

青年学者文库

科技创新典型案例分析

Science, Technology and Innovation: Typical Case Study

周程 著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

青年学者文库

科技创新典型案例分析

Science, Technology and Innovation: Typical Case Study

周程 著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

科技创新典型案例分析/周程著. —北京:北京大学出版社,2011.3
(青年学者文库)

ISBN 978-7-301-18674-9

I. ①科… II. ①周… III. ①技术革新一案例—分析—世界
IV. ①F113.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 045349 号

书 名: 科技创新典型案例分析

著作责任者: 周 程 著

责任编辑: 韩文君 唐知涵

标准书号: ISBN 978-7-301-18674-9/G · 3088

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 站: <http://www.jycb.org> <http://www.pup.cn>

电子信箱: zyl@pup.pku.edu.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62767346

出版部 62754962

印 刷 者: 三河市北燕印装有限公司

经 销 者: 新华书店

650 毫米×980 毫米 16 开本 14.75 印张 188 千字

2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: (010)62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

导言

——如何跨越创新过程中的“死亡之谷”？	1
1. 美国的因应之策	3
2. 日本的应对措施	6
3. 中国的创新瓶颈	9

第一章 基于创业型科学家引领的科技创新

——中国汉字激光照排系统研制案例	17
1. “748”工程的提出背景	20
2. 汉字照排系统总体设计单位的确定	22
3. 激光照排系统原理性样机的研制	24
4. 原理性样机改进工作的启动	27
5. 汉字激光照排系统走出实验室	29
6. 迎战海外激光照排系统“联军”	31
7. 夺得汉字激光照排系统的霸主地位	34
8. 分析讨论	37

第二章 基于中坚企业持续推进的科技创新

——德国巴斯夫合成氨法固氮工程案例	49
1. 合成氨研究兴起的背景	51
2. 哈伯从事的实验室研究	56
3. 博施主持的中间试验研究	62
4. 合成氨的批量生产与推广应用	68
5. 分析讨论	74

目
录

第三章 基于同类企业相互合作的科技创新

——日本组建超大规模集成电路技术

创新联盟案例 89

1. 共同研究制度的形成与发展 91

2. “VLSI 技术研究组合”的成立经纬 94

3. “VLSI 技术研究组合”的组织管理 98

4. “VLSI 技术研究组合”取得的成就 102

5. 分析讨论 107

第四章 任务驱动型研究导致的重大科技突破

——田中耕一发明生物大分子软激光

解吸电离法案例 113

1. 由叔父抚养的学生时代 115

2. 加盟岛津制作所后最初从事的研究 119

3. 蛋白质软激光解吸电离法的发明 126

4. 软激光解吸电离研究成果的公开发表 132

5. 重返 MALDI 质谱仪研发第一线之后 138

6. 分析讨论 144

第五章 兴趣驱动型研究导致的重大科技突破

——下村修发现绿色荧光蛋白质案例 157

1. 动荡不安的学生时代 159

2. 偶然闯入发光生物研究领域 161

3. 赴普林斯顿研究多管水母中的发光物质 163

4. 再度赴普林斯顿从事水母发光机理研究 168

5. 离开普林斯顿后继续从事生物发光研究 173

6. 分析讨论 175

目
录**第六章 名誉驱动型研究导致的重大科技突破**

——肖克莱研制结型晶体管案例	185
1. 加盟贝尔电话实验室之初	186
2. 点接触晶体管的诞生	189
3. 多项晶体管技术的发明	193
4. 离开贝尔电话实验室之后	197
5. 分析讨论	200

第七章 为争抢创新馅饼而落入创新陷阱

——新日铁与首钢“造芯”失败案例	209
1. 新日铁涉足半导体	210
2. 首钢“造芯”始末	215
3. 分析讨论	219

后记	230
----------	-----



Introduction

导 言

导 言

——如何跨越创新过程中的“死亡之谷”？

科学技术是第一生产力，如果大量科技成果无法跨越“死亡之谷”，不能很好地转化为企业的生产能力和国家竞争力，那么科技投入效益便会大打折扣，科研的价值也就很难获得充分体现。

