

第一单元 发明，模仿与创新

一、从发明到创新的转化

Lewis M. Branscomb
哈佛大学

这次研讨会的两篇导言性文章将反映出中美两国政府在寻求提高各自国家的创新和经济增长体系活力时所优先考虑的问题。许庆瑞教授将要讨论“从模仿到创新的转变”，我的讨论集中在“从发明到创新的转变”。中国越来越寻求将经济增长建立在内生的能力上，而美国在寻求加速开发创新的内生来源。两国都大量投资于科学和工程研究，期望科学研究能够成为创新的源头，而创新的成果将有潜力取代旧的（在中国的情况中是进口的）技术，并创造新的市场。一旦开辟新市场，则熊彼特学说中所称的“垄断权”将带来更高回报，使经济增长得以建立在自我投入的良性循环基础之上。

依据来源分类的全国研发投入:1953-1998

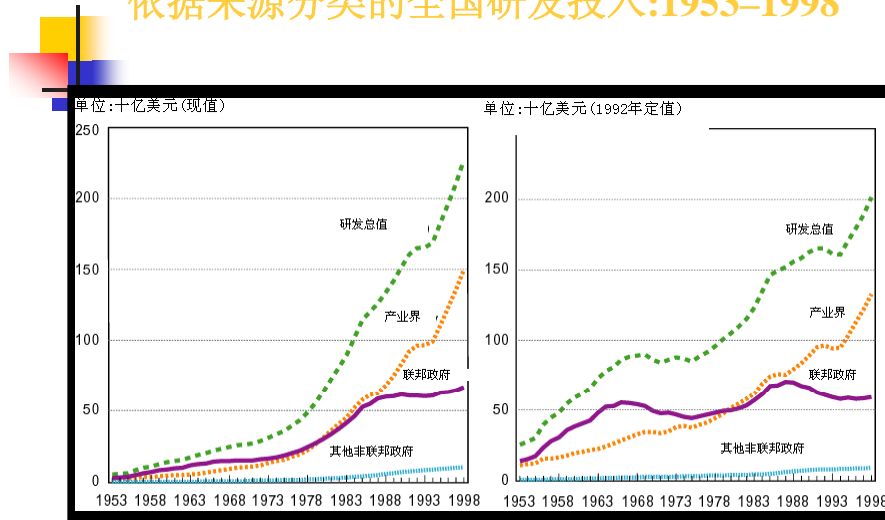


图 1: 全美 1953-1998 年研究与发展投入

本文将提问：我们真的了解科学研究成果是如何转变为成功的商业创新的吗？有没有金融的，机制的或企业家精神方面的“沟阂”加大了那些革命性的，基于技术的创新的风险和成本呢？在推动发明向创新商业化转化的过程中，联邦政府，州或省的政府应当发挥什么样的作用？由美国商务部设立的以实现这个转化为目标的“先进技术计划”发挥了人们所设想的作用了吗？这个计划有什么要改进的地方吗？

我们应当记得，美国经济，实际上还包括所有工业发达国家经济中的几乎所有的经济增长均来自于生产率、产品和市场的渐进提高与改善，而非来自那些基于激进的全新技术的新创企业和商务机构。渐进性的提高与增长是由市场力量所驱动，由渐进式的研究开发所实现的。最近十年来，全美国的R&D投入每年达到2500亿美元，但这个增长的绝大部分来自于私人部门的投入增长，如果考虑到通货膨胀，政府对R&D的投入就总量而言大约持平。这个投资支撑了美国2000年高达102530亿美元的GNP。

但是，新产业，新商业机会的来源却是全新的、基于市场和技术的激进创新。图2描述了这个创新过程，这种创新利用新的技术创造新的市场。这些成果产生于总的R&D活动的一个很小的部分，也只带来非常有限的经济活动。虽然2000年风险投资达到了历史上的最高点，为1000亿美元，但是这个风险投资的总量仅仅为当年GNP的约1%，高于1998年的200亿美元，2001年又回落到370亿美元左右。在这些风险投资中，只有一小部分投资于高技术的，基于科学的创新活动。尽管如此，联邦政府在进行民用研发投入时，在很大程度上却仍然是指望它们会产生新的产品和新的企业。

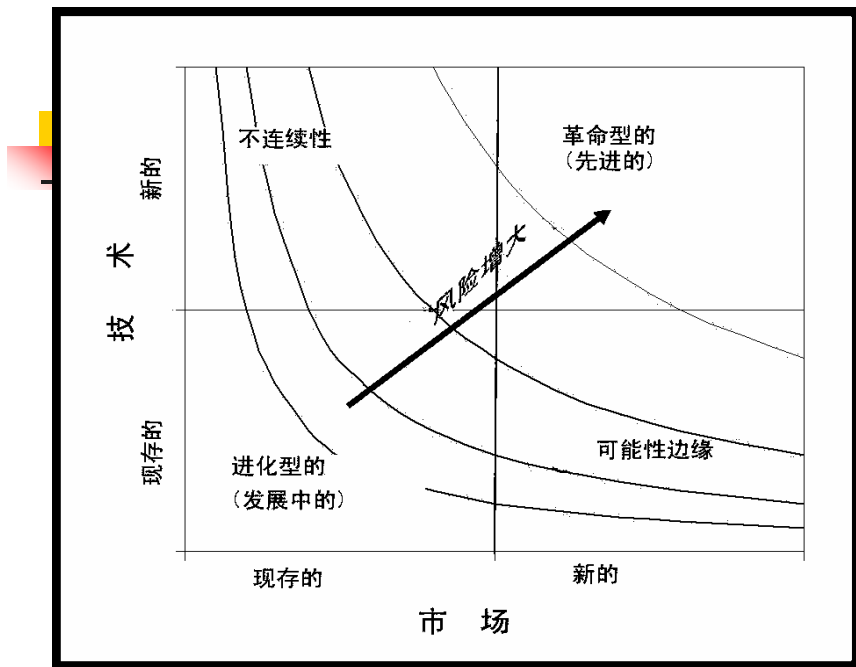


图 2：市场，技术与创新过程

许多关于政府对国有研究机构拨款的政治争论，都试图把自己的论证，建立在总额为600亿美元的非国防类公共研究的经济产出效益上。但是国会意识到，在如此高的加总水平上进行分析，是不可能对联邦政府各机构的投资政策及其产生的经济和社会效益之间的关系建立量化的评估的。有鉴于此，在1993年通过了《政府绩效与报告法令》。该法令要求每个提供研究资助的机构要以文本的形式报告他们的预算执行情况，不但要报告他们在出版物，专利和培训方面的产出，还要报告他们的经济和社会方面的收益。然而，研究机构发现这些要求很难达到。

由此带来的结果是，与经济产出所挂钩的科学技术政策仍然依附于下述的原则和政策：

- 对“社会预订科学”论点的残留信心。这种论点抱持着一种信仰，即虽然科学的产出很难预测甚至无法预测，但是经验表明，从事后评价看，其产出显著地超过了公共投入的成本。
- 各种试图加强激励措施，加快政府资助的科学研究成果商业化的法律(技术“拉动”政策)。这类法律中最重要的是1980年通过的“拜耶多尔法令”，它允许大学等其他的研究合同承担者以及成果受让人可以拥有政府资助的研究成果的专利权益。
- 许多可以归纳为技术“推动”政策的法律，试图鼓励政府研究向商业化企业的转化。这些法案包括“史迪文森——韦德勒法令”及其修正案，其内容包括莫厄里教授随后在这个研讨会上要讨论的，鼓励人们签订“合作研究与发展协议(CRADAs)”。
- 两个试图让政府在创造具有很大商业前景的技术方面进行投入的法律。它们是由美国商务部的国家标准与技术研究院管理的“小企业创新研究计划”和“先进技术计划(ATP)”。有关先进技术计划的法律从它1988年通过以后就一直倍受争议。

除先进技术计划外，所有这些法案当中没有任何一项，能被一个详细的模型证明是合理的。这个模型应能表明，在政府的赞助下的先进研究活动，怎么竟能够引发高技术创新？至于先进技术计划，则试图直接投资于这个引发过程，结果在政治上引起很大争议。那么，我们对激进的、基于技术的全新创新成果的产生机制究竟了解些什么？政府怎样才能扶植这种创新？对于实现这个目的，先进技术计划是一个有效的政策工具吗，或者仅仅是“企业的福利”，就像批评它的人们所断言的那样？

为了探讨这个过程，我们需要一个能够将公共资金资助的研究，与产品和工艺的成功进入市场，简而言之即创新，二者连接起来的模型。图3描述了这么一个模型。

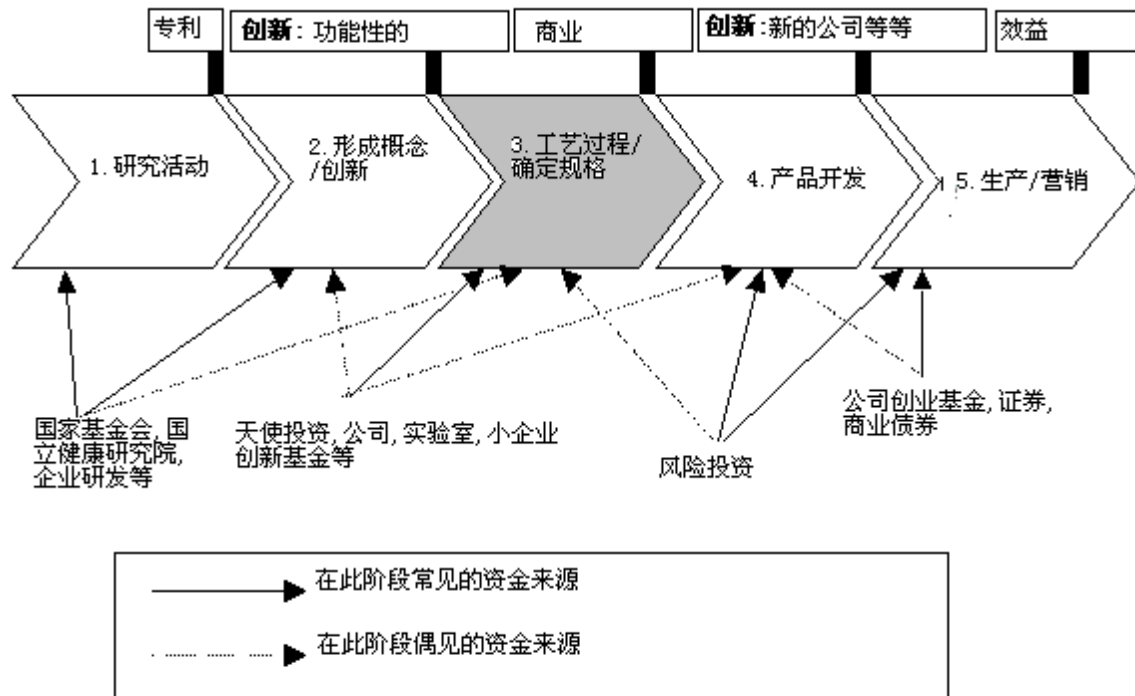


图 3：技术创新发展与资助的连续过程模型

这个图表描述了不同的活动阶段，由研究（第一阶段）到具有商业价值的也许是被专利保护的技术概念（第二阶段）到第三阶段是由发明到创新的转化过程中非常重要的阶段，在这个阶段，技术被应用于产业实际，一项生产工艺得到确定，根据它可估算出成本，适应于原型样机性能参数的市场得到确认和量化。当这个工作完成了，产品开发阶段（阶段4）也就开始了，一个样品系列推出，企业做好了进入市场的准备。这时，创新得以完成。在利用产品开拓市场的第5阶段，来自顾客的反馈信息反馈到产品发展部门，一个企业已创建起来，准备获得金融支持，或者也许被人收购。

前两个阶段属于研究型企业的范畴，是可以得到公共研究基金的资助的。在第2阶段创造技术概念的那些技术型企业家有可能企业经验不足，但他们可能具有高度热情，投身于实现自己在技术上的梦想。那些风险投资家们则一直在寻找具有高额回报、足以弥补其承担的商业风险的投资机会，他们直到第5阶段才有可能认真考虑投资与否。当然在有些情况下，他们也会以一种探险的姿态在第4阶段进行投资。

谁来资助第3阶段呢？这个阶段的工作对于政府的R&D资助来说太具有市场的具体性，而对风险资本来说又太具有不确定性。这点将由Auerswald博士在他的文章中详细讨论。这里我只是分析第3阶段的风险和不确定性的本质，这种风险和不确定

定性，使得此阶段成为从研究到具有重要经济意义的创新的过程中，一个极其重要的阶段。我还会简单探讨其对政府研究政策的意义和影响。

阶段 3 中三个不连续的基本要素

在创新的领域中，我们最感兴趣的这个具体区域，包括其最早期阶段，即通过实验室工作来检验商业概念，到确认什么看起来象一个适当的市场或者一个可保护的知识产权。Vern Ehlers 议员用“死亡之谷”来生动地形容致力于发现到发明转化的企业家所面临的特殊的挑战。这个词强化了早期创新阶段“资本鸿沟”的概念：要想在早期创新项目上取得成功，就必须克服资金的缺乏。

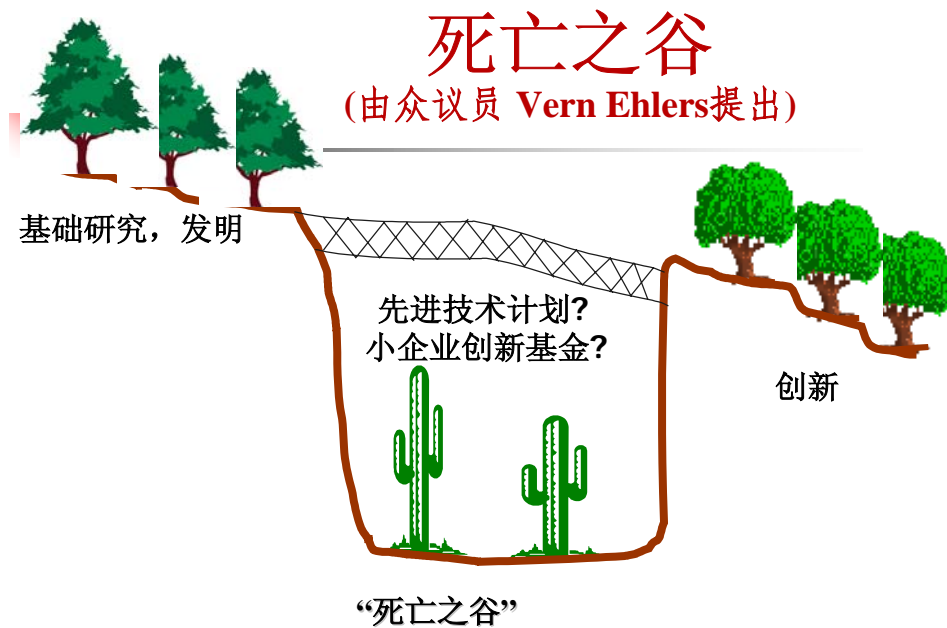


图 4： 基础研究和发明，与创新之间的“死亡之谷”

取自美国内华达州死亡之谷的比喻，使得Ehlers议员画了图4这样一副卡通画。不过，死亡之谷使人们联想到不毛之地。在现实中，在介于科技单位和工商金融企业的两岸间，乃是一个商业和技术观念的生死之海，大鱼和小鱼在其中较量，有创造力的、敏捷的和坚韧的还得以生存下来。所以我们这里提出了另一个图景“达尔文之海”

达尔文之海

把发明变成创新的奋斗历程

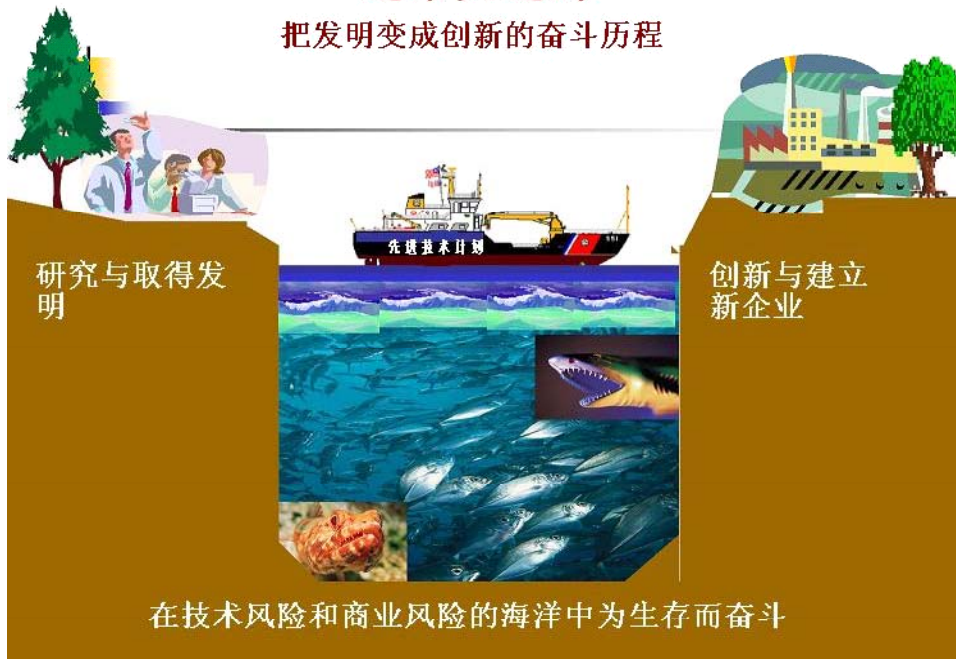


图 5：发明与创新之间的“达尔文之海”

