

# 物理实践教学与创新人才培养

欧保全, 周艳丽, 吴伟

(国防科学技术大学 理学院, 湖南 长沙 410073)

**[摘要]** 在培养创新实践能力突出的新型军事高科技人才中, 实践教学具有举足轻重的地位, 贯穿我校本科人才培养的全过程。在对比分析国内高校物理学科实践教学现状的基础上, 针对我校物理学科实践教学的特点和当前存在的主要问题, 提出了充分发挥各级实验室实践教学作用, 助力创新型人才培养的基本思路。即从改革基础课实践教学内容、提升专业课程实践教学比重、完善综合实践平台建设和衔接科研实践项目等几个方面来探讨实验室实践教学的作用, 构建循序渐进的实践教学体系, 培养创新型人才。

**[关键词]** 物理实验室; 实践教学; 基础实践; 专业实践; 综合实践; 科研项目实践

**[中图分类号]** G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2013)S0-0015-04

## Take Full Advantage of Physical Laboratories in Practical Teaching to Speedup the Cultivation of Innovative Talents

OU Bao-quan, ZHOU Yan-li, WU Wei

(Department of Physics, College of Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

**Abstract:** The practical teaching courses play an important role in the cultivation of high-tech military talents with excellent innovative ability. In fact, the practical teaching courses last for almost four years in the undergraduate courses in the National University of Defense Technology (NUDT). This paper studied the status of the practical teaching courses in physics in different universities in China, and finds some ways to solve the problems in the same courses in the NUDT. The core of the suggested new way is taking full advantages of physical laboratories in the teaching processes, detailed ways include renewing the contents of junior practice courses, increasing the percentage of practical courses in senior undergraduate courses, completing the integration practical courses and enhancing the research program practice. When different types of physical laboratories are fully functioning in the practical teaching system, the innovative talents will be boosted up in the near future.

**Key words:** physical laboratory; practical teaching; junior practice; senior practice; integration practice; research program practice

### 一、引言

我校新一轮本科人才培养方案突出了“精英教育”的要求, 提出培养“厚基础、重实践、强能力”的军事指挥和工程技术人才; 强调培养创新实践能力突出、能适应信息化军队建设要求、能打赢信息化战争的高素质人才。新培养方案突出加强了实践教学环节, 要求实践教学环节学时比例达到总学时的35%以上<sup>[1]</sup>。新一轮军队院校编制体制调整改革后, 我校作为少数几个保留的军队综合性院校之一, 承担着培

养“科学文化素质走在全国高校前列”和“军事基础素质走在全军院校前列”的卓越军事指挥人才和(军事)工程师的使命, 其核心是培养创新实践能力突出的高素质人才。学校育人的主阵地在教学, 传统教学模式只着重知识的灌输, 忽视实践能力的培养, 因此改革传统教学模式, 突出实践教学模式是培养创新实践能力突出的人才的必由之路<sup>[2]</sup>。

实践教学模式与传统的理论教学模式相比, 在教学内容、教学方法、教学资源、教学评价体系等方面有很大的不同。实践教学对教学条件的软硬件依赖性

**[收稿日期]** 2013-08-05

**[作者简介]** 欧保全(1977-), 男, 广东韶关人, 国防科学技术大学理学院讲师, 博士, 主要研究方向为离子阱量子计算、量子精密谱。

更强,囿于办学条件与办学理念的限制,上世纪末,我国大部分高校实行传统的理论教学模式,结果人才培养的质量流于平庸,甚至出现了“高分低能”、与就业单位要求格格不入的现象。进入新世纪以来,随着我国综合国力的增强,与世界各国的交流越来越频繁,人才的竞争越来越激烈,创新实践能力的人才需求越来越旺盛,国家启动了多轮次的教学改革,资助多所学校建设实践教学实验室、实验中心等。我校作为军队综合性大学,培养的人才就业岗位明确,实践能力要求更加突出,依托国家和军队的支持,建设了如数理实验教学中心、机械工程训练中心、信息中心等大批实践教学中心和实验室,在人才培养方面做出了突出贡献。

面对军队建设信息化部队、打赢信息化战争的新要求,如何进一步提升我校人才培养质量,本文从物理学科实践教学现状出发,提出了充分发挥各级实验室实践教学作用,助力创新型人才培养的基本思路,以期对我校人才培养和教学改革有所启发。

## 二、国内外高校物理学科实践教学现状

2005年以来,教育部在高校中开展国家级实验教学示范中心建设和评审工作,为推进实验教学改革,完善各类实验教学体系,培养学生动手能力、实践能力和创新能力打下了基础。经过近几年的发展,实验教学示范中心在推动教学理念转变、培育创新型人才培养环境、提高实验教学和管理队伍水平等方面起到积极作用。下文考察了国内几所著名高校物理学科实验教学示范中心开展实践教学情况<sup>[3]</sup>与国外一流大学物理实践教学情况,对比本校数理实验中心建设实际情况,取长补短,为提升我校教书育人水平提供参考。