用“死亡之谷”比喻也好，用“达尔文海”比喻也罢，不可忽视的是基础研究与产品开发、发明与创新之间确实存在一条沟壑。如何努力才能使新技术和新产品概念越过这条令人生畏的沟壑？

科技创新犹如一场接力赛，只有跑完每一阶段的赛程才有可能赢得最后的胜利。影响创新接力赛成败的因素有很多，从大的方面讲，有人才、设备、资金、基础设施、法律制度、市场环境等。尽管这些因素对接力赛的影响不尽相同，但是它们都非常重要，缺一不可。

1998年,时任美国众议院科学委员会副委员长的弗农·埃勒斯(Vernon Ehlers)指出,在联邦政府重点资助的基础研究与产业界重点推进的产品开发之间存在着一条沟壑。他将该沟壑形象地比喻为“死亡之谷”(Valley of Death)。埃勒斯认为,政府有必要在“死亡之谷”上面搭建一座桥梁,以使众多基础研究成果能够越过“死亡之谷”实现商品化、产业化。^[1]不过,埃勒斯当时关注的主要是政府与企业的研发投资重点不同、基础研究与产品开发之间存在投资盲区问题,而不是创业型科学家的培养、产学研合作研究之类问题。

“死亡之谷”现象在我国也同样大量存在。据世界银行估算,中国的科技成果转化率的平均只有15%,专利转化率只有25%,专利推广率则在10%~15%上下浮动。^[2]另外,教育部组织清华、复旦等国内20所高校联合完成的一项调查显示,我国高校每年取得的科技成果在6000项至8000项之间,但真正实现成果转化与产业化的不到10%。^[3]这些数据,不仅远低于美、日等发达国家,而且也低于新兴工业化国家。科学技术是第一生产力,如果大量科技成果无法跨越“死亡之谷”,不能很好地转化为企业的生产能力和国家竞争力,那么科技投入效益便会大打折扣,科研的价值也就很难获得充分体现。

大量科技成果湮没于“死亡之谷”,无法实现商品化、产业化乃是一种各国都存在的普遍现象。因此,各国都在为如何改善科技投入分配结构,提高科技成果转化率而殚精竭虑。

1. 美国的因应之策

如众所知,“二战”结束后不久,万尼瓦尔·布什(Vannevar Bush)牵头起草了一份题为“科学——没有止境的前沿”的研究报告。^[4]该报告强调了基础研究对促进技术创新和经济增长的重要价值,论证了联邦政府使用国民税金支持科技工作者从事基础研究的正当性。但是,布什的报告并没有解决联邦政府资助技术开发的正当性问题。在强调自由竞争、市场调节的美国,政府动用国民税金资助只能惠及部分行业和技术开发是不能被接受的。结果,除国防太空、医疗卫生、环境能源等关系到每个公民切身利益的领域外,美国政府对企业的技术开发活动一般不会施以援手。因此,一段时期里,人们常常揶揄美国有科学政策,但没有技术政策、特别是没有产业技术政策。

石油危机爆发后,在通商产业省等政府部门的引导与扶持下快速发展壮大起来的日本企业开始大举进军美国。联邦政府开始意识到“日本公司”的巨大威胁,为提升雇用人数众多、实力相对比较弱的中小企业的竞争力,美国于1982年通过了《中小企业创新研究开发法》,并依据该法设立了旨在支援500人以下的企业从事新工艺、新产品开发的中小企业创新研究(SBIR)项目;1988年又通过了《综合贸易和竞争法》,并依据该法于1990年启动了先进技术计划(ATP)。^[5]ATP主要资助那些可以带来广泛的商业利益和社会福利(社会回报超过私营回报),但单个公司或企业集团又无法独自承担的高风险项目,或者是那些风险太高、成功的收益不能由发明人独享的前竞争阶段的共性技术等。尽管美国政府犹抱琵琶半遮面地推进了若干明显带有干预主义色彩的研发支援计划,但美国并没有能够有效地解决基础研究成

