

区域创新发动者

——不同三螺旋模式下的创业型大学

亨利·埃茨科维兹 周春彦

摘要： 本文通过“三螺旋场和三螺旋循环”的概念阐明创业型大学在大学-产业-政府三螺旋创新模式中的作用。三螺旋场解释三个螺旋之间的相对独立和彼此重叠的本质，说明三螺旋的生成原理；三螺旋循环则说明它们之间动态的相互作用机制。三螺旋创新模式成功的前提是至少有一个螺旋能提供发动区域创新的动力。在有不同创新发动者的大学推动、政府拉动和大公司引导等三螺旋模式中，创业型大学的作用是不同的。

关键词： 创业型大学，三螺旋场，三螺旋循环，非线性技术创新模式，区域创新

导言

大学正经历着从知识生产、传播到创业型机构的文化转变。在知识社会中，它将在促进区域发展中起非常重要的作用。创业型大学的内涵不仅在于大学-产业间界面机制的创造，如帮助发展现有公司或创建新公司的产业联络办公室或技术转移办公室等，它已被注入创业态度和战略眼光，与区域其他机构合作促进创新和经济发展。从根本上说，创业型大学的教员从新的视角看待自己的教学科研活动，不仅关注学生培养和知识进步，同时致力于技术转移和公司形成。

知识社会使大学、政府和产业处于横向相互作用当中。三螺旋出现在大学发展到与经济、政治机构具有同等重要的地位时。自中世纪诞生以来，大学使命已经从最初的知识存储与传播扩展到新知识生产再到知识应用。其他变化包括16世纪人文主义学科的综合和20世纪大学成为经验主义社会科学的避难所 (Lazarsfeld, 1961)。每个变化都借用新使命“合法化游戏”——旧使命被纳入新使命最终使大学同时具有教育、科研和为经济与社会发展服务三大使命。

本文借用物理学和生物学中“场”和“循环”的概念描绘三螺旋的运行机制。认为不同“创新发动者”形成的不同的创新模式，创业型大学在这些模式中的作用也是不同的。麻省理工学院和斯坦福大学例证了美国的“大学推动”三螺旋创新模式，总体上说在中国的现行体制下所形成的是“政府拉动”模式，在某些国家还形成产业“大公司引导”模式。区域创新三螺旋也是大学目的和作用、大学-产业-政府间的信任以及地方组织力和发动力增强的结果。知识溢出日益通过校园研究成果的商业化发生，不管在什么样的社会或什么样的大学。

1. 创业型大学的发明

创业型大学是作为创新来源的大学-产业-政府相互作用的生成因素。能作为独立实体运行是创业型大学形成的必要条件但不是充分条件(Clark, 1998)。形成创业型大学模式的关键因素是：具有商业化潜力的研究基础，创建高技术新公司的传统，校园里的创业风气，定义知识产权归属、共享利益和调节利益冲突的政策法规，以及参与区域创新战略。

创业型大学努力在有着内在冲突的教学、科研和社会服务三个使命之间进行平衡，它有三个基本特征：

- 1 创业活动被普遍接受，并受到系统地支持
- 2 有技术转移办公室等界面机构，并取得相应的成就
- 3 有相当多的教工创建公司，并用所得收入支持大学里的科研和其他活动

从大学溢出的知识通过研究成果商业化和提供人力资源、新公司和新思想等途径促进区域发展。

创业已经成为大学研究风气的一部分。在 19 世纪中叶，来自德国的强的学术研究道德传统与支持研究的资源的短缺合在一起，形成美国大学的创业动力(Jencks and Riesman, 1968)。大学创业动力源起于教员寻求财政资助，起初求助于自己所在的大学，后来在 20 世纪早期开始求助于外部的基金会和产业。知识资本化不仅发生在私立大学而且发生在公立大学，其原因主要有：研究应用的潜力，区域产业（包括农业）发展的需要，大学在掌管商业化过程中的利益。因为许多科学发现和技术发明都具有健康和医学含意，不能随意滥用，所以大学为保护自己的声望要对其进行掌控(Apple, 1989)。

随着创业之风的兴起，创新活动在校园里加速进行。从研究而来的发现更快地扩散到教学当中，因为很可能是相同的人在进行研究与教学这两种活动。当所有的教员（包括刚刚走向工作岗位的年轻人）都有责任拟定研究计划寻求资助的时候，打破了资深教授领导年轻同事的精致的学术层级结构 (Storr, 1953; 1968; Oleson and Voss, 1979)。19 世纪后期在美国研究型大学中讲师职位的废除和 21 世纪早期德国年轻教授的引入，从两个相反的方向表现出这种朝向头衔和责任平等的趋势。

培育创业环境有几个方面，其中有些可能已通过从教学型向研究型大学转变实现。

- a 战略方向、物质设施的控制，融资和获得校友与公众支持的能力(Goddard, 2004);
- b 聚焦于同时具有理论和实践潜力的研究领域(Viale and Etzkowitz, 2004);
- c 缩短发明与创新之间距离的技术转移能力(Owen-Smith and Powell, 2003)

大学事业发展越来越遵循具有各种正式与非正式帮助的辅助线性模式——从技术起步到筹集风险资本到包装一个公司(Etzkowitz, 2006)。界面组织则起着逆向线性的作用，把大学介绍到

外界解决现实问题。在一个区域里，当各种类型大学极化到促进区域创新实践的使命时，大学的发展便呈现出非线性特征（图1）。

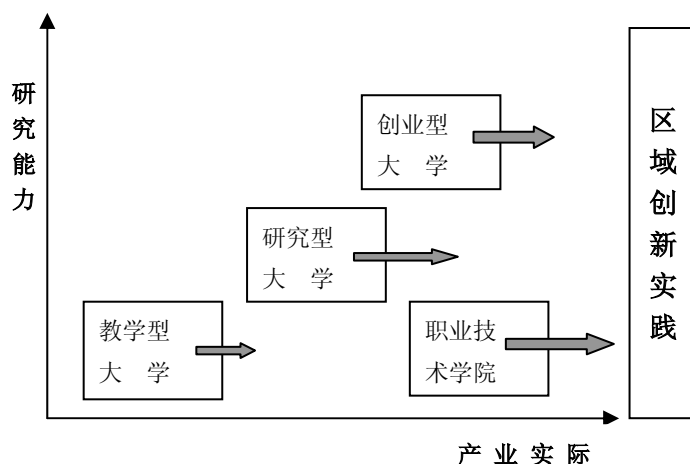


图1 各种类型大学向区域创新实践的极化

创业型大学来源于新大学使命的出现。“第一次大学革命”使大学除教学之外还具有研究的使命；“第二次大学革命”则赋予大学服务于经济与社会发展的新使命。一般来说，创业型模式是由研究型大学发展而来的，但它也可以成为教学发展战略，使创业与教学相互促进、协调发展。例如，巴西里约热内卢国立大学在进行信息技术博士培养项目的同时在创新大学和区域发展战略的指引下创建了一个孵化器。

各种不同的高等教育机构以不同的方式为区域创新做贡献。每种大学都有自己较主要的使命：教学型大学基于教育使命，为人才市场输送毕业生；研究型大学致力于知识生产及教学；创业型大学强调教学、研究和为社会服务。实际上，任何一所大学都有潜能帮助产业发展，不论它在什么层次上，拥有怎样的使命。但只有创业型大学具有完善三方合作循环的能力，它超出了职业技术学院的层次，在高技术层次上创业。

关注应用研究和致力于现有产业短期应用的大学研究商业化既不是必然的发展也不是最令人满意的目标(Faulkner and Senker, 1995; Slaughter, and Rhodes.1997)。尽管某些地方性大学通常都这样做，但大学本身应当有着更重要的作用：它是新知识领域和区域产业更新改造的源泉(图2)。企业开发能力比自然科学与工程学研究更重要；社会科学已成为调查研究、焦点小组和经济计量学的重要来源。通过慷慨的休假政策和管理教授咨询活动的“五分之一法则”，学者可以在不影响其教学与研究工作的前提下在公司形成中起重要作用。

