

## 论大学科学教育改革

On the Reform of the Science Education in Universities and Colleges

别敦荣 徐景武

(华中理工大学高教所 武汉 430074)

在知识经济时代扑面而来,高新科技已经开始融入我们日常生活的时候,高教界适时地兴起了一股研究知识与高等教育的关 系的热潮。在众多的研究文章中,有一种倾向颇值得我们警惕,这就是面对知识经济和高新科技的挑战,许多研究不是从建立与之相适应的科学教育体系出发探讨问题,而是在大声疾呼“狼来了”,急呼加强道德、伦理教育。笔者并不讳言道德、伦理等方面的教育在高级专门人才培养和社会文明中的重要地位,但对于那种完全无视我国大学科学教育严重地不适应知识经济和高新科技挑战的倾向实不敢苟同。笔者认为,现在是到了全面改革我国大学科学教育的时候了,这也是知识经济为我们提供的难得机遇。

### 一、功能单调、内容陈旧、方法落后 已成为大学科学教育的痼疾

我国大学自 80 年代中期以来,为适应经济体制的转轨和高新科技革命浪潮的冲击,针对传统教育模式的某些弊端,在大学科学教育方面开始了探索性的改革。但由于认识上的偏差,大学科学教育并未随着时间的推移而走出困境,相反,一些深层性和实质性的弊端与问题还在进一步暴露出来,成为大学科学教育难以消除的痼疾,具体表现在以下几个方面。

第一,片面化的教学思想导致大学科学教育的

回国的,厚优待;今后回国的,最优待。这就形成一种怪现象:早听国家召唤,及时回国的人,回来后无人赞许,也无人格外关心;而不及时回国,或后期出国的,身价百倍。这似乎是在鼓励众多滞留国外的留学生别早回来,越在国外停留得久,身价越高。实际上,在国外能出人才,在国内也能出人才,为什么一定非要厚外薄内?这里就没有崇洋媚外的影子?吸引国外留学科技人员回国,关键在于全面改善国内知识分子的待遇。在现代科学研究中,单枪匹马是难有作为的。即使一个单位从国外高薪引进一两

### 功能单调

首先,长期以来,受应试教育影响,大学科学教育一直存在单纯重视科学知识传授而忽视科学方法训练、科学态度熏陶、科学精神培养的问题。课堂讲授主要是讲解重要科学原理、概念;科学实验教学主要是按照规范的实验程序验证已有的科学定律;学生学业成绩的考核内容和评定依据侧重科学知识的再认和重现。虽然近年来一些大学相继修订了科学教育专业培养目标,将科学素养的培养纳入了计划之中,但在实际操作之中,却远远偏离了深层次的科学方法与科学精神教育这一轨道。由于大学生缺乏参与大学科学研究的机会,对科学精神与科学方法既缺乏理性认识,又缺少感性体验。所以,大学生的科学精神和科学方法训练普遍不够,这样就使大学生毕业之后难以适应科学工作的要求。一位长期从事中学化学教育的中学校长曾举出一个发人深思的事例:“某老师教高三毕业班的化学,两年后他所教的四个班化学高考的平均成绩是 94 分,两年后他拿同样的试卷对这些同学进行测试,结果平均只有 16.3 分。所得分数主要是与化学思维方法有关的内容,换句话说,就是那些具体的知识和运算方法几乎遗忘殆尽。”<sup>[1]</sup>这个事例充分证明在科学教育中,把知识本身作为目的,还是把知识作为工具和手段,以掌握科学方法、形成科学态度为目的,是两种完全不同水平层次的教育思想。普通教育的应试模式是对科学方法、科学精神的阉割,使得学生入大学前科学素养先天不足,而大学教育阶段还

个人才,如果没有国内的研究群体与之合作也难以成功。如果在同一个研究群体里,工作相同,水平相近,而收入差别上十倍、几十倍,恐怕这个群体巩固不了,来了张三,会走掉李四。笔者希望,我们的政策应该是调动大多数人的积极性,不能顾此失彼。对科教人才,不论是国内土生土长的,还是留洋回国的,手心手背都是肉,应该一视同仁。对杰出人才,给予特殊支持,加薪嘉奖,是应该的;但更重要的是,给所有在科技战线上奋战的人以应有的待遇,这才是根本。(责任编辑 孙立明)

