,以掌握相关研究热区。利用引文共被引分析寻找创新生态系统领域高被引文献的施引文献分析目的是探索该领域的研究前沿^[48]。

(一) 引文共被引聚类分析

本文利用 CiteSpace 对“Term”与“Cited Reference”进行分析,其中主题词聚类分析保证文献研究的内容与创新生态系统主题的相关性,便于排除无关文献的干扰。共被引聚类分析可以追溯高频主题词的文献出处,寻找当前被频繁引用的经典文献及其施引文献,并呈现这些文献之间的相互引用关系。分析结果中,数据池内共有 28490 篇英文文献。本文首先对创新生态系统领域的细分研究方向进行划分,并剔除了与主题无关文献,整理得到知识图谱如图 3 所示。图中十字形节点为关键词节点,节点大小表示该主题词在文献中出现的次数多少。圆圈节点表示文献节点,该节点信息包括文献的主要作者与发表年份,其大小表示文献被引用频次高低。

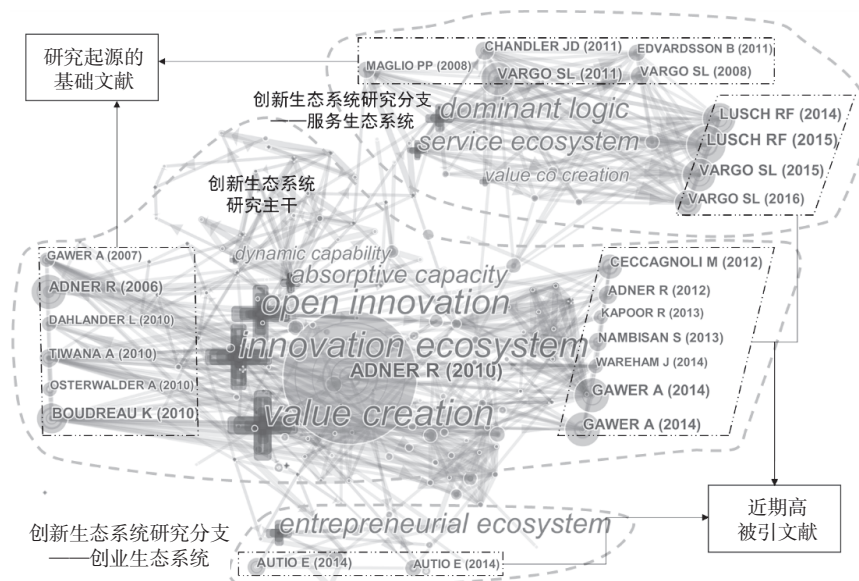


图 3 创新生态系统引文共被引聚类知识图谱

在图3中,其中关于创新生态系统本身研究的共有12篇英文文献,另有12篇文献为服务生态系统、创业生态系统等相近领域的研究。其中Adner^[37]在2010年发表的关于创新生态系统内技术相互依存结构的研究成为该领域影响最为广泛的文献。为了对创新生态系统领域国际热点与前沿的捕捉,本文对上述12篇经典文献进行内容总结,结果见表1。

(二)研究热点与前沿视角

1. “生态系统”的反思及补充

创新生态系统相对于传统创新系统研究的“生态”功能特征一直是激发研究兴趣

的话题,已有大量文献对两者的关系和差异进行综述^[59-60]。早先学者的观点相对集中,研究结论主要是:创新生态系统的内容大部分来自于创新系统^[18,61];前者更具备动态性、可持续性等功能特征,而创新生态系统是对创新系统的内容上的改进等。鉴于引用生态学知识的成功经验,后续学者将“生态”一词频繁引入创新相关领域^[62],形成一股“生态”热潮,同时也引起学者对“eco-”的反思。以Oh等^[63]为代表的学者对创新生态系统进行悲观的批判:创新生态系统尚未成为一个拥有明确定义的概念;创新生态系统过度强调市场力量,是一种虚拟的类比;创新生态系统的价值相比于创新系统较少,并且其风险大于收益等。Ritala和Etzkowitz^[64]、刘钊和吴晓桦^[65]在认识到创新生态系统存在不足之处的同时也肯定了其研究意义,一方面指出创新生态系统的理论根源模糊及设计上具有目的性;另一方面希望后续学者在研究跟进时追求更高的科学严谨性和概念清晰度。

