

麻省理工学院核科学与工程本科专业教育模式分析

甘龙飞，杨晓虎，马燕云
(国防科学技术大学 理学院，湖南 长沙 410073)

摘 要：介绍了麻省理工学院核科学与工程系本科教育的主要思路 and 做法，包括其培养目标与要求，课程体系设置等。结合我国高校“双一流”建设思路，总结了其主要特色，对国内高校核专业及其他工程专业的教育教学改革具有很好的参考价值。

关键词：核科学与工程；本科教育；教育模式

中图分类号：G649 **文献标志码：**A **文章编号：**1672 - 8874 (2017) 01 - 0053 - 09

An Analysis of the Undergraduate Education Mode of Nuclear Science and Engineering in the MIT

GAN Long - fei, YANG Xiao - hu, MA Yan - yun
(College of Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: The undergraduate program of Nuclear Science and Engineering of the Massachusetts Institute of Technology (MIT), including the educational aims and the program structure, is systematically introduced. Combined with the idea of “double top - ranking” in the universities of China, the main characteristics of MIT Nuclear Science and Engineering undergraduate education are summarized, which can be used for references in the educational innovation of nuclear engineering and other engineering specialties in the universities of China.

Key words: nuclear science and engineering; undergraduate education; educational mode

一、引言

麻省理工学院（MIT）始创于 1861 年，是世界著名私立研究型大学。二次世界大战后，它由于美国国防科技的需要而迅速崛起，有着辉煌的历史。麻省理工学院素以世界顶尖的工程学和计算机科学而享誉世界，它与斯坦福大学、加州大学伯克利分校一同被称为工程科技界的学术领袖。在工程学和计算机科学方面，三所学校长期占据世界大学学术排名（ARWU）、US News 最佳研究

生院等权威排名的前 3 名。2015—2016 年度，MIT 位列 QS 世界大学排名第一、US news 世界大学排名第二、世界大学学术排名第三、TIMES 高等教育世界大学排名第五。先后有 85 位诺贝尔奖获得者、6 位菲尔兹奖获得者在麻省理工学院工作或者学习过。截止到 2016 年 4 月，麻省理工共走出了 19 位图灵奖得主^[1]。

MIT 设有建筑与城市规划学院（School of Architecture and Planning）、工程学院（School of Engineering）、人文艺术与社科学院（School of Humanities, Arts, and Social Science）、斯隆管理学

院(Sloan School of Management)、理学院(School of Science)等五个学院。学院下面设有航空航天、物理、生物、电子等30个系,每个系都有一个特定的编号,用来标记专业和课程,其中核科学与工程系是工程学院下属十个系中的一个,编号为22^[2]。

MIT 约从 20 世纪 40 年代开始进行核科学与工程方面的研究和教育,核工程最初是化学工程系下的一个方向,于 1958 年正式独立成系,名称为核工程系,直到 2004 年更名为核科学与工程系(NSE)^[3]。发展到目前,核科学与工程系已经在核能、核燃料循环等核科学与技术的各个领域都有世界领先的教学和科研实力。该系目前拥有师资 65 人,其中有终身职位的教授 15 人(全职教授 7 人,副教授 4 人,助理教授 4 人),另外有实践教授(Professor of the Practice)1 人,兼职教授(Joint Professor)2 人,荣誉教授 6 人,讲师(Lecturer)及访问学者 8 人,高级研究员(Senior Research Scientists/Engineers)3 人,主要研究员(Principal Research Scientists/Engineers)2 人,研究员(Research Scientists/Engineers)6 人,博士后 13 人。它可以授予的学位有核科学与工程专业的学士(Bachelor)、硕士(Master)、工程硕士(Nuclear Engineer)、哲学博士(PhD)和理学博士(ScD),还有 1 个计算核科学与工程的联合学位。核科学与工程系的教育和科研方向主要有以下 8 个:先进反应堆设计和革新,核燃料循环及核废料管理技术,等离子体物理和聚变,极端环境下的材料,先进计算和模拟,辐射源、探测及控制,核安全,核经济、管理与政策。此外还有 4 个管理教育项目:应用管理的反应堆技术课程,国际核领导人教育项目,核设施安全,核运行风险管理。核科学与工程系拥有先进核能系统中心(CANES)、等离子体科学与聚变中心、工业演示中心、Kuwait-MIT 国家资源与环境中心等 4 个教学科研中心,以及 MIT 核反应堆实验室、先进核燃料发展实验室、先进建模与模拟实验室等 11 个科研实验室^[4]。此外,核科学与工程系还有包括物理系、生物工程系等在内的 11 个合作研究单位,包括美国能源部轻水堆先进模拟协会在内的 5 家合伙共建单位。MIT 核科学与工程系的赞助单位包括工业部门、大学、国家实验室和政府机构,教育研究经费非常充足,2015 财年研究经费 2500 万美元。不过,核科学与工程系的招生及培养规模不

