

# The Construction of Capacity Model for Packaging Engineering Students with CD - CDIO

Wei Zhuan, Yuan Zhiqing, and Li Kang

Packaging and materials engineering college, Hunan University of Technology, Zhuzhou, China (weizhuan2008@qq.com)

**Abstract**—The paper studies the ability training mode for students in packaging engineering according to the outline, standard, content and features of CDIO education mode. Based on CDIO engineering education concept and method, the paper proposed a new Competition-Driven CDIO education method specially for packaging engineering profession. Through comparing the different of CDIO and CD-CDIO, a new capacity model and segmentation model is established, which is consist of engineering foundation, personal ability, cooperation ability and system ability to evaluate undergraduate's ability. Through the teaching reform practice of more than two years, it is true that the CD - CDIO education mode is good for ability training for packaging engineering graduates according to teaching effect.

**Keywords**—CDIO, Capacity model, Packaging engineering, Teaching reform

## CD-CDIO 教育模式下包装工程专业学生能力模型构建

魏专 袁志庆 李康

湖南工业大学包装与材料工程学院, 株洲, 湖南, 中国

**摘 要** 根据 CDIO 教育模式大纲和标准, 结合 CD-CDIO 教育模式的内容和特点, 为包装工程专业学生的能力培养模式进行研究。从 CDIO 国际工程教育理念和方法出发, 针对包装工程专业学科特点形成具有自身特点的 CD-CDIO 教育体系方法。通过和 CDIO 能力模型比较, 建立了由工程基础、个人能力、协作能力和系统能力构成的 CD-CDIO 能力模型, 并建立了细分模型进行能力评估。通过两年多的教学改革实践, 对比教学效果数据, 结果 CD-CDIO 教育模式效果良好, 对于包装工程专业毕业生的能力培养有很大帮助。

**关键词** CDIO, 能力模型, 包装工程, 教学改革

### 1. 引言

CDIO 工程教育模式是国际工程教育领域以实际工程项目所需人才的能力要求培养为目标, 进行探索开发总结出的一套新的标准化教育体系<sup>[1]</sup>。2000 年, 以麻省理工学院为首的四所国际知名工科大学共同研究并根据工程教育实践提出了 CDIO 工程教育理念<sup>[2]</sup>, 并以理论研究的为基础正式成立了 CDIO 国际合作组织, 总结出了一套科学系统的工程教育方法, 简称 CDIO。CDIO 以构思、设计、实现和运作四个单词的首字母组成<sup>[3]</sup>, 依次是 Conceive、Design、Complement 和 Operate。它打破了原有的灌输式理

论式教育方式, 以实际项目为依托, 教育过程涵盖了一个工程项目从产品研发设计到产品生产运行的整个全部, 由原来的自上而下的教育变为学生自下而上的主动的实践, 让学生在综合运用知识的过程中建立专业课程之间有机的联系<sup>[4]</sup>。作为工科工程专业领域的一员, 包装工程专业既有所有工程专业的共性, 同时又有应用领域宽泛、专业基础深厚、实践经验要求高等特点。我们将 CDIO 教育模式引入包装工程专业教育中, 并根据包装工程专业的具体现状, 创造性地提出了面向包装工程专业的 CD-CDIO 教育模式。通过在湖南工业大学包装工程专业中进行教育改革和实践, 新的 CD-CDIO 教育模式已经初步取得了显著的成效。依据 CDIO 大纲和标准, 在教学改革实践经验的基础

2012 年湖南工业大学教改研究重点项目 (资助号: 2012B01)

2013 年湖南省普通高等学校教学改革研究项目 (序号 292)

上构建了针对包装工程专业的学生能力培养架构模型，学生的综合能力有明显提高。

## 2. CD-CDIO 教育模式的内容和特点

以真实的工程项目为基础的 CDIO 有利于培养包装工程专业学生在产品包装开发生产全过程中的实践能力<sup>[5]</sup>，问题就是对于包装工程专业来说真实的工程项目比较缺乏。专业教师多为高校毕业的硕士博士，没有企业实践经验，科研与企业实际需求脱节，拿不到或者解决不了企业实际的工程问题<sup>[6]</sup>；学生虽有在企业进行生产实习，但由于包装印刷企业的机器运转速度快，机械设备贵，一旦出错后果严重，学生在生产实习过程中并未进入核心工程环节，更没有参与解决实际的工程问题<sup>[7]</sup>，更多的学生是在企业搬纸箱、糊纸盒；学校里包装工程专业实验室的实验多是材料检测和性能测试设备，面向科研大于面向产品包装开发和生产，缺乏包装生产环节的机器设备。所以以完成真实项目为前提，注重在整个产品生命周期环境中教育培养的 CDIO 教育无法真正有效地实施。经过多年的教学实践探索发现，一些面向包装工程学生的专业能力竞赛<sup>[8]</sup>，比如教育部高等学校包装教学分指导委员会和中国包装联合会等教育和行业国家级学会组织举办的包装结构设计大赛和包装创意设计大赛，由于与行业无缝对接，模拟并接近实际工程项目要求，完全可以作为 CDIO 的有效驱动力，在此基础上进行开发和总结，我们形成了独特的面向包装工程专业学生的竞赛驱动的 CDIO 教育模式，即 Competition-Driven CDIO，简称为 CD-CDIO。CD-CDIO 有下面一些主要特点：

