

互联网+新形态下“化工原理”创新教学模式的构筑与实践

程倩*, 李淑君, 张继国, 任世学, 李勃

东北林业大学材料科学与工程学院, 哈尔滨 150040

摘要: 信息时代的到来, 为教育开辟了更加丰富的资源和途径, 同时也为教与学带来了机遇和挑战。本文基于成果导向(OBE)的教学理念, 针对化工原理课程中存在的教学痛点问题, 从工程认证背景下持续改进的要求出发, 充分利用互联网信息技术, 结合生活与国家低碳环保发展需求, 构筑案例分析、理论教学、项目驱动、思政引领、网络辅助“五位一体”的教学模式, 充分体现“知识目标、能力目标和素养目标”的相互融合, 满足新工科背景下应用型人才培养的需求。

关键词: 互联网+; 化工原理; 工程认证; 五位一体; 教学模式

中图分类号: G64; O6

Construction and Practice for Innovative Teaching Model of “Principles of Chemical Engineering” Course under the New Form of Internet Plus

Qian Cheng *, Shujun Li, Jiguo Zhang, Shixue Ren, Qing Li

College of Materials Science and Engineering, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China.

Abstract: The coming of the information age opens up rich resources and approaches for education, and at the same time brings opportunities and challenges to teaching and learning. Based on Outcome Based Education (OBE) teaching philosophy, aiming at the teaching spot problems existing in the principles of chemical engineering, this paper constructs a “five-in-one” teaching mode, including case analysis, theoretical teaching, project-driven teaching, ideological and political guidance as well as network assistance by using of the internet and combining the development needs of life and national low-carbon environmental protection, which starts from the requirements of continuous improvement under the background of engineering certification. Moreover, the innovation teaching mode fully reflects the mutual integration of knowledge objectives, ability objectives and quality objectives, and meets the needs of applied personnel training under the background of emerging engineering education.

Key Words: Internet plus; Principles of chemical engineering; Engineering certification; Five-in-one; Teaching mode

互联网, 一个不受时间和空间限制的宏大规模平台, 声势之浩大、魔力之超强, 正在改变着我们的教育模式。2020年, 新冠疫情促成了互联网教育时代的快速发展, 由此引发教学改革的浪潮。工程教育专业认证强调“以学生为中心, 成果导向和持续改进”的教育理念, 代表工程教育改革的方向, 同时也为工程教育评价提供合理的参照标准^[1-2]。化工原理作为化学工程与工艺、高分子材料与工程及材料和化学等专业工程认证的核心基础课程, 在互联网+新形态下对该课程进行持续改进

收稿: 2022-10-20; 录用: 2022-12-02; 网络发表: 2023-01-13

*通讯作者, Email: chengqian66@163.com

基金资助: 东北林业大学2021年本科教育教学研究项目(DGY2021-04); 黑龙江省2021年度高等教育教学改革项目(SJGY20210023)

提出了更高的要求,因此利用互联网技术对教学模式创新势在必行^[3,4]。

本文结合成果导向(OBE)的教育理念,本着立德树人的根本任务,追随工程认证背景下持续改进的要求,在互联网+新常态下对化工原理课程的教学模式进行创新,生活案例与基础知识相结合,工程案例与抽象设备相联系,学科前沿与工程观念相融合,思政元素与环保、可持续发展相契合,充分展现以兴趣导向为知识目标、以工程观念和创新思维为能力目标、以家国情怀和工匠精神为素养目标的培养理念。

1 化工原理课程概括及教学痛点

化工原理是化工、高分子和材料等专业的核心基础课程,该课程具有工程实践性强、模型抽象难理解、设备流程复杂和公式繁琐等特点。且计算过程与生产实际紧密结合,工程过程涉及参数不唯一,且参数由多因素确定,或是根据经验公式确定,计算过程常常涉及参数的预估、校核、试差等,进而导致计算过程繁琐复杂。对于未接触过实践的学生来说,学习难度大,工程概念问题又相对枯燥,由此引发以下几个教学痛点:1) 课程理论抽象,学生学习兴趣不高,课堂气氛不活跃;2) 单一授课模式使学生缺乏主观能动性、缺乏主动思考和归纳的能力;3) 缺乏创新思维意识,无法实现工程认证要求的分析和解决复杂工程问题的能力培养目标;4) 缺乏家国情怀、经济环保与可持续发展的工程理念。这些已成为新时代工程教育背景下,高素质应用型人才培养的瓶颈。

