



遼東學院
Eastern Liaoning University

应用技术大学建设 高教信息简报

(内部资料)

目 录

本期简评..... (1)

◇媒体观点

工程教育认证对我们意味着什么? 晋浩天 (6)
工程教育如何与产业界联动 纪秀君 (10)
一流工程教育的发展指向 胡寿根 (22)
国际认证: 全方位的工科教育改革 吕东光 (25)

◇国际视角

服务公众 保障质量 激励创新—ABET 工程教育认证概述.....
..... 迈克尔·密里根(美国), 乔伟峰整理, 王孙禹审校 (30)

◇学术研究

工程教育认证与工程教育改革和发展 林 健 (45)

2016 年第 **5** 期 (总第 7 期)

主办: 学科发展规划处高教研究中心

2016 年 12 月 5 日

本期简评

一、需要我们回答的基本问题

当前，国内高校在应用型人才的培养上，工科类所占的比重相对较高，但随着产业结构的调整，未来人才需求的趋势必然是服务类以及社会科学方面的比重会增大。所以，定位于应用技术大学的我们，工程类及非工程类专业没有例外的都需要付出巨大的努力，才能谋生存图发展。

向应用技术转型，意味着必须变革，别无选择。做为综合实力与其他高校存在明显差距的我们，外部环境的变化和要求向我们提出了一个最现实的基本问题，即是否要回答“我们该怎么办？”。

二、适应全新理念进行转型变革是我们无法逾越的一道门槛

（一）工程专业认证与“院校评估”

工程专业认证区别于我们日常所开展的“院校评估”。院校评估是教育主管部门依据系列的标准对高校教育教学质量所做的“官方评价”；工程专业认证来自第三方，由专业机构按其规定的最低标准对专业教育的规范性和有效性进行合格性评价（非选优评估），向社会提供基本的质量担保，具有广泛的国际国内公共认可度，直接面向市场。

（二）工程专业认证的核心理念——“以学生为中心”

工程专业认证的核心理念是“以学生为中心”。当前，实施“以学生为中心”的专业教育早已不是变革的口号，它经过了国际国内高等教育实践的有效检验，成熟、具体、可操作，系统性强——拥有体系化的制度、标准和方法来保证。它颠覆了固有的思维习惯与教学模式，对目

标体系进行重建，对传统的管理组织进行解构和再造，以确保严格实施以学生为主体的教育。大连理工大学副校长朱泓教授谈到：“工科专业接受认证大考，是中国高校在发生急速变革的缩影。从结构形态到运行机制乃至思想理念，都要发生转变。”

（三）环境要求下的专业变革已经摆在面前

随着高考招生的改革将由重学校转向重专业（或描述为“学校+专业”向“专业+学校”）这样一个形势的改变，调整（优化）专业设置、强化专业建设势在必行，专业建设的水平直接关系到生源和就业。而即便是强调学科建设，其最终目的也一定是要服务于专业建设。

强调“以学生为中心”是高等教育培养理念的一场变革，不仅对我们，对国内绝大多数高校来说，都是革命性的。一直以来，国内高等教育已习惯于教师指导下的人才培养，教学效果评价所关注的目标也往往是教师。而以学生为中心，是一切都要以学生的学习效果为出发，其所必然导致的是以教师为主体的学科建设要转变为以服务学生为中心的专业建设。当前，包括综合实力比我们更强的许许多多高校，都已经在付诸行动。

就转型变革来说，我们显然并不缺乏共识，但却也仅有实施系统有效的转型、变革这唯一的出路。

三、可借鉴的工程专业认证的理念与方法

培养合格的应用技术型人才，是工程专业认证与应用技术大学办学在目标上的契合点。体现在对我们各类型专业建设的指导意义上：

首先，对工程类专业而言，在目前的发展目标上“至少”是可以朝

着工程专业认证标准的方向上去靠拢的，专业建设在未来必将以能否通过专业认证作为衡量其是否取得成功的极其重要的标志之一。

其次，对非工程类专业而言，工程专业认证的理念、标准、程序和方法等等，极具有“触类旁通”的学习与借鉴的现实价值。

另外，无论是工程专业认证还是应用技术大学建设，均强调“产教融合、校企合作”，均努力吸引企业的广泛参与，密切专业教育与关联产业的联系，以提高专业人才培养对产业的适应性。

四、摆在我们面前的困难是切实的挑战

（一）比对标准彰显出的差距问题

以下针对“工程专业认证标准（2015版）”的通用标准，简略的列举出几例，以方便做简单的对比：

在“培养目标”部分，要求“培养目标能反映学生毕业后5年左右。”

在“毕业要求”部分，要求“工程知识方面——能够将数学用于解决复杂工程问题；工程与社会方面——能够评价方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响；职业规范方面——具有人文社会科学素养、社会责任感。”

通过直观的判断，能否检讨出目前的我们无论是在《专业人才培养方案》，还是在专业教育教学组织实施的过程与内容上，与上述内容要求的“贴近度”？如此的对比，我们与真正合格的应用型人才培养的质量差距是否更加明显？

（二）难以克服的高等教育共性问题

清华大学教育研究院博士生导师林健教授（曾任五邑大学校长）在

其发表在《高等工程教育研究》2015 第 2 期的“工程教育认证与工程教育改革和发展”的文章中指出：“在我国工程教育实践中，长期存在着教育教学活动与专业培养目标相脱节的现象：其一，专业培养标准与培养目标不一致，前者不能支撑后者的实现；其二，课程体系和教学内容没能围绕着培养目标的实现系统性地进行的改革和更新，而是各自为政，与培养目标的实现缺乏必然的联系；其三，教学组织形式和教学方法没有与实现培养目标的需要相结合，而是沿袭不变，往往与培养目标的实现毫无关系；其四，教育经费的投入和教育教学资源的配置不能满足培养目标实现的需要。”

上述共性问题在我们的工程类专业以及非工程类专业中是否并无例外的同样存在？

（三）客观现实的自身实际能力水平问题

工程专业认证对我们而言，特别是在当下，虽然仅是一个具有文字意义的“标准”，但更像是一个难以达到的“目标”，这当然是由我们所具有的实际水平决定的。但无论如何，工程专业认证的标准却是具体且实用的，是一把客观、明晰的标尺，唯有努力靠近而别无他路，虽然这对我们来说存在相当的难度：一是我们办学的历史积淀不够，大学文化还没有一个比较完整的形态；二是做为高职高专合并升本的新建本科院校，学科专业的实际建设水平还较低；三是一直以来已固化的传统思维习惯、教学模式、管理模式等，革命性的变革所需要人财物的投入面临财力上的困难，等等……

即便如上述所列，工程专业认证也不应该是我们可以静观的一个

“外部事物”。我们或许更需要实质性的行动，通过持续不断的努力，调整优化、培育培养我们自己的特色专业，来逐步缩小距离。大连理工大学教务处处长张维平认为：“专业建设是一项系统工程，一个专业没有十几年的积累，不会发生质的变化。”

五、结语

如果说应用技术大学建设是既定的发展目标，那么工程专业认证则提供了切实的行动指引，并为“系统性变革”提供了一条有迹可循的可“模仿”的路径。倡导“以学生为中心”的工程专业认证为实现这一目标提供了可借鉴的框架体系和具体操作模式。

办学自信的榜样：国家教育咨询委员、中山大学原校长黄达人教授2015年在接受《中国高等教育》的专访时说：“在尊重学生选择方面，我认为，对于学生最大的尊重就是学生能够自由选择专业。在宜宾学院，我了解到，一个学生有三次转专业的权利，第一次在进校以后的第一周，而且学生转学院不需要学院院长签字，直接由教育处办理登记备案。第二次在第一个学期末，学生如果认为自己想换专业，同样不需要院长签字，登记备案就可以了。第三次是第一个学年结束。宜宾学院的这一举措，让我印象深刻。我们都说要以学生为本，但其实没有完全做到。”

转自：《光明日报》2013年11月27日16版

工程教育认证对我们意味着什么？

记者：晋浩天

“今年6月19日在首尔召开的国际工程联盟大会上，当被告知我们通过的时候，我们都认为自己见证了一个非常重要的时刻。”每次提起成为《华盛顿协议》预备会员的那一刻，作为中方代表之一的教育部高等教育教学评估中心主任吴岩总是有抑制不住的兴奋，他说：“工程教育占中国高等教育专业设置、毕业生总量的三分之一。这样一个大团体得到了《华盛顿协议》的认可，不仅为工程类学生走向世界打下了基础，也意味着中国高等教育将真正走向世界。”

《华盛顿协议》是世界上最具有影响力的国际本科工程学位互认协议，其宗旨是通过双边或多边认可工程教育资格及工程师执业资格，促进工程师跨国执业。该协议提出的工程专业教育标准和工程师职业能力标准，是国际工程界对工科毕业生和工程师职业能力公认的权威要求。该协议由美国、英国、加拿大、澳大利亚、韩国、俄罗斯等15个正式成员和德国、印度等5个预备成员组成。今年6月，中国成为该协议组织的第21个成员，两年后将参与该协议的全会，通过考核才能成为正式成员。

我国从2005年开始开展工程教育认证，现有14000多个工程教育专业布点数，占高等学校专业总布点数的1/3，工程专业类在校生超过300万人，占全国本科总数的1/3，毕业生超过100万人，占全国本科毕业生总数的1/3。

那么，工程教育认证对于中国高等教育意味着什么？

进入国际就业市场的“通行证”

目前，几乎所有相关院校都对参与工程教育认证表现出空前的热情。一是新颖的育人理念，二是未来工程师“毕业生”通行国际的执业资格。

清华大学原副校长余寿文认为，加入《华盛顿协议》，直接有力地推动了我国构建与国际实质等效的工程教育认证体系，实质等效就是让学生走出国门、培养面向世界的中国工程师。

南京大学教授陈道蓄认为，成为《华盛顿协议》的正式会员可以让学生们取得经过认证合格的专业的毕业文凭，相当于拿到了进入国际就业市场的“通行证”。“成为正式成员之后，通过认证的专业就会带上认证标签，而学生们到国外，包括移民、找工作都可以直接使用，不存在任何差别。”

“对学校而言，我们一直强调的‘提高教学质量’第一次有了明确合理的参照标准，”陈道蓄说，“此次的认证工作与以往的评优有着很大区别，它只局限于一个专业，所以能够针对工程教育专业的具体情况进行细致深入的研究认证。并且，我们现在是达成性的认证，申请学校必须要符合标准要求的全部条款，否则就是没有达到要求，在这样的要求下，教学质量自然就会提高。”

“从短期目标来说，我们现在做的认证工作是为了两年以后可以顺利加入《华盛顿协议》，做到真正与国际接轨。”在吴岩看来，今后中国的工程教育人才可以面向现在、面向世界、面向未来更为重要。

“教育首先关注学生的感受”

作为预备成员国，中国工程教育认证工作提上日程，给高校带来的

变化就是要从以学生为本、目标导向、持续改进三个方面着手。

在《工程教育认证标准》(以下简称《标准》)中,从招生到对学生的指导,再到对学生是否达成它的目标的检查、评估都有着明确的规定。

“比如一个老师教学很有特点,但最终学生接受到的知识很有限,同时也无法证明学生从这样的教学中获得比以前更好的东西,那么我们会以后者而非前者作为评价的依据,我们更加看重的是学生的感受,不论该课程是否是国家精品课、是否很有影响力。”陈道蓄如是说。

《标准》的核心理念首先是以学生为中心,要能给学生以有力的引导,这就需要将学生的要求及其培养目标放在重要的位置,用目标来衡量和推进教育工作。

大连理工大学副校长李志义强调:“我们学校和老师实际上要给学生提供一个教育的环境,这个环境使我们的学生产生恰当的方式和策略达到他的学习成果。”

工程教育认证之所以要加强“目标导向”,陈道蓄说:“社会对教育的需求是不断的变化的,社会环境也不断在变化,所以任何一个专业需要持续改进。在认证中,提出问题、发现问题是最重要的一环,因为只有这样才能推动持续改进,通过不停的反馈来形成一个循环。”

吴岩也强调:“高校一定要知道认证是提出问题和建设,更需要有持续的改进。高等教育如果没有持续改进的文化,那大学文化再漂亮也是皮毛。”

教学“从句号课堂向问号课堂转变”

为了切实提高高等教育的教学质量,教育部建立了以“学校自我评估基础、院校评估、专业认证及评估、国际评估和教学基本状态数据常态监控”为主的“五位一体”的中国特色评估制度,而专业认证工作也

是这“五位一体”评估制度的重要一项。

余寿文说：“工程教育认证的若干特征都与以前的评估模式不一样。工程教育认证是以专业为单位，也是我国第一次真正大范围、大面积的以专业来进行鉴定认证，我们是以质量的保证和改进为基本指导思想和出发点。另外我们更加注意专业的办学目标的多样性，重视每个专业的基本要求。”

东北大学教授李鸿儒也表示，专业认证的实质与学科评估有所不同，“专业认证强调专业教育的基本质量要求，结论只有合格或不合格，而学科评估是一种质量评比。”

吴岩认为，现在高校对工程教育认证的理解仍需提升，“我们对认证工作需要有一个正确把握。参加认证的学校要证明在这个专业学期所有学生的水平而不是一个尖子生。”

陈道蓄说：“我们不比学校之间的师资队伍的研发水平，不比学校的科研项目、国际一流刊物上的文章，只看这个学校的师资队伍的学术背景能不能支撑这个目标的达成。”

那么，面对工程教育认证，申请工程教育认证的各高校应该如何做？李志义提出了建议：“关键是深化课堂教学改革，提高课堂教学质量，这是达成培养目标的重要基础。这需要实现四个转变，即：从灌输课堂向对话课堂转变、从封闭课堂向开发课堂转变、从知识课堂向能力课堂转变、从句号课堂向问号课堂转变。另外，要有一个完善的知识改进体系，要能对培养目标、毕业要求和教学活动实施持续有效的改进，要包含校内、校外、课内三个循环，要对这三个改进和三个循环的要素建立起清晰的互相作用的关系。”

