

# 论科技生态系统及其干预

覃睿<sup>1</sup>, 田先钰<sup>2</sup>

(1.中国民航学院 科技处; 2.天津市东丽区科委, 天津 300300)

**摘要:** 科技生态系统是由与科技有关的各种相互关联的要素所组成的, 这些要素构成不同的科技生态种群和科技生态环境。对科技生态种群和科技生态环境进行了系统地阐述, 并指出贯穿于科技生态系统的主线是利益驱动的人类“偏好性”行为, 其有效地调节着科技生态系统的运行, 可以通过市场或中央计划进行制度性的安排, 从而产生协调的科技生态系统之生态关系。

**关键词:** 科技系统; 科技生态系统; 科技生态学

中图分类号: G301

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2006)10-0088-03

## 0 前言

科技之于生态的研究范畴包括两个方面: 一是科技之于生态伦理价值观。这一研究范式源于日益严重的生态问题所导致的人类对科学技术的社会效应及其后果的反思。如威廉·莱斯在《自然的控制》一书中对西方哲学文化价值观中“控制自然”观念及其社会后果进行了系统且深刻的反思<sup>[1]</sup>。杨

杰、陈杰、雍兰利、王文芳等学者强调科技创新过程中的人类可持续发展以及人与自然和谐的生态伦理观<sup>[2-4]</sup>。二是科技之生态系统的生态观。这一研究范式之“生态”乃为隐喻, 并称之为科技生态学, 是研究各科技要素之间及其周围经济社会环境之间相互关系的学科<sup>[5]</sup>。在此理念下, 科技生态系统被定义为“人类科技活动赖以正常进行并经适当配置的一切功能要素的总和”, 划分为4个组成部

分: 主体(创造和提供科技成果)、受体(接纳并物化科技成果)、媒体(负责沟通主体与受体双方之间关系)和助体(促进主体、受体和媒体三方的生存与发展), 并从调动主体活力、激发受体需求、提升媒体素质和完善助体功能四个方面讨论了科技之生态系统的和谐优化。此科技之生态系统观与刘易斯·芒福德的“技术生态”(ecology of technics)有所不同。刘易斯·芒福德将“科技生态”作为

[2] Jeremy F. Shapiro. Modeling the supply chain(影印版)[M]. 北京: 中信出版社, 2002.

[3] 张相斌. 基于逆线性规划的供应链系统重构理论与方法[R]. 大连: 大连理工大学博士后出站报告, 2002.

[4] 徐成龙, 吴建中. LP问题技术系数优化的一种方法[J]. 上海交通大学学报, 2001, 35, (6): 926-929.

[5] Fang Shucheng, Puthenpura S. Linear Optimization and Extensions: Theory and Algorithms[M].

Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1993.

[6] 魏权龄, 王日爽, 徐兵. 数学规划引论[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1991.

(责任编辑: 董小玉)

## A Quantitative Method to Optimize and Re-organize the Supply Chain System

**Abstract:** From the present literature about studies on linear optimal models of the supply chain and based on linear programming, the paper provides a new method to improve the optimal value of the objective function by adjusting the technique coefficients, without changing the structure of the LP's optimal solution. And this provides an effective technology and tools for the quantitative analysis during the supply chain system's optimization and re-organization process.

**Key words:** supply chain management; business process reengineering; linear programming; duality

一种对技术、媒介及文化进行研究的视角,他揭示了“科技与生物有机力量之间的关联性”,认为“科技是有机力量的一部分”,探讨了“一种在有机力量、美学和技术之间的平衡状态”<sup>[9]</sup>。这一研究范式对科技之生态系统进行了有益的尝试,但是笔者认为,朱晓刚的研究更侧重于科技体系的系统性,但在其系统构成方面过于简约,而刘易斯·芒福德的观点侧重于科技的生物有机性(因此又被称为“有机科技论”(Techno-Organicism)),而忽视了人类科技活动的经济理性。本文将在前人的基础上从科技体系之构成及其内在运作机理角度探讨科技系统之生态观。笔者认为,只有树立科技体系之生态观,才能全面了解科技创新体系的动态平衡和渐进的演化与变革,从而在科技创新体系的构建过程中进行有效的战略布局。

