

# CDIO 工程教育模式的解读与思考

王 刚

**摘 要:** CDIO 模式以产品、生产流程和系统从研发到运行的生命周期为载体,通过系统的产品设计培养学生专业技术知识、个人能力、职业能力、团队工作和交流能力,培养在企业和社会环境下对产品系统进行构思、设计、实施、运行的能力等综合素质。CDIO 模式密切联系产业,注重综合能力的培养,从一个宽广的视野解读工程,使工程与社会发展、市场规律、管理模式、历史文化、价值观念、心理、审美等紧密结合。CDIO 模式既是一种工程教育实施方案,也是一种工程教育理念,在实践中可以参照 CDIO 模式,但又要切合我国社会的特点和每个学校、每个专业的不同特点,在理论和实践两个方面加强探索,构建富有成效的工程教育新模式。

**关键词:** CDIO; 工程教育

随着工业产业的迅速发展和科学技术的日新月异,工程教育越来越受到世界各国的重视。但是工程教育相对产业发展滞后,不能很好地满足产业需求,工程教育与产业对工程师的能力要求之间还普遍存在着差距。90 年代末,MIT 航空航天系教师针对该系毕业生具有优秀的工程技术基础知识,但团队协作能力、批判性思考能力和综合思考解决问题的意识能力欠缺这一问题,开始着手在小范围内探讨如何能把理论知识的传授和实践能力的培养结合起来,开始推动 CDIO 教育改革计划。1999—2000 学年,MIT 开展了小型的预研究。2000 年 10 月,MIT 联合瑞典 3 所大学,合作组成跨国研究组,启动 CDIO 工程教育改进计划。目前,已经有包括丹麦、芬兰、法国、南非、新加坡、中国等国在内的 20 多所大学加入到 CDIO 合作计划中,共同继续开发和完善 CDIO 教学模式。

CDIO 是构思 (Conceive)、设计 (Design)、实施 (Implement)、运作 (Operate) 4 个英文单词的缩写,“构思”指明客户的需求,考虑技术、企业战略和制度等因素,不断改进概念、技术和商业计划;“设计”指制订开发的产品系统所需的各种计划、图纸和算法;实施指把设计转变为产品的过程,包括硬件制造、软件编程、测试、检查和验证;运行指对产品系统的维护、优化和淘汰等。CDIO 模式以产品、生产流程和系统从研发到运行的生命周期为载体,通过系统的产品设计培养学生专业技术知识、个人能力、职业能力和态度、团队工作和交流能力,培养在企业和社会环境下对产品系统进行构思、设计、实施、运行的能力等综合素质。笔者拟对 CDIO 的内涵特征及对我国工程教育的启示等做进一步的分析和探讨。

## 一、CDIO 工程教育模式的特点

1. 大工程理念。CDIO 模式从一个宽广的视野来解读工程,在这个视野中工程不再局限于技术,工程与社会发展、市场规律、管理模式、历史文化、价值观念、心理、审美等紧密结合起来。如在工程系统设计中要考虑到人在操作运行时的心理特征,而工程心理学就是研究人与机器相互作用的过程中,人机功能相互适应与配合的心理学问题。如自动化设备的设计需要心理反应时间研究,以提供必要的参数和要求。这类研究对于提高人机工作效率,确保安全是十分必要的。

CDIO 模式根据这样一个大工程的理念来建构课程体系,CDIO 模式培养的不仅仅是技术专家,而且是在现代组织管理模式和市场运行机制下从事产品系统开发的工程师,更是以人类福祉为宗旨的具有社会责任感的工程人才与社会文明的缔造者。如 CDIO 的培养目标中涉及:明确工程师的目标和角色,明确工程师的社会责任;了解工程对环境、社会、知识和经济体系的影响;了解人类社会的多样性和历史文化传统;了解当代重要的政治、社会、法律和环境和价值观;具有一种全球化的视野;意识到不同企业文化的差异;了解企业的战略、目标和规划;具有技术创业的意识,了解创业融资和组织;理解管理的功能,了解组织内各种角色和相应的责任,了解组织内的变化、动态过程和演化。CDIO 模式正是以一种系统宏观的视角来培养工程人才,从培养目标到课程体系、教学模式,无不在这样的理念统领下。

