

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2012.03.011

基于航空航天专业 CDIO 课程体系分析 MIT 本科教学特点

谢燕, 蒋建平, 李健, 郑伟

(国防科学技术大学 航天与材料工程学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 以美国麻省理工学院 (MIT) 航空与航天专业本科生课程为例, 本文介绍了 MIT 为培养本科生设计开发的 CDIO (Conception, Design, Implementation, Operation) 工程教育培养模式及其培养目标, 总结 CDIO 模式下的课程计划、教学方式、实践经验、作业考试和社会交往能力等教学活动的特点, 提出了它们对我校和我院航天领域军事工程人才培养的借鉴作用。

[关键词] 麻省理工学院; 航空航天; 本科生培养, 教学特点; CDIO

[中图分类号] G642.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874 (2012) 03-0040-05

The Pedagogic Characteristics of MIT CDIO Course System for the US Undergraduate Students

XIE Yan, JIANG Jian-ping, LI Jian, ZHENG Wei

(College of Aerospace and Materials Engineering, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: Through the analysis of the MIT undergraduate course on Aeronautics and Astronautics specialty, the CDIO cultivation patterns and the cultivation objectives of the undergraduate students in MIT are demonstrated. The pedagogic characteristics of teaching activities are summarized, including course program, teaching mode, practical experiences, homework, exams and society ability. They do play a guiding role in an aerospace military engineer education for the reference of our university and school.

Key words: MIT; aeronautics and astronautics; cultivation of undergraduate students; pedagogy characteristics; CDIO

美国麻省理工学院 (Massachusetts Institute of Technology, 简称 MIT) 在工程学、自然科学、建筑学、人文学、管理学和社会学等多个学科领域实力雄厚, 尤其是航空航天专业, 在美国大学专业排名中一直居于一二位。2000年10月, MIT 航空航天系发起了一项工程教育改革计划, 联合瑞典哥德堡查尔姆斯技术学院、瑞典皇家技术学院和瑞典林雪平大学, 经过几年的研究、探索和实践, 于2004年创立并推广的新型教育模式——CDIO模式。

CDIO 以一种崭新的模式来重现认识和实践工程教育, 它以产品、过程和系统全生命周期的开发与运用为背景, 包含了概念构思、设计、实施和运行 (Conception, Design, Implementation, Operation, 简称 CDIO) 4 个教育和实践训练环节, 形成了 12 条标准和 3 级指标的教学大纲体系, 其具体内容可参见文献 [1]。

既然 CDIO 模式是一项针对工程教育的改革计划, 故很有必要提及其时代变革背景^[1]。如图 1 所示, 曲线上横坐标的含义是实现毕业生能够成为技术专家 (掌握某一领域专业知识) 的目标, 纵坐标的含义是实现毕业生能够成为多种能力“通识家” (掌握个人能力、人际交往能力、系统建造的实践能力等) 的目标。若将工程教育视为个人、人际交往以及系统建造的实践能力与技术基础之间的平衡

点, 那么在不同年代的点可以集成不同形式的曲线。在 1950 年之前, 实践的比重很高; 在 1960 年左右, 实践与学科知识之间变得更协调; 在 1980 年之后, 学科知识占据了主动地位; CDIO 模式则出现在 2000 年之后。

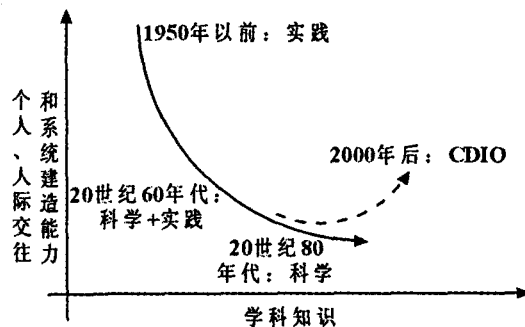


图 1 工程教育的变革

在 CDIO 的发展初期 (2004 年左右), 此国际培养模式已扩展到世界各地 20 多所大学; 到了 2009 年左右, 已进入了稳态发展的阶段, 故在随后的 2010 年时提出下一目标——争取在未来的两到三年之后, 实现在所有工程领域有超过 40 所院校与 70 个涉及国际 CDIO 合作方案。值得鼓舞人心的是, CDIO 模式的创始人——美国工程院院士、MIT