转自：《中国教育报》2014年10月23日05版

工程教育如何与产业界联动

记者：纪秀君

■工科大学生的培养，需要高校和企业共同来完成。但长期以来，人们普遍认为，大学生实习只是高等院校或教育行政主管部门的事情，而非全社会的共同责任。

■不同类型的高校，在明确发展定位的时候，要对其所服务的产业链进行认真细致的剖析，看学校在产业链、价值创造过程中，应该处于什么位置和角色，才能给每个学科和专业正确的定位。

■专业认证不仅是注册工程师制度的基础、高校连接工业界的桥梁，更是推动专业持续改进、提高学生培养质量的助力器。

近日，媒体报道工程类人才市场结构性供需矛盾突出，一方面某些岗位供不应求，另一方面存在大批毕业生入职后改行的现象。

在日前召开的化工、制药与生物工程类专业工程教育国际研讨会上，这一问题引起与会专家学者的关注。

有学者指出，在中国经济进入新常态的背景下，经济增长的动力机制需要转换到产业的转型升级和创新驱动发展，其最主要的瓶颈还是人才供给的质量和结构问题。

在新一轮科技革命和产业变革中，在大学中占有最大比重的工科教育，怎样抓住机遇，迎来自身变革，培养经济社会发展急需的工程人才，

更好地服务产业的转型升级？这成为众多高等院校迫切需要寻找的答案。

一边是很多企业招不到需要的人，一边是工程人才纷纷改行——

人才供需矛盾触动工程教育神经

“30%干本专业的事，70%从事跟专业不太相关的职业。”这是一位从事化工教育多年的教师给出的本专业毕业生去向数据。

近年来，在人才市场供需上出现了一个奇怪的现象，一方面相当比例的高校毕业生就业困难，另一方面，很多企业却招不到需要的人。在工科毕业生就业中，这种现象尤为明显。

北京市人社部门最新数据显示，2014年上半年，软件及IT产品研发人员、工程设计人员等专业技术人员缺口最大，为11.3万人。从净增岗位数量看，“制造业”居首位，用人需求约11.84万人，占全部净增岗位的21.3%，重点是技能型人才。我国工程类人才市场不但存在结构性供不应求的矛盾，还存在严重的改行、流向收入更高的金融等行业的问题。

既然人才缺口这么大，为何还存在严重的改行现象？

“前面几年干工程，一直在现场辛辛苦苦地干，写了几十万行代码，却没有得到相应的荣誉和地位。”一位从工程类转向金融类岗位的毕业生坦言。

“在我国经济发展的现阶段，人才流动是正常现象。”北京石油化工学院副院长韩占生说，“从国际上看，随着经济越来越发达，工科学生的数量不见得要一直保持在高水平上。目前，我国普通高校工科在校

生人数占大学生总数的比例约为 1/3。而在美国，这一比例已经降到了百分之十几。当然，这个现象我们工程界人士不愿意看到，但是经济发展过程不能以个人或行业的意志为转移。”

“我国还是制造业大国，劳动密集型、技术密集型企业需要很多人才。工程人才流失，不一定是因为找不到工作，可能有各种原因，比如说收入差别、职业取向等。”韩占生说，前几天跟几位“985 工程”院校的教授聊天，得知他们的工科毕业生直接去企业工作的越来越少，原因可能是多方面的，比如说收入差别，同样一个工程技术人员，在政府部门与在企业工作，退休后差别比较大。

在北京化工大学生命科学与技术学院院长袁其朋看来，对于工程人才流动不必大惊小怪，其他行业也有类似情况，其背后一个主要问题是行业的认可度较低。“在中国人的观念中，坐在漂亮大楼办公室里当白领，好过到车间当蓝领工人。而在美国、德国，工程技术人员有一套职业提升渠道，蓝领工人收入可以很高，很受社会尊敬。”

袁其朋说，学校以前有一个实习基地，工厂的环境差一点，学生回来后就说，哎呀，以后绝对不去工厂工作，太艰苦了。“从某种程度上说，学生对工程职业的认识存在偏差，觉得到企业就只有做一线工人一条路。”

实践教学环节的薄弱，成为工科人才培养的最大软肋——

工程教育不能缺少“真实体验”

不少教育界人士认为，工科毕业生的质量达不到用人单位的要求，也是导致供需矛盾的一个重要原因。在我国，工科毕业生，无论是从重

点院校还是普通院校毕业的，普遍存在着动手能力差、专业面窄等问题。

天津大学参与的一项针对 22 个省市高校师生、用人单位的调研显示，近 80% 的人认为“当前我国大学生实践能力培养的薄弱之处，主要体现在校外实习环节”。“校外实习难”已成为我国高等教育部门，尤其是以工科为主的高等院校的“老大难”问题。

“学生动手能力差，跟实习弱化有很大关系。”袁其朋说，自己上大学时，大二有认识实习，在工厂待一个星期，了解工厂各方面情况。之后有生产实习，在工厂待一个月，跟工人同吃同住同跑生产流程。而如今，认识实习就半天时间，参观一下了事，生产实习到工厂待 5 天，实际上掐头去尾也就 4 天多，时间大大缩减了。

导致学生实习时间缩短的原因是多方面的。从实习经费来说，很多高校反映，标准十年来几乎没有变化。比如，十年前，一个学生给 200 元，现在还是 200 元。另一个让人头疼的问题是，企业并不欢迎学生去实习。“给学生找实习单位，靠的是教授的‘面子’、‘关系’，跟哪家企业有合作关系，才能说动企业接收实习生。”袁其朋说，从企业生产角度讲，学生去实习，是捣乱的角色，也存在技术泄密、生产安全方面的顾虑。

中国工程院院士朱高峰在一次工程教育大会上说，从大环境来看，大企业为数有限，确实接纳不了这么多实习学生，并且随着技术进步，很多操作都已自动化，学生去了要为他们专门设计实习环境，也需要相当大的投入。至于广大中小企业，大多仍处于产业链的低端，只能安排一些部件组装等简单操作，也难以让学生进行真正的实践学习。在这种

情况下，不少学校让学生自己去找实习单位，学生找不到就随便找个地方开个证明信到学校交差。

工科大学生的培养，需要高校和企业共同来完成。但长期以来，人们普遍认为，大学生实习只是高等院校或教育行政主管部门的事情，而非全社会的共同责任。天津大学参与的一项调研显示，78.9%的人认为影响用人单位接收大学生实习的关键因素之一是“缺乏企业接收大学生实习的法律法规”。87.2%的人认为，“缺乏企业接收大学生实习的激励政策”，是影响用人单位接收大学生实习的另一关键因素。

有学者提出，体验企业真实生产环境，对工科学生培养工程实践能力非常重要。至于怎样提高企业接收大学生实习的积极性，可借鉴一些发达国家的经验，比如制定和完善专门的税收优惠办法，对于接收学生实习的企业给予减税政策。或者，在国家教育财政支出中设立“大学生实习补贴专项”，以分担企业成本。

中国经济进入新常态，呼唤高等教育步入新形态——

工程教育如何在产业链中找准位置

“我国经济经过多年的高速增长，目前已经进入中高速增长的新常态阶段。在中高速增长的背景下，我们经济增长的动力机制需要转换到产业的转型升级和创新驱动发展上，其瓶颈是什么？”教育部发展规划司副司长陈锋说，从要素供给的角度来说，最主要还是人才供给的质量和结构问题，这对高等教育来说，是巨大的挑战，也是难得的机遇。

据了解，目前我国经济总量已经跃居世界第二位。在2014年世界经济论坛全球竞争力排名中，我国总排名是第28位，其中高等教育培

训的排名是第 65 位。这说明，在我国经济竞争力的各种要素中间，高等教育培训拖了后腿。

在陈锋看来，从国家经济发展新常态出发，可以说高等教育发展进入了一个新的形态，必须尽快调整结构和提高质量，强调需求导向、强调创新人才、强调开放融合发展。而对于培养工程专业人才的行业高水平大学来讲，一方面要面向国家的重大战略需求，抓住新一轮科技革命和产业变革的重大机遇，推进产业关键领域的核心技术创新，为所服务的产业转型升级作出贡献，另一方面要加快培养一大批创新能力强的高质量工程专业人才。

据介绍，当前，我国制造业大专以上学历人才所占的比例并不高。2010 年的数据是 9.8%，今年的数据是不到 15%。而美国 2006 年的数据是，大专以上学历的人数占 32%。“我们要建设创新型国家，实现产业转型升级，必须要有一大批大专或本科学历以上的工科人才。”教育部高教司理工科教育处处长吴爱华说，从国家整体规划来说，到 2020 年，大专以上学历的人数在整个制造业当中，要达到 20%。从 9.8%到 20%可能是一个台阶，这迫切呼唤高等教育改革工程专业人才的教育培养机制。

可以说，在过去十几年，高等教育大发展的过程中，因为高等教育总量供给不足，很多高等学校发展抓住的是扩招的机遇，而仅用比较少的精力和眼光去关注产业发展带来的机遇。因为错失机遇，就意味着没有建立起一个开放融合发展的机制，意味着高等教育没有成为创造经济社会发展新价值的发动机，意味着高等教育没有在创新驱动发展战略中

承担应有的责任。

“这恰恰是我们今天所要做的事情!”陈锋说,“每个学校,都应该思考科技创新和产业发展所带来的新机遇是什么?在研究专业设置的时候,地方高校有没有后来居上的机会?有,大胆拥抱新兴战略性新兴产业的发展,就有后来居上的机会。”

培养经济社会发展需要的工程人才,是工程教育的使命。在深入教育改革中,中央领导多次强调要根据产业链、创新链去部署人才链。有学者指出,不同类型的高校,在明确发展定位的时候,要对其所服务的产业链进行认真细致的剖析,看学校在产业链、价值创造过程中,应该处于什么位置和角色,才能给每个学科和专业正确的定位。

需求驱动倒逼工程教育进行改革,走向开放融合创新——

产教融合能否迎来工程教育蜕变

近年来,我国很多高校积极探索工程专业人才培养模式改革,人才的质量在不断提高,但是相对于产业来说,离国内产业升级、企业技术进步而产生的对于人才素质和能力的高要求,中间的差距还很大。在这种情况下,怎么跟上产业需求,通过产教融合实现培养方式的变革,显得越来越重要。

从政府层面来看,从2010年开始,实施了“卓越工程师教育培养计划”(以下简称“卓越计划”),主要目的是改革工程人才的教育培养机制,建立高校、企业联合培养的新机制。目前,至少有15个省实施了卓越计划。此外,政府正在积极推动组建分行业的卓越联盟,以求把产学研合作做实。到目前为止,参与卓越计划的一共有21个部门、7

个行业协会、208个高校，涉及1257个本科专业。

“人才市场的需求在变，怎样使需求在人才培养的每个环节中得到体现，这就要推进协同育人的长效机制，进行人员、师资、培养目标等方面的调整。”吴爱华说，教育部正在积极争取一些行业部门的支持政策。从产业合作来说，很多高校希望从国家立法、税收政策出发，能够一揽子解决问题，但是涉及有关法律的修订，这个过程会比较漫长。

从高校层面来看，卓越计划的实施，推动了人才培养方式的变革。比如，首批进入卓越计划的北京化工大学，对实验班的学生，校企共同制定培养计划，实行双导师制。在实习方面，学校在山东鲁抗建立了实习基地，配有学生公寓，实验班的学生在基地实习的4周，按照实习计划，每天做什么都有明确要求。

“成本的控制、质量的控制，这些概念在学校是学不到的。”袁其朋说，充分的实习对培养学生工程实践能力有很大帮助，也缩短了毕业生与用人单位需求的差距。

化工实验班学生王景元说，实验班的实习时间比普通班多一倍，的确对化工过程有了更深刻的了解，能把理论更好地应用到实践中。“我们班90%的学生参加了化工设计大赛，后来还代表学校参加了更高级别的大赛。”

在北京化工大学校长谭天伟看来，工程教育是以产品研发到产品运行的生命周期为载体，是从构思、设计、实现和运作全过程，让学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式学习工程。

谭天伟介绍说，目前学校正在推行以激发学生学习活力为目的的教

学模式改革。2013年和2014年，实施了“学科交叉人才培养计划”，共建立了13个“学科交叉班”，由两院院士等高水平教授领衔科研团队参与人才培养，以学科交叉计划为示范，推动科研课题融入学生实训环节。学生通过解决工程中的实际问题，提高工程实践能力。

“我国很多高校的工科教师，很多是本校毕业在国外待了几年又回到学校，这是不能适应工程教育改革的。如果一个教师没有工程的素质和背景，很难想象他能培养出未来的工程人才。”谈到师资队伍，谭天伟说，学校自2012年起开始逐步选派青年教师深入企业一线进行为期一个月的工程实践能力培训，目前已派出100多名教师分赴各地企业进行实践活动，教师工程实践能力显著提高。

放眼国际，法国、德国、美国等工程教育比较成熟的国家，也越来越强调工程实践能力的培养。

近几年，美国也在反思工程教育，美国国家工程院联合了73所大学和十几所重点企业进行工程教育，提出了2020年工程师培养的核心理念是：将真实世界的体验融入工程师教育，目前正在进行改革。

美国伍斯特理工学院副校长兼教务处Eric W. Overström教授说，上世纪70年代之前，学院非常传统，相关课程是内定的。此后，学院进行了一个勇敢的尝试，让学生以团队作为基础来进行互动，把学生定位为贡献与成功，这比传统的以说教为基础的模式来得成功。

“我们进行以项目为中心的学习方法，最基本的原则是人们的成就是由克服的困难来定义的，而克服的困难不仅来自校园，还有生活当中的挑战 and 困难。”Eric W. Overström教授说，这就相当于让学生了解到

