

结论

工程教育在使明天的世界变得更加美好方面起着关键的作用。中国和美国，两个拥有友谊和合作历史的大国，在如何使我们的教育体制接受未来的挑战方面有着特殊的义务。

未来社会是以技术为主的社会，我们的全球经济会变得比以前更有依赖型，提出这些问题并制定一些解决问题的适当政策是我们的义务。我希望这次研讨会，以及与之而来的报道和其他出版物会对这个过程起到一个积极的作用。

GLOBALIZING ENGINEERING EDUCATION:PUBLIC POLICY IMPACTS

J. Thomas Ratchford

National Center for Technology & Law
George Mason University School of Law

Abstract:

Technology and the science underlying it are widely accepted as the major driving force of the modern global economy. This attitude is reflected in actions of the governments, industrial companies and equity markets of the capitalist economies. In China Chairman Deng Xiaoping has stated, “science and technology is the primary productive force,” and technological advances have set the pace for economic growth.

In recent years, dramatic changes have occurred in best practices for obtaining and utilizing knowledge. These changes have affected the roles of governments in supporting and encouraging R&D, the strategies and style of industry technology expenditures, perceptions of the value of research, and evolution of new “rules of the road” for international cooperation in research and in technology development. Changes are also occurring in best practices for transmitting knowledge, especially at the graduate level, and the policy impacts of these changes in the years ahead are almost certainly to be large.

This paper looks at the globalization of graduate engineering education and its policy relationships. This is done in the context of other major trends in technology and science worldwide. These trends include R&D investments, governmental policies, legal and regulatory environments, pressures for more efficient technology development in industry, and increasing convergence between nations in technology, education and economic growth. Related policy impacts are identified for further examination. These include the broader policy consequences of policies related to engineering education, the impacts of changes in those policies on national and global policy environments, and in turn the influences of these broader policies on education, including engineering education.

工程教育改革与提升工业竞争力

王孙禺

中国北京清华大学教育研究所

18世纪后，随着以蒸汽机为代表的第一次工业革命在欧洲完成后，国家经济力量的壮大与其国际竞争力的增强之间的联系变得日益简单明了，帝国主义列强借助于强大生产力所创造的坚船利炮，横行四海。同时也唤醒了不发达国家对“落后就要挨打”这一浅显道理的觉悟，奠定了不发达国家建立民族工业的决心。中国的工业化进程大约是在100多年前开始的。近50年来，特别是中国改革开放以来的20多年来，中国的工业得到了突飞猛进的发展。中国工业化的产生与发展，给国际竞争注入了新的因素，中国和其他发展中国家一样，不再是国际竞争被动消极的跟随者，而成为一个积极主动的参与者，从而使国际竞争呈现出新局面。

随着经济全球化趋势的发展，中国工业竞争力问题越来越受到人们的关注。人们自然地联想到这场激烈的竞争归根结底是人才的竞争。工程教育的目的是为中国实现工业现代化建设培养大批受过工程训练的有适应能力的高层次人才。因而工程教育的结构问题，即人才培养结构的问题日益受到教育界、工程界、企业界人们的普遍重视，特别是随着市场经济的发展，工程教育与工业竞争力关系的研究已成为教育发展战略研究的重要课题。

面对激烈的国际竞争，高等工程教育必须加快改革，要使工程教育的专业结构与国民经济产业结构相适应；工程教育的层次结构与工业经济技术结构相适应；工程教育的形式结构与大学-企业横向结构相适应。

一、工程教育的专业结构与国民经济产业结构相适应

专业结构是指专业门类之间的比例关系，它决定着工程教育培养人才的品种。因此，要努力使工程教育的专业结构与国民经济产业结构相适应。

改革开放以来，我国的产业结构经历了深刻的变化，传统的农业经济正向现代化、工程化、商品化方向发展；工业结构长期严重失调的轻重工业的比例关系也发生了根本的变化，交通、能源、电子、轻工、食品和其他新兴工业在今后一个时期内将有一个较大的发展；第三产业，特别是信息、金融、商业、咨询服务等将迅速发展为重要的产业部门。目前我国的工业结构状况，与发达国家相比存在很大差距，主要是表现在：工业化程度不够，生产力落后，产业结构的层次低；能源、材料、交通、通讯等基础工业和基础设施还是国民经济的薄弱环节。通

过国际比较，我们可以看到，我国工业发展的主导行业与国际上发达国家的主导行业之间存在着激烈的竞争。甚至可以看到，增长最快的制造行业中，我国与其他国家在运输设备、金属矿物制品、印刷出版、食品、非电气机械、电气机械等行业有着相当的差距，说明了我国工业必须追赶发达国家的基本特点。同时，我们也看到一些工业部门，如钢铁、纺织、烟草、工业化学等，我国处于领先优势，但在发达国家已经不属于主导行业。这些工业部门的发展与调整是需要研究的。

工业部门的发展和调整将影响工程教育的发展和调整。工程教育改革与工业结构的调整一样，结构调整与发展主流如果背道而驰，那将是资源的最大浪费，也是日后丧失国际竞争力的最重要方面，我们必须认真对待。工程教育的专业结构的改革和优化迫在眉睫。我们要通过专业结构的调整，更新改造老专业，发展社会今后急需的专业，以满足人才市场的需求。工程教育结构的调整，应该适应这些工业部门结构的变化。尽管工程教育有一定的惯性，不是随着产业的变化而随时变动，但是工程教育必须关心工业结构的变化，关心变化的原因，从而及时调整专业设置、教学内容。特别是要分析结构比重上升最快和下降最大的状况，做好人才培养的需求准备。

二、工程教育的层次结构与工业经济技术结构相适应

目前我国工程教育的层次，主要分为研究生、本科和专科三级。工程教育的层次结构在很大程度上是由工业经济技术结构所决定的。随着我国经济不断地从粗放式向集约化发展，整个经济技术结构水平在不断提高，从而对工程技术人才的数量及层次比例也将提出不同的要求。

从我国的工业发展水平看，我国工业经济的技术结构呈橄榄型结构状态。就全国范围来说，高层次的，即自动化程度很高的技术结构近些年有较大的进步，但为数仍不多；中等层次的，即半自动化的技术结构是大量的，占绝大多数；低层次的，即技术装备水平很低的工业类型，还占一定的比例。在这种技术结构呈橄榄型结构状态下，我国一方面需要高层次、高水平的工程技术人员开发新产品、开拓新领域，同时，在我国数百万个企业中，需求量更大的是中初级专业人才，即使将来经济发达了，这种应用型人才也会在工业企业职工人数中占相当大的比重。根据国外的人才配套计算，大学和专科培养人才之间的合理比例大致为一比三左右，而我国过去一个时期过于重视本科教育和研究生教育，忽视发展专科，层次结构比例失调。目前，许多行业和大企业中，拒绝专科毕业生，结果造成工程师与技术员的比例倒挂，使很多受过高层次教育的人才不得不做中等、甚至初级人才的工作。

层次结构的合理与否，是考察工程教育是否适应经济与社会发展需要的一个重要指标。什么是合理的人才层次结构，可能很难回答。但是，有一点可以肯定，那就是低层次人才的需要量一般要比高层次的多。工程教育的层次的合理结构大概应该呈金字塔形，适应我国国情的高等教育层次，重心不宜过高。

(1) 研究生教育，是为各个工程学科领域培养高级专门人才的最高教育层次。由于社会对研究生的要求已经不是以往单一的“学者型”模式了，工程教育将进一步拓宽社会适应面，为社会培养急需的工程科学型、工程技术型、工程管理型人才，以广泛适应工业化阶段研究生

层次的需要。

(2) 就我国工程教育的总体而言, 本科教育仍是重点。根据建设事业对本科人才培养规格的要求, 我们应该扎实地进行基础知识和专业知识教育, 加强工程实践环节训练和实际工作能力的培养。为了有利于学科和技术的发展, 应该鼓励工程类复合型人才的成长。跨系跨专业的双学位毕业生作为复合型人才, 在社会不断变化的形势下, 有较强的适应性, 会受到社会的欢迎。

(3) 很有必要进一步强调专科教育。在一个较长的时期内, 我国工程教育曾把主要精力放在培养本科生和研究生方面, 专科教育大起大落, 地位长期不稳定, 使得有些专科教育在培养目标、规格、内容等方面, 盲目地存在着向本科看齐的倾向, 从而使得专、本科各个层次界限不够明确。

在发达国家, 由于普及了中等教育, 有较完善的职业教育, 每年还有数十万大学生当工人, 企业技术工人的文化素质普遍较高。而中国企业技术工人中也配备了大学本科生和专科生, 但为数不多。没有较高的文化素质, 高新技术是很难掌握的, 也不能形成高智能化的技术工人队伍, 非常不利于工业结构升级。

近年来, 在瑞士公布的国际竞争力报告中“技术工人是否容易得到”这一指标中, 我国一直排在参评国家的倒数几位。这说明中国企业中初级技术人员的水平与中国工业结构升级的要求及同发达国家相比, 差距还是很大的, 这对提高企业的制造技术水平, 特别是高新技术的应用和发展, 促进工业结构高度化, 都是一个严重的制约因素。因而, 理顺层次结构, 合理调整, 是提高工业竞争力的当务之急。

三、工程教育的形式结构与大学-企业横向结构相适应

工程教育的形式结构, 是指普通高等学校的工程教育与其他各种形式的工程教育之间存在的一定的内在联系及其相应的比例关系。

随着科学技术和社会经济的迅速发展, 学科门类和职业门类不断增加, 人们接受高等教育的需求日益强烈。单一的传统的全日制学校教育结构已不适应形势发展的需要。“学会学习”、“终生学习”的概念已逐步被人们接受。建立和发展传统正规院校教育以外的其它各种形式的教育, 使更多的年龄不同的人得到不同形式的教育与培训的机会, 已成为当今社会普遍关心的问题。

建国以后, 我国高等教育事业, 除全日制普通高等教育外, 出现了各类形式的成人高等教育, 如广播电视大学、管理干部学院、函授大学; 出现了多种多样的业余学校、进修班、培训班等教育组织; 出现了高等教育成人自学考试制度等等, 从而突破了我国高等教育事业的传统模式。工程教育亦是如此, 在教育对象、培养规格、教育方式、学习方式、办学体制方面呈现出多样化趋势, 以适应我国工业企业的需要。

当前, 我国大中型工业企业科技活动中存在的主要问题是人才问题。企业中能充分发挥工程技术人员的作用、充分开展技术研发活动(R&D)的企业太少, 其所占比重不到大中型工业企业总数的一半。企业成立的技术开发机构比重偏低, 人员不集中, 运行状态不佳。然而最核心、最关键的问题还在于工程技术人员自主开发、创新能力不够。

为了将大中型工业企业建设成我国工业科技创新的中心，必须发挥大学—企业之间的合作优势，多种形式开展工程教育，提升企业竞争力。

大力发展继续教育、职业教育，对于企业来说是十分重要的。继续教育的内容既包括对受教育者具有知识的补充、更新、拓宽，也包括对其技能的提高，其目的是使技术人员知识水平和能力素质在原有基础上纵向深化或横向扩展，是进一步完善知识结构、提高业务水平、增强创造能力的一种教育，是常规学校教育的延续。工业结构升级必须要求劳动者的知识不断更新、技能不断提高，继续教育是最佳选择。一方面，高等学校有必要介入继续教育和职业教育，另一方面要鼓励企业对职工进行培训，让大学与企业通过横向结合，促进工业结构升级。

今后，我国大学后的继续工程教育、高层次的岗位培训，将作为工程教育的又一重点。因此，从我国国情出发，可能会把现代化远距离教学手段作为一种更为广泛的教育形式，启用现代化网络技术，以满足职业教育、继续教育的广泛需求，随着现代教育技术的发展和运用，相信远程教育会成为下个世纪教育社会化、教育大众化和终生教育的新的一个重要特色，成为院校教育与企业教育的重要纽带，成为提高工程技术人员素质，提升工业竞争力的重要途径。

总之，我们可以看到，工程教育的改革与提升工业竞争力的关系是十分密切的。面对激烈的国际竞争，高等工程教育必须加快改革。当前工业企业界对工程教育的要求已从数量上迅速转变到质量上来。工科人才结构的核心问题是要满足经济建设和社会发展对各类专门人才品种和规格的需求。从人才需求看，企业期望工科大学毕业生既能进行开发研究，又能动手解决生产技术中的应用问题；既懂专业技术，又懂经营管理等，这是对工科毕业生在总体素质上的要求。当然，对每个大学毕业生，苛求他们都是具有全方位能力的人才，是不现实的，特别是工程教育，工程师的基本训练很难都在学校里完成。因而，工科大学培养出来的只是工程师的毛坯，在大学里完成的只能是有限目标。但是，我们也必须看到，现在高校招生人数已超过300万，其中有三分之一以上是工科学生。也就是说，我们每年将有大约100万的工科学生或者说是“工程师的毛坯”将进入社会。他们的任务不仅仅是就业，更重要的任务是要创业，要给社会创造更多的就业机会、竞争机会。那么，我们的工程教育应该及早做好准备，根据市场需要，调整教育结构，帮助这些新的“毛坯”更好地适应工作、适应社会，成为“兴国之才、创业之才、治学之才”，为中国工业化的跨越式发展和工业竞争力的提升而打好基础。

工程学教育与研究一体化中基于跨国项目的方法探讨

格雷琴·卡隆基

华盛顿大学材料科学系京磁讲座教授

引言

尽管各个国家的高等教育制度存在着显著的不同，但人们普遍认识到，研究型大学正面临几项对其将来有着深远意义的挑战。这些挑战包括：如何更好的使教育和研究趋于一体；如何为学生提供更多跨学科的、能发挥创造力的机会；如何更有效地把研究和服务当地社区联系起来；以及学习如何更好地评估上述所有的这些活动。近年来我们在华盛顿大学发起一个名为华大全球（UW

Worldwide）的项目，通过与国际上若干伙伴机构共同合作，探索一些能够同时面对上述挑战的新模式。在这一首创中，我们聚集了跨国的师生团队的力量，一起来解决那些共同面临的、紧迫的实际问题，并且将合作研究与不同学科的课程结合起来。

在这篇文章中，我们将描述一些为这种基于跨国项目的方法所作出的初步努力。我们将大致讲述一下到目前为止所取得的成就，详细地介绍一些经验和收获，并且提出一些未来的计划。我们将最集中地介绍与成都四川大学的合作项目，其主题是“美国太平洋西北岸与中国西南地区的环境所面临的科学、工程与社会的挑战”。

特色设计

在详细介绍我们的具体项目之前，首先略述一下我们的基本策略。很明显，大多数大的、跨学科的研究问题是跨国界的。这样的例子包括环境质量、公共健康、技术普及、以及教育本身的质量。同样，就如上所述，我们所有人也都在为自己所在机构的变革而努力。所以，关键的问题是，我们能否把对付这些共同的实际问题上的合作与在高等教育自身改革上的相互支持结合起来？

我们实现这种结合的方法是创建长期的师生团队，在一组伙伴机构中，从事共同的、跨学科合作项目。我们选择的合作项目具有以下特点：

1. 将各方教师真正的研究兴趣包括进来；
2. 可以在课程结构内开展，从而有潜力影响许多学生，而不仅限于选出来的少数；
3. 促进解决实际的地区问题，同时

4. 能刺激与其他伙伴机构的深度合作关系，比如工业部门、中央和地方政府、非政府组织等。

当然对于教师来说，尤其是科学和工程学领域的教师，从事跨国性的研究工作并不新鲜。我们的方法最明显的不同在于让本科学生（可以最早从大学一年级开始）参与到跨国研究团队中来，并且借此探索华大的和其他合作院校的课程结构的调整，使这种参与成为学生本科教育的核心经历。在这方面确实也有一些卓越的跨国性工程学项目的经验可供借鉴，比如：武斯特工业学院的全球视角项目（1），它在为本科学生提供参加国际项目的机会方面是最有成就的；以及罗得岛州立大学的国际工程学项目（2），参加项目的学生用五年的时间从事工程、语言学习和在公司从事国际实习。我们的华大全球模式比这两个的时间要短，与它们的不同之处首先在于它与跨院校研究合作相结合的深度，其次在于所涉及的学科领域的广度。

值得指出的是我们正在探索的这类基于研究的、国际性的本科教育能创建这样的群体——其许多特征被确认为对于学生智力与专业的发展很有作用。这些群体本身就是跨学科的，强调实际的问题，从不同的层次指导学生，发展学生的沟通能力，并且让学生体验多元文化的合作。还有一个巧合：这些群体也能提供一个处理重要的研究问题的平台。所以，如果能够精心组织，仔细评估，这种基本的方法对于我们的大学研究和教育改革可能会有很重要的基础作用。

华盛顿大学—东北大学（Tohoku University）关于大一学生工程设计的合作项目

我们第一个将合作性跨国研究与本科教育结合的试验项目是与日本仙台的东北大学一起进行大一学生的工程设计项目。它借鉴了美国国家科学基金会的工程教育联盟计划（3），让大一学生进行工程设计的经验，还有几个联结日本和美国工程学科教育改革的项目也是它的基础（4，5）。

在这项合作中，华大和TU的师生团队共同进行普通工程设计，通过电子传媒共享数据、设计和想法等等。本科学生在第一年就进入到项目中。他们最初的研究经历会作为一门工程设计课统一到他们的核心课程中。每年选定5至8个双方教师都感兴趣的研究项目。每一个研究队伍都是由双方成员组成的，一般是各方有3至5名大一学生，至少一位教授，一些研究生和/或高年级本科生来充当大一学生的“资深同行”。我们从1999年开始这项合作，并且一直进行着。每年各方约有25名学生加入到项目中来。研究的题目包括对海啸的研究、压电材料、生物膜（bio-MEMS）、机器人技术以及计算机模拟材料缺陷。尽管要求的正式合作时间只为期一个学季（在此期间有共有的课程），但许多学生都在研究组里面度过了整整一年的大一时光甚至更多。在华大这边，学生的课程也包括了一门介绍日本文化、科学和技术的讨论课。不要求学生对方语言或是在对方学校学习。

对于华大全球和东北大学项目的评估包括了不同的方法，既有定性的也有定量的（6）。一般说来，我们发现这个项目其中不同的人群有不同的益处。对于大一学生来说，主要的益处有：在工程专业上有显著的进步；增加了对国际经历的了解和向往；发展了跨国团队合作的技能；增强了对从事科学和工程的能力的自信。对于教师和研究生来说，受益之处在于加强了对于初学者参与研究的能力的肯定，以及与一所实力很强的大学建立了新的研究上的联系。对于两所大学来说，这项合作有力地证明了在工程学科课程改革方面相互协助地可行性。

基于我们与东北大学的合作项目的经验，我们运用类似的共有课程的方法促成了许多其他的UW Worldwide试验项目。一些合作院校和研究课题陈列如下：

1. UW-东京大学 (University of Tokyo) (国际合同法)
2. UW-南非波特·伊丽莎白大学 (University of Port Elizabeth, South Africa) (海洋事务)
3. UW-北京清华大学 (Tsinghua University, Beijing) (艺术与绘画设计)
4. UW-厄立特里亚阿斯马拉大学 (University of Asmara, Eritrea) (传记计划, 社会工作)
5. UW-阿根廷圣·安德烈斯大学 (San Andrés University, Argentina) (全球公民计划)
6. UW-日本千叶大学 (Chiba University, Japan) (景观建筑和城市设计)
7. UW-新西兰奥克兰大学 (University of Auckland, New Zealand) (地理学, 政治经济学)

以上项目中很多得到了惠普基金的慷慨赞助。它们中大多数正在进行中，并且看到这种基本的方法在不同学科中如何发挥作用是极为有趣的事情。在继续这种合作模式的同时，我们决定试验一种更为激动人心的、更为广阔的合作，综合了合作研究、语言学习、在对方学校长期逗留，和全部四年的合作性本科课程。我们第一个四年模式的合作院校就是四川大学。

华盛顿大学—四川大学关于环境问题的合作项目

根据我们与东北大学合作项目的所得经验，我们这样设计这个四年模式：

1. 让学生能进行更深入的研究
2. 促进更紧密的院系合作
3. 项目的课题涉及更为丰富的领域
4. 留出时间进行语言教学和人文社会科学研究
5. 为期一年的交换学习

我们合作项目的主题是“美国太平洋西北岸和中国西南地区的环境所面临的科学、工程学和社会学问题”。在这一大主题下，我们建立了几个研究小组，分别有5个课题：1) 水资源管理和污水处理；2) 生态材料，例如减少材料生产和使用过程中对于环境的影响；3) 森林生态；4) 生物多样性；5) 人类学/考古学，注重于研究这两个地区人类的活动对于环境的影响（以及反作用）。华大和川大的教师一起选定这些研究课题，既是基于共同的兴趣，也因为经过评估我们认为这些课题对于华盛顿州和四川省都有特别重要的作用。

