

工程科学技术发展 与高等工程教育改革

“高等工程教育面向 21 世纪
改革与发展报告会”论文集

高等教育出版社

工程科学技术发展与高等教育改革

——「高等工程教育面向21世纪改革与发展报告会」论文集

国家教委高等教育司 编

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

工程科学技术发展与高等工程教育改革/国家教委高等教育司工科处编. —北京:高等教育出版社, 1996

ISBN 7-04-005880-4

I. 工… II. 国… III. 工科(教育)-高等教育-教育改革-中国 IV. G649.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 12168 号

*

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码:100009 传真:64014048 电话:64054588

新华书店总店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 5.625 字数 140 000

1996 年 7 月第 1 版 1996 年 9 月第 1 次印刷

印数 0001—4 518

定价 10.00 元

凡购买高等教育出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换

版权所有,不得翻印

内 容 提 要

本书为国家教委组织的“面向 21 世纪教学改革”系列报告会之一——“高等工程教育面向 21 世纪改革与发展报告会”论文集。十一位院士、学者从高等工程教育、人才培养等各个方面做了报告:论述了工程教育对社会、经济、工业发展的重要性,展望了 21 世纪工程各学科的发展趋势及对人才的需求,介绍了国外工程教育的情况,分析了我国高等工程教育存在的主要问题,提出了改革的思路与设想,而且还总结和交流了他们各自在工程人才培养方面的成功经验和具体做法。对我国当前工程教育的改革与发展具有参考价值和指导意义。

本书适合高等院校教学、行政管理人员、教师、学生及各级教育行政部门的有关人员阅读。

书中论文顺序按报告会发言顺序编排。

责任编辑 孙素青

序言

中国工程院院长

朱光亚

我们所处的时代,是一个充满着挑战与机遇的时代。从二战以来的50年间,科学技术的发展速度愈来愈快。在信息技术、生物技术与材料技术的带动下,新技术、新产品、新设备与新材料不断涌现,从根本上改变了人类的生活与工作模式。科技知识的更新速度越来越快,科技工作者只有不断进行知识更新,才能适应工作的需要。

冷战结束以后,东西方军事对峙局面消失,世界各国之间的较量已主要体现在经济实力的较量上,经济实力又主要体现在科技水平,尤其是工程技术水平上。而一个国家的科技水平又主要取决于科技人才的培养。因此,战后各国都十分重视科技人才的培养与争夺。可以说,谁能拥有世界最优秀的科技人才,谁就能在未来的竞争中立于不败之地。

我国正处于一个科学技术高速发展、经济体制急剧变革的时代。经济体制上由计划经济向社会主义市场经济的转变将在本世纪末取得决定性的进展,而经济增长的方式,将从过去粗放型、主要依靠扩大生产规模的方式转变为集约型、主要依靠提高效益的方式。这些转变,需要许多既懂技术,又掌握现代管理的新型人才。这对我国的教育提出了新的挑战。

我国的教育,包括工程教育,在近50年中取得了长足进步。建国初期主要学习、借鉴的是

原苏联的教育模式,并着重为工业建设培养专门人才,在一定程度上促进了工科院校的发展;培养的针对性很强,能很快适应工作的需要。对小平同志在 1977 年 8 月科学和教育工作座谈会上的重要讲话中指出:“现在差不多各条战线的骨干力量,大都是建国以后我们自己培养的,特别是前十几年培养出来的。”改革开放以来,随着国际交往的增多,西方的科研开发工作、企业主要依靠科技进步以及在人才培养模式上的探索改进等,给我们留下了深刻的印象。1985 年 5 月,中共中央发布了《关于教育体制改革的决定》,1993 年 2 月,党中央、国务院制定了《中国教育改革和发展纲要》。全国人大、国务院还先后制定了一系列有关教育的法律和行政法规。在小平同志关于教育的“三个面向”和“科学技术是第一生产力”思想的指导下,我国的工程技术教育也进行了改革的尝试。这一时期培养的人才正逐渐成为我国建设的各条战线上的接班人。

但是应该看到,我国的工程教育体系尚不完备,尚不能适应高速发展的经济的需要。面对当今竞争日益剧烈的国际环境,这种不适应尤为突出,主要表现在:培养模式与教育体制缺乏灵活性;教学内容与教材更新速度较慢;培养的人才知识面不够宽,创造性、适应性、动手能力和综合集成能力不够强;对培养学生的终身自学能力注意不够。这些不足将影响我国经济的持续发展和参与国际竞争的能力,工程教育的深化改革已成为迫在眉睫的任务。