为什么你在学习、你学到了什么、是怎么去运用的。在第三学年，教职员工会带着学生去偏远的地方，和一些机构、政府或者非政府组织共同合作，这个过程使得学生能真正挖掘学习的内容，然后应用到社会中。

建立国际实质等效专业认证体系，有利于工程教育国际化——

中国工程教育如何与世界接轨

随着经济全球化的发展，高等工程教育的国际化趋势也越来越清晰。在这个过程中，建立具有国际实质等效性的工程教育质量监控和保障体系，已成为教育界、工程界的广泛共识。

从2006年开始，我国逐步建立和完善与国际认证制度具有实质等效性的高等工程教育认证体系，并积极申请加入有关国际互认协议。2013年6月，在韩国首尔召开的国际工程联盟大会上，我国正式成为国际工程教育《华盛顿协议》的预备成员，当前正在积极准备接受全面考察。可以说，这是我国工程教育与国际接轨迈出的重要一步。

北京石油化工学院副院长韩占生表示，我国积极参与国际工程教育认证，对学生的好处是，所学专业通过国际实质等效的认证后，将来毕业就业，在全世界工程界都有便利。而对国内企业来说，工程师培养有认证，能得到国际认可，是走向海外的一个重要助力。

专业认证到底能给工程教育带来什么变化？从国际和国内的认证实践中，可以看到这样一些明显的变化。

“经过10年这种侧重于学习效果的教学改革，整个美国的教育系统有了很大的提升。”美国工程技术认证委员会（ABET）常务主任Joe Sussman博士说，ABET建立的评估系统，更多的是关注学习效果，

而不是教师教什么。“我们采访了很多大学教职人员，他们告诉我们，学生主动学习的能力提高了。我们到业界收集反馈，结果发现工程专业的学生进入这个行业时，他们的能力要比10年以前更高。”

当前，国内工程教育认证已经成为“五位一体”高等教育教学质量保障制度的重要内容，并且采用了国际通用的以成果为导向的理念和标准，强调“教育产出”。到目前为止，中国工程教育认证协会已经联合包括中国石油化工联合会在内的30多家行业组织，在15个专业领域开展了认证工作。

“实践表明，认证工作有力地推动了工科专业的教育教学改革，对于构建教育与行业的联系机制，增强人才培养的产业适应性，建立国际质量标准体系，提高我国工程教育的质量和国际竞争力，发挥了非常重要的作用。”中国工程教育认证协会副秘书长周爱军说。

从2006年开始，既参与国内化学工程与工艺专业认证试点，又积极申请英国化学工程师学会（IChemE）认证的天津大学化工学院，在国内外认证过程中发现，IChemE考核的要素，基本等同于国内专业认证的十点“毕业要求”。

“我们在申请IChemE认证的过程中，发现了自身的不足。比如工程设计内容不足，‘安全’文化不足，试卷中开放性与挑战性内容不足，等等。”天津大学化工学院副院长夏淑倩说，为此，学校创建了《化学工程与工艺专业人才培养方案》新框架，强化工程基础和人文基础，增加教学深度并拓展教学广度，解决了原化工专业教育内容深度和广度不够、学生设计能力与工程实践能力偏弱的问题。经过改革，学院最终得

到了 IChemE 认证委员会“完全满足认证标准”的评价。

申请国内外认证的 8 年历程，给夏淑倩带来的思考是，专业认证不仅是注册工程师制度的基础、高校连接工业界的桥梁，更是推动专业持续改进、提高学生培养质量的助力器。

工程人才的培养是个系统工程，需要全社会共同关注。在德国汉堡工业大学 An-Ping Zeng 教授看来，德国优秀工程师的摇篮不在大学，而是在大学之前。德国的孩子，从小就开始敲敲打打，这跟家庭和社会环境有很大关系。“如果工程师在全社会受人尊敬、待遇很好，自然受到家长和孩子的欢迎。”

中国工程院院士朱高峰认为，当前，全社会从上到下，从政府、学校、家长到学生本人，都应转变观念，真正形成“人人皆可成才”、“各个行业社会都需要”的认知，同时要打破已经形成的各种既得利益链。从工程教育的角度看，在中小学教学内容中，除科学知识外，如何适当增加一些基本的工程知识，也需要认真加以研究。

转自：《光明日报》2016年10月18日13版

一流工程教育的发展指向

胡寿根

〔作者简介〕胡寿根（1959—），男，上海理工大学校长，教授、博士生导师，享受国务院政府特殊津贴专家，上海市政协委员。

百余年来，中国工程教育从无到有，为民族工业的振兴和发展提供了重要支撑。回顾历史，中国工程教育经历了三个重要发展阶段：新中国成立前，教育救国，实业兴邦，师夷长技以制夷，借鉴西方工程教育模式培养中国工程人才；新中国成立后，院系调整，行业主管，独立建制的工科院校肇始方兴，为工业化建设输出了大量工程人才；1998年起随着行业高校属地化管理的不断推进，工程教育与区域经济社会的结合度日趋紧密，人才培养模式改革和学科建设发展各具特色，工程教育蓬勃发展。今年是上海理工大学建校110周年，上海理工大学的历史就是中国工程教育变迁的一个缩影。根据国家“两个一流”建设的战略要求，中国工程教育必须瞄准世界一流加快发展。对此，我们应当进一步强化“工程型、创新性、国际化”的发展指向，持续提升工程人才培养质量。

行业需求是工程型人才培养的立足点

教育兴业始终是工程教育的重要使命。当前我国已开始实施“中国制造2025”重大战略，积极推进从“制造大国”向“制造强国”的转型升级。工程教育必须紧贴行业发展的前沿需求，培养符合现代工业要求的工程人才。例如，学习型企业要求工程人才在熟练掌握学校知识的基础

基础上，进一步拥有自我学习、自我提升的能力；现代大工业生产体系要求工程人才在胜任企业生产任务的基础上，进一步拥有全产业链的视野；“工业 4.0”和“互联网+”的产业创新模式要求工程人才在行业专精的基础上，进一步拥有跨行业、跨学科的知识储备；新时期“五大发展理念”要求工程人才在具备优秀工程素养的基础上，进一步拥有人文情怀、环保理念和社会责任感。

要培养具有这些综合素质的现代工程人才，光靠高校自身的力量是远远不够的，必须依托和不断加强与行业、与地方的长效协同。2012年，上海理工大学与原机械工业部在沪八家科研院所共建“机械工业上海研究生院”和“机械工业上海共性技术研究院”，4年多来已经开展了一系列有益的探索，得到了行业和地方的高度认可。2015年，上海理工大学与南京工业大学、浙江工业大学共同发起组建“长三角高等工程教育联盟”，通过校际联盟协作，进一步强化工程教育与长三角地区制造业的紧密联系。

服务科创是创新性人才培养的切入点

创新是工程教育的不竭动力。当前，上海正在建设全球科创中心，为创新驱动发展战略和经济社会转型发展发挥示范引领作用。在服务科创的实践中，上海工科院校理应发挥创新源头、转化枢纽和双创引领作用，为工程教育创新性人才培养探索出可推广、可复制的经验。

在科创中心的建设中，一个重要任务是提升创新成果“纸变钱”的能力。据此，高校应当着重做好两件事。第一件事，是要提升创新创业教育的实效性，让学生从一开始就知道创新不能仅仅留于口头、留于纸面，而要积极用于实践。对此，上海理工大学着力推进了创新创业教育的四个转变：创新创业课程由课堂教学为主转向实践体验为主，创新创业项目由学术研究为主转向科技应用为主，创新创业导师由校内教师为

主转向校内外专兼结合，创新创业平台由分散配置转向系统集成协同育人。第二件事，是要让教师走到创新成果产业化应用的第一线，通过言传身教，为学生创新创业树立最好的榜样。为此，上海理工大学聚力“改变世界的十大技术之一”的太赫兹技术研究，以企业化运作模式启动建设太赫兹技术研究院，在上海高校中率先对科研团队实施股权激励，科研团队占股 72%，学校占 28%。通过推进产业链、创新链、资金链的有机融合，建立起“沿途下蛋”机制，边出成果边应用，引领产业进步。

质量标准是国际化人才培养的关键点

不断提高工程人才培养质量，是工程教育的生命线；质量标准与世界接轨，是中国工程教育建成世界一流水平的重要前提。今年，中国顺利成为《华盛顿协议》第 18 个正式成员国，标志着中国工程教育正式对接了美英体系的工程教育国际联盟。在此基础上，我们应当进一步拓展国际合作视野，与包括德国在内的各国工程教育标准实现更广泛的对接。同时，我们应当充分借鉴和吸纳各国工程教育的有益经验，不断积累在工程教育和认证方面的实际经验，丰富和完善自己的培养特色，在工程教育国际标准的制定过程中逐步强化属于中国的话语权，使中国工程教育能够为中国早日实现“制造强国”的美好愿景提供有力支撑。

为此，上海理工大学从四个方向开展了探索和积累。一是通过与英国谢菲尔德大学等知名高校的“1+N”合作办学，学习和借鉴美英工程教育质量体系；二是通过与德国亚琛工业大学、斯图加特大学等一流大学的全面合作，学习和借鉴德国工程教育质量体系，并在亚洲首个通过德国工科权威认证 ASSIN 认证；三是与德国 ASSIN 机构共建了“USST-ASSIN 中欧高等教育研究中心”，合作开展工程教育质量标准研究；四是积极建设“上海工科院校国际认证联盟”，通过高校联盟自我约束、自我规范、自行协商、资源共享，逐步推进工程教育标准国际化。

转自：《中国教育报》2016年11月21日05版

国际认证：全方位的工科教育改革

通讯员：吕东光

在大连理工大学汽车工程学院，3600平方米的教学实验大楼里，开放、立体式实验教学，全过程多方位展现教材、课堂教学内容，既满足本专业学生实践教学，又吸收工、理、管、经多学科学生进行创新实践训练。

10月31日，学校车辆工程专业接受教育部高等教育教学评估中心、工程教育专业认证专家认证。此前，学校化学工程与工艺、电气工程及其自动化两个专业曾接受由《华盛顿协议》国际观察员参与的现场认证考查。将教师优秀的科技研发成果，如，吸收式热泵技术、海水淡化、催化精馏-加氢新工艺等，按比例缩小建成全套实验装置，全景式展现在教学实验中心，供学生参观学习，这种在国外高校都少见的实验资源，让国外专家大为震撼。

工程认证：工科教育的深刻转型

大连理工大学先后有18个专业通过工程教育专业认证，成为全国高校中通过专业认证最多的学校。

谈及经验，大连理工大学副校长朱泓教授认为：“工科专业接受认证大考，是中国高校在发生急遽变革的缩影。从结构形态到运行机制乃至思想理念，都要发生转变。工程教育专业认证是促进高等工程教育改革和质量保证体系建设的重要一环，也是中国一流大学人才培养与国际接轨的重要体现。”

参加国际认证，与其说是接受国际专业认证大考，不如说是一次主动融入国际教育主流的积极变革，体现的是一种自信，一种勇于变革的决心。

重视本科教学已成为大连理工大学的传统，该校在全国高校中最早参加“卓越工程师教育培养计划”，有意识地在与世界一流大学工科教育进行沟通和对接。“专业建设是一项系统工程，一个专业没有十几年的积累，不会发生质的变化。”教务处处长张维平说。

大学国际化覆盖面的不断加深、加宽，意味着教育从去市场化到朝向市场化的根本性转向不断加速。对于中国高校来说，教育的中心由以往的教师指导下的人才培养、转向一切以学生为中心的培养理念。因此，以教师为主体的学科建设必须再进一步转到以服务学生为中心的专业建设。

“强势的专业需要依托强势的学科，但强势的学科不一定都拥有强势的专业。学科强不等于专业强，专业建设为人才培养服务，一流大学建设中的一流学科建设，最终目的肯定要服务专业建设，反哺人才培养。”张维平说。

制度建设：解构、再造管理范式

我国正式成为《华盛顿协议》成员国，意味着经该国家认证的工程教育专业具有国际等效资格，成员国之间专业质量互认，工程学位互认，对我国大学与全球人才市场直接对接有促进作用。专业认证的过程并不轻松，此番洗礼，首先是学校工科专业管理组织的解构和再造过程。

“规范”一词是参加专业认证后教师们的普遍感受。

加强教学资料管理。化学工程与工艺专业郭新闻教授说：“专业认证要求教学中的每项内容都要有‘证据’。”制药工程专业王世盛教授深

有感触地说：“以前没有为专业设立教学资料室，只是学部有，现在建立了资料室，由专人管理。”

把政策落实、落细。“相比较，好多地方以前我们虽有规定，但不够严格，甚至没有落实。”王世盛教授说，“比如对学生试卷审核，以前在网上直接填写，寥寥几句话，现在把审核印在试卷上，要详细说明试题各类知识所占比例，学生是否达到标准要求，试题除了考查基础知识，还要体现非技术能力的培养。”

强化教学质量监督。教学质量内部监督不仅包括考试，还包括学生问卷、评教，各指导委员会、咨询组综合评价，一对一访谈等环节。教学质量外部监督主要通过社会调查，由企业、用人单位对学校人才培养的各个环节提出改进建议。教育质量监督涵盖范围明显比以往扩大，需要学校创新管理模式，进一步拓展、规范组织层级，结合教育教学实际进行持续改进。

理念转变：扭转传统惯性“文化时差”

参与工程专业认证，从学生自身、培养目标、毕业要求、持续改进、课程体系、师资队伍、支持条件等方面，围绕一个核心即“达成度”要求，打破传统固有模式，重建目标体系，严格实施以学生为主的教育，彻底转变惯性教学思维。

制药工程专业王世盛教授说：“课程建设效果评价，以前以对教师教学考核为主，考核内容包括教改项目、教学模式改革、论文、教材编写、获奖等，考核指标未涵盖学生。如今，教育理念来了个大转弯，教学效果评价聚焦点从关注教师转移到以学生学习效果为出发点。”

