

面向全球化的中美工程教育高峰政策研讨会 纪 要

《面向全球化的中美工程教育高峰政策研讨会》在上海交通大学和北京航空航天大学胜利举行。研讨会于 2002 年 10 月 20 日晚在上海建国宾馆举行开幕式。接下来的两天里，在上海交通大学举行全体会议。10 月 23 日上午代表团体会并移师北京航空航天大学，当天下午与会代表举行圆桌政策会议。研讨会 24 日全天举行全体会议，并于当晚举行闭幕式胜利闭幕。中国国家自然科学基金委员会和美国国家科学基金委员会为本次研讨会提供资金支持。

目的

面向全球化的工程教育研讨会是由来自中美两国科学技术企事业单位决策层的代表参加的《中美科技政策十年系列论坛》的第五次研讨会。研讨会的主题是：在以知识为基础的经济全球化的时代，以工程教育不断变化的需要为中心，为进行多层次的、全方位的讨论创造机会。选择该主题的根本原因是为了加深对这些问题的政策方面不同观点和方法的理解和借鉴。加深两国之间的理解能够更好地在全国乃至两国以及地区范围内计划和实施国际劳动力的有效和平衡的发展。

会议论题范围：

研讨会围绕以下三个主题展开：

- 1、工程教育的全球化；
- 2、终生教育与远程教育；
- 3、工程教育的创新和创造力。

与会代表们在上海和北京两地就此三个主题发表了演讲。这三个主题在本总结所附的技术手册中有所体现。本总结组稿的次序主要是依据论题范围，而不是根据发言的地理或时间的先后顺序。上海和北京都分别举行了由两个美方代表和两个中方代表所做的主旨发言。本总结将对此进行简要说明。

开幕式致词：

上海开幕式致词的领导有：徐匡迪（中国工程院院长、原上海市市长）、谢绳武（上海交通大学校长）、J·托马斯·拉奇福德（J. Thomas Ratchford）（乔治梅森大学法学院教授、中美科技政策合作项目主管）、严隽琦（上海市副市长）。几个主题重复出现在致词中。他们首先强调了中美双边关系对于全球经济繁荣和世界和平的重要性，赞扬了工程师和科学家在保持友好的双边关系甚至面对具有挑战性的外交问题时所起到的作用。双方都非常关注工程人才

的未来，因为两国都面临着越来越多的学生选择诸如金融、贸易等领域学习的事实。这就对鼓励公众加深对工程和科学理解以及推进工程教育中的课程设置和教学方法的改革提出了挑战。

上海主旨发言：

研讨会的美方联合主席爱德华·奥尔顿·帕里什（Edward Alton Parrish）因身体欠佳未能出席会议。他的主旨发言编入了论文集。文中他认为近年来工程教育所面临的主要挑战是：在获得学位和高超的专业能力的同时，培养学生具有一定深度的全面而坚实的学科基础知识；掌握获得人生成功的有效技能——即所谓的“软”技能(包括口头和书面的交流能力；领导能力并且成熟理智；理解并欣赏丰富生活的文学和艺术作品；多元文化环境下跨学科的团队工作能力；理解科技对社会产生的影响，包括伦理道德、经济、政治、社会安全等方面)；不断的终身学习的技能。他接着阐述了伍斯特理工大学（Worcester Polytechnic Institute）正在解决这些问题。

在上海会场，斯蒂芬·迪莱克特博士（Stephen Director）作了的主旨发言。他的主题是工程教育的全球化。在密歇根大学和上海交通大学双边合作项目中，密歇根大学的教师在上海交通大学的校园里开设了若干门机械工程教育课程，其中重点介绍了全球产品开发这门课程。这样的课程为工科研究生在全球产品开发以及产品的国际发展过程中提供了动手的实践经验。

在上海中方的主旨发言人是翁史烈院士。他阐述了在教育体系的结构改革中的人才观和教育观。他指出 21 世纪教育的五个主要趋势：教育、科研、生产一体化趋势；科学技术综合化趋势；社会发展理性化趋势；经济发展全球化趋势；教育终身化趋势。良好的教育需要知识、能力和质量。工程教育对教育体系具有独特的要求，因为工程教育需要传授实验实践中得出的知识。工程教育中“实践出真知”。通过提供良好的研究设备和创建实验基地，中国工程教育界为加强实验实践做出了巨大的努力。

北京主旨发言：

北京会场的中方主旨发言人是韦钰院士。现在生活的多学科需要和工程师职业的扩展是她文中论述的重点。工程教育要像日常生活中的方方面面一样不得不适应这个趋势。就工程教育而言，这意味着某一专业的学生（例如机械工程）需要在另外的领域成为专家（例如计算机科学）。除了课程内容的变化以外，工科知识也发生了革命性的变化。网络学习具有特殊的吸引力，因为它为（幼儿园到大学的）课程设置提供了机会，从而仔细地平衡所设课程的深度和广度。对于如何解决这些不同的问题，“做中学”的概念被采用，同时也给予了理论和应用足够的重视。她还对于工程教育改革指出一些中肯的教育改革方向。

工程教育全球化与公共政策的影响是美方主旨发言人 J·托马斯·拉奇福德的主题。他指出生产技术和工程教育社会角色的重要部分。传授工程学知识，无论以明示方法还是以暗示的方法都很重要。在回顾了科学技术领域中基本的全球趋势（例如技术投资、技术价值、技术更为密集型的经济、技术和教育的全球一体化以及技术开发中政府角色的削弱等等）后，他接着介绍了获取和利用知识的最佳实践案例。最后，他简要地阐述了工程教育的具体政策与广泛影响教育的一般政策之间的相互作用，并号召与会代表在他们自己的工作中综合考虑技术和政策的作用。

闭幕式致词：

10月24日晚研讨会正式落下帷幕，当晚致闭幕词的领导有：周炳琨（中国国家自然科学基金委副主任）、李未（北京航空航天大学校长）、温弗雷德·菲利普斯（佛罗里达大学校长）、韦钰女士（中国教育部副部长）和沈士团（原北京航空航天大学校长）。这些中美教育界的著名领导在研讨会中重申在工程教育相关方面要进一步加强合作，一致同意以后要进一步增强合作，多召开几次类似研讨会。所有致辞将在总结后面的结论和建议部分中有所体现。

议题一、工程教育全球化

全球经济的高速发展创造出更多的跨国公司。公司、大学和其它相关组织机构之间在工程教育方面的国际交流与合作已经逐渐成为非常普遍的现象。各国都在建立公共政策议程，职业认证书的普遍认可也变得越来越重要，因为工程师国际间的流动越来越频繁。另外，工程教育设计同样需要考虑到地区和全球的文化视点。所有的这些都为培养具有国际视点的新型工程师提出了要求。

研讨会还讨论了以下问题：全球化将对工程教育政策以及具有国际可比性的政策的制定程序产生什么样的影响？工程教育课程和计划如何适应不断变化的环境？认证体系（职业证书的相互认可）在不同的国家是如何运作的？

与会代表重点讨论了高等教育，尤其是工程教育所面临的许多挑战。例如：罗伯茨·琼斯（Roberts Jones）认为在培养工程师方面，彻底地改变传统教育机构角色的必要性。王孙禺教授就工程教育改革的主题也发表了自己的观点。他强调了提高工业竞争力和工程师职业地位的重要性。格雷琴·卡隆基（Gretchen Kalonji）强调了工科研究生和本科生参加国际实践锻炼的重要性。四川大学和华盛顿大学的成功合作项目在加强工程教育和研究实践经历，以及为学生能够更好地理解跨文化教育做出了巨大贡献。

埃德·杨（Ed Yang）论述了大学和工业之间的问题和机遇。他强调了在全球化和互联网新技术时代工业和大学的合作伙伴关系的重要性。全球化意味着工程人才的交流与合作以及他们流动性，这种趋势的速度不断地加快。这些跨国界的趋势在教育内容和标准、职业评估和认证（包括机构和个人）以及更有效实施全球合作的整体教育等方面引发了许多关于如何实现等价的问题。互联网新技术为提高教育的功效提供了机会。工业和教育机构应该为改善生产力、创新商业模式以及提高全世界人民的生活水平做出应有的贡献。温弗雷德·M·菲利普斯（Winfred M. Phillips）和吴启迪校长都阐述了复杂的技术、政策和教育问题的相关方面。所有关于工程师认证的议题可以说在研讨会上讨论得最为激烈，并希望今后在此方面进行紧密合作。余寿文教授讨论了该系列问题的一个方面，尤其是工程教育国际化以及由此引发的中国教育体系的许多变化。亚历山大·迪安吉利斯（Alexander DeAngelis）认为这种国际化的趋势必要伴随着科学研究和工程教育的全面地、迅速地国际化，美国国家科学基金会的国际计划就反映了这种趋势。陈淮处长对于中国科学和工程面向全球化的发展发表了相同的观点。

议题二、终身教育和远程教育

科学技术进步的快速步伐要求工程师在整个职业生涯不断学习。了解工程师如何能够更好地完成终身学习，以及大学和企业如何能够为这样的学习提供更好的机会就显得更为重要。研讨会重点讨论了这些问题以及其它相关问题，如当工程师职业生涯改变时，大学在再训练过程中应起到什么样的角色。

对于全世界的工程教育家来说，终身教育（继续教育）是工程师教育中的重中之重。与会代表不仅阐述了终身教育的教学法，而且也论述了终身教育的实施。例如：谢企华总裁强调了在中国重点企业宝钢集团的继续教育中加强企业技术创新的重要性。黄劲博士认为在网络学习和软件工程教育中教学方法和科学技术的应用要紧密结合。她同时也简要介绍了为成功实施远程教育所建立的“教育平台”的不同部分间的相辅相成的关系。埃里克·汉密尔顿（Eric Hamilton）介绍了网络教学中的三个前沿领域：技术变化、分散式环境下的学习以及二者交叉部分的教学法的发展。简·褚·普雷（Jane Chu Prey）阐述了数字化图书馆的任务，美国国家科学基金会开展此项工作是为了向所有的学生、教师和大众提供优秀的学习材料。凯·董(Keh Tung)描述了美国通用汽车公司采用不同的科技和方法来培养具有竞争力的人才的案例。“训练培训者”是该战略的重要部分。杰克·威尔逊（Jack Wilson）认为计算机、通讯和认知科学的进步已经促使工程教育的发生了很多变化。他介绍了例如计算机辅助的课程等，新教学模式是如何推动课程内容的改革的。

议题三、工程教育中的创新和创造力

工程教育的灵魂是创新和创造力。科学和技术的迅速进步使得该问题对于工程教育来说更加至关重要。知识管理体系、工业-大学合作关系以及培训基地和技术转化扮演着越来越重要的角色。

外在知识一般容易传授，也容易转移。内在知识或隐性知识，一般指的是“技术专长”，不容易教好，而且在科学和工程学全球化环境中，它也变成一个非常难解决的问题。研讨会讨论的问题包括：面对经济全球化如何应用知识管理理论来加强工程教育？工程教育家们如何巩固学生的个人特点，如何鼓励学生进行批判性的思考，如何促使学生掌握创新和创造的能力？大学和企业的合作关系在培养学生成为未来创新家的过程中应该起到什么样的作用？

谢绳武校长指出上海交通大学成功的重要原因是将创新精神贯穿于工程教育课程设置的始终。他强调了拓宽教学平台、动手实践以及全新的学分系统在培养学生创造力的过程中起到的重要作用。柯俊院士高度评价了本世纪末中国发展过程中工程教育的作用，他介绍了一个由北京科技大学启动的重视研究生科研能力的实验项目。工程教育质量评估的需要是理查德·安德森（Richard Anderson）论述的重要内容。通过对比美国和欧洲模式，他具体分析了工程教育全球化过程中中国的相关利益。

周哲伟教授的主题是工程教育中的创新和创造力。他重点论述了当地的企业的需要以及继续教育的广泛需要。弗兰克·休本德（Frank Huband）认为工程创业的核心是要求工程师认清社会的需要并通过创新产品和服务来满足这些需要。这在工程师学习诸如谈判技能、金融和营销技能等“软技能”的趋势中有所体现。但是，了解应该学什么内容是解决该问题的核心。如何教授学生创新和创造能力也同样重要。这就是谢友柏院士所论述的“如何”问题。他认为学生必须掌握获得知识、综合知识和应用知识的能力，而不是从知识传输过程中获益。詹姆

士·梅尔萨（James Melsa）认为要使这个过程获得成功，要使学生的“软技能”得到充分的开发，教育机构（包括企业）必须网络化和个人也必须积极参加。他列举的一个成功范例是全球学院产业网络。

结论和建议

中美双方代表从正式的发言中学到了许多，并在相互讨论和交流中对相关问题取得了更加深刻地认识。所有参会代表感谢美国国家科学基金委员会和中国国家自然科学基金委员会为此次会议做出的贡献。

结论

与会代表认识到：

- 1、中美双方具有许多相同的目标。中美工程教育界的主要利益和目标是相同的。
- 2、研讨会的主要论题把许多困难和挑战摆在了中美工程教育家的面前。它们包括：
 - 1) 全球化（市场）
 - 2) 教育改革（创新和创造力）
 - 3) 继续教育和网络学习
 - 4) 质量评估和认证

全球化核心主题是经济机会。大家一致认为继续在工程教育方面加强中美双边对话是非常重要的，而且双方都会从中受益，并能够为政策和实践的改革提供广泛的机遇。同时，双方相信科学技术是增加经济机会的关键资源，而工程教育是政策和实践体系的基石，它将确保机会会变成现实。正如 J·托马斯·拉奇福德在北京会议的主旨发言中所强调的：（这开创了）“…工程教育双边会议的先河。”

未完成的工作：

需要进一步说明的是，双方与会代表都希望借研讨会提供的有利时机，有计划、有步骤地促进两国的密切合作的发展。下面就是双方代表一致认为要投入大量时间和精力进行进一步合作和研究的四个方面。

1、认证和资质鉴定：翁史烈院士和沈士团教授以及他们的同事们会和中国工程院、中国教育部协商有关事宜，而且他们也会与美国工程技术认证委员会（ABET）进一步磋商未来的合作意向。美国基金会和中国国家自然科学基金委员会将会提供大力的支持。

2、工程教育国际化——行业和市场国际化：在经济全球化的形势下，企业要想在国际市场上立于不败之地，就必须具备高层次的科技水平，高超的管理和技术应用能力。就国际市场所造成的外部环境影响来说，中美双方所受到的影响是大同小异的。大学、科研院所等科研机构的交流项目以及个人的学习和培训项目需要进一步增加。对于中美两国来说，在国际工业市场环境中培养具有国际竞争力的高级人才具有重要意义。工程教育家在培养过程中起到了举足轻重的作用。

3、终身学习和远程教育（继续教育和网络学习）：在双边研讨会召开的相同时间里，中美双方签署了关于增加网络学习机会的协议书。中美双方都期望进一步拓展继续教育领域的现

有合作项目，而且希望通过网络学习更大范围地扩大经济领域的合作。双方有必要就网络教育进行更深层的对话。

4、工程教育的改革和创新：很明显，在过去的20年里，中国着重发展了科技工程技术力量。无论是在数量上还是在声望上，中国的工程师都有了长足的进步。中美双方就给予资金资助的优先权方面的争论应该引起两国的工程师界的关注，并且要在政策制定过程中起到积极的推动作用。

对于中美双方来说，1、认证和资质鉴定、2、工程教育全球化、3、终身教育和远程教育和 4、工程教育的改革和创新等论题都是适应时代发展的，而且非常重要的。在美国，这些问题，特别是后三者与美国基金会联系相当密切，尤其是教育和人力资源理事会，该理事会的任务包括建立、培养和发展全球瞩目的科技人才力量。另外，虽然本次研讨会的讨论的中心是工程教育，但是双方共同关注的合作范围实际上远远超过了工程教育的范畴，已经发展到初等教育，甚至包括中小学教育。

终身教育和远程教育问题是美国基金会和白宫科技政策办公室的国家科技委员会所倡导的劳动力优先领域的关键性问题。埃里克·汉密尔顿在研讨会论文集中的报告中指出，目前缺乏对如何记录远程教育中高效益、低成本的方法的研究，并强调随着远程教育科学技术的快速发展，以及网络为基础的学习和交流的研究型基地的迅速建立和完善，现有的研究型基地很快就会落伍。与人口总数相比，中国对远程教育的投资相对较少。另外，按照美国标准衡量，中国远程教育的大部分都已经相对过时了。实际上，中国的远程教育完全是建立在通过单向同步卫星转播的授课基础上，并未从国际互联网平台中受益。但是，正如黄劲博士在研讨会结束时的报告中所指出的那样，现在美国远程教育的最新项目的基本特点有望在汉语+互联网的平台得以迅速实现。

然而，关于当前的这些平台以及未来十年之内出现的平台的研究和评估方面的问题也就会层出不穷。这势必会成为合作领域中最有发展前途的组成部分之一。它不仅会给中美两国带来巨大的增值效益，而且也将在正规的高等教育机构以及企业或工场工作环境中集中对远程教育模式开展研究和评估工作。

目前，有些合作活动已经开始实施，有些合作活动正在筹划之中。今年2月6日到7日，美国科学基金会和海军研究部在加利福尼亚州州立大学的圣博纳迪诺分校举办了专题研讨会，会议目的是制定开展关于发展远程教育的研究的时间表。中国国家自然科学基金委员会派出一名代表参加了该研讨会，从而迈出了促进中美研究者共同合作的第一步。另外，由于为筹备本次双边高峰政策研讨会，教育和人力资源理事会提出，远程教育应被作为2003年11月12日到16日在桂林举办的中美联合科技高层委员会秘书长会议的讨论重点。桂林研讨会的与会代表一致认为举办远程教育和数字图书馆专题研讨会是非常有前途的，而且也是很必要的。

在工程教育课程评估中，中美双方还有其他一些共同关心的领域。中方与会代表对于拓展包括提供全球产品设计和基于项目的指导等内容的工程教育课程具有非常敏锐的慧眼。怎样把这所有的内容都塞进一个学位（或工场）结构是一个经常摆在我们面前的问题。与此同时，他们还在试图建立一个如美国工程技术认证委员会那样的工程教育课程质量保证机构。另外，我们如何建立一种基准去测量和评估国际合作呢？作为更为广泛的国际策略中的一部分，中国国家自然科学基金委员会和美国国家科学基金都应该明确地欢迎合作式的研究与评估提议。

另外一个潜在的合作领域就是初级理科教育和中级理科教育。中国教育部的一些同志好像还很推崇以调查为基础的理科教育改革方式，这种改革方式在美国已经受到了质疑。也许美国科学基金会应该考虑邀请中国教育部的一位著名的资深科学和工程教育家去访问美国，一方面感受一下美国目前在这个领域的研究和思想，一方面介绍一下中国在改革上做出的努力。

与会代表们讨论了如何从这次研讨会上凸现的众多机遇中建立一套强有力的，结构连贯的战略合作机制。观点之一就是召开一次国际合作研讨会。在中美工程教育方面，存在许多大家都非常感兴趣的合作模式。在这个国际合作研讨会上，这些模式的代表们可以聚集在一起，共同探索最好的实践方法。典型的模式包括：密歇根大学和上海交通大学模式，其中密歇根大学的学生在上海交通大学访学；华盛顿大学和四川大学模式，其中两所大学的学生相互访学以及爱荷华州大学模式。美国科学基金会的教育和人力资源理事会，美国科学基金会国际科学和工程部的东亚和太平洋项目可以考虑筹备这样的一个论坛。国家科学基金会的本科生教育处也许会对关于课程，教学大纲以及实验室改进项目等的提议感兴趣，希望以此来建立关于课程，教学大纲，特殊项目和中心等等的合作项目，包括像密歇根大学、爱荷华州大学的合作模式的延伸部分。美国科学基金会的研究、评估和信息处应该考虑积极支持和那些合作模式有关的评估工作。

