

# 高教研究

GAO JIAO YAN JIU

2015年3月20日

第1期

总第8期

● 内部资料 ●

西南石油大学  
规划与评估处主办

视, 尽早建立与国际接轨的高等工程教育专业认证制度已经成为共识。作为一种教育质量保证、工程学位与工程师证书国际互认

## 工程教育专业认证简介

高等工程教育专业认证是为了构建我国高等工程教育质量监控体系, 提高高等工程专业教学质量, 使经过高等工程教育培养出的工程师达到国际互认而进行的教学质量评估工作。其最终

工程教育与工程界的联系机制, 实现我国工程教育的国际互认, 提升我国高等工程教育的国际竞争力。目前, 我国高等工程教育专业认证的研究和开展得到了政府相关部门及非政府组织的高度重

目标是为了构建工程教育质量监控体系和

的重要机制和手段, 工程教育专业认证制度的建立和实施势必对我国工程教育改革与质量保障体系产生深远影响。如何保证工程教育的质量并受到国际认可, 培养出的高等工程技术人才满足世界需求, 已成为当前我国工程教育面临的首要问题。

## 高等工程教育认证和“华盛顿协议”

认证(Accreditation)在高等教育评估和质量保障概念中被定义为自愿性的质量保障和质量提高的方法, 是学术和专业教育界内部的一种直接的和自我管理性质的活动, 起始于20世纪初, 主要由非政府性质的院校、专业和特定领域的专业人员联合会具体执行, 通过认证对达到或超过既定的教育质量标准的高校或专业进行认可, 并协助院校和专业进一步提高教育质量。专业认证(Specialized/Professional Programmatic Accreditation)是高等教育认证的重要组成部分, 是由专业性(Professional)认证机构对专业性教育学院及专业性教育计划(Programmatic)实施的专门性(Specialized)认证, 由专门职业协会同该专业领域的教育工作者一起进行, 为相关人才进入专门职业界从业的预备教育提供质量保证。工程教育专业认证(Engineering Educational Specialized/Professional Programmatic Accreditation)是工程技术行业相关协会结合工程教育工作者对工程技术领域相

关专业(如电子、土木工程、机械等)的高等工程教育质量加以控制, 保证工程技术行业的从业人员达到相应教育要求的过程。

工程教育认证作为一种高等教育质量保障活动最早始于美国。1989年, 美国、加拿大、英国、爱尔兰、澳大利亚和新西兰等6国就在各自开展工程教育专业认证的基础上, 在华盛顿签署了一份有关工程学士学位专业认证国际相互承认的协议——《华盛顿协议》。该协议承认签约国所认证的工程专业(主要针对四年制本科高等工程教育)培养方案具有实质等效性, 认为经任何缔约方认证的专业的毕业生均达到了从事工程师职业的学术要求和基本质量标准。2013年6月19日, 我国被全票通过接纳为该组织的预备成员。

《华盛顿协议》的核心内容是经过各成员组织认证的工程专业培养方案具有实质等效性(substantial equivalence)。等效性是指任何成员在认证工程专业培养方案时所采用的标准、政策、过程

以及结果都得到其他所有成员的认可。这不仅需要每个成员认真履行自己的职责,严格认证本国或本地区的工程专业培养方案,而且要承认其他成员的认证结果。由于有严格的定期审查和相互监督机制,各成员组织都为保证本国或本地区的高等工程教育做出了不懈的努力,而且通过这项协议使这些努力的认可度更高、范围更广。

工程教育认证是时代发展到一定阶段的必然产物,也是现代工程人才成长的必然要求,符合国家的发展目标。我国从2006年开始引入国际高等工程教育认证方法,并于当年选择了上海交通大学、浙江大学、清华大学、北京航空航天大学分别就电气工程及其自动化、机械工程及其自动化、化学工程与工艺、计算机科学与技术4个专业进行了国

内工程教育认证试点。2008年适当扩大规模,增加了采矿工程、环境工程、水资源工程、食品工程、交通运输工程、安全工程等新的试点专业。我国成为《华盛顿协议》预备成员,标志着我国工程教育认证进入到实质性的实施阶段,对我国的高等教育改革将产生巨大的影响和推动作用,特别是给处于困境中的地方高校发展带来新的契机。

高等工程教育对于明确工程教育专业人才培养目标,体现不同院校工程专业的特色;建立工程教育和工业界合作培养人才机制,引导工程教育改革与发展方向;建立工程界参与工程教育质量监控的外部评价体系以及提升我国高等工程教育的国际竞争力等方面都具有重大意义。

## 发达国家的高等工程教育认证体系

### (一)美国的高等工程教育认证体系

工程专业认证是工程教育良性发展的有效推动力。目前,国际上最具权威性和普遍性的是由美国工程及技术教育认证委员会(Accreditation Board for Engineering and Technology,简称ABET)提供的高等工程教育认证体系。ABET成立于1932年,是一个独立于政府之外的民间团体,前身为工程师专业发展理事会,最初由5个学会联合而成,现已发展为拥有31个工程或技术专业学会的联合体,涉及领域几乎涵盖了工程与技术的所有门类。其成立70多年来一直从事工程教育的专业鉴定,致力于确保和提高工程教育质量、促进工程教育改革、推动工程专业的国际互认,为学校、专门职业团体、公众、学生和企业服务。

作为独立的第三方工程教育专业认证机构,ABET的专业鉴定不但得到美国教育部、高等教育鉴定委员会(The Council for Higher Education Accreditation,简称CHEA)以及各州专业工程师注册机构的承认,也受到美国工业界和大学的普遍支持和认同。作为《华盛顿协议》的6个