算很大。2015 年秋季,核科学与工程系招生 153 人,其中 111 名研究生,42 名本科生。2014 - 2015 学年授予学位 44 人,其中 8 名理学学士(SB),22 名理学硕士(SM)、14 名哲学博士(PhD)^[5]。完善的教学科研条件和适当的人才培养规模保证了 MIT 核科学与工程系的人才培养质量,也使其一直处于核科学与工程的世界领先地位。

高等教育的人才培养质量历来受到国家和社会的高度关注,提高人才培养质量是高等教育的核心任务,深化教育教学改革是新时期高等教育发展的强大动力^[6]。在国务院的统筹和部署下,我国高校目前正在进行“双一流”建设^[7]。研究和分析世界一流大学的人才培养思路和模式对我国高校相关专业的人才培养具有重要的参考价值。本文旨在对 MIT 核科学与工程专业本科人才培养模式进行分析,总结其办学特色,为国内高校核专业及其他工程专业的人才培养和学科建设提供参考。

二、人才培养模式

(一) 培养目标

MIT 本科生培养项目的设计就是为了帮助学生发展应对现代生活的知识和能力。MIT 的专业教育融入了社会价值和目标,本科生除了发展某一专业的技能外,还鼓励利用 MIT 的教育条件进行广泛的学习,使自己变成一个有创造性的、智慧的领导者和问题解决者,并且拥有终身学习的激情。MIT 本科教育的中心理念是充分利用 4 年的在校学习时间完成全时学术项目,获得 MIT 的学位不仅意味着修满一定数量的学分和许多课程,还意味着在一流学术机构完成连续高强度的学术训练,以及 MIT 精英教育的文化熏陶。所以,MIT 的教育专门针对全日制的学生,不招收在职完成本科教育的进修性学生。MIT 毕业生应该具备的品质特征明确写在其使命宣言中,反映了人才培养目标。作为整个学校人才培养的标准,这也是核科学与工程系人才培养的基本要求。主要品质特征^[8]:

1. 具有优秀的批判性思维和推理能力;
2. 能够理解科学方法和其他需要掌握的方法,从而能够获得、评估、利用信息来解决工作和生活中遇到的复杂问题;
3. 有力抓住量化推理,能够控制问题的复杂性和不确定性;
4. 在所选学科领域具有扎实的知识基础,并且在运用上有一定深度和经验;

5. 能够将所选领域的知识与社会中更大的问题相联系,能够欣赏科学、技术和社会的相互作用;6. 保持智力上的好奇心,有坚持学习的激情;7. 具有人类精神中最好的一些品质:敏锐的判断力、审美意识、适应能力和自信,以适应成年后的变化;8. 具有历史知识,能够理解人类不同的文化和价值体系;9. 能够将所学知识与道德伦理上的批判性思维相结合;10. 能够与人清晰而有效地进行交流,从而能够很好地和别人开展合作;11. 利用上述品质为社会做出积极的、实质性的贡献。

核科学与工程系的办学理念是提供与核过程有效理解及应用相关的科学与工程领域可能的最好教育,以有益于社会经济和环境的可持续发展。相关的领域包括能量产生和医学、工业、科学、环境、安全领域的核应用。它的本科生计划旨在给学生打牢核过程及其应用相关科学与工程原理的坚实基础,为学生在其所选领域的职业成长和进一步深造做好准备。这些都与 MIT 的培养目标是一致的。核科学与工程系的本科专业分为 8 个专业方向:裂变能、聚变能、核材料、核医学、核安全、等离子体聚变、量子工程、反应堆物理。不同专业方向的本科生根据专业方向定制自己的主修课程学习计划。具体来说,核科学与工程系的本科教育目标是学生在毕业几年后将可以^[9]: 1. 用他们所学的核科学与工程的基础知识进行工程设计和解决其他技术问题,以满足社会需求;2. 能够与专业同行、多学科交叉同行以及更广泛的公众进行有效的交流;3. 将环境、安全和经济的复杂性融合到他们的工作中,在工作中践行和发扬最高的道德标准;4. 持续挑战自己以提高他们的智力水平,在核科学与工程应用的广阔领域提供引领、创新和最新的知识。