基于上述学者对创新生态系统理论规范性的质疑,学者也对相关内容进行了补充完善。针对对创新生态系统概念、结构等的质疑,学者对“生态系统”的功能结构进行重新定义:多元伙伴需要相互作用才能实现重点价值创造而形成一致的结构,而生态系统的结构要素也被进一步明确为“活动、主体、职位、联系”^[66]。同时为了解释生态系统出现的必要性,Jacobides等^[67]分析了生态系统出现的原因以及影响生态系统出现、演变和成功或失败的关键影响因素,并指出模块化可以促进生态系统的发展。

2. 系统风险预测和系统前瞻功能

生态系统自创生、自适应能力为企业创新技术带来更多成长与创新的机会^[68],但动态性往往与不确定性相伴,并且学者从概念萌芽起就一直关注生态系统的“风险性”问题^[69]。目前,已有文献主要从创新生态系统构建与演化两个方向展开分析。在创新生态系统构建之初,系统成员需要舍弃部分熟练的技术、拥有的资源以及占有的市场。即使企业能够成功创新,满足并超越消费者需求,市场机会可能不复存在^[1],外部动态性迫使企业摧毁自身早先的所有努力。成功构建创新生态系统后,成员多样性使企业具备的技术、资源要素各不相同,不同的社会背景在企业要素融合过程中发生碰撞,增加了内部矛盾和风险^[70]。此外,伴随创新生态系统内部动态的演化过程,成员间、技术间、企业与技术间的相互依赖关系也在不断改变^[71],信息不对称等原因导致成员敲竹杠、搭便车、退出威胁、隐瞒与虚假发布信息等机会主义行为^[72]。

基于创新生态系统风险的多维度分析,学者提出相应的应对机制。然而,大部分文献都以政府部门、行业协会等第三方管理机构为对象,提出以政策管制、标准制定等“亡羊补牢”式的方法给予应对。并且,企业被动地迎合创新生态系统必将给自身带来一定经济损失,管理者需要将系统内外部动态性“化险为夷”,以前瞻性的预测来规避甚至利用不确定性。国际研究前沿已初步寻找企业预测创新生态系统风险并实现主动应对的方向,近期文献主要应对以下3个方面的威胁:技术研发风险、成员风险转移、成员利益冲突。新兴技术成为颠覆性技术前,要经历技术演化的各个阶段和应对各阶段的相应技术问题。创新生态系统中,技术进步与其他要素、发展环境的演化存在复杂联系,管理者只有充分认识各要素间动态的复杂性后,通过设计稳定的技术演化的轨迹以规避外部因素的风险问题^[73]。创新生态系统成员因为彼此相互依赖关系使得个体不确定性传递成为成员集体的不确定性,为避免管理者仅考虑企业个体内部的不确定性,管理者应首先通过感

表1 创新生态系统领域近年经典文献内容梳理

文献信息	研究内容	WoS中被引数量
Adner ^[1]	如何设计与创新生态系统相匹配的创新战略	268
Gawer和Henderson ^[49]	平台如何进入互补市场并且实现创新	122
Dahlander和Gann ^[50]	开放式创新的梳理与展望	678
Tiwana等 ^[51]	生态系统结构、治理、环境的动态演化	171
Boudreau ^[52]	不同类型开放式平台的创新方式	135
Adner ^[37]	技术依存结构如何影响创新及绩效	384
Kapoor和Adner ^[53]	企业生产与知识边界对竞争优势	43
Ceccagnoli等 ^[54]	平台创新生态系的价值共创	106
Kapoor和Lee ^[55]	创新生态系统中的新技术投资	60
Nambisan和Baron ^[56]	创新生态系统中的企业家精神	64
Wareham等 ^[23]	技术生态系统的治理机制	48
Gawer和Cusumano ^[57]	产业平台与生态系统创新	130
Gawer ^[58]	不同视角下的技术平台管理	101

