

美国大学参与技术创新的历史过程及其启示

The Historical Process of American Universities' Participating in Technical Innovations and Its Enlightenment

曹 伟 朱建业 王树恩

(天津大学人文系科技政策与战略研究所 天津 300072)

大学是从事高等教育和学术研究的主要机构。“二战”以来,随着科学技术的迅猛发展,基础研究成果转化为技术进而应用到生产与军事领域的速度大大加快,体现出科学与技术相互影响、相互促进的明显态势。在此背景下,主要进行基础研究的大学的重要性愈益突显,其成果对产业界的影响也越来越大。

由于独特的政治、经济与文化等因素的影响,美国大学参与技术创新有其历史过程,也表现出与别国的不同。

一、美国大学参与技术创新的历史过程

美国早期创办的大学与产业界几乎没有什么联系。当时美国大学的规模也较小,所设专业大多为人文社会科学和神学等学科,理工科专业很少。大学的办学经费主要来源于一些富有的商人、州政府拨款和公众的捐赠。此时的美国大学还不算真正的私立大学,完全私立的大学在南北战争之后才出现。当时美国大学的主要职能是从事本科生的教育。在研究方面,只是教师个人按自己的兴趣进行一些纯学术性的研究,其目的并非应用,而是教师表现自己学术水平的一种手段,且这类成果一般要以论文、专著等形式正式发表后才被社会所承认。总的来看,美国早期的大学更注重自己的教育职能,恰如 1866 年美国康耐尔大学校长所言:“在教育的殿堂里,传授真理的设施和力量要比发现真理的设施和力量显得更为重要”。这是美国早期大学较少参与技术创新的社会因素之一。这种因素甚至到本世纪 40 年代仍对美国一些名牌大学的教授产生影响。当年美籍华人王安博士在哈佛大学完成计算机磁芯记忆存贮装置的发现后,去申请专利还担心其导师会反对,因为他的导师一直认为大学的研究不应有商业目的。

南北战争后,美国兴起创办州立大学热,这是美国高等教育史上的重要事件。州立法机构资助成立大学的原因,是由于“大学对公众有潜在的用

处”。从客观上看,南北战争后,美国经济发展迅速,这对大学在培养人材和科学研究方面都提出了新的要求。这一外部因素使得美国州立大学的教学和科研一开始就注重企业界的需要,其实用性倾向比早期的大学要大得多。密歇根大学、明尼苏达大学和威斯康星大学是当时州立大学的代表。虽然如此,美国企业界在相当长时期内给大学提供的科研经费仍是很少的。据美国学者估计,本世纪 30 年代中期,美国企业每年给大学提供的经费只有 5 600 万美元。

1862 年,美国国会通过了有名的莫利法案(Morrill Act),这一法案允许设立“国家授予土地”的学院,这类学院主要从事农业方面的教育和研究,且其科研直接面向农业生产,从而大大加快了美国农业现代化的进程。这是美国大学涉足生产领域技术创新的最早时期,但此种模式并未在美国高等教育界引起很大反响,因此美国其它类型的大学仍然很少参与技术创新活动。这一状况一直持续到“二战”之前。当时美国的技术创新绝大多数由企业技术人员和个体发明家在自己的实验室里进行,如 1876 年创立的著名的爱迪生实验室及其先后完成的上千项发明。从社会因素考虑,当时企业界和政府对于科学的需求还不很大,科学与技术的联系也不很紧密,这是美国大学较少从事技术创新的又一重要影响因素。

“二战”期间,美国的大学才较多参与了技术创新活动,其标志是研制原子弹的“曼哈顿”工程和第一台电子计算机 ENIAC(Electronic Number Integrate Automatic Computer)的研制。当时美国许多大学的教授参加了上述两个科研项目。事实上,人类第一个核反应试验堆就是由费米主持而在芝加哥大学足球场上建成的;ENIAC 则是由美国陆军部与莫尔学院于 1944 年签订委托研制合同后才开始设计制造并于 1946 年 2 月完成的。自此,美国大学的职能除教育外还增加了技术创新。

“二战”以后,美国试图将政府资助军事科研这一成功模式移植到民用科研领域。虽然这一想法起

初受到美国科学界一些头面人物如美国科学院院长吉威特等人的强烈反对——他们害怕政府资助科研后,科学家将失去研究的自由,但它得到许多大学教授和大多数中小科学家的广泛支持,最终美国国会于1950年通过了设立“国家科学基金”(NSF)的法案。NSF的成立,表明美国的科研体制完成了从“小科学”到“大科学”的转变。同时,这也使美国大学的科研必然受政府科技政策、法规及导向的制约,国家目标成为美国大学科研的重要选题来源。

