

# 浅析创新系统与创新生态系统

董铠军<sup>1</sup>, 杨茂喜<sup>2</sup>

(1. 清华大学科学技术与社会研究所;  
2. 清华大学社会科学学院, 北京 100084)

**摘要:** 严格说来, 创新系统和创新生态系统均未形成完善成熟的理论架构, 但已具有各自明显的研究范式特征。从理论源起开始, 通过对二者在概念、分类、结构与机制等方面比较, 二者的联系与区别得以深入澄清。而对其研究方法和未来走向的进一步探讨, 更加深了对二者的辨析。

**关键词:** 创新系统; 创新生态系统; 范式

中图分类号: NO31; G301

文献标志码: A

文章编号: 1000-7695 (2018) 14-0001-09

## Analysis on Innovation System and Innovation Ecosystem

Dong Kaijun<sup>1</sup>, Yang Maoxi<sup>2</sup>

(1. Institute of Science, Technology and Society, Tsinghua University;  
2. School of Social Sciences, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** Strictly speaking, innovation system and innovation ecosystem both haven't established their own perfect and sound frameworks, though they are forming obvious research paradigms respectively. To clarify the differences between them, a lot of aspects are compared, such as origin, concept, category, structure and mechanism, etc. Particularly, the discussions on their research methodology and trend are also taken, which contribute to this distinction between them as well.

**Key words:** innovation system; innovation ecosystem; paradigm

自 1912 年熊彼特在《经济发展理论》中提出“创新”概念以来, 经过百余年的发展, 创新已经逐步被世界各国接受为经济发展的重要引擎, 甚至上升到国家战略的高度。作为其中最重要和相对较成熟的理论研究成果, “创新系统理论”和“创新生态系统理论”相继被提出和广受关注。然而, 至今对二者尚缺少较为清晰的梳理和比较, 对其间异同学者们尚未达成共识。据此进行较为深入的探讨, 无论对理论研究的进展还是创新政策的廓清, 都具有一定的意义。

### 1 研究背景

创新系统理论被认为是由学术界率先提出来的。1987 年 Freeman<sup>[1]007</sup> 在《技术政策与经济绩效: 日本国家创新系统的经验》中率先将“国家创新系统”(NIS) 界定为“由公共和私人部门共同构建的网络, 一切新技术的发起、引进、改良和传播都通

过这个网络中各个组成部分的活动和互动得到实现”。Lundvall<sup>[2]2-8</sup>、Nelson<sup>[3]59-13</sup> 及 OECD<sup>[4]</sup> 先后对此定义进行了修正和补充, 最终促成了国家创新系统理论的确立。由于熊彼特最早提出创新的 5 种类型时是以企业为主体的, 因此很多学者认为熊彼特的创新理论应该归于企业创新系统理论, 因此, 学术界沿着企业创新系统——国家创新系统——区域创新系统——产业创新系统等展开研究, 使得系统范式下的创新成果不断生成<sup>[5]</sup>。

对创新生态系统理论, 则公认是来自政府的倡导。2004 年美国政府在总统科技顾问委员会 (PCAST)<sup>[6-7]</sup> 的两份报告中提出, 美国的经济繁荣和全球的领导地位得益于一个精心编制的“创新生态系统”。类似的理念早在 1994 年克林顿政府的报告中就已提出, “今天的科学和技术事业更像一个生态系统, 而不是一条生产线”<sup>[8]</sup>。这一理念迅速成为日本、法国、德国等发达国家创新政策的风向标,

收稿日期: 2017-09-29, 修回日期: 2017-12-03

并引起了从事创新研究的学者的高度重视。2006年,日本国家科学技术政策研究所(NITEP)和美国信托与从业者协会(STEP)共同组织召开了“美国和日本21世纪的创新系统:来自十年变化的经验”重要学术研讨会,标志着创新生态系统开始成为除政策制定者关注之外学术前沿的重要理论问题<sup>[9]</sup>。

从某种意义上讲,二者的提出是表里合一,都是对经济转折时期“国家竞争理论”的反思。Freeman<sup>[1]006</sup>从果溯源,研究20世纪80年代日本如日中天的经济绩效是如何取得的,认为日本经济已经被证明以李斯特的学说为理论基础,对世界范围内的先进技术进行消化吸收,并根据实际情况作出相应改进,对科学、技术和市场进行优化管理并使之结合成一个有机整体——国家创新系统,使得日本不仅超过了英国,甚至也与西德和美国拉开了距离。

然而20世纪90年代股市和地产泡沫的破灭,使得日本经济遭受重创;相形之下,进入新世纪后,美国经济再次腾飞。日本“追赶型国家”获得成功的、依靠通产省管辖下的“将产业机构与技术进步相结合”的创新系统范式,被美国以“先导创新型国家”再次获得全球领导者地位的“有活力的、动态的”的创新生态系统范式所征服。前者是旁观者对日本的冷静观察,后者是美国对自身的内省总结。这期间,OECD等国际组织以及各个国家以“创新”“创新系统”“创新生态”等作为关键词的政策、战略、计划等层出不穷,更显示了这是国家在经济竞争领域内的方法论和路线选择上的炽热探索。

## 2 主要理论框架比较

创新系统理论和创新生态系统理论分别经过了近30年和10余年的发展,在互相借鉴中丰富起来,虽然后者远没有达到可以替代前者的程度,但二者在研究框架上已表现出许多差异。

### 2.1 概念

创新系统概念是在Freeman提出国家创新系统(NIS)之后,学者们和研究机构进行了更深入的探讨和补充。1992年,Lundvall<sup>[2]2,10-12,63-66</sup>提出国家创新系统是一个国家内部各种要素和关系的集合,它们相互作用于新的、有用的知识产生、扩散和使用之中,其中生产者与使用者的相互作用关系是技术创新的激励因素,也是国家创新系统的微观基础。1997年,OECD<sup>[4]</sup>给出了广为接受的定义,即认为国家创新系统是由参加新技术发展和扩散的企业、大学和研究机构组成,是一个为创造、储备和转让