项目的基本结构

我们项目的课程结构如下。每年我们从每一方吸收25名一年级本科学生，分别进入5个研究小组进行其中一个课题的研究。此外，每个小组两边的组成包括至少一名教员和至少一名研究生或者高年级本科生。前两年双方的学生在本国学习和研究，通过电子媒介于对方的小组共享他们的想法、数据和设计。同时，华大的学生进行中文强化学习（一般两年，或者是30个学分）和一年的关于中国社会、科学和文化的研讨会

。在第三年，华大的学生到成都，川大的学生到西雅图，来往的时间错开以使双方学生能一起合作交流，大二暑假在成都，大三暑假在西雅图。这与传统的“大三到外国学习一年”的不同在于注重学生的继续研究和他们与学术界、工业部门、当地政府的合作。第四年学生们回到本国，根据、合作研究，完成一篇高年级论文/一个项目设计。我们与四川大学的项目现状如下：2000年秋季我们组建了第一支学生队伍。2002—2003学年进行了第一次学生交换。现在有31名华大学生在中国学习和研究，28名川大学生在华大与我们一起。请注意在稳定的情况下我们希望任何时间任一方学校都有100名学生在项目中注册：50名大一大二的学生为国外的一年作准备，25名来自对方学校的大三学生，与25名已经从国外回来正在完成论文的大四学生。

项目参与者

参与到项目里的本科学生专业和职业期望都各不相同。本科专业有：城市和环境工程、材料科学、机械工程、工业工程、电脑科学和工程、生物工程、植物学、生物化学、可持续资源科学、森林、野地资源保护、人类学、国际研究、中文、商务与艺术。让这些学生联合在一起的是一种对环境问题的强烈责任感和对国外学习生活经历的浓厚兴趣。教员也来自许多院系，而且无论何时每一边总有12—15位教授在积极参与。另外，两边的研究生们也是5个小组里活跃而无价的成员。

除了学校里的参与者之外，我们也与当地政府、贸易部门、非营利组织和工业部门建立了深厚的合作关系，这大大扩展了项目的活动范围。在华盛顿大学这边，校外的合作伙伴主要有华盛顿州经济发展和贸易办公室：这是一个1994年建立的州政府内阁级别的部门，协助公司出口产品，并促进华盛顿州的国际贸易扩展；华盛顿州的中国关系理事会：一个致力于加强华盛顿州与中国间的商业、教育和文化联系的非营利组织；西北环境商业理事会：代表华盛顿州环保工业的贸易协会，一个由600多个大多很小的公司（2—25名员工）构成的部门；地球技术公司：一个大的环保技术公司；以及华盛顿州—

四川省友好协会：一个致力于加强这两个1982年起就正式结成姐妹州省的地区间的教育、艺术和商业往来的非营利组织。来自国家科学基金会的创新合作伙伴项目的支持对于巩固这些合作提供了极为重要的帮助。上面提到的所有合作伙伴都深入参与了项目的规划和执行，在四川一边同样也有一系列类似的合作关系。这些合作对于最大可能地把师生团队的研究真正运用于实际的生产和服务造福一方是非常重要的。

项目纵览

下面是对项目里一些学生的研究方向的简单介绍。这是很多正进行的工作；如果了解它们的进展请访问项目网站（7）。我们注意到很有趣的现象，尽管两边的老师设计了一些初始的研究方向，但许多项目现在已演化为学生自己规划，自己领导。学生把项目带入新的出人意料的方向后，反过来又让新的老师进入到项目中来。除了西雅图和成都两地的研究工作以外，还有很多在偏僻地区的野外实习。在中国，一组涉及人类学、森林学和生物多样性的野外考察就是在一个少数民族地区进行的一—大凉山彝族自治州盐源县羊圈村。围绕研究主题，这里给出一些概述。

人类学/考古学：了解这两个地区人类与环境复杂的相互作用。

现在华大的中国学生正结合华大Burke

Museum的一次展出研究美国西北地区土著的文化和艺术。他们和北大一年级学生一起做一辑中文的摄影带，把这个课题介绍给中国的学术界和一般的观众。现在川大的华大学生做不同的课题，包括：四川省的苹果工业研究，调查市场瓦解的原因和可能的解决途径，着重于找到新的市场；以及对于羊圈的彝族农村人群的营养和健康调查，注重儿童和妇女的营养缺乏。

生物多样性：了解两地的生物多样性，以及物种形成与地理的关系。

北大和川大的学生关注的课题有：太平洋西北岸和中国西南地区植物的生物地理与进化关系；采集一套完整的羊圈村周围有花植物的标本；当地彝族人对于植物的传统用途的人类植物学研究；运用DNA分析技术分别判定杜鹃属间和西番莲属内的系统发生关系；王朗自然保护区的植物多样性调查；以及大熊猫居群的统计学估计方法。

生态材料：减少材料生产与使用过程中的环境成本。

北大和川大的学生正一起设计一种工业生态模型用以反映四川盆地和Pudet Sound的材料制造工业对于环境的影响。同时他们也在研究绿色的陶瓷材料，用以生产固体氧化燃料电池和无铅压电材料。这一部分的资金来自于国家自然科学基金会新组建的材料应用：科学、工程和社会部，和中国自然科学基金会。

森林生态：了解森林生态系统的动态变化以及环境与发展需要之间的平衡。

北大和川大学生关注于：奥林匹克半岛的自然历史，以及植被与土壤流失之间的关系；在羊圈，构建不同林段的自然历史；评估现存的生态系统；研究人类对于森林资源的利用和影响，包括薪材使用情况的调查；以及，为将来的生态系统管理提供建议。

水资源：了解四川和华盛顿州的河流系统，研究污水处理方案。

北大和川大学生的计划有：用低成本而有效的生物流化床反应器来处理四川泸州市的市内污水（合作伙伴有泸州市政府和当地公司）；污水处理过程的数学建模；研究华盛顿州的怀特河水质对濒危鲑鱼种群的影响；并与美国自然科学基金会支持的创新合作伙伴们一起帮助华盛顿州的环保公司明确四川污水处理领域的投资机会。

项目支持

两所学校都在项目中引入了当地的资源，北大的转换工具项目为北大全球的启动提供了一笔赞助。在川大方面，我们同样得到了美国教育部高中教育进步基金的支持，和上文提到的国家自然科学基金会的很多赞助。类似地，四川大学得到了中国教育部对整个项目的全力支持；两个研究小组（水组和生态材料组）也得到了中国自然科学基金会的支持。

北大—川大项目的经验与教训

我们这个项目的评估部分是由北大的劳里·柯林斯博士（Dr. Laurie Collins）带领的教育评估办公室负责的。攻读教育学博士的研究生黄嘉琳女士也参与对项目的评估，她的中英文都很流利。还有外来的评估者，威斯康星大学麦迪逊分校的苏珊·米勒博士（Dr. Susan Millar）在协助教育评估办公室的人。评估既是程式化的，又是累积性的，包括三角目的不同方法。采

用的方法有：调查、相互评估、成绩基础任务、计划完成情况的监督、采访、观察、集中调查和对学生进行纵向跟踪。现在华大在引导评估进程，但我们会尽最大努力争取双方开展一样的活动。

虽然这个项目尚处早期阶段（第一批交换学生还未返回），但我们已经了解了很多现行方式的优点和问题。学生的研究和专业发展非常不凡，超出了大多数老师的期望。这个项目的确激发了学生对于国外经历的想望；许多美国的学生已经开始计划在中国继续他们的事业；其他的则迫不及待地寻找在国外读研的机会。对于教师和研究生来说，它也的确是一个专业发展的强大平台。它使教师的工作更为多元化，同时也让他们可以体验与跨学科的、多元文化背景的学生队伍一起工作。而研究生有更多参与国际研究与合作的机会，他们自己在管理研究队伍是也得到了不小的收获。

我们的方法中一个关键的问题是应该预先让双方的教师一起制定一份条理清晰的，但又灵活多变的四年计划。我们发现面对面的会谈对此是绝对必要的，虽然成本很高。另外一个问题是如何有效地把工业部门、政府部门、非盈利组织组织到项目中来。这一点至关重要，但许多教师都没有充分意识到，而且我们所有人时间都很紧张。在华大方面，很具挑战性的一点是要招集愿意花时间学中文，愿意在海外学习的学生。尤其是对于没有语言要求的工程类学生，我们不得不花大量时间来帮助他们认识到这样的投入将可能对他的专业前途具有多大的价值。在经济方面，最大的问题在于在中国学生停留西雅图的一年中筹钱以资助他们的食宿。因为两所大学有一项学费交换的协议，学费并不是问题，但生活费用的差别确实是一个难题。我们现在依靠贷款和资助来解决这个问题，但必须要有新的合作者加入来确保项目能够长期维持。另外一个需要克服的严肃的问题是学科之间的文化差异。在我们的项目里，植物学家与工程学家、人类学家、森林学教授等等有密切的工作联系，而我们做研究和教学生的方式和其中蕴含的文化也大相径庭——至少与理解两个国家高等教育群体中显而易见的文化差别一样具有挑战性

两边学校都需要克服的一个问题是课程限制。教授们普遍坚信对学生的教育就等于完成一套包括所有要点在内的课程，这几乎是超越国界的共识。而我们的教育模式非常强调研究，并且需要花大量时间在语言和其他的学习上，这就使得完成项目里所有专业的所有必修课程尤其困难，这些课程本身就是大为不同的，而且延长本科项目的时间也不合情理。决定哪些可以被砍掉，哪些真正重要的知识和技能可以通过另外的途径学到和评估，哪些真的必须保留为正式的课程要求，对双方来说都是一个眼下的挑战。并且，理所当然的，所有这些必须在各方一套复杂的机构体系中反复磋商。不过，处理这些课程限制的进程将会有巨大的潜在的好处；如果能够开始奋力解决一些这样的基本问题，我们就能够在将来让师生有更多精力专注于许多其它有创造性的事物。

华大全球的未来方向

我们现在朝着几个平行的方向进行我们的华大全球项目。我们全身心地投入到与四川的合作项目中，努力强化合作并让它持续发展下去，在学校之间、地区之间的关系建立中成为一个显著的角色。就华大一东北大学项目而言，双方都希望赋予它一些川大项目的特征，并稍作改造。明确地说，我们想在已有的大一学生工程设计联合项目的基础上，创建一个至少能让双方的某一些学生能够综合继续研究、语言学习和交换学习为一体。此外，我们继续启动本科生水

平的新的试验性计划，涉及大量新的合作机构和新的课题领域。一些用以扩展这种基础方法的赞助来自于国家科学基金会的杰出教师奖。最后一个主要的方向是大大加强对于研究生教育国际化的关注。如上文提到的，研究生在这种基于跨国项目的方法中发挥了至关重要的作用，而反过来研究生们参与这种新颖的一体化的群体对他们自身学术和专业的发展也裨益良多。我们正在与国际上一些合作机构一起规划在广泛的环境研究领域内进行合作性研究生教育。最后，我们将继续努力使机制更有效地服务于更广大的群体，以使这些富有挑战性的教育方法能在长时间内持续发展下去。

结论

我们已经和世界上的合作机构一起发起了一组雄心勃勃的项目，这些项目具有共同的明显的特征——将跨国合作研究与本科学生的课程整合起来。尽管从目前的结果看来，这种方法有望成功，但我们仍然需要搜集大量信息来对我们所试验的方法的优点缺点进行学术性的评价。我们致力于对工作结果的学术评价，并且将所得的见解向更广阔的教育群体公布。我们欢迎有兴趣加入我们行动的学校或是私人产业潜在合作者前来垂询。

鸣谢

作者在此感谢合作院校的作出重要贡献的教师领导人，首先是日本东北大学的Tetsuo Shoji教授，还有四川大学的晏世经教授、赵世平教授、肖定全教授和蒋文举教授，以及华大所有参与其中的教职员工，因人数众多，无法在此一一致谢。此外，非常感谢以下组织机构的财政支援：道尔基金会， 惠普基金会， 美国教育部的FIPSE项目， 美国科学基金会，中国自然科学基金委，以及日本的科学、教育、运动、文化部。

参考文献

1. WPI Global Perspectives Program: <http://www.wpi.edu/Academics/Depts/IGSD/>
2. John M. Grandin and Thomas J. Kim. "The International Engineering Program at the University of Rhode Island." *Navigating the New Engineering World: Proceedings of the 11th Conference on Engineering Education*, July 5-7, 1998, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia. 519-523.
3. G. Kalonji, T. Regan and M.L. Walker, "The Evolution of a Coalition: ECSEL's Programs for Years 6-10", *Proceedings of Frontiers in Education (FIE) '96*, Salt Lake City, Nov. '96.
4. G. Kalonji, G. and I. Ohnaka, "US-Japan Collaboration on Engineering Educational Reform", *Proceedings of Frontiers in Education (FIE) '96*, Salt Lake City, Nov. 96.
5. D.M. Cannon and L.J. Leifer, "ME110K: An exploratory course in cross-cultural, project-based design education," in *International Workshop on Education of Creativity and International Working Ability in Engineering*, Osaka, Japan, Nov. 1998.
6. Robin S. Adams, Cynthia J. Atman, Rie Nakamura, Gretchen Kalonji and Denice Denton, "Assessment of an International Freshmen Research and Design Experience: A Triangulation Study", *International Journal of Engineering Education*, Vol. 18, No. 2, pp. 180 – 192, 2002.
7. UW-Sichuan Program: <http://depts.washington.edu/global/uwsichuan/>
8. LEAD Center: <http://www.cae.wisc.edu/~lead/>

MULTINATIONAL PROJECT-BASED APPROACHES TO

INTEGRATING ENGINEERING EDUCATION AND RESEARCH

Kyocera Professor of Materials Science
Department of Materials Science and Engineering

Abstract:

Worldwide, higher education is struggling with a number of challenges, including re-thinking curricular content and pedagogy, doing a better job of integrating education and research, showing more relevance to the communities we serve, and more effectively internationalizing our programs. At the University of Washington, we have been exploring new models of simultaneously addressing all of these challenges, through the creation of multinational student-faculty teams that work together on common research challenges. In this international project-based approach we are prioritizing projects which: 1) are firmly embedded in faculty interests on all sides; 2) can take place within core curricula, with the possibility of effecting large numbers of students; 3) address real pressing regional problems, and 4) invoke the participation of powerful external allies, including state and local government, industry and the non-profit sector.

1. In this talk we will describe some of our initial implementations of this basic approach, including collaborations with 东北 University, in Sendai, Japan, on first-year engineering design, and a four-year joint project on challenges to the environment in Washington State and Sichuan Province, with Sichuan University, in Chengdu, China.

2. The presentation will provide details concerning the evaluation of our work to date, and our plans for scaling-up this basic approach to include other regional partners and ranges of disciplines. We will focus in particular on our experience with this basic approach in introductory engineering education.

如何培养学生的创新和创造能力

谢友柏

教育部现代设计及制造网上合作研究中心，西安交通大学

工业创新中心，上海交通大学

竞争控制了世界上几乎所有事情的进程。由于竞争，创新已经成为任何公司、任何团队或任何个人生存和发展的关键。能不能在大学里教授或训练年轻人——未来的工程师或科学家——

创新和创造的能力？现在大学里的工程教育在这种教授和训练上的状况是否令人满意？我们如何将这种教授和训练做得更好？

关于第一个问题，有很多争论。有些人认为创新和创造的能力取决于每一个学生的内在素质，没有普遍适用的教育方式。另一些人则争论说，虽然我们不能期望教授和训练的过程完全在大学中完成，但是教育总应当为此做点什么。他们认为现在的状况并不好。

最近，上海交通大学工业创新中心（IIC）组织了一个“创新杯”竞赛。从80多个应征者中选出了20个参加第二轮面对面答辩。评委来自许多大公司，如ABB, GM (Shanghai), Toshiba (China), UTC, Hair, Shanghai Electric Corp, Yaskawa, Fujitec, SAIC等。多数应征者回答不出或不能清晰回答的问题是：你创新中用的技术与现有产品或设计中同类技术的水平相比如何？你的创新点在哪里？这意味着他们并不知道或不清楚知道外面的世界，主观地进行他们自己的“创新”而不能回答创新点在哪里。

考虑到应征者来自国内主要的大学，所以就产生了上述的第二个问题。

1. 在大学里我们怎样能为学生的创新和创造能力做得更好？

至少应当考虑两点。

第一，中国过去长期处于封闭状态，一个工程界普遍接受的目标就是在科学技术上填补空白[1]。人们并不在乎国外有什么东西，因为得不到。他们必须自己解决每一个问题。这一点严重地影响着大学中的教育（也包括科研）。现在的情况完全改变了。人们几乎可以得到世界上任何东西，但是却必须在自己做和当你需要时请求服务之间的利益得失进行比较。因为你是处于一个竞争的环境之中。如果你自己做所有的东西而没有创新和创造，你将肯定丧失你的竞

争力而被打败。创新和创造是生存和发展的关键。但是大学中工程教育的目标是否已经彻底改变了呢？

第二，创新和创造并不是神秘的事。它们有它们自己的模式和规律。工程创新必须采取以下五个步骤：

1. 知道新的需求。
2. 知道现有技术状态和现有技术与新的需求之间的差距。
3. 基于非常广泛范围中的已有知识联想，产生解决差距的新概念。
4. 评估新概念，选择最好的并进行详细设计。
5. 实现所设计的样机，并检查其性能是否满足要求。

从第五个步骤可以看出，一个工程师的创新和创造能力不仅包括想象能力，还包括实际实现他的思想的能力。

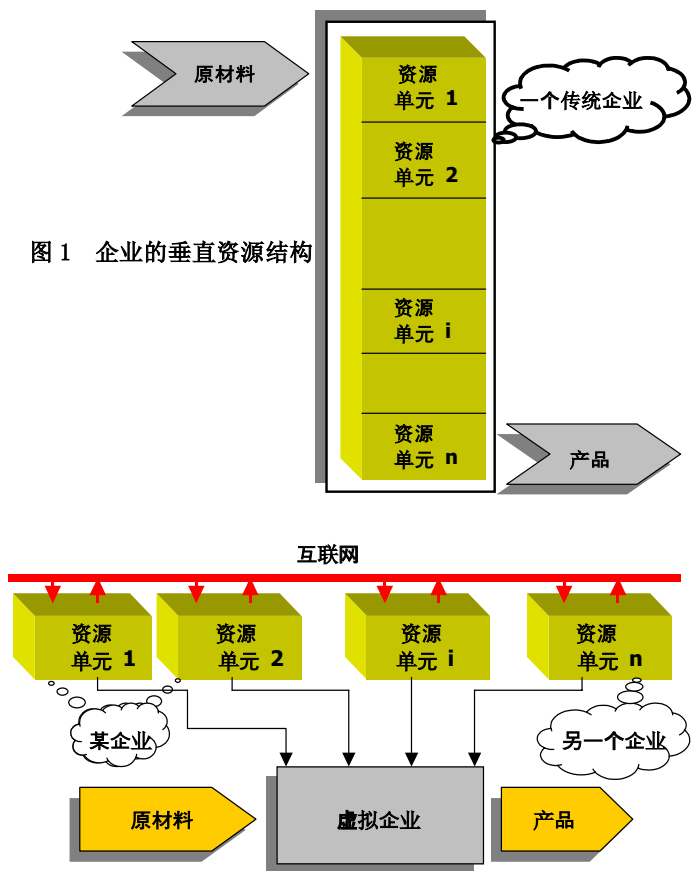
大学标准的培养计划中有没有涉及这些题目的课程？多数大学课程是为传授某个专门领域知识而设置的，如数学、物理、化学或计算机科学。也有一些涉及设计的课程，但是都限于零件设计或专门装备的设计，同样也是以传授有关零件或专门装备的知识为主。教授和训练学生学习上述题目不仅是为了任何一种特定产品的设计。设计可以是设计产品，设计过程、设计机构和设计任何需要做的事[2]。

因此，作者建议在大学中设置一门新的课程，叫做“现代设计”[3]。它涉及知识获取、知识集成、知识运用和现代的设计观念。这门课程的目标是教授和训练学生如何设计他们自己的行为并把焦点集中在创新和创造的能力上。

2.