### 1 科技生态系统及其构成

科技系统之生态观首先在于其科技之生态系统观,归根结底在于科技系统及其结构,因此先对科技系统及其结构予以明确是必要的。基于对科技系统的不同认识,形成了不同的概念:一是从行政管理体系角度来讲的,实际上就是科技体制<sup>[9-12]</sup>,这一概念在国家行政官僚体系中使用较为广泛;二是从系统论角度探讨科技各个要素所构成的系统,这一概念在学术界使用较为广泛,本文也是立意于此概念。

在此概念之上,对科技系统及其结构存在不同的认识:第一种将科技系统视为“一种以功能聚类的社会组织系统”<sup>[13]</sup>,并认为其由 R & D 体系和科技服务体系两大部分组成;第二种将科技系统划分为基础研究、应用研究、实验开发研究 3 个子系统<sup>[14]</sup>;第三种认为科技系统由科学和技术两个子系统构成,并至少包括两类要素,即学科要素和科技工作者、科技物资、财力、科技课题及方法等要素<sup>[15]</sup>;第四种将科技系统视为由科技生产力、科技关系与科技上层建筑组成的辩证统一体<sup>[16]</sup>。其中科技生产力是指人们在认识和改造自然的过程从事“发现”和“发明”活动的动力系统,其结构性因素包括:主体性力量(具有从事发现与发明活动能力与素质的科技劳动者)和科技生产力的客体性力量(从事发现与发明活动的物质手段以及思想资料,可统称为科技生产资料);科技生产关系是指科技生产力的主体系统如何结合起

来并通过这种结合来占有和使用科技生产资料的种种社会关系;科技上层建筑是指国家为实现对科技生产活动的组织、调节、控制和干预而建立的各类行政权力机关、管理组织,以及各项政策法律和制度的总和。这 4 种对科技系统及其结构的认识侧重于系统本身及其构成,而有忽视系统的开放性和内部协调介质的倾向,因此有必要从新的视角探讨科技系统及其构成。下面笔者采用生态系统的观点对其加以探讨。

按生态系统学的观点,生态系统的组成成分是指系统内所包括的若干类相互联系的各种要素,同时注重各组成成分及其组合之间功能上的统一。因此,生态学家将生态系统定义为“一定时空内生物和非生物通过物质的循环、能量的流动和信息的交换而相互作用、相互依存所构成的生态学功能单位。”它是研究生物群落与其环境间相互关系及作用规律的<sup>[17]</sup>。在这一理念下,我们也可以将科技生态系统理解为由与科技有关的各种相互关联的要素所组成的,这些要素构成不同的科技生态种群和科技生态环境。其中,科技生态种群在科技系统内承担不同功能,处于不同生态位。在科技生态种群之间通过物质、信息的交换/交易进行流通、加工而处于相生关系,而在科技生态种群内的不同主体之间既可能处于相互竞争地位,也可能处于互补相生关系。科技生态环境是指语言文字符号(包括货币)、物质/知识资源、规章制度与习俗惯例等,它通过基本物质和介质为科技活动的开展提供保障,通过规范科技生态种群内部的竞争行为和科技种群之间的交换/交易行为使其达到有序。至此,我们即树立了科技之生态系统观,下面我们阐述一下科技生态种群结构与科技生态环境的构成。

科技生态系统由如下种群组成:

(1) 科技知识生产种群。这是由科技知识生产者组成的种群。科技知识生产者一般按学科、专业领域不同分散在高等院校、科研机构、企业研发部门等组织内,从事着知识创新。由于知识生产的特殊性,此类种群之间既存在竞争关系,又存在相生关系<sup>[18-19]</sup>。他们受到创新价值标准和市场价值标准(亦即科学技术的功利价值标准)两种价值标准的激励,且主要是受创新价值标准激励<sup>[20]</sup>。他们的成果主要以学术思想、实验品等形式存在,通过学术会议和期刊等形式进行传播,

