

国际土木工程界对未来工程师教育的若干关注点^{*}

陈以一

(同济大学 土木工程学院, 上海 200092)

2005年4月美国土木工程师学会在纽约召开结构工程年会,由国际桥梁和结构协会组织专设一主题为“未来结构工程教育”的分会场。会上瑞士洛桑联邦工学院(The Swiss Federal Institute at Lausanne, EPFL)Manfred Hirt教授和Ian F. C Smithlan教授、英国帝国理工学院(Imperial College)David Nethercott教授、中国同济大学陈以一教授、美国哥伦比亚大学(Columbia University)Christian Meyra教授、美国卡内基梅隆大学(Carnegie Mellon University)James Garrett教授、日东京工业大学和田章教授等7位代表做了专题发言。

会议显示了21世纪之初国际土木工程界对未来工程师培养给予的高度重视,以及对相关问题的一些战略性思考。本文将此予以整理,以期对国内高校工程师教育提供参考。

一、会议的中心议题

会前各个发言者被要求就如下问题准备自己的报告:

1. 在校的工程专业学生是如何为工程师职业生涯做准备的?
2. 为了教育未来的工程师,学校需要解决什么问题?
3. 学校的课程改革怎样适应未来工程师教育所确立的目标?

二、各校对未来土木(结构)工程师教育的核心观点和实践

(一) EPFL

1. 1995年起重新思考了未来工程师教育的目

标,认为未来工程师应具有研究和实践的能力;具有广泛的工程知识和充分的理解;具有主动精神和责任意识;学会在团队内工作;具备从事设计、分析、建造、维护和重建的能力。

2. 根据新确立的培养目标,提出了新的专业学制和课程设置,其要点是:

①设立5年一贯学制。

②前1~3年的工程教育融合建筑、土木与环境3个学科,对全体学生都不再细分专业而按统一的课程设置学习;3年期满授予学士学位;把该阶段的学习只作为专业基础性的教育(academic education)而不是职业性的教育(professional education),这一阶段教育的目标是为学生更加灵活的后期发展提供基础,能为欧洲其他国家乃至世界所接受。

③第4~5年的教育为专业教育,学生可以选择建筑、土木或交通的任一领域进行学习,期满授予硕士学位,这些学生将具有更广阔的视野和更宽泛的知识。

④课程设置为四大板块:基础科学;土木工程基础,包括结构分析、土力学和岩石力学、水利学、能源和交通;美学、可持续建筑和维护;法律、经济、逻辑和管理。其中大部分课程为必修课程,约30%为选修课程,且主要集中在第4~5个学年中。

⑤针对培养学生研究能力和实践能力两大目标,组建了5个研究所。实践能力的培养主要通过学期课程设计来完成,例如建筑学课程要完成一项钢结构概念设计。

⑥为适应专业教育目标、课程设置的改变,2001年组建了建筑、土木和交通学院,其主要目的之一是

* [作者简介]陈以一(1955-),男,浙江天台人,同济大学教授。

让学生在 学习阶段就意识到设计与建造的一体化。

3. EPFL 已于 2001 年开始实行新的教学计划, 2006 年将 有第一批新学制下的 硕士毕业生, 期望在 15 年之 后出现按新学制培养的新一代工程师团队。

(二) Imperial College

1. 英国现行土木工程专业教育包括如下各阶 段: 4 年制的工程硕士 (Master of Engineering) 或 3 年 制工学士 (Bachelor of Engineering) 课程; 1 年制科学 硕士 (Master of Science) 课程; 3 年制博士研究课程 (PHD)。

在英国获得执业工程师资格需要具备三方面条 件: 基础工程教育; 执业工程师的经验; 对专业能力的 考核。经过专业评估的院校提供的 4 年制工程硕 士教育可以满足上述第一项条件; 如果只接受了 3 年制本科教育, 则还需要补充进一步的教育。

2. 各国土木工程专业教育面临的共同问题是:

①教学内容的平衡: 基础课程与应用课程, 原理 和技能, 自身专业和多学科交叉, 以及创新性。

②教育内容的吸引力: 使毕业生保持对本领域 的持久兴趣。

③教育内容与职业培训的关系。

④教育内容的更新: 因为毕业生将面向未来的 世界。

3. 基于英国的背景, 土木工程专业 的生源与以往相比有了较大的变化, 但只有正视如下问题才能 建设最好的土木工程教育专业:

①我们期望学生毕业时达到什么水平?

②我们期待新生具有何种水平?

③我们怎样把关注点从期待新生的水平转移到 期待毕业生离校时的水平? 同时学校还要对如下问 题作出反应: 如何吸引最有生气和最好的学生学习 并将将来投身到土木工程中去? 是否知道工程界需要 什么样的人才(工程界是否清楚了需要什么样的人才)? 基于特定环境的本院系自身的特点是什么(任 何院系都不相同)?