网上设计中的知识服务和工程教育。

任何个人、任何团队和任何公司，都不可能具有创新和创造中所需要的全部知识，不仅是新知识，也包括已有知识。根据在[1]中所给出的定义，为某创新设计所获取的新知识，在下一轮创新设计中就变成了已有知识（经验）。因此，设计所需要的知识是一个动态的集合。遗憾的是许多人在他们心灵深处并不接受这个观点。他们宁愿在大学里向学生传授尽可能多的已有知识，而不愿意拿出一点时间去教授和训练知识获取、知识集成和知识运用的能力。在这三者中，知识获取能力是关键。知识集成的快速更新使得大学里所教授的许多已有知识在创新设计中成为无用。工程师们不得不寻求别的途径以得到必须的



知识支持。文献[4]报道过，分析家们估计制造公司现在将它们40%到70%的产品开发活动向外部供应商、合同制造商和合同设计服务公司寻求外源。

同时在很多公司中传统的垂直资源结构（图1）正在向一种分布在全世界的水平资源结构（图2）转变。作者认为，使用分布式资源的主要原因是知识的快速更新，而不是为了24小时的连续设计过程。

建议了一种称为互联网上知识服务的合作工作模式[5]，如图3所示。设计实体是服务的请求方，其构成要素如图4所示。它的特征可以描述如下：

- 1、它有一个设计任务。
- 2、它承担全部或部分的设计。
- 3、它对设计任务的完成以及产品在今后竞争中的成败负责。

资源单元可以定义为能够独立生存，至少在一个知识领域中能以它的知识资源或知识获取资源提供服务的最小单元。它在设计链中是服务的提供方，其构成要素如图5所示。资源单元在竞争中生存的四个条件归纳如下：

1、资源单元必须使自己保持世界上最先进的水平。因此，它们必须经常更新自己。

2、资源单元必须使自己保持最佳的服务质量和效率。因此，它们必须为世界上所有的用户服务，而不仅仅是为一家公司服务。

3、资源单元的拥有者和运营者必须能得到高额回报，以使他们保持最高程度的积极性并为第1点和第2点而努力工作。

4、在互联网上必须有足够数量的服务请求方。

无论在设计实体或者在设计单元中，都是受过教育的和有组织的人，而不是计算机，处在结构的顶端。

因为合作是一个十分复杂的社会-技术活动。它是通过对话而不是计算，在所有具有不同视角的利益相关方之间取得妥协的结果[6]。

根据上面讨论所提出的问题，大学里的工程教育应当把注意力集中在知识获取、知识集成和

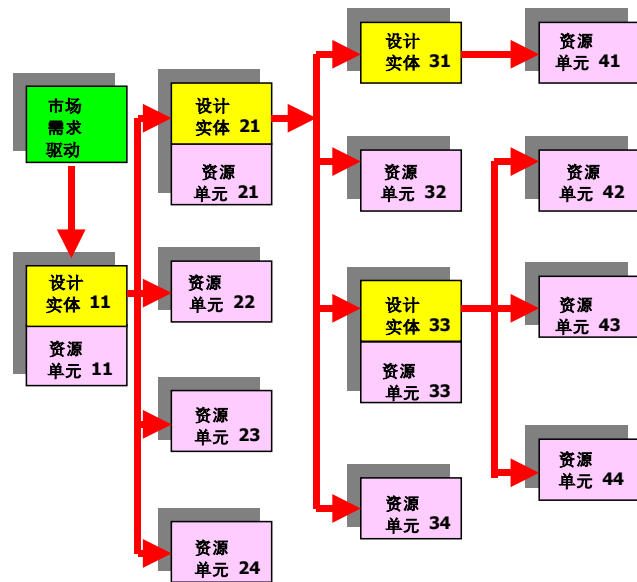


图 3 资源单元与设计实体在互联网上的合作方式

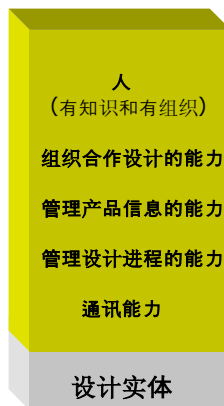


图 4 设计实体的构成要素
146

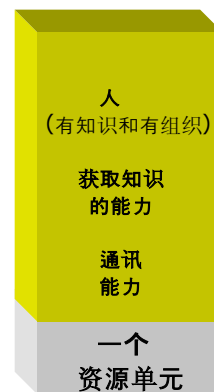


图 5 资源单元的构成要素

知识运用方面，而不是简单的知识传授。即使在基础学科中也是如此。“现代设计”课程的目标是教授和训练学生懂得什么是创新和创造，如何创新和创造，使他们具有知识获取、知识集成和知识运用的能力。教育部现代设计与制造网上合作研究中心组织了一个分布式设计知识资源和知识获取资源（ICRCDM）的示范，可以在[3]上看到。这个网页对于工程教育中的“现代设计”课程也会有用。上述IIC创新杯竞赛第一名的得主，上海交通大学和西安交通大学组成的团队，在竞赛中就通过互联网使用了ICRCDM的知识资源和知识获取资源。

结论

- 1、在全球竞争的条件下，工程教育中的课程应当组织得让学生在创新和创造活动中首先思考什么是新的，它们满足什么新的需求。
- 2、教授和训练学生具有实际实现他们的创新和创造的能力，也是非常重要的。
- 3、由于知识集成的快速更新，大学里的工程教育应当把注意力集中在知识获取、知识集成和知识运用的能力上而不是简单的知识传授。
- 4、建议在大学的工程教育中设立一门名为“现代设计”的课程，它的目标是上述的点1、到点3、。

致谢

这个工作得到国家自然科学基金的支持（合同号：59990470）。

参考文献

- [1] 谢友柏.现代设计.中国机械工程,1996(6): 36-41
- [2] N. P. Suh, The Principles of Design, New York: Oxford, 1990.
- [3] <http://www.chinamoderndesign.com>
- [4] PTC, Collaborative Design Chain Management – the next wave of opportunity for B2B trading exchanges, Windchill Netmarkets White Paper.
- [5] 谢友柏. 智力资源应用的另一种模式——知识服务.工程设计, 2002(1): 1~3
- [6] Lu,S C-Y et al.Supporting Design Knowledge Integration Over Internet.IMPACT Laboratory Technology Report,USC,2000,WP00-02 : http://impact.usc.edu/pubs/year_based/pub_00.htm

为师生建立一个全球规模的学术产业网络

- 3.
4. 詹姆士·L·梅尔萨
5. 爱荷华州立大学工学院

引言

工科教育应该具有全球化的视点，这一点可以用彼得·杜拉克的一句话来说明：“铁路的出现让人们脑海中的地理观念发生了变革，人类征服了距离；电子商务的出现则把距离概念从人们脑海中消除了，全球是一个经济体和一个市场。”例如，我们通过互连网购物时，消费者根本不知道发生交易行为的服务器的地点，也不知道货物是从哪个仓库运过来。而事实上通过互联网进行交易时，消费者很少或者根本不会考虑地点这一问题。

在工程教育过程中，我们必须开始理解一个经济体、一个市场的事实。我们必须学会用全球化的思维思考，地区化性地行动。也就是说，我们必须了解全球化视点对于学生的重要性，并采取措施确保我们地区的教育环境能满足这一需求，而我们对于全球化所作的努力也适应地区文化。

如果要使教育计划对全球化观点产生真实影响，那么我们广大师生必须有机会参与国际工程教育和工作实践。到目前为止，工科院校的研究进展甚微，因为多数课程内容分散片面、独立单一。同时，大多数院校还未与工业组织合作来实现他们的国际化发展目标。因此，我们十分清楚，要想在工科学生（未来的创业者）在掌握全球化技能方面取得实质性的进展，就需要另辟蹊径。

在为学生创造国际实践的过程中，重要的是不要对概念的定义太过计较，毕竟任何实践经历都比没有强。同样，我们不能陷入一味寻找最理想、最完美的经历的困境。为期六周的、有组织的夏令营计划就是开始。当然，国际实践有很多不同的形式，但没有一个是放之四海而皆准的。我们需根据环境的变化采取不同形式，早点着手激发学生的兴趣并提供源源不断的实践机会，这在学生的受教育阶段是非常重要的。

这篇文章将展示近来全球学院产业网络(workshop)在德国慕尼黑实践的一些成果。在这一次的研讨实践中，来自美国，墨西哥，南美和欧洲的一些大学的工程教育家和几家跨国公司的代表汇聚在一起。这次实践旨在通过学院和工业组织的合作建立一个可提高学生的全球化视点和经验的行动计划。该计划的建立在目前所有成功的国际合作典型案例为基础之上。

为使论述简化，我们把这些成功的国际合作的范例分为两组。一组为学术型，这种类型中，合作双方主要是由两个或多个院校构成；另一组为工业型，这一种的合作双方就包括一个或

多个院校和一个或多个工业组织。当然，这些类型本身也有很多不同的结合方式和变化方式。2002年全球学院产业网络研讨会上，每一种类型合作都在一个或多个案例中成功地应用。

普遍问题

以下所要讲述的几个提供国际实践的模式都有若干个相同的需求和问题，第一，要使这些实践经历与学生未来的职业要求相符合，这一点很重要。这样这些国际实践对学生来说就更有意义，更容易激发他们的兴趣。如果我们能够说明获得过国际实践的机会，未来求职就会很有优势，那会非常有益的。

师资在所有的国际交流项目中都是最关键的基本要素。教育机构必须寻找途径让他们的教师参与到国际实践中去，甚至包括在国外学院中长驻。仅围绕一个教师和他的国际联系建立起来的项目基础会很脆弱，当该教师换工作或对此项目失去兴趣时，这个项目就很可能失败。最有效最稳固的项目是建立在广泛的科研教育联系上的。

对于任何一个项目来说，资金都是重要问题。然而，如果我们让资金过于决定某个项目，那么国际项目就不会存在。虽然许多计划可以通过特别资金开始，但要项目的可持续性主要依靠系统的投资模式。另外，如果交流是多维的、广泛的，每个教育机构有多名成员参加的话，项目的可持续性也能得到提高。虽然为使项目能够有效运作，制定规章制度是非常必要的，但教育机构的最大支持却是最根本的。

参与国际项目的学生需要在有挑战性的环境下学习，这些挑战可能包括外语和其它许多困难。而且，参与项目的学生遇到的生活和学习的环境和以前的经历是截然不同的，因此，这些国际项目所选的学生必须是高素质且具有很强的适应能力。

国际旅行会涉及到些非常重要的文书工作，包括护照、签证、入学要求、可能还有工作许可证等。这些工作多数是不可避免的。然而，使文书工作流程化、系统化的方法尝试就是明智之举。双方的及时沟通对于确保所有必要的文书工作按时完成，学生尽快适应新环境来说至关重要。

接收院校和派遣院校之间不同的学年安排也会引起问题。这一点在两所处于不同半球的大学合作时表现尤为突出，例如美国和澳大利亚。

住宿是在所有的交流项目中都会提到的问题。如果可能的话，学生宿舍是一个很好的解决方法，因为访问学生可以得到一个相当好的学习和生活环境。然而在很多学院中，学生在大学教育期间是住在家里的。在这种情况下，食宿的花费对于交流的学生来说就成了一项比较大的开销。

参与国际工作实践的学生还要解决的一个问题：不同的国家的工资标准差别很大。这个问题对那些在外国工作的美国学生来说更加突出，因为某些国家付给初级工程师的工资比美国的见习生还要少。对于该问题，唯一可能的解决方法就是提前说明并让参与各方都理解这个事实。

总的来说，能有机会参与国际实践项目的学生还是少数。如果我们确实相信大多数学生都需要这样的经历，我们就必须以其他方式解决此问题。“传统”的工程师形象和他们死板的教育模式，以及在这种模式中要寻求唯一正确答案的要求，都可能与国际交流中为使更多学生参与其中所需的开放性和灵活性发生激烈冲突。

所有的国际项目都要致力于为学生提供可使他们建立适当社会联系并了解东道主国家文化知识的机会，这是很重要的。因为语言是文化关键组成部分，人们通常以他们交流的方式进行思考。所以，参与国际项目的学生应该有机会熟悉东道主国家的语言。

美国学生在外语技能上的不足在几乎所有的国际项目中都是一个很头疼的事。而解决该问题是一个长期的过程，只有通过重视早期语言教育才行。与欧洲学生相比，美国学生很少或者没有什么机会参加国际实践。欧洲学生却只需跨越疆界线而不出欧洲就能参加国际实践，美国学生要走就更远了。

学院合作方式

学术合作方式指的是不同国家的两个或多个大学以及师生之间的国际交流实践。

标准国际交流

这种方式可能是在国际学生交流中应用得最广泛的了。就是某个国家某所大学（派遣方）的学生到另一个国家的一所大学（接收方）注册入学。参与这种方式的学生并不是想在东道主大学获取学位，仅仅是想在那里学几门课或者获得一种语言和文化的经历。学院之间学分的转换是该交流方式中最大的挑战，它要求对这些大学的课程和评分系统进行认真的评估。

在这种最简单的方式中，学生要向东道主大学提交入学申请。获得批准后，学生会在接收学校学习一到两个学期，除了支付旅行和生活费，学生还需向接收学校支付适当的学费。在这种情况下，该学生要负责与自己的大学安排好接收他在东道主大学所学课程的学分。

这种交流方式也可通过双方大学之间签订正式协议来进行。在这种情况下，双方互派大体相同人数的学生参与交流活动。接收院校不收派遣学校学生的学费，而且会帮助他们完成部分文书工作和解决住宿问题。参与的学生要向自己的大学交纳适当的学费，因为最后他们还是要在自己的大学获取学分。在这种方式中，会有来自每个院校的一名或多名教师参与评估合作院校在课程内容和评分系统上的对等性。但保持双方在学生流动上的平衡却非易事。

国际学习社团

学习社团是指参与一套相同课程学习的学生团队。这种团队有一定的学术氛围，因为他们可以一起学习，相互教学。同时，这种团体还具备一定的社会氛围，因为学生们在一起生活、娱乐并共同为团体的成功而努力。高年级的学生可以在团队中担任指导员、领导和团队学习方向建设者的角色。国际学习社团中的学生一般来自两个或多个国家。

这种方式已经被爱荷华州立大学和蒙特雷理工大学墨西哥分校采用。在他们的项目中，来自蒙特雷理工大学的6到8名学生与爱荷华州立大学的6到8名学生一起先在爱荷华州立大学学习一个学期，然后再到蒙特雷理工大学进行第二个学期的学习。

目前为止，经验表明这种学习社团中的学生更容易适应异域文化。同辈人之间的认可、支持和尊重有助于提高他们的学习成绩。

两国双学位交流项目

这种模式中，参与交流的学生需要学习两个大学的必修课程。该项计划中交流部分通常是在大学学习的第二或第三年开始的。项目结束时学生可以获得两所大学颁发的学位证书，也可以在一所大学获取学士学位，在另外一所大学获取硕士学位。第一次主题报告中，迪莱克特（Director）博士举了一个非常好的运用这种方式的例子。德国曼海姆专业技术大学和上海同济大学已经建立了这种项目。

双学位计划的建立需要一段相当长的时间，因为双方学院的教师必须对对方的课程设置以及可能的替代课程达成一致的意见。

国际夏令营计划

国际夏令营计划形式采用的是一组学生到另一个国家学习4到8周的时间。该计划可以是一次实验室实践、一次或多次讲座、或者是实验与讲座相结合等形式。到目前为止，该计划主要是美国学生到其他国家学习。美国以外的学生似乎并不需要这种介绍性的国际交流实践。因为他们更可能在国外呆上一年，尤其是欧洲学生，他们不需要离开家很远就可以获得国际交流实践的机会。国际夏令营计划是一项可以让大量学生接触国际实践的很好的方式。学生们一般对于未知的环境都有一种恐惧，但是同和自己背景相似的朋友在一起，他们会更自信。另外，如果有位从他们自己母校来的老师陪伴，他们会觉得更加愉快。由于国际夏令营计划为期较短，风险性也就相对较小。总体来说，国际夏令营计划的费用要比长期交流计划要少，但平均每星期的国际费用相对来说会高。

这种项目中至少应有两所北美的院校（但他们的学生应该能相容）参加。如果接收院校教师的英语很好，那课程的地点就不必非要设置在讲英语的国家。最好由接收院校的教授讲授大多数的课程。这种课程要配有足够的计算机用来写报告和发邮件，否则会给带来很大的障碍。

如果双方院校都向学生收取正常费用，该项计划的花费就不会很高。有创新就能解决问题。把该项计划和其他的国际交流计划结合起来，或者派遣院校愿意在考虑学生需求的基础上出资的解决方案就很可行。

如果可能的话，随访教师应与自己的学生住得近一些，但是不能住在一起。重要的是要强调随访教师此时在学生生活中扮演的角色要比在自己学校的角色更加重要，而且要倡导随访教师遵纪守法，起到模范带头作用。

另外重要的一点是要留给学生们感受文化的时间，或者干脆就列入教学计划。到东道主国的工厂参观也应是教学计划的组成部分。因为这是一个让学生了解其它国家工作流程的很好的方法。

国际项目实践

在这种模式中，学生被派到另一个国家，并在东道主国家教师的指导下参与项目工作。自1990年以来，曼海姆专业技术大学和马里兰大学就启用了该模式本质基本相同的计划。曼海姆大学的学生到马里兰大学进行为期6个月的毕业论文设计，硕士论文设计或者实习期。因为工作的是有基金支持的项目，所以学生也可以得到些补助津贴，住宿安排在公寓或家庭里。

德国学生的学位领域包括加工、机械、电子、通信工程以及计算机科学。他们参与机械工程学院研究中心的一些项目，课题包括环境能源工程、电子包装、智能材料、高能概论、智能微

型系统、自动化系统，微观工程学等。学生希望能够在一定程度上参与相关的工程类工作，以满足将来专业的需求，同时他们也希望能够在工作中与美国人建立社交关系。

国际设计项目

该模式是指从两所或多所学校选出一组学生共同参与一项设计项目。这类项目一般持续一个学期。小组的成员通过电视会议、网站、邮件、聊天室或网络会议等工具进行交流。每个学校都要至少指派一名教师做导师。派遣方指派教师来评定工作。

大多数情况下，学生不能进行面对面的交流。因此，这种方式被认为是虚拟的合作方式。有些情况下，学生也会在项目开始或结束时进行一些面对面的交流。尽管这种面对面交流对部分国际化目标很有益处，但却会直线增加运作这类项目的复杂性和费用。

这些设计工程可帮助学生理解文化对看似标准的工程学问题的影响。例如，法国贡比涅理工大学布鲁诺·雷蒙根据自己对这种模式的经验所做的报告中显示，分别由美国人领导和法国人领导的小组得出的设计结果截然不同。他还指出尽管学生使用的是同样的设计工具，但使用工具方法却是非常不同的。

参与这种设计项目的学生能够学会几点：学会理解和欣赏其他国家的工程标准和惯例；培养与来自其他国家的学生团队共同解决问题所需的个人技能；同时还理解并克服了用电子方式达到准确清晰的交流所遇到的困难。

国外常驻计划

为了给自己的学生争取更多的国际实践的机会，部分大学已经在外国建立了常驻计划。来自母校的指导教师会承担大部分或全部的指导工作。课程也按照母校的教学大纲来制定。一般来说，学生会在国外学习一到两个学期。计划日程安排也根据母校的日程安排而定。

这种方式可以让学生在自己的学业几乎不受任何影响的前提下获得体验外国文化的机会。但该计划工作量很大，因为派遣学校要保证在整个过程中都有教师愿意在国外度过一段比较长的时间，同时还要保证有足够的学生参与这项计划以使该计划经济上可行。有些时候，该计划可以和国外大学合作完成，由外国大学安排教室和学生及教师的住宿。

工业合作方式

许多工业合作方式都涉及到学院合作方式的方面，不同的是他们通过部分工业实践扩展了学院合作方式。

企业主办的学术和工作实践

这种项目涉及到三方：两所大学和一个与他们都有联系的全球化的工业伙伴。学生可以在另一所院校获得教育经历，同时还可以通过该工业伙伴获得国外的工作经验。

约翰·迪尔（John Deere）公司曼海姆分厂的因戈尔夫·普鲁弗（Ingolf Pruefer）讲述了由约翰·迪尔主办的从2000年夏季就开始的这种交流项目。到目前为止，已有11名来自曼海姆专业技术大学的德国学生学习了爱荷华大学的课程，并在约翰·迪尔公司或

PEC公司或沃特卢（Waterloo）公司里实习。美国方面已有5名爱荷华大学的学生学习了曼海姆专业技术大学的课程，并在约翰·迪尔的曼海姆分厂那里实习。

约翰·迪尔为参与的学生提供往返机票和在美国境内所需的住宿和交通费用。学生无论在学习还是实习期间每月还可以拿到些津贴，德国学生还有购书补助。该活动保证每一个参与者都可获得在约翰·迪尔工厂实习的机会。两个院校达成的协议中包括：接待方院校不向来访学生收费，而出访学生在母校的费用保持不变。