知识、技能和新产品的相互作用的网络系统。我国学者张杰等<sup>[10]</sup>认为国家创新系统由企业、大学、科研机构、中介机构和政府部门组成,其中企业是创新主体,科研机构 and 大学是重要的创新源和知识库,政府的作用是营造良好的创新环境,中介机构是沟通知识流动的重要环节。

创新系统理论从NIS的概念开始,开启了系统范式作为研究进路的新篇章。它用“创新是由不同参与者和机构的共同体大量互动作用的结果”的理念,替代了原有的“创新主要是企业家为主体”的“个体性行为”的思维传统<sup>[11]</sup>。也正是系统范式的引入,系统具有的整体性、层次性、多样性、平衡性、可控性等特征带动了后续在产业、区域、企业等相关研究领域的展开,系统性思维也给予了创新政策新的思路。

创新生态系统的概念尽管是由美国政府层面提出的,但是它的理论来源却不止一个。其中一些做宏观研究的学者认为,国家创新生态系统是对国家创新系统概念的自然延伸,“生态”二字的添加是基于美国对日本进行超越的功能和结构优越性上的体现,包括动态性和平稳性。这种动态性,是系统内各要素间的关系从线性向非线性转化、从要素之间的互动向要素与环境之间的互动转化、从共存共荣的简单利益共享向协同演化转化;而平稳性,是基于生态系统独有的自调节机制,通过恢复力、抗干扰力等保持相对稳定的状态<sup>[12]</sup>。此外,根据美国政府文件的阐述,我们可以看出其中还包括“灵活性”的一面,就是在行动主体与其他主体以及环境进行相互适应过程中具有鲁棒特性,可以有机地、快速地、低成本地实现以上的“动态性”互动和“平稳性”调节。

创新生态系统的概念另一个重要分支来源是生态学或仿生学在经济领域的运用。以Hanan等<sup>[13]</sup>关于“组织生态学”的研究和Moore<sup>[14]</sup>提出“商业生态系统”为代表,将商业(企业)在日常运营行为中的特征扩展到创新行为的研究上去,即将企业生态系统拓展为企业创新生态系统进行研究。Adner<sup>[15]</sup>认为今天的创新行为已经不是“单打独斗”、自己封闭起来搞创新,而是需要协调相关合作伙伴等才能实现。开放式创新的兴起,与创新生态系统要求容纳更多主体的互动形成呼应。同时,Nokia的倒下和Apple的兴起使得“今天的竞争已经不是个体之间的竞争,更是生态系统与生态系统之间的竞争”的思想不断激发实业界和学术界,一些诸如“创新3.0”的概念也应运而生。从功能角度看,创

新生态系统与创新系统的不同，就是要促进创新行为“可持续地发生”。

创新生态系统概念的兴起还引起了中观层面学者的关注，对硅谷经验的总结是创新生态系统研究的又一来源。在 Lee 等<sup>[16]</sup>的研究中，硅谷的成功被归结为“以地区网络为基础的工业体系”和“富有创业精神，鼓励协作和竞争”的“栖息地”；区位与生态位、产业集群和创新种群开始成为分析工具。在这里，生态系统特有的“合适度”和“节约性”（高效率和最优路径实现）受到空前重视。

如果说创新系统概念的本质是从单因素、多因素的静态模型向复杂非线性网络模型转变的话，创新生态系统概念的本质则是对原创新系统在向多维度拓展时的阐释力不足，以及日本经济的衰退使人们对创新系统概念发生质疑的双重结果下发生的转变。二者概念侧重的比较见表 1 所示。

表 1 创新系统与创新生态系统概念侧重比较

| 项目   | 创新系统                         | 创新生态系统   |
|------|------------------------------|--|
| 基本概念 | 为创造、储备和转让知识、技能和新产品的相互作用的网络系统 | 多个创新主体之间基于某些技术、人才、市场、运作模式、文化等共同的创新要素而形成的，相互依赖、共生共赢，并且具有一定的稳定性、独立性的一种组织体系 <sup>[15]</sup> |
| 国家层面 | 复杂非线性                        | 动态性、稳定性、灵活性  |
| 中观层面 | 聚集、共生                        | 合适度、节约性  |
| 微观层面 | 多因素参与                        | 创新可持续地发生   |
| 前提   | 学习：掌握与改进，隐性知识与显性知识（外溢）       | 创造：衍生与演化，形成新知识、新组合（内生）   |

## 2.2 分类

早期的创新理论研究是以 NIS 为主的，这就自然地以地理边界作为研究界限，而各个国家的创新系统之间的比较，尤其是结构和绩效方面的对比成为主要研究内容。Cooke<sup>[18]</sup>对该模型进行了批评，并强调区域因素的重要性，由此提出了“区域创新系统”（regional innovation system, RIS），将 RIS 定义为企业及其他机构经由以根植性为特征的制度环境所形成的交互学习系统。Ohmae<sup>[19]</sup>认为随着全球一体化和国际边界的消失，从经济意义上，“国家状态”日益让位于“区域状态”，区域成为了真正意义上的经济利益体。我国学者关于区域创新生态系统的研究始于 21 世纪初，北京工业大学的黄鲁成教授<sup>[20]</sup>2003 年在《中国科技论坛》上发表了“区域技术创新生态体系的特征”一文，是我国较早提出运用生态学的思想研究区域技术创新生态系统的论