尚未形成现实生产力。

(2) 科技产品生产种群。这是一个按行业分类的、将科技知识进行物化并最终产生现实生产力和产品的群体。如果按照其在科技成果转化过程<sup>[21,22]</sup>中的作用,该种群在科技生态系统中承担了不同的功能,处于不同的生态位,并可分为两大类:中试机构(从事批量试制、试用等中间试验和从事小批量生产的工程性试验的机构(例如工程技术中心等)和产品生产机构(从事产品大批量生产和市场推广的机构)。如果按行业分类,可分农业科技产品生产种群、工业科技产品生产种群等;在农业科技产品生产种群中,又可分为稻谷科技产品生产种群、玉米科技产品生产种群等等。

从事相同业务的中试机构之间和生产相同或相互替代的产品生产机构之间处于竞争关系,而中试机构与生产机构之间是相生关系。中试和生产有可能在一个机构(如企业内)进行,也可能在不同机构内进行。无论它们之间的关系如何,都主要受市场价值标准的激励。需要说明的是,它们虽然是科技知识的消费者(虽然有时并不需要直接支付费用),但也会在实践中从事科技知识生产。

(3) 科技产品客户种群。科技知识及其产品的价值实现是由客户最终完成的,因此客户种群是科技生态系统中不可缺少的重要组成部分。例如,铁道科技系统中的铁路运营商、民航科技系统中的航空公司等就是这样的客户种群。

(4) 科技体系辅助种群。此类种群是随着科技生态系统的演进而衍生出来的,由从事知识产权交易、科技产品交易、信息咨询、创业投资等辅助业务的机构组成,为的是节约交易成本。

科技生态系统环境是科技生态种群赖以生存的环境系统,包括语言文字符号、历史上沉淀下来的科技知识、自然物质环境、融资环境、规章制度与习俗惯例等等。环境因素通过交易与竞争行为、提供物质保障等途径为科技生态种群规定活动空间与提供从事科技活动所需的要素。

总之,科技生态系统是一个庞大而复杂的系统,可以按“条”(行业)、“块”(地理上聚集)进行考察,但又是交错纵横的。例如,按“块”考察,中关村里就自成一个科技生态系统<sup>[23]</sup>;按“条”考察,铁道行业就自成为一个科

技生态系统。同时,中关村里的信息技术企业又可能为铁道行业提供信息技术服务,从而表现为纵横交错的关系。

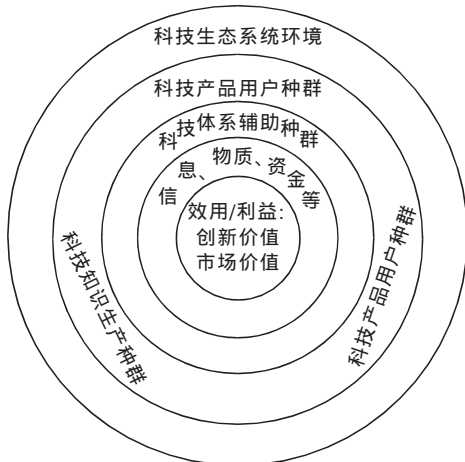
## 2 科技生态系统之生态

生态系统质的关键在于其“生态”,就是处于不同生态位的种群或物种之间的有机联系。我们所论及的科技生态系统之关键也在于科技系统之生态。那么科技生态系统内各种群或机构之间是怎样有机联系的呢?对科技系统的认识不同,形成了对科技系统内在有机联系(或调节机制)的不同认识:一种观点认为,是“市场需求信息引导科技系统运行”<sup>[14]</sup>;另一种观点认为,“科技系统的内在矛盾运动”揭示了“它自身作为科技生产力、科技生产关系与科技上层建筑辩证统一体的全部而丰富的内容”<sup>[16]</sup>。这两种认识虽然都意识到科技系统与社会经济系统之间的耦合协调关系,但是他们都把科技系统视为相对独立于社会经济系统的系统,且在论及科技系统内的协调机制方面显得苍白无力。虽然朱晓刚明确地定义了科技生态系统,且认为科技生态系统内是功能要素<sup>[7]</sup>适当配置的,但他没有系统全面地探讨科技系统的内在调节机能。为了了解科技生态系统的内在调节机能,笔者将按生态学的观念对此加以探讨。

