

独辟蹊径的卓越工程师培养之道 ——欧林工学院的人才教育理念与实践*

李曼丽

(清华大学 教育研究院, 北京 100084)

[摘要] 欧林工学院教育项目被认为是美国高等教育界近几十年来最大胆的试验。它提出了“欧林三角”这一独特的课程理念,并将跨学科教学设计和“基于项目”的教学贯通全学程,尤为关注学生创新设计能力和团队能力的培养,首次在大学内不设“系”,并首次摒弃教师终身聘用制等做法,使得欧林试验在美国工程教育界独树一帜。欧林工学院独辟蹊径的卓越工程师培养之道,对我国高等工程教育改进具有一定的参考意义。

[关键词] 卓越工程师; 欧林三角; 跨学科教学; 基于开放型项目的学习

[中图分类号] G649.712 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-0717(2010)02-0091-06

富兰克林·W·欧林工学院(Franklin W. Olin College of Engineering, 简称欧林工学院)别具一格的教育理念和卓有成效的创新实践备受关注。欧林工学院筹建于1997年,2002年招收了首批四年制工学本科生,是美国最年轻的学院之一。该学院分别于2006年12月、2007年8月通过了NEASC、ABET等专业机构的评鉴。在社会评估中,根据2009年“普林斯顿观察”(the Princeton Review)对全美最有价值大学的评鉴结果,欧林工学院的各项指标排名都在前列,尤其是“最佳课堂学习体验”等重要指标排名均在前5名之列;“美国新闻与世界报道”公布的“全美2010大学排名”里,欧林工学院在工科类排名第八,在电机工程类排名第三。更值得关注的是,从首届招生至今未滿10年,它已经成为与麻省理工学院、斯坦福大学、加州理工学院等名校争夺优质生源的强劲对手^[1]。欧林工学院究竟是一所什么样的学院?

一、欧林工学院的由来

在美国高等工程教育界,欧林工学院被称为“一个前所未有的”工学院,它的教育项目及培养

计划被认为是“美国高等教育界近几十年来最大胆的试验”^[2]。其独辟蹊径的卓越工程师培养之道与学院的成立背景是分不开的。

欧林基金会(Franklin W. Olin Foundation)从1938年开始至1990年代末,陆续为全美范围内的68所大学捐建了72座大楼。1997年左右,欧林基金会董事会意识到如果继续以往捐建模式,其意义和影响有限,因此开始筹划新的发展思路,希望做些社会影响更大的项目。董事会初步决定创办一所工学院,因为基金会的创始人欧林先生曾经是工程师和企业家,创建一所以其尊名命名的工学院无疑是最好的纪念。

但是,对于即将建立的工学院的蓝图是什么,董事会并没有明确的概念。为此,时任董事会主席的劳伦斯(Lawrence W. Milas)亲自前往美国自然科学基金会(NSF)、美国国家工程院(NAE)等机构进行咨询,并了解到在过去20年中,美国国家科学基金会和工程团体都强烈要求彻底检讨工程教育。例如:如何促进工科学生从单一学科思维向跨学科思维方式转变;如何发展学生的团队技能;如何培养他们更多地思考工程的社会、环境、

* [收稿日期] 2010-01-18

[作者简介] 李曼丽(1970-),女,陕西咸阳人,博士,清华大学副教授,主要从事高等教育中的通识教育、高等教育教育、教育与人力资源开发研究。

The New England Association of Schools and Colleges, 缩写为“NEASC”,新英格兰地区学校与学院联合会,创立于1885年,是北美最古老的地区性学校教育质量认证机构,对美国东北六州的各级各类学校提供认证和质量评鉴服务工作。

Franklin W. Olin Foundation, 成立于1938年,由著名的欧林集团(Olin Cooperation)创始人富兰克林·W·欧林先生创立。

商业和政治背景；如何提升学生的终身学习能力；如何把工程实践和设计贯穿于整个课程教学过程，等等。为此，欧林基金会决定建立一所全新的工学院，旨在吸纳新的工程教育理念。因为只有在的一所全新的学院里，才可能避免机构和制度上的惯性障碍，新的理念才便于实施。董事会表示，愿意把每一个美元用在这所新型工学院的建設上。该基金会倾其所有捐建该学院，共计 4.60 亿美金。这笔捐赠是美国高等教育史上最大的单笔捐赠款项。

基金会在马萨诸塞州波士顿近郊尼德海姆镇设计并建造了高科技校园，引进了世界一流的管理团队和一流师资，然后花了两年时间，广泛调查研究，细化、完善了欧林的工程教育办学思想和教育计划。这就是欧林工学院的由来。