在工程教育方面，中美两国的通力合作是必不可少的。议题包括工程学的毕业生的适应性，交流技巧，技术能力和终身教育能力。在工程学的课程安排中，我们在不断向学生们的必修课程中不断增加内容时，要仔细慎重并重视效率。另外，两国对工厂实习和交流项目都非常重视。通过相互借鉴经验，我们也许可以创建一种不断改进的，有效的终身工程教育模式。

建议和下一步工作：

与会代表强烈地感到要处理会上讨论的某些问题需要进一步地工作，而且对于这些问题投入更多的时间和精力也是非常值得的。这四个具体方面的下一步工作归纳如下：

1、认证和资质鉴定

认证和资质鉴定是一个尚未得到解决的重要问题。在以后的系列研讨会中，所有与会代表和他们所代表的单位或组织都对能够帮助中国的不同工程学科建立标准统一认证体系的目标表现出极大的积极性。在北京，研讨会闭幕之际，与会代表认为该目标可能会以具有示范性的评估方案作为开始予以启动，这些方案的理论基础是美国工程技术认证委员会所制定的基于结果的评估程序。中美双方互访的焦点就落在了土木工程学科上，因为目前中国的认证体系在该学科中的是非常先进的。

在美国代表团访问中国之际，中国教育部副部长周济博士访问了位于马里兰州巴尔的摩市的美国工程技术认证委员会总部。周济博士访问 ABET 总部的目的是确定 ABET 委员会对于参加帮助中国建立综合的工程认证体系的项目兴趣级。周济部长与 ABET 委员会的执行主席乔治·彼得森进行会谈，周部长表示中国希望建立与美国 ABET 委员会相似的认证体系。想象中的认证体系应该涵盖所有的工程学科，并由志愿参加的专业同行组成的评估专家组管理实施。周济博士认为建立一个非政府认证评估实体能够很好地实现这一目标。

对于周济博士或者是他的指定代表来说，下一步的工作就是在中国建立认证评估基础结构部门。一旦这样的组织建立了，那就意味着到了与 ABET 委员会就相关的各种各样的合作活动达成谅解备忘录的时候。ABET 委员会非常愿意为此做出积极的努力。

2、工程教育全球化

关于研讨会所发起讨论的工程教育国际化问题，与会代表一致认为应该根据当前的趋势和实践情况进行更进一步的讨论。

中国成功加入世界贸易组织（WTO）使得这样的对话变得更加有意义。未来的研讨会的主题因此会更加明确。美国科学基金会和中国国家自然科学基金委员会是恰当的合作伙伴。

继上海—北京研讨会之后，具体的下一步工作包括：

- 委任联合工作组继续协调联络。未来活动的协调组应该包括中国工程院和美国相关组织。
- 对工程教育国际化问题会继续作更详细地研究的个人包括詹姆士·L·梅尔萨博士和翁史烈院士。格雷琴·卡隆基和史蒂夫·迪莱克特尔将会成为这些交流项目的未来领导。

3、继续教育和网络学习

美国国家基金会和中国国家自然科学基金委员会可以共同实施下面的这些合理的“下一步”工作，从而在中美两国在工程教育合作方面加强相互之间的理解，并共同攻克困难：

(1)在正规的高校、企业或工场内进行远程教育模式的合作研究和评估

(2)举行中美远程教育和数字图书馆研讨会（2002 年 11 月的中美部长级会议上已经采纳了该建议。）

(3)邀请中方资深教育专家到美国的部分具有战略意义的地点考察美国对于高等教育改革的措施并对中国教育改革发表演说。

(4)欢迎制定关于课程发展的合作项目、专业项目已经研究中心，包括密歇根大学和爱荷华州立大学合作模式的延伸。

(5)组织研讨会探讨中美教育合作中的最佳实践案例。例如：密歇根州大学和上海交通大学、华盛顿大学和四川大学以及爱荷华州大学的合作项目。

(6)欢迎关于制定课程、教学大纲以及实验室改进项目建议来建立关于课程和教学大纲的发展、特殊项目和中心等等的合作项目，包括密歇根和爱荷华大学的合作模式的延伸模式，以及与之相关的合作项目的具有辅助功能的评估活动。

安博平台的存在为此提供了绝好的发展机会。在杰克·威尔逊和黄劲的带领下，这个方面可以进行进一步的研究。

4、工程教育改革

工程教育正在经历着连续不断的改革，而且改革步伐越来越快。其中的许多改革都包括在上文所讨论的三个主题之中。但是如果把工程教育改革这个整体趋势作为一个论题讨论的话，那就再好不过了。

中美两国高校的课程典范以及所取得的改革进步可能具有一定的可比性。美国国家科学基金会能够分享到她的紧密伙伴的最佳实践经验，而中国国家自然科学基金委员会以及其他科研机构也可以效仿。格雷琴·卡隆基可以作为美方代表的组织者，中方上海交通大学的教务处处

长刘念才可以作为中方代表的组织者。他们的职能可以作为将来研讨会讨论的话题。

论文集

本论文集由中方王孙禹、刘念才、张志辉等编辑完成。陈淮、张彦通、谢冰玉等做了大量的组织工作。张志辉承担了全部美方代表文稿的翻译和校对工作。

大会秘书组

2003年5月

工程教育中的若干问题

爱德华·奥尔顿·帕里什

伍斯特理工大学

引言

工程师今天所必须面对的环境已经完全不同 10 年前，而且毫无疑问将来还会发生翻天覆地的变化。例如在美国，国家科学委员会号召每个公民应该比以前知道更多的数学知识，了解科学技术及其给社会所带来的冲击，能够使用各种计算工具，培养终身学习的能力和技巧。另外，雇主们也鼓励为工程类本科学士生开设更广泛的课程，使得他们能够应付在职业生涯中的种种变故。在全球化的推动下，各国都正在采取同样的方式。

目前，许多国家的工程教育工作者显然已达成共识，即他们的课程必须要达到三个主要结果：在获得学位和高超的专业能力的同时，培养学生具有一定深度的全面的、坚实的学科基础知识；掌握获得人生成功的有效技能——即所谓的“软”技能(包括口头和笔头的交流能力：领导能力并且心智成熟；理解并欣赏丰富生活的文学和艺术作品；多元文化环境下跨学科的工作能力；理解科技对社会产生的影响，包括伦理道德、经济、政治、社会安全等方面)；不断的终身学习的技能。国家之间界线的消失增加了发展学生课内外实践活动的复杂性，而这些结果正是在这样的情况下取得的。

另外一个影响工程类毕业生的因素是许多工程类学生毕业后会发现他们将从事非工程领域的工作。例如，一份 NSF 的报告表明只有 38%的拥有工程学士学位的毕业生从事工程师的职业，另外 48%的学生从事与科学技术领域相关的工作，他们中的许多人将从事技术管理工作。毫无疑问，这种趋势将会继续增长。

批判性思考的能力和概括能力是令人向往的品质，而这些品质长久以来是和文科课程的学习相联系的。美国的工程类课程在某种程度上受到新 ABET 工程标准的驱动，越来越认识到文科课程学习是作为课程计划中不可或缺的一部分。但是，简单的增加课程对于传授学生必要的的能力是远远不够的。

本论文将就这几个方面的问题作深入的探讨，同时也会举例说明伍斯特理工学院是如何实践的。

人文科学

通常来说，文科教育倾向于培养人的一般的智力能力，而不是具体的技能。这个词本身来之于中世纪的拉丁文 *artēs liberālēs*，主要包括三门基础学科(语法、逻辑、修辞)和四门高级学科(几何、天文、算术和音乐)。掌握了三门基础学科即可获得文学学士学位，而进一步学习则可达到在神学、法学、医学、或者四门高级学科方面的专业水准。

现代的文科课程从这个基础发展而来，仍然强调发展批判性思考技能、交流能力和继续学习能力的培养。这种教育并不是对学生进行立竿见影的职业培训，由于考虑到家长和学生本人的顾虑，文科课程正逐渐向技术课程靠拢，因为他们开始认识到开设技术课程的重要性，同时为学生提供获得国际经验的机会，帮助他们理解和欣赏文化的多样性。这样，文科课程的学习和工程类课程的学习就开始融合起来了。

最近，一份来自威克森林大学(Wake Forest University)有关全美文科课程教育工作者的调查报告^[1]列出了文科教育的重要属性，以下所列各种能力按其重要程度以降序排列：

- 发展批判性思考的技能
- 发展思考和交流思想的能力
- 教授学生如何学习和用概念思考
- 培养灵活处理事务和解决问题的能力
- 了解周围世界总体状况的能力
- 培养多角度欣赏能力
- 培养出更加自知守礼、知识广博的公民
- 对于伦理道德具有核心价值观念和敏感性
- 使学生掌握理解人类成就特征的主要方法
- 培养自信
- 熟练掌握一门外语

工程教育工作者和雇主很可能会同意这样一个观点：以上所列能力中的多数，如果不是全部，对于工程师来说同样是应该必备的。事实上，许多人认为工程教育是一种新的文科教育，因为这种学习与培养读写能力，交流技巧(三学科)和应付物理世界(四门高级学科)的能力是相关的。另外，工程教育为法学、医学、商业、金融、技术销售等其它许多领域的事业发展奠定了基础。

有趣的是，ABET的工程标准可能就是根据 *artēs liberālēs* 翻译过来的。标准 III—课程成果具体规定了 11 条工程毕业生毕业必须达到的要求，并可根据学生是三门基础学科的注册生还是四门高级学科的注册生来安排不同的课程。

三门基础学科：

- 在跨学科团队中工作的能力
- 理解职业和道德的责任及义务
- 富有成效的交流能力
- 理解工程技术对全球和社会环境的影响
- 终身学习的能力
- 对时事的了解

四门高级学科：

- 运用数学、科学和工程技术的能力
- 设计和进行试验，分析和说明实验数据的能力
- 设计一套系统、一个部件、一个流程来满足某种需求的能力
- 确认、表述和解决技术问题的能力
- 使用必要的技术、技能和现代工具的能力

另外，标准 IV—职业组成部分要求全面的教育来弥补与课程及学院目标相一致的技术课程内容的不足。所以，现代工程教育反映了文科教育的说法具有一定的合理性。

获得的结果

前文所述的许多结果或许可以通过书本和相关的研究比较直截了当的获得^[2]。但另一方面，书本上的知识往往由核心技术所表示的，难以教授和传达，因为它总是通过比喻和举例而间接实现的。事实上，这样的知识只能通过经验获得。特别是前面提到的软技能，尤其是全球环境下，以及为保持终生学习而反复灌输的能力都将是教育工作者在让学生获得直观知识时所面临的挑战。在传统的课堂教学中很难教授这些知识。

在伍斯特技术学院，这种从传统课程转向基于项目的教育改革三十年前就开始了。教师们摈弃了限定的程序和先决条件，允许学生根据个人需要自己决定选择相关课程。全部的教育过程重点落在了结果上——掌握学科专业知识，而不是通过一门门具体的课程。于是，伍斯特技术学院改变了方法，从以教学为中心转向了以学习为中心，至今仍然如此。

在伍斯特技术学院，学术课程从本质上来说是经验性的，给学生提供许多机会，通过实践获取直观知识。以下三个核心项目是对所有学生提出的要求，被用来衡量学生的学习结果。第一个项目通常在二年级完成。同时开设一系列紧密相关的文科类课程，再加一篇有相当份量的论文。这样共有 18 个学分，理科、工程类或管理类学生在人文艺术方面的学分就有最低保证。第二个项目是跨学科的，相当于三门课程的学分，几乎总是在三年级，由三个或者四个学生和一个指导老师的小组共同完成。这一点尤其重要，因为它一方面将科学和技术结合在一起，同时注重团队合作。在这里，学生将遇到各种问题，包括关伦理道德的、安全的、环境的、如何运作协调团队，以及项目管理等方面的问题。因为这些项目本质上是跨学科的，其中部分学科知识超出了所有团队成员(也包括指导教师)是专业领域，因此，这些项目为团队成员提供了最好的学会学习的机会。最后，在四年级还有设计项目，也相当于三门功课的学分，类似于一篇其它学校的四年级所作的学位论文，完成论文必须运用某一具体学科的全面知识。三年级和四年级的许多项目都是由校外投资者指定和赞助的，口头和笔头的报告都要呈递给投资者。

超过 60%的伍斯特技术学院本科生在分布在世界各地的中心完成一项或更多的项目。由于每一学年有四个学期，每个学期历时七个星期，再加上项目和课程之间的联系，学生可以完成项目，而不必延长时间就可以获得学位。正因为如此，伍斯特理工学院在世界各地都拥有项目基地，包括在伦敦、威尼斯、曼谷、波多黎各、哥斯达黎加、爱尔兰、德国、香港、马德里和台湾。有些项目一个学期就能完成，而有的项目需要在同一资助人的资助下延续几个团队。

由于以上特色，该大学的毕业生具有以上所列的素质，尤其能在全球化、知识化的经济浪潮中发挥作用。

结论

毫无疑问，在未来，培养未来工程师的技术类大学将比以往更加重要。例如，自从 1950 年以来，全美经济生产力的一半归功于技术革新及其背后的科学与工程技术。21 世纪知识化社会将把高等研究、技术革新、人力资源当作是国家的首要财富。文科类课程和工程类课程的融合，并通过更高层次的学习，将会推动全世界公民素质的提高。

参考文献：

[1] *A National Perspective on the Liberal Arts*, Wake Forest University Report, 2002.

[2] Nonaka, I. and Takeuchi, H. *The Knowledge-Creating Company*. New York: Oxford University Press, 1995.

ISSUES FOR ENGINEERING EDUCATION

Edward Alton Parrish, President
Worcester Polytechnic Institute

Abstract:

Over the past decade, engineering educators in many countries have agreed that their programs should lead to three principal outcomes: a thorough grounding in fundamentals with necessary depth in the appropriate discipline consistent with the degree sought and the highest professional competence; effective skills for success in life—the so-called “soft” skills (which include the ability to communicate orally and in writing; leadership and intellectual maturity; understanding of and appreciation for literary and aesthetic arts which enrich lives; ability to work in multicultural, interdisciplinary teams; appreciation for the impact of technology on society, including ethical, economic, political, safety issues); and sustainable lifelong learning skills. Disappearing national boundaries add to the complexities of developing appropriate curricular and extracurricular experiences for students such that these outcomes are achieved.

Desirable attributes such as the ability for critical thinking as well as for conceptualizing long have been associated with studies in the liberal arts. Engineering programs in the US, driven to some extent by the new ABET Engineering Criteria, increasingly are recognizing the value of making liberal arts studies an integral part of their curricula. However, simply adding course requirements is not sufficient to inculcate the necessary abilities in students.

This presentation will examine these issues in some depth. Examples will be provided illustrating how 伍斯特 Polytechnic Institute is addressing them.

全球化与工程教育

斯蒂芬·W·迪莱克特

密歇根大学工程院

“全球产品开发”这门课程为工程学研究生提供了全球产品开发与产品全球开发两方面的实际经验，而这两方面对于未来的工程师来说是至关重要的。这门课程由我校与牛津大学(英国)和汉城国立大学(韩国)联合开办。三所大学的教师通过校际间的电视会议系统在全球教室同时授课，并且全球小组的学生可以在整个学期内为全球市场开发产品。跨国公司的工作地点日益分散，这门课程可以帮助学生理解其中需要克服的时间、空间及跨文化障碍。

作为密歇根大学(UM)与上海交通大学(STJU)的合作项目之一，密歇根大学的教师在上海交通大学开设了几门机械工程课。其中的一门是“设计与制造导论”(ME250)向部分上海交通大学的学生开设。该课程是密歇根大学给机械工程专业本科生开设的有关设计及制造的三门主要课程之一，旨在提高学生对不同设计及制造问题的理解力与鉴赏力，以及通过彼此影响达到开发出高质量产品的目的。

这门课程的一个亮点就是实际的制造经验和贯穿整个学期的集体项目的团队合作。在上海交通大学教授这门课程为比较密歇根大学与上海交通大学在教育体制、学生经历与期望、以及学术文化方面的异同提供了一个独一无二的视角。

GLOBALIZATION AND ENGINEERING EDUCATION

Stephen W. Director
Dean of Engineering
University of Michigan

Abstract:

The Global Product Development course provides engineering graduate students with a hands-on experience in the development of global products as well as the global development of products. Both are important for future engineers. In this course, which has been offered jointly with Oxford University (UK) and Seoul National University (South Korea), faculty from all three universities lecture in a global classroom that is created using videoconferencing between the three institutions. In addition, students work in global teams throughout the semester to develop products for global markets. The course provides students with an understanding of time, space and cross-cultural barriers

that need to be overcome in the new distributed workplace of global companies.

As part of the University of Michigan (UM), Shanghai Jiao Tong University (SJTU) collaboration, several mechanical engineering courses are being offered by UM faculty on the SJTU campus. One of the first courses taught to a selected group of SJTU students was Introduction to Design and Manufacturing (ME250). This is first of the three core courses in design/manufacturing for mechanical engineering undergraduates at the University of Michigan and provides students with an understanding and appreciation of various design and manufacturing issues, and their interplay, which lead to quality products. A key aspect of this course is a "hands-on" manufacturing experience and teamwork involving a semester-long group project. Teaching this course in SJTU provides a unique perspective on the similarities and differences between the UM and SJTU educational systems, student experiences and expectations and the academic culture.