中国工程院成立后,不少院士十分重视工程教育问题,就改善我国工程教育提出了建议,发出了呼吁。这推动了我院决定把面向 21 世纪工程教育的改革与发展作为咨询课题进行立项研究。我们很高兴地看到,国家教委正在进行“面向 21 世纪高等工程教育教学内容与课程体系改革计划”。为推动改革计划与咨询项目的进展,中国工程院、中国科学院与国家教委联合组织了“工程教育面

向 21 世纪改革与发展报告会”，请院士及有关专家，就世界工程技术发展态势，机械、电子、土木、化工等学科领域的发展前沿，工程人才素质培养，教学改革以及国外工程教育改革动向等问题进行探讨，为这两个项目工作的开展开创了良好的开端。通过报告会，还可以更广泛地引起教育界以至社会各界对这个问题的重视，使得广大教师、科研工作者与各级政府部门领导都来关心教育改革，做好这件具有深远意义的大事。可以预期，这两个项目密切配合，各有侧重，再加上教育界以及社会上的关心、支持，必将对我国工程教育的改革与发展起到积极的推动作用。

1996 年 4 月 30 日

序言

国家教育委员会副主任

周远清

当前,我国改革开放和经济建设进入了一个新的历史时期。刚刚结束的八届四次人大会议通过了宏伟的《中国国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》。《纲要》提出在“九五”期间和到2010年间要实行两个具有全局意义的根本转变,并且确定了科教兴国的发展战略,这一切必将带来经济社会的深刻变革,这一变革也必将深刻地影响高等教育的发展和改革,对高等工程教育人才培养提出许多新的要求。

社会主义市场经济体制的逐步建立,使我国经济愈来愈朝着区域化、国际化方向发展,并将进入国际经济发展与竞争的大系统之中。这就要求中国高等工程教育必须面向世界,面向未来,面向现代化,在国际经济、社会发展与竞争的大环境中,在世界高等工程教育改革与发展的大环境中进行深刻的变革。

在社会主义市场经济体制的建立过程中,我国的企业将按照现代企业制度的要求,成为产权明晰的独立法人,相当多企业将从过去的单一生产型向生产、经营型并进而向集生产、经营、科技开发为一身的现代企业发展,对人才的类型、素质与知识能力结构要求发生了重大变化;这些都要求把高等工程教育放在全国经济建设和社会发展的的大系统中、大背景下,进行人才培养模式、知识能力结构等方面的改革。

从现代科学技术发展的角度看,当今世界范围内科学技术飞速发展,使工业领域内的新技术、新工艺、新材料层出不穷,知识积累的速度愈来愈快,科研成果转化为产品的速度愈来愈快,科学技术愈来愈朝着高度分化,高度综合的方向发展,也使很多基础学科领域的理论体系发生了重大发展与变化。我们的教育应该跟上或者说反映这样一个高度发展的科学技术的变化。

因此,在 21 世纪即将来临之际,站在一个新的高度来研究高等工程教育的改革问题具有重要的战略意义。在高等教育的改革中,体制改革是关键,教学改革是核心。经过几年的努力,高等教育的体制改革已迈出了重要的步伐,为教学改革的深入开展奠定了基础。在教学改革中,转变教育思想和教育观念是先导,教学内容、课程体系和教学方法的改革是重点和难点。

为了推动高等工程教育的教学内容和课程体系的改革工作,国家教委制定的《面向 21 世纪的高等工程教育教学内容和课程体系改革计划》,将在高等工程教育的人才培养目标、培养模式、专业设置、学生的知识能力结构等重大方面,系统全面深入地进行教学内容和课程体系的改革,使学生的知识能力结构适应社会主义市场经济和科学技术发展的需要;使学生的综合素质,特别是创造能力和工程实践能力得到较大的提高。

高等工程教育教学内容和课程体系的改革是一项复杂的系统工程,需要进行广泛深入地研究。中国工程院、中国科学院与国家教委联合组织的这次《高等工程教育面向 21 世纪改革与发展报告会》,从世界工程科学技术发展的角度对高等工程教育教学改革进行了探讨。为更好的开展这项工作开了个好头。由于在北京举办的这次报告会参加人数有限,为了能使更多的学校和教师得到这次会议的报告资料,国家教委高教司决定,将报告内容汇编成册,

取名《工程科学技术发展和高等工程教育改革》，正式出版发行。

我们相信在社会各界的帮助和支持下，通过广大教师和科研工作者的共同努力，一定能做好这次面向 21 世纪的高等工程教育教学改革工作。

1996 年 5 月 8 日

目 录

(2)	工业创新和高等工程教育改革 路甬祥 王沛民
(17)	化工学科的发展态势与高等人才的培养 ... 余国琮
(28)	信息技术发展态势与人才问题 朱高峰
(44)	机械学科人才培养的构思与实践 阮雪榆
(55)	高等工程专业学生的管理教育 汪应洛
(69)	试论工程教育的发展与改革 ——并五国土木工程专业的比较 张 维
(101)	积极开展工程教育改革 培养 21 世纪 的工程技术人才 李哲浩
(120)	冶金及材料工程教育的改革 柯 俊
(131)	由 21 世纪信息科学(系统)、电子技术的 发展论高等工程教育改革 王 越
(146)	环境保护与工程教育 钱 易
(156)	美国高等工程教育改革对中国高等工程 教育改革的启示 沈士团