德国学生通常在美国呆上大约12个月，他们在爱荷华大学学习两个学期后就到约翰·迪尔公司或PEC公司或沃特卢公司去实习。美国学生则先在约翰·迪尔曼海姆工厂先实习一段时间后，去曼海姆专业技术大学上一学期课，最后再到工厂进行再次实习。

工业设计项目

这一方式与前面提到的国际设计工程有很多相同之处。但该方式中会有一个工业机构赞助并提出要设计的项目。公司赞助对这种项目有很多好处，包括更加实际的项目、来自公司的工程师的支持以及交流、旅行和原始模型的资源。

爱荷华州立大学的工程系主任博利·巴特勒（Barry Butler）讲述了他从1998年参与此类型项目的经历。项目由爱荷华州立大学和法国普洛旺斯大学的学生组成，赞助商是爱荷华州Muscatine市的H O N公司。

目前该项目包括面对面的交流、法国学生在爱荷华大学的居住和在H O N公司的实习。但在项目启动时没有面对面的交流。据巴特勒院长称，这种面对面的交流具有很高的价值，提高了后期以电子工具为手段的交流作用。相关团队的社会活动也缓解了学生的紧张情绪。巴特勒还指出，来自公司资金支持非常重要，因为该项目占用了教师大量的时间和精力。

企业赞助研究生计划

这种活动与前面提到的双学位计划本质上比较相似。所不同的就是这种活动有企业的赞助。参加该项目的学生在企业的资助下到另一所大学读取研究生学位。

爱荷华大学和爱荷华州立大学就与该州的锡达拉皮兹（Cedar Rapids）的洛克维尔·考林斯公司（Rockwell Collins）合作参与了这样的项目。在洛克维尔·考林斯制定的方针的指导下，这两所大学指派部分北京航空航天大学 and 西北工业大学的学生参与了该计划。但这些学生必须通过指定大学的录取要求，并得到Rockwell Collins的认可。这些学生会在这两所美国大学之一完成一年的学业，然后到Rockwell Collins公司用6至9个月的时间完成他们的论文设计。洛克维尔·考林斯公司资助学生学习期间的花费并提供津贴。

国际教师-企业合作

上述所有项目中，教师都是来支持学生进行交流实践的，而国际教师-企业合作项目则是指教师之间直接参与的国际实践，他们至少要到国外的工业组织中完成一项工程工作。

爱荷华州立大学的斯科特·淳贝雷 (Scott Chumbley) 博士讲了他在英国彼得伯格珀金斯发动机公司 (Perkins Engines) 的经历。他在那里呆了6个月, 主要从事故障分析、产品开发和产品支持活动。这次机会使得他在个人技能和专业技能都有明显提高。他体验了国外居住的滋味, 学会了用一种工业化眼光去看工程活动, 并对个人的职业道德有了更深的理解, 尤其是当需要做出左右局势的决定时, 就更加深刻。这次经历让他站在造福工业的角度重新安排自己的研究计划。他认为参加这种项目至少需要6个月的时间。

淳贝雷博士还认为准备举办这种交流活动的公司要为教师们提供住宿、交通的服务并适当发些补助。他还鼓励这些主办公司为教师们提供关于银行业务、地理位置、文化、历史等方面的信息和帮助。教师们也应该告诉主办方自己的背景, 访问的期望, 甚至可能包括居家一些需求。教师们最好在正式访问前先到自己要去的地方短期旅行以熟悉环境。

最后, 淳贝雷博士还建议主办公司要提前考虑把这些教师们安排到合适的岗位上。教师可以帮助开发新产品, 还可以加强大学之间的联系并帮助培养将来可能成为雇员的学生。

其他值得推荐的合作形式—活动计划

参加全球学术产业网络研讨会的人还应邀为下一年度制定一个行动计划, 主要包括真实的、有意义的活动。目的是要在将于墨西哥蒙特雷举办的2003全球学院产业网络研讨会上展示出重大成果。在选择活动方式时, 参与者要仔细权衡相关利弊。他们还要把这些活动落实到具体的参与方上, 并为预期目标制定一个时间期限。以下是几种活动方式:

国际合作教育

出席者一致同意为美国和其他国家产业合作教育模式制定基准是非常重要的。这样可以突出成功项目的重要方面, 以便他人效仿或应用到新的国际交流项目中。

以2002年全球学院产业研讨会上的信息为起点, 建立相应的国际合作实践的档案资料库。这将对以后举办新的活动有所帮助。

虚拟性合作

为了促进设计项目的虚拟性合作, 我们建议成立一个能制定出真正的世界性、全球性工程的学院-

工业联合组, 这就可以确保学生们所要解决问题是相关的和跨学科的。对于用来交流的新型媒介工具也要进行调研。

还要成立一个国际小组来开发新的可协助数学与物理教学的媒介工具。

夏令营计划

在合作院校之间, 可以成立一个为期4到6个周的多院校多元文化的暑期课程。该活动可以由合作院校轮流主办。少量学生可以用6周的时间在接待方院校的指导下完成一个项目。例如: 德国学生可以在美国的研究小组呆上四个月来完成他们的毕业论文。

研究计划和技术转让

国际理工硕士生选拔和资助到国外学习。任务是要取得一个公司的资金支持，同时该公司指派一名行业指导参与到虚拟的国际设计项目和研究计划当中。**总结**

全球化观点对于21世纪的工程师来说极为重要。工科院校必须保证我们的教育环境能为学生提供众多有挑战性的、有益的国际实践机会。

重要是我们要记住，在这种国际对话中，我们的工业伙伴能够贡献很多。他们不仅是潜在的资金来源，同时还是主意和解决方案的源泉。现在，他们已经面对了很多挑战，而这些挑战正是大学在发展自己的全球化视点时必将遇到的。

6. ACHIEVING A GLOBAL ACADEMIC INDUSTRIAL NETWORK FOR STUDENTS AND FACULTY

7. James L. Melsa

8. College of Engineering

Iowa State University

9.

Abstract

It is clear that the engineer of the 21st century will be required to spend an appreciable portion of his or her career in an environment rich with a variety of global connections. Colleges of engineering must develop ways to prepare their students for this world. Students, of course, will only fully understand global concepts through the role models that their colleges provide.

The Global Academic Industrial Network (GAIN) is an attempt to create multi-organizational, international partnerships of academic and industrial organizations that emphasize collaborative educational programs and research that meets the global needs of faculty, students, and industry.

网络学习和软件工程教育

黄劲博士

安博公司

一、引言

近年来，教育领域发生了很大的变化。计算机网络、信息技术和通讯技术的飞速发展给教育带来了许多挑战和机遇。互联网

的迅速普及引起了传统的教育思想、教育手段、教育内容、教育模式乃至教育体制发生根本的变革。网络教育

作为一种包含同步和异步学习模式、包含诸如视频会议、网络培训、卫星广播、流媒体等各种技术手段的教育方法得到了全球范围内的广泛接受和推广。

工程教育在促进国民经济协调发展和社会全面进步，保证经济增长方式的根本性转变，增强综合国力和国际竞争能力的过程中，将提供关键性的人力资源和智力支持，成为开拓、带动形成新兴产业和新的经济增长点的重要动力。这主要表现在：

1. 全球一体化经济对人力资源的需要增加
2. 全球化的经济环境给工程教育的内容和教育方式提出新的需求和挑战
3. 大量的以爆炸式的速度急剧增长的新的内容要求有新的教学方法和形式以满足和适应

不同层次的需求

毫无疑问，科学技术已经成为十分重要的生产要素，具备最新科技知识、创新精神和熟练劳动技巧的人力资源，在推动生产力发展过程中起着决定性作用。人们特别是工程技术人员希望能够接受最新的、最好的教育，具备良好的综合素质。

但是，师资的和其他教学资源的匮乏已经成为阻碍这一过程发展的瓶颈。许多处于不发达地区的人们只能梦想能够得到与发达地区同样的资源和竞争条件。

如今的网络教育可以使这一梦想成真。优秀的教师和教育资源可以通过网络传递到国内各个角落，甚至通过因特网进行国际教育交流。各个有自身特点的专业学科，都可以发挥优势，将精力投入到开发和提供具有优势的教育产品上面，并相互交换成果。于是，一个国家的整个教育水平将得到全面提高。借助世界范围内教育资源的优化配置，也可以在教育全球化的进程中受益。

安博公司在网络教育和软件工程教育这两个领域都投入了大量的人力物力，也取得了许多成果和经验。安博公司的网络教育开放式的教育平台和LMS系统是目前中国最先进的网络教育支撑平台之一，达到了国际先进水平。同时，我们与中国科技大学合作培养满足工业界需求的软件工程硕士。本文将阐述我们在利用网络教育的理念和技术手段培养软件工程人才方面的一些探索和研究。

二、中国的网络教育和远程教育

几年前，中国已经着手实施“现代远程教育工程”，形成开放式教育网络，构建终身学习体系。教育部1998年12月24日制定，国务院1999年1月13日批转的“面向21世纪教育振兴行动计划”明确指出要：

1. 实施“现代远程教育工程”，有效地发挥现有教育资源的优势，是在我国教育资源短缺的条件下办好教育的战略措施，要作为重要的基础设施加大建设力度。

2. 以现有的中国教育科研网（CERNET）示范网和卫星视频传输系统为基础，进一步扩大中国教育科研网的传输容量和联网规模。建立全国大学生招生远程录取、计算机学籍管理、毕业生远程就业服务一体化的信息系统。

3. 继续发挥卫星电视教育在现代远程教育中的作用，改造现有广播电视教育传输网络，建设中央站，并与中国教育科研网进行高速连接，进行部分远程办学点的联网改造。

4. 开发高质量教育软件，重点建设全国远程教育资源库和若干个教育软件开发生产基地。所有这些措施都将对中国教育的发展产生巨大的推动作用。

中国教育科研网在建成之初便建立了众多国外资源站点的镜像站，但对于高质量网络教育而言，包含网络教学、虚拟教室、虚拟实验室、包含课程管理、教学管理、教育管理的平台是必不可少的。

21世纪的信息社会对教育提出的种种需求，实际上可以归结为要求实施下述培养模式：

◆培养目标是德智体全面发展的、具有高度创新能力和很强信息能力(包括信息获取能力、分析能力与加工能力)的新型人材；

◆培养内容应侧重使学生学会学习的方法，使之具有自我获取知识与更新知识的能力，而不强调直接教给学生大量的知识，并确保有较高的教学质量与教学效率，以便与“知识爆炸”和知识迅速更新换代的发展趋势相适应；

◆培养方法应灵活多样，不受时间、空间和地域的限制，能适合各种学科并能满足终身教育、全民教育的需求。

需要着重指出的是：网络化教育的重点并不是要让师生了解和学会使用互联网（当然这是网络化教育的基础），更是要通过计算机与网络的强大功能探索新的教育体制与教学模式，培养出适应信息时代需求的新型人才。如果说传统学校建立在粉笔、黑板和教师的身教言传上，那么建立在信息技术基础之上现代化智能网校，将引起传统学校从教学观念、教学手段到教学内容的巨大改变，通过现代视频技术、声像技术、多媒体教学课件进行教学，将极大改变学校教学的信息传递方式，应用于互联网上的教学系统，具有快速传递信息的教学功能，教师与学

生的交互不再受时空限制。人们可以摆脱传统的上学校学习的模式，可以无拘无束的选择任何便利的时间、方式、地点学习。

教育方式包括教学手段和教学方法两方面。教学手段是指运用各种教学设备和教学媒介开展教学。现代信息技术为学校教学提供了多种现代化教学设施和工具，如多媒体教室，电子教案等，使教师可以摆脱粉笔、黑板等传统工具，充分自如地应用现代化教学手段，开展更为灵活更为有效地教学形式。原来基于归纳或演绎的讲解有可能转变为基于“情景创设”、“主动探索”、“协作学习”、“会话商讨”和“意义建构”等多种新型教学方法综合运用的全新形式。

因此，新一代的远程教育平台将起到关键的作用。

三、网络教育标准和支持平台

1、标准：

网上教育资源的共享与交流需要制订网络教育技术标准，用标准化办法保障网上资源的共享和系统相互之间的操作。目前国际上已经有不少机构致力于远程教育技术规范的制定和推广。如美国航空工业计算机辅助训练委员会（AICC : Aviation Industry CBT Committee）提出的计算机管理教学标准、美国国防部提出的可共享课件对象参照模型（SCORM: Shareable Course Object Reference Model）、IMS全球学习联合公司的学习系统技术规范以及IEEE 1484系列标准。IEEE1484是在国际电气和电子工程师协会学习技术标准委员会（简称IEEE LTCS）主持下制定的全面的远程教育规范，包括IMS在内的众多企业和组织都参与了1484标准的制定。

IMS全球学习联合公司提出的学习技术系统规范，已经成为一个比较有影响的行业标准。1996年EDUCOM（美国大学校际交流委员会）设立了一个称为IMS（教学管理系统）的研究项目，后来发展成为非赢利性的IMS全球学习联合公司。

针对国家远程教育的现状和发展需要，中国也开始投入人力开展这方面研究工作。目前，现代远程教育技术标准化委员会（DLTSC）已经制定了现代远程教育标准体系，并将远程教育标准分成26个子标准，包括总标准、教学资源相关标准、学习者相关标准、教学环境相关标准、教育服务质量相关标准、本地化标准等方面，并确立了一些跟踪研究课题以及各子标准制定的优先级别。现在已经初步形成了一批标准的草案。

安博公司于2000

年加入了IMS，参与讨论有关的项目。同时，也参加和协助了DLTSC的讨论和工作。

2、网络教育平台

网络教育可以进一步分为同步学习模式和异步学习模式。网络培训包括两个方面：集中式教学（包括教学点）和分散式教学方式。因此，需要一个功能强大、结构灵活、多平台支持的通用培训管理平台，并能提供完善的培训管理（学员、学籍、课程、教师、毕业等）、课件（流媒体和非流媒体课件）管理、系统管理功能。

培训平台系统包括一个教学中心站点和若干个外部教学站点。二者通过因特网互连。其中，中心站点是核心，而教学点站点是为解决流媒体课件因特网传输带宽问题而设置的辅助教学站点。中心站点存储并管理了所有相关数据、文档，是培训机构教、学、管的中心。网络带宽条件较好的个人、教学点都可以通过中心站点进行学习、工作。而辅助教学站点仅存储一份中心站点课程内容的副本。当教学点学员学习时，可以从本地辅助站点浏览学习内容。这样就从根本上解决了从中心站点传输流媒体课件的带宽问题。

安博网络远程教育平台是一个基于课程的、支持国际和国家教育行业标准的，支持同步教学、异步教学、教师引导学习和学员自主学习等多种教学模式的网络教育软件平台。同时，平台还拥有功能强大、灵活、方便的网络教育机构管理管理功能。安博网络远程教育平台包含课程（教/学/管理）、机构管理管理和系统管理三个主模块，设有多种级别的用户权限，包括学员、老师、课程管理员、机构管理管理员和系统管理员等。

安博公司网络教育平台采用目前先进的JAVA和J2EE的技术体系构建，支持结构模块化、支持多种数据库、操作系统和应用服务器，具有管理方便（BROWSER/SERVER技术，一次维护全面升级）、可扩展性强、二次开发容易、稳定性好等优点。

（1）. 安博公司网络教育平台支持多种运营方式

平台支持多种安全策略、计费方式、以及用户组织方式。这使得用户可以根据业务需要，进行灵活定制。既可适用于校内的网络教育，也适用于校外远程教育；即可适用于免费网络教育，也适用于收费教育。

课程支持多种策略，课程管理员（教师）可决定某一课程是学员自由注册还是管理员（教师）手工注册、是否收费、收费多少、是否开放等，可以根据教学计划决定课程内容的那些部分是否开放、什么时候开放等。专业与院系的设置也支持多种策略，从而使平台支持多种运营方式。

（2）. 教学系统真正做到了以课程为中心进行教学

安博网络教育平台使师生之间的一切网络教学活动真正围绕课程进行。包括教、学、作业、答疑、讨论、考评及其他一切实时和非实时交流，包括应用课程工具（如笔记本）等。这样，课程的用户与课程紧密相关，师生、同学关系明晰，教学内容的组织、教学交流、答疑、考试与评估更有针对性，教学效果更加有效。

（3）. 支持多种教/学模式

提倡在教师引导下学员自主学习的网络教育方式，同时支持同步（实时）教学、异步（非实时）教学、教师引导下的学员自主学习等多种教学模式。

（4）. 便于进行个性化教学，充分体现教师价值，调动教师积极性

教师拥有对自己课程的完全管理权限，可以管理学员。可以依据自己的经验自主地维护课程学习内容，安排授课、答疑活动，安排作业、练习考试，并根据考评结果和跟踪统计改进教学。即使是同样的课程（比如学校购买的课程），通过不同教师的演绎，会给学员呈现出不同的教学效果。从而体现教师教学经验的价值。

（5）. 教学系统中的课程管理系统是一个强大的在线课程编辑、管理系统

可以实现课程结构、课程信息、教师信息、课程内容、课程常见问题、课程推荐链接、作业、练习试卷、课程笔记等内容的在线编辑与管理。

(6) . 实现了教学管理与课件制作的分离, 使课件来源多样化

教学管理与课件制作的分离使得教师可以选用任何自己熟悉的制作工具来制作课件, 包括在线制作工具、任何其他编辑工具, 而制作好的任何格式(如 .doc、.swf、.asf、.ppt、.html、.bmp、.gif、.mp3等)和形式的课件都可以被平台有效地管理。这样可以使更多的教师易于应用网络教育, 使各种网络教学的课程内容都能够被平台在线管理。平台还可以很方便地集成第三方课件。

(7) . 丰富的学习、交流工具

为课程的师生提供基于每门课程的笔记本、课程日历、作业本、带编辑器的讨论板、虚拟教室、聊天室、邮件、白板等交流工具, 也为平台的其他用户提供了日历、讨论板、聊天室等交流工具。

(8) . 功能强大的实时授课、交流工具

安博实时交互教室是目前国内同类平台中唯一能提供实时授课的工具。它是应用先进的双向流技术开发的基于互联网的多媒体同步教学与交流协作工具。可以以一对多的方式, 每门课程支持上千人同时参与, 轻松实现各种文档、应用程序、网页、白板、桌面等资源的共享, 并提供文字、语音、视频、数字白板等双向在线实时交流, 通过在线举手、在线测验实现教师对教学效果的监控, 课堂记录功能可记录在线课堂全过程, 形成数据文件, 便于存档或复习。

(9) . 完善的考试系统

教师可以在线编辑多种类型的试卷, 包含多种题型, 同时可插入生动的图片和动画, 对选择题可以根据需求提供任意多的选择分支, 还可以设置试卷状态、是否立即返回结果等属性。对于客观题试卷, 系统自动判卷并生成考试成绩, 提高了试卷批复速度, 减轻了教师的劳动强度。对于主观题试卷, 提供让教师进行手工阅卷的功能。所有成绩自动进入成绩册, 供教师、学员查阅。

(10) . 实用的作业系统

安博网络教育平台提供的作业发布、作业提交和批复工具, 可让教师方便布置任意格式的的作业, 可让学员以多种方式提交作业; 教师还可以针对具体学员的作业进行批复。

(11) . 优秀的跟踪统计系统, 便于教师对教学过程的掌控, 以改进教学

教师通过跟踪统计系统, 可以了解每个学员在某时间段内使用工具、学习课程的次数、时间, 也可以了解每个工具、课程总的使用情况的统计信息。从而可以有针对性的对教学进行调整。

(12) . 提供多种机构管理管理模式

平台提供学校级、院(系)级、专业级、教学点级等多种级别的机构管理管理模式。学校可根据自己机构管理管理情况灵活定制。

(13) . 机构管理管理系统提供灵活的角色与授权机制

机构管理管理中可以方便地建立新的角色、修改角色和删除角色, 并可控制相应的权限。该功能极大地提高了机构管理管理系统的适应性。

(14) . 支持国际和国内网络教育标准, 前景广阔

平台支持国际和国内主流网络教育标准(如IMS、AICC等), 这使得教师可以选择使用国内外各种优秀的标准课程资源。

在技术方面，系统采用

(1). 基于J2EE技术体系和MVC架构模式：采用J2EE（Java 2 enterprise edition）技术和MVC架构模式。这从根本上保证了系统的跨平台性（操作系统可以任意选用Windows系列服务器或Unix服务器，应用服务可以任意选用Weblogic或JBoss）、伸缩性、扩展性、安全性以及可靠性。