从商业角度看工科教育所面临的挑战

罗伯特·T·琼斯

国家商业联盟

在全球范围内，无论是政府部门、私人机构还是公众都越来越深刻地意识到成功的高等教育对于经济稳定和国家安全的影响。而且，在 16 年的教育历程中大家也意识到，取得高质量的高等教育的关键直接取决于高等数学和自然科学课程的成功设置。然而，今天接受高等教育的学生们在数学和自然科学方面基础薄弱，并且高校也正面对着攻读工程、理学和技术类学位的学生人数不断下降的现实。

飞速发展变化的世界所带来的持续增长的需求，又使我们的高等教育体制面临着一系列严峻的挑战，这使得问题变得更加复杂。工程教育尤其面临着不断变化的期望值、精确度、新技术和拓宽应用领域以及更广泛领域学生入学的准备。

持续变化的世界引起的需求与学生知识的准备和衔接之间的差距正在逐渐增大，这使得我们必须重新评价我们的高等教育体系，包括它的结构、传授方式、内容设置以及所期望的教学成绩。而更残酷、更现实的是，我们的工程教育体系所承受的外部压力将有增无减。公众以及教育政策的领导者们必须意识到解决这些问题决不是可以一蹴而就的。我们更应该做的是将现在的教育事业的管理转变成为一套“持续进步”的体系，它不仅注重并且能够反作用于持续变化的外部环境。

需求与供给

在大多数工业化国家以及许多发展中国家，长期人口统计学的趋势表明，人口和劳动力的增长缓慢与更高的技术需求和岗位的增长形成了鲜明的对比。尤其是对于工程学、计算机科学、物理学、原子能科学、生物学和数学家的需求正在以前所未有的速度增长。预计这些领域的需求增长在近十年内将会超过 50%。

然而，在美国，在很多此类领域所授予学位数量却在急速下降。过去的十年中，不同技术领域内的学位数量平均下降超过了 15%，而工程学下降了 14%，计算机科学为 22%，数学为 26%，相应地，在社会科学领域学位数量却有了相应的增长，如心理学位增加了 77%。随着人口的老龄化和青壮年劳动力比例的萎缩，这些差距将进一步加大。同时，技术的发展和新的有竞争力的国家将会使人才需求的增长速度远快于传统供给体系培养出相关人才的速度。

最后，更重要的是我们应当认识到这种增长趋势比较不容易受到短期经济波动的影响。因此，无论经济如何波动，我们都必须重视由于长期人口统计学的变动和供给链的缓慢增长所引发的问题的解决。

高校的扩招

中国和美国都正在进行着高校的大幅扩招。中国由于在基础教育和中等教育方面的成功投资，高校的新生数量在过去几年内已经达到的 384% 的增幅，未来的几年里将会有更显著的增长。在美国，75% 的中学生在毕业的两年内就可以接受大学预科教育。随着这些数字的不断增大，在授予严格学位的工程学和自然科学等学科方面，高校将面对越来越多基础薄弱的学生。

当我们在提高学生的入学率的时候，很多学生在数学、自然科学和科技知识方面的准备不足就更加明显。在美国中学里，只有不到一半学生学习过一门高等数学课程，只有不到三分之一的学生在毕业前学习过一门严格的自然科学课程。如果我们入学率的泥潭里越陷越深的话，那么课程质量和成绩就有可能进一步被削弱。结果是越来越多的大学和工科院校会面临到一系列的挑战。

首先，这个问题本身就预示着数学和自然科学专业的人数减少。没有必要的充分的准备，这些学生就会转到其它比较容易学的专业上去。其次，大学将会面对由于补课开支的增加所带来的巨大压力。为了能够满足高等教育的需要，这些学生不仅在数学和自然科学方面需要加强辅导，还要在阅读、写作和综合分析技巧等方面不断接受帮助。第三，高校将越来越难以保证所有学生都能够拿到学位。很多学生有可能被学校或者所学专业淘汰。统计表明，在美国增长的学生数量与下降的毕业有着直接的联系。

总而言之，所有这些困难就会促使高校与其国家的基础教育和中学教育体系建立更加积极的合作关系。它们必须就不断变化的课程设置和对成绩的期望值进行交流、为教师提供专业的发展机会、更加重视教师的培养、并协助学生参与教学课程。只有有效的改善生源体系，才能显著提高科学和工程学专业学生的数量。

课程的调整

知识的发展、新技术和不断调整的整标准使得对传统的工程学课程进行显著的调整势在必行。针对每一步新的发展来“添加”新的课程和必要条件显然是行不通的。学校必须建立这样一套体系：其中，课程可以不断更新，能够对与“专业”相对的“基础课程”进行重新评估，更新课程应用和案例的学习，更新它们自身的技术，并且保证教授们能够在他们各自的专业领域有交流的机会。

全球化带来全新的变化。工科的学生将进入一个不仅以多国标准和应用并且以不断增长的国际调整需求量为特征的职业社会。不管是在课程中直接涉及还是在新的参考体系的发展和评价中触及这些问题，工科学校必须保证在应用世界里的交流渠道的畅通。

同其它专业一样，今天的工程师必须要在一个责任已经扩大得包含各种因素的环境中施展本领。雇主们越来越希望学生能够提高人际交往和沟通能力，不断增加在相关领域及综合应用的知识，全面提高他们的创造力。通常，这些都需要额外课程和学习时间，但是学校正面临着将这些新的需要“整合”到传统的课程中去的新问题。

最后，雇主们希望高校培养出能够终身学习的工程师。因为毕业生们将进入的是一个动态的工场、职业和经济体制中，这就要求毕业生必须具备智力和心理的综合素质从而能够在这种环境中生存并且有所发展和最终成长起来。

新的学习形式

本质上，高等教育正在演变成更多地由消费者驱动的事业。我们正面临着各年龄段学生数量的不断增加、种族和智力差异的多样化、接受终生教育及非全日制教育学生数量的增多以及对更高效培养工科毕业生的需求的扩大等问题。这意味着我们必须拥有更有效的、适合用户的学习体系来提供学习机会。因而，电子学习（e-learning）与以网络为基础的学习体系的综合显得非常必要，这种学习体系是学习过程中完整的一个部分，而并非相对于传统教育的另一种选择。无论是在传统教育还是在扩展的学习环境中，我们都越来越多地感受着理论联系实际的学习方式所带来的影响和效果。

在三到四年基础学位课程设置改革过程中不断产生新的问题。也许我们应该更加重视较小规模的“证书认证”课程，该种课程能够更快、更集中地传授给学生具体的技能和知识。这种课程可以被“构造”为本科和研究生课程的一部分，但是它们对于满足哪些新兴的、不断变化的需求更加有用。这种教育体系可能在终生学习的市场环境中迅速发展起来，也可能对于基础的工科教育具有一定的参考价值。

由于学生在基础和背景方面的多样化，提供多样的学习经历以满足他们的需要就显得越发必要了。那种创造出适用于所有学生和所有课程的教育体系的假设再也不成立了。

学生的能力

应用工程学的领域已经变得越来越动态化和复杂化。雇主们正面对着不断变化的需求，他们需要那些能够以他们所期望的方式来表达自身能力和成绩的毕业生。对毕业生来说，仅仅毕业于一所名牌大学、拥有专业学位或者专门花一些时间来学习如沟通方式等技能已经不再够用了。完成课程并且毕业，并不能证明学生在理解应用世界、技术能力和沟通技巧方面已经达到了毕业生应达到的水平。今天的高校必须为学生的成绩提供评估标准，然后想办法让雇主了解到这些。这就不能仅限于“考试”，还应当涉及“工作档案”或是“能力评估”，或者其它评估方式。

此外，雇主、学生和学校都在寻找方法以改进学生能力的提高与课程设置之间的联系。工科院校和雇主必须拥有同一日程，并保持相互的沟通畅通无阻，而学生本身也应得到如下的保证，即他们所学习经历确实是与别人对他们的期望“相关”的。

完成学位的时间

传统的工程学课程的需求在不断增加使得毕业的时间不断延长。工科学生平均需要五到六年的时间才能获得学士学位。高校为了满足外部需要而不断地增加新的要求和课程，这导致了教育体系的超负荷运转。教授和课时被分配的七零八落，而学生们也需要更多的学习时间来完成这些课程。在这个对工程师需求量日渐增长的市场中，学生和雇主们却经受着越来越多的挫折。

困难在于要认识到提高知识转移的压力不会减小，事实上它将会不断增加。因此，问题在于如何重新调整标准课程、在于确定传授什么样的“基础课程”对学生在毕业后的继续学习有帮助，相对于那些从传统教育体系中获得的能力而言，学生所需要的“核心”能力是什么。这不可避免地让我们重新回到讨论过的在标准学位课程期间和之后开设的“证书认证”教育体系。

最后，不断增加的高等教育投入，不断增长的毕业生需求量，以及提高毕业率的需求都要求我们改变我们的教育体系从而让所有的学生按时毕业。

结论

所有的高等教育，尤其是工科教育，都面临着一个挑战：高等教育必须跟上外部环境对于教育的内容、质量、实用性、技术以及成绩的期望的方面迅速提高的步伐。这个挑战实际上就是在保证高校特有的教学质量的同时，如何设计出一套灵活的、弹性的、并且具有反馈能力的工程学课程。

全球市场所带来的压力和日益激烈的竞争使得工科教育必须也必将进行改革。把这项改革任务单纯留给市场或者政府都是不恰当、低效的而且不切合实际的。高校面临的挑战在于，以它们长期以来的特点——诚实和智慧的正直——来正视这不断变化的世界，即使这个过程使得他们无法逃避任重而道远的体制改革。

最后，任何一个努力试图跟上全球化脚步的国家都必须从根本上注重基础和中等教育体系的巨大作用。让“每个和所有”孩子拥有高水平的数学和自然科学成就必须成为我们的目标。这将最终决定我们的工科学校和高校的成功，最终也将决定我们在全球市场的经济安全的获得成功。

CHALLENGES FACING ENGINEERING EDUCATION THE BUSINESS VIEW

Roberts T. Jones

National Alliance of Business

Abstract:

Around the world, both Governments and the private sector increasingly recognize the critical influence that math and science education play in culture issues, economic stability, and the national security of every country. Yet, even as this awareness increases, our institutions of higher education are facing a series of daunting challenges in meeting the escalating demands of a rapidly changing world. Engineering education in particular is faced with an ever-changing set of expectations, definitions, new technologies, broadened applications, and a widening range of preparation among entering students. Employers are often the first to experience these changing demands, as well as the ability of recent graduates to meet them effectively. While there are islands of excellence amongst institutions of higher learning, mounting evidence suggests the need to substantially restructure the

traditional institutional role in preparing engineers for the future. This presentation will address these issues and will set for the several of the major challenges that must be faced.

工程教育与工程教育的国际化

余寿文

清华大学

摘要：本文研究中国的高等工程教育及其与教育国际化的关系。文中首先分析了中国高等工程教育的现状及其尚需解决的问题，分析培养中国工程师的道路，提出构建中国工程教育的新框架的课题。文中分析了工程教育与教育的国际化的关系，重点讨论了信息技术在高等工程教育中的应用，并对今后的相关研究作了展望。

关键词：工程教育，教育国际化，信息技术

—

工程师认证是经济全球化的一项必然的需求。工程师作为工程设计、实验、质量控制与经营管理的主要策划与执行者，其本身的质量与素质，直接关系到工程经济与安全。因此，欲加入全球化的经济范围，必须考虑到各国工程师认证的共同特征，又考虑到中国历史与经济发展的特点，认真考虑中国工程师认证与实施的目的与步骤。

作为工程教育界，则必须认真思考中国工程师认证制度的建立与实施，将给工程教育带来的影响；以及工程教育本身如何有准备地切实为培养合格的工程师，并在高等工程教育与高等工程继续教育方面，为工程师的认证做好责无旁贷的那部分工作。

社会主义市场经济，将利用市场的杠杆，配置工程师的人力资源。因此，人才市场中工程师认证的标准与需求无疑将是一个无形的“指挥棒”，影响及生源选择、课程设置、实践环节、考试考核、学位授予及毕业生就业等一系列重要环节。它深刻地影响及教育过程的基本单元：教师、学生、教学资源与环境。

本文主要讨论如何根据工程师培养的要求，努力建立适应于中国国情的、能够良好自相适应与匹配的工程教育体系。

二

要预计将来，先必须正确分析现在。在 21 世纪初，中国工程教育发生了哪些重要的变化，举其大者于下：

自 1949 年以来，中国已建立了适合于中国国情的工程教育体系：含本、专科在内的高等工程教育；以工程硕士和工学硕士为表征的研究生工程教育；以企业工程继续教育为特征的工程继续教育；以及近年的含广播电视大学在内的远程工程教育。现有工程师约 2,100,000 人，在校各类工程专业本、专科学生约近 4,000,000 人。

以高等工程教育为主体的大学本、专科院校约 300 所。已经形成了高等专科、本科（培养工学学士）、硕士研究生（工学硕士，工程硕士）和少数高层次的工学博士研究生。继续教育体系也有了较大的发展，近年来又加强了职业技术教育。因此可以说，适合当前中国经济建设与社会发展的各种不同层次结构的高等工程教育体系已经形成；但同时又面临着适应 21 世纪经济与社会发展的重大任务的挑战。

其中尤其值得强调的是：中国已经培养了约 2,100,000 名的工程师，工程师的继续教育是一项值得永远关注的重要教育体系组成部分。部分骨干企业已建立了自己的企业培养体系，开始将继续教育与工程师的升迁及使用相联系，促进了知识与技术的更新，增加了企业的活力，另外，我国于 20 世纪六十年代建立的广播电视大学和近年建立的中国教育科研网络（CERNET）已经并正在起着重要的工程继续教育的作用。全国高等教育自学考试制度的实施也开阔了部分工程专业的自考文凭，使得社会多渠道为工程教育出力成为可能；

在国务院与国家教育部领导下，对高等工程教育的管理体制实行了重大变革。原来各工业部属的高等院校 300 多所，随着这些工业部门对兼并或组建为企业集团（公司），对机械、电子、交通、土建、航空、冶金、军工等工程部门所属院校，其中部分划归教育部，多数由地方（省市）及相关经济领域管理。使高等工程教育更紧密地和经济建设相结合，为适应建立社会主义市场经济对要求，开阔了良好的前景。中央、地方均遵照“科教兴国”的方针，加大了对教育的投入，工程教育面临新的发展形势，同时也提出了提高工程教育质量对要求。

经济全球化提出了教育的国际化问题，也提出了工程教育适应经济全球化对任务。其中很重要的一个变化是：工程与工程师概念发生了重大的变化，工程向着大工程变化。协调的、跨国的工程则正向新世纪走来。工程师已逐渐摆脱了工艺工程师、研究与开发工程师、设计工程师、管理工程师等狭窄的分工范围，要求在分工的基础上强调全面素质的综合，提出了现代工程师的新的要求。这些当中最重要的是在经济全球化趋势推动下的教育思想的变化。新世纪的工程师认证与评定及相关的工程教育必须考虑及上述重要的变化。

三

从分析中国工程教育的现状出发，充分考虑新世纪经济全球化对工程教育的新要求，中国的工程教育还存在一些重要的问题需要加以研究解决：

适应于新世纪发展要求的新的工程教育体系有待建立，在对已有工程师再培训和现有工程教育体系分析的基础上，建立多通道、可以互相转移、具有各自人才培养特点而非以高低优劣区分的自相适应的工程教育体系。它要求各种不同教育层次类型的互相衔接、匹配与转移的认可；而且继续工程教育与远程教育的成果得到人才市场与人事管理体系在严格评估基础上的承认。

将原专属有关工业部体制管理的、脱胎于原苏联教育体系的较狭窄的专业（1997 年全国

各类含工科专业 580 多个) 转向面较宽的专业(1997 年合并专业后为 249 个), 进而向更加注重综合素质和通识教育基础上, 结合工科研究生教育改革和大学后继续教育的要求, 强调结合工程的实践环节, 用大约 6—7 年时间培养新型的现代工程师“毛坯”以适应工程师认证的要求;

在教育内容上, 将过去多数以设计与工艺工程师为主的教育要求转向更加注重通识教育, 适当增加经济、法律、环保、外语、人文等教育的要求。更重要的是, 企业将从市场的竞争中感悟到综合素质优秀的各类工程师是现代企业在竞争中的致胜之宝, 开发拥有系统的知识产权的产品, 通晓国际竞争的一般规则, 善于经营和管理的各类工程师的集合, 才是适应全球经济需要的企业的最重要的有活力的人力资源。因此可以说: 中国企业的真正重视工程师之日方是中国工程教育真正得以发展并适应全球经济要求之时;

在这里, 要特别强调的一点是: 如何加强工程教育与企业实践的真正结合, 是提高现代工程教育质量的关键。近 20 年来, 中国工程教育有了巨大的发展, 但是就从实践环节以及学生工程实践的能力来看, 则有所削弱。有人说: 工程教育“软”化了。这表现主要有二: 一是实践环节的学时数由于体制改革的进程的不定性和教育投资的不足而受到削弱; 二是有工程实践经验教师不足, 企业的有经验的工程师难以进入人才培养的环节。于是有人讽称: 中国有“教授级高级工程师”而很少有“高级工程师级教授”。即培养工程师“毛坯”的母机—教授缺乏必要的工程经验, 因此如何能培养合格的工程师便成为一个极待正视与解决的问题。

最后要指出的是: 工程教育是一件系统工程, 它涉及教育、企业、人事管理、财政投资、科学研究等方面。如果没有一个适应于经济全球要求的各个子系统协调的工程教育制度, 并且在教育方针指引下, 将这种教育更多地放手让具有独立法人资格的学校与企业及社会中介组织来进行, 适当减少行政的干预, 工程教育才能适应于经济全球化的明天。

四

在上述分析的基础上, 我们企望勾划中国工程师培养之路。

自 1995 年至今, 笔者在“高等工程教育研究”期刊上曾两次著文分析“中国工程师培养之路一路在何方”。其初衷在于引起人们对这一问题的注意。今天作者就此再作阐发与论述, 希望引起关注与讨论。

要在全中国开始工程师的认证工作, 首先应该对现有的二百多万工程师和高级工程师, 按国际工程师认证标准, 考虑及中国的国情, 进行有组织的再培训。这一点对建筑师和结构工程师的试点的经验可资借鉴。各高等院校、企业的继续教育和培养部门应当尽最大努力来做培训工作。这是经济全球化对工程教育提出的补课要求, 这是一项全国性的任务, 应该从系统工程的角度, 由国家有关部门总领其事。涉及中国工程院、教育部、人事部等有关部门。应当统筹考虑首先做好,

再则, 应该在教育部门领导下, 按分工与层次要求, 对不同的高等院校、继续教育部门、电视大学、职业学校统一规划。根据不同的分工, 在试点的基础上, 明确各类院校培养的要求, 制定质量评估的引导性标准, 设置不同类型学校毕业生的衔接教育与“立交桥”式接轨的要求, 构建中国的工程教育的多通道的学历与学位证书体系;

其三，在拓宽基础与专业面向的要求下，对工程要按符合 21 世纪的人才的综合素质要求设置教育的课程。其中最重要的一点是：切实落实工程教育的实践环节的量与质的要求。规定工程师训练在工程教育不同阶段的学分与学时的最低数额；

对于高层次工程技术人员的培养，要大力提高工程硕士的培养质量，扩大培养规模，并对工学硕士的学习过程，制订明确的结合工程实际的实践环节。将企业的研发中心的人才培养与院校的研究生培养，企业的博士后流动站结合好，这是使企业逐渐拥有自己的知识产权及可以生生不息发展的重要渠道；

开展继续教育培养现有工程师的同时，大力发展远程及非全时性的工程教育，各个大专院校均要设法提供各种不同类型的课程培训，人事部门规定工程师资格认定的新培养要求。国家应发展规模巨大的具有重要社会需求的虚拟式大学。对地域广大，经济发展极不平衡而且人口众多的中国来说，这是一个培养与造就千百万工程人才的大道。可以相信，大众化的工程教育的成功，必然要走这样一条社会兴学，终生学习，利用信息技术进行人才培养的道路。国际上兴起的“自由大学”，“凤凰城 online 大学”，能适应人才市场多样性的需求。要融入工程教育国际化的今天，这乃是一条多快好省的工程人才培养的路子女。而企业对这一办学方式的需求与支持，是决定它成败的一个关键。国家必须在这方面，从立法与税收政策方面，给以明确的规定与支持，并在此基础上，开展工程师互相认证领域的国际合作。

五

经济全球化的时代向我们走来，时不我待。

为融入经济全球化的过程中，发展适合中国国情的工程教育特色。一是要下决心，推动工程师的资格认证；并据此制定工程教育的体系框架及其相应的评价标准。在政府宏观调控的基础上，发挥社会（企业）、高等院校与行业组织的力量，走出一条有中国特色的工程教育的道路，以适应中国现代化建设的要求。

当我们研讨工程师的资格认证与工程教育认证时，应当浓墨强调振兴经济必须发展工程，关注工程教育，尊重工程师和他们的劳动。政府制定了“科教兴国”的发展战略。科学与技术的实现，是以工程为载体的。它重视创新，重视知识产权。它创造价值，因而能强国富民。在建设社会主义市场经济的过程中，逐步克服知识与知识份子的价值与价格偏离的状况，这是市场配置人才的必然规律。当工程师的价值受到尊重，社会承认工程师的劳动的崇高地位之时，中国的工程教育的成功，就有了实际的标志。因为当今世界上未有不尊重工程师劳动价值而经济得到发展的先例。崇尚科学技术、发展工程、振兴经济、以人为本、尊重工程师。则我国工程师的宏大队伍和崭新的工程教育将会以新的面貌展现在世人的面前。