在《直面技术风险》这本书中，我们用下面的文字描述了组成“达尔文之海”的三种“断层”：

- 研究动机的断层。最初，发明者能够使自己相信，某一科学和技术上的突破已经构成了商业化产品的基础（原理性的证明）。但是随后，在将构想中的产品转变成成为功能丰富、价廉物美、具有充分的市场吸引力、足以经受住市场竞争的商业化产品前，要经历很多困难和潜在成本高昂的研究（有时要持续数年）。惯于从事学术研究的科学家（以及资助学术研究的机构），很少能有足够的热情，愿意承担这个纯粹是实用化研究的阶段。
- 技术专家和商业管理者的断层。在达尔文之海的两边，是特征迥异的人，一边是技术专家，另一边是投资和管理者。他们具有不同的教育背景、期望、信息资源和表达方式。技术专家们知道每一种方案的科学意义在什么地方，技术方案是否可行以及最大的创新之处在什么地方。一旦失败了，技术专家就要冒败坏声誉的风险和失去原先计划中的经济回报。而那些投资者和管理者了解如何将产品推到市场上去，但在涉及到项目的技术细节的时候就要依赖技术专家。投资与管理者通常是拿别人的金钱冒险。如果技术专家与投资者和管理者之间不可能充分信任，或者不可能有效沟通，介于发明与创新之间的达尔文之海就更深了。

- 资金的断层。这个断层是指支持产生创意和原初原理验证研究的研究资金(这些资金一般来自于公司研究,政府机构,也有很少一部分来自于个人腰包),与将上述成果转变成市场可接受的原型样机,也即这个项目的商业化进程完成,所需要的资金之间的断层。通常情况下,那些积极试图在这个研究基金断裂之处架“桥”创新者们会发现,他们的资金来源是非常有限的。这些资金来源包括“天使投资人”(一些富有的人,通常有创办新企业和开发新产品的经验),也可能是专注于早期阶段投资的风险投资家,或“种子”资金,也可能是军方的或其他的政府采购,也可能是来自公共或私有部门的大学研究基金。实际上,“达尔文之海”所缺的资源并不完全是现金,而是时间,信息以及人力,尤其是缺乏涉及特定项目的技术和市场的信息以及能够评估这些信息价值的人。投资者缺的是稳定的有质量的项目来源。他们能发现许多小鱼小虾,但他们找不到高技术投资领域的有质量项目的稳定来源。所以也可以说“资金的鸿沟”实际上是“信息的鸿沟”。

对这三个介于发明者与投资者和管理者之间的“断层”,我们从两个方面进行了研究:一是创新的信用网络(或称之为社群资本),一是对企业家精神的挑战。第一方面对于象硅谷,波士顿128公路以及北卡罗来纳州研究三角区这样的成功的创新群的所有制度上的参与者的行为,进行了描述与分析。发明者是否能够清晰地描述其项目的技术风险,或者他是否能够赢得有志于承担风险甚至承受失败的投资者的信任,是构成这个网络的一个必不可少的主要元素。但更重要的,恐怕还是许多支持性组织,包括风险投资公司,银行,律师行,人力资本市场,教育和研究机构,以及所有的商业和技术服务企业,它们是否具备互相交往的经验。在具有最高社群资本的社区里,一次握手就可意味着承担了一项重大的商业义务。当然这个握手之后还会跟着一个法律性的文本文件。

对企业家精神的挑战,涉及到每个发明人的能力,如果他们想要带着自己的创意跨越“达尔文之海”并分享创新的最终成果。极少有人,既具有坚实的技术背景,又是有天赋的企业领导人,因此能够独立地跨越这个海洋。在社群资本很高的群体中,会遇到一些“导师”,通常他们都是以天使投资者的面目出现。这些人经历过成功的商业创新,他们既为新一代企业家提供投资,又为他们提供企业家精神的指导。

这类创新网络的一个重要的特征是他们都集聚在某一区域内。天使投资者一般不会投资于超过一个小时车程的地方,种子阶段的投资也有类似一个现象。从大学衍生出来的企业通常都座落在大学所在的都会区里。它们中的80%与衍生它们的大学处于同一州。

考虑到上述困难,考虑到这些深深植根于研究人员和投资者之间的文化冲突,人们也许会感到惊讶的是,美国的大学仍然积极地从其教职员生产的知识产权中寻求商业回报。最新的一些数据是非常值得注意:在2000财政年度中,美国的大学和学院从它们的专利转让权中得到了超过12.6亿美元的回报。此外,《2000财年美国大学技术转让联合会专利许可调查年报》指出,347个新的产品进入了市场,研究

发展机构至少衍生了454个新企业，在这些新企业至少申请了8500个专利。超过80%的衍生企业与它们原先的学术机构座落在同一个州或省里，这充分证明了这些企业对地区经济发展的促进作用。

美国大学在发展科技型企业方面为什么能扮演如此重要的角色？一个合理解释是，大学拥有深厚的技术人力资源，其竞争化的研究项目资助形式具备企业家精神的特征，大学教职员工希望取得经济上的收益，以及——也是最重要的一点——构成成功的高技术商业化所需要的社群资本的网络关系。大学不仅产生出众多具有商业吸引力的技术发现，大学还编织了一个能力之网，这个网中有技术，法律，商业管理，以及组成如同加州的硅谷和波士顿的128公路这些地方的社群资本的核心应用技能。

因此，美国商务部研究和创新政策的重点是：把先进技术计划集中作用于达尔文之海的研究一岸，尤其是大学的角色上。2001年美国研究理事会的报告对先进技术计划有比较详细的描述。

美国商务部长最近的一个报告为先进技术计划作辩护，他认为该计划是激励创新的一个有用的政策工具，并对计划提出6个系列改革。其中两个改革将授予大学在与企业合作项目中取得专利的权利，允许大学在与企业的合作项目中处于倡导和领导地位。另一改革强调先进技术计划应当被作为一个研究发展计划来管理，避免参与“下游”产品开发的投资。大公司只能以战略联盟的形式参加该计划，并且该计划要更多地听取专家的建议等。但其中最具有争议的一个改革是通过立法使得先进技术计划可以在成功的商业化项目中收取5%的专利许可费。这点看来不会被国会的议员所接受，因为在许多情况下该计划一直被看作不支持产品开发，所以试图从该计划中获益就会产生观念上的矛盾。同样，先进技术计划的管理者也应当清楚，试图将该计划集中在高风险的早期研究上也是不正确的。

看来，美国政策发展趋势，将是继续坚持植根于资助研究的政策，但允许政府部门对下游进行更多的投资，而不要象传统的那样只进行基础研究的资助。这个工作如果采用传统的同行评议的方法，看来会产生许多严重的挑战。这点可能解释了为什么没有采用同行评议的“国防科研局”（DARPA）在资助更具有产业价值的先进技术研究方面，比美国国家科学基金会要感觉惬意一些。

总之，“达尔文之海”的复杂特征，为政策调整提供了广阔的空间，从如何处理技术风险，到确立原先并不存在的市场，到将来自不同来源的人和资金对接起来。在“海”的这一边，在科技型企业这边，技术“推动”政策鼓励政策部门资助那些更接近转变为实际应用的过程的研究，而这种转变对于打下坚实的商业基础是必需的。在“海”的另一边，在商业与金融这边，技术的“拉动”政策要继续加大力度，鼓励人们承担风险（如通过下调资本所得税率）。象先进技术计划这样既具有推动又具有拉动特质的计划，可能应继续被看作试验性的，但今后会越来越在“达尔文之海”的研究一岸下锚。并且，由于大学在该项目中的显著作用，该项目在国会中可望得到更多的支持。

(苏竣译，南子 尹宏毅 校)

二、技术创新管理在中国的发展

许庆瑞 赵晓庆

浙江大学“创新与发展”研究中心

摘要：本文分析和解释了我国企业 20 年来走过的技术发展轨道，论述了 90 年代以来组合创新范式的出现及其意义。然后提出了中国企业技术能力演化的三个基本阶段，以及各阶段技术能力维度的特征。最后分析了东方通信公司技术能力提高过程中各维度的演变。

关键词：技术创新，中国企业技术发展，技术能力

1. 中国企业技术创新的演变

1.1 “模仿-创新”模式

50 年来，我国企业在创新和技术能力建立方面取得了巨大的进步，这是我国改革开放的结果。直到 80 年代，我国企业技术创新主要是对外国先进技术的引进和消化吸收上。由于基础设施、技术能力、社会与经济体制的不同、以及文化上的差异，发展中国家与发达国家的技术创新模式是不同的，有其自身的规律性。发达国家的创新来自基础研究、应用研究与实验发展；而发展中国家的创新大多来自对技术引进的模仿与改进。中国与发展中国家的这种创新模式被总结为“3I”模式，即经历了模仿(Imitation)-改进(Improvement)-创新(Innovation)三个阶段：

仿制阶段“3I”模式的第一步是模仿。这类技术创新的典型例子是上海机车厂。该厂生产通用磨床。1953 年，上海机床厂模仿瑞士精密齿轮磨床，开发出精密平面磨床。由此，上海机床厂以更低的成本、更短的投产时间为中国的工业化与农业现代化提供了许多新产品。

这是我国解放后的三年经济恢复到第一个五年计划时期。在此期间，我们的科技政策是“向苏联学习”。大部分工业创新和先进技术都来源于苏联和东欧国家。

为调动各方积极性，尽快消化吸收引进技术，50 年代开展了“工人合理化建议运动”。这些群众性的技术创新活动，为经济建设奠定了良好的技术基础。其中，最为突出的是鞍钢。1953 年底，鞍钢职工 17000 多人提出合理化建议 38600 件，被采纳的有 22047 件，其中用到生产中的有 13105 件。

在这样的基础上，形成了后来的“两参”（干部参加劳动，工人参加管理）“一改”（技术改造）“三结合”（工人、技术人员、干部三结合）的管理制度。1960 年，毛主席将其称为“鞍钢宪法”。这是我国摆脱苏联管理体制，开始探索具有中国特色的管理制度的标志。

改进（创造性模仿）阶段 在大规模技术引进后，开始了技术的改进和创新。这种转变是由于以下原因：

作为一个学习过程，模仿导致改进，并且提高企业的创新能力。上海机床厂的例子也说明了这一点，其技术人员在长期的独立模仿中，掌握和积累了大量的技术知识、技能和经验，不仅改进了磨床的进给箱，将其零件从 47 个减到 17 个，而且还解决了漏油问题。

我们的研究表明，从模仿到改进可细分为五个阶段：

引进：主要任务是调查、可行性分析与取得所内含的技术；

模仿：关键是掌握操作技术；

改造：即将技术本地化，以适应企业环境；

改进：形成设计能力；

生产：对引进和改进技术的有效使用。

自主设计：从创造性模仿到创新阶段 模仿常常不能满足用户的需要、适应当地环境与中国文化，因此必须在模仿的基础上，根据我国的经济和技术条件，进行自主设计。自主设计的启示来自三个方面。第一，从自主设计与开发中获得的技术知识与技术能力比仅仅模仿要多；第二，打开思路是自主设计的基础；第三，在自主设计阶段，并行开发步骤（与并行工程相似）被用来加速创新，意味着创新管理比以往先进了。

从 50 年代中到 60 年代，大量的自主设计与模仿紧密相关，可以说一种改造。通过引进、模仿和改进产品配置来迎合我国的需求、特点和文化。其典型例子是农业机械的自主设计。中国的地貌、土壤与作业过程都与其它国家显著不同，简单地照搬照抄只能导致资源的浪费，包括能源、材料与人力的浪费。从模仿到自主设计是有效利用我国各种资源的正确策略。

自主设计也是科学家、工程师与工程管理人员有效学习的过程。在自主设计过程中，为了提高产品性能，R&D 常常需要在一定程度上改变产品的标准和参数。这都迫使工程师们进行探索性的工作，同时推动工程管理人员去发现新的组织结构来应用新的设计。

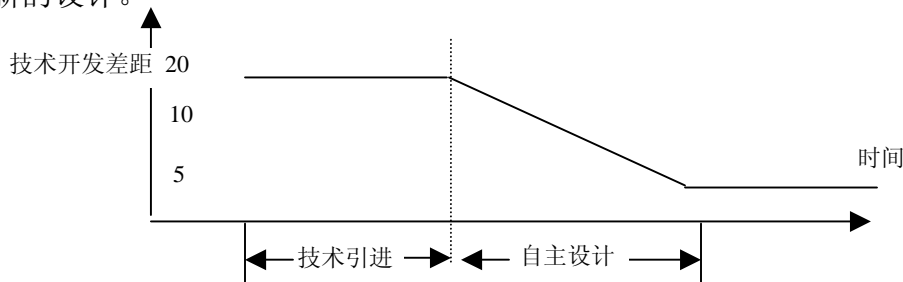


图 2 自主设计在创新中的作用

图 2 描述了杭州制氧机厂的技术开发过程。通过自主设计的两个阶段，产品性能缩短了 20 年的差距，是 1956-1986 年 30 年制氧机生产的最大跳跃。

1.2 两种基本的创新模式——二次创新模式

实施“3I”模式的关键是选择合适的产品创新和工艺创新。根据创新模式的一般理论，工艺创新跟随着产品创新，即U-A模式。但是我们的调查与案例研究揭示了一种新的创新模式，我们称其为二次创新模式（见图1）。我们认为二次创新模式更适合于发展中国家。

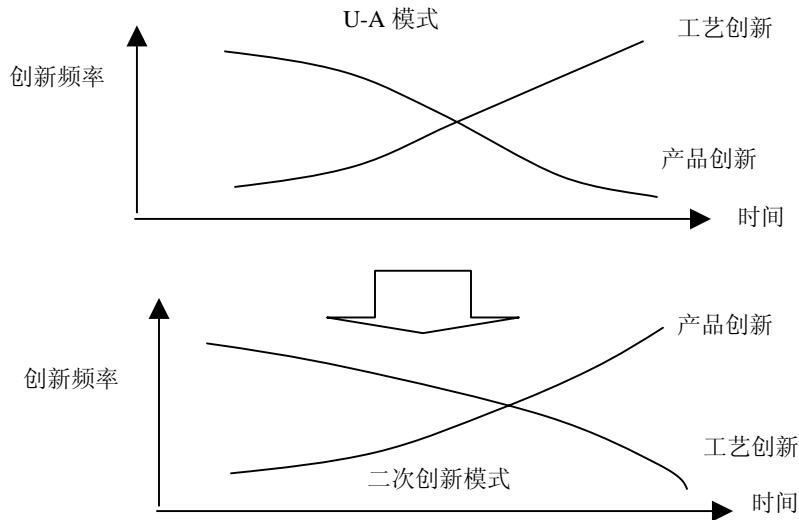


图1 两种技术创新模式
(二次创新模式根据杭氧的数据绘制)

几家中国企业抓住了这种主流，依照上述创新的五个阶段开发技术，并且首先强调工艺创新。结果，他们较少的时间和成本就跟上了国际先进水平。杭州制氧机厂是一个典型例子，他们根据引进的技术开发了六代空气分离器，都取得了市场成功。

1.3 技术创新范式的转变：基于核心能力的组合创新

到80年代中后期，随着我国经济改革的深入、企业技术水平和技术能力的提高、以及竞争的加剧，技术创新的重要性已成为商业界的共识，都把技术创新作为提高企业竞争能力的有力武器。

但几年来技术创新的实践却并不令人满意，虽然企业的技术水平与先进国家的差距大大缩短，但我们的自主创新能力没能从根本上提高，特别是缺乏自己开发的核心技术，还没有摆脱对先进国家的技术依赖和跟随。

我国许多企业在创新过程中，过于注重产品创新，而比较忽视工艺创新，结果虽然设计出接近国际先进水平的产品，但相应的工艺技术达不到要求，使生产效率与产品质量上不去，无法与国外产品竞争。

在R&D的资源分配上，缺乏战略考虑表现在过于注重现有产品和工艺的维持，很少强调技术的长期发展和新产品新工艺的基础研究（见表1）。

表 1 1997 年 R&D 费用分配情况

创新活动	费用比例
产品/工艺维持（一年内效果）	57.8%
短期计划（1-2 年）	24.5
中期计划（3-5 年）	14.4
新产品新技术的基础研究（5-10 年）	3.4

数据来源：浙江大学管理科学研究所调研数据（1997），N=30

企业的技术创新往往是以组群的形态出现的，它们的有机结合和协同作用才能促进企业持续发展。然而在我国，根据我们对江浙 30 家企业的调查，许多企业的管理层，把他们的注意力放在单个开发项目的管理上（见表 2），忽视了将技术创新项目间的有效组合。在单一项目的管理上，又未考虑产品与工艺的组合匹配。这种思想在很大程度上给创新管理的有效性和效率的发挥带来障碍。

