

高等教育热点问题研究丛书

中华人民共和国教育部高等教育司高等教育专题研究项目

开放·创新

—— 实验教学新模式

◆ 郑家茂 熊宏齐 等著



高等教育出版社

高等教育热点问题研究丛书
中华人民共和国教育部高等教育司高等教育专题研究项目

开放·创新 —— 实验教学新模式

◆ 郑家茂 熊宏齐 等著

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

开放·创新——实验教学新模式 / 郑家茂、熊宏齐等

著. —北京: 高等教育出版社, 2009.12

ISBN 978-7-04-026871-3

I. 开… II. ①郑…②熊… III. 高等学校 - 实验课 - 教学研究 IV. G642.423

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 187144 号

总 策 划	肖 娜 熊 威	策划编辑	高云峰	责任编辑	刘柏才
封面设计	于 涛	版式设计	王 莹	责任校对	刘 莉
责任印制	韩 刚				

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 12.5
字 数 140 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009 年 12 月第 1 版
印 次 2009 年 12 月第 1 次印刷
定 价 29.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 26871-00

内 容 提 要

本书基于我国高等教育发生历史性跨越的背景分析,对我国高等学校实验教学的现状和发展进行了全面系统的研究;揭示了高等学校实验教学对培养学生的创新意识、创新思维、创新技能、创新品格的重要作用,阐述了高等学校实验教学开放与创新的重要性;调研了我国高等学校实验教学的基本情况,理清了制约实验教学开放与创新的主要因素;对高等学校开放式创新性实验教学的课程体系、实验项目类型、教学模式的若干概念进行了初步厘析;从实验教学课程体系、实验教学队伍、实验室条件与环境、实验教学的信息化平台等方面提出了高等学校开放式创新性实验教学体系建设的基本构架与建设思路,介绍了一些具有借鉴作用的建设案例;从认识、基本要素建设、政策机制建设等方面提出了推进我国高等学校开放式创新性实验教学的若干建议。

本书适合高等教育办学者和管理者,特别是高等学校的领导、负责实验教学与实验室建设的管理部门和广大教师阅读,也可供高等教育领域的理论工作者及研究人员参考。

中华人民共和国教育部高等教育司
高等教育专题研究项目——高等学校开放式
创新性实验教学体系的研究与实践
课题组名单

课题总指导

张尧学 教育部高教司司长 中国工程院院士

课题指导

杨志坚 教育部高教司副司长

孙丽为 教育部高教司实验室处处长

课题组组长

郑家茂 东南大学副校长 教授

课题组成员

熊宏齐 王兴邦 王秀平 陆国栋 张文桂 李津石

张陵 戴玉蓉 高东锋 孙健 鲍洪刚

前言

这本《开放·创新——实验教学新模式》，是教育部委托东南大学副校长郑家茂教授主持的高等教育教学改革专题项目“高等学校开放式创新性实验教学体系的研究与实践”（教高函[2005]23号）的研究成果。在历时三年的研究期间，教育部高教司张尧学司长、杨志坚副司长多次提出指导意见，高教司实验室处孙丽为处长、李津石副处长直接参加到课题组中，共同开展具体的项目调研与研究。北京大学、北京化工大学、浙江大学、西南交通大学、西安交通大学有关人员参加了课题的研究。项目组的研究分两条线展开：一条是对全国普通高等学校实验教学和实验室建设的现状进行调研，采取座谈会、访谈和问卷调查等方式开展，江苏、浙江、四川、陕西、湖北、广西、重庆、湖南、北京、安徽、上海、湖北、吉林、福建等地的160余所高等学校参与其中；另一条是针对调研结果进行理论分析及实践探索，在北京、南京、西安、贵阳、成都五地召开了六次专题研讨会。研究人员还参加了教育部、财政部有关国家级实验教学示范中心、大学生创新性试验计划等质量工程项目的设计与运行机制等相关研究，为项目成果的丰富提供了重要基础。经过三年的研究积累，取得了初步成果，形成了研究报告。

本书分为八章。第一章明晰了高校实验教学在创新性人才培养中的作用，强调了实验教学对于激发学生的创新意识，拓展学生的创新思维，增长学生的创新技能，涵养学生的创新品格方面的作用，是其他任何教学形式所不能替代的。第二章研究了高等学校开放式创新性实验教学的主要特征，即实验内容多源化、实验项目层次化、实验过程自主化、

实验方法多样化、能力评价科学化、教学管理信息化。第三章理清了当前影响开放式创新性实验教学的主要因素。第四章阐述了高等学校开放式创新性实验课程体系建设的基本思路。该章对实验项目类型及其作用、实验教学模式概念进行了初步厘析。强调应遵循认识规律和教育规律,运用系统科学的方法,结合专业特点,根据实验教学活动各环节的地位、作用及相互联系,系统地构建开放式创新性实验教学课程体系。应立足于给学生提供相对系统的基本知识体系,构建由不同实验项目或课程有机联系的能力与素质培育体系,以期有利于学生学习,并形成在相关领域继续学习的稳定的能力基础和行为习惯。系统性的体现主要包括在对实验内容的选择和教学的安排上。实验教学内容选择需要注意七个协调,即:实践与理论的协调、基础与前沿的协调、经典与现代的协调、单项分解原理与综合设计创新的协调、个体为主操作与群体合作的协调、科学原理与实验技术综合应用的协调、循序渐进学习与研究探索创新的协调。实验教学环节的安排要实现六个突出,即:突出早、突出开放、突出课内课外一体、突出基本训练基础上的研究与探索、突出综合、突出创新。开放式创新性实验教学课程体系不仅要做到实验教学活动各要素之间的协调统一,还要从人才的全面素质和能力发展的要求出发,注意教学各个环节的相互配合,强化彼此之间的内在联系,注意实验教学与理论教学的相互支撑和互相渗透,与教学内容和课程体系改革相适应,使实验教学体系既相对独立,又与理论教学相得益彰。第五、六、七章研究了高等学校开放式创新性实验教学保障体系的建设框架。提出了建设开放式创新性实验教学的队伍组成模式,提出了建设开放式创新性实验设备与环境的建设方式,构建了适应开放创新性实验教学的信息化平台建设框架体系。第八章就开放式创新性实验教学的体系建设、队伍建设、条件环境建设、

网络助学与管理平台建设以及实验教学与实验室建设的统筹规划与管理、政策和制度支撑提出了若干建议。

由于是首次对我国高等学校开展开放式创新性实验教学的已有基础、存在问题以及改革模式进行研究,加之项目调研工作量大,覆盖面广,所研究的对象涉及我国高等学校实验教学建设与管理诸多方面,研究成果难免存在一些不足。希望本研究报告能够起到抛砖引玉的作用,借助广大高等教育工作者的智慧,共同推进我国高等学校实验教学改革与建设工作的不断深入,为建设创新型国家、培养高素质的创新人才做出积极的贡献。

“高等学校开放式创新性实验教学体系的研究与实践”项目组

二〇〇九年五月七日

目 录

第一章 创新性人才培养与高校实验教学·····	1
第一节 创新性人才的能力素质要素 ·····	1
第二节 高校实验教学的开放与创新 ·····	7
第二章 开放式创新性实验教学与传统实验教学的比较·····	14
第一节 开放式创新性实验教学的内涵 ·····	14
第二节 开放式创新性实验教学与传统实验教学 ·····	16
第三节 开放式创新性实验教学的特征 ·····	17
第三章 当前影响开放式创新性实验教学的主要因素·····	20
第一节 实验教学内容与课程体系 ·····	20
第二节 实验队伍结构与政策措施 ·····	24
第三节 实验教学管理与条件环境 ·····	29
第四章 面向创新人才培养的实验教学·····	34
第一节 实验教学项目的创新 ·····	34
第二节 实验教学课程体系的创新 ·····	55
第三节 实验教学模式的创新 ·····	70
第五章 开放式创新性实验教学的队伍建设·····	95
第一节 实验教学队伍的要求 ·····	95
第二节 实验教学队伍的构成 ·····	97
第三节 实验教学队伍的组织 ·····	99
第六章 开放式创新性实验教学的条件与环境·····	111
第一节 构建开放适用的设备条件 ·····	111

第二节 构筑人性化的实验环境	115
第七章 开放式创新性实验教学的信息化建设	122
第一节 资源的信息化和管理的网络化	122
第二节 实验室网络基础平台建设	128
第三节 计算机 TA 教学指导模式	132
第四节 远程实时控制实验	135
第五节 信息化、网络化辅助实验教学案例	139
第八章 推进开放式创新性实验教学的若干建议	152
参考文献	157
附件一:调研高校名单	165
附件二:被调研高校信息采集内容	168
附件三:高等学校实验教学与实验室基本状况调研表格	169
附件四:开放式创新性实验教学调查表格	178
附件五:发表的研究论文	182
后记	185

第一章 创新性人才培养与 高校实验教学

伴随着知识经济时代的到来,在世界各国综合国力的竞争中,人才,特别是创新性人才被越来越多的国家视为战略性资源和决定性因素。正是在这样的背景下,创新性人才及其培养,近年来受到心理学、教育学、科技教育界专家乃至各国政要的广泛关注。然而,对于什么是创新性人才,人们并没有给出确切的定义。一般认为“人才”是指有才学,有能力的人;创新性人才,则指掌握一定的专门知识和专业技能,在社会实践中能够弃旧图新,以自己的创新性认识和劳动,对利用和改造自然,或对推动社会的进步作出贡献的人。

在高等教育教学中,怎样有效进行创新性人才培养,尽管仍处在探索 and 实验阶段,但各种形式的实验教学在学生创造性发展中的重要支撑和基础作用是毋庸置疑的。

第一节 创新性人才的能力素质要素

一、对相关概念的界定

鉴于我国关于“创新”概念应用的泛化,以及课题研究目标的有限

性,本课题组认为,有必要在已有文献和研究成果的基础上,对本课题进行中将涉及的相关认识和相关概念作如下理解和界定。

1. 创新

创新,就是想出新方法,建立新理论,做出新成绩或产生新作品。

创新活动是根据一定的目的,运用已知信息,产生出某种新异、独特、有社会价值或个人价值的产品的活动。

需要说明的是,在我国的语义中,“创造”和“创新”没有本质的区别,尤其是用以定义人才类型的时候,如“创造性人才”和“创新性人才”可以理解为同一类型的人才,意指有创新意识和创新能力的人才。创新能力,应是指对已积累的知识和经验进行科学的建构和加工,产生新概念、新知识、新思想和新产品的能力。

2. 创新过程

创新过程是一种在创新意识、创新思维、创新技能和创新品格共同作用下,从萌发创新动机到实施创新蓝图的系列活动。创新过程受到创新者的生活阅历、教育经历、秉性才情、审美趣味以及身心状态、情绪心境等种种因素的制约,创新主体无意识的心理活动也起着重要作用。作为一种精神生产活动,它还受到民族传统文化传统、时代精神趋向和社会需要追求等因素的影响。创新过程一般分为4个阶段:(1)准备阶段,即对创新领域相关现象的观察体验;(2)酝酿阶段,即创新动机的形成;(3)明朗阶段,即内心意向和未来作品蓝图的构思;(4)验证阶段,即作品形态的表达完成。

3. 创新主体

创新主体指创新中占主导地位的人。创新者的主体性是由创新性产品生产的创新本质决定的。只有当人能够自由实现其创新意图,

自觉地按照作品的规律来操作时,他才成为一个创新主体。丧失了主体性,作者的创新就会沦为毫无新意的、依附于某些外在目的的工具性操作。

4. 创新个性

创新个性指创新者持有的气质禀赋。生活阅历和审美旨趣等主观因素在创新过程和成果中体现出来的独特性,是产生独特风格的内在根据。其形成和发展既受时代历史的客观条件制约,又与创新者主观方面的自觉探索和追求密切相关。

5. 创新性人才

创新性人才指掌握一定的专门知识和专业技能,在社会实践中能够弃旧图新,以自己的创新性认识和劳动,对利用和改造自然,或对推动社会的进步作出贡献的人。

二、国内外学者对创新人才能力素质特征的认识

据查,国外有关文献还未见有和我们的“创新性人才”或“创造性人才”相对应的概念,一些相关概念也大多是从心理学角度描述创造性思维的特征,创造性人格的特点,如“creative mind”(有创造力的头脑)、“creative man”(有创造力的人)、“critical thinking”(批判性思考)等。

美国心理学家吉尔福特认为创造性人才特点包括:(1) 敏感性,极易感知和接受新事物,发现新问题;(2) 流畅性,思维敏捷,反应迅速,对于特定的问题情境能产生多种反应,或提出多种答案;(3) 灵活性,有较强的应变能力或适应能力,能发挥自由联想;(4) 独创性,产生首创、新奇、罕见的观念和成就;(5) 再定义性,发现特定事物的多种使用

方法的能力;(6) 洞察性,透过事物的表面现象,认识其内在本质、特性或多样性。

德国教育家雅斯贝尔斯认为,能够做出新成就的人一般具有的特征是:(1) 基本的科学态度,即客观地认识和分析事物,具有怀疑和质问一切的勇气,具有创造精神,实事求是,反复推敲,对相反的可能不断斟酌和自我批评,对事物进行谨慎而有保留的判断;(2) 独立性和个人责任感;(3) 广泛的知识,既包括整体知识,又包括专业知识和技能;(4) 适宜的个性特征,如倾听争辩、理解力、从别人的角度考虑问题的能力、诚实、遵守纪律和坚强等。

英国教育家纽曼认为,绅士型的领袖和学者就是“会思考、推理、比较、辨别和分析,情趣高雅,判断力强,视野开阔的人”,他们不但掌握普遍的完整的知识,而且智力高度发达,充满智慧和思想,富有勇敢、公正、客观和正直等优秀品质。据称,牛津大学、剑桥大学正是遵循纽曼的理念,才将“探索、挖掘和开发学生的潜在能力,激励个人的创造性精神”确定为办学指导思想。

美国学者朱克曼对 100 多位诺贝尔奖获得者进行深入分析后认为,完善的智力和人格结构是这些人共有的素质特征。这通常包括敏锐的观察力、丰富的想象力、极强的综合思维能力和精湛的实验技巧等人格特质。美国的科学家托伦斯在对创造性学生行为特征的研究中发现,他们对事物有好奇心,并有不断地追问的习惯;思维和行为的独立,有个人主义;想象力丰富,喜欢叙述;不随大流,不过多依赖集体的意志;主意多,喜欢做实验;顽强、坚韧;喜欢虚构,富于幻想。

我国学者吴贻春认为,创造性人才是指“富于独创性,具有创造能力,能够提出和解决问题,对社会物质文明和精神文明建设做出创造性

贡献的人。他们一般基础理论坚实,科学知识丰富,治学方法严谨,对未知领域勇于探索;同时,具有为真理献身的精神和良好的科学道德”。我国学者庄寿强认为,创造性人才的主要素质是“有大无畏的进取精神和开拓精神;有永不满足的求知需要和永无止境的创造欲望;有强烈的竞争意识和较强的创造才能;同时还应具备独立完整的个性品质和高尚情感等”。

为了从内部观察创新性人才取得创新成就的相关要素,有人运用Q分类及多尺度分析方法进行研究。他们采用“具有创造成就的科学家重要心理特征调查表”,让已经做出创新性贡献的科学家,根据自己对创造过程的体会和对自己工作过程的反思,对30个特征词做Q分类,即在了解30个特征词含义的基础上,按重要、中等重要和不太重要分成三类(每类10个),而后再从重要的10个特征词中挑选出最重要的4个。研究发现,具有创新成就的科学家认为,使他们取得创新成就的重要心理特征依次是:(1) 勤奋努力;(2) 有理想有抱负;(3) 内在兴趣;(4) 积极进取。由此,我们不难得出结论,他们之所以能够取得创新性成就,是因为他们具有共同的重要特征,这就是“成就取向”和“主动进取”。

为了观察分析创造性发展较好的大学生的人格特征,还有人采用卡特尔16种人格因素量表(简称16PF),对不同学生群体进行测量,并将统计结果与成年创造者进行了比较。结果发现,创造性发展较好的大学生具有的人格特征偏向为:(1) 低乐群性,缄默,孤独,做事高标准,严谨不苟同;(2) 高独立性,独立自主,当机立断,不依赖别人,不受社会舆论约束。心理学的研究表明,低乐群性使他们有更多的时间和精力专注于创造性活动本身;而高独立性,使他们能突破已有规范、权威观点和传统观

念的禁锢,直面问题本身。

三、创新性人才的能力素质要素

在借鉴国内外学者关于创新性人才研究成果的基础上,我们还需要对创新性人才的能力素质要素做进一步的归纳和提炼,以便由此出发,来认识高校实验教学是如何促进创新性人才成长的。经过前期的理论研究和实验教学成功经验的总结,本课题组认为,创新性人才的能力要素可以归纳为四个方面,即创新意识、创新思维、创新技能和创新品格。

1. 在创新意识方面

创新性人才具有广泛而稳定的兴趣;敏于感知、勤于思考,善于发现并提出问题;不满足现状,具有很强的求新、求变的理想和偏好。

2. 在创新思维方面

创新性人才能够将发散思维和聚合思维有机统一,协调运用;能够较快地从纷繁的信息中产生逻辑的结论;思维活动表现为自主性,不轻信,不盲从;变通性,能举一反三,触类旁通,不拘泥于常规,善于从多个角度观察问题;独特性,思路新颖,常能独辟蹊径解决问题;流畅性,心智活动连贯顺畅,不易因枝节问题干扰而中断;统摄性,善于跨学科思考问题,表现出思维的辩证综合能力。

3. 在创新技能方面

创新性人才文化修养深厚;知识准备充分,不仅广博而且专精;记忆准确,想象丰富,表达简洁明快;资料信息的收集处理加工技能超群;喜欢动手,有较强的相关领域的操控能力;相关技能熟练,独特。

4. 在创新品格方面

创新性人才有积极的人生价值取向和强烈的成就动机;喜欢冒险,

敢于挑战,我行我素;自信,意志坚强,锲而不舍,勇于和乐于应对挫折解决难题;实事求是,不怕被孤立,具有怀疑和质问一切的精神;勤奋而有责任感,心境乐观,情绪稳定;有开放的意识和合作精神;精力充沛且专注,抗干扰能力强。

第二节 高校实验教学的开放与创新

创新性人才是在先天禀赋、后天环境、教育影响和个人努力中成长起来的,其中教育的作用集中体现在促进学生的创造性发展上。大学生的创造性发展,是在掌握扎实、充分的基础知识的基础上,通过实践才能真正实现的。

著名科学家培根有句名言:没有实验,便没有科学。高校实验教学是指学生利用仪器设备,在人为控制条件下,引起实验对象或现象的变化,通过观察、测定、分析、综合、设计等获得知识、发展能力和养成素质的教学活动。通常的高校实验教学,在起始阶段,学生要在教师指导下,通过基本操作训练,掌握基本知识、基本方法和基本技能。随着教学进程的不断深入,学生主动实验的意识逐步增强,自主实验的要求不断提高,实验教学活动逐渐转变到学生自己设计实验方案,自己控制实验过程,自主分析实验结果,系统撰写实验报告的高级阶段。

一、高校实验教学在创新性人才培养中的作用

高校实验教学在创新性人才培养中的作用,主要是通过促进大学生创造性的发展,形成大学生创新性能力素质而体现的。实验教学对于激发学生的创新意识,拓展学生的创新思维,增长学生的创新技