

● 教育学

实验教学新体系与创新型人才的培养

——关于高校实验教学改革思考

成 金 华

(武汉大学 实验室与设备管理处, 湖北 武汉 430072)

[作者简介] 成金华(1947-), 男, 江苏南通人, 武汉大学实验室与设备管理处副教授, 主要从事高等教育管理研究。

[摘 要] 知识经济时代, 创新型人才有不同于以往任何时代的诸多特征。实验教学在创新型人才的培养中起着重要作用, 但其现状远远不能适应人才培养的需要。因此, 必须建立实验教学新体系, 从课程设置、教学内容、方法、手段及管理制度上实行全方位改革。

[关键词] 创新型人才特征; 实验教学现状; 实验教学新体系

[中图分类号] G 424 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5374(2000)02-0281-04

高等学校的本科教学分理论教学、实践教学和实验教学三个部分, 其中, 实验教学在教学计划中占有较大的比重。世纪之交, 教育部制订了《面向 21 世纪教育振兴行动计划》, 高校的实验教学如何适应国家知识创新体系及现代化建设的需要, 成为教学改革中受到师生关注的重要课题。

一、知识经济时代创新型人才的特征

21 世纪是知识经济时代。知识经济, 是指建立在知识和信息的生产、分配和使用上的经济。在知识经济时代, 知识即是最重要的生产要素, 它的重要性体现在创新能力上。因此, 相对于以土地资源为基础的农业经济和以原材料、能源为基础的工业经济, 它对创新型人才的培养提出了更高的要求。从认识论的观点看, 创新型人才是主体表现出在某些方面特别优异的状态, 具体说, 知识经济时代的创新型人才有这样一些特征:

1. 敏锐的洞察力。善于对事物进行科学的观察, 既有明确的观察目的, 又无先入为主之见, 始终保持观察的客观性和精确性。能不断地将观察的事实与已有的知识或假说联系起来思考, 把事物之间的相

似性、特异性、重复现象相比较, 发现事物之间的必然联系^[1], 这是知识经济时代创新型人才的首要特征。像弗莱明发现青霉素、伦琴发现 X 射线、伽伐尼发现生物电流一样, 他们总能抓住意外现象和事件的机遇, 穷追不舍, 作出新发现、新发明。

2. 积极的求异性。求异性, 是指特别关注客观事物之间的差异性与特殊性、现象与本质的不一致性、已有知识的局限性。知识经济时代的创新型人才往往要求能对司空见惯的现象和已有的权威性理论持怀疑的、有分析的、批判的态度, 对于未知领域、迷惑不解的现象有着强烈的探求兴趣。在思维方式上, 要求能采取反向思维的方式, 可以从已知甲事物同乙事物的某种联系, 反向推知乙事物同甲事物的另一种联系, 从而发现新的规律和技术^[1]。

3. 丰富的想象力。爱因斯坦曾经说过, 想象力比知识更重要, 因为知识是有限的, 而想象包括世界上的一切, 推动着进步, 并且是知识进化的源泉。知识经济时代的创新型人才也要求善于从客观事物中个别的、偶然的、现象的因素, 抽出一般的、本质的东西, 使之成为内容丰富的、具体形象的统一体。现代科学的研究对象已扩展到宏观和微观领域,

事物的现象与本质之间的联系更加复杂隐蔽。由于种种条件的限制,有的连模拟实验也难以进行,丰富的想象力同逻辑思维、数学推导等理论有机地结合,就越接近事物本质。正如恩格斯所说:“只要自然科学运用思维,它的发展形式就是假说。……如果要等待材料去纯化到足以形成定律为止,那就是要在此以前使运用思维的研究停顿下来,而定律因此也就永远不会出现。”^[2](第 336—337 页)

4. 独特的知识结构。一般说来,良好的知识结构包括扎实的基础知识、精深的专业知识、广泛的相关科学知识以及科学技术发展新成就的知识。知识经济时代的创新型人才也要求具有浓厚的获取各种知识的兴趣和欲望,比如搞社会科学的,要懂数学和计算机;搞自然科学的,要喜爱经济法律和人文艺术。特别需要指出的是,任何个人的知识总是有限的,科学发展的整体化、综合化要求科学工作者必须有目的地组织起集体研究形式。因此,创新型人才还要有团队精神,善于组织或参与由科学工作者组成的梯队,使个人的知识为集体创新活动服务。

