

## \* 学部活动 \*

# 改革我国高等工程教育 增强我国国力和国际竞争力

中国科学院技术科学部\*

(北京 100864)

**提要** 该文就我国高等工程教育正面临着新的严峻挑战和前所未有的机遇,但也存在着某些特殊的却是经济转型过程中难以避免的困难和问题,告诫我们:进行高等工程教育的改革已刻不容缓。提出了探索适合我国国情的高等工程教育的培养模式;改进学校体系;转变教育思想,改革教育内容、方法;建立高等工科学校和工业、企业合作的体制;加强高等工程学校师资队伍建设;根据国情进行继续工程教育和培训的试点工作六点措施和建设。

工程科学技术的发展,是开拓我国社会主义经济,建设社会主义强国,在世界激烈竞争中取得主动地位的基础。科学技术作为第一生产力,在工业建设方面,主要是通过工程科学技术来实现的,因而工程教育对我国经济建设的发展,人民生活和精神文明建设水平的提高以及参加国际市场竞争起着重要的作用。我国高等工程教育,经过四十年发展,已形成了博士、硕士、本科、专科四个层次的结构。到 1991 年底,全国共有理工科大学及专门学院 213 所(其中具有硕士学位授予权的 151 所,博士学位授予权的 75 所),共有在校本科生约 55 万人,硕士生约 4 万人,博士生约 6 千人;高等专科学校 73 所,在校学生约 20 万人。建国以来已毕业本科生 180 万人及专科生 90 万人,硕士生 9 万人,博士生 4 千人。这些毕业生为我国国力的增强和国防的发展作出了重大贡献。很多人已成为企业、政府、科研院所、学校的骨干和学术带头人。我国正在建立社会主义市场经济,将逐步与国际经济接轨。面对世界经济格局的变化、贸易的激烈竞争和科学技术的迅猛发展,我国高等工程教育正面临着新的严峻的挑战和前所未有的机遇,但也正存在着某些特殊的、却又是经济转型过程中难以避免的困难,目前的结构和水平已不能适应这一形势,必须进行改革,建立适合我国国情的,面向 21 世纪的高等工程教育体系和培养模式。既要为工业、工程第一线培养大批具有一定理论基础,具有较丰富生产知识和较

\* 参加本文调研和写作的有:组长,中国科学院院士张光斗。副组长,中国科学院院士柯俊、路甬祥。成员,中国科学院院士师昌绪、王淀佐、闵恩泽、高景德、李志坚、姜圣阶以及刘正义、吴咏诗、史维祥、罗福午、骆继勋、张锐生、王冀生、梁桂芝、江永洛、蒋恒等同志

该文邀请了张维院士、王大珩院士和国家教育委员会原常务副主任何东昌、现副主任张孝文、学位办公室主任王忠烈、高教司司长周远清共同审议。

强的解决工程技术问题能力以及适应社会主义市场经济的组织管理能力的工程技术人才,又要培养具有扎实基础知识,在未来工作中具有走上世界工程科学技术前沿的能力和创新能力工程科技人才,其中一些人还要能洞察工业技术和经济发展方向,掌握有关管理的科学与技术,进行科学决策、协调和组织管理的工程技术管理人才。高等工程教育改革是关系到我国工业和经济兴衰、国家命运的大事,要通过国家能力,按照党的教育方针,以国家和社会的意志,制定国策。高等工程教育的改革需要国家建立调控、干预机制和政策、法律等支撑条件,需要育人的良好环境,还涉及教育思想、教育内容、教育方法的一系列转变。因此除了教育界的努力外,还必须有全社会的参与特别是工业、企业的积极参与和支持。因教育周期较长,一项改革至少要在五年至十年后才能见效,所以进行高等工程教育的改革已刻不容缓,必须迅速行动,在实践中不断改进。以下分别就我国高等工程教育存在的问题,提出相应的改革措施和建议。