果的商业化应用问题。因此,埃勒斯于1998年大声疾呼联邦政府必须正视横亘在联邦政府重点资助的基础研究与产业界重点推进的产品开发之间的“死亡之谷”现象。

埃勒斯的呼吁在学界引起了共鸣。2001年,哈佛大学名誉教授路易斯·布兰斯科姆(Lewis M. Branscomb)在美国国家标准技术研究院(NIST)成立100周年的纪念仪式上指出,存在于发明与创新之间的沟壑远比埃勒斯所比喻的“死亡之谷”危险、复杂。因为由发明到创新的过程并非只是沿着单一路径行进的线性过程。事实上,人们在将新技术和新产品概念转化为商品,乃至产业化的过程中,会遇到很多传统技术以及其他新技术的竞争,此外,还会遇到来自社会方方面面、特别是竞争企业的挑战。因此,布兰斯科姆认为,用充满着生存竞争且行进方向具有不确定性的“达尔文海”(Darwinian Sea)来形容存在于发明与创新之间的沟壑现象更为合适。^[6]

用“死亡之谷”比喻也好,用“达尔文海”比喻也罢,不可忽视的是基础研究与产品开发、发明与创新之间确实存在一条沟壑。如何努力才能使新技术和新产品概念越过这条令人生畏的沟壑?美国政府最终不得不对自己长期坚持的保守主义政策进行调整,即放手越过只资助基础研究的底线,在各部会设置风险基金,通过直接投资的方式大力支持企业、特别是高新技术企业开展应用研究和技术开发,以跨越“死亡之谷”,通过“达尔文海”。其中,政府设立的影响比较大的风险基金有:中央情报局的“In-Q-Tel”、陆军的“On Point Technologies”、国家宇航局的“Red Planet Capital”等。除此之外,美国国防高等研究计划局(DARPA)、国家科学基金(NSF)、国立卫生研究院(NIH)、能源部等机构管理的一些项目与计划也加大了对企业组织的应用研究与技术开发的资助力度。^[5]

在保守主义盛行的美国,上述研发资助政策当然引起了很多

人的反对。譬如说,小布什总统曾指责 ATP 将大量政府资金提供给了本应由民间资金资助的商业研究开发项目^[7];一些人则批评那些多次获得 SBIR 项目资助的中小企业已俨然演变成了“SBIR 公司”。^[8]面对这些批评,有识之士们仍坚持主张联邦政府应加大对企业创新的扶持力度。当时的统计数据也明显支持这一观点。如,2004 年美国民间风险投资基金的投资总额约为 200 亿美元,其中投给种子期的资金只有 1 亿余美元,连总额的 1%都没有达到。^[9]2004 年 12 月,主要由著名企业和高校负责人组成的美国竞争力委员会炮制的报告——《创新美国》——就是在这一背景下形成的。

《创新美国》发表后,美国社会围绕竞争力政策展开了长达两年半的争论,并于 2007 年 8 月通过了《美国创造机会以有意义地促进技术、教育与科学走向卓越法》,简称《美国“竞争”法》(*America COMPETES Act*)。^[10]《美国“竞争”法》明确指出,联邦政府有必要通过支持科研院所等开展高风险、高回报型的基础研究来推动美国的创新;有必要设立先进制造业合作研究专项资金以支持产、学、研以及州政府和非营利组织合作开展研发;有必要取消问题比较多的先进技术计划(ATP),通过设立技术创新计划(TIP)来奖励中小企业、高科技企业以及大学的创新活动;有必要通过扶持制造业支援中心或网络来强化对中小企业的服务;有必要比照国防高等研究计划局在能源部设置能源高等研究计划局,以促进旨在减少石油进口,削减温室效应气体的排放,提高能源效率的技术创新;有必要通过提高科学、技术、工程和数学的教育质量来支持大学、科研院所、企业的科学研究与技术开发;等等。^[11]很明显,美国除继续从资金面强化对科学研究和技术开发的支持外,最近还开始注意通过科技人才的培养以及创新服务平台的建设来支持国内的创新活动,降低科技成果坠入“死亡之谷”的比例。