首先，培养方案反向设计。“根据社会需要为学生定制培养目标，然后，将培养目标分解成能力达成指标，再根据能力达成指标确定专业

课程体系，明确学习哪些知识、哪些课程能够掌握此项能力。”高分子材料与工程专业张守海教授说。

其次，培养范围要求对学生全覆盖。郭新闻教授说：“专业认证是最基本的考核，不是拔高标准，但要求对学生全覆盖，要求严格，强调的是基础知识、工程意识、创新能力的全方位培养，全员培养。”

最后，持续改进措施要到位。工程教育专业认证在传达这样的培养理念，即工科专业的学生需要掌握一个产品从设计到制造的全过程、全链条的知识和能力。对于认证要求，学校很多东西都做了，但很多地方做得还不到位。给郭新闻教授触动较大的是，对于工科专业，专业认证要求强化学生安全意识、环保意识和节约意识，于是，该专业将这方面的课程由以前的选修课转为必修课。

“专业认证要求素质能力这种抽象能力的培养要在课程体系设置中有明确体现，有‘达成度’要求，以往这方面的能力培养虽然作为教育理念经常渗透在教学过程中，但没有专门作为教学内容予以明确规定。”高分子专业张守海教授说。

专业建设：实现一流组织支撑

要使专业建设达到国际间的无缝衔接，中国大学必须迈入以制度趋同为核心的新阶段，由传统转向开放，倒逼体制机制主动应对。

朱泓副校长说：“积极参加工程教育专业认证，是为了适应新一轮科技革命和产业跃进对人才的需要。而且国家高考招生深化改革，从原来的学校+专业，改为专业+学校，专业建设水平将直接影响生源质量，强化专业建设，高校势在必行。”

优化专业结构布局。学校对师资力量薄弱、生源差、就业难的5个专业，从2016年开始停招。新专业规划放在新建校区，与主校区所设

专业错位发展。学校现有专业 87 个，2014 年进行了全校专业评估，2015 年把全校 2000 多门课程进行了评估。

“教学水平高低要落实到课程上面，课程好坏要落在课堂上面，教师不投入，教学效果不好，教学质量肯定不会好。”张维平处长说。“一个需要重视，另一个需要积累，要有一批人投入到课程教学、专业建设、实验室建设和教学改革上。”

2015 年 9 月，学校出台了专业负责人管理条例，这是在主管教学的院长之外又新增设的技术职位。学校正在实施本科教学工作贡献度量化排序的改革工作。教师投入只要与本科教学相关的都给以量化。量化之后，再评价质，在量的基础上乘上一定系数，形成教学质、量评价指标系统。

张维平说：“学校从全校大盘子里拿出一块绩效来，专门做教学，抓教学质量，对教师的教学考评作为职务职称晋升的重要参考。同时，学校加强国家实验示范中心、训练中心在内的实验教学基地建设；在质量工程建设经费里专门拨款加强基础课程建设；积极进行慕课课程建设；努力打造自主学习、个性化学习、体验式学习的全新学习模式。”

精心打造见成效。材料成型与控制工程专业是国家首批特色专业，是国内第一个通过工程教育专业认证的材料成型专业，学校投资 100 万元，打造品牌专业。专业负责人李廷举教授科研成果获得 2014 年国家技术发明二等奖，以他为代表的一批“大牌教授”积极投身教学一线，以“课程群”的方式优化课程结构，课堂、科研、实践相结合，打破灌输式培养。该专业毕业生供不应求，一次就业率多次位居学校前列。

转自：《清华大学教育研究》2015 第 1 期

服务公众 保障质量 激励创新

——ABET 工程教育认证概述

迈克尔·密里根（美国）

乔伟峰整理 王孙禺审校

[[作者简介]] 迈克尔·密里根 (Michael K J Milligan)，现任美国工程与技术认证委员会 (ABET) 执行主任。

[[译者简介]] 乔伟峰，辽宁鞍山人，清华大学工程教育研究中心研究人员、清华大学教育研究院博士研究生，研究方向为高等教育评估与质量保障、高等工程教育；王孙禺，浙江温州人，清华大学教育研究院教授，清华大学工程教育研究中心副主任，研究方向为高等工程教育、高等教育管理。

本文注：

1. 美国工程与技术认证委员会 (ABET) 是国际工程教育专业认证互认协议——《华盛顿办议》的发起组织之一。

2. 本文根据密里根在清华大学第 24 次教育讨论会的特邀报告“ABET 工程教育认证概述”改写而成，并经作者本人审阅授权。

3. 本文介绍了 ABET 的组织架构、使命愿景和全球活动，分享了 ABET “关注学生学习成果、鼓励教育创新、强调持续改进”的认证理念，介绍了 ABET 认证的通用标准和专业标准、认证过程等方面的情况。

正文:

一、ABET 是谁

ABET 是非政府、非赢利组织，总部位于美国的巴尔的摩。ABET 的前身是成立于 1932 年的美国工程师职业发展理事会。1980 年更名为美国工程与技术认证委员会。2005 年开始使用 ABET 这一简称作为组织的正式名称，在 80 多年的时间里，ABET 形成和发展了独特的认证理念和认证标准，开展了大量的认证活动，为推动美国和其他一些国家工程教育的改革发挥了积极作用。

ABET 的会员组织从最初的 7 个创始会员发展到了现在的 33 个。这些会员组织多数是工程领域的专业学会和技术协会，也有的是应用科学的专业学会，他们隶属于不同的专业，涵盖了最新的技术领域，代表了大约 150 万个个体的利益。这些会员组织负责制定本行业、本领域的专业标准，为开展专业认证提供志愿者，同时也最了解本行业、本领域的工程师。可以说，会员组织是 ABET 一切活动的基础。

在 ABET 的治理结构中，最上层是董事会，然后是各类委员会、行业顾问理事会、学术顾问理事会和全球理事会。此外，还有工程、工程技术等专业领域的认证委员会，最后是项目评估员。董事会由会员组织提名，负责确定战略规划，决定政策和程序，批准认证标准；行业顾问理事会告诉 ABET 哪些行业的认证相对比较重要，这些行业需要什么样的毕业生；学术顾问理事会的委员来自不同的学术机构，他们决定认证的标准和流程；全球理事会是一个新成立的机构，重点负责国际项目认证以及与其他组织的合作。

ABET 是一个以志愿者为主体的组织, 志愿者都是由各个学会招聘的专业人员, 他们参与本领域及相关领域的同行评议。认证专家要非常有经验, 能准确判断认证项目的价值。ABET 要保证这些认证专家在相近的专业领域工作。在 2000 多名志愿者中, 项目评估员是最大的群体。他们入校实地考察, 对师生进行访谈, 评估专业项目, 提出改进建议。志愿者参加认证活动可以报销旅费但没有工资。出于对专业的忠诚和责任, 他们专心致志地工作, 牺牲了很多自己的时间。

ABET 的各个机构都异常忙碌。巴尔的摩总部共有 38 位专(兼)职工作人员来确保这个庞大的、主要由志愿者构成的机构的顺利运行。ABET 的总部是运营机构, 主要功能是确定战略、制定标准、协调各方, 而认证决定和改进建议则由专业的评估者做出, 总部工作人员无权干预。这是 ABET 的一项非常重要的原则。事实上, 很多教育机构甚至并不知道 ABET 总部的存在, 他们主要和参与现场评估的专家进行交流。

ABET 的使命是为公众服务。希望通过认证改进工程教育质量, 让毕业生学有专长, 为进入专业领域做好准备, 成为合格的雇员, 更好地为社会工作。ABET 的愿景是保障质量和激励创新。ABET 的一切活动都聚焦在质量上, 努力使专业认证成为质量保障的工具, 推动被认证机构建立和完善质量保障的体系。ABET 并不要求所有专业都按相同的方式发展。例如在美国, 可能有几百个不同的教育机构开设同一个专业, 发展情况各不相同。应该允许和鼓励他们的教育创新。

二、ABET 的全球活动

ABET 只对专业进行认证, 目前覆盖工程、工程技术、计算机科学

与工程、应用科学四个专业领域。认证的对象有三个层次，包括两年制项目、四年制项目和研究生项目。通过认证的前提是，专业达到了标准所要求的适当水平，所培养的毕业生适应劳动力市场的需要。现代的工程师不仅仅要有很强的技术技能，也要有很强的职业技能。在很多工程项目里，例如建筑工程项目里，沟通技能和对工程伦理问题的理解能力都是必要的职业技能。再如，一个好的工程师要有团队合作精神，不能只是自己工作。此外，全球化进程中，跨文化的团队合作也越来越重要。全球工程师的培养也是过去 10 年间讨论比较多的话题。

截至 2013 年 10 月，ABET 已经认证了全球 3300 多个项目，详见表 1。从 2007 年开始，ABET 也在美国之外的国家开展认证。现在，这些认证活动非常活跃。ABET 建立了广泛的合作网络。第一是与重要的工程教育组织建立伙伴关系，例如国际工程教育学会联盟 (IFEES)、全球工学院院长理事会 (GEDC)。第二是与各国的 16 个全国性学术机构，也包括中国科协 (CAST) 签订了一系列谅解备忘录。第三是签订认证互认协议，包括开展实质等效评估，如与加拿大工程师协会 (CCPE)、国际工程联盟 (IEA) 等签订互认协议、在计算机领域的《首尔协议》等等。全球有成千上万个工程教育专业，ABET 不可能认证所有这些专业项目，但是可以基于实质等效的要求认可同行机构高质量的认证工作。通过建立广泛的合作网络和签订互认协议，ABET 与其他机构共享最佳实践，共同推动工程教育的发展。

表 1 ABET 认证的专业与涉及的机构统计表（截至 2013 年 10 月 1 日）

认证委员会	美国国内		美国以外		认证项目总数
	项目数	机构数	项目数	机构数	
工程教育认证委员会 (EAC)	2004	411	281	57	2285
工程技术教育认证委员会 (ETAC)	585	204	35	8	620
计算机教育认证委员会 (CAC)	360	281	45	29	405
应用科学教育认证委员会 (ASAC)	72	55	1	1	73

三、专业认证的价值在于保障和提高教育质量

专业认证是一个非常有价值的工具，使我们可以与不同的机构、不同的教师共同探讨保障和提高教育质量的方式。ABET 的全部认证活动都是围绕保障教育质量、激励教育创新展开的。

（一）学习成果是关注的焦点

学生的学习成果指的是什么呢？就是不管你采取怎样的学习方法，经过几年的教育后，可以达到相关专业的培养标准和培养目标，毕业生有足够的 ability 申请相关领域的工作。专业认证的首要目标是保证学生毕业时已经为进入专业领域作了充分的准备。现代科学技术的发展非常之快，大学要确保学生们能够跟上科技发展的步伐，掌握先进技术。更重要的是，要为他们的学习成功提供很好的支持条件。如果毕业生没有非常成功的职业，甚至找不到工作的话，那是非常危险的。

ABET 强调通过认证改进学生学习成果。不仅 ABET 采用了这样的评估理念，其他一些认证机构也是这么做的，或者正在向这种方式过渡。为了实现对质量的终极追求，ABET 的评估理念经历了从“以投入为基础” (inputs—based) 向“以产出为基础” (outcomes—based) 的转变。1997 年 ABET 引入了工程认证标准 EC2000，它直接体现了从分数评价到成果评价的转变。为什么会发生这样的转变呢？根据 ABET 从各行业、各领域和雇主那里得到的反馈，雇主们在招聘时发现，有些学生成绩很好，但实际上其中很多人并没有掌握专业领域所要求掌握的内容，他们所在的院校也并不清楚这些学生的实际学习效果。所以，ABET 认为不能只通过分数，而要看学生学习的成果来评价教育质量。

ABET 认证要做的,就是通过认证帮助老师们了解学生学习的核心需求,更明确该专业的学生需要怎么学,学什么。也就是说,检验标准要从老师教了什么转为学生学到了什么。怎样检验学生学习的效果呢?可以看分数,比如有的学生有很多 A。但是,这可能表明,这个学生考试考得不错,善于应付考试。但核心问题是:这真是他们需要学的吗?学得到底怎么样?成绩有时说明不了问题。从学生学习的需求和现状出发,教师们就可以找到改进空间,并且有针对性地采取积极行动,例如增加一些讲座、实验和训练项目,帮助学生们进一步提升学业,优化学习成果。认证原来有一个检查清单,包括学生分数等项目,现在 ABET 不用这个清单了。因为认证要显示的是学生真正的“产出”,而不仅是分数。通过认证,教师、学生和整个专业都能从中受益,这个效果是完全不一样的。高质量的认证会帮助大学的专业得到高质量的发展,让它们从“很好”变得“更好”。

经过 ABET 认证的专业在国际上是得到广泛认可的。很多雇主希望聘用通过 ABET 认证的专业培养出的毕业生,因为认证是由资深专业人士作出的,通过认证意味着他们的教育质量有很好的保证。此外,在经济全球化的时代,每个国家既可能有工程师的“输出”,也可能需要不少其他国家工程师的“输入”。为此,高质量的工程教育机构都希望在全球范围内进一步吸引到最好的学生和老师,希望他们的毕业生也能放眼全球,具备到海外留学或工作的能力。参与 ABET 认证的专业所在的大学包括加州大学伯克利分校、哥伦比亚大学、麻省理工学院、普林斯顿大学等一批世界一流大学。他们已经拥有了很强的教师和学生资源,

并且一直致力于提升相关专业的学术水平和学生质量。

（二）自我评估是认证的基础

自我评估这个环节是非常重要的，因为他们了解自己的专业，自评的时候就会看到正面的东西和消极的东西。机构会自我比较，自我完善，知道哪些东西可以改进，如果有一个条件没有达成的话，就不能通过认证。这样，为了通过认证，学校和专业就要采取措施去弥补那些不足的地方。因此，自我评估的过程就是自我改进的过程。