注:资料来源为根据相关文献整理。

知与识别不确定性并给予弥补,通过组织集体学习以减少异质性,最后通过建立模块来创建一个能够减弱不确定因素传播的空间^[74]。此外,学者在考虑系统成员相互依赖的同时,也意识到不同群体间获取利益方式不同。因此管理者也需要它们的战略分析来构建多层次的创新生态系统^[75],通过前瞻性的设计与管理来解决利益矛盾。

3. 系统成员行为和微观治理机制

创新生态系统经历概念演化、功能拓展、成员行为管理等理论发展阶段后,最新研究趋向于更微观的研究视角进行深入挖掘。创新生态系统一直被作为不可分割的整体,因此其内部要素及系统成员个体的功能难以衡量。尽管如此,厘清各要素间相互依赖与相互影响关系是探索创新生态系统治理机制的必经之路,学者逐渐开始从系统的成员之间、系统要素之间的相互影响关系以及单个要素或主体对系统的影响展开讨论。

本节梳理了2016—2018年创新生态系统主题基于微观视角的10篇文献发现:目前该领域学者大部分仍倾向于案例分析、理论推演的定性研究,但关于技术演化与替代方向的文献,学者逐渐开始使用定量的研究方法。例如,Adner和Kapoor^[39]利用1972—2009年半导体光刻设备行业数据动态地描述了技术能力变化及新旧技术替代过程;Toh和Miller^[76]利用1991—2008年美国通讯行业数据研究了企业如何披露其关键技术从而参与创新生态系统的技术标准制定。

此外,无机环境中的政策要素、金融基础以及系统的其他创新辅助机构的功能价值也成为新的研究焦点,例如,Aguirre-Bastos和Weber^[77]、Reischauer^[78]对创新政策正向推动系统制度建设进行肯定,同时也指出其局限性将阻碍系统发挥功能;Kapetanious^[79]将增加金融工具作为创新政策的主要任务之一,认为系统为创新型企业、科研机构等提供更稳定的经济支撑可以提升技术研发的成功率。

表2 创新生态系统成员及要素功能分析

文献	研究对象	研究方法	主要内容
Adner和Kapoor ^[39]	核心技术	实证分析	创新生态系统中技术演化与替代路径
Davis ^[80]	系统成员	案例分析	企业如何与系统中的其他成员合作
Toh和Miller ^[76]	技术披露	实证分析	系统中的互补技术与系统技术标准制定
Helfat和Raubitschek ^[19]	动态能力	理论推演	动态能力如何促进创新生态系统的价值捕捉
Holgersson等 ^[71]	知识产权	案例分析	互补技术、资产对知识产权战略的影响
Aguirre-Bastos和Weber ^[77]	公共政策	理论推演	公共政策复杂性与系统治理的局限性
Gomes等 ^[74]	系统成员	案例分析	系统成员相互依赖与系统整体的不确定性
Intarakumnerd和Goto ^[81]	研究机构	案例分析	公共研究机构在不同时间、国家的功能变化
Reischauer ^[78]	创新政策	理论推演	创新政策推动制造业创新生态系统制度化
Kapetanious等 ^[79]	金融基础	案例分析	增加系统金融工具提高系统创新绩效

