

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2023.04.002

基于 OBE 理念的专业基础课程建设案例

张雅婷, 邱意弘, 白景峰, 童善保, 林关宁
(上海交通大学生物医学工程学院, 上海 200030)

【摘要】 成果导向教育 (OBE) 是以学生的学习效果为中心来制订专业的培养计划, 进行教学管理和教学资源配的人 才培养理念。该文以上海交通大学生物医学工程专业的专业基础课“生物医学工程研究的伦理及学术道德”为例, 从教师视 角解析如何按照 OBE 理念设置一门课程的学习目标, 实现对毕业要求的支撑, 并实现对课程目标全方位的评价和持续改进。 通过案例分析, 可帮助课程教师理解 OBE 理念, 建设符合 OBE 理念和工程教育认证要求的课程。

【关键词】 工程教育专业认证; 成果导向教育; 课程建设; 案例分析

【中图分类号】 G423.07

【文献标志码】 A

文章编号: 1674-1242 (2023) 04-0331-07

A Case Study of Professional Foundation Course Construction Based on OBE Theory

ZHANG Yating, QIU Yihong, BAI Jingfeng, TONG Shanbao, LIN Guanning
(School of Biomedical Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China)

【Abstract】 Outcomes-Based Education (OBE) is a talent cultivation concept that focuses on students' learning outcomes to develop professional training plans, conduct teaching management and teaching resources allocation. Taking the professional basic course "Ethics in Biomedical Engineering Research" of biomedical engineering major in Shanghai Jiao Tong University as an example, this article analyzes the establishment of learning objectives for a course based on the OBE theory from a teacher's perspective, achieving support for graduation requirements, and achieving comprehensive evaluation and continuous improvement of the course objectives. Through case analysis of this course, it helps course teachers understand the OBE theory and build courses that meet the OBE theory and engineering education certification requirements.

【Key words】 Accreditation of Engineering Education Programs; Outcomes-Based Education; Course Construction; Case Study

1 基于 OBE 理念的课程体系概述

成果导向教育 (Outcome-Based Education, OBE) 是当前在国内外教育改革中较为盛行的教学理念^[1-3]。OBE 的主旨是以学生为本, 以学生学习成果为导向,

反向设计教学活动。其实施过程包含确立毕业生预期学习产出、反向设计、评估学生学习产出等方面。基于 OBE 理念的人才培养, 首先根据学校和学院的培养目标, 确定专业的人才培养目标, 对照工程教育认证标

收稿日期: 2023-04-20。

作者简介: 张雅婷 (1984—), 女, 四川省雅安市人, 硕士研究生, 从事视网膜神经细胞、钾离子通道细胞电生理调控等研究, 邮箱 (E-mail): tinayaa@sjtu.edu.cn。

通信作者: 童善保 (1973—), 男, 安徽省六安市人, 博士研究生, 从事神经工程、神经信号处理、激光散斑血流成像、脑卒中康复技术及经颅超声神经调控技术的研究与教学, 邮箱 (E-mail): stong@sjtu.edu.cn。

准中的毕业要求,如中国科学技术协会(以下简称“中国科协”)工程教育认证标准中的12项毕业要求^[4]或美国工程与技术认证委员会(Accreditation Board for Engineering and Technology, ABET)工程专业认证标准中的7项毕业要求,制定和细化本专业特有的学生能力表现指标(Student Performance Indicator, SPI)。然后进行反向设计,将SPI分解落实到课程体系中,单个课程是培养计划的细胞,实现对整个人才培养目标的支撑。以上海交通大学生物医学工程专业为例,该专业对照ABET认证要求制定的毕业要求具体如下。

上海交通大学生物医学工程专业面向中国和全球医疗健康需求,要求学生能够利用或研发工程技术方法,发现、分析和解决生物医学领域的问题,以推动生物医学的发现及医疗健康的进步;培养在生物医学工程及相关领域的科研、教育、技术研发、管理等方面的领军人才,使其具有社会责任感和人文关怀精神,具有宽厚的科学基础理论,扎实的专门知识和实践能力,较强的沟通能力、合作能力、创新能力、终身学习能力和宽广的国际视野。毕业生应符合以下几项毕业要求。

