

面向工程教育认证的《高分子材料与可持续发展》教学改革

张贺新*, 杨建明*, 夏友谊*, 杨建国, 叶明富

安徽工业大学化学与化工学院, 安徽 马鞍山

收稿日期: 2022年8月25日; 录用日期: 2022年10月12日; 发布日期: 2022年10月20日

摘 要

工程教育认证体系是目前国际认可度最高的工程师资格和工程教育国际互认制度, 是实现国内外高校工科教育水准实质等效的重要基础。在该制度下, 专业课程如何实现OBE (成果导向)的教学理念成为当今各个高校教师的关注热点。为了使《高分子材料与可持续发展》课程能够支撑工程教育认证中提出的十二项毕业要求中涉及到“高分子专业领域相关的健康、环境、安全、社会可持续发展的影响”部分, 实现工程教育认证的理念, 笔者对所主讲的《高分子材料与可持续发展》课程教学现状及存在问题进行了分析, 并根据存在的问题进行了教学改革。本课程脱离了教材的束缚, 辅以国内外相关最新研究进展, 以及笔者所开展的相关项目实际经验, 并以大量项目图片、视频等进行系统讲解, 提升了学生的感官认识。

关键词

工程教育认证, 教学改革, 《高分子材料与可持续发展》

Teaching Reform of *Polymer Materials and Sustainable Development* for Engineering Education Accreditation

Hexin Zhang*, Jianming Yang*, Youyi Xia*, Jianguo Yang, Mingfu Ye

School of Chemical and Engineering, Anhui University of Technology, Ma'anshan Anhui

Received: Aug. 25th, 2022; accepted: Oct. 12th, 2022; published: Oct. 20th, 2022

*通讯作者。

文章引用: 张贺新, 杨建明, 夏友谊, 杨建国, 叶明富. 面向工程教育认证的《高分子材料与可持续发展》教学改革[J]. 创新教育研究, 2022, 10(10): 2479-2484. DOI: 10.12677/ces.2022.1010392

Abstract

Engineering education accreditation is currently the highest internationally recognized engineer qualification and international mutual recognition system for engineering education, and is an important foundation for realizing the substantial equivalence of engineering education standards in domestic and foreign universities. Under this system, how to realize the OBE (Outcome-Based Education) concept of courses has become a hot spot for teachers in various colleges and universities today. In order to enable the *Polymer Materials and Sustainable Development* course to support the twelve graduation requirements proposed in the engineering education accreditation, related to “Impact on Health, Environment, Safety, and Social Sustainability in the Field of Polymer Majors”, and realize the concept of engineering education certification, the author analyzes the teaching status and existing problems of the course *Polymer Materials and Sustainable Development* taught by the author, and carries out teaching reform according to the existing problems. This course is free from the constraints of textbooks, supplemented by the latest progress in relevant research at domestic and international, as well as the actual experience of relevant projects carried out by the author, and systematically explained with a large number of project pictures and videos, which enhances students' sensory understanding.

Keywords

Engineering Education Accreditation, Teaching Reform, *Polymer Materials and Sustainable Development*

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 工程教育认证背景及历史沿革

工程教育专业认证发源于美国[1], 历经 90 多年的发展, 英、法、俄、日等国都成立了工程教育专业认证组织机构, 积极开展工程教育的多边认证活动。1989 年, 以美国、英国、加拿大等 6 个国家民间工程专业团体发起和签署《华盛顿协议》作为基础, 开始在国际上进行工程专业本科学历的资格互认[2] [3]。

工程教育专业认证体系较短时间内在我国众多高校工科专业快速传播并得到广泛认可, 背后也体现出我国正全力推进工业化升级和改造, 大力培养大量高水平、高素养、奋斗创新型人才, 深入实施创新驱动发展战略, 建设创新型驱动国家。这也是在经济全球化和众多全球化大势下, 我国及时大力推动高等工程教育改革、建立与国际标准相适应的且可等效化的标准体系的必经之路, 并且这也是众多高校和工程专业对“中国制造 2025”发展战略的快速响应的体现[4]。