5. 强烈的风险意识。随着市场经济的发展,人才市场已发生了根本性的变化。据统计,在市场经济比较发达的国家,平均一个人一生要换 5—6 次工作。创新型人才要摒弃终身制的传统观念,面对风险勇于竞争,百折不回,锲而不舍。

二、实验教学与创新型人才培养的关系

创新,可以看做是产生新设想的创新思维能力和创造新事物的创造技能。它可分为二种:一种是“特殊才能的创造力”,另一种是“自我实现的创造力”。前者指科学家、作家、艺术家等杰出人才的创造性,后者则指开发人的潜在能力。作为学校教育,尤其是本科教学,就是要在教学中发现、激励、开发和培养学生的“特殊才能的创造力”和“自我实现的创造力”,其核心是创造性思维、能力。因此,实验教学与创新型人才培养的关系,也着重体现在培养学生的创造性思维、能力等科学素养上。

在创造性思维培养方面,实验教学可以加强对 学生思维技巧的训练。思维有发散性思维和集中思维二种。实验教学中遇到的现象,多数需要发散性思维,如化学反应中外界的温度、湿度、光照度、溶剂的纯度、器皿的干洁等,都会改变反应条件,影响实验结果,这就要用发散性思维方式去思考、分析各种因素之间的关系。集中思维,往往是在诸多实验现象已经确定之后,归纳、总结出一些规律性的东西。

在创造性能力方面,实验教学可以对学生进行

动手能力、发现能力和发明能力的教育和训练。动手能力,是创造性能力的基础,古往今来的科学家的卓越成就,没有一个不是自己动手做出来的。尽管现在是信息时代,有很多现象可用计算机模拟,但这只能是一种辅助手段,要真正解决实验问题,还得靠自己动手实验。发现和发明是有区别的,发现是指找到、领悟了的自然现象、自然规律;发明是指采用已发现的自然规律,创造出新产品或某种技术、工艺的新构思。各学科浩瀚的实验内容中,贯串着前人的系统理论,融合着其他学科的知识、技术和方法。学生通过实验能受到探索求知的教育,树立创造志向,形成创新意识,激励自己去发现和再发现。同时,学生们通过教师传授、相互切磋,还能得到一定创造发明的技能和技巧的训练。

三、实验教学的现状和问题

建国以来,高等学校的教学领域曾进行过一系列改革,实验教学的地位和作用有了不同程度的提高。近几年,各校解放思想、大胆实践,在实验教学改革方面又取得了不少成功的经验。但是,社会已进入以创新为主要标志的知识经济时代,从总体上看,实验教学的现状还远远不能适应创新型人才的培养。

1. 教学思想和观念落后。具体说,(1)在教学模式上,固守“传道、授业、解惑”的传统观念,强调实验教学的目标是“验证理论、培养学生的动手能力、培养学生多种实验技能”,忽视对学生思维能力和初步的科研能力、创新能力的培养。(2)在理论和实际的关系问题上,没有恰当的平衡点,把实验教学只看作是对理论的验证,忽视实验对理论的补充、深化和发展作用。(3)在统一要求与个性发展的关系上,沿袭预习——讲解——实验——报告的传统教学方式,统得过死,不重视学生在教学活动中的主体作用,不利于学生主动性和创造才能的发挥。

2. 教学内容、方法、手段陈旧。具体说:(1)在教学内容上,忽视大纲和教材的建设。不少实验课仍是多年前编写的讲义,相当多的实验课没有教学大纲,有的也只有五六十年代、80 年代的大纲;现有的实验内容、项目陈旧,验证型实验项目偏多,有的课程甚至占 80% 以上,且都放在理论课之后。(2)在教学方法上,过于单一。传授知识多,培养能力少;注入式封闭式教法多,启发式开放式教法少。往往是学生按规定时间进实验室,教师讲解后,学生按实验讲义一步步地做下去,得出实验结果,写出实验报告,交给教师。这样,学生完全处于被动状态,激发不起学习兴趣,很少能发挥学生的主观能动性。(3)在教学手

段上,落后、陈旧现象更为突出。不少实验室的设备仍是七八十年代的,甚至是早已淘汰的,多数实验室还未配备计算机,也没有教学软件。很多演示实验,仍然需要教师做,缺乏普及的电化教学手段。教师上课,依然是黑板加粉笔,缺乏多功能的师生信息交流设施。处理实验数据,大多是手工或小型计算器操作,未普遍使用计算机。