与其等待争论爆发不如更好地预见问题。康奈尔大学前校长 Frank Rhodes 曾指出：大学-产业-政府合作伙伴关系基于“所有合作机构和参与者（包括学生）诚肯相待、彼此尊重和利益共享的原则”（2001: 245）。他的几个建议已付诸实践，如可以在一般模板内协商特殊安排等。大学反复考证教授实践和调控政策，如所有权收入的比率、考虑激励发明人和与公司保持良好关系之间的平衡等。

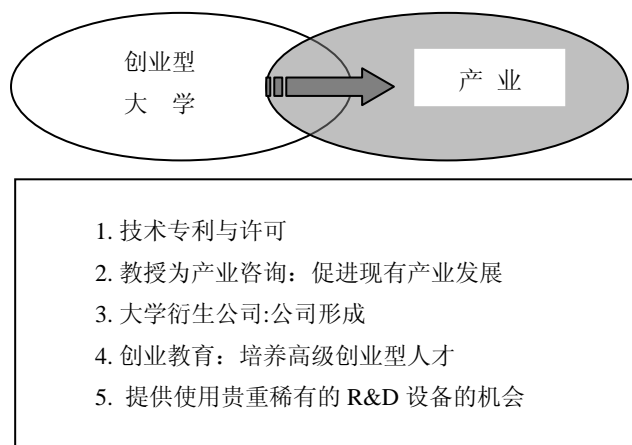


图 2 创业型大学对产业的作用

对于大学研究的哪些方面应该是公共的哪些应该是私人的存在着持续不断的争论 (McSherry, 2001; Bok; 2003; Mowery et.al. 2004; Washburn, 2005; Leydesdorff and Meyer, 2006)。创业型科学是有争议的。有人批评它使社会无法控制大学研究“私有化”，并且对科学道德本身也是个威胁；有人则认为请准专利和发表出版之间“相辅相承”、彼此加强 (Blumenthal et. al., 1986)。斯坦福在硅谷形成的过程中起了举足轻重的作用，但它同时也是一所在人文与社会科学、生物与物理学方面领先的大学。

尽管使命的兼容似乎是有争议的事情，但大学始终保持着自己的核心身份。通过组建系和中心等组织创新，向心力已大于离心力。向心力使教授的多重职责集中在一个学科内，离心力则鼓励他们进行跨学科的交叉合作。与创业活动会使大学衰落的论题刚好相反，创业活动加强了大学的传统使命(Readings, 1996)。将批评、研究探索和创业功能组合在一起能形成新的学科，如环境科学以及金融资源学等。斯坦福大学在其医学院有个利益冲突研究中心，还有一个确定这个专业模式的技术转移办公室。正如研究产生于教学一样，新的研究思想也可能来源于创业活动，这正是 Vannevar Bush 在他的咨询实践中的发现(Bush, 1970)。

多重使命改变了大学的内部结构，起初发生在行政管理部门，后来在教育核心部分。教学从讲授和讨论扩展为项目设计形式，即在老师的指导下参与者交流思想并提出共同目标。大学已经发展了技术转移能力，把教学活动从培养个体扩展到通过创业教育和孵化培养组织。大学孵化器教育一群人如何形成生气勃勃的组织。最初由具有技术转移专业人员创建的巴西大众合作孵化器[Popular Cooperative Incubator]不仅致力于高技术公司的形成，而且将组织培养扩展到大众化的程度(Etzkowitz, Mello and Almeida, 2004)。因而，大学服务于经济社会发展的新使命回过头来与它传统的教学使命巧妙结合起来。

大学是天然的孵化器，它为师生提供技术开发与创业的支撑结构。大学也是新的交叉学科领域和新产业部门的发源地。它的经济与社会发展的自持动力部分地基于传统大学的特征，因为教育是具有高速人员流动的生殖过程，这使大学成为知识创新的最佳场所。学生是未来发明

家的不竭来源。当他们被录取时，他们为校园带来新思想；当他们毕业离去时，又将更新的思想带到其他地方(Slaughter et. al., 2002)。

大学教育应当包括各种学科及专业方面的训练。如 Cardinal Newman 所说：“… 在大学里所传授的各种各样的知识分支是这样紧密结合在一起，以至于没有任何学科会因为不完美而受到忽视…” (Newman, 1959:102)。就像毕业生应该能写出一篇文章来表达他们的个人思想或一篇科学论文以证据驳倒假设一样，他们也应该学会写商业计划，将一个想法置于其中并检验它的生命力。反过来，麻省理工学院曾担心如果它的学生仅仅在狭隘的技术学科中被培养，那么就不会为具有更广泛教育背景的人们工作。如果这样，哈佛的毕业生将成为管理者；而麻省理工毕业的学生将成为他们的雇员。因此，麻省理工学院建立了很强的人文学科系，特别是在与技术问题密切相关的领域，使它的学生有条件成为出色的领导者受到良好的通才教育。

2. 在三螺旋中的创业型大学

大学从社会“次要”机构向“主要”机构的转变是一种“扩展宇宙[expanding universe]”现象，而不是“零和游戏”[zero sum game]。大学身份的提高基于它的发展新技术—经济范式和从研究中提取经济与社会含意的能力。因而，现代社会的知识产业不再是“由少数精英知识分子从事的次要事务，而是一种可以由国家领导人考虑开销的活动；对于国家而言，它是一项与重工业同样重要的伟大事业(Graham, 1998)”。大学发展是日益以知识为基础的社会发展的相应原因和结果(Machlup, 1973)。

随着大学使命的扩展，大学的教学活动从培养个体进化为培养群体组织。研究活动从个别师生间的关系转变为研究小组成员之间的网络关系。大学研究小组具有商业公司的许多特征：拥有像企业家那样的小组领导人，负责收集各种资源和协调小组活动。因而，待时机成熟时，这种研究小组只需相对较短一步就能从准公司变成公司(Shimshoni, 1971)。起初，大学只是聚焦在将一个特殊的校内发明技术或服务注入地方公司，随着时间的流逝，它扩大了服务使命的范围，在区域发展中起更重要的作用，与产业和政府相互作用形成区域创新的三螺旋模式。

大学创业活动是大学衍生公司的训练和先驱(Vollmer, 1962)。过去认为自己远离商业而工作的大学科学家们意识到研究小组的管理者就是一位企业家。它们认为自己必须拥有组织和领导技能才能管理一个小的甚至是中等规模的企业。由于有了创业型科学与商业密不可分的认识，创建高技术新公司似乎不那么可怕了。因而机会应当源于他们教授角色中最初的创业因素。

这其中存在着由作为顾问咨询到积极参与创业的进步。当教授们通过作为科学顾问委员会成员参与科技型企业的外围工作时，他们开始真正对研究与商业之间的界面有深入认识。¹ 1995年诺贝尔奖得主Arthur Kornberg 博士曾认为自己是纯粹的学者，然而后来也迷恋和卷入生物技术公司的创建。而另一位诺贝尔奖得主，曾经批评过大学教员创建公司的Joshua Lederberg教

¹ Prof. Irving Weissman, Stanford University Medical School (2005) Interview with Henry Etzkowitz

授也是这样。大学科学家越来越熟知知识产权，即使他们选择不介入公司形成。有些人已成为连续型科技企业家：为寻求科学进展和商业成功在大学和产业之间移动。

由早期技术形成公司的早期阶段出现的资金短缺，即所谓的“死亡之谷”，部分地被获得创业风险资金的学者和已成为成功企业家的校友所填补。学术和商业的双重经验促使他们既理解技术又理解其商业潜力。因而，某些连续型科技企业家已经成为判断技术及其商业潜力的“大学天使”，为创建新公司的大学同事投资(Etzkowitz and Pique, 2005)。他们可能不在意收入微薄和顾客少等现状，甚至不在乎是否已经有一个清楚的商业计划。

