

专业建设

基于 CDIO 理念的二、三级项目 教学研究与探索^{*}

——以过程装备控制工程专业为例

郭 奇, 郭丽杰, 由立臣, 张红升

(燕山大学 环境与化学工程学院, 河北 秦皇岛 066004)

[摘要] 本课题组从专业认证要求出发, 根据 CDIO 教育理念, 进行了几轮项目式教学探索, 研究并实施了二、三级项目一体化教学建设的可行性方案。对于三级项目, 我们注重充分利用现有的教学资源进行合理的构思和设计, 在项目实施过程中强调实际训练; 对于二级项目, 我们则把国家大型企业晋升工程师的考核内容进行适当扩展作为项目题目, 将专业课程群多门课程的核心内容和要点融入其中, 注重二、三级项目间的内在联系, 注重整个项目教学过程与专业实习和专业实验的联系。教师团队的联合教学注重“设计院模式”和“工程习惯”的培养, 使学生得到了“准工程师”的训练, 使一体化项目式教学建设的目标和方案得到落实, 逐步实现了专业认证各项指标的达成。

[关键词] CDIO; 二级项目; 三级项目; 过程装备控制工程; 一体化建设; 专业认证

Teaching Research and Exploration of Two-level Projects and Three-level Projects Based on CDIO Concept——Taking Process Equipment and Control Engineering Major as an Example

Guo Qi, Guo Lijie, You Lichen, Zhang Hongsheng

Abstract: Based on the professional accreditation requirements and the CDIO education concept, several cyclical project-based teaching explorations are carried out. The feasible plan of the integrated teaching construction about two-level projects and three-level projects are studied and implemented. For the three-level projects, we should pay attention to how to make full use of the existing teaching resources to conceive ideas and design, and emphasize practical training during the implementation of the project. For the two-level projects, the assessment content about the promotion project of the national large-scale enterprise engineer is appropriately expanded as the project title, and the core contents and main points of the multi-curricular curriculum of the professional course group are integrated into it, focusing on the internal connection between the two-level projects and three-level projects, and on the connection between

[作者简介] 郭奇(1954-), 男, 教授; 郭丽杰(1977-)女, 博士, 副教授。

^{*} 基金项目: 河北省教育教学改革项目(2017GJJG037)。

the teaching process and professional internships and professional experiments. In accordance with the "design institute model" and "engineering habits", the students can get "quasi-engineer" training, and the joint teaching of the teachers' team has enabled the implementation of the goal and plan for the integrated project-based teaching construction, and has gradually realized the indicators of professional certification.

Key words: CDIO; Two-level projects; Three-level projects; Process equipment and control engineering; Integrated construction; Professional accreditation

一、从专业认证的要求出发做好二、三级项目建设

(一) 实施 CDIO 培养模式是通过工程教育专业认证的有效途径

工程教育专业认证是教育界和工程界广泛认可的国际化资格确认,是保障和改进高等教育质量的“外部质量评估过程”,必将未来较长时期内工科高等院校的一项重要工作^[1-2]。“以学生为中心”“目标导向”和“持续改进”是工程教育专业认证的基本理念。而 CDIO 培养理念与工程教育专业认证理念相吻合,从本质上满足专业认证的内涵要求,其能力培养标准与工程教育专业认证标准近乎无缝对接。CDIO 培养模式的实施是通过工程教育专业认证的有效途径。

专业认证中的毕业要求在课程体系中涉及三级项目、课程设计(二级项目)、毕业设计(一级项目)等诸多环节,项目式教学会遇到许多难以预料的实际问题。我们在几轮教学中持续改进,目前仍有一些问题和待完善的地方,如各三级项目呈现零散的、单打独斗式的状况,项目之间缺少内在联系,项目与专业教学结合不密切,项目内容有待完善等,这些问题在深入教改过程中必须解决。课题组以实践性教学环节的改革为主,从专业整体角度、一体化综合作用成效等方面,探索了项目式教学改革新途径^[3]。