[收稿日期] 2011-11-06

[基金项目] 全国教育科学“十二五”规划教育部青年专项课题 (E1A110378)

[作者简介] 谢燕 (1980-), 女, 湖南衡阳人, 国防科学技术大学航天与材料工程学院讲师, 博士。

教授 Edward Crawley, 因创立这一深度影响全球的创新人才培养模式, 而获得 2010 年度美国工程界戈登奖 (与拉斯奖和德拉普尔奖构成美国工程界三大最高奖项, 且被誉为工程界的诺贝尔奖)。

2001 年 4 月, 在 CDIO 模式创立初期, MIT 宣布将在互联网上逐步公开所有本科生与研究生的课程材料, 供全世界免费使用, 这就是 MIT 的“开放式课程”^[2]。到 2008 年, MIT 已经公开了 1800 门课程, 几乎涵盖他们现在开出的全部课程。此举在世界上掀起了一股知识开放共享的大潮, 也逐渐对其它高校的学生学习方式、教师教学模式等产生深刻的冲击和影响。

基于 MIT “开放式课程”与“CDIO 工程教育模式”两类项目的相互联系、良好并存、共同发展, 本文将对 MIT 航空航天专业的本科生 CDIO 课程进行简要分析, 试图找到一些美国本科教学的特点, 得到一些有益的启示, 期望对提高我国航空航天专业甚至理工科院校的本科生教育质量有积极的借鉴意义。

一、本科阶段 CDIO 主要特点及培养目标

本科生教育是学位教育的重要层次, 也是美国麻省理工学院人才培养的重点。MIT 航空航天专业的本科生培养采纳了 CDIO 工程教育模式。这也意味着 MIT 本科工程教育的性质转向了基于 CDIO 的一体化专业体系、课程体系和人才培养体系等等。上述关于 CDIO 教育理念的阐述可以划入 CDIO 标准 1 的范畴中, 因此可以结合标准 1 简述 MIT 本科阶段 CDIO 的重要特点。

由于工程教育始终都必须强调技术基础, 而大学正是打下这些基础的地方; 同时, 企业、工业、甚至政府部门也需要具备良好职业能力和社会责任的劳动力, 因此, CDIO 模式认为技术基础与能力是工程师的重要特质, 对每一要求进行联合训练和培养, 从而避免在有限时间内固定传授一个方面的经验, 缓解了两个立场之间的紧张关系。也可以说, CDIO 模式的主要特点在于它创造了可以深化学习技术知识基础和实际职业能力的二元学习经验^[1], 是一种基于项目学习与实践的创新性教学方法。

而且, 为了实现如图 1 所示的模型曲线中两个重要的目标, 根据航空航天工程或其它工业系统的需求, MIT 提出了基于 CDIO 模式下的本科生总的培养目标: 教育本科生在一个现代团队环境下, 如何理解、参与和实现构思—设计—实施—运行复杂的、具有高附加值的工程产品、过程和系统。在 MIT 开放式课程的主页上明确给出了具体的培养目标: ①深入掌握某一领域工程技术的基础知识; ②培养具有创新性、有效执行能力和团队领导能力的工程师; ③认知到自己的工作和工程技术对社会研究与技术发展的重要性。

在了解 CDIO 模式的组成部分、变革背景、主要特点、实现目标等基本内容之后, 那么 MIT 又是如何将其实施和贯穿于整个本科生培养阶段的呢? 下面将具体结合航空航天专业开放式课程资料, 逐一讨论基于 CDIO 模式下的本科阶段教学特点。

二、本科阶段 CDIO 教学特点

MIT 的航空航天系设有两个本科专业方向: 航空与航

天科学工程专业和航空与航天信息科学工程专业, 两个方向的课程设置都建立在航空航天基础 (核心) 课程上。依据开放式课程资料, 下面举例详细说明 CDIO 的教学大纲和标准在航空航天专业人才培养中的形成过程和实践内容, 从而归纳出 MIT 在本科阶段的教学特点。

(一) 一体化课程计划

MIT 采用了围绕学科知识构建为主、能力和项目交叉为辅的组织原理, 实施了学科相互支撑、整合项目和实践经验一体化的课程计划。这一课程计划的开发和使用符合 CDIO 标准 2、3、4, 包括了导论性课程、学科课程、专业课程和总结性实践四类课程。