发起工程组织之一,ABET在国际上也产生了积极的影响,在全球已有超过550个大学和2500所学院参与ABET认证。同时,ABET还与英国、加拿大、澳大利亚、爱尔兰和中国香港等国家和地区的同类协会签署了多国(地区)合作协议,彼此承认认证结果,共同推进国际多边合作交流、扩展国际咨询和认证服务。因此,ABET作为美国唯一的工程教育专业鉴定机构,它的专业鉴定具有不可忽视的权威性和国际性,成为各类专业技术人员获得专业实践活动准入资格的权威渠道。它的目标是为全世界的工程、技术和应用科学的教育提供质量保证,并激励创新。

### (二)德国工程教育体系及其认证制度

德国工科专业认证机构(The Accreditation of Bachelor's and Master's Study Programs in Engineering, Informatics, Natural Sciences and Mathematics,简称ASIIN)最初是在德国工程师协会的倡导下,由各大学、重要的工商业组织、权威的科技协会以及专业教育和进修联合会共同参与建立的非营利性机构,成立于1999年,2000年制订了认

证准则和程序,获得德国认证委员会的资格认可,2003年建立专家库,在国际上获得《华盛顿协议》预备组织资格,是德国唯一针对工科、信息科学与计算机科学、自然科学和数学学科本科教育项目、硕士教育项目进行认证的机构。2004年,ASIIN推行了欧洲认证工程项目(European Accredited Engineering Project,简称EUR-ACE),作为实现欧洲高等教育区的重要措施之一,EUR-ACE的目的是建立欧洲体系的工程教育认证,使经过ASIIN认证的专业点的毕业生可以获得欧洲工程师的头衔。

ASIIN的会员大会由大学会员组,(技术)大学协调组、应用科学大学会员组,应用科学大学协调组、工业会员组,工业联合会和工会组织的伞状组织(会员9个)、协会会员组,技术与科学协会以及专业组织(会员26个)等方面的会员组成。每一个会员组提名3个代表组成理事会,下设总部,包括1名总执行官、6名专业人员、1名秘书和2名实习人员。此外,理事会还另设工程与信息科学认证委员会和自然科学与数学认证委员会,负责制订认证准则、程序和认证要求。

### 1、工程教育在德国

德国高等工程教育机构主要分为工业大学和高等专科学校两种类型,另有一些工程系科附属传统大学或20世纪60、70年代出现的综合高等学校。德国工科院校学生的本科学习分为基础学习和高级学习两个阶段,各阶段的教学进度并不统一,借以充分发挥学生的潜能。基础学习阶段一般在第1~2学年,主要包括高等数学、基础科学和基础工程学科以及4个月的工业实践环节,并需进行结业考试。高级学习阶段在第3~4学年(可延长),学生可在原有专业和新专业之间进行选择,主要包括专业工程学科、设计高级理论学科和工业实践。德国工科研究生教育历来重视工程科学和工程技术教育,重视工程技术实践能力的培养。特别是工业大学都把培养文凭工程师作为主要的培养目标,注重培养学生的应用性研究和技术开发能力。但是,德国的研究生教育长期以来一直没有硕士学位,直至近年来才针对部分专业,

采取与国外大学联合培养硕士的方式,授予硕士学位,但规模仍然较小。而博士学位授予权是大学机构的特权,主要采取研究课题的形式。通常,只有获得大学工程师文凭才有资格获得博士学位,但可适当放宽,如对于一些有杰出研究成果的高专文凭获得者。

### 2、充分利用社会资源培养学生

作为一个工业发达的国家,德国非常重视技术、尊重技术人才。德国高等工程教育的突出之处在于充分利用社会资源对学生进行工程训练。首先,德国的工科大学要求学生入学前至少要有12个月的工业训练经历;其次,学生在校学习期间,有一半时间是在企业里继续进行工业训练,因为工业训练是直接在社会的企业中进行,因此,德国工程教育具有更强的实践性。其工程教育体系具有如下特征:

(1)以培养“成品”工程师为目标。德国工程教育是多渠道、多层级的,但各渠道、各层级的工程教育均符合完整的成才教育,以培养“成品”工程师为目标,授予工程师学位或文凭。

(2)教育与训练一体化。一名合格的工程师必须具备相应的学识、技能和经验。因此,德国的工程教育要求学生在校学习期间连续完成大学教育与工业训练,将二者有机的结合起来,协调与平衡发展。

(3)理论联系实际。德国工程教育非常注重理论联系实际,强调实践,使培养出的工科毕业生不仅具备宽厚的基础知识、较强的专业流动性和适应性,而且具有处理实际问题的经验,具备足够的初始专业能力。以上内容说明,德国各界人士对工程教育的期望与要求以及国际工程教育的基本发展趋势是该国认证标准制订的基础。

### (三)英国的高等工程教育专业认证体系

英国的工程界在社会中位居重要地位。据统计,该国约有88万名专业工程师,其中38%在制造业,8%在土木工程单位,其余54%分布在服务性行业。工程界对该国有巨大的经济贡献,仅在科技方面,其研究和开发量就占到总数的45%。因此,英国工程教育专业认证体系深受社会重视,得到了完善的构建和发展。英国工程委员会(Engi-

neering Council UK,简称 ECUK)成立于1981年,是一家皇家特许的权力机构,其职责是为工程师、工艺师和技术员确定并保持专业能力和职业道德的国际公认标准。因此,该机构不仅负责管理英国工程界,还在国际上代表英国工程师的利益。ECUK的任务包括为工程师和其他工程技术人员提供注册和对英国工程教育专业进行认证两个方面,其对工程界的管理是通过下属的几十个工程学会来实现的,符合条件的工程学会由 ECUK 授予许可证,来维护和促进相关的认证标准。希望成为特许工程师、入会工程师或工程技术员的公民首先必须向对应的工程学会提出申请,由工程学会根据 ECUK 的标准和本工程学会的具体要求进行审查。审查合格者才可成为该工程学会的会员,并载入 ECUK 的注册簿,正式获得工程师头衔,该