表 2 企业创新组合管理

管理方式	企业数	比例
着重于单一创新项目管理	23	77%
通过创新项目组合，提高创新能力	7	23%

数据来源：浙江大学管理科学研究所调研数据（1997），N=30

技术创新是一种社会性的活动，需要有组织有计划地进行。在企业内部，其技术创新活动同样需要企业组织和文化氛围的配合与支持。综观中国，企业技术创新项目失败率较高的重要原因就是缺乏与之相适应的组织和文化观念。只有在组织创新、文化创新以及技术创新之间达成协调，才能形成良性发展。任何有远见的企业领导，在致力于技术创新的同时都不会忽视或轻视组织与文化背景的影响与作用。

最早提出组合创新并对它进行系统研究的是在中国。这一研究的起源始于对技术创新与劳动生产率的研究。我们在研究中发现这样一种现象：企业的产品创新具有很高的水平，但工艺缺乏创新，使企业的生产效率低，缺乏竞争能力。例如，H0 公司的产品已达到当时国际先进水平，但其工艺创新不足，无法在国际竞争中取胜。

因此，单一的技术创新将使企业逐渐缺乏生命力和竞争优势，技术创新的协调发展是技术创新发挥其全面效益的基础，是保证企业获取持续竞争优势的重要条件。

到二十世纪九十年代，组合创新研究已突破了技术创新的组合，超越技术领域进入到涵盖组织、文化等在内全面创新。技术创新与组织文化间的失衡，是我国企业技术创新活动中的主要问题之一，根据我们对江浙 10 家国有大中型企业的调研，

大部分企业在面向市场中对技术创新与组织、文化创新的协调方面准备不足，因此导致企业技术创新尤其是自主创新无法很好地满足企业长远发展的需要。

我国企业长期以来只具有生产功能，是典型的生产型经营。这样的经营管理方式，显然无法应付日趋激烈的市场竞争。虽然引进了先进技术，但企业长期的生产型惯性使之仅仅使用这些技术，而没有考虑从市场出发，如何进一步开发新技术。只有少数企业敏锐地觉察到组织文化对技术进步的阻碍，及时调整组织结构，培育新型文化。

由于技术环境的迅速变化和技术的日益复杂，很少有组织现在能够在每个关键技术领域保持自主能力。因此，大部分 R&D 和产品管理者认识到，不管企业多大，都无法作为技术孤岛而生存。除此以外，外部技术来源的重要作用还在于：提供了有关科技发展的一个窗口。特别是当科技发展在企业的传统业务之外，或者来自海外。企业的发展有赖于其技术能力的积累，这要求企业从战略上利用合作创新作为学习的机会。因此，外部技术的获取和合作创新应当用来补充内部 R&D。

1.4 基于能力的组合创新模式

从核心能力出发来研究创新组合，使我们能够更深刻地认识组合创新的作用。实际上，核心能力与组合创新是相互作用的，其关系如下：

- 创新组合的选择要最大限度地利用企业的核心能力；
- 适当的创新组合是培育和提高企业技术能力的根本途径。

创新组合的选择应该使企业现有核心技术能力得到最大限度地利用，这可以通过技术开发的平台方法来实现。技术平台方法在共同核心技术和构架的基础上，通过衍生型技术创新使企业获取最大的经济效益。

同时，企业核心能力的培育和积累也需要精心组合的创新项目：

- 产品创新与工艺创新的适当组合，对于企业技术能力中 R&D 与制造能力的协调发展具有决定性的作用；
- 渐进创新能够增强现有的技术能力，使已有能力得到充分发挥；另一方面，企业通过重大创新来培育新的技术能力，建立新的技术平台，为企业进入新行业或迎接新的技术变革打下坚实的基础；
- 合作创新与技术外源是迅速获取新的技术能力的捷径。

对于拥有数种技术的企业，按照某种内在的联系将这些技术组合起来，用于技术创新，则能在一定程度上提高企业的核心技术能力或培育出新的技术能力。通过技术组合，一方面可以使各种技术的功能相互补充，产生“1+1>2”的协同效应。另一方面，通过技术组合，可使各种知识背景不同、研究思维方式不同的人员能够相互学习，产生“创造性碰撞”，以出现完全新的创造，促使新能力的生长。

因此，从 80 年代末以来，中国企业创新的范式发生了很大变化，具体表现在六个方面，见表 3 所示。

表 3 组合创新与技术管理范式的变化

传统技术管理范式	基于能力的组合创新范式
<ul style="list-style-type: none"> ● 着眼于单个创新 ● 单纯强调产品创新的重要性 ● 强调重大创新 ● 创新效益评价局限于显性创新效益 ● 局限于企业独立进行创新 ● 没有考虑核心能力的培养 	<ul style="list-style-type: none"> ● 着眼于组合创新 ● 强调产品创新与工艺创新的协调 ● 重视渐进创新的作用 ● 均衡地考虑显性和隐性创新效益 ● 独立与合作创新相互补充 ● 从创新与技术核心能力的关系来考虑创新组合

2. 企业技术能力提高的途径

技术能力积累途径的选择是技术战略的核心问题之一。而战略分析是从对企业内外部环境的分析开始的。因此，技术能力积累途径的选择要从分析企业面临的内外部环境入手。企业的外部环境主要包括行业技术动态、资本市场完善程度、政府政策等；内部环境主要包括企业技术能力基础、财务能力、外部联系、组织规模等。本文主要对行业技术动态、企业技术能力基础、财务能力三个最主要因素进行分析。

行业技术动态。行业技术动态对企业技术能力积累途径的选择具有直接而深刻的影响。技术动态按其变革速度和焦点可区分为根本型、补充型和渐进型三种。研究表明，不同的行业技术动态对企业技术能力具有不同影响，所要求的技术能力积累途径也不同（Anuradha Nagarajan and Will Mitchell, 1998）。

技术能力基础。从前面的分析可知，技术能力的积累是一个长期的、知识学习和知识创造共同作用的、具有途径依赖性的过程。而且，现有的技术能力积累途径，包括外部途径的技术引进和购买兼并、合作途径的合资企业和合作 R&D、内部途径的内部 R&D 等，其采用对于企业现有技术能力基础都有一定的要求。因此，企业技术能力积累途径的选择离不开对技术能力基础的正确评价

财务能力。技术能力积累是一个需要投入的过程，因此，在积累途径选择中必须考虑企业的财务能力。尤其是，对购买兼并来说，财务能力不仅指资金供应能力，还包括在资本市场上进行操作的能力。

财务能力强的企业可以任意选择所有途径，财务能力不足的企业应注意不要选择内部 R&D、购买兼并等途径，而应该多选择合作 R&D、技术引进等途径。合资企业往往也需要投入较多资金，应依情况而定。当然，如果是技术引进后消化吸收所需的内部 R&D，虽然投入也往往是引进费用的数倍，但与完全自主性的内部 R&D 相比，并不需要很强的财务能力

企业应该针对行业变革动态、自身能力基础和财务能力状况，选择其技术能力

发展途径。

2.1 技术能力演化的环境条件

一个企业所在的国家创新系统，很大程度上决定了它处理威胁与机会的选择范围，影响技术能力演化的方向和速度 (Tidd et al, 1997)。国家创新系统主要是通过以下要素的作用来影响企业技术能力的演变：(1) 需求条件。国家的需求条件通过对创新的拉动影响技术演化的方向。如较大的国内需求规模会刺激企业进行大规模投资，改进技术和提高生产率；国内市场的先行饱和是产品价格下降，迫使企业进行创新和产业升级，提高技术能力，并向附加值较高的产业-技术转化；(2) 竞争对抗。市场竞争能够刺激企业投资于创新和技术能力积累，因为这是它们保证生存的唯一途径；(3) 国家与企业的能力基础。需求机会和竞争压力并不会自动导致技术能力提高，除非企业有一定的能力基础使之能够有效创新和吸收外部技术。在这方面，国家和企业在生产和研发上的能力基础是非常重要的。教育水平决定了企业的生产率和学习能力，而国家的科技能力决定了企业技术能力在不同领域的优势和劣势。

2.2 基本技术能力

仿制能力、创造性模仿能力和自主创新构成了企业技术能力的三类基本能力。它们虽然都是技术能力，但对企业 R&D、组织、人员知识和战略的要求有很大的不同，由此导致企业从一种形态变换为另一种时，往往会遇到许多障碍，不得不付出艰辛的努力。

仿制能力是指根据现有成熟技术进行操作和维护生产设备所具备的技术能力。可分为两类：第一类包括有效操作的能力以及进行工程实施和维修的能力；第二类包括在现有设计范围内，调整和改进仿制，以适应变化的条件 (Kim, 1997)。

创造性模仿能力是在现有的技术平台和核心技术构架内，对原有设计进行创造性的模仿改进或重新设计，以适应新的市场需要的能力。

自主创新能力是通过建立新的技术平台或改变核心技术，并在此基础上推出新产品的能力。自主创新分为两类：第一类是渐进的自主创新，这是通过原有技术的融合或引入研究中的技术以建立新的技术平台；第二类是根本的自主创新，这是通过自己的研究发明出全新的技术，由此开发出全新的或新一代的产品类。

表 4

仿制能力	<ol style="list-style-type: none">1. 设备操作和维修、工程实施和生产系统管理2. 在现有设计范围内，调整产品与工艺
创造性模仿能力	<ol style="list-style-type: none">1. 技术型模仿：对国际新技术产品原有设计的创造性模仿和重新设计2. 市场型改进：针对市场需要对产品的改进和重新设计

自主创新 能力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 渐进型自主创新：引入技术建立新平台 2. 根本型自主创新：研究获得新技术知识，由此建立新平台。
------------	---

2.3 发展中国家企业技术能力发展的基本轨迹

完整的企业技术进步过程包括技术发明、技术开发、产品生产与销售、技术转移四个前后相联的基本环节。然而几乎所有的后进国家的企业技术进步都是从技术引进开始的。成功工业化的后进国家的经验表明，从技术引进开始的工业技术进步过程，随着工业化和产业技术水平的提高，企业技术能力呈现出阶段性的变化。

第一阶段：产业工业化处于起步状态，技术基础极为薄弱，因此通常引进已经成熟的技术和设备。这时对某一项具体的引进技术，关注的主要是使用，使技术和生产人员尽快掌握这一技术或装备的基本操作。因此，这个阶段企业的技术能力主要体现为在生产中使用成熟技术的能力。

第二阶段：随着工业化的进展，后进国的领先企业已经形成相当的工业技术和物质基础，因而在积极开展技术引进的同时，逐步加大了自主研发和开发的分量。在此阶段，技术的使用已经为企业掌握，进一步开始强调在消化吸收的基础上，进行创造性的模仿和改进。

第三阶段：随着国家科研力量和高等教育的系统发展，其企业开始与本国大学和科研院所一起，从有关技术基本原理的基础研究出发，进行自主设计和创新，形成自己的技术平台。

虽然处在技术发展不同阶段的企业都或多或少拥有仿制能力、创造性模仿能力和自主创新，但从以上论述可知，企业在不同阶段所关注的重点不同，三种能力的强弱也有高低之分。实际上，企业从一种技术能力上升到另一种能力并不是件简单的事情，需要付出极大的努力。

参考文献

- 1 许庆瑞，陈劲，中国企业的技术创新与技术管理展望，管理工程学报，1997，增刊
- 2 陈劲，2000年，国家技术发展系统初探，科学出版社，北京。。
- 3 张明玉，技术跨越战略与企业跨越式发展，中国软科学，1999，12。
- 4 Cohen, W. M., and Levinthal, D. A., (1990), Absorptive capability: a new perspective on learning and innovation, Administrative science Q. 35, 128-152.
- 5 Tidd, J., Bessant, J. and Pavitt, K. (1997), Managing Innovation, John Wiley & Sons.
- 6 Tushman, M. L., and P. Anderson. "Technological discontinuities and organizational environments." Administrative Science Quarterly 31:439-65, 1986.

- 7 L.Kim ,Imitation to Innovation:The Dynamics of Korea' Technological Learning,
- 8 Saleh.S.D. and Wang C.K., The management of Innovation: Strategy, Structure and Organizational Climate, IEEE Transaction on Engineering Management, Vol.40(1), 1993.
- 9 Utterback and Abernathy, The dynamics model of product and process innovation,Omega,3: 639-655, 1976.
- 10 吴晓波, 二次创新的进化过程, 科研管理, 16 (2) , 1995。
- 11 史东辉, 后起国工业化引论, 上海财经大学出版社, 1999, 65-78。

第二单元 创新的肇始：研究中心，研究所和大学

三、研究与开发研究机构改革对于中国技术创新的影响

穆荣平

中国科学院科技政策与管理科学研究所

1.引言

中国经济改革经历了从微观运行机制改革到资源配置体制改革直至建立社会主义市场经济体制的转变。与此同时，中国科技体制改革经历了从扩大研究所决策自主权到改革科技资助体制和加强科技立法等的转变，逐步将竞争引入科技领域。中国科技体制改革的最终目标是建立有利于科技发展、有利于科技与经济结合并最终促进经济增长的新型科技体制。

改革开放以来，中国政府制订了一系列旨在促进科技体制改革的政策和法规。1996年国务院发布的《关于“九五”期间深化科技体制改革的决定》中提出，政府属科研院所可以通过四种方式面向经济建设，包括：（1）进入企业，成为企业或行业技术开发机构；（2）采取企业运行机制；（3）建立或转制成为企业；（4）转变为技术服务机构。1997年中国政府批准了中国科学院提出的旨在建立国家创新体系的报告，并且于1998年在中国科学院实施知识创新工程试点。国务院的决定和知识创新工程的实施对于中国科技体制改革具有重要意义。本文主要探讨科研院所改革对于中国技术创新的影响，特别是国务院部门属242个科研院所转制和中国科学院属123个研究所改革对于中国技术创新的深刻影响。

2. 国务院部门属 242 个科研院所转制的影响

2.1 研究所转制

中国体制改革的最重要目的之一是建立社会主义市场经济，即：改革目前的计划经济体制并且建立市场经济体制，以实现到 2010 年科技竞争力名列世界 10 大强国的目标。经过 20 多年旨在强化生产与研究之间联系的运行机制改革，例如：减少对于应用型科研院所的政府预算以促使他们在市场中寻求发展，鼓励科研院所和大学建立公司等方式实现科技研究成果的产业化以获取经济回报等，中国政府决定，政府预算资助的科技活动将从竞争性行业退出，并且采取一些激进的改革措施，加速科技体制的改革。

1998 年，国务院决定撤消机械部、冶金部、煤炭部等 10 个部委，以强化市场在资源配置方面的作用。与此同时，上述 10 部委属 242 个研究所的转制问题就成为中国科技体制改革的问题之一。1998 年，这些研究所拥有约 11.5 万人，约占国务院部门属研究院所人员总数的 12.3%；其中 6.3 万为科技人员，4.3 万为科学家与工程师，分别占国务院部门属研究院所相应人员总数的 10.7% 和 11.9%)¹。

1999 年 2 月 22 日，国家科技部、国家经济与贸易委员会、国家发展计划委员会和财政部等部委联合发出通知，要求国务院部门所属上述 242 个研究院所必须在 1999 年 6 月底以前完成转制工作，以清除研究与生产之间的障碍。转制的目标是通过深化科技体制改革，强化科技与经济之间的联系，加快国家技术创新系统建设，使企业成为技术创新的主体。通过转制，将进一步强化研究院所竞争力，促进科技成果产业化，并最终服务于国家和区域经济发展。

如何转制？国务院部门属科研院所转制将按照国务院《关于“九五”期间深化科技体制改革的决定》中确定的四种模式，即：（1）进入企业，成为企业研究开发中心；（2）采取公司运行机制运行；（3）建立企业或转变成为自主经营的企业；

（4）成为技术服务机构。为了促进这 242 个研究院所的转制，中央政府为专制研究院所提供了包括税收减免、贷款、财政拨款等一系列优惠政策，如：

- （1）转制研究院所原有财政拨款维持不变；
- （2）转制研究院所所得税连续 5 年减免；
- （3）批准转制研究院所自营进出口；
- （4）允许转制研究院所继续承担国家科技计划任务；
- （5）允许转制研究院所享受科技企业的其他优惠政策。

事实上，242 个院所转制过程中，许多研究所转制成为国有企业，尚有待于进一步转制成为现代企业制度如有限责任公司和股份公司，以克服国有企业的通病如低

¹ 中国科学技术部：中国科技指标，科学出版社 北京 2000，第 60 页。

效²。并且，企业总体技术创新能力仍然比较弱。到 1999 年底，242 个国务院部门属科研院所转制工作全部完成。其中，131 个进入企业集团，40 个成为自主经营的企业，18 个成为技术服务机构，29 个转制整合成为 12 个中央直属的大型科技企业集团。

2.2 科研院所转制的影响

242 个国务院直属科研院所转制对于中国的技术创新已经产生深刻的影响。首先，242 个院所转制是中国科技体制改革的一次重要突破，对于政府部门属科研院所转制具有重要的示范效应。事实上，国家建设部、铁道部、交通部、信息产业部等国务院部门属的 134 个科研院所（约 5000 多职工）到 2000 年底已经借鉴 242 个科研院所的转制模式和经验，完成了企业化转制；与此同时，5000 个地方政府部门属研究所的转制工作也参照 242 个科研院所转制模式进行转制。2001 年国务院部门属的社会公益类研究所也开始转制，虽然转制模式不同，但是 242 个科研院所的转制经验仍然具有借鉴作用。

其次，242 个院所转制加强了研究开发与生产的联系，从某种意义上讲，强化了企业技术创新能力。政府部门属独立科研院所研究开发人员占全国的比例从 1987 年的 52% 下降到 1998 年的 30.2%³；政府部门属独立科研院所科学家与工程师占全国的比例也从 1991 年的 31.5% 下降到 1999 年的 21.5%⁴。可以预期，政府部门属独立科研院所完成转制之后，其研究开发人员和科学家与工程师的比例将会进一步降低。政府部门属独立科研院所的研究与开发人员比例逐步下降这一事实表明，越来越多的研究与开发人员进入产业和企业研究开发部门，显示出企业正在逐渐成为创新主体和研究开发活动的主要投资者。

第三，242 个院所转制有利于发挥研究人员的创造积极性，有利于培育转制研究所的自主创新能力。一方面，转制院所迫于日趋激烈的市场竞争而不得不培育自主的持续的创新能力，以开发出具有竞争力的高技术产品，从而赢得市场竞争；另一方面，技术和管理和其他生产要素如资本、劳动等一样参与转制研究所经济收入分配的事实，必然会大大调动研究人员开发并充分利用新技术资源的积极性。

第四，242 个院所转制改变了传统科研院所的研究模式，从政府导向和跟踪国外研究热点向市场导向转变。尽管改革开放以来，政府一直鼓励属科研院所创办公司，但是研究人员的绩效仍然是按照学术指标如研究论文和成果来评价的，而不是按照研究超过的经济价值来评价的。从某种意义上讲，科研院所办公司的目的是挣钱求

² 事实上，一些院所转制成为有限责任公司，但是股东仍然为国有企业，国有企业的问题仍然没有从根本上解决。

³ Liu Xielin: The Road towards Innovation: --The Reform of China's Scientific and Technological System since 1980s, *Proceedings of Sino-German Symposium on Technological Innovation and Management*, Qingdao China, May 28-29, 2001.