生态学将生态系统视为一个功能单位,强调的是系统中的物质循环和能量流动,从“营养功能”上划分其结构,且认为“食物网及其相互关系就是生态系统的营养结构”。笔者据此认为,虽然科技生态系统庞大且复杂,但是有一条明确的主线贯穿于其间,那就是利益驱动的人类“偏好性”行为<sup>[24-26]</sup>,其体现在价值标准上,则是个体或种群的创新价值标准或市场价值标准;反映到科技生态种群或从事科技活动主体的理性行动上,则是从事科技活动的个体采取使其效用最大化的行动和从事科技活动的机构采取使其利润最大化的行动。需要说明的是,在科技生态系统中,政府既作为规章制度的制定者,同时又是科技生态系统的参与者。因此,上述人类行为在政府层面上反映为政府利益的最大化。

附图中最内圈是推动整个科技生态系统运转的内在动力,主要是科技生态种群或科技创新主体所体验的创新价值(或说获得的市场价值);创新价值(或市场价值)直接来

源于科技活动主体在从事科技活动过程中获取的信息、物质、资金等要素;最外围是影响科技生态种群所处的科技生态环境;中间层就是各科技主体所组成的科技生态种群。



附图 科技生态系统

因此,推动科技生态系统运行的内在动力就是从事科技活动的种群及其组成机构,或个人对利润(或效用)最大化的追求。这里的效用可能来源于经济利益,也可能纯粹是主体对创新价值的“体验效用”<sup>[27]</sup>,而利润则是市场价值在财务上的显现。要使科技系统如同生态系统一样有机运行,创新价值所产生的体验效用和市场价值所产生的经济利益必须齐头并进,否则就会如同食物营养链断裂产生生态系统失衡一样,出现科技系统内部某一环节的缺失,最终造成系统性破坏。

笔者以航空科技生态系统为例对此加以具体说明。人类上天的梦想古已有之,也做过不懈努力,在莱特兄弟之前,人们出于创新冲动进行过各种尝试。在莱特兄弟时代,变得有些不同。兄弟俩既是出色的航空专家,同时又是成功的商人,他们不仅成功地制造飞机,而且有了美国军队的订单,使其商业价值得以实现。从此以后,在短短的40年间,创新层出不穷,整个航空科技链被打通:航空博览会(最早于1909年,伦敦奥林匹亚)、《每日邮报》开辟航空专栏并为航空事业提供各种奖金、民航飞行(最早于1919年,英国)、航线的开辟、航空工业的形成、现代民航班机的诞生等等。整个航空科技链条的形成,就好像有股无形的力量在背后推进。这是为什么呢?回答这个问题,要注意到莱特兄弟时代的两个小小细节:他们“首先为其设计提出专利申请”,并在1906

年得到了专利权;与英国政府的合作谈判失败,“使莱特兄弟遭受挫折并感到失望”,且“决定停止所有的飞行”<sup>[28]</sup>。由此,我们可窥见其背后的力量:创新价值和商业价值——“利益”驱动的人类“偏好性”行为。同时,民航科技生态系统赖以存在的环境因素也尤其重要,如专利制度的形成、航空知识的储备等等。

## 3 科技生态系统之干预

也正如生态系统在全世界范围内不平衡一样,科技生态系统在世界范围内的发展也是不平衡的。例如,我国虽然是一个民航大国,但是在民航工业方面却极其脆弱,尽管民航运输以每年15%以上的速度增长,但是民航科技却没有以相同的速度增长,而是基本上全靠西方发达国家科技的支撑。虽然其中原因极为复杂,但只要我们认识到其中的内在机理,就可以如同引入新的物种重构生态系统一样,来改变这种状况。

