



基于成果导向教育理念的“微生物工程工艺与设备”课程教学改革与实践

阎欲晓 栗桂娇 莫柏立 张锡贞 蒋承建*

广西大学生命科学与技术学院 广西 南宁 530004

摘要:“微生物工程工艺与设备”课程是生物工程专业的核心课程,具有较强的实践性和应用性。将成果导向教育理念引入到该课程教学改革中,围绕三个方面进行:明确课程培养学生的能力,制定课程的预期学习产出;在预期学习产出的基础上优化教学过程,通过整合教学内容,构建“课堂理论强化—网络教学平台—现场教学—仿真模拟”多元立体化教学平台,强化学生的主体地位,实现预期学习产出;建立合理的学习考评体系,评估学习产出,促进课程持续改进。

关键词:微生物工程工艺与设备, 成果导向教育, 课程改革, 多元立体化教学平台

Reform and practice in Microbial Engineering Technology and Equipment teaching based on outcome-based education theory

YAN Yu-Xiao SU Gui-Jiao MO Bai-Li ZHANG Xi-Zhen JIANG Cheng-Jian*

College of Life Science and Technology, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530004, China

Abstract: Microbial Engineering Technology and Equipment is a core course in bioengineering majors, which highly emphasizes the development of practical knowledge and applied skills. The theory of outcome-based education (OBE) was adopted necessarily in this college course teaching reform emphasized in three key points: 1) to clarify the ability of the students in the course and then formulate the expected learning outcomes; 2) to optimize the entirely teaching process, including the integration of instructional contents, and finally a multiple complex teaching-learning platforms of “Class theory teaching – Learning in the network – On site teaching – Computer simulation” would be constructed successfully; 3) to diversify student-orientated pragmatic and real-time evaluation methodology to promote continued improvement of instruction and educational alignment. Through these reforming strategies, we could leverage the students self-paced learning skills, and thereby promote a higher level of excellence in college biology curriculums.

Keywords: Microbial Engineering Technology and Equipment, Outcome-based education, Course reform, Multiple complex teaching-learning platforms

Foundation items: Higher Education Undergraduate Teaching Reform Project of Guangxi Province (2019JGB107, 2017JGA128)

*Corresponding author: Tel: 86-771-3270736; E-mail: jiangcj@gxu.edu.cn

Received: 10-11-2019; Accepted: 27-12-2019; Published online: 04-01-2020

基金项目: 广西高等教育本科教学改革工程项目(2019JGB107, 2017JGA128)

*通信作者: Tel: 0771-3270736; E-mail: jiangcj@gxu.edu.cn

收稿日期: 2019-11-10; 接受日期: 2019-12-27; 网络首发日期: 2020-01-04

成果导向教育(outcome-based education, OBE)是一种以学生为中心、以学习产出为导向的先进教育模式^[1]。成果导向理念将传统教学以“教师教学”为主体、以“教学内容”为导向改变为以“学生学习”为主体、以“学生预期能力获得”为导向^[2],将教学的重点聚焦于“学生产出”,以此来组织教育活动的各个环节,注重学生创新、实践等能力的培养,突出能力本位教育。

随着微生物工程产业的迅猛发展,社会对生物工程方面专业人才的需求已由理论研究型人才逐渐转向应用创新型人才^[3],用人单位不仅要求毕业生具备熟练掌握与灵活运用微生物工程知识的能力,还要求具备较强的实践能力、动手能力、创新能力和团队协作能力。OBE 教育理念代表了工程类专业教育改革的主流方向,是一种面向产业需求、强调能力培养和能力训练的教育模式,契合微生物工程行业对人才培养的需求。

“微生物工程工艺与设备”课程是生物工程专业的核心课程,该课程将现代微生物技术原理与工程学原理相互交叉与融合,从微生物工程的范畴出发,阐明生物产品生产的工艺原理和微生物工程产业设备的工作原理、结构、操作、设计、工程放大以及设备选型,具有明显的工程化特色。在深刻理解 OBE 教育理念基础上,以学生未来就业岗位需要与职业发展为导向,以“成果导向”模式改革微生物工程与设备课程,明确课程学习对学生培养成效的贡献度,以此为依据设计学习目标、教学内容、教学方式以及考评方法,持续改进教学质量。

