

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2019.08.022

# 新工科背景下的食品工程原理教学模式 改革及评价体系构建<sup>①</sup>

贺羽, 王帅, 宋慧

徐州工程学院 食品(生物)工程学院/江苏省食品资源开发与质量安全重点建设实验室, 江苏 徐州 221018

**摘要:** 结合国家教育部对“新工科”建设的新要求, 以食品科学与工程专业在工程教育认证过程中开展的课程改革为切入点, 基于以学生为中心、产出导向教育和持续改进3大工程认证核心理念, 在课程目标制定、教学改革实施和课程达成评价方面探索本专业核心课程《食品工程原理》的教学思路和措施, 以期应用型本科院校的教学改革和持续发展提供参考和借鉴。

**关键词:** 工程教育认证; 应用型本科院校; 课程改革; 食品工程原理

**中图分类号:** G642

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-5471(2019)08-0134-05

自2016年6月正式加入《华盛顿协议》, 标志着我国的工程教育得到了世界高等教育强国的认可, 这一历史性的跨越不仅为中国高等工程教育学子在国际舞台上提供了通行证, 也为我国工程教育的改革发展提出了更高的要求。面向全国工程(工程类)专业开展工程教育专业认证的根本目标是提升我国高等工程教育质量, 培养适合经济社会发展的高水平工程专业从业人才, 并不断提升我国工程教育的国际竞争力<sup>[1-2]</sup>。2017年2月18日, 教育部在复旦大学召开了高等工程教育发展战略研讨会, 达成了《“新工科”建设复旦共识》。2017年4月8日, 教育部在天津大学召开新工科建设研讨会, 形成了《“新工科”建设行动路线(“天大行动”)》。“复旦共识”和“天大行动”对高等工程教育提出了新要求、新思路, 如何适应新环境、新常态是高等教育, 特别是工程教育面临的新挑战、新考验。进行专业建设和人才培养时要秉持以学生为中心、产出导向教育和持续改进3大质量文化理念, 实现以学生发展为中心的培养目标制定、毕业要求分解、课程体系设立、师资队伍建设和支持条件完善的全过程持续改进, 将国际高等工程教育公认的先进理念融入专业建设的所有环节。

应用型本科院校的建设作为国家战略部署, 定位增强区域性经济社会发展服务能力, 促进经济结构和产业结构的优化升级, 其在高等教育中的重要性不言而喻<sup>[3]</sup>。相较于研究型大学, 应用型本科院校以应用型高等教育为主, 着力培养具有实践能力突出、综合素质高和创新能力强, 且面向企业行业生产、管理一线的应用型人才, 毕业生在毕业5年左右能够达到工程师的水准<sup>[4]</sup>。不断提升应用型本科院校工程(工程类)专业学生的工程能力, 不仅能够增强毕业生在社会中的职业竞争力, 为社会输出更加高端的综合性工程技术人才, 更能为区域性社会经济的持续发展提供后劲。

食品科学与工程作为应用型较强的学科, 其毕业生多数为生产一线的高素质专业人才, 是我国食品工业健康和持续发展的动力和活力源泉<sup>[5-6]</sup>。因此应用型本科院校需要着重培养学生具备高度社会责任感、深厚文化底蕴和专业素养, 具有数学、自然科学、工程科学等知识, 熟练掌握和运用食品科学与工程的专

① 收稿日期: 2018-04-27

基金项目: 江苏省高校品牌专业建设工程资助项目(PPZY2015B153); 徐州工程学院教研课题(YGJ1737)。

作者简介: 贺羽(1986-), 女, 讲师, 博士, 主要从事食品安全与质量控制的研究。

通信作者: 宋慧, 教授。

业理论, 成为食品新产品开发、食品工程设计、食品安全控制与管理能力的应用型工程技术人才<sup>[7]</sup>。以工程教育认证为推手, 围绕认证标准的 7 个一级指标和 39 个观测点及食品科学与工程专业补充标准中的 3 个一级指标和 11 个观测点建设专业和培养学生, 增强毕业生分析、设计、研究和解决复杂食品工程问题的工程能力, 为应用型本科院校食品科学与工程专业人才培养模式的改革指明了方向。