总的来说,由于美国民众长期受自由主义思想的浸润,政府通常不愿意动用国民税金来支持与产品开发紧密相关的科研活动以及特定行业和技术企业的技术创新,所以,自上个世纪末以来促使政府将应用研究与技术开发纳入资助范围成了一些人士的头等要务。正因为如此,本世纪初美国在促进科技成果跨越“死亡之谷”,实现商品化、产业化方面所做的努力主要是围绕研发资金的投入问题展开的。

2. 日本的应对措施

日本与美国不同。作为后发国家,战后的日本出于追赶欧美的需要毫不避讳地对经济的运行、产业的发展进行了干预。^[12]政府干预被认为是日本模式的一个重要特征。在一些政府官僚们看来,追赶欧美的有效途径之一就是注意发挥后发优势,大量引进、消化、吸收国外的先进技术。受这种思想的影响,政府部门利用手中所掌握的进口许可证、外汇配额、开发银行融资、税收优惠、价格补贴、专项资助、政府采购等资源通过“行政指导”的方式对企业的研发活动等进行了干预和扶持。如,日本政府在1961年后的30年里依据《工矿业技术研究组合法》出资资助了近百个“研究组合”,即技术创新联盟,其中三个与计算机相关的技术创新联盟获得的研发费补助额竟高达800~1500亿日元。^[13]而且,从1966年开始,日本政府还模仿欧美的国防研究开发项目,建立了旨在由政府向民间企业提供研发资金补助的“大型研究项目制度”,并据此设立了多个有影响的大型研究项目。^[14]只要有利于产业发展,不论是基础研究,还是其后的应用研究、技术开发,政府都可以进行资金援助。而且一般情况下,企业也愿意接受政府部门的“行政指导”,配合政府实施国家赶

超战略；媒体、民众也不反对政府动用国民税金支持特定企业开展研发活动，以调整国家产业结构。因此，在日本，科技成果无法跨越“死亡之谷”很难简单地归咎为政府对基础研究之后的后续研究资金支持力度不足。

那么，在日本，一些科技成果无法跨越“死亡之谷”的原因何在？日本经济产业省，即原来的通商产业省曾于2003年搞过一个有关日本企业研发活动状况的委托调查。该调查涵盖了2310家公司，对象包括研发经费支出最多的50家企业以及其他上市和未上市的公司。针对研发中途停止，未能实现商品化的原因问题，每家公司可以选择三个答案。结果，76.5%、65.7%、43.0%、34.5%和24.5%的公司分别选择了：研发的艰难程度超过当初的预想，预期的研究结果一直出不来；用户需求以及经济形势发生了变化，已无商品化的可能；新产品的市场规模太小，估计利润不会太大；新产品市场竞争过于激烈，收益率太低；研究过程中发现已有其他替代技术，继续研究已无必要。^[15]显然，日本企业开展研发时遇到的主要问题并非资金不足，而是预期的产品一直研制不出来；或者产品虽然研制出来了，但没有必要商品化；再者，即使商品化了，也没有太大的市场；还有就是，纵使市场规模还算可观，但竞争过于激烈，生产规模和盈利上不去。此外，替代技术突然出现，使现有研发投入打水漂也是一个不时会遇到的问题。这些问题的解决之道不全在政府。政府能做的主要是帮助企业盘活未能跨越“死亡之谷”、只能被束之高阁的科研成果，以减轻企业的损失，降低休眠状态社会财富的存量。

与企业相比，日本国公立大学和科研院所里的科技成果闲置情况更为严重。出于提高全社会科技成果转化率的考虑，日本政府近年来在盘活国公立大学和科研院所闲置科技成果方面下了不少工夫。依据日本的原有法规，在国立大学和科研院所工作的科研人员利用所在单位的科研设备创造出的科技成果应归国家