注册头衔包括特许工程师、入会工程师、工程技术人员3类。需要强调的是,在英国,这3类头衔只有 ECUK 的注册工程师才有资格使用。

综上所述,我们不难发现,发达国家工程教育专业认证具有一些共同特征:(1)大多由非官方的行业协会或下属的专业机构负责实施,独立制定评估标准,开展认证活动,对接受认证的高等院校和社会公众负责;(2)大多采取同行评估的方法,注重与工程界和企业界的联系,参加认证的人员包括教育界、工程界和企业界的各方专家;(3)非常注重专业认证制度和专业注册师制度的紧密结合,专业认证过的学校的学习经历是获得专业注册师资格的首要前提。而这些共同特点,正是当今国际社会工程教育认证制度的发展趋势。

## 发达国家的工程教育改革实践

在实用主义哲学思想的影响下,美国工程教育的内涵和本质得到新的诠释,大工程观逐渐形成,涌现出许多成功的工程教育改革模式。

### (一)MIT 模式:专与通的经典演绎

#### 1. 构建完整的课程体系

MIT 的课程体系由自由选修课程、学科课程、核心课程三部分构成。自由选修课程是基础,学生可以在全校范围内任选,只要修满规定的学分即可。学科课程主要包括核心课程和专业领域课程。核心课程主要由9门自然科学课程和8门人文、社会科学类课程构成。通过选修课程,学生横向拓展了学科专业范围,大大丰富和拓展了自身的知识储备,改善了知识结构,为学生的全面发展奠定了初步基础。通过学科课程,学生掌握了本学科专业的基础知识和专业知识,实现了学科专业的专精发展,夯实了专业基础,为学生今后的职业发展奠定了坚实的基础。通过核心课程,学生进一步系统构建起比较全面的人文社会和科学知识结构,实现专与通的衔接和整合。

#### 2. 建立个性化培养制度

在 MIT,专与通的结合既是目标和结果,也是过程和方法。为了实现专与通的结合,MIT 创造性地提出和建立了个性化的培养制度。早在1969年,MIT 就率先提出了“本科生研究机会计划”(UROP)。本科生从入学起就可以参加教师的研究课题,也可以自行设计课题并请教师给予指导。大学四年中,大约有80%的学生至少从事过一项 UROP 研究项目。此外,MIT 还实施了“独立活动期计划”(IAP)、自主选专业(Major Course of Study)、双学位和辅修(Double Majors & Minors)、三四年级 PDF 选择(Junior-Senior P/D/F)、外校学习(Study at Other Universities)、联合培养(Cross-registration Programs)、国外学习(Study Abroad Opportunities)和国外实习(Internships Abroad)等培养制度。这些个性化的培养制度将学生的学习从课堂延伸到课外,将专与通、学与用紧密结合起来。

#### 3. 突出工程能力培养

工程人才的能力基础在于工程实践能力、工

程设计能力与工程创新能力。然而,随着全球视野和全球合作思想的逐步形成,MIT开始重视学生工程领导力的培养。在MIT,工程领导力主要包括三方面的知识和素质:核心价值观和个人品质,如勇于开拓、擅长决策、行动果敢、有责任感和危机意识、富有激情、足智多谋等;领导才能,如对环境的悟性、社交能力、富有远见、能够实现目标等;丰富的知识,如学科知识、基础知识、技术知识、工程思维、批判思维等。为此,MIT发起了一系列强化性质的工程教育计划,如伯纳德·戈登领导力计划(Bernard M. Gordon-MIT Leadership Program)、雷蒙森计划(The Lemelson-MIT Program)、本科生实践计划(Undergraduate Practice Opportunities Program)、MIT创业竞争计划(MIT \$ 100K Entrepreneurship Competition)等。这些计划旨在运用新的教学方法将MIT的毕业生培养成为工程界的领袖,巩固和加强MIT在美国工程技术领域的领导地位。

## (二)伯克利模式:学与术的和谐统一

### 1.将学术优先原则贯彻到工程教育

伯克利的学术优先原则不仅适于教师,而且已经深入到本科生。为了推动本科生科研,伯克利于1991年设立了本科生科研学徒计划(URAP)。根据该计划,任何一个年级的平均学分绩点(GPA)在2.0以上的本科生都可以申请做教师研究工作中的学徒;每个学生可同时申请3个项目,但如果申请成功,每个学期只可以从中选择做一个项目。此外,伯克利还设立了校长本科生研究奖学金计划(Presidents Undergraduate Fellowship,PUP),根据该计划,学生自己提出研究方案,学校出资,资助优秀本科生在教师指导下从事原创性研究工作。本科生完成科研后,必须提交论文,经审查合格,可获得1~4个学分。

### 2.积极构建“大工程”课程模式

伯克利的“大工程”课程主要针对低年级学生,是低年级学生的共同课程。工学院各系的课程都包括两部分,一部分是所有工程基础课程,然后才是各专业课程。这种“大工程”的课程模式主要体现在本科生课程改革中,其重点包括:低年级的

课程更侧重概论性,如电子工程系的概论性课程共23门,占总课程数的1/4;讲课重点放在问题解决方法上;用最新的知识更新教学内容;重视人文素质教育,人文通识课程在整个课程体系中的比例约占20~25%。