(1) 具备从事生物医学工程设计和研究的职业道德与规范。

(2) 进入研究生阶段学习并具有学术引领的能力,或者在生物医学工程及相关领域就业并具有职业竞争力。

(3) 能应用专业知识发现、研究和解决复杂的生物医学工程问题。

(4) 能胜任团队中的组织管理工作,有效地与他人合作交流。

(5) 能不断地学习知识和提升能力,适应社会发展需求。

上述对总体人才培养目标的描述和5条细化要求是上海交通大学生物医学工程学院的教学与人才培养委员会在征集全体教师、学生代表、校友代表及用人单位的意见后,在原有的人才培养目标基础上修订而成的,是对本专业本科毕业生毕业5年后的总体期望。值得一提的是,2020年教育部印发的《高等学校课程思政建设指导纲要》明确要求:“……工学类专业课程,要注重强化学生工程伦理教育,培养学生精益求精

的大国工匠精神,激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。”因此,上海交通大学生物医学工程专业本科生培养目标中的第1条体现了“培养什么人”的国家人才培养要求。本文以“生物医学工程研究的伦理及学术道德”课程为例,从教师视角解析如何在该课程中支撑人才培养目标中的“具备从事生物医学工程设计和研究的职业道德与规范”,并从课程大纲、学习评价和持续改进等维度解析如何在课程建设中体现OBE理念,希望对教师按照OBE理念设计课程具有借鉴意义。

2 基于OBE理念的课程案例分析

2.1 “生物医学工程研究的伦理及学术道德”课程开课背景

2016年,中国科协加入工程教育认证组织“华盛顿协议”,成为其正式成员,标志着中国工程教育采纳了以OBE为理念的质量认证体系。也就是说,中国科协工程教育认证标准(2015年版本有12项要求)在内容上与其他成员[如美国ABET工程专业认证标准(2019年版本有7项要求)]是等效的。一个专业要通过中国科协工程教育认证,其培养目标、毕业要求、课程体系和评价体系等需要对照该认证标准,按照OBE理念来建设。在中国科协和ABET的认证标准中,都对职业伦理和伦理责任培养提出了要求。例如,中国科协工程教育认证标准中的第8项要求为“职业规范:具有人文社会科学素养、社会责任感,能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范,履行责任”。该项要求对标ABET工程专业认证标准(2017年版本)毕业要求的第5项“理解职业和伦理责任的能力”、第4项“考虑工程解决方案对全球经济、环境和社会的影响,在工程活动中意识到职业道德责任,做出明智判断的能力”^[5]。

2015年,上海交通大学开始准备生物医学工程本科专业的ABET认证。根据ABET对工程教育的11项通用毕业要求(Student Outcomes, SO, 2019年版本将其合并修订成7项,即SO1~SO7),本专业对每项毕业要求均制定了SPI。以ABET工程专业认证标准2019年版本的毕业要求为例,SO3和SO4在本专业分别细化为2条和3条具体指标,如表1所示。

表1 ABET SO3与SO4对应的SPI

Tab.1 SPI for ABET SO3/SO4

SO	SPI
SO3: 能够与不同的受众有效沟通	3-1 能够在书面报告与口头报告中总结和解释技术内容
	3-2 面对不同的受众,能形成、表达和分享想法
SO4: 考虑工程解决方案对全球经济、环境和社会的影响,在工程活动中意识到职业道德责任,做出明智判断的能力	4-1 能够理解并遵守生物医学工程实践的伦理和专业规范
	4-2 能够评估生物医学工程领域的伦理问题
	4-3 能够评估生物医学工程解决方案在全球经济、环境和社会等背景下的影响

在建立 SO1 ~ SO7 及 SPI 与培养计划课程的映射矩阵时,我们发现伦理道德素养是课程体系较为薄弱的地方,即使个别课程中涉及伦理知识,也缺少明确的学习目标要求和较为系统的知识体系,且在考核中缺乏能够针对性地评估学生学习目标达成度的评价。因此,有必要在原有的课程体系中增设相应的教学内容,并建立评价伦理道德素养的评估要素。基于此培养目标和毕业要求,从2015年开始,上海交通大学生物医学工程专业开设了“生物医学工程研究的伦理及学术道德”课程。