六

教育的国际化，一是由于教育的性质本身所决定。因为经济的全球化进程，决定了教育的国际性。我国教育强调要面向现代化、面向世界、面向未来。中国历史上即有与各民族文化融

合和国外文化的交流的好传统。中华文明与世界先进文明的交流与融合，是代表先进文明的目标所要求的。

工程教育的国际化的涵义可理解为：置身于世界经济发展与教育改革的大背景下，在吸收、借鉴先进文化的同时，传播本国文化教育的精华，培养在国际交流、合作、竞争中的人才的一种观念与行动。其内涵是通过交往、吸收、借鉴、相互作用的一种国际融合。这种融合是自强而不失个性、合作而不致落伍。它的目的是促进本国的社会与经济的发展和促进各国的文化教育的交流、促进世界的和平与发展。它的表现形式是人员（教师和学生）的国际流动、信息与教育资源的一定程度的国际共享、学位的互认与兼容。

教育的国际化的同时，承认教育的多样化。教育的师资、人才市场、生源、教育资源的合作交流的同时，存在国际范围的竞争。教育因为具有社会性即国家和民族利益相关，各国都制定在国际上互相可接受范围内的实施教育主权，发展教育的民族特色的措施。这实际是保持全球化与本土化的平衡。

因此，在工程教育中，必须发展多种形式的办学体制、发展社区教育、合作办学、大力应用信息技术、促进传统工业和工程的高新技术改造。政府则从教育法规制定、工程教育体系的建立、工程教育的评估与认证、加强德育并构建适应中国国情的教育体系等方面促进工程教育的发展，以适应教育的国际化的新的要求。

参考文献

- Proc. of Int. Conference on Engineering Education, Nov. 1999, Beijing, Tsinghua Press.
中国工程院教育委员会成立大会暨学术报告会文集 1998, 北京。
我国工程教育改革与发展咨询报告。中国工程院教育项目咨询组, 1998年5月。
Wei Zhang (张维) A comparative study on the engineering education of five countries, Chinese Academic of Engineering, 1997, 5
余寿文 培养中国新型工程师, 路在何方, 高等工程教育研究, 1997, no. 4, 7-9。
何晋秋 我国高等教育的结构探讨 清华大学发展研究通讯。no. 111, 2000年7月。

全球市场下的工程师认证和流动

温弗雷德·M·菲利普斯

佛罗里达大学研究生院

引言

面对挑战，工程师们总是能够依靠他们的精湛的、独特的技术来应付。他们制造了小巧但功能强大的计算机，设计制造了重复往返的宇宙飞船，铺设英吉利海峡的大隧道，虽然无神论者经常认为这些都是异想天开。但是今天，工程师们正面临着一个没有技术解决方案的新挑战：全球化。

长途通信设施的出现，自由市场的迅速扩大使得世界不断“缩小”，没有人不认为这将对工程师职业产生了越来越多的显著影响。持续增长的全球竞争要求工程师们将技术创新和敏感度融入到全球市场中去。全球通讯为工程师在国内或国外的工作打开了方便之门。另外，像德国戴勒姆-奔驰公司和美国克莱斯勒汽车公司的合并一样的重大合并将不同国家、不同文化背景的工程师集中到了一起。对于工程教育家来说，问题很明显只有一个。什么的方法才是培养学生使他们在将来动态的、愈加国际化的市场中立于不败之地的最好的方法？

简短的答案就是教育家们必须努力培养工程师在任何时间、任何地点、任何场所工作的能力。ABET 不会也不应该规定学校教育课程的内容。但是，加强国际合作和制定全新的工程认证标准，工程认证标准 2000 的政策和理念能够帮助教育机构登上国际舞台出谋划策。

计划

直接针对国际团体的需要，ABET 制定了若干政策。我们通过评估美国以外的课程计划，从而承认那些在内容和教育经验上基本上等同于 ABET 评估过的美国课程计划。另外，ABET 与其他多数国家都签署了许多协议承认他们的评估体系与 ABET 体系具有可比性。同时，在其他国家发展评估体系期间，ABET 与这些国家交换信息并提供帮助。当体系建立之后，这些实践就具有了预期的影响：他们增强了工程师和工程教育家们在国际环境内工作的能力。

我们的努力更有成效。ABET 奉行的一条理念是：工程师自己是评估工程课程计划的质量和有效性的最好裁判。因此，我们极力推进基于同行互评和自评的理念认证体系在全球范围内广泛传播。实习工程师和工程教育者们逐个国家地帮助制定类似的标准和期望。在评估同一电子工程课程计划时，某个同行互评体系里的教育者和该体系以外的教育者的评估结果可能有所不同。但是教育结果应当相近即毕业生会拥有全球范围内实用的技能。

另外，同行互评体系能够创造出最有效的、最直接的机制来不断改变教育标准和目标以应对不断变化的需求。政府机关也许不承认这些发展平面的或纳米工程市场所必需的技能，但工程师必须要知道。随着市场逐渐国际化，工程师指导的认证体系也需要同步向前发展。很多国家其中包括日本、马来西亚和阿根廷等都正在大力发展同行互评体系。

ABET 的另外一条理念直指国际舞台：社会科学和人文科学是工程师教育中非常重要的部分。随着越来越多的工程师在外企或国外工作，如此广阔的文化背景的优点就显而易见了。令人振奋的是，我们发现美国以外越来越多的机构开始同样重视这个工程师职业的非技术部分。

ABET 在其他方面也是非常活跃的，包括加强关于工程的讨论和解决方案以及灵活性的方面。特别显著的是 ABET 工程评估标准 2000 或 EC2000。ABET 评估标准的重大改变不仅重视技术培训，同时也重视交流和团队协作能力。一般地说，EC2000 也将原来的重点从教师所教内容转移到了学生所学内容，使得教育机构有责任培养学生在无论在何处工作都能够获得成功的能力。学生成功的领域也由原来非常技术的“设计一个系统，组装过程来应对各种所需的能力”，扩展到非常国际化的目标“在全球化和社会化大趋势中理解工程解决方案的效果”。

通过设计和建造计算机和通讯设备，工程师创造了全球化的新纪元。现在，工程教育者们必须确保培养出所有的工程师能够在全球化的环境中工作。随着 ABET 重视国际合作、同行互评体系和 EC2000 评估标准，ABET 正一马当先引领着评估认证体系向前发展。

ACCREDITATION AND MOBILITY OF ENGINEERS IN THE GLOBAL MARKETPLACE

Winfred M. Phillips
University of Florida
Research and Graduate Programs

Abstract:

Engineering is a global profession, with multinational and transnational corporations employing engineers around the world. The United States Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) has addressed the issues of quality assurance outside the United States through consultations, program evaluations and mutual recognition agreements in response to requests within the United States and throughout the world. ABET has long cooperated with engineering organizations and societies beyond its borders.

An important part of the current ABET mission is to emphasize the international engineering educational quality assurance through the development of accreditation systems. ABET has worked closely with engineering societies and groups of engineering educators to assist in the development of effective accreditation systems based on the principles of self-assessment, peer review and stakeholder involvement in the development of criteria. ABET has met with representatives from numerous countries, sponsored a series of international workshops on accreditation system development, provided materials and speakers for symposia outside the United States, and encouraged observers on

site visits, at training programs and to decision-making meetings. To formalize this process, ABET has entered memoranda of understanding (MOU's) with organizations in several countries.

Further, the assessment of the educational credentials of engineers to work in the global marketplace is a concern of employers, attorneys, graduate schools and licensing/registration bodies. To address this need, ABET has established a service to evaluate the educational credentials of engineers who attended institutions outside the United States. Engineering Credentials Evaluation International (ECEI) evaluates credentials using the ABET engineering criteria in effect at the time the applicant graduated. Mutual recognition agreements and substantial equivalency recognition form a basis for evaluating educational credentials.

Quality assurance in engineering education, regardless of the arena, will continue to be of importance worldwide. Accreditation and cooperation are key.

专业评估与资质鉴定：中国工程教育的“国际接轨”

吴启迪 章仁彪

同济大学

在“全球化”日盛的今天，高等教育的“国际化”正与“大众化”、“终身化”、“网络化”一起构成了当前世界性的高等教育大趋势。而中国加入 WTO 后，随着中国教育市场的开放度的逐渐扩大，中国教育服务也正在走向世界。这一切都给中国高等教育带来了巨大的挑战与机遇，而首当其冲的正是中国的高等工程教育。工程教育的“国际接轨”已经在发达国家首先提出来了，如有关工程教育专业评估的多边互认的“华盛顿协议”签约范围还在扩大之中。中国工程教育的“国际接轨”问题应该也完全可以提到议事日程上来了。本文试图从工程教育的专业评估与工程师执业资质鉴定这两个问题上，就中国工程教育的“国际接轨”问题谈些看法和提出若干建议。

一. 中国工程教育“国际接轨”的必要性与可能性

1、“经济全球化”与“教育国际化”

工程教育的“国际接轨”是“教育国际化”的题中应有之义。而“教育国际化”则是当今时代“经济全球化”与“文化多样化”并存发展的必然要求。

“经济全球化”的确是当今世界的一个基本趋势。随着商品、服务、资本、技术、信息的跨国流动的日益频繁，人类的确已经进入了一个更加相互依存、相互影响、相互促进、相互制约的时代：市场经济的全球扩张，科学技术的全球同步，生态环境的全球互动，这三者可以视作“全球化”的基本特征。但这种“全球化”的实质仍然是“经济全球化”：WTO、IMF、OECD 等的影响几乎无所不在，使得世界市场日益趋向一体化；现代通讯与交通手段的迅速提升使得人类的交往与沟通更为便捷，IT 技术、纳米材料、生命科学等正在成为各国科学家共同关注的焦点；而“只有一个地球（Only one earth）”的呼声已经成为当今人类最大的共识（“京都协定”就是一个显著的佐证），可持续发展正在成为世界关注的最紧迫话题之一。这一切都是和人类经济活动的日益全球联动紧密相系的。

与此同时，世界的多极化则是人类可持续发展的基本保障。特别是保持政治和文化的多样性将关系到人类更为长远的未来：世界的丰富性和文明的可持续性正有赖于已经形成和发展中的各具特色的民族文化（包括政治文化）的多样性与异质性，多极的世界将更有利于世界的和平与人类的发展。但是，毋庸讳言的是，文化的多样化与异质性正受到同质化、趋同化、“一体化”的窒息。因此，我们认为，“文明的对话”与文化的交流将是人类避免“文明的冲突”和

保持文化多样性的根本措施，也是“经济全球化”沿着健康的方向发展的基本保证。

因此，基于上述分析，我们认为，在当前“经济全球化”与“世界多极化”共同发展的背景下，“教育国际化”将是一个比泛泛地提“教育全球化”的口号更为现实和贴切的概念。任何概念都不仅有摹写、反映的功能，而且具有规范、导向的功能。“国际化”与“全球化”是两个不同的概念，尽管有时人们把两者互换使用，但两者强调的重点是不同的。如果说“全球化”更凸显的是一体化的“趋同”趋势，那么“国际化”更加强调的恰恰是以民族间的“存异”为前提。“国际化”如同“因特网”、“跨文化交际”等概念一样，其前缀的“inter-”突出的正是不同主体间的交互性，而不是单向面的趋同，用中国传统文化的语言来讲就是要“和而不同”。“教育国际化”所强调的不同民族国家间教育交往的重要性，是在承认和正视当前经济全球化、政治多极化、科技同步化、文化多样化的基本趋势下，倡导加大教育的国际交流与合作。其实质应该以尊重教育规律的共性与保持民族文化的个性的统一为前提的。“教育国际化”应是以经济“趋同”和文化“存异”共同为前提下的教育的国际交往。教育如不能完成人类文化遗产和民族文化认同的功能，则将从根本上失去其进行文化创新和国际文化交流的基本前提，从而也将失去其存在的合法性，这正如中国传统文化所强调的那样：“和实生物，同则不继”。

2、中国加入 WTO 与工程教育的“国际接轨”

经过漫长的谈判，中国终于正式加入了世界贸易组织（即 WTO），这意味着中国正在进一步加大改革开放的力度以实现“国际接轨”。中国“入世”标志着世界最大的人力资源和教育市场的进一步开放和中国的公司、企业、教育、人才正式加入到全球化的竞争之中，这也就促进了中国教育的国际化。“教育国际化”势必要求各国教育有所调整、改革、整合，这就要求教育在一定程度上实现“国际接轨”。所谓的“国际接轨”也并非是完全的等同，而仅是指具有国际间的某种“可比性”。就像我们经常说的需要有某种共同的“游戏规则”一样（当然，现行“游戏规则”的合理性及其修改的可能性也只有参与中才有现实性）。由于市场的全球化、人才的跨国化，各国的教育势必要求参照国际公认的教育标准，结合国情制定适合本国的、在国际上是可比的教育标准进行教育，达到与国际教育的互通与同步发展，这就是教育“国际接轨”的意义之所在。但是教育任何时候都不只是知识的传授和技能的训练，更有其不可推卸的人格塑造和文化遗产的职责。因此，教育服务开放的承诺往往只能是部分承诺。教育的“国际接轨”也同样是如此。

中国正式加入 WTO 后引发的中国教育市场的国际竞争热情空前高涨和中国工程企业与科技人员走向世界的步伐不断加速，首先加剧了中国工程教育“国际接轨”的紧迫性。中国作为世界贸易组织一员，在接受 WTO 的相关规则、获得相应的权利和依照承诺开放作为服务贸易组成部分的那一块教育市场的同时，参与教育服务和工程专业服务也会越来越多，中国的工程教育与国际工程教育的接轨就显得更为必要和紧迫。而工程教育由于其教育内容、手段、技术的要求的规范性与通用性较高，其教育对象的就业市场和执业实践更多跨国化的可能，就更有必要、也更有可能会率先探索加快实现“国际接轨”的途径和方法。

3、“信息化”与“科技同步化”时代的工程教育

科学技术既是“经济全球化”的重要“发动机”、是其“因”，也是其主要的内容和对象、是其“果”。而“信息化”与“科技同步化”的迅速发展则为教育的国际化、特别

是工程教育的“国际接轨”提供了现实的可能性和强有力的促进。特别是在“全球化”进程中，推动科学发展的基础研究与应用研究（以及技术开发研究）已无明显界限可分，科学和技术在发展中的互相依赖、互相促进，使得高新技术得以迅猛发展，也使得科技教育、尤其是大量需求的工程技术教育更为重要和普及。

中国作为世界发展中国家中的一员，中国的工程教育要面对工业化和知识经济双重挑战，任重道远，但是，这种挑战同样也给了我们中国的工程教育与世界科技发展和工程教育同步的机遇。对于目前国际上正在推进中的工程教育专业评估的相互承认和正在探索中的工程专业资质鉴定相互承认的可能性问题，中国的工程教育界应该给予充分的关注和积极的参与。

中国已有良好的工程教育师资和教育条件，并建立了覆盖全国的教育网络，开展了远程工程教育，在中国政府的支持下完全能够实现工程教育与国际工程教育发展同步，专业评估和专业资质鉴定标准与“国际接轨”，实现中国工程教育专业评估和注册工程师资质在国际上得到互认，为进行跨国从业提供“教育对等”，“专业资质对等”的确认基础。事实上近些年来，在中国工程教育中不仅聘请了国外的教授和专家来上课和讲学，还通过合作办学、相互承认专业学历和专业学位的方式进行国际间的工程教育交流。我们欢迎各国的教授和专家来我们的学校讲学，我们也正在不断扩大接受外国留学生的领域与规模（当然，这也是我国高等教育包括高等工程教育质量日益获得国际认可的重要标志之一），同时，随着我国科学和工程技术水平的不断提高，我国工程技术人员正在大踏步地走向世界。中国的专家学者正在更多地登上国际专业学术的讲坛，在一些重要的国际专业学会和协会中，世界已经开始注意到中国科技和工程技术专家取得的成就和贡献，如中国工程院院士、同济大学土木工程学院的前院长项海帆教授去年当选为国际土木工程界权威组织——国际桥梁与结构工程学会的副主席，标志着同济大学的土木工程专业水平已经获得国际的公认。这一切都表明中国工程教育的“国际接轨”已经有了扎实的基础和良好的开端，同时也要求我们必须进一步加快工程教育“国际接轨”的步伐。

二. 中外工程教育专业评估与专业资质鉴定的比较

1. 国际化进程中的国外工程教育评估与专业资质鉴定制度

随着工程行业的国际化趋势，工程教育也在逐步成为国际性的事业。鉴于工程教育的专业评估与工程师执业资格的资质（或许可）鉴定（或认证）是两项既相互联系又相对独立的工作。我们认为，当前工程教育的“国际接轨”应该从工程教育的专业评估互认开始，并努力探索和推进工程师执业资质鉴定的国际互认，用一个更为通俗化的比喻，这也许就象是工程师走向世界的“通行证”。由于各国国情不同，教育管理的体制不同，对专业评估和专业资质鉴定的体系也不同。对工程教育专业实行评估与进行执业资质的鉴定，在经济、科技发达的国家开展得比较早，已有一套比较成熟的专业评估与专业资质鉴定的制度和办法，对工程教育专业水平和工程技术执业质量的不断提高起到了推动和保证作用。目前，国外对工程教育专业评估大多由具有权威性的行业协会等中介组织（NGO）承担，如：美国就采用这种制度对工程教育专业进行评估和对专业资质进行鉴定，其最著名是美国工程与技术鉴定委员会（ABET），它是美国专业工程技术协会的联合会，他们联合起来促进和增强工程、技术和应用科学教育，负责对工程教育专业进行评估，在确保工程教育质量的同时鼓励课程革新以及

评估过程的改革。而工程师的执业资格注册则由各州注册局实施，注册工程师相关要求的第一个方面就是教育要求，其典型要求就是获得 ABET 评估认可的工程专业学士学位，其二是经认可的相关专业工作经验要求，其三才是基础考试（FE）和专业考试（PE）。在英国，高等教育质量的保证工作由高等教育质量保证机构（QAA）负责，该机构提出高等学校学历与学位资格框架、学科基准、专业规格指南等。专业评估和工程师资质鉴定则统一被委托给工程师委员会（EC）负责。专业评估的整套机制由各学校的校内自评评估机制、校外督察员制度、职业学会评估机制构成。

2. 中国工程教育评估与专业资质鉴定制度的建立与发展

中国对工程教育一直十分重视，尤其是改革开放以来，中国的工程教育在吸收国外工程教育改革和发展经验的同时，根据我国的国情也对工程教育的体系和工程教育的内容进行了改革，逐步开展实行对工程教育专业进行评估，同时对专业资质的鉴定也进行了改革，逐步推广和实行专业资质注册制度。我国的工程教育改革和专业资质鉴定改革是由政府推动和组织，由主管部门、中国工程院、高等院校、专业协会和专业学会参加，参照国际公认的评估要求和鉴定要求，结合我国国情制定标准，改革工程教育的课程设置、教学内容和训练方式，以加强科学基础和工程基础教育的通用性；加大本科生和研究生的选课比例，以拓宽学生的自然科学、技术科学、人文社会科学知识领域，以及鼓励学生跨学科选择专业学习和工程研究的积极性；加强实践训练使学生在基础学习阶段就能进实验室进行科学实验和研究，并为学生自主进行创造性活动提供支持，重视学生的科学实验和工程技术训练的综合性和分析与综合能力的培养。目前我国已开展了对建筑学、城市规划、土木工程、建筑环境和设备、工程管理专业实行了专业评估，目前将开始对软件专业进行评估。其他的工程专业的评估也正在逐步展开。

同样，在工程师注册方面我们也参照和借鉴了国外的一些方法和标准，以推动我国专业资格鉴定制度与国际接轨，如我国一级注册建筑师引用了美国的考试的标准，注册结构工程师参考了英国注册工程师的标准体系，并与美国、英国等开展互认工作，已有一批人取得了互认的资格。

中国的工程教育评估和注册工程师资质鉴定相衔接的改革，首先是从土木工程专业领域开始的。同济大学从一开始就积极发起，大力推动这一探索，并得到国家建设部的大力支持。现在请允许我向大家作一简单介绍：