对 20 世纪 70 年代后期在加州创建光电公司的科学家的访谈确认：科学家不再符合学术或工业科学家的社会学定义(Merton, 1979)。他们对发表文章出版专著不感兴趣，他们的目标是专利；他们也不再必须忍受工业科学家从学者到企业雇员所经历的“角色紧张[role strain]”(Kornhauser, 1962)。这些研究人员是“创业型科学家”(Etzkowitz, 1983)，他们作为公司的支持者参与决策，从半导体产业的股权中赚到酬劳。在后来与 Rosalba Casas 及其墨西哥国立自治大学(National Autonomous University of Mexico, UNAM) 同事所进行的探讨中，我们清楚地认识到不能孤立地理解大学—产业关系。墨西哥的大学与产业主要通过它们和政府的联系相互作用，因而政府的作用非常突出。这促使我们探讨大学-产业-政府三方的相互作用模型。

Marx、Weber 和 Simmel 思想元素为我们构思机构范围彼此重叠且部分自主的三螺旋提供了灵感。Simmel 对三者关系的分析给予制度上的一瞥：大学、产业和政府每个机构都可以作为“渔利者[tertius gaudens]”起发动创新的作用(Wolff, 1950)。Marx 在分析资本主义经济与中世纪封建主义社会关系的区别时为不同社会机构范围的理论奠定了基础。从亚里士多德所描述的家族式生产经济到工厂及脱离家庭生活的工作的转变是问题的关键(Marx, 1973)。Marx 还基于一个非常重要的实例：Perkins 在英格兰对于燃料的研究在德国被发展成为一种产业，断定科学将成为未来经济的源泉。

从 17 世纪开始，以科学为基础的技术的发展与 18 世纪独立的机构范围的出现相交叉，形成了新的创新动力学。19 世纪融入实验科学的研究型大学的形成将这两个维度集合在一起。随着大学获得独立于其他社会机构范围的办学自主权，教学实验室被发明，它促进了教学与科研的结合，包括具有实践意义的研究 (Rossiter, 1975)。这两个发展预示了从前现代时期基于纵向层级化的社会向日益基于横向机构范围间相互作用关系的社会的转变。

在从工业社会到以知识为基础的社会转变中，前工业时期和工业时期基于传统和专业技术的纵向层级性逐渐被取代。社会关系方面的这个变革等同于向工业社会转变期间所发生的革新。每个这些转变中的首要因素是知识在社会中的作用。在封建社会，最重要的知识是在传统礼教方面的学问，注重社会中的长幼关系和每个人应当对他人所负有的责任；在工业社会中，最重要的是关于官僚的知识，一方面注重学习怎样在监督指导下完成确定的任务，理解主动接受上级命令的基础；另一方面注重给予相关指令和指导的能力(Weber, 1947)。

三个彼此独立的维度——经济学、政治学和基于任何标准在不同社会现实中的地位和信仰，共存于一个因果系统中。当思想能转变成经济和政治力量时，政治力量生成经济财富和远离政治生活的能力。在西方，除了技术力的积累以外，与新教教义相关的道德伦理思想是经济活动迅速发展的推动力(Weber, 1958)。此后人们还确定了其他的创新与社会转变的基础。

3. 概念基础

在以知识为基础的社会中，人们越来越多地认识到大学-产业-政府相互作用是驱动科技进步转变成经济活动的新区创新模式的来源。这个相互作用的结果是形成区域创新三螺旋模式。为了描述三螺旋是怎样运行的，我们提出三个基本概念——非线性创新理论框架、场相互作用和循环——作为三螺旋研究的理论基础。三螺旋的静态特征是：每个螺旋都有一个内核区和外场空间，三个机构范围彼此独立和相互重叠。三螺旋的动态特征被描述为：竖直方向每个螺旋的独立发展和水平方向三个螺旋的相互作用和循环体系。

3.1 非线性网状创新模式

创新体现新思想的应用的全部过程(Schumpeter, 1911)。按照 Schumpete 的定义，“在经济意义上的创新仅仅伴随着包括新产品、工艺、体系或装置等的第一次商业交易实现，尽管这个词被用于描述整个过程”(Freeman, 1982)。Freeman 确定了四个不同类型的创新：渐进性创新、根本性创新、技术体系创新和技术革命或技术-经济范式的变革(Freeman, 1986)。

线性创新模式受《科学：无尽的前沿》报告的影响，盛行于 20 世纪五、六十年代(Godin, 2006)。它将科学的商业化过程整齐地描述为从技术发明→研究与开发(R&D)→生产制造→产品市场销售的过程。对这个模式的批评在于它过于简化了实际创新过程，不足以反映当代技术创新的日益复杂的特征。Kline 和 Rosenberg 在 1986 年所提出的链式创新模式把创新过程描述成更复杂的过程，认为学者不是盲目地生产知识，公司也不是被动地接受知识。然而，尽管已经考虑到相互作用和反馈并利用带有箭头的链式反映出来，它仍然保留了线性模式的顺序。

当代创新日益复杂，通常都有多样起点和途径。在 20 世纪 70 年代中叶，面对来自人工智能研究的军方赞助人员的怀疑，美国国防部国防高级研究计划署[Defense Advanced Research Program, DARPA]计算机办公室的负责人断定：它将带给人们共享利益，大学研究人员会对他们的赞助者的实际问题感兴趣。“…这个转变将给予大学研究群体一只工程学的臂膀、市场、顾客和用户。这一综合会加强基础研究工作，因为将有更多的来自伟大新思想的真实检验的反馈…”(Waldrop, 2001:405)。这段陈述的作者，一位心理学家，曾介入作为大学学科的计算机科学的早期发展，是Internet不可忽视的创立者之一。他起初从麻省理工学院到一个咨询与研究公司——BBN公司[Bolt, Beranek and Newman]工作了一段时间，然后加入美国国防部国防高级研

究计划署(Hafner and Lyon, 1996)²。

Schumpeter 在他的早期研究中强调企业家在抓住技术与市场机会以及把握创新过程中的重要作用。然而，当代社会中企业家身份复杂，很可能是教授、工程师、研究人员或发明家、生意人甚至政治家。在瑞典有个集体创业的传统，没有集体的支持个人不可能自己创办企业。事实上，对于同时需要技术和商业专业人员的以知识为基础的公司来讲，集体企业家始终是个推动力。

图 3 描述了一个非线性网状创新模式，说明创新可以将科学[S]、技术[T]、R&D、生产[P]和市场[M]中的任何一个活动作为起点。例如，晶体管发明者之一 John Bardeen “相信首先看到技术基础然后发展相应的科学具有一定的意义，而不是[反过来]在科学上找到什么东西然后寻求它的技术应用” (Hoddeson and Daitch, 2002)。因而，创新可以以市场→技术→科学→技术→R&D→生产→市场的顺序发生，也可能以市场→科学→技术→R&D→生产→市场或其他种途径进行。尽管网状模型取自微观创新，但它也反映了区域层次上的宏观创新的规律，表明在区域创新是所有由相同或不同机构所进行的创新活动的混合体，它有各种不同的起点和途径。

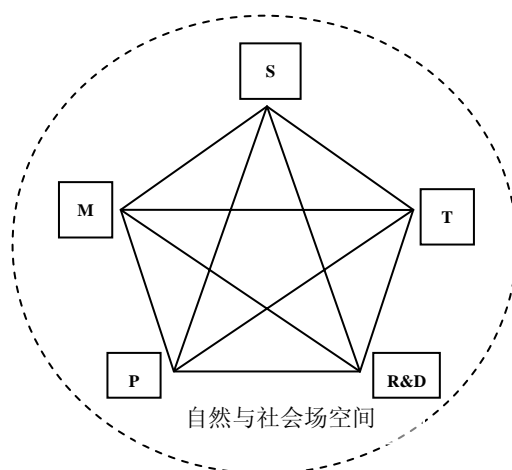


图 3 非线性网状五边形技术创新模式

3.2 三螺旋-场相互作用模型

三螺旋模式假定三个机构范围相互重叠且相互作用，这些相互作用产生科技园、大学衍生公司、大学校办企业和孵化器等混成组织，每个机构都“起其他机构范围的作用”。但是这个模式缺少精确的指标和定量测定技术方法。我们基于对科学技术场的研究 (Zhou, 2001)，同样利用物理学中“场”的概念发展一种分析三螺旋的方法。

三螺旋-场相互作用将三个螺旋描述为具有内核和外场的模型 (图 4)。它帮助解释为什么

² BBN被认为是“第三商店”，在剑桥美国人工智能协会(1986)与哈佛和MIT齐名。Prof. Marvin Minsky, Electrical Engineering and Computer Science, MIT, Interview with Henry Etzkowitz..