### 3.在社会服务中提高工程研发和应用能力

伯克利的工程教育非常重视工程设计、工程研发和工程应用能力的培养。工学院明确将通过科研和技术开发服务社会作为自己的三大目标之一。通过本科生科研计划、校外实习等方式,学生的科研能力和解决问题的能力都获得了显著提高。伯克利的社会服务非常广泛,上至国防军事科研,如早期的雷达研究、核武器研究等,都有伯克利的身影;下至社会公共领域,如伯克利工学院的工程师发明了一种仿生腿,能够帮助截瘫病人重新站起来并直立行走。此外,伯克利工学院的教师还广泛参与加州水利灌溉、公共基础设施、市政系统的设计、建筑和研究等工作,为加州地区社会经济和市政发展做出了突出贡献。通过社会服务,加州伯克利大学将理论与实践紧密结合,大大提高了工程教育的质量。同时也为自己赢得了社会资源和社会声誉,成为公立大学当中少数几所一流大学之一。

## (三)普渡模式:探索工程教育新途径

### 1.构建宏大的工程人才培养体系

面对21世纪全球科学、技术和经济挑战,普渡大学提出了工程人才培养的三大支柱体系(The Three Pillars of the Purdue Engineering Undergraduate Education),并希望普渡的工程教育能够在2020年之前达到此目标。第一根支柱是能力维度,包括领导能力、小组合作能力、沟通交流能力、决策能力、认知和管理能力、在多元文化背景下有效工作的能力、在全球工程领域有效工作的能力,以及工程、商业和社会的综合分析能力。第二根支柱是知识维度,包括科学和数学知识、工程基础知识、分析技能、开放设计和解决问题的能力、多学科合作的能力、整合能力等。第三根支柱是质量维度,包括创新、职业道德、在全球技术背景下的伦理责任、变革环境中的适应能力、

企业家精神和内在平衡能力、拥有好奇心并坚持终身学习。为了实现这三个支柱,普渡大学提出实施“2009~2014 普渡工程教育战略规划(Purdue Engineering Strategic Plan 2009~2014)”。

## 2. 成立工程教育系强化工程师资培养

为了加强工程教育师资培养,普渡大学于2004年在工程学院成立了工程教育系,该系由新生工程学系(The Department of Freshman Engineering)与跨学科工程部(the Division of Interdisciplinary Engineering)合并而成,专门致力于工程教育师资的培养。工程教育系共包括三个层

次的工作,第一个层次是新生工程课程教学。第二个层次是工程教育系的本科生教育,包括跨学科工程教育课程和多学科工程课程,前者接受需要工程教育但不需要工程实践的学生学习,后者由偏向工程实践的学生学习。第三个层次是研究生教育,重点在于博士生教育。学生在接受完博士教育并获得教师资格证书以后,可以成为工程教育师资。普渡的经验证明,通过专门的工程教育师资培养,可以更好地提高工程人才培养质量。应该说,普渡大学的这项实践目前在一流大学工程教育中独具特色。

## 中国高等工程教育认证现状及发展

### (一) 全国工程教育专业认证概况

2005年底至2006年初,中国科学技术协会(简称“中国科协”)申请加入《华盛顿协议》,并与教育部、各工业行业协会联合开展工作,通过对高等院校工科专业的质量考证进行高校毕业生工程师国际化资格的认证,至此,工科专业的专业评估逐步转向专业认证。2006年,教育部成立了“全国工程教育专业认证委员会”,负责工程教育专业认证的组织。该委员会由教育部等行政主管部门授权,成员由教育部、人事部、中国工程院、中国科协、相关行政主管部门和行业协会(学会)代表组成。

我国的工程教育专业认证试点工作始于2006年。2006年3月22日,教育部办公厅发布《关于成立教育部工程教育专业认证专家委员会的通知》(教高厅函[2006]5号)。同时,机械工程、电子工程、化工、计算机等4个专业试点工作组先后成立,并完成了对8所高校的认证试点,清华大学等8所参加专业认证试点工作的高校获得了“通过认证,有效期三年”的结论;其中,化学工程与工艺类专业2个,分别是清华大学和天津大学。

2007年6月9日~10日,教育部在北京举行

大会,首次成立了由75名各领域专家组成的全国工程教育专业认证专家委员会,教育部原副部长吴启迪担任主任委员。委员会实行任期制,首届任期自2007年至2011年。吴启迪在会上指出,在我国开展工程教育专业认证,要积极努力为加入《华盛顿协议》做准备。我国计划在2009年申请加入《华盛顿协议》。

2007年8月28日,教育部发布《关于成立全国工程教育专业认证专家委员会专业认证分委员会(试点工作组)的通知》(教高司函[2007]142号),设立了机械类、化工类2个专业认证分委员会,电气类、计算机类、地矿类、轻工与食品类、交通运输类、环境类、水利类7个专业认证试点工作组。在2006年机械工程、电气工程、化工、计算机等4个专业率先开展全国工程教育专业认证试点的基础上,又有环境、水利、轻工、食品、地矿等5个专业纳入试点范围。专业认证分委员会列表如下表。

同时,清华大学、哈尔滨工业大学、同济大学、上海交通大学等10所大学已被列为工程教育改革试点学校。此外,教育部当年对中国石油大学(华东)等18所高校的18个试点专业进行入校认证。

2007年12月12日教育部办公厅发布《关于成立全国工程教育专业认证监督与仲裁委员会的通知》(教高厅函[2007]59号)。至此,经过一年多的努力,我国工程教育认证的组织体系已初步建立。