所有,个人不得擅自将其转让给民间企业,更不能从中谋取私利。否则,便可按侵吞国有资产论罪。最为典型的是,上个世纪90年代,一家制药公司主动将自己的员工派遣到一位国立大学教授的实验室做研修生,协助该教授开展科研工作。后来,该教授遭到另一家制药公司的告发,说他将公费做药品开发实验所得的数据泄露给了该研修生所在的公司,从而妨碍了公平竞争,也造成了国有资产的流失。这类事件对国公立科研机构所属科研人员的影响颇大。对这些人来讲,公开发表论文最重要,也最安全。至于申请专利乃是劳民伤财之事,而且还不能通过转让知识产权获利。显然,不从法律层面着手不可能从根本上解决国立科研机构中的科技成果转化与产业化问题。为此,日本于1998年颁布了一部被简称为《大学等技术转移促进法》的法案,鼓励大学等机构建立技术转移办公室(TLO),以此来为大学教师等申请专利以及转让知识产权解套。1999年,日本又通过了《产业活力再生特别措施法》;2000年又通过了《产业技术力强化法》;2002年,还制定了《知识产权战略大纲》,颁布了《知识产权基本法》。这些举措的目的很明确,就是要下放公有知识产权的管理权限,促进大学、科研院所与产业界的合作,调动主要从事基础与前沿研究的大学教师、科研院所的科研人员关注企业的科技需求,使更多的科研成果、尤其是国公立科研机构中的科研成果能够跨越“死亡之谷”,实现商品化、产业化。^[16]

此外,日本政府还从基础设施建设和财税制度建设等方面着手,大力为科技成果的产业化营造良好的环境氛围。如改善通信设施和物流网络,降低法人税率和创业门槛,减免研发费税收,启动卓越研究教育基地(COE)项目等。这一系列举措都是在《创新美国》报告公布前酝酿通过的。值得一提的是,这一期间,日本还制定了一系列倾斜性的创新政策,以重点扶持环境与能源、家用电器与信息通信、卫生健康与生命科学、纳米技术材料

四大战略性新兴产业的技术创新,以及分布在京都(纳米)、神户(生命)、福冈(信息)等地的多个科技园区和工业园区的建设。^[15]这些似有违背公平竞争原则之嫌的倾斜性产业政策和区域政策的制定在美国是很难想象的,但它们在素以实施赶超战略闻名于世的日本却受到了欢迎。

3. 中国的创新瓶颈

如上所述,信奉自由主义的美国近年来一直在为如何动用纳税人的钱支持处于基础研究延长线上的应用研究和技术开发而发愁;强调依法治国的日本一段时期里则将相当大的一部分精力用在处理国公立科研机构之科研成果的产权属性与开发利用问题上了。中国的国情与美日两国有很大的差异,美日两国在解决“死亡之谷”难题时所遇到的一些棘手问题也许在我们看来那根本就不是什么了不起的问题;相反,一些在美日两国看来不成为问题的问题在我们这里却有可能很难解决。

通常,我们可以将创新过程粗略地划分为这样的几个阶段:产品概念形成阶段;研制原理性样机阶段;研制实用性样机(中试)阶段;产品定型生产阶段;产品宣传与大规模推广阶段。^[17]

新产品概念的提出与两个因素的作用有关,一是社会需求的拉动;二是基础研究的推动。其中,基础研究的推动情况比较复杂。基础研究不仅投入大,而且风险高,所创造出的知识十之八九在可预见的未来不具有商业应用价值。如何使用有限的投入产出更多的有商业应用价值的科技成果,即通常所言的发明的种子是一个值得深入探讨的课题。搞基础研究,不仅需要具有创造力的人才,而且还需要先进的科研设备。杰出科技人才也许可以通过引进的方式解决,但先进仪器设备不是我们愿意花钱买就能买