⁴ 中国国家科技部：中国科技指标，科学文献出版社 北京 2000，第 57 页。

生存，而不是满足企业技术需求。一旦政府属科研院所转制成为企业之后，企业的本能——追求利润最大化——将会迫使转制所去开发市场需求的技术，并且迅速商品化。此外，转制本身也为转制研究所带来了大量的技术与资本结合的机会，从而是转制研究所能够迅速扩大其市场占有率。

当然，242 个院所转制对于中国技术创新能力也存在一些负面影响。首先，转制的模式仍然显得太简单，忽略了科研院所本质的差异和社会经济需求的多样性特点。事实上，242 个院所转制过程中，许多研究所转制成为国有企业，尚有待于进一步转制成为现代企业制度如有限责任公司和股份公司，以克服国有企业的通病如低效⁵。并且，企业总体技术创新能力仍然比较弱。

其次，研究院所转制削弱了一部分行业的技术创新能力。一些公益类研究所提供的是公共产品，是为整个行业而不是为某一个特定企业服务的，因而其研究成果难以从市场获得足够的经济回报，从而支撑其不断生存与发展。值得指出的是，中国仍然是一个发展中国家，大多数企业的规模较小，技术创新能力较弱，难以与世界领先的跨国公司相比。他们需要新技术，但是没有足够的技术能力去满足这种需求。即使他们认识到研究开发对于提供自身竞争力具有极端重要性，他们也没有足够的资金投入研究与开发。从某种程度上讲，企业迫切需要政府属研究院所或非营利组织提供技术支撑。因此，研究院所全部转制成为企业之后，一些行业的技术创新能力暂时受到了削弱，而不是加强。也许一些研究所应该转制成为非营利组织，以便引导和整合社会资源用于研究开发。

第三，一些旨在促进研究院所转制的优惠政策可能与中国加入世界贸易组织时的承诺相悖，需要修订或取消。例如，世界贸易组织对于政府资助企业的行为是有限制的，研究院所转制为企业后就不能够继续享受政府部门属研究所的政策待遇。

总之，242 个国务院部门属研究院所转制（包括以后的 134 个国务院部门属研究院所）的经验在指导政府部门属社会公益类研究院所转制过程中起到了非常重要的作用。⁶事实上，一些社会公益类研究所主要提供公共产品，不可能仅依靠从市场获得的经济回报生存，必须有政府的支持。另一些公益类研究所是可以提供公共服务维持生存与发展的。因此，研究院所转制应该是多模式的观点逐步得到中央决策者的认同，即：大部分研究所应该采取 242 个国务院部门属研究院所转制的模式，一部分可以转制成为非营利性科学研究机构。为了促进研究院所转制，2000 年国家科技部、财政部等单位联合发布了“关于非营利性科研机构管理的若干意见”⁷，填补了现行法规框架体系中的空白，使一些政府部门属研究院所转制成为非营利性科研机构成为可能。

⁵ 事实上，一些院所转制成为有限责任公司，但是股东仍然为国有企业，国有企业的问题仍然没有从根本上解决。

⁶ 事实上，中央政府部门属社会公益类研究院所约有 290 个，职工 51,000 人。

⁷ 科技部、财政部等：“关于非营利性科研机构管理的若干意见”，2000。

3. 中国科学院体制创新及其影响

1998年6月中国科学院开始实施中央政府批准的国家知识创新工程试点，旨在建设国家创新体系和促进科技进步。实施国家知识创新工程充分表明中央决策者已经将创新作为经济转型期的关键因素予以优先支持。在知识创新工程试点启动阶段（1998-2000），中国科学院在学科规划、组织结构调整、运行机制改革和体制创新等方面取得了巨大成就。2001年起中国科学院知识创新工程试点进入全面推进阶段（2001-2005）。中国科学院的改革目标是：建设80个左右具有强大科技创新能力和可持续发展潜力的研究所，其中30个成为世界著名的研究所，5个成为世界一流研究所。

3.1 中国科学院的改革

在学科调整方面，中国科学院优先支持数学与系统科学、物质科学、天文学、地学、信息科学、高性能材料和先进制造、资源环境与可持续发展、生命科学、生物资源和生物多样性保护等的研究。为了减少低水平重复和鼓励交叉学科研究，中国科学院进行了广泛的、史无前例的组织机构调整。到2001年底，有69个研究所经过深入的改革和选择评价之后进入中国科学院知识创新试点单位序列，意味着这些研究所将能够得到强有力的财政支持并享受相应的优惠政策。

在整合现有研究机构的基础上，中国科学院建立了一批国家级研究基地，包括：

（1）数学与系统科学研究院（整合原数学研究所、应用数学研究所、系统科学研究所、计算数学与科学/工程计算研究所）；（2）国家天文观测中心（整合北京天文台、云南天文台、长春卫星观测站，联合上海天文台、南京紫金山天文台等）；（3）上海生命科学研究院（整合中国科学院8个研究所⁸和上海生命科学研究中心和国家基因研究中心）。

为了促进交叉学科研究，中国科学院通过整合现有研究所或在研究所之间建立联系，建立了一批跨学科研究与开发基地，包括：（1）上海高技术研究开发基地（由中国科学院上海技术物理研究所、冶金研究所、有机化学研究所、光学与精密机械研究所、硅酸研究所等组成）；（2）北京物质科学研究中心（由中国科学院物理研究所、化学所和理化研究所等组成；⁹）（3）北京信息科学技术中心（由中国科学院北京计算技术研究所、软件研究所、电子研究所、声学研究所、自动化研究所和微电子研究中心等组成。）（4）中国生物资源保护与生物多样性西南研究开发中心（由昆明植物所、昆明动物研究所、西双版纳植物园、成都生物研究所等组成）¹⁰；（5）

8 上海生物化学研究所、上海细胞生物研究所、上海植物生理研究所、上海药物研究所、上海生理研究所、神经科学研究所、上海昆虫研究所和上海生物工程研究中心。

⁹ 中国科学院理化研究所是在感光化学研究所和物理所、化学所部分研究单元基础上成立的。

¹⁰ 西双版纳植物园是在中国科学院原昆虫研究所和昆明植物研究所西双版纳植物园基础上整合成立。

中国西北资源、环境与可持续发展研究基地-中国科学院寒区旱区环境与工程研究所（由中国科学院原兰州冰川冻土研究所、沙漠研究所、高原大气物理研究所等整合而成）；（6）中国东北高性能材料与先进制造技术研究开发中心（包括中国科学院沈阳自动化研究所¹¹、金属研究所¹²）；（7）北京地球科学研究基地（中国科学院地质与地球物理研究所¹³）；（8）中国科学院长春光学精密机械与物理研究所(整合长春光学与精密机械研究所和长春物理研究所而成)。

为了适应科学技术发展需要，中国科学院还组建了一些新研究机构，如在中国科学院黄土高原研究室基础上组建中国科学院地球环境研究所，在上海脑研究所基础上组建中国科学院神经科学研究所。与此同时，中国科学院还将其西北水土保持研究所并入教育部西北农林科技大学。

响应国务院部门属 242 个研究所转制，中国科学院也开始实施了技术开发类研究所的转制工作。到 2001 年底，中国科学院已经将 13 个机构转制成为自主经营的企业，包括：中国科学院成都计算机应用研究所、成都有机化学研究所、广州电子技术研究所、广州化学研究所、沈阳计算技术研究所、北京软件中心和分布在北京、沈阳、成都、新乡和南京等地的科学仪器研究中心。

2001 年 7 月，中国科学院决定在继续深化研究所试点工作的同时，适时地将知识创新工程试点的工作重点转移到加强战略研究和总体设计，发挥全院整体优势，组织实施旨在满足国家战略需求的研究项目上来。为此，中国科学院于 2001 年秋组织实施了科技创新战略行动计划，包括“科技布局和组织结构战略调整行动计划”、“科技创新队伍建设和发展教育行动计划”和“国家科研机构管理体制创新行动计划”等三个行动计划。

科技创新战略行动计划的主要目标是：（1）基本形成能够支撑我国实现第三步发展战略目标，至少在未来二十年内保持相对稳定的科技布局，实现由以学科分类为依据的布局向国家战略需求与科技发展前沿结合的根本转变；（2）选择若干重要方向，进行管理体制和运行机制上的创新，组织队伍进行关键技术创新和集成创新；部署若干基础研究（特别是交叉科学）的前沿领域和前瞻性方向，组织国内外优秀人才形成攻坚团队，力争取得世界一流的科学创新成果；加强与政府部门、大学和其它社会力量的合作，为基础性研究和国家宏观决策做出重大贡献；（3）建设公共性科技创新基础设施，加速技术转移和创新成果产业化；加强科学传播，提高公众科学素质和培育创新文化；（4）加强战略咨询，提高国家宏观决策提供重要支撑；加强院层面的战略分析与策划能力、系统集成能力和组织管理能力，建设与我院科技创新能力相适应的组织指挥系统，资源协调管理体系和创新评价体系。

¹¹ 中国科学院沈阳自动化研究所是由原中国科学院沈阳自动化研究所、沈阳数控中心整合而成。

¹² 中国科学院沈阳金属研究所是由原沈阳金属研究所、沈阳金属腐蚀与防护研究所整合而成。

¹³ 中国科学院地质与地球物理研究所是由原中国科学院地质研究所、地球物理研究所整合而成。

3.2 中国科学院改革的影响

中国科学院的体制创新对于中国技术创新具有深远影响。3年多的知识创新工程试点工作使中国科学院科技创新能力和效率大大提高。首先，中国科学院的改革通过引入了“公开招聘、动态更新”的新机制，优化了人力资源结构。“铁饭碗”打破之后，职工逐步认同了“竞争上岗，优胜劣汰”的观念。在此基础上，中国科学院成功实现了人才代际平稳过渡。此外，中国科学院还推行了与个人劳动绩效挂钩的三元结构工资分配制度，以激励研究人员最大限度地发挥他们的创造力。认识到依靠自己的竞争力获得

其次，中国科学院的改革调整充实了其研究队伍，强化了中国原始创新能力，高技术领域技术创新能力和关键技术集成能力。

第三，中国科学院的改革增强了中国科学院的竞争力，体现在争取政府科技计划项目和有关基金会资助的能力，体现在发表的高质量科学论文（SCI, EI），体现在与美国、英国、法国、德国、日本和俄罗斯等国的国际科技合作以及研究生培养数量的迅速增加；2001年中国科学院新注册硕士、博士研究生约2万名，必然对中国技术创新的人力资源培养做出重要贡献。

最后，中国科学院的改革改善了其运行环境，促进了研究开发成果的产业化。2001年中国科学院属科技企业共实现销售收入415亿元，利税37亿元，分别比上年增长15%和6%。

为了充分反映我国实现第三步发展战略目标对科学技术新的需求和我院在国家创新体系中的战略定位，中国科学院修订其办院方针为：“面向国家战略需求，面向世界科学前沿，加强原始科学创新，加强关键技术创新与集成，攀登世界科技高峰，为我国经济建设、国家安全和可持续发展不断做出基础性、战略性、前瞻性的重大创新贡献。”¹⁴

新办院方针赋予了中国科学院战略定位、创新目标和工作重点以新的内涵。例如：（1）坚持将面向国家战略需求放在首位，并将面向国家战略需求与面向世界科学前沿有机结合；（2）大力加强原始性科学创新，努力攀登世界科学高峰；（3）强调关键技术的创新与集成，迎接知识经济时代的挑战；（4）紧密围绕我国社会发展的战略需求，加强我院在资源、环境、生态等方面的研究，为我国社会可持续发展的科学决策与有效实施做出重大贡献；（5）加强科技创新成果的转化，积极孕育、孵化和发展高技术产业，为我国产业结构调整 and 保持经济快速增长做出直接贡献。

¹⁴ 路涌祥：明确新时期办院方针，全面推进知识创新工程，在中国科学院2002年工作会议上的讲话，北京，2002年1月22日。

4. 主要结论

国务院部门属研究所转制和中国科学院的改革对于重构国家创新体系和培育中国技术创新能力具有深刻影响。国务院部门属 242 个研究所转制 是中国科技体制改革的一项重要突破，对于国务院部门属其他类型研究所的转制具有非常重要的示范效应。

研究所转制强化了研究与生产之间的联系，在某种程度上提高了企业的技术创新能力。随着研究所转制，越来越多的研究开发人员进入产业部门，企业正在逐步成为创新主体和研究开发的主要投资者。转制有利于充分发挥研究人员的创造力，有利于培育本土技术创新能力。市场拉力（经济回报）和竞争压力（生存）是转制研究所持续创新的原始动力。转制改变了研究所的研究模式，由政府导向或跟踪国外研究热点转变为市场导向。与此同时，转制还为转制研究所提供了许多技术与资本结合的机会，从而为转制研究所迅速扩大市场份额创造了良好的发展环境。

然而，研究所转制对于中国的技术创新能力也有一些负面影响。我认为，政府职能转变比研究所转制对于促进科技与经济结合以及促进经济发展，也许更为重要。事实上，许多问题只能依靠政府解决，而不是依靠研究所解决。例如，科技人才的流动问题仍然是影响转制的最重要的问题之一，只有政府能够移去阻碍科技人才流动的障碍。

企业化作为研究所转制的唯一模式显得过于简单，忽视了研究所之间的本质差异和社会经济需求的多样性。许多转制研究所仍然需要进一步建立现代企业制度，转制成为有限责任公司或股份公司，以克服国有企业的通病如低效。一些提供公共产品的社会公益类研究所不可能依靠其产品或服务从市场获得足够的经济回报。因此，这类研究所的企业化转制可能会损害中国产业的技术创新能力。

中国科学院体制改革取得了巨大成就，表现在认定了一批有实力的研究开发机构，移交给高校和地方政府一些研究机构和支撑机构，实现了 13 个技术开发类研究机构的企业化转制。通过引进海外杰出人才、改革运行机制和建立绩效评估系统，中国科学院大大加强了其在科学研究和高技术开发等方面的原始创新能力，以及关键技术的集成能力。

四、大学在美国技术创新中的角色 与《拜一杜法》的实际效果

Bhaven N. Sampat
乔治亚理工大学公共政策学院

绪论

在过去的十年中，世界上的许多国家都曾经讨论或者制定过这样的政策，那就是改革本国的大学体系，使之能对产业和经济发展中的技术创新起更大促进作用。在倡导改革的政策辩论中，经常引用的一个论据是：过去的 25 年间，美国的大学—产业界的相互联系增强了，这说明美国体系是“有效的”。许多建议甚至就很明确的提出，要模仿美国的大学—产业技术转移模式。

很显然，许多国家已经修订或正要修订立法以向美国 1980 年颁布的《拜耶—杜尔法令》接近。拜杜法创造了一个全国统一的专利政策，它允许大学拥有利用国家资金资助而获得的研究成果的专利权，同时鼓励大学建立对外进行专利许可的机构。在 OECD 最近发布的一份报告上指出：“几乎所有的 OECD 国家都有将公共资金资助的研究成果的所有权从政府向（公共或私人的）机构转移倾向。从本质上说来，这是公共研究投资增加对社会的回报的表现（OECD 2002，48）。”