三个机构范围保持相对独立和独特的身份，表明相互作用在那里发生并从理论上解释为什么会形成一个动态的三螺旋。大学[U]能起产业的作用，但它不是真正的企业；产业[I]和政府[G]也同样在起其他机构范围作用的同时保持相对独立的范围。如果一个机构范围不能保持它的相对独立性，那么它就会失去自己独特的特征。高度相互依赖的机构要在外部场空间里相互作用也是非常困难的，因为功能和作用的混乱必然会导致无序的系统。

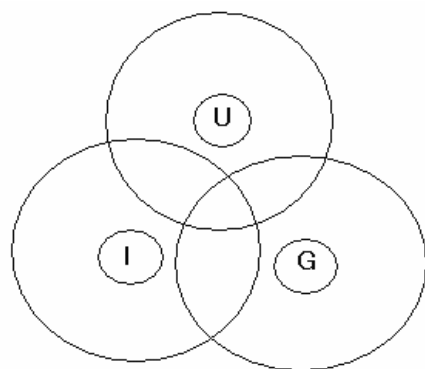


图4 三螺旋-场相互作用模型

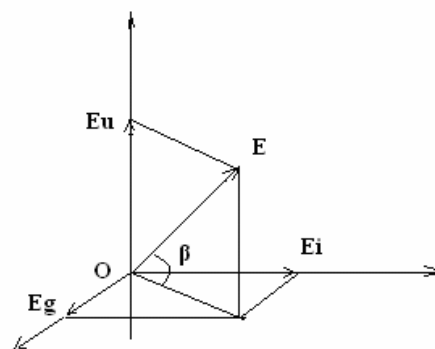


图5 三螺旋-场各螺旋场强的合成

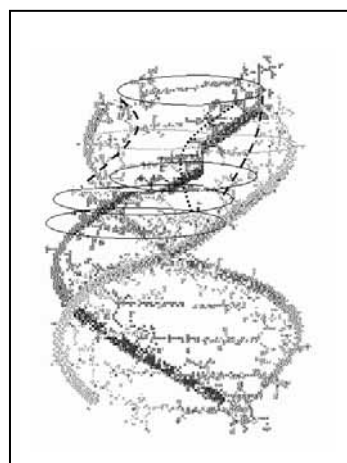
只要场存在，在它的周围空间就有能量。这个能量的强度表明它对外影响力的大小。例如，在电场中，电场对置于其内的电荷的作用表现为电场力。置于电场内的带电体单位电荷所受的力就定义为场强。场强代表场对电荷起作用的大小。在三螺旋-场相互作用模型中，同样可以引入场强的概念说明三个螺旋促进创新活动的力度。如果E代表总场强，Eu, Ei, Eg 分别代表大学、产业、政府三方各自的场强，那么三者的合成就是 $E=f(Eu, Ei, Eg)$ (图5; Zhou, 2002)。

场理论说明从自由放任主义和国家干预主义模式向三螺旋有限转变的重要意义。三个机构范围之间需要保持一定的张力和均衡。例如，如果政府作用太强，那么就有可能形成国家干预主义的模式。如果三螺旋关联太弱，就会没有足够的力量相互作用，导致自由放任主义模式。

分析区域中不足的或弱的因素——“缺口”并设法填补它们，将有助于造就平衡的三螺旋。区域创新组织者[Regional Innovation Organizer, RIO] 和区域创新发动者[Regional Innovation Initiator, RII] 在填补缺口和组织创新方面有不同的作用。RIO 必须具有召集和组织能力，而 RII 必须有足够的声望和权威性来集合资源和发动创新。20 世纪 20 年代后期，是新英格兰的地方官员召集区域大学、产业和政府领导阶层商议创新大业，但最终还是麻省理工学院的校长 Karl Compton 促成了以科学为基础的公司形成的战略思想，并动员说服了区域领导阶层采取行动 (Etzkowitz, 2002)。相反，在 20 世纪 90 年代中叶，纽约科学院能召集大学、产业、政府的代表召开一系列会议，但它不能取代 RII，使所讨论的战略计划具体实现。

3.3 三螺旋循环

知识资本化有大学、产业、政府机构的各种来源。当知识被转变成资本的时候，来自任何这些来源组织的人都可能是潜在的企业家和公司形成者。人们期待三螺旋能在三股螺旋相互作用中发展通信、网络和组织交叉重叠 (Etzkowitz and Leydesdorff, 2000)。Etzkowitz 和 Leydesdorff 在上文中所给出的右图也反映了三螺旋的动态：垂直方向的综合进化和水平面上的循环。



三螺旋-场相互作用阐明了为什么会有循环，但它没有显示出什么因素参与了这个循环，以及它是怎样运行的。图 6 描述了发生在“微观和宏观”两个层次上的三螺旋循环。宏观循环在三个螺旋之间起作用，而微观循环则只发生在每个螺旋的内部。前者产生合作政策、合作项目计划和平台、网络，而后者通过内部循环释放输出。

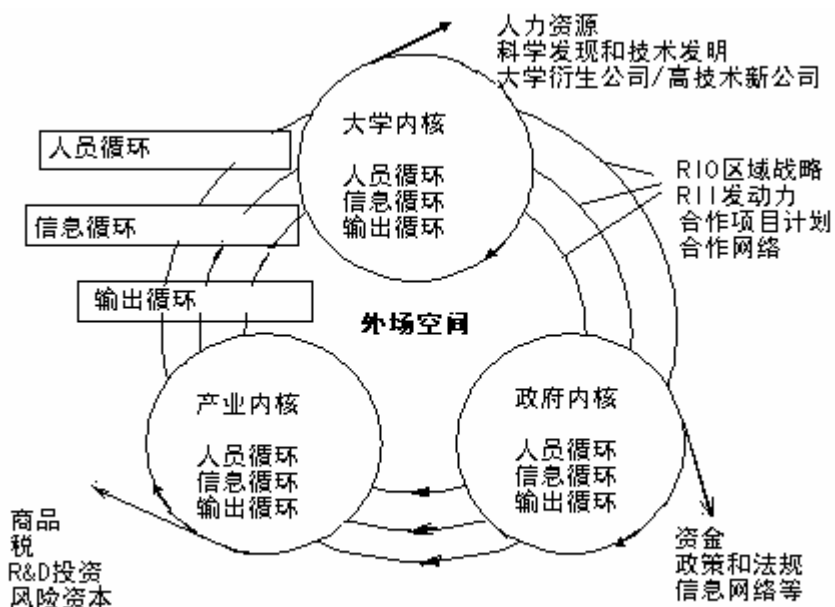


图 6 横向的三螺旋循环

人员循环：人才流动

在三螺旋中的人员循环一向被称作“旋转门”。美国社会学家 C. Wright Mills (1958)曾强烈批评这种现象导致政府的企业控制和军事对产业的不良影响。人员流动也使思想从一个螺旋进入另一个螺旋，引起合作项目和促进跨机构范围的理解。事实上，在那些领导人一旦结束行政生涯就无所为的国家里，精英循环的缺乏可能是阻碍发展的原因之一 (Dziseh and Etzkowitz, 2006)。