得到的。对工业技术基础落后的中国来讲,无法研制一流科研仪器设备成了我们搞基础研究的一块短板,它对我国自主创新,尤其是原始性创新能力的提升影响颇大。至于发明的种子形成以后,如何将其转变为现实的发明,并以其为基础构建新产品概念也是一个亟待解决的难题。

原理性样机的研制离不开核心技术的突破以及相关技术的掌握。核心技术的突破绝非易事,取得该项突破的科研人员在其所从事的研究领域堪称是专家,但他未必对其他相关领域的技术进展也了解得很深,而仅靠核心技术是搞不出原理性样机的。原理性样机的研制,不仅需要掌握核心技术,也需要掌握相关技术,当相关技术还不成熟时,即使核心技术取得了突破,原理性样机也照样搞不出来。基础研究和应用研究是两回事,基础研究呼唤的是某一个领域的专才,而应用研究呼唤的却是多个领域的通才。这也是搞基础研究的人未必搞得了应用研究的一个重要原因。一个人的知识面毕竟是有限的,因此,搞应用研究往往需要构建一个紧密合作型的跨学科研究团队。美国的科研多依靠杰出个人,而日本的科研多依靠紧密合作型团队。结果,前者在基础研究上更容易出成果,而后者则更容易在应用研究方面出成绩。我国的问题恐怕是既缺少杰出的个人,又缺少紧密合作型的团队,以致我国的很多基础研究成果都不容易越过原理性样机这一步。

实用性样机的研制,既涉及工业技术基础问题,又涉及产学研用之间的合作问题。实用性样机的稳定性主要受制于最弱元器件的性能。如果关键元器件的质量不过关,那么整台样机的稳定性便会受到影响。我国虽然已经挤进世界制造业大国的行列,但自主创新能力仍然不强,很多生产设备和加工材料仍需依赖进口,一些尖端元器件根本就生产不了。因此,实用性样机的性能不稳定、质量达不到设计要求不足为怪。研制实用性样机需

要产学研大力合作以及政府的支持与用户的配合。组建高效的产学研合作机制需要时间,说服政府管理部门需要耐心,寻找愿意冒险参与中试的用户需要机缘。如果这些问题处理不好,中期试验便很难如期举行。中期试验一拖再拖的结果是,产品原有的技术优势会随着时间的推移逐渐丧失。这样,新产品出师未捷身先死的可能性便会大幅上升。

在产品定型生产阶段,我们面临的难题也有不少。如用户对国内产品缺乏认同以及跨国公司的竞争、打压等。由于用户对国内品牌乃至产品普遍缺乏信心与认同感,故国内自行研制的新产品投放市场后短期内很难获得用户的青睐。如果没有足够的资金支持,产品的性价比又不是很高,新产品很容易中途夭折。即使勉强打开了市场,也未必能获得可观的利润。如果跨国公司利用科技资源和品牌资源的优势强行参与竞争,甚至不择手段地进行打压,则刚定型的产品胜算很小,除非政府给予多方保护和支持。我国已加入 WTO,运用研发补助、税收优惠、政府采购等政策工具对国内企业进行扶持的空间已受到很大的限制,如果企业研制出来的产品不具有本土资源和本土市场优势,要在竞争中战胜实力强大的海外对手难度相当高。

至于产品的宣传与大规模推广,同样需要直面很多难题。如设备购置问题、融资担保问题、知识产权问题、环境保护问题、恶性竞争问题、市场开拓问题、等等。若这些问题解决得不好,科技成果即使实现了商品化,也很难实现产业化。

要而言之,在我国,尽管动用政府资金支持基础研究之后的应用研究、技术开发一般不会受到太多的政策限制,而且大学和科研院所的科研人员在实施技术转让过程中通常不用担心会背上不当占有国有资产的骂名,但是我国的科技成果在跨越“死亡之谷”的过程中会遇到很多通常在美日两国根本就不会出现的难题。由于科技成果在跨越“死亡之谷”的过程中需要经历多个阶