

当代科学技术活动的若干特征

Some Characteristics of Contemporary Scientific and Technical Activities

宋振峰

(中国科技信息研究所, 副研究员 北京 100038)

科学技术活动发展到当代,其地位、规模、内涵等等已与战前不可同日而语,并出现了一些重要时代特征。更深刻地认识这些特征。有助于开阔眼界,把握科技发展的规律和大势,对认识当今世界科技、经济、社会、政治的相互关系亦不无裨益。本文拟对其中的若干特征作一归纳分析。

一、管理学特征

1. 研究的系统性、完整性。当代科学技术活动已渗透到人类活动各个领域,正在向微观的各层次和宏观的各层次两个方面延伸,宏观上已经追溯到宇宙起源,微观上已经深入到粒子、基因、夸克水平。对自然界的认识已经深入到过程的动力学机制及与此相联系的结构功能,从层次、过程、结构和功能诸多方面揭示自然界的规律。同时科学前沿不断细化,各学科之间不断融合、交叉,还在派生出更多的学科和专业。据联合国教科文组织在 70 年代末的统计,基础科学学科主要专业有 538 个,技术学科专业领域有 412 个,往下逐级细分出来的较小专业就更多。所以当代科学技术已形成一个日益复杂、层次分明的大系统。

如果把科学技术系统视作一片森林,那么,牛顿以前的时代,人们只是在这片森林的边缘徘徊,“只见森林,不见树木”。牛顿以后,开始对这片森林分区域、分群落进行研究;而从 20 世纪开始,人们已经深入到每颗树、每片叶子。科学技术活动卷入了大批的人才,绝大多数人终其一生,只是附着在其中的一片树叶上,从事十分狭窄的专业研究,以致往往“只见树叶,不见树木”。考虑到近代科学自牛顿、伽利略时代至今尚不足 400 年,而历史长河至少还将延续若干亿年,如果科学活动以这种方式延伸,用不了多久就会成为类似于一句俏皮话中无穷无尽的“跳蚤塔”:“博物学家看到小跳蚤,又有小跳蚤在上面跳,它们又挨更小的小蚤咬,这样下去没完没了。”从这点也可以看出,目前这种模式迟早要发生从量变到质变的飞跃,不会无限延续下去。

究其原因,当代世界科学体系建基于培根经验主义的自然观、笛卡尔的分解的科学方法和牛顿力学的机械论。几百年来,这种研究方法使人类对自然界进行了“抽丝剥茧”式的研究,认识并利用了自然界的客观规律,但也导致还原主义在科学领域的盛行,逐渐形成并不断强化了划分专业、学科的传统。这种专业化、学科化、纵深化的状况,到本世纪已成为一种稳定性极强的文化格局。不同专业、不同学科都在各自狭窄知识领域的周围筑起一道难以横向沟通的屏障,而自然科学与社会科学的分野尤明显,尤难逾越。这是这一体系在走向辉煌的同时带来的一个弊端。

2. “横向”拓展和融合。科学探索的范围已从“纵向”探索进入“横向”拓展的时代。牛顿力学、电磁理论、量子力学和爱因斯坦相对论的建立,使人们对宏观终极和微观终极的探索迅速逼近极限,并且越来越远离实际的经济意义,人们最大量的科技活动集中在“中观”频谱里。西方已有一些人甚至提出了当代科学发现的极限问题,认为目前的科学技术体系可能已经走到了尽头。但是另一方面,科学技术活动出现了新的形式,科学技术发展有可能进入一个转型时期:(1)各学科之间加速杂交和融合。大量的新兴学科、边缘学科、交叉学科的出现,表明科学活动正在向“横向”迅速拓展,各学科之间横向联系越来越紧密。这种“横向”拓展,使当代科学技术发展获得了新的生命力,产生了一批代表未来方向的学科。例如,生命科学的兴起,有可能将人类带入一个从进化方向、生存方式到伦理道德等等都发生巨变的时代。(2)研究对象的多学科性和学科的多对象性。由于研究对象的复杂性和学科的过于细化,当代较大型的研究项目都需要多学科的参与。尤其在高科技领域,研究的对象大多具有多学科的特点,多学科的联合攻关是高科技研究取得突破性进展的主要形式。如计算机科学技术的研究,离不开材料科学的配合;人工智能的研究,必然要向认知科学、心理学、脑科学等领域延伸。同时,当代科学研究具有高度综合的性质,学科配套、同步前进、