食品工程原理属于食品科学与工程专业的工程类基础课程, 是学生在课程体系中所接触到的第一门与食品工程直接相关的课程, 主要研究食品加工过程中各单元操作的基本原理、典型设备及工艺计算等内容, 是进行食品机械设计、选型和工艺实施的基础<sup>[8]</sup>。在应用型本科院校中开展基于工程教育认证理念的《食品工程原理》课程改革, 对于培养学生扎实的工程理论基础和敏锐的工程意识具有重要意义。

## 1 以毕业要求为导向制定课程目标

成果导向(简称 OBE)是工程教育认证核心理念之一, 在培养学生的过程中强调教育输出, 即重视学生学到了什么和学生经过培养后具备什么样的素质和能力, 而工程教育认证标准对成果导向最直接体现在毕业要求的实现上, 学生在经过 4 年的高等工程教育培养后, 能够达成华盛顿协议认可的 12 条毕业要求<sup>[9]</sup>。其中专业能力包括认证标准“1. 工程知识”“2. 问题分析”“3. 设计/开发解决方案”和“4. 研究”; 通用能力包括认证标准“5. 使用现代工具”“9. 个人和团队”“10. 沟通”和“11. 项目管理”; 责任感和素养包括认证标准“6. 工程与社会”“7. 环境和可持续发展”“8. 职业规范”和“12. 终身学习”。每条毕业要求又可以分解为多项指标点, 根据每项分解指标点设置不同的课程完成支撑, 实现课程体系的系统设置, 最终保障毕业要求的达成。在工程教育认证中, 毕业要求作为课程体系实现的成果, 每门课程的教学目标和内容也需以毕业要求为导向进行制定。

课程目标是指导整个课程编制过程最为关键的准则, 它从课程的角度规定了人才培养的具体规格和质量要求, 是课程设置的直接目标, 是课程计划的重要组成部分, 只有确定了课程目标才能进行后续教学环节的设计。工程教育认证的背景下, 课程目标的设定需要围绕以下原则: 第一, 依据学校定位、专业培养目标和毕业要求, 结合课程体系的设置及课程自身的特点编制课程目标; 第二, 课程的教学目标必须完全覆盖课程支撑的毕业要求分解指标点, 课程目标也可分解为多项清晰的二级目标, 如按照专业知识目标、专业技能目标和专业素质目标区分, 或按照相关知识点设置模块化的二级指标等。

以工科为主的区域性应用本科院校, 专业的培养目标定位具备高度社会责任感、深厚文化底蕴和专业素养, 具有数学、自然科学、工程科学等知识, 熟练掌握和运用食品科学与工程的专业理论, 具备食品新产品开发、食品工程设计、食品安全控制与管理能力的应用型工程技术人才。参照工程教育认证的 12 项标准, 专业共制定了 35 项毕业要求分解指标点, 其中食品工程原理课程支撑人才培养方案中毕业要求的 5 大项(第 1, 2, 3, 5 和 11 项)和分解指标点的 8 小项见表 1。

表 1 食品工程原理课程支撑的毕业要求指标点

毕业要求认证标准	毕业要求分解指标点
毕业要求 1 工程知识	指标点 1.2 能针对一个系统或过程建立合适的数学模型, 并利用恰当的特定条件求解
	指标点 1.3 能将工程和专业用于表述、判别食品加工过程的问题和优化途径
毕业要求 2 问题分析	指标点 2.1 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理对复杂食品工程问题进行识别、表达、判断和分解
	指标点 2.2 能够应用自然科学和工程科学的基本原理识别和判断影响分解后复杂食品工程问题的关键环节和参数
	指标点 2.3 能够应用数学和工程科学的基本原理对分解后的复杂食品工程问题进行表达和建模
毕业要求 3 设计/开发解决方案	指标点 3.2 能够通过建模进行工艺计算、设备设计计算
毕业要求 5 使用现代工具	指标点 5.2 能够模拟单元操作过程, 选择和应用恰当的工具和信息技术, 计算并预测结果, 理解与实际工程的差异
毕业要求 11 项目管理	指标点 11.1 理解并掌握食品工程管理原理与经济决策方法