至少可以确认三种人员循环：(1) 从一个向另一个机构范围的单向或永久的移动。在大学-

产业的界面上，曾经是大学教授的高技术公司企业家例证了从大学到产业的人才流动，如 A. Bose 从麻省理工学院转到他的声学公司工作，而作为兼职教授与大学保持联系。发过来从产业到大学的也有很多，最典型的例子是晶体管的发明人之一 Shockley，他在 1963 年从产业进入斯坦福大学成为教授。(2) 双重生命或在大学、产业同时担任重职的人员。斯坦福大学教务长 F. Terman 为实现他的卓越尖塔战略曾邀请 Syntex 药品公司研究主管 Carl Djerassi 到斯坦福担任化学教授。Djerassi 把他在墨西哥城的公司 R&D 业务带到帕洛阿图，并且同时继续他的研究主管职务(Djerassi, 1992)。(3) 在一个以上机构范围轮流或定期工作，例如斯坦福大学的 William Perry 教授在从事商业事业和半职教授后成为国防部长，后来又回到大学全职从事教授工作。

信息循环：创新网络

信息交流是合作的前提和基础。在信息技术时代，信息交流日益通过从地方到国际各种层次上的互联网络发生。有些网络被设计通告政府政策和基金来源，大学里最前沿的研究成果及其对新技术和产业的影响，产业的合作需要等信息。有些网络还被设计来连接和支撑创新区域。例如在哥本哈根和马尔默之间通过一座桥连接起来的奥胡斯[Oresund]，它既是丹麦和瑞典之间的信息交流网络，也是一个创新区域(Törnqvist, 2002)。

输出循环：参与者之间的互惠

参与者之间的互惠和对创新贡献的均衡是另一个十分重要的因素。例如，加利福尼亚初生的半导体产业的新公司的产品最初引起国防部和 NASA 的注意，被看作设备小型化的手段。这加强了产业从民用向军用的扩展。Shockley 等科学家的科学研究成果被产业所公认，如固体物理学应用到改进电话开关装置的潜力等。二战以后大学教员开始接受政府支持创业的资金和政策，极大增强了计算机科学等重要领域的大学研究活动(Braun and MacDonald, 1983)。

如果有消极的贡献不均衡，那么创新过程中就可能存在缺口；反之一个积极的贡献不均衡却会激励其他参与者增加他们的影响。二战是一个关键的拐点，改变了大学-政府之间的关系。在二战以前，大多数的大学科学家都位于教学型大学，“…在这种大学中，他们没有机会做研究。…经过战争期间的重新部署，他们突然发现身处设备精良的实验室会迅速发挥自己被压抑的 R&D 能力和才华，满足取得战争胜利的需要” (Johnston, and Edwards 1987: 30)。通过 Vannevar Bush 的实例我们看到：学者追求在战后达到军用和民用双重目标，为动员科学天才参与战争制定政策 (VanDemark, 2003)。这些力量的汇合极大增强了在波士顿和北加州相对薄弱的源自大学的区域创新动力。此后硅谷变成了一个全球创新组织者，为世界范围内的其他区域输入高技术新公司和输出未来的公司创建者，使高技术创业从硅谷辐射到全球。

4. 创业型大学和各种不同的三螺旋模式

当生产框架从本土公司转移到高技术新公司、大学研究小组和大公司网络时，区域创新参

与者之间的合作网络变得非常重要。当高技术新公司发展成为跨国公司和复现传统层级结构的特征时，改变在某种程度上是循环的，即使它们努力保持平等主义的本色。然而，如在药品产业中，生物技术公司移动到食物链，促使“大型药商[big pharma]”走向生产和销售专业化。在公司成长和产业发展过程中，一直发生着研究与生产、外包 R&D 和重建中心实验室的分离与一体化。发展生物技术或信息技术群实际上已成为普遍的区域目标 (Cooke, 1991)。

在微观层次上具体项目计划的合作构成实现区域创新的基础。但人们一定会问：为什么创新在某些区域是成功的而在其他地区却不成功，即使这些区域都有同样的微观合作活动？答案部分来自 Schumpeter 的“集体企业家[collective entrepreneur]”的概念³，我们将其扩展到 20 世纪 20 年代英格兰委员会、90 年代旧金山湾区的联合冒险硅谷和中国本世纪初的区域大学-产业合作委员会等混成组织。因此，微观层次上的具体合作不足以产生宏观导向力领导创新。区域还需要对创新资源和合作创新的组织以形成规模[scale economy]或范围经济[scope economy]。

4.1 合作、组织与发动

促进组织之间的合作和科学技术商业化已成为平凡的产业改革战略。在公司-公司、大学-产业、国家内部和国家之间等各层面上的官产学研合作涉及获得产品和工艺方面的明确目标。欧盟在科学与产业共同体以及大学-产业界面间开发了多国合作网络(Peterson and Sharp, 1998)。ECARP⁴ 网络几乎包括所有欧盟国家和两个欧洲自由贸易联盟国家，把所有主要的欧洲机身制造商和大批欧洲大学和国家研究中心带到一起，聚焦机身的计算仿真模拟方面(Hughes and Christie, 1995)。

产业与外界合作的动机是范围的增加。官产学研合作 19 世纪后期起源于日本，作为在产业 R&D 刚刚诞生时利用大学的 R&D 能力帮助产业的手段(Kodama, 1991)。在美国，它能追溯到起源于大学并与大学有着不断咨询联系的工业实验室的形成(Reich, 1985)。为了响应日益增长的国际竞争，1980 年国会通过了《史蒂文森-怀特勒法案》[Stevenson-Wydler Act]，鼓励政府实验室和产业间的技术合作，当大学-产业合作与政府-产业合作交叉时便形成了大学-产业-政府三边相互作用 (Government University Industry Research Roundtable, 1991)。

在第一次世界大战后，为了弥补大学财政赤字类似的合作在美国后来又在英国被强调(Howells et. al., 2006)。例如，自 1990 年以来，在劳斯莱斯和三个先导性英国大学之间已建起合作与创新网络，加强劳斯莱斯的设计喷气式飞机部件——压缩机和涡轮机叶片装置的能力(Hughes and Christie, 1995)。自 20 世纪 50 年代以来，官产学研合作也在中国促进快速工业化方面起了十分重要的作用(Ji, 2006)，出现了许多成功的案例。⁵

³ E.g. the role of the Department of Agriculture in creating the U.S. agricultural innovation system.

⁴ ECARP: European Computational Aerodynamics Research Programme, 欧洲计算空气动力学研究计划

⁵ See <http://www.ctiln.com.cn/cxy/index.htm>; <http://ctixm.smexm.gov.cn/2005-2/2005221182458.htm> and so on.

4.2 作为驱动器的创业型大学：大学-推动模式

随着知识日益成为产生新经济活动的基础，作为就业机会和区域创新的发动机的大学受到越来越多的公共关注(Link and Siegel, 2003; Shane, 2004)。事实上，在将联邦政府资助的大学的知识产权赋予大学的《贝耶-多尔法案》1980年出台之前，美国大学就已经使它们的研究获取专利或商业化了，主要沿两条道路进行：一是由加州大学伯克利分校的化学家 Frederick Gardner Cottrell 在 1912 年为管理他的沉淀作用专利而创建的研究公司[Research Corporation]，一个非盈利性质的第三方技术转移机构；二是为管理专利而建的附属于大学的（但法律上与之分离的）研究基金会：成立于 1924 年的威斯康星大学校友基金会[WARF]。

还有一个例子是学者创建公司。20 世纪 20 年代，当某公司拒绝商业化由 Vannevar Bush 的咨询计划之一而来的发明时，布什在大学和商界朋友的帮助下创建了初现的无线电产业新公司——雷声公司[Raytheon]。但问题是，如果布什没有实践观念，那么这个发明就可能会变得枯萎，事实上是被“束之高阁”。因而，对大学需要卷入知识产权保护和商业化认识非常重要。它最早出现在麻省理工学院和几所较早认识到技术转移职责的大学。