1 明确课程目标,建立与专业培养能力的关联,定义学习产出

成果导向教育的一个重要原则就是反向设计、正向实施^[4-5],设计过程为:根据需求确定专业培养目标,根据培养目标确定毕业要求,根据毕业要求确定能力指标点^[6],能力指标点需要映射到各门课程目标(预期学习成果)来达成。

课程培养目标涉及到学生、教师和用人单位等

多方利益,应该由教育者和利益相关者共同参与课程教学改革。我们通过对用人单位的走访、学生的问卷调查以及教师参与行业教学、科研会议获得的信息,以社会对生物工程人才的需求结合生物工程专业的培养目标,反向设计教学过程,重构微生物工程工艺与设备课程的目标定位,明确学生毕业时通过本课程的学习和培养所能达到的“知识、能力、素质”要求,并按照本课程与本专业毕业要求的支撑关系将预期的学习产出分解为能力指标点,见表 1。教师利用这些指标点宏观把握教学进程,围绕学生的最终“成果”来组织和开展教学,引导学生有目的地学习,并通过有效合理的课程考评机制判断学生培养目标的达成情况。表 2 列举了微生物工程工艺与设备课程中生物反应器篇的教学内容、教学策略对课程目标的支撑关系。

2 优化教学过程,实现预期学习产出

2.1 整合教学内容,强调与其他课程的协调性

OBE 理念强调教学的协同性,为了学生达成顶峰成果的共同目标,要求教师之间协同合作来设计和实施课程教学,强调知识整合而不是知识割裂^[7]。微生物工程工艺与设备课程组成员在备课过程中多次与“化工原理”“微生物学”“生物下游技术”及“生物工厂设计”等相关课程的任课教师进行沟通协调,理清与相关课程之间知识点的交叉和联系,精简了互相重复的内容,在授课时强调知识单元之间的联系,有助于学生将所学习的课程有机组织起来,由点连成线、由线连成面,在头脑中形成有效的知识结构,而不是课程知识的简单堆积。例如讲授“培养基的设计与灭菌”这章时,对微生物学课程中已经详细讲授过的知识点(如微生物培养基的成分、微生物培养基的种类)只进行简单回顾,重点讲解工业微生物培养基的制备、设计及优化;在讲授“微生物发酵产物的分离纯化设备”环节时,有选择性地删除或减少纯理论知识点(生物分离工程原理、化工单元操作原理)的介绍,重点讲解设备工作原理、结构计算和选型及工程应用实例等,引导学生

表 1 能力指标点与毕业要求和课程目标(预期学习成果)的关系

Table 1 Relationship between ability objectives and graduation requirements, and between ability objectives and course intended learning outcomes

毕业要求 Graduation requirements	能力指标点 Ability objectives	课程目标(预期学习成果) Course objectives (course intended learning outcomes)
1. 工程知识 Engineering knowledge	具备生物工程专业领域内核心知识, 掌握专业技术知识 Possessing core knowledge and technical skills of bioengineering	(1) 掌握微生物发酵生产工艺过程基本原理、方法、规律; 掌握微生物工程设备的结构、工作原理、使用特点 (1) Solid understanding of the basic principles, process, and characteristics of micro fermentation process, as well as its equipment and system, including equipment structure, working principle and operation
2. 问题分析 Problem-solving ability	(1) 能够根据工程科学的基本原理识别和判断微生物工程产品生产过程的关键环节和参数 (1) Ability to identify and assess the key steps and parameters in a microbial engineering production line by applying the basic science of engineering (2) 具有较强的工程分析推理能力, 对复杂微生物工程问题进行识别、表达和分析, 获得结论 (2) Strong engineering analyzing and reasoning ability to identify, characterize, analyze, and draw conclusion on a complex microbial engineering project	(2) 应用理论和技术分析和解决微生物工程中生产技术问题; 正确进行发酵罐等主要设备的选型、放大和计算, 具备运用所学的微生物工程相关课程配备各技术所需设备的能力 (2) Ability to address and solve the technical issues of a micro engineering production process; ability to select, scale up and calculate the designing parameters of reactor and other key fermentation equipment
3. 研究 Research ability	能够针对生物工程具体问题, 通过文献研究或相关方法, 分析复杂工程问题, 提出解决方案 Ability to propose solutions to the challenge of specific complex bioengineering project through literature review and research	(3) 能够进行微生物工程的工艺优化; 运用所学的微生物工程的理论知识分析和解决生产实际问题 (3) Ability to apply the theories and principles of microbiology engineering to analyze and solve production issues, and optimize/upgrade the production process