文。Malerba 等人<sup>[21]</sup>对国家创新系统和区域创新系统理论提出了质疑，认为创新系统的边界不会受到固定地理边界的制约，并提出了“产业创新系统”（sectoral innovations system），将其定义为“开发、制造产业产品和产生、利用产业技术的公司活动的集合”。Lundvall<sup>[22]63-66</sup>对 NIS 的“生产者-使用者”的微观解释和熊彼特关于创新的原初定义促成了企业创新系统（enterprise innovation system, EIS）的形成，即以企业为主体、以企业家为核心行动者形成的多因素的网络模型。至此，创新系统形成了由宏观至微观的较为完善的层次和分类。其中，企业创新系统是国家、区域和产业创新系统的基本构成单位，企业个体的行为被认为是其他层次实现创新绩效的基础。

创新生态系统的分类，一开始按照与创新系统理论一一对应的关系，分别确立了国家、区域、产业、企业等层次（除了由于知识生态学和商业生态学把知识、基因、物种、种群等也作为微观分析单元从而不一定与企业完全对应）。随着研究深入，我们可以发现，基于创新系统的分类来探索创新生态系统，过于僵化。溯源到创新生态系统提出时的两份报告，即 *Sustaining the Nation's Innovation Ecosystems, Information Technology Manufacturing and Competitiveness* 和 *Sustaining the Nation's Innovation Ecosystem: Maintaining the Strength of Our Science & Engineering Capabilities*<sup>[6-7]</sup>，我们可以认为：国家创新生态系统是和某一支柱型产业密切联系在一起的，而该产业与该国的与人才结构相匹配的教育培训系统，是它得以顺畅运行、硕果累累的一个重要原因。简言之，空间视角不能脱离产业视角。可以这样认为：美国在二战后形成的基于计算机技术和互联网技术的 IT 产业，在大量熟悉数学和编程的理工科人才的支撑下，成为带领美国再次腾飞的主导力量；而在加州圣塔克拉拉谷（Santa Clara Valley）内，海军基地、大量低成本学生的聚集、几乎为零的办公租金、靠近海外市场、政府政策扶持等多种因素促成了“硅谷”的形成。在互联网和 IT 产业的产业革命浪潮下，形成了以美国的开发和核心设计为中心，以中国台湾和东南沿海地区，以及韩国、印度等国家和地区协同为卫星区域的跨区域产业创新生态系统。

日本的国家创新系统是以汽车、消费电子和家用电器产业为支柱产业的，虽然在第三次产业革命中后来居上，但是由于不重视互联网技术，在第四次产业革命中没有纳入全球创新生态系统，在 20 世

纪90年代后开始步入增长缓慢的“失落”时代。尽管其汽车产业和机器人产业仍然独占鳌头，但IT产业的缺失使其难以再现雄风。同时，日本特别重视“引进、消化、吸收再创新”的教育培训制度和投入政策，使得日本在产业技术精细化和产业协作精益化方面受益匪浅，但这一人才支撑结构也束缚了日本经济的活力。日本创新集聚主要在其工业园区而不是大学周围，也就与此相关。因此，空间的层次界定与产业的层次界定不是截然分开的。例如韩国的支柱产业之一就是高端电子产业，而韩国以三星等公司为代表的IT产业是作为美国、日本的产业生态系统的从属地位分支，由此韩国只能看作一个地区（zone），是依托于以美国为中心的泛区域创新生态区域（regional innovation ecosystem）的一个组成部分。新加坡、瑞士等则更像一个城市小生境（而非生态系统）；其他如印度，俄罗斯等，以创新生态系统范式来衡量，都是不完备的。意即，对于产业革命级别和国家经济命脉级别的产业创新生态系统（SIE），它可能主要位于一个国家之内，也可能由多个国家和地区组成，从而形成区域创新生态系统（RIE）。同样的框架，适用于中观和微观领域。因此，创新生态系统的分类，至少应该考虑按照“完备性”作为一条标准进行区分，例如分为完备性或领导型创新生态系统（如美国），亚完备性或次强型创新生态系统（如日本），以及不完备性或追随型创新生态系统（如韩国）。

更进一步，还可以考虑以“是否属于战略性新兴产业”作为另一种分类标准。强调重工业忽略轻工业，或者相反，都不足以应对未来日益巨大的不确定性。战略产业如今虽然不以轻重来论，但是能源、国防、信息、交通、金融、农业等领域，无论对于一个大国还是小国，都是绝对不可掉以轻心的。中国不能制造圆珠笔的金属珠，可能不会影响综合国力和生态系统稳定性；但是放大到新材料领域如果始终没有突破，就可能受制于人。韩国近期因为三星一个企业的下滑，导致国家整个经济和政治动荡，就是前车之鉴。

综上，创新系统与创新生态系统的分类如图1所示。

### 2.3 边界和结构

所谓系统，一般指边界内多个因素相互作用构成的整体，其结构表明因素间的关系状况。

创新系统的边界尚没有明确的定义，一般认可的是，国家创新系统即以国家的地理边界为准，区域创新系统与此类同。产业创新系统则提出，现在经济的活动早已跨越了地理和空间的限制，倾向于

避开对边界的讨论，而聚焦于产业内部关系的讨论。而企业的行为，不管是从虚拟空间的角度还是全球化经营的实体空间活动的角度，都早已跨越了国家、区域乃至产业的界限，加上开放式创新的呼声日涨，无边界似乎成为趋势。

