

Research on Teaching Reform and Practice Based on OBE Concept and Case-driven Approach

Yufeng Sun Zhixiang Xu*

School of Food Science and Engineering Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong, China, 271018, China

Abstract

Under the background of the construction of new engineering disciplines and professional certification of engineering education, the traditional teaching of the “Food Quality and Safety Inspection Technology” course is confronted with challenges such as abstract content, disconnection between theory and practice, and insufficient cultivation of abilities. This article takes the content of one section in the course, “Electrochemical Biosensors”, as an example to systematically expound the teaching reform practice based on the OBE concept of “student-centered, outcome-oriented, and continuous improvement”. The reform implements the “problem-case-project” three-stage driven teaching method through establishment “three-dimensional” teaching objectives. It introduces cutting-edge cases such as “blood glucose meters” and “coronavirus test kits” and the design of progressively layered output tasks. Teaching practice has shown that this model effectively stimulated students’ interest in learning, significantly enhanced their ability to solve complex engineering problems and conduct system design. It provides a reference path for the teaching reform of similar engineering professional courses.

Keywords

OBE concept; electrochemical biosensor; case-based teaching; teaching reform

基于 OBE 理念与案例驱动的教学改革与实践研究

孙玉奉 徐志祥*

山东农业大学食品科学与工程学院, 中国 · 山东 泰安 271018

摘要

在新工科建设与工程教育专业认证的背景下, 传统的《食品质量与安全检测技术》课程教学面临内容抽象、理论与实践脱节、能力培养不足等挑战。本文以课程中一节内容“电化学生物传感器”为例, 系统阐述了基于OBE理念的教学改革实践。改革以“生命信号解码器”为贯穿主线, 通过构建三维教学目标实施“问题-案例-项目”三阶驱动教学法, 引入“血糖仪”与“新冠病毒检测试剂盒”等前沿案例, 最终设计分层递进的产出任务。教学实践表明, 该模式有效激发了学生的学习兴趣, 显著提升了其解决复杂工程问题和进行系统设计的能力, 为同类工科专业课的教学改革提供了可借鉴的路径。

关键词

OBE理念; 电化学生物传感器; 案例教学; 教学改革

1 引言

Outcome-Based Education (OBE) 教育理念, 即“成果导向教育”。1981 年由美国学者威廉·斯派狄 (William G. Spady) 提出, 强调教育设计应围绕学生最终获得的能力展开, 而非单纯按照学科知识体系进行。OBE 理念提出以后, 在美国、澳大利亚等国的教育改革中大力推广应用, 并成为工程教育认证体系的核心框架。2016 年我国正式加入《华盛顿协议》后, OBE 模式在高等教育体系中迅速崛起。

【作者简介】孙玉奉 (1992-) 女, 中国山东济南人, 博士, 副教授, 从事食品安全检测技术方向的教学研究。

【通讯作者】徐志祥 (1973-) , 男, 中国山东泰安人, 博士, 教授, 从事食品安全与质量控制方向的教学研究。

OBE 理念是一种以学生能力达成为核心的教育模式^[1-2]。它通过反向设计课程体系、聚焦个性化学习路径和动态优化教学流程, 实现了教育目标与社会需求的高度衔接^[3-4]。

食品质量与安全检测技术是一门多学科交叉的食品质量与安全专业的核心课程, 其教学成效直接关系到学生工程实践能力的塑造。其中“电化学生物传感器”因其灵敏度高、小型化和检测时间短等优势, 已成为体外诊断、环境监测等领域的关键技术, 是教学中的重中之重。然而, 在传统教学中, 该部分内容常面临以下困境: (1) 内容抽象, 理解困难。大多涉及电化学、生物化学、材料科学等多学科知识, 尤其是“生物识别 - 信号转换”的核心原理微观且抽象, 学生难以建立直观认知。(2) 理论孤立, 应用脱节。讲授多局限于原理本身, 与学生未来职业场景中面临的“如何设计”、“如何优化”等复杂工程问题关联不强。(3) 能力培养, 手段

单一。教学方式以教师讲授为主，学生被动接受，缺乏主动分析、设计与创新的训练环节，难以达成工程教育认证中对“解决复杂工程问题”和“设计/开发解决方案”的能力要求。

(4) 价值引领，融入生硬。课程思政元素若简单嫁接，易流于形式，未能与专业知识讲授和能力培养形成有机整体。基于此，引入 OBE 教学理念是突破食品质量与安全检测技术这门课程面临困境的有效方法。