MIT 各系的人才培养项目是否成功由项目的成果来衡量。核科学与工程系有一个工作评估项目来专门衡量人才培养项目的成果水平。其成果评价标准,直接和美国工程技术评审委员会 (Accreditation Board for Engineering and Technology, ABET) 标准 3 及人才培养项目的教育目标相关联。具体考核指标^[10]: 1. 能够理解工程后面的数学和科学基础;2. 能够精通核科学与工程的核心课程训练:低能核物理,辐射科学,反应堆和中子物理,核系统工程;3. 能够较深入地应用核工程的

一个或更多子学科的知识;4. 能够成功地应用本学科的基本原理和练习来鉴别并用公式阐明和解决核工程问题;5. 能够在核系统设计中体现设计优化观念和用户需求;6. 能够设计、进行实验并且能够分析和解释实验数据;7. 精通计算机和现代工程设计工具的使用,能够对核工程问题的解决方法实施和改进;8. 能够独立主持并完成研究项目;9. 精通写作和口头交流;10. 能够和别人合作工作并且可以参加多学科组 (multi-disciplinary teams);11. 能够理解安全相关的社会、专业、道德事件以及洞察核科学与工程的发展;12. 具有持续地自我教育的技巧和动力。

(二) 课程体系及要求

MIT 实行学分制,所有的学位授予都必须以修完满足一定要求的学分为前提,否则不能申请授予学位。学士学位的课程学分要求主要分为三部分:一般要求,交流要求,系学习计划要求。其中,一般要求类似于国内本科人才培养方案中的公共基础课程;系学习计划要求基本包括了国内本科人才培养方案中的专业基础课程和专业课程;而交流要求则是 MIT 的特色要求,国内的本科人才培养方案中虽然也有大学英语等课程是培养学生交流能力的,但是对于专业领域交流能力的培养没有针对性很强的课程。总体来说,MIT 核科学与工程系的课程体系针对能力培养的特征更加明显。学生根据自己选择的专业方向来定制自己的主修课程学习计划。如果是攻读双学位或者联合学位,那么两个专业方向的课程都要修满,而且两个专业不能是同一个系的专业,必须由两个系联合授予,如核科学与工程系能够授予的双学位有核工程与物理 (22&8F)、核工程与医学工程 (22&2A)、核工程与材料工程 (22&3A) 等三个,其中的另外一个专业都是其他系的。核科学与工程专业的课程体系设置情况如下^[11]:

1. 学院一般要求 (General Institute Requirements, GIR)

GIR 是 MIT 所有专业的公共必修课程,由科学,人文、艺术和社科要求 (HASS), 交流 (包含在 HASS 中), 科技限选课程 (REST), 实验室和体育这六部分组成。除了必修的游泳和其他 4 门共 8 个学分的体育课外,学院一般要求共包含了 17 门课,具体情况如表 1 所示。

表 1 学院一般要求^[12]