1. 突出导论性课程

导论性课程是一个早期的工科课程。突出导论性基础课程, 是为了引导学生入门工程实践, 尽早地亲手制造一些简单的东西和领略工程技术的精华。

例如, 设置在大学二年级的必修课程——《航空航天工程与设计导论》(课程编号 16.00), 作为主修或非主修航空航天专业学生的第一门课。它的课程特点是, 通过航空航天知识和设计讲座阐述了航空航天工程的基本概念和方法, 积极地引导学生利用信息技术自主学习航空航天部分。其重点在于让低年级学生运用已学的知识进入航空航天工程和设计领域, 而不是接触新科学和数学。它的课程内容包括实验、作业、项目设计和关于航天器或火箭设计概念的相关资料。由于大多数工科新生没有完成过一个以动手为主的项目, 因此, 此课程要求学生以团队小组的形式, 设计和制造一架比空气轻 (LTA) 的飞行器, 通过实际项目理论联系实践。

导论性课程为低年级学生进入航空航天领域提供了一项重要课堂实践, 此类课程激发学习兴趣来加强学习主动性。有趣的是, 2010 年度北美高校航空航天项目进展报告表明^[3], 导论性课程能够拓宽女生和传统上不选工程专业的学生生源, 即在第一第二年中优先进行的导论课程学习, 能够维持女性 (即潜在的少数部分) 在工科领域的比例, 能够影响大三大四中远离工程的学生的职业选择, 使其重新回到工程职业中。

2. 强调顶峰级体验课程

MIT 将顶峰级体验课程作为本科教育的顶点。通常在大学第三和第四年的设计和实现课程中, 要求学生以团队形式承担更为复杂的实际任务, 以一个或多个学期的课时完成高级设计制造总结性项目, 期望学生能够将以前的理论知识综合应用于实践过程, 从而获得方案设计、产品制造和演示等压顶石的经验。

例如, 在《实验专题 I》(课程编号 16.621) 中, 学生首先参与课堂讲授, 选择合作小组; 然后, 通过所选专题与导师确定专题重点, 同时定期参与实验设计课; 最后, 形成实验设计方案, 其中包括前提假设、材料需求、使用仪器、要求尺寸、分析方法、预计失误、预算以及时间安排等这些细节和任务。由于《实验专题 I》涵盖了相关主题的课程讲授, 因此后续的《实验专题 II》(课程编号 16.622) 课程几乎没有正式课时。《实验专题 II》的课程任务是, 每个小组通过搜集材料和定期会议讨论来建立和执行实验系统, 学期结束时, 不仅需要提交一份期末报告

(包括他人能够重复进行的实验方法细节以及实验结论或有效的讨论),而且举行海报展示会,向公众展示小组的工作成果,鼓励同期完成《实验专题I》课程的学生参加。

再如,北美航空航天项目进展报告中提到了MIT耗时三个学期进行的顶峰级项目—MoRETA项目^[3],它是一个开发和验证模块化天体登陆车的设计方案。第一学期将近70个学生参加了第一次方案设计,包括了初步设计定稿、登陆腿草稿和设计审查等任务;第二学期有65名学生进行了第二次方案设计,完成了轮子样本设计、底盘和登陆腿单元设计等任务;第三学期有23个学生参加,完成了车体组装和加电测试。

3. 注重学科之间、课程之间的联系

当今科学技术的发展既高度分化,又趋向综合。很多问题,尤其是航空航天领域内重大问题,都是多学科广泛交叉、相互渗透的综合性问题。

MIT航空航天专业课程十分注重学科之间的联系,其最有特色的课程——《统合工程》(课程编号16.01-16.04),被认为是综合性课程的典范。《统合工程》是在大学第二年开设的、持续两个学期的核心必修课程,是由不同教授讲授材料与结构(M)、计算机与程序设计(C)、流体力学(F)、热力学(T)、推进(P)、信号和系统(S),以及一个统合部分(U)七个学科的内容。每个学期学生都要致力于七个学科的平行学习。各个学科都是每个学期课程的一部分,各自包含一系列讲座,当一个学科讲授结束时,学生需通过测验并进入下一个学科的学习中。