2 工程认证导向下化工原理持续改进的要求

依据工程教育委员会专业认证的要求,教学团队对已通过认证专业和未通过认证专业的教学大纲进行了重新修订,新修订的教学大纲充分体现了各专业的特色和要求,分别从知识、能力和素养三个目标入手(见表1,以化学工程与工艺专业为例)。其中知识目标为:了解化工单元操作的发展历程,掌握主要化工单元过程的原理和基础理论,掌握化工典型设备的构造、性能、作用原理及计算,为进行工艺设计打下坚实的基础;能力目标为:能运用化工原理基础知识和原理分析和解决化工单元过程在实际操作中出现的问題,培养学生解决复杂工程问题的能力,使学生具备一定的工程设计和工程实验能力,并寻求合理的解决复杂工程问题的方案;素质目标为:利用化学原理从源头上减少和消除工业生产对环境的污染,在解决实际问题时,充分考虑化工过程对社会可持续发展的影响。

表1 课程目标及支撑毕业要求

课程目标	支撑毕业要求	毕业要求指标点
知识目标	1. 知识体系	1.3 能够将化工专业知识运用到化工反应和分离过程中,用于推演、分析专业工程问题
能力目标	2. 问题分析	2.3 能够认识到解决复杂工程问题有多种方案可选择,会通过文献研究寻求可替代的解决方案
素质目标	7. 环境和可持续发展	7.2 具有环境意识,能够正确评估化工过程对人文、环境、健康以及区域可持续发展的影响,并能够做出评价

3 “五位一体”教学模式构筑与实践

3.1 结合专业特色,整合资源,实现生活案例与基础知识相结合

化工原理作为一门核心基础课程,在工程教育认证中至关重要,是培养应用型人才的关键。首先,根据林业高校的特色——木资源的提取与转化,全面分析各个专业的工程使用特点,结合课程学时数及培养大纲的要求,在“互联网+工程教育认证”新常态下找准指标点与课程的结合点,在内容上体现专业特色——特色产品所涉及的生产流程及应用,突出创新能力和复杂工程分析及解决问题能力的培养。其次,教学内容整合,以高分子材料与工程专业为例,该专业已通过工程认证,目

前处于持续改进阶段。如绪论中讲化工过程与单元操作,以聚乙烯生产流程为例,既体现了高分子材料的生产流程又讲解了化工过程与单元操作的概念与关系。流体流动中引入爬杆效应、无管虹吸及湍流减阻等内容,结合高分子材料的流体特性,以案例分析的形式展示流体流动的理论知识,既体现专业特色,又引入学科前沿。最后,通过互联网+工程教育认证收集并建立完善的与专业相吻合的案例分析库,以培养和提升学生理论与实践相结合、分析和解决复杂工程问题的能力,培养学生的工程观念、创新和工厂运营理念。

3.2 利用信息技术实现线上线下混合教学

充分利用互联网+大数据平台的优势,以实现大学生自主学习能力的培养和工程观念的强化训练。教学团队对教学方法进行创新,实现线上、线下融合式教学(图1)。课前教师通过线上下发任务,学生接受任务进行线上学习;课中教师进行重点知识讲解,同时还会针对课前下发的任务点在授课过程中采取基于问题的学习(PBL)、基于案例教学法(CBL)、以团队为基础的学习(TBL)、启发诱导与课程思政等混合式教学模式;进而通过问题启发、案例分析、团队协作和课程思政形式开展讨论活动;课后教师下发作业,学生接受任务提交作业,通过线上作业和线下作业的结合,展现互联网+大数据平台的反馈机制,通过大数据分析该创新教学模式的优势与存在的不足,发挥优势改进不足,并不断完善新的教学模式。此外,该课程教师团队采取理论与实践相结合,抽象与具体相结合,知识目标、能力目标与素质拓展相结合,同时结合线上扩展阅读和讨论模式打破时间、空间和地域的限制,并以QQ群答疑等辅助手段,全面打造应用型人才培养目标的多模态创新教学模式。以自己独有的教学风格和理念,营造学生喜欢的学习氛围,潜移默化地培养学生的爱国精神、民族意识以及不断创新勇于探索的工匠精神。