	要求课程			课程数	备注
1	理学要求	化学 (1 门课程)	3.091 固态化学概论 5.111 化学科学原理 I 5.112 化学科学原理 II (三选一)	6	MIT 的每门课都有一个唯一的一个编号，如“固态化学概论”用“3.091”表示，其他依此类同，所有课程编号可以从 MIT 课程总目录中找到 ^[13] 。
		物理 (2 门课程)	8.01 物理 I(1) 8.011 物理 I(2) 8.012 物理 I(3) 8.01L 物理 I(4) (四选一)		
			8.02 物理 II(1) 8.021 物理 II(2) 8.022 物理 II(3) (三选一)		
		数学 (2 门课程)	18.01 微积分 I(1) 18.01A 微积分 I(2) 18.014 微积分理论 I (三选一)		
			18.02 微积分 II(1) 18.02A 微积分 II(2) 18.022 微积分 II(3) 18.024 微积分理论 II (四选一)		
		生物 (1 门课程)	7.012 生物学概论(1) 7.013 生物学概论(2) 7.014 生物学概论(3) 7.015 生物学概论(4) 7.016 生物学概论(5) (五选一)		
2	人类、艺术和社科要求(HASS)			8	至少有 2 门课是关于交流强化训练的，以满足下面的交流要求。
3	科技限选课程(REST)要求			2	可以在系学习计划中的 8.03；18.03 或 18.034；22.01；22.02；22.071J(对应编号的课程名称请见表 2)中选二门。
4	实验室要求			1	12 学分，可以由系学习计划中的 22.09 满足。
	理学学士(SB)学位的总 GIR 科目要求			17	
	体育要求：除游泳外，还要选 4 门课 8 个学分的体育课。				

注：资料来自 MIT 课程总目录。

2. 交流要求

本科学习计划有 4 门课程的交流要求：2 门课程设计为对人类、艺术、社科交流能力的强化（CI－H），另外 2 门课程设计为专业领域交流能力的强化（CI－M）。对于核科学与工程专业的学生

来说，CI－H 课程是包含在 GIR 中的两门交流强化训练课程，而 CI－M 课程就是 22.09 和 22.ThU 这两门课程。

3. PLUS 系学习计划

系学习计划分为必修课和选修课，两部分的课

程及学分都有明确的要求^[14]。除此之外，系学习（并修课程），具体见表 2 和表 3。计划还给出了一些课程的预修课程和辅修课程

表 2 核科学与工程专业必修课^[15]

	序号	课程编号及名称	学分 (课程性质)	预修课程	并修课程	要求学分
基本要求	1	2.005 热流工程 I	12 (REST)	8.02 物理 II(GIR) 18.02 微积分 II(GIR)	18.03 微分方程	84
	2 (四选一)	6.0001&6.0002 计算机科学与编程导论	12			
		12.010 科学编程的计算方法	12	18.02 微积分 II(GIR) 8.01 物理 I(GIR)		
		2.086 机械工程师用的数值计算	12 (REST)	18.02 微积分 II(GIR) 8.01 物理 I(GIR)	18.03 微分方程	
		1.000 科学与工程应用的计算机编程	12 (REST)		18.03 微分方程	
	3	8.03 物理 III	12 (REST)	8.02 物理 II(GIR) 18.02 微积分 II(GIR)		
	4 (二选一)	18.03 微分方程	12 (REST)		18.02 微积分 II (GIR)	
		18.034 微分方程	12 (REST)		18.02 微积分 II (GIR)	
	5	22.04J 核能的社会问题	12 (HASS-S)			
	6	22.01 核工程与电离辐射导论	12 (REST)			
核科学与工程核心课程	7	22.071J 电子学，信号及测量	12 (REST)	18.03 微分方程		63
	1	22.02 应用核物理导论	12 (REST)	8.02 物理 II(GIR) 18.02 微积分 II(GIR) 8.03 物理 III 22.01 核工程与电离辐射导论		
	2	22.033 核系统设计	15			
	3	22.05 中子科学与反应堆物理	12	18.03 微分方程 22.02 应用核物理导论 22.06 核系统工程		
	4	22.09 核辐射探测及防护原理	12 (CI-M)	22.01 核工程与电离辐射导论		
核科学与工程专业本科毕业论文(学位论文)	5	22.06 核系统工程	12	2.005 热流工程 I		12
	1	22.ThT 本科毕业论文辅导课	≥3			
	2	22.ThU 本科毕业论文	≥9 (CI-M)	22.ThT 本科毕业论文辅导课		

注：资料来自 MIT 核科学与工程系课程及要求。

表 3 核科学与工程专业选修课^[16]

