

# 产学研合作“超循环”系统的构建及其策略

——基于中央在鄂高校和企业的研究

李燕萍, 吴璐, 陶厚永

(武汉大学经济与管理学院, 湖北 武汉 430072)

**摘要:** 产学研合作的超循环系统在反应循环、催化循环及超循环3个层面通过资源互补和能量聚合, 增强了高校与企业的稳定性和创造性, 促进和保障了高校与企业的长久发展。基于中央在鄂高校与湖北企业产学研合作的特点, 分析了高校与企业合作的超循环系统, 并提出构建该系统的策略。认为产学研合作的超循环系统能够更好地搭建高校与企业的合作平台, 促使科技成果更快、更好地实现其社会价值, 从而充分发挥高校和企业各自在科研和生产经营上的优势。构建产学研合作的超循环对促进产学研合作、提升地区整体经济实力具有重要意义。

**关键词:** 超循环; 产学研合作; 创新体系; 构建策略

**DOI:** 10.3969/j.issn.1001-7348.2011.20.001

**中图分类号:** F406.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7348(2011)20-0001-04

## 0 引言

加快建立以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系, 推动建立企业、科研院所和高校共同参与的创新战略联盟, 促进全社会科技资源高效配置和综合集成, 已成为建设创新型国家的重要举措之一。已有研究表明: 产学研合作是我国科学创新、技术创新的基本源泉, 国家创新体系的核心就是产学研合作<sup>[1]</sup>, 它在建设创新型国家的过程中发挥着越来越重要的作用, 并日益受到国家、高校和企业界的重视。

经过多年的积极探索与努力, 我国产学研合作的发展态势良好, 合作水平不断提升。然而, 在进一步深化产学研合作的过程中, 产学研合作也面临着不少问题与挑战, 例如校企价值取向的差异、创新主体的知识产权归属等问题。作为中部崛起重要支点的湖北省, 中央在鄂高校与企业产学研合作上也存在不少问题: ①由于产学研各方对合作的目标、功能定位以及责任的认知不完全一致, 导致产学研衔接的难度增加。一方面, 学研方提供的技术与企业方的技术需求不相符, 导致学研方研发的技术无法被企业吸收和利用; 另

一方面, 企业方需求的技术学研方不能立即开发, 从而使产学研合作的动力不足; ②虽然科研机构 and 高等院校具备了比较充足的技术条件和潜力, 但高校及相关科研机构的科技成果利用率较低。2008年中央在鄂高校研究发展课题共10295项, 较上年增加17.26%, 但技术转让合同147项, 仅占研究发展课题总数的1.4%, 较2007年下降了67.04%<sup>[2]</sup>。这说明, 尽管中央在鄂高校科教资源丰富, 科技创新综合能力水平高, 但科技成果转化率低; ③由于企业研发机构少、投入资金不足等原因, 导致企业在整体上创新能力不足。2009年湖北省拥有科技活动的企业数仅373家, 占湖北省企业总数的0.73%。湖北百强企业作为湖北经济发展的排头兵和构建中部崛起战略的重要中坚力量, 2008年共投入研发费用142.6亿元, 仅占营业收入的1.53%。由此看来, 湖北企业中拥有科技活动的企业所占比例严重偏少, 且企业研发投入偏低, 研发和创新意识总体不足, 且百强企业中高新技术企业偏少, 进入新能源、生物医药等战略性新兴产业的企业几乎空白<sup>[3]</sup>。由此可见, 中央在鄂高校与湖北企业虽各具优势, 但高校可转化成果的比率及企业的研发能力都较低。其主要原因在于产学研合作的渠道构建还不完善, 从而导致合作系

收稿日期: 2011-06-13

基金项目: 教育部重大委托攻关课题“中国特色产学研用结合的模式、机制及政策研究”(10JZDW003); 湖北省科技厅专项“中央在鄂高校与湖北企业合作现状调研”(鄂财企发[2009]91号); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(20101050102000056)