1993 年成立了中国全国高等学校土木工程专业教育评估委员会并制定了一系列文件，其中包括“全国高等学校土木工程专业教育评估委员会章程”、“全国高等学校土木工程专业本科教育（评估）标准”、“全国高等学校土木工程专业评估程序与方法”、“全国高等学校土木工程专业评估视察小组工作指南”等，从 1995 年以来已对全国不同的大学中 26 个土木工程专业进行了评估，同济大学土木工程专业水平在我国高等工程教育中处于领先地位，土木工程专业的教育计划已达到了国际公认的教学要求，同济大学土木工程专业的工程实践训练与国外相同专业相比，不同的是工程实践训练更贴近实际，课程设置中的毕业设计实践环节，使学生在毕业前在老师的带领下参加实际工程的设计，亲身感受实际工程的情况，使学生毕业后能很快适应工程工作，所以同济大学土木工程专业的毕业生，一直能受到社会的欢迎。同济大学

土木工程专业现已通过中国全国高等学校土木工程专业教育评估委员会的评估。

开展工程教育评估以来，不仅在促进同济大学加强土木专业建设上起到了极大的推动作用，也促进了其他工程专业的教育改革，特别是拓宽了各工程专业的设置和教学计划，采用先进的教材。同时也促进了学校和院系的教学管理；促进了学校师资队伍的建设；促进了教育界与工程界的联系；促进了社会对工程专业经费的投入。同时也为工程教育的“国际接轨”打下了基础。

3. 推动高等教育工程教育学历、学位互认

在进行工程专业教学改革的同时，我们也对工程教育的办学模式和专业证书的互认进行了积极的探索，以推进高等教育的国际化和工程教育的“国际接轨”。去年以来，中国教育部先后与法国、德国两国政府签订了双方互认高等教育学历的文件，为中国与 OECD 成员国之间的教育对等迈出了重要的一步，这对于中国高等教育的走向世界具有重大意义。但是对于实行完全市场经济的国家来讲，仅有政府间的协议是不够的，还需要相关的行业协会和专业协会的认可才是实现真正的“市场准入”的重要环节。为此，同济大学近几年来一直在积极探索与国外著名的大学和企业进行广泛合作，目前已经取得积极进展的主要有“中德学院”（CDHK）和“同济-巴黎工程和管理学院”（IFCIM），这两个学院的共同点是，都是与国外著名大学合作并由国内外知名企业参与支持下建立的同济大学的二级学院，学院按照国家的统一要求和标准、通过考试录取、在完成学业后可以获得正式的学历和学位证书的正规的研究生，真正实现了“强强联手”、中外合作培养国际性的高层次专业人才。

同济大学与德国学术交流中心（DAAD）合作创办的“中德学院”的合作对象是德国的慕尼黑工业大学、鲁尔大学等著名高校，并由德国几家跨国公司资助建立基金教研室，由院学术委员会公开向国内外招聘教师，按照双方合作拟定教育计划组织教学活动，相关专业的教学要求达到双方互认，学生毕业既可获得同济大学的学位同时还可拿到德国相关大学的硕士或工程师学位（当然要通过学位论文的答辩）。而“同济-巴黎工程和管理学院”（简称同济大学“中法学院”）则是由同济大学与法国国立桥路大学、巴黎高等理工大学等最著名的十所理工科大学组成的巴黎高科技大学集团（ParisTech）合作举办的，学院以共同培养研究生为主，由同济大学正式录取的研究生在通过 1 年左右的本校学习后，第二年赴法国学习一年，在通过法国的相关学科学习并通过论文答辩后可获取法方的理学硕士学位，然后再回国完成同济大学的学习和论文答辩后，即可获取我国的硕士学位，这将成为一种新型跨国人才。参加该学院董事会的有多家法国的跨国公司和中国的大型企业及银行。

三. 关于我国工程教育“国际接轨”对策的思考

随着工程国际化的快速发展，工程师的国际间流动越来越普遍，对工程专业的多边互认提出了进一步的要求，1989 年由美国、澳大利亚、爱尔兰、新西兰、英国、加拿大国家的认证组织共同签署了华盛顿协议，承认签约国在工程教育的认证体系及其水平上的等同性；承认彼此的工程专业评估组织；承认彼此工程专业评估组织作出的评估结论；相互交换评估文件、观察评估过程、例席评估会议及推动彼此的注册工程师执业资格国际互认，为推动工程教育、注册工程师的国际间相互承认、走向国际化建立了基础。在华盛顿协议的影响下，后来又有许多国家和地区陆续签约加盟，我国的香港特别行政区也已签约加盟，2000 年中国通过

ABET 提出了加入华盛顿协议组织的意向。地区性的工程专业教育互承认体系也开始建立起来，探索注册工程师相互承认体系正在进行：在北美自由贸易协定框架内建立的专业工程师相互承认文件；欧洲国家工程协会联合会正在进行欧洲联盟框架内的“欧洲工程师”注册制度工程师的注册工作；亚太经合组织（APEC）也在进行 APEC 工程师的注册工作探索。

而在我国对工程教育实行评估和土木工程专业注册工程师的鉴定也已经引起了国外工程教育界的关注，并已引起了英国和美国职业评估机构的注意。中、英两国的工程教育评估组织经过多年的相互交往、互派观察员参加评估活动和评估委员会会议等，还联合召开了有关土木工程专业教育和职业评估的国际会议，在相互了解的基础上于 1998 年 3 月签订了互认协议，确认了经中国全国高等学校土木工程专业教育评估委员会（NBCEA）评估的土木工程专业与经英国联合协调委员会（JBM）评估的土木与结构工程第一学位专业相互承认，并符合中国注册结构工程师和英国土木工程师协会会员对于目前教学方面的要求。同济大学的土木工程专业学位和教学也已得到英国联合协调委员会（JBM）和英国土木工程师协会的承认。美国的工程与技术评估委员会（ABET）也曾派观察员来参加中国的高等工程教育的评估活动并与中国全国高等学校土木工程专业教育评估委员会（NBCEA）对于土木工程第一学位专业评估的互认和中国参加华盛顿协议等问题进行了深入而有效的讨论。

根据国际上工程教育改革的国际化趋势和中国的实际情况，为了积极推进工程教育的教育改革，推进我国工程教育的专业评估和工程师执业资质鉴定的“国际接轨”，结合同济大学这几年的实践，我们认为可以采取以下的对策：

（1）我国应尽快建立并推行工程教育专业评估与专业资质鉴定制度。鉴于中国目前的行业协会及社会中介机构尚在起步阶段，因此建议可由中国工程院和政府有关部门共同推动，按照国际惯例，组建具有权威性，独立自主负责工程教育专业评估与专业资质鉴定的全国性的工程专业评估组织与专业资质鉴定组织。由于这两项工作的专业性非常强，其决策层可在行业协会基础上分别组建，由工程专家、学者和政府相关部门人员组成的工作组负责规划和筹备组建专业评估组织与专业资质鉴定组织，根据国情，采用可比的国际标准、程序和方法，依法开展评估、鉴定和注册工作，而且该组织可作为我国与国外同行进行交流、联络的窗口，在国际上可代表中国工程界参加专业评估与资质鉴定的情况交流和工作，参与国际间有关协议的制定，以维护国家尊严，提高国际地位、国际市场的竞争力和维护国家的技术权益。

（2）加快工程教育的改革步伐，拓宽专业口径，以适应当代科技、经济与社会的发展。这也是“国际接轨”的重要内容，由于传统的中国工程教育，学校受部门和行业办学的制约，专业口径过窄，专业划分过细，导致学生所学专业的适用面较窄和难以适应迅速多变的现代科技和产业结构的调整。应通过合并相邻和相关学科专业、扩大专业口径，采用通识教育与专业教育相结合方式，在教学中要加强科学基础教育和学科的交叉融合，注重学生的实践能力的教育和培养同时还要进行人文和社会学的教育，通过工程教育使学生掌握扎实的专业基础知识，具有良好的实践能力、创新和创业能力和良好的人格素养。同济大学为此提出了科技教育和人文教育协调发展；在工程教育中也贯彻知识、能力、人格（KAP）三位一体全面发展的人才培养模式。

（3）加强与国际间工程教育与工程协（学）会的交流。在工程教育评估日趋国际化的情况下，应进一步加强工程教育评估的国际信息交流，要更多关注国际上工程学科设置和学位课

程的设置，加强课程设置计划的交流，课程名称和内容的互相认同，应该逐步开展国际间的工程教育评估活动。同济大学正自觉把包含国际交流在内的“交往”作为现代大学的第四功能，如我们不仅邀请国外的工程教育评估专家来观察我们的工程教育评估活动，也受香港地区，英国等工程教育界的邀请，观察他们的工程教育评估活动，进行学习和交流，这样能有力地推动我国的工程教育质量与国际工程教育的质量同步发展和提高。同时，建议有关主管部门及工程师协会等也应该积极参与注册工程师的资质互认的可能性，注意发挥非政府组织（NGO）的作用。

（4）建立以学生为对象的评估标准，建立和完善高等工程教育的质量保证机制。教育作为一种服务，服务的对象是学生，因此，评估标准的核心应该逐步从评价教学条件、教学过程转向评价教学质量，评估应该以学生学到了什么、能够做什么为标准，要更侧重于学生进入工程领域的知识准备为核心。应该强调在学校内部建立和完善常设的质量保证机制，对学校教学的各个环节进行实事求是的评估和监督，首先要依靠学校自身的努力来保证工程教育的质量，而现有的由学校外部评估的方式应逐步向学校外部审核转变。专业评估应该坚持高标准，同时评估的标准应是具有灵活性的，评估的过程应始终是透明的、公正的和向公众公开的。

（5）以科研促进工程教育的进步，提高工程教育内容的科技含量。这不仅是“科教兴国”的重要组成部分，也是当今可持续发展的要求。工程教育要适应工程活动随科学技术发展而不断改革、发展，学校应加强与企业、政府机构的联系，将大学与企业的资源、大学与国家的科研设施（国家科学实验室）等的资源进行整合，以促进更高水平的科学研究和教学。高等院校在完成国家重大科研中占有主导地位，而且每完成一项科研项目，就培养出一批专业人才，既出成果又出人才，为了确保高质量的科学研究和工程教育，国家科研基金的投放应该向高等院校倾斜。在学校、企业及政府机构间应同时建立协商机制，对科研成果中的知识产权应明确各自的责任，在促进高新技术的转化的同时促进工程教育的进步。

（6）建立和完善工程教育的“终身教育”体系。工程教育终身化是工程教育的一项重要任务，也是工程教育的一项基础性的工作。工程师的素质关系到国民经济建设的速度和发展速度，在知识经济时代，“知识半衰”周期的加快，以前我们把高等院校看作是“工程师的摇篮”，现在人们开始认识到刚从高等院校的毕业生仅仅是工程师的“毛胚”，成为合格的工程师还需要工程实践的“加工”，还要经过不断的学习和锻炼，才能从“毛胚”变“成品”。因此，高等院校不仅要提供高质量的职前工程教育，还应该对在职的“毛胚”工程师和在职工程师进行继续教育，使他们能够不断接受新的知识和掌握新的技术（这方面可以也应该加大与企业界的合作）。因此，高等院校的工程教育不仅要搞好职前教育，还应与企业、协会一起搞好职后教育，努力建设一个“学习型”的社会，为工程师提供“回炉”和提高的机会。

以上对策应该由有关政府部门和相关专业学（协）会会同高等院校一起努力，当然，我们希望、也相信中国工程院能在推动中国工程教育的“国际接轨”方面继续发挥重要作用。

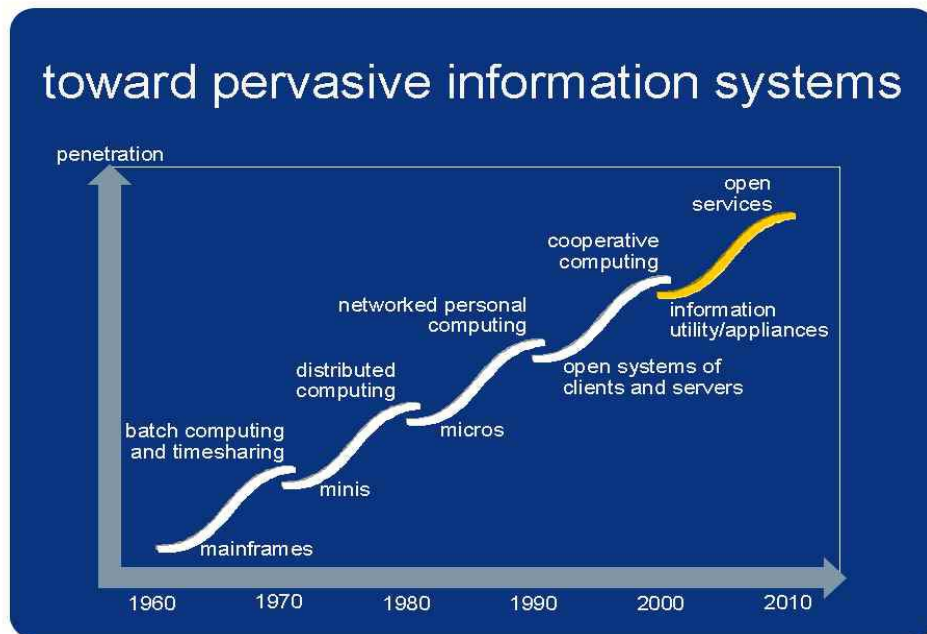
在全球化时代重塑与高等院校的合作关系

埃德·杨

惠普公司战略技术部

主要趋势

工业生产中主要趋势一直以来都是实现全面信息化体系。下图展示了 50 年多来工业生产中信息一直朝着全面化发展。我们已经从多个庞大昂贵的计算机系统，主要是在同步基础上进行大批量运算的计算机系统，转移到目前的广泛应用而且成本低廉的运算资源，这些资源之间互连程度已经达到 10 年前无法想象的程度。

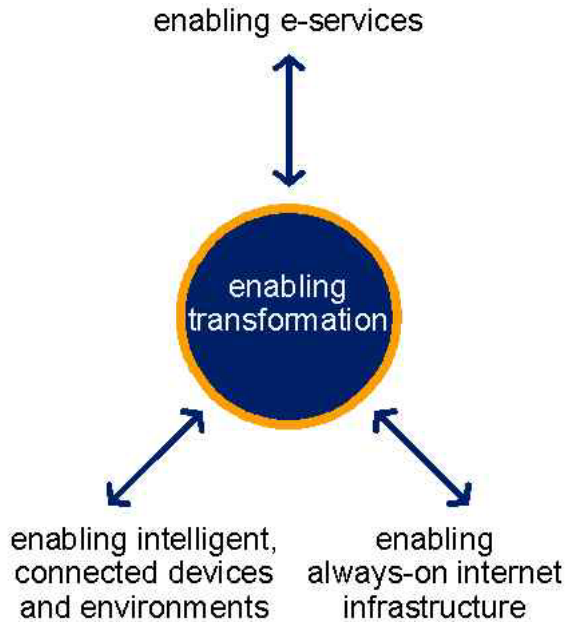


尽管经济偶尔波动，但这种趋势一直在继续，并且相信能够使得信息的传播和共享达到更全面更深入的程度。随着基于动态开放式服务的新形式的出现，这种全面化讲话更加开放。而动态开放式服务是建立在使用高度个人化的、简单易用的工具就能够达到的信息应用结构之上的。这种趋势为高等教育学校和信息系统产业之间建立强有力的合作关系提供了广阔的空间。

首尾相接的转化 (End-to-End Transformation)

下图中的这些趋势能够推动信息系统中的首尾相接的转化的实现，通过：

- 提供电子服务
- 提供智能的、连接的仪器和环境
- 提供永久开放的互联网基本设施



新环境和新蕴含 (New Environments and Implications)

信息系统的这种首尾相接的转化预示将进入一个模式不断转变的环境，包括：

- 全球连通性
- 全球信息共享
- 网络商业运作
- 工程合作平台
- 新的顾客—卖方交互模式
- 网络化——任何时候、任何地点
- 家庭，商务和教育信息技术之间的界限模糊
- 数字内容——新媒体
- 新的商业模式

跨国公司的前景

现在，我是作为一家重要的跨国公司惠普公司的代表发言。在惠普公司，每个人都会感到成为一名优秀企业公民是我们的义务。作为“跨国公民”，我们的明确目标是：

“使我们自身成为各国、各社团经济上、智力上和社会上的资产是我们对社会的义务。”履行这种义务的关键就在于重视教育。

为什么要重视教育？

成为一名优秀的企业公民和重视教育之间的关系或许并不是显而易见，但是惠普公司的首席执行官清楚地对二者的关系作了如下陈述：

“将来的成功在很大程度上取决于我们怎样对待作为后备力量的青年人。他们高矮不一，外形各异，肤色不同，来自各个国家，有着不同的背景。如果我们要让这个世界充分地发挥它的真正潜能，我们就必须使所有的孩子真正地做好准备。这不仅仅是一件应该做的事情，还是一笔有利可图的买卖。”——Carly Fiorina, 惠普公司首席执行官

因此，我们重视教育不仅仅是道德意义上的一条可取之径，而且有着深远的商业意义。

创造发明和多样化的力量

惠普文化的核心是创造发明，就是超越传统的研究和发展。我们相信，多样化是促进创造力和创造意识的一个重要策略。惠普首席执行官对此如下说明：

“创造发明一直是而且将继续是惠普的核心和灵魂。创造发明取决于创造力，而多样化增强创造力。我们决不让一个孩子掉队。今天，在惠普的教育体系里，已经培养出了 250000 新发明家，我们希望会有更多。”——Carly Fiorina, 惠普公司首席执行官

社会和经济平衡

在惠普我们意识到，成功的未来要靠在社会需求和经济目标中达到最佳平衡才能实现。惠普首席执行官说：

“网络和其他相关技术可以保证经济持续快速的生长，而这样直接使地球上的每个人都收益。但是，同时也拉大了社会和经济之间的极化。到底差距有多大取决于像惠普这样的公司在不同的市场、文化和大洲之间如何保持可持续性发展，以及如何应用技术。”——Carly Fiorina, 惠普首席执行官

大学—工业合作

与世界各个地方的大学合作是惠普成功的一个重要因素，另外发展教育系统与技术也是原因之一。我们将会继续寻找革新的方法以更好的促进合作并进一步扩展到新的区域，尤其是亚太地区。