(2). 采用浏览器/服务器（B/S）网络计算模式：采用浏览器/服务器（B/S）网络计算模式。这使得平台终端用户免维护，降低了平台用户对最终用户的维护负担，并方便了系统的升级、换代。

(3). 层次间采用事件机制传递信息：层次间采用事件机制传递信息，降低了层次间的耦合性，提高了各层次的独立性，使得各层次模块可独立开发，维护。

(4). 业务层和数据层采用DAO模式进行连接：采用DAO模式，保证了业务逻辑与数据库的隔离。这使得系统可以方便的支持多种数据库服务器，如SQL Server、Oracle、MSSQL等。

(5). 表示层采用Cache机制表示层对重复使用得数据进行Cache缓存，可以减少对数据库的访问，从而可以提高系统的整体性能。

(6). 前端采用front controller模式：前端采用front controller模式，可以方便对用户请求进行集中处理，如响应界面选择、安全检查、编码转换、日志登录等。这样可以提高系统的安全性和扩展性。

(7). 在J2EE平台之上建立具有稳定性、扩展性的框架层：在J2EE平台之上建立一具有稳定性、扩展性的框架层，这样既可以从根本上保证系统的稳定性、扩展性、可靠性。

10. 模块化结构，该平台能跨系统平台自由分离与组合。

11. (9). 多级别的用户管理和可靠的用户安全认证。

12. (10). 具有很强的负载均衡能力。

13. (11). 具备良好的扩展性，管理界面友好、二次开发方便，平台扩充能力强。

14. (12). 遵循并支持现有的国际相关标准。

15. (13). 平台能支持中、英文内容和页面的转换。

16. 安博网络教育平台在国际、国内进行详细科学的需求调研，采用硅谷一流的构架系统，研制出了既符合国际标准、又符合国情的安博网络教育平台。在技术上、功能上、教学理念和对网络教育技术标准的支持上，安博网络教育平台可以与国际一流平台媲美。安博网络教育平台基于J2EE的开放性构架体系，完全符合IMS等国际远程教育标准，于2002年1月通过了中央电教馆组织的产品鉴定，

鉴定认为：安博网络教育平台设计思想先进，架构层次清晰，系统稳定性、扩展性、伸缩性好，填补了国内网络教育平台的空白，在同类产品中处于领先地位。

四、中国的软件工程教育

信息产业已经成为全球经济发展的主要推动力，软件产业作为其动力的核心部分，正在深刻地影响着人类生存的方式与观念。软件产业不仅是当今世界投资回报率最高的产业之一，而且也正在不断地改变着我们赖以生存的这个星球的面貌。据有关统计，中国软件与信息产业服

务市场将以30%以上的年平均增长率增长，这为软件专业人员提供巨大的发展空间。但是传统的教育与社会需求严重脱节，造成当前中国软件产业的人才奇缺、人才结构极不合理的被动局面。

据一份对北京、上海、广州等全国十大城市的人才需求调查，软件业的人才需求高居榜首，中国软件人才每年短缺高达20万人左右。随着现代化进程的加快，这个缺口还在扩大。这已成为中国软件业发展中最大的制约。顺应时代需求，将教育事业与软件产业结合起来发展，紧密围绕中国软件产业的发展方向和发展需求，把培育产业发展所急需和中国国民经济发展所急需的专业型、实用型、标准化、国际化软件人才作为软件工程教育的主要目标。社会所需即学生所学，学生所学即企业所用。

在这样的背景下，教育部批准35所著名大学与国际知名的企业和大学合作，招收软件工程硕士，以超常规的方法培养高质量的具有国际竞争力的软件工程技术人才和软件工程管理人才。中国国家教育部以全新形式倡导的软件工程硕士培养已经在社会各界引起了强烈反响。这种校企合作的办学模式定会解决软件业人才急缺的现状

软件工程硕士（MSE）侧重培养面向工业界的符合国际规范的软件工程高级设计、开发与管理人员，具有独立工作能力和创新意识的优秀软件工程人才。安博公司与中国科学技术大学联合培养的第一批软件工程硕士已经在北京、广州开始教学。

中国科学技术大学是中国科学院所属的一所以前沿科学和高新技术为主、兼有以科技为背景的管理和人文学科的综合性全国重点大学。中国科学院对学校实施“全院办校，所系结合”的办学方针，集中全院的师资力量和科研优势参与和支持办学。中国科学技术大学于1964年首次招收研究生，1978年经国务院批准率先成立研究生院，1996年被国家教委列为全国前十所研究生院之一。现有13个一级学科博士学位授权点、60个博士点、79个硕士点，3个专业硕士学位授权点。研究生导师力量雄厚，年轻人才较多。现有280名招生的博士生导师，其中“两院”院士

15名。位于美国硅谷的安博公司和中国科技大学在这方面进行了卓有成效的探索。即充分利用了国际一流的技术和师资，保证所传授知识的前瞻性，又能保证学生对中国市场和IT行业的完全兼容性。将全球化与本土化完美地结合起来。

五、软件人才的培养——我们的理念和尝试

对于软件工程人才的培养而言，实践是一个不可或缺的重要环节，安博公司有北京安博捷信软件工程公司、北京安博在线软件公司、苏州安博软件公司等公司，还有Sun、BEA等合作伙伴，目前企业和大学联合起来培养人才是一种全新的模式。而这种新的办学方式更重实践，学习过程中学生就可参与到企业的管理、项目、软件开发中去，从一定程度上说，大大缩短了人才培养的周期；我们采用与国际软件领域结合走在软件工程领域的前沿，吸收国际先进的软件工程技术人才和软件工程技术管理人才的培养方案。

要培养具有国际水平的高级软件开发人员，需要面向世界最新的技术，需要有极强的针对性，需要有严格的质量保证和监控。新的思路和培养模式贯穿于整个软件工程人才的培养方案之中。教学方案的编写与设计、教学课程的选取与设置、国外最新教材的引进与二次开发、首席专家教授与面授辅导师资的选配、教学管理流程的全程监控、跨国际的学习环境与共享平台、教学实践环节的落实等方面都独具特色。

要使软件形成宏大的产业，首先应该让软件开发实现规范化、工程化，与CMM等国际软件质量接轨。[注：美国卡内基梅隆大学制定的CMM (Capability Maturity Model, 能力成熟模型认证标准) 分五级，主要用于改善软件公司的管理。] 安博公司立足于美国硅谷，有大量高水平的软件设计人员，他们在美国取得了计算机及相关学科的博士或硕士学位，同时又有丰富的国外IT行业工作经验，熟悉美国硅谷的管理、组织、运作模式，有相当丰富的软件出口外包操作经验，还具有实际的软件工程师培养经验。

安博的软件工程人才培养方案和软件教育体系中有针对性地在课程设置上推出了全球权威性的IT前沿系统课程，比如“CMM&RUP”、OOA / OOD、软件项目管理、UML / RationalRose、软件工程各阶段模板与文档及Java / J2EE等等。同时，针对我国现阶段软件工程教育领域中的不足，适时补充和推出了全新的、符合国际标准的职业认证体系。在软件教育中包括了为当今世界软件领域知名品牌MS、Oracle、Sun所认证的高级的实用性课程。

中国软件企业的工艺流程管理和整合能力却与国际水平尚有较大的差距。我们的软件工程教育将弥补现阶段软件工程教育的这一不足。比如，安博软件推出的《软件工程模板》、《软件项目管理分析》教学课程中，重点强调了对学生的集成和整合能力的培养和训练。同时，部分专业课程将直接采用国外最优秀的教材和音像教学资料，以适应更加开放和一体化的国际大环境，提高学生的竞争力。

安博公司和中国科学技术大学联合培养的软件工程硕士的课程教学安排在北京和广州华软软件园区，教学点采取全封闭式教学方式，专们培养符合国际规范的软件工程高级设计、开发人才。课程学习结束后在北京安博软件基地和上海网迅公司进行工程实践。以国际流行的软件课程辅以大量的实践机会，这样的毕业生可以迅速适应企业的需求，很有竞争力。

网络教育是我们软件工程人才教育的重要手段。为了将国内和美国硅谷的师资和教学资源实际应用于在北京、广州和上海的人才培养，远程教育是必不可少的。网络化软件工程教育的重要内涵之一就是在网上组织各种类型的教学活动、网上课程和试验内容。

目前国际上已经开发了不少网上课程，这些网上课程主要采用超链接的方式，把各种文字、图片和动画等信息链接到一起，再加上少量非同步或同步网上问答。但是，对于培养软件人才，这还是不够的。我们的目标是探索一种全新的教学模式，并通过网络创造理想的交互式学习环境。

我们在完成基本的软件工程教学内容后，组织了“实际问题解决”的辅助教学试验。

软件工程设计中的一些实际问题被教授和老师提炼后向学生提出问题，给出用户的需求和软件的设计规范要求。所有的学生都可以个人或以小组的形式参与。各地的学生在一个星期左

右提交他们的功能设计方案和详细设计框图，通过网络教学的教育平台送给老师和不同地区的学员。教师 and 不同地区的学员要对提交的答案进行评议，并对功能设计中的不同方案提出自己的意见。在此阶段，教师鼓励对于同一个问题的不同理解和争论。

在下一个阶段，各个小组根据自己的功能设计和数据结构编写源程序，然后将程序通过网络提交给老师和其他小组。在异地进行编译和运行。根据软件运行的时间和性能，进行评奖。

事后，对问题的正确思路 and 不同小组的软件功能设计、结构设计进行详细地分析，针对不同的问题，通过网络进行分析和解决。

由于在实际中所提出的问题能够激发学生的兴趣和想象力、可以采用多种思路解决并且有不止一种答案，再加上网上交流和与其他人比赛特有的吸引力，大多数参加的学生都会兴趣盎然。教师们也反映他们的学生有很高的热情。

另外，通过网络和教育平台将教室与专业工程技术人员之间联接起来，以便让学生与工程师们一道探索工业界实际的急需解决的问题。

这种培养方法基于两个前提，即：学生能够与工程师一起进行工作和研究，并且计算机网络能够加快工作的进程。学生自己进行编程和实验，并通过计算机远程通信网络与其他的工程师和其他学生一起分享工作成果。

总之，如何建立有效的培养软件工程人才的模式，如何利用网络教育平台进行教与学，如何利用世界发达地区的优势（如美国硅谷地区）培养大批人才，都是值得进一步研究和探讨的有意义的课题。我们将继续为此努力。

通用中国的工程教育

凯·H·董

通用汽车大学上海培训中心

通用汽车公司的目标是跻身中国汽车制造业的前三名。1999年以前，通用公司主要是一个中国的汽车进口商。随着三个合资制造公司在中国的成立，通用公司现在有望每年销售量能超过20万辆。通用在中国的主要品牌是别克和雪佛兰。此外，进口车辆包括凯迪拉克、Opel和Saab等高档品牌。

通用公司在中国不断成功的关键因素在于持续致力于通过“终身教育”支持员工的发展。我们的资源配置和学时和活动的积累在过去居于所有之首，将来也会如此。

通用公司完成其宏伟目标的关键是国内人才的发展。该领域的主要目标之一是适合优秀品牌推广的具有竞争力的人才的发展。所采取的战略之一就是“Training-The-Trainers(培训培训者)”，通过T-3战略，通用公司正在本土化其知识，能力和物质资料的宝藏。

通用中国是该领域的先驱。迄今，通过最优化当地的大学的教授，通用获得了降低成本的效益，这些教授在文化、语言和学习效率方面具有独到的优势。所以可以说，与由未倒过时差的外国项目专家实施的学习实践相比，教授的质量有过之而无不及。另外，没有了国际旅行的约束，传授时间会大大地减少，灵活性会大大地提高。

通过一些项目，这些项目对于通用公司和其学术伙伴都是双赢的，通用公司在与中国一些主要教育科研机构进行合作。例如，通用已经与清华和上海交大开展了合作项目。这些项目主要集中在知识转移，培训，简易化，教育和研究等方面上。过去7年中，大约5000名来自于通用公司，合资企业和地区供应商以及当地学术机构个人在这两所大学中获得了高质量的实际学习经验。

该计划的质量有助于通用公司在质量、服务、技术和价格等方面的目标取得成功。在质量方面，通用寻求达到或超过GMU卫星基地的水平；在服务方面，通用寻求达到48小时的全程服务；在技术方面，通用寻求能成功利用GMU课程和PACE项目；在价格方面，通用希望是经济的。

就像在世界其它地方一样，在中国，通用公司也奉行计划，做，检查，行动，和不断的提高生产过程。她也将致力于工程教育的长期关注和投资。

GENERAL MOTORS CHINA ENGINEERING EDUCATION

Mr. Keh. H. Tung
Training and Development Director for China
General Motors University
Shanghai GM Training Center

Abstract:

GM's vision is to be among the top three automakers in China. Prior to 1999, GM was primarily a vehicle importer. With a major presence on the ground through its three manufacturing joint ventures, GM now expects sales to exceed 200,000 units per annum. GM's primary brands in China are Buick and Chevrolet. In addition, it imports vehicles bearing the Cadillac and Saab premium brand nameplates.

A key to GM achieving its lofty vision is the development of local talent. Among its primary goals in this area is the development of competitive talent for premium brand deployment. One of the strategies it being adopted is "Training-The-Trainers." GM is localizing GM's treasure trove of knowledge, skills and materials through the T-3 process. This is providing benefits in the form of lower costs and improved quality and delivery time.

GM also is cooperating with leading Chinese educational and research institutions through programs that are win-win for GM and its academic partners. For example, GM has established joint programs with Beijing's Tsinghua University and Shanghai Jiaotong University. These programs are focused on knowledge transfer, training, facilitation, education and research.

The quality of the programs is helping GM deliver on its goals of quality, service, technology and price. In the area of quality, GM seeks to reach a level equal to or higher level than GMU satellite sites. In service, it seeks to achieve a 48-hour lead- time pull service. In the area of technology, it seeks to successfully utilize GMU courses and the PACE program. In the area of price, it seeks to be economical.

Just like in the rest of the world, GM in China adheres to the Plan, Do, Check, Action and Continuous Improvement Processes. It is committed to the long-term involvement and investment in engineering education in China.

理工融合：理念与实践

任晓敏

北京邮电大学

我国乃至世界高等理工科教育正处于变革之中，“理工融合”是高等理工科教育面临的一个世纪课题，也是我校积极尝试的一种新的教育模式。2000年8月，我校承担了教育部世行贷款21世纪初高等教育教学改革项目《电子与电气信息类专业理工融合教育模式及课程体系的研究与实践》，此举极大地促进了我校教育教学改革工作。经过两年来的努力和探索，我们在理论研究和改革实践两个方面均取得了一些有意义的阶段性成果。

一、理念篇

经过深入研讨，我们认为“理工融合”的教育理念至少可以归纳为以下四条。

理念 1：理工融合，势在必行

长期以来，在我国高等理工科教育的格局中，理工分离、重工轻理现象比较普遍，人才培养模式存在较为明显的缺陷，这种状况在一定程度上影响了学生创新精神和实践能力的培养，具体表现为理科学生知行脱节、哀叹“英雄无用武之地”，工科学生后劲不足、痛感“书到用时方恨少”。从世界范围来看，随着科学技术的加速发展和学科之间交叉渗透、融通汇流的趋势日益彰显，工程教育和科学教育的相互关系也还是一个需要进一步研讨的问题。因此，根据科技发展和社会进步的需要，遵从教育教学自身的规律，科学地对理科和工科教育进行定位，认识和处理好二者之间的关系，对我国现有的理工科教育格局进行战略性调整，促进理工互动与理工融合，以期建立一种新的理工科教育模式，是我们在21世纪初必须取得突破的一项重大使命。

理念 2：理工融合，有章可循

实施“理工融合”所循途径可归纳为：

（1）理工同校，相得益彰 —— 先决条件

我国由于受前苏联模式的影响，在高等教育中过分强调专业教育，曾将工科教育从综合性大学中剥离出来，或将理科教育从理工科院校中抽将出去，建立了许多单科性学院。许多冠以“理工科”头衔的高等院校实际上工强理弱，甚至有工无理；而真正具有优势的理科专业又大

多分布在综合性较强但工科较弱的所谓“综合性”大学之中，前者科学教育被明显弱化，后者在不同程度上与工程应用相脱节。现在，我们需要大声疾呼：这种状况决不能再继续下去了！

实施工理融合的先决条件在于理工同校，或者说理工同校在理工融合教育模式的构建中具有根本性的意义。所谓理工同校，就是要在尽可能多的高校中实现理工并举，使之既拥有相当强的理科专业，又拥有相当强的工科专业，并使理学和工学两大学科有机互动、相得益彰。

(2) 工借理势，理势工发——现实之策

长期以来，我国工科专业的教育教学中普遍存在着科学基础薄弱的问题，基础课教学往往被看作仅仅是为专业课服务的，因而被不适当地浅化、窄化和离散化；与此同时，我国理科专业的教育教学则有“纸上谈兵”、“阳春白雪”之虞。“工借理势”和“理势工发”是解决上述问题的必由之路。

所谓“工借理势”是指工科专业应通过强化科学基础教育来使受教育者获取一种可以在工程实践中终身受益的理论功底、科学素养和发展后劲；而“理势工发”则是指理科专业应借助强化工程背景教育来培养受教育者理论联系实际的精神和学风，从而使受教育者的理学优势能够在工程意识的引导和促进下得以充分发挥。

(3) 理工交叉，亦理亦工——前瞻之举

在某些领域，理学和工学之间的界限正在趋于模糊，将这样一些理、工科专业根据其内在的联系整合起来，构建出若干亦理亦工、理工交叉的新专业，无疑是一种前瞻性的选择。譬如，工学门类中的“电子科学与技术”专业和理学门类中的“电子信息科学与技术”、“微电子学”、“光信息科学与技术”等专业关联甚密，实际上已经很难严格地区分开来。目前，根据教育部的规定：理学门类中的“电子信息科学与技术”和“微电子学”两个专业既可授理学学位，也可授工学学位。这些规定可以被视作上述看法的佐证。因此，对于以微电子、光电子为内核的电子科学与技术专业和以光学、光电子学及其工程应用为特征的光信息科学与技术专业，在确定其学科门类归属时，我们已不必刻板地进行理工之间非此即彼的判断，而不妨将其归入“理工交叉，亦理亦工”专业的范畴。按照这一理念，我们可以创造性地拓展理工科教育的道路，设计和创办出若干理工融合的新型专业，以适应21世纪科技和社会发展的需要。

理念 3：理工融合，不拘一格

高等教育的本质是专业教育，因而专业设置之于高等教育自然是非常重要的。目前，教育部在扩大高校专业设置自主权方面已经作出了重大的改革，相信今后还会有更可喜的进展。我们比较习惯于那种一个专业面向众多学生的情形，考虑到办学效益，在可以预见的未来，这种专业设置的模式仍然会是主流模式。但是，这种专业设置的模式是有缺陷的，因为它很难及时地适应学科专业间渗透、融合的最新动向，也很难满足不同学生个体发展的特殊需求。因此，鼓励少数有特殊潜质和兴趣的学生自主设计、“量体订做”一些个性化专业，“不拘一格降人才”，有其必然性和合理性。

一般专业设置的道理如此，理工科专业、特别是“理工交叉，亦理亦工”类专业的设置也当如此，或者说更值得如此。

理念 4：理工融合，貌合神兼

无论是“工借理势”、“理势工发”还是“亦理亦工”都既涉及到知识结构的问题，也涉及到方法论（包括科学方法论和工程方法论）教育的问题。前者涉及专业内涵的载体，后者涉

及专业训练的“灵魂”；前者是专业教育之“貌”，后者是专业教育之“神”。俗语中人们常将“貌合”和“神离”连用，但在理工融合的专业教育实践中，我们不仅要做到“貌合”，还必须做到“神兼”，而且“神兼”比“貌合”

更重要。更准确地说，理工融合就是要通过适当的“理中有工”或“工中有理”的知识结构设计，使学生在扩充知识的同时体会其中所包含的方法论层面的奥妙，在一定程度上兼得科学方法论和工程方法论之要谛。知识结构意义上的理工融合通常会受到诸如课时、学制、效益等多方面的制约，但方法论教育意义上的理工融合则可收纲举目张、触类旁通、事半功倍之效。从这个意义上讲，理工融合首先应当是科学精神和工程素养的融合。哈佛大学校长博克说过：与知识的传授相比，他们在教学中“更加强调学术研究的方法”。象剑桥大学等一批世界一流大学投入巨大力量进行科学技术史、思想方法论的研究，其目的并不在发思古之幽情，而在寻求名家大师创新方法论的启示。杨振宁教授在回顾总结自己的学生生活时，多次指出：他在中国西南联大学了演绎法，在美国芝加哥大学学了归纳法，受益无穷。因此，我们有足够的理由说：大力加强科学方法论和工程方法论的教育不仅是理工融合教育模式的题中应有之义，而且是其实质和关键所在。