专业认证委员会名称	组长所在单位	组长
机械类专业认证分委员会	华中科技大学	李培根(中国工程院院士)
化工类专业认证分委员会	天津大学	王静康(中国工程院院士)
计算机类认证试点工作组	北京航空航天大学	李未(中国科学院院士)
电气信息类专业认证试点工作组	西安交通大学	郑南宁(中国工程院院士)
交通运输类专业认证试点工作组	北京交通大学	杨肇夏
轻工食品类专业认证试点工作组	中国海洋大学	管华诗(中国工程院院士)
水利类专业认证试点工作组	河海大学	姜弘道
环境类专业认证试点工作组	清华大学	郝吉明(中国工程院院士)
地矿类专业认证试点工作组	中南大学	古德生(中国工程院院士)

## (二)我国高等工程教育专业认证的认证标准

目前执行的2008版《工程教育专业认证标准》(试行),是对工程教育本科培养层次的基本质量要求,它由通用标准和专业补充标准组成。通用标准中共有包括专业目标、质量评价、课程体系、师资队伍、支持条件、学生发展和管理制度7项指标,并对每项指标的内涵有详细的说明。另外针对机械类专业、化学工程与工艺专业、计算机科学与技术专业、安全工程专业、地矿类专业、食品科学与工程专业、环境工程专业、交通运输专业、电子信息与电气工程类专业和水利类专业10个不同专业在人才培养目标、课程体系设置、师资队伍建设、专业建设等方面提出具体要求。

## (三)我国高等工程教育专业认证的认证程序和结果

我国的工程教育专业认证可以分为院校自评和专家组进校考查两个阶段,从基本程序上来讲包括6个步骤,即:申请认证、学校自评、审阅《自评报告》、现场考查、审议和做出认证结论、监督和仲裁。

### 1. 申请认证是指符合认证标准的工科本科专

业,在学校自愿的基础上,按照《工程教育专业认证学校准备工作指南》要求撰写申请报告,提出认证申请。

2. 学校自评。申请获得受理的院校在坚持“以评促建、以评促改、以评促管”的原则下,依照《全国工程教育专业认证标准》进行自我检查,撰写自评报告。

3. 审阅《自评报告》。认证分委员会(试点工作组)对申请学校提交的《自评报告》进行审阅,依据审阅情况,可做出通过、补充通过和不通过三种结论。

4. 现场考查。《自评报告》获得通过或经补充修改后获得通过的院校进入现场考查阶段。现场考查是由认证分委员会(试点工作组)委派专家组到学校进行实地考查,时间一般为3天,主要是核实学校《自评报告》中内容的真实性 and 准确性,了解《自评报告》未能反映的有关情况,最终形成《现场考查报告》。

5. 审议和做出认证结论。认证分委员会(试点工作组)召开全体会议,对学校的《自评报告》、现场考查专家组的《现场考查报告》和学校的反馈意

见进行审议,经过充分讨论,提出认证分委员会(试点工作组)的认证结论建议,经过投票,同意票数达到到会委员人数的2/3以上则最终确定认证结论。

6.如学校对最终认证结论有异议,可向全国工程教育专业认证监督与仲裁委员会提出申诉,由其做出裁决。

专业认证结论分为三种:

1.通过认证,有效期6年,学校每两年向秘书

处提交一份针对专家组提出认证意见的整改情况以及专业建设方面最新进展的报告。

2.通过认证,有效期3年,学校每年提交报告。

3.不通过认证。

通过认证的专业如要保持认证有效期的连续,必须在有效期届满前一年的上半年重新提交认证申请。

### (一)浙江大学工程 教育改革的实践和探索 浙江大学竺可桢学 院工程教育高级班(以

下简称浙大工高班)20年的发展即为非常有代表性的工程教育模式改革案例,根据发展脉络将其分为三大阶段:

(1)1994~2000年:工程教育高级班的初创

这一阶段,工高班的教学管理团队和导师团队通过选拔一批优秀的低年级学生,期望培养一批具有扎实的自然科学、工程科学基础,得到良好的工程思想和方法训练的复合型工程技术人才。主要进行了三方面的教育模式设计和创新尝试:

其一,工程技术新手段、新思想的融入。工高班在课程设计上,主要设置了一些未来工程师所必备而目前专业教育又缺乏的教学内容,如工程技术新手段(计算机技术)、国际化的交流与表达能力(英语技能)、工程设计和创造的思想与一般方法(设计方法等),以及工程问题的辨识、抽象与表达(建模能力),等等。提前为其进行了前沿知识储备和工具训练,把国际上当时新出现的工程科技发展前沿引入本科阶段的工程科技人才培养。

其二,凸显工程实践教学。在工高班的人才培养改革实践中,教师们为学生提供了大型工程场景,让学生在头脑中塑造某种“工程情境”,并学习分门别类的各项知识。在浙大工高班开展的广泛课外教学活动中,有包括参观大型工程,邀请工程技术负责人演讲,组织参加各种全国性的设计竞

## 工程教育改革在中国大学的实践

赛,开设发明创造类实践性选修课等等,以全面培养学生的工程能力、创新意识和创造能力。工高班特别遴选了科研造诣和工程实践经验并重的教师进行授课和带领学生参观大型工程实践。

其三,工程科技创业理念的萌芽。工高班尝试邀请管理学资深教授为工高班的学生设计了讲座式的课程。在强调科技创业、工程领导力和创业能力的今时今日,工高班早期课程类目和针对性讲座的设计都体现了教育教学管理理念的先进性和前瞻性。也为未来相应师资的配备以及今后完善的课程学习模块的设计提供了先期试验的成果。

