

问题驱动 CDIO 教学法在传热学教学中的应用

郭文文,李国能,胡桂林

(浙江科技学院 机械与能源工程学院,杭州 310023)

摘要: 中国制造业转型升级对高等应用型工程人才的培养提出了迫切需求。以能源类专业课传热学课程为例,剖析当前传热学课程教学中亟待解决的一些问题,并结合能源类专业的教学特点和实际情况,进行基于问题驱动的 CDIO 一体化课程体系构建,以阐述问题驱动式学习与 CDIO 体系相融合的创新教育理念,从而对基于问题驱动的 CDIO 模式的教学效果评价及反馈等方面进行探索。这对能源类专业课教学具有一定的参考作用。

关键词: 问题驱动;CDIO;教学改革;能源类工程教育;传热学

中图分类号: G642.41 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-8798(2018)05-0435-05

Research on application of integrating CDIO teaching model with problem-based learning to Heat Transfer teaching

GUO Wenwen, LI Guoneng, HU Guilin

(School of Mechanical and Energy Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, Zhejiang, China)

Abstract: With the transformation and upgrading of China's manufacturing industry, the advanced talents in applied engineering are in great demand. This paper took the professional course Heat Transfer in energy engineering as an example, and analyzed some problems to be solved imperatively in Heat Transfer teaching. Combined with specialized teaching characteristics and current situation of energy engineering, a CDIO teaching model was established on the basis of problem-based learning (PBL). An innovative teaching concept integrating CDIO with PBL was proposed and discussed in detail, with its teaching effect evaluation and feedback explored. The paper can provide a reference for specialized course teaching of energy engineering.

Keywords: problem-based learning (PBL); CDIO; educational reform; energy engineering education; Heat Transfer

收稿日期: 2017-12-17

基金项目: 浙江省高等教育课堂教学改革项目(kg20160278);浙江科技学院课堂创新教学改革立项项目(2016-k1)

通信作者: 胡桂林(1975—),男,江西省南昌人,教授,博士,主要从事多相流和新能源研究。E-mail: enehgl@163.com。

随着中国经济社会的快速发展以及新工业化进程的不断升级,各个行业均不断受到新技术、新理念的冲击,对高素质、应用型人才的需求也日益迫切。在国务院发布的《中国制造 2025》战略目标中明确提出,“要加快实施先进制造卓越工程师培养计划,加大专业技术人才的培养力度,完善从研发、转化、生产到管理的人才培养体系,强化职业教育和技能培训”^[1]。CDIO(conceive, design, implement, operate)教学法起源于国外高校的工程教育实践,是以培养符合工程领域要求的应用人才为目标,通过构建全生命周期的“构思—设计—实施—运行”教育环境,使学生在实践中掌握各学科知识,提高其所掌握知识的关联性,以整体提升学生解决复杂工程问题所需要的综合能力^[2-3]。基于问题驱动(problem-based learning, PBL)^[4]的学习则强调从工程应用的具体问题切入,激发学生的学习兴趣,引导学生对解决问题所需的知识进行自主学习,培养学生对工程实际问题的探究精神^[5-6]。能源动力类专业所培养的毕业生作为用人单位所需要的一线专业技术人才,在工作中需直面火力发电、能源装备制造、暖通和环保等众多领域的实际工程问题,这就对学生的基础知识面、专业应用与实践能力均提出了较高要求。传热学作为能源动力类专业的主干课程之一,对整个专业知识架构起着承上启下的作用^[7-8]。对传热学的教学内容和教学方式进行探索和改革,在促进能源动力类专业本科生专业素养的提升、培养应用型人才方面有着重要的作用。因此,本研究以传热学课程教学为例,通过将问题驱动的教学思想与 CDIO 工程教育体系相结合,探索适合国内能源动力类专业实际教学情况、提升学生工程实践与创新能力的教学方法。

1 传热学课程教学现状与困境

在能源、动力、机械和化工等领域,传热学是一门重要的专业基础课,与许多专业课程紧密相关,国外的机械、化工等工程专业和中国工程教育认证都将传热学作为取得学位的必修课程。笔者在历年的课程教学及与学生交流过程中发现在传热学教学过程中存在如下问题:

其一,理论知识的教授与实践部分存在一定的脱节。传热学本身是一门理论性较强,同时又与工程实际紧密结合的课程。在传统的课堂教学中,教师往往着重于传热理论的传授,实践部分则大都安排在专门的课程设计和实习过程中进行,这就造成了讲授的理论知识与工程实际结合不够紧密,学生在学习过程中对传热问题的工程背景和理论的应用环境缺乏足够的了解。同时,也反过来造成学生在学习过程中因为知识结构连贯性不强、内容抽象难懂而产生一定的厌学心理,从而影响了他们的学习兴趣。

其二,教学内容中缺少更深层次的学科交叉和各领域知识的融会贯通。传热学作为一门应用性很强的基础课程,在理论学习中涉及很多高等数学、物理学相关知识,这些知识的掌握对传热学理论的学习至关重要。同时,由于课程理论的出发点常在于解决典型的工程技术问题,如不能很好地将其中涉及的具体工程情景进行复现,使学生对能源、机械、化工等工程生产实际有所了解,则同样会影响其对传热学相关理论的理解和掌握。因此,需在传统课堂教学内容的基础上,借鉴 CDIO 教学模式一体化的工程教学理念,合理优化教学内容,重构教学课程体系,在课程的不同环节中适时对各学科和工程实际应用内容进行穿插,与学生形成良性互动,以培养他们的学习兴趣,提高他们的学习热情。

其三,教学过程中不注重对学生工程技术兴趣的引导和工程实践创造力的培养。由于传统授课体系多以固定教学大纲为架构,以知识内容为着手点展开教学和实践活动,使得学生的学习较为被动,缺乏对工程技术的兴趣,不利于他们实践创造力的培养。因此,本研究引入“问题驱动”教育理念,以具体工程问题为切入点,引导学生对问题涉及的背景知识进行自主学习,同时提高学生的创造性思维能力。

2 基于问题驱动的 CDIO 教学模式设计

2.1 一体化课程体系构建

CDIO 教学体系是由麻省理工学院、瑞典皇家工学院等高校和教育机构发起的新型工程人才培养体系,旨在解决现代工程教学中对工程理论和工程实践的不平衡发展问题,以防止在工程教育中出现空谈理论而偏离实际应用的情况。在 CDIO 的标准中明确提出了一体化课程构建的几个关键要素:一组集个

人和团队能力为一体、过程和系统构建能力为一体、相互支持和联系的专业课程集合^[9-10]。在能源类专业中,传热学作为主干专业课和专业基础课程,以它为中心穿插构建一体化的课程体系有天然优势。一方面,传热学的知识架构逻辑清晰、工程应用涵盖范围广,几乎贯穿了整个能源类专业知识学习和工程应用的主线;另一方面,传热学课程的理论性和实践性均较强,采用一体化课程设计易于加深学习者对所涉理论和工程实践的理解^[11]。基于问题驱动的传热学课程 CDIO 体系构建如图 1 所示,传热学课程体系可以按照理论教学环节、课内实验与设计环节、工程训练环节、创新实践环节等部分进行构建。