(1) 延续了 CDIO 教育思想。CDIO 理念从宏观系统的工程教育领域视角来培养工程人才，其通过系统的构思、设计、实施和运行的产品全生命周期过程来培养教育对象的工程素质，通过实际的工程项目来锻炼学生解决问题的综合素质和能力，延续和继承了 CDIO 工程教育理念。

(2) 发展了 CDIO 教育模式。CD-CDIO 教育模式从包装工程专业自身的特点出发，用行业设计竞赛做为工程教育的主要有效驱动，结合教师纵向和横向科研项目作为辅助驱动，形成二级多层项目的推动，弥补了包装工程专业高校教师掌握的实际项目不足的缺陷，通过教学实践找到了一种新的理论结合实际的方法，有效地锻炼了学生的实践动手和解决工程问题的能力。

(3) 科学系统的工程教育。CDIO 是一种国际先进的科学系统的工程教育方法，它有自己的全套教育标准和大纲，对于工程教育的理念、培养目标、教学体系和效果评估都有系统全面的体系，CD-CDIO 的教育模式继承并发展了这一体系，并形成了面向包装工程专业独特的教育模式。

(4) 全面合理的能力培养。CDIO 注重学生综合能力的培养，CDIO 培养目标涵盖了进行工程项目工作所需的全部能力，CD-CDIO 在此基础上开发出了面向包装工程专业的能力架构模型，全面合理科学地对学生和专业教师的能力进行培养训练。

(5) 学生学习热情高。CD-CDIO 模式的包装工程专业学科竞赛对于学生的吸引力比较大，由于其相对实际项目来讲难度较低，自由发挥的程度较大，学生容易出效果出成绩，同时学生在国家级的学科竞赛中获奖对于学生的学习能力也是一种认可，有利于用人单位挑选人才。

(6) 注重实践与行业对接。CD-CDIO 模式选择的是由教育部高等教育委员会和中国包装联合会等行业一级学会组织和举办的包装行业设计竞赛，而这些国家级的大赛的设计主题很多又是由著名大型包装印刷企业根据生产中的实际问题提出的，以竞赛驱动的专业学习实际与行业实现无缝对接。

## 3. CD-CDIO 能力模型架构

CDIO 培养大纲以工程基础、个人能力、协作能力和系统能力四个方面的能力作为培养卓越工程师的目标，大纲并对这四个层面的能力要求进行具体界定，分别在各个能力层级下定义了 2 级指标和 3 级指标，具体全面的建立了培养工程毕业生的能力要求标准。CD-CDIO 对工程毕业生的能力培养同样也从这 4 个方面进行。只不同的是，CD-CDIO 是竞赛驱动的工程能力培养，竞赛的环境和要求相对于实际的工程项目来讲还是有所距离，竞赛只能部分模拟真实的企业和社会两个层面环境，竞赛的要求也没有实际工程项目的那么深入和严苛。另一方面，由于在校学生的专业能力和工程经验有限，参加竞赛都是以 3-4 人的设计小组形式进行，如何尽量的发挥个人能力，取长补短，并形成团队合作将极为重要，所以从能力模型上来说，CD-CDIO 能力模型在系统能力方面会要比 CDIO 稍弱，而在个人能力和协作能力方面会更强。

