

# CDIO 工程教育理念在结构力学课程 教学中的实践

## ——以南京理工大学泰州科技学院为例

孟 玮, 李十泉

(南京理工大学 泰州科技学院, 江苏 泰州 225300)

**摘要:**在结构力学课程教学中引入 CDIO 工程教育理念,以工程设计为导向,以项目训练为载体,对课程教学模式进行重新的思考和设计。实践证明,该理念指导下的课程改革可以建立符合独立学院学生学习特点的教学模式,更好地实现人才培养目标。

**关键词:**CDIO; 工程教育; 结构力学; 课程改革

中图分类号:G642;TU311

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2015)03-0070-08

结构力学课程实践性强,与工程技术密不可分,对培养学生分析与解决实际问题的能力有着非常重要的作用;同时,该课程也是学习后续专业课程的重要基础。该课程传统教学方式为教师课堂讲解—学生课后练习—课程考试,教学方法与考核方式单一,也容易将学生引入题海学习的误区中,而教学内容的“重计算,轻实践”,则无法充分发挥学生学习的主体作用,对学生工程能力的培养往往达不到预想的效果。

CDIO 工程教育理念是由麻省理工学院和瑞典皇家工学院等经过 4 年的探索和研究而创立的。CDIO 代表构思 (Conceive)、设计 (Design)、实施 (Implement)、运行 (Operate),它体现了现代工程师所应具备的服务于现代工业产品,从构思、设计、实现到运行的全过程所必须拥有的基本能力。CDIO 工程教育理念就是以此全过程为载体,培养学生的工程能力。此能力不仅包括学科知识,而且包括学生的个人能力、人际交流能力,以及产品、系统和过程的建造能力。该工程教育理念 2005 年引入中国,对国内工程教育产生了重要的影响,以汕头大学为首的院校纷纷开展了专业教育改革的尝试<sup>[1-2]</sup>,并取得了不少研究成果<sup>[3-9]</sup>。以下主要以南京理工大学泰州科技学院的教学改革为对象展开研究。

### 一、CDIO 工程教育理念下结构力学课程教学改革的尝试

南京理工大学泰州科技学院属于独立学院,旨在培养适应地方经济社会发展需要的专业基础扎实、实践能力强的应用技术型人才。学院具有良好的办学条件和扎实的工程教育基础,2010年被教育部确定为 CDIO 工程教育改革试点

高校,CDIO 工程教育理念的贯彻实施有利于培养学生综合创新能力,增强学生与社会大环境协调发展的能力。

课程改革以南京理工大学泰州科技学院土木工程学院基于一级项目(即专业核心课程)建立起来的专业课程体系为总的指导,如表 1 所示。

### (一) 课程改革的总思路及项目设计

表 1 土木工程专业核心课程体系与 CDIO 能力指标对应关系

| 阶段  | 专业技术能力目标                                       | 对应 CDIO 能力指标   |
|-----|--|--|
| 一年级 | 工程制图技术   | 1.2 核心工程基础知识   |
| 二年级 | 力学分析问题的能力;<br>工程现场测量的技术;<br>土木工程材料选用、试验检测的能力   | 2.1.2 建立模型<br>2.2.1 建立假设<br>2.2.2 查询相关书刊或者电子文献<br>2.2.3 实验探索<br>2.2.4 假设检验和论证<br>2.4.3 创造性思维<br>3.1.2 团队工作运行<br>4.5.4 硬件、软件的结合<br>4.5.5 测试、验证、认证以及取得证书 |
| 三年级 | 一般工程建筑、结构分析设计能力;<br>施工管理及组织能力;<br>建筑工程计量及计价的能力 | 2.4.2 执着与变通<br>2.4.5 自省个人的知识、技能、态度<br>2.5.2 职业行为<br>3.2.3 写作交流<br>3.2.4 电子和多媒体交流<br>3.2.5 图表交流<br>3.2.6 口头表达和人际交流<br>4.1.1 工程师的角色和责任<br>4.5.6 实施过程管理   |
| 四年级 | 运用专业软件的能力;<br>鉴定、检测、加固建筑物及构筑物能力;<br>综合交叉设计能力   | 2.5.1 职业道德、正直、责任感和负责任<br>2.5.2 职业行为<br>2.5.3 主动规划个人职业<br>3.2.6 口头表达和人际交流<br>4.1.1 工程师的角色和责任<br>4.4.3 设计中对知识的利用<br>4.4.4 学科专业设计<br>4.5.5 测试、验证、认证以及取得证书 |

围绕专业核心课程体系与 CDIO 能力指标的对应关系,以及学院应用技术型人才培养目标,南京理工大学泰州科技学院土木工程学院力学教研组针对三级项目的具体要求,确定了结构力学课程的改革思路,即将 CDIO 理念贯穿于课程的教学目标中,充分发挥学生学习的主体性,以培养学生专业技术能力和国际合作能力为中心,着重进行学生工程能力和创新能力的培养。通过教学内容的优化、实践创新环节的增加、考核方式的改进等手段,进行工程教育理念指导下的三级项目的设计,如表 2 所示。