2. 注重综合素质的培养。CDIO 模式是 MIT 历经数年时间通过对企业和利益相关者的调查和实践逐步研究完善的。MIT 根据社会和产业需求,制订了综合系统的 CDIO 培养目标,CDIO 不仅注重专业知识和实践能力,还注重合作沟通等社会能力,解决问题、批判创新、系统思维、计划等综合能力,终身学习等自我提升能力,良好的职业伦理等职业态度。这个目标是全方位的,不仅包括专业技术知识,还包括实践能力,即在社会和企业环境下,对产品、生产流程、工程系统进行构思、设计、实施、运行的能力,同时还包括个人能力、职业能力和态度,团队工作和交流能力等,涵盖了在组织中从事工程工作所需的全部能力。

CDIO 模式把培养目标融入到整个课程体系中,每一个能力点都要具体落实到课程和课外活动中。CDIO 为学生提供一种学习经验和情境,使学生在在学习学科知识的同时,养成个人能力、人际交往能力以及产品系统构思、设计、实施、运行能力。如《工程导论》这门课程为学生提供工程实践的框架,使学生明确工程师的角色和职责,并且进行简单的问题解决和设计实践,养成初步的个人能力、人际交往能力和构思、设计、实施、运行能力,为今后的学习打下基础,并提高学习的兴趣和动机。

3. 密切联系产业。CDIO 教育模式以产业需求为导向, 教学内容和方法与产业发展同步, 理论和实践相结合, 以培养适应产业发展的合格的工程人才为目标。CDIO 标准直接参照工业界的需求, 其中构思、设计、实施、运行 4 个环节就是企业在真实社会环境中的一个产品开发流程。CDIO 模式要求学生具备通过这 4 个环节进行产品系统开发的能力, 要求学生开展 2 个或多个的设计实践, 其中一个为初级, 一个为高级, 以项目为导向, 使学生把学科知识与真实的产品研发实践结合起来。同时 CDIO 模式要求教师具有较好的工程实践能力, 能够根据技术创新的步伐不断更新工程能力。在对专业的评估中 CDIO 模式也要求不断听取来自产业的反馈信息, 从而根据存在的问题不断完善教育教学。CDIO 模式是融于产业发展与产业发展同步的工程教育模式。

4. 系统的工程教育改革。CDIO 教育模式是一项系统的工程教育改革, 评定 CDIO 教育模式有 12 条标准, 包括: 以产品和系统的构思、设计、实施、运行周期作为工程教育的主线; 具体的培养目标; 一体化的课程计划; 工程导论课程; 设计实践; 工程实践场所; 一体化的学习经验; 学生主动学习; 教师的工程实践能力; 教师相应的教学能力; 考核方式; 专业评估。因此 CDIO 模式是一个涵盖了工程教育理念、培养目标、课程体系、教学模式、实验实训条件、师资标准、学生考核方式、专业评估等因素在内的系统综合的工程教育改革, 实施 CDIO 教育模式需要学校、社会和产业密切的合作, 需要学校各个环节、各个部门的积极配合, 需要从方案到实施和评估一系列的具体环节, 是一个复杂系统的工程。

## 二、对我国 CDIO 工程教育改革的思考

CDIO 模式的大工程理念、强调对学生综合能力的培养、密切联系产业等特点, 都对我国工程教育有较好的启示和借鉴作用, 并在我国工程教育界产生了很大的反响, 汕头大学、清华大学等率先进行了 CDIO 工程教育改革, 并取得了较好的成效, 目前, 已有更多的高校参与到 CDIO 工程教育改革之中。在学习借鉴 CDIO 工程教育改革模式中, 笔者认为, CDIO 模式既是一种工程教育实施方案, 也是一种工程教育理念, 我们在实践中可以参照 CDIO 模式, 但又要切合我国社会的特点和每个学校的不同特点, CDIO 给予我们更多的可能是思想和方法的启示。