如同生态系统中生态关系的调节和控制机能一样,科技生态种群之间的关系也是由其生态关系维系的。组织这一生态关系的制度安排有两种,一是市场制度,二是中央计划。由于科技活动部分地具有社会公益性<sup>[29-31]</sup>,就会出现“市场失灵”的现象,因此仅仅通过市场制度来调节科技生态系统的生态关系是不行的;但另一方面,对于那些不具有“外部性”的科技活动通过市场机制进行组织安排是最有效率的,且交易成本最为低廉。市场机制一旦起作用,就会通过价格信号、竞争机制等使科技生态系统达到动态平衡<sup>[14]</sup>,成为自组织系统,具有自动调节机能,而不需要过多地进行干预。但对于市场失灵的那部分科技活动,会出现资金投入不足,研发活动缺乏预见性、整体性、连续性,相应产品的生产也没有个人和企业愿意开展,从而造成科技生态链断裂,严重的会造成整个科技系统结构畸形,对人类的生存与发展造成影响。此外,随着全球化的进程,一个国家和地区的科技系统必然会受到外部科技活动的冲击,甚至会危及国家或地区安全,为此对本国或本地区的科技系统不平衡部分加以干预是必要的。因此,在这些情况下,需要政府通过资金投放、税收优惠等手段加以干预,有时甚至要直接从事科技活动或作为科技产品的采购者,使得科技系统成为一个人工生态系统。

以上我们讨论了科技生态系统的自我调节机能是基于利益驱动的人类行为自发调节的,但是由于信息不对称等原因,会使得科技活动主体产生机会主义等行为,因此需要通过健全法规,让参与主体形成稳定预期,规范参与主体的行为,才能确保科技生态系统的自我调节机能。在整个科技生态系统中,政府不仅要扮演参与者的角色,还要扮演科技生态环境提供者的角色,主要做到以下几点: 通过立法手段培育和完善的市场经济,创造一个信息充裕、竞争充分有序、交易行为规范的市场环境; 健全产权制度,包括专利法、知识产权法、著作权法等,为科技生态系统各个参与主体形成稳定的预期; 通过经济手段和专项计划对科技活动的方向进行引导; 对基础性研究、社会公益性研究进行组织或资助。

#### 4 总结

生态系统生态学是研究生态系统的组成部分、结构与功能、发展与演进,以及人为影响与调控机制的生态科学。在此理念下,作为一个功能单位的科技生态系统是由与科技有关的各种相互关联的要素所构成的不同科技生态种群和科技生态环境所组成的。其中,科技生态种群包括科技知识生产种群、科技产品生产种群、科技产品用户种群、科技体系辅助种群。他们在科技生态系统内承担着不同的功能,处于不同的生态位。科技生态环境是指语言文字符号(包括货币)、物质/知识资源、规章制度与习俗惯例等,它通过基本物质和介质为科技活动的开展提供保障,通过规范科技生态种群内部的竞争行为和科技种群之间的交换/交易行为使其达到有序。

贯穿于科技生态系统的主线是“利益”驱动的人类“偏好性”行为,其有效地调节着

科技生态系统的运行。“利益”是人类的“体验效用”,它可能来源于精神上,也可能来源于物质/金钱的刺激。对于后者,可以通过市场或中央计划进行制度性安排,从而产生协调的科技生态系统之生态关系。

参考文献:

- [1] 王雨辰.“控制自然”观念的历史演进及其伦理意蕴——略论威廉·莱斯的科技—生态伦理价值观[J].道德与文明,2004,(5):53-58.
- [2] 杨杰,黄星君.科技创新与可持续发展[J].科技创业月刊,2005,(3):18-20.
- [3] 雍兰利,范玉凤.化解生态环境危机:从科技理性到生态伦理[J].河北师范大学学报(哲学社会科学版),2004,(7):49-52.
- [4] 陈杰.天人合一:现代科技观与生态观的价值取向[J].云南师范大学学报,2005,(2):68-21.
- [5] 王文芳.科技进步与生态文明观的确立[J].广西社会科学,2003,(1):48-50.
- [6] 陈维.科技创新主体的生态化意识强化与社会责任教育[J].科技创业月刊,2005,(8):13-14.
- [7] 朱晓刚.科技生态系统的优化[J].科学学研究,1997,(3):56-59.
- [8] 刘易斯.芒福德与科技生态学.http://www.okuc.net/Article/HTML/2229.html
- [9] 张宣平.我国科技系统运行机制的市场化改革思路[J].科学管理研究,1994,(2):20-25.
- [10] 邹力行.科技系统结构调整应注意的几个问题[J].中国科技论坛,1995,(6):23-24.
- [11] 邹力行.浅谈科技系统结构调整的基本思路[J].中国科技论坛,1995,(5):28-30.
- [12] 厦门市科学技术委员会.调整科技系统结构促进人才合理分流[J].中国科技论坛,1994,(5):48-50.
- [13] 胡乐真.关于科技系统结构调整的思考[J].科技导报,1996,(1):3-6.
- [14] 彭攀.试论科技系统与科技系统的耦合机制[J].系统辩证学学报,1995,(4):44-48.
- [15] 淘金国.现代科技系统及相关问题分析[J].华东经济管理,2000,(5):115-116.

- [16] 石峰.科技系统及其基本规律——对科技体制改革理论基础的探讨[J].自然辩证法研究,1994,(9):41-49.
- [17] 蔡晓明.生态系统生态学(第1版)[M].北京:科学出版社,2000.6-11.
- [18] [美] 语言文化机构.知识生产[J].国外社会科学,2005,(3):94-95.
- [19] 刘诗白.论现代知识生产[J].福建论坛(人文社会科学版),2005,(4):4-10.
- [20] 张忠有,鞠耀绩.“张力”的产生及其作用[J].学术交流,1997,(1):71-73.
- [21] 张卫国,李伟昭.科技成果转化的过程即机制研究[J].价值工程,1999,(1):140-145.
- [22] 钟玲.科技成果转化过程的系统分析[J].研究与发展管理,1998,(5):24-27.
- [23] 樊哲高.中关村科技园:村里有个“生态园”[N].中国电子报,2004-04-16.
- [24] 张爱卿.论人类行为的动机——一种新的动机理论构理[J].华东师范大学学报(教育科学版),19996,(1):71-80.
- [25] 白杨,董潇.对人类行为的一种可能解释——韦伯对边际效用理论的参考[J].东方论坛,2003,(2):101-104.
- [26] 黄陵东.人类行为解读:韦伯与哈贝马斯的社会行动理性[J].福建论坛(人文社会科学版),2003,(4):58-65.
- [27] 夏业良.考察人类行为与心理的演化分析[J].经济动态,2002,(12):59-62.
- [28] 约翰·W·R·泰勒,肯尼斯·芒森.世界航空史话[M].北京:解放军出版社,40-49.
- [29] 张庆阳,王亚广,张沅.公益型科研机构科技投入的调研与分析[J].中国科技论坛,2002,(6):55-58.
- [30] 方利维,曹庆萍,田大山.美国与英国公益性科技管理体系研究[J].北京航空航天大学(社会科学版),2003,(3):44-49.
- [31] 苗干臣.地方科技管理应突出社会公益性[N].光明日报,2005-04-07.

(责任编辑:来 扬)

## Ecosystem of Science & Technology and Its Interposal

Abstract: The factors which is in contraction to science & technology constitute the species & the environment of ecosystem of science & technology. The species of science & technology include the producers of knowledge and production and the buyers of production and the ministrants. They have individually status. The environment of science & technology is composed of the signs, various resources, bylaws, the tradition and so on. Running of ecosystem of science & technology is driven by the human being behavior which is driven by benefit.

Key words: system of science & technology; ecosystem of science & technology; ecology of science & technics