继续停留在知识层面上,这是我国大学科学教育的最大失败之处。

其次,由于大学文理分科、理工分家的历史弊端,我国大学科学教育株守理科教育一隅,工科大学生由于学科专业教育计划过于专门化,所受科学教育极为有限,而文科生所受的科学教育几乎是一片空白。在知识经济在我国已现端倪的今天,大学科学教育对象上异常的狭隘性仍然未引起人们的应有重视,其后果的危害性极大,可能使我们在知识经济大潮中无法站稳脚跟。

再次,大学理科教育内部各学科专业之间交叉综合不够,仍处于各自为政状况,缺少沟通与协作,使得理科大学生科学素养十分偏狭。数学、物理、化学、生物等学科专业教育之间壁垒重重,基础理论与应用研究又泾渭分明。虽然近年来一些重点大学为适应社会经济变化与科技发展需要,在理科各学科之间交叉、综合教育方面进行了一些有益的尝试,但由于学科专业建制、政策和文化心理,认识和理论上的诸多因素的影响,交叉和综合仍处于低水平的试点阶段。

总之,大学科学教育思想上的片面性、教育对象的单一性、理科教育体制的封闭性使其功能单调,教育过程不能深入到科学方法、科学精神这一科学教育的本质中去。这种单调的功能既阻碍了大学科学教育应有作用的发挥与相应地位的巩固,又严重脱离社会经济、新科技革命以及受教育者对大学科学教育的要求与期望。

第二,大学科学教育不能适应信息时代知识快速增长与更新的变化,教育内容仍显陈旧落后

当今我们面临的是一个信息时代,知识以前所未有的速度增长与更新。现在全世界发表科技论文的数量急剧增长,人类的科技知识每3~5年就增加1倍,而知识的半衰亡期一般也是3~5年。<sup>[2]</sup>这就要求大学科学教育内容在数量上能吐故纳新,积极跟进,在质量上能够在浩如烟海的知识中寻求那些最基本的能够以不变应万变的具有广泛迁移价值的基础知识、基本技能和基本原理,并使之结构化。然而目前我国大学科学教育内容从具体的科学事实、理论、原理到思维方式、研究模式都明显陈旧。如学习自然科学和工、农、医各科的学生,以及学习人文和社会科学的部分学生所必修的某些基础课程,主要还是建立在微积分数学、经典物理学和道尔顿原子论为基础的20世纪以前的科学结构和体系上,20世纪以来科学技术发展的巨大成就却很少进入高等学校基础课程体系。<sup>[3]</sup>前不久,北京市教委组织专家教授和教学管理干部对北京48所高校的课堂教学状况进行考察,他们发现的问题之一就是教学内容陈旧。以下是专家看到的典型事例:“电路基础”课的教材明明收入了国外60年代即采用、国

内70年代后期也使用的“图论”分析方法,而某校一位教师在授课时却视而不见,仍然使用传统分析方法;“奔腾II”已经成为微机的主流产品,而在某“信息学院”的微机原理课上,教师还在给学生详细地讲解IBMPCIXT<sup>[4]</sup>。从一些发达国家大学科学教育来看,紧跟科学技术发展的步伐,不断充实更新科学教育内容是一大特征。如美国大学物理教学中,近代物理内容占的比重较大,达到40%以上,其内容较齐全、体系较完整,所列入的实物照片、科技数据和研究范例都比较新,而且能及时反映物理新概念、新应用、新技术和新趋势,其调整周期短、效率高,基本每两年就能更新一次,甚至更短。教材中都有非常丰富的教学参考资料和读物,这些反映最新技术成果和生产应用实际的材料,很多出自于优秀的物理学家之手;而且调整非常及时,给学生提供了一个宽阔的发展的物理学习空间。<sup>[5]</sup>