注:资料来源为根据相关文献整理。

三、总结及未来展望

创新生态系统是创新领域的研究热点,随着学者对概念与内涵、系统功能与特征、成员能力与成长等多个方向的内容拓展,该领域的理论框架已经趋于成熟,国内的梅亮等^[6]已经进行系统性的梳理。然而,创新生态系统在国外引发新一轮研究热潮,该领域的大量文献从新的研究视角对先前的内容进行深度挖掘,同时也开辟了新的研究方向。因此,创新生态系统领域的国际发展趋势成为当前国内研究的“黑箱”。本文基于科学计量方法,利用CiteSpace对创新生态系统领域的文献进行主题词共现聚类分析,对概念演进、系统功能延伸及成员能力提升3个模块进行总结,构建了创新生态系统的基础理论框架。同时基于文献共被引分析,本文追踪了Web of Science数据库中近3年关于该领域的前沿文献,研究发现:当前创新生态系统领域正处于研究转型期。一方面,学者对引用“生态系统”产生争论,以Oh等^[63]为代表的学者对创新领域广泛引用“生态系统”提出反思,对该类方法的科学性及其严谨性提出质疑,而以Adner^[66]为代表的学者对早先的“生态系统”概念界定进行补充,Aguirre-Bastos和Weber^[77]提出通过前瞻性的设计与管理方式从而规避系统风险;另一方面,学者突破了原先以系统整体为研究对象的习惯,基于微观视角对系统成员个体、环境要素的功能价值讨论成为新的趋势。因此,该领域在以下方面仍留有较大的研究空间,值得进一步深入的探索。

第一,创新生态系统的概念界定仍旧没有达成共识,学者仅强调研究者应当根据实际情况进行定义却没有对界定方法进行论述。因此,早先的案例分析文章大都省略了目标创新生态系统范围界定的相关说明。学者在研究该领域的相关案例时,能够依据先前的理论基础,清晰地划定系统范围与边界以及确定系统成员、系统环境等将为后续的研究范例。

第二,创新生态系统自身具备生态性特征,系统整体呈现出动态的成长过程。但从微观的企业创新生态系统演化为产业、区域甚至国家创新生态系统的过程中,系统的创新主体、无机环境、内部关系等发生一系列

的变化,难以对其演化过程进行系统性分析。因此,创新生态系统在不同层级的跃迁过程中,其系统要素变化存在什么规律,跃迁前后具有何种联系具有一定研究意义。

第三,已有的文献大都从理论推演和案例分析等定性方法展开研究,然而 Adner 和 Kapoor^[39]、Toh 和 Miller^[76]开始以技术为切入点,对创新生态系统内的要素进行量化和实证分析,成为该领域实证研究的先例。此外,我国学者以构建区域创新生态系统为目标,对国内各个区域构建系统的适宜度进行测量。实证分析能够将创新生态系统的功能转化为数值上的比较,便于系统管理者间的经验交流与积累。因此,后续学者如何借鉴早先的实证研究技巧,对该领域展开下一步的实证研究具有一定的理论与实践意义。

第四,随着新一轮的研究热潮的到来,创新生态系统领域迎来了研究转型期。国外学者突破原先研究视角,已经率先以系统成员以及系统要素为对象,研究其对系统整体的影响机制。已有的研究探索了如何改进创新政策或者完善金融基础来提供系统内部企业的创新效率。因此,后续学者可以从系统文化、消费者习惯等要素为切入点,讨论部分对系统整体的影响机制,这将对管理者如何进行系统治理提供实质性建议,具有一定研究意义。