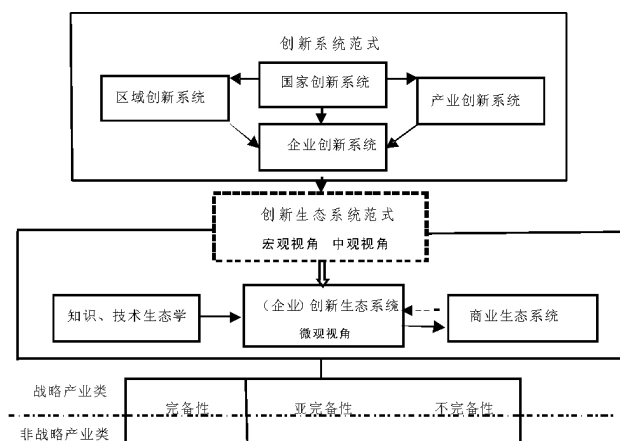


图1 创新系统与创新生态系统的分类

创新生态系统面临同样的困惑，尤其当很多学者把“没有明显边界”变成“打破了边界”，从而作为创新生态系统之所以取代创新系统的一大优点来讨论时，更是如此。本文认为，这是全球一体化思潮和所谓知识扩散等对知识经济的错误理解造成的一大误区。企业在引进、消化、吸收、创新、外溢的每个环节，都受到隐性知识的阻隔，知识产权法不仅保护企业的权益，更使企业与上下游伙伴之间、竞争对手之间树立了“篱笆”和“防盗网”，如果知识在企业之间渗透尚且属于“半透膜”的话，国家和国家之间则是“谈判桌+战壕”的混合物。知识扩散从来不是像太阳光一样传递的，在企业 and 产业间，除了竞争保密的需要以外，还有大量学习的成本；国际协作从来都是有条件和有限的，在国家和区域间，除了语言、文化、发展阶段不同等造成的软约束外，利益争端是不可避免的。因此，地理空间等客观边界可能真的已被打破，但是基于“权益”和“能力”的主观边界是长时期存在的。

创新系统在结构上主要处理的是创新主体之间的关系。从各类研究成果来看，从国家创新系统到企业创新系统，在相关创新系统结构示意图中，基本上统一认可将“企业”作为中心图形来表示；随着研究视角的不同，将研发机构（大学和科研院所）、政府、中介机构、消费者等作为主要互动主体，各主体之间以双向作用力和反作用力的箭头链接；此外，影响因素，如法律、政策、文化、金融

等环绕周围，作为环境因素。

创新生态系统在结构上强调了主体与环境的关系以及主体群落之间的关系。在主体与环境的关系上，企业具有选择环境和改变小生境的能力，而环境也变成了动态因素。在主体群落之间关系上，群落在完成自我循环的基础上，同其他群落之间发生共生、共演化的关系；在主体之间关系上，除了保留多主体、非线性互动的特征外，强调随着企业生命周期阶段的不同，各主体可能发挥轻重不同的作用，改变了企业始终是创新发动机的偏见，例如消费者创新等等。

美中不足的是，二者都欠缺考虑无机环境的因素，即自然界。即使有个别学者把“自然环境”或“自然资源”放在结构图的外围，当作一个影响因素来考虑，现在看来也是欠妥的。最新的生态经济学发现，我们人类所有的活动，其实是整个自然环境的一部分。换言之，创新活动，是自然环境的一部分，而不是把自然环境看作创新系统的一部分（并且常常当作不重要的一部分）。自然环境是驶向未来的方舟，我们只是其上的乘客，而作为乘客的我们，常常把大自然想象成盘子中的豌豆，作为主菜以外的配餐。我们创新活动的最终边界，必然是整个地球系统。在没有实现移民火星或其他外星球之前，盖亚系统运转良好与否，决定了我们创新的有效性和范围。

第二美中不足是，目前对创新生态系统的研究，因为过于考虑互动作用，而把创新系统原有的单向流动的流程式标识变成了双向。创新，虽然不是从研发到应用的简单线性关系，但也不是黑箱内电闪雷鸣互相乱撞生成的奇异宝贝，由于市场机制的作用，创新一定是有着一个从供给到需求的基本导向，尽管路径可能多样和繁复。

第三美中不足是，对政府功能的界定相当不清晰。固然，不同国家的政府，在不同制度背景下、不同发展时期和不同主导政策阶段，表现出来的功能殊大于同，但是，把政府静态地看作内部主体之一或者外围因素之一，都是不可取的。从各国的对比研究情况看，不论是以创新系统范式还是创新生态系统范式来观察，政府都是扮演着“多面手”的角色。它可以是消费者，作为重大创新的直接采购方；它可以是研发者，以国家意志资助和培养专门人才进行重大项目的创新；它可以是创新者，尤其作出制度创新；它更常常是资金和政策的提供者，辅助和链接创新资源；它还是执法者，对有害行为

禁止、对有利行为保护。一国政府应该视为国家创新生态系统的锻造者、守护人、饲养员、理疗师。无论是资本主义国家，如美国政府，还是社会主义国家，如中国政府，概莫能外。对于微观层次和中观层次，政府则具有“监护人”和“保姆”的功能。

如图2所示，在创新生态系统中：（1）研发子系统像绿树一样产生光合作用，生产子系统为植食性动物，交易和消费子系统为低级和高级肉食性动物。（2）创新子系统在于将各个子系统中新生成的或已有的要素与技术经济范式传递和联结到其他子系统上，从而形成新的整体循环（或者说新的整体“产出函数”）。就技术创新而言，同时具有研发子系统、生产子系统并形成创新的自主创新型企业，具有像蜜蜂采蜜同时帮植物传粉、蚂蚁种植菌类饲养幼虫等自营性共生生态系统特征；仅具有生产子系统，研发要靠外界供给或者买进的，但是形成创新成果的，是合作创新或引进消化吸收再创新。（3）人力子系统是分解者，通过消费各种产品，培养新的子女或者自身充电，达到新知识的分解和重新吸收，为进入研发子系统做准备。（4）自然界是人类活动的源和汇，其中源在不断缩小，而我们排放越来越多的废弃物到汇中。（5）市场是一只调节的手，让所有资源做一个顺时针方向的流动。（6）政府辅助性地维护整个系统的边界和稳定性。各个子系统之间、各个子系统与自然界的源/汇之间，以及各个子系统与市场之间、政府之间均存在互相制约的关系，在图2中这些关系都略去了双向箭头，仅保留了创新主方向的流动。没有提及的金融、科技咨询等中介结构，作为各子系统的寄生性组织，在作出自己的贡献的同时，通过汲取和服务于创新主流活动创造的价值来生存。