1. CDIO 模式的挑战和机遇。我国传统的工程教育受计划经济体制的影响, 专业划分过细, 单纯地强调技术, 而 CDIO 模式对我国传统的工程教育理念是一个冲击, 需要我们重新去思考一个工程师在社会中的角色和功能。CDIO 模式的实施对教师具有极高的要求。要培养学生 CDIO 培养目标中包含的各项能力, 教师本身应很好地具备这些能力, 具备丰富的工程实践经验, 能长期地与企业在各个领域开展合作, 并且要对 CDIO 模式有深刻的理解。而我国长期的学科本位的教育模式造成了工程教育与实践相分离, 教师一般在某个学科领域有专长, 但往往缺乏综合能力和工程实践能力的训练, 这对于我们实施 CDIO 模式是一个挑战。

但 CDIO 模式也为我国工程教育发展提供了一个机遇和平台, 使我们能重新反思我们的工程教育。CDIO 模式改革对

学校来说是对各项教学工作重新梳理、反思和改进的过程。CDIO 模式改革对教师来说, 为教师提供了一个很好的发展机遇和机制。教师教学内容和方法的改革, 到企业进行工程实践, 提高自身的教学能力、工程实践能力等综合能力, 可以进一步促进 CDIO 模式的有效实施。

2. CDIO 模式的本土化。CDIO 模式是西方社会价值观念、管理模式的产物。MIT 通过数年对企业等的调查, 制订了 CDIO 大纲和标准。一方面我们要学习西方先进的管理理念、模式以及价值观念, 学习参照 CDIO 工程教育模式; 另一方面, 在学习借鉴过程中也存在着 CDIO 模式本土化问题。由于中西文化的差异、管理模式的差异, 企业发展的不同, CDIO 模式是否完全适合中国社会, 中国企业所要求的工程人才素质是否和 CDIO 模式的培养目标完全一致, 按照 CDIO 模式所培养的工程人才是否完全符合中国社会的需求, 这些问题都需要我们做进一步深入的实证研究, 在理论和实践两个层面深入地探索, 真正走本土化的 CDIO 模式之路。

3. CDIO 模式的精英化和大众化。CDIO 模式是 MIT 率先进行研究和改革的, 不言而喻 MIT 的 CDIO 模式是培养世界一流的顶尖工程人才的, 我国清华大学的 CDIO 模式改革也同样是对顶尖工程人才培养的。那么这就存在一个 CDIO 培养模式的精英化和大众化问题。CDIO 模式本身就是通过实证研究和实践探索总结出来的, 它的价值更多地体现在它的思想、理念和方法, 不同类型的学校都可以从 CDIO 模式中获得启示和借鉴, 但 CDIO 模式不应是固定的一成不变的模式, 而应根据社会多样化需求、根据学校的定位和特色、根据学生的特点灵活构建具有实效的 CDIO 培养模式。如技术应用型本科院校可在学校选拔一部分学生开设试点班, 针对部分能力较强的学生进行因材施教, 进行 CDIO 工程教育改革试点, 根据区域产业需求从培养目标、课程体系、教学模式、师资建设、专业评估等方面进行大胆的探索, 同时可借鉴 CDIO 教育模式的先进理念和方法针对一般学生进行广泛的工程教育改革。

MIT 的 CDIO 模式为工程教育改革提供一个很好的框架和理念, 我们应根据不同的社会文化、根据产业发展的特点、根据每个学校自身的特色、根据学生的不同情况, 在理论和实践两个方面深入探索, 构建富有中国特色的工程教育新模式。

(王刚, 上海第二工业大学副校长、教授, 上海 201209)

## 参考文献

- [1] 李曼丽. 用历史解读 CDIO 及其应用前景[J]. 清华大学教育研究, 2008(10).
- [2] 顾佩华, 等. 编译. CDIO 大纲与标准[M]. 汕头: 汕头大学出版社, 2008.

## 欢迎订阅 2008 年《中国高教研究》合订本

本刊编辑部现有少量 2008 年《中国高教研究》合订本, 定价 180 元, 含邮费。欢迎各高等院校、研究机构、图书资料馆(室) 订阅收藏。联系电话: 010-59893297, 汇款地址: 北京市海淀区文慧园北路 10 号中教仪楼, 《中国高教研究》编辑部, 邮编: 100082。