参考文献

- [1] ADNER R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem[J]. *Harvard Business Review*, 2006, 84(4): 98-107, 148.
- [2] CARAYANNIS E G, CAMPBELL D F J. Triple helix, quadruple helix and quintuple helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other: A pro-posed framework for a trans-disciplinary analysis of sustainable development and social ecology[J]. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 2010, 1(1): 41-69.
- [3] 黄鲁成. 区域技术创新系统研究: 生态学的思考[J]. *科学学研究*, 2003(2): 215-219.
- [4] 曾国屏, 苟尤钊, 刘磊. 从“创新系统”到“创新生态系统”[J]. *科学学研究*, 2013, 31(1): 4-12.
- [5] 赵放, 曾国屏. 多重视角下的创新生态系统[J]. *科学学研究*, 2014, 32(12): 1781-1788, 1796.
- [6] 梅亮, 陈劲, 刘洋. 创新生态系统: 源起、知识演进和理论框架[J]. *科学学研究*, 2014, 32(12): 1771-1780.
- [7] 李万, 常静, 王敏杰, 等. 创新 3.0 与创新生态系统[J]. *科学学研究*, 2014, 32(12): 1761-1770.
- [8] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. *科学学研究*, 2015, 33(2): 242-253.
- [9] FREEMAN C. Technology policy and economic performance: Lessons from Japan[M]. London: Frances Pinter, 1987.
- [10] NELSON R R. National systems of innovation: A comparative analysis[M]. Oxford: Oxford University Press, 1993.
- [11] EDQUIST C. Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations[M]. London: Printer, 1997.
- [12] ORMALA E. Managing national innovation system[M]. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 1999: 146-147.
- [13] COOKE P. The new wave of regional innovation networks: Analysis, characteristics and strategy[J]. *Small Business Economics*, 1996, 8(2): 159-171.
- [14] MALERBA F. Sectoral systems of innovation and production[J]. *Research Policy*, 2002, 31(2): 247-264.
- [15] DOLOREUX D, PARTO S. Regional innovation systems: Current discourse and unresolved issues[J]. *Technology in Society*, 2005, 27(2): 133-153.
- [16] HUGHES T P. The evolution of large technological systems[M]// BIJKER W E, HUGHES T P, PINCH T J. The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology. Cambridge Massachusetts: The MIT Press, 1987: 51-82.
- [17] CARLSSON B. On and off the beaten path: The evolution of four technological systems in Sweden[J]. *International Journal of Industrial Organization*, 1997, 15(6): 775-799.
- [18] 孙聪, 魏江. 企业层创新生态系统结构与协同机制研究[J]. *科学学研究*, 2019, 37(7): 1316-1325.
- [19] HELFAT C E, RAUBITSCHKE R S. Dynamic and integrative capabilities for profiting from innovation in digital platform-based ecosystems[J]. *Research Policy*, 2018, 47(8): 1391-1399.
- [20] VARGO S L, LUSCH R F. Service-dominant logic: Continuing the evolution[J]. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 2008, 36(1): 1-10.
- [21] LUSCH R F, VARGO S L. Service-dominant logic: The service-dominant mindset[J]. *Service Science Research & Innovations in the Service Economy*, 2014, 3(137): 89-96.
- [22] ADOMAVICIUS G, BOCKSTEDT J C, GUPTA A, et al. Technology roles and paths of influence in an ecosystem model of technology evolution[J]. *Information Technology & Management*, 2007, 8(2): 185-202.
- [23] WAREHAM J, FOX P B, CANO G J L. Technology ecosystem governance[J]. *Organization Science*, 2014, 25(4): 1195-1215.
- [24] SURESH J, RAMRAJ R. Entrepreneurial ecosystem: Case study on the influence of environmental factors on entrepreneurial