本研究以 OBE 理念为基础，对“电化学生物传感器”这一内容进行了全面的教学设计，系统构建了一个以案例为驱动、以产出为导向的新型教学模式。

2 基于 OBE 理念的教学设计整体框架

OBE 理念强调“反向设计”，即从社会需求和专业培养目标所确定的最终学习成果出发，逆向设计课程体系与教学环节^[5]。此次教学改革设计框架如图 1 所示。



图 1 教学设计框架图

最外层（持续改进环）：通过课程考核、问卷调查、毕业要求达成度评价等收集反馈，用于改进课程目标、教学活动和评价方式。核心层（反向设计流程）：定义产出：明确学生毕业时应具备的解决复杂工程问题、设计能力等，由此确定本课程、本章节应支撑的具体能力目标。设计活动：围绕能力目标，设计与之匹配的教学内容、方法与案例。评价成果：设计多元化的考核评价方式，以验证学习成果的达成。基于此框架，我们首先重新定义了本教学模块的学习产出目标。

2.1. 重构“三维”教学目标，精准对接毕业要求

知识目标：能够清晰阐述电化学生物传感器的基本概念、核心结构与工作原理，理解“生物识别 - 信号转换”这一信号链的内在逻辑。

能力目标：能够运用“识别 - 反应 - 转换”原理链，逆向分析与解释血糖仪、便携式 DNA 检测仪等典型传感器的工程实现过程。能够针对给定的检测需求，进行传感器设计的初步构思，包括识别元件的选择、换能机制的确定及信号输出类型的判断。

思政目标：在剖析传感器“特异性识别”与“精准转换”机制中，培养严谨求实、探索未知的科学精神。在了解传感

器于医疗健康等关乎生命的应用中，树立生命至上、质量第一的工程伦理与社会责任感。

2.2 贯穿“解码器”核心隐喻，统整教学内容

为降低学生认知难度，我们将“电化学生物传感器”精妙地比喻为“生命信号的‘解码器’”。这一隐喻贯穿教学始终：生物识别层 = “特种侦察兵”负责在复杂样本中特异性“锁定”目标分子。电化学换能器 = “核心翻译官”负责将生物化学反应“翻译”成可读的电信号（电流、电位、阻抗）。信号处理器 = “信息指挥中心”负责将微弱的电信号“解码”成最终的数字或图像结果。这一比喻将复杂的工程系统转化为学生易于理解和记忆的心理模型，实现了知识的“软着陆”。

2.3 “问题 - 案例 - 项目”三阶驱动教学法的实施路径

为实现教学目标，我们设计了层层递进的教学实施路径。第一阶段：问题导向，教学始于一个源自学生生活经验的“锚定问题”：“大家是否想过，一个简单的指尖采血动作，如何在几秒钟内将一滴血转化为一个精准的血糖数值？”此问题瞬间拉近与复杂技术的距离，激发强烈的求知欲。自然引出本节课的核心任务——揭开“生命信号解码器”的奥秘。第二阶段：案例深挖，案例教学是连接理论与实践的桥梁。我们精选两个核心案例，进行深度剖析。案例一：安培型葡萄糖传感器。通过动态动画进行分步可视化讲解，将抽象的“信号链”具体化为四个环环相扣的工程步骤：(1) 识别（“侦察”阶段）：血液中的葡萄糖分子扩散通过生物相容性膜，被“侦察兵”——葡萄糖氧化酶特异性捕获。(2) 反应（“情报生成”阶段）：发生酶促反应： $\text{葡萄糖} + \text{O}_2 \rightarrow \text{葡萄糖酸} + \text{H}_2\text{O}_2$ 。此步将目标物（葡萄糖）转化为电化学活性物质（ H_2O_2 ）。(3) 转换（“翻译”阶段）： H_2O_2 扩散至工作电极表面，在施加的恒定电压下发生电化学氧化： $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ 。此为最关键一步，将化学量（ H_2O_2 浓度）转换为物理量（电子 e^- ，即电流）。(4) 输出（“解码”阶段）：产生的电子形成电流信号，其大小与葡萄糖浓度成正比。此案例将多学科知识整合于一个清晰的故事线中，使学生深刻理解从生物事件到电信号的完整“解码”逻辑，攻克了教学难点。案例二：新冠病毒检测试剂盒，引入此前沿案例，展示技术的生命力。(1) 识别元件：不再是酶，而是特异性更高的抗体或核酸适体，用于识别新冠病毒的抗原或 RNA。(2) 换能策略：介绍多种新兴技术，电化学阻抗谱法：检测病毒结合前后电极界面阻抗的变化。(4) 工程挑战与创新：引导学生讨论此类传感器在灵敏度（检测限极低）、特异性（避免与其他冠状病毒交叉反应）、快速（用于现场筛查）等方面的要求，以及科学家如何通过纳米材料、微流控等工程技术实现。此案例不仅拓宽了学生的视野，更让他们感受到工程技术在应对全球公共卫生危机中的核心价值，实现了从“知”到“识”的飞跃，并自