作者简介: 李燕萍(1965—), 女, 湖南常宁人, 武汉大学经济与管理学院副院长、教授、博士生导师, 研究方向为战略性人力资源管理和产学研合作; 吴璐(1988—), 女, 湖北武汉人, 武汉大学经济与管理学院硕士研究生, 研究方向为人力资源管理和产学研合作; 陶厚永(1977—), 男, 安徽六安人, 武汉大学经济与管理学院讲师、博士, 研究方向为人才开发与产学研合作。

统中各个环节沟通交流不顺畅。若要突破中央在鄂高校与企业合作中的这些障碍,有效发挥各自优势,构建湖北产学研合作的“超循环”系统是关键。

学术界对于产学研合作的“超循环”系统已有一定的研究成果。有学者认为,产学研合作中政府、高校、科研机构、企业和中介服务机构之间构成网络结构的超循环系统能够促进产学研合作整体经济实力的提升<sup>[4]</sup>。产学研合作作为对企业自行研发等一系列创新活动的补充,更有助于创新和分摊成本<sup>[5]</sup>,而企业与高校构成合作的超循环能在系统的发展过程中不断发挥自我再生、自我复制、自我选择、自我优化的能力,使合作系统不断地进化和发展,合作关系随着超循环的发展逐步完善<sup>[6]</sup>。而要实现这种产学研合作的超循环系统,企业要想提升核心竞争力获得持续的发展,必须考虑高校的知识转移模式并在技术创新的同时进行制度创新。在搭建高校与社会中小企业的合作平台方面,有学者认为关键是要营造一个社会分工合理、资源配置优化的高校与社会中小企业联合组成的科技创新体系,有必要构筑一个“哑铃结构、金字塔型”的科技创新管理模式,实行“三三管理”的科技创新管理体系<sup>[7]</sup>。可见,产学研合作的超循环能从不同层次探讨产学研合作的反应机制,从而更好地搭建高校与企业合作的平台,促进科技成果更快、更好地实现其社会价值,提升企业和高校的核心竞争力、发挥企业和高校潜能,最终促进产学研合作整体经济实力的提升,服务于当地经济社会又好又快地发展。

### 1 高校与企业合作的超循环系统构建的理论基础

企业与高校在产学研合作中通过资源互补和能量聚合,发展成为一个复杂的、动态的系统。该系统中的各部分相互依存、共同进化,正如一个生态系统。德国生物学家曼弗里德·艾根(Manfred Eigen)于20世纪70年代创立超循环系统,该理论后来被延伸到研究人类社会复杂系统,是系统学中自组织理论的重要部分。他将循环现象分为3个层次:第1层是反应循环,整体上是一个自我再生的过程;第2层是催化循环,是自我复制过程;第3层是所谓的超循环,即以催化反应循环为基本单位,通过功能耦合作用联系起来的循环看,具有系统开放性、自稳定性、功能耦合性、竞争性和突变性等特征<sup>[8]</sup>。根据该超循环理论可将产学研合作系统视为一个生命系统,即产学研合作的超循环系统,在该系统内同样存在3个层次的循环。

#### 1.1 反应循环

反应循环是一个开放的系统,在整体上构成新陈代谢的机制。高校与企业的合作中存在基本的反应循环。在合作之前,由于高校与企业相互独立,这两者内部存在着各种反应循环。例如,在高校内,在从事理工

领域科学研究的人员所做的一项科学实验中就存在反应循环。在有理论支撑的前提下,研究人员首先明确实验目的,再在实验仪器、实验方法等的作用下得到该实验的结果,最后得到了实验结果,积累了实验经验(见图1)。

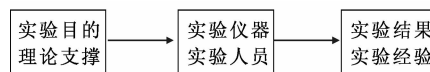


图1 高校科研团队内的反应循环

在企业内,同样存在类似于高校的基本的反应循环。在企业的生产过程中,企业根据市场的需求首先确定要投产的产品,明确生产目标后,在生产人员和生产设备的作用下生产出所需产品并获得生产经验。当高校与企业进行产学研合作后,两者各自发挥自己的优势,存在如下的反应循环:企业认为某种产品具有良好的市场前景,通过高校的科研团队进行研发,研发成功后在企业内大批量投产,再经过企业的营销网络销售,获得利润(见图2)。