第三,大学科学教育没有实现从课堂注入式讲授到学生独立地学习、研究的转变,教育方法落后

我国大学科学教育方法观仍停留在传统的赫尔巴特教学方法观上,即“明了”——给学生明确地讲授新知识;“联想”——新知识要与旧知识联系起来;“系统”——作概括和结论;“方法”——把所学知识用于实际(作业)。这种教育方法观的目的是教给知识而非教会学习,指导思想是注入式而不是启发式,结构上是教师讲授为主而排斥学生独立的学习研究。在这种理论的指导下,我国大学科学教育的现实是:教学形式单一,仍以教师讲授为主,讨论法、调查法、辩论会运用很少;必修课数量多,选修课数量少;学时多,教学安排过死;集中统一教育多,个别教学少;知识复制、传递多,而科学研究、工艺设计少。教学方法的落后还以教学手段的落后表现出来,即一支粉笔一张嘴,是不少教师使用的全部教具。能够熟练使用电化教学设备的教师比例很低,不少课堂上连必须的挂图、模型都没有。有调查反映,有的学校的“食品原料科学”课堂上,教材上没有插图,教师也不准备挂图,更没有影像资料,只能靠口头描述各种禽兽。<sup>[4]</sup>而计算机多媒体CAI教学等现代化教育技术手段更是罕见。这些现代化的教学手段本身就是科技发展的产物,其广泛使用能促进学生主动学习意向和积极思考、激发学习动机、增强学习效率,是教学方法革新的有力手段与良机。大学科学教育由于其自身的特点与优势理应在教学手段、教学方法的革新上做到优先发展,起到示范推广的效应,而现实却令人失望。这无疑是对大学科学教育的一大嘲讽。

## 二、知识经济挑战大学科学教育

在大学科学教育自身痼疾重重、苦苦挣扎之

时,迅速崛起的知识经济又以荡涤一切的气势冲击社会的方方面面。知识经济时代,科学知识智力资源成为经济发展的第一要素,科学进步、技术创新成为知识经济的内在动力和基本要求,科学价值和科学文化必将上升为社会所崇尚的主流价值和主流文化。大学教育也从社会边缘被推向社会中心,以其自身的重大变革来适应知识经济的挑战,赢得自身的发展。这就要求大学教育在实现自身地位转换的进程中首先实现其科学教育地位、角色的转换,在深化、扩展自身职能时首先深化、拓展科学教育职能,以迎接知识经济对大学科学教育的挑战。

### 1. 大学应当培养具有科学创新精神的高级专门人才

工业经济生产的特点是机械化、批量化,与之相适应的传统科学教育培养出的人才具有厚实的科学知识与较强的纪律性,但不强调能力与个性,创造力的培养与科学方法训练受到忽略甚至压抑,教与学局限于已有科学知识的传授、灌输、复制与占有,而没有深入到科学的创造这一精髓,远离了科学素养这一科学教育的真谛。知识经济生产的特点是信息化、智能化,它以科学研究的不断进步、高新技术的不断创新为其内在动因。创新是知识经济的灵魂,拥有持续创新能力和大量高素质人力资源的国家,就具备了发展知识经济的巨大能力;而缺乏高素质人才、缺少科学储备、缺少对国际科学前沿的识别能力和创新能力的国家,必然会失去知识经济时代带来的历史机遇。大学必须充实科学教育内涵,提高其科学教育质量,把培养创造性的高级专门人才作为其最主要目标。因此大学教育,不论其培养的是研究人才、教学人才,还是应用人才,都要千方百计地通过其专门的理科教育、工科中的科学基础教育、文科中的科学补充教育,在给全体大学生传授丰富科学知识的基础上,更重视科学方法的训练、科学研究的积极参与和科学精神的熏陶,培养大学生的科学创新意识与创新能力。

### 2. 大学必须成为科学创新基地

知识经济时代,以科学为基础、高科技为核心的知识成为经济发展的动力资源,知识的创新和创新性应用被提高到前所未有的程度,各国都在战略上瞄准于知识创新体系的建立,以求得自己生存与发展的优势地位。科研机构、大学、企业三足鼎立,是创新体系的构成环节。大学科学教育,作为科学知识创新的核心力量与重要阵地,应该充分发挥自己在科学方面专业齐备、人才集中、信息畅通的优势,当仁不让地在科学创新方面做出自己的贡献。1998年我国新颁布的《高等教育法》第31条明文规定:高等学校应以培养人才为中心,开展教学、科学研究和社会服务。科学研究被明确为高等学校的一项神圣职能。大学教育,应以大学科学研究的主体