2. 安徽工业大学高分子材料与工程专业工程教育认证

我校(安徽工业大学)是一所以工为主, 具有鲜明行业特色的多科性大学, 是教育部“卓越工程师教育培养计划”实施高校、安徽省地方特色高水平大学建设高校。2002 年, 我校高分子材料与工程专业首次招生, 2015 年起, 我校高分子材料与工程专业开始准备进行工程教育认证, 对课程培养方案、课程体系设置、课程教学等进行了多次的系统性研讨与修订, 并于 2020 年获得受理, 工程教育认证专家进校考察, 并于次年通过认证。

根据中国工程教育专业认证协会《工程教育认证标准》中提出的要求, 高分子材料与工程专业设置了十二项毕业要求, 其中十二项毕业要求中有 3 项毕业要求(毕业要求 3, 6, 7, 见表 1)涉及到了高分子材料相关的健康、环境、安全、社会可持续发展的影响。

Table 1. Comparison between graduation requirements proposed in engineering education certification and graduation requirements of this major

表 1. 工程教育认证中提出的毕业要求与本专业的毕业要求对比

毕业要求	工程教育认证毕业要求基准	高分子材料与工程专业毕业要求
3	设计/开发解决方案: 能够设计针对复杂工程问题的解决方案, 设计满足特定需求的系统、单元(部件)或工艺流程, 并能够在设计环节中体现创新意识, 考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	设计/开发解决方案能力: 在考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素前提下, 能够设计针对高分子材料领域复杂工程问题的解决方案, 设计满足特定需求的系统、单元或工艺流程, 并能够在设计环节中体现创新意识。
6	工程与社会: 能够基于工程相关背景知识进行合理分析, 评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响, 并理解应承担的责任。	工程与社会: 能够基于工程相关背景知识进行合理分析、评价高分子材料工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响, 并理解应承担的责任。
7	环境和可持续发展: 能够理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	环境和可持续发展: 在解决高分子材料领域复杂工程问题中, 能够理解和评价专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。

有鉴于此, 为了使满足工程教育认证十二项毕业要求中对高分子材料相关的健康、环境、安全、社会可持续发展需求, 我校高分子材料与工程专业专门开设了《高分子材料与可持续发展》课程, 并将其设置为专业必修课程。此课程要求学生熟练掌握和应用基础的高分子专业和化学知识, 强化学生对高分子的绿色合成、高分子的加工环境改善、绿色高分子的开发与利用、高分子的循环利用四个方面的意识和能力培养。为了使能够形成良好的绿色可持续发展意识和提升综合设计及解决复杂工程问题能力, 这门课在教学模式上进行了改革与探索, 开展了多元化的教学方法, 充分地激发学生的兴趣和促进对已有知识体系的优化重组。

3. 《高分子材料与可持续发展》课程教学现状及改革

为了使满足工程教育认证十二项毕业要求中对高分子材料相关的健康、环境、安全、社会可持续发展需求, 以及专业认证的三个核心理念: “以学生为中心”、“成果导向”和“持续改进”, 课程内容涵盖环境与可持续发展: 一个关于高分子材料的战略性问题、高分子材料的绿色合成、高分子材料的绿色加工、发展绿色高分子材料、高分子材料的循环利用等方面。经过近 5 年教学实践, 笔者对所主讲的《高分子材料与可持续发展》课程教学现状及存在问题进行了分析, 并根据工程教育认证的理念对该课程的教学进行了改革。

3.1. 现有课程教学的现状以及存在的问题

3.1.1. 固定教材模式, 经验技术跟不上步伐

目前, 绝大多数课程教学往往会固定教材, 且内容较为基础, 部分技术已经革新, 无法与时俱进。这种教学方式在一定程度上让学生了解基础知识, 无法实现工程教育认证 OBE 的理念。在科技高速发展的今天, 新的技术、新的研究方法不断更新, 对高分子材料与工程专业领域的人才要求愈来愈高, 特别