评估实际上是系统收集各种资料、数据并进行评价的过程，其目的是提升学生的学习效果，促进他们的全面发展。这些资料包括学生课内、课外学习的各方面情况。例如在学期末采取一些方法或者寻找数据，来检验学生们的学业到底完成得怎么样，而不仅仅是通过考试成绩来判断。自我评估时，根据班级特点和教学方法的不同，应该采取不同的方式对每个环节进行仔细的评估。评估方法可以是直接的或间接的、定性的或定量的，总之要以恰当的方式来衡量成果与目标的匹配程度。通过整合、分析所收集的信息，教育机构可以判断出他们的教育项目在多大程度上与预期目标相符。如果没有达到目标，就要作出改变。

当然，认证建立在事实证据的基础上，以评估的方式验证某个教育项目是否达到了一定的质量水准。自我评估和研究，以及持续提升教育质量的进程都能提供很好的事实证据。如果教育机构认为自己的专业非常好，就要通过自我评估来证明学生的学业表现。而在持续提升教育质量的进程中，参加评估的教育机构必须尽可能采取措施以保证教育目标的实现。无论是实施各门课程的教学，还是开设各类讲座，都要以明确

的培养目标和专业预期为指引。作业、论文、考试等教学手段和工具，也都是为持续提升教育质量服务的。为了保证学生在完成一个阶段的学习后能够成功实现预期的目标，教育机构一定会更加重视那些他们真正希望学生掌握的内容。

被评估机构需要做出持续提升质量的承诺。提升教育质量应该是一个有延续性、系统化的过程。在这个过程中，相关资料应该予以系统保存，以利后续工作的开展。每位成员都应该为提升教育质量付出努力，新来的教师也可以加入到这项工作中。此外，还应该将教学成果与评估标准进行对照，如果发现标准已经不适用于当时当地的情况，就要修改。最后，要注意教育成果、评价机制应该与总体的培养目标保持一致。

（三）认证标准是检验的标尺

在评估中确立明确的标准是非常必要的。这些标准的确立，是为了保证教育项目的质量，促进教育机构系统地、持续地提升教育质量，同时也是为了帮助他们在充满活力和竞争性的环境中发展出充分满足市场需求的教育项目。通过认证，教育机构有责任清晰地证明他们的教育项目达到了认证标准。

下面以工程认证委员会的标准为例进行说明。这些标准既包括工程领域适合所有项目的通用标准，也包括适合不同专业领域的特定的专业标准。通用标准主要包括 8 个方面：学生，培养目标，学习成果，持续改进，课程，教师队伍，基础设施和机构支持。

第一个标准是学生。学生是评估中非常重要的方面。ABET 相信，在校学生和毕业生的质量和表现，是所在专业取得成功的重要因素。为此，

教育机构和相关专业应该建立起有利于人才培养的良好机制。在教育过程中，教育机构和相关专业除了尽可能为学生提供优秀的课程，安排教师或辅导员对他们的学习提出有益的建议，督促他们取得良好的学习效果外，还应该制定灵活的政策和程序，对学生转系和课程互认给予充分的保证。学生如果觉得在自己所在的专业很难获得发展，希望更换专业的話，教育机构应该对该学生的状况进行评估。可能他无法达到目前所在专业的一些标准，但是可能符合其他某个专业的要求，那就可以建议他转到别的系，相关制度保证他仍然可以顺利毕业。同样地，学生在别的院校或机构选修的课程，经过评估后如果符合专业要求，也应该得到相应的认可。最终，要确保所有学生都能达到相关专业的毕业要求。

第二个标准是培养目标。参加评估的专业必须设定与所在教育机构的使命、专业需求和评估标准相一致的培养目标。这些培养目标应该形成文字，并且付诸系统、有效的实践。与此同时，相关专业还应该定期检查自己的培养目标，看看它是否仍然与大学使命、专业需求和评估标准的精神相一致。事实上，一些专业在接受认证时讲不清楚自己的培养目标，也无法充分证明自己怎样实现这个目标。

第三个标准是学习成果。参加评估的专业同样需要阐明，为了保证毕业生达到他们的培养目标，他们需要学生取得怎样的学习成果。这些阐述应该是具体而精确的。例如，他们需要描述学生毕业时应该掌握哪些知识，能够进行哪些工作，这与他们入学后获取了哪些技能、知识和行为方式是密切相关的。

工程认证委员会要求相关专业必须证明他们的学生取得了以下 11

项学习成果：（1）应用数学、科学和工程知识的能力；（2）设计、控制实验以及分析、诠释数据的能力；（3）设计一个能够满足政治、伦理、健康安全、可制造性和可持续性等诸多现实条件约束的系统、零件或程序的能力；（4）在跨学科团队中发挥作用的能力；（5）识别、建构和解决工程问题的能力；（6）对专业精神和道德责任感的理解；（7）有效沟通的能力；（8）具有宽广的知识储备，能够在全球性的经济、环境、社会背景中理解工程解决方案的影响；（9）对终身学习的重要性有明确认识，并具备终身学习的能力；（10）对当代重大问题的了解；（11）具备在工程实践中运用所需的各种技术、技巧和先进设备的能力。除了这11项能力外，还可以加上专业标准中所规定的相关研究领域所需要的任何特殊技能。

第四个标准是持续改进。参加评估的教育机构和专业必须经常通过恰当的书面流程来评价学生究竟在多大程度上取得了应有的学习成果。得出评价结果后，他们可以以此为起点，继续系统地进行改进教育质量的努力。当然，在持续改进教育质量的过程中，他们还可以采用其他任何有帮助的信息。需要强调的是，任何专业都应该一直向前发展，否则就不可能办好。

第五个标准是课程。相关专业必须保证他们所开设的课程对培养目标的每个环节都给予了充分的关注，并且安排了足够的教学时间。例如，他们应该用一年时间进行相关专业所需要的高等数学和基础科学方面的教学，再用一年半的时间进行工程领域的教学，包括与学生所在专业相关的工程科学和工程设计方面的内容。在整个课程体系中，通识教育

的部分应该与技术方面的内容互为补充，并且同样是与总体培养目标相一致的。工程专业的课程设置中还应该体现对学生整体设计能力的培养。在这类设计课程中，学生以前学到的知识和技能为基础，综合考虑工程标准和各种现实条件的要求来进行设计，最后为真正的工程实践作好充分准备。

第六个标准是教师。为了达成培养目标，一个专业应该拥有足够数量的教师，他们能够胜任专业所覆盖的全部课程领域，并且在教学方案制定、推出、评价、修订和持续改进的过程中拥有足够的权力。

第七个标准是基础设施。基础设施的作用是非常直接而明显的。要想让学生取得好的学习效果，必须为他们提供足够良好的基础设施，配备相关工作人员并且保证它们的正常运行。良好的基础设施可以促进师生互动，鼓励学生在专业领域开展各项活动、实现自我发展，并且为他们提供使用先进工程设备的机会。

第八个标准是机构支持。相关专业应该为教师提供充分的支持，为他们的职业发展提供持续的激励和保障。与此同时，还应该保证师生们都能方便地获取、使用和维护教学过程中所需的各种仪器设备。机构支持的核心是资金的支持。

本科、硕士层次的工程教育专业都要符合以上通用标准，还要符合具体层次和领域相应的特定的专业标准。这些特定的专业标准包括具体的学习成果、课程主题、教师资质等。例如在工业领域，有些标准可能并不是所有工程人员都要满足的，但要想成为某些特定行业的工程人员，就必须达到这样的标准。专业教师也需要具备特定的专长，当他满

足一定的资质时，才能开设该领域的课程或讲座。各专业必须满足所有相应的特定专业标准，才能通过认证。

为了促进专业教育的改进，ABET 的认证标准是鼓励创新的，鼓励教学方法和评估方法的创新，并会适时对认证标准进行更新。通常情况下，ABET 每年都会对评估标准进行适当的修订。当然，这种变通是局部性的，而不是整体性的。ABET 希望所有的学生都成功，所以并不对学生进行分类，ABET 只是看专业。当然不是所有学生都能进入到一流的学校。所以 ABET 的标准，实际上是可变通的。例如，美国有很好的研究型大学，例如麻省理工大学，还有一些教学型的技术学校，他们的生源是不一样的。这两种学校自身可能有不同的标准。ABET 要看他们的教育目标实现情况如何。如果学生读研究型大学，可能继续读硕士或者博士。但是如果去其他的教学型的学校，毕业以后也可以比较成功。他们的定位不一样，但都可以成功。

四、ABET 认证的原则与程序

(一) 认证的原则

ABET 认证是自愿的。向 ABET 申请认证不是强制性的，并非所有专业必须获得这个认证，这是最重要的原则。

ABET 认证追求公平。ABET 以专业性和规范性保障公平。ABET 的志愿者术业有专攻，都有丰富经验，所有认证也都按照既定的标准和流程进行。这是没有特例的，不管在哪儿，都是一样的。

ABET 认证不做排名。ABET 认证作出通过或者不通过的结论。ABET 把标准作为平衡点和杠杆，用它来引导专业的改进。虽然一些其他机构

会进行排名，但是 ABET 不做排名。

（二）认证的基本流程

认证的基本流程包括认证申请、准备评估、自我评估、实地考察和后续活动。需要明确的是，参加认证的每个项目必须至少已经有一届毕业生，必须是具备资质或政府支持的、可以合法发放文凭的教育机构，并且保证不违背 ABET 的认证标准和流程。

申请认证。正式提出认证申请前，要了解认证的标准和过程，这就需要分析一系列的指导文件，包括项目管理、评价体系、课程体系、资源、支撑体系等方面的通用标准和专业标准，以及《ABET 认证政策和流程手册》。该手册详细阐明参加认证的必备条件和评估安排、信息公开、复审等环节的具体操作方法。ABET 的很多认证专家发现，认证工作中的最大挑战往往是：专业有时候没能很好地领会认证手册的精神，不理解认证标准和要求，或是没有为实地评估做好准备。这些机构在认证过程中准备不足的环节往往集中在课程体系、持续改进教育质量的承诺和努力以及对学生学习成果的呈现等方面。因此，对于新参与认证的专业，在申请之前和准备的过程中，明确自己要做什么十分重要。

准备评估。准备评估的参与者是那些在相关领域没有任何 ABET 认证经验的教育项目，ABET 受其委托对他们准备的文档进行检查筛选。对 ABET 项目认证有兴趣的教育机构提出申请后，建议参加认证前的准备评估。因为从未参加过认证的新专业如果没有作好相应的准备，很可能无法通过认证，导致耗费较多的精力和时间。他们可以通过准备评估积累一些经验，在正式启动评估程序前得到我们的反馈，从而更有效地检查

自己是否作好了相应的准备。可以看出，准备评估并非一个完整的认证评估过程。

准备评估的流程大致如下：11月1日前提交初步的自评报告，ABET会在12月底或1月初返回建议书，之后再由相关专业提交评估申请书。需要说明的是，相关专业必须在准备过程中做好所有文件的编制工作，并针对自己发现的问题进行了充分改进，评估申请才会被如期批准。另外，为了保证有充裕的时间开展评估工作，建议不要在认证周期即将开始时提交评估申请。

自我评估。自我评估报告实际上是在参评机构和认证机构间传阅的一份“秘密文件”，在自我评估中发现的缺点或问题，可以进行自我修正。评估小组通过自评报告，可以看到参加认证的项目与认证标准一一对应的各个环节，形成该项目在多大程度上与认证标准相符的第一印象，了解参评机构为即将到来的实地考察作了哪些准备，也可以看到学生成绩单的样本。

实地考察。在实地考察教育项目的过程中，评估专家可以直接观察到相关专业的情况。他们会参观教室、实验室等教学设施；检查学生作业、考试情况和其他学习材料；深入走访教师、学生、管理人员、实验室工作人员和其他技术支持人员；帮助参评机构补充自评报告等。实地考察为他们提供了大量直接、有显示度的证据，这是自评报告无法替代的。

评估小组由评估组长（专员）和评估专家组成。根据参评专业规模的不同，评估小组的人数也会有所不同，有时甚至多达15人。评估组

长负责与院系主任和 ABET 执行委员会负责人直接沟通。

在实地考察后，主要是一系列内部过程，包括起草认证报告，提出问题，进行反馈等等。被认证专业可以做一些整改，这种情况下，认证的结论可以推迟公布。按照一般的时间表，对于首次参加认证的，整个认证过程需要 18 个月。对于认证通过的专业，ABET 每隔几年还要评估一次，因此，要想通过认证和维持这一结论，专业需要持续不断的努力。

在认证过程中，信息资源和培训对于认证活动来说是很必要的。ABET 有很多的信息是免费向公众开放的。为了促进机构准备和经验交流，ABET 还举办大型（会期通常为 4 天）和小型（会期通常为 1 天）培训会，也会举办专题研讨会（会期通常为 2 天），机构之间可以分享经验，也可以听到专家的建议。此外，ABET 也会在这些会议上共享一些近期开展认证的数据和案例，这些对于开展认证和促进专业改进是有益的。

ABET 希望成为引领性的专业认证机构。这个目标正在实现，这是包括志愿者和被认证专业在内的所有参与者共同努力的结果。当然 ABET 也面临一些新的挑战，同样需要所有参与者一起去解决。ABET 将服务公众、保障质量和激励教育创新作为自己的使命，这也是很多教育机构和社会对 ABET 认证的期望。

转自：《高等工程教育研究》2015 第 2 期

工程教育认证与工程教育改革和发展

林 健

[[作者简介]] 林健(1958—), 英国兰卡斯特(Lancaster)大学管理学博士并完成博士后, 先后任北京航空航天大学教授、博士生导师, 五邑大学校长、党委副书记, 现任清华大学教育研究院教授、公共管理学博士生导师。主要从事管理科学与工程、高等教育经济与管理的研究。

正文:

一、 导言

认证是由非政府、非盈利的第三方组织对达到或超过既定的教育质量标准的教育机构或专业所做出的正式认可。工程教育认证作为高等教育认证的重要组成部分, 属于专业认证, 是由专业性认证机构(协会)组织工程技术专业领域的教育界学术专家和相关行业的技术专家, 以该行业工程技术从业人员应具备的职业资格为要求, 对工程技术领域的相关专业的工程教育质量进行评价、认可并提出改进意见的过程。

从性质上说, 工程教育认证是一种合格性评价, 而非选优评估, 它是对工程教育是否达到所规定的最低标准所进行的检查。因此, 专业认证的结果是二元的, 仅有通过和不通过之分, 而没有等级或层次上的差别, 与专业排名无关。通过认证也仅仅意味着接受认证专业达到了最低的质量要求。

工程教育认证的目的是有三：一是推进工程教育改革，进一步提高工程教育质量；二是促进工程教育与行业企业的联系与合作，增强工程人才培养对经济社会发展的适应性；三是促进工程教育的国际互认，提升工程教育的国际竞争力。

工程教育认证的意义也有三：一是能够获得对工程教育质量更为客观的评价。教育同行及行业专家可以准确、高效地找出工程教育存在的问题，并为教育质量的提升提供行之有效的措施建议。二是通过工程教育认证的专业能够有力地向潜在的用人单位表明其达到了相关层次和类型工程人才培养的基本要求。这不仅有利于该专业毕业生的就业，而且有利于该专业未来生源的吸引。三是通过工程教育认证为相关专业提供了交流合作的平台。这不仅包括教师之间的交流、教师流动、学分互认和学生转学，而且包括行业企业的合作以及各种教育教学资源的共享，甚至可以形成某一专业类的区域性或全国性的教育联盟。

从另一个角度，教育、社会和经济的发展使得工程教育认证成为一种必然。一方面，随着工程教育规模的扩大，靠工程教育机构自我评价的工程教育质量显然缺乏可信度和可比性，因此必须有一个区域性或全国性的工程教育质量标准和由外部专家对工程教育质量进行认可；另一方面，对于关系到国民经济、社会发展和安全健康等重要领域的工程师和工程技术人员等执业资质的认定也需要有与之相衔接的工程教育认证，以保证他们在接受教育阶段达到本领域对工程师和工程技术人员在能力、素质和修养等方面的基本要求。再一方面，伴随着经济全球化，工程人才流动、工程项目合作、工程实践环境以及工程产品服务的国际

化,要求工程教育质量不仅在本国内得到认可,还要得到国际间的互认,因此需要具有国际实质等效的工程教育认证。

此外,工程教育自身的改革和发展也将对工程教育认证提出新的要求。首先,为满足产业转型升级以及促进新兴产业发展的需要,工程教育需要对传统学科专业进行布局调整以及设立新专业,这就要求工程教育认证对相应的认证专业领域进行修订、调整和充实;其次,为满足经济社会发展对工程人才需要的变化,工程教育必须及时修订和更新相关专业培养标准,这就要求工程教育认证的相关标准能够适时更新,以对拟认证专业的人才培养标准的修订起到促进作用;第三,新的教育教学理念、教育技术和教育质量保障手段的引入,以及课程体系、教学方法、校企合作方式等人才培养模式的改革,也要求工程教育认证拿出与之相适应的工作方案,包括自评报告的内容和要求、现场考查的重点和指标要求、认证专家的遴选和培训、工程教育认证工作流程等。

由以上分析可知,工程教育认证的产生和发展与工程教育的改革与发展之间存在着必然的、密不可分的联系,对这种联系的分析研究对加强和促进二者之间的关联性和改革发展具有重要的意义。本文将从以下几方面着重对二者之间的关系进行分析研究。

二、工程教育认证与教育教学理念转变

1. 树立以学生为中心的教育理念。

工程教育认证强调以学生为中心,具体表现在几个方面:专业要有围绕学生的招生、学习指导、质量保证、学分认定和就业等方面的措施;培养目标要适应经济社会发展的需要,应包括对学生毕业时的要求;课

程教学内容要根据对学生的毕业要求选择和设计；师资队伍和其他支持条件要有利于学生培养达到预期目标；认证的核心在于全体学生的表现。

事实上，以学生为中心的教育理念决定了教育质量评价的落脚点在于学生学习成果即学生能力的提升上。具体地说，不论开设的课程是否国家级精品课程，不论主讲教师是否国家级教学名师，不论专业在学生学习环境上投入多少软硬件设施，如果学生在学习上收获有限，就不能证明教育教学质量是高的。

在工程教育实践中，要树立以学生为中心的教育理念，并将其落实在专业培养方案的制定和实施、人才培养模式改革以及教育教学资源建设的全过程之中。具体而言，一切教育教学过程和环节都应该以学生为本，包括：培养目标要适应经济社会发展需要，培养标准要使学生成为行业企业需要的人才，课程体系要成为培养标准实现的平台，教学组织和方法、教师队伍建设、教育教学资源配置等要有利于学生能力和素质的培养等，以至于所有的教育教学活动都朝着达到培养标准和实现培养目标的方向努力。

2. 强调以培养目标为导向。

工程教育认证强调以工程人才培养目标为导向，具体表现在几个方面：专业培养目标与毕业要求的表述要有利于对培养目标的实现度进行评价，能更好地体现国际实质等效的要求；学生毕业要求的满足要支撑专业培养目标的实现；认证专业必须通过举证证明可以期望每个合格毕业生满足培养目标要求；专业培养目标与毕业要求必须对人才培养的全

过程中的各项教育教学活动起导向作用，是承担教学任务的每位教师的行为准则；对培养目标和毕业要求实现度的评价必须分解为对学生整个学习过程中的全程跟踪与进程式评估。

在我国工程教育实践中，长期存在着教育教学活动与专业培养目标相脱节的现象：其一，专业培养标准与培养目标不一致，前者不能支撑后者的实现；其二，课程体系和教学内容没能围绕着培养目标的实现系统性地进行改革和更新，而是各自为政，与培养目标的实现缺乏必然的联系；其三，教学组织形式和教学方法没有与实现培养目标的需要相结合，而是沿袭不变，往往与培养目标的实现毫无关系；其四，教育经费的投入和教育教学资源的配置不能满足培养目标实现的需要。

改变上述现象的做法是：在专业人才培养整个过程中，要强调以培养目标作为开展各项教育教学活动、进行教育教学资源投入和配置、形成教育培养制度和制定教学管理措施的导向。从系统性实现专业培养目标的角度，强调以培养目标为导向主要体现在以下系列环节：将培养目标落实到培养标准；将培养标准细化并分别作为课程模块目标和课程目标予以落实；学习掌握有利于实现课程目标的教学方式；以培养标准为总目标开展每门课程教学和其他教学环节。

3. 注重教育产出和实际成效。

工程教育认证注重教育产出和实际成效。“教育产出”指的是毕业生的能力，即“毕业要求”，是保证培养目标实现的关键，是工程教育认证具有国际实质等效性的具体体现。在工程教育认证中，对教育产出的认定是十分严谨的，接受认证专业必须以“举证”的方式回答两个问

题：为确保每一位合格毕业生达到毕业要求，专业做了什么？专业如何评价这些做法达到了毕业要求所表述的预期效果？

由于长期的资源不足，使得我国教育界在相当一段时间内十分强调教育的投入。虽然，提高和保证教育质量离不开教育经费投入和教育资源提供，但是，在教育投入不足和教育资源有限的情况下更需要重视教育效益，即教育的投入产出比。也就是说，只有重视教育产出及实际成效才能够形成教育发展的良性循环，获得更多、持续的教育经费和资源投入。

注重教育的产出及其实际成效是追求教育质量的核心，它不仅有利于教育效益，也有利于教育管理。一方面，它能够引导教育实践者注重其工作结果、追求实际、更好地做好本职工作；另一方面，它能够使教育管理者从日常管理中解脱出来，以业绩为导向，给予教育实践者更多发挥其能力和创造性的空间。因此，在这种教育理念的作用下，提高教育质量就成为顺理成章之事。

注重教育产出的关键在于关注“产出”的相对值，而不是其绝对值。教育质量的高低应表现在受教育者在接受教育前和接受教育后其知识、能力和素质的“增量”上，正是这个相对值，才能够准确反映出教育的作用和效果。而以绝对值衡量教育产出的做法，不仅不可能客观、公正地评价教育产出，还可能弱化了教育的本质属性。

4. 坚持全体学生共同达标。

工程教育认证坚持全体学生共同达标，即接受认证专业的全体合格毕业生要共同达到毕业要求。这里的“全体”关注的是每一个学生，而

不是少数学生或者尖子生，因此，不允许也不接受将少数学生的标志性成果作为专业认证的“举证”材料。由此可见，工程教育认证重视的是教育资源，包括优质教师资源、场地设备资源、图书网络资源和实习实践条件等能够被全体学生实际使用的状况。

工程教育认证中的每一条毕业要求都不应该凭空想当然就满足，需要全体学生共同达到的毕业要求必须通过落实到明确的教学环节来实现。一方面，课程和其他教学环节必须在实现毕业要求上具有明确的功用；另一方面，必须有有效的评价机制以保证每个教学环节在实现毕业要求上的功用均得到发挥。

坚持全体学生达到毕业要求（即培养标准）在工程人才培养上将产生如下影响：首先，专业会根据教育资源拥有情况决定学生规模，以保证进入专业的每一个学生均能享用良好的教育资源；其次，将促使学校出台政策和制定措施，以支持和激励高水平教师将更多精力投入专业教学；第三，将促使学校和专业加大在教育教学上的投入，重视教育资源和教学条件建设；第四，将促使学校和专业更加重视人才培养模式改革和创新以及教育教学管理，提高教育资源的使用效率和效益。

5. 以持续改进促进质量不断提升。

工程教育认证不仅关注接受认证专业的现状，更强调该专业必须具有持续改进机制，并以此不断提升教育教学质量。工程教育认证强调的持续改进的基本理念主要包括五方面内涵：一是以持续改进为目标建立专业教学管理制度；二是将常态化的教学评估和评价作为持续改进的基础；三是将行之有效的教学质量监控和反馈机制作为持续改进的必需；

四是专业内每位教职员是持续改进的主体并负有责任；五是持续改进的成效要具体体现在学生的表现上。

工程人才培养质量持续改进是一种重要的质量意识，是一种经常性的质量改善活动，可以发生在人才培养过程中的任何环节，它既要注重效益又要讲究效率，需要全校上下和全体员工的共同参与。满足工程人才培养需要的人才培养质量持续改进过程可以由识别 (Identify)、计划 (Plan)、试验 (Test)、研究 (Study) 和行动 (Action) 五个连续的阶段组成，简称 IPTSA 循环。

持续改进机制建立的核心在于“持续”上，因此，持续改进必须成为教职员自觉自愿的行动，只有这样才能使质量改进行为持之以恒，才能使质量不断提升。建设教师自主驱动的人才培养质量保障机制应该成为高校努力的方向，高校在掌握教师自主驱动的质量保障循环特点的基础上，需要做好以下几方面工作：树立以教师为本的质量保障理念、在教师岗位聘任中强调教育教学能力、通过各种方式持续提高教师教育教学水平、在绩效薪酬制度改革中引导教师重视和投入教学以及出台各种激励措施形成教师重视质量的长效机制。

三、工程教育认证标准与工程人才培养标准化

工程教育认证标准是为了培养满足行业企业需要的工程人才而对工程教育提出的必须达到的基本要求。在国际上具有代表性的美国工程与技术认证协会 (ABET) 工程认证委员会 (Engineering Accreditation Commission, EAC) 2014 ~ 2015 年度的工程专业认证标准 (Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2014 ~ 2015) 包括 8 项通用标准(学

生、专业教育目标、学生产出、持续改进、课程体系、教师队伍、设施和学校支持)和2项专业补充标准(课程和教师队伍)。中国工程教育认证协会2014年修订的工程专业认证标准包括7项通用标准(学生、培养目标、毕业要求、持续改进、课程体系、师资队伍和支持条件)和3项专业补充标准(课程体系、师资队伍和支持条件)。不论是哪个国家的工程教育认证标准,其首先是针对本国工程教育实施主体在工程教育的核心要素上提出基本要求,以培养出满足行业企业需要的工程人才;如果要加入学历的国际互认协议,还必须具有国际实质等效性。

工程教育认证标准提出的基本要求是所有接受认证工程专业均必须满足的最低标准,这就意味着,拟认证工程专业均必须首先达到这一要求,这在一定程度上形成了工程人才培养的标准化问题,主要表现在以下几个方面。

首先,工程教育认证标准提出了所有拟认证专业所培养的工程人才在知识、能力和素质上必须涵盖的要求。这容易导致拟认证工程专业将实现认证标准中的“毕业要求”或“student outcomes”作为专业的最终追求,而忽略了本专业应有的人才培养的优势和特色,从而可能导致大批拟认证专业工程人才培养的同质化。

其次,中国工程教育认证标准规定了工程人才培养的课程类型并对每类课程的学分提出要求,在各个专业类的专业补充标准中甚至对各类专业的课程名称和课程内容也予以了规定。作为实现人才培养目标和达到毕业要求的重要载体,课程体系和教学内容的过度规范和精细要求,容易成为拟认证专业难以或不想进行课程体系改革重组以及教学内容

不断更新的借口。

第三，工程教育认证标准在学生、持续改进、师资队伍、支持条件等方面的要求对于建立和规范工程人才培养体系无疑是积极的，但也容易限制拟认证专业独立地开展工程教育教学改革和实践活动。事实上，存在这样的较为普遍的现象，拟认证专业往往将关注点和主要精力放在工程教育认证标准所规定的要求上，而不够重视或忽略了本专业应有的独立性。