	课程编号及名称	学分	预修课程	要求学分
NSE 数学限选课(五选一)	18.04 复变量及应用	12	18.02 微积分 II, 18.03 微分方程	12
	6.041 随机系统分析	12	18.02 微积分 II	
	18.0751 科学家和工程师用的方法	12	18.02 微积分 II, 18.03 微分方程	
	18.05 概率统计导论	12	18.01 微积分 I	
	18.600(18.440) 概率和随机变量	12	18.02 微积分 II	
NSE 限选课 (从下列课程 中选 24 学分)	6. UAP 超级 UROP	6		24
	22.054J 极端环境下的材料	12	3.032 材料的动力学行为, 3.044 材料工艺	
	22.055 辐射生物学	12		
	22.14 核材料	6		
	22.15 基本数值方法	6	22.00 建模及模拟概论, 或其他同等课程	
	22.212 核反应堆分析 II	12	22.05 中子学及反应堆物理, 或 22.211 核科学与工程研讨班	
	22.213 核反应堆分析 III	12	22.05 中子学及反应堆物理, 或 22.211 核科学与工程研讨班	
	22.251 核燃料循环的系统分析	12	22.05 中子学及反应堆物理	
	22.313 能源技术中的热工水力学	12	2.006 热流工程 II, 或 10.302 输运过程, 或 22.312 反应堆工程	
	22.315 应用计算流体力学和热传导	12		
	22.39 反应堆设计、运行和安全概论	12	22.05 中子学及反应堆物理, 或 22.211 核科学与工程研讨班;2.005 热流工程 I, 或 22.312 反应堆工程	
	22.51 辐射作用的量子理论	12	22.02 应用核物理导论, 或 22.11 应用核物理	
	22.611J 等离子体物理导论 I	12	6.013 电磁学及应用, 或 8.07 电磁学 II; 18.04复变量及应用或 18.075 科学家和工程师用的方法	
	22.615 聚变系统的 MHD 理论	12	22.611J 等离子体物理导论 I	
	22.62 聚变能源	12	22.611J 等离子体物理导论 I	
	22.71J 现代物理冶金	12	3.022 材料中的微结构演化, 3.032 材料的动力学行为, 或 22.14 核工程材料	
	22.72J 腐蚀: 材料的环境老化	12	3.012 材料科学与工程基础, 或 22.14 核工程材料	
	22.74J 核材料中的辐射损伤及效应	12	3.21 材料中的运动学过程或 22.14 核工程材料	
	22.76 核化学工程	12		
	22.78 核化学工程及废料处理原理	12		
	22.811J 再生能源	12		
	22.812J 核控制技术	12		
	22.814 核不扩散	12		
	2.006 热流工程 II	12	2.005 热流工程 I, 或 2.051 热迁移导论	
备注	系学习计划中有 48 个学分也可以满足 GIR; 任选课学分要求为 48; 理学学士学位(SB)要求除 GIR 以外的总学分为 195。			

注：资料来自 MIT 核科学与工程系课程及要求。选修课每年差不多，但也可能会有一点变化。

除了课程学习之外,核科学与工程专业作为MIT的工科专业,在工程实践方面对学生也有较高的要求,可以说实践教学贯穿了整个本科教育的全程。其中最主要的实践项目有两个:本科研究机会项目(Undergraduate Research Opportunities Program,简称UROP项目)^[17]和实习核工程师项目^[18]。

1. UROP项目

UROP项目是针对所有年级的本科生设置的研究挑战项目。该项目重点针对新生设置,因此一般不需要任何经验和基础,个别需要的话会给出特别声明。该项目由核科学与工程本科项目办公室的一名教授和一名核科学与工程UROP管理员(也是教授)共同管理,每年提供十几个开放的UROP职位并且负责帮助学生选择这些职位。例如2016年核科学与工程专业(课程22)的开放UROP职位有:

- (1) 先进核反应堆氟盐冷却剂的热导率和热容测量;
- (2) 开发一个基于安卓操作系统的盖格计数器App;
- (3) 利用热存储技术从基底负载核能设施中获得交变电流;
- (4) 新型海上浮动核反应堆设施多层安全系统的模拟测试;
- (5) 计算核反应截面对温度依赖关系的新方法;
- (6) 弹性动力学表面响应函数——理论模型;
- (7) 已用核燃料罐高性能防护填充物的评估;
- (8) 面向对象编程框架(MOOSE/FALCON)深钻孔模拟中预处理器的优化研究;
- (9) 设计一款面向大众的低成本伽马射线分光计;
- (10) 循环加载和检查周期延长下船用轴系的可靠性;
- (11) 固体氧化物燃料栅元的相变;
- (12) 设计一个葡萄酒厂的住宅农场微电网;
- (13) 核事故中的经济学。