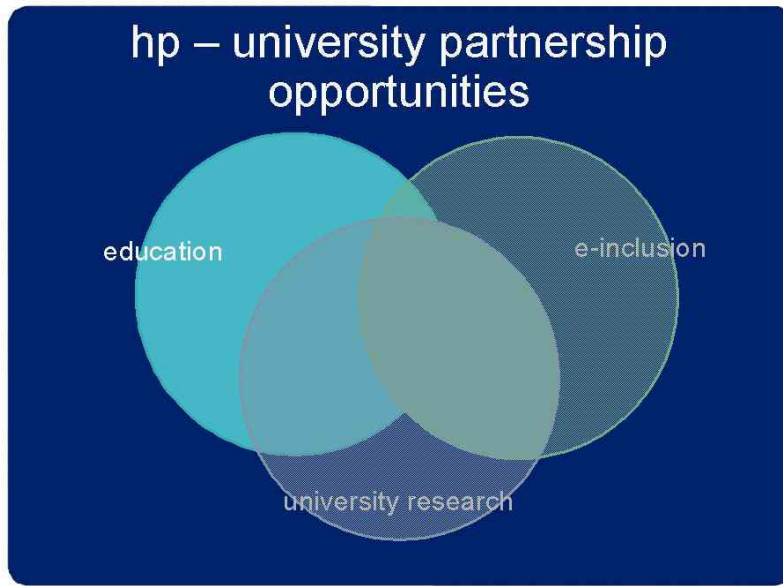
亚太地区大学活动

对于迅速发展的亚太地区，我们正重新予以重视，以求实现下列战略性目标：

- 发展新的合作关系
- 在日益增多的市场中，为大学任务确定的模式
- 提高国际转让的程度，扩大共享范围并通过应用技术发展新的教学方法

惠普与大学的合作机遇

下面的图表展示了三个广阔而互补的区域，也就是惠普公司与大学合作的主要区域。



- 教育：包括从幼儿园到职业生涯贯穿人一生的一整套方法，一种超出技术性的并适合远程人员的教育概念。

- 大学研究：支持并鼓励在全新的研究课题和使用新的合作方法进行工业和教育体系联合的科学研究。

- 电子技术方面：积极应用现代技术把不同的团体连成一个 *数字村落*。

教育计划

惠普公司的教育计划的本质在于向学校和大学投资使不同地区的教育体系联系起来，并发展。有三种主要方法可以做到这一点：

- 通过技术将教与学相互转化
- 增加学生在数学和科学中的成功机率
- 在高科技领域职位中增加未被充分代表的学生

整体教育

为了促进我们的教育计划得以成功实施并为社会提供最高的价值，它们必须全面地执行。整体教育方法旨在达到一种长期的双赢结果，等同于：

- 社会和经济平衡
- 关键在于：
 - 技术技能
 - 道德和社会价值
 - 商务和管理技能

校园里的移动技术解决方案

惠普公司将先进的移动技术解决方案作为奖励给了美国十几所大学，以加速探索新的教学方法。奖励包括惠普公司的软硬件产品，技术咨询，以及惠普职员直接参与。

大学生和教师是尖端技术最主要的使用者和开发者。现在，高校正处在应用技术推动的教和学的革命过程中，这项计划的目的在于支持创建教学实验基地，从而将惠普的移动技术解决方案付诸实践。可以通过下面的方法实现：

- 通过技术将教与学相互转化
- 使用无线电基础设施和较高的无线电带宽能力的共享设备
- 在首尾相连设计中予以帮助并运用实践知识
- 将学生与教室、导师和同龄人联系起来
- 任何地方都能完成并提交作业
- 确定同龄人、教室、实验室、导师等位置
- 在线获得背景信息和其他资源
- 轻松地与同龄人合作
- 允许我们了解如何将技术与现实生活相结合以及如何改进技术

目前的教育投资

惠普公司为下列大学提供了移动技术解决方案：

- 卡耐基—梅隆大学
- 康纳尔大学
- 乔治亚理工大学
- 麻省理工学院
- 摩根州立大学
- 印第安那大学布鲁明顿分校
- 俄勒冈州立大学
- 波杜大学
- 加州大学戴维斯分校
- 加州大学洛杉矶分校
- 加州大学圣地亚哥分校
- 伊利诺宜州大学 Urbana—Champaign
- 新墨西哥大学
- 德克萨斯大学奥斯汀分校
- 威斯康辛大学麦迪逊分校

全球大学/工业研究

我们与大学合作的三个杀手锏中的第二个是促进信息技术产业与全球大学之间的合作。如网络计算处理、Itanium CPU 芯片新平台、操作系统如 Linux 等等。这项研究的实质体现在一

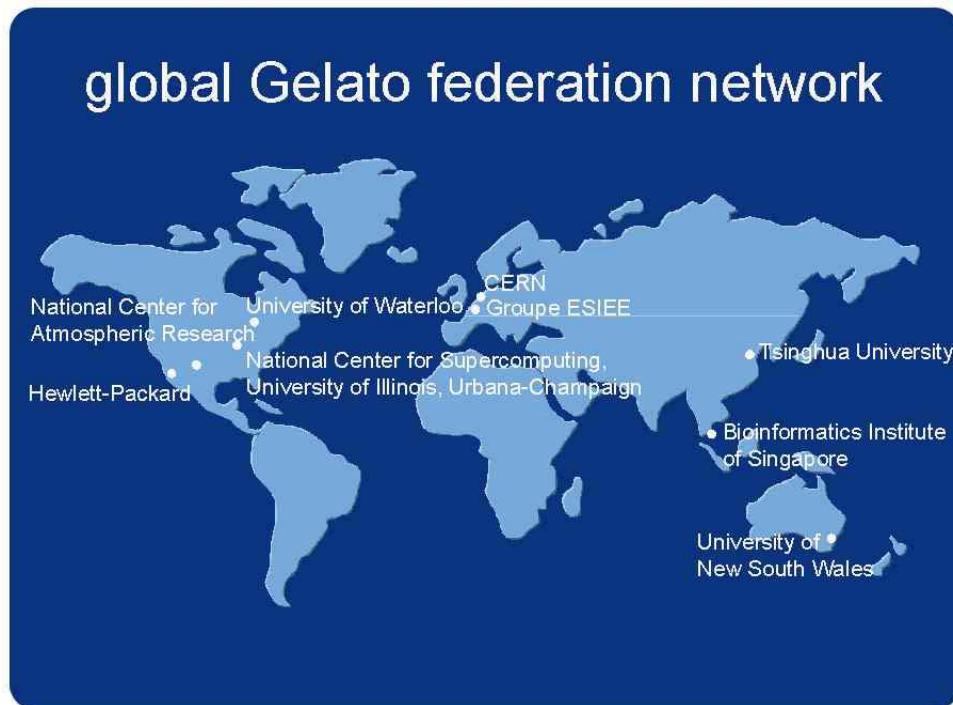
项称为 Gelato 的工程中。

Gelato 是什么

Gelato 是由世界上 7 个重要的研究中心和惠普公司共同创建的：

- 一个研究组织的世界性联盟
- 可以使不同范围的公开资源的 Linux 在 Itanium 芯片上运算
- 体现那些在学术、政府和工业研究中的实际问题
- 包括亚太地区的使用者如：
 - 清华大学
 - 新加坡生物信息学院
 - 新南威尔士大学

下面的地图说明了全球 Gelato 联盟网络。



电子技术：数字村前景

惠普设想是所有人都有权利获得数字时代的社会和经济机会。我们相信，通过技术我们可以帮助那些以前不被重视的地区：

- 参加今天的数字社会
- 改善人民生活
- 宣传以前不被重视地区对于以技术为基础的商业的市场价值
- 帮助开发产品和实施当地居民可以参与的计划
- 确保持续而有意义的实施

南加利福尼亚部落群体——一个现实世界中的例子

惠普已经将数字村的设想付诸实践，试图改变南加利福尼亚一个地道的美国部落群体人们的生活，下面是一些相关数据：

核心技术：无线传播

人口： 7675（37%儿童，12%老人）

地理： 农村

人口统计：

50% 美国土著人

20% 拉提诺人

29% 贫困线以下

50% 失业

分布： 17 个居留地分散在方圆 150 里，从墨西哥边界一直延伸到北圣地亚哥县使用无线接入技术将这 17 个分散的部落联系起来并与互联网联系起来，从而将这个部落连为一体。下面是对技术和教育的整体应用的细节：

技术： 为所有的居留地提供宽带连接

经济发展： 商业培养基地、职业网络、工作培训

社区： 部落通用的日历，共享故事、图画和经历等

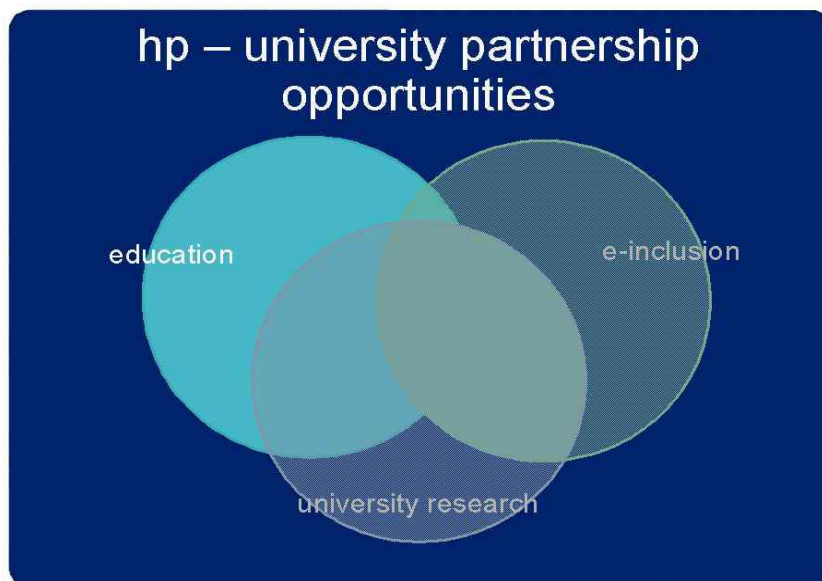
教育： 文化和语言课程；家教/顾问

文化： 保持并发扬传统

合作： 建立当地大学之间的密切合作关系

结论

希望读者能够大体上了解我们的设想——关于高校和 IT 产业中如惠普公司这样的全球化企业之间的新型的合作模式。这种合作方式有很多机遇，同时也有很多责任。



对于教育，我们希望应用最先进的技术来提高教育系统的效率。我们还想将整体论方法运用到教育体系中从而最大限度地发挥教育对社会和世界的作用。

对于研究，有很多新方法能将大学和企业联系起来，以求得更加有效的合作和研究。另外，现在新的研究课题不断涌现。我们打算进一步推进和扩大在这些领域的合作。

最后，对于大学和企业的合作来说，通过应用现代技术改进商业经营模式，建立新型的商业运营模式，从而加快以前不被重视地区的发展速度是非常可行的。最重要的是，提高人们的生活质量。这些合作机会为公司和高科产业创造广泛的发展空间，这样我们就可以最大限度地对我们所赖以生活和服务的社会履行义务。

REINVENTING THE PARTNERSHIP WITH HIGHER EDUCATION IN THE GLOBALIZATION AGE

Ed Yang

VP, Strategic Architectures Office of Strategy and Technology
and CTO, Personal Systems Group Hewlett-Packard Company

ABSTRACT: The information technology industry has been presented with a wonderful opportunity to partner – again – with higher education at a time when global information sharing is uniquely possible. Over the past decades, the constant and accelerating trend has been for vastly increased pervasiveness of information access and technologies. Multinational companies have a special opportunity and responsibility to seize this moment to collaborate with universities so that together they can maximize the benefits these new technologies and systems can deliver.

The traditional relationships between three critical contingencies -- universities, communities and industry-- must be reinvented to adapt to the world as it exists today. This paper examines the opportunities and challenges presented by this demand for reinvention by examining:

- Mega-trends
- Perspectives from a multinational company
- University-industry collaboration: opportunities and examples
- Conclusion

This paper presents a unique perspective of new opportunities and describes some first-hand experiences related to HP' s global engineering and education partnerships. HP is a multinational company for over six decades, with business operations located in over 120 countries.

发展继续工程教育 促进企业技术创新

谢企华

上海宝钢集团公司

当今的经济竞争，表面上看是对经济资源、产品质量和市场占有率的竞争，实质上是对人才资源和知识技术的竞争。一个企业要持续发展，长期保持先进地位，根本的一条在于能不断技术创新，而企业技术创新的关键又在于企业人才的技术创新能力。为此，要建设一流的企业，必须有一流的人才队伍。高等院校是企业人才的摇篮，高等工程教育为企业培养了一大批高素质的工程人才。但是，随着科学技术发展，原学科交叉、渗透与综合，新型学科不断涌现，高等教育不再能够提供一个工程人才的全部的、终生的教育，工程人才必须在企业中不断接受在职继续工程教育，才能趋渐成熟，才能保持他们知识的先进性和知识结构的合理性。继续工程教育已成为现代工程教育体系的重要组成部分，并成为企业致胜的法宝。

一、宝钢继续工程教育回顾

宝钢继续工程教育是伴随宝钢建设和生产的发展而起步、开拓和发展起来的，它已成为宝钢生产、管理、科研和人力资源开发的重要支柱。

宝钢教育培训中心是继续工程教育的实施单位，拥有国内一流的教学设施，并有一支优秀的专兼职教师队伍。在实践中，逐步形成了“统筹规划，全面负责，分工协作，精干高效”的企业教育管理和办学体制，并取得了一些成功的经验。

（一）建立人事、生产、科研相结合的企业教育施教体系是保证继续工程教育深入开展的基本前提。

继续工程教育是密切结合企业的生产经营和科研，提高专业人员解决实际问题的能力、决策能力和开发创新能力的一种教育方式。为了实现这一功能，我们对原来的教育体系进行了重大调整：撤消了原有的宝钢职工大学，同时成立了继续工程教育学院和经济管理研修院，组建了一支理论造诣深、实践经验丰富的专兼职教师队伍，并培养了一大批业务能力强、能策划、善管理的专兼职培训工程师，在教育培训中实施 ISO9001 质量管理体系，建立了企业教育施教体系。这一调整有力地推动了宝钢继续工程教育的整体开展，并提高了继续工程教育的质量。

与此同时建立了人事部门、生产与科研部门和教育培训部门三者密切配合、通力协作的运行体系。人事部门根据宝钢的现状和发展方向以及对人才开发的需求，提出宏观导向；下属各单位根据自身的需要提出培训要求，与教育部门直接沟通；教育部门始终坚持深入生产、科研等部门进行现场调查研究，对各单位提出的培训项目进行综合平衡、协调和组织实施。这种扁

平化的运行体系不仅快捷有效，而且直接反映了企业及其专业人员对继续工程教育的需求。

（二）学习、消化、掌握和开发宝钢的技术资源是继续工程教育的主要任务。

在宝钢一、二、三期工程建设中，引进了不少国家的先进技术。全面组织宝钢职工学习、消化和掌握这些先进技术是管理好宝钢的关键。有些技术在现有的教科书中是找不到的，普及掌握先进技术是继续工程教育的任务和不可多得资源。我们组织一批直接参加技术谈判、设备安装和调试，并直接指挥过生产的资深高级技术人员，在充分消化、吸收引进技术的基础上编写教材和实施普及培训教育，得到了良好的效果。

结合生产现场先进技术的宝钢继续工程教育，具有明显的实用性和先进性，通过学习，有利于职工新技术的掌握和在此基础上的创新，因此深受专业技术人员的欢迎。

（三）生产、教学、科研密切结合，促进产、学、研协同发展是继续工程教育的重要途径和方向。

推进企业教育的发展，必须持续保持与高校的合作，这不仅因为高校有丰富的教学资源和雄厚的师资力量，而且二者的合作可以优势互补。它可以使专业人员直接切入生产与科研的主战场，促进科研成果转化为现实生产力，推动企业的开发创新，同时也为高校的新技术、新知识提供新的题材。

目前，宝钢与全国五十多所高校合作，博采众长，根据不同高校的特点进行不同的专项合作，特别是一些在宝钢长期有合作科研项目的高校，对宝钢的继续工程教育给予了很大的支持。如宝钢与东北大学早在十多年前就进行了多层次、全方位的合作。共同组建了继续教育中心，密切结合宝钢的需要有计划地开展各种教育活动；联合进行科研开发，共同对重大引进项目进行消化、吸收与创新；联合培养在职研究生，培养高层次的专业技术人员。

（四）有效的激励机制和约束机制是推动继续工程教育向纵深发展的强劲动力。

随着科学技术的迅速发展，知识的半衰期越来越短，人们对学习的自觉性正在逐步提高。然而一种有效的激励机制和约束机制将会进一步激发人们的学习积极性。

竞争上岗，既是激励机制又是约束机制。例如，宝钢需要很多既懂技术，又懂外语的科技人员，因此宝钢规定专业技术人员的外语能力同职称晋升、岗位竞争、出国培训挂钩。在这一机制的引导下，形成了一股广大员工主动学习外语的热潮。

实践证明，有效的激励机制和约束机制可以激发全体员工的学习积极性和主动性，有利于提高整体素质，增强企业的核心竞争力。

（五）继续工程教育的国际化是提升继续工程教育层次和水平的有效方式

继续工程教育强调密切结合生产现场、技术攻关及新技术、新工艺、新产品的开发，强调以转化科技成果、推广应用新技术为目的而开展各种专题培训和研修。它具有先进性、实用性和针对性的特点。

宝钢要缩短与世界先进企业的差距，必须要将宝钢人才的眼界向全球打开，才能使他们了解和掌握世界最前沿的科技成果和生产成果。为此，宝钢十分重视继续工程教育的国际化，先

后与美国、英国、德国、日本、加拿大、荷兰、韩国等国的一些企业、大学、研究机构和咨询机构建立了良好的合作关系，先后选派宝钢 270 多位技术和管理骨干去研修和做访问学者，同时聘请他们的专家来宝钢讲学，与他们合作举办学术交流研讨会。

二、宝钢继续工程教育的再思考

世界在经历着深刻的变革，我们正面临着经济全球化不断深入，科技进步日新月异。在这样的新趋势、新环境下，我们必须不断解放思想，更新观念。

（一）新时期宝钢继续工程教育的任务

继续工程教育是对受过高等教育的在职工程技术人员进行知识与技能的更新、补充和提高的教育，它是提高人才素质、保持工程技术队伍活力、增强企业国际竞争力的重要途径。

继续工程教育帮助宝钢人掌握了宝钢的先进技术、工艺和装备，确保了宝钢工程建设投产成功和生产稳定高效的运行，使宝钢实物劳动生产率和产品质量达到了世界先进水平。今天，宝钢正在建设钢铁精品基地和新工艺、新技术、新材料的研发基地，向“办世界一流企业，创世界一流水平”的宏伟目标奋进，更应重视继续工程教育。

宝钢要成为具有国际竞争力的钢铁企业，需要一支国际化、高素质的人才队伍，国际化人才培养将是新时期宝钢继续工程教育的主要任务。通过继续工程教育，开发宝钢人才的智力，优化宝钢人才群体的知识和能力结构，提升宝钢人才队伍的国际化素质，增强宝钢技术创新能力，使宝钢拥有著名品牌和自主知识产权，赢得国际竞争优势。

宝钢将通过两个层面来实施继续工程教育：第一层面是对新进大学毕业生，使他们从“校园人”成长为“宝钢人”，主要进行宝钢文化、管理、技术、工艺、产品等方面的教育，以及知识经济时代的信息化技术应用能力和外语语言应用能力的培训，使他们了解和遵守宝钢文化和管理制度，帮助他们掌握宝钢的技术和工艺，提高他们国际化合作和交流的能力，为他们成为未来宝钢中高级技术人才奠定基础；第二层面是对宝钢中高级技术人才，使他们从“消化”走向“创新”，通过科研课题、技改项目，以及国际学术交流活动，开展新技术、新工艺、新产品的学习和研究，使他们掌握本领域世界最先进技术，提高他们的技术创新能力。

（二）强化实施继续工程教育的研究与创新

继续工程教育在发展壮大中积累了许多宝贵的经验，创造了一些有效的方法。然而，宝钢必须在继承的基础上进行创新，不断创造出切实可行，符合时代特点并满足企业需求的方式、方法。

1、编制继续工程教育科目指南

科目指南是对专业技术人员学习的宏观导向，有利于公司内部对人才结构的调整和优化，有利于调整和完善专业技术人员自身的知识结构，也有利于人事部门对人才的开发和教育部门对教育培训的实施，是继续工程教育中一项基础性工作。

宝钢人事部门、生产科研部门、教育部门协同组织公司内部的专家、学科带头人、技术骨干 140 余人，历时 10 个月，于 2002 年初完成了《上海宝钢集团公司专业技术继续工程教育科

目指南》的编制工作。它的特点是完全结合宝钢的现状和发展方向，并且由人事、生产科研、教育各部门共同参与，客观地反映了宝钢对人才素质的要求和教育培训的需求。科目指南的编制奠定了继续工程教育向更高层次发展的基础。