导致这种政策变化的一个假设前提就是，拜杜法提高了美国大学的研究对社会的贡献。而产生这种信念的基础则主要是下述现象：在该法令通过以后，美国大学的专利数和对外许可数发生了巨大的增加，大学和产业界的相互作用得到了提高，“以科学为基础”的产业例如生物和信息/通讯技术产业得到了飞速的发展。在其它一些场合，我和我的同事已经指出过，后两个现象与拜杜法是没有太多关系的：这些进步在拜杜法通过以前就已经产生了，与其说这是美国政府专利政策的作用结果，还不如说是美国独特结构的创新体系的贡献(Mowery et al. 2001, Mowery and Sampat 2001b)。

在这篇文章中，我要论证的是，如果其他国家想使他们的大学与美国大学表现的一样，成为经济活动中的重要角色，则拜杜法的模式不是一个很好的解决方案。理由有几个。首先，在大多数的产业里，大学与产业间的知识和技术的转移乃是通过其他更重要的渠道进行的。其次，拜杜法的一个基本假设——若想鼓励大学将公共资金资助的发明成果予以产业化，就必须给大学以相关知识产权——得以存在的基础是不坚实的。与大多数人的观点相左，我认为拜杜法产生的社会净福利是不清楚的。因此，我得出结论，拜杜法在全球范围内的推广是被误导的结果。

这篇文章的其余部分是这么组织的。第二部分概述了大学的经济角色，以及大学为产业和经济发展提供技术支持的通道。第三部分介绍了在拜杜法出台之前，美

国大学专利的操作状况及政策，建立一个比较研究的对象。第四部分介绍了拜杜法的逻辑。第五部分考察现有的关于拜杜法效果的资料。第六部分是结论部分。

1. 研究型大学的对经济的重要性：知识和技术转移的通道

上个世纪，美国的研究型大学已经发展成为一个重要的经济建制。在一系列的产业中，从农业到手工业、计算机，以至医药产业，大学的教学和科研活动已经深深地渗透到了产业过程中。经济发展的历史告诉我们，美国技术和经济在战后得以领先世界，从很大程度上依赖于美国大学体系的强大。

不同的时期和不同的产业，大学研究“输出”重要经济成果的方式也不同。文献指出，大学对经济的贡献可以有很多方式。例如：

- 大学创造出有利于经济发展的科学和技术**信息**，这些信息可以将产业界的应用型研究指引到正确的发展方向，从而提高其效率。
- 大学创造出**设备和仪器**，可以用于产业界的生产过程或者研究。
- 大学为学生或者教职员工提供**技能**或者**人力资本**，同时也帮助这些科技资源形成各种网络。
- 大学为新产品或生产过程提供**原型**。

大学研究的输出不仅仅是对产业界有利，同时也有助于学术研究的进一步展开。学术研究是一个不断积累、逐渐成长的过程：就像牛顿那句著名的格言，“如果说我比别人看得更远一些，那是因为我站在巨人的肩膀上。”

成果向产业界扩散（或者说转移）的不同渠道之间的相对重要性也因不同的产业和不同的时间而有变化。这些渠道包括，劳动力市场（雇佣学生和教职员），大学系科和企业的合作、咨询关系，出版物，会议演讲，和产业界研究人员之间的非正式的信息交流，大学教职员工成立企业，以及大学对外进行专利许可等，当然还有一些其他的途径。

这里预先提及一下我的一个结论：大学输出研究成果方式的多样性，以及大学和产业界知识技术交流渠道的多样性，是政策制定者需要关注的一个重要现象（无论是在美国还是在其他地方）。专利和许可仅仅是其中的一部分。

而且，它并不是最重要的部分。根据最近一次对美国制造业的调查（Cohen, Nelson, and Walsh (2002)）表明，在大部分的产业中，企业获得大学研究成果的主要途径是出版物、会议和非正式的信息交流。专利和许可位于几乎最不重要的地位。Agrawal 和 Henderson (2002)对 MIT 两个学术单位的研究，得出了一致的结论。教员们反映通过专利由实验室向产业界转移的知识仅仅占有很小的比例（7%）。其他途径——Agrawal 和 Henderson 主要考察了出版物——更加重要。

有趣的是，大学和产业界的知识转移的最重要的渠道——出版物、会议以及非正式的信息交流——都是与社会科学家 Robert Merton 提出的“开放科学”概念（Merton, 1973）紧密联系在一起的。那个概念的提出，大大激励了学术界出版学术成果、出席讨论会、与同事共享信息（学术和非学术）。(Dasgupta and David, 1994)

2. 拜杜法令之前的大学申请专利状况

的确，在 20 世纪的前一大半时期内，大学是不愿意直接申请专利和许可的，因为他们害怕申请专利会阻止知识的进步和扩散，或者至少在外人看来，会阻止知识进步和扩散。而这与大学作为创造扩散知识的机构的宗旨不符，也有违于大学对开放科学的承诺。结果，大部分大学尽量避免申报专利和许可。实在避免不了时，他们典型的做法是，将自己的专利委托给第三方例如“研究合作社”(the “研究合作社”)进行操作，或者成立关联但法律上独立的研究基金来管理他们的专利。

正像 Mowery 和 Sampat (2002a)详细描述的那样，“研究合作社”是伯克利的化学家 Frederick Gardner Cottrell 的研究过程中诞生，是为了管理他的一项关于污染控制的装置，静电沉淀器的专利。Cottrell 想把自己的专利对外许可，然后利用专利许可所得来支持下一步的科学研究。然而，在操作过程中，需要一个组织来管理许可证。Cottrell 首先想到的是加利福尼亚大学作为一个管理者，但遭到大学的拒绝，因为大学认为这与大学的科学研究文化不相符。在他的回忆中写到，

这里存在着风险，特别是如果这个举动会给学校带来比较大的利润，并使很多人开始纷纷效仿。大学的理事们总是在不断寻找资金，所以，我们的试验越成功，就越可能会被到处仿效……潜在的危机是商业主义的抬头，以及伴随着的科学研究过程中互相封锁信息的发展趋势。(Cottrell, 1932, p. 222).

在 1912 年，他创立了一家非营利的第三方技术转移代理机构，即“研究合作社”，来管理这项沉淀器专利。在创立“研究合作社”后，他想到这可以提供更广阔的服务，也就是可以管理此类人发明/发现的专利：

有越来越多的学术人员，他们随时产生与他们的日常工作相关的发明，但他们不想获得任何个人的回报，他们希望看到公共事务的发展，但不喜欢看到自己或者别人依靠占有此专利而获利。(Cottrell, 1912, p. 865)

这种观点在 1937 年最终形成，标志是 MIT 与“研究合作社”签订的第一个“创新管理协议”。根据协议的规定，MIT 需要向“研究合作社”披露可能产生专利的发明。“研究合作社”同意“采取最优手段为这些发明申办专利，将它们投入应用，并获取合理的收入”，同时“防止其被滥用，采取一切合乎各方最佳利益的措施制止侵权者，但有一个普遍政策，就是无论在何种情况下，都尽量避免进入法律程序”。“研究合作社”提供所有服务的费用由自己承担。任何专利许可收益在扣除了花销以后的收入由 MIT 和“研究合作社”根据 6/4 的比例进行分配。“研究合作社”使用它所得的部分来展开它的专利许可业务。在战后，特别是在二战结束的时候，大学不断地与“研究合作社”签订了发明管理协议。

大部分主要的大学与“研究合作社”在 1980 年之前都签订了合同。还有一些大学，特别是州立大学，采用了另外一种手段，就是建立一个法律上独立但法律上附属于大学的研究基金来管理专利。第一个也是最突出的一个是 WARF，威斯康星校友研究基金，是由威斯康星大学的校友于 1924 年成立的。Steenbock 找到了一种通过照射的方法增加食物和药品中维生素 D 含量的方法。Steenbock 不顾很多医药团

体和大学同事的反对，希望申请这项专利。特别的，他指出这项专利需要严格的质量控制，也就是防止这项专利被不能达到要求的个人或者企业使用，这将导致失败甚至有害的后果。他相信，不规范的按照步骤操作，将会使研究结果被人怀疑，甚至会导致人们对大学的怀疑。这样的现象可以通过申请专利来避免。(Apple 1996)

当他要申请专利的决定做出以后，如何管理这项专利的问题就被提出了。

Steenbock 想委托威斯康星大学来管理。但是，大学认为成立一个专门处理专利的机构会带来政治和财政上的风险(Apple 1996)。于是，一种新的解决方案产生了。

Steenbock 和几个校友成立了威斯康星校友研究基金(WARF)，一个附属于大学，但法律上独立的机构来接受与来自大学教员的专利相关的事务，它将对专利进行专利许可请求的处理，会将一部分收益分配给发明人和大学。Apple (1996)指出“通过这种方式，商业事务与学校的教育事务得以分离；同时，学术界可以通过一个良好运作的专利管理模式获得专利使用费，进而来资助其他的科学研究”。在 20 世纪，许多机构建立了类似的基金会。

通过与“研究合作社”签订合同，或者建立与 WARF 类似的组织，大学希望使自己与专利的商业层面隔离。在拜杜法出台之前，大多数的大学都在二者之间选择了其一。不过，这些专利政策之间的区别还是很大的，主要是校方的披露政策与共享收益的政策的区别(See Mowery and Sampat 2001b for specifics.)。战后，许多大学都采取了“不参与”政策，禁止以机构的名义申请专利，但允许教员个人申请和保留专利。在 1980 年之前，哥伦比亚大学的政策是将专利申请权给发明者，但管理权交给“研究合作社”，并声明“拥有专利不符合本校的学术目标”。其他的一些学校，教职员被要求向学校披露他们的发明，还有一些仅仅要求教职工披露受补贴的研究成果。值得一提的是，有几所主要的大学（包括一些实行“不参与”政策的大学），公开的禁止生物医学的研究申请专利，因为他们认为限制普及与健康相关的发明是不合适的。哈佛、芝加哥、耶鲁、约翰霍普金斯和哥伦比亚大学直到 1970 年才放弃这项政策。

在 20 世纪 70 年代，大学专利的政策和手续在几方面力量的影响下开始变化，Mowery et al. (1999), Mowery、Sampat (2001a, 2001b), 和 Sampat and Nelson (2002)的研究中有详细的说明。最重要的影响来源于在诸如分子生物等领域的“应用导向型”基础研究导致的商业应用(Stokes, 1997)。恰恰此时，由于联邦和其他公共基金对大学研究支持力度的下降，大学开始逐步重视专利为学校带来的收益。另外，在 70 年代中期，由于“研究合作社”常常不能向校方返回通过发明管理协议获得专利许可的收益 (Mowery and Sampat, 2001a)，使校方颇感不满。这使得很多机构开始反思他们的专利政策和手续，使得他们想直接操作专利和专利许可事务。在 70 年代中期，“研究合作社”的年度报告指出，许多重要的机构开始考虑在自己内部设立技术专利办公室(Mowery and Sampat, 2001a)。

从以前的不愿意参与专利相关的事务到希望积极参与，大学的态度发生了很戏剧性的变化。大学参与到专利和专利许可的活动中来，是从 70 年代开始的。在 80 年的拜杜法以后由得到了更进一步的扩张和加速。

3. 政府的专利政策和拜杜法

在讨论政府的专利政策的变化之前，我们需要先指出一点：从经济学角度看，允许公共资金资助的研究申请专利——至少从第一感觉出发——这是很奇特的。

正如广为人知的那样，知识（或者是信息）有其特殊的特征。第一是非独占性，就是说可以有很多人同时使用同一特定知识。第二个特征，是与第一个相联系的，知识在不同的人之间的转移成本相对于第一次创造这项知识的费用是很低的。第三，当新知识产生以后，要完全禁止其他人使用知识是很难的，也就是说，知识是有对外“溢出性”的。由于拥有这些特征，经济学家们认为，一个没有中央控制的市场会对知识创造活动投资不足，也就是说，对研究和发展来说，存在“市场失效”。

正如 Paul David (1993) 指出的那样，历史上政府通过三种途径来解决市场对研究领域投资不足的趋势：（1）资助，即政府资助研究。（2）政府采购，或政府签订合同来购买新知识，或者是（3）产权，给予私人信息制造者一个临时的使用垄断权。

专利体系是一个最重要的“产权”政策。专利给予发明人在一个有限的时段内，在美国一般是 20 年的时间内，一个排他性的生产、使用或者出售发明的权利。在允许发明人垄断技术的同时，专利也带来了一些损失，包括降低效率，以及非竞争性定价而导致的社会净福利损失 (deadweight losses)。专利体系合理性的基础是，相信刺激发明创造带来的动态收益会高于静态的损失。

考虑到对专利体系合理性的这一经典论断，那么对同一项研究，政府既通过纳税人的钱来资助研究（“资助”途径），又允许大学中的研究执行者去申请成果的专利（“产权”途径），就令人费解了。根据前面的逻辑，既然政府资助了研究工作，那么它再容忍专利造成的损失就是愚蠢的。更明智的做法应当是去推广研究成果。

拜杜法令的制定者考虑过这个问题。然而，他们提出，大量的政府资助的大学研究成果被束之高阁，因为缺乏知识产权，企业没有动力去开发他们。换言之，他们宣称，大学中的研究者在申请专利和对专利进行独家授权的过程中遇到的困难，阻碍了企业开发和商业化这些发明。

这类发明的典型例子是医药学初期的研究，即在商业应用之前，需要被实验和开发的药品原型。支持者们提出（大部分是基于个别事例的证据），如果大学研究者有一个关于新药的想法，在没有得到清晰和排他性的授权的情况下，是没有企业愿意做这种药的市场化前的研发的。但为了获得清晰和排他性的授权的权利，大学必须对这种药品的原型进行专利保护和拥有独家授权的权利。

为了支持这种论点——允许大学对联邦资助的成果申请专利会增加由政府投资的学术研究的社会回报——拜杜法的支持者提出了 Harbridge House 在 1968 年的研究中得出的统计结果，即联邦资金资助的研究由研究的执行人掌握比由联邦出资机构掌握的商业化程度要高。但 Rebecca Eisenberg (1996) 已经具有说服力地论证了，该文献是有缺陷的，是建立在“选择性偏见”的基础上的。此外，商业化的程度并不能完全代表社会收益，即使有些专利没有直接进入商业化生产，公众仍然可以从政府掌握的专利中获益。同样重要的是，Harbridge House 的研究是基于企业执行的由政府资金资助的研究的专利，所引用的数据与大学专利——由政府持有或由大学

自己持有——的商业化比例无关。

因此，指导拜杜法的逻辑，即允许大学拥有公共基金资助的研究成果专利是有益社会的，乃是建立在很少的直接证据基础上的。同时，在对法案进行听证时，忽略了鼓励大学拥有专利和许可将对学术文化以及对大学与经济社会做出贡献的其他渠道的造成的潜在消极影响。

尽管对大学拥有公共资金成果的优劣评价缺乏证据，拜杜法令还是在 1980 年被通过了，并在 1981 年开始生效。在拜杜法之前，如果大学想保留联邦资金资助的研究成果专利，他们必须与相关的出资机构达成一个机构性专利安排方案（IPA）（它给那些“事实证明具有技术转移能力”大学以完全授权，使之能持有政府部门资金资助的发明专利），或者以“一事一议”的方式报批。拜杜法完全替代了向政府部门提出 IPA 和报批的方式，统一了申请程序，允许大学持有公共资金资助的研究成果专利，同时可以以排他或不排他的方式对外许可。

严格说来，拜杜法没有使任何先前不合法的行为合法化。但它确实降低了在申报和批准专利过程中的成本和行政手续，同时大学在进行排他性授权方面也减少了成本和手续。更为重要的是，它表明国会支持这样一种立场：即大学应采取它们传统上尽量避免的态度，去直接获得专利和进行专利许可，因为这能提高“技术转移”程度，增加大学科研对社会的贡献。

4. 美国大学专利与许可的增长

由于拜杜法令的作用，大学越来越直接地参与着专利及许可的取得和发放，并且纷纷建立了内部的科技转移办公室来管理这一事务。如我们前面已经谈过的，只有少数大学在世纪之初就参与专利及许可的获取和发放。真正的参与期始于二十世纪七十年代，但在拜杜法之后得到了加速。大学专利申请和许可活动的发展显示了类似的趋势。它始于二十世纪七十年代，而且在 1980 年后迅速加快。

在由专利的授权所获得的收益的统计上，大大难于以上的统计。这是由于这方面的资料在二十世纪九十年代之前都没有被系统的收集过。1991 年，根据美国大学技术管理联盟（AUTM）的一项调查，大学在专利的授权上获得了近 2 亿美元的收益，并且从那时之后这个数字几乎增长了 7 倍。

专利收益的增长趋势至少是其他国家效法拜杜法的部分动机。但是，必须把它们放在一个大背景下来观察。这些收益在 AUTM 大学的所有研究基金中只占了不到 5%（AUMT 2002）。而且，这些数字还没有扣除发明者的版权收入（通常是 30%—40%）和专利授权管理的开支，后者通常也很大。

还有，少数几所大学占据了专利收益的极大份额。在 1998 年全部“卡内基研究型大学”的专利收益的分布。只有很少的大学能够获得很高的收益：实际上，只是 10% 的大学就已经占掉了所有专利收入的 60%。而且，这只是总的收入，并没有包含专利和授权的管理经费。在它被算入之后，美国的大部分的研究型大学的专利及授权活动收入都会减少很多（比较 Trune 和 Goslin 1997）。和其他国家的大学一样，美国的教训也清醒昭示：对研究机构而言，专利及许可的申请与授权并不是一个赚钱的活动。