作者简介 路甬祥,浙江大学教授,博士生导师,中国科学院、中国工程院院士。浙江宁波人,1942年4月生,1964年浙江大学机械系毕业,后留校任教。在机械工程特别是流体传动与控制、工程教育等领域做出过重要贡献,在国内外发表过240多篇重要的科学研究和工程教育论文及两本科学著作,获得18项专利,代表性论著有:《电液比例技术》、《比例插装技术的新进展》、《人机一体化系统科学体系和关键技术》、《高等工程教育改革与实践》等。现任中国科学院副院长,中国科协副主席,国家自然科学基金委员会委员,国务院学位委员会委员,中国机械工程学会理事,浙江大学流体传动与控制国家重点实验室学术委员会主任,中国继续教育协会副主席等职。

工业创新和高等工程教育 改革

路甬祥 王沛民

工程教育起源于工业发展的需求。工业发展的规模和水平决定着工程教育的规模和水平,工程教育的水平和质量又是工业发展水平和质量的人才保证和智力基础。由于工业为三大产业和国防提供装备,为人民生活和社会发展提供物质基础和技术手段,因而她是现代国家的命脉。一个国家兴办工程教育的目的,均在于借助它为本国工业的发展提供高质量人才,进而推动经济和社会的发展,以实现壮大综合国力、富民强国的宗旨。

工程教育的历史不长,在世界上不过近两个半世纪,在中国今天的天津大学、交通大学和浙江大学,从其前身的天津中西学堂、上海南洋公学和杭州求是书院开始算起,也只有约一个世纪的历史。当然,新中国成立前和成立后,尤其是与改革开放以来相比,中国工业和工程教育的规模、质量、学科结构、综合水准,以及对国

家社会的作用和贡献已不可同日而语。然而面对全球性科技和经济的剧烈竞争与合作,中国工业和工程教育仍将面临更严峻的挑战。

当代科学技术的急速发展,使得“日新月异”已不仅仅只是个形容词了,而是活生生的事实。世界正处于前所未有的大变化之中,中国也正面临着前所未有的发展机遇。微电子与信息技术的发展,新结构材料、功能材料及其应用,生命科学和生物医学工程技术的进展,环境科学与工程进步,核科学技术、海洋、空间和地下工程等,已使人类的工程活动空间和水平,拓展到前所未有的领域、规模和高度。现代科技的蓬勃发展和奇迹般的不断创新,全球和地区间政治经济的剧烈竞争和广泛合作,资源、生态环境与人类发展需求的尖锐矛盾,迫使人们努力寻求一条新的可持续发展道路。12 亿人口的中国,人均资源并不富裕,发展别无他途,只能走改革开放、依靠科学技术、人民智慧勤劳、自主创新、民主法制、社会公平、生态协调的有中国特色的可持续发展的社会主义之路。正因为如此,我们对即将跨入 21 世纪的中国工业社会,对即将迎来新纪元的中国高等工程教育极为关注,并以创新为主题来对它们进行讨论,并希望通过讨论能有助于深化改革与加速发展。

一、工业创新的意义和范畴

江泽民同志在全国科技大会的讲话中指出:“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭的动力”。创新的意义对国家民族如此,对工业和工程教育亦如此。有史以来,无论是科学进展、技术发明、经营管理、行销服务、军事战略和战术、教育培训,无不依赖于创新。尤其是在当代社会,国家的富强、民族的兴旺、乃至企业的兴衰,无不取决于对科学技术知识的学习与掌握及其创造性

的开拓和应用,创新已是人类社会发展的基础和生命力所在。

航空工程的先驱者、美国加州理工大学的冯·卡门教授有句名言:“科学家研究已有的世界,工程师创造未有的世界”。原文是 Scientists study the world as it is,engineers create the world that never has been。用术语来说,前一个是“发现”,后一个是“发明与革新”。两者都需要创造性和先进性,但对于认识自然界的科学研究,可以不必强调它的应用目的;然而,对于创造人工物的工程活动,以及认识其规律性的工程科学研究,就必须讲究应用目的,也就是说,必须要求它们能满足客观需要,努力探究并且解决实际问题。