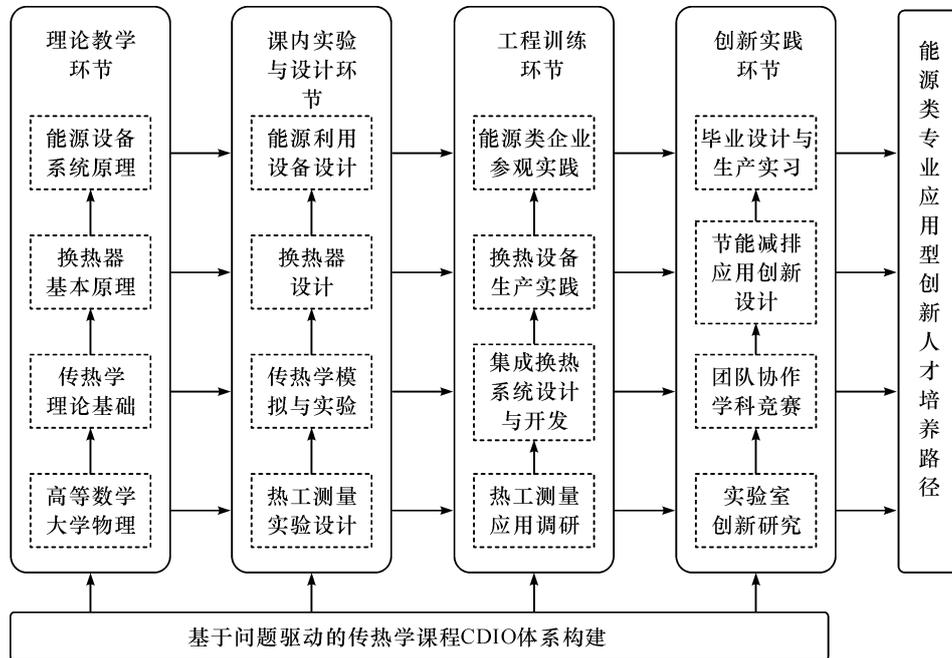


图 1 基于问题驱动的传热学课程 CDIO 体系构建

Fig. 1 Establishment of CDIO teaching model of Heat Transfer based on PBL

2.1.1 理论教学环节

理论教学环节中,针对传热学课程的基础性强、应用性广的特点,按照 CDIO 的思想理论对理论讲授环节进行精简安排。通过问题驱动的教学模式给学生提供多视角、延伸广的课程切入点,以此为中心,结合实际情况把学习重心部分转移至课前,合理分配教学资源,以网络资源为载体,预先提供给学生解决实际问题的工程背景资料库。课堂上理论授课采用分组教学、问题探究、双向互动等形式,结合传热学的课程结构特点对各个孤立的知识点进行纵向延伸和横向扩展。纵向延伸向前衔接高等数学、大学物理等基础知识,例如,在教授傅里叶导热定律、数值传热计算方法等内容时,从数学思想基础上进行叙述;向后则由浅入深,以实例的形式穿插介绍传热理论在工程换热过程和能源利用设备(如锅炉、暖通设备)上的应用原理。横向扩展则注重理论学习和课内外实践教育的交互。

2.1.2 课内实验与设计环节

依照 CDIO 体系的教育理念,课内实验与设计环节在整个“构思—设计—实现—运行”周期中起着重要作用。传热学实验内容众多,且很多实验与流体力学、工程热力学等学科有交叉内容。在课内实验与设计环节中,应重视学生主动进行知识构建的过程,通过分组协作和相互竞争,培养其自学能力。例如,在圆管对流传热实验中,以工程换热器中流动形式变化、流动入口段影响等的具体案例为切入点,可通过问题驱动的方式引导各实验小组开展不同流动条件下的实验。在此过程中,教师则承担实验与设计课堂的引导者和平台维护者的角色,引导学生进行自主探索。

2.1.3 工程训练环节

工程训练环节可以进一步培养学习者知识转化的能力,让学生理解理论知识与工程实践问题之间的联系与转化^[12]。例如,在热工测量应用调研的环节中,依据问题驱动理论,根据实际情况设置若干子问

题,使学生在实践过程中更容易把握工程问题与传热学理论的内在关联,例如:在测量烟气温度较高时,为什么采用遮热罩的设计方式;不同类型的遮热罩会引起怎样的测量误差。通过在不同节点设计子问题,可让学生通过自主调研,自己动手搭建对流换热系数的测试系统,获得包括冷却器的设计、换热器的设计等整个流程的工程体验,从而学以致用。通过安排学生前往周边大型能源类企业参观与实践,使学生身临其境,深刻理解工程上常用换热器内部的结构。

2.1.4 创新实践环节

为了补足传统工程教育中在实践方面的“短板”,应在专业教学范围内引导学生开展实验室创新研究^[13-14]。创新研究在教师的指导下进行,要求学生结合自身兴趣和实际条件组成小组,利用课余时间开展各种创新实验项目,如温差发电项目,引导学生进行温差发电设备的设计与性能测试,这也是对传热学课堂理论教学和实验教学的进一步延伸和拓展。在实验室创新研究的基础上,学生们可通过自己的团队协作,参加国内外各种类型的科技比赛,如教育部高等教育司主办的大学生节能减排竞赛等。可根据学生自己的兴趣和就业导向,安排学生进行相关工程实践企业的生产实习。通过创新实践环节,增强了学生的创新能力,提高了他们的工程技术实践认知水平,进一步深化了对理论知识的认识和理解。