建于 1861 年的麻省理工学院是世界上第一所创业型大学。其创建者曾任维吉尼亚大学地质学教授 William Barton Rogers 很早就清楚地认识到大学作为区域创新源泉的潜力。20 世纪 30 和 40 年代，在 Karl Compton 校长的领导下，麻省理工学院通过基于大学研究形成新公司的战略在波士顿地区的更新改造过程中起了至关重要的作用(Etzkowitz, 2002)。在二战后早期，Frederick Terman 把这个战略改编成斯坦福版本，利用政府军事研究资金铸就了具有商业潜力的能发展成高技术公司的知识基础(Lowen, 1997)。甚至在 Terman 的系统努力之前，这所大学从在 19 世纪后期被建立时起就发生过公司形成，因它清楚地认识到其工学院如果不介入由技术公司组成的技术和商业环境——用当时的词就是“科学城”的话，那么就不可能获取非凡的声望。⁶

20 世纪在超过四分之三的时间里研究型大学基本上极不情愿直接卷入申请专利和许可事务中(Sampat, 2006)。但研究公司使大学能外包商业化活动，康大校友基金会则直接代表大学的商业利益。这些机构开创了大学技术转移最终内在化的发展道路，并成功地劝说国会出台了使其得以合法和扩展的法律框架，作为含蓄的国家产业政策。因而，在政府至少作为一个默许的支持者的情况下，大学能成为区域创新的发动者。在 20 世纪 90 年代硅谷衰落期间，更新改造了半导体产业的斯坦福大学设计研究中心的创建以事实证明了这一点。

⁶ See, for example, Zurich (www.sciencecity.ethzh.ch), Newcastle (www.newcastlesciencecity.com) and Stockholm efforts, propelled respectively by ETH, Newcastle University and the Karolinska Institute. O'Mara (2005) compares U.S. suburban and urban science city organizing processes, concluding that the advantage lay with Greenfield efforts in the early post-war, given easier access to land and relative lack of community opposition. Recently, the balance has shifted to cities based on perceived quality of life advantages, with opposition increasingly turned into support as universities are seen as key to economic renewal.

为什么大学推动三螺旋模式会出现在美国？首先，在生产新知识方面大学较比产业和政府相对更强得多，而这些新知识是新技术和产业诞生发展的基础。其次，受《科学：无尽的前沿》（1945）所驱动的科学政策的影响，在过去的50年间联邦政府资金极大地帮助了大学的发展，导致研究成果的不断溢出(Davis and Diamond, 1997)。第三，政府不必直接赚钱，因此，政府官员们不像在中国等国家那样有业绩压力，他们会全力支持大学和产业取得创新。最后，产业创新将更多的注意力集中在产品开发，而不是基础研究。然而，基础研究的突破能导致重要的创新，形成新公司和新产业。这也许是大学对技术创新的最重要的贡献 (Zucker and Darby, 1998)。

在美国，政府直接参与产业是不被接受的，除非战时紧急情况或和平时遇到像80年代迎接日本半导体产业带来的威胁等情况。因而，政府处于支撑地位，只是偶尔直接发挥作用。例如19世纪中叶建立了赠地大学制度，进而推进了由康涅狄格州的科学农民鼓动的自下而上的创新运动；而在这个世纪的早期，这是典型的美国联邦政府的作用(Rossiter, 1975)。

4.3 作为辅助者的创业型大学：政府拉动模式

在不同的三螺旋模式中的公司形成有非常重要的不同。在美国大学推动模式中的大学衍生公司是独立的经济实体，不论它的出身如何。而中国的大学校办企业则是大学行政管理结构的组成部分，即大学所有，大学直接为管理和债务负责；同样，政府经营公司是政府行政管理结构的一部分，即使在其名义上为国有公司所属。结果，进入市场的每个角色都缺乏清晰的内核界限。为了矫正这种情况，近年来中国政府颁布文件责令大学坚强管理，建立校办产业集团公司等专门机构，使校办企业逐渐向独立公司实体的方向转变。

中国的区域创新基于“政府拉动三螺旋模式”，其中政府是创新组织者、创新发动者和最重要的投资者。这个模式有下列特征：（1）政府作为创新发动者发起和控制重大社会创新计划；（2）事实上所有的研究型大学、关键研究机构 and 传统大型企业都附属于（中央或地方）政府；（3）利用政府政策和决议国家最高层领导人的思想指引着整个国家的方向；（4）政府组织建设高技术开发区这样的创新场所和机构，也包括科技园、孵化器、技术和知识产权市场和创新合作信息网络等。（5）创业型大学在政府教育主管部门领导下在区域发展中起辅助作用，帮助现有产业发展，并为政府决策提供咨询服务。

政府拉动模式起源于中国的大学系统，遵从自上而下的途径，在国家政府的监督和要求支配下运行。中国国家宪法的第89条规定国家教育部被授权“领导和管理教育、科学、……工作”。从1950到1978年，中国的大学一直受前苏联的影响，主要从事教学工作。研究工作，特别是军事领域，主要由独立于大学和产业的科研院所承担。自1978年全国科学大会召开以后，大学开始强调科研并致力于区域经济发展。

2006年1月召开的全国科学技术大会号召产业成为技术创新的主体，大学要通过产学研合作积极帮助和支持产业实现“自主创新”。然而，根本动力仍按照政府—产业—大学的顺序操作。产业受到政府的重要影响，包括已经变成私企的那些公司。政府的作用是决定性的。例如，当

中国本土公司开始直接与合资企业竞争时，政府会为它们提供市场保护和激励国民采用国产产品 (Mu and Lee, 2005)。

辽宁省在 20 世纪 80 年代早期，旧的计划经济体制下的传统企业缺乏技术创新能力，除了技术革新和改造外根本没有真正系统的 R&D 和创新活动，产业急需大学的帮助以更新或升级。但在省内几个先导性大学里的具有商业化潜力的研究成果却很少被转移到产业。政府不得不号召和鼓励大学帮助区域提升技术水平及促进新产业发展。

为了提升大学的知识溢出能力，辽宁省和沈阳市政府不断为大学提供土地、政策和财政资助。在 1995 年，政府划拨部分土地帮助东北大学建造了“东大软件园”，占地面积超过 50 万平方米。在 2001 年，由辽宁省经贸委牵头成立了东北大学大学产业合作委员会，由省教育厅、东北大学及 35 个省内最重要企业的代表参与组成。在这个委员会成立的第一年，就签订了 500 余项大学-产业合作协议；由此所得总收入达 2 亿 7 千万元，创造了 20 亿元的经济效益。此外，政府还依靠行政手段迫使大学为地方经济与社会发展服务。在 1998 年东北大学由受前冶金部领导转为受教育部的领导。2001 年中央政府决定由教育部、辽宁省和沈阳市共同管理这所大学。这个权力的分散有力地加强了大学与地方企业之间的紧密联系。

4.4 作为合作者的创业型大学：大公司引导模式

大公司引导创新一直是德国和韩国的区域产业发展的有效战略。大公司被指望起区域创新发动机的作用，如在德国的啤酒和汽车产业中。实际上，大公司一直都是技术创新的主体，特别是在传统的资源经济中。⁷ 在这个模式中，政府将支持先导性公司作为其产业政策。因而，奔驰、宝马、西门子、贝尔和巴斯夫等德国公司都是在政府知识产权战略的帮助下发展起来的。⁸ 瑞典及其他国家也遵循这条道路。事实上，大公司引导战略最近已经被用于中国的电信产业以取得自主创新和可持续发展。

在这个模式中大学的作用是作为公司创新的合作者。从本科到博士阶段的教学项目都聚焦于产业问题，并且大学教授和公司研究人员共同指导学生。在大公司引导模式中，科技园通常为公司的 R&D 部门提供家园，使它们能方便地组织与大学的合作和征募未来的职员。大学系部经常被创造出来以支持某些特殊产业的发展，如纽卡斯尔大学海军建筑系等。然而，当某个区域产业消失时，大学可以保留下来那些不再满足区域需要的知识资源。或者像瑞典查尔莫斯大学那样，支持大学研究的政府可以资助某个与本国联系日少的多国公司。

“查尔莫斯创新系统”正经历着从大公司引导合作到创建高技术新公司模式的转变(Jacob,

7. Top 500 Firms make 80% of R&D expenditures, 71% of the results of technological innovation; and 62% of technology transfer takes place among them. Policy Department of State-owned Assets Supervision and Administration Commission of State Council, SASAC, IPR Strategic Management and Law Protection in Germany Enterprises. <http://www.sasac.gov.cn/gzjg/zcfg/200607240144.htm>

⁸ Ibid.