学生可以根据自己的兴趣和指导老师的建议来选择这些题目中的任何一个进行研究,既可以获得本专业或交叉学科研究的第一手经验,还可以获得相应的学分和报酬。

2. 实习工程师项目

实习工程师项目不仅针对本科生,还针对核科学与工程专业任何水平的研究生。这个项目让学生有机会参加到工业领军企业、国家实验室、

学术界中具有科学和工业意义的最新工程项目中去,获得实际经验,使自己在核科学与工程领域变得与众不同。这一项目也是由核科学与工程UROP管理员管理,学生可以在他的帮助下进行选择。2016年核科学与工程实习项目如下:

- (1) 凯布维公司(Kay Bouvet,一个重型工程企业)实习项目:核创新的领导者训练;
- (2) 夏季实习——保罗维德(Palo Verde)核电站;
- (3) 春季/夏季学期国外实习项目,伦敦帝国大学;
- (4) 伦敦帝国大学的夏季IROP研究项目;
- (5) 国际原子能机构(IAEA)实习项目;
- (6) 核不扩散与核安全——布鲁克海文国家实验室(BNL);
- (7) MIT国际科学技术实习(MISTI);
- (8) 莫斯科物理所(MEPHI)的夏季IROP研究项目;
- (9) 西屋电气公司(Columbia, SC, Cherry Hill Township, PA)实习项目;
- (10) 美国国土安全部(DHS)的国土安全HS-STEM夏季实习项目;
- (11) 理学本科生实验室实习(SULI)项目;
- (12) 日本科学促进会(JSPS)夏季项目;
- (13) 圣地亚国家实验室的严重事故模型项目;
- (14) 国内核探测办公室(Domestic Nuclear Detection Office, DNDO)夏季实习项目;
- (15) 泰拉能源(Terrapower)公司的放射化学实习项目。

UROP项目和实习工程师项目不仅可以使学生接触专业的前沿和相关的实际问题,而且可以让学生与同行业老师、工作人员建立联系,保持知识教育从原理到应用的连贯性,拓展学术和职业发展的空间,可谓一举多得。

三、教育模式特色分析

根据我们对上面所述MIT核科学与工程系本科教育模式的理解,结合国内高校目前正在开展的“双一流”建设思路,经过对比分析,我们总结出MIT核科学与工程系本科教育模式的主要特色和经验。

(一) 完善的入学指导

MIT对新生入学的指导非常重视,指导主要来自两个方面:一是在网上公布MIT课程总目录公告,

对大学的学习生活如何安排给出了非常详细的说明,学生只要认真阅读公告就知道自己的大学期间的学习主要有哪些环节,需要注意哪些问题,因此课程总目录公告对学生的大学生活有重要的帮助和指导作用;二是给每一名新生安排一名指导老师(advisor),负责帮助他们规划大学四年的学业,制定有效的学习计划。第一学年(freshman year)对MIT的学生来说非常关键,这一年他们既要为他们的大学教育打好基础,又要制定整个大学期间的学习计划。所以,他们除了必须修习GIR中的公共基础课程为后面高年级的专业学习做好准备以外,还要在指导老师的指导下制定一个明确而合理,且体现个性化的本科学习计划。如何来选择修习的课程是非常重要的,学生要与指导老师进行深入的讨论。这和国内大学有很大的不同,国内很少有高校把对新生的指导提到这样的高度,甚至有些高校几乎没有对学生在学业和职业规划上的指导。实际上,这种指导可以让迅速让学生明白上大学的目标和真正兴趣所在。而在专业老师指导下的学习计划比新生完全靠自己判断做出的计划要更加合理可行,极大地减小了方向性失误带来的严重后果,比如到快要毕业了才发现自己的兴趣并不是在所学专业上。由此可见,入学指导直接关系到本科教育的水平,一流的本科教育离不开对大学新生的入学指导,必须加以重视。