(三) 同济大学

1. 世纪之交中国土木工程专业教育的特点: 最 近 20 年中国基础设施和城镇化发展为中国 GDP 贡 献了约 1/3 的份额, 因而与之相关的土木工程专业 在工程类专业中持续热门, 大量优秀的高中毕业生

投入到这一专业中, 为人才培 提供了良好的生源保 障。从 1994 年实行与国际接轨的专业评估, 到 1997 年按教育部颁布的专业目录调整专业设置、课程体 系, 中国土木工程专业教育不断向宽口径、国际化方 向过渡。但是中国的设计院和工程企业尚未普遍建 立起对年轻工程师的职业训练制度, 高等教育机构 肩负着对未来工程师进行理论教育和工程初步培训 的双重任务。

2. 面临当代科学技术的迅速发展和中国快步进 入经济全球化的市场, 未来土木工程专业教育需解 决处理如下问题:

①拓宽专业口径和工程师专业能力训练的关系: 在高等教育走向大众化的背景下重新审视本科 阶段和硕士研究生阶段的专业培养目标。建立两者 相互衔接、适应工程界人才要求的新培养模式。

②应用先进的计算工具和牢固掌握坚实的学科 基础的关系: 重新设计教学过程、课程训练和对学 生的评价方式。

③专业教育和多学科交叉的关系: 将专业教育 和校园各种活动和教育有机结合, 在加强土木工程 基础课程的同时给予学生更多的自主选择。

④全国统一的专业评估标准和适应院校特点的 培养计划关系: 鼓励院校有反映自己特色的教育培 养模式。

⑤人才培养中的国际化和适应国内巨大人才 市场需求的关系。

(四) Columbin University

注重长期性、基础性知识的教育是高校的任务。 世纪之交就如何进行土木工程师教育, 美国进行约 10 年的热烈讨论。起因是美国土木工程师学会建 议将经过 5 年高等教育后获得的硕士学位作为职业 工程师的第一位。ASCE 最后发表了《21 世纪土木 工程的主体知识——未来土木工程师的教育》, 其要 素包含了 15 项基本要求, 从“应用数学、科学和工 程知识的能力”直至“关于时代问题的知识”。在美 国要成为合格的工程师必须经过 8 年时间: 前 4 年 在评估合格的高等院校接受专业教育, 后 4 年在工 程实践中积累经验。因此必须区分哪些知识需要在 前半段掌握, 哪些知识需要在后半段掌握。一个可行 的办法是: 那些具有较长“半衰期”的知识需要在高

等院校学习;那些具有较短“半衰期”的知识则可以放到职业实践中去学习。

全美约有 480 所院校设立土木工程专业,可以说就有差不多 480 种不同的土木工程师教育方法。Columbia University 提供了其中的一种方法:所有学生都在三年级开始分专业学习。在后两年中,ASCE 提到 15 项的主体知识的大部分都放在这一阶段学习。土木工程专业学生和文科类、艺术类专业学生都需要获得约 30 个非技术科学的学分,同时还要获得 23 个关于数学、物理和化学的学分,这些学分和另外要求的 14 个力学方面的学分,就是我们认为具有较长“半衰期”的基本知识。这样毕业生就有非常基本的土木工程专业基础,同时有灵活的职业适应能力。

(五)Carnegie Mellon University

上世纪 90 年代起学校提出了如下问题:年轻一代应如何准备进入全球化的时代?怎样的教育才能够使年轻一代贡献给予国家和世界的技术进步并能从职业中获取个人回报?工程教育应为学生进入职业生涯提供哪些准备?

在深入讨论的基础上,产生了现在卡内基梅隆大学的工程专业课程。其构架如下:

1.每一新生都要选修两个不同的系独立开设的工程入门课程。

2.课程设置中,20%关于人文学科和高雅艺术的课程,由学生自己选择。

3.对土木工程专业的学生提出如下要求:对一个或数个市政或土木工程设施有深入的理解(包括工程管理、设施监测、环境监测、建筑能源控制、可持续设计等);对土木设施智能系统功能的理解;对系

统监控中获取的数据进行处理的能力以及对数据分析结果采取行动的能力。

三、几点思考

所有国家不论处在何种发展水平,都面临着同样的经济全球化、环境保护、可持续发展等共性问题,因此在专业人才培养上有共同的课题,可以互相借鉴;但是处在不同发展水平、不同资源环境、不同文化历史条件下国家都有自己的特点,对人才有不同的需求,需要用自己的智慧和模式去解决自己的独特问题。同样,国内不同高校的院系,其生源、师资、资源和环境都有自己的特点。从培养对象的发展空间和可达到的目标出发,量体裁衣,制定具有特色的专业培养目标,并用相应的课程体现予以支撑,是各个院系只能靠自己努力解决的课题。

土木工程专业培养计划和课程体系的设计者对土木工程未来发展要有足够的预见,并把工程发展的趋势所必须的知识纳入到学校教育中去,为培养未来工程师做好必要的准备。ASCE 工程年会的预见性的观点有:工程结构物的维护、监测、重修;工程结构与环境的可持续发展;数值化在土木工程中的普及等,值得我们重视。

处于“知识爆炸”时代的高等教育,只能坚持以学习原理性、基础性的知识即所谓“具有较长半衰期的知识”为重点,并注重培养学生终身学习的能力。

土木工程专业学生需要建立包含人文、艺术、经济、法律等基础知识的较完整的知识结构、培养解决问题的能力 and 与人合作共事的能力。这些所谓“非专业”的知识和能力,在我们专业培养中应当继续给予高度重视。