—

### (一) 我国高等工程教育的培养模式不够完善

美国和德国的高等工程教育是举世公认的两种成功模式,二者各具特色,各有所长,它们深深扎根于本国的文化和教育传统,受着政治、经济、社会、科学技术诸因素的制约。我国的教育在不同历史时期曾受到过这两种教育模式的影响。我国学习借鉴国际上高等工程教育培养模式时,对我国国情和各国教育体制形成的具体国情的历史背景的研究不够深入,出现了采用接近于美国的学制(不要求在大学本科阶段完成工程师的基本训练),而要求达到德国工科大学的培养目标(在大学本科阶段完成工程师的基本训练)矛盾。

我国当前高等工程教育的学位、学制和各层次教育的培养要求之间不相协调,各层次教育的培养目标不甚明确,分工不够清楚,没有形成各自的特色;不同层次教育培养人才的质量不能适应我国社会经济发展的需要。

### (二) 建议探索适合我国国情的高等工程教育的培养模式,明确培养目标,培养各类人才

美国的大学工科教育受英国教育传统的影响,并由于经济体制和工业结构的制约,形成了在校着重进行工科基础教育,毕业后由社会提供职业教育的模式。半个世纪以来,产生了重工程科学、轻工程设计的倾向,现正在进行改革和纠正。德国的工业发展较晚,面对世界市场已被分割的局面,德国发展工程教育采取高等工程教育的规模适度,质量要求高,大力发展中等职业技术教育的模式。德国高等工程教育的培养目标是培养各类工程师,在校学习期间,使学生完成工程师的基本训练。多年来,全球的实践表明,为了实现在大学完成工程师基本训练这一目标,需要时间较长(一般要6-7年)。我国人口众多,经济尚不发达,又与美、日等经济发达国家不同,我国社会和产业部门还缺乏进行培养科研、开发、设计能力的条件,因此我国高等工程教育参照德国的模式较为理想。德国为了培养各类工程师,高等工程教育分为三个层次,而我国在建立学位制度之后,目前已形成了博士、硕士、学士、大专四个层次,我国的办学条件、师资条件与德国也很不相同。因此应根据我国的条件并在已建立的层次结构的基础上进行适

当的调整,明确各层次、各类型教育的培养目标,进行优化结构的试验和探索我国培养工程师的最有效可行的办法,取得经验后,逐步推广。根据我国国情在大学工程教育过程中完成工程师基本训练这一模式。

1. 博士教育 主要培养从事工程科学和跨学科创新研究以及技术开发的高级工程科学技术工作者和大学教师。发达国家培养科学研究人才、大学教师和企业、研究、开发领导人大多是通过严格要求的博士生教育阶段。我国已基本具备了这个条件。培养这类人员时根据专业性质不同,可以对已通过硕士学位的学生进行培养,也可以直接从具有学士学位水平,品学兼优的人中直接培养。他们要拓宽、加深学科和专业知识,从事研究或设计工作。对具有独立研究能力、获得创造性的研究成果或工程设计成果、学风正派、通过公开答辩者,授予博士学位。获得硕士学位后攻读博士学位,一般需要三年或稍多一些时间。获得学士学位后,直接读博士,学制一般为五年。重点大学可以积极开展对在职人员以同等学力授予博士学位工作。

2. 硕士教育 除了为博士生提供合格生源外,主要培养从事研制、开发和工程设计的工程师。硕士生要拓宽和深入学习工程科学、工程技术知识以及社会、经济、法律等知识,要结合实际工程需要进行设计和研究。从事工程设计和工程研究的学生比例应根据社会主义市场经济需要进行调控。硕士生应优先在大学本科毕业并具有工程实践的优秀青年中选拔。学制一般为二年。在重点大学中本科生入学质量较高,而又具有硕士授予权的专业,可以进行将学士教育与硕士教育相连接的试点,可以在本科三年级遴选学习成绩好、能力强的优秀学生,直接攻读硕士学位,可以免修四年级部分课程,免作毕业论文或设计,统盘安排后三年的课程学习、工程设计或工程科学研究工作。对这类学生,要通过与工业、企业的合作,加强工程训练。对硕士研究生,应通过工程教育和工程实践,使他们具有明确的工程意识,具有解决工程问题的能力、组织能力和领导素质。鉴于目前我国工程师属于职务称号,可组织这类人通过学习,完成工程师基本训练后,答辩通过者,仍授予工程硕士学位。