5. 拜杜法案对社会福利的影响

当然，拜杜法案的初衷并不是想让大学富裕，而是促进“技术转移”。一些在美国本土及海外的研究人员已经声称，以上专利和授权的趋势和这些数字充分显示并宣告了拜杜法是非常成功的。这里的隐含假设是：如果没有拜杜法，这些商业化高度发展的趋势是不可能发生的。

这个假设一定意义上讲肯定是对的，但是并不确切。专利和授权这一活动对于大学发明的发展和商业化的重要意义，在当时拜杜法听证期间并没有被彻底理解，今天同样也没有。今天，大学能够为师生的一切发明申请专利，当然包括那些即使没有专利与许可的存在也会得到商业化的专利。例如，Cohen-Boyer 的 DNA 重组技术 (recombinet DNA)，就已经在吉利福利亚大学和斯坦福大学的颁发许可之前就进入工业生产。专利（和许可，更宽泛的说）允许大学获得收入，但是并不能高效推动技术的转移和推广。在最近的一个口头场合，Neils Reimers, Cohen-Boyer 专利组的经理，最深刻的说明了这一点。他说到：

“无论我们得到许可与否，都会推进 DNA 重组技术的商业化。正如我所说的，排他的授权，本质上讲，其实就是税收……但是它经常被巧妙的说成是“技术转移”。(Reimers, 1998)”。

另外一个符合这样情况的发明是 Richard Axel 的协同转换过程 (co-transformation process)，哥伦比亚大学申请的专利。情况就是一些公司就在它当刚刚在科学文献上发表不久，在有关专利获得批准之前，就使用上了。该大学就以如果他们继续使用这项技术，就将他们告上法庭为由来强迫这些公司去获取许可。

在这两个案例中，技术转移都是在克服了大学的专利与许可活动造成的障碍情况下而进行的，而并不是得益于这些活动。这仅仅是其中的两个案例，但是这又是非常重要的，因为在拜杜法颁布后的时期，它们在所有的研究型大学的版税收入中占了将近 15%。这种情况下，大学的收入都是对工业生产和最终的消费者的征税(用 Reimer 的话来说)，而不是技术转移的范围拓展的标志。

在类似这样的案例中，当大学把那些社会本来总是要进行商业化的发明进行了专利申请后，就使社会承受了一种非竞争性定价造成的损失。更进一步，限制性的使用大学的发明将导致很少的资源再投入到进一步的实验和开发活动中去，而后者，即竞争性的开发，是社会所更需要的（请看 Merges 和 Nelson, 1990）。这些案例的分析结果和代价是不可知的，因为他们有很多不确定的因素很难定性和定量。但是正确的看待拜杜法对于社会效益的影响应当把这些代价考虑进去。

这样的评估需要增加很多其他方面材料的考虑。就像本文第二部分所讨论的那样，大学是通过很多种途径来对产业和经济的发展作出贡献的。一个非常重要的结论是，我们对与增加大学的专利与许可会对其他渠道产生什么样的影响是几乎一无所知的。我们提到，出版物、会议和非正式的信息交流是大学与产业就知识技术转移的重要途径，大学传统上避免直接拥有专利和许可权，是因为他们害怕这种行为会对与“开放性科学”相联系的其他渠道产生消极影响。所有缺少这些潜在影响考虑的对拜杜法的评价都是不全面的。

另一个相关的担忧是，大学日益增加的专利数中，和学术研究工具相关的成果

要多于技术成果，由于使用“研究工具”需要得到许可，这将会对学术研究自身的进步产生阻碍作用(Eisenberg and Heller 1998)。“技术”与“研究工具”之间的界限已经相当模糊了——特别是在象生物技术这样的领域，要想全面地找到关于刚才提到的由类似专利所带来的消极影响的材料，几乎是不可能的。即便如此，在对拜杜法的效用以及大学专利与许可逐渐增多现象做出利弊判断的时候，这也是一个需要考虑的潜在指标。

简而言之，简单地基于对大学专利和授权来评价贝都法案地影响是不完全地，因为这样的评价夸大了成果而忽略了损失。如果拜杜法对美国的影响是积极的，这将是不错的政策，但这个结论由现有的材料是无法得出的。同样，如果认为贝都法案给美国带来的是消极的影响也是没有根据的。就目前而言，我们的确不能得出任何结论。

结论

鉴于证据不足，我认为全球性的仿效拜杜法令“草率”的成分比“理性”的成分要多。很显然，认为允许大学对公共资金资助的研究成果获得专利和发放许可可以增加大学研究对社会的贡献是缺乏证据的。

美国大学历史上就是经济生活的重要组成部分，对于想模仿美国经济发展道路或者想培养本国产业科学的过来来说，美国的大学—产业间的相互作用系统是值得研究的。然而，美国系统的成功是依赖于一系列的政策和制度，包括但不限于大量公共基金对应用型基础研究的资助、一种机构自治和机构之间相互竞争的传统，以及学术界和产业界的高层次交流。其他国家的政策制定者们应当认真研究美国大学的这些方面，将注意力放到培养更多、适用范围更广的大学—产业界间知识、技术转移渠道上来，这比单纯仿效拜杜法要好得多。

(苏竣 译，南子 校)

五、中国高校和市场之间的联系

——以大学产业为案例

薛澜

清华大学公共管理学院 教授

1. 引言

近年来，随着知识经济的兴起，人们已经认识到技术创新在经济发展中起着至关重要的作用。国家创新体系这一框架也常常被用来分析一个国家，地区或部门层次上知识的创造，传播，和应用机制。（Freeman, 1987; Lundvall, 1992, Nelson, 1993; Saxenian, 1994; Edquist, 1997; Breschi & Malerba, 1997.）这些研究的焦点是创新活动中不同主体所扮演的角色以及它们之间的相互作用。尤其令人注目的是高校在国家创新体系分工中的新作用，以及高校在完成这一作用时和相应的产业部门之间的联系。

虽然国家创新体系为我们提供了一个从体制角度考察高校作用的有效框架，然而，有关这方面的研究大多都基于工业化国家的经验。以中国这样的发展中国家为背景的研究还鲜有人为。中国的经历十分独特，这不仅因为中国是一个发展中大国，而且中国在向市场经济转型过程前已经拥有了一个比较庞大的以计划经济体制为基础的国家创新体系。通过从 1980 年代以来的科技体制改革，中国的国家创新系统已经发生了深刻的变化。探讨大学和市场之间的联系为我们提供了一个难得的研究国家创新系统内制度演进的案例。

同时，随着科技全球化趋势的不断加强，发展中国家的大学将越来越变成全球创新体系的重要参与者。因此，探讨这些国家的大学和市场之间的界面问题也非常重要，这不仅因为它可以为现在有关这一问题的争议提供新的解决线索，而且这种联系的发展将对互联的全球创新体系的变革产生影响。

在这篇文章中，我将以中国高校校办产业为重点探讨中国的高校和市场关系的演进。在第二部分，我将首先围绕国家创新体系中高校发挥的作用以及高校和市场之间的联系这两方面作一个简要的理论性的讨论。第三部分主要围绕大学校办产业展开，考察校办企业的创建方式、产业分布、他们对本土的高新技术产业发展所作的贡献，以及他们存在的问题和矛盾。第四部分，我将讨论形成现有的高校—市场联系格局的推动和拉动因素。重点是中国国家创新体系改革和演进以及中国高等教育体系缺乏根本性改革对高校—市场关系的影响，最后对当前中国创新体系中高校和市场之间的联系做一评估。

2. 理论问题

近年来关于高校在国家创新体系中,或更广义的说,在知识经济中的合理定位一直都是一个颇有争议的问题。从理论上说,Nelson(1959)、Arrow(1962)、Merton(1973)、Dasgupta和David(1994)的研究工作已经为产业研究开发活动和学术研究的分工奠定了基础。Nelson和Arrow通过研究利润最大化公司投资的产业发现投资回报是确定企业研发投资的决定性因素。Nelson和Arrow指出通过研发生产科学知识是相当昂贵的,而其传播却相当容易。知识一旦产生,绝对不会因不同公司的利用而消失或贬值。因此,从社会的角度来看,最大化地传播知识是合理的。但是,与技术知识相比,科学知识的实际应用有限,传播知识的价格又低,生产科学知识的公司发现生产科学知识的研发的投资无法收回。换言之,对科学知识研发投资的社会回报远远超过了作为个体的公司的私有回报。如果完全按照市场机制运作将导致基础型研究的投资低下。这种市场失灵的现实是政府对大部分在高校或者国家实验室进行的基础研究进行支持的理论依据。而公司主要在自己的实验室里从事生产技术知识的应用研究。

Merton以社会学家的眼光,从考虑效率的角度出发论述了应用研究和学术研究的分离。他认为,学术研究有其自身的动机,其动机主要集中在知识的有效生产和科学的未知领域的开发。对知识的探求和尽可能早的公开出版引起了科研领域内的竞争,从而加快了科技信息的传播(Merton, 1973, Florida and Cohen, 1998)。Dasgupta和David(1994)从经济学家的角度同意把学术研究和工业研究分开。他们认为工业研究主要是围绕利润和知识产权,而学术性研究是对基础发现的探求。把两者混为一谈将给资源分配造成混乱,同时也会给社会福利带来负面影响。

然而,实际情况比理论分析要复杂得多。在美国和日本,这两个世界上数一数二的重视研究和开发的国家,其高校和产业的联系有着“悠久而卓越的历史”。在美国,20世纪50年代,高校的研究活动中产业资金所占的比例接近8%,到了60年代后期,降至2.5%,80年代和90年代又持续平稳增长,1997年达到7.1%。这种产业对高校研究的支持是通过许多不同的形式实现的,从合同研究形式到专家咨询等不一而足。高校和企业间的合作研究中心被视为是促进产业和高校之间的联系的有效方法,获得了美国国家科学基金会的大力支持(Hane1999)。在日本,二战以后,高校和产业之间的联系大多是非正规的、协商性的、是基于个人而非机构之间的合作(Kodama and Branscomb, 1999)。

在这种创新体系结构中,学术研究产生的科学知识是被企业免费使用的。但是近几年,科学知识从大学或国家研究机构到产业的免费传播这个论断已经面临着挑战。Rosenberg(1982)、Mowery(1983)、Pavitt(1987)、Cohen和Levinthal(1990)等人的研究指出传播和运用知识本身就是一个昂贵的知识创造过程。这个被新古典主义在对研发活动的经济分析中忽略的问题,受到创新体系中不同的部门分工、体系内部的网络结构及其合作机制的影响,同时,也与研发活动、市场和公司本身的生产职能部门之间的合作与协调相关。

近年来,也有人用所谓“三重螺旋模型”来描述高校、产业界和政府之间的机构联系。在该模型中,作为正在兴起的知识经济的人力资本的提供者和新兴企业的

技术源泉的高校是创新体系的一个关键要素 (Etzkowit, 1999)。政府、企业和大学, 这三个以前在传统市场经济里各自独立的机构, 在创新过程的不同阶段中以螺旋模式不断的互相交织联系在一起。

本研究讨论的关键问题在于创新体系中大学的合理定位以及这种定位与特定历史条件和制度环境之间的关连程度。分析的重点是中国大学的校办产业。在此之前, 我们先对大学与市场联系的一般状况做一回顾。

3. 中国高校与市场联系的基本状况回顾

首先, 一个为各国公认的事实是: 高校和市场联系的最重要的方式就是毕业生向市场的流动和以高校为研究基地产生的新知识通过公共渠道的传播。这在中国也不例外。然而, 自 1985 年中国的科技体制改革以来, 大学教师, 尤其是理工科院校和其他应用学科的教学人员积极努力地同产业建立紧密的联系关系。这些联系渠道包括高校的研究人员给企业做咨询、将专利转让授权、提供技术服务, 合作研究开发、建设高校科技园、发展大学校办产业等。下面我将对这几种联系形式进行详细分析。关于大学校办产业将在下一部分给予具体阐述。

在这些联系形式中, 技术服务合同的收入已经成为高校科研资金的主要来源。通过对中国高校研发投入 (见表 1) 的调查发现, 应用性研究和新产品开发的投资占很大的比例, 其中新产品开发占 80%。由此可以估测, 大部分的资金投入都是由产业通过不同形式的技术合同提供的。

表 1: 中国高校 R&D 投入 (1991—1999, 单位: 100 百万)

年份	基础研究	应用研究	开发	总计
1991	1.9(13.9)	7.6(55.5)	4.3(31.4)	13.7(100)
1992	2.4(12.5)	10.1(52.6)	6.6(34.4)	19.2(100)
1993	3.4(12.2)	14.9(53.6)	9.5(34.2)	27.8(100)
1994	5.1(13.2)	21.4(55.3)	12.1(31.3)	38.7(100)
1995	6.5(15.4)	23.3(55.1)	12.5(29.6)	42.3(100)
1996	7.5(15.7)	26.7(55.9)	13.7(28.7)	47.8(100)
1997	9.7(16.8)	31.6(54.8)	16.4(28.4)	57.7(100)
1998	8.7(16.0)	30.5(56.1)	15.3(28.1)	54.4(100)
1999	11.4(18.0)	37.7(59.4)	14.4(22.7)	63.5(100)

资料来源: 作者从中国统计局和科技部有关资料编辑整理, 1992—2000

和工业化国家相比, 中国国家创新体系中的专利意识较弱。例如, 2001 年, 授予中国国内专利 1653 项, 日本是 125704 项, 韩国是 35900 项。在申请专利的活动中, 企业是最积极的参与者, 不过在中国, 高校也是重要的参与者之一。1997 年, 15%的发明专利被授予高校, 23.7%被授予政府的研究机构, 52.7%被授予企业。表 2 显示了从 1985 年到 1998 年, 中国高校通过专利转让和销售所得的收入。从表中

可以看出，和 20 世纪 80 年代相比，从 20 世纪 90 年代早期开始，获得专利的科研数目一直都较稳定，其所得收入也是稳步增长。这部分要归功于许多高校都开始重视知识产权问题。其中有一些已经建立了科技成果转化办公室或者知识产权办公室，以此来推进高校知识产权的商业化进程。

1989 年，中国建立了第一个以高校为基地的科技园——东北大学科技园。自此以后，高校科技园就变成了高校科技成果向市场转化的新途径。现在全国大约有 40 个以高校为基地的科技园，例如清华大学、北京大学、哈尔滨工业、上海工业大学、东南大学、南京大学以及成都电子科技大学等都建立了自己的大学科技园。

表 2：中国高校通过专利转让和销售产生的收入（1985—1998）

年份	专利数目	实现收入 (千元)	年份	专利数目	实现收入 (千元)
1995	89	6135	1993	390	49831
1986	215	9124	1994	326	25345
1987	189	7033	1995	364	36641
1988	259	9117	1996	367	39584
1989	194	5196	1997	362	36532
1990	336	14410	1998	371	55369
1991	331	18470	1999	298*	70096*
1992	486	39045	2000		

*：签订的合同数和产生的收入；资料来源：<http://www.cutech.edu.cn/>

中国高校科技园的兴起，一定程度上是受到了斯坦福大学科技园、剑桥大学科技园和其他国外高校科技园的成功启发。中国大学科技园一般由地方政府和高校的管理层联合建立的。其地理位置大都位于高校校园内，或是和高校校园毗邻，而且由高校建立商业实体进行管理，或者由地方政府和高校联合管理。科技园的管理层不仅经营园区的房地产，而且还提供从投资到法律咨询的孵化服务。由于这些高校中的大多数本身就属于国家高新科技开发区，因此这些附属企业也能享受到国家高新科技开发区提供的优惠政策。这些科技园不仅在孵化高校科研人员或学生的研究成果中发挥重要作用，而且还可以吸引一些其他的新兴高科技产业，包括外商企业。

在所有的高校和产业的联系形式里，技术服务合同和大学校办企业可能是最普遍、最灵活的形式。高校授权创办企业的活动一直居高不下，但是这种行为仅仅局限于那些获得专利并有较强的工程背景的院校。近年来，高校科技园大受欢迎，但是它们大多数建立在充满活力的、有创业活动的大城市里。

4. 高校—市场联系的特例分析：大学校办企业

尽管目前对大学校办企业的概念还没有统一的正式定义，这个概念主要是指那些仍由大学以不同方式控制的企业。这种控制的合法性缘于这些企业中很多都是由高校出资创建的，许多高校仍旧是这些企业最大的股东。再者，很多企业也愿意与高校保持联系，由此可以从高校的无形资产中受益。在以下的这一部分，我将简要回顾大学校办企业的发展，分析这些企业目前的状况、它们对本土高新科技产业发展所作的贡献、以及围绕它们产生的问题和争论。

4. 1. 大学校办企业发展的简要历史回顾

大学校办企业并不是新生事物。许多中国高校，尤其是那些理工科院校，从1950年代开始就有了校办工厂，主要用于为学生短期实习提供真实的生产环境。还有，在“单位制”下（建国后中国企业、高校和其它社会机构产生的一种组织体系。对这种体系的讨论，详情参见 Lu（1990）），中国的许多高校都有自己的服务部门，如印刷厂、出版社、招待所，等等。对于1980年代后发展起来的校办产业来说，真正的新事物是新的市场环境，在这样的环境下企业扮演（或期望扮演）的新角色，以及它们与母体大学之间的复杂关系。