七门重要的专业基础课程设置在学科基础课程学习阶段,并以统合的方式被讲授,是为了强调各学科知识间互相的联系和嵌套,以此展现航天航空工程的系统化本质。这样能够避免学科讲授中不必要的重复,消除跨学科教育的障碍,提高了学生综合运用多学科知识进行思考和解决综合问题的能力。

除了在每门课程内部注重学科之间有机联系之外,MIT也注重课程之间内容的衔接。

比如,在课程计划的早期部分中设置导论性课程,首先,可以吸引学生在工程领域进行创造和构建的兴趣,为未来的课堂交流打下基础;其次,通过第一年导论性课程中的设计和实现经验引导学生,让学生了解需要什么样的学科理论,进而在第二年课程里安排学生学习这些学科理论。

同样,学科基础课程与专业课程之间存在密切联系。例如,《统合工程》与后续相关专业课程之间的联系有:选修大学三年级的《热能》课程(课程编号16.050)的首要条件是要求学生在大二完成《统合工程》;《通讯系统工程》(课程编号16.36)的预修课程就包括了《统合工程》或《信号与系统》(课程编号6.003)及《概率系统分析》(课程编号16.041);《空气动力学》(课程编号16.10)把《统合工程》课程中流体力学的概念扩展到在亚、超音速下机翼的气动特性;《结构力学》(课程编号16.20)建立于《统合工程》课程中所讲述的材料与结构部分的基础上,补充了《统合工程》的材料与结构以及动力学部分的内容。

后期的综合性课程,不仅为工程实践提供了一个框架,更是综合运用了各个学科或各个课程。例如,《实验专题I》

和《实验专题II》,是高年级本科生的综合性专题试验课程,第一学期的“构思—设计”方案的确定和第二学期的“实施—运行”内容的实现,都需要学生深刻理解和系统应用前期所学的基础知识。

(二) 多元化课堂教学方式

课程教学方式是教师和学生为了实现教学目标、完成教学任务所采用的方法与手段,它是教师对课程组织、实施的依据。为充分发挥一体化课程体系在课程群上的优势,也为了更好地执行CDIO标准7、8、10,MIT本科生课程的一线教员大多数是教授,并采用了多种课堂教学方式提高教学效果。

1. 互动式教学

互动式教学是直接解决学生疑问的。为了提高授课效率,MIT通过课堂中点对面(教师对所有学生)与课堂后点对点(教师对单个学生)的答疑途径,来判断和巩固本科生的学习效果。

以《统合工程》课程为例,教师在课堂上会向学生提出多重选择的概念问题,而学生将利用个人回应系统(Personal Response System, PRS)回答问题。其设计的问题内容通常用来评估学生对课程概念了解的程度,而且要求必须在1~5分钟内完成,这样教师可以立即明白学生对课程了解的程度,便于当堂课上解决学生的疑惑。同时,教师预先设置了“课堂上最浑沌不明或最难理解部分”说明卡,会在每一节课结束时,要求学生们以五分钟的时间思索,将当堂课上主题最不明白的那一部份写在说明卡上,离开时交给教师,教师将于下节课或网络上及时回应难题。

2. 研讨式教学

研讨式教学的含义是,在教师的启发下,学生作为课程学习、实验和项目研发过程的主要完成人,针对学科知识或工程项目提出科学或技术性问题,以它们为研究讨论点,通过收集和阅读文献资料、观察实验现象,分析仿真或实验数据,整理归纳出规律性的结论,逐渐解决问题或形成设计方案。

以《实验专题I》为例,在整个学期内,学生提交的实验设计方案处于一个不断的研讨或修订过程中。课程要求每位学生的实验设计方案的第三稿才是《实验专题I》的上交作业;同时,要求学生小组向授课教师和实验室技术指导员提交口头提案,藉助他们的反馈意见预见实验的危险与缺点,或者讨论确定提议的实验能否在《实验专题II》的有限资源下按时完成。以《实验专题II》为例,课程要求每个学生小组每周与导师见面讨论,并通过各种方式定期报告实验进度,在学期中预定两次小组会议,需要学生、导师及授课教师与会。