北京大学物理实验中心开设的课程内容有面向非物理类学生的“基础物理实验”和面向物理类学生的“普通物理实验”、“综合物理实验”和“近代物理实验”等课程。为加强学生创新实践能力培养,中心将本科四年的物理实验教学统一规划,打破了原普通物理实验中的力、热、声、光、电之间,普通物理实验与近代物理实验之间,以及近代物理实验与专门化实验之间的界限,对这些物理实验课程进行了重组、融合,建立了新的课程体系。新的课程体系在“基础物理实验”课中加入了近代物理实验的内容,结束了过去非物理类学生接触不到近现代物理内容的历史;除了在“普通物理实验”中增加了设计性实验的内容外,还为高年级本科生增设了一门研究型的选修课“综合物理实验”,在“近代物理实验”课中也加入了研究型实验模块,大大加强了对学生创新能力的培养。

清华大学实验物理教学中心建立了“基础物理实验”、“近代物理实验”、“高等物理实验”的三级平台,同时有物理演示实验室和教学天文台。中心开设了极具特色的研究训练环节,包含SRT(学生研究训练)、Seminar(研究讨论发表会)、小学期研究训练等。这些研究环节是实验物理课程教学的深入与提高,与实验课程相辅相成,有机结合成为一个整体,使整个本科阶段实验教学不断线。在教学改革实践中,该中心提出了“同科研相结合的实验教学”理念,设立研究型实验来启迪学生的创新精神和独立解决问题的能力。在教学实验中渗入科研前沿的内容和技术手段,把科研成果转化为实验教学课题,使学生接触科研的飞速发展,促进他们对科研的兴趣,提升他们献身科研的动力,为培养一流创新型人才服务。

南开大学物理实验教学中心采用“自制、自拟、自组、开放”的实验室建设和实验教学模式,即教师自制教学仪器,学生自拟实验方案,实行自组、开放的实验教学模式,建立了完善的实验教学体系。同时中心结合南开大学本科生“百项工程”科研创新,由相关任课教师拟定科研创新题目,组织学生参与,使学生获得科研训练工作体会。学生利用上述平台开展创新型实验课题,提高了创新意识和创新能力。

美国著名大学如哈佛大学、麻省理工学院等<sup>[4][5]</sup>,物理实验课程设置一般包含几个层次:课堂演示实验、普通物理实验、近代物理实验和科研性课题实验。给低年级本科生开设的物理课程中,演示实验往往采用体量较大的实验教具、实验方法十分巧妙,效果是给学生带来强大的冲击力,特别能引起学生的注意和思考。普通物理实验内容简单,学生只需要完成6个左右的实验内容,注重教会学生建模和进行科学思考,主要目的在于提高学生兴趣。近代物理实验和科研兴课题实验大部分紧贴物理学发展前沿,许多内容与诺贝尔奖有关,尤其注重结合本校科研方向,许多实验内容由任课教授多年科研成果转化而来,学生在教授的指导下,从事创造性的实验工作,从而极大地激发了学生对实验工作的兴趣。

国防科技大学是传统的工科强校。依照钱学森提出“按学科设系,理工结合,加强基础,落实到工”的办学精神,1978年在长沙组建国防科技大学以来,经过几十年的发展,形成一批优势工科专业,如计算机、电子工程、自动化等,培养了一大批优秀的科技人才,取得了大量高水平的科研成果。学校理科实践教学体系在“十一五”以来取得了长足进展,如率先建成全军唯一的“数理实验中心”和“数学建模创新实践基地”。依托数理实验中心建设,实验物理教学实验室不断发展壮大,形成了大学物理实验室、技术物理实验室、近代物理实验室和演示物理实验室等

多个层次实验室，为全校各专业本科生提供了从基础物理到近代物理的实验内容，同时结合学校军队院校性质，开设了极具特色的军事技术实验内容。此外，数理实验中心还建设了大学物理实践创新基地，依托创新基地，我校学员在全国大学生物理学术竞赛、全国“挑战杯”竞赛屡获佳绩。

总体而言，国防科技大学物理实验中心的软硬件条件建设走在全国高校前列，但是与国内顶尖大学相比，我校物理实验中心存在实践教学内容较单一，实验室开放程度不足，与高水平科研实验室的衔接不足等问题。