大学校办企业的发展可分为三个阶段。第一个阶段是从1980年代初到1990年。在这段时期内，中国刚刚开始执行改革开放政策。1985年，中央颁布了“中共中央关于教育体制改革的决议”（中共中央，1985），鼓励教育机构参与整个社会的经济和社会发展。面对市场机会以及高校内部财政需要，许多高校的服务部门开始向社会开放，同时也创建了许多新的服务项目。这些服务部门大多着眼于技术转移、技术开发、技术咨询和技术服务（国家科技部，1999年）。

这个阶段的大学校办企业有三种运作模式。第一种模式是校办工厂或印刷厂，第二种模式是联合学校的技术和校外的企业创办商业实体。第三种模式是高校或各院系创办的技术开发公司。到1989年，大学校办企业的销售额达到4亿7千万元（李国平，2001）。

然而在早期阶段，许多大学校办企业由于追求短期利润，管理较差，使得社会上产生了一些关于中国高校是否适于创办企业的争论。对此，国家教育委员会、国家科学技术委员会和中共中央办公厅的调查办公室于1990年11月组成了一个联合调查小组。这个调查小组对北京、上海、南京和其它城市的30多所高校进行了视察研究，最后提交了一个报告，认可了大学校办企业的发展。

大学校办企业的第二个阶段是从1991年到2000年。1991年，国务院签署了由国家教育委员会和国家科学技术委员会提交的文件，认可了大学校办企业，提出了管理大学校办企业的指导方针。从那时起，尤其是1992年邓小平南巡讲话以后，大学校办企业开始加速发展。1992年，大学校办企业的销售额从1991年的17.6亿元跃升到29亿元。到1999年，这个数字达到379亿元。

第三个阶段从2000年开始，当时再度掀起了新的关于高校是否适于创办企业的争议。人们也普遍关注到高校受其大学校办企业上市而带来潜在的金融风险的影响。再者，越来越多的大学校办企业觉察到需要改变管理结构，以像真正的商业企

业那样运作。近来，政府已经开始鼓励高校和附属企业脱钩。中国的大学校办企业现在正处于一个新的十字路口。

4. 2 中国大学校办企业的现状

根据教育部有关部门的统计，2000年，全国有5451家隶属于中国普通高校的企业。表3显示了大学校办企业发展的总体面貌。从表中可以看出，在过去的几年里，除1998年外，大学校办企业都保持了销售、利润和纳税这几个方面的稳步增长。

表 3：大学校办企业的发展（单位：10 亿元）

年份	销售收入	利润	缴税	高校的收益
1997	29.55	2.72	1.23	1.58
1998	31.56(6.8)	2.59(-5.6)	1.35(9.7)	1.50(-5.1)
1999	37.90(20.1)	3.05(18.0)	1.66(18.6)	1.59(6.0)
2000	48.46(27.9)	4.56(49.5)	2.54(53.3)	

资料来源：教育部科技发展中心，括号内的数据表明增长率

在5451家企业中，有2097家企业属于科技类企业。尽管数量不足总数的一半，这些企业在2000年的销售额却超过了大学校办企业总销售额的四分之三（参见表4）。另外，1999年，高校将近90%的收入是由这些科技类企业产生的。在销售率、利润率、纳税率的增长方面，科技类企业也都高于其它企业。

表 4：大学校办科技企业的发展（单位：10 亿元）

年份	销售收入	利润	缴税	高校的收益
1997	18.49	1.82	0.69	0.68
1998	21.50(16.3)	1.77(-2.7)	0.83(21.0)	0.66(-3.8)
1999	26.73(24.3)	2.16(21.8)	1.10(31.9)	1.39(111.6)
2000	36.8(37.7)	3.54(64.3)	1.88(71.4)	

资料来源：教育部科技发展中心，括号内的数据表明增长。

表 5：2000 年大学校办企业的企业特征的综合统计

企业特征		企业数目	收入总计 (10 亿元)	利润总计 (10 亿元)	缴税总计 (10 亿元)
经营方向	生产	1995	28.61	2.66	1.54
	贸易及其相关服务	849	4.35	0.24	0.16
	其他	2607	15.50	1.66	0.85
所有权结构	高校所有	4793	32.18	2.51	1.61
	国内合作	556	14.37	1.81	0.83
	国外合资	102	1.90	0.24	0.11
管理控制层	高校	4217	45.53	4.38	2.41
	院系	1234	2.93	0.18	0.13

资料来源：教育部科技发展中心

表 5 显示出 2000 年基于不同特性的大学校办企业的总体统计。根据商业方向，大约一半的企业从事生产和贸易，其余的从事其它商业活动，例如经营招待所等等。很显然，从事生产的企业按企业平均计算会产生更多的收入、利润和税收。根据所有权结构，88%的企业由高校所有，包括一些国内和国际上的合资企业。值得注意的是，在企业层次上，高校与国内伙伴合资的企业比高校独资或高校与国际伙伴合资的企业经营的都要好。另外，大约 80%的企业由学校一层直接管理。这些企业也比那些由院系层次管理的企业要经营得好的多。

4. 3 对于校办企业发达的高校的分析

尽管中国有众多的大学校办企业，但只有其中一小部分获得了成功，从全国高校的角度来看也是如此，中国的许多高校都有大学校办企业，但其中只有一小部分高校有成功的大学校办企业。成功的、有影响力的大学校办企业都集中在很少的几所高校中。事实上，根据大学校办企业的销售额，2000 年排在前十位的高校的总销售额达到了 267 亿元，占到中国所有大学校办企业总销售额的 55%以上。因此，分析大学校办企业的成长，我们必须同时考察它们所属的母体高校，以理解中国大学校办企业的特征。

表 6 显示了其大学校办企业销售额排在前 20 位的高校的总体特征。这一组的销售额总和占中国所有大学校办企业实现的销售额的 65%。通过仔细考察，我们可以发现这一组的高校可分为三个类别：

第一类是由旧的国家教育委员会分类系统划分的称为“工科类”院校。该分类系统源于 1952 年的院系调整。当时，中国的高校按前苏联模式重建，将许多综合类高校分成专业性高校和学院，包括工科类、医药类、语言类等等。尽管从二十世纪八十年代早期开始，这些专业类高校和学院进行了极大的努力来拓宽学科领域，并相继修改了校名，它们目前的相对优势和劣势依然受到那段历史的影响。在前 20 名的这一组高校中，有 13 所属于这一类。这正吻合了我们前面发现的科技类企业是大学校办企业的支柱这一现象。这同时表明，母体高校相对意义上的优势、较高的工程研究水平、有才华的教师和学生，这些都是大学校办企业重要的动力之源。

第二类是旧的分类系统中的“综合类”高校。在 1952 年的院系调整中，这些高校的工程类学科被分离出去，但基础的自然科学被允许保留下来。自二十世纪八十年代以来，这些高校也开始通过发展工程类学科尤其是那些非常需要基础科学的学科，来拓宽学术基础领域。在这前 20 名的高校中，有四所高校属于这一类。这些高校同时也属于中国最享有声望的高校群体。尽管中国高校没有官方排名，近年来非官方的排名已经开始出现了。在“高校排行榜”一栏中，我采用了基于许多学术性能指标并已产生一定影响的网大高校排名（参见网大，2002）。以上讨论的四所综合性高校（基于企业销售额）恰好也是网大排名中在学术声誉上最好的四所综合性高校。这个事实表明，学术能力和声誉是大学校办企业快速发展的另外一个重要因素。

表 6：2000 年大学校办企业销售额总计最高的前 20 所高校

销售收入排名	大学名称	销售收入 (百万元)	学校门类 (旧分类方法)	大学排名	所在地
1	北京大学	11006.71	综合	1	北京
2	清华大学	6287.89	工程	1	北京
3	上海交通大学	1728.72	工程	7	上海
4	哈尔滨工业大学	1654.20	工程	11	哈尔滨
5	东北大学	1324.84	工程	30	沈阳
6	石油大学	1239.74	工程	52	北京
7	南开大学	1200.06	综合	8	天津
8	复旦大学	1157.02	综合	3	上海
9	西安交通大学	1128.05	工程	6	西安
10	浙江大学	1120.96	工程	5	杭州
11	天津大学	963.25	工程	8	天津
12	同济大学	874.70	工程	18	上海
13	西南交通大学	408.82	工程	40	成都
14	江西中医药大学	376.94	医药		南昌
15	南京大学	371.86	综合	4	南京
16	华中理工大学	367.99	工程	14	武汉
17	中国民航飞行学院	344.80	工程		天津
18	重庆大学	329.37	工程	38	重庆
19	上海外国语大学	323.89	语言		上海
20	北京外国语大学	286.65	语言		北京

资料来源：作者编辑整理

第三类是既不属于“工程类”，也不属于“综合类”，却拥有它们独特的相对优势的高校。在这前 20 名中属于这一类的有三所高校，其中之一是江西中医药大学。该校的巨额销售股份，来自全国知名的中药制药企业——江中制药厂。另外两所高校是中国知名的外国语大学。它们独特的商机在于期望学习外语的巨大的人群，自从 20 多年前中国对外开放以来，这种需求越演越烈。这两所高校的销售额主要来自销售语言学习材料和培训。

最后值得一提的是，所有的这 20 所高校都位于中国的大城市，例如北京、上海、天津、重庆，还有主要的省会城市，例如西安、南京、成都，等等。

4.4 上市的高校校办企业

中国高校校办企业的一个独有的特征是，自 20 世纪 90 年代后期以来，已经有一部分开始在股票市场上公开交易了。到 1999 年，股票市场上已有 16 家这样的企业，到 2000 年年中，增加到 25 家。这些企业中，一些是它们自己公开发行股票（特定的）上市，其它一些是通过购买已有的公开上市公司的“壳”来上市。“高校板块”已经成为中国股票市场上一个重要的组成部分，这也引起了一些争议。表 7. 是以 1999 年底 16 家公开交易的公司的数据为基础整理而成的。

尽管人们已经普遍接受了高校校办企业通过从股票市场上筹集资金的办法来发展壮大自己，但是在高校和公开交易公司的联系上，还是存在争议。例如，有些

人认为，这些公司不适当地使用高校的名字来吸引潜在的投资者。短期内可能会对公司有所帮助，但从长远来看，将会损害高校的声誉。

5. 下海——促进中国大学校办产业发展的推动和拉动因素

中国目前的高校—市场之间的联系在很大程度上是由许多拉动因素和推动因素形成的，这是自 1985 年以来的科技体制改革、宏观经济环境的改变、高等教育体制改革缓慢的结果。

表 7：与高校有联系的上市交易公司的特征描述

公司名称	原始股 (IPO) (10000 股)	产业链	1999 年 (10000 股)	控股的高校 及高校拥有企业的 股份比率 %
富华实业	4339.09	多媒体高技术	20267	复旦大学 (32.74)
交大南洋	6600	IT 高技术研发	14473.07	上海交通大学 (43.70)
同济科技	5008.57	工程项目	15269.47	同济大学 (42.20)
工大高新	10000	IT 高技术研发	32409.1	哈尔滨工业大学 (34.99)
东大阿尔派	4500	IT 软件与系统集成	21650.13	东北大学 (32.00)
中国高技术	10000	IT 高技术研发	17560	52 所大学共同 所有(17.68)
清华同方	11070	IT 产品与服务	25933.9	清华大学 (53.18)
天大天才		IT 产品与软件	10275.46	天津大学 (49.10)
华申集团	6600	医药	7920	成都中医药大学 (36.36)
云大高技术	8100	农业科技产品与服务	14100	云南大学 (22.89)
浙大海纳	6000	电子设备与部件	9000	浙江大学 (62.44)
清华紫光	8880	IT 产品与服务	12880	清华大学 (62.11)
资金技术		光产业 办公设备与设施	18662.4	北京大学(5.08)
青鸟天桥	4743.55	零售与高技术服务	11905.75	北京大学 (23.03)
南开歌德	13340	零售与高技术服务	16556.52	南开大学 (50.98)
明天科技	9868	化学工业	22652.6	北京大学 (63.44)

5. 1 总体背景——中国的创新体系和科技体制改革

与其它一些缺少本土研发能力的发展中国家相比，中国从 1949 年建国到改革开放之初的 1980 年代，已经形成了具有相当规模的国家创新体系。然而，随着中国经济改革的推进，人们越来越意识到中国的创新体系不能适应市场经济体制的更多要求。

1949 年后中国的创新体系受前苏联的影响很大。这是一种具有强有力的中央集权管理的面向任务的体系。表 8 提供了 1987 年中国的创新体系的总体轮廓，当时中国刚刚开始体制改革。三类从事研发活动的机构中分工基本是按如下方式进行的：中国科学院和其它国家科研院所负责执行中国大多数的研发活动；高校负责科学技术教育，培训及有限度地涉及研发工作；企业研发部门负责生产、制造样机，以及其它与生产相关的创新活动。

表 8：1987 年中国的创新体系的概况

R&D 机构类型	R&D 机构数量	R&D 人员	R&D 投入（百万元）
公共研究机构	5222	385, 857 (47.2%)	10, 683 (60.7%)
高校	934	178, 292 (21.8%)	700 (4.0%)
企业研发部门	5021	252, 781 (31.0%)	6, 214 (35.3%)
总计	11, 177	816, 930 (100%)	17, 597 (100%)

资料来源：Xue, 1997

这种体系主要的缺点是研发活动和生产过程以及市场的脱节。大多数政府的科研院所，包括中国科学院下属的研究机构，是根据中央或地方政府的年度财政预算拨款，按照国家五年计划或其它中央或地方计划来执行研究项目。而企业的管理和科研人员很少能在这类计划中获得收入。科学和技术知识被认为是公共财富，公共研究机构和高校的研究人员几乎没有将研究结果转化为商业应用的动机。因此，从公共研究机构和高校向市场转化研发成果，如果不是在计划主体的组织下，就只能靠撞大运了。

鉴于以上分析，中国不可避免地要进行创新体系的改革。农业部门经济改革不久，创新体系的改革就开始了。1985 年，中国政府颁布了具有里程碑意义的关于科技体制改革的决议。这次改革的本质是使中国的研究机构直接服务于国家经济发展的需要。本次改革集中对科技拨款体制进行重大改变，建立了技术市场，引进了新的方法管理研究机构等等，其目的是创造规范的环境和激励机制，使得研发组织能对市场需求作出响应，或者用中国的表达方式，就是推它们“下海”。

经过二十多年的改革，中国的创新体系已经发生了重大的变化。（参见表 9）。结果是，政府拨款作为科研院所的一种收入来源，从 1986 年到 1993 年以平均每年 5% 的幅度减少。到 1993 年，科研院所收入中仅有 28% 直接来自政府拨款，而 1986 年是 64%。科研院所能够从非政府来源中创造将近 60% 的收入，其中有一半主要来自向工业企业提供技术服务。类似的变化也发生在高校。政府资金投入不足许多高校日常预算的一半。高校必须使自己的资金来源多样化，例如，通过增涨学费、为工业企业提供技术服务、开办附属公司。表 10 显示了不同研发组织实施研发活动的

特征。可以看出，科研院所和高校都把研发重点放在应用研究和开发工作上，这正反映了以上讨论的趋势。

表 9：1999 年中国的创新体系的概况

R&D 机构类型	R&D 机构数量	R&D 人员 (千人)	R&D 投入 (10 亿元)
公共研究机构	4728	234 (28.5%)	26.12 (38.5%)
高校	3124	176 (21.8%)	6.35 (9.3%)
企业研发部门	11237	351 (31.0%)	33.67 (49.6%)
其他	3134	61 (7.4%)	1.75 (2.6%)
总计	22223	822 (100%)	67.89 (100%)

表 10：中国 1997 年各种活动及公共机构的 R&D 支出

	基础研究		应用研究		开发		总计	
	总量	(比重) %	总量	%	总量	%	总量	%
研究院所	15.04	7.28	69.59	33.7	122.05	59.0	206.68	100
高校	9.72	16.7	31.92	54.9	16.50	28.4	58.14	100
企业	2.05	3.6	25.48	12.3	179.26	84.1	206.79	100
其他	0.64	6.2	3.98	38.5	5.71	55.3	10.33	100
合计	27.45	5.7	130.97	27.2	323.52	67.1	481.94	100

资料来源：作者依据（科技部，1998）创作整理

5.2 拉动因素——由于工业企业缺乏研发能力而带来的机会

中国创新体系的一个主要问题是工业企业研发能力的低下。一般来说，创新过程中至关重要的角色是企业，是企业将研发结果转化成产生利润的产品或工艺。如果企业没有强大而高效的研发能力，高校、研究机构或其它组织所作的努力常常产生不了效果。目前中国工业企业的研发能力的地位，可由 1996 年科技部对 6 个省市的大中型工业公司的创新调查的结果来说明。

这些省市包括北京、上海、广东、江苏、辽宁和哈尔滨。它们或者是中国的经济发达的省市，或者是中国传统的工业基地（如辽宁和哈尔滨）。另外，在公司的平均规模上，职工人数范围从 21622（中国分类体系中的特大企业）到 796 人（中间二级企业）之间，不包括小型企业。即便是这些特选的工业企业，形势也不容乐观。我们发现，尽管 73% 的所调查的公司从事各种形式的创新活动，但它们只为这些创新活动投入了仅占总销售额 3.7% 的资金，而这 3.7% 中，竟有一半以上（54.7%）还要用来购买设备。用于研发的经费仅仅占了总销售额的 0.5%（国家科技部，1999）。