3. 学士教育 重点大学中一些师资水平较高,工程经验较丰富的专业,可以进行将本科生物学制改为五年的试点,培养具有研制、开发、工程设计和制造等方面能力的工程师。要对他们进行基础科学、技术科学、工程技术专业以及人文、经济、管理课的教学,应重视理论联系实际。专业课应学习解决实际生产问题的方法及本专业最基本的工程技术。毕业设计要结合生产实际,少数学生可做毕业论文,但必须具有综合开发的性质。教师要重视理论联系实际,重视工程技术,重视对设计、实验和生产实践的指导。工业、企业应对本科毕业生进行一年的工程技术培训。

一般工科大学的本科生学制为四年。主要培养从事设计、制造、施工、运行等方面的工程科学技术和管理工作的工程师。同样要对他们进行基础科学、技术科学、工程技术专业以及人文、经济、管理课的教学。与五年制的教学计划相比,四年制教学计划中的基础科学课所占的比重小一些,专业课所占的比重多一些。教师要重视理论联系实际,重视工程技术,要重视指导设计、实验和生产实践。工业、企业应对这类大学的本科毕业生进行一年的工程技术培训。

4. 专科教育 主要培养生产、工程中在第一线从事工艺、设备检修、管理等工作的工程技术人员。努力提高工程技术水平和工艺水平,提高工程及工业产品质量,已成为我国工业发展的重要环节。近 20 多年来,以计算机为代表的高技术进入生产领域后,工程施工、工艺技术、工程管理已进入一个新的水平,要求从事工艺和工程技术的专门人才具有一定的理论基础和

较强的生产知识和应用现代技术解决工程技术及工艺中问题的能力。高等工科专科学校要进一步研究和掌握高等专科教育的特点和规律,努力从培养要求、专业设置、教学计划、教学过程、课程设置、教学建设等方面办出自己的特色。招收普通高中或相当于高中水平的职业技术学校毕业生,学制一般三年。毕业后,由工业、企业进行一年的工程技术培训。

美、德等发达国家在工程科技人员中从事工程研究的约5%,设计、开发的约30%,大量的从事生产运行、维护管理和销售服务等现场工作。我国以上各类人员比例大体与其他各级学位或文凭的授予人数相当。根据我国目前工业发展水平,从事现场工作的人员应更多一些。

## 二

### (一) 我国高等工科学校的结构体系不够完善

我国目前高等工科学校已形成了培养博士、硕士、学士、专科四个层次人才的结构体系。不同类型学校应进一步明确分工,各自办出特色。由于对各层次教育的地位和作用在认识上的偏差,国家对高等工程教育缺乏完善的总体结构调控机制,在政策、舆论导向上不利于不同类型高等工科学校各安其位,扬其所长,使我国高等工科学校存在盲目追求向高层次发展的倾向,这不符合现代工业建设对各类工程人才需要的合理比例。不具备条件的学校盲目追求办高层次的教育,必然会降低教育质量,也不能充分利用我国有限的教育资源,提高办学效益。

### (二) 建议改进学校体系,明确分工,鼓励各类学校办出自己的特色

1. 重点学科比较集中、博士学位专业点多的学校,应办成教育中心和工程研究中心相结合的大学。有少量博士学位或少量硕士学位授予点的高等工科学校应以培养本科生为主,提高培养质量,同时要集中一定力量,重点突出办好少数有特色的博士或硕士专业点。其他学校应集中精力办好本科或专科教育。