整体突破,各学科在不断扩展自己的研究领域。过去被认为是狭窄的学科和专业,如今其触角可以延伸到以前毫不相关的领域。

3. 规模的扩大。从本世纪以前以个人为主的、自发的、随机的小规模研究与开发过渡到当代全社会范围内大规模的、有组织的、有目的的研究与开发活动。教育、研究与开发机构以及科技活动管理机构数量急剧增长。产业界、政府、教育界都形成了各自独立又互为补充的研究与开发体系。研究规模从分散研究到动员几十万人员、跨越众多学科和国家的研究与开发活动。当代科学技术活动已经空前地社会化,成为国家经济、政治、军事等活动中的一个“常规因素”。

4. 组织管理形式的变化。在政府主导和积极干预下,为实现国家内外政策目标,出现了围绕重大技术突破或中、长期计划而组织的大规模、多层次、多领域攻关项目。这是当代科学技术活动的重要特点,表明科学技术活动已空前系统化、政治化。在管理方式上,直接行政管理、国家指导下的计划调节、后发性或补救性的科技管理机制等各种形式并存。在职能分工上,各主要国家基本上都形成了产、官、学之间的垂直分工:大学侧重基础研究,官方研究与开发机构侧重军事研究、某些基础研究和部门性质的应用研究等,产业界侧重应用研究和技术开发。决策机制、计划制订和实施、资源分配、人才和成果管理等方面,也都出现了相应的变革。

5. 发现创新的难度越来越大,卷入的资源越来越多。科学发现和技术发明也遵循着先易后难的规律。时至今日,伽利略和卡文迪许时代那种依靠唾沫、绳子和火漆就能作出重大发明创造的情况已经罕见,科技活动所需投入的资源(人、财、物)迅速增长。在实行中央计划的国家,科技部门的运行已成为国民经济运行中的一个重要组成部分。尤其是高新技术的开发,需要智力、资金的双重密集,目前一条最先进的集成电路生产线的投入超过1亿美元。大型跨国公司目前的研究与开发投资,一般都在其销售额的5%以上。大科学的研究和尖端技术的开发日益依赖大型设备、众多学科和人才的投入,绝不是财力薄弱的国家所能企及的。这些年来世界诸多著名的跨年度研究与开发计划,如美国的星球大战计划、欧洲的尤里卡计划、美国的空间站计划等等,投资在几十亿到几百亿美元不等。投资在几千万到几亿美元的项目多达上百个,都躲在不起眼的位置,不为业外人士瞩目。美国超导超级对撞机计划,1993年下马之前其概算已达110亿美元,即使按可比价格来算,也远远超过到第二次世界大战为止以前几千年人类在科技活动中的总投入;资金不足是导致该计划中途下马的重要原因。

6. 军备竞赛对近50年来的科学技术发展起了

强有力的推动。冷战时代,美国的研究与开发投资中,用于军事科研的比例长期保持在2/3左右,70年代这一比例为67%。即使在冷战结束后,美国的军事研究与开发仍占政府总的研究与开发投资的一半以上。军事科学技术代表了当代科学技术的最高水准,大量的高新技术首先诞生于军事部门,然后才向民用部门扩散。军用研究与开发构成当代科技活动中一个十分重要却又比较隐蔽的部门。

7. 从对物的开发转向重视智力,重视人才。人才的培养和争夺是高新技术发展的关键所在。凝结在高技术产品中的知识形态的价值比一般的中低技术产品高得多。高技术企业中从事研究与开发的科技人才的比例一般都在10%以上。

8. 科学技术活动日益国际化。这得益于几个方面,其一是信息技术和交通手段的进步使科技工作者之间的交流十分方便,使世界范围内的研究与开发工作产生了联动效应,在发展模式、研究手段、重点领域的选择等方面都出现了趋同现象;其二是作为科技、经济发展的后果,出现了越来越多的全球性问题,这些问题的解决,离不开研究与开发方面的国际合作,其中最典型的是有关人类生存的共同环境的保护问题。

二、社会特征

1. 波及影响的全面性。科技活动对当代人类活动的几乎所有领域都产生影响。这首先是因为科学技术已成为第一生产力。

2. 非同步性。科技对经济社会的作用,在时间上有一个滞后,即存在一个从科技成果变为市场产品的间隔。技术要经过物化才能起作用,因此是较为隐蔽、长线的,这也是科学技术的重要性往往不易为人重视的原因。它是一种软要素。但值得注意的是:(1)在政治上以及在社会心理上,科学技术活动产生的影响越来越即时,与实现其经济意义所需的时间的滞后形成对照。重大的技术突破、科学发现或大型研究与开发活动,能立即在政界、经济界和社会公众生活中产生巨大反响。如80年代的星球大战计划和超导研究突破,立即引起各界瞩目,并引发了各国的跟进。当时的美国总统里根甚至亲自出席超导研究讨论会,并就其政治、经济意义发表演讲,这是前所未有的。(2)在竞争推动下,技术成果尤其是高技术成果转化为产品的周期在缩短。技术上的代差,从50年代的大约20~30年缩短到了现在的4~5年。在计算机和集成电路等高新技术热点领域,代差缩短到2~3年甚至1~2年。