(二) 二、三级项目一体化建设方案构思

项目式教学首先要以合理的知识体系作为课程体系的有力支撑,我们在制定培养方案时做了充分的论证。国内各高校的“过程装备控制工程”(以下简称“过程装备”)专业大多从化、机、电三条线一体化的角度构建主体课程框架,我们的特色是配合项目式教学,在主要专业课内容中融入和

渗透工程元素。如专业课理论教学中适当介绍工程规范和行业标准,几门课都引入了典型案例教学并有对应的三级项目教学。教学计划中还设置了两周有浓厚专业特色的专业综合训练。培养计划注重让学生系统地掌握专业知识,各级项目间紧密关联,专业知识和能力素质呈递进式培养。

教学实施时以与专业主体最近的二级项目为核心,向上可为专业一级主线提供可靠的支撑,向下可将几个三级项目从内容的相关性等方面连接起来。而后这些项目相关内容深入发展,并与生产实习和专业创新实验连接起来。这样一来,各二、三级项目就组成了相互联系的、完整的一体化专业项目式教学体系。“一体化”是 CDIO 工程教育模式的核心思想,直接体现在 CDIO 标准 3(一体化课程计划)和标准 8(一体化学习经验)中^[4]。“一体化”着重解决工程教育中长期存在的理论与实践脱节和知识与能力分裂的问题。我们在构思整体培养计划时,还注意克服课程与项目间的孤立性和各项目间单打独斗的弊端,加强各环节的内在联系,使学生的专业知识和能力素质渐进提高。如“过程装备控制技术”课程三级项目的主要内容是做一个单体设备的控制,后续二级项目的主要内容则是做一个工艺流程的控制;又如“过程流体机械”课程三级项目的主要内容是做一个单体设备的拆卸、测绘与安装,后续二级项目的部分内容则是做一个流程的设备与管路的设计、校核与安装。专业各实践环节融入项目式教学,可促使专业教师全员参与,这对青年教师的成长和能力提升十分有益。达成的效果使三级项目内容更丰富,基础作用更扎实,使二级项目的支撑作用更广泛、更牢固,使专业认证各项指标得以逐步实现^[5]。

二、过程装备专业三级项目建设与实施

(一)三级项目的构思与实现

三级项目是一、二级项目开展与实施的基础,旨在巩固学生对课程基础知识的掌握,增强学生的动手能力、独立思考能力和创新能力,提高学生的学习主动性,使学生的学习观念发生根本性转变。如“过程装备控制技术”课程三级项目是设计石油化工流程中一个单体设备主要参数的控制系统。通过设计并实现这样一个控制系统,学生经历了从工况分析、系统设计到调试的完整过程,对应用系统有了清晰、明确的认识。“过程流体机械”课程三级项目是对工程实用设备进行拆卸、测绘与安装(见图1),可使学生对各种典型泵的结构原理、制造检修都了然于胸,一步一步深入工程应用领域。以一个单体设备的串级控制为例,体现在纸面上的设计是容易的事,落实过程中可能存在许多问题。流量、温度、压力、液位、成分等五大参数测量的传感器分别是什么样的?在实际中是怎样连接的?检测点如何选择?自动调节阀如何连接、如何使用?这些问题对尚未深入实际的学生来说都不简单,教学中必须给他们一个自我认知、自己调试的机会。“训练比知识重要”在这个环节得到了充分的体现。此项目课题利用课外时间开展,学生表现出了足够的参与积极性。在以往的教学过程中,学生缺少这种参与机会。项目实施前,我们为学生介绍了两个精选工程案例,引导学生用研究和讨论的方式来解决实际问题。案例教学不是灌输知识,而是训练大脑,学生要在互动、讨论、质疑的循环往复中自己找出解决问题的方法。课题中的各项工作要靠小组3个成员去努力完成,教师只是讨论的引导者和参与者。学生有浓厚的兴趣和动手解决问题的欲望是我们乐于看到的。

项目式教学对应的考核方式是PPT汇报答辩。其实,项目进展过程中处处渗透着考核,实现了全程考查、动态考查、全面考核,主要考查学生发现问题、提出问题、简化问题并最终解决问题的能力,以及主动性学习、实践性学习、综合性学习的效果。三级项目强调设计方案的实现,让学生