然融入了科技报国的思政元素。第三阶段：项目挑战——产出导向，实现知识迁移与能力升华。学习成果最终需要通过“做”来检验。我们设计了分层式的课后产出任务。基础题(面向全体)：简述电化学生物传感器的基本结构及功能。用于巩固核心知识。进阶题/微型项目(面向学有余力者，体现差异化教学)为应对突发性水源污染，请设计一款用于现场快速检测水中重金属铅离子(Pb^{2+})的电化学传感器方案。要求学生提出所选择的生物识别元件的思路(如： DNA 适体，并简述理由)，推断其可能的工作原理和信号输出类型(如： Pb^{2+} 与 DNA 适体结合导致构象变化，引起电流信号下降或阻抗增大)。该任务模拟了真实的工程研发场景，要求学生逆向应用“原理链”，进行正向设计构思。这是对OBE“产出导向”最直接的体现，有效培养了学生的知识迁移能力、系统思维和创新意识。

2.4 课程思政的“盐溶于水”式融合路径

思政教育并非独立环节，而是知识内涵的自然升华。从“特异性”中悟“科学精神”：在讲解生物识别元件如何从万千分子中“精准锁定”目标时，强调其背后是分子结构相互作用规律的客观性，引导学生树立严谨求实、尊重客观规律的科学态度。从“优化史”中见“工匠精神”：回顾从第一代到第三代葡萄糖传感器的演进历程，指出每一次灵敏度和稳定性的提升，都源于对电极材料、酶固定化技术等成千上万次的实验优化，以此锤炼学生精益求精、追求卓越的工匠精神。结合我国科研团队在相关领域取得的突破性进展，激发学生科技自立自强、将个人发展融入国家战略需求的使命与担当。

3 教学成效与反思

通过两轮的问卷调查、教学实践、作业分析和学生访谈，发现改革取得了显著成效：(1) 学习兴趣显著提升：超过90%的学生表示“解码器”的比喻和前沿案例让抽象内容变得生动有趣，学习动机从“要我学”转变为“我要学”。(2) 知识理解更为深刻：在期末考核中与传感器工作原理

相关的综合分析题得分率较往届提升了约25%，表明学生对核心原理的理解更加透彻。(3) 工程思维能力初步形成：在“ Pb^{2+} 传感器设计”任务中，约70%的学生能够提出合理的设计思路，并能正确关联识别元件与信号输出，展现了初步的系统设计与知识迁移能力。(4) 价值认同感增强：学生在课程反思报告中，普遍能结合课堂内容，主动阐述对工程师社会责任、科学精神的理解。

反思与持续改进方向：(1) 深化互动体验：未来可引入“课堂应答系统”或线上互动平台，实现更大范围的实时互动，使教师能即时把握学情，动态调整教学节奏。(2) 细化项目评价：为进阶设计任务开发更精细化的评价量规，从“创新性”、“可行性”、“原理正确性”等多维度进行引导和评估，使能力评价更具科学性与指导性。

4 结语

本研究针对“电化学生物传感器”这一节课传统教学的痛点，构建并实践了一套以OBE理念为引领、以实际案例为驱动、以项目产出为检验的教学新模式。成功地将抽象原理转化为可视化的“信号链”，将知识传授升华为解决复杂工程问题的能力培养，并将课程思政有机融入教学全流程，实现了价值塑造、能力培养与知识传授的三位一体的目标。为在工程教育认证背景下如何高效地开展专业课教学提供了行之有效的解决方案，具有较好的推广价值。

参考文献

- [1] 赵丹丹,韩俊华,陈启佳,等.基于OBE理念的食品科学与工程专业实验课 程教学改革[J].中国食品工业,2025,(07):174-176.
- [2] 陈自卫.融合OBE理念的食品酶学课程混合式教学改革探索[J].现代食品,2024,30(21):18-20.
- [3] 田晓菊,罗玉龙,王松磊.基于OBE-CDIO理念融合的“食品分析”课程教学改革与实践[J].食品工业,2025,46(03):237-239.
- [4] 马天琛,何亮亮,程妮,等.工程教育专业认证背景下食品科学与工程专业实验教学改革[J].中国食品工业,2022,(21):106-109.
- [5] 宫彬彬,曹萌,杜军霞.基于OBE理念的“食品安全学”应用型课程建设[J].教育教学论坛,2024,(30):157-160.