

新工科牵引下的“四维驱动”教学模式改革探析 ——以《环境工程微生物学》课程为例

祁增华^{1,2}, 夏源¹, 杨彦^{1*}

1. 广东药科大学 公共卫生学院, 广东 广州 510000

2. 广东工业大学 环境科学与工程学院, 广东 广州 510000

DOI: 10.61369/RTED.2026080045

摘 要 : 2017年教育部明确“新工科”的人才培养目标,以适应新工科背景下中国经济发展的需要。为助力培养具有工程实践能力和创新精神的人才,需要进行高校课程教学改革。本文以《环境工程微生物学》这一重要的工程专业基础课为试点课程,采用“四维驱动”教学模式,即在明晰学生多样化需求的基础上,通过兴趣驱动、就业驱动、课题驱动、考核驱动,全面保证每个学生都能在明确的目标驱动下积极投入学习。研究证明,该模式激发了学生的学习兴趣,培养了学生创新和实践能力,大大提高了教学效果。

关 键 词 : 新工科; 环境工程微生物学; 四维驱动; 教学模式

Exploration on the Teaching Mode Reform of "Four-Dimensional Driven" Led by Emerging Engineering Education —A Case Study of the Course Environmental Engineering Microbiology

Qi Zenghua^{1,2}, Xia Yuan¹, Yang Yan^{1*}

1. School of Public Health, Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou, Guangdong 510000

2. School of Environmental Science and Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract : In 2017, the Ministry of Education of China defined the talent cultivation objectives of Emerging Engineering Education to meet the demands of China's economic development under the emerging engineering context. Curriculum teaching reform in higher education is imperative to foster engineering talents equipped with practical capabilities and innovative awareness. Taking Environmental Engineering Microbiology, a fundamental core course for engineering majors, as the research object, this paper constructs a "Four-Dimensional Driven" teaching mode. Based on an in-depth understanding of students' diversified learning demands, the mode consists of four driving dimensions: interest-driven learning, employment-oriented motivation, research project stimulation and assessment incentive. It enables all students to engage in active learning with clear learning objectives. Practical results verify that this teaching mode effectively arouses students' learning enthusiasm, improves their innovative thinking and engineering practical abilities, and significantly promotes overall teaching efficiency.

Keywords : emerging engineering education; environmental engineering microbiology; four-dimensional driven; teaching mode

2017年教育部为响应新一轮科技革命和产业变革发展的需求,推动工程教育改革创新,正式提出“新工科”建设理念,明确了新工科人才培养的目标和方向。在培养目标中创新与实践能力目标强调解决复杂工程问题的能力,注重创新创业教育,全面提升工科学生的综合素养与岗位适配能力^[1]。

在传统的工科教学中,主要采用讲授知识点为核心的教学模式,导致课堂不仅枯燥乏味,学生的实际应用能力、实验操作能力、项目挑战能力、思维创新能力等都没有被完全激发与培养。

《环境工程微生物学》是环境工程专业核心基础课程,是生命科学和环境工程学科的交叉学科,是在研究普通微生物学的一般规律的基础上,更加注重微生物和环境之间的互动,微生物活动对环境的影响,以及如何利用微生物来解决环境污染问题^[2]。由于本学科实践性与应用性极强,所以在培养学生创新精神与实践能力方面具有独特优势。因此针对《环境工程微生物学》推出“四维驱动”教学模式,以学生为主体,通过四维驱动激发学生的学习动力,提升学习效果,从而培养学生的综合能力和素质,帮助学生更好地适应新工科人才培养要求。

一、关于高校工科教学模式现状的审视

工科专业基础课程是高校人才培养体系的重要枢纽，承接公共基础课与专业核心课，对夯实学生专业基础、培育工程素养、衔接后续专业学习至关重要。当前工科基础课程教学存在诸多短板，无法适配新工科人才培养定位，具体问题如下。

第一，理论教学与工程实践严重脱节。传统教学体系普遍重理论、轻实践，课堂教学聚焦基础理论、原理公式的阐释推导，缺乏真实工程场景、实操项目的融入。学生缺少系统化工程实践训练，难以完成理论知识的落地转化，解决实际工程问题的能力薄弱。

第二，教学模式固化僵化。多数课程严格沿用固定大纲与授课计划，教学内容、进度安排、训练形式高度统一，缺乏弹性化、个性化教学设计。同质化教学无法适配学生的基础差异、兴趣差