二、“卓越工程师”的教育理念及实践

众所周知，美国拥有当今世界最成功的工程教育体系，世界各地的工学学子慕名前往麻省理工、斯坦福、加州理工、卡内基梅隆等工程学科卓越的大学负笈求学，这些大学已经成为世界工程教育的典范。但是，欧林工学院在尝试与上述名校的工学院不同的本科工程教育范式。

欧林工学院的定位与传统工学院不同，它强调该学院的教育计划一定要直面当今工程技术教育中的痼疾和挑战，致力于培养 21 世纪工程界的卓越革新者 (Exemplary Engineering Innovators)^[3]。欧林工学院的教育计划是美国工程教育界的探新，其创新之处在于：首先，它有着独特的课程哲学——“欧林三角”；其次，欧林工学院首次把工程教育的跨学科教育理念真正落到实处；再次，欧林工学院以精心设计“项目为基础”的教与学贯通全学程，关注学生创新设计能力、工程设计能力和团队能力的培养；最后，它有着独特的校园组织文化，例如：首次在大学内不设“系”，首次摒弃教师终身聘用制等。这些都使得欧林计划在美国工程教育界独树一帜。

1. 关于“卓越工程师”目标的界定

欧林工学院致力于培养未来工程界的领军人物，认为未来工程界的领军人物应该具备：(1) 精湛的工程基础和专业知识；(2) 对工程的社会作用有广泛的理解；(3) 创造性地提出解决当今世界工程问题的新办法；(4) 使自己的梦想变成现实的创业精神和才能。从学院应该给予学生的知识和能力结构来讲，强调注重以下三个方面：

- 深入理解并掌握工程分析和设计的原理；
- 宽广的人文社会学科背景知识；
- 能够促进其设计在工商业变成现实的智慧、活力以及奉献精神^[4]。

具体而言，欧林工学院的学生，首先应当掌握“卓越的工程技术能力”。他们将掌握坚实的科学和工程学基本原理、对工程系统的诊断能力，并能够运用这些知识和能力开发具有创新性的设计方案，应对技术、社会、经济等发展变化和现实需求；其次，应当是“积极有效的沟通者”，他们将在职业范围内、外准确地判断机会，还应当对自身职业责任有清楚的认识，清楚了解工程工作的社会、经济和道德后果，并采取主动行为发生积极影响。

2 作为“欧林三角”的课程哲学

该学院认为，在当今社会急剧发展、技术日益复杂的背景下，欧林工学院的未来毕业生首先应该深入了解世界的复杂性，学院应教会学生具有其将来从事工程行业所需的创造性，理解工程工作可能对人类社会的福祉所产生的巨大作用。培养未来工程界的领军人物，需要一种跟得上时代要求和工程技术发展要求的培养理念和课程计划。欧林工学院认为，工程教育首先是根植于传统的自由艺术传统的，非常强调艺术、人文社会科学和企业管理精神。于是，欧林教育项目的课程设计提出了独特的课程哲学框架，即：“欧林三角” (Olin Triangle Model, 见图 1)。这是一个由卓越的工程学知识、企业管理学知识和人文社会学科组成的三角模型。

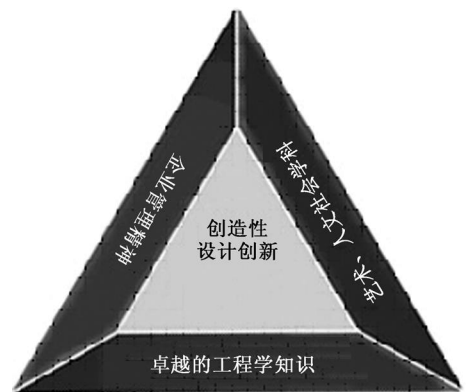


图 1

第一个元素是坚实的科学和工程基础知识，目的是教给学生有关工程和科学的基本原理。第二个元素是商业(企业)类有关课程，此类课程着力于促进对企业精神、工程的商业环境的理解。学生学习

基本的商业惯例,了解、分析和评估各种商业机会,实现创造价值、满足人类社会需要的目标。第三个元素是艺术、人文、社会科学。欧林工学院的技术教育以丰富而坚实的博雅教育为背景和基础,学生每学期都会有涉及艺术、人文和社会科学的课程。欧林学院希望学生能深入了解未来工作将依赖的社会、人类环境以及他们将面临的专业问题和道德问题。该部分知识避免让学生割裂地学习工科,因为任何工程都离不开一定商业、政治、文化和美学背景,只有这样,学生和教师才能够把工程和现实世界联系起来。图1是欧林工学院四年的课程安排,我