2. 国家和地方政府要集中力量分别办好一批重点大学、地方院校和高等专科学校,办出各自的特色,提高各自的教育质量,在各类学校中发挥示范作用。

3. 根据不同类型学校的任务,明确各类教师职务要求和合理比例,分别制订教师职务评审标准和办法,调动教师的积极性,努力做好本职工作。

4. 确定不同类型学校的不同的评估标准,分别开展教育评估工作。

5. 建立完善的高等学校总体结构的调控机制。在今后一个时期内,要严格控制博士、硕士学位授予权单位的增加,停止将专科学校改建为学院。经过评估,撤销培养质量不高的学位授予权。逐步调整培养研究生、大学本科生与专科生等工科学校的比例。

## 三

### (一) 高等工程教育的质量有待提高

现代工程领域宽度和深度的发展,对工程人员的素质和能力提出了新的要求。我国在过



去高度集中的计划经济和工业生产处于落后水平条件下形成的传统的工程教育思想、培养模式,已不适应现代工业对人才的要求。

1. 专业教育的知识面窄,并且缺乏解决现代工业所必须具备的有关经济、社会、国际、人际方面的知识。专业教育的内容、观点不能适应科学技术高速发展的形势,不能满足对引进技术、设备和生产线进行消化、吸收和创新的需要,不能满足新兴工业和技术的发展、技术进出口等的需要。

2. 对工程设计在工程及工程教育中的核心地位和作用认识不足。学生缺乏现代工程设计思想、方法的培养和综合运用各方面知识解决工程问题的能力。

3. 对实验课的目的和方法缺乏正确认识。许多学校的实验教学份量太少,实验还依附于理论课程,局限于验证原理和掌握操作技术,缺乏对学生进行实验思路、实验设计、实验技术、观察能力、分析能力及表达能力的全面训练。

4. 学生缺乏工程实践的训练。由于缺乏经费和促进企业支持的政策,大学生的现场实习和见习困难重重,甚至无法进行。合作教育、产学结合虽有许多成功的实例,但仅仅发生在具有远见的企业和具有研究、开发能力的学校之间,只局限于少数学生。

5. 计算机教学和应用远远不能适应现代化科学技术发展的要求。

6. 学生负担过重,学习处于被动状态,不利于培养学生独立思考能力、自我提高和终身学习的能力和兴趣。

## **(二) 建议转变教育思想,改革教学内容、方法,提高教育质量**

1. 学校领导和教师的教育思想必须从“授技型”向“育才型”转变,从以传播“知识”为主向真正的、全面的培养“能力”为主转变。将工程专业人员应具有的社会主义政治方向、爱国主义思想、集体主义思想、奉献精神、工程观点、经济观点、社会责任感、开拓精神以及独立深入学习的能 力、分析和综合问题的能力、表达能力、创新能力的培养放在首位,并贯穿于整个教育过程。这样才能彻底解决思想政治工作薄弱、专业不对口、知识面过窄、知识老化、学习负担过重等问题,以适应科学技术迅猛变化的形势。

2. 根据上述教育思想,重新研究制定各层次、各类型教育的教学计划,通过各种方式加强思想政治教育和职业道德教育,明确培养工程师必备知识的核心内容,增加必要的人文、法律、经济、管理等内容,加强设计、制造、加工等能力和工程意识的培养。

必须指出,德育教育是高等工科学校的首要任务,除了要在各个教学环节中,在课内外活动中加强德育教育外,更要重视全社会对学生的德育教育问题。

3. 创造多学科综合的课程体系,削减上课学时,增强自学环节。

4. 大力充实和改善实验课。通过实验对学生进行实验思路、实验设计、实验技术以及发现问题、分析问题能力的全面训练。通过大实验和综合性工程设计,培养学生独立工作能力,对学生进行现代工程设计的思想和方法的教育。工程设计要与实验、生产实际相结合,可以就近与地方企业、乡镇企业结合,参与地方建设,着重培养学生的各种能力和为社会服务的意识。