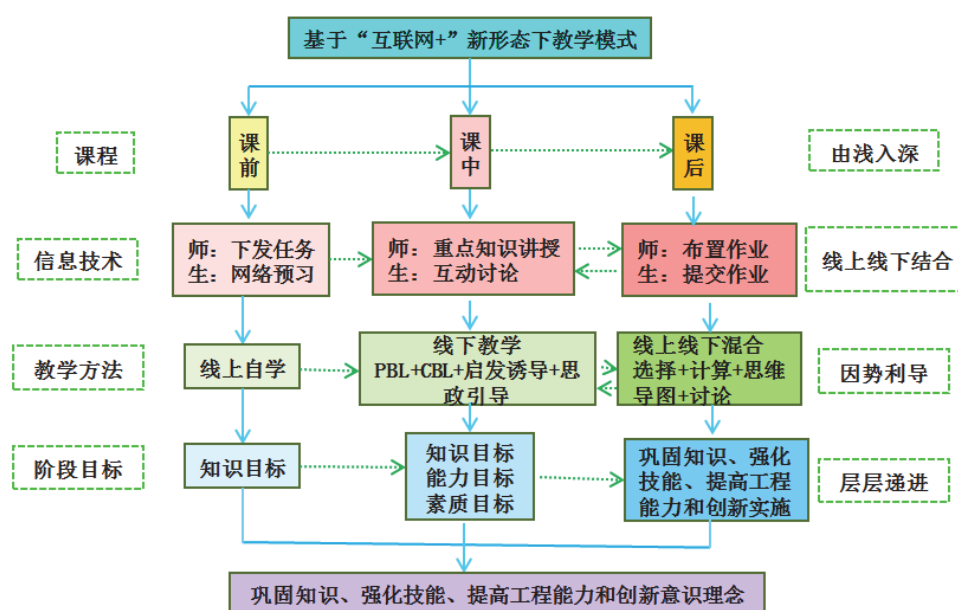


图1 创新教学模式流程图

3.3 双碳目标下项目式驱动教学实现科教融合

双碳目标下,践行绿色发展观、推动环保和可持续发展的理念,离不开理论与实践的结合,而作为化学与化工链接的桥梁,化工原理无疑在此起着关键性的作用^[5]。因此在课程讲授过程中以项目驱动的方式引入科学研究,让学生透过理论知识分析实践应用,做到理论与实践相结合、知识与学科前沿相结合,提高课程的高阶性和挑战性^[6]。如在讲蒸发时可以引入目前的科研前沿“海水淡化-热电-灌溉”一体化的蒸发系统作为项目驱动,激励引发学生利用所学理论知识分析和解决复杂

工程问题。讲传热时,引入木质素基气凝胶的隔热保温性能,强化学生查阅文献和知识应用的能力,让学生感受到知识就是力量的作用,进而喜欢该专业和该课程。在精馏一章时,通过互联网+环境在网络在线课程下发项目任务——查阅并研读木质素精炼文献,提炼蒸馏在其过程中的应用,提出多次流动还原催化分馏的概念,让学生进行分组讨论,并以讨论报告的形式提交作业,通过该项目驱动式教学不仅考查了知识点的灵活应用,同时也培养了学生的工匠精神及绿色环保的发展观。在课程讲授中引入科研实例,充分体现林业高校化工原理课程的专业特色,实现课程理论知识与专业前沿科研发展相互联动。

3.4 工程认证持续改进背景下思政引领与素质塑造相融合

作为工科的基础核心课程,化工原理是从基础理论向工程实践过渡的桥梁,其具有较强的应用实践性,因此培养学生的工程观念和解决工程实际问题的能力是本门课的首要任务。如何实现其“高阶性”和“两性一度”?培养具有良好价值观和工程观的工匠精神是课程思政的关键。本团队对思政采取的措施如下:首先,课程思政的要素挖掘,深入分析每一单元操作的特点,借助互联网收集与单元操作基础原理或基础原理形成的过程相关的思政元素;其次,对这些思政元素进行整合(表2),找出与之对应的工程实践案例,思政元素与案例分析相结合,培养学生的家国情怀、创新意识和践行绿色发展观的工程观念,树立正确的价值观;最后,结合思政元素,精心设计教学过程,提升教学质量。