们不难从中发现,所有课程就是围绕三元素而开设的。欧林工学院本科学位学习期限为4年,共需修120学分,分布在如下三个领域:“工程学”课程,不少于46学分;“数学和科学”课程,不少于30学分,其中数学不少于10学分;“人文社会科学和管理类”课程,不少于28学分,其中人文艺术、社会科学类课程不少于12学分。在4学年8个学期当中,要求学生每个学期选课不多于4门或16学分课程(除第二学期5门课外)。欧林工学院的课程计划(见下表)可以帮助我们更清楚地了解跨学科思维的工程师培养理念是如何被落实在教学实践中的。

表1 欧林工学院的课程计划

第一 学年	第1学期	工程学:分布系统	数学与科学:建模与物理世界模拟	工程学:设计的本质	艺术、人文社会科学基础	= 15 学分
	第2学期	工程学:空间分配系统	数学:向量微积分	科学:物理	科学:生物或材料科学	企业管理基础:商业与企业管理基础
第二 学年	第1学期	数学:线性代数概率与统计	工程学:工程原理	科学:化学、数学与科学或材料科学	艺术、人文社会科学基础	= 16 学分
	第2学期	数学或科学	工程学:专业工程项目	工程学:专业工程项目	工程学:用户导向协同设计	= 16 学分
第三 学年	第1学期	选修	工程学:专业工程项目	工程学:专业工程项目	艺术、人文社会科学	= 16 学分
	第2学期	选修	工程学:专业工程项目	选修	艺术、人文社会科学或企业管理	= 16 学分
第四 学年	第1学期	科学或数学	工程学:高级设计	工程学:工程高级咨询项目	艺术、人文社会科学或企业管理	= 16 学分
	第2学期	选修或自学	工程学:专业工程项目	工程学:工程高级咨询项目	艺术、人文社会科学:设计专题	= 16 学分

3. 名副其实的“跨学科”教学

“欧林三角”充分体现了关注学生跨学科思维的培养,奠定了跨学科培养的基本框架。可以肯定地说,跨学科培养是欧林工学院努力贯彻的基本原则。

第一,在具体教学环节,欧林工学院的课程多为跨学科课程。欧林工学院致力于给与学生跨学科学习的经验,旨在培养学生在基础科学、数学和工程之间建立知识联系,同时在艺术、人文、社会科学和技术学科之间建立联系,在工商业、创业技能和工程技术之间建立联系。例如,一年级新生的课程模块包括工程学、微积分和物理学,要求学生在这三个模块课程的学习中,努力体验和探索三种课程之间的内在联系。欧林工学院的一位教师如是说:“我们希望学生认识看似完全不同的问题及其相互关系……在我当年学习微分方程时,我不了解他们为什么让我

学习。在欧林,我们会让学生在令人着迷的机械和电气项目背景和例子中学习微分方程。这样的形式能够让学生看到不同知识领域之间的联系,以及如何利用科学知识解决实践中的工程问题。”^[5]

第二,多数课程采用了高度跨学科团队授课。从一年级开始,学生的综合课程模块(包括物理、微积分和人文社会科学等),都由教师团队合作授课。跨学科师资队伍是本校教师与附近的韦尔斯利学院、巴布森学院的教师一起合作建立的。

第三,为了实现“欧林三角”的培养思路,欧林工学院在组织、制度上也进行了独特的设计。首先,欧林工学院正式建立后,学院里不设“系”,只设有工程学(Engineering,简称E),电子及计算机工程(Electrical and Computer Engineering,简称ECE),以及机械工程(Mechanical Engineering,简称ME)等三

个“主修”的本科学位,因此也没有独立的相应于某专业或者科目领域的预算。欧林不设系的原因在于,他们认为“系”这种机构的存在会成为“跨学科”培养理念的障碍。其次,学院在选址上也充分考虑到为实现跨学科培养提供永久可能性。欧林工学院是一所私立的、本科制的工学院,位于马萨诸塞州波士顿附近的小镇尼德海姆(Needham, Massachusetts),与柏布森学院(Babson College)和韦尔斯利女子学院(Wellesley College)相邻。这不是偶然为之,实为匠心营造所致。因为柏布森学院的企业管教育项目在全美排名第一,韦尔斯利学院又是美国文理学院(liberal arts college)中的翘楚。柏布森学院位于128号公路旁边,适逢该学院内有大量的土地闲置,欧林基金会便主动接触,从柏布森学院买下70英亩作为欧林工学院的校区。这可以使新建的欧林工学院从柏布森学院、韦尔斯利学院分享很多“非工程类”的课程资源、教师资源和校园设施。另一个重要的制度设计是,欧林工学院取消教师终身聘任制,以便组成学校所开设课程所需要的跨学科团队。教师不属于任何一个系,完全采纳合同制,五年一个任期,这种做法在美国历史上也是绝无仅有的。“我们相信这种做法很重要”,欧林工学院执行副院长乔安妮·科苏丝(Joanne Kossuth)说,“因为在当前世界中,最有趣的发现一般在各学科的交叉点上发生,这些发现一般是一个建立在工程、科学、商业和人文等所有这些东西的集合”^[6]。