重点分析工艺技术条件与设备之间的关系, 思考设备选型及计算过程中的工程问题, 以提高学生工程应用能力。

2.2 多元化教学策略

构建“课堂理论强化—网络教学平台—工厂现场教学—虚拟仿真教学”的多元立体型教学体系, 将“教”与“学”从课堂内向课堂外延伸、从教室转至工厂车间。

2.2.1 建构“双主互动”的教学模式

采取“主导与主体”的教学理论, 教师是教学活动的组织者和学习情境的创设者, 激发学生的求知欲, 引导学生对问题进行主动探索, 获得发现问题、分析问题、处理问题、沟通交流、创新等能力。

(1) “双主互动”模式下的研讨式教学

在“双主互动”模式中, 灵活创设问题情境较为关键, 可以从两方面入手^[8]: 一是从教学内容的重点和难点出发确定需要探究的问题, 帮助学生掌握

知识点; 二是从微生物工程实践中寻找与微生物工程工艺与设备课程相关的知识点, 发现有价值的问题。例如在介绍好氧发酵设备时, 针对在发酵过程中容易发生染菌的现象提出问题, 要求学生从设备角度出发, 探讨哪些设备和部件容易引发染菌, 以及如何解决。在教师导向作用下, 激发了学生主动参与解决复杂工程问题的兴趣和积极性, 增强了发现问题和解决问题的能力。

(2) “双主互动”模式下的案例式教学

案例教学法是工科课程教学中必不可少的部分, 其核心是理论联系实际, 在采用案例教学法教学时, 选取能够反映生物工程行业技术发展和创新的典型案例, 把枯燥的设备融入具体的产品工艺技术路线中去, 结合具体的工程实例组织学生进行分析讨论, 提出解决方案。在对案例进行讨论过程中注意教学前后内容的连贯性, 使学生明白知识的融会贯通是解决实际工程问题的基础。例如以两家校外实习基地由于产品不同而选择不同的发酵罐及

表 2 课程教学内容及教学策略对课程目标的支撑(生物反应器部分)

Table 2 Instructional content and strategy support to course objectives (example of bioreactor)

生物反应器 Bioreactor	教学内容 Instructional content	教学策略 Instructional strategy	评价依据 Evaluation matrix	课程目标 Course objectives
第一章 微生物反应器 设计基础 Chapter 1 Fundamentals of microbial reactor design	微生物反应器的化学计量基础, 生物学基础, 质量传递, 热量传递, 剪切力问题 Basis of stoichiometry and biology, mass and heat transfer, mechanical shear force, etc., related to microbial reactor design	课堂讲授 Class teaching	笔试成绩 Paper exam	(1)
第二章 通风发酵设备 Chapter 2 Vented fermentation equipment	机械搅拌通风密闭发酵罐的特点, 基本条件, 结构, 罐体尺寸比例及体积, 通气与溶氧, 设计计算; 气升式发酵罐的结构、特点; 自吸式发酵罐结构及特点 Characteristics, basic conditions, structure, geometric dimension and volume, air ventilation and dissolved oxygen, related to the design of mechanically agitated and vented fermenter; structure and characteristics of airlift fermenter; structure and characteristics of self-suction fermenter; structure and characteristics of the Venturi fermenter	课堂讲授, 现场教学, 网络学习 Class teaching, on site teaching, learning through network	笔试成绩, 综合大作业 Paper exam, comprehensive project	(1) (2) (3)
第三章 嫌气发酵设备 Chapter 3 Anaerobic fermentation equipment	酒精发酵罐的结构与设计计算; 圆筒体锥底立式啤酒发酵罐结构, 特点; 酒精、啤酒的连续发酵; CIP 清洗系统 Structure and design of alcohol fermenter; structure and characteristics of cylindroconical fermenter; continuous fermentation; CIP system	课堂讲授, 虚拟仿真, 网络学习 Class teaching, computer simulation, learning through network	笔试成绩 Paper exam	(1) (2)
第四章 动植物细胞培养反应器 Chapter 4 Animal and plant cell culture bioreactor	动物细胞培养反应器(搅拌式细胞培养反应器、气升式细胞培养反应器、填充床反应器、中空纤维反应器); 植物细胞培养反应器(悬浮培养生物反应器、固定化细胞生物反应) Animal cell culture bioreactor (mechanical agitation bioreactor, airlift bioreactor, fluidized bed bioreactor, hollow-fiber bioreactor); Plant cell culture bioreactor (suspension culture bioreactor; immobilized cell bioreactor)	项目教学, 合作学习 Project study, team project	项目 PPT 制作及汇报表现 Creating PowerPoint slides, project report through PowerPoint presentation	(1) (2)
第五章 微生物反应器的比拟放大 Chapter 5 Scale up of microbial reactor	微生物反应器几何尺寸放大、空气流量放大、搅拌转速及功率的放大; 放大实例 Scale up of equipment size and capacity, air flow, agitation speed and power supply of microbial reactor; case study of equipment scale up	案例教学 Case study	笔试成绩 Paper exam	(3)