2、开发继续工程教育的精品强项

与企业的发展一样，继续工程教育的发展也必须有自己的品牌和强项。品牌意味着高质量，意味着不断创新。

在实践中，宝钢曾经开发过一些比较好的培训模式，例如“4+1”模式。所谓“4+1”，即“管理创新”、“思维训练”、“技能拓宽”、“技术前沿”四个单元的研修和一篇技术论文。教育方式上采取理论讲座与案例分析、专家答疑相结合，注重教与学互动，变被动学习为主动学习。对论文的评估侧重于是否具有一定的技术含量和创新意识；是否能应用于生产，为宝钢创造经济效益。这种培训，知识起点高，技术含量大，课堂贴近现场，理论联系实际。

我们将在以往实践的基础上继续开发一批精品强项。通过这一措施，把宝钢继续工程教育的质量提升到一个新的高度。

3、开发网络学习技术，发展远程教育，创建全新的学习环境和学习方式

加快教育信息化建设，实现教育信息化和现代化，是推动教育发展的重要策略。宝钢对此做出了快速反应，明确提出要把发展网络教育培训纳入宝钢信息化发展规划。目前，一个数字化、网络化的虚拟宝钢教育培训中心已初步形成，构建了以宝钢教育培训中心为主体，向宝钢子公司、员工所在的社区、员工家庭和高校辐射的远程教育网，使宝钢实现了真正意义上的任何人、在任何时间、任何地点，学习任何课程的目标。

我们必须用信息化和现代化的观点，进一步制定教育培训信息化的发展规划、体制、机制，加强教育资源的开发，强化信息管理，进一步提高教育培训信息化从业人员的知识和能力，不断强化教育信息化的功能，为宝钢创建学习型企业，构建员工终身学习体系奠定基础。

三、结束语

在企业竞争异常激烈的时代，企业只有通过不断的开发创新，创造出自己的品牌和专利，才能立于不败之地。而继续工程教育是当代新知识传输的重要桥梁和科技创新的摇篮，科技创新是继续工程教育的重要组成部分。我们要在实践的基础上，更新观念，完善措施，不断强化继续工程教育的功能。

最后，我想引用我国科学院院士周光召的一段话作为本文的结束，周光召院士指出：现在我们应该把注意力从建设一些具体项目转移到建设人才上来。失去科技支撑的企业是没有前途的企业，失去知识支持的人才也将是没有创新能力的人才。作为从事科学创新的科研人员应在善于学习、鼓励创新的企业中不断进取，开拓前进，而作为一个企业必须以人才作为生存发展的基础上，创造一个面向市场，面向经济全球化，面向知识经济的教育培训体系，为劳动者和企业打开通向知识经济的大门。

人才观与教育观

翁史烈

上海交通大学

一九九七年，我在《21 世纪高等工程教育展望》一文中，综合了对教育有重要影响的经济、社会、文化发展的五大趋势：

- 1) 教育、科研、生产一体化趋势；
- 2) 科学技术综合化趋势；
- 3) 社会发展理性化趋势；
- 4) 经济发展全球化趋势；
- 5) 教育终身化趋势。

在当今世界上，科学转化为技术，技术物化为产品的周期空前缩短，知识发现、知识传播、知识物化也即科研、教育、生产原来相互分离的三大社会活动结合得愈来愈紧密，而科学技术本身从上世纪四十年代之后学科分化为主的趋势，由于客观世界的统一性，逐渐变为综合为主。

全世界都关注着人类社会的可持续发展，不仅大量投资用于治理环境的创伤，而且制订了 C02 排放等国际标准来规范人们的活动，使人与自然的关系得到理性化的发展，使人类社会从石油文明转化为生态文明，使地球成为环境高度宜人的居所！

80 年代初，改革开放政策实施之后，中国开始介入了世界经济，而 2001 年入世之后中国更广泛地进入国际市场，中国市场也向世界更大的开放，加入世界贸易组织是中国经济卷入“经济全球化”浪潮的重大事件。“全球化”要求扩大开放，也要求深化改革，从而使中国逐步适应世界经济的变化。

学习终身化不仅是工作上的需要，而且也是新世纪生活内容丰富多彩、生活内容更加充实的需要，有人曾说 21 世纪将是创造性工作、主动学习、轻松休闲等方面和谐结合的社会。

这些发展的大趋势必然转变人们的人才观和教育观，从而推动工程教育的改革。

一、人才观

21 世纪工程师的素质以及相应的工程教育的培养目标，世界各国都在研究，发布了不少观点。例如，中国 1999 年召开的国家技术创新大会上“新时代、高层次、创造性人才的要求”；美国 Drexel 大学“跨世纪人才”的要求：美国亚利桑那大学和 32 个企业联合拟定的工程技术人员的 12 条性能指标；德国柏林工业大学从技术高度和管理角度提出对工程师的要

求；美国国家研究院和工程教育委员会《面对变化世界的工程教育》、《工程教育适应性体制设计报告》；日本东京工业大学和筑波大学的《社会性综合大工程型》的要求等。所有上述的资料都有相同的认识，那就是 21 世纪的工程师不是单纯的技术工作者，而应该是复合型人才，他们应具有的知识、能力、素质可以分三方面表述。

1. 工程科学技术方面

有深厚的数学、自然科学(含物质科学与生命科学)的基础；有牢固的工程原理、工程实践的基础和训练；有崭新的专业知识；有识别界定问题、运用工程原理；实验方法、设计计算方法、解决问题的能力；对技术的作用有历史的和社会的见解；有跨学科视野。

2. 人文社会科学

在工程教育中强调人文社会科学，这是学科综合交叉的反映，也是客观世界统一性的必然要求。

究竟什么是人文科学和社会科学？人文科学和社会科学的内涵很广泛，而且相互交混。人文科学包含文学、哲学、艺术、伦理、语言、考古；社会科学包含人类学、社会学、心理学、地理学、社会统计学、教育学、企业管理学、公共行政学、大众传播学、精神治疗学；至于历史学、政治学、经济学、法学则既隶属于人文科学，也隶属于社会科学。

人文科学	文学、哲学、艺术、伦理、语言、考古
社会科学	人类学、社会学、心理学、地理学、教育学、企业管理学、公共行政、大众传播、社会统计、精神治疗
人文科学 社会科学	政治学、经济学、历史学、法学

(本表参考《大不列期百科全书、辞海》)

工程的本质是创造、发明、设计、施工，把人的意志、想象、情感融为一体，改造自然、塑造社会。宏伟的三峡工程需要在科学技术上闯过许多难关，但是工程的出发点和归宿都是紧紧地扣在人文和社会进步上。工程师作为工程的实施者，本身的人文、社会科学的素质，对工程的质量、水平，最终对社会进步的影响的关系是显而易见的。

有人认为人文科学和社会科学在工程教育中应处于核心地位。但恰如其分的提法是：工程师必需有文学、艺术、语言、政治、经济、企业管理等方面的素养，有把工程问题置于整个社会系统中，进行政治的、经济的、法律的、生态的、心理的以至于伦理的综合考虑的能力，因为他(她)毕竟是一个工程技术人员、一个工程师！

3. 个人的修养方面

工程技术人员应该德智体全面发展。他(她)有高尚的道德，有强健的体魄，有高度的社会责任感，有合作共事的团队精神，有终身学习的文化素质，有交流、沟通的语言能力。上述对科学文化与思想道德方面的要求综合成新时代的人才观。

与过去相比，人才观的变化是非常明显的。就上海交通大学而言，在我们求学年代流传着“学会数、理、化，走遍天下都不怕”的观点，这种观点强烈地影响着年轻人的发展，影响着学校的教学计划、内容、方法。如今的要求不是单纯的数理化，是面面俱到，样样重要。于

是在交大人们把人才要求概括为“宽厚型、复合型、外向型。”之后，在江泽民同志“创新是民族进步的灵魂”观点的指导下，又加上了“创新型”，变成“宽厚型、复合型、开放型、创新型”。

在国际上教育家也提出综合的人才观。有人甚至说仅仅掌握狭隘的技术，毕业生将永远是新思想的提出者、市场上的击搏者、金融控制者的仆人。

新的人才观给某个学习阶段的尤其是大学阶段的教育组织带来许多矛盾和困难。为何解决矛盾，为何克服矛盾，这要求我们具有正确的教育观。教育观是为人才观服务的，但二者是属于二个范畴的。前者是人才的要求，后者是如何组织教育。

二、教育观

高等工程教育如何组织，各个学校都有自己的见解，都会办出自己的特色，应该百花齐放。然而在一段时间的实践后，某些学校会发展得快一些，有的学校会相对滞后，贵于从教育观上认真总结。中欧国际工商学院在短短建校八年之后，在 MBA 培养上进入世界百强；在 EMBA 培养上进入世界 50 强(第 29 名)。对其办学中的一些闪光点值得认真总结和推广。实际上各种各样的办学方案、培养计划都是在人才观的指引下力求正确地处理一些矛盾，克服一些困难。在当前阶段，这些矛盾和困难是①基础知识与专业知识；②人文社会科学与技术科学；③教学与科研；④理论与实践、知识与能力；⑤国内与国际；⑥教学方法；⑦成才氛围等。

1、基础知识与专业知识

当今世界科学迅猛发展，知识更新的周期空前缩短，然而从知识的总体来看，它有一个相对稳定的内核，也有一个日新月异的外层。例如作为能源、动力机械的理论基础的热力学，数十年来的变化主要是反映在不可逆过程的深化上，而不可逆过程的许多理论也并非新发现，基本思想在 50 年前已经提出。相对于应用热力学解决具体工程问题的方法而言，这一部分是比较稳定而生命周期比较长的。又如空气动力学，在我们这个领域内主要用空气动力学来求解内部流动。从四十年代沿用外部流动研究方法，研究孤立机翼；五十年代初，电子计算机问世不久，三元流动算法得到很好发展。进一步发展的热点将会是非定常、流动与传热耦合研究，激波与边界层相互作用、流动过程的控制等问题的求解。综观五十年的丰硕成果，它使叶轮机械工作渐趋完善，但所有变化都是基于质量守恒、动量守恒、能量守恒、边界层理论、超音速流动、层流湍流等基本核心上。

在大学学习阶段，应当让学生牢牢掌握在这些知识内核，1996 年中国工程院组织的京津地区工程教育问题调查结果，70%的工程人员认为在大学所受的教育和锻炼中，受益最大的是基础理论的学习。

专业知识是必要的，其作用主要是使学生了解本领域的历史和前沿，并学习运用基本理论解决特定工程领域中具体问题的思想和方法，今后能够举一反三。现在普遍地认为专业口径要宽，从而增强学生的适应性，但这并不等于说专业知识要面面俱到，要求我们学动力机械的学生把柴油机、蒸汽轮机、燃气轮机、蒸汽锅炉等都要学好，事实上这是不可能的。“伤其十指不如断其一指”。“分则深、深则通、通则合”，只有在一个领域中深入，才能在较好地掌握规律的基础上，触类旁通。

2、人文社会科学与技术科学

周远清教授指出：“为了改变高等教育中曾经广泛存在的过程的专业教育、过于薄弱的人文教育和明显的功利主义状况，整体提高学生的思想道德素质、文化素质、业务素质、身体心理素质，使大学里的知识、能力、素质三方面的培养都得到重视，教育都有组织、有计划地开展了加强大学里文化素质教育工作，这工作经过几年的试点，已明确了培养目标和基本要求，并已积累了一些成功的经验，目前正为这项工作推广，到所有普通高等学校。王大中教授在《关于在中国建世界一流大学的若干问题》中指出：“在课程设置上注重人文及广博知识的教育，推崇“通识教育”(Liberal Education)”；杨叔子教授在《系统集成整体推进面向 21 世纪机械工程教学改革》中把机械工程、人才培养模式定位为“通识教育基础上的宽口径专业教育”，所谓通识教育基础，既包括自然科学基础，也包括(马克思主义理论、思想品德系列课程；人文、艺术和社会科学系列课程；外语、体育、军训、公益劳动、社会调查等实践性环节)人文社会科学基础；柯俊教授指出：“工科的人文、社会科学基础、要在进行文化素质教育的同时培养工程观点、经济观点，以及事业心、责任感、艰苦奋斗、高尚品德与职业道德，要加强语言的听、说、读、写和表达能力。”这些观点把高等学校中人文教育的薄弱情况，在培养中如何安排人文教育，以及在人文教育中要解决什么问题都有一定的想法，而且已经开始实施。须要进一步强调的是培养计划中的人文教育决不能狭隘地理解为开设一些课程，增加一点知识，打好一个基础。许多素质的培养是要依靠言传身教、师德师风的熏陶，实际工作(包括实习设计、研究)的锻炼，同时，在专业教育中要参插经济的、社会的、文化的观点，提倡在工程专业教育中采用案例分析的方法，把本领域中一些重大事件及其对社会的影响组织案例，对学生进行生动的综合性的教育。

3、教学与科研

高等学校必须把科学研究提到一个重要的位置。所有高等学校都必须开展包括教育研究在内的科学研究。这样，高等学校才能真正成为“新知识、新科技、新产业的诞生地、发源地”；才能贯彻全面推进素质教育的精神，重点培养学生的创新意识和实际能力；才能在国家创新体系中占有重要的地位。当然科研工作的数量、质量、深度、广度在不同学校中会有区别，其中一部份学校可以建设成为研究性大学，但非研究性的高等学府，也要开展研究工作。当前要解决的问题是促进“教、研相长”，使本科教育和科学研究都成为学校整体中不可分割的部分。从本科教学来说，大学要利用巨大研究生和研究项目资源来加强本科教育质量，把优化本科教育环境；从科研工作来说，科学家与聪明的、热情的和富有想象力的年青学生在一起，也会受到新的启发，激发新的创造力。

学校研究工作重点应该是基础研究、应用基础研究。尽管当前学校还承担着大量的“横向”课题，为企业的产品开发做出贡献。但随着我国企业中研发中心的发展，高等学校的研究工作一定会向科学技术上游转移。进入 WTO 后，企业竞争更加激烈，这种趋势愈来愈明显，以工程为主的高校应该在基础研究上支持企业的 R&D。

高校科研工作希望有更宽松的环境，希望有允许自由思想驰骋的开阔的空间，希望能增加一些科研编制。总之，研究与教育从本质上看是相互促进的，而不是对立的，高等学校一定会充分发挥教研相长的优势，既提高研究水平，又提高教学质量。

4、理论与实践、知识与能力

在 211 工程验收工作中实地参观了许多工科为主的学校，发现在 211 工程建设中，大家普

遍地重视实践基地的建设，例如上海交大在基础教育大平台中建设 10 个达到国家水平的基础实验教学中心和研究生开放实验基地，在专业教育平台中配合专业面向拓宽，建设配套的专业实验基地。东南大学、华南理工大学、北方交通大学、西南交通大学在实验基地的建设上通过 211 工程中也取得很大的发展。这是工程教育中值得充分肯定的进步。

一段时期内，实际环节实施受到削弱，实验基地设备老化，经费不足，工厂实习难以落实，设计环节不被重视，工程教育的质量受到严重影响。如今普遍重视实践的重要性。事实上我们也是走了一条向工程回归、向实践回归的道路。

实践对工程教育的重要性：

- 1、许多知识尤其是默会知识 (Tacit Knowledge) 往往是在实践中心领神会。
- 2、实践是能力培训的重要环节。
- 3、加强实践教学是构建创新人才培养体系的重点。

谁都知道“实践出真知”，但奇怪的是历史上出现的偏向，总是“脱离实际”、“重理论轻实践”，原因可能是实践基地建设不容易、实践教学的组织往往吃力而不被重视，正因为如此，我们要以更大的力度来支持向实践回归的发展。我们国家的高等学校应该有一批著名的实验基地，它既为人才培养服务，又为科学研究作贡献。

以上四点是诸多矛盾中最重要，然而教育是一种前瞻性的事业，为未来的社会作人才的准备。“未来”总带有一定的不可预测性，从过去的实践中所形成的观点，未必完全正确，但可引起讨论并作为参考。

新世纪中国工程教育的改革与发展

朱高峰

中国工程院

半个世纪来，我国工程教育在快速发展的同时也经历了多次变革，其中重大的有两次，一是建国初期全面的院校调整，二是改革开放以来的转向直至近年的大规模并校。前一次建立了以专业分类为基础的大批工科院校，后一次则大规模地取消了专业工科院校，或合并、或拓展为综合院校。

进入新世纪，社会环境有了很大变化，主要体现在新技术革命、我国经济的两个根本转变、国际上普遍性的工程教育改革和我国的进入世贸组织。

对工程教育的需求也相应有了很大变化，体现在数量和质量二个方数量上除了总量外，结构问题包括纵向层次结构和横向专业结构更为突出；而质量则进一步明确包含知识、能力和道德三个方面。

在论述目前现状和存在问题后，提出了工程教育中要探讨的十个问题，他们是目标、性质、特点、主体、体制、评价、本科地位、德育、信息化和产业化等，其中目标、性质、特点是针对工程教育的，另一些问题对整个教育具有共性，而有些问题如产业化、信息化等既有共性，但针对工程教育又有其特点。

最后提出了工程教育发展方向是综合化、多样化和国际化，尤其对综合化从内容上和方法上进行了多方面的分析。

一、背景

我们现在讨论新世纪工程教育的改革和发展有一个时代背景，这个背景是什么？主要有以下几个方面。

1、新技术革命。当前以信息技术为代表的新技术革命正处在一个方兴未艾的时期。尽管最近这一年多来信息产业碰到了很严峻的情况，就是泡沫破灭。但是信息技术本身的发展以及它的应用的逐渐深入，这个趋势是不会有问题的。泡沫的破灭应该使信息技术在社会发展各方面的作用更实际、更有效。

2、经济发展。特别是对我们中国来讲，我们十年以前已经提出了要实施两个根本性转变，但到现在为止根本性转变还远远没有完成。一个方面从经济体制上来讲，要从计划经济向市场经济转变。从经济增长方式上来讲，要从粗放式的经济向集约式的经济转。前一个转变在进行过程中取得了相当大的进展，但是还远远没有完成。后一个转变是刚起步，还有一个相当

长的过程。

3、教育体系变化。改革开放以来，特别是近几年来，整个的教育体系本身发生了很大的变化。

4、加入世贸组织。去年我们已经正式加入了世贸组织，因此人才和教育的国际化问题已经摆在我们的面前，成为不可回避的问题。

是不是应从这几个方面来看我们分析问题的背景，在这样的大背景下来研究工程教育的问题。

二、需求

要研究教育系统，首先要看有什么需求。我认为需求有两个方面，一个是数量，一个是质量。这两方面都还有很多值得研究的问题。

1、数量问题。数量问题又可分为两个方面，一个是总量问题，另一个是结构问题。数量并不是单纯讲我们需要一百万、两百万、三百万、一千万等。最近中组部、人事部做的人才规划中提到，我们现在已经有五千万的各种人才，数量已经相当大了。除了总的绝对数量以外，现在谈的很多的问题是一个比例问题。大家都知道这几年我们一直在讲总人口中大学生占的比重是多少，毛入学率是多少，每年入学率要增加多少，我们一直在讲比例问题。我们应该考虑比例问题。但是比例恐怕不能够单纯归结为与人口的比例关系。跟人口的比例关系是一个非常重要的，可以说是一个很基本的指标。比如说九年义务教育的入学率；文盲半文盲的比重等。但对各类教育同时还要考虑到其它各方面的比例问题。前几年，工程院做的关于工程教育改革的课题中提出，对工程所需要的人才来讲，要考虑工业规模的问题，与经济规模与工业规模的比例问题。我们的经济规模多大，我们需要多少人才，这里面应该有一个比例关系。其它方面的教育可能就有其它方面的问题了。各个国家的情况不一样。比如我们国家的工业在整个经济总量、经济结构里面还是占了很大的比重。因此我们工科学生的比例也是相当大的，远远超过美国，美国的工科学生的比例在 10%左右，我们现在工科学生的比例接近 40%。大家知道美国的律师数量是全世界第一，据说全世界律师有一半在美国。各个国家社会结构不一样，现在美国的工业在经济中的比重不到 20%。我们现在工业的比重在 40%以上。