3. 案例式教学

优质的案例向学生展示了直观、完整且操作性强的科学研究和实践过程;藉助对案例的深入剖析,使学生牢固掌握基本原理、研究方法以及工程设计思想,达到活学活用的目的。

《工程管理》(课程编号2.96/6.930/10.806/13.52/16.653/22.002),是一门全工学院都可以选修的课程。它通过案例教学(或者是案例研究)的方式,鼓励学生参与相关问题讨论。其教科书就是影印中心所提供的大量个案

研究资料；在课程学习成绩的评分标准中，考试仅占 30%，而在案例讨论课上的出席率、课堂讨论的参与程度、针对每个课堂案例所提出的心得体会和研究报告占 40%，专向案例研究的综合报告占 30%。

教与学是相互的。无论哪一门课程，如果仅仅一味地向学生灌输，让学生大量解答给定的题目，必定会削弱学生学习的积极性和主动性。只有重视学生的接受、质疑、逻辑推理等感觉和思维过程，在教师不断创新教学方法的引导下，才能有效促进教学双方的主动性和互动性，实现提高教师教学效率、增强学生学习效果的双重目的。

(三) 反复强化实践训练

再好的理论教学甚至案例也无法替代实践。MIT 考虑到学生、院校、企业、政府和专家协会等不同利益相关者的需求，从 CDIO 的标准 5、6 出发，不断优化工程实践场所的使用和管理，鼓励学生发展设计、建造和运行的动手能力。而且，无论怎么精心安排一个“设计—实现”的课程，都不可能使学生仅仅通过一个实践经验来理解工程中的设计—实现过程。因此，MIT 采取的措施是，在本科生的初期、中期和末期教育中，合理构建和有序安排了实践经验体系。

如图 2 所示，在大学第一年通过设计初级的实践经验来引导学生，让学生认识到需要什么样的学科理论才能解决实际问题（例如，《航空航天工程与设计导论》的实作课程是，学生设计、制作并发射比空气轻的飞行器或者自制模型火箭）；而在后面的课程里就可以安排学生学习这些学科理论，并提供本科实践机会（例如，针对工学院二年级学生实施的本科实践机会计划^[4]，包含了独立活动期的一周集中培训、夏季学期实践经历和秋季学期总结报告三阶段）；对于部分专业课程，其作业单元设置了设计试验模型和撰写实验报告的要求（例如，《结构力学》课程中一些航空器的结构实验或分析的练习）；最后，高年级顶峰级课程中所规定的综合性设计和实现经验，则要求学生把理论知识应用到实践中去（例如，《实验专题 I—II》课程和毕业设计项目）。

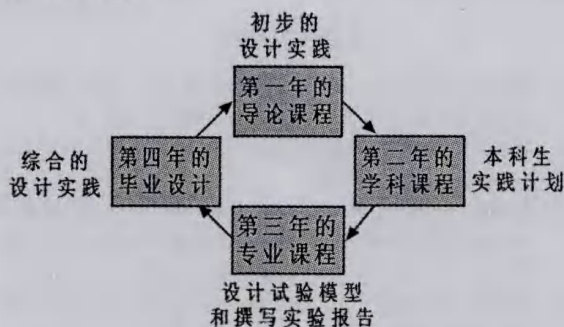


图 2 本科阶段的“设计—实现”实践经验体系

除此之外，为了提高师资竞争能力，以 CDIO 标准 9、10 为指南，MIT 不仅在网络上公开课程材料，还采取校园内进行能力发展的研讨会和指定的大师研讨会两个方法来提高师资竞争能力。其目的是，通过有价值数据这种模式来告知教育工作者当前的“支持航空航天核心竞争力和产品开发”项目规划和应用，为他们能够设计出更好的引导例子和基于项目实践的教育方法消除障碍。

可见，MIT 认为课程计划中最重要的是做事，即实践“设计—实现”的经验（其中最少包括两个或更多的设计—实现经验，至少一个是初级的，一个是高级的）。实践经验学习不仅占总课时的比重非常高，而且按照从简单到复杂、从低价到高级的规律被反复强化，贯彻于整个本科生阶段。这符合了产品研制过程中“重复遇到设计、实施、运行循环周期”的工程规律，使教师的教学计划更贴近现实，逐步激发了学生的学习兴趣 and 自信心，增强了大学教师的信心和能力，达到了双赢的效果。

(四) 多样且严格的课程作业和考核

开放式课程的作业形式多样，具体内容包括预习作业、练习题、资料阅读、应用作业，以及案例报告和综合报告等等。

例如，《结构力学》课程中包括了家庭作业、广泛的阅读资料笔记和一整套课堂讲稿等不同类型的作业内容。由于这门课程注重力学学科的经典原著和力学史的发展延续，授课老师给出了从 1950 年至 1997 年之间的 11 本参考书的阅读清单，指定或鼓励学生阅读大量资料和各类讲稿；而且，授课老师认为部分参考书比课堂笔记更适合作为永久的可引用的资料，建议参考书中特定的阅读部分作为授课内容的特定单元，并标记在课堂笔记或课堂讲稿中。此外，《结构力学》课程给出了三种类型的家庭作业，其中的预习和练习作业不用上交，应用作业需要在指定日期上交，其答案一般在提交日之后一天或一周内（多在网）公布。

完成作业的方法和最终结果同样重要（甚至比结果更重要），要求作业中一定要说明每一个求解步骤，清晰且有条理地给出解题思路。当然，逾期交作业通常是不可接受的，除非确实有特殊的情况。

课程考核具有分散性和多样性特点。

例如，《空气动力学》课程的成绩考核构成：作业占 25%，2 次口头考试占 30%，期终笔试占 15%，中期项目报告占 15%，期终项目报告占 15%；其中，口头考试要求学生独立思考和合理论述，可以让教师发现学生的各种误解；项目报告的评分由小组报告整体质量的评分（占 20%）和个人对小组贡献的评分（占 80%）组成。如果没有测验和期末考试，例如，《航空航天工程与设计导论》的成绩评定方法是：作业和读书笔记占 30%，学生个人设计文件占 15%，LTA 飞行器设计占 45%（包括初步设计评论、建议性设计评论、试飞和竞飞成绩）；出勤率和积极性的综合评价占 10%。

可以看出，开放式课程考核强调了学生的课堂参与性、合作性和独创性，并且将多种考核点有机地分布、并贯穿于教学的全过程，而不仅仅依靠占较小比重的期末考试来进行。

课程作业或考核具有注重学术道德和严格要求的特点。

MIT 鼓励学生解答作业或课程考核时与他人合作。因为小组内的每个成员都能参与其中，使学习成为一种经验和收获的共享，学生能够获得更多的收益。而且，如果是通过合作来完成期末作业或课程考核，则必须同时肯定那些协助你的人，列出他们的名单和贡献比例；如果运用其他的资料（“代代相传的笔记”，图书馆等等）也应该被一一列出。当然，复制他人（旧的解答或朋友的解答）的

作业,被视为愚蠢、浪费时间、浪费纸张和无意义的;抄袭或其他形式的舞弊行为皆为学术和个人的不诚实表现,这类严重地违反学校和工程专业规则的行为会被从严处理。

与国内普通大学的作业和考试相比,MIT的作业资料和考试考核则更具有灵活性、多样性、严谨性和启发性,这也是他们注重培养学生的创造能力、严格执行CDIO标准11、12的产物。

(五) 培养社会交往能力

现代企业对技术人才的要求不再仅限于单一的“硬技能”,而是“软技能”与“硬技能”均需具备。文中的社会交往能力对应于“软技能”,其含义是学生在团队工作和个人交流中的人际交往能力和社会实践经验。正如美国NASA的2006-2016年度战略规划的描述^[5],NASA远景目标包括了日益增多的内部合作、有效利用人员和设施,以及不同级别员工养成互相尊敬和坦率的交流环境。

MIT响应工业界的需求和呼声,结合CDIO标准2、3、6、7、11、12中涉及到的这一共同要求,鼓励将“团队合作和交流技能”融合于教学活动中。在其课堂讨论、收集资料、讨论提纲、综合分析、论文撰写等课程内容的实行过程中,除了增强个人的知识技能之外,还侧重培养社会交往能力。

在上述标准的推动下,MIT既可以发展学生的书面交流、电子多媒体交流、图表交流、口头表达和人际交流的能力,也能够调动学生在团队的有效组建、工作运行、成长发展中的贡献和领导能力,体现了“以人为本”的教育特点。