2.2 基于 OBE 理念的课程体系

2.2.1 基于 OBE 理念的课程目标

本课程基于 OBE 理念,定位本科生的学术素养、学术道德和学术规范教育,支撑上海交通大学四位一体的育人理念,以及中国科协工程教育认证标准和 ABET 工程专业认证标准中关于职业伦理和伦理责任的要求。本专业的教学委员会在调研校友、用人单位、在校学生、教师的基础上,对本课程的教学课程目标提出了具体的要求。

对照本专业本科生毕业要求,设计了本课程的学习成果(Learning Outcomes, LO),学生学习本课程后应能够达到以下要求。

(1) LO1: 判断工程设计中的基本伦理问题。

(2) LO2: 判断学校动物饲养和使用管理委员会对实验动物的使用,以及涉人研究伦理审查委员会对涉人研究的规定。

(3) LO3: 有效地展示研究成果,与编辑、评论员和观众交流,并遵守学术交流中的伦理规范。

(4) LO4: 遵守生物医学数据处理的基本规范,

并概括学术不道德行为的影响。

LO1 ~ LO4 与 SPI 的对应关系如表 2 所示。

表2 LO1~LO4与SPI的对应关系

Tab.2 Correspondence between LO1~LO4 and SPI

	SPI 3-1	SPI 3-2	SPI 4-1	SPI 4-2	SPI 4-3
LO1				√	√
LO2			√		
LO3	√	√			
LO4			√		

2.2.2 基于 OBE 理念的教学大纲

在明确课程目标(LO1 ~ LO4)后,需要针对课程制定对 SPI 形成支撑的教学大纲,重点关注教学内容、教学过程是否支撑课程目标的实现,以及教学过程与考核方式能否反映课程目标的实现。教学大纲的内容涵盖课程性质、课程教学目标、SPI 与课程目标的对应关系、教学内容进度安排及对应的课程目标、课程目标达成度评价、考核方式、教材与参考资料等。“生物医学工程研究的伦理及学术道德”课程大纲中的教学内容与 LO1 ~ LO4 的对应关系如表 3 所示。本课程以面向实际问题的需求及所需的能力素养为出发点,设计了实验数据采集与处理的规范,科研合作与交流规范和伦理,对待动物、人类实验中的伦理问题,学术交流的规范与伦理等教学内容。此外,本课程以案例和启发式教学、自编教学讲义为重点,结合资深教授在教学科研一线的丰富经验,开展以案例分析为特色的教学模式,并由专业团队打造中国大学 MOOC 视频课程,辅以混合式教学。为拓展学生的知识面、培养学生的团队合作意识,除课堂讲授外,还借助 Canvas 课程学习管理系统设置并完善课程讨论环节。

表3 教学内容与 LO1~LO4 的对应关系

Tab.3 Correspondence between teaching content and LO1~LO4

教学内容(要点)	对应的 LO
第一讲:概述和简介	LO1 ~ LO4
第二讲:工程师和工程设计伦理	LO1
第三讲:实验动物使用规范	LO2
第四讲:涉人研究的伦理规范	LO2
第五讲:实验室的伦理规范	LO2、LO4
第六讲:科研合作中的伦理规范	LO2、LO4
第七讲:科研数据分析与学术写作规范	LO4
第八讲:学术交流的规范	LO3

由此可见,本课程已基本建立了一个基于 OBE 理念的教学大纲,可实现对 SO 和 SPI 中对应要点的支撑。

2.2.3 基于 OBE 理念的课程评价体系

基于 OBE 理念的课程学习目标的一个重要要求是学习目标要清晰和可衡量(考核),且能实现学习效果的全过程评价^[6]。围绕全方位评估学生 LO 达成度,我们从多维度、多层次构建了课程评价体系。根据本课程的特点,教师构建的课程评价体系包括日常

性评价(C1)、阶段性评价(C2)、总结性评价(C3)3个层次。具体来说,通过平时作业、课堂讨论掌握学生日常学习情况,建立动态调整的单元测试题库;根据每节课的核心内容设置标准化单元测试,以检验阶段性学习效果;通过在期末安排案例分析大作业,检测学生解决实际问题的综合能力。由此,形成多维度的评价指标,考查学生对课程 LO 的达成度。本课程基于 OBE 理念的课程评价体系如图 1 所示。