- success[J]. *European Journal of Business & Management*, 2012, 4(16): 95-101.
- [25] ISENBERG D J. The big idea: How to start an entrepreneurial revolution[J]. *Harvard Business Review*, 2010, 88(6): 40-50.
- [26] 毛荐其, 刘娜, 陈雷. 基于技术生态的技术自组织演化机理研究[J]. *科学学研究*, 2011, 29(6): 819-824.
- [27] ESTRIN J. Closing the innovation gap: Reigniting the spark of creativity in a global economy[M]. New York: Mc Graw Hill, 2009.
- [28] 汤临佳, 郑伟伟, 池仁勇. 智能制造创新生态系统的功能评价体系及治理机制[J]. *科研管理*, 2019, 40(7): 97-105.
- [29] 魏江, 曹建萍, 焦豪. 基于竞合理论的集群企业技术能力整合机理研究[J]. *科学学与科学技术管理*, 2008(6): 135-141.
- [30] 陈菲琼, 范良聪. 基于合作与竞争的战略联盟稳定性分析[J]. *管理世界*, 2007(7): 102-110.
- [31] BENGTSSON M, KOCK S. "Coopetition" in business networks-to cooperate and compete simultaneously [J]. *Industrial Marketing Management*, 2000, 29(5): 411-426.
- [32] GNYAWALI D, HE J, MADHAVAN R. Impact of coopetition on firm competitive behavior: An empirical examination[J]. *Journal of Management*, 2006, 32(4): 507-530.
- [33] 叶芬斌, 许为民. 技术生态位与技术范式变迁[J]. *科学学研究*, 2012, 30(3): 321-327.
- [34] ANDREWSKI G, BRASS D J, FERRIER W J. Alliance portfolio configurations and competitive action frequency[J]. *Journal of Management*, 2016, 42(4): 811-837.
- [35] MARTINEZ M G, ZOUAGHI F, GARCIA M S. Capturing value from alliance portfolio diversity: The mediating role of R&D human capital in high and low tech industries[J]. *Technovation*, 2017, 59: 55-67.
- [36] CARAYANNIS E G, RAKHMATULLIN R. The quadruple/quintuple innovation helixes and smart specialisation strategies for sustainable and inclusive growth in Europe and beyond[J]. *Journal of the Knowledge Economy*, 2014, 5(2): 212-239.
- [37] ADNER R. When are technologies disruptive? a demand-based view of the emergence of competition [J]. *Strategic Management Journal*, 2010, 23(8): 667-688.
- [38] GOBBLE M A M. Resources: Charting the innovation ecosystem[J]. *Research Technology Management*, 2014, 57(4): 55-59.
- [39] ADNER R, KAPOOR R. Innovation ecosystems and the pace of substitution: Re-examining technology s-curves [J]. *Strategic Management Journal*, 2016, 37(4): 625-648.
- [40] EISENHARDT K M, SCHOONHOVEN C B. Resource-based view of strategic alliance formation: Strategic and social effects in entrepreneurial firms[J]. *Organization Science*, 1996, 7(2): 136-150.
- [41] PARK S H, ZHOU D. Firm heterogeneity and competitive dynamics in alliance formation [J]. *Academy of Management Review*, 2005, 30(3): 531-554.
- [42] ANG S H. Competitive intensity and collaboration: Impact on firm growth across technological environments [J]. *Strategic Management Journal*, 2010, 29(10): 1057-1075.
- [43] 王永进, 盛丹, 李坤望. 中国企业成长中的规模分布——基于大企业的研究[J]. *中国社会科学*, 2017(3): 26-47, 204-205.
- [44] PARK S H, GALLAGHER C S. Firm resources as moderators of the relationship between market growth and strategic alliances in semiconductor start-ups[J]. *Academy of Management Journal*, 2002, 45(3): 527-545.
- [45] ROY R, COHEN S K. Stock of downstream complementary assets as a catalyst for product innovation during technological change in the US machine tool industry[J]. *Strategic Management Journal*, 2016, 38(6): 1253-1267.
- [46] VARGO S L, LUSCH R F. It's all B2B and beyond: Toward a systems perspective of the market[J]. *Industrial Marketing Management*, 2011, 40(2): 181-187.
- [47] LUSCH R F, VARGO S L, GUSTAFSSON A. Fostering a trans-disciplinary perspectives of service ecosystems[J]. *Journal of Business Research*, 2016, 69(8): 2957-2963.
- [48] 李杰, 陈超美. CiteSpace: 科技文本挖掘及可视化: Text mining and visualization in scientific literature[M]. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2016: 3-6.
- [49] GAWER A, HENDERSON R M. Platform owner entry and innovation in complementary markets: Evidence from intel[J]. *Journal of Economics & Management Strategy*, 2007, 16(1): 1-34.
- [50] DAHLANDER L, GANN D M. How open is innovation?[J]. *Research Policy*, 2010, 39(6): 699-709.
- [51] TIWANA A, KONSYSKI B, BUSH A A. Platform evolution: Coevolution of platform architecture, governance, and environmental dynamics[J]. *Information Systems Research*, 2010, 21(4): 675-687.
- [52] BOUDREAU K. Open platform strategies and innovation: Granting access vs. devolving control[J]. *Management Science*, 2010, 56(10): 1849-1872.
- [53] KAPOOR R, ADNER R. What firms make vs. what they know: How firms' production and knowledge boundaries affect competitive advantage in the face of technological change[J]. *Organization Science*, 2012, 23(5): 1227-1248.
- [54] CECCAGNOLI M, FORMAN C, HUANG P, et al. Co-creation of value in a platform ecosystem: The case of enterprise software[J]. *Mis Quarterly*, 2012, 36(1): 263-290.