如果将MIT航空航天专业的课程教学特点与CDIO工程教育模式结合起来看的话,一方面,MIT本科生的一体化课程计划、多元化教学、反复强调的实践、严格的考核方式和社会能力的培养中均凸显出构思、设计、实施和运行环节相互交织的特点;另一方面,教学中激发学生进行构思(C)和概念发展、鼓励学生利用设计(D)和实施(I)的设施,运行(O)项目的模拟和管理的实现,都需要课程计划、教学、实践和考核这些活动来支撑。可以说,这两者是相互统一的,是MIT根据当前大学人才资源的发展趋势做出的综合措施。

三、对我们本科生培养的借鉴作用

“他山之石,可以攻玉”。在高等教育课程开放且全球化的大环境中,借鉴MIT航空航天专业开放式课程的教学特点和CDIO工程教育模式,对国内高校如何在当前条件下培养全面发展的创新型工程科技人才具有一定借鉴作用,尤其对于促进我校航天专业教育教学改革有更重要、更现实的指导意义,下面将简要地举例说明我院近年来已经取得一定进展和成效的教改措施。

例如,为大一学生开设的《空天工程导论》为公共基础必修课程,采用了理论教学、实物教学和知识竞赛紧密结合的“三合一”教学方法,通过多媒体、网络和实践教学手段实现,以此作为学生从对航天知识一般了解过渡到

对航天技术专业掌握的关键。

例如,以培养学生基本科学素养与创新能力为主线的《航天器设计》专业课程,不仅采用“主讲老师—辅助教学人员—学生”多人辅助教学模式,积极丰富交流信息;还将搜集整理的300多颗航天器详细资料建成网上数据库,供学生访问下载,并且依托学院“天拓”纳星、“天创”小火箭与“天翼”无人机等项目的本科生创新实践基地,提供实践平台。

还有,《导弹测试工程》是一门紧密联系部队实际需求、在大四开设的专业课程。在测试方法、测试理论基础授课后,学生们以小组的形式参与到4个单元测试、3个分系统和2个总系统测试的三类递进的操作环节中,自主选择和设计不同难度层次的方案,以便发挥他们的主观能动性,起到“多条途径实现目标、设计及创新思维百花齐放”的效果。

上述教学过程都是将学科知识、工程能力、军队需求融合起来,从不同的角度强调专业课程体系建设理论与实践并重、提升教师队伍从事实践教学的能力,以及突出实践教学创新能力。而且,我院在服从我军、我校战略使命的前提下,为继续发挥我院航空宇航科学与技术工程学科优势和特色,目前正在开展的教改工作有:

(1) 在我国卓越军事工程师计划基础上,借鉴CDIO工程教育理念,研究制定具有我军特色的航空航天专业卓越军事工程师教育理念和人才培养标准。

(2) 基于CDIO大纲和方法的优越性,进一步分析军事工程人才培养体系(特别是课程体系建设)的牵引与需求,并初步考虑设计和实施工程教育专业认证体系。

总之,MIT创立和采纳了一整套符合工程科技人才成长规律和特点的教育模式——CDIO模式,设置的航空航天专业课程计划、教学、实践和考核等环节考虑周到,系统全面,形成了有机整体,有利于学生全面掌握基础技术知识和实践动手能力,并能够理解和认识到工程技术和社会责任对个人与社会发展的重要影响,值得我校与其他高校借鉴。

[参考文献]

- [1] 顾佩华,沈奋民,陆小华. 重新认识工程教育—国际CDIO培养模式与方法[M]. 北京:高等教育出版社,2009.
- [2] 麻省理工开放式课程主页: <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/courses/courses/index.htm>.
- [3] Edward Crawley, Robert Niewoehner, Jean Koster. CDIO in Aerospace Engineering: The North America Aerospace Project Progress Report [R]. AC 2010-987; American Society for Engineering Education, 2010.
- [4] 瞿福平,马璟,汪慧. 通往成功:MIT工学院本科实践机会计划[J]. 高等工程教育研究,2005(1):83-85.
- [5] Michael D. Griffin. 2006 NASA Strategic Plan [R]. NASA USA, 2006.

(责任编辑:赵惠君)