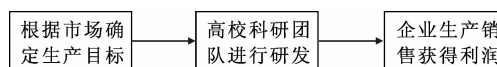


图2 校企合作后的反应循环

#### 1.2 催化循环

催化循环是比反应循环高一级的组织形式,由多个互相催化的反应循环组合而成,自身及其各部分皆具有自我复制的机制,具有自主性,不受环境制约,使反应能够朝着信息自我复制的方向进行。催化循环的产物有再生产的能力,能够继续催化其它反应的进行,所以产物的生产速度呈指数式的非线性增加或增长。

高校与企业合作中存在着催化循环。在横向上,科研团队内的每一次反应循环都会为该团队之后的工作提供经验和教训,即催化支持,以此提高下一次实验工作的效率。在纵向上,该团队在反应循环阶段产生的成果、经验对高校其他团队及企业的科研部门的科研工作产生催化作用,促进了各团队之间的合作与支持,使学术研究更具活力,更有利于系统的进化(见图3)。

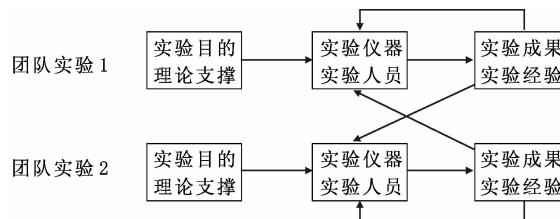


图3 科研团队内的催化循环

#### 1.3 超循环

超循环是比反应循环和催化循环更高级的循环形式,它由若干催化循环构成。催化循环使系统中的个体相互依存,系统随之发展成一种自我增进和交互增

进的耦合作用方式,建立起二元超循环结构。随着系统中个体不断变异和自然选择,越来越多的个体和复制酶整合到循环中,从而使得二元超循环结构以突变的方式向多元的超循环结构生长,形成生命系统的超循环演化<sup>[9]</sup>。

高校与企业的合作中存在着超循环系统。例如,企业的开发子系统首先通过技术转让等方式二次开发和产业化开发消化吸收高校的科研成果,再通过企业的生产子系统将科技成果转化和产业化,从而实现了科技成果向现实生产力的转化。产品生产后,企业再通过营销子系统在市场上实现其价值,使高校的科研成果得以实现。同时企业的生产经营子系统、开发子系统和营销子系统又将生产和销售中的问题反馈回高校,促进其科研活动的改善和创新。这种情况下,高校与企业通过相互合作促进了大学与工业间的技术转移和产品的商业化,同时推动了高校与企业共同的进化和发展。

图 4 显示了高校与企业合作的超循环系统。其中,高校产学研管理子系统和企业科技创新管理子系统作为较高层次的管理系统,主要致力于服务高校与企业内各子系统,管理、协调、促进各子系统间的交流与合作。同时,各子系统在运行过程中所发现的问题也能及时反馈到相应的管理子系统中,使各子系统能够吸取经验从而改进。此外,这两个管理子系统在公共创新服务平台的支持下,将高校所产生的科研成果及企业所需的各种要素有关的信息互相交流、反馈,增强了高校与企业间的产学研合作效率,提高了产学研合作的效能。

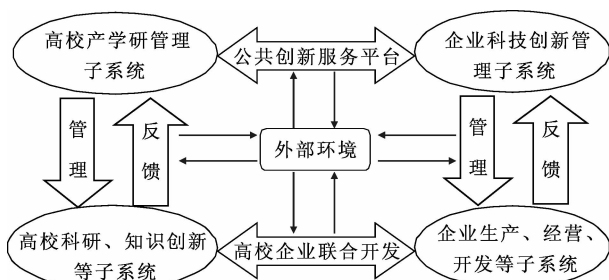


图 4 高校与企业合作的超循环

可见,高校与企业的合作实现了超循环后,超循环系统内部的各个子系统间的要素形成互补、能量得以聚合,整个系统的竞争力快速提升。当系统的外部环境(例如宏观政策的改变)或系统内原有的平衡被打破时,系统可以通过自我调节与外界环境进行物质能量交换达到新的平衡,具有很强的自稳定性。同时,超循环系统内部存在竞争的自动评价机制,系统通过竞争对系统内各部分进行自我选择、自我优化。这种竞争并非使得系统内各子系统间没有合作,反而使系统内各子系统间的竞争与协同、整合并存。系统内的这种优胜劣汰机制推动系统不断进化,使得超循环内各个