3. 不可逆性。科技的作用一旦发生,即是不可逆的。战后经济、社会、人类生活变革的速率越来越快,其根源在于技术的更新换代越来越快,它与经

济社会的发展产生了互为推动的正反馈效应。经济发展和竞争呼唤着新技术的问世,而新技术问世又加速了经济的发展和竞争。如果没有高新技术的不断问世,社会发展就会停滞。形象地说,社会已经患上并且不断加重着“技术饥饿症”。

科学技术是一种促使受益者不断加深对它的依赖的文明产物。体现在人类的消费变化上,人类的消费正在日益远离“原始资源”,消费的内容正在远离“基本需求”,即第一层次的需求。我们消费的产品,凝结着几百年来创造发明的众多技术。为了满足人们其他方面的需求,产品和服务正在被加进越来越多的功能和特色,而这些功能和特色都要由相应的技术手段来完成。举个简单的例子,穿一条麻袋和穿一身高级西服,在完成保暖的基本功能方面不会有太大差异,但即使去除商业利润,其价值仍可相差几百倍,体现这一差异的主要就是凝结在西服中从原料生产到制成品的技术链。在文化消费上,技术手段介入各种各样的艺术表演中,使现代舞台艺术在很大程度上成为令人眼花缭乱的光和音响的组合。因此从总体上我们可以说,人类消费中所增加的主要是技术,以及把技术、人类行为和资源有机地组合成一个有机体系的信息。

可以看到,在物质产品的整个生命周期中,属于消费者的阶段越来越短,消费前的生产阶段和营销阶段、消费后的处理回收阶段越来越长,需要注入的技术也越来越多。典型的产品生命周期体现为:资源开采(技术凝结)——初级产品或半成品(技术凝结)——成品(技术凝结)——运输(技术凝结)——消费(主要是人)——废弃物初次处理(包装或用完的产品残骸,技术凝结)——最终处理(技术凝结)——回归自然或重新利用。

从这点来看,既然平均每个人的“基本需求”,如每日卡路里的摄入量,保持身体暖和的需要等等,从古到今并没有什么变化,那么可以说,人类消费中所增加的是技术,是无形地凝结于产品中的技术。由于技术的发展具有连续性,旧的技术不会“断层”而只会被更先进的技术所取代,同时新的技术在不断地产生,沿着产品生命链上凝结下来的技术也就越来越多。

4. 多样性。科技以多种方式作用于经济、社会、政治。以国际政治为例,科技介入的方式有:作为一个政治概念,如科技成为当代国力的一个象征;作为一种工具,如星球大战计划、第一颗人造卫星事件;作为一种商品,如高技术和一般技术的跨国转移,并由此引起诸如高技术保护主义、技术壁垒;作为解决某些国际争端的一种手段,大者如全球性问题(如环境污染、生态等问题)的解决,小者如进出口商品的质量控制(激素及污染的标准等)等。

5. 科学技术模式的单一性。科学技术活动的内

容及其要求的社会环境、经济环境等,在不同国家都是相似的。影响科学技术发展的社会环境和经济模式尽管多种多样,但这只是表面的,由于自然科学规律的唯一性,研究与开发活动的内涵都是相同的。由于产品和产业结构越来越由技术结构规定,则势将导致经济内涵的全球性趋同,进而导致文化上的溶合。一方面是可供选择的生活方式的丰富多样,另一方面却是单一的科学技术文明。后者固然缩小了各民族文化间的差别,但也可能造成经济、文化多样性的消失。而单一性会导致人类生存能力变得脆弱。

三、政治特征

1. 随着科技地位的提升,政府越来越卷进科学技术活动中。从规模、管理方式、目的等方面看,科学技术在当代无论如何也不能说是个人或团体的事业了,历史已经把这项活动推到为国家使命服务的地位,成为一项关系到国计民生的事业。它已经身不由己地从民间走进了“国家殿堂”。

政府对科技活动的空前参与和干预,使科技活动被纳入国家对内对外政策的轨道。一般说来,政府的作用主要体现在:(1)增加研究与开发投入,或者通过税收和信贷的优惠来增加对科技的支持。(2)设立高层科技决策、管理、协调机构,以贯彻政府的政策、措施,引导科技的发展,并实施由政府制订和组织的大型研究与开发计划。(3)制订有关科技发展的政策、战略、措施、计划和法规。