### 三、让更多学生走进实验室，助力创新型人才培养

针对我校物理实践教学存在的不足，本文从改革实践教学内容、完善实践教学体系等方面进行了思考。期望让更多学生走进实验室，助力创新型人才培养。

#### （一）改革公共基础课实践教学内容，拓宽、夯实学生实践能力基础

我校大学物理实验课程的层次设置采用从易到难，从简单的可预见结果的基本实验到较难的综合设计性实验；同时结合我校特点，开辟了军事系列物理实验；除此之外，还提供少量的小课题研究性实验和利用现代计算机技术开展的网上物理虚拟实验，作为实验室操作的补充和完善。自编教材《大学物理实验》于2004年出版、2008年再版，已被选入教育部“国家‘十一五’规划教材”，在多年的军队科技人才方面起到良好的作用。随着军队院校编制体制调整、人才培养目标的调整，学历教育合训人才培养已成为学校的重要任务，本科学员的成分较以往发生了明显变化，专业涵盖理、工、文、管、医学等学科专业，学员成分包含各军兵种，学员来源不再只是生长干部学员，还包含战士学员等。因此面对新的授课对象，教材内容亟需进行改革。

教材内容设置应根据学员的不同专业背景、任职经历、培养目标而有所不同。对于技术类学员而言，打牢坚实的数理基础是提升其创新实践能力的本源。例如可借鉴北京大学在“基础物理实验”课中加入近代物理实验的内容的方法，为非物理类学员创造接触近代物理前沿技术的机会，有益于拓宽学员视野。而对于合训类学员，适当增加与军事高科技知识相关的实验内容，或者贴近部队信息化建设、贴近部队新装备建设的基础内容，有益于夯实学员创新实践能力的基础。

#### （二）提升专业课程实践教学比重，培养学生实践能力

面向高年级本科生的《技术物理实验》课程由

综合设计性实验、军事技术实验和智能化测量物理实验三个实验系列构成，涉及大学物理各个学科和近代物理内容，进一步提高学生实践创新能力。

与国内顶尖大学相比，专业实践课程课时量偏少，内容也偏单薄。提升专业课程实践教学比重可借鉴清华大学设立“近代物理实验”、“高等物理实验”方法，增设一门专业实验课程，提供学生从学习阶段到研究（就业）阶段过渡的实践训练机会。

在提高学员创新实践能力、培养拔尖科技人才方面，学校设立了“钱学森创新拓展班”。大学物理实验中心承担了“钱学森班”的实验物理教学任务，目前钱学森班低年级学员采用的是国外原版教材内容进行学习，而高年级学员的实践教材还需编制完善。可借鉴清华大学“同科研相结合的实验教学”思想和南开大学“自主实验”的思想，由教师提供研究型课题、项目，学生自主完成实验的方法，可有效启迪学生的创新精神和独立解决问题的能力

#### （三）完善综合实践创新平台建设，培养拔尖人才

以物理创新实践基地、数学建模创新实践基地等为代表的学校综合实践创新基地为学员参加全国大学生物理学术竞赛、全国“挑战杯”竞赛、各级数学建模竞赛等提供了组织和培训平台。近年来，数理创新实践基地培养学员参加自主创新和学科竞赛700多人，自主创新项目超过70项。参加各级竞赛的学员多次获得湖南省、国家级大奖，并在国内期刊和核心期刊发表论文40余篇，在全国产生了广泛影响。

上述综合创新实践平台建设为学校培养拔尖人才提供了很好的经验。但是与学校人才培养规模还不相适应，还需进一步完善。以物理创新实验基地为例，首先，创新基地专职教员配备偏少，目前年培训学员量仅400余人，年指导优生、参加学科竞赛学员仅30余人。其次，创新实验基地条件建设不足，参加指导的教员和学员经常苦于没有足够的专业仪器设备而无法开展更好的实践课题研究。

#### （四）衔接科研实践项目，升华学生创新能力

高校培养实践创新人才的另一个重要基地是专业科研实验室。与教学实验室相比，科研实验室仪器设备更复杂精密，实验设计思想、实验手段更精细巧妙。开放科研实验室有助于学生体会科研工作的先进理念和技术，利于培养学生的综合思维、创新能力和科研素质<sup>[6]</sup>。另一方面，将科研实验室的最新成果转化为学生实践教学项目，有利于拓宽学生知识面，提高学生分析和解决实际问题的能力。

我校承担着大量国家和军队科学研究项目，建设了大量的水平国防科技实验室，如何发挥这些专业实验室在培养学生创新实践能力的作用，地方高校如清华大学、南开大学提供了很好的参考。就物理学科

而言,我校原子分子物理、量子信息、高能量密度物理和信息物理等研究方向经过十几年发展,取得了长足进展,最近我校物理学科进入ESI学科排名前1%行列。物理学各研究方向均建立了科研实验室,并初步取得了国内一流、国际前沿的实验研究成果。把这些科研成果经过改造转化为实践教学案例,如将量子保密通信实验、纠缠光子对产生实验、THz探测技术实验等建设成为信息物理实验模块,将为我校培养新型创新人才提供动力。因此,拆除科研实验和教学实验之间的壁垒,让更多学生走进科研实验室,让更多工作在第一线的科研人员走入课堂,有利于升华学生创新能力,打造人才培养的新高度。