角色,大搞科学教学与科学研究,既出人才,又出知识,开创出生机勃勃的新局面。长期以来,我国大学科学教育虽为社会培养了大批科学专业人才,但科学研究却受到忽视,知识创新的贡献做得不够,最终也影响了教学水平的提高与人才培养的质量。理论研究与实践经验早已表明,教学与科研是一种正相关关系,二者互动的结果往往是教学相长、知识创新。1871年,麦克斯韦尔在剑桥大学创立了卡文迪许实验室(实际上是剑桥大学的物理系),他卓有成效地确立了该实验室的思想传统和教学方式。他要求实验室在讲授已有科学的同时,要创立新的科学,培养和普及一种批判精神,教师要在解释性实验中鼓励学生发现科学思想的闪光点,让学生自己动手通过实验发现问题。到19世纪末和20世纪初,这个实验室已成为世界原子物理学、核物理学的研究中心。它先后培养出的科学家中,有26人获得诺贝尔奖。斯坦福大学校长卡斯帕尔教授在分析斯坦福与硅谷发展的成功经验时强调科研与教学的结合,认为这种结合不仅可以促进教学内容的更快更新,培养年轻一代学生的创新能力,更重要的是能够促进科研工作本身的发展。因此,大学科学教育,特别是重点大学的科学教育,应该充分认识到科研在人才培养中的重要作用,发挥自己的优势,促进教学与科研的协调发展,成为科学创新的基地。

### 3. 大学应当肩负起提高国民素养的历史重任

由于历史和现实的诸多因素影响,我国公众科学素养水平一直堪忧。调查表明,我国公众达到基本科学素养水平的比例仅为0.2%,即99.8%的人没有达到基本的科学素养水平,这与欧共体国家1989年达到的4.4%相差21倍,与美国1993年(达到6.9%)相差33.5倍;调查数据还显示,我国公众科学素养水平在1992~1997年6年期间停滞不前,而与此同时,经济增长速度较高,二者显然不相称<sup>[6]</sup>。

我国经济在80~90年代的高速增长主要是一种资源消耗型粗放式增长,对劳动者科学文化素质的要求不是很高,而知识经济则要求劳动者普遍具有较高的科学文化素质,其发展是建立在丰富的科学人才储备上的。因此,应像重视知识创新体系的建立那样重视知识传播体系的建立。长期以来,我们在大学服务社会的职能上存在一个误区,就是把大学服务经济、服务社会等同于直接创办高科技产业、生产商品。重视经济主战场,而轻视社会培训、科学普及工作。明显地,大学在后者更有优势与用武之地,应担负起这一历史重任。大学科学教育工作者,应在保证自己正规教育任务前提下,以对科学事业的热爱和责任,利用现代教育技术手段,广泛参与科学普及、科学再教育工作。

## 三、大胆改革是大学科学教育的唯一选择

传统的大学科学教育的种种弊端应当引起人们的高度重视,面对知识经济的严峻挑战,大学科学教育必须作出选择。这个选择实质上是传统与现代的教育模式、教育理念、教育思想、教育价值观的一次全面而深刻的碰撞,它直接关系到下世纪我国大学科学教育的基本格局。这场改革不可能一蹴而就,但是如果固步自封、维持现状,是决无出路的。

**第一,建立以科学教育为核心的综合教育模式,培养具有良好科学素养的高级专门人才**

面对知识经济社会产业结构和技术结构的快速变化,当今科学发展的趋势是日益综合化、交叉化。笔者认为 21 世纪高等教育的人才培养模式应当是:更加注重科学素质培养的“宽口径”专业教育。拓宽基础科学教育应当成为变革的焦点与目标。这里的拓宽,既体现在自然科学、工程科学、人文社会科学等学科教育中科学基础的拓宽,又包容了由科学知识到科学方法、科学能力、科学素养的拓宽。科学教育是拓宽所形成的综合教育模式的核心。