基于以上原因，创新生态系统的结构做如图2中所示的调整：创新子系统仅为严格的熊彼特新产品创新，即技术等商业化实现环节；研发子系统包含了大学、科研机构的研究，也包含了企业内部的研究；生产子系统包括创新型企业将创新产品自营式生产、委托式生产，也包括非创新型企业的专门式生产；消费子系统包含两部分，含有作为中间生产者的消费和最终用户的消费，中间生产者将上游产品消费后生产出最终产品、交给最终用户消费。现实中的研究对象，一般是多个子系统的融合，所以这里将本文严格定义的创新生态作为“子系统”与总体经济结构相联系。在这个结构中，市场是经

济运行中产业创新（研发－生产－交易－消费）的调节主体，而政府则是协调以上各个经济子系统组成的产业创新与以人力资本维护子系统为基础的社会的参与和维护主体。

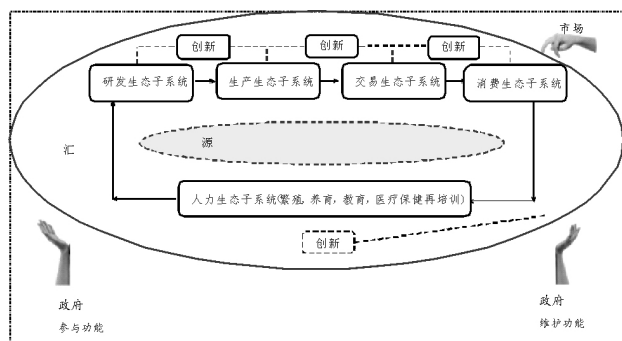


图2 创新生态子系统与总体经济结构的关系

## 2.4 动态分析：机制和政策

创新机制和创新政策之间是相伴相依的关系，每一次创新政策提出的背后都是对创新机制的理解，每一次对创新机制理解的转变都带来创新政策的相应转型。

从时间维度看，国际上主要创新政策的演变大体可以分为3个阶段：第一个阶段以科技政策代替创新政策，通过发展基础研究来优先推动科学事业的发展。在国际上以二战后万尼瓦尔·布什向美国政府提交的《科学：无止境的前沿》报告为标志；我国则是自1978年全国科学大会后到1995年前后，以全面提出科教兴国战略、建立完整的国家科研体系为标志。第二个阶段即以美国国家创新系统理论在20世纪80年代末、90年代初兴起为标志；我国则以2006年全国科技大会提出建设创新型国家为标志。第三个阶段以2004年美国PCAST提出两份报告为标志；我国则以李克强总理在2014夏季达沃斯论坛上提出“大众创业，万众创新”为标志。一般认为，创新系统和创新生态系统范式分别对应第二、第三阶段的创新政策<sup>[22]</sup>。

在创新系统范式之前，技术推动、市场拉动、拉－推互动、链环互动、综合网络等多种机制被纷纷提出和讨论，极大地丰富了创新理论的内涵，也影响了创新政策的制定和实施。它在第一阶段科技政策的基础上，从对基础研究的投入，衍生出对与创新相关的多个主体的关注，包括大学、科研院所、中介结构、风险投资等等，尤其把企业放在了核心的位置。宏观层面上，政府通过对产业政策的管理以及财政政策的运用进行鼓励或者限制。受集群理

论的影响，在中微观层面上，通过鼓励特定的项目研发、建立开发区和工业园区等成为常见措施。这一阶段令人头痛的是，大学的知识成果向创新成果的转化比例较低，而企业尤其是中小企业进行创新的主观愿望和能力均较弱，因此政府发挥了主要协调方的角色作用。

在创新生态系统范式提出之后，前述各种通过追加投入和通过反馈进行调节的逻辑被不断反省：要素充足并非必要条件，而是互动机制。受三螺旋过渡范式的启发，开始在建立健全创新基础设施基础上，各种相关方均发挥随机组合和互联的动态非线性关系，以期实现超循环的质变。这一阶段尽管还在摸索之中，但是对生活和生产方式的改型已开始呈现出崭新的气象。例如在中国，众创空间、创客空间、科创社区、特色小镇等以空间为功能承载体的方式，作为过程改造工具和资源协调单元，一改过去以园区为主的圈地模式；而原有的生产型园区（开发区、工业园区、高科技园区）等开始向具有创新功能的和谐园区转变、原来以研发带动孵化的大学和科研园区通过辐射和升级向创新产出型园区转变，两类园区带动周围服务设施同时向科创园区、科创新城迈进。

如图3所示<sup>[23]</sup>，创新系统机制下，政府对战略性新兴产业，尤其是长期投入没有回报的高科技产业，倾向于保有控制－反馈型的自上而下的政策。它先天性地假设创新系统的组成部分和各个要素之间利益一致、方向和目标统一、各部分之间无矛盾；换言之，不存在没有整体的“部分”。这在战争时期或者国家有紧急目标时才特别容易形成，如美国在二战时期和战后的“曼哈顿计划”以及“阿波罗计划”等。但在平时，一般在微观领域，如企业层面才更容易实现，而在中观和宏观领域则要求有强有力的中央集权和核心引导功能，且一旦引导方向有误或者调整不灵敏，就会导致较大挫折。它的结果要求走向既定目标的最优实现，对旧产业和落后产业是一种废弃和替代态度，整个过程时时需要高质量的管理。