#### 四、结束语

目前,国内教育改革进一步深化,着重培养学生创新精神与实践能力,以满足我国的经济、科学技术和社会发展所需的创新型人才,满足建设创新型国家的需要。教育界充分认识到实验、实践教学是创新型人才培养的关键环节。国内一流高校经过几年的改革探索,逐步形成了各具特色的实践教学人才培养体系。借鉴一流高校改革经验,针对我校物理学科实践

教学的特点、我校人才培养的新要求,提出了充分发挥各级实验室实践教学作用,助力创新型人才培养的思路,从教学内容改革、完善课程体系建设、创新科研实验室管理等方面来构建循序渐进的实践教学体系,培养创新型人才。

#### [参考文献]

- [1] 国防科技大学2012本科人才培养方案[M].长沙:国防科技大学,20.
- [2] 张亚飞,赵俭,华丹.军队综合大学教育转型的回顾与展望[J].高等教育研究学报,2010,33(1):4-6.
- [3] 刘振祥,沈志,王月.全国十所大学物理实验中心资料[M].长沙,国防科技大学理学院,2010.
- [4] 韩忠,黄佳木,何光宏.哈佛大学物理实验室考察与我国物理实验教学的思考[J].实验室研究与探索,2011,30(7):361-364.
- [5] 俞熹,乐永康,冀敏,马世红.美国大学物理教学和管理考察报告[J].物理实验,2013,33(4):14-20.
- [6] 丁道一,何焰兰,黄松筠,郑浩斌.构筑一个完整的金字塔教学体系——教学实验与科学实验接轨[J].高等教育研究学报,2011,34(1):77-79.

(责任编辑:胡志刚)

(上接第9页)

地球变暖的成因,获得了地球变暖不完全是二氧化碳造成的结论;有学生研究了作为军校大学生如何科学安排训练和学习时间能够效果最好;还有课程大作业经过修改后被《数学的实践与认识》录用。

课程大作业的考核方式,既考查了学生对学习内容的掌握和理解程度、应用所学知识提出问题、分析问题和解决问题的能力,也激发了学生从事科研的兴趣和创新精神,培养了学生独立自主的学习能力、文献检索能力,极大地锻炼了学生的团队合作意识、交流能力和组织能力,弥补了传统考核方式的不足。

#### 五、结束语

教学实践证明,在教学过程中不能忽视本科生潜在的创造力,而批判性思维能力是创新的源动力。大学各专业虽然差异很大,各专业也有不同的分支,但不可否认的是,它们都需要批判性思维。我国著名学者胡适认为,高等教育的目标就是培养学生的批判性思维。利用本科导师制,通过学生与导师共同的学习、生活,习得良好的学习习惯、学术规范,以及明确自己的人生规划,培养学生具有批评性思维的能力。

#### [参考文献]

- [1] 刘全慧.本科生中蕴藏着无限的创造力[DB/OL].科学网博客,http://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=

3377&do=blog&id=552303.

- [2] 朱文娟,罗倩.复旦学子郭泽宇解决“最小曼哈顿网络问题”辅导教授否认“世界级”[N].青年报,2009-6-24.
- [3] 黄兴华.中南大学22岁学生成我国最年轻正教授级研究员[DB/OL].新华网,[2012-3-20].http://news.sina.com.cn/c/2012-03-20/180524145810.shtml.
- [4] 刘宝存.为未来培养领袖:美国研究型大学本科教育重建[M].北京:高等教育出版社,2011:33-35.
- [5] 朱邦芬.对培养一流拔尖创新人才的思考[J].水木清华,2010(6):32-37.
- [6] 耶鲁校长点评中国留学生:缺少批判性思维[N].人民日报海外版,2011-6-1.
- [7] 原春琳.李政道率名教授试答钱学森之问[N].中国青年报,2010-11-11.
- [8][9][14] 郭立场.时评:中国大学生为何缺乏质疑精神[N].中国科学报,2012-5-18.
- [10] 黄莹,李芮.建立在学院制和导师制上的卓越学府——访英国牛津大学[DB/OL].新华网,[2011-4-21].http://www.jxkp.com/ShowNews\_20320.html.
- [11][12] David Palfreyman.高等教育何以“高”——牛津导师制教学反思[M].冯青来,译.北京大学出版社,2011:1-12.
- [13] 李斌.中美研究型大学差在哪儿来源[N].中国青年报,2012-5-16.
- [15] 佚名.学习成绩不佳的数学大师——埃尔米特[DB/OL].中国故事网,[2007-11-19].http://news.juren.com/200711/22956.html.

(责任编辑:卢绍华)