4. 依托开放型项目的动手实践教学

欧林的校园由著名建筑师佩瑞(Perry Dean Rogers)等人设计,是典型的后现代主义建筑风格。校园建筑的八栋建筑物里,除了教学楼、宿舍楼、礼堂外,有一栋颇为显著的学术大楼,内部附有机械加工厂、“项目研究”工作室。因为,欧林有一个坚定的承诺,不只教给学生基本概念和理论,而且要求学生能把概念与真实世界的挑战、与项目联系起来,用概念和理论解决实际问题,让学生通过自己分析、设计、制造工程系统来建立和发展实际的技术知识或实际技能,将实验室的动手学习(hands-on)和各种项目工作实践经验(Open-Ended Project-Based Learning)纳入到教育经验当中。

欧林工学院的教育方法笃信“眼见为实”,以团队为基础、以项目为导向的动手做中学以及问题解决能力为重都是欧林工学院教学方法的基本特点。学院的很多课程都是动手型的工程设计类项目、严格的技术课程和实践项目(占每学期整个课程的20%至60%不等)。在整个课程中,欧林学生在开放型项目的研究和学习中逐步培养自己解决问题的能力。开放型项目分布在4年学程中,项目的数量和复杂性以及学生的知识和技能的现实性逐级递增。

欧林工学院认为,必须帮助学生建立工程与现实世界的联系,他们认为应该“尽快而不是等到他们学习两年理论的东西之后,还没有真正接触过任何真实的东西”^[7]。例如,从第一学年课程开始,学生就被要求在学院的机械加工厂做以项目为基础的工作;在数学、科学和工程类课程中,提供动手参与的建模、仿真工程、工程系统分析等方面的知识教学,并面向实际问题,指导学生进行实验设计、原型制作、提供现代仪器仪表的使用机会、培养测试技术、甄别测试解决方案等。又如,一年级的学生必修“设计学”,让学生根据仿生学(例如甲虫的跳跃机制)设计和制作机械玩具。再如,大二年级的“面向用户的协同设计”课程,所有学生需要用大约6个星期左右的时间建立一个原型,以改善某种防护设备的使用性能,学生们需要和生产线上的装配工、医院的护士、消防员和护林员一起工作来改善设计。

这种项目为基础的教学要求在四年级时达到顶峰。欧林的开放式项目的重点最后集中体现在毕业设计项目上,由数名学生组成的设计团队将承担一个工业界合作伙伴委托并赞助的真实项目,研究、设计并负责解决现实需求,为时两个学期。这就是四年级学生必须完成的“毕业设计项目”(capstone project)。毕业设计项目包括两个部分:第一部分是工程高级咨询项目(Senior Consulting Program for Engineering,简称SCOPE),项目组被某个公司、非赢利组织或风险投资企业选中,做真实的工程项目;另一部分是“人文、艺术、社会科学”或“创业精神”毕业设计项目(Arts, Humanities, and Social Sciences,或者Entrepreneurship),在这个项目中,学生

在“工程学”主修里,学生可以侧重于不同领域,例如可以主修生物工程(Bioengineering,简称E:BE),或材料科学(Materials Science,简称E:MS),系统设计(Systems Design,简称E:SYS)等。学生也可以自己组合设计出一个主修专业,但是要向校方提出申请并获得行政部门的同意即可。另外,欧林工学院也给学生提供了一个可以快速获得科学硕士学位(MS)的通道,即从欧林工学院毕业后,再进入柏布森学院的“技术企业家”项目(Technological Entrepreneurship program)学习一个学期,方可获得科学硕士学位。