- [55] KAPOOR R, LEE J M. Coordinating and competing in ecosystems: How organizational forms shape new technology investments[J]. *Strategic Management Journal*, 2010(1): 274-296.
- [56] NAMBISAN S, BARON R A. Entrepreneurship in innovation ecosystems: Entrepreneurs' self-regulatory processes and their implications for new venture success[J]. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 2013, 37(5): 1071-1097.
- [57] GAWER A, CUSUMANO M A. Industry platforms and ecosystem innovation[J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2014, 31(3): 417-433.
- [58] GAWER A. Bridging differing perspectives on technological platforms: Toward an integrative framework [J]. *Research Policy*, 2014, 43(7): 1239-1249.
- [59] SUOMINEN A, SEPPÄNEN M, DEDEHAYIR O. A bibliometric review on innovation systems and ecosystems: A research agenda[J]. *European Journal of Innovation Management*, 2019, 22(2): 335-360.
- [60] SMORODINSKAYA N, RUSSELL M, KATUKOV D, et al. Innovation ecosystems vs. innovation systems in terms of collaboration and co-creation of value [C]//HICSS. Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences. Hawaii: IEEE Computer Society Press, 2017: 5245-5254.
- [61] RANGA M, ETZKOWITZ H. Triple helix systems: An analytical framework for innovation policy and practice in the knowledge society[J]. *Industry & Higher Education*, 2013, 27(4): 237-262.
- [62] SHAW D R, ALLEN T. Studying innovation ecosystems using ecology theory [J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2016, 121(5): 121-134.
- [63] OH D S, PHILLIPS F, PARK S, et al. Innovation ecosystems: A critical examination[J]. *Technovation*, 2016, 54(2): 1-6.
- [64] RITALA P, ALMPANOPOULOU A. In defense of 'eco' in innovation ecosystem[J]. *Technovation*, 2017, 61(3): 39-42.
- [65] 刘钊, 吴晓烨. 国外创新生态系统的研究进展与理论反思[J]. *自然辩证法研究*, 2017, 33(11): 47-52.
- [66] ADNER R. Ecosystem as structure: An actionable construct for strategy[J]. *Journal of Management*, 2017, 43(1): 39-58.
- [67] JACOBIDES M G, CENNAMO C, GAWER A. Towards a theory of ecosystems[J]. *Strategic Management Journal*, 2018, 39(8): 2255-2276.
- [68] 朱方长. 技术生态对技术创新的作用机制研究[J]. *科研管理*, 2005, 26(4): 8-14.
- [69] DATTÉE B, ALEXO O, AUTIO E. Maneuvering in poor visibility: How firms play the ecosystem game when uncertainty is high[J]. *Academy of Management Journal*, 2018, 61(2): 466-498.
- [70] 张运生. 高科技企业创新生态系统风险产生机理探究[J]. *科学学研究*, 2009, 27(6): 925-931.
- [71] HOLGERSSON M, GRANSTRAND O, BOGERS M. The evolution of intellectual property strategy in innovation ecosystems: Uncovering complementary and substitute appropriability regimes[J]. *Long Range Planning*, 2018, 51(2): 303-319.
- [72] 张运生, 邹思明. 高科技企业创新生态系统治理机制研究[J]. *科学学研究*, 2010, 28(5): 785-792.
- [73] SCHUELKEECH B A, PHILLIPS F. A model for understanding the orders of magnitude of disruptive technologies [J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2018, 129(1): 261-274.
- [74] GOMES L V, SALERNO M S, PHAAL R, et al. How entrepreneurs manage collective uncertainties in innovation ecosystems [J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2018, 8(2): 137-146.
- [75] POMBO-JUÁREZ L, KÖNNÖLÄ T, MILES I, et al. Wiring up multiple layers of innovation ecosystems: Contemplations from personal health systems foresight[J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2016, 115(1): 278-288.
- [76] TOH P K, MILLER C D. Pawn to save a chariot, or drawbridge into the fort? firms' disclosure during standard setting and complementary technologies within ecosystems[J]. *Strategic Management Journal*, 2017, 38(11): 2213-2236.
- [77] AGUIRRE-BASTOS C, WEBER M K. Foresight for shaping national innovation systems in developing economies [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2018, 128(3): 186-196.
- [78] REISCHAUER G. Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems in manufacturing [J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2018, 132(6): 26-33.
- [79] KAPETANIOU C, SAMDANIS M, LEE S H. Innovation policies of Cyprus during the global economic crisis: Aligning financial institutions with national innovation system[J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2018, 133(1): 29-40.
- [80] DAVIS J P. The group dynamics of interorganizational relationships: Collaborating with multiple partners in innovation ecosystems[J]. *Administrative Science Quarterly*, 2016, 61(4): 621-661.
- [81] INTARAKUMNERD P, GOTO A. Role of public research institutes in national innovation systems in industrialized countries: The cases of Fraunhofer, NIST, CSIRO, AIST, and ITRI[J]. *Research Policy*, 2018, 47(7): 1309-1320.