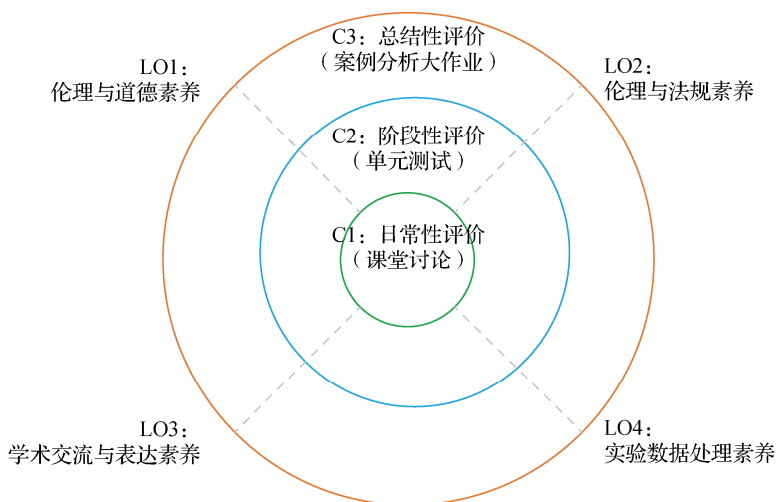


图 1 本课程基于 OBE 理念的课程评价体系

Fig.1 This course is based on the OBE concept and a course evaluation system

该课程评价体系还包含一套内容完整且层次清晰的评分标准,最终成绩由课堂参与、随堂测试、案例分析大作业分别按照 30%、40%、30%的分值比重构成。需要强调的是,各考核环节都需要明确建立与 LO 或 SPI 具有映射关系的可量化评价指标,至少 LO 中提出的要求都要具有可评价性。在课

程评价体系中,试卷或测试题相对容易建立对 LO 的支撑关系,但以课程大作业或项目报告为考核形式的方式往往缺乏评价指标。而通过 OBE 理念可以帮助教师对照 LO 要求,建立一个可量化的评价指标。以本课程的案例分析大作业为例,具体评分标准如表 4 所示。

表 4 案例分析大作业评分标准
Tab.4 Grading criteria for large assignments of case study

案例分析大作业评分标准(总分 30 分)		
评分细则	分值	对应的 LO
作业按时提交、PPT 规范性	8 分	LO3
作业内容符合提纲要求	2 分	LO3
作业内容符合学术规范,引用的图、表、文字等规范	4 分	LO3
PPT 内容清晰、易读,排版优美	2 分	LO3
内容	16 分	LO3、LO4
案例典型性	2 分	LO3
案例描述清楚	3 分	LO3
相关的伦理规范描述清晰、准确	3 分	LO3
原因分析合理	4 分	LO4
建议和解决方案具有合理性、创新性	4 分	LO3、LO4
PPT 展示效果	6 分	LO3
在规定时间内(5 分钟)内展示完毕	2 分	LO3
展示效果(表达清晰、重点突出)	4 分	LO3

2.2.4 基于 OBE 理念的课程的持续改进

作为国际工程教育的核心理念之一，坚持“以成果导向为牵引，以学生培养为中心”的理念贯穿教学的全过程，为实现闭环式持续改进，本课程建立了有效的过程监控、考核和课程目标达成监控机制。

(1) 课程对毕业要求的支撑的分析。毕业要求达成度评价是工程教育认证中的重要环节，是课程持续改进的主要依据，也是促进课程体系优化、师资队伍建设的有效办法^[7]。课程 LO 达成度评价是毕业要求达成度的评价基础。本课程主要以大作业、试卷命题为考查形式，侧重考查学生对本课程基本内容的掌握与运用情况及创新开拓能力，注重考核的过程化和日常化。我们将考核内容分摊到每堂课的随堂测试中，随时检测学生对知识点的理解和掌握程度，促进学生查漏补缺，同时教师进行反向追踪，针对学生的薄弱点进行强化。最后，教师通过对大作业、各类小测试进行加权计算，得出 LO 达成度。表 5 为“生物医学工程研究的伦理及学术道德”课程 2021 年的 LO 达成情况。