NSF起初主要资助各学科的基础研究,这是因为基础研究和多数应用基础研究的早期探索存在很大的风险,且有些研究很难在短期内取得商业应用,因而私人企业一般不愿资助。直到50年代末,NSF对美国大学的资助大多属基础研究。

1957年,前苏联成功发射了人类历史上第一颗人造地球卫星,这使美国朝野和社会各界受到极大震动,由此导致美国NSF大大加强对火箭、卫星、通信、自动控制、新材料等与航天技术紧密相关的应用基础研究课题的资助。这类基金项目大部分由大学获得。

本世纪70年代以来,随着第三次技术革命成果的广泛应用,产业结构发生很大变化。与此同时,西方国家60年代经济高速发展的“黄金时代”结束,市场相对狭小,国际竞争日趋激烈。而经济竞争的背后实则是科技实力的较量。有鉴于此,NSF开始倾向于资助有一定应用前景的科研项目,并鼓励大学与产业界联合申请基金项目,同时对有企业介入投资开发产品的项目实行重点资助。在组织机构上,NSF将工业科学部与技术创新部合并成工业科学与技术创新部(ISTI),以加强对技术创新项目的遴选和审批,并促使大学注重有应用前景的科研选题。上述措施的实行,使得美国大学广泛参与了企业界的技术创新活动。

二、美国大学参与技术创新的具体方式

1. 产业—大学合作研究(IUCR)

这类研究课题大多由大学和企业共同提出,或由其中之一提出而由两者共同承担。此类课题的特点是有明确的应用前景,属于应用研究的范畴,因而要求大学的研究人员与企业的科学家和工程师进行紧密合作。这种课题的经费来源一部分由NSF的IUCR计划提供,另一部分来自NSF相关项目机构的拨款。这种课题均接受企业的资助(数额多少不等)。此类“产—学”合作研究的课题一旦成功,其成果一般都会被参加合作的企业直接用于产品开发中。

NSF的“产—学”合作研究计划重点资助的项

目主要是,各种工程科学、材料科学、物理学、化学、计算机科学和生物科学等。这类合作研究成功的例子有很多,如赫克里斯公司、斯坦福大学和加州理工学院联合研究的氧—电极课题;福特发动机公司、犹他大学和鲁塞勒(Rensselaer)合金技术学院共同承担的“国家需要研究项目”(Research Applied to National Needs)硫磺酸钠电池电极与电解质课题等。其中第二个课题的研究成果包括性能先进的能量转换与贮存装置及新型陶瓷材料,它们均可应用于军工技术领域。

2. “产—学”合作研究中心

这种研究中心一般由NSF和有关企业联合资助而成立,其选题特点是针对某一行业带有普遍性的技术问题探索,相当于应用研究。研究的早期一般先由NSF资助,一旦有所进展并可望获得在产业领域应用的成果,则企业开始追加投入,这时NSF的资助相应减少或停止资助。显然,这类研究有明确的应用目的,故研究中心的课题必须符合企业的要求。这种“产—学”合作研究中心成功的例子有很多,如曼彻斯特大学聚合体研究中心。该中心1980年由曼彻斯特大学与14家大企业联合成立,包括著名的埃克森(EXXON)石油公司、杜邦(Du Pont)化学公司、通用电器公司、柯达公司、道化学公司(Dow Chemical)、联合碳化物公司、西屋电器公司以及阿科(ARCO)石油公司等。这些大公司提供了该中心所需经费的50%以上。

3. 小企业创新研究(SBIR)

小企业创新研究计划旨在鼓励小企业(多为高技术开发公司,人数在500以下,在美国归为小企业)对那些有应用前景并能在较短时间内开发出高技术产品的科研项目进行研究。由于这类项目大多数有大学的科研人员参加,且部分高技术公司直接由大学创办,因此,它是美国大学参与技术创新的又一途径。

小企业创新研究的项目一般通过3个阶段来运作。第一阶段,NSF设立近3万美元的竞争性奖励资助,以鼓励小企业提出优秀的研究项目并进行前期探索研究。第二阶段,NSF通过进一步遴选对合适的且有前途的项目再追加平均约20万美元的资助,此阶段研究周期一般为两年。第二阶段的研究结束后,NSF的资助亦完成。下面的第三阶段将依赖大企业以风险投资形式进行资助。如果成功,则可实现技术创新并由企业转化为产品。由于第一和第二阶段的成功,使那些向第三阶段投资的企业风险大大降低。因此,企业一般愿意出资,从而大大加快了技术成果向产品转化的速度。由此可见,美国大学在这类技术创新活动中起着重要的作用。