导致这种情况的其中一个原因是，许多大中型国有企业正在经历管理制度改革。国企改革是中国经济体制改革的攻坚战。然而，如此艰巨的改革任务不可能期望一蹴而就。在这种情况下，许多公司并未设立专项的研发资金。因此，如果不对外部的金融环境和内部的管理作根本上的变革，我们就很难寄希望于国有大中型企业积极参与研发活动。尽管近年来非国有工业企业在中国经济中扮演着越来越重要的角色，但是，相比于国有大中型企业而言，它们还显得太弱小。目前，非国有企

业的研发活动也很有限。然而，从长远的观点看来，非国有成分将成为研发商业化活动的最重要的推动力之一。

中国大多数工业企业缺少内部研发能力，这便意味着它们不能独立地解决生产过程中的技术难题，也无法获得外部世界的最新知识。因此，这些企业需要来自研究机构和高校的技术支持。这就在一定程度上解释了为什么高校研究经费主要来自技术合同。

工业企业弱小的研发能力也意味着，高校里许多潜在有用的研究课题，尤其是那些工程类院系研究的课题，要由校外的公司来完成其商业化是非常困难的。同时，许多高科技和传统工业里技术的快速更新也为这些研究机构创造了许多技术上和经济上的机会。一些具有企业家天分的高校教师自然看到了这些机会并开始“下海”。然而，他们很少有人愿意放弃他们在高校中的工作，因为他们希望万一冒险失败后还能有安全的避风港湾。长期以来，许多高校实际上也的确提供了类似的依靠。要理解高校为什么愿意这么做，我们需要考察大学校办产业的另一面的推动因素。

5.3 推动因素 - 高等教育投资体制改革缓慢

自从二十世纪八十年代中期以来，出现了许多有助于推动高校和市场之间建立密切联系的相互关联的因素。这些因素包括高等教育体制和政府政策导向的缓慢改革。

中国高等教育体系最大的困难在于继承了计划经济体制的一些做法，每个高校从教职员工的工资到每个专业的招生人数等各个方面都要由主管政府部门来定。在很长一段时期里中国高校的自主权比其它领域的国有企业还要少得多。然而，高校所处的环境已经发生了很大的变化，更加以市场为导向。管理上的中央集权体制和高校具体运作面向市场的环境之间，产生了许多矛盾，阻碍了中国的高等教育体制面对由新变化引起的新挑战的自我适应能力的发展。

一个长期而持续的挑战就是资金短缺。表 11 显示了一所全国著名高校在二十世纪九十年代特定年份的收入结构。从表中可以看出，政府拨款常常和在校人数密切相关，但仅占总预算的约三分之一，而且在二十世纪九十年代还在逐年减少。最大的收入来源来自科研，包括那些来自政府的研究项目、同企业的合作研究，等等。大学校办企业对学校的贡献表现为两个方面，一是合同研究，二是给学校的回报。前者属于“研究”类，而后者属于“其它”类。遗憾的是，我们很难获得大学校办企业给所属高校回报的详细数据。

对科研资金的严重依赖主要缘自高等教育体制改革缓慢。给予高校更多的自主权、在高等教育体制中采用以市场为导向的融资方法，这些改革建议一直争论不休，直到最近几年才得以执行（薛澜，1999）。尽管学杂费增长很快，但学杂费的起点很低，而且政府规定，不允许涨幅太大。因此，中国的高校正处于困难的境地：政府没有提供足够的资金来维持高校的运作，也没有给予充分的自主权让高校采用更多的以市场为导向的方法来筹措运作资金。因而，提供科技服务就成为许多高校筹措运作资金的一个非常有吸引力而合法的办法。

表 11. 一个著名中国高校的收入结构举例

	1990	1992	1994	1996	1998
收入总计 (百万元)	152.1	222.6	342.3	532.7	741.9
政府拨款 (%)	36	30	32	32	29
学杂费 (%)	2	4	8	10	11
研究费 (%)	48	53	49	45	41
捐赠 (%)	0.2	0.0	0.0	2.5	4.2
其他 (%)	13	12	12	11	15

资料来源：作者收集

对中国高校从二十世纪八十年代中期到九十年代末期科研资金来源的进一步分析，可以发现一个有趣的模式。1985年，当科技体制改革和教育体制改革开始的时候，政府为高校提供的科研经费大约占其科研经费总数的75%，其余部分主要来自产业。从那时起，政府拨款的比例一直在平稳下降，而产业收入所占的比例平稳上升。到二十世纪九十年代中期，产业收入刚刚超过政府拨款，成为高校科研活动的最大的资金来源。尽管后来有一些波动，产业收入一直接近高校科研活动资金的一半。在某种程度上，高校，特别是那些有工程背景的高校，已经开始依靠产业研究收入来维持高校的日常运作了。

政府政策导向也发挥了重要的作用。自1985年中央政府颁布关于科技体制改革和教育体制改革的政策性文件以来，政府政策导向一直致力于把高校的科研活动推向市场，以帮助全社会的经济和社会发展。在国家教育委员会和国家科学技术委员会颁布的政策大纲中，都很支持大学校办企业，并于1991年在获得国务院的认可时，这两个委员会联合国家体制改革委员会召开了一次全国工作会议，鼓励进一步发展高校高科技产业。高校高科技产业的发展已经成为高校行政部门优先考虑的问题之一。各级地方政府也把高校视为经济发展的发动机，千方百计提供各种激励机制和支持政策，鼓励高校和地方产业紧密联合。

总之，长期以来，政府对高校财政拨款一直严重不足。产业科研资金已成为高校收入的主要来源。假如来自产业的科研资金占到总的科研收入的一半，那么高校便会鼓励其教师和产业紧密联系，甚至激励他们成为企业家。另外，中央政府的许可和大学校办企业成为高校行政部门优先考虑的对象这一事实，也发挥了重要的作用。这些因素都有助于解释为什么大学校办企业在中国如此流行，而在其它可能也有类似的推动和拉动因素的发展中国家，却并非如此。

6. 结论

以上，我们回顾了关于高校为经济社会发展提供知识支撑的理论，讨论了中国高校和市场之间的联系，并重点分析了大学校办企业。最后，我们还分析了形成中国现有高校和市场之间的联系的各种有利因素。这些讨论有助于我们解释目前这个格局的形成，但是，还不能回答现有的中国高校和市场之间的联系是否适合中国的发展，以及健康的联系关系应该符合什么标准。当然要达到这样的目的还需要很多经验性的证据和细致的分析。在此结论部分，我想提出一些个人的看法。

在高校和市场之间的全部联系形式中，非正规咨询、技术合同、授权、高校科技园现在已经遍布世界。现在最有争议的问题就是大学校办企业，这也是中国独有的现象。不管人们喜欢与否，他们和一些科研院所的附属高科技企业一样已经成长为中国高科技产业的主力军，他们为中国的高科技产业的发展做出了不可替代的贡献。

假如我们要考察中国的高科技企业，那么就可以从以下这两个群体着手。第一个群体以广东省的珠江三角洲的企业最为典型。他们中的大多数都是外商投入资金和技术的合资企业，他们基本上都是沿着一些“后起”发展中国家赶超发达国家的传统道路走的。(Amsden, 1989). 就象 Hobday (1995) 描述的，这种发展模式的典型做法是劳动密集型，其发展过程从最初的来料加工开始，经过独特的设计制造，一直到打造一个新的品牌。这是一个自下而上的不断升级的过程，随着经营水平的不断成熟，可以获取各种技能。

中国的高科技产业的发展之所以和其他国家不一样是因为中国的一些企业走了一条新的道路。卢奇文 (2000) 跟踪了中国计算机业的发展过程，发现中国计算机业的领头企业都走了一条新的技术发展道路。所有这些公司都是以在一些产品的开发或二次开发上搞本土创新直接开始的。一旦他们确信市场接受了他们的新产品或改进后的产品，他们就开始转向通过从产品的二次开发到开发新产品或者持续不断地升级他们的产品来提升他们的技术能力。他们在产品设计上不断创新以此来扩大市场份额，一直到市场占有率达到能够利用已有的优势开拓一定产品的规模经济为止。然后他们就开始投资兴建自己的生产力量。卢奇文把这种发展道路称为在技术学习上的“自上而下”模式，这个术语可能还不是最精确的。对这个过程的一个更贴切的描述就是“从中间介入，向两头发展”。这条道路成功的关键性要素是大学校办企业和高校之间的紧密联系，因此，他们可以利用高校的知识资源以及中国过去十多年来积累的本土研发能力。

加速高校研发成果的商业化进程能够带来经济和社会效益。例如，清华大学校办企业清华同方公司开发的集装箱检测设备就被海关用来检查走私。最初的研究工作是 20 世纪 90 年代后期由工程物理系的教授们做的，当时正是中国海关的走私活动猖獗的时期。这些教授看到了潜在的市场，但是他们没有资源和能力把可行的产品及时推向市场。他们找不到一个愿意把这项技术转化为产品的合作企业。最后还是通过和工程物理系有紧密联系的清华同方，把产品推向了市场，取得了成功，使得该产品在打击走私活动中发挥了重要作用。为了把研究阶段获得的隐含知识有效地用于成果产业化的过程中，同方公司和工程物理系曾经几度进行了机构调整和人员调整，一些院系的关键研究人员调入清华同方成为专职研究人员。这种机构调整对其它和高校没有任何联系的企业是绝对不可能的。

这里也许还可以列出一些值得一提的有利之处，但是在你毫无保留地注册一个大学校办企业之前，还有许多问题需要考虑。首先是不同社会机构之间的劳动分工问题，高校在它的基本教学工作和科学研究上有没有自身的相对优势？在社会劳动分工中什么是清晰的社会合同，什么是隐含的社会合同？在一个新的社会和技术环境里，高校的相对优势会不会有变化？现在这些问题在中国还没有考虑清楚，政策方向和机构设置还有些混乱。例如，高校被认为是唯一负责高等教育的社会机构，

但是政府却不给提供足够的资金，又不允许高校通过收取学费自给自足。正是政策上的扭曲造成了许多高校和许多教学人员长期从事一些与此无关的活动。

关于大学校办企业的另外一个问题是这些商业活动是否会影响大学的学术环境和科研方向的选择。在我们对这个问题的访谈中，一些人抱怨校园里太多的商业活动改变了学术环境，这样会影响基础科学的研究。还有一些人认为这会影响研发资源的分配，而且还会改变高校的研究方向。许多老师和毕业生不再从事学术研究，相反，他们会去做商业价值远远大于学术研究工作的实用性的工作。再者，学校的管理层也必须花费精力和时间去管理大学校办企业。

另一个相关问题是，在中国，人们会在多大程度上把学校教学质量提高缓慢归咎于大学校办企业。这个问题回答起来很复杂，还没有系统的数据支持这样或那样的论断。在改革以前的年代里，许多大学校办企业的任务之一是通过为学生提供直接的实践机会来提高教学质量。这个任务后来似乎变的不太重要。许多介入大学校办企业的人已经变成了全职工作人员，不再是原来院系的教授。20世纪90年代后期更是这样。从另一方面来说，随着1985年的科技体制改革，中国的学术机构，包括研究机构 and 高校，都变得越来越市场化、实用化，这一点大家都认同。一般情况下，政府对此也十分支持。大学校办企业是教学人员和研究人员发挥他们的商业才智的机会。因此，斥责大学校办企业影响了教学质量的提高，这有些不公平，合理地说，应该是大学校办企业导致了学术机构整体的过分商业化。

还有一些人认为大学校办企业使学校承担了金融风险，在所有的大学校办企业中，只有一小部分在盈利，许多都是或亏本或负债，这给学校带来了不可忽视的财政负担。

20世纪90年代后期争论的一个结果是许多大学校办企业开始改革它们的管理结构。讨论的问题已经由高校该不该办企业转移到了高校企业的发展战略是什么。这里还有两个问题。首先是针对那些学校控股的上市企业，这里问题是怎样减少学校的股份，这和许多上市的国有企业的问题是一致的。理论上，高校出于长远发展的考虑，可以出让高校持有的股份，从而建立自己的发展基金（和许多美国的私立高校一样）。但现实中，中国脆弱的金融市场根本不能吸收大量的高校股份，这即是为什么政府在2001年企图减持国有股失败的原因。

第二个问题是怎样对那些没有上市的大学校办企业的所有权结构进行改革。高校通过投资一些种子资金来启动这些企业，或者通过提供设备、办公空间和其他无形支持。这些企业的经理们在工资低于市场平均值的情况下为企业的成功做出了大量的贡献。那么应该如何计算高校和作为个体的经理的贡献呢？对于那些运作糟糕的企业来讲，又有谁为那些债务负责呢？

总之，在过去的20多年中，是历史的和制度的因素培育了大学校办企业的出现。这些企业对中国高科技产业的发展起到了重大贡献。与此同时，伴随着国家创新体系的不断改革和中国高技术企业的不断成熟，学术和产业之间的差异会越来越小，象专利授权这种传统的技术转移方式将会变得更加重要。大学校办企业的优势将越来越不具有吸引力。令人鼓舞的是我们已看到许多高校已经开始关注这些企业的管理结构的问题。在政策和管理上所面临的挑战是如何帮助大学校办企业在中国高技术产业中继续发挥他们的作用，而把对学术领域的潜在危害最小化。

参考文献:

Amsden, A., *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization*, Oxford University Press, 1989.

Arrow, K. J. Economic welfare and the allocation of resources for invention, in University-National Bureau Committee for Economic Research. *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1962.

Breschi, Stefano, Fanco Malerba, Sectoral innovation systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics, and spatial boundaries, in Charles Edquist(ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, London, Pinter, 1997.

中共中央关于教育体制改革的决定, 1985.

中共中央关于科技体制改革的决定, 1985.

国家统计局: 各年的《中国科技统计年鉴》

Cohen, Wesley, and Daniel Levinthal, Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation, *Administrative Science Quarterly*, 35:128-152, 1990.

Dasgupta, Partha, and Paul David, Toward a new economics of science, *Research Policy*, 23(3):487-521, 1994.

Edquist, C., *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, London, Pinter, 1997.

Etkowiz, Henry, *The Second Academic Revolution: MIT and the Rise of Entrepreneurial Science*, London: Gordon and Breach, 1999.

Florida, Richard, and Wesley Cohen, Engine or infrastructure? The university role in economic development, in Lewis Branscomb, Fumio Kodama, and Richard Florida (eds), *Industrializing Knowledge: University-Industry Linkages in Japan and the United States*, the MIT Press, 1999.

Freeman, C., *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Pinter, London, 1987.

Hane, Gerald, Comparing university-industry linkages in the United States and Japan, in Lewis Branscomb, Fumio Kodama, and Richard Florida (eds), *Industrializing Knowledge: University-Industry Linkages in Japan and the United States*, the MIT Press, 1999.

Hobday, M., *Innovation in East Asia: the Challenge to Japan*, Edward Elgar, 1995.

Kodama, Fumio, and Lewis Branscomb, University research as an engine for growth: how realistic is the vision? In Lewis Branscomb, Fumio Kodama, and Richard Florida

(eds), *Industrializing Knowledge: University-Industry Linkages in Japan and the United States*, the MIT Press, 1999.

李国平, 首都大学高技术产业“十五”计划研究报告(草稿), 2000.

Lundvall, B., *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter, 1992.

路风, 论单位制, 中国社会科学, 1990.

Lu, Qiwen, *China's Leap into the Information Age*, Oxford University Press, 2000.

Merton, Robert, *The Sociology of Science*, University of Chicago Press, Chicago, 1973.

国家科技部, 中国高新技术产业化报告, 科学出版社, 1999.

国家科技部, 中国科技指标, 科技文献出版社, 1998.

国家科技部, 中国科技统计数据.

Mowery, D.C., *Economic theory and government technology policy*, Policy Sciences, 1983.

Mowery, D.C., Rosenberg, N., *Technology and the pursuit of economic growth*. Cambridge Univ. Press, 1989.

Nelson, R.R., *The simple economics of basic scientific research*, *Journal of Political Economics*, 1959, pp. 297-306.

Nelson, R.R. (Ed.), *National Innovations Systems: A Comparative Analysis*. Oxford Univ. Press, 1993.

Netbig, *Chinese University Ranking 2001*, <http://www.netbig.com>

Pavitt, K.L.R., *On the Nature of Technology*, Inaugural Lecture. University of Sussex, Science Policy Research Unit, 1987.

Rosenberg, N., *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1982.

Saxenian, A., *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1994.

SSTC, *Guidelines for China's Science and Technology Policy*. Science and Technology White Paper, No.1. Science and Technology Documentary Press, 1986.

SSTC, Guidelines for China's Science and Technology Policy. Science and Technology White Paper, No.3. Science and Technology Documentary Press, 1988.

SSTC, China Science and Technology Statistics Data Book: 1993, SSTC.

SSTC, China Science and Technology Indicators, Science and Technology Yellow Paper, No.2, No.3, 1994, 1995.

Xue, Lan, China's innovation system reform: a historical perspective, Journal of Engineering and Technology Management, 14 (1997) 67-81.

Xue, Lan, The knowledge-based economy and its challenge to China's high education, paper presented at the First US-China S&T Policy Seminar, Beijing, Oct.25-26, 1999.