图1 学生做单级离心泵拆装和测绘

在实践中发现新知识、掌握新内容、增长新能力。

(二)三级项目的深入发展和持续改进

三级项目内容也需要在每次循环中更新完善,这与客观环境所能提供的条件有直接关系。每届实施时我们都会根据实际情况做一些改进。本次三级项目正逢实验室部分老设备更新改造和新实验装置调试及初次使用,学生有了深入探索的机会。如老设备更新改造涉及小型精馏塔微小流量的检测难和控制难等问题,我们将其作为额外的选择性任务对学生发布,将学习、研究和实践有机结合起来。有两个能力较强的小组对此做了较深入的研究,也有了一些收获。我们对此类探索没有成果要求,探索和掌握方法的过程也很有意义。这个过程能增强学生的实践和研发能力,积极参与训练的过程和最终得到的结果同样重要,他们应该更看重训练过程。从专业认证的角度说,这也有利于促进专业认证要求中毕业目标的达成。

三、过程装备专业二级项目建设与实施

二级项目是包含一组相关核心课程和能力要求的项目,旨在加强核心课程的学习与应用。培养学生解决复杂工程问题的能力不是单门课程能够实现的,我们选择工程项目作为培训内容,通过教师团队的联合教学,弥补了单门课程独立教学

的不足,打破了各课程之间的传统界限,整合共性,突出个性,尽量将工程问题的复杂性渗入各环节的教学,用合适的项目贯穿专业教学全过程。

(一)二级项目的构思与实现

二级项目内容的更新是项目式教学的核心内容。本专业“专业综合训练”设置的二级项目覆盖过程装备控制技术的应用、过程流体机械、过程设备设计和过程装备成套技术4门主体专业课程内容,我们选择了最有代表性、包容性和与几门课程联系都很密切的工程实际题目作为二级项目,主要内容是按“设计院模式”完成一个小型装置的“符合工程实际要求的设备与管道流程图设计和对应的带控制点的工艺流程图设计”,这是很能体现本专业特色的“两个流程图”设计。另外,我们还设置了装置的工程预算、投资分析、设备核算、装置的成本核算等经济分析方面的内容。这一题目源于国家大型企业晋升工程师考核题目,有很强的实际意义,对学生有足够的吸引力。这种注重“设计院模式”和“工程习惯”培养的方式使学生得到了“准工程师”的训练。设计的全过程都按照国家标准、行业标准等工程规范进行,整个实施过程就是要让学生动脑思考、动手训练,在设计中研究、在研究中设计,达到学以致用目的。后期教务处进行问卷调查时,学生反馈说:“这个设计完成后,我把设备、工艺、控制连成线了,清晰见到了整个流程的轮廓,清楚了控制系统,明白了整个装置。”课程设计所用的30套典型工艺流程源自工程实际,这有助于同时提高学生的工程意识和工程实践能力。考虑到二级项目涉及内容宽泛,最好能有多项前期工作作为铺垫,实施过程中注重与专业实习和专业实验的联系,这是整个项目式教学过程中十分重要的一个环节。

(二)二级项目的深入发展和改进

多数学校过程装备专业的毕业设计内容是单体设备的设计(如塔设备设计、反应设备设计、换热设备设计等),这类题目不能全面反映出有丰富内涵的专业实质。改进后的二级项目从几个角度融入了工程元素,两个流程图的设计与专业的方方面面都有深入的联系,充分弥补了毕业设计的

不足,增强了二级项目对专业一级主线的支撑作用。

在二级项目中加入装置的工程预算、投资分析、设备核算、装置的成本核算等经济分析方面的内容是我们今年的改进。工程预算等涉及“经管专业”的经济核算及设备管理等内容,学生经适当引导是能够完成的。在2017年“第十一届全国大学生化工设计竞赛”中,我们的学生团队获国家一等奖,大赛设计题目要求就有设备的经济核算等内容。受此启发,我们在二级项目中引入这部分内容,按工程实际的需求,让学生做一些跨专业、跨学科的工作。这符合企业对毕业生能力的要求,符合时代发展的方向和要求,对学生成长成才十分有益的。