为了避免上述问题，在实际操作过程中，各国专业认证机构采取了一定的措施。如鼓励各个专业中的“student outcomes”不仅要涵盖通用标准，而且要有反映出本校特点的要求，强调个性化和多样化；又如减少或淡化课程类型，给予各个专业在课程体系改革上更大的灵活性，以照顾专业类中不同专业在课程设置上的差异性；再如重视认证标准的前瞻和导向作用，将经济社会发展及行业企业对工程人才培养的变化要求及时反映到认证标准中，使之引导工程教育改革与发展，或者至少不与工程教育改革相矛盾。

申请专业认证的工程专业所在的高校类型各异，如果均抱着只是通过工程教育认证的想法，则对工程专业的建设和发展是毫无意义的。极端点说，办学历史不长的本科院校可能因为为了通过专业认证而忽略了本校工程专业人才培养特色的形成，从而产生一批具有同质化倾向的工程专业；而那些办学历史悠久的院校也可能仅为了通过专业认证而没有从根本上重视工程教育认证强调的持续改进，弱化了本校工程专业人才培养特色的发挥。

总之，一个国家的工程教育认证标准要随着时间的推移而及时更新，它既要综合反映近期内（3~5年）本国行业企业在工程人才培养上对工程教育提出的基本要求，又要在本国工程教育改革和发展上发挥前瞻和导向作用；一所高校的工程专业申请专业认证的目的既要是检验这些专业的人才培养是否达到行业企业的基本要求，使毕业生能够跨入人才市场竞争的门槛，更要以促进这些专业人才培养质量的持续改进和工程教育的改革与发展为主要目标，不断提升毕业生的市场竞争力。

四、工程教育认证与工程专业培养目标制订

工程专业培养目标是对学生毕业后在知识、能力和素质上应该具备或达到程度的综合描述，是本专业各种教育教学活动的行动指南和全体师生努力共同方向。ABET 工程专业认证标准（2014~2015）第2条——培养目标上的规定是：“专业必须有公开发布的、与学校使命相一致、满足各种利益相关者需要、与各条认证标准相一致的培养目标；必须有包括专业利益相关者参与的、有记录、系统实施、有效的专业培养目标的定期评审程序，以保证培养目标与学校使命、利益相关者需要和各条认证标准相一致。”达到这样要求的培养目标需要做好以下几方面工作。

（1）培养目标的制订。在深刻领会学校使命的基础上，通过与毕业生、教师和用人单位等与本专业存在利益关联的群体和组织的座谈、访谈和市场调研，分析研究本专业服务面向区域当前和未来一段时期对本专业人才的需求和要求，制订出既满足利益相关者需要，又与学校使命及认证标准要求相一致的本专业的培养目标。

（2）培养目标的公布。专业应该通过所在学校和院系网站、招生

简章、教师和学生手册以及在专业培养方案中公开发布本专业培养目标，这一方面符合专业认证要求对外正式发布培养目标的规定，更好地接受利益相关者的监督；另一方面也能够更好地获得利益相关者对培养目标的意见和建议，以为日后进一步完善和更新做准备。

（3）培养目标的定期评审与修订。专业应该建立培养目标的定期评审和修订机制，一方面要注意收集来自各利益相关方对培养目标的意见和建议；另一方面要定期（如每年一次）召开毕业生、校友、教师、用人单位、行业组织和捐资者等的座谈和咨询会，并通过网上或书面调查，广泛征求各方意见，在定期的培养目标修订中予以充分考虑。要按照专业认证要求做好全过程的详细记录，包括时间、人员、意见和修订情况等。

合格有效的工程专业培养目标必须具备以下条件：①满足服务面向地区经济社会对本专业人才的需要；②符合学校的具体实际，体现本校办学优势和本专业人才培养特色；③具体明确，可分解落实、能操作实施、可检查评估、能实现达成；④必须被全体师生所理解和接受，能够指导专业培养方案的实施，成为师生开展教学活动的指南。

为了制定出满足以上条件的工程专业培养目标，工程专业所在院系需要依次做好以下工作：①根据所在高校的办学定位和服务面向，明确本专业服务面向；②通过对服务面向区域经济社会发展对工程人才需求的调研和分析，明确社会对本专业人才的要求；③在与其他高校，尤其是本地区同类高校的比较中，确定本校的办学优势；④在与本专业人才培养存在竞争关系的其他高校相关专业的比较中，确定本专业的人才培

养特色；⑤按照上述工程专业培养目标必须具备的条件③，制定出若干条本专业培养目标；⑥通过各种可能的渠道和场合，向本专业师生宣传和讲解本专业培养目标，一方面广泛征求听取意见，另一方面使他们理解和接受，从而共同支持培养目标的实现。

五、工程教育认证与工程专业培养标准

工程专业培养目标的实现必须通过该专业相应的培养标准来落实。工程专业培养标准对人才培养具有举足轻重的作用，贯穿于工程人才培养全过程：①是制定工程专业培养方案的依据。不论是课程体系改革重组、教学内容更新、教学方式改革，还是教学计划的制订、课程教学大纲的编制等，均是以落实和实现专业培养标准为目标。②是本专业人才培养过程师生员工教育教学行为的指导。在实施人才培养的全过程中的所有直接或间接的教育教学活动，不论活动本身是否开展、如何开展，师生员工是否参与，如教改立项、教学研究、教材建设、学生课外活动、教师队伍建设、校外基地建设等，所有这些行为均要以专业培养标准为指导。③是本专业人才培养质量评价的标准。不论是人才培养过程中对相关教育活动的活动的评价，还是人才培养全过程结束时对毕业生质量的评价，均是以本专业培养标准为准则。

在工程教育认证中，专业培养标准被称为学生产出或毕业要求。ABET 工程教育认证标准第 3 条——毕业要求规定：专业必须有支撑培养目标实现的毕业要求。因此，拟认证工程专业必须根据自己制订的培养目标，提出用于保证培养目标实现的毕业要求。作为拟认证工程专业毕业要求的共同基础，ABET 工程专业认证标准(2014~2015)提出了 11 条

基本的毕业要求如下：

- (a) 应用数学、科学和工程知识的能力；
- (b) 设计和开展实验以及分析和解释数据的能力；
- (c) 在现实的约束条件下，如经济、环境、社会、政治、伦理、健康、安全、可制造性和可持续性，设计满足期望需要的系统、部件或过程的能力；
- (d) 多学科团队的运作能力；
- (e) 识别、规划和解决工程问题的能力；
- (f) 对职业和伦理责任的理解；
- (g) 有效沟通能力；
- (h) 接受广博的教育以理解工程解决方法对全球、经济、环境和社会的影响；
- (i) 认识终身学习的需要并具备终身学习能力；
- (j) 具有当前热点问题的知识；
- (k) 应用技术、技能和现代工程工具于工程实践的能力。

对拟认证专业所提出的毕业要求有三方面规定：一是必须完全覆盖上述 11 条 ABET 毕业要求；二是说明本专业毕业要求是如何支撑本专业培养目标的实现，如可采取表 1 所示矩阵表的方式；三是本专业毕业要求必须能够分解到课程或教学活动，成为衡量这些课程或教学活动实施效果的具体要求。

表 1 说明专业毕业要求如何支撑专业培养目标实现的矩阵表

	培养目标 1	培养目标 2	培养目标 3	… … …
毕业要求 1	✓	✓		
毕业要求 2		✓		✓
… … …			✓	
毕业要求 n	✓		✓	✓

工程教育认证对毕业要求的规定对工程教育有以下作用：一是通过认证的工程专业均达到统一的基本毕业要求；二是各专业在基本毕业要求上能够突出各自的重点和特色；三是每一条毕业要求的实现必须通过具体的课程或教学活动得以保证。

工程教育认证采取自顶向下的分解落实方式将培养目标、培养标准和课程或教学活动有机地形成一个整体，充分保障了专业培养目标的实现，从而从根本上扭转我国工程教育普遍存在的培养目标、培养标准和课程设置三者相互脱节的问题。

六、工程教育认证与工程教育质量持续改进

工程教育质量不可能一蹴而就，而必须通过连续不断的持续改进才得以不断提高。持续改进是工程教育质量保障的重要环节，也是工程教育认证的重要目标之一。ABET 工程专业认证标准(2014~2015)第4条——持续改进规定：“专业必须定期使用恰当的、有文件证明的程序评价和评估毕业要求实现的程度。这些评估结果必须系统地用于本专业的持续改进。其他可获得的信息也能够用于帮助本专业的持续改进”。

工程教育质量持续改进源于两方面的需要：一是工程教育质量尚未达到既定的专业培养目标和毕业要求，需要继续改进和完善教育教学工作；二是随着经济社会的发展，行业企业对工程人才的要求在不断变化，相关工程专业的教育教学工作需要持续改进。即使没有上述原因，在教学活动过程中，只要发现质量问题或有提升质量的可能，就应该予以重视并改进质量。因此，持续改进应该成为大学文化的重要内涵，成为每一位师生员工开展教育教学活动的行为导向。

为了达到工程教育质量持续改进的目的，工程专业必须建立机制完善、行之有效的教育教学质量持续改进体系，这个体系主要由以下几部分构成：

(1) 教育教学管理制度。这部分主要由教育教学管理组织架构和运行方式以及教育教学管理规章制度构成。组织架构包括校长和教学副校长、校教务处、学院院长和教学副院长、专业系主任和教学副系主任、校院教学指导委员会、校院教学督导组、院系办公室、课程组、实验室等。运行方式主要指组织架构中的个人和组织在教育教学管理上所承担的责任、发挥的作用、相互间关系以及投入的时间和精力等。规章制度主要包括由学校和院系层面出台的、以文件形式出现的、与工程专业密切相关的各种规定、要求、条例、意见和管理办法等。

(2) 教学环节质量要求。持续改进主要落脚于专业教育中的主要教学环节，要否对某一教学环节进行持续改进的依据是其质量是否达到既定的质量要求。工程专业教育中各主要教学环节的质量要求源于对该工程专业毕业要求的分解和细化，必须明确、清晰，可以表述成若干个要点。同时要明确每个教学环节质量要求的责任人、质量评价所基于的基本数据、评价周期、评价结果的使用及其改进措施等。

(3) 质量持续改进主体。教育教学质量持续改进的主体是多元的，主要包括承担教育教学活动的教师、主动参与教育教学活动的学生和对教育教学活动进行管理的教学管理人员。在这三元主体中教师是关键的一元，这是因为：不仅整个教育教学活动是由教师来准备、组织和实施的，而且质量评价结果的采纳、教育教学质量的改进等也是主要由教师

来进行。

(4) 内部质量监控机制。专业应建立人才培养质量过程监控机制，包括对主要教学环节的质量监控和定期对专业教育教学质量的评价。教学环节质量监控的目的是防止在教学环节中出现与该教学环节质量要求不符的偏差。教学环节质量监控机制主要由监控点、监控者、监控内容和监控方式构成。一个教学环节的质量监控点应该在能够对教学质量进行有效评价的时候；质量监控者与监控内容和监控方式相关，可以是担任教学任务的教师、参与教学活动的学生以及教学管理人员或其他教师等；监控内容主要是检查判断学生是否达到教学环节预期的质量要求；监控方式取决于监控内容，必须是能够有效、客观、准确地评价出所评教学环节质量的方法和措施。对专业教育教学质量的定期评价机制是由学校或专业所在院系组织的、定期开展的针对课程体系设置、教学计划安排、教育教学方式、教育教学效果等方面的评价。定期评价的参加人员可以有教师、学生、教学管理人员、专家、院系领导等；评价方法应该形式多样，如听课、座谈会、规范性检查、学生评教、专家督导等。

(5) 毕业生跟踪反馈机制。毕业生及其用人单位对专业教育教学质量有一个整体的认识和判断，容易从自身职业发展的需要、企业对人才的要求和社会对人才的预期等不同的视角对工程专业教育教学质量改进提出十分有价值的意见和建议。因此，需要建立定期对毕业生职业发展进行跟踪、对行业企业的人才需求变化进行调研、对当前的专业教育教学工作进行检讨以修订和完善专业培养方案、促进专业教育质量持

续改进的机制。

毕业生可以分成应届和往届两类，主要通过座谈会和线上/线下问卷调查两种方式征求意见。应届毕业生刚结束整个专业教育，对整个专业教育教学过程记忆犹新，能够从系统的角度对专业教育教学提出建议和意见，包括专业培养方案、课程体系设置、教学方式、教学内容、课堂教学、课外学习、实践教学、教师教育教学能力、教育教学资源等方面。往届毕业生经过3~5年的社会工作，容易对专业教育所能为学生提供的与行业企业对人才期待的两方面进行比较，据此对专业教育教学改革提出建议和意见，包括企业对人才需求的变化、毕业生能力和素质的要求、专业教育的重点、课程改革的方向、实践能力和创新能力等方面。对用人单位主要采取座谈会、研讨会、到企业实地调研及问卷调查等方式征求意见，他们会从企业实际需要的角度，对毕业生的知识、能力和素质进行评价，并据此对专业教育的重点和改革提出建议和意见。

(6) 社会质量评价机制。主要通过具有公信力的社会第三方评价机构、通过网络平台等传播渠道主动向社会公开专业培养目标、培养标准和培养方案等文件信息的方式，同时关注社会舆论与主要媒体的评价意见等，以得到社会各方面对专业教育质量的监督并获取社会各界改进专业培养方案的建议和意见。

(7) 评价结果反馈机制。通过内部质量监控机制、毕业生跟踪反馈机制以及社会质量评价机制获得的对专业教育质量评价结果应该通过分门别类后及时地反馈给相关质量责任人。课程和教学环节的责任人是任课教师；课程体系的责任人是专业负责人、课程组长和骨干教师；专业培养方案的责任人是系主任和专业负责人；教育教学资源的责任人是系主任、专业负责人、实验室管理者等。反馈给质量责任人的专业教

育教学评价结果应该尽可能清晰、明确，并予以必要的说明，以帮助责任人理解和采纳。

(8) 质量改进完善机制。教育教学质量责任人在获得质量评价结果后，应认真分析质量偏差的原因，采取行之有效的质量改进措施，及时地对教育教学质量进行改进和完善，并关注和跟踪改进后的效果。从根本上说，重视教师在质量改进中的主体作用，鼓励和引导教师将持续改进活动嵌入教育教学活动之中，将通过各种渠道得到的教育教学质量信息用于自我反思和改进教育教学，是建立有效的质量改进完善机制的关键。