5. 加强生产实践,在学校中充实和改善实习环境,尽量创造学生参与设计、制造的实践。请国务院制定政策,要求工业、企业支持学生的生产实习,安排实习计划并给予适当资助(可以在公益事业费用中支出)。

6. 结合各个教学环节,提高应用计算机的能力。

7. 加强学校图书馆、信息系统、实验室的建设和管理,为教学内容、教学方法的改革创造条件。

8. 在教学过程中注意发挥学生的主动精神、创造精神,鼓励学生理论联系实际,培养独立解决工程实际问题的能力。

9. 改革工程教育的管理思想和方法。必须形成从便于行政管理转变到有利于培养和发挥学生的主动性、创造性和实现培养目标的管理体制。为使学校在 5—10 年内能培养出适应 21 世纪社会主义市场经济需要的人才,应完成从指令性培养向供需相适应培养人才的转变。

## 四

### (一) 尚未建立高等工科学校与工业、企业密切合作的机制

我国实行开放政策,在经济建设中引进外国先进技术和生产线是十分必要的,并且已经取得了很大的成绩和效益。但在我国工业、企业中,研究、开发和中间试验工作做得很少,在引进的基础上对技术、设备和生产线加以消化、吸收、提高、创新还很不够,大型企业如此,中小型企业更是如此,这样我国的产品和服务在国际市场上将永远缺乏竞争能力,而且要受制于人。在这种情况下,我国高等工程教育的质量很难提高,我国的工程科学技术队伍也难于成长和发展成具有国际高水平的力量。工业、企业不迫切需要高等工科学校培养的从事研究、开发、设计、制造工作的工程科学技术人员。大批在工业、企业中工作的工程科学技术人员长期在处于落后水平的生产线上或在引进的技术、设备和生产线上从事生产技术和管理工作,不能充分发挥他们的作用和潜力,也影响了他们在工程实践中不断提高业务水平。高等工科学校与工业、企业在培养高质量工程科技人才和将科研成果转化为生产力等方面的合作也缺乏共同的基础。我国工业和工程教育的发展都受到严重影响。

### (二) 建议建立高等工科学校和工业、企业合作的体制

在目前国际市场竞争十分激烈的情况下,要使我国经济获得长期稳定的发展,在建立社会主义市场经济体制的同时,国家应增加对引进技术、设备、生产线进行消化、吸收、创新所需资金的投入并采取正确的政策导向,鼓励工业、企业、高等学校加强研究、开发和中间试验,把科研成果转化为生产力。要广泛宣传高等工科学校面向工业、企业,工业、企业依靠教育的思想。高等工科学校承担培养高层次工程科学技术人才的任务,应广泛听取工业、企业的意见,为企业源源不断地输送高质量的工程科学技术人才,同时高等学校还应承担研究和开发的任务,为提高企业的生产水平和科技水平作出贡献。工业、企业为了自身建设、发展和提高水平,对大学的人才培养和研究、开发工作应不断提出新的要求,创造条件使学生能够在企业进行实习、开发、设计工作。未来工程师的培养必须有全社会的参与,这也是在国内外激烈竞争中,工业、企业谋求生存与发展的战略性任务和社会义务。企业应积极开展对高校毕业生进行工程技術培训的试点工作。探索不同类型、不同层次学校与工业、企业合作的形式和方法。国家应制订鼓励高等学校与企业合作的政策和措施。在重点理工大学和研究中心,创造大学与工业、企业合

作的条件,针对生产中的重大问题进行多学科的综合研究和基础研究,促进科研成果向生产力转化。把培养工科生和大学本科生解决工程问题的能力作为工程研究中心的重要任务。

## 五

### (一) 我国高等工科大学校师资在知识领域、生产经验、创造能力等方面存在不足

提高高等工程教育质量,关键在于师资的质量。我国高等工科大学校师资队伍素质是好的,但在学历结构和知识结构方面尚有不足,过去教师主要从本科毕业生中留任,缺乏严格的科学研究训练和创造能力的培养。绝大多数教师从家门到校门,缺乏工程意识、思想,缺乏现代化工业、企业的生产技术、工程设计和组织管理的实际经验。这种状况不加以改变,会给建立适应我国国情的高等工程教育模式和培养高质量的工程科学技术人才带来很大的困难。