4. 创新中心(Innovation Centers)

美国的这种创新中心相当于我国高技术产业

开发区中的创业服务中心。其主要功能在于,扶持大学创办各种小型高技术开发公司,加快大学科研成果向产品的转化过程。这种创新中心一般由 NSF 资助。创新中心通过多种方式扶持这些高技术公司或技术持有者(个人),具体包括:提供开发经费;提供实验室服务;提供车间服务(中试时期);提供计算机房服务以及有关技术、经济、法律等方面的咨询服务等。这些措施旨在帮助高技术公司尽快将其科研成果产业化。另一方面,这些高技术公司为使自己的科研成果早日带来盈利或尽快出售给有实力的大企业,因而它们大多侧重于开发研究和应用研究,这使美国的大学更直接地参与产业界的技术创新活动。

三、美国大学参与技术创新的若干启示

首先,国家科技政策的引导和倾斜在促使美国大学的科研面向产业领域的技术创新上起着重要的推动作用。

NSF 早期也主要资助基础研究,但自 60 年代以来,出于政治、军事和经济等方面的考虑,则将资

助重点转向了有应用前景的科研课题。这是导致美国大学注重技术创新的主要社会原因。

其次,美国企业界特别是实力雄厚的大企业重视与大学在技术创新方面的合作,使美国大学的科研工作能与生产紧密相联。

这种“产—学”合作的科研模式,一方面使大学直接接触到生产领域中存在的各类科学技术问题,从而科研更有针对性;另一方面,大学可借此机会获得充足的科研经费,加快科研进程。

第三,美国大学创办的高技术公司主要从事技术开发工作,而非一般的高科技产品的贸易和经营,因而这类公司能出很多科研成果且实用性较大,其转化为商品的速度也较快。

总之,美国大学参与技术创新的历史过程及其具体方式对我国高等院校的科研工作和我国的科技管理工作均有一定的借鉴作用。

参考文献

[1] Arthur Gerstenfeld,《Science Policy Perspectives: USA—Japan》,Academic Press,1982

[2] 郑积源,《科学技术简史》,上海人民出版社,1986

(责任编辑 肖庆山)

(上接第 7 页)

位吻合的 RNA 分子残留下来。他们发现在 65 536 个序列中,有两个序列与 T4 酶结合。一个是天然存在的调控序列,另一个则是新的序列。得到的序列可以通过 PCR 技术而大量扩增。戈尔德等发现新的 RNA 序列具有阻遏多聚酶活性的效果。如果制出足够多的新的序列大概就可以用于防止 T4 感染。应用分子进化是基于传统进化理论形成的一个新的生物技术领域,具有广阔的应用前景与潜在的巨大的商业价值。有朝一日,它或许可能生产出从疫苗到工业用触媒,且本质上无限多的甚或全新的生物高分子。有的学者认为它的重要意义可能远远超过今天的 DNA 重组技术。当然,为使应用分子进化不以幻想告终,需要有好的设计、高新技术装备和为生成符合设计的相应的序列所需的巨大开支,还需要应用分子进化者具有超乎寻常的毅力与耐性。

应用分子进化的主要宗旨在于应用,而非探讨进化机制与生物系统类缘关系。从这个意义上讲,也可以认为应用分子进化研究算不上是分子进化学的一个动向。不过,也有学者试图应用此方法探讨理论问题,如为验证生命起源的 RNA world 假说。这种方法正被用于寻求那些在生命起源中发挥过重要作用但在后来进化过程中消失了的 RNA 分子,以解开生命起源之谜。(责任编辑 蔡德诚)

(上接第 12 页)

几点探索性见解

最后,我们想对未来生物进化问题的研究提出如下三点初步见解,以供各界学者进一步探讨时思考:

1. 在未来的生物学基本理论研究中,应考虑时间对生物的制约作用。这是生物学区别于物理学与化学的根本特征。

2. 对于生物的个体或生物的不同分类级别而言,它们都是有一定寿命的。所以值得注意的是:在它们的早期,它们的生命力是旺盛的,它们的可塑性很强,因此常常出现辐射演化现象或大爆发现象;但在它们的晚期,由于生命力微弱,可塑性自行消失,所以它们那几个残存的分枝的命运只能是逐渐走向衰亡,最后绝灭而已。

3. 在地球的历史上,不仅存在着“回归年”,而且还存在着各种不同尺度的气候变迁的“大年”。而大年的冬末春初乃是各级生物进化事件发生的时刻。过去 670 万年内 11 次生物进化事件的发生可以用这个观点去解释;在此以前的各种生物进化事件,也许也可以用这个观点去解释。

(责任编辑 蔡德诚)