分离纯化设备为主题, 进行案例式教学。学生在充分了解和掌握发酵罐及各种分离设备的结构、工作原理的基础上, 针对设备的应用范围、场合等真实的工程问题开展独立的思考, 从个案中分析共性问题, 有效提升了学生分析、解决设备选型及工艺生产线设计等工程问题的能力。案例教学法强化了学

生的工程意识、创新意识和成本意识, 促进学生工程素质的培养。

(3) “双主互动”模式下的项目教学法

在教学过程中专门安排了部分教学内容布置成若干个项目, 学生自行分组, 并通过抽签的方式选择其中一个项目, 以小组合作、任务驱动、自主

学习的方式进行。OBE 强调合作式学习, 将学生之间的竞争转变为自我竞争, 通过团队合作协同学习, 使学习能力较强学生变得更强大, 使学习能力较弱学生得到提升。学生以项目涉及的知识点为基础, 通过查阅资料构建相应的知识网络, 制作成 PPT 在全班进行展示, 老师根据知识网络的全面性、层次性、逻辑性及表达能力给该组学生评分。项目教学法激发了学生的逻辑归纳能力和自学能力。

2.2.2 充分利用网络平台

在广西大学生命科学与技术学院网站下的“微生物工程工艺与设备课程网站”上将教学大纲、授课方案、授课视频、多媒体课件、资料库(习题库、动画库、图片库、科研成果、文献、车间工段等)都上网公开, 随时添加资源、更新资源, 并开设学习论坛, 通过在线实时交流聊天室、论坛、邮件等方式满足学生之间或学生与教师就教学内容及其相关问题进行网上交流和答疑。此多维度的学习平台, 延伸了课程的内涵和空间, 实现了资源共享, 提高了学生线上自主学习的热情和效率, 学生运用互联网平台及数据库资源获取有利于复杂工程问题解决的各种文献、信息和数据, 实现课堂教学与在线教学的深度融合, 从而获得更佳的教学效果。

2.2.3 现场教学

微生物工程工艺与设备课程在进行到设备知识讲授时, 涉及的内容比较抽象, 学生需要通过书本展示的众多设备平面图想象其立体结构及工作过程。由于许多学生空间想象力不足, 对于没有接触过设备实体的学生来说, 对设备的立体结构、机械原理、运转方式的掌握会有难度, 现场教学可以让企业正在生产的车间、正在运转中的成套生产设备成为鲜活的教学内容, 使学生对机械设备有“眼见为实”的感觉, 是提高学生掌握微生物工程设备原理及实际操作的关键环节。例如在讲解机械搅拌通风发酵罐时, 将学生带到广西大学生命科学与技术学院微生物工程实训基地的低聚木糖中试车间进行现场教学, 教师对照现场设备讲解其主要结构