### (二) 课程改革的具体实施

#### 1. 教学内容的项目化设计

在工程教育的理念下,教学过程中应更加注重

工程背景的引入,突出教学案例的基础性和前沿性,注重学生创造性及动手能力的培养。笔者在课程教学内容上充分结合 CDIO 能力指标进行项目化设计。如在学生在学习完“拱结构”相关知识后,布置学生从身边的工程实例出发,建立拱结构的力学计算模型,利用结构力学求解器求解内力,对结果给予分析,并以此为基础制作模型进行加载设计;在讲解完渐近法中的“力矩分配法”后,要求学生以三层框架结构为例进行荷载作用下的受力及变形分析,自主查阅资料编写 Excel 命令求解结构的内力,同时与结构力学求解器的内力求解结果作比对分析。所有项目成果都要求以小组为单位作总结汇报。通过项目化设计,强调“做中学”,加深学生对课程教学大纲重难点

的理解与掌握,以达到 CDIO 相应能力指标要求。

表2 结构力学课程的项目设计

| 教学内容               | 项目   | 实现方式  | 评价方式  | 对应 CDIO 能力指标  |
|--------------------|--|---|-------|---|
| 平面体系几何<br>机动分析     | 虚、实铰的模型制作                                      | “i 微视频”制作<br>并演示                                  | 微视频展示 | 2.1.2 建立模型<br>3.2.4 电子和多媒体交流<br>3.2.6 口头表达和人际交流   |
| 静定结构、超静<br>定结构内力分析 | 雨篷梁受力分析;<br>拱结构内力分析;<br>框架结构内力分析               | 模型制作、微视<br>频录制、PPT 演<br>示、计算机软件<br>计算分析、小论<br>文总结 | 小组汇报  | 2.1.2 建立模型<br>2.2.1 建立假设<br>2.2.2 查询相关书刊或者电子文献<br>2.2.3 实验探索<br>2.2.4 假设检验和论证<br>2.4.3 创造性思维<br>3.1.2 团队工作运行<br>4.5.4 硬件,软件的结合<br>4.4.3 设计中对知识的利用 |
| 静定结构、超静<br>定结构位移分析 | 校园混凝土路面伸缩缝<br>宽度分析;<br>拱结构起拱高度分析;<br>钢结构厂房沉降分析 |   |       |   |

## 2. 利用学生的关注点进行创新能力的培养

笔者在注重教学内容工程背景的基础上,还充分利用学生的最新关注点,拉近与学生的距离,调动课堂气氛。如在讲授每一章节知识后,引入“i 微视频”环节,结合所学内容或工程案例,引导学生进行微视频、微课堂的制作,由学生与教师沟通并选定相关主题,以宿舍成员为单位组成小组来制作道具和视频,在视频中对自己制作的分析模型作力学原理的介绍,实现 CDIO 中创新性思维、团队合作能力的培养目标。图 1 为学生在学习“平面体系的几何机动分析”后制作的微视频道具。学生制作相应视频后,在课堂上展示成果,让学生学会对所学理论知识的综合应用,同时增强团队合作能力,提高学生的沟通与表达能力,也为学生创造一个轻松的课堂氛围。

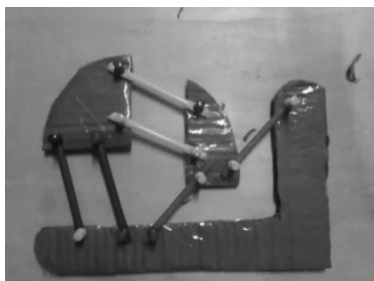


图1 虚铰对平面体系几何机动分析影响的演示模型

## 3. 课堂表现形式的多样化设计

CDIO 理念倡导以“项目实现”作为工程实践教育的组织原则,培养学生的交流沟通能力和多学科、大系统的掌控意识和能力,鼓励将教师与学生的关系从教师单向的知识传授扩展至师生基于问题解决的互动学习。教师在结构力学课程教学中除课堂讲授外,还精心设计了小组汇报及专题讨论会环节,提供几大讨论主题:“瞬变体系有哪些特点”、“速画弯矩图的诀窍”、“力法基本结构是否一定为超静定结

构”、“如何绘制梁的变形曲线”等等。要求学生提前查阅资料做好准备,课堂上组织交流讨论,鼓励学生更多参与思想交流,进一步激发学生主动学习的积极性。

## 4. 课程考评方式

课程评价不应是一个孤立的行为。结构力学课程考评内容由“i 微视频”制作(占 10%)、模型制作(占 20%)、计算机软件应用(占 10%)、PPT 制作及报告(占 10%)、平时作业及试卷考核(占 50%)等五部分组成,通过小组内自评、互评和教师评价等形式,重点考察学生在项目中所起的作用、个人负责部分项目完成的质量情况,以及与其他同学团结协作能力等指标,旨在促进学生的学习积极性,保证项目实施的效果。