表2 课程思政案例

章节	案例	素质目标
流体流动	南水北调、大禹治水	家国情怀
流体输送机械	离心泵的发展史	科研创新精神
非均相物系的分离	雾霾的治理	环保理念和担当精神
传热	保温材料、辐射制冷材料	双碳目标和科研创新精神
蒸发	海水淡化	创新意识和环保节能意识
蒸馏	酒水文化,生物质转化	家国情怀、双碳目标和工匠精神
吸收	酸雨的形成	践行绿色发展观和环保意识
萃取	我国稀土多级萃取技术	科研创新和工匠精神
干燥	白露节气与湿空气性质的关系	文化自信,家国情怀

3.5 利用网络课程实现教、学与考核相融合

优质课程离不开优质的教学资源和良好的教学模式,基于此,首先构筑完善的线上管理平台,对线上资源进行模块化划分,每一章节重点突出教学目标、重点、难点、教学课件、教学视频、扩展阅读、案例分析、思政元素讨论区,积极推进教学基础理论与实践的结合、复杂流程与抽象设备和动画与视频的结合、案例分析与思政元素的结合;其次,收集并逐渐完善贴合的案例分析和思政元素,在专业知识和工程能力的课程目标基础上融入思政教育,通过知识和思政的融合弘扬中国科技与文化。如流体流动与中国古诗词、大禹治水等。这些思政元素融入在线课程,可以让学生有充分的时间进行思考并加以应用;最后,建立完善的试题库与讨论专栏,扩展试题库的类型,充分体现工程教育认证的目标要求。

在考核方面,学生的最终成绩由平时成绩30%+阶段成绩20%+期末成绩50%,其中平时成绩由课前雨课堂推送的课前测评(5%)、课后在超星课程网站下发线下作业(20%)和超星课程网站讨论(5%)组成。线下作业题型有选择题、计算题、思维导图知识点总结,讨论以工程案例、科研前沿和名人理论与故事进行分组讨论,主要展现学生知识点的应用和价值观的塑造。阶段考试和期末考试

以闭卷形式考核, 试卷的类型由原来的选择题、填空题、计算题变为分析题、计算题加综合讨论题等形式, 逐渐加大工程分析和复杂问题的解决能力的考核。

4 结语

化工原理是一门抽象、复杂且工程实践应用性非常强的基础理论课程, 本文结合互联网+新形态下的信息技术手段提出了“五位一体”的创新教学模式, 通过生活案例分析、线上线下结合、引入科研动态、课程思政引领、网络课程辅助及考核方式多样化等多手段、多模式的相互融合, 使课堂形式多样化, 课程内容丰富化, 进而提高课程的高阶性和挑战度, 体现时代发展需求, 契合工程教育认证背景下的持续改进的要求, 使课堂活起来, 学生思维动起来。教师由原来知识的传授者逐渐转变为学生学习的引导者。该创新教学模式的实施, 对于学生工程意识的树立、能力目标的培养及素质目标的塑造起到了良好的导向作用。此外, 该教学模式充分利用了信息化技术, 使学生在接受课程目标的同时, 在科研和工程应用层面也起到了良好的辅助作用。

参 考 文 献

- [1] 高璟, 焦纬洲, 刘有智. 化工高等教育, **2021**, 38 (5), 60.
- [2] 程倩, 张继国, 陈欲晓, 李勃. 化工高等教育, **2020**, 37 (2), 122.
- [3] 牛古丹, 杨秀春, 鹿桂芳. 高教学刊, **2020**, No. 25, 96.
- [4] 赵苏亚, 田维亮. 大学化学, **2022**, 37 (11), 2205037.
- [5] 张杨帆, 杨静. 广东化工, **2022**, 49 (14), 217.
- [6] Miguel, Á. B.; Juan, S. S.; Nicolás, R.; Juan, C. C.; Luis, H. R. *Educ. Chem. Eng.* **2021**, 35, 8.