与部件, 使学生对通用式发酵罐形成直观的认识。在讲解板框过滤机、管式离心机、碟片式离心机、喷雾干燥设备时, 均采取现场讲解教学、直观示范和演示等, 充分发挥“工程环境”教学优势, 创造让学生接触生产实际的机会, 起到事半功倍的效果。

2.2.4 虚拟仿真教学

由于微生物工程涉及的工艺多样、设备结构复杂, 学生在课堂教学及企业现场学习时仍可能对某些工艺环节及设备内部结构缺乏清晰的认识, 因此在课堂教学的过程中, 采用了虚拟仿真软件对本课程的学习进行补充和完善, 可视化剖析真实工厂的生产操作、设备内部结构与运行过程。借助我校生物科学与工程虚拟仿真实验教学中心具有的“啤酒发酵工厂三维虚拟仿真实训系统”和“微生物制药工厂三维虚拟仿真实训系统”, 展示给学生微生物工程企业从原料处理—微生物反应—产品分离提纯—废渣(水)处理等整个生产工艺过程, 实现生产工艺流程的动态体验、工艺的选择组合、关键设备(原料预处理设备、空气过滤装置、发酵罐、分离纯化设备)的三维动画仿真模拟组装与安装、安全应急预案、智能考评等多项教学功能, 让学生既能感受生产工艺全过程, 又能学习相关设备的内部结构、运转方式及设备的操作程序, 树立设计—制造—运行—安全的连贯概念, 建立微生物工程设计的多因素综合理念。

3 评估学习产出, 课程持续改进

3.1 考核方式及成绩构成

采用多元化、过程化的考核内容和考核手段, 从学生的知识、能力、态度、创新性等方面做出多维度的评价, 将以往的“终结性考核”向“过程性考核”转变。微生物工程工艺与设备课程的考核以课程目标达成作为主要目的, 以考查学生对各知识点的掌握程度和应用能力为重要内容。

采用“4+1”的多元考核方法, 课程考核的环节及权重见表 3, 总成绩由平时成绩(4 项)和期末考试成绩(1 项)组成, 平时成绩在总评成绩中的权重

表 3 考核方式及构成

Table 3 Method and composition of the learning assessment

课程目标评价 内容	平时成绩 Performance grade ($r_1=0.4$)				期末考试 Final exam ($r_2=0.6$)		总评成绩 Total grade
Evaluation of the course objectives	作业 1 Assignment 1	作业 2 Assignment 2	课堂表现 Class performance	期中考试 Mid-term exam	期末考试 Final exam (A)	期末考试 Final exam (B)	
目标分值	20	30	25	25	64	36	100
Available score							
平均得分	P_1	P_2	P_3	P_4	K_1	K_2	$Z=r_1P+r_2K$
Average score	$P=P_1+P_2+P_3+P_4$				$K=K_1+K_2$		

系数 r_1 为 0.4, 期末考试成绩在总评成绩中的权重系数 r_2 为 0.6。具体的考核方式及成绩构成如表 3 所示。

过程性考核体现在平时成绩的认定, 包括综合作业 1、综合作业 2、课堂表现和期中考试 4 项, 每项在平时成绩中的权重系数 r 分别为 0.2、0.3、0.25 和 0.25。作业以综合大作业形式布置, 涉及的是综合性的工程问题, 为解决该问题, 学生需要将若干个章节的内容经过思考、理解、消化、掌握, 还需进行额外的自学才能完成, 是学生将书本知识通过加工处理升华后, 变为自己所掌握的知识的重要环节。综合作业 1 涉及课程目标 1 的达成情况, 作业 2 涉及课程目标 2、3 的达成度。课堂表现以课堂提问、学生参与讨论热情度及小组成员 PPT 制作内容和水平为考核依据, 主要涉及课程目标 1 的达成度。期中考试主要是针对目标 1 的达成度。

期末考试的内容针对课程知识点和能力点设置, 涉及课程目标 1 和课程目标 2 的达成度。期末考试成绩包含两部分: 期末考试(A)成绩为期末考试中对应课程目标 1 的试题得分, 主要考核学生对基本概念、设备原理、特性的掌握程度, 题型为填空题、选择题、简答题等; 期末考试(B)成绩为期末考试中对应课程目标 2 的试题得分, 主要考核学生知识点的分析及综合运用能力, 考试题型为论述题。