3. 管理制度不配套。一是实验室资源配置不合理。长期以来,国家没有明确的实验室投入制度,学校投入多少只取决于自己的财力,而多数学校经费紧张,造成投入欠帐过多,设备陈旧,老化现象严重;同时,学校内部的教学实验室一般按课程设置,讲究“小而全”,有的院(系)基础课、专业课实验室就有数十个,这种管理体制又造成设备重复购置、资金不同程度的浪费。近几年,根据教育部的有关规定,很多学校都进行了基础课教学实验室评估,实验室实现了二级管理体制,上述现象有了转变,但专业课实验室变化不大,要真正实现资源共享,差距还很大。二是实验教学队伍的建设缺乏力度。多年来,不少学校对要不要专任实验教学教师,实验课教师能不能与理论课教师结合和融通,实验技术人员的职责是参与教学还是只管理仪器设备,如何计算教师和实验技术人员的工作量,如何设置岗位,如何有计划地进行培训,怎样确定职称、待遇方面的政策以稳定队伍等这些涉及到实验教学队伍建设的问题,缺乏研究和规划,致使这支队伍长期以来没有合理的年龄、学历、知识和技能结构,极不适应人才培养的需要。

四、构建实验教学新体系的规定性

针对实验教学的现状和问题,为培养面向21世纪全面适应现代化建设需要的创新型人才,应加大实验教学改革的力度。这种改革,不能孤立地、单项地进行,要构建一个新体系,这种实验教学新体系应遵循教育规律,有正确的目的性、整体性、层次性、稳定性、相关性、开放性。

1. 目的性。实验教学新体系的目的,是为了培养更多的创新型人才,它的整体结构和子系统结构都以此目的而构建、而存在,根据此目的而调整、而更新。

2. 整体性。实验教学新体系是一个统一的有机整体,诸组成要素,如课程、教学内容、教学方法、教学手段、实验室管理、教学队伍建设等,是它的各个部分,且从属于这个有机整体。忽视其中任何一个要素,忽视任何一个环节,都可能导致整个系统作用的减退和功能的紊乱。为此,就要始终注重研究各要素

之间的关系及各自在整个系统中的地位和作用,寻求诸要素之间的最佳结合,不断推进实验教学新体系的建设和发展。

3. 层次性。自然科学的发展已证实物质因质的区别和量的不同,其结构具有多层次的特征,呈层状态。不同层次具有各自的性质和遵守的规律,表现出不同的功能。实验教学新体系也是有层次的,由多层次的结构总合而成的。从课程结构上看,有教学大纲、教材、实验项目、实验内容;从实验项目上看,有设计型实验、综合型实验、验证型实验等。

4. 稳定性。物质构成因素的相互作用产生一定的结合能,使不同因素结合在一起形成一定的结构,从而使物质处于相对平衡状态,结合能越大,结构则越稳定^[3]。实验教学新体系有一个组建过程,当体系形成并稳定发展一段时间后,又会向不稳定变化,形成新的稳定。由一种稳定体系向另一种稳定体系转化,可以是通过对原有体系结构的逐步改造,也可能是以突变形式使原结构瓦解,诞生新的体系。

5. 相关性。如果把整个本科教学看做一个大系统,它则包含理论教学、实验教学、实践教学等要素,诸要素必然存在着相互联系、相互制约的关系。实验教学的改革,必须考虑到与其他要素特别是与理论教学的关系。要确定好课时分配的比例;要既改变实验课附属理论课的传统做法,又保持学科知识的系统性、整体性;要保留一定的验证理论课理论的实验,又要大幅度地增开综合型、设计型等提高型实验,对学生进行创造性思维、能力的训练。

6. 开放性。一个体系受到环境的作用,而又作用于环境,与环境发生物质、能量和信息的交换,这个体系就是开放体系,反之则称之为封闭体系。在当今的信息时代,任何封闭的体系和事物是没有生命力的。从以上阐述的几点也可以看出,实验教学新体系应是一个动态开放系统,教学必须开放,实验室也要逐步面向学校、面向社会开放,不断扩大与外部环境的信息交流,才能使实验教学发挥更大的效益。

五、实验教学新体系的设想

有了上述规定性,实验教学新体系的设想大致是:

1. 改变传统的单一对应理论课设置实验课的做法,实验课单独设课,有自己的教学大纲、教材。

2. 更新实验项目、内容,突破传统的验证型实验模式,开设多种类型的实验,实现实验教学的层次化。要大幅度地删减验证型实验。当前,作为第一步,可将验证性实验项目控制在1/3左右,用演示实验

来取代许多基本测量方法、公式验证的实验。要精心设计增开的综合型、设计型实验,这些提高型实验要注意融入本学科的最新发展知识、渗透相关学科的理论 and 技能,尤其要将教师科研中有利于培养学生创新能力的部分及时转化为实验内容,以激发学生的创新意识,使他们初步掌握科学研究的思维方式。

3. 改革实验教学刻板地、程序化的教学方式,推行启发式教学,鼓励学生自学、互相讨论。改革考试方法,允许多种形式的考查和考试,重平时成绩,重动手能力,重联想思维,重创新意识。要充分利用现代教育技术,将多媒体教学手段引入实验教学。

4. 改变基础课教学实验室附属教研室(系)的传统体制,在院(系)设立实验中心,实行校(院)、院(系)二级管理体制,有条件的学校可设立学校实验中心、兴建实验教学大楼,统管实验教学,实现资源共享。教学实验室要多设开放型实验,鼓励学生利用课余时间进实验室做自己有兴趣的实验。还要完善实验室的管理制度,努力使一批条件具备的实验室面向全校和社会开放,起到实验教学的辐射作用。

5. 加强实验教学队伍建设。新的实验教学课程体系、教学内容、教学方法、教学手段给实验教学队伍提出了很高的要求,必须用多种途径下大气力改善实验教学队伍结构,尽快提高人员素质。首先,可试行动态的专兼职结合的队伍模式,鼓励教授、资深教师、博士研究生上实验课,硕士研究生辅导实验课;其次,引入竞争机制,推行聘任制,通过竞争,让热心教学、动手能力强、学术思想活跃、科研水平高的教师上岗执教;三是制订培训计划,改变现有教师

和实验技术人员知识结构,着重补充外语、计算机、新技术、学科前沿、相关学科的知识,使他们适应实验教学改革的需要;四是引进校内外人才,补充青年教师、实验技术人员,包括部分具有创造能力的能工巧匠。

6. 建立科学的评价标准。改革是一个事物取代另一个事物的过程。历史的经验表明,不是所有的改革都是正确的,衡量改革正确与否的唯一标准是实践。构建实验教学新体系,是本科教学领域的一项重大改革,应有科学的、客观的评价标准。它应包含二个方面的内容:从人才市场的调查,看实验教学改革是否加强了学生的素质教育,培养了学生初步的创造思维和能力,提高了教学质量;从实验教学人、财、物的配置,看是否符合学校整体综合改革目标,提高了办学质量和效益。为了便于操作,这个评价标准还应有以量化为主的指标体系。

我们正处在世纪交替的伟大时刻,教育工作者任重道远。要使实验教学适应创新型人才的培养并在新世纪有所作为,需要大家共同努力。只要我们坚持探索和实践,实验教学改革的理论模式就有可能成为实际可运行的模式。这是笔者的初衷。

[参 考 文 献]

- [1] 杨年. 论创造性思维的特征[J]. 中州学刊,1983,(3).
- [2] [德]马克思、恩格斯. 马克思恩格斯选集:第4卷[M]. 北京:人民出版社,1995.
- [3] 刘敬复. 高等教育结构分析[J]. 北方论刊,1985,(1).

(责任编辑 叶娟丽)

New System of Laboratorial Teaching & Cultivation of Creative Talents

CHENG Jin-hua

(Department of Laboratory and Equipment Management, Wuhan University, Wuhan 430072, Hubei, China)

Biography: CHENG Jin-hua (1947-), male, Associate professor, Department of Laboratory and Equipment Management, Wuhan University, majoring in the management of higher education.

Abstract: Compared with any former ages, the creative talents in intellectual economic era have many specialities. Laboratorial teaching is playing a very important part in the cultivation of creative talents, but the present conditions can't satisfy the cultivation of talents by far. So, we must establish a new system of laboratorial teaching, and take an omnibearing reformation at the course-setting, teaching content, method, means and management policy.

Key words: characteristics of creative talents; present conditions of laboratorial teaching; new system of laboratorial teaching