Lundquist and Hellsmark, 2003)。⁹ 但使大学发明家能控制知识产权的“教授豁免”却减慢了这个转变。基于传统的学者特权，它同迟来的对大学研究使命的认识一起被包括在瑞典 1916 年的大学法中(Widmalm, 2001)。最近被丢弃的当初在瑞典的教授豁免，一方面与学术自由交织在一起，另一方面反对学术研究商业化。¹⁰

在许多国家，大学正在发挥技术转移作用促进高技术中小企业的发展，至少作为大公司引导模式的辅助。例如，由于韩国大公司为中小企业的发展提供了创新平台，所以它在汽车、半导体、石化和造船产业中取得了非常的成功。然而韩国过分强调大公司引导模式而忽视中小企业的自主发展，导致了它在上个世纪 90 年代的下滑(Yang, 2006)。NURI（地方大学创新力量强化项目）等最近的韩国政府计划已开始强调大学对中小企业的支持。

5. 结论：走向三螺旋社会

尽管有限的创业行动也可以由教学基础产生，但创建一所创业型大学所必备的东西是具有商业潜力的研究成果的“临界质量”。缺少创业文化和产业环境会阻碍大学朝创业型转变。内在文化和外在环境通过鼓励创业和区域发展的行为都会对大学的转变有所贡献。斯坦福大学例证了在“绿地”区域发展起来的一所创业型大学；而巴西里约热内卢天主教大学[Pontifical Catholic University] 则例证了通过创业和孵化项目实现的文化改变。

三螺旋框架正在全球范围内出现，在各种各样的社会中以不同的速率促进文化的改变，尽管存在着发展的不均衡。在 1913 年，大学教授抗议瑞典教育部关于大学有双重目的的陈述：“在行政事务中履行教育事业和作为纯粹的科学研究所” (Widmalm, 2001: 131)。后来瑞典带头性学者又发表公开信，反对“第三使命”。

创业型大学也在各种不同的三螺旋配置中起不同的作用。在大学推动模式中，它们发动区域创新；在政府拉动模式中，它们在政府的指导下帮助现有公司和产业发展，并创造新的技术和产业；在大公司引导模式下，这种大学一般都被鼓励积极与产业合作，在产品和工艺创新方面发挥作用。随着时间的流逝，三螺旋的发展也能改变从政府拉动到大学推动模式然后到大公司引导模式或者其他顺序的转变。

微观创新关注理解产品和工艺创新的动力，如通过官产学研合作；宏观创新关注制度结构和关系。在宏观层次上，因为在某个给定的三螺旋内的不均衡发展，可用的组织力与发动力的相对强度是设计不同起点的创新战略的基础。区域创新组织者和区域创新发动者必须具有在三螺旋水平上的组织力和发动力。前者给出区域创新计划的战略方向，而后者开启创新计划。缺

⁹ Although venture capital to support start-up growth is increasingly available; Europe at .05 of GDP is still well behind the U.S. rate of .17, even taking into account the likelihood that a higher proportion of U.S. venture capital flows downstream to firms at later stages of development that may be bank-financed in Europe (Eichengreen 2007:404).

¹⁰ There were also “Professors Privileges,” such as the obligation of the community to provide a certain quantity of wine, free of charge, in some university towns, well into the early modern era.

少其中的任何一个，“知识空间”都不可能充分利用。

我们描绘了社会向三螺旋模式发展的趋势，这个趋势正在发展壮大，呈现为主要的社会发展趋势。Schumpeter 曾说：“理论社会科学只描绘现实社会的趋势，绝不会完善社会现实”(1910)。我们相信三螺旋的社会实践将更具有生命力。

参考文献

Apple, Rima 1989. “Patenting University Research: Harry Steenbock and the Wisconsin Alumni Research Foundation,” *ISIS* 30, September, 375-394

Blumenthal, David. et.al. 1986. Industrial support of university research in biotechnology” *Science* 231: 242-246.

Bok, Derek 2003. *Universities in the Marketplace: The Commercialization of Higher Education*. Princeton: Princeton University Press.

Braun, Ernest and Stuart MacDonald. 1982. *Revolution in Miniature: the history and impact of semiconductor electronics*. Cambridge: Cambridge University Press

Bush, Vannevar 1945. *Science: The Endless Frontier*. Washington DC: U.S. Government Printing Office

_____1970. *Pieces of the Action*. New York: Morrow

Clark, Burton. 1998. *Creating entrepreneurial universities: Organizational pathways of transformation*. New York: Pergamon.

Cooke, Philip 2001. “Regional Innovation Systems, Clusters and the Knowledge Economy” *Industrial and Corporate Change* Vol. 10. No.4. 945-974.

Davis, Hugh G. and N. Diamond 1997. *The Rise of American Research Universities: Elites and Challengers in the Postwar Era*. Baltimore: Johns Hopkins University Press

Djerassi, Carl 1992. *The Pill, Pygmys, Chimps and Degas Horse*. New York: Basic Books

Dzisah, James and Henry Etzkowitz. 2006. “The Renewal of the African University: Towards a Triple Helix Development Model” *Ethiopia Triple Helix Conference*, May

Etzkowitz, Henry 1983. “Entrepreneurial Scientists and Entrepreneurial Universities in American Academic Science,” *Minerva* Vol. 21: 198-233.

_____ 2002. *MIT and the Rise of Entrepreneurial Science*. London: Routledge

_____ 2006. "The new visible hand: an assisted linear model of science and innovation policy" *Science and Public Policy* Volume 33, Number 5, 1 June, 310-320(11)

_____ and Magnus Klofsten 2005. "The Innovating Region: Towards a theory of knowledge based regional development" *R&D Management* 35:3, 243-255

_____ and Loet Leydesdorff, L 2000. The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Research Policy*, 29, 109-123.

_____, and Jose Mello, Mariza Almeida 2005. "Towards 'meta-innovation' in Brazil: The evolution of the incubator and the emergence of a triple helix." *Research Policy*. May 34:4 411-424

_____ Francesc Sole and Josep Pique. 2006. "Creation of "Born Global" Companies within Science Cities" 23rd World Conference on Science and Technology Parks Helsinki, June

Eichengreen, Barry. 2007. *The European Economy since 1945: Coordination and Beyond*. Princeton: Princeton University Press.

Faulkner, Wendy and Jacqueline. Senker. 1995. *Knowledge Frontiers; Public Sector Research and Industrial Innovation in Biotechnology, Engineering Ceramics and Parallel Computing*. Oxford: Oxford University Press

Freeman, Christopher. 1982. *The Economics of Industrial Innovation*, 2nd Ed., London: Frances Printer,.

_____ 1986. "The Case for Technological Determinism," paper presented at ESRC Cambridge Conference 11-12. April

Goddard, John. 2004. "Universities, Science Parks and Regional Development: Reflections on the Finnish Experience" Keynote Address *Turku Development Forum*," 1 Sept. Turku, Finland

Godin, Benoit. 2006. Research and development: how the 'D' got into R&D. *Science and Public Policy* 33,1: 59-76.