3.2 学习效果评价

评估学习产出是 OBE 教育模式中十分重要的环节^[9], 要建立一种有效的持续改进机制^[10], 从而

能够持续地改进培养目标和教学活动, 以保障其始终与毕业要求相符合。为此, 我们对微生物工程工艺与设备课程的目标达成度进行了量化分析, 目的是要发现学生的能力短板, 改进教学环节、教学内容等。课程目标达成度评价通常包括课程分目标达成度评价和课程总目标达成度评价, 具体计算方法如式(1)、(2)所示^[11]。

课程分目标达成度=

$$\frac{\text{总评成绩中支撑该课程目标相关考核环节平均得分}}{\text{总评成绩中支撑该课程目标相关考核环节目标总分}} \quad (1)$$

$$\text{课程总目标达成度} = \frac{\text{该课程学生总评平均值}}{\text{该课程总评成绩总分(100分)}} \quad (2)$$

将课程的分目标与考核环节相对应, 根据式(1)、(2), 并考虑平时成绩和期末考试成绩在总评成绩中的权重系数, 分别获得课程分目标 1、2、3 的达成度及课程总目标达成度的计算公式, 具体如表 4 所示。

应用以上课程目标达成度评价方法, 对我校生物工程专业 2016 级微生物工程工艺与设备课程目标达成度进行了计算, 课程分目标 1、2、3 的达成度分别为 0.77、0.73、0.82, 课程总目标达成度为 0.75, 评价价值均大于预期目标值 0.70, 评价结果为达成。同时可以看出, 课程目标 2 的达成度值勉强达到, 说明学生在前后知识点融会贯通及分析问题方面还有待加强, 可以通过对实际案例的分析和探究等途径来加强和改善。

表 4 课程目标达成度评价及计算方法
Table 4 Evaluation and methodology of course objectives achievement

课程目标	考核环节		目标分值	平均得分	达成度计算方法
Course objectives	Evaluations		Outcome score	Average score	Calculation of achievement degree
课程目标 1	平时成绩	作业 1	20	P_1	课程目标 1 达成度
Course objective 1	Performance grade	Assignment 1			Achievement of course objective 1
		课堂表现	25	P_3	$(\frac{r_1 \times (P_1 + P_3 + P_4) + r_2 \times K_1}{r_1 \times (20 + 25 + 25) + r_2 \times 64})$
		Class performance			
		期中考试	25	P_4	
	Mid-term exam				
	期末考试(A)	64	K_1		
	Final exam (A)				
课程目标 2	作业 2		30	P_2	课程目标 2 达成度
Course objective 2	Assignment 2				Achievement of course objective 2
	期末考试(B)		36	K_2	$(\frac{r_1 \times P_2 + r_2 \times K_2}{r_1 \times 30 + r_2 \times 36})$
	Final exam (B)				
课程目标 3	作业 2		30	P_2	课程目标 3 达成度
Course objective 3	Assignment 2				Achievement of course objective 3
					$(\frac{r_1 \times P_2}{r_1 \times 30})$
课程总目标	总评成绩		100	$Z=r_1P+r_2K$	课程总目标达成度
Overall objectives	Final grade				Achievement of overall objectives of the course ($\frac{Z}{100}$)

4 结束语

微生物工程工艺与设备作为生物工程专业的核心课程，受到广大师生的高度重视，很多国内高校对该门课程开展了教学改革。本文介绍了以“成果导向”教育理念重塑微生物工程工艺与设备课程的改革和实践探索。围绕课程的预期学习产出开展教学活动，通过多元立体化的教学策略促成预期学习产出，提升学生的工程经验、素养以及解决实际工程问题的能力，并通过构建客观和具指导性的课程评价体系，促使课程持续改进，使课程目标定位更精准、课程实施更加具有可操作性。在今后的教学过程中，我们还要继续贯彻执行 OBE 教育理念，逐步完善课程体系和建设模式，总结出一套具有鲜明工程化特色的微生物工程工艺与设备课程的教学方法。

REFERENCES

[1] Spady WG. Choosing outcomes of significance[J]. Educational Leadership, 1994, 51(6): 18-22