尽管韦尔斯利女子学院是女校,但是它也同意接受欧林工学院的男生选课,自Olin College, Course Catalog 2009-10。

被要求做一个与自己专业有关的设计项目或创业计划。

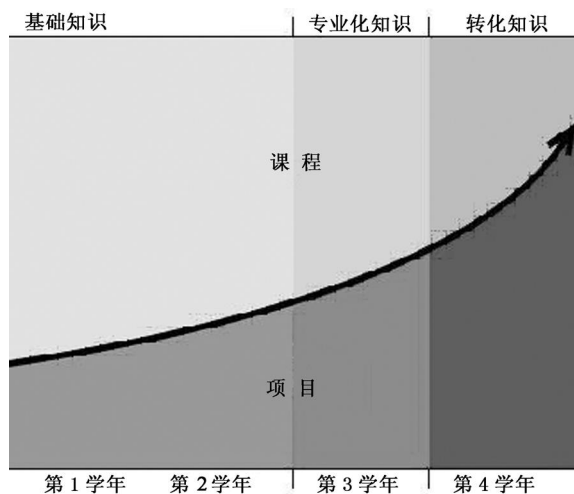


图 2

正如图 2 所示,欧林课程分为三个阶段:第一阶段是“基础知识”,它强调掌握和运用与工程项目有关的大量技术基础知识;第二阶段是“专业化知识”,使学生深入了解和掌握所选择领域的专深知识;第三阶段是“转化知识”(realization),学生将所学知识应用于本专业领域的实践问题。在所有三个阶段课程学习中,学生参与跨学科的工程项目,要求将理论付诸实践,在工程的背景下发展团队协作能力和管理能力。随着学生学习的不断进步,这些项目越来越具有开放性,也越来越真刀真枪。

三、结 语

欧林工学院在人才培养上充满新意的做法在美国工程教育界独树一帜,其教育计划具有很强的吸引力。据 2009 年 8 月统计数据显示,在该学院就读的 300 余名学生中,有 17% 的学生是美国 FIRST 赞助的三大机器人大赛 (FIRST Robotics Competition) 的获奖者^[7];就录取难度而言,该校录取的新生约有一半得到过 MIT、加州理工等名校的录取通知。但是欧林工学院的毕业生究竟能否如其所望而

成为未来卓越的工程界人士,这个问题现在讨论还为时尚早。

我们可以看到的是:第一,不难推测,欧林“试验”能否推行,依赖于小班教学,依赖于商科、人文社会科学和工科教师组成的强有力的跨学科合作,依赖于学校与工业、商业界的紧密合作关系。在欧林工学院,这些必备条件都有良好的基础。但是这种做法能否推广到其他学校,答案并非简单的“是”或者“不是”。当然,欧林学院正在尝试的“卓越工程师”培养计划无疑是对近年来工程教育批评的切实回应,而不是仅仅停留在讨论的层面上。第二,欧林“试验”是一项正在进行的工作,欧林计划不能被看作是最终的善本,欧林人正在努力尝试新的工程人才的培养理念和做法。在整个工程教育界,上世纪九十年代中期以来,呼吁工程教育必须做出某些改变的要求一直没有停止过,相信这不仅是欧林工学院的创始人、教师和学生希望看到的,而且一定也是世界其他地区的工程教育界期待看到的。尽管这些“变化”离理想的工程教育状态还有差距,但正如温斯顿·丘吉尔的一句名言:“现在并不是结束,结束甚至还没有开始。但是现在可能是序幕的结束。”

[参考文献]

- [1] Nortel, Leveraging it to create an innovative, cooperative, student - centered curriculum, Case study, Franklin. W. Olin College of Engineering, 2009.
- [2] Alvin P. Sanoff, Creating a master piece at Olin College of Engineering, Prism, September 2000.
- [3] Olin College, Course Catalog 2009 - 10, Olin Mission statement, 6.
- [4] Olin College, Course Catalog 2009 - 10.
- [5] "Once Upon a College" or (A Play in Five Acts) by The Curricular Decision Making Board, Olin College website, October, 25, 2009.
- [6] Mission Statement from http://www.olin.edu/about_olin/overview.asp.
- [7] Robert Buder, A Visit to Olin College: A Design - Oriented Future of American Engineering, Economy Boston, 2009 - 11 - 08.

(责任编辑 李震声)

The Unique Cultivation of Exemplary Engineering Innovators

LI Man-li

(Institute of Education, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract :The engineering programs at Olin College of Engineering are considered the most daring experiment in the United States in recent decades. It puts forward "Olin Triangle Model" as the unique curriculum philosophy. "Cross - disciplinary learning strategy" and "Project - based learning" are dominated in the programs. Olin programs are particularly concerned about the students' creative design ability and team ability. With the coordinating administration strategy, Olin does not set up any "department" in the college and abandons the practices such as the tenure system for the first time. All the moves make Olin College very unique among the institutions of engineering education in the United States. The initiatives of Olin College have a certain reference value to improve China's higher engineering education.

Key words :exemplary engineering innovators; Olin triangle model; cross - disciplinary strategy; open - ended project - based learning