二、实践篇

在上述理念的引导下，结合我校的具体情况，我们进行了理工融合教育模式的初步实践，进展如下：

1、构建理工互动的学科架构

我校是以信息科技为特色，工学门类为主体，工管文理相结合的多科性全国重点大学，是首批进行重点建设的全国61所“211工程”院校之一。

在通信与信息领域中，我校拥有通信与信息系统、信号与信息处理、电磁场与微波技术和电路与系统等4个国家重点学科，拥有物理电子学和计算机应用技术等2个北京市重点学科、拥有程控交换与通信网国家重点实验室及若干部级重点实验室，实力雄厚。但这些学科和研究方向均属工科范畴。相比之下，理科发展总体滞后，仅有个别学科差强人意。这种状况与推行理工融合教育模式的要求极不适应，因而构建理工互动的学科架构成为我校改革与建设的当务之急。

为此，我们在北邮创立了有史以来的第一个理学院，积极扶持理科基础研究工作，大量引进理科拔尖人才和年轻的理学博士，选送优秀教师出国进修，加大对基础课教师的奖励力度，设立十万年薪教学特聘教授岗位，并由该院恢复了“数学与应用数学”、“应用物理学”两个理科专业的招生。在全国百篇优秀博士论文指导教师杨伯君教授的带领下，一支以理学院院长、十万年薪特聘教授孙洪祥和博士生导师于重远、温巧燕等一批年轻教授为中坚的颇具实力的学科梯队已经形成，该院教师在研的国家级科研项目和在国内外理科著名杂志上发表的论文数明显增加，北邮的理学氛围日益浓郁。

我们大力弘扬信息工程学院理工并举的办学传统与风格，认真总结推广该院的成功经验。长期

以来，我校信息工程学院，在举办“信息工程”、“自动化”等工科专业的同时，依托应用数学研究生学科点，相继举办了“信息科学”、“信息与计算科学”等理科专业，最近又创办了一个全新的专业——

“信息安全”，理工交融，浑然一体，成为我校“理工同院”的典型。从周炯磐院士、胡正名教授等老一代科学家到院长郭军教授、长江学者杨义先教授等风华正茂的年轻一代，该院许多教师兼备深厚的数理功底和工程背景，许多研究成果“顶天立地”。

我们相当重视发掘电子工程学院的理科积淀，引导该院进一步明确自身定位，尝试亦理亦工的发展模式。电子工程学院的前身是应用物理系，从兴办应用物理专业“起家”，后曾有一段时间更名为应用科技系、电子工程系，2000年启用现名，目前仍是我校“光学”研究生学科点（理科）的依托单位，著名光学专家、吉尔吉斯斯坦共和国科学院外籍院士徐大雄教授是院院的资深教授，他与陈德昭、辛德禄、钟保安、余国贤等老一辈学者曾经共同创造了该院在电子科学与技术领域的辉煌。该院曾培养出了微软(中国)有限公司总裁唐骏博士、世界上最小信道间隔DWDM系统的研发者周建会博士等高材生。前些年，由于通信系统、信息网络过热，而微电子、光电子的发展受到较大制约等原因，该院曾表现出向通信、信息类院系趋同的苗头。在推进理工融合教育模式的过程中，该院深入研讨自身发展方略，进一步确立了微电子、光电子和信息光学等主攻方向，在继续办好“电子科学与技术”专业的同时，积极兴办“电子信息科学与技术”和“光信息科学与技术”等专业。最近，学校投资了230余万元支持该院学科建设，该院也积极与日本安立和深圳飞通等国内外著名企业合作，在加强学科建设方面取得了新的进展。

我们注重强化计算机科学与技术学院的科学韵味。该院拥有我校唯一的国家重点实验室，两院院士陈俊亮教授在该院执教，程时端教授、杨放春、孟洛明等一批国内外知名学者代表了院院的学术水平。计算机技术与通信技术相结合是院院的办学特色，技术研发、工程应用和科研成果产业化的杰出表现令该院声名远扬。同时，该院还是我校新生的软件学院的摇篮。然而，尺有所短：过浓的工程背景在一定程度上导致了该院对于基础理论研究的疏离，这种倾向甚至部分地影响到了学生对于数理课程学习的重视。这一点已越来越引起了院领导和广大师生的警觉与不安。该院结合理工融合教育模式的研讨，正在想方设法提升自身在计算机科学理论方面的研究水平。虽说“冰冻三尺，非一日之寒”，但持之以恒，必会有大的收获。

我们正在总结推崇自动化学院教授们的理论贡献。该院的前身是“机械电子工程系”，是我校典型的工科院系之一。然而，令人钦佩的是：该院教授们不仅在工程技术上硕果累累，而且在基础理论上颇有建树。梁崇高、廖启征教授等曾因攻克空间机构学的“珠穆朗玛峰”问题——“空间6R、7R机构位移分析”而获得国家自然科学四等奖；章继高教授因其在固体表面物理方面的精深造诣和电接触领域的学术贡献蜚声海内外，曾获得国家自然科学三等奖。这些卓越的成就来自教授们深厚的数理功底、缜密的科学思维和严谨的治学态度，教授们的这些品格和造诣已经成为北邮弥足珍贵的无形财富。我们在即将出版的《信息星座》一书中收入了这些教授

们感人的故事，希望能够以其激励同辈、鞭策后人，使北邮“理工融合”的追求形成传统，薪火相传。

我们鼓励电信工程学院的教学科研工作由通信系统与网络层面向通信器件层面作进一步的延伸，以适应器件与系统更紧密地相互依存、相互融合的发展趋势。在中国科学院院士、北邮名誉校长叶培大教授的大力倡导下，该院积聚了很强的双栖于光通信和光电子领域、理工兼长的师资力量，获得了国家杰出青年科学基金资助项目、国家863计划资助项目、国家973计划资助项目、国家自然科学基金重点项目等一系列国家级重大科研项目，产生了国家863计划通信主题和光电子材料及器件主题现任专家各一位，与企业的紧密合作更加速了该院相关学科实验室的建设。国际著名刊物《Laser Focus World》对于该院所取得的具有世界领先水平的光通信器件成果进行了追踪报道；美国工程院院士、国际著名光电子专家Joe C. Campbell教授来校访问时对这些成果的取得表示惊讶，并称：该院在WDM集成解复用接收器件方面的科研工作确走在了美国同行的前面。

我们密切关注我国生物信息学科发展动态，并正在着手筹划我校生物信息学科的建设。生物信息学是生命科学与信息科学以及数学、物理、化学等学科相互交融而成的新兴学科，生物信息技术是21世纪最有发展前途的技术。未来的信息科学技术若不与生物科学技术联姻必将落伍。结合本课题研究，我们在第二届中国生物信息学大会上与国家人类基因组北方研究中心、南方研究中心、中国科学院遗传研究所以及清华、北大等单位的专家进行了交流，对于生物信息学学科有了更为深刻的认识。我们将从三个方面部署生物信息学科的建设工作，即：推进计算机与信息技术在生物信息获取、破译与处理中的应用；进一步发展与生物体内信息行为相联系的人工智能、神经网络理论与技术；关注并适时涉足生物计算机等方面的研究。

综上所述，我校按照理工融合的理念，在构建理工互动学科架构的道路上迈出了具有历史意义的步伐。

2、尝试理工融合的多模式

如前所述，在构筑了理工互动的学科架构的基础上，理工融合大致可循“工借理势”、“理势工发”、“亦理亦工”三种模式。我们选择若干具有典型意义的本科专业，依据这三种模式分别进行了专业改革的试点工作，制订了试点专业培养计划并逐步付诸实施。

(1) 工借理势模式：试点专业为工科专业“电子信息工程”。该试点专业在贯彻加强基础、拓宽专业等原则的同时，开设了创新实验，成效显著。

电子信息工程专业属工科宽口径专业，该专业培养掌握信号的获取与处理、电子技术与信息系统等方面的专业知识，受到电子与信息工程实践的基本训练，具备设计、开发、应用集成电子设备与信息系统的的基本能力，能从事各类电子设备和信息系统的研究、设计、制造、应用和开发的高级技术人才。我们在该专业数理基础课程的教学中，尽可能选用起点高、理论性强的教材，鼓励学生修数学分析和高等代数，以奠定扎实深厚的数理基础。我们要求学生系统学习电路系列课程、数字信号处理、电磁场与电磁波、通信原理、自动控制原理、信息论基础等专业基础课。按照现代电子与信息技术发展的需要，我们为同学设置了现代通信技术、电

子技术与工程、信息处理技术、控制与感测技术等四个方向的专业课群，学生可以根据个人志趣选修。我们还为同学开设了专业前沿系列讲座。为发展学生个性、激发学生的求知欲、培养学生的创新与协作精神及实践能力，我校为该专业学生开设了创新实验。该实验以自主选题、工程立项的方式进行，实行开放式管理。实验内容讲究软硬结合、联系工程实际。学生根据个人志趣每三人组成一个小组，自主、灵活地开展工作，每周安排一次问题、经验交流会，教师有针对性地给予指导。创新实验深受学生欢迎，成效显著，在去年举行的全国大学生电子设计竞赛中，有两组参加过创新实验的同学分别获得了全国一等奖和全国二等奖。

(2) 理势工发模式：试点专业为“数学与应用数学”、“应用物理学”、“信息与计算科学”三个理科专业，其主要特色为“理转工”本硕连读和加大实践教学比重的“3+1”模式。

数学与应用数学专业要求学生掌握数学学科扎实的基本理论、基本知识和基本方法，熟悉信息科学、计算机科学、通信系统与通信网技术等方面的基本知识，受到科学研究的初步训练，具备运用数学知识解决实际问题的能力，具有向信息技术领域发展的潜力和素质；允许较大比例的学生直接攻读研究生，特别是攻读计算机或其它相关领域的工学专业研究生。

应用物理专业则要求学生掌握物理学科扎实的基本理论和实验技能，掌握光学、光电子学、无线电物理、物理电子学等方面的专业基础知识，熟悉电子信息技术的基本原理，受到科学研究的初步训练，具备运用所学知识解决实际问题的能力，具有向电子信息技术领域发展的潜力和素质；允许较大比例的学生直接攻读研究生，特别是攻读光通信和光电子等相关领域的工学专业研究生。

“信息与计算科学”专业培养掌握信息科学和计算科学的基本理论与方法以及计算机软件设计与操作技能，能运用所学知识与技能分析、解决相关的实际问题，从事各类信息系统、计算机应用软件系统的研究、教学、设计、开发等工作的高级科技人才。该专业的特色是通过“3+1”模式加强工程实践能力培养，即课程教学基本安排在前三年，毕业设计从选题到答辩历时一年：第七学期选题、查询资料、写出设计方案并提交毕业设计中期报告；第八学期安排毕业设计的实施、论文的撰写及答辩。该模式使学生提前一个学期开始毕业设计，能够尽早地在实际的研究工作中接受教师的指导、综合运用所学理论知识，具备参与国家自然科学基金、国家863和其他比较大型的科研项目的时间保证，能够得到比较系统的解决工程实际问题的训练。实践证明，这一改革收到了良好的效果。同学完成的毕业设计论文质量很高，学生的综合素质赢得社会用人单位的赞誉。

(3) 亦理亦工模式：试点专业为“电子科学与技术”（工学）、“光信息科学与技术”（理学）以及“生物物理与信息技术”（个性化专业）。其中，个性化专业培养以其新颖性受到高教界和社会的关注。

根据教育部的本科专业目录，电子科学与技术属工科专业，但该专业是以物理电子学，微电子学和光电子学为基础，涉及电子器件，集成电子系统，光电子系统和电子系统等领域，要求毕业生能够从事集成电路和光电子器件的设计、制造及相应的新产品、新技术、新工艺的研究、开发等工作。因此深厚的数学物理基础是该专业的重要特征，适于亦理亦工模式。我们在基础课程设置上突出了理科特点，强调基础理论。在具体课程的设置上要求数理基础理化（数学分析和高等代数）、专业基础系统化（电路系列课程，信号系列课程，物理系列课程，微

电子系列课程，光电子系列课程等）、专业课程分不同方向课组（微电子、光电子、电子系统）并体现工程技术性，偏重于在通信领域的应用。

根据教育部的本科专业目录，光信息科学与技术为理科专业，但具有明显的工科特征，也适于亦理亦工模式。该专业的培养目标是：培养具备光学、光电子科学、光信息科学方面较宽厚的理论基础、较强的实验能力和系统的专业知识，能在应用光学、光电子学及相关的电子信息科学、计算机科学等领域从事科研、产品设计、技术开发等工作的高级研究人员和工程技术人才。为充分体现我校的办学优势和特色，该专业所学内容对信息产业中的光电子器件及应用系统有所侧重。我们对该专业在基础课程内容安排上按理科的要求，强调基础理论，重点培养学生的分析问题、抽象思维能力；专业基础课程以理科为主，适当设置工科课程；而专业课偏重于工科内容。在具体课程的设置上要求数学（数学分析，高等代数等）、物理（量子力学，电动力学，半导体物理等）理科化，专业基础系统化（电路系列课程，应用光学系列课程，光电子系列课程等），专业课程侧重于激光器件与技术、信息光学、光学仪器系统设计、光电检测技术、光纤通信原理、传感技术与应用、数字信号处理、专业实验等。

“生物物理与信息技术”是我校2000级学生汪曦在导师指导下自主设计的个性化专业。该专业培养掌握神经生物学的基本知识和信息技术加工处理的基本理论与方法，将神经生物物理方面的知识用于信息处理技术中去，运用所学知识与技能去分析和解决相关的实际问题，能从事智能信息系统的研究、设计、开发的高级专门人才。这是个理工“杂交”专业，属亦理亦工模式范畴。汪曦同学除了在本校学习外，还到北京大学等院校修课，关注生物信息领域的发展动态。最近，汪曦同学参加了第二届中国生物信息学大会，进一步了解了我国生物信息学领域的整体面貌及近两年国内生物信息学的最新发展，更加坚定了她对自己所设计专业的兴趣和坚持个性化专业培养的决心。我校个性化专业人才培养模式是指：学生根据自己的志趣和个性，在教师的指导下，自主设计专业，制定培养计划，在修满培养计划所要求的全部学分并通过毕业设计答辩后，经审核合格，即可毕业，并授予相应的学位。其目的是为了充分发展学生的个性，培养学生的创新能力，培养跨专业、跨学科的复合型人才。我校首批参加个性化专业培养的5个学生已进行了近一年的改革实践，学校为每个学生配备3位指导教师，并提供专项试点经费。我校个性化专业培养模式改革试点工作已引起了高教界和社会的关注，《中国教育报》等报导了我校个性化专业培养模式的改革实践工作。

在上述各种模式中，除个性化专业培养模式外，均不排斥主辅修、双专业和双学位等灵活多样的修业方式。

3、实施理工兼备的方法论教育

按照“理工融合、貌合神兼”的理念，我们设立了“科学与工程方法论教育研究与实践”子课题，对科学与工程方法论教育问题进行了专题研究。

我们认为：实施理工兼备的方法论教育，首先是要鼓励教师将方法论教育体现在每一堂课的教学过程之中，体现在教材和讲义之中，体现在教育教学的各个环节之中。

在基础课教学中，我校多年来坚持对工科专业《大学物理》、《高等数学》等课程实行分级教学，因材施教，为工科学生开设《数学分析》课程，特别强调内容的深入性和授课的思辨性，以期加深学生的数理基础，增进学生对于科学方法论的了解和体验。同时，我校重视教授学生数学建模的技巧与方法，开设数学建模课程和数学实验，取得了相当大的成功；我校还组

织优秀教师专门编写了体现理工融合教育理念的《高等数学》、《线性代数》等教材，取得了一定的经验。

在专业基础课教学中，我们更多地进行了科学方法论和工程方法论的比较研究。我校有不少教师在工程方法论教育方面积累了较为丰富的经验，熟谙工程方法论的特征。他们在课堂上将这些特征与科学方法论中的思维特征加以对比，对学生进行生动的方法论教育。在这方面，谢源清教授堪称楷模。他极为重视工程的可靠性，并强调：可靠性更多地依赖于实验；谢教授特别重视工程问题的简化处理，鼓励学生“大胆近似”。他认为，工程问题可以进行估算，而不必象理科计算那样追求精确和严密，对于某些工程问题过分追求精确是没有意义的；当然这并不是说就可以马马虎虎，估算要明确相对误差，所允许的误差大小要根据实际问题而定。在他编著的教育部面向21世纪课程教材《电子电路基础》一书中，有几页“编者的话”，对这些见解作了很好的总结。我校信息工程学院副院长田宝玉教授正在编著《工程信息论》一书，该书对于科学方法论和工程方法论有其独到的见解。

在专业课教学中，我们将总览学科全貌的学科概论课、导论课和专业前沿讲座与不同方向的典型专业课群相结合，既拓宽了学生的学科视野和专业面向，又保证学生能够通过具体深入的专业课学习受到必要的工程方法论的训练，掌握解决工程技术问题的一般方法。电信工程学院副院长纪越峰教授编写的《现代通信技术》等概论类教材受到同学们的欢迎和好评。

我校重视为同学和老师们组织有关科学与工程方法论的讲座。我们曾聘请中国工程院常务副院长朱高峰院士为我校师生作了“工程与工程师”的精彩演讲，也曾请中国工程院院士、北京大学教授、北大方正集团核心产品“汉字激光照排系统”的发明人王选先生和我校知名校友、微软(中国)有限公司总裁唐骏博士等科学与工程素养兼备的成功人士来校作报告或与学生座谈，取得了非常好的效果。此外，我们鼓励学生阅读有关科学与工程方法论的书籍，组织读书交流会，发现、培养、强化学生对科学与工程方法论的钟爱，激励学生重视科学精神与工程素养的形成。

我们正在筹备科学与工程方法论教育的专题论坛，希望为广大教师搭建一个交流、切磋、观摩、探索的互动平台，通过倡导理念、褒奖名师，推崇良策，使科学与工程方法论教育成为教师的自觉行为，将理工融合教育模式的研究与实践引向深入。我们还正在编撰相应的文集和论著，并致力于扩大系统介绍方法论的相关课程的开设比例。

这些做法越来越得到广大师生的认同。

理工融合作为一种新的教育理念和教育模式，代表了21世纪高等理工科教育的发展方向，因而具有强大的生命力。我们将沿着这一方向坚定不移地走下去，使这一理念不断得以深化，使这一模式不断得以完善，藉此提高北邮理工科专业的人才培养质量，并为我国理工科教育的改革和发展贡献一份力量。

试绘中国高等工程教育与国际接轨的蓝图

毕家驹

同济大学

国际教育评估与专业资格研究所

高等工程教育与国际接轨也就是高等工程教育的国际化。但既然讲到“接轨”，就不仅要讲“列车”里里外外的国际化，还要讲“轨道”怎么铺，真的好让中外“列车”往返通行。

讲了国际化，是不是会失去中国特色，而雷同于某外国的教育？其实，国际化只是教育的一个侧面，就是具有国际公认的高等工程教育的共性，特别是它的工程专业水准和质量；而另一个侧面就是本土化，即具有本土的个性，特别是本土的文化和人文精神，为本土所用。这二者都是不可或缺的，只是本文侧重于前者。作者纵观中国高等工程教育的发展，浏览世界各国工程教育的演变，获得一些关于工程教育与国际接轨的认识，愿与各位学人共商。

制订21世纪的、具有国际可比性的工程教育标准

观察一个国家教育水准的高低、质量的优劣，首先要看这个国家的教育标准。在新的世纪里，中国的高等工程教育需要有一个符合时代要求的、在国际上与教育发达国家可比的教育标准。

许多国家都这样做了。美国工程与技术鉴定委员会（ABET）从1995年开始制订新的鉴定准则，数年间几易其稿，到2001年开始全面推行。现行版本是“工程专业鉴定准则 2002-2003”。新准则体现了美国高等工程教育的水准和质量保证，特别是其中关于毕业生应具有11种能力，更有新意^[1]。

英国高等教育质量保证机构(QAA) 1997年以来与高等学校一起共同编撰了一整套的新文件，即高等教育的学位与学历资格框架、各学科的学科基准、专业规格编写指南、学术质量与标准保证的实施规则，和学术评审手册等，对高等教育，包括工程教育，的标准和质量作了全国一致的严格界定。新标准很具有时代感，还考虑了在国际上提高英国工程教育竞争力的需要。目前这项工作还在继续之中，并计划在2000到2006年间逐步在全英实施^[2]。