创新生态系统机制下，对非战略性新兴产业以及超新技术、风险较高的技术，倾向于鼓励具有能动性和灵活性的自组织模式。毫无疑问，它虽然也强调整体统一性，但是注意保留整体内部各个组成成分的独立性甚至竞争性。正是各个组分或者子系统之间合作、共生又竞争、捕食的关系，促成“自然选择”和“进化”的实现，使得整个系统得以在较低

成本下较快找到适应新环境条件的途径。它的结果要求各种产业部门协作演化,新产业可以全新萌发,也可以是从旧产业孕育,整个过程具有自动调节的态势。但是如何协调宏观-中观、中观-微观,乃至宏观-微观的直接对话和互动,这可能是创新生态系统范式下的关键研究领域之一。

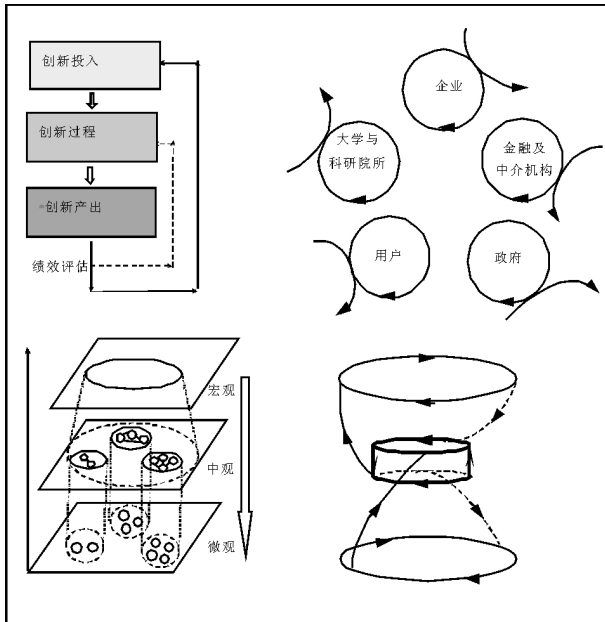


图3 创新系统与创新生态系统机制对比

### 3 研究方法和未来走向

#### 3.1 研究方法：隐喻-类比

创新系统理论和创新生态系统理论被认为采用了“隐喻-类比”的研究方法,如图4所示<sup>[24]</sup>。

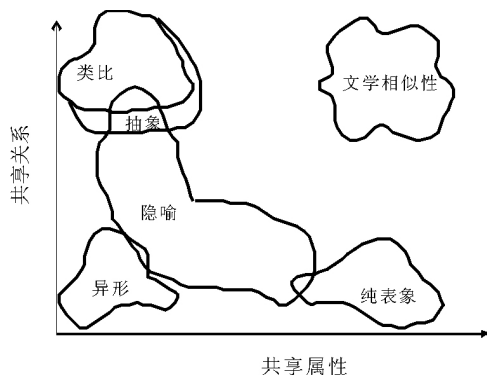


图4 隐喻与类比在相似性空间中的比较

所谓隐喻,是指“当不同学科通过一个共有的名词将类似但不同的范畴连接起来时,就会通过两类知识体系的交互作用,在学科间产生新的语义学情境,并可能在此基础上产生新的方法论,从而使相关研究产生突破性进展”<sup>[25]</sup>。它实际上可以被视

为产生新方法、新理论的一种手段和机制。通过隐喻这种方式,科学理论在科学共同体内部、各共同体之间以及科学共同体和其他社会成员间,能够得到充分的理解和交流,这也可以从一定程度上缓解当代社会中因知识分工过细、过专而产生的一些科学研究问题。

所谓类比,则被认为是人类思考和把握事物相似性的一种认知本能。它对特选的相似性进行分析,同时忽略其他特征。其有效性基于六大原则,包括:结构一贯原则、联系聚焦原则、系统化原则、排斥不相干原则、无混合类比原则、非因果性原则<sup>[26]</sup>。破坏其中一个原则,就会造成整个类比的失败;相反,如果某个类比中各部分之间具有强烈依存关系,则被认为是较好的类比。类比帮助科学家在不确定条件下处理非直接证据时,保持连贯一致和条理分明。

创新系统理论主要采用了类比的方法。系统的整体性与Freeman观察到的日本创新不在于某一技术的高超,而在于在通产省协调下的产业范式的整体优越性具有巨大的相似,由此产生出相互类比的两个标的。由于一般系统论的贡献,创新系统得以沿着层次性、非线性、动态性、开放性展开。

创新生态系统理论,首先是源于一个具体隐喻(metaphor)——“不像生产线,更像一个生态系统”“一个精心编制的生态系统”,继而采用隐喻方法(metaphor methodology)来进行研究的。例如,将企业隐喻成物种,将企业集群隐喻成种群和群落,将创新过程隐喻成复制、突变的遗传过程等等。其最成功的地方是,把共生和共同演化的相互关系隐喻为企业间的合作创新和产业链上下游形成网络创新,并与其他国家和地区网络的竞争;其困难的地方是,物种等生态要素与企业等经济要素之间无法一一对应,其关系也无法一一对应,尤其是人在生物界中的地位、人在经济行为中的地位和关系之间都难以界定。