(2)2000~2007年:拔尖创新人才的试验田

这一阶段工高班进入了成长发展期,师资储备、课程设置和培养计划的匹配愈臻成熟。

从培养方案来看,除了继续坚持工高班的“重基础”,进一步突出数学建模、计算机技术平台的教学思路之外,还着重添加了如现代工程设计这一特色教学,强调复合型创造力的培养,并对于“乐于、勤于”参与复杂工程创建设计工高班学生提供了现代工程设计类别课程。在工高班的特色教学计划中指出:现代工程设计的研究对象是面向创建复杂系统的设计理论与设计方法,其研究内容是从综合工程设计的客体对象、主体思维与搜索技术一般规律中导出的设计理论和设计方



法,其研究范围是界定在工程总体构思阶段中的设计理论与设计方法,是现代设计方法的总论。

在2003级至2006级工高班学生的培养过程中,对课程进行过微调,如在短学期增加“整合与创新设计”“电子系统综合设计”和“嵌入式系统”课程,并将“现代设计方法”调整为“设计思维与表达”。除此之外,还增加了诸如“科学与艺术”这类拓宽学生视野的课程。

在工高班第二发展阶段后期,在创新与创业管理强化班和公共管理强化班分别探索出成熟的课程方案和培养计划之后,工高班除了仍然坚持工程基础类课程之外,将管理等人文社科类拓展视野和通识基础类课程采用与其他特色班级共享的模式,并在此过程中,在学生的实践课程作业及竞赛中出现了一些大跨度的专业交叉合作成果,浙江大学的工科人才培养实践呈现出“宽专交”人才培养模式。

在对工高班2003~2006级的课程设置不断思考、研讨的基础上,浙江大学科教发展战略研究中心与竺可桢学院联合承担了教育部国家级“综合工程教育人才培养模式创新实验区”建设项目,开始进行基于整体观的工程人才培养实践探索。

(3)2007年至今:基于整体观的浙江大学综合工程教育模式创新

浙江大学工高班的二次创业始于2007级学生被列入教育部国家级“综合工程教育人才培养模式创新实验区”这一人才培养实验计划。界定了新的培养目标,提出:工高班是工程科技领导者的摇篮,培养知识、能力与素质俱佳,具有领导潜质、创新能力和国际视野,具备较强的专业竞争力,能在未来重大工程科技领域发挥关键作用的高层次优秀人才。并在充分研讨的基础上,重构和系统规划工高班教学计划,该教学计划涵盖“工程基础模块、工程设计模块、工程管理模块和工程实践模块”等四模块18门必修和选修课程。

在该培养方案中,特别指出了工高班不但注重强化学生的自然科学基础,而且更为注重培养学生的工程科学基础,通过实现教学环节的文理综合与理工综合以及秉承主修专业培养和工程教相结合的培养模式,积极搭建起“多规格、多通道、

模块化、宽专交、开放性、互动式”的创新型人才培养互动平台和产学合作教育网络。工高班通过制定特殊人才培养计划,按照“高目标、宽口径、厚基础、重交叉、强实践、分层次”的人才培养模式,从学生的综合素质、基础理论、动手实践、创新设计、工程训练等多个环节全方位地提高其动手实践能力、自主设计能力和综合创新能力。

工高班的教学管理方案进行了较大幅度的调整,不仅设计了全新的课程类目,而且在每门课的授课中都有引导地组织教师团队研讨,进一步突出工程实践和项目教学的作用。同时,在许多新设置的课程中,把原有的单一教师授课改为教学团队授课,一门课(如“工程导论”)由来自不同专业、不同国籍、不同机构的富有经验的教师组成,教学团队在集体研讨课程时,也能充分体现团队优势和在研讨碰撞时产生更为新颖的教学思路,课程形式也不断突破传统,教师的身份由教学改为陪练,由教授如何解题改为工程项目探讨和辩论。在此过程中,工高班的学生也感受到了来自新模式的冲击,一边纷纷感叹难以完成的大量工程模拟项目训练,一边更加热忱地广邀跨专业学生,研讨如何以更加创新的思路解决工程难题。

在课程改革的基础上,实验区建设项目对于工程教育高级班教学特色也进行了重新的思考和设计,通过实施DTIL特色计划,即工程设计计划(Design)、实践训练计划(Training)、海外实习计划(Overseas Internship)和领导力开发计划(Leadership)来形成教学特色。

在班级管理机制上,工高班创新实验区也建立了新型模式,对工高班实验教学和人才培养质量、效果进行及时跟踪反馈,并由实验区项目承担方进行试验方案的定期汇报和研讨,根据教学问题和其他情况进行教学方案的修订和变化。

总的来看,从浙江大学初创工程教育高级班,开始走上浙江大学工程教育模式变革之路开始,到工高班进入“综合工程教育人才培养模式创新实验区”建设项目之后,浙江大学工程教育模式改革的探索走了一条螺旋式上升的路径,其间的差异似只是工程问题日趋系统化、复杂化这一特征,因此需要从基础、实践、创造力提升等方面全方位

提升人才培养的层次,虽然只是这一差异,但对于工程的天地和工程人才的培养而言,已然进入了全新的境界。

## (二)天津大学工程教育改革的探索与实践

天津大学以教育部“卓越工程师培养计划”为契机,积极探索工程教育改革的创新之路,于2009年9月成立了实体性的“求是”学部,目前已完成基本框架建设。

### 1.“求是”学部的初步探索

#### (1)对卓越工程师的认识

科学家与工程师是两个不同的概念,但是,科学和工程又是不可分割的。卓越工程师应该是工程人才中最有能力、最具竞争力和最高端的人才。基于此,天津大学在卓越工程师的培养上坚持高起点和高标准。首先在生源上按照能力差异选定一定比例的优秀新生作为“卓越计划”的培养对象;其次在学科设置上,主要集中在学校几个优势工程学科如电子信息工程、化工材料、建筑工程等进行重点建设;三是在培养过程中,选配全校最优秀的师资进行教学,坚持严格的学业标准和淘汰制度。最后,经过两年“卓越计划”集中培养和强化学习以后,学生自主选择到各个专业继续学习。通过“卓越计划”,希望学生既有宽厚的基础又有扎实的专业训练,为其今后更好地适应社会需要奠定坚实的基础。