是对学生能力的培养成为工程教育认证的一个重要理念。《高分子材料与可持续发展》课程是高分子材料与工程专业的专业课程，在学生掌握本专业基础知识的条件下，愈发需要更加专业、更加先进的理念与技术。例如，传统教材中的数据及相关案例有九十年代的甚至也有八十年代的，这些技术所遵循的理论虽然可以一直沿用，但其相关结果及技术已经过时，导致学生听课积极性也不高。因此，固定相关教材的教学理念已经不利于新时代高分子材料与工程专业领域人才的培养。

3.1.2. 理论与叙述性教学，感性认识不强

传统教学环节结束后，即便是认真听课的学生也不一定能够很好地把知识串联起来，更不用说是建立一个完整的知识体系。由于许多课程理论化内容较多，且多为书面的表述或者简单的一个插图，导致学生感性认识不足，仅通过教师的课堂讲述很难理解其实际应用或用途。

以《高分子材料与可持续发展》课程为例，传统教学方式是首先在绿色高分子材料部分讲述了聚乳酸的合成路线，学生通过《高分子化学》课程中讲述的开环聚合，了解了聚乳酸的合成工艺，并能够通过课程的讲述初步了解聚乳酸是可降解材料，降解后生成二氧化碳和水，然后植物通过光合作用继续生成乳酸等单体用于循环使用。然而，该传统教学方式看似合理，学生掌握了开环聚合技术，并知道了聚乳酸的应用领域，并能够理解聚乳酸是可降解的，但是在学生的脑海里并没有形成一个完整的工艺流程，在工业上乳酸的聚合到底是如何实现的，乳酸在降解过程是什么状态等等，其所学到的仍为知识，无法实现工程教育认证 OBE 的理念。同时，传统课程教学方式对学生的思维训练不足，在课堂上主要采用讲述知识点的方式进行，学生受老师的影响，仅仅为了应付考试而对知识点进行死记硬背，无法真正理解其内涵，思维难以进行扩展，无法满足工程教育认证的 OBE 理念。

3.2. 《高分子材料与可持续发展》课程的教学改革

3.2.1. 脱离教材束缚，创新教学方法

本专业《高分子材料与可持续发展》课程在第 7 学期开设，此时学生业已学习了包括四大化学、《高分子化学》、《高分子物理》等诸多课程，对相关基础知识有了一定的了解。鉴于工程教育认证的理念及要求，笔者在进行《高分子材料与可持续发展》课程授课过程中，没有征订教材，脱离教材束缚，选取当前最先进的科研成果及工业化生产技术进行多媒体讲解，教学内容来自于近年来国内外期刊论文、专利、研究生学位论文等网络资源。同时，课件中加入了大量的笔者在多年的可降解高分子领域的研究成果进行了相关的讲解，并加入了大量的实验数据、实验图片及视频。课件思路如下：按照高分子材料目前存在的问题，特别是对环境产生的影响问题展开，并提出如下四项解决思路：高分子材料的绿色化学合成、高分子加工的环境友好、发展绿色高分子及高分子的循环利用。

课堂主要采用多媒体辅助教学，课程采用启发式、问题式的教学方法，基于笔者多年的工程项目实际经验进行讲授，提升学生对高分子材料与可持续发展重要性的感性认识，并能够分析和评价高分子材料在生产过程中对社会、健康、安全、法律及文化的影响，以及这些制约因素对项目实施的影响，客观评价高分子材料生产和使用过程对环境和社会可持续发展的影响，评价产品周期中可能对环境造成的破坏，理解应承担的责任，并提出可能的解决方案。以第一堂课中讲述的高分子材料目前存在的问题为例，笔者通过网络搜索相关白色污染图片及焚烧视频开题，让学生通过图片及视频的内容进行思考，并进行课堂提问，让学生提出自己看到相关内容的感受，并根据学生在日常生活中的经历，提出自己认为高分子材料的发展方向。使学生能够认识到高分子材料在使用过程中对环境和社会造成的破坏，并能够理解其应承担的责任及作为高分子专业人才应当承担的重任。同时，本课程还邀请了马鞍山十七冶医院专家张岩主任对生物可降解高分子材料在医疗领域的应用进行了讲解，介绍了可降解缝合线在医疗上应用的优势，使学生能够直观认识到可降解高分子给人们带来的益处。