2.2 问题驱动式学习与 CDIO 体系的融合

问题驱动(PBL)是一种有别于传统讲授式教学的教育理念,它提倡以课程核心问题或工程实际项目问题为切入点,要求学生进行探究性学习。具体到传热学课程中,在 CDIO 一体化课程体系的基础上,通过各个教学环节引入不同类型的任务节点,采取多种方式来引导学生在相应教学环节开展前,进行探究性学习和探索,如图 2 所示。

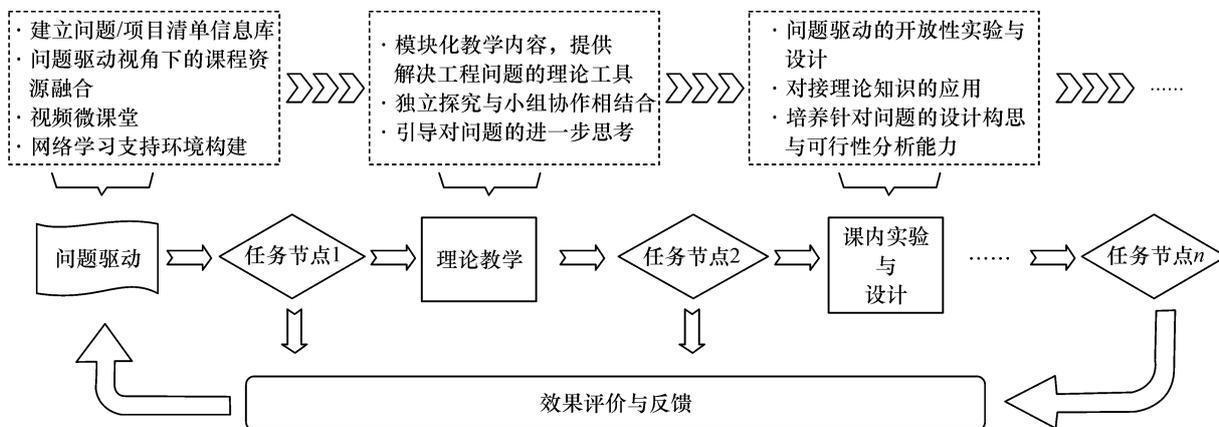


图 2 问题驱动式学习模式与 CDIO 教学体系融合示意图

Fig. 2 Integration diagram of PBL and CDIO teaching model

问题驱动模式使传统教学的重心部分前移至课程开始之前,其关键在于提供一个完整的探究性学习支持环境,如建立问题/项目清单信息库,进行问题驱动视角下的课程资源整合,建立网络视频微课堂、丰富网络素材。在理论教学环节,通过模块化的教学内容,为学生解决工程问题提供理论依据;采取独立探究与小组协作相结合的方式,既可培养学生独立思考的能力,又可在 CDIO 模式中锻炼其相互协作能力。在此过程中,教师可引导学生对问题进一步思考和探究。在课内实验与设计环节,通过以问题驱动形式来展开开放性实验与专题设计,直接对接理论知识的应用,同时也培养了学生针对问题的设计构思能力与可行性分析能力,而这些能力的培养也是 CDIO 大纲中所强调的目的。在工程训练环节,通过在环节前设置一系列子问题,促使学生在此课程环节中对一系列工程问题进行思考,并在环节中和结束后通过教学效果评价等形式予以考察。在创新实践环节中,通过让学生接触和了解创新性的学科前沿问题、工程实践过程中的难题等方式,使学生加深对所学课程的理论理解和实践认知。