通过相应课程评价方式的改革,学生对课程学习产生了浓厚的兴趣。同时由于“i 微视频”是学生自己制作完成的,因而受到学生的关注。通过几个阶段的教学实践,学生感到“结构力学课程的学习有意义,对专业课程的学习有帮助”,“创新能力得到了提高”。

## 二、实践成果

CDIO 工程理念在教学实践中的贯彻和实施,使得学生的创新能力得到了显著提高。通过三级项目的实施,加强了学生理论知识与工程实践的联系,从根本上增强了学生对力学知识的理解和掌握,提高了学生的工程应用能力。

在每年一届的江苏省土木工程大学生结构创新大赛上,学校作为参赛数量不多的独立学院,连续几年均有良好表现。图 2 为学生制作的参赛模型“沙漏天文馆”,在 2011 年江苏省土木工程大学生“双高杯”结构创新大赛中获得三等奖。图 3 为学生对该

模型提取的空间计算模型,该成果是学生针对课程项目“超静定结构内力分析”而制作的模型。图 4 为学生针对课程项目“拱结构内力分析”而设计的桁架拱,在 2014 年江苏省大学生结构设计大赛中获得现场模型制作与加载试验类二等奖。



图 2 “沙漏天文馆”结构模型

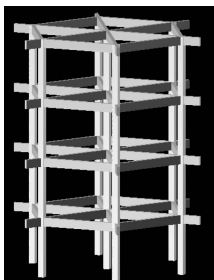


图 3 PKPM 软件分析结构计算示意图

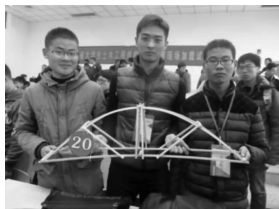


图 4 拱结构加载模型

### 三、结语

实践证明,在 CDIO 工程教育理念指导下的结构力学课程改革,激发了学生对专业的热爱,学生工程能力和创新能力的培养得到加强,在学生中营造了

一种团结向上的学习氛围,全面提高了学生的综合能力,所采用的教学模式符合独立学院学生学习特点,同时也符合学院应用技术型人才培养目标。

值得进一步思考的是,本三层次院校要更好地实现 CDIO 能力培养目标,对教师的业务能力和水平应提出更高的要求。同时,在现有的专业教学计划下,课程教学学时受到局限。要更好地为项目的设计及实施提供空间,除了将教学内容进行优化和对课堂进行充分设计外,还需要充分利用学生的课余时间,这也给学生课后学习带来压力。上述问题,有待在今后的实践中去探讨解决。

### 参考文献:

- [1] 刘哲,胡文龙.基于 CDIO 理念及实践类项目的结构力学课程改革研究[J].高等建筑教育,2014(23):52-57.
- [2] 李庚英,赵晓华,熊光晶.“土木工程材料”CDIO 模式的设计与实现[J].高等工程教育研究,2009(5):41-43.
- [3] 张世民,史晟邑,丁智,等.CDIO 实践项目在《理论力学》教学中的应用[J].武汉理工大学学报:社会科学版,2013(26):225-227.
- [4] 高英力.基于 CDIO 理念的土木工程材料教学模式探索与实践[J].长沙铁道学院学报:社会科学版,2010,11(3):89-90.
- [5] 陈会凡,李广慧.CDIO 工程教育模式在土木工程材料中的应用研究[J].高等建筑教育,2011,20(4):39-43.
- [6] 王扬.应用型本科土木工程专业课程体系改革探索[J].中国科教创新导刊,2009(23):59.
- [7] 吴瑾,艾军.土木工程专业人才培养方案研究与实践[J].高等建筑教育,2005,14(2):23-25.
- [8] 施国萍,唐治中.CDIO 教学改革新思考[J].中国现代教育装备,2009,17(87):83-85.
- [9] 康全礼,陆小华,熊光晶.CDIO 大纲与工程创新型人才培养[J].高等教育研究学报,2008,31(4):15-18.

## Practice of CDIO engineering education concept in the structural mechanics course: taking Taizhou Institute of Science & Technology as an example

MENG Wei, LI Shiquan

(Taizhou Institute of Science & Technology, Nanjing University of Science and Technology, Taizhou 225300, P. R. China)

**Abstract:** Introduced CDIO engineering education concept in structural mechanics teaching, to guide it by engineering design, and project training as the carrier, giving the teaching mode of more thinking and design. The practice has proved that the reform under the guidance of the concept can established the teaching mode accordance with the characteristics of independent college students, and implement the talent training goal better.

**Keywords:** CDIO; engineering education; structural mechanics; curriculum reform

(编辑 王 宣)