[2] Wang TJ, Zhao Y, Hou JR, et al. Construction practice of

theory of machines and mechanism based on OBE model[J]. Journal of Machine Design, 2018, 35(S2): 460-463 (in Chinese)

王廷剑, 赵阳, 侯杰茹, 等. 基于 OBE 的《机械原理》课程构建实践[J]. 机械设计, 2018, 35(S2): 460-463

[3] Li LM, Ouyang LJ, Wei MK, et al. Teaching reform on biological engineering speciality based on OBE educational ideas[J]. Guangzhou Chemical Industry, 2017, 45(3): 126-128 (in Chinese)

李莉梅, 欧阳乐军, 韦明肯, 等. 基于 OBE 教育理念的生物工程专业教学改革探究[J]. 广州化工, 2017, 45(3): 126-128

[4] Zhao HM, Zhu H, Li ZY. On demonstrating model and determining method of learning results[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017(1): 145-148 (in Chinese)

赵洪梅, 朱泓, 李志义. 学习成果的展现模型与确定方法[J]. 高等工程教育研究, 2017(1): 145-148

[5] Shen TN. On teaching strategies of Outcome-based education[J]. Journal of Jilin Normal University (Humanities & Social Science Edition), 2016, 44(3): 83-88 (in Chinese)

申天恩. 论成果导向教育理念的大教学战略构想[J]. 吉林师范大学学报: 人文社会科学版, 2016, 44(3): 83-88

[6] Li ZY. Teaching design of Outcome-based education idea[J].

- China University Teaching, 2015(3): 32-39 (in Chinese)
李志义. 成果导向的教学设计[J]. 中国大学教学, 2015(3): 32-39
- [7] Li ZY, Zhu H, Liu ZJ, et al. Guiding the reform of higher engineering education with result-oriented educational ideas[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2014(2): 29-34,70 (in Chinese)
李志义, 朱泓, 刘志军, 等. 用成果导向教育理念引导高等工程教育教学改革[J]. 高等工程教育研究, 2014(2): 29-34,70
- [8] Xu L, Li T, Zhou GL et al. Teaching reform on reaction engineering according to engineering education accreditation background[J]. Journal of Luoyang Institute of Science and Technology (Natural Science Edition), 2018, 28(2): 94-96 (in Chinese)
徐丽, 李涛, 周国莉, 等. 工程教育专业认证背景下《反应工程》课程教学模式改革[J]. 洛阳理工学院学报: 自然科学版, 2018, 28(2): 94-96
- [9] Gu PH, Hu WL, Lin P, et al. OBE engineering education model in Shantou university[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2014(1): 27-37 (in Chinese)
顾佩华, 胡文龙, 林鹏, 等. 基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J]. 高等工程教育研究, 2014(1): 27-37
- [10] Long FJ, Wang JP, Shao F. Study on the exploration and practice of OBE engineering education mode in newly-built undergraduate colleges[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017(6): 76-80 (in Chinese)
龙奋杰, 王建平, 邵芳. 新建本科院校推行成果导向工程教育模式的探索与实践[J]. 高等工程教育研究, 2017(6): 76-80
- [11] Xie F, Zhu L, Lin HQ, et al. Evaluation strategy and application of “mechanical principle” course objectives achievement driven by professional certification[J]. Value Engineering, 2018, 37(18): 293-295 (in Chinese)
解芳, 朱磊, 林红旗, 等. 专业认证驱动下《机械原理》课程目标达成度评价策略及应用[J]. 价值工程, 2018, 37(18): 293-295

编辑部公告

邀请您关注《微生物学通报》公众微信号

为了更好地与读者、作者、审稿专家和编委朋友们及时沟通、方便服务,《微生物学通报》已开通公众微信服务号。作者通过微信能及时收到稿件各流程通知,第一时间了解稿件进程并及时处理;审稿专家和编委可通过微信及时收到审稿邀请,还可通过手机审稿;读者通过微信可了解《微生物学通报》文章目录,查找阅读感兴趣的文章。

关注办法:

- 1、在微信公众号搜索“微生物学通报”或“wswxtb”;
- 2、用微信扫右边二维码:

