

创新学

CHUANG XIN XUE

邝朴生 马跃进 钱东平 主编

中国农业大学出版社

创 新 学

邝朴生 马跃进 钱东平 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

创新学/邝朴生,马跃进,钱东平主编. —北京:中国农业大学出版社,2003. 1
ISBN 7-81066-610-X/G · 10

I. 创… II. ①邝… ②马… ③钱… III. 知识学 IV. G302

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 106600 号

出版 中国农业大学出版社
发行
经销 新华书店
印刷 莱芜市圣龙印务书刊有限责任公司
版次 2003 年 1 月第 1 版
印次 2003 年 1 月第 1 次印刷
开本 16 印张 15 千字 276
规格 787×980
印数 1~3 050
定价 19.50 元

图书如有质量问题本社负责调换

社址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

电话 010-62892633 网址 www.cau.edu.cn/caup/

主 编 邝朴生 马跃进 钱东平

副主编 郭康权 李汝莘 贾富国 努尔夏提

参 编 韩梦金 沈贵水 武文生 伊 绯
郝建军 李红梅 滕桂法

前 言

当今世界信息爆炸,年产约 720 亿条信息,知识更新的速度越来越高,令人目不暇接。以传授知识为中心、以教师为中心、以教室为中心的传统教育捉襟见肘,改革势在必行。人们逐步意识到知识化、全球化、网络化、数字化、虚拟化等趋势已成为知识经济的主要特征,具有创新能力的人则是知识经济的核心。

江泽民同志在庆祝北京大学建校 100 周年大会上指出:世界先进大学“应该是培养和造就高素质的创造性人才的摇篮,应该是认识世界、探求客观真理、为人类解决面临的重大课题提供科学依据的前沿,应该是知识创新、推动科学技术成果向现实生产力转化的重要力量,应该是民族优秀文化与世界先进文明成果交流借鉴的桥梁。”诚然,我国多数高等院校距离上述要求还有相当差距,但从总体上说,培养具有开拓进取精神的创新人才,是其责无旁贷、义不容辞的责任。

学生创新能力的培养要贯穿整个培养过程,从教学计划、课程设置、培养方式、教学方法、学位论文的选题和答辩,各环节诸方面都应该强调创新能力的培养。

近几十年来生理学、心理学对人脑功能的研究,为发展学生的能力特别是创新能力提供了理论依据。美国心理学家布鲁纳的“发现教学法”,强调培养学生提出问题和探索发现的能力;哈伯特教学法则强调教给学生自学方法;根据创造心理学原理提出的“创造教学法”强调培养学生的创造性思维和创造能力。韩国正在进行的教育革命,基本特点就是由以记忆知识为主的教育向以培养创造力为主的教育转移。1996 年,日本教育审议会发表了《面向 21 世纪我国教育的发展方向》的报告,把“创造性”作为信息社会里的“生存能力”,强调培养学生的创新能力。

新观点的形成、新的发明与发现是与科学方法和正确的思维方式相联系的。方法正确、先进,可以捷足先登,后来居上,否则将事倍功半,得不偿失,甚至劳而无获。一门科学是否具有生命力,在于它是否不断提出新问题和新方法。从某种意义上说,科学家所创造的科学方法比他的科研成果意义更重大。英国、美国、日本等国家高等教育大都注重了方法论和实践能力的培养,开设了公共必修课“创新学”或“科研方法学”。

我国组织开展高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革以来,创新教育越来越受到各院校的重视。2000 年 5 月,河北农业大学代表在“第四次全国高等学校农业工程类学科专业教学改革学术研讨会”上,发表了题为“农业工程学科中创

新课程的探索与实践”的论文,介绍了河北农业大学机电工程学院的有关做法和初步体会,引起了兄弟院校的广泛关注和赞同。自 1999 年以来,河北农业大学积极支持“知识创新工程研究”教学改革研究项目的立项等活动,鼓励教师编写了“创新工程”教材,开设了“创新工程”课。目前,“创新工程”已作为研究生和部分院系本科生的选修课及全校公共选修课,效果良好,深受广大学生的欢迎。

本书是在“创新工程”课的基础上,经河北、西北、山东、东北、新疆等地部分农业院校的通力合作,对原《创新工程》进行重新编写而成,定名为《创新学》。

《创新学》由邝朴生、马跃进、钱东平主编,西北农林科技大学郭康权、山东农业大学李汝莘、东北农业大学贾富国和新疆农业大学努尔夏提副主编,韩梦金、沈贵水、武文生、伊绯、郝建军、李红梅和滕桂法参加了编写,籍从智绘图,马爱军完成了大量的文字整理工作。全书共九章,约 30 万字。作者特别感谢华北电力大学陈衡教授、河北工业大学檀润华教授和刘玉岭教授、河北农林科学院王慧军教授、河北农业大学李博文研究员以及其他有关著述作者给予的大力支持和帮助。

书中不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2002 年 7 月

目 录

第一篇 知识创新

第一章 导论	(2)
第一节 创新的意义和作用.....	(2)
第二节 大学生应具备的素质	(4)
第三节 创造力的构成	(7)
第四节 创造力的培养	(10)
第二章 知识的获取	(18)
第一节 信息的搜集	(18)
第二节 注意力	(22)
第三节 观察力	(27)
第四节 记忆力	(34)
第五节 操作能力	(43)
第六节 自学能力	(47)
第三章 知识的加工与运用——思维的基本方式	(50)
第一节 逻辑思维	(50)
第二节 形象思维	(64)
第四章 知识的创新——创造性思维	(68)
第一节 观察、机遇与鉴识.....	(69)
第二节 想像力	(73)
第三节 比较与分类方法	(79)
第四节 类比方法	(83)
第五节 移植与渗透方法	(90)
第六节 发散性思维与创造力	(94)
第七节 顿悟	(96)
第八节 有关创造性思维的几个问题	(99)
第五章 新知识的验证	(101)
第一节 提出假说的方法.....	(101)
第二节 假说的类型及其形成过程.....	(103)

第三节	形成和应用假说的注意事项·····	(106)
第四节	假说的检验及其转变为科学理论的途径·····	(110)
第五节	科学实验的准备·····	(114)
第六节	科学实验的实施·····	(122)
第七节	实验结果的处理与解释·····	(123)
第六章	TRIZ 和计算机辅助创新 ·····	(127)
第一节	概述·····	(127)
第二节	TRIZ 的构成及产品进化法则·····	(128)
第三节	物质-场分析·····	(130)
第四节	发明问题解决算法——ARIZ·····	(132)
第五节	40 条发明创造原理及示例·····	(134)
第六节	系统矛盾对立的消除——矛盾矩阵·····	(143)
第七节	计算机辅助创新软件(TechOptimizer)·····	(154)
第八节	农业与 TRIZ·····	(159)

第二篇 技术创新

第七章	技术创新技法 ·····	(170)
第一节	发明创造技法及分类·····	(170)
第二节	智力激励法·····	(171)
第三节	检核表法·····	(172)
第四节	综摄法·····	(173)
第五节	中山正和法·····	(174)
第六节	特性列举法·····	(174)
第七节	自然现象仿拟法·····	(176)
第八节	TT-HS 创造法·····	(176)
第九节	模仿创造法·····	(178)
第十节	缺点列举法·····	(178)
第十一节	希望点列举法·····	(179)
第十二节	类比发明法·····	(180)
第十三节	联想发明法·····	(181)
第十四节	情报分析法·····	(182)
第十五节	适应需求法·····	(183)
第十六节	背逆思考法·····	(184)

第十七节 设问法·····	(185)
第十八节 要素排列组合法·····	(186)
第十九节 假想构成法·····	(186)
第二十节 补偿法·····	(187)
第二十一节 投入产出法·····	(189)
第八章 科学研究过程 ·····	(191)
第一节 科学研究选题·····	(191)
第二节 科技项目申报·····	(194)
第三节 项目调研和研究·····	(201)
第四节 科研总结、验收与鉴定 ·····	(208)
第九章 科技成果向现实生产力的转化 ·····	(215)
第一节 科技成果的内涵、类别及保密 ·····	(215)
第二节 科技成果的中试、示范和推广 ·····	(217)
第三节 产学研合作·····	(219)
第四节 科技企业的孵化·····	(223)
参考文献 ·····	(230)

第一篇

知识创新

第一章 导 论

创新是当今时代发展的一个鲜明特征。现在,知识经济已初见端倪,知识经济需要的新型人才,是善于进行知识创新、技术创新、管理创新的高素质人才。那么,高等院校培养的人是否适应这个时代发展的要求,是否具有创新能力,就成为评价高等教育成败的一个基本标志。为了跟上时代的步伐,把握时代发展的契机,培养出更多高素质的人才,我们开设“创新学”这门课程,目的在于培养学生的创新意识和创新精神,增强创新能力,充分挖掘其自身的创造潜力,为科学技术发展做贡献。

第一节 创新的意义和作用

知识创新、技术创新、制度创新作为人类创新活动的主要方面,相互之间存在着复杂的交互作用,而正是通过这复杂的交互作用,形成了人类社会经济发展和增长的重要动力源。

一、“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力”

对于创新的重要意义,江泽民总书记已做了最精辟的论断。他指出:“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力。”“一个没有创新能力的民族,难以屹立于世界先进民族之林。”“要迎接科学技术突飞猛进和知识经济迅速兴起的挑战,最重要的是坚持创新。”这个精辟论断既是对历史经验的总结,也是对今后发展目标的概括。

“当前,我国正面临严峻而复杂的国内外新形势。一方面,随着全球经济一体化的不断推进,发达国家利用科技、经济优势,占据了国际竞争的有利地位,使得我国传统产业受到前所未有的挑战和压力;另一方面,我国国民经济正在经历由于长期短缺向相对过剩的历史重大转折,经济发展则由过去主要受资源约束转变为受资源和市场的双重约束,外延型经济增长的局限性将越来越大。”在这种严峻而复杂的国内外新形势下,我们只有坚持创新才能迎接这种严峻的挑战。

二、“不创新,就灭亡”

“不创新,就灭亡”,这是美国福特公司前总裁亨利·福特的一句名言。20 世纪

二三十年代福特一世以大规模生产黑色轿车独领风骚数十年,但随着时代变化,消费者的偏好也发生了变化,他们希望更新的品种、更新的款式和省油的轿车。然而,福特汽车公司生产的汽车已显得不仅颜色单调,而且耗油量、排废多,越来越不适应日益紧张的石油供应市场和日趋严重的环境状况。而美国通用汽车公司和日本的几家汽车公司则紧扣市场需求,不断创新,生产省油、小型轻便的汽车,在 70 年代的石油危机中,跃然居上,使福特公司曾濒临破产。所以,在市场经济条件下,由于剧烈的竞争,一个企业没有创新能力难免倒闭,一个缺乏创新精神和能力的社会成员将面临淘汰。

三、创新是国民经济增长的重要动力

1995 年年底,世界经济合作与发展组织的一份研究报告《世界经济 200 年》,把 1820—1992 年世界经济发展分为 5 个阶段:

1820—1870 年为“起步期”。英国一马当先,人均产值增长 40%。这时期正好是蒸汽机革命时期,以及经济自由化开始。

1870—1913 年为“美好的时代”。美国崛起,经济增长速度比前期加快 1 倍。时值电气革命时期。

1914—1949 年为“艰苦时期”。经历两次世界大战,一次经济大萧条,经济亦增长 40%。

1950—1973 年为“黄金时代”。美国一路领先,世界财富增长是上一期的 3 倍,人均收入翻一番。这时期正好是无线电、电子技术革命时期。

1973—1992 年为“调整时期”。两次技术革命之间的间歇。世界经济也呈明显上升。

从 20 世纪 90 年代初开始,以美国为代表的发达国家保持了经济持续增长。这时期正好是数字化信息革命时期。

中国自 1978 年改革开放以来,社会经济能够高速发展,人民生活水平能够迅速提高,也得益于一系列创新,包括制度创新(从计划经济到商品经济,再到社会主义市场经济)、组织创新(建立现代企业制度等)、技术创新等等。

世界经济的发展历程雄辩地证明:创新是人类财富之源,是经济发展的巨大动力。在不同的发展阶段,创新一直推动着经济的发展,只是在各个阶段发展的方向和表现形态不同。纵观人类社会发展的历史,无论是从农业社会向工业社会还是工业社会向后工业时代的转变,都是技术和知识的重要性日益显现的过程,也是创新效应持续发挥的过程。

总之,各国的经济发展历史表明,没有创新,就没有经济的发展。

四、创新是实现可持续发展的有效途径

中国是人口众多、资源相对不足的国家,在现代建设中必须实施可持续发展战略。坚持走经济、社会、人口、资源和环境相互协调,兼顾当代人和子孙后代利益的可持续发展道路,这不仅是历史的选择,也是我们这一代人对未来应确实担负起的责任。任何以环境和资源的毁坏为代价换来的所谓“发展”,都只是暂时的或表面的“辉煌”,不仅不能推动人类的进步,反而会给子孙后代留下沉重的包袱。

传统的经济发展方式以“高消耗、高投入、高污染”为特征,是一种不可持续的生产和消费模式,因而也是应该摒弃的一种发展方式。只有不断的创新,才能获得持续的竞争优势,弥补资源和资金上的不足。换言之,在知识经济时代,创新对可持续发展具有更加特殊的重要作用。

五、创新是知识经济的基础

如果说在 200 年前,工业经济开始替代农业经济,今天知识经济正开始替代工业经济。现在,知识和信息的生产与应用,不仅提高了传统产业和现代农业的劳动生产率,而且加速了知识密集型制造业和服务业的发展;世界经济正在向全球化、知识化方向转移,大量投入正流向高技术产业和服务业,尤其是信息与通信、教育与培训、研究与发展等方面。知识经济是指依靠知识和信息的生产、分配和使用的经济,是以不断创新的知识和对这种知识的创新应用为主要基础发展起来的。它依靠新的发现、发明、研究、创新的知识为基础,是一种知识密集型的、充分体现人类智慧的经济。它不仅改变着世界经济结构,也改变着传统观念。在农业经济时代,人们梦想占有土地;在工业经济时代,人们希望拥有资本;在知识经济时代,掌握知识将成为人们的追求,创造和应用知识的能力与效率将成为影响一个国家综合国力和国际竞争力的重要因素。

总之,在知识经济时代,经济发展将在越来越大的程度上依赖于各种类型的创新。

第二节 大学生应具备的素质

当前高等学校培养人才的素质标准究竟是什么呢?

关于素质,现今尚无统一的标准定义,但可以从以下几方面理解。

素质是在人的先天生理基础上、经过后天教育和社会环境的影响,由知识内化而形成的相对稳定的心理品质。这是对“素质”一词经过几年来的探讨和实践,被大

多数人普遍认同的一种界定。这一界定对于人才培养来讲,至少有以下3方面的意义。

首先,作为心理素质,这里所讲的“素质”(有别于人的生理素质),不是先天的、生来就有的,它是通过教育和社会环境的影响逐步形成和发展的。也就是说,素质是教化的结果,是可以培养、造就和提高的。

其次,素质是知识内化和升华的结果,单纯具有知识不等于具备一定的素质,知识只是素质形成或提高的基础。没有知识作基础,素质的养成和提高便不具有必然性和目标性,但只有丰富的知识并不等于具有较高的素质。

第三,素质是一种相对稳定的心理素质,由于它是知识积淀、内化的结果,因而具有理性的特征,同时它又是潜在的,是通过外在形态(人的言行)来体现的,因此素质相对持久地影响和左右着人对待外界和自身的态度。因而,有人将人才的素质概括为人对自然、对社会、对他人以及自身的态度。

当然,并不能因为素质的相对稳定性而断言素质一旦形成就是一成不变的。正如我们前面所言,素质是可以培养、造就和提高的,因而它会在外界的影响和冲击下发生变化,有时可能是质的变化。从这一意义而言,人才的素质是稳定性和可变性的统一。

从高等教育的角度看,人才素质应包括思想道德素质、文化素质、业务素质、身体心理素质4个方面,也就是通过教育在这几个方面形成的相对稳定的心理品质。

一、思想道德素质

作为青年大学生,思想道德素质是决定人生发展的一个关键因素。大学生应当具备正确的人生观、价值观,要具有远大的人生理想,要有为自己的远大理想而不畏任何艰难险阻,不怕牺牲,百折不挠,开拓进取的人生追求;要具有爱祖国、爱人民、爱集体的思想境界;具有爱国之情、报国之志,同时更要有报国之才,效国之行。当然,作为跨世纪的大学生,还必须具备把握国家发展现状,了解世界发展趋势的素质和能力,只有这样,才能实现自己的爱国报国之志。除了政治素质外,大学生还应具备高尚的道德情操,具备端正的品行,为人应当正直、诚实、积极向上,要具有自尊、自律、自强、自立的品格和精神。

二、业务素质

作为大学生,完备的业务素质是必不可少的。然而,大学生学习的目的不仅仅在于学习知识、掌握知识,而更在于运用知识,用知识解决生产生活中的实际问题,把知识作为创新的基础。因此,这里所说的业务素质,就是要求大学生们具备坚实

的理论基础,掌握本专业所学的知识,掌握本专业的前沿情况,了解相关学科,把知识融会贯通,进而能够运用所学的知识解决生产、生活中的实际问题,将知识、能力、素质三者有机地结合起来,开拓发展自己。

三、文化素质

文化素质是一个人素质的综合体现,它体现为人对社会的了解认知水平,对各学科、各领域知识的知晓程度,以及综合运用知识和解决实际问题的能力。此外,一些学者还把学生的学习探索精神,独立思考能力,探求新知识意识,逻辑思维能力,捕捉获取新的思想,逆向思维能力等内容归于文化素质的内容。

四、身心素质

身心素质是一个人完善人格的一个重要指标。以往,人们强调德智体全面发展,似乎“体”就是意味着强健的体魄,充沛的精力,完成工作的身体指标,但是人们忽略了心理素质这一重要指标。其实,一个具备完备素质的人才,不仅仅要有强壮的身体,还要有完备的心理素质。完备的心理素质表现为一个人应当具备强烈的自尊心、自信心,具有豁达开朗、乐观向上的人生态度;能够保持乐观、愉快的心情,积极的面对挫折、烦恼;能够正确处理自己和他人的关系,正确对待周围事物和所出现的矛盾,在遇到问题时,能够很好的调节自己的心情,能够从悲观中解脱出来;同时,具备坚忍不拔、顽强进取的意志品质。

在人才培养上要融传授知识、培养能力、提高素质为一体,特别是应更加注重素质的提高,在提高素质中又以提高思想道德素质为根本,提高文化为基础,全面提高人才的整体素质,也就成为一种新型的人才培养观念,或称之为素质教育观念。

创新是人能力的一种体现,又是知识、能力、素质三者积累、结合而外化出的一种打破陈规、突破权威、超越现实、独辟蹊径、别开生面的意识精神和实践。因此,创新需要积累丰富的知识,在此基础上,通过培养、训练、启发来挖掘人的潜在的能力。通过解放思想,通过社会竞争,也通过有效的机制,使人的创造力得以展现出来。人的创造能力与人的素质息息相关。具有创新能力的人,他不仅要具备对人生、对社会的正确认识,而且要有强烈的爱岗敬业的精神,要有为事业而献身的精神,要有大无畏的心理品格,思想应当解放,既具有挑战精神又能正确的判断是非曲直。同时,具有创造力的人还必须具有深厚的文化积累,既具有丰富的专业技能又有一定的文化底蕴。此外,良好的心理素质是人能否发挥创造力的重要指标。根据调查分析,良好的品格因素能产生特殊的创造效应;不良的品格因素,如盲目、固

执、教条、焦虑、急躁、不安全感等情绪,会严重影响创造力的发挥。

由以上可以得出这样的结论,创新能力是与人的素质密切相关的。然而这里需要提出的是,正确的评判素质标准对人创新力也是很有影响的。多年来,受中国传统思想的影响,在评价人的标准上存在很大的误区,其典型是权威的思想严重的禁锢着新思想的产生。其评价人才的标准,过于注重态度,而忽视结果,注重学习本身,忽略了解决问题的能力;对突破创新能力如何则不予关注,甚至视其为不安分。其教育中过分强调共性,忽略个性,使教育的结果成为千人一面。这种统一规格的教育,很难培养出人的创新意识和创造能力。

因此,在现今的素质教育中,应着重做好如下几方面的工作:

- (1)更加重视个性发展与人的全面发展相统一。
- (2)素质教育要强调拓宽人的专业适应能力。
- (3)素质教育应强调素质、知识、能力的统一。
- (4)应当明确人的优良素质的培养是终身的。

第三节 创造力的构成

研究发明创造力的构成要素,对于深入理解发明创造力的本质,训练、开发与提高发明创造力具有十分重要的意义。

对发明创造力的研究是近几十年的事,它相对于智力的研究还有较大差距。目前,人们比较认可的是美国创造心理学家阿玛拜尔在1983年提出的发明创造力结构模型。具体讲,发明创造力由特殊才能、一般创造力和创造动机3种因素构成。这3大要素按其普遍性来说,处于不同的层次,一般创造力在一切活动领域都起作用,是最普遍的创造力。一般创造力较高的创造型人才在许多领域都会表现出创造性。特殊创造才能是指一定活动领域的创造力,显然其普遍性低于一般创造力。创造动机只与个别活动有关,不同的人常常对于同一领域的不同课题表现出不同的兴趣和热情。我们将这3要素分述如下。

一、一般创造力

一般创造力,是实现发明创造的决定因素。在整个发明创造过程中始终起作用。它包括认知风格、运用创造方法的能力和工作风格。认知风格是指个人具有的打破心理定势和理解复杂问题的能力。

1. 创造型认知风格

- (1)能够打破感觉定势,从不同角度、不同侧面感知对象。例如,铅笔盒不仅可

以看成是文具,还能用做直尺、压纸器等等。

(2)能够打破思维定势,随时放弃不成功的解题方案,转向新的思路。

(3)保持思路灵活,不受已有计划的束缚。例如,心理学家发现,没有预先计划的画家比事先想好草图的画家更能画出有创造性的作品。

(4)思维的广阔性,运用广泛的范畴思考问题。能在看似没有关系的事物之间找出新的联系,有敏锐的洞察力和宽广的思维能力。

(5)记忆的准确性。识多见广、博闻强记的人更容易在占有大量详细资料的基础上有所突破与创新。

这些认知风格是创造型人才的品质特征。

2. 运用创造方法的能力 一般创造力的另一主要方面是关于创造方面的知识,尽管某些发明的创造者在进行发明创造时并没有意识到他在运用某种创造技法知识,但他在遵循这创造技法的规律。例如,“当一切已有的方法都失败时,尝试某些反直觉的措施”;“变熟悉的东西为陌生的东西”;对知识和问题进行重新组合等。一些思维方法不是严格的规则,而且虽然可以明确的表达出来,但真正熟悉运用,常常难以做到,其效果也因人而异。

3. 工作风格 从事创作活动的工作风格是一般创造力的第3项因素。对创造活动来说,工作风格一般应具有如下特点:

(1)能够在创造活动中长时间集中注意力。

(2)能够按需要而“遗忘”,即久攻不下,感到疲劳而无进展时,可以暂时遗忘放下不管,去干其他工作,或去轻松一下,待精力充足时再来解决。

(3)在困难面前坚持到底。

(4)乐意勤奋工作,精力旺盛。

认知风格和工作风格同人的个性品质有关。我们在后面章节中将对创造者的品格进行专题讲述,以便有针对性地培养。经过训练,创造力一般可提高15%~50%。

发明巨匠爱迪生深深体会到,要想发明创造事业获得成功,必须有广博的知识,对各种常用数据资料倒背如流。为此,他挑选助手时,要出130道试题,全面考查应召者知识的广度和深度。

二、特殊创造才能

特殊创造才能,是创造力结构的基础,也是创造性活动的必要条件,即从事创造领域的专业才能。比如,从事科技工作所必须的数学能力,从事音乐活动所必须的曲调感、节奏感、音乐想像等音乐能力,从事绘画所需要的形象记忆力、色彩辨别