

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。

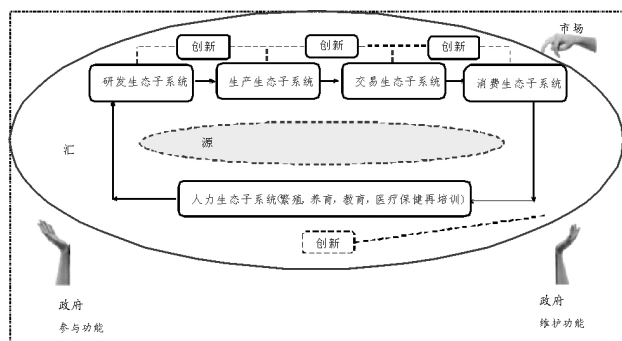


图2 创新生态子系统与总体经济结构的关系

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^[22]。

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^[23]，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。

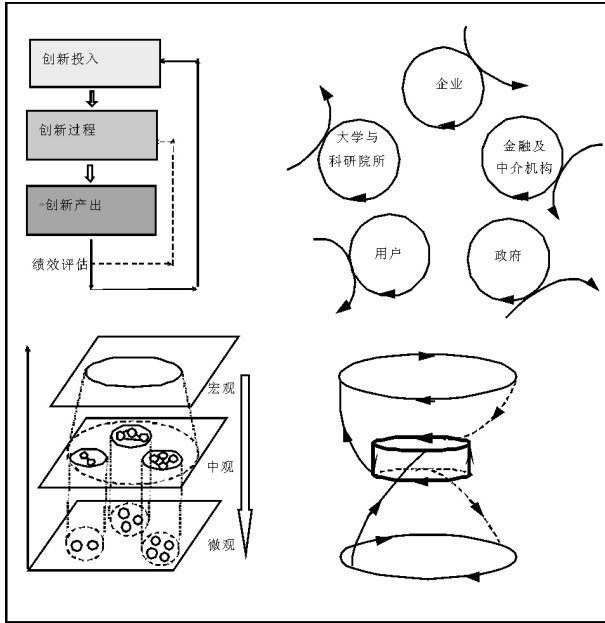


图3 创新系统与创新生态系统机制对比

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^[24]。

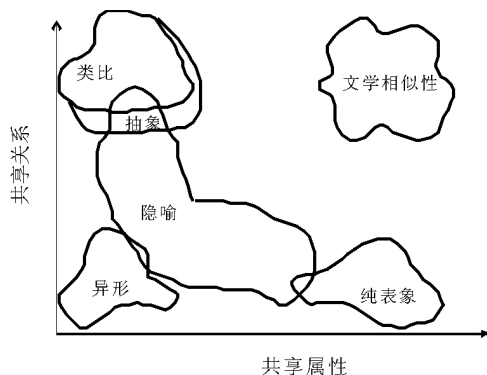


图4 隐喻与类比在相似性空间中的比较

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”^[25]。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^[26]。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^[27]99-112 把企业惯例看作基因，齐曼等^[28]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 (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 (多线串并联)	链环模型	
	网状回路 (多线交叉)	综合创新网络	
创新系统	场	硅谷场 ^[29]	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 ^[30]	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