从专业认证的角度来说,有的指标点需要一门及以上课程或多个教学环节的实施才能实现,这个指标点就成为各教学环节共同的教学目标。一门课程或一个教学环节往往不以一个指标点为唯一教学目标,它的实施也在为其他指标点的实现做贡献。本教学环节涉及“复杂工程问题”能力的培养要求,教学中应该加强分析、设计、研究能力的培养,提高学生综合运用知识解决实际问题的能力。每项能力的培养都不是一个单独的教学活动,需要多门课程或教学活动的综合作用,这样才能满足各项能力达成度指标要求。

四、项目式教学实施的必备条件

项目式教学的难度和复杂程度都远高于普通课堂教学。反思走过的路,我们认为此环节实施的必备条件主要有以下三个方面。

第一是适合的课题及实施平台。大学的创新教学应是以知识探求和综合能力培养为本的教学。项目式教学的目标不是理论知识探求,而是在解决实际问题过程中对已有知识的创造性应用。学生在解决实际问题的过程中将理论知识转化成实际操作的能力,建构自身的知识体系。在这个过程中,课题环境和实训过程非常重要,选择合适的课题是做好此项工作的第一要素。思考起于疑难,没有疑难情境就难以激发求知兴趣和欲望。为学生提供创造性运用知识、活化知识和关

联知识的平台,选择合适的项目课题,学生才能在这个平台上施展才华,得到锤炼与提高。

第二是引导学生积极、主动参与。专业认证以学生培养为核心,学会学习是对大学生的基本要求,知识和能力必须由学习者主动去获取。在项目式教学过程中,学生的学习时间由课内向课外延伸,学习地点从教室向图书馆和实验室延伸,学习内容从教材向文献资料扩展。不同环节累积的知识“碎片”在项目实施过程中逐步串联起来,积极的行为和深入的反思内化为专业知识和能力素质,这样的学习过程提高了学生的学习兴趣 and 主动参与的积极性,提升了学生知识内化的效率。在这个过程中,我们对学生的创新热情有了深刻的体会。学生具有极大的创新潜力,他们精力旺盛,思维不受条条框框的束缚,容易产生创新的火花,教师要学会如何引导他们。学生的热情参与和深度投入是做好此项工作的保障。

第三是教师团队的倾情投入。在项目式教学中,为了引导学生去寻找解决问题的途径,教师需要在不同的课题情境中做一些铺垫、改进和加工等前期工作,引领学生在适宜的条件下完成整个实训过程。现场出现的问题能真实、迫切地激发教师的意识冲突,因此最能引发教师的学习动力。课题情境的创设过程也是教师

创造性智力劳动的过程,课题情境不能模仿、无法复制,教师必须有进行创造性设计的能力和掌控全局的能力,这是做好项目式教学和深入探索的必要条件。

工程教育不仅体现在教学理念上,还要具体落实在教学内容和教学手段的改革上。项目式教学中除了要讲清原理,还要构建实现方案,并通过教师团队一步步的教学实践最终落实。这种教学是创新教学的一种模式,属于教学行动研究。行动研究是提升大学教师教学能力的一个基本途径,我们会逐步提升行动研究的合作性、规范性,以期收到更好的教学效果。(文字编辑:李丽妍)

参考文献:

- [1] 李志义. 适应认证要求 推进工程教育教学改革[J]. 中国大学教学, 2014(6):9-16.
- [2] 中国工程教育专业认证协会秘书处. 工程教育认证通用标准解读及使用指南(2018版)[A].
- [3] 温涛. 探索构建一体化 TOPCARES-CDIO 人才培养模式[J]. 中国高等教育, 2011(7):41-43.
- [4] 顾佩华, 陆小华, 沈民奋. CDIO 大纲与标准[M]. 汕头: 汕头大学出版社, 2008.
- [5] 顾晓薇. 工程教育认证“毕业要求”达成度的认识与思考[J]. 教育教学论坛, 2016(4):24-26.