### (二) 建议加强高等工科大学校师资队伍建设

1. 制定鼓励优秀工程科学技术人才到大学工作的政策,为他们创造良好的工作、生活条件和学术环境,吸引品德高尚、业务优秀、具有创造能力的博士到大学从事教学和科研工作,尽快提高大学教师中具有博士学位人员的比例。规定必要的工程实践经历和能力作为提升工科教师技术职称的重要条件。建立教师学术休假制度,在此期间教师应到工业、企业担任职务,参加实际工作。还可以探索教师到企业挂职锻炼培养的道路,积累经验;逐步形成制度。也可以吸引企业中有丰富工程经验并具有较高学术水平的高级工程科学技术人员到高等学校担任兼职或专职教师。积极加强对教师的培养,增加其工程和生产经验,促进和保证在大学完成工程师基本训练这一高等工程教育模式的实现。

2. 创造条件加强工程科学技术及教育的国际交流,吸引优秀的具有博士学位的留学人员回国从事工程教育事业,加强与国外教授及有关专家交流。

## 六

### (一) 我国工程技术的继续教育和培训教育体系还有待建立

当前工程科学技术的发展十分迅速,而工科学生在校期间只能掌握最基本的工程科学技术和培养自学能力,参加工作后必须进行在岗的继续学习;特别是我国还有大量没有大学学习机会而具有丰富实践经验的工程技术人员,对他们进行培训教育就更重要。我国目前许多企业尚未开展继续工程教育,培训教育也不普遍。这对提高我国企业的科学技术水平和管理水平极为不利。目前我国许多企业劳动生产率低,技术更新和新技术应用缓慢,甚至停滞,这一现象虽有众多原因,但缺乏有效机制促进继续工程教育和培训教育的开展,是一个重要因素。

(二) 建议进行继续工程教育和培训教育的调查研究,根据国情制定方案和政策,进行试点工作

对在职工程技术人员进行继续工程教育和培训教育,涉及面广,比对在校学生进行高等工

程教育更为复杂。应加强继续工程教育和培训教育重要性的宣传,引起各级领导和社会各界的重视。要对开展继续教育和培训教育的体制、方法和存在的困难、障碍等问题进行调查研究,提出实施方案和制定促进此项工作顺利开展的政策和其他措施。鼓励企业与高等学校合作,开展继续工程教育和培训教育的试点工作,取得经验后逐步推广。高等工科大学要把继续工程教育和培训教育作为学校的重要任务。要防止在继续工程教育和培训教育的名义下滥发文凭、证书。

近15年来,我国已在改革高等工程教育方面进行了尝试,取得了一些经验。迫切希望进一步加强党和国家对高等工程教育改革的领导,加大改革的力度。制定促进高等工程教育改革的政策和法律,创造有利于高等工程教育的层次结构体系的调整 and 教学改革的条件和环境。应该将高等工程教育改革作为国家一项重大任务和研究课题,在国家教育委员会领导下,在国家自然科学基金委员会指导、资助下,鼓励有关高等工科大学合作并在企业的有力支持下,组织动员广大教师分别对有关问题及具体实施方法,开展研究和改革试验。中国工程院、中国科学院的院士要给予积极支持和指导。经过五年或稍长时间的努力取得经验后,逐步推广。

我们认为,在中小学教育改革、社会文化素质提高和过去已经建立的高等工程教育的基础上,要迅速行动,进行上述及其他必要的改革,在两个五年计划左右的时间里,把我国高等工程教育提高到一个新的水平。我国的高等工程教育的发展,必将加强国家的综合国力,并为提高全世界发展中国家的教育水平,促进世界和平与发展,作出历史性的贡献。