因此，除了与总的人口的比例关系外，还要考虑各种门类的比例，以及与社会发展的情况相适应的一些关系。应该全面地考虑这些问题。

关于结构问题。结构中也有两个方面，一个是纵向结构，即所谓的层次结构。另一个是横向结构，或称专业结构。我们社会需要的人到底是划一的、单一的某一类人才，某一个层次的人，还是需要不同层次的人。很明显我们社会是需要不同层次的人。最近已经暴露出一个很严重的情况，就是高级技工严重缺乏，很多地方招技术工人，开出来的条件，比大学生，甚至比硕士研究生要高，但是找不到人。不研究结构问题，光是讲我都要怎么样怎么样，用一个统一的、划一的标准去要求我们的年轻人都成为同一类型的人，这明显是有问题的。

现在我们讲到软件，大家都在谈软件产业。软件产业现在就缺两头的人，一个缺能够搞系统设计的人，或软件总体设计的人。另外一个软件工人，所谓的软件蓝领，也没有。我们培养的都是从大学出来的本科生、研究生，你刚出来，不可能去搞整个系统设计，从学校的培养系统来讲，也没有软件的系统设计。因为教师本身就没有搞过，你知道怎么培养？顶层的人才

要从学校直接培养出来，恐怕是挺难的。这方面没有。下面的层次我们也不培养。所以纵向结构的问题是一个很大的问题。

横向结构，或者说专业结构，也是一个问题。各种不同门类之间的比例也值得研究，特别是交叉学科的问题。现在专业的划分，对于新的专业的产生挺难。举一个例子，在改革过程中，曾经把本科专业里的物流专业取消了。但物流这个行业在社会上非常走俏，到处需要人才，原来一些少得可怜的专业人员在社会上非常抢手。有的学校里面的教师被这个地方请去做规划，那方面请去做咨询。

我曾经跟我们主管部门有关同志谈过这个事，想帮助一下。他第一个问题就问我，物流属于什么大类？我也不清楚到底有多少大类，他又问我是文科还是理工科，我说我说不清楚，恐怕是一个交叉学科，如果工科学校去办，会更多的侧重于工科的内容。文科的学校去办物流，可能更侧重于文科的内容。后来，我说正因为说不清楚属于什么大类，因此更需要发展，它是一个交叉学科。而我们现在这种分类的管理办法非常不利于我们交叉学科的发展。现在美国有的学校开设金融工程专业，听说我国也有地方开设了，金融工程属于什么大类？属于金融还是工程？属于经济还是属于工程？不好讲。

2、质量问题。第二个需求方面就是质量问题，教育质量世界上都公认。包括三个方面：知识、能力、道德。说法上可能不一样，用的词也可能不一样，能力这个词在英文中用词也不一样，有的叫 capability、ability，有的叫 skills，各种说法都有，但都是讲能力。一个是知识，一个是能力，第三个是道德。在资本主义国家对道德也是非常重视的，但是跟我们的做法可能不一样。

三、现状

我们教育的现状到底怎么样。整个来讲，建国以后工程教育有两次大的变化。

第一是建国以后以苏联为模式，进行了院系调整，在座的年纪大一点的同志可能都被调整过，有的年纪比较大的当时已经是教师了，更多的是学生，都被调整过，建立了一系列专科学校，工科比重相当大。这次的模式是从苏联学来的，而苏联的模式基本上是德国的模式，以培养实用人才为主的一种教育体系。这对我们建国以后，在工业化大规模的展开中起到了作用，也带来了很多问题。

第二次是改革开放以来，大家经过反思以后，认为这个模式不好，而我们在学习的过程中又有很多的发展，我们有的专业分的比苏联还细的多。大家觉得专业分得太细，不利于学科之间交叉等等。因此反思以后，感觉到应该向原来的模式回归。而解放以前、建国以前，我们基本上是学的美国的模式。因此就扩大专业的范围，合并各种专业。一直到最近这几年来的，大规模的并校，建了综合大学为主体的大规模并校。近期的重大变化包括三方面，一个是并校，一个是扩招，一个是管理体制改变。这个我想在座各位搞教育的都比我清楚，体会比我深得多。管理体制的改变主要是部门的院校都撤销了，除了个别的部门，其它部门的院校都已经撤销。两级办学，一个是中央教育部，第二就是省市政府。

应该说我们建国以来，培养了一大批人，数量上面来讲，基本上满足了我们建国 50 年以来的需要。质量上来讲，这个不太好说。从我们建国以来，各种经济、技术发展的成就，包括我们的“两弹一星”，除了有一些当年从国外回来的一些科学家，作为领军人才，但是大量的

人才是我们自己培养成长起来的。应该说还是达到了一定的质量水平。

四、存在的问题

1、数量问题。在数量方面，对现在的总量，有截然不同的看法，分歧很大。主流意见，认为现在总量还不够，主要出发点是从总人口比例来讲，我们比发达国家低得多。认为我们的教育应该让每个人都来享受，让年轻人都能够受到高等教育，因此我们的数量还远远不够，这是主流看法。特别是前几年的情况，今年恐怕有些变化，今年扩招的速度已经是降下来了。另一种看法，认为现在我们经济发展水平跟发达国家还有很大的差距，我们的社会资源能不能支撑一个跟发达国家相比拟的教育体系？特别是我们的基础教育如此薄弱，义务教育低下，我们的很多农民上不起小学。教育经费中高等教育所占比重，我国可能是世界上最高的。特别是今年的两会期间，大家对农业、农村和农民问题，呼吁非常强烈，包括农村教育问题。为什么城市的基础教育是由政府承担，农村的基础教育要由农民自己承担？本来农村的收入差不多只有城市人均收入的 1 / 3，在这个情况下，我们老讲要脱贫，要扶助农业，但农村最基础的教育，还要农民自己去负担，这是极大的不公平。这是我们教育资源的分配问题。另外一个教育资源的来源问题，当然应该增加，但是增加是不是有一个限度，能够增加多大程度，能够满足多大程度。

教育资源的分配问题。与我们的机构大概有相关的关系。这个专业问题都还存在。我下边可能还会提到这个问题。

2、质量问题。我认为在质量的三个方面都存在问题。

第一，知识陈旧。对传统专业也好，对新兴的专业也好都有问题，传统专业几十年来，当然经过了很多变化，但是很多教材还是更新的不够。对新兴专业来讲，更是跟不上。我们教育部门跟科学技术的发展有一段距离，跟不上。所以出现知识陈旧的问题。

第二，能力缺乏。在当前的主导思想下，实践环节、实际动手的能力，在教学里的内容越来越少。具体地动手的，所谓 Hands-on，这个现在几乎就很少了。而做书面上的东西，如设计等，也都是出一些模拟的题目，结合实际越来越少。真正能够真刀真枪做的越来越少。除了动手能力外，我觉得思维的能力也是相当差的。大学里，或者整个教学领域里，基本上没有“方法论”，思维方法、逻辑等内容。所以学生的思维能力非常差，当然还有自己学习的能力，自学的能力差等等。

第三，道德空泛。我们有道德教育，并且形式上很重视，属于雷打不动的。我们把道德教育归之为“两课”，但内容空泛，真正对道德形成，对一个年轻人的道德形成是不是起到了应有的作用，恐怕差距极大。

3、学制问题。学制方面的问题比较大。尽管多年来推行学分制，但是到现在为止，还没有真正建立学分制，还是年限制，尽管有点学分的味道，但并不是真正建立了学分制。转学、转系等基本上不允许。最近清华开办的软件学院是从别的学院里把一些学生转过来，但也不是说学生自己想怎么样，而是有计划地去转一部分人。张维老先生在世的时候，特别强调让学生根据自己的情况，在各条不同的教育线之间打通的问题。各条线之间能不能打通？比如现在老讲高等职业教育，他毕业出来以后，能不能考研究生？能不能让他考研究生？现在是不允许他考研究生。因此，在这条线上，就一条路走到底了，这种情况很不利于人才成长。

4、**管理问题**。管理上面恐怕质量还是比较低的，或者称管理低效。并校后，大学的校长下面有各个学院的领导，层次增加了，校长比过去更忙了，办事就更困难了。

五、探讨

这里我想提出几个问题来，请大家一起来研究、讨论。一些观点不一定对，大家可以一起来研究。

1、目标。我们工程教育的目标是什么？到底是工程师还是科学家？我们曾经提过，四年制学校的毕业生，因在校期间实验的环节很少，所以要直接担任工程师的工作恐怕有困难，所以我们提过要培养工程师的毛坯。但是现在我们各个学校里，整个体系模式还是科学的模式，所以都是科学硕士，我们有一些工程类硕士，但是数量很少，并且限于在职。作为我们工程教育来讲，培养的模式到底是什么？当然工程中需要一部分工程科学家，但比重应该是很小的，绝大部分都应该是工程师，或者工程师的毛坯，应该是这一类人。大家都知道工程师跟科学家是两种不同职业，有不同的根本任务，科学家是为了探索世界去发现。工程师是为了改造世界去创造。所以这个是一个问题。这个问题没有解决，在我们工程院教育委员会内，大家一致认为这个问题很清楚，但是在整个教育界来讲，这个问题没有解决。

2、性质。是工程教育还是科学教育？这跟上面的问题密切相关，我们好像历来，包括我们上一代人，甚至再上一代人，总是对科学与工程的想法有高低之分。我举个例子，也可能大家觉得这很可笑，比如说 MIT，我们中国翻译成什么？麻省理工学院，我们这里；现在不说学院这个词了，都要办大学了，我们很看不起学院。但当年还没有这种情况，所以“学院”还是照原文译过来了，那么理工，在英语中，哪一个为理？哪一个为工？它的名词里面原没有理，也没有字面上的工，人家原意是麻省技术学院，人家的名词正确翻过来是麻省技术学院。Caltech 我们翻译成加州理工学院，人家明明是加州技术学院，但不妨碍它里面有世界著名的科学大师，也有许多世界知名的非常杰出的工程师。当然我们在翻译的时候，这是我们前辈的前辈翻译的，好像觉得技术学院不太好听吧，就翻成理工学院了。我认为，看来是一个名词的问题，没有什么了不起，但是反映的这种思想传到今天，因此高校不断地来改名，从学院改大学，在名词里边无论如何要加更高级的东西进去，什么是高级的东西？就是科学。科比技高，理比工高，大概就是这么个概念。所以怎样能够形成我们自己以培养工程师为目标的一个工程教育的体系，这个问题很值得研究。

3、特点。这里有几个关系：第一个是理论与实践的关系，到底能不能摆对。第二个是探索与应用的关系。科学主要是探索。工程主要是应用，主要用来解决实际问题。第三个是分析与综合的关系。一般来说，科学是用分析的方法去做的。而我们搞工程的人要综合。现代的工程，每一个比较有一定规模的工程，都不是单一学科的。你说一架飞机是什么工程？现在我们叫航空工程。现在的一架战斗机它上边的电子设备的价值已经超过机身本身的价值，你说它是个什么呢？它的学科基础是空气动力学，要飞起来当然是这个问题。但飞起来，里边别的什么也没有，能解决问题吗？所以，工程的问题本质上来讲是要综合。

4、主体。教育的主体是谁？是老师还是学生？过去有很多说法，主要的形象还是老师，主体是教师。现在看来，逐渐在变化，向学生为主体变化。他学进去学不进去，到底学了些什么东西，这是结果。当然名师出高徒，这是另外一回事了，但是名师教的这一班学生是不是都

好，不一定，学生有各种各样的情况。

5、体制。体制包括两方面，一个是体系，一个是制度。体系方面是单一化和多样化的问题。究竟我们大家都要成为同样模式的学校，所有的学校都要跟清华、北大看齐，都要办成北大、清华的模式。还是我们各有各的不同的模式，不同的层次，我们去看了加州州立大学(CSU)，我们一去，他们就给我介绍，我们不是(UC)，UC 是美国所谓的研究性大学，我们不是研究性大学，我们就是满足实际需要。我们三个层次，一个是 UC，一个是州立大学，还有一个就是所谓 College 社区学院，人家讲得很明确，对自己定位很清楚。但我们这里低层次的都要向高层次看齐，大家都要达到一个同样的水平。所以要搞这个“工程”，那个“工程”，最后规模都要不断扩大。一流大学现在到底怎么说法，要搞多少个，我也搞不太清楚，211 现在到底有多少了，也弄不太明白了。

另外，制度方面是统一的，死板的还是灵活的，也值得研究。

6、评价。到底对学校怎么评价，对教育怎么评价。这次我们也有很大的感受。美国对教育的评价，这几年来有了很大的变化。他搞了新的 2000 年的评价标准，最大的改变，就是从过去评价你教了什么，现在评价评学生学到了什么。过去评教师，看你课程设了多少，看你怎么样教，硬件条件怎么样，像我们这里就讲操场跑道是 300 米、还是 400 米，我对这就特别反感，300 米跑道就培养不出好学生，400 米跑道就培养一个好学生。类似这样的问题，都是看硬件怎么样。现在的主要评价，应该看学生学到了什么。这是评价体系的问题。

7、本科地位问题。特别是在研究性大学里本科处在什么地位，美国前些年有所忽视，现在有了很大变化，对本科非常重视，针对本科生到底怎么能够更快地成长，在有限的年限里能使他们学到更多的东西，他们采取了很多措施。

8、“道德”问题。“道德”问题首先要明确，到底是个知识的传授，还是精神的导向。现在我们好像变成一个知识的传授，当然这里边有些基础知识，这没有问题。如果一个人对我们祖国的历史、地理一窍不通，什么也不知道，就像我们最近歌手大赛里边，有人问到香港什么时候回归的，都说不出来，那你谈什么道德基础，都谈不上。但是根本问题还是一个精神问题。到底是一个科目，是一门课程，还是贯穿渗透在整个学习生活中。如果是一门课，上课时，讲的是道德，出了这个教室，在这门课以外，你爱怎么：办怎么办去，这样好吗？去年李政道教授不是来讲过课，他就讲当年，费米是他的导师，当时有一条规定，每个礼拜，一定要有半天的时间两个人交谈，海阔天空，什么都可以；谈，除了专业以外，其它任何问题都可以谈，这样的话导师才能真正做到言传身教。通过这种方式来影响引导他的学生。而在道德教育上，我们把他归结成一门课程，归结成一些知识的传播。知识传播不是说不需要，但是道德到底是一个什么问题，我觉得这个；问题需要弄清楚。现在我们一个导师能带几十个研究生，您有影响力，能言传身教吗？就是在知识方面能真正传授吗？

9、信息化。信息化到底是目的还是手段？这次我们也很有体会。我们去看了一个凤凰城大学的网上大学(Phoenix University On-line)，他们已经毕业了 10 万人，但是它没有自己建任何设施，它就是用互联网，通过 E-Mail 的方式，建了学生跟导师 24 小时的联系，24 小时任何时间学生都可以跟老师联系。我们远程教学，也搞信息化，但首先要搞先进的宽带网络。美国不是没有宽带网络，美国宽带网络很快，但它不是干这个事的。所以我们往往把手段当作目的，网络建了不少，最后教育搞得怎么样，不好说。

10、产业化。教育产业化问题很大，但是这里我不想对产业化本身讲多少。要产业化就要讲层次，这里有两个层次的市场，必须要考虑。一是教育服务的市场，现在教育界谈的主要是教育服务市场，讲教育服务市场就是说有多少人愿意出多少钱到我这儿来受什么样的教育，能不能进得来等等，都是讲的这个问题。但是，这与第二个层次，人才市场有密切的关系。人才市场到底怎么样，我看到报上介绍一个情况，说今年某个地方人才供需调查的情况，从供给量上讲第一位是计算机专业，从需求方面讲第一位也是计算机。但是它后边一句话，供过于求第一位的也是计算机。这是报纸上刊登的，我不知道它的可靠性怎么样。但说明讲教育服务市场必须密切关注人才市场。因为教育本身有外，一个相当长的滞后，因为这两个市场本身是分别运作的，学校招生与毕业生就业是分别操作的。中间还有相当长时间的间隔。五年、十年以后，到底怎么样？能否预见。现在一教育费用如此昂贵，家长宁可自己吃咸菜，钱省下来必须要孩子上学，目的是什么，希望他将来找一个好的工作，并不是单纯让他提高素质，将来干什么再说。但是几年之后，他毕业了，他能找到好的工作吗？这两者之间的关系，如果不是统一来考虑，会出现什么结果？明后两年，对扩招就会有比较明显的结果。希望不要太大的问题，但实际情况怎么样，不是以我们的善良愿望为依据的。

六、方向

关于教育的发展方向，可以说三个方面。

1、综合化。综合化有两个方面，一个是内容，另一个是方法。

从内容方面来讲，①自然科学与人文科学的综合，现在我们的工程师跟过去不一样，现在市场经济，他需要大量的人文科学知识，当然作为道德教育的基础也需要人文知识。②科学与技术的紧密结合。③理论与实践的结合。④科技与管理的结合。⑤知识、能力与道德之间的综合。从内容来讲，这几个方面都需要综合考虑，需要紧密结合。

从方法上面来讲，①教与学之间的关系，教与学要紧密结合。有人讲有了远程教育了，今后我们就可以开大课，几百人几千人。一个人讲课，全国都可以听。这是一种方式，但是是不是基本的方式？恐怕还得研究。这个说法主要考虑到我们高水平的教师太少。但是随着教育事业的发展，恐怕“班次”应该是越来越小。比如我刚才讲到的，凤凰城的网上大学，看起来存在上述要求，可以上千人一起听课，但实际上，它的班次就比一般的班次要小，一个班只有十来个人。它的教师要在网上对付学生，随时和学生交流，学生之间也可以交流，所以它的班次都很小。所以教学之间有个结合的问题。②本科与研究生之间怎么打通，怎么结合的问题。③学校与社会怎么结合的问题。④校园内部与远程怎么结合的问题。凤凰城大学没有设工科有，它对工科非常慎重，因为工科需要很多实验的环境，尽管现在有虚拟现实，但是看来还不能够起到替代真正实践的效果。面对面教育中，包括知识、能力与道德的结合。没有面对面的接触时，你怎么来做道德教育工作？远程很好，可以起很大作用，但是能否替代面对面？我想是替代不了的。⑤院校教育与继续教育、终生学习结合的问题。

2、多样化。教育层次，学科的专业，学制，都需要多样化。

3、国际化。国际化分为三个方面。第一，我们要很好地吸取国外对我们有用的经验，不管来自哪一方面，只要对我们有好处的，有用的，都要吸收，但不能盲目地去学习。第二，可以合作办教育，当然我们国家在教育方面还是管得比较严格的，现在有的合作办教育的没有经

教育部批准，但是已经办了，也还是比较有成效的。将来应该有所发展。第三，人才流动问题，国际化了以后，我们的人才到国际上去能不能适应的问题，这是一个很大的问题，包括我们的外语教学等等。我们的外语教学，我是不予好评的，花了这么多年，从小学就开始，现在有的从小学一年级就开始，学到大学毕业，水平怎么样？有很多对话对不了，看东西也不一定看得很清楚。更不要说写作。我们怎样适应人才在国际上的流动，怎么来更好地做好工作，我们的人员怎么能出去工作，还是有很大的问题。

今天利用这个时间给大家谈一点看法，主要还是提一些问题，共同来讨论研究。工程教育是一个非常重要的问题，应该说关系到我们国家的整个利益的问题。为什么？我们的社会进步，国家富强，要靠我们的经济发展，经济发展靠科学技术，科学技术发展靠人才，人才靠教育。因此教育是决定我们国家根本命运的问题。