另一方面,科学无国界,科学知识属于全人类。但工程和技术则不然,它具有功利性,它还与当时当地的经济、文化、政治、社会、自然资源与环境密切相关并受其制肘。科学发现一般都抢先发表,而技术专利和“Know How”一般有世界性的知识产权制度保护,要有偿转让,有的更是密而不宣。许多先进技术和适用技术想买也买不到,工程更是买不来,因为它需要适合国情,在中国就要由中国人自己来营造、运作、维护与管理。

这些区别与联系,向我们展示:工程,自古以来就是以利用和改造客观世界为目标的实践。它包含非技术成分,例如经济、政治、人文社会科学。技术里头既有科学原理也含有非科学因素(经验的、经济的、道德法制的、艺术的、社会传统的等等)或尚未发现的科学道理,它们以综合应用的目的联结成为一个工程整体,文献里现在多用 seamless 和 holistic 等词汇来形容它。工程师参与其中的工程活动。工业创新均发生在其过程中,显然它包括科学和技术的创新,但又不仅指科技创新,因为它的本质属性是为国家、社会提供真实产品和服务,因时因地因事制宜地开创现实和未来。明了

了这个属性,才可能使我们有意识地做到在继承与模仿之中加上创意,引进消化之后再创新,借助天时地利人和,逐步建立有自身特色的先进而强大的工业。明了了这个属性,也才可能使我们在科技创新、勇攀高峰的同时,自觉地面向中国实际,把工业创新与中国的国情紧密结合起来,把它们融合到中国工业创新中来,从而为我们的经济和社会文明再造辉煌。这是想首先说明的一点。

第二点,是想说明工业创新的范畴。

新产品、新材料和新工艺的开发,历来是工业创新的重要内容。把高新技术转化为现实生产力,从而创造现代物质文明,这是工业创新的广阔天地。例如,设计和开发先进的生产系统与工艺,发展和监控新的能源、交通与通讯系统,改进和开发崭新的农业工程、水利系统与环境工程,为公众设计和建造新的居住环境与活动空间,发明先进的医学仪器、治疗器械与保健体系,探索和开发空间、海洋与地下资源,等等。这些创新活动,不仅只是涉及工业装备和技术的硬件(hardware)和技术软件(software),还在于它们之间的有机综合,形成新的概念与思想、新的结构与功能,创造出新的生产模式;同时还涉及经营管理方式的创新,行销战略的创新,服务和应用方式的创新,从而创造出新的行销方式和服务体系,新的消费和生活方式。所以说,工业创新的范畴包含着从科技、生产到市场的整个物质、技术和信息循环中的创新活动。

现举几个例子说明。

一个是所谓“精益生产”(Lean Production)。这是麻省理工学院(MIT)在 80 年代末 90 年代初提出的新概念,他们称之为“世纪级制造技术的核心”。这个概念随即被德国人吸收,并在 1992 年宣布要以精益生产来“统一制造技术的发展方向”。亚琛工大继续发展了这个概念,构造出一幅以精益生产为屋顶,以即时制(Just in

Time)、成组技术(Group Technology)、全面质量控制(Total Quality Control)为三根支柱,以并行工程(Concurrent Engineering)为基础的建筑图画,形象地描绘了21世纪的现代化生产方式和目标。显然,这里既有新的制造技术,又有新的管理方式,更重要的是还有一种不限于制造与管理的、以市场效益为核心的设计、开发、制造、经营这样一种全局的系统创新思想。几乎所有的设计、生产和市场行销全过程,均能从“精益生产”得到有益的启示与借鉴。

另一个是所谓“可持续发展工程和教育”(Sustainable Development Engineering and Education)。这是美国工程师协会联合会在1994年8月一份政策声明的主题。80年代后期,“可持续发展”的概念逐步形成。它起源于更早时候德国和其它欧洲国家在绿色和平运动旗帜下的绿色设计、绿色生产、绿色工程等等。现在提出的“可持续发展工程和教育”,其要义即站在工程的立场,在加速人类工业文明繁荣昌盛的同时,正视世界人口爆胀、粮食短缺、资源枯竭、能源匮乏、污染加剧、生态失衡,以及天灾人祸等等问题,致力于开发旨在资源节约化、能源与生产过程清洁化、废物再生化、环境无害化、农业生态化、社会公平协调等等可持续发展理论与技术,从工程伦理角度协调全社会,创造新的价值观念、行为方式和工业规范。在工程教育方面,则是要造就一代具有环境文明意识并拥有相应科技武装的现代工程师。最近,MIT在全校实施了一项“环境工程教育与研究计划”,为“可持续发展工程和教育”提供了实例。

再一个是所谓“宏工程”(Macro-engineering)。与我们熟悉的系统工程不同,这个概念指的是关系全局的超大规模工程项目的规划、设计、决策和组织实施。它试图以全新综合大系统的工程概念,运用系统动力学(SD)、结构解析(ISM)、试误分析(Try and