隐喻作为一种科学方法,其强大的功能体现在,面对不确定性时能够迅速从不相干事物之间找到联系,进而推动理论发展;但是隐喻这种作用也很危险,它有可能使研究者变成科学家亦或“炼金术士”,除了排除神秘性的需要、将灵的修炼与研究的卓越分开以外,最主要的是把隐喻仅作为理论假设的来源而不是研究工作的全部。任何事情不能通过特征隐喻来作为知识,而必须通过二者之间的因果关系或者相互连接(内在联系)的方式来证明,



即研究需要从“隐喻”走向“类比”。但这不是一种单向的研究途径，可能是“隐喻－类比－隐喻－类比”的多重进程。早期的基于组织生态学的生态位研究，实际上是类比的方法，而未来它可能基于更广泛的隐喻的进展，与创新生态系统理论研究的其他方面连接起来。

### 3.2 未来走向：物理学主义－生物学主义

创新研究作为社会科学的一个重要命题，极大地受到了自然科学的影响，这其中最重要的就是物理学和生物学。

创新系统理论在发展过程中表现出严重的物理学主义倾向。从早期的企业被视作质点、相关要素被视为环绕的电子，企业与竞争对手之间、与消费者之间、与供应商之间表现出静态力学的引力和斥力关系；国家创新系统、区域/产业创新系统、企业创新系统分别被视作精密管理的一台投入产出机器，通过智能化的反馈与负反馈得以运行。当机械式运作饱受批评时，“场”“空间”替代原来的“链”“回路”“网络”成为动态非线性运动的思考模型。

创新生态系统理论则受到生物学及其分支生态学思想的启发。但与创新系统不同的是，它虽然也大量采用隐喻的方式来对创新要素进行界定，但更侧重其内外部的相互关系，例如“共生”“相互演化”“突变”等等（如表2）。创新生态系统与创新系统的差异还表现在对待还原论思想的共同排斥上。创新系统的还原论，主要表现在对微观层面决策者，认为个人是经济决策的基础、创新是生产函数的变化等；创新生态系统理论的还原论思想，则是由于其理论来源中有组织生态学、知识生态学、商业生态学等等，而这些研究中结合了分子生物学的研究，提出了“基因”作为隐喻物的还原论观点，如 Nelson 等<sup>[27]</sup>99-112 把企业惯例看作基因，齐曼等<sup>[28]</sup>把文化模因（memes）看作基因的隐喻物。

创新系统的发展逐渐走向整体论的立场，抛弃了还原论；而创新生态系统在坚持整体论的立场上，必须首先解决其微观活动单元的问题，到底在种群、物种还是个体层次，或是细化到基因层次。如果这里讨论的企业惯例、文化模因是一种类似于“温度”“风速”等只有在“团块状态”才能表现出来的性质，则其微观解释也必然要回到整体论上来。而微观还原与整体论的统一程度也可以作为一个理论可信度的依据。

表2 创新系统与创新生态系统研究导向的比较

| 发展阶段   | 启发理论的概念或模型      | 形成的理论概念或模型               | 导向                   |
|--------|-----------------|--------------------------|----------------------|
| 前系统时期  | 单向回路            | 需求拉动创新模型                 | 物理学导向<br>(线性及其多线性叠加) |
|        | 反单向回路           | 技术推动创新模型                 |                      |
|        | 双向回路            | 推－拉模型                    |                      |
|        | 多链回路<br>(多线串并联) | 链环模型                     |                      |
|        | 网状回路<br>(多线交叉)  | 综合创新网络                   |                      |
| 创新系统   | 场               | 硅谷场 <sup>[29]</sup>      | 物理学导向                |
|        | 空间              | 创新空间、创新平台                | 物理学导向                |
|        | 流、源             | 知识流、知识扩散 <sup>[30]</sup> | 物理学导向                |
|        | 反馈、控制           | 创新治理机制                   | 物理学导向                |
| 过渡时期   | 自组织             | 创新形成机制                   | 混合导向                 |
|        | 知识酵母            | 创新扩散机制                   | 生物学导向                |
|        | 三螺旋             | 多系统渗透与互动                 | 混合导向                 |
|        | 博弈论、非线性数学       | 创新互动机制                   | 混合导向，其他导向            |
|        | 个体、种群、群落        | 创新组织                     | 生态学导向                |
| 创新生态系统 | 基因、生态位/圈        | 创新根源与环境                  | 生物学导向                |
|        | 共生、寄生、带土移植      | 创新协作与扩散                  | 生物学导向                |
|        | 演化、突变、选择        | 创新的产生与生成                 | 生物学导向                |
|        | 动植物生命周期         | 企业生命周期、创新生命周期            | 生物学倾向                |
|        |                 |                          |                      |
| 未来可能导向 | 心理学、脑神经         | 创新的人、企业家精神               | 心理学导向、神经学导向          |
|        | 人工智能            | 智能生态创新                   | 混合导向                 |

物理学朝生物学导向变迁的另一个根本原因在于，其对人类本性的假设发生了重大变化。从对人性的简单定义（人是受个人利益最大化这一唯一动力驱使），到对人性的复杂和成长性的理解，将成为新一代创新理论研究的重心和前提。“看不见的手”作为一个隐喻，甚至是一种信仰，即信仰在人类各自理性行为的情况下整体也会呈现理性结果、在个人均利己的情况下也可以达到整体福利的正增加等，这种信仰需要改变，也必然改变。

在实践角度上，创新生态系统可以看作是创新系统发展到高级阶段的产物。对于经济较为落后的国家（地区）或发展较为相对滞后的产业，采用



“有控制的”管理的方式，属于更节约、更快速的方式，特别适应于采用创新系统范式来完成“追赶性”创新；当面对更多的不确定性，就需要“搜寻、试探、自组织”等尝试性创新，特别适应于采用创新生态系统范式来进行“领导性”创新。