(2) 课程回顾及持续改进体系。根据工程教育认证的核心理念——持续改进，我们在 OBE 实施框架中引入了带有“评价—反馈—改进”循环特征的教学过程质量监控机制，形成闭环质控体系^[8,9]。持续改进被认为是工程教育认证的核心理念之一，我们经过多年实践，形成了一系列贯穿全程、多方参与、师生互助的反馈机制，构建了形式多样的多回路闭环质量控制体系，如图 2 所示。在该系统中，借助学习效果反馈、课程回顾、课程问卷等形式，在教学的各个阶段收集反馈信息。学期初，召开“学习效果反馈”主题班会，邀请教师和学生面对面座谈，反思“教”与“学”；学期中，发放教学调研问卷，组织期中学生座谈会，全面听取学生的意见；学期末，开展课程回顾，反思教学中的不足，提出改进方案，并不定期组织发放教育学院的课程问卷，以全方位收集对课程改进各环节的意见和建议。本课程通过完善教学内容、修订专业培养目标、评估学生能力预期产出，实现教师教学质量的持续改进。

表 5 “生物医学工程研究的伦理及学术道德”课程 2021 年的 LO 达成情况

Tab. 5 Achievement of the 2021 LO for the course “Ethics in Biomedical Engineering Research”

考核内容	权重	LO	LO1	LO2	LO3	LO4
大作业		0.3			98.7%	98.7%
小测试		0.4	100%	100%	92.0%	97.7%
	加权平均		100%	100%	94.9%	98.1%

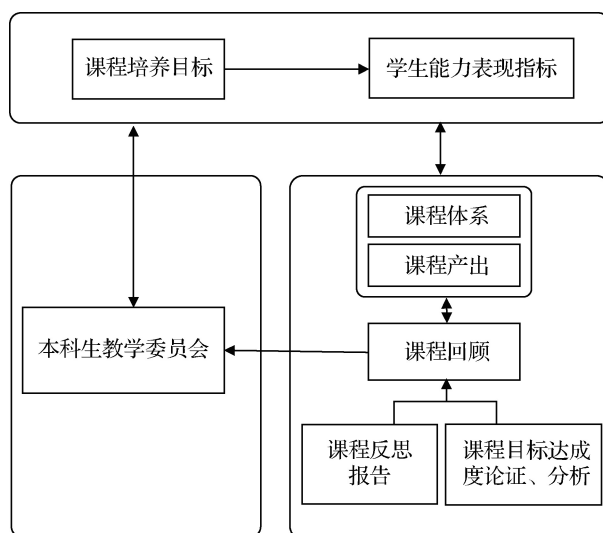


图 2 多回路闭环质量控制体系

Fig.2 Multi-loop closed-loop quality control system

2.3 基于 OBE 理念的专业素养课程体系建设成效

2.3.1 建成一支高水平的师资队伍

本课程拥有一支优秀的教学团队，核心成员均为上海交通大学生物医学工程学院的资深教授。3 位主讲教师包括 1 名长聘正教授、1 名特聘教授和 1 名讲席教授，均拥有非常扎实和丰富的教学经验及科研工作经历，他们曾入选上海交通大学“凯原十佳教师”、“教书育人”等奖项。

2.3.2 形成一套先进适用的自编讲义

课程建设初期，国内外无相关教材，本课程团队通过研讨、调研，确定了覆盖 8 个主题自编课件和课程讲义，涵盖工程师、工程设计的伦理，生物医学实验（动物、人体）的伦理及规范，科研合作、科研数据分享与分析的规范和伦理道德等方面。自编教材现已列入计划，将涵盖理、工、农、环、医等学科，以填补国内外此方面的空白。

2.3.3 积极推进教学改革，取得良好的教学效果

本课程一改过去课堂上纯理论知识灌输的传统教学方法，运用启发式、讨论式、先导式和翻转式课堂教学模式，培养学生主动分析和思考各种场景中涉及的伦理规范要点、道德素养，并注重学生交流和表达能力的培养与支撑。课程组特别重视采用现代教育技术开展教学活动，率先在校内录制中国大学 MOOC 视频课程。本课程深受学生欢迎，自开课以来，7 轮授课的评教成绩一直保持优良，且教师评价在所在学院位居前列。特别地，最近一次的毕业生问卷调查表明，80% 以上的毕业生认为经过 4 年的学习，自己在履行团队责任、理解并遵守生物医学工程实践中的伦理规范等方面的能力尤其突出^[10]。