(下转第26页)

- [12] 丁晓东. 什么是数据权利? ——从欧洲《一般数据保护条例》看数据隐私的保护[J]. 华东政法大学学报, 2018(4): 39-53.
- [13] 段伟文. 大数据知识发现的本体论追问[J]. 哲学研究, 2015(11): 114-119.
- [14] 尹然平. 农业企业创业精神、创业能力与创业绩效关系研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- [15] TOMATZKY L G, FLEISCHER M. The processes of technological innovation[M]. Lanham: Lexington Books, 1990.
- [16] 付清芬, 谢伟, 张娜娜. 企业管理创新采纳的动机、时机及过程[J]. 技术经济, 2019, 38(3): 1-7.
- [17] 汪应洛. 系统工程理论、方法与应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998: 56-73.

Influence Factors of Big Data Technology Adoption of Agricultural Enterprises: An Empirical Analysis Based on ISM Model

Feng Ye¹, Chen Shengwei¹, Song Changqing²

(1. College of Economics and Management, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, Shandong, China; 2. College of Information Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, Shandong, China)

Abstract: In order to improve the application depth and breadth of big data technology in the agricultural field, mine agricultural data resources and promote the supply side reform of agriculture, this paper uses ISM model to analyze the influencing factors of big data technology adopted by agricultural enterprises, their relationship and hierarchical structure based on the survey data of 189 agricultural enterprises. Some suggestions are put forward, for example: strengthen the development of technology, improve the level of independent intellectual property rights of core equipment and technology, strengthen the cooperation of big data technology industry, cultivate the awareness of enterprise data management and big data technology talents, and strengthen the publicity role of big data technology public demonstration project.

Keywords: agricultural enterprise; big data; technology adoption; influence factor; ISM model

(上接第9页)

Theoretical Evolution and Hot Fronts of the Innovation Ecosystem: A Bibliometric Analysis Study

Tang Linjia¹, Zheng Weiwei², Chi Renyong¹

(1. China Institute for Small and Medium Enterprise, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023, China;
2. School of Management, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: CiteSpace is used to conduct a bibliometric analysis of existing research on the innovation ecosystem in the Web of Science database from 2001 to 2018. Based on the results of co-occurrence analysis of term words, the paper systematically sorts out the basic research of the innovation ecosystem at first. Secondly, this study tracks the latest literature and related citation analysis in this field from 2016 to 2018. Based on the results of literature co-citation analysis, this paper summarizes three major research fronts: "ecosystem" reflection and supplementation, system risk prediction and response, system member behavior and micro-governance mechanisms. Finally, the article aims at the shortcomings of existing research, and proposes suitable exploration directions for future research.

Keywords: innovation ecosystem; literature clustering; theoretical evolution; research fronts