Government University Industry Research Roundtable 1991. *Industrial Perspectives on Innovation and Interactions with Universities*. Washington DC: National Academy Press

Graham, Loren 1998. *What Have We Learned about Science and Technology from the Russian Experience*. Palo Alto: Stanford University Press

Hoddeson, Lilian and Vicki Daitch. 2002. *True genius: the life and science of John Bardeen*. Washington DC: Joseph Henry Press

- Hafner, Katie and Matthew Lyon. 1996. *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet*. New York: Simon and Schuster
- Howells, Jeremy. , B. Tether. D. Cox and J. Rigby. 2006. "Information technology research in the UK: perspectives on services research and development, and systems of innovation." *Science and Public Policy* 33,1: 17-32.
- Hughes, Kirsty and Ian Christie. 1995. *UK and European Science Policy: the role of collaborative research*, London: Policy Studies Institute.
- Jacob, Merle; Mats. Lundquist and H. Hellsmark 2003. "Entrepreneurial Transformations in the Swedish University System: the Case of Chalmers University of Technology" *Research Policy*
- Jencks, Christopher and David Riesman 1968. *The Academic Revolution*. Garden City: Doubleday
- Ji, Hongmei 2006. *Fifty Years of Computer Enterprise in China: Memory to the Future*. See <http://www.sciencetimes.com.cn>
- Johnston, Robert and Christopher Edwards. 1987 *Entrepreneurial Science* Westport Quorum Books
- Kline, Stephen and Nathan Rosenberg. 1986. "An Overview of Innovation" In Landau, Ralph and Nathan Rosenberg eds. *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. Washington DC: National Academy Press
- Kodama, Fumio. 1991. *Emerging Patterns of Innovation*. Boston: Harvard Business School Press.
- Kornberg, Arthur. 1995. *The Golden Helix: Inside Biotech Ventures*. University Science Books
- Kornhauser, William. 1962. *Scientists in Industry: Conflict and Accommodation*. Berkeley: University of California
- Krimsky, Sheldon. 2004. *Science in the Private Interest: Has the Lure of Profits Corrupted Biomedical Research?* New York: Rowman and Littlefield
- Lazersfeld, Paul. 1961. "Observations on the organization of empirical social research in the United States" *Information Bulletin of the International Social Science Council* no. 22 Dec. pp. 1-35.
- Leydesdorff, Loet and Martin Meyer. 2006 Triple Helix Indicators of Knowledge-based Innovation Systems *Research Policy* Dec. 35:101441-1449
- Link, Alfred and Donald Siegel. 2003. *Technological Change and Economic Performance*. London: Routledge
- Lowen, Rebecca 1997. *Creating the Cold War University: The Transformation of Stanford*. Berkeley: University of California Press

- Machlup, Fritz. 1973. *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*. Princeton. Princeton University Press
- Marx, Karl 1857. *The Grundrisse: Foundations of the Critique of Political Economy*. English Version, London: Pelican Marx Library, 1973
- Merton, Robert K 1938. *Science and Society in Seventeenth Century England*. Bruges: Saint Catherines Press
- _____ 1979. *Sociology of Science*. Chicago: University of Chicago Press
- McSherry, Corynne. 2001. *Who Owns Academic Work? Battling for Control of Intellectual Property* Harvard Univ. Press, Cambridge
- Mills, C. Wright 1958. *The Power Elite*. New York: Oxford University Press
- Mowery, David; R. Nelson, B. Sampat, and A Ziedonis 2004. *Ivory Tower and Industrial Innovation: University-Industry Technology Transfer Before and After the Bayh-Dole Act*. Stanford: Stanford University Press.
- Mu, Qing and Keun Lee 2005. Knowledge diffusion, market segmentation and technological catch-up: The case of the telecommunication industry in China, *Research Policy*, 34: 6 , August, 759-783
- Newman, John 1959. *The Idea of a University*. New York: Doubleday,
- Oleson, Alexandra and John Voss. 1987. *The Organization of Knowledge in Modern America, 1860-1920* Baltimore: Johns Hopkins University Press
- O'Mara, Margaret 2005. *Cities of Knowledge: Cold War Science and the Search for the Next Silicon Valley*. Princeton: Princeton University Press.
- Owen-Smith J. & Powell W.W. 2003, "The expanding role of university patenting in the life sciences: assessing the importance of experience and connectivity," *Research Policy* 32, 1695-1711.
- Peterson, John and Margaret Sharp 1998. *Technology Policy in the European Union*. Basingstoke: Macmillan
- Reich, Leonard 1985. *The Making of American Industrial Research*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rhodes, Frank. 2001. *The Creation of the Future: the Role of the American University*. Ithaca: Cornell University Press
- Rossiter, Margaret. 1975. *The Emergence of Agricultural Science: Justus Liebig and the Americans, 1840-1880*. New Haven: Yale University Press

Schumpeter, Joseph 1911. *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

_____ 2003 [1910] "How does one study social science" *Transaction* Vol. 40 No. 3 March/April pp. 57-63

_____ 1949. "Economic theory and entrepreneurial history". In *Essays on Economic Topics*. Port Washington NY: Kennikat Press

Shane, Scott 2004. *Academic Entrepreneurship: Academic Spinoffs and Wealth Creation*. Cheltenham, UK: Elgar.

Shimshoni, Daniel. 1970. 'The Mobile Scientist in the American Instrument Industry,' *Minerva*. Vol. 8. No. 1. Jan.

Readings, Bill 1997. *The University in Ruins*. Cambridge: Harvard University Press

Slaughter, Shelia and Gary Rhodes. 1997. *Academic Capitalism*. Baltimore: Johns Hopkins University Press

Slaughter, S; Campbell T.; Holleman M.; Morgan E. 2002 "The "Traffic" in Graduate Students: Graduate Students as Tokens of Exchange Between Academe and Industry", *Science, Technology & Human Values*, vol. 27, no. 2, April, 282-313(32)

Storr, Richard 1953. *The Beginnings of Graduate Education in America*. Chicago: University of Chicago Press

_____ 1966. *Harper's University: the Beginnings*. Chicago: University of Chicago Press

VanDemark, Brian 2003. *Pandora's Keepers: Nine Men and the Atomic Bomb*. Boston: Little Brown

Viale, Riccardo. and Henry Etzkowitz 2004. The Third Academic Revolution: Polyvalent Knowledge; the DNA of the Triple Helix" Theme Paper for 5th Triple Helix Conference

Vollmer, Howard 1962. *A Preliminary Investigation and Analysis of the Role of Scientists in Research Organizations*. Menlo Park: Stanford Research Institute.

Waldrop, M. Mitchell. 2001. *The Dream Machine: J.C. R. Licklider and the Revolution that made Computing Personal*. New York: Viking.

Washburn, Jennifer. 2005. *University Inc.: The Corporate Corruption of Higher Education*. New York: Basic Books

Weber Max 1947. *Theory of Social and Economic Organization*. New York: Oxford University Press

_____ 1958. *The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism*. New York: Scribners

Widmalm, Sven, 2001. "The old production of knowledge: the academic system of science in Sweden, 1880-1950" In Frangsmyr, Tore. Ed. 2001 *The Structure of Knowledge: Classifications of Science and learning Since the Renaissance*. Berkeley: Office for History of Science and technology pp. 117-151

Wolff, Kurt H. 1950. *The Sociology of Georg Simmel*. New York: Free Press

Yang, Yongzhong 2006. "Catching-up" Industry Policy and Market Performance: Based on the Comparison of International Competence in East Asia, *Journal of International Trade*,

Zhou, Chunyan 2001. On Science and Technology Field, *Science of Science and Management of S&T*, 22(4), 13-15

Zhou, Chunyan 2002. *Transforming from Science to Technology: the Scientific Basis of the Technological Era*. Shenyang. Northeastern University Press. 123-131

Zucker, Lynn and Michael Darby. 1998. "Intellectual Capital and the Birth of U.S. Biotechnology Enterprises" *American Economic Review* 88:1 290-306