3 总结与思考

基于 OBE 理念的专业素养课程体系建设以培养学生的工程能力为导向，是工程教育认证标准的核心。基于 OBE 理念的课程体系建设包括专业管理体系和课程体系两个层面的改革。专业管理体系层面，顶层设计固然至关重要，但最终的目标是把这一理念植根于日常的课程教学及教师的思想中，因此如何从教师视角来分析和实践 OBE 理念是其能否真正落实在人才培养中的关键。课程体系层面，本文以一门专业基础课程为例，从教师视角分析一门课程如何落实 OBE 理念，对照 ABET 工程专业认证标准的要求，具体分

析了设定课程目标、挑选课程内容、实施学习评价等环节，展示了如何将 OBE 理念落在教学实践中。鉴于 ABET 工程专业认证与中国科协工程教育认证存在等效性，本课程的建设方案对需要参加国内工程认证的专业的课程建设具有通用性，所以本文对准备按照 OBE 理念建设培养体系和准备参加工程认证的专业具有借鉴意义。

参考文献

- [1] 顾佩华, 等. 基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式[J]. *高等工程教育研究*, 2014(1): 27-37.
GU Peihua, et al. Engineering education model based on learning output (OBE)[J]. *Research in Higher Education of Engineering*, 2014(1): 27-37.
- [2] 姜波. OBE: 以结果为基础的教育[J]. *外国教育研究*, 2003(3): 35-37.
JIANG Bo. OBE: results-based education[J]. *Foreign Educational Research*, 2003(3): 35-37.
- [3] 海莺. 基于 OBE 模式的地方工科院课程改革的探析[J]. *当代教育理论与实践*, 2015(4): 37-39.
HAI Ying. An analysis of curriculum reform in local engineering colleges based on OBE mode[J]. *Contemporary Education Theory and Practice*, 2015(4): 37-39.
- [4] 吴晓明, 等. 2015 版中国工程教育认证标准研究[J]. *机械工业标准化与质量*, 2017(5): 21-24.
WU Xiaoming, et al. Research on the 2015 edition of China engineering education certification standard[J]. *Standardization and Quality of Machinery Industry*, 2017(5): 21-24.
- [5] 彭熙伟, 等. ABET 工程专业认证标准新变化分析及其启示[J]. *电气电子教学学报*, 2021(3): 9-12.
PENG Xiwei, et al. Analysis on the new change of ABET Engineering professional certification standards and its implications[J]. *Journal of Electrical and Electronic Teaching*, 2021(3): 9-12.
- [6] 施晓秋. 遵循专业认证 OBE 理念的课程教学设计与实施[J]. *高等工程教育研究*, 2018(5): 154-160.
SHI Xiaoqi. Curriculum teaching design and implementation following the concept of professional certification OBE[J]. *Research in Higher Education of Engineering*, 2018(5): 154-160.
- [7] 蔡述庭, 等. 工程教育认证中毕业要求达成度的三维度评价实践[J]. *高等工程教育研究*, 2018(2): 71-76.
CAI Shuting, et al. The practice of three-dimensional evaluation of graduation requirements in engineering education certification[J].

Research in Higher Education of Engineering, 2018 (2): 71-76.

- [8] 黄秋明, 王正, 龚蓓. 高等学校教学质量监控与评价体系研究[J]. **职业技术教育**, 2003 (1): 19-23.

HUANG Qiuming, WANG Zheng, GONG Bei. Research on the monitoring and evaluation system of teaching quality in colleges and universities[J]. **Vocational and Technical Education**, 2003 (1): 19-23.

- [9] 李雪瑾, 等. 基于 OBE 质量控制理念探讨在线教学中的教学督导[J]. **中华医学教育探索杂志**, 2020, 19 (6): 637-642.

LI Xuejin, *et al.* Discussion on teaching supervision in online teaching based on OBE quality control concept[J]. **Chinese Journal of Exploration in Medical Education**, 2020, 19 (6): 637-642.

- [10] 秦方雨, 等. 基于 OBE 理念的生物医学工程专业本科人才培养体系建设与探索[J]. **生物医学工程学进展**, 2023, 44 (1): 103-108.

QIN Fangyu, *et al.* Construction and exploration of undergraduate personnel training system for biomedical engineering major based on OBE concept[J]. **Progress in Biomedical Engineering**, 2023, 44(1): 103-108.