(二) 工程教育与品格教育并重

从上面的培养目标和考核标准可以看出,MIT核科学与工程学科能够在核工程领域处于世界领先地位,不仅因为其高强度的科学与工程专业训练,还有一个重要的原因就在于它特别重视学生的品格教育。而且这不仅仅限于核工程学,而是MIT所有工程学的共同特点。MIT工程学的办学定位很高,精英教育特色鲜明,具体做法就是将工程教育与品格教育相结合。工程教育的目的是将学生培养成为“整装待发”的工程师,在其从事职业前具备较好的工程能力和深厚的技术基础知识^[19]。MIT核科学与工程系的本科人才培养模式具有非常明确的工程教育目标,即把学生训练成为具有广泛专业技能和深厚专业基础的核科学与工程专业人才。另一方面,由于MIT的人才培养目标还融入了社会价值,旨在培养具有社会责任感和环境保护意识的行业领导人,为此核科学与工程系秉承了学校的教育理念,除了注重学生核工程专业素质的培养外,还特别注重对学生的品格教育,

培养目标的考核标准不仅限于专业素质,在品格方面也有相应的要求。这样的高标准对学生的学习要求也提高了,所以MIT学生的学习任务很重,压力也很大。不过经过严格的训练以后,很多毕业生确实成了美国核工程领域的精英,在国家核安全局、圣地亚国家实验室等政府部门和研究机构担任要职。目前国内很多高校培养的大学生虽然也都经过严格而正规的高等教育,但是毕业以后很多学生还是无法适应本专业相关工作的需要,也许问题就在于大学培养方案制定时工程目标不够明确,而且在品格教育方面有所欠缺。

(三) 注重综合能力培养

MIT非常重视学生能力的培养。可以说整个培养模式就是围绕提高学生各方面的能力而设计的。为了确保达到效果,核科学与工程系从新生指导、课程体系到各种实践项目都体现了以学生为中心,指导导师的指导贯穿大学的整个过程。在知识结构上,除了核工程相关的热流工程、中子科学和反应堆物理等核心课程外,对于数学基础非常重视,专门给出了5门数学限选课。在实践能力上,通过UROP项目和实习工程师项目,让学生直接参与实际研究和工程问题的解决,极大地提高了学生学以致用能力。此外,还特别注重学术交流能力的培养。学术交流能力是科研工作者和所有与技术相关的工作人员不可或缺的一项能力,在他们的工作和学术生涯中起着非常关键的作用。MIT核科学与工程系的人才培养目标明确要求毕业生具有与专业同行、多学科交叉同行以及更广泛的公众进行有效交流的能力。除了在GIR中特别规定必须要有两门课程是关于强化学生交流能力的之外,还在专业课程中设定两门课程用于提高学生的学术交流能力。

(四) 多种学习项目相结合,满足学生培养的灵活性和多样化

不管学生是否有在某一个特定专业内学习的明确计划,MIT都鼓励他们对学校广泛的课程持一个开放的态度。学生一般会参加系里的定向项目(departmental orientation program),与可能感兴趣的某领域中的教师和其他人进行交谈,了解该领域的信息。他们还可以选相关的选修课以帮助他们思考可能选择的专业。选修课的作用主要有两个:没有最终决定专业的学生可以通过部分选修课了解他们考虑选择的系或者领域;有明确学术和专业目标的学生可以利用选修课来拓展他们第二感兴趣的区域。每年1月MIT会有一个“独立行动时期”(Independent

Activities Period) 为学生提供了解不同领域的机会。对很多学生来说,这种考虑可以坚定他们选择专业的信心,对另外一些学生来说,这给他们提供了一个发现自己兴趣的新途径。不过,MIT 会限制某一领域学生的入学人数已达到教育资源和学生兴趣之间的平衡。尽管学校要求学生在第二学年结束之前选好自已的专业(课程),但是学生通常在第一学年末就已经选定了。这样的弹性使他们可以在第二年选择或者改变课程相对轻松一些。当然,如果对两个领域都感兴趣,学生还可以攻读两个专业的学士学位(双学位)。

(五) 强调终身学习

从前文我们可以看到,MIT 期望毕业生具有的品质之一是保持智力上的好奇心,有坚持学习的激情。而核科学与工程系的人才培养目标也要求毕业生能够持续挑战自己以提高他们的智力水平,在核科学与工程应用的广阔领域提供引领、创新和最新知识,具有持续地自我教育的技巧和动力。这些都说明 MIT 的人才培养是基于一个非常长远的目标,而其中关键的一点就是让学生养成终身学习的习惯,这对于专业能力的培养 and 毕生成就都至关重要。为此,MIT 所有的工科学位教育项目都结合了基本原理的学习和工程实际应用,用各种方法激发学生养成终身学习的习惯。