工程教育质量持续改进是一个不断循环的质量改进过程，即是连续不断地实施发现质量改进机会、寻找质量改进措施和实现质量改进目标的质量改进循环。这个循环的终结是以实现质量目标为标志。

七、工程教育认证与专业课程体系改革

专业课程体系是实现专业培养目标和培养标准的主要载体，这方面在工程教育认证中得到强调。ABET 工程专业认证标准(2014~2015)第5条——课程体系规定：“专业课程体系应符合学校和专业的培养目标和产出(毕业要求)，必须包括三个部分：适合本学科的大学数学和基础科学；适合学生学习领域的工程科学和工程设计；适应学校和专业培养目标的通识教育。此外，学生最后要完成一项综合设计，为工程实践做好准备。”

为了保证培养目标、毕业要求及其课程体系的一致性，使课程体系能够有效地支撑培养目标和毕业要求的实现，就必须对工程专业原有的课程体系进行改革重组。在各种课程体系结构中，最适合工程人才培养的课程体系是模块化结构。模块化课堂体系的设计和构建思路是：自顶向下、分解集成。模块化课程体系的设计和构建可通过4个基本步骤完

成。

培养目标、毕业要求及其课程体系的一致性关键在于课程体系是如何支撑毕业要求的实现。通过模块化课程体系实现毕业要求需要两方面的努力：一是将毕业要求自顶向下落实到课程；二是由每一门课程自底向上支撑毕业要求实现。自顶向下落实由三步组成：①将毕业要求逐条分解到能够作为课程模块目标的程度；②将分解后的毕业要求落实到相应的课程模块；③将每一课程模块的毕业要求进一步分解到每一门课程。自底向上支撑也由三步组成：①通过每一门课程的实施实现该门课程的目标；②将各个模块内每一门课程的目标予以集成以形成该模块的目标；③将各个课程模块的目标集成，就最终实现了毕业要求。需要注意的是，毕业要求通过两次细化分解后落实到每一门课程的课程目标，既是对相应课程的培养要求，也是对该课程的考核要求。毕业要求的实现过程如图 1 所示。

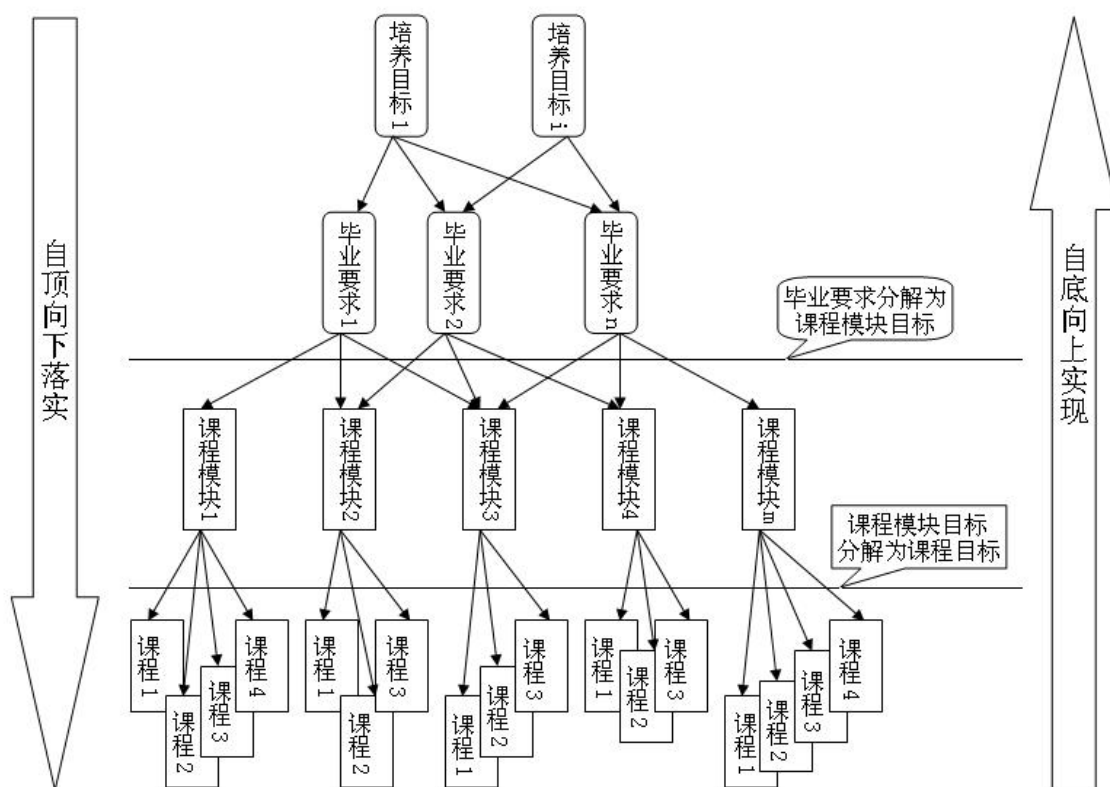


图 1 工程专业毕业要求的实现过程

通过图 1,可以进一步看出课程与毕业要求之间存在如下密切关系:

(1) 每一门课程能够为多条毕业要求的实现做贡献。 一门课程的功用是多元的,这不仅是因为课程目标可能源于多条毕业要求,担负着不同程度上实现相关毕业要求的任务,而且还由于该课程作为先导课程的延续和后续课程的基础,发挥着“承前启后”的作用,因此,也间接为其他毕业要求的实现做贡献。

(2) 一条毕业要求的实现需要多门课程按照一定的逻辑顺序的有效实施才能达到。 一条毕业要求的实现即使可以以一门课程的实施为主,但仍然需要多门关联课程按照一定的逻辑顺序的连续实施,通过这些课程的相互配合、持续作用和不断强化,以最终达到该条毕业要求。事实上,在课程体系设计和构建时,往往将这几门关联的课程置于一个课程模块之中,以共同实现某条毕业要求。

毕业设计是一门重要的综合性课程,在实现毕业要求和培养目标上有着不可替代的作用。工程教育认证将毕业设计作为课程体系的重要组成部分,将其定义为:“学生在多种现实约束条件下,按照合适的工程标准,综合运用已获得的知识和技能完成的综合工程设计。”从实现毕业要求和培养目标的角度考虑,毕业设计应该满足四方面要求:①选题要密切结合本专业的工程实际,包括企业面临的生产、技术、研发、市场、管理等方面;②注重培养和提高学生综合应用所学理论、方法和技术手段解决工程问题的能力;③注重强化学生的职业素养、工程意识、团队精神和合作能力;④避免采用毕业论文的形式替代毕业设计。

课程体系的改革重组离不开企业或行业专家的参与。企业或行业专

家不仅最清楚当前和未来社会对工程人才的需求，包括人才层次、类型、结构和规格等，而且十分清楚目前高校工科毕业生在知识、能力和素质上存在的不足和需要完善的地方，因此，企业或行业专家的参与不仅能够对专业培养目标和毕业要求提出符合实际的建议和意见，而且能够对培养方案、课程设置、教学内容、理论联系实际、学校与企业结合等提出切合实际的建议和意见。

还需要注意的是，承载着毕业要求的课程体系只有通过其中每一门课程的有效实施才能最终达到毕业要求，而一门课程的有效实施至少要做到两点：①必须采用与课程教学内容相适应的教学组织形式和教学方法；②需要有与教学内容和教学方式相应的评价方式，以检验一门课程的实施是否达到预期效果。

至此，从本文第四节开始讨论的工程专业人才培养目标的逐层分解落实和反馈贡献可以用图 2 表示。

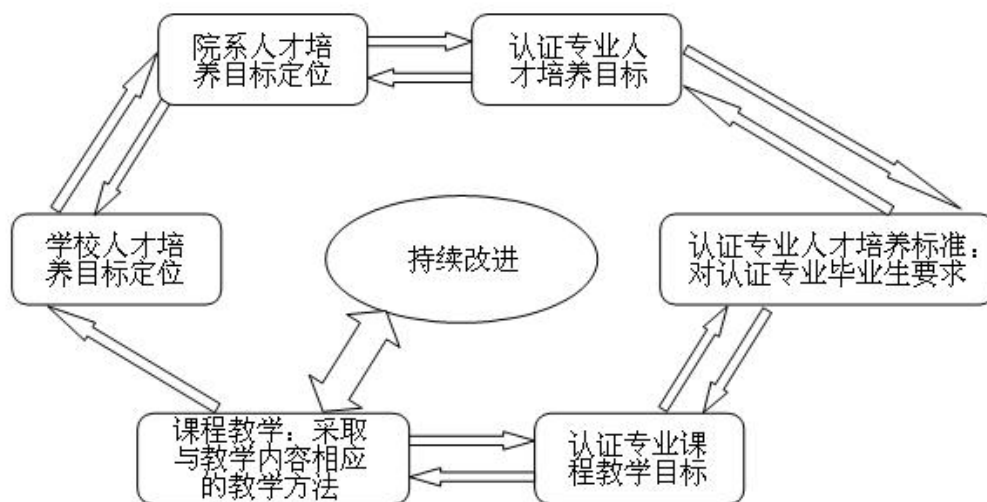


图 2 专业培养目标的逐层分解落实和反馈贡献

八、工程教育认证与工科教师队伍建设

建设一支数量足、结构合理、质量高的工科教师队伍是培养满足培养目标 and 毕业要求的工程人才的关键。ABET 工程专业认证标准(2014~2015)第6条——师资队伍规定：“专业应有足够数量的教师以具备覆盖专业所有课程领域的的能力。必须有足够数量的教师以提供充分的生师交互、学生建议和咨询、大学服务活动、专业发展、与工业和专业实践者以及用人单位的交往。专业教师必须有适合的任职资格和足够的权威以确保对专业的恰当指导，以及开发和实施对专业的评价、评估和持续改进过程。教师的整体胜任力可以通过如下因素判断：教育、背景的多样性、工程经历、教学效果和经历、沟通能力、发展更有效专业的热情、学识水平、专业团体的参与、专业工程师许可等。”

考虑到工程是实践性很强、与经济社会发展紧密结合的重要学科，对从事工程教育的教师的要求既有与其他学科教师相同的部分，也有其独特和专门的地方，结合 ABET 的上述规定与我国当前的实际，工程教育教师队伍的建设应着重在以下几方面做好工作。

(1) 教师任职资格：从事工程教育的教师不能够像其他一些学科的教师那样仅要有博士学位，并胜任教学和科研工作，他们还必须具有广博的知识面、丰富的工程经历和多样的职业发展历程，只有这样才能履行好工科教师的职责。

(2) 教师数量结构：除了必须完成课堂上的教学工作外，工科教师在课外还必须承担大量与学生发展紧密相关的工作，包括师生互动、为学生学习和职业发展提供建议和咨询、与工业企业以及用人单位交往

合作等，这就要求每个工程专业要有足够数量和不同经历背景的教师，以确保这些工作的完成。

(3) 教师教学能力：高校与科研院所的主要区别在于人才培养，因此教师的教学能力是其最基本最重要的一项能力。年轻工科教师往往缺乏教育学和教育心理学的学习以及教学管理方面的经验，因此，一方面要开展教育教学方面的研究，使他们接受新的教育思想、教育理念，把握教育教学规律，了解学生学习动机和期望；另一方面要通过学校教师教学发展中心培训或到国内外著名高校研修的方式，提高教师的课堂施教、教学评价、质量改进能力，以达到提高教学效果和丰富教学经历的目的。

(4) 教师学识水平：工科教师应该学识渊博，即不仅要有广博的知识面，高深的学术造诣，还要有良好的学术素养，这就要求他们从三方面努力：一是扩大知识面，从本学科专业领域拓展到其他相关学科专业领域，从本专业的技术标准、政策和法律法规拓展到人文和社会科学；二是结合国家和经济社会发展需要以及本学科的前沿发展开展本学科专业领域的工程科学与技术的理论和应用研究；三是注重学术修养、为人师表，坚持实事求是的科学精神和严谨认真的治学态度，培养批判性意识和创新精神，自觉维护学术尊严和学者声誉，模范遵守学术道德和规范。

(5) 教师工程经历：工程学科专业的特点也决定着工科教师必须具有丰富的工程实践经历，而这些是无法在校内获得的。因此，对于缺乏工程实践经验的教师，尤其是青年教师，要创造条件并鼓励他们到相

关行业领域的企业和研发机构一线，参与生产运行、技术改造、研究开发、内部管理、市场开拓等方面的工程实践活动，累积和丰富工程实践经历，提高工程实践能力。

(6) 教师职业发展：为了更好地胜任工程教育教学工作，工科教师的职业发展不能够仅限于校内，即走从讲师晋升到教授的发展之路，还要通过政策、制度和措施鼓励工科教师，一方面积极参与国内外本工程学科专业团体的活动，并在其中发挥积极的作用；另一方面积极参加注册工程师或其他与本专业相关的职业资格考试，获得执业资格。这不仅有利于工科教师更好地从事工程实践活动，也有利于他们做好工程教育教学工作。

(7) 聘请兼职教师：由于时间、精力和履行多项责任的原因，高校内专职工科教师在工程实践能力、对工程人才社会需求的把握等方面不可能优于在行业企业工作的工程经验丰富的高级工程师和管理者。因此，需要加强与行业企业的合作，从知名企业聘请具有丰富工程实践经验的工程技术人员和优秀管理者到高校担任兼职教师，他们既可以参与工程人才培养的全过程，也可以担负某一教育教学环节的工作。通过对他们的教学能力的培养、加强专业理论的更新、密切与专职教师的合作、重视分类管理，能够最大限度发挥他们在工程人才培养上的作用。