本专业食品工程原理课程的任务是研究和介绍食品工业生产中传递过程与主要单元操作的基本原理、它们的内在规律、常用设备及过程计算方法,使学生掌握常用的工程方法,具备运用工程方法解决生产实际问题的能力;掌握传递过程及单元操作的基本原理,学会运用其基本理论解决食品工业生产中的一般工艺计算和常用设备的选型配套计算等工程问题。分别从专业知识目标、专业技能目标和专业素质目标进行展开并对课程的教学目标进行设定,如专业知识目标包括“1.1 掌握食品加工过程中有关流体流动及输送机械、机械分离、传热、蒸发、吸收、蒸馏、干燥、结晶与膜分离等常见单元操作的概念、基本理论和基本规律,理解典型设备的工作原理、结构、主要性能参数及选型”等。专业技能目标包括“2.1 掌握典型单元操作通用设备的基本构造,理解其工作原理,结合食品领域专业知识对单元过程的典型设备具备基础的分析判断能力”等。专业素质目标包括“3.1 具备基本的数据摄取能力和分析解决生产实际中有关单元操作的工艺优化及设备故障等的能力,具备初步的工程思维和现场组织与技术管理能力”等。将专业的教学目标分解为 3 大类 10 小项二级指标点,分解过程中要结合毕业指标点的要求和课程内容,并保证所有的毕业要求分解指标点具有课程教学目标支撑,分解后的课程目标对毕业要求分解指标点的覆盖情况见表 2。

表 2 食品工程原理课程目标对毕业要求的支撑情况

毕业要求指标点	专业知识目标				专业技能目标			专业素质目标		
	1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2	3-3
指标点 1.2								√		
指标点 1.3	√				√			√		
指标点 2.1	√				√			√		
指标点 2.2	√				√			√		
指标点 2.3			.....			.....			.....	
指标点 3.2	√				√			√		
指标点 5.2					√			√		
指标点 11.1								√		

完成课程目标的一次分解后,根据分解的课程目标设计每个章节或每学时的教学内容、重难点、教学设计和考核方式等,也可以将分解后的教学目标进行二次分解,进一步细化教学目标,形成细化后的三级课程目标与毕业要求分解指标点的支撑对应。课程教学目标细化的程度越高,越能保证课程对毕业要求分解指标点支撑的实现,进而保证学生毕业要求的达成。

## 2 以学生发展为中心实施教学改革

工程教育认证最核心理念和目的是以学生发展为中心,教育教学改革的手段和方式多种多样,但根本目的都是为了促进学生能力的培养,学生的表现才是评价的核心,而且是要求面向全体学生,以学生是否获取相应的素质能力或达到需要的毕业要求作为成功与否的判断标准<sup>[10]</sup>。在制定课程教学目标的基础上,设计学习活动、改革教学方法和设置考核方式等环节均需要考虑以学生为中心,表现在如何能让学生取得设计好的学习成果,如何能够有效地帮助学生取得学习成果,如何评价学生是否取得成果。

针对不同的知识点或训练环节,学习活动的设计应当灵活丰富,但要时刻以学生获得更多的成果为主要目的,体现在所有的活动必须支撑相应的课程教学目标和毕业要求,能为学生最终实现毕业要求服务。例如作业的设计形式可以多种多样,以传统作业为主的概念题、判断题、分析题和计算题等,也可利用网络 app(超星学习通、蓝墨云班课等)布置教学视频、教案、期刊图书等的学习,但所有作业的内容需要围绕学生达成毕业要求分解指标点展开。例如,毕业要求分解指标点“2-2 能够应用自然科学和工程科学的基本原理识别和判断影响分解后复杂食品工程问题的关键环节和参数”和课程目标“2.1 掌握典型单元操作通用设备的基本构造,理解其工作原理,结合食品领域专业知识对单元过程的典型设备具备基础的分析判断能力”的作业设计环节,针对流体输送中液体输送离心泵的工作原理和选型,可以在 app 中布置学生观看视频动画“不同离心泵的工作原理和性能特点”,并让学生选择适合酸奶输送的离心泵。

案例教学和课程项目设计等学习活动,除以上要求外还应当注重培养学生解决复杂食品工程问题的能力。能够针对复杂工程问题进行识别、表达、分析、设计解决方案和研究,是工程教育认证通用毕业要求中