随着技术的不断飞跃，尤其是人工智能的发展，那么在新的状况下，可能出现创新智能生态系统管理，这可能是创新系统与创新生态系统的一种融合。

#### 4 结语

在实践维度上，创新系统更加侧重于“有目的性”和“有计划”，其结果是产业创新要么成功、要么失败；创新生态系统则更加具有“适应性”和“随机性”，其结果是新的产业创新一定会出现，但是出现在哪里，我们事先却无法判明。在理论维度上，创新系统与创新发展不是物理主义倾向与生物主义倾向之争，而是要高屋建瓴地思考，是走“理论完善”的方向还是继续沿着“解决问题”的方向发展。无论哪种朝向，都对其背后的哲学基础提出挑战，要求其更加严格和更加深刻。“一个没有发达的自然科学的国家不可能走在世界前列，一个没有繁荣的哲学社会科学的国家也不可能走在世界前列。”<sup>[31]</sup>创新理论的研究和实践，必须立足于我国国情和现状，立足于解决好自身的问题，同时保持开放与共赢，在这层意义上，创新生态系统理论的研究可能会展现出更大的活力。

#### 参考文献：

- [1] 弗里曼 (FREEMAN C). 技术政策与经济绩效：日本国家创新系统的经验 [M]. 张宇轩，译. 南京：东南大学出版社，2008.
- [2] LUNDVALL B A. National systems of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning [M]. London: Anthem Press, 1992.
- [3] NELSON R R. National innovation systems: a comparative analysis [M]. New York: Oxford University Press, 1993.
- [4] OECD. National innovation systems [R]. Paris: OECD, 1997: 9-12.
- [5] 魏江. 创新系统演进和集群创新系统构建 [J]. 自然辩证法通讯, 2004, 26 (149): 48-55.
- [6] UNITED STATES PRESIDENT'S ADVISORY COUNCIL ON SCIENCE AND TECHNOLOGY. Sustaining the nation's innovation ecosystems, information technology manufacturing and competitiveness [R]. Washington D C: PCAST, 2004.
- [7] UNITED STATES PRESIDENT'S ADVISORY COUNCIL ON SCIENCE AND TECHNOLOGY. Sustaining the nation's innovation ecosystem: maintaining the strength of our science & engineering capabilities [R]. Washington D C: PCAST, 2004.
- [8] 克林顿, 戈尔. 科学与国家利益 [M]. 曾国屏, 王蒲生, 译. 北京: 科学技术文献出版社, 1999: 31-32.
- [9] 曾国屏, 苟有钊, 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.
- [10] 张杰, 柳瑞禹. 国家创新系统模型浅议 [J]. 科技管理研究, 2003 (5): 22-25.
- [11] 李正风, 曾国屏. 创新研究的“系统范式” [J]. 自然辩证法通讯, 1999, 21 (123): 29-34.
- [12] 杨荣. 从企业创新系统到创新生态系统：创新系统研究的演变及其比较 [J]. 科技与产业, 2014, 14 (2): 136-141.
- [13] HANNAN M T, FREEMAN J H. The population ecology of organizations [J]. American Journal of Sociology, 1977 (82): 920-964.
- [14] MOORE J F. Predators and prey: a new ecology of competition [J]. Harvard Business Review, 1993, 71 (3): 75-86.
- [15] ADNER R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem [J]. Harvard Business Review, 2006, 84 (4): 98-107.
- [16] LEE C M, MILLER W F, HANCOCK M G, et al. The Silicon Valley edge: a habitat for innovation and entrepreneurship [J]. Library Journal, 2000, 126 (1): 127-128.
- [17] 吴金希. 创新生态体系的内涵、特征及其政策含义 [J]. 科学学研究, 2014 (1): 44-51.
- [18] COOKE P. Regional innovation systems: competitive regulation in the new Europe [J]. Geoforum, 1992, 23 (3): 365-382.
- [19] OHMAE K. The rise of the region state [J]. Foreign Affairs, 1993 (72): 78-87.
- [20] 黄鲁成. 区域技术创新生态体系的特征 [J]. 中国科技论坛, 2003 (1): 23-26.
- [21] MALERBA F, ORSENIGO L. Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities [J]. Industrial & Corporate Change, 1997, 6 (1): 83-117.
- [22] 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.
- [23] 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): 1781-1789.
- [24] GENTNER D, CLEMENT C. Evidence for relational selectivity in the interpretation of analogy and metaphor [J]. The Psychology of Learning and Motivation, 1988, 22 (2): 307-358.
- [25] 陈劲, 王焕祥. 演化经济学 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2008: 67-78.
- [26] GENTNER D, JEZIORSKI M. The shift from metaphor to analogy in Western science [M] // ORTONY A. Metaphor and thought. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1993: 447-480.
- [27] NELSON R R, WINTER S G. An evolutionary theory of economic change [M]. Cambridge: Harvard University Press, 1982.
- [28] 齐曼, 曾国屏. 知识的生产 [J]. 科学学研究, 2003 (1): 8-10.
- [29] 吴金希. 创新生态体系论 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2015: 25-32.
- [30] CHANG Y C, CHEN M H. Comparing approaches to systems of innovation: the knowledge perspective [J]. Technology in Society, 2004 (26): 17-37.
- [31] 习近平. 在哲学社会科学工作座谈会上的讲话 [EB/OL]. (2016-05-18) [2017-05-01]. [http://news.xinhuanet.com/politics/2016-05/18/c\\_1118891128\\_4.htm](http://news.xinhuanet.com/politics/2016-05/18/c_1118891128_4.htm).

作者简介：董铠军（1978—），男，河北石家庄人，博士研究生，主要研究方向为科技哲学；杨茂喜（1977—），男，山东莱芜人，博士后，博士，主要研究方向为科技治理体系现代化。