作为中国教育标准的学位条例（及有关文件）于1981年1月1日开始实施，至今已超过20年了。条例的特点是非常简练精辟，为所有学科所通用。但是单就其字面，普通人恐怕难以领悟其全部内涵。现在，时代发展了，有必要专门制订一个新文件，突出演绎中国工程学位标准的时代特征，以及与教育发达国家工程教育标准的可比性（comparable）。这个工程学位标准在全国应是唯一的。这个标准应该向国内外广泛公布，使大家了解中国的工程教育水准和质量要求。不但政府、高等学校、专业团体、教育评估（鉴定）机构、工程师注册机构，而且雇主、学生、以及社会的方方面面，都能看得明白，并以此为准。这必将大大有利于整体提高中国工程教育水准和质量，方便宏观教育管理，有利于中国高等工程教育得到外国的认识和理解。

二、按照统一的教育标准加大工程教育改革与建设的力度

1 参照国际惯例调整工程专业设置

扩大专业面，减少专业数，早已成为共识，其必要性自不待说。教育部在这

方面已经做了大量工作，但是尚待努力。国际上，通常在工程类中究竟设置多少个专业？自无定论。作为参照，美国ABET制订的鉴定准则涵盖：航天工程、农业工程、建筑工程、生物工程、陶瓷工程、化学工程、土木工程、建造工程、电气与计算机工程、工程管理、工程力学、环境工程、地质工程、工业工程、制造工程、材料与冶金工程、机械工程、采矿工程、船舶与航海工程、核与放射线工程、海洋工程、石油工程、软件工程、测量工程等24种专业。其它类似名称的专业则分别参照最接近的专业准则。英国的工程或工程师学会共计36个，但它的划分似乎有失过细。高等学校里的工程专业数应该更少一些。而中国现行专业目录中工程专业共有72个。中外工程专业数相差过于悬殊，专业教育计划的深广度就会有实质性的差别，会为将来国与国之间的专业对口相互承认带来麻烦。1998年5月中国建设部人事教育劳动司与英国土木工程师学会共同签订土木工程学士学位专业评估互认协议书^[3]；差不多与此同时中国教育部就将矿井建设、建筑工程、交通土建工程、工业设备安装工程、饭店工程、涉外建筑工程、城镇建设（部分）等好几个窄专业合并成土木工程专业，使中英双方都感到满意。

2 考虑国际公认的工程教育共性修订教育计划

修订的核心内容包括：

- 自然科学基础与工程基础部分的拓宽和更新；
- 工程专业部分的多样化、前沿性和可选性；
- 人文和社会科学部分的合理配置。按工程师实际工作中应该具有的国际和国内的政治、经济、法律、哲学、伦理、社交、管理、文化等方面的素养，创造性地改革现行相关课程，对课程进行调整和组合，增强在工程中的应用性。随着中学外语教学水准的提高，再次减少大学外语教学的时数。

同济大学在不久前，曾经对土木工程专业的教育计划进行过改革，学校在上述前两方面比较有自主权；而深感后者的改革必须先得到更广泛的许可和支持，才有可能较彻底地进行。

3 择优加强工程教育的国际交流合作

积极开展多种多样的交流合作。提倡优选外国合作单位。重在教学相长，

而非赢利。交流合作的结果必将是大大提高教育质量和水准，大大提升与国际接轨的速度与深度。

同济大学下属中德学院和同济-巴黎工程与管理学院以及其它学校中外合作的实践都证明了这一点。

4 构筑高等工程教育的终身教育框架

在这个框架下应包括：学位教育，见习工程师的职业教育，注册工程师的职业教育，更新和转业教育，长者和退休教育等。学位教育由高等学校负责，而后几部分应由企业、学会、工程师注册机构会同高等学校共同开展。有了这样的框架，各部分的使命和目标就可以明确，工程人员一生的教育可望分阶段落实。

三 建立全国性的高等工程教育质量管理机制

教育质量保证体系已经在全世界很多国家和学校中采用，已被公认为有效的质量管理制度，有助于保证和提高教育质量和水准。各国政府往往授权一个权威工程组织总负责全国各工程专业的专业鉴定（professional accreditation，详称professional programmatic accreditation。“鉴定”相当于“合格评估”，也有译为“认证”的），这个组织又会同各工程或工程师学会分头进行各专业的专业鉴定。这样的权威组织，在美国是ABET，在ABET之下有32个工程师学会的专业鉴定委员会；在英国是 EC，在EC之下有36个工程师学会。

各国的工程组织之间往往通过彼此的工程教育质量保证体系来认识和评价对方国家工程教育的质量和水准，并通过各国工程组织之间的协议导致对彼此国家工程专业点和工程学位的相互承认，例如华盛顿协议，就是目前颇具影响力的一例^[4]。

这里所说的工程教育质量保证体系，其特征是：

- 校内的质量保证体系：常设的组织，明文的规章，定期的专业自评，制度化的反馈和改进，质量文化的建设。

- 校外的质量保证体系：法定的、独立自主的专业鉴定机构，校外同行专家组的现场视察和评审报告，相关委员会在不受任何干扰情况下作出的鉴定结论。

- 分别设立各工程专业的鉴定机构。在许多国家，这种机构就是在各工程或工程师学会下设的专业鉴定委员会。但是，中国的各工程学会以往并没有鉴定职能。

- 在各工程专业的鉴定委员会之上设立一个总的工程组织，例如说是全国工程学会。它的任务包括：对内是对各专业鉴定委员会的认可，指导，协调，交流，服务，培训；对外是工程专业鉴定在国内外的总代言人。中国还没有一个这样的组织可以和ABET或EC等对地对话。

华盛顿协议所规定的相互承认是非常落实和彻底的。各国签约的工程组织要将自己鉴定过的全部专业点开出清单交给所有签约组织，这些专业点以及它所授予的学位就理所当然地得到各签约组织的承认，也就得到各国所有鉴定过的专业点的承认，并基本上得到各国相关工程师注册机构的认可。

总之，工程专业点和工程学位的国际相互承认，是以各国自己的工程专业鉴定为基础，并通过各国工程组织之间共同签定协议来实现的。建设部已经或正在对属下的建设类几个专业这样做，但是所涉及的范围很小。因此，中国工程教育在上述改革和建设方面作出各种努力的

同时，还必须及时建立一个全国工程学会和有关下属体系，按照具有国际可比性的教育质量鉴定标准通过一批专业点，然后才能与各国的对应组织一同坐下来，谈相互承认问题。这是一条国际通行的相互承认的道路，我们必得按这个路标去走。就像贸易问题必得走WTO规定的路，企业的产品质量管理认证必得走ISO规定的路一样。走这条路并无坏处，只会促进教育的改革和建设，加速教育质量和水准的提高。改革和建设是重要的，建立鉴定制度也是不可或缺的，而二者是相辅相成的。否则，工程教育办得再好，因为和国际通行游戏规则对不上号，还是没有办法坐到一起来谈相互承认问题，没有办法接轨的。

1993年香港工程师学会成立鉴定委员会，委员中学者和执业工程师各半，此外还包括4名海外成员，特别是华盛顿协议的代表。经过两年的筹备，香港工程师学会于1995年底全面承担了香港的工程专业鉴定。此后，又经过两年的申请过程，香港工程师学会于1997年被华盛顿协议接纳为正式签约组织。中国大陆的情况要比香港复杂得多，工作量也要大得多。从开始筹备，到完成一批专业点的鉴定，可是要化好几年时间的！我们已经是拖延不起了。

四、高等工程教育要为中国工程师登上国际舞台打好教育基础

工程专业毕业生大部分将成为工程师。很多国家都在对人民生命、财产、安全等具有重大关联的专业中实行执业资格注册制度，以对工程师的质量和数量进行控制和管理；并在具有健全的工程师管理制度的各国之间，协议工程师资格相互承认问题。

工程师的典型注册条件，通常包括三个方面，即教育要求，经验要求，考试或考核要求。其中典型的教育要求，就是毕业于经过鉴定的工程专业。也就是说工程师注册机构和工程专业鉴定机构的教育标准是统一的。这也体现了实行统一工程教育标准的好处。

在美国，鉴定和注册是由ABET和各州政府分别管理的^[5]；而在英国，二者都是由EC统一管理的。中国至今还没有管理全国各专业的工程师注册机构，只有建设部在个别专业的范围内有注册机构。

工程师资格的国际相互承认问题在世界上还处于寻求解决办法的过程之中，也许还要两三年时间，才能基本解决。1997年华盛顿协议各签约组织专门成立了工程师流动问题论坛（Engineers' Mobility Forum, EMF）来促进专业工程师国际相互承认的实现。2001年原华盛顿协议的8个签约组织，再加上日本、韩国和马来西亚的工程组织，共同签署了EMF协议。目的是要建立一个EMF专业工程师国际注册制，为今后各签约组织在相互承认彼此的注册准则和程序基本相当，彼此有经验的注册工程师的专业能力和身份基本对等的前提下签定双边的或多边的相互承认协议打下基础。这里所说的“有经验的注册工程师”应符合的条件是：所持有的工程学位基本相当于华盛顿协议正式签约组织所鉴定过的、符合华盛顿协议的工程学位；是在所属辖区内，经过评审的、独立执业的、合格工程师；大学毕业后，至少有7年执业经验；其中至少有2年是负责重大工程工作的；并一直保持着符合要求的专业继续进修。与此同时，亚太经合组织（APEC）也在为类似的目的，做与EMF协议类似的工作，即进行APEC工程师的注册工作。APEC工程师的条件与EMF专业工程师的条件类似，但它的范围涉及的是亚太地区的中国香港、中国、澳大利亚、加拿大、印度尼

西亚、韩国、马来西亚、新西兰、菲律宾、泰国和美国，其覆盖的专业是土木、结构、岩土、环境、机械、信息、制造和化工^[6]。

17. 由此可见，工程师的国际相互承认现在是先从有经验的工程师着手，正在启动之中。我们也看到，若要参与进去，一切都要从本国的工程专业鉴定和工程师注册这样的基础工作做起。高等学校的工学院一定要为达到和超过具有国际可比性的工程教育标准而作出贡献，使中国工程师在国际上具有很强的竞争能力。

五、 结语

本文所提出的问题基本上都是全局性的，不是一所学校或一个部门所能单独解决的。特别是其中关于成立全国工程专业鉴定和工程师注册组织的问题，在国际上通常都是先由政府立法，然后由受权组织依法实施的。因为上述鉴定和注册问题都具有很强的专业特性，各国此类组织的领导层基本上由工程和工程教育方面的权威人士组成。

我认为目前首要的、关键的问题是要由政府任命一个筹备工作组来制订方案，供政府讨论和决议。如果没有一个组织出头，即使大家称好，也还是在原地踏步，而时光将白白流逝，国家利益将遭受损失。

组织领导问题解决了，怎样做的问题，就会好解决得多。

对此，中国的工程和工程教育界应积极提高对鉴定和注册的认知水平，更主动更大胆地承担起时代赋予的重任。中国工程院更应该是当仁不让。

作为一名普通的工程教育工作者，我呼吁各位工程专家和学者多多出力促进。

参考文献

- [1] 毕家驹，“美国工程学位教育的质量保证”，《同济教育研究》，1997，第4期，第14-20，28页
- [2] 毕家驹，“进入21世纪的英国学科基准”，《中国高等教育评估》，2002，第3期，第31-35页
- [3] 毕家驹，“关于土木工程专业评估的评述和建议”，《高等建筑教育》，1999，第3期，第69-71页
- [4] 毕家驹，“关于华盛顿协议新进展的评述”，《中国高等教育评估》，1999，第4期，第52-55页
- [5] 毕家驹，“美国注册工程师资格的质量定位”，《同济教育研究》，1998，第1期，第27-33页
- [6] 毕家驹，“工程师走向世界的‘护照’和‘签证’”，《同济教育研究》，2002，第3期，第5-7页

试论“做学”与教学观念创新

张彦通

北京航空航天大学高教研究所

众所周知，教学改革是当前教育改革的核心。其根本目的是实现由重知识传授向重能力培养和素质养成转变，真正确立学生在教学中的主体地位，调动学生学习的主动性和积极性，培养创造能力，促进个性发展。但由于长期受以学科为核心的“课程论”及以知识传授为核心的“教学论”的影响，教学改革始终围绕学科、课程、教材、知识、教师、课堂等环节展开，教学改革考虑最多的是如何设置课程；如何编写教材；如何更好地组织内容；如何在有限的课堂教学中提高教学效益和质量，凡此种种，教学改革难以突破。在这种以课程为中心的教育思想影响下，教师教书，学生读书，考试考书。教学重在知识的传授、记忆和再现，与实践严重脱节，不仅使学习变成目的模糊、枯燥泛味的填鸭过程，而且影响了学生对学习的兴趣养成，抑制了学生主动性与创造力培养，不利于学生个性发展。所以，笔者认为，当前教学改革的关键是实现教学观念的创新，突破传统的课程观和教学观，树立“教”、“做”、“学”三位一体的新的教学机制。近年来，一种新的教学模式：“做学”开始逐步受到世界各国的重视，并显示出日益强盛的生命力。

—

“做学” (Learning by Doing) 强调以“做” (实践) 带学习，在“做”的过程中学习，通过“做”达到学的目的。

“做学”是一种突出能力培养，融知识能力和素质于一体的新型教学模式。它一般由下列四个主要环节组成：项目设计、小组学习、协作实践、目标建构。

“项目设计”是“做学”活动的关键之一。“做学”多是围绕“问题 (Issues/Problems)”或“项目 (Projects)”展开的，问题或项目的设置和选择决定了“做学”的内容、范围、组织形式等，并在很大程度上将直接影响“做学”的效果与质量。在“做学”环境下，项目设计不仅要考虑学习的内容，而且要同步规划学生的能力培养，特别是学生的个性特点、知识面、基础水平、学习条件等因素。项目的设置必须强调理论联系实际，有利于学生对所学知识的意义建构；有利于各方面能力的协调发展；有利于学生学习兴趣的激发和创造意识的培养。

“小组学习”是区别于传统“教学”或“自学”的主要方面。“做学”的学习内容不受教材的限制，不对学生作统一要求，不要求每个学生面面俱到，掌握全部内容。学生可根据其选定的“问题”或“项目”要求，自行决定学习的方式、学习内容和学习时间，学生可以利用各种可行的学习资源进行有目的学习，可以分散进行，也可集体学习。学习的形式包括查阅文献、自学、调查统计等，也包括请教专家、集体讨论，或采取大脑风暴法等。鼓励学生运用网络和多媒体技术进行跨越时空的网络型学习。

“协作实践”要求做学不能由某一个人独立完成，而由小组成员共同分担，提倡分工协作。协作贯穿于“做学”的始终，在小组学习阶段，小组成员要合理分工进行知识的汲取、信息的收集、数据的统计等。在实践阶段，更需要小组成员共同讨论、分析，提出实施方案，通过协作实践推动方案的实施。不同成员具有不同兴趣与特点，承担不同角色，完成不同任务。在“做学”过程中，每个成员的学习、实践及成果为整个学习小组所共有，学习小组成为学习的整体。

“目标建构”是“做学”的核心和目的。学习小组通过理论学习与协作实践，初步掌握了一定的新知识，并进行了初步的实践体验，对事物的内在规律和本质、知识内涵、相互关系等已有了一定了解，这些理性知识与感性体验需要通过目标建构来深化、提炼和总结，从而形成比较成熟、系统和全面的认识。这一进程通常以总结或报告的形式来帮助学生理清思路，从感性上升为更理性的思考，形成概念长期贮存于大脑之中。“做学”过程有助于学生将学习、实践或协作的方式逐步形成习惯与意识常驻于学生的身心之中，内化为素质，从而达到完善学习者的认知结构和能力结构的目的。

二

现代认知理论认为，人类的所有科学知识都是在无数的社会生产实践活动中逐步积累、丰富与总结而形成的，实践是人类知识和能力最基本的源泉。

传统的“教学”和“自学”教学模式强调以教材和知识为中心，从重“教”和重“学”两个方面来推进教学目标的实现。作为知识的载体，教材在教学中起着中介与核心作用，在很大程度上规定了“教”与“学”的内容和范围，同时也对教学模式和学习模式的选择产生了一定的限制。而“做学”强调以“做”、“探索”、“实践”或“体验”为主要的教学形式，围绕

“解决实际问题”展开学习活动，突出“以有目的实践带动有目的学习”，实现“知识、能力和素质于一体”的教育目标，把发展“自学能力”作为优化学生知识与能力结构的突破口。

“做学”源于现代认知理论。伯得(Beard)和哈特林(Hartley)在其著名的《高等教育的教与学》一书中，曾引述美国旧金山州加立大学戴斯考(Desco)于1971年所做的一项教学实验：戴斯考为学生提供了一组围绕特定教学内容而设置的传统理论课程与一组以设计(Projects)为主的实践课程，供学生选择，结果学生全部选择了后者。福(Faw)在其心理学课程的教学过程中，将传统的以教学为主的教学模式与学生可以自主确定学习方式与内容的教学模式进行了比

较，发现多数学生热衷于自主式学习。所有选择后一学习模式的学生，学生作业反映出如下特点：(1)学生作业的题目、内容各不相同；(2)学生的阅读范围与涉猎面相当广泛，远远超出了教材的要求范围。这两个实验说明：给学生以选择的权利，并创造适当的“做学”环境和条件是提高教学效果与质量的重要途径。

建构主义学习理论认为，知识不是通过教师的课堂传授而获得的，而是学习者在一定的情景，即实践背景下，借助他人(包括教师、专家和学习伙伴)的指导与帮助，利用各种必要的和可能的学习工具、手段、方法等，通过意义建构(Conceptioning)的方式不断积累获得的。该理论建议教师重视为学生创造适当的学习情境，而不是只重视课程或教学内容的组合。

“做学”理论认为：实践是有效学习的出发点，解决实际问题学习的驱动力，自主性是学习的基础。学生受个人兴趣和自我设定目标的吸引，会主动地利用各种可能和必要的学习资源及条件，开展有目的、灵活多样和富于创造性的学习，并在实践中将各种知识进行有效的综合和运用，同时使自身能力得到全面和协调发展。这样的学习过程不仅是知识的学习与积累过程，更是其自觉性、主动性和创造性等能力充分展现的过程。

三

根据一般的教学规律，教师的“教”在前，学生的“学”在后，教师根据事先制定的教学大纲及教材规定的教学目的、内容、要求和进度安排，逐章讲解，引导学生系统地、循序渐进地掌握(理解)所学内容。这种传统的教学模式存在下列明显缺点：(1)

学生缺乏对所学知识应用的亲身体验，学习不可避免地带有一定的盲目性，难以激发学生对所学内容的兴趣；(2)

课堂上学习的多是一个一个的知识点，与学生的能力，特别是动手能力、实践能力、协作能力、理论联系实际进行综合、分析与解决问题能力的培养有一定的脱节；(3)

任何一门课程所涉及的知识面较单一、狭窄，难于横向整合，更难于和学生的个人兴趣、特点相结合；(4)

长期的跟随式被动学习，容易造成学生思维的依赖倾向，不善于自主判断，不利于学生学习能力与创新能力的培养；(5)

习惯于独立思考与独立工作，缺少团队合作和集体攻关能力的培养；(6)

善于“解答”问题(试题)，弱于“发现”问题和“解决”问题。

通常的实验课、实践课、生产实习等实践训练环节，在很大程度上也是从服务理论教学的角度而设置的，重在对所学知识的验证、应用和巩固，学生主动、自主发挥的余地很少，应用知识的面很窄，能调动和选择的资源、方法、手段等也很有限，更难于从个人知识、能力特点的基础上获得进一步拓宽。

相反，“做学”以学生为中心，教师的中心任务是为学生创造适当的“学习实践机会”。“做学”提倡在教师指导下，学生发挥自主性，通过学习，促进对新知识的探求和对新旧知识的联系，实现自学能力、实践能力、动手能力、交流合作能力、协作能力协调培养的目的。

即“做”的过程就是学习新知识和综合能力培养的过程。在“做学”中，学生由“听(观)众”变为“演员”，由参观(听)者变成了参与者，成为知识和能力的主动建构者，成为了学习的真正主体。教师由“演员”变为“导演”，由幕前走向了幕后，成为学生学习活动的支持者、指导者、组织者或促进者。各种知识源(教材、讲义、参考书、音像材料等)不再是教师讲授的内容和对象，而成为学生主动猎取的对象。教学媒体也不再是教师用来改善教学效果的手段与帮手，而成为学生学习掌握的对象和用来获取知识、进行信息交流与传递、数据处理与思想表达的学习手段，成为进行实践方案设计和创造性工作的认知工具。同学之间不再是考场上的竞争者，而成为学习小组的伙伴或协作者。