单位的竞争力随着超循环的进化得以提升。

## 2 中央在鄂高校与企业合作超循环系统的构建策略

构建高校与企业合作的超循环系统,其目的在于发挥高校科教资源丰富、科技创新能力强的优势,弥补企业科研能力低下和研发投入不足的劣势,以促进企业生产、科研、产品和技术等方面的核心能力的提高。根据超循环理论的选择评价原理,产学研合作既竞争又协同,进而选择、进化、不断动态演化,使系统具有自组织超循环的本质特性。在该超循环系统内进行的各项研究、生产、经营活动,以及为适应外部社会环境而进行的组织和结构变化都是超循环的进化行为,这不仅可以有效改进高校与企业的创新效率,还能提高超循环系统内各子系统的综合竞争力。

在高校与企业合作的超循环系统中,既包括相互独立又相互关联的企业、高校、科研机构 and 中介服务机构等主体,也包括相关的产业链、地域性市场和地域性资源等外部环境。具体从各子系统看来,中央在鄂高校在人才、技术、信息、实验设备、创新氛围等综合资源方面具有优势,存在科研子系统、知识创新子系统等各类子系统,湖北企业中主要存在生产子系统、开发子系统、营销子系统、人力资源子系统等子系统。中央在鄂高校与湖北企业合作后,企业与高校内的各个子系统相互联系、相互作用、相互支持,形成了超循环。由于超循环是一种高级循环,由若干催化循环构成,而催化循环又由简单的反应循环构成,因此,以湖北省为例,构建高效的超循环体系可以从反应循环、催化循环和超循环 3 个层面着手。

### 2.1 从人才、技术和市场着手,促进反应循环的运行

从反应循环层面看,加强中央在鄂高校与湖北企业对实用性成果的研究与开发是保障反应循环高效运行的基础。要促进中央在鄂高校与湖北企业产学研合作中的反应循环,可以从人才、技术和市场 3 方面分析。具体看来,在人才方面应大力培养和发展科技人力资源,为实用性成果的研发和输出提供持续性保证。此外,还要大力开发创新型人才。国际经验表明,很多国际知名的创新型人才集聚区都是以企业为主体,并围绕大学和科研院所而形成的。一流的研究型大学和科研院所不仅能够有助于形成领先的研发集群,产生更多的可转化科研成果,还能不断地输出创新创业人才和团队<sup>[10]</sup>。因此,开发创新型人才要依托于研究型大学和科研院所,且要把创新型人才的培养放到教育、科技、经济相结合的大循环中考虑。

在技术方面,应优先选择成熟的技术。技术的成熟度对产品的开发风险和企业的竞争优势都有影响,而且成熟的技术更易从市场上获得。此外,要正确掌握科研与工业开发的差异,以保证科研成果的可转化

性。还应强调科研成果的实用性及对其替代品的技术排它性,保证成果在可转化的前提下具有技术上的优势。实际上,国内有很多科研成果已能在实验室里进行小量制备,但始终未能被工业化开发。这种工业化开发并不是科研成果的简单放大,而是一种不同形式、不同角度的产品二次开发的过程。

在市场方面:①应密切关注市场需求,对市场需求大或是有潜在需求的可转化成果进行优先开发;②要关注科研成果所具有的市场竞争优势,分析该成果所转化的新产品的市场需求空间与市场成熟度,从而确定新产品进入市场的步伐;③对已转化且进入市场的成果要进行跟踪,分析评价产品的优劣势,并及时向各部门反馈结果,不断采取改进措施,努力提高产品质量。

## 2.2 构建中介服务平台,维持催化循环的高效运行

从催化循环层面看,构架中央在鄂高校与湖北企业间合作的中介服务平台是维持催化循环基本运行的重要手段。催化循环是通过一种催化剂(或反应循环)产生另一种催化剂(或反应循环)的过程,每个独立的反应循环依靠中介服务平台这个“纽带”就能将反应循环中各子系统连接起来,因此,为了促进中央在鄂高校与湖北企业合作中的催化循环,建立和完善各子系统间的中介服务平台就显得尤为重要。