对毕业生能力水平层次提出的要求, 需要学生能够在面对涉及多方面技术、工程和其他因素的问题中深入运用基本工程原理予以解决<sup>[11-12]</sup>。这一要求需要我们教师在食品工程原理日常的教学活动中不断体会、思考、总结、凝练和探索, 巧妙设计带有复杂食品工程问题的教学案例和课程团队项目, 促进学生对食品中常见复杂工程问题的思考, 引导学生将复杂工程问题拆分并运用基本的食品工程原理进行归纳、建模、系统性地分析和决策。例如, 探究式课程项目“不同植物蛋白原的饮料板式杀菌换热器的设计”, 提出饮料生产厂商对豆乳类饮料、椰子汁和杏仁露的杀菌问题, 分小组查询、搜集和分析相关资料, 进而提出推测和假设, 在老师的指导下设计实验并利用虚拟仿真实验室寻求证实, 完成信息和数据处理, 并通过小组汇报的形式给出结论。让学生在掌握专业技术的核心原理或方法的基础上, 积极参与项目中问题的提出、分析、证实和表达的全过程, 从而实现知识的理解、应用和内化。

坚持以学生发展为中心的核心理念, 在学习活动、教学方法设计和改革的同时, 针对支撑不同课程目标和毕业要求分解指标点的学习活动, 必须系统合理地实施考核, 制定具有学生学习导向性的评分标准并不断完善和细化。例如在对作业进行考核时, 考核标准可以设立得更加清晰明了, 设置作业完成进度、基本概念掌握程度、解决问题方案正确性和提出不同解决问题方案等多个指标并赋予其加权系数, 指明不同分数区间的各个指标的判断标准, 如 80~100 分考核档 4 项指标的评判标准依次为提前完成, 80% 以上的概念清晰, 方案解决问题 80% 以上, 能提出多种有效的解决方案; 0~39 分考核档 4 项指标的评判标准依次为补交, 40% 以下的概念清晰, 不能指定方案和不能提出不同的解决方案。此外, 课程考核试卷可以利用试卷蓝图法展开设计, 但学生期末的课程总成绩必须由学生各个学习活动的考核成绩共同组成, 而且需要覆盖课程的教学目标和毕业要求支撑指标点(表 3)。

表 3 食品工程原理课程考核对毕业要求的支撑

毕业要求指标点	期末考试		平时考核	
	考核方式	分值	考核方式	分值
指标点 1.2 能针对食品加工过程建立合适的数学模型, 并利用恰当的特定条件求解	选择题 4(2 分) 填空题 2(2 分) 计算题 1(10 分)	14	作业 1(5 分) 单元测验 1(7.5 分) 视频学习(5 分)	17.5
指标点 1.3 能将工程和专业知用于表述、判别食品加工过程的问题和优化途径	选择题 6(9\10\11(8 分) 填空题 7(1 分) 简答题 3(5 分)	14	作业 2(4 分) 单元测验 2(6 分) 探究式项目(20 分)	30
	.....			

### 3 以持续改进为目的的评价课程达成

持续改进的理念贯穿于工程教育认证的全过程, 或者说工程教育认证的过程就是一个持续改进的过程<sup>[13]</sup>。对于工程教育认证而言, 上完一节课、组织完一次教学活动、批完一次报告、考完一次试, 教师的任务只是完成了一半, 需要基于学生学习成果导向进行课程达成度评价, 总结、反思并持续改进之。

每一个教学环节或课程考核结束后, 搜集所有学生取得的实际学习成果, 包括网络 app 平台数据(含讨论、视频学习、单元测试等)、作业、项目设计报告、课堂表现、考勤和考试等考核项目的得分, 给出基于课程目标的毕业要求达成度评价结果。例如, 在毕业要求指标点 1.2 中期末考核和平时考核的总分值分别为 14 分和 17.5 分, 假设所有学生的总平均得分为 10 分和 13 分, 期末考核和平时考核的占比为 6 : 4, 计算该指标点的达成度为  $(10 \times 0.6 + 13 \times 0.4) / (14 \times 0.6 + 17.5 \times 0.4) = 0.727$ , 参照以上计算分别得到不同指标点的定量式课程达成评价结果。