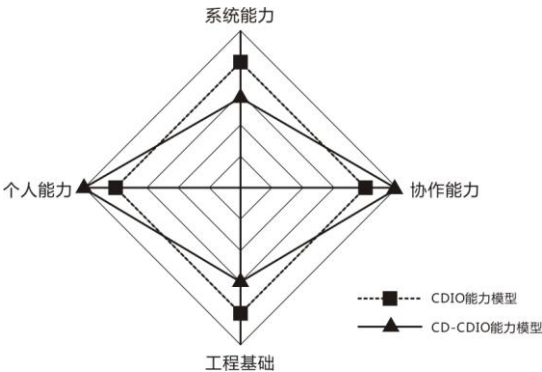


图 1 CD-CDIO 能力模型

根据 CDIO 大纲的能力培养目标, CD-CDIO 教育模式从工程基础、个人能力、协作能力和系统能力四个方面衍生出包装工程学科能力、创新思维能力、团队合作能力、系统解决工程问题能力四个 1 级能力目标, 对应现代包装工程师必须具备的科学技术知识、能力和素质架构。包装工程学科能力 1 级能力目标又细分为三个主要 2 级能力目标, 编号为 a1、a2、a3, 具体为: a1 熟练掌握和运用学科基础知识的能力, 包括数学、物理、化学、生物等; a2 应用包装动力学、包装材料学、包装工艺与设备、包装产品制造工艺、包装测试技术等方面的包装工程基础知识和原理; a3 展示在包装容器结构设计、销售包装设计、运输包装设计、物流包装系统设计等方面的专业工程知识。创新思维能力细分为三个主要 2 级能力目标, 编号为 b1、b2、b3, 具体为: b1 分析和解决工程问题能力, 能对发现的工程问题进行分析 and 推理, 并提出解决问题的方法和建议; b2 对工程问题进行探索和实验的能力, 能通过查阅文献资料建立假设, 设计实验进行探索, 主动发现规律并寻求原因; b3 系统思维的能力, 能进行整体和系统性的思考, 能全方位思维工程问题, 分清主次与重点, 具备创造新思维和评判性思维, 并懂得执着与变通, 能在解决问题时进行妥协、判断和取舍。团队合作能力细分为三个主要 2 级能力目标, 编号为 c1、c2、c3, 具体为: c1 成功解决工程问题所需的主动性、应变力、创立力、不断学习的求知欲和时间进度管理等个人能力; c2 工程问题必须具备的爱岗敬业、诚信等职业道德素质, 以及进行职业规划并坚守的能力; c3 团队中个人的合作和执行力, 管理团队的能力, 能在团队合作中使用口头语言、书面报告、电子图表等方式进行积极交流和沟通的能力。系统解决工程问题能力细分为四个主要 2 级能力目标, 编号为 d1、d2、d3、d4, 具体为: d1 在构思阶段制定要求、界定功能、头脑风暴和进行项目管理; d2 在设计阶段运用多学科知识、多种设计表现方法进行设计表述; d3 在实施阶段运用包装测试技术进行包装的测试、验证和认证, 运用包装工艺和设备知识设计和管理包装生产过程; d4 在运行阶段针对包装生产和使用过程所反馈的意见进行优化设计, 并对包装废弃物进行处理。

表 1 CD-CDIO 教育模式能力目标层级表

	1 级能力目标	2 级能力目标	
CD-CDIO 能力培养目标	包装工程学科能力	a1	熟练掌握和运用学科基础知识的能力
		a2	应用包装工程基础知识原理能力
		a3	包装工程专业工程知识
	创新思维能力	b1	分析推理解决工程问题能力
		b2	对工程问题进行探索和实验的能力
		b3	系统思维的能力
	团队合作能力	c1	成功解决工程问题所需的个人能力
		c2	职业道德素质和能力
		c3	团队中个人的合作和执行力
	系统解决工程问题能力	d1	构思阶段综合能力
		d2	设计阶段综合能力
		d3	实施阶段综合能力
		d4	运行阶段综合能力

把 CD-CDIO 的 13 个 2 级能力目标作为能力考核评估点, 就可以建立面向包装工程专业学生的由 13 个维度组成的细分能力模型, 每个维度设计 0-5 分的能力量化评分标准, 13 个维度所围成区域的面积大小就可以定量表征每个包装工程毕业生的能力水平, 同时也就可以检测和评估 CD-CDIO 教育模式的教育效果。

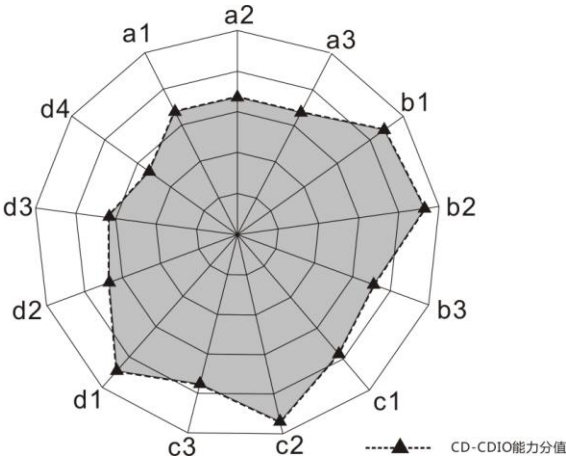


图 2 CD-CDIO 能力评估图

#### 4. CD-CDIO 教育模式下学生能力培养措施

要想 CD-CDIO 教育改革取得较好的效果, 让学生的能力架构更加合理, 全面提升学生的综合工程能力, 就必须采取行之有效的方法, 从教学方法、学科体系、课程考核、教师能力、实践教学等方面实施措施。

(1) 通过 CD-CDIO 理念的宣传推广, 使专业领导、教师和学生共同参与变革, 形成上下一致的氛围。首先通过阐明改革的需要和改革的决心获取高层领导的支持和同行教师的认可, 并对先行者给予鼓励和支持, 然后用初期形成的成功吸引兴趣、激发动力, 并进一步形成于改革方向一致的激励和奖励制度;

(2) 根据 CD-CDIO 要求将学科概念和能力整合在一起, 使解决问题、设计和试验成为学习包装工程专业的载体, 让包装工程的学科知识被用在产品或过程的构思和设计中, 这种整合既可以实现 CD-CDIO 的综合运用知识效果, 又可以不用牺牲包装工程学科的深度;

(3) CD-CDIO 课程改革由于教学目的明确, 课程强调建立关键概念和其他概念的联系, 并把知识用于真实世界的工程实践中。教师不能进行“数据的堆砌”, 讲很广范围的学科知识却没有足够的时间进行深入的概念的理解, 教师应该抓住关键的概念、能力, 并阐明它们与其它概念与能力之间的内在联系, 给学生深度学习的机会, 真正的把学习的焦点从过去的“全面覆盖式”的方式过渡到以学生为中心的方式;

(4) 要求教师终身进行 CD-CDIO 能力和教学能力的学习。把教学计划、教学和学习方法的研究作为教师职责和工作考核的重要组成部分, 形成晋升政策来激励教师采纳 CD-CDIO 教学方法;

(5) 为学生进行实施-运行提供必需的资源 and 空间。重新为现有的实验室和工作区布置任务以适应学生需要; 延长实验室对学生开放的时间; 对复杂的包装系统或过程, 采用合作学习的策略, 给每个学生分派一定的角色和任务; 设计与实施模拟或通过计算机模型进行仿真。

#### 5. 结论

从引入 CDIO 工程教育理念和方法到包装工程专业学生的教学开始, 已经经历了 2 年多的时间, 其间根据包装

工程专业的学科特点, 结合行业学科竞赛取得的成绩和获得的经验, 形成了具有本专业特色的 CD-CDIO 教育模式, 为了评估和考核新的教育模式的效果, 针对包装工程专业相关的关键问题从下面几个方面采集数据, 实施评估: (1) 高考学生第一志愿填报选择包装工程专业志愿比率、入校学生保有率及其它专业学生转入人数数据; (2) 学生、教师和包装印刷行业用人单位的满意程度; (3) 学生在包装工程行业学科竞赛中所获的奖项以及外界对专业学生的认可度; (4) 学生一次就业率和就业范围数据。通过数据比对发现, 经过两年的教学改革实施, 数据都有所提高, 说明 CD-CDIO 教育模式对学生能力培养是有效的, 可以进一步推广。

#### 参考文献(References)

- [1] Gu Peihua, Shen Minfeng, LuXiaoHua. To meet engineering education. Beijing: higher education press, 2009, 4.
- [2] Gu Peihua, Bao Nengsheng, Kang Quanli, etc., CDIO in China (up), *higher engineering education research*, 2012 (3), P24-39.
- [3] Qian Jing, Chen Anjun, Teaching trial and thinking in packaging engineering specialty with CDIO concept, *journal of southwest normal university (natural science edition)*, 2012, 33 (1), P137-140.
- [4] Wang wei, Wang Dianjun, Shen Aiming, etc., teaching system reform and exploration in mechatronic engineering professional based on CDIO personnel training model, *journal of anhui normal university (natural science edition)*, 2010, 55 (2), P136-138.
- [5] Zhou Yan, Huai Wenjun, Application and practice in electronic design competition with CDIO teaching pattern, *suzhou vocational college journal*, 2010, (2), P71-73.
- [6] Gu Peihua, Li Yiping, Shen Minfeng, etc., design oriented EIP\_CDIO innovative engineering talent training mode, *China's higher education*, 2009 (3), P47-49.
- [7] Liu Bao, Peng Fang, etc., science and technology competition and college students' innovative ability training practice with CDIO model, *China education technology and equipment*, 2012 (6), P53-54.
- [8] Wu Qingxiu, Ou Jun, Zhou Xiayu, the race-driven standard ability teaching curriculum development, *Acta innovation of science and technology*, 2011 (22), P155-156.