3.2.2. 紧密结合实际, 提升感性认识

《高分子材料与可持续发展》课程包括高分子材料的绿色化学合成、高分子加工的环境友好、发展绿色高分子材料及高分子的循环利用四大模块。模块既可以深入到机理, 也可以高至工业化规模。学生仅仅停留在理论认知和掌握无法体现工程教育认证的 OBE 理念, 工程专业的学生必须要有解决复杂工程问题的能力。因此, 高分子材料与工程专业的专业类课程大多由具有工程背景的教师进行授课。在《高分子材料与可持续发展》课程教学中, 笔者引入了大量的实际工业化现场试验视频, 学生观看后布置了相关的总结性作业, 作业体系包括写出自己对某个感兴趣领域的认知和个人收获、写一篇自己感兴趣相关领域的总结、通过高分子材料的回收利用思维对给定场景的材料组合进行综合设计。不仅可以使学生加深对高分子材料生产技术的深刻感性认知和可视化记忆, 同时, 培养了学生对高分子材料生产过程中涉及的环保技术的认识。本课程还穿插采用翻转课堂教学方式, 学生根据教师设置的综合性题目进行分组, 上讲台讲解自己所选领域的知识, 包括背景、现状、瓶颈、对环境的影响等, 并提出自己认为的解决方法。鉴于大多本科生对法律法规的认知匮乏, 课程体系设计时专门加入了大量的工程和环境等方面相关的法律法规, 简短的提出让学生有一定的法律法规意识, 并且鼓励学生学会利用自己所学的知识去解决问题, 大大提升了高分子材料与工程专业学生对该课程所学知识点感性认识及解决问题的理论实践经验。

学生在以往的学习中很少会关注到工程中环境的重要性, 这也是本门课的一大目标, 即让学生强化环境保护意识。在工程上, 学生不能仅仅只有能力, 还要拥有广阔的视野和宏大的思维体系。在课程中则是通过工程经验讲解、工厂实况图以及工业实际试验生产视频来拓宽学生思维, 提升学生的感性认识, 认识工业化与实验理论的差距。只有意识自然是远远无法达到工程专业对学生的要求, 学生还应具有足够的能力去解决环境问题和实现高分子材料的可持续发展。意识层面是通过不断地重复环保的重要性和环境破坏已带来的危害来实现, 具体的是通过图片、视频以及讲解来实现。通过感官性更强的图片、视频, 辅以具有工程背景教师的讲解, 进一步提升了学生的感官认识, 同时, 提升了学生的整体思维。能力层面则是通过多元化途径来进行, 例如: 学生对给定问题进行机理分析, 不断提升学生的分析和知识运用能力。学生对给定生活环境所含的高分子材料进行绿色循环利用设计, 以提高学生的图片元素分析及整合的综合设计能力。

4. 结束语

高分子材料的应用几乎可以渗透到生产、生活的各个领域, 高分子材料与工程专业人才所需承担的使命也是不言而喻的。特别是在工程教育认证背景下, 打破传统的教育教学模式, 面向全体学生, 通过对教学内容、教学方法进行改革, 开展以 OBE 为基础理念, 通过启发式教学、问题式教学进行学习兴趣的引导, 辅以教师的工程实践经验及相关工程视频, 提高学生感性认识, 注重学生能力的培养, 提高课程教学质量, 使学生更好地适应经济社会发展的需要。

基金项目

教育部产学合作协同育人项目(202102028040), 安徽高校省级教学研究项目(2020jyxm0216), 安徽工业大学校级教育教学研究项目(2020jy25), 安徽高校校企合作实践教育基地(2020sjjd017)。

参考文献

- [1] 陈春晓, 于东红. 我国工程教育专业认证的发展历程及现状分析[J]. 中国电子教育, 2014(3): 4-7.
- [2] 修开喜. 中美工程教育专业认证体系的比较研究[D]: [博士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2013.

- [3] 程廷廷. 基于工程教育专业认证的专业持续改进机制研究[D]: [博士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2019.
- [4] 孙虹, 刘建中, 刘沛平, 等. 《中国制造 2025》背景下基于产教融合协同创新视域的新工科实践教学体系研究与构建[J]. 教育教学论坛, 2020(49): 299-300.