此外还可以通过网络 app 平台生成课程的满意度调查问卷, 让学生匿名对任课教师的教学态度、教学设计、学习指导和教学水平等项目进行定性或描述性评价, 鼓励学生对课程的所有环节提出建议和想法, 并对学生的调查问卷形成课程达成评价结果。

以定量式课程达成评价结果为依据, 寻找毕业要求指标点达成的薄弱环节并指出存在的问题, 结合二级或三级课程目标和调查问卷形成的课程达成评价结果, 从教学方法、教学内容、考核内容形式和课程建设等多方面进行总结反思, 提出改进措施或方案, 形成课程达成度分析报告, 在下一轮课程教学中进行改

进,并按照此模式形成“评价—反馈—改进—再评价—再改进”的螺旋式闭环的课程质量提升机制,最终实现课程教学的不断改革和创新。

## 4 结 语

在我国重点建设一流大学和一流学科的大背景下,应用型本科院校中的工程类专业应当把握工程教育认证的契机,以毕业要求为导向制定课程目标,以学生发展为中心实施教学改革,以持续改进为目的评价课程达成,主抓课程教学的改革和质量改进,推进专业水平的持续提高,以人才培养为核心打造工程教育的一流本科专业。

### 参考文献:

- [1] 林 健. 工程教育认证与工程教育改革和发展 [J]. 高等工程教育研究, 2015(2): 10-19.
- [2] 蒋宗礼. 本科工程教育: 聚焦学生解决复杂工程问题能力的培养 [J]. 中国大学教学, 2016(11): 27-30, 84.
- [3] 涂宝军, 王 峰. 新建本科院校向应用型高校的转型发展 [J]. 江苏高教, 2016(5): 84-87.
- [4] 陆 勇. 浅谈工程教育专业认证与地方本科高校工程教育改革 [J]. 高等工程教育研究, 2015(6): 157-161.
- [5] 刘 慧. “互联网+”时代高校 O2O 智慧教学平台建设 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2017(13): 268-271.
- [6] 陈桂梅. 学生学习结果评价与教学适应机制的研究 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2017(4): 203-206.
- [7] 朱英莲. 网络教学平台在高等教育体制改革中的重要作用与实践——以食品微生物检验课程为例 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016(9): 238-242.
- [8] 唐仕荣, 宋 慧, 陈尚龙. 基于“卓越计划”的食品工程原理实验教学模式改革初探 [J]. 科技视界, 2014(28): 95-96.
- [9] 李志义. 解析工程教育专业认证的成果导向理念 [J]. 中国高等教育, 2014(17): 7-10.
- [10] 李志义. 解析工程教育专业认证的学生中心理念 [J]. 中国高等教育, 2014(21): 19-22.
- [11] 赵 爽, 罗 莹, 蒙 山, 等. 专业认证标准下病理生理学融 Sandwich 形式案例教学应用探索 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2017, 42(11): 152-157.
- [12] 肖富元, 熊海灵, 赖 红, 等. 基于“案例和项目驱动+在线辅助”的软件需求工程课程双语教学模式的探索与实践 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2018, 43(2): 154-161.
- [13] 李志义. 解析工程教育专业认证的持续改进理念 [J]. 中国高等教育, 2015(15): 33-35.

## Curriculum Reform and Evaluation System Construction of Food Engineering Principle Based on the New Engineering Accreditation

HE Yu, WANG Shuai, SONG Hui

*College of Food (Biological) Engineering / Jiangsu Key Construction Laboratory*

*of Food Resources Development and Quality Safe, Xuzhou University of Technology, Xuzhou Jiangsu 221018, China*

**Abstract:** It is one of the effective ways to promote the professional comprehensive strength by promoting engineering education accreditation in application oriented institutes. Food science and engineering in Xuzhou University of Technology has passed the accreditation, and in this paper the curriculum reform of food engineering principle was discussed closely around establishing curriculum goals, implementing teaching reformation and evaluating achievement of course. All these works were executed based on three core ideology of engineering education accreditation including student centered, outcome based education and continuous quality improvement. This may providing the reference for future sustainable development and curriculum reform to application oriented institutes.

**Key words:** engineering education association; application oriented institutes; curriculum reform; food engineering principle