着眼于培养全体大学生良好的科学素养,构建以科学教育为核心的综合教育模式,大学教育首先要按照“科学精神—科学方法—科学知识”的顺序导向,修正自己的培养目标,以提高大学生的科学素养;其次,把科学教育纳入文科、工科等各学科专业教学计划和课程体系,并有意识地开展以提高大学生科学素养为主题的第二课堂以及校园文化活动,积极设置辅修、理学双学位等多种教育形式,使科学教育落到实处;再次,淡化理科专业之间的界线,按教育部新颁布的专业目录,加快原有专业的拓宽与改造,按宽口径方向培养理工大学生,使大批基础扎实、专业前沿的复合型人才成为我国新世纪科学战线的生力军。

**第二,全面更新教育内容,大力推行“研究性教学”,培养洞悉现代科学精髓、精通科学方法的知识创新生力军**

大学科学教育模式的改革最终要落实到教学内容、教学方法的改革中去。为此,必须在以下两个方面大做文章。

(1) **加强基础,充实前沿——全面更新科学教育内容** 面对科学知识大量激增、层出不穷的教学背景,首先要从知识生成结构上区分知识的“源”与“流”,把一些最基本的科学概念、科学原理、科学方法强化到课堂教学中,让学生掌握最根本的科学知识,以不变应万变。其次在清理那些陈旧的教学内容时候,精选经典科学内容,不断充实科学研究最新成果,加快教材建设步伐。通过更新科学教育内容,提高教育质量,扩大学生的科学视野。

(2) **参与科研,探索未知——大力推行“研究性教学”** 大学教育要贯穿学生创新意识与创新能力

的培养,科学教学应该立足于让学生学会学习、学会研究,实现由注入式教学到“研究性教学”的飞跃。首先,教师在传授已有科学知识的时候,要充分发挥学生的主动性与创造性,引导他们利用已知的知识去探求对他们来说是未知的知识,鼓励他们利用新的方法、新的思路去获取这些知识,做到由已知达未知的统一。其次,教师应联系科学领域的最新动态进行教学,激发他们解决科学理论问题和实际问题的兴趣。再次,教师应结合自己的科研工作,引导学生(包括低年级本科生)参与部分研究工作,用其科研经历教育学生养成严谨的科学态度,传授他们搜索资料、查阅文献、设计与进行实验的方法与思路。近年来,一些重点大学开始了有益的尝试,如华中理工大学今年在 99 级本科专业培养计划中就首次把科学研究和科学活动引入正式的教学过程,以培养学生的科学素养与创新能力。<sup>[7]</sup>

**第三,充分利用科技资源优势,通过一切可能的途径为全社会的科学普及作贡献**

以全体国民为对象的科普是全社会的共同事业。历经 20 年改革开放的实践,在经济体制改革不断深化和社会结构转型逐步加速的今天,我国公众的科学素养水平已成为经济发展和社会进步的桎梏。现在,有识之士在大声疾呼加强科普工作;一些科研机构和企业在进行自己的科研、经营活动的同时也积极承担员工的科学培训工作;政府鼓励科学团体、新闻媒体宣传科学,探讨国家科普体系的建立。可以预料,在当代和未来知识经济时代,科学普及、科学教育必将发展成为一类新的宏大的第三产业。大学在科学教育方面有着无可比拟的科技、教育资源优势。大学应与社区、企业加强合作,充分利用函授大学、广播电视大学、夜大等丰富的教育形式和渠道,使用计算机网络、远程教育技术等现代教育手段,采用“走出去,引进来”的策略,拓宽科学教育对象与范围,传播先进的科学知识、科学文化,为全社会的科学普及作贡献。

### 参考文献

- [1]袁振国. 反思科学教育. 教育参考, 1999(1)
- [2]卢嘉锡. 当代科学发展与高等教育的教学改革. 高等教育出版社, 1995
- [3]凡丁. 科学家谈跨世纪的高等教育. 教育研究, 1996(2)
- [4]鲍道苏. 高等课堂教学必须引起重视. 中国教育报, 1999-3-19
- [5]王小力. 美国大学物理教学特色. 比较教育研究, 1999(1)
- [6]寿蓓蓓, 朱强. 我们自己的科学需要告知. 南方周末, 1999-1-15
- [7]华中理工大学学术委员会编. 关于对《制订 99 级本科专业培养计划的若干意见》的说明. 学术交流简报

(责任编辑 肖庆山)