由此可见，在“做学”模式中，传统的教学四要素：教师、学生、教材和媒体工具有了全新的意义和功能，彼此之间的关系也发生了根本的变化。由于学习过程是采取“做”的方式或“体验”的方式开展的，学生不再是听知识、读知识和背知识。相反，学生必须更加注重知识的应用和理论与实际的结合，更加突出了理论与实践的结合、动手与动脑的结合、个体与群体的结合。“做学”提倡在教师的指导下，学生亲自去探索，观察、收集、整理、操作、实践、讨论、比较、分析、综合、分工、协作。学生不必再对教材规定的内容面面俱到地全部掌握，也不必一定沿循系统全面、由浅入深、循序渐进的模式进行学习，而更多地采取解剖麻雀、触类旁通和分工协作的模式进行学习，充分发挥每个学生的特长，并使其个性得到充分的发展。“做学”鼓励学生通过直接的实践促进知识增长与能力培养的同步进行，这样获得的经验是直接的体验或感受；获得的知识是“亲知”，而不是“间知”；是“活”知识，而不是“死”的知识。

四

是否重视创新能力培养，是传统教学模式与“做学”教学模式的根本区别之一。

创新能力的培养离不开知识的积累，离不开智力活动，离不开教师的指导。但，创新能力决不仅仅是在教师指导下所进行的知识积累的智力活动，它不仅表现为对知识的摄取、继承、吸收、消化和运用，而且是一种发自内心、积极主动的探求与发现问题的意识，是一种敢于迎接挑战、探索未知、勇于创新的心理取向，是一种善于对新知识、新技术、新方法综合应用于实践的能力，是一种能够适时改变自己、适应环境并努力改变环境的应变才能。总之，创新能力是人才素质的核心，是一种创造性的实践能力，是现代人才素质的综合表现。

传统的教学模式以教学内容的稳定性和继承性为基本的出发点，以知识的记忆和再现为主要目的，强调对知识掌握的数量、速度与准确性，这些特征决定了传统的教学把知识本身作为学习的目的，把教学过程看作主要是对已有知识的继承、吸收和消化过程，以知识积累的多少与快慢为主要的的评价标准，因而形成了教师讲、学生听的教学模式，严重制约了学生创新能力培养。而面对当今日益加快的知识更新和迅速多变的社会环境，人才观、知识观和学习观正在进行着深刻的变化，对知识的学习与探索不再是学习的最终目的，而更多地成为培养创新能力和创新精神的手段。

以实践探索为主要特征的“做学”过程，是学生认识科学本质、掌握学习方法、灵活运用知识、培养综合素质的重要方式。“做学”强调“发现”知识和“运用”方法的过程，而不是简单地获得知识；强调通过创造性的解决实际问题，培养学生的自学能力和创新能力，而不

是单纯的验证知识或再现知识。在“做学”环境中，学生经常面对的不是已知的情景，而是未知的情景和没有标准答案的问题。学生所做的不是去解答教师设定的“问题”，而是自己去发现问题、解决问题。

学生的学习能力、应变能力、创新能力、实践能力及综合素质等也就在这种自主性的发现问题、解决问题的过程中逐步得到了培养。

五

近年来，“做学”教学思想已逐步受到广泛重视与认同，世界许多国家已开展了一定的实践探索，积累了不少成功经验，本文简要介绍几个典型案例。

1、Illinois大学鸡雏孵化生物课

美国Illinois大学教育学院的教授们正在尝试一种由大学生与中学生共同参加的生物课“做学”实验，实验任务是研究鸡蛋孵化成鸡雏的生命形成过程。实验在大学教授与中学教师的共同指导下，由大学生物系学生与中学生共同学习、同组实验。实验者在课堂内设置了一个孵化器，利用先进的CT透视技术电子显微技术、电子成像技术、数据及图像处理技术及多媒体网络技术，将鸡蛋在孵化过程中的生命形成过程及时地展示出来，供学生进行分析和研究。

首先，学生们被指示去查阅有关资料，了解鸡蛋的构造及其孵化的相关知识，然后开始研究如何运用各种仪器与设备进行定期的现场观察与记录，借助各种实验设备和手段，收集、分析、处理与再现有关信息。学习过程中遇到问题与障碍，可以进行讨论，或通过多媒体交互式网络技术进行远程求教，向专家咨询，也可进行学生之间的远程讨论。

学生们在实验的不同阶段，可以选择运用不同的技术、手段与方法进行信息收集、加工、处理和分析研究，形成自己的观察和认识。随着实验的进行，学生的知识不断丰富，认识逐步深入。实验特别鼓励学生以小组的形式集体开展活动，鼓励大学生与小学生混合编组，形成梯队，分工合作。

实验完成后，每人根据自己的学习、观察、分析与研究写出一份研究报告，阐述鸡蛋孵化过程的生理与生命变化机理。实验给了教授们以下启示。

(1)

通过实验，中学生不仅认识和掌握了鸡雏及卵生生物的生命形成过程，孵化对条件、温度、湿度、时间等的要求，及孵化过程的阶段特征与变化规律，更主要的是学生们还认识了各种医疗仪器、实验设备、研究仪器、信息处理技术及设备的用途、特点及其与学习、生活、工作的关系，了解了在现代条件下的各种学习渠道与方法；掌握了运用各种先进技术与手段进行数据处理与科学研究的方法；学会了运用多媒体方式进行学习、交流与沟通；提高了与各种人进行交流、沟通、讨论、请教与咨询的技能；培养了集体协作与配合的共学意识。

(2)

大学生们不仅进一步强化了对相关基础知识的理解，更拓展了知识面，掌握了典型的卵生生物的生命机制、遗传特征、基因理论等知识；掌握了生物科学研究的一般规律和方法；掌握了在现代技术环境下，如何开展技术集成化科学研究与网络化研究的技能；同时得到了生物教学的实习锻炼，为其未来从事教育工作打下了良好的基础。

(3)

不论是大学生还是中学生，报告显示学生的知识面与阅读面是相当广泛的，远远超出了一两门课程教育目的；学生能力得到全面提高，知识、能力与技能得到了很好的统一。学生们在实践能力、自学能力、创新能力、交流与沟通能力、科学研究能力、团队合作能力等方面收获是最值得称道的。

实验者们在成功的基础上，将该实验通过网络在数个学校间开展，只用一套设备，可供数百名有兴趣的学生共同进行实时学习，取得了良好的教育效果与效益。

2、Hull大学的“面向用户的设计”教学

英国中北部Hull大学软件工程专业学生正在开展一种“面向用户的设计”教学改革。该课程将学生按四人一组进行分组，教师做为客户或用户向学生订购软件系统，每个教师都是一个手头持有系统开发项目的用户，向学生招标，每组学生可招标承担某一个开发项目或任务。

每个系统开发项目由四个阶段组成：需求分析、系统设计、系统运行、系统测试。在每个项目完成之后，学习小组更换客户，通过招标选择承担另一项开发任务。

该课程有两个培养目标：第一个目标是系统开发的本身目标，即接收一个不是非常清楚的系统开发任务，学生在已掌握的知识基础上，通过进一步学习，将之转换成清楚、准确、有效和可行的系统功能规格，再根据该规格进行系统设计、实施运行和测试；第二个目标要求学生探求和掌握自我管理、有效组织、分工合作的工作模式。教师指出，正是第二个目的为学生提供了最佳挑战和能力培养机会。

学习过程中，用人单位(系统开发公司)也参加进来，一方面带来现实的问题或项目供学生选做，另一方面给予必要的指导或资助，帮助学生解决一些实际问题，确保学生的学习活动及成果能更贴近于生产实际。福特汽车公司就定期派专人参加学生的学习指导和考评，为成绩优良的学习小组提供奖学金，并引导学生运用企业生产方式进行系统开发，培养学生适应实际工作的经验与能力。

Hull大学的教授们相信，与传统的学会之后再去做开发与设计系统的教学方法相比，学生们更乐于自己设计或开发真实的系统，通过开发与设计进行学习。但其中重要的是教师角色的转换，既作为教师又作为客户，教师必须通过灵活的角色转换来确保学生能学到应该学习的知识，得到应得的能力锻炼。学生认为此项改革对能力培养有多项益处。其中最主要的是学生的团队精神、自我组织、沟通交流能力等得到了培养，学生对所学知识的本质、相互关系及其在解决实际实际问题中的运用有了更深刻和全面的理解。

3、Sussex大学的MBA“自我管理学习计划”

1990年英国Sussex

大学Rotley

Park学院引入了一项新的培养计划：“自我管理学习计划”（Self-Managed Learning, 简称为SML）。该项计划要求学生(个体或小组)承担起自我学习的责任和义务。实行自我学习、自我考核。SML计划由六个主要环节组成。

- (1) “自我管理学习”思想介绍
- (2) 签订学习合同 (Learning contract)
- (3) 确定学习范围
- (4) 自我评价
- (5) 考核过程
- (6) 教师指导

计划的组织者认为：管理是一个积极主动的工作过程，管理者必须有能力显示他们能管理：管理者应能够作出复杂和艰难的决断。管理者要管理别人首先应能有效管理自己。所以，作为管理开发过程的一部分，学习者必须能向同伴评审组 (Peer Assessors) 提供他们自己的决策。

SML计划要求参加的学生设计其自己的学习与工作方案，“学习合同”就是一种有效的自我学习途径，并能激发与保持学生的学习兴趣。在签订“学习合同”中，学生须同教师、企业共同签订一份学习合同，明确界定学生学习的知识领域、拟解决的实际问题、运用的手段与途径、要达到的目标等。这是一个双向交流过程，学生必须将自我兴趣与实际要求有机地结合起来。

制定学习合同本身就是一种学习过程，学生不仅要学会分析“学什么”、“做什么”，而且要考虑“如何学”、“如何做”。学生必须回顾和总结个人过去所学的知识、经历和体验(正反两方面)，从而确定适合自己的学习方式与工作方式。

团队学习为学生们提供了一个互相学生、经验交流、信息反馈的机会，它使学生不仅学会自我负责，更受到集体共同负责的锻炼。学生们在相互交流、讨论与对照中找到自我差距，认识得到提升。多数学生在这一阶段感受到了相互之间的压力和内在挑战，这是一个痛苦的过程，但他们坚信：“没有痛苦，就没有真正的学习。”

“学习合同”中设置的学习目标为学生进行自我评定提供了标准和依据。同时，用人单位、校外考官和团队指导教师也会参与学生的自评过程，提供参考意见，确保学生的自我评价客观、准确。

教师的支持是整个自我管理学习活动成功的关键。导师的作用包括：作为普通的组员参加到团队学习中，为学生提供信息、观点和意见；作为催化剂或调节剂，承担一些补缺或中间调解工作；提供过程咨询，在学生的学习过程中作必要的答疑和咨询，解决矛盾、纠纷，协助学生总结与评价；作为联络人，在学习团队之间、与用人单位之间、企事业单位之间担当联络人或牵线人；作为顾问，提供资源，制定规则等。

4、劳伦斯中学的“自主研究”课程

座落在美国长岛的劳伦斯中学从1985年开始一直为七年级的学生开设一门“自主研究”课程，该课程要求学生在教师的帮助下独立从事某项课题研究。研究要求学生必须自己提出问题、确定研究题目、独立研究并提交最终研究报告。“自主研究”课程有四个主要阶段。

1、研究题目的确定

由专门的教改小组，对课程进行分析，将课程分为若干教学单元，每个单元明确相应的教学要求和研究方向，学生根据这些要求自主确定研究方向与研究题目。教师的工作是依据学生们的选题，将学生分组安排在不同的教室里，为学生提供相应的实验设备、录相、幻灯片，聘请有关专家开办讲座或带领学生到野外考察、参观，为学生演示收集信息资料与信息的方式、途径（如：与专家面谈、查阅图书馆、使用电脑或网络等），其目的是帮助学生了解必要的学习方法与技能，帮助学生们明确和加深对自己所选题目的理解，鼓励学生们自己动手，自主学习，并学会自主承担风险和责任，培养克服困难的信心和勇气。

2、收集资料，制定研究计划

根据研究题目的要求，学生们在教师的指导下设计自己的研究计划。计划内容包括：用什么方式、途径来收集资料；收集哪些方面的资料；掌握那些相关知识。这是对学生学习能力的综合锻炼。在此过程中，学生们一般要求掌握以下的知识，并具备相应的能力：会查阅书籍、报纸、期刊、杂志及文献索引；能观看录相、幻灯片、电视节目、使用CD-ROM；掌握从事调查、研究、与人交流、向他人请教、与专家或被调查者面谈等技能；能设计实验或制造仿真模型；会进行野外考察或试验。这一过程是对传统教学模式的严重挑战，是培养学生自学能力的主要环节，尽管每个人都会遇到各种各样的困难与障碍，但多数学生对这个过程的感触最深，体会与收获也最大。一位学生在其报告中这样写到：“我学会了使用电脑查询，学会了使用图书馆，而且再也不惧怕大部分的书。我明白了事情要一步一步做，书要一段一段看，只要坚持便会成功。特别是我为自己能坚持做完自己的研究而骄傲，尽管它不符合单元研究的要求，可它的确是我真正感兴趣的。我了解了自已真正想知道的东西，我很成功”。这位同学在研究中学会了自我负责、自我承担风险，增强了学习的自信心和对学习的兴趣，劳伦斯中学的教师认为这种意识的培养比一个圆满的研究结果更重要。

3、分析资料，实施研究计划

在该阶段，学生门在教师的指导下对所收集到的资料、信息与数据等综合分类处理，提取有用的内容，集中力量学习、理解、消化、吸收。必要时修改或调整研究计划。这是学生进行真正有目的学习的过程，是学生自主性智力开发的过程。

4、研究报告的撰写

课程的最后阶段要求学生们写出自己的研究报告，并以口头报告、图表、专栏、实验等自己喜欢的形式展示研究结果。研究报告内容包括：“问题的提出”、“研究进程”、“研究结论”、“自我总结”及“参考书目与索引”等几部分。

劳伦斯中学虽然只是在中学生中开展了这一“自主研究”教学实践，但它体现了“做学”教学模式的一般思想，实现了教学最根本的目的，这一点从劳伦斯中学学生让他们的老师感到兴奋和激动的“自我总结”中可以得到充分的证明：

“我懂得了，任何工作，无论它多伟大或多渺小，其中都有困难和战胜困难后的快乐……”。

“我为自己能成为‘研究人员’和‘作者’而自豪……我开始明白我自己也可以选择，决定，并且去承担风险……”

“我对原来一无所知的事物有了了解，我开始充满信心，明白了只要坚持、不放弃就会有结果。我会做得更好。”

主要参考文献：

1. 袁振国，创新教育——素质教育的灵魂，《文汇报》，1998年6月19日。
2. 樊孝述，重视教育教学方法改革，积极推行启发式教学，《高等工程教育研究》，1996年教育思想研究专刊，59—61页。
3. 刘要悟，试析课程论与教学论的关系，《教育研究》，第四期，10—16页。
4. 曹炎，(1997)，劳伦斯中学“自主研究课程”设置，《外国中小学教育》，1997年第三期，23—24页。
5. 戴锅生，(1995)，自我否定：从教师讲授为主到学生自学为主，《高等工程教育研究》，1995年第三期，83—84页。
6. 何克抗(1995)，构建主义----革新传统教学的理论基础，教学技能于教学技术学术会议(T&T Conference)报告，一九九五年五月，北京。
7. Weil, S. and Frame P. (1992), Capability through Business and Management, in *Quality in Learning, A Capability Approach in Higher Education*, edited by Stephenson J. And Weil, S., Kogen Page, London.
8. Weil, S., Lines, P. and Williams, J. (1992) Capability through Engineering Higher Education. In *Quality in Learning, A Capability Approach in higher Education*, edited by Stephenson J. And Weil, S. 1992, Kogen Page, London.
9. Beard, Ruth, M. (1984), *Teaching and Learning in Higher Education*, 4th Ed. Paul Chapman Publishing Ltd. London.

工程教育中的创造与创新

周哲伟

上海大学

摘要：我国的高等教育法第六条规定，高等学校应该培养具有创新精神和实践能力的人。大学应该如何培养具有创新精神的学生已经成为当前国内高校的一个热门话题。工程教育在中国高校却占有重要的地位，讨论在工程教育中如何培养学生的创新精神，显然十分重要。

本文主要从工程教育与全面的基础教育、工程教育所应该创造的氛围和学校与社会共同进行工程教育等几个方面来探讨这个问题。

一、工程教育应该基于全面的基础教育

创新，指的应该是那些在人类发展进程中，对社会科学、自然科学及工程技术等起到推动作用的突破。这种突破不是依靠突发奇想或玩弄某种技巧所能取得的。他必须依赖于对现实的深刻理解。

在现实的矛盾中，包含着历史发展的成果，存在并酝酿着代表未来的因素。不了解历史的发展，不分析现实的矛盾，不可能了解代表未来的因素，也就不可能去发现它、创造它。

如仔细研究一下工程界的成功杰出人士，不难发现他们的成功以及与常人不同的独到见解并不来自某一项专门知识或技术专长，而是更多地来自他们对事物的深刻理解，甚至于他们包括人文知识在内的文化修养。

因此，全面的基础教育对于培养创新的工程教育是必不可少的。极其重要的是我们必须把发展着、充满生命力的基础学科展现在学生面前，让他们得以欣赏其精彩和魅力，而不是让一大堆结论和规则搅昏他们的头脑。要让学生看到这些基本的概念和知识是怎样一步一步突破各种限制取得进展的，更重要的是要让他们知道现在仍然还有什么限制期待着人们去解决。

学科交叉对工程技术发展的意义似乎已毋须赘叙了，但如何拓宽基础课程的知识结构，从全面培养人的目的而不是仅为专业学习做准备的角度来设置课程，却还有许多工作要做。

二、工程教育应该鼓励创造美好事物的愿望

创新就是突破。千百年来，真正使人类得以进步的，还是人类为改善自己的生活而进行的持续不断的努力。为此目的，人们不断地认识世界、改造世界，为自己创造更美好的生活空间。鼓励年轻人创造美好事物的愿望应该是工程教育的重要任务。

在人类前进的过程中，荣誉、辉煌、名利一直在引诱人们，尤其在快速增长期，现实利益的引诱变得更加强烈。但这些无非是历史大潮中泛起的波澜，永远不代表历史前进的方向。

因此，对年轻人价值观的引导是十分重要的。没有对创造美好事物的追求，对人类发展终极目标的关怀，也就不能耐得住寂寞，不可能抵御形形色色的诱惑。没有正确的引导，年轻人很容易走到追求时髦、注重表面形式或看重眼前利益的路上去。

三、工程教育应该提供尝试的机会

追求成功似乎是最顺理成章的事情，尤其对于年轻人来说。学校的考试制度也给莘莘学子们提供了一架可以不断证明成功的阶梯。在中国的各级学校里，几乎无一例外地把最会通过考试阶梯的学生看作是优秀学生。学生当然就努力地在这一架阶梯上攀登。在这种攀登过程中，最重要的是遵循公认的规则，尽量避免失误，很自然的结果就是同时扼杀了年轻人的创造性。对于工程教育来说，这样的系统也许能培养出熟悉规范的工程师，但不会培养出闪现创造灵感的大师。工程教育应该给学生提供尝试的机会，鼓励他们不成熟的原始创作冲动。如果简单地把错误等同于失败，追求的目标就应该是少犯错误或争取不犯错误，这也是大家很容易接受的结论。但如要鼓励创新，追求的目标应该是不犯同样的错误。不犯错误并不是好事，它意味着机会的丧失，意味着找不到新路。

在教育的过程中，要鼓励学生尝试新的思路和方法。考试是必须的，但考试的分数应更多的判给正确的方法，而不是正确的答案。

四、工程教育应来源于学校和社会的共同努力

我们都很熟悉这样的话：“XX大学是工程师的摇篮”。现在已经听不到这种说法了，因为大家都明白，没有经过实践的锤炼，不可能成为一名合格的工程师。

当前工程技术的发展速度超过以往任何时期。指望学校的专业教育跟上这一发展，单靠学校自己的力量几乎已是不可能的事情了。如果希望在工程教育中提倡创新精神的培养，学校必须与社会各界联合起来，才可能将此项工作向前推进。

一个可能的模式是，大学努力完成全面的基础教育，而在后二年的专业教育中，尽可能地与社会用人单位相结合，把企业的研发工作引入大学，把企业的新产品和新技术引入大学。请工程技术人员到学校里来上课，他们很可能是最好的专业课教师。有的企业已经规定，工程技术人员如果要得到提升，必须在有关院校里完成一定的教学工作量。这是一个非常聪明的办法，它既提高了专业课的教学水平，同时也提高了工程技术人员的业务水平。