这种情况导致科技活动的性质发生变化。不管科技界希望与否,研究与开发的方向从整体上看都日益受制于国家或企业的竞争需求,战后世界军事科技的畸形繁荣就是一个明证。结果是,今天的科学技术已不再是“自由”的,而是“受控”的。不受限制地进行自由探索已很难得到政府或财团的支持,代之而来的是越来越多的“定向研究”、“优先领域”、“大型R&D计划”、“战略性研究与开发”、“预竞争性研究与开发”等等。这一点在高技术领域表现得尤为突出。由于高技术对国家安全的重要性,高技术的发展方向日益由国家内外政策目标和大型科技计划所规定,各国都集中在少数几个热点领域里进行竞争。

一旦政府加强对科学技术活动的干预,一系列的变化就会随之而来。政府必须承担为定向研究与开发所投入的大量人财物力、组织机构、政策、管理等带来的风险。它需要政府具有长远的目光和管理才能,使科技资源与整个经济社会的需求有机地紧密地啮合。

2. 由于科学技术投资的回报期长,发展科学技术的紧迫性不如其它领域如经济和军事那样明显

微软发迹史告诉我们些什么

What We Learn from the Successful Development of the Microsoft

潘正伯

(山东矿业学院,教授 泰安 271019)

记得8年前,笔者曾将一篇比尔·盖茨(Bill Gates)写的题为“BASIC 25 周岁生日”发表在1989年10月《BYTE》上的译文寄送国内一家专业杂志,推荐它刊登,以纠正该刊发表的责怪BASIC的文章的偏颇。那时,盖茨先生的大名在中国还鲜为人知。这篇文章也终未能发表。

8年后的今天情况大变,比尔·盖茨已成为计算机世界中举足轻重的人物。他写的《未来之路》在全世界畅销,使它的出版商大受其益。除了媒体的频繁报导外,他的传记也出了不止一种。

这确是一位很不简单的人物,哈佛大学只念了两年,还不到20岁,在经过长期犹豫后,终于违背父母的初衷,离开哈佛,跟着他的中学同学,也一直是他开发软件的挚友保罗·艾伦(Paul Allen)到新墨西哥州的阿尔伯克基,凭着热情和智慧,仅以900美元资本创办了一个当时尚一文不名的微软(Microsoft)公司。短短20年过去,微软公司已成为在世界60个国家和地区拥有2万多名雇员的软件帝国。微软的股票从1986年4月上市以来,6年间上涨12倍。微软的股值越来越高,盖茨的股票也越来越多,他的股票价值据最新资料估计已达400亿美元(《科技日报》1997年11月14日刘亚东文),这是世界上从未有哪一个人拥有过的数字!使得比尔·盖茨一跃而为世界的首富。

由于微软的高速发展,也带动了一大批软件开发人员迅速致富。据1992年资料,微软成为唯一一家造就了三个10亿级富翁的公司;微软已有大约2000名雇员魔术般地成了百万富翁。

和迫切。和教育一样,对科技的投资实际上是一项社会投资,很难实时地、具体地计算其收益。因此在中国产生所谓的“经济是今天,科技是明天,教育是后天”的看法。但是,如果不建立起一支与经济社会发展的需要相适应的强有力的科学技术力量,并在必要时牺牲某些短期的经济利益来加强科学技术的发展,则由此产生的后果也是强烈和持久的。近代以来,一个不争的事实是,科学技术强国必定也是世界强国,反过来,资源型的富国之所以不能成

以上简述的微软发迹史,起码向我们说明了以下三件事。

一、知识和智慧已成为当前和今后创造财富的最基本最重要的因素

微软的成功是一件破天荒的事!从古到今谁能使一大批无钱、无地、基本不占有生产资料的人,仅凭自己的知识和智慧,在短时期内通过自己的辛勤劳动而迅速致富?微软发迹史在人类社会发展史上浓墨重彩地写出了光辉的一页,这是划时代的事件。它令人信服地说明了人类社会除了农业、工业外又出现了与前二者绝然不同的新型产业——信息业。

个人的知识和智慧在信息(尤其是软件)业中起着决定性的作用。相应地,创造这些知识和智慧的个人,将迅速改变他们在社会生产、财富的分配和享用中的地位。

上述论点与美国未来学家托夫勒夫妇在其新著《创造一个新的文明》(陈峰译,上海三联书店,1996)中阐述的观点基本一致,不同处只有两点:一是托氏夫妇强调了知识,忽视了智慧。但若无后者,则无法解释盖茨和艾伦这两位连学士学位尚未取得的人所创造的奇迹;二是书中举了不少例证,但恰恰忘了比尔·盖茨和微软公司这个最精彩、最典型、最有说服力的例证。

为世界强国,正是因为科技能力的弱小。

参考文献

[1]陈敏豪,生态文化的人类能动性观,书摘,1996(11), p19~20
[2]中国市场经济建设全书·技术信息卷,山西出版社,1995年第三篇:经验借鉴
[3]宋振峰,论战后科学技术发展的若干国际影响,科技与发展,1987(21)、(22) (责任编辑 蔡德诚)