四、结束语

MIT 以其世界一流的工程学而著称,其核科学与工程系一直处于世界核科学与工程的前列。本文对 MIT 核科学与工程系本科人才培养模式进行了介绍和分析,总结了其主要特色。这些特色和经历正是国内高校所忽视或者不具有的,对于目前国内高校建设一流的核学科和核专业具有重要的参考价值,对于高等工程教育改革和人才培养方案制定具有很好的借鉴意义。

参考文献:

[1] 百度百科.麻省理工学院[EB/OL]. [2016-10-08]. [http://baike.baidu.com/view/1935.htm? fromtitle = MIT&fromid = 31539&type = syn](http://baike.baidu.com/view/1935.htm?fromtitle=MIT&fromid=31539&type=syn).

[2] The official website of MIT. MIT education [EB/OL]. [2016-10-08]. [http://web.mit.edu/ education/](http://web.mit.edu/education/).

[3] Nuclear Science & Engineering at MIT. ABOUT [EB/OL]. [2016-10-08]. <http://web.mit.edu/nse/about/index.html>.

[4] Nuclear Science & Engineering at MIT. ABOUT [EB/OL]. [2016-10-08]. <http://web.mit.edu/nse/about/index.html>.

[5] Nuclear Science & Engineering at MIT. ABOUT [EB/OL]. [2016-10-08]. <http://web.mit.edu/nse/about/index.html>.

[6] 中华人民共和国教育部.教育部关于中央部门所属高校深化教育教学改革的指导意见[EB/OL]. (2016-07-04) [2016-10-08]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201607/t20160718_272133.html.

[7] 国务院.统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案[EB/OL]. (2015-10-24) [2016-10-08]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-11/05/content_10269.htm.

[8] Nuclear Science & Engineering at MIT. Undergraduate: Objectives [EB/OL]. [2016-10-08]. [http://web.mit.edu/nse/ education/undergrad/objectives.html](http://web.mit.edu/nse/education/undergrad/objectives.html).

[9] Nuclear Science & Engineering at MIT. Undergraduate: Objectives [EB/OL]. [2016-10-08]. [http://web.mit.edu/nse/ education/undergrad/objectives.html](http://web.mit.edu/nse/education/undergrad/objectives.html).

[10] Nuclear Science & Engineering at MIT. Undergraduate: Objectives [EB/OL]. [2016-10-08]. [http://web.mit.edu/nse/ education/undergrad/objectives.html](http://web.mit.edu/nse/education/undergrad/objectives.html).

[11] The official website of MIT. MIT course catalog Bulletin 2016-2017 [EB/OL]. [2016-10-08]. <http://catalog.mit.edu/>.

[12] The official website of MIT. MIT course catalog Bulletin 2016-2017 [EB/OL]. [2016-10-08]. <http://catalog.mit.edu/>.

[13] The official website of MIT. MIT course catalog Bulletin 2016-2017 [EB/OL]. [2016-10-08]. <http://catalog.mit.edu/>.

[14] Nuclear Science & Engineering at MIT. Undergraduate: Curriculum + Requirements [EB/OL]. [2016-10-08]. <http://web.mit.edu/nse/education/undergrad/curriculum.htm>.

[15] Nuclear Science & Engineering at MIT. Undergraduate: Curriculum + Requirements [EB/OL]. [2016-10-08]. <http://web.mit.edu/nse/education/undergrad/curriculum.htm>.

[16] Nuclear Science & Engineering at MIT. Undergraduate: Curriculum + Requirements [EB/OL]. [2016-10-08]. <http://web.mit.edu/nse/education/undergrad/curriculum.htm>.

[17] Nuclear Science and Engineering. Open UROP Positions (13) [EB/OL]. [2016-10-08]. <http://scripts.mit.edu/~nurop/UROP/>.

[18] Nuclear Science and Engineering. Nuclear Internships for NSE Students [EB/OL]. [2016-10-08]. <http://scripts.mit.edu/~nurop/Internship/>.

[19] 陈琪锋,孟云鹤,杨磊,等.英国南安普敦大学航空航天工程本科培养方案解读[J].高等教育研究学报,2014(2):61-66.