理想的中介服务平台是能够有效地将各种创新资源、创新要素进行传递、实现交汇并发生化学作用的:①平台要以整合科技资源、强化公共服务为建设和发展的立足点和出发点,避免科技资源分散,创新载体封闭运行等弊端,实现产学研各方的科技资源共享与优势互补,从而增强中介服务平台的服务能力;②平台要采取多种形式,根据服务对象的不同,因地制宜地为各类型企业的各类研发和科技活动服务,充分发挥中介服务平台的功能;③要加强平台的信息功能,保证信息的针对性、高效性与及时性。完善的信息服务平台是产学研系统内各方获取信息的重要保障,有助于实现供求信息的快速交流,促进跨区域科技成果的迅速对接,为科技成果的转化、转移、扩散提供丰富、多样化的信息服务。

## 2.3 建立产学研创新战略联盟,推进产学研合作的超循环

从超循环层面看,建立产学研创新战略联盟是共同推进产学研合作超循环系统的积极探索。产学研战略联盟是提升地区自主创新能力的的重要途径,它不仅能够拉近企业与科研单位的距离,形成长期稳定的产学研合作,还有助于推动社会的技术进步。因此,要努

力提高产学研战略联盟运行效率,以此推进产学研合作超循环系统的高效运转,从而推动区域经济的快速发展。

首先,要完善相应的法律法规,为产学研合作创新战略联盟的发展提供制度支持。要进一步制定有关产学研合作方面的支持政策,包括促进科技成果转化、技术创新、技术引进等政策,并依据地域特色对符合地方经济长远发展战略的项目给予重点支持。其次,要完善创新战略联盟的融资体系,为联盟的发展提供充足的资金保障。要充分发挥政府的引导作用,建立多渠道、多层次的企业融资服务体系,完善多元化的风险投资机制<sup>[11]</sup>。最后,要优化产学研合作的配套环境,协调解决产学研结合中的各种困难与矛盾。具体措施包括:强化对科技成果成熟度及其转化情况、对经济社会发展贡献情况的考核评价,大力支持产学研合作体系的重大发明专利的申请,鼓励科技项目重点向产学研合作项目倾斜等<sup>[12]</sup>。

## 参考文献:

- [1] 丁厚德. 产学研合作是建设国家创新体系的基本国策[J]. 清华大学学报(哲学社会科学版), 1998, 13(3): 50-54.
- [2] 湖北省科技厅. 湖北科技统计年鉴 2008[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2009.
- [3] 湖北省政府研究室(发展研究中心)、湖北省企业联合会/企业家协会和省统计局、湖北日报社. 2009 湖北百强企业发展报告[N]. 湖北日报, 2009-09-27(2).
- [4] 吴洁. 产学研合作中高校知识转移的超循环模型及作用研究[J]. 研究与发展管理, 2007, 19(4): 119-123.
- [5] VEUGELERS R, CASSIMAN B. R&D cooperation between firms and universities: Some empirical evidence from Belgian manufacturing[J]. International Journal of Industrial Organization, 2005, 23(5-6): 355-379.
- [6] 桂萍, 陈剑峰. 企业与高校合作中的超循环[J]. 科学学研究, 2002, 20(4): 428-431.
- [7] 刘本盛. 关于“产学研”有机结合的模式研究[J]. 管理世界, 2000(6): 200-201.
- [8] MANFRED EIGEN, PETER SCHUSTER. The Hypercycle[J]. Naturwissenschaften, 1978, 65(1): 7-41.
- [9] 刘刚. 知识网络的超循环结构及协同演化[J]. 科技进步与对策, 2007, 24(8): 145-148.
- [10] 马俊如. 以企业为主体的产学研结合创新探讨[J]. 中国科学院院刊, 2008, 23(1): 6-10.
- [11] 王雪原, 王宏起. 政府引导下的产学研战略联盟运行机制及策略研究[J]. 科技进步与对策, 2009, 26(6): 1-4.
- [12] 周慧. 完善产学研合作, 提升发展潜力[N]. 常州日报, 2010-03-07. (责任编辑: 赵可)