2.3 教学效果评价及反馈体系

2.3.1 教学效果评价

与传统的单一卷面考核方式相比,基于问题驱动的 CDIO 模式需采用更加多元化的考核方式^[15-16]。

基于问题驱动的思路,在不同任务节点上设置考核评价方式,对教学效果进行动态评价与反馈,以便教师对学生的学习状态、学习效果和学习心理等综合情况进行及时掌握。传统的教学模式,主要侧重对“结果”的考察,即通过对学生知识掌握程度来衡量教学效果并进行反馈。而在 CDIO 教学模式中,则对涵盖了“构思—设计—实施—运行”的整个过程进行考察,通过问题驱动形式设计不同任务节点,分阶段对教学效果的“过程”和“结果”进行综合评价。在基于团队小组的理论教学、实验与设计、工程训练等环节,设立针对性的综合评价指标,通过学生自评与互评、成果展示与教师评价、过程完成情况评价等方面,综合考察学生的理论掌握水平和实践能力。在评价过程中,通过对各小组在解决问题过程中的综合表现来考量,既侧重于结果又注重过程。基于任务节点的评价体系包含理论学习情况评价、实践过程情况评价、实践成果评价等方面。图 3 以实验与设计环节中的单相圆管对流传热的 CFD 模拟与实验子问题为例,展示了基于问题驱动的综合教学评价指标。

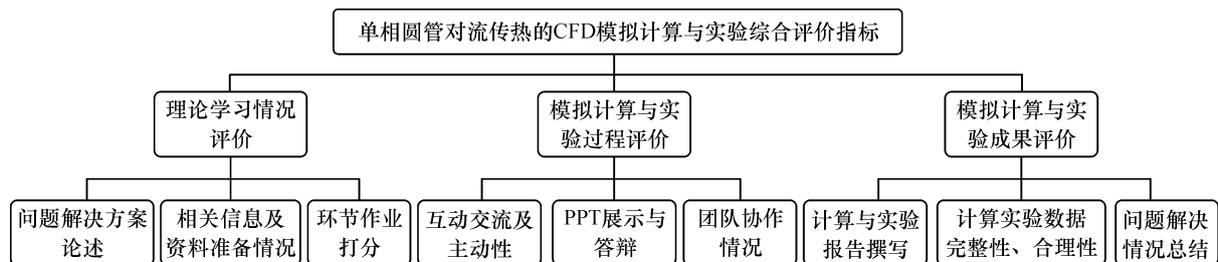


图 3 基于问题驱动的综合教学评价指标实例

Fig. 3 A teaching evaluation index system of PBL-based CDIO approach

2.3.2 教学效果反馈

在教学过程中及课程结束后,通过网络问卷调查以及师生谈话交流等形式来了解学生对传热学课程 CDIO 教学效果的看法和反馈意见。问卷调查以及师生谈话反馈以了解学生对 CDIO 教学模式的主观感受和对传热学课程的客观实际需求为目的,内容可涉及学生对于基于问题驱动的 CDIO 模式在传热学课程中应用的想法、各个环节的课程体验、工程实践体验的满意程度,并了解学生对网络资源支持、师生互动模式、团队合作模式等方面的建议。通过教学效果反馈,教师可以不断反思和完善既有教学体系,针对实际教学过程中出现的问题不断进行辩证分析和总结,在教学实践中不断优化,从而为学生提供更加切合实际的工程教育体验。

3 结 语

本文剖析了当前传热学课程教学中亟待解决的一些问题,如理论知识与工程实践脱节、学科交叉欠缺、对兴趣和创造力培养的缺失等。为解决这些问题,结合能源类专业的教学特点和实际情况,将基于问题驱动的 CDIO 教学模式引入传热学课程教学过程中,并就 CDIO 模式中的一体化课程体系构建、问题驱动式学习与 CDIO 体系的融合、教学效果评价及反馈等方面进行了探索。基于 CDIO 模式,以工程实际应用为主线,将理论教学知识与课内实验与设计、工程训练、创新实践等环节有机而系统地结合在一起,使学生从全生命周期视角理解工程实践的整个过程,获得更好的工程教育体验。

参考文献:

- [1] 董奇.“中国制造 2025”视域下对技术教育的审视[J].教育发展研究,2016(1):7.
- [2] 胡文龙.工程教育如何确定人才培养标准?:《CDIO 大纲》开发与修订过程的启示[J].高等理科教育,2013(6):6.
- [3] 王刚.CDIO 工程教育模式的解读与思考[J].中国高教研究,2009(5):86.
- [4] 刘梦莲.基于问题式学习(PBL)的设计[J].现代远程教育研究,2003(1):39.
- [5] 张超,杨改学.基于 PBL 的翻转课堂模式在软件教学中的应用:以“非线性编辑与视频特技”课程为例[J].现代教育技术,2016,26(3):73.