#### (2)“求是”学部的目标定位

“求是”学部从成立之初的目标定位就非常清楚,即根据建设创新型国家对工程人才的要求,以学校若干优势专业为依托,通过与行业、企业的密切合作,从培养模式、课程体系、教学方法、评价手段等方面入手,实施工程人才培养改革的综合试点,深入推进多方位、多层次、多模式的改革实践,努力探索有天津大学特色的适应可持续发展的高素质工程创新人才培养之路,为国家培养一批未来工程领域的领军人物和一大批适应社会经济发展需要的卓越工程师。“求是”学部是天津大学积极推进创新战略的结果,是天津大学教育教学改革的试验场和第一线。在这个试验场里,所有科学合理的教育教学模式都可以大胆探索和尝试,所有的课程体系和评价标准都可以被质疑和修正,

这里只尊重学术规则和教育规律。“求是”学部是天津大学基础性战略性的实体部门,有健全的组织管理机构,有充足的经费保障,配备了全校最优秀的师资,将对全校的工程教育改革提供实验和参照。

### (3)“求是”学部的课程设置

“求是”学部的课程设置完全按照“大工程观”进行构建,包含了工程领域所有的基础课程,学生经过两年学习后进入全校各专业继续学习。“求是”学部采取大类培养模式,入学选拔时根据学生志愿以及测试确定大类方向,并分别按照化工材料、电气信息、建筑工程、机械动力大类要求安排基础课程教学。完成大类基础课程教学后,根据学生志愿并参考综合考评结果在大类中选择主修方向。

## (三)大连理工大学的高等工程教育改革

教育部和中国工程院共同实施的高等工程教育改革实践项目,是对高校积极参与高等工程教育的一个很好的推动,而且规划了改革实践的一些关键环节进行重点突破。结合该“实践项目”,对大连理工大学的一些情况作一介绍。

### (1)建立工程类人才培养模式创新实验区

建立工程类人才培养模式创新试验区,引导人才培养模式改革,是推进高等工程教育改革实践的关键。在规划人才培养模式创新实验区时,大连理工大学坚持“三个符合(即:符合人才培养目标、符合学校发展定位、符合学校实际情况)、两个全面(即:全面规划、全面推进)、两个突出(即:突出特色、突出示范作用)”的指导思想,将创新实验分为“范区”和“特区”两大类型。“范区”注重于“面”,将学校工科专业按其学科特点及优势,归划出4个大学科类,即机械、电信、土木和化工。按大类培养的理念和“大工程”观,构建了这4个学科大类的面向工程的人才培养模式。构建了4个具有特色的人才培养模式,分别是:其一,“本——硕——博相贯通的工程科学型人才培养模式”。目前,本科应届毕业生中继续攻读研究生的比例按不同专业达30~50%,对该部分学生实行本——硕——博连读形式的分流培养,构建工程科学型人才培养模式。

其二,产学研紧密衔接的工程开发与创业型

人才培养模式。主要依托于国家示范性软件学院,基于其比较优越的实习实训基地、创新创业基地和企业合作关系,培养开发、创业型软件工程专业人才。软件学院目前在校生规模4256人,现有9个专用实验室、5个联合实验室、4个人才培训中心与国内外知名企业合作建立了近30个校外教学实习基地和2个校内实训基地。同时,建有面积为1万平方米的校内软件园区,现已有4家软件企业入驻。此外,还与英国伦敦大学、澳大利亚悉尼大学等国外5家大学建立了合作关系。

其三,强化创新实践的工程创新拔尖人才培养模式。主要依托大连理工大学的创新实验学院,基于创新实践中心和创新实验班培养创新拔尖人才。创新实验学院目前有两种培养形式。一种是面向全校各专业学有余力、有特长和兴趣的本科生进行创新学习和实践强化训练的“自主学习超市”,它主要依托以校级为示范、院(系)级为辐射的9个创新实践中心以及所属的创新实践基地,开展教学与实践强化训练,现设置10个专业方向进行创新实践强化,每年有1000余名专业的学生进入创新实验学院学习。构建大学生创新实践自主学习模式。在每个创新实践中心成立创新实践训练预备班和研究班,强化大学生创新实践能力培养,为优秀人才脱颖而出创造更多更好的机会。另一形式是创建于2006年的“创新实验班(尖子班)”,该实验班按机械、电信、土木和化工4个大类实行单独招生、大类培养,目前招生规模为100人左右。

其四,工程复合与交叉型人才培养模式。通过“1+4”外语强化(目前有机械、电信、土木、化工等各类外语强化班6个)、“4+1”第二学士学位、专业辅修和专业交叉,培养复合和交叉型工程人才。

#### (2)加强实验教学示范中心建设

实践教学以加强实验教学示范中心建设为突破口。在人才培养模式实验区平台上,规划与建设国家级实验教学示范中心。相应于机、电、土、化4个学科大类人才培养模式,各建1个学科大类实验教学示范中心,即机械类的工程训练中心、电信类的电工电子实验教学示范中心、土木类的土木水利实验教学示范中心、化工类的基础化学实验教学示范中心。同时,建设基础力学和基础物理2

个国家实验教学示范中心,作为工科基础性实验中心。以这6个国家实验教学示范中心为龙头,建立了国家级、省级和校级三级实验教学示范中心,构建了公共基础、大类基础和专业三个平台的实验教学体系。

#### (3)开展大学生创新性实验计划

2006年提出实行“1+1”大学生创新实验计划,即要求在岗教授、副教授和具有博士学位的讲师每年至少提出1项适合大学生科研训练的研究项目供学生选择,指导1名以上大学生开展创新性实验研究项目。2007年成立了“大连理工大学大学生创新性实验计划组织协调委员会”,各院(系)成立了“大学生创新性实验计划工作委员会”,出台了《大连理工大学大学生创新性实验计划实施办法》。规定每年的9月份组织学有余力、具备初步科研和动手能力的大学本科三年级学生申报大学生创新性实验计划。研究课题可以由学生自己提出,也可由学生和导师共同拟定,或由导师提出、学生选择。这样学校每年至少能保证2000多名大学生参与创新性实验计划项目,受益大学生覆盖面达50%左右。学校每年投入150万元的专项经费对每个项目给予不同额度的支持。国家级项目生均资助经费不低于1万元,校级项目每项资助经费原则上为2000元,院(系)级项目由各院(系)创新性实验工作委员会自行确定,每个项目资助经费原则上为1000元。同时,制定了相关政策,鼓励教师利用科研经费资助大学生开展创新性实验研究活动。

#### (4)进一步加强专业建设

根据国家和社会需要,依托学科优势,将16个具有明显优势和特色的工程类专业列入国家第一类特色专业建设计划,进行重点建设。这16个工程类专业分别归划到前述的机、电、土、化4个面向工程的学科大类培养模式创新实验区,按照大类培养和面向工程的培养理念,科学确定专业培养目标、合理构建知识结构和课程体系、深入改革教学内容、努力强化师资队伍建设和大力加强实验和动手能力培养,使其在发挥专业优势和办出专业特色方面取得重大突破,为工程类专业建设与改革起到示范和带动作用。

## 基于工程教育认证的办学模式改革

工程教育与应用型人才培养的目标是相一致的,大力发展工程教育应该是地方高校的必由之路。随着我国经济的快速发展,工程教育得到前所未有的发展机遇。工程技术人才的培养需要一套标准流程,工程教育认证是保障工程技术人才教育质量的有效措施,其认证标准就是办学规范和指导方针。地方高校应该以争取通过工程教育认证为契机,大力推进办学模式的改革,发挥承担工程人才培养的重任,同时自身也得到长足发展,在我国多层次人才培养体系中牢牢站稳脚跟。办学模式改革应从以下几方面入手:

(一)以市场为导向,坚持面向工业界的办学方向。采取多种措施与企业联合办学,将实训实习环节建立在生产线上,使学生的实习成为生产活动的一部分,学生得到真刀实枪的锻炼。与企业合作建立研发中心,教师的科研能与实际相结合,丰富教师工程经验和工程教育能力。开设企业课程,由企业工程师进行授课;或者聘请高级工程师担任“产业教授”,在实践实训、毕业设计等方面进行指导。要做到这一点,必须提高企业参与教育活动的积极性,这需要政府和学校共同努力。政府从法律和财政税收政策两方面双管齐下,对企业参与教学做出硬性规定,同时也提供优惠政策让企业产生内生动力。学校也可以通过学费共享等方式与企业获得“双赢”。总之,工程教育没有工业界的热心参与,没有企业提供的实践基地,也就没有了奋斗的方向和灵魂。地方性高校由省市共建,“立足地方,服务社会”是其承担的任务之一。因此,与工业界的联合是它的优势,工程教育认证对这一点提出了更高的要求。

(二)以人为本,坚持以学生学习产出为导向。强调学生的中心地位,改变过去重投入轻产出的办学理念。工程教育认证的7条评价标准全部聚焦于学生,把学生作为学校首要的服务对象,把用人单位的满意度作为重要评价指标。这种导向,其实正是大学本质精神的回归。地方性高校应该以学生能力培养为导向,不把科研论文、科研项目作为追求的目标,而应把有限资源重点投入到有利于培养学生应用能力的教学设施的建设上。

(三)根据自身特点明确培养目标,厘定毕业要求。根据学生所应达到的能力设置课程体系,使培养方案的制订有章可循,有的放矢,提高教学的针对性。工程教育认证对每门课程在培养体系中的作用有较为明确的要求,这一要求看似僵化,实则有效。目前各高校尤其是地方高校在课程设置上是比较盲目的,哪些课程应该设置,为什么设置,并不是十分清晰。按照工程教育认证的要求,则能使教师和学生都能明白“为什么而学”,从而提高教学效率。

(四)建立学生质量跟踪评估及反馈机制,及时就教学过程中存在的问题进行改进。这是工程教育认证所要求的,也是高校所普遍缺乏的。学生是否合格,不能仅在毕业时进行认证,而应该在培养过程的每一个环节中就进行把关。课程的每一项要求如果没有达到,要检讨原因,并将结果反馈到教学活动中,以便及时改进。通过这种“流水线”式的质量监控体系,进一步提高培养质量,提高合格率。

工程教育认证对于促进和保障工程教育质量具有重要意义,是优化和完善人才培养体系的一个重要契机。地方高校更应抓住这一机遇,通过认证重新审视办学理念,更新教育观念,借助工程教育认证夯实教学基础,健全规章制度,达到以认证促建设的目的,摆脱目前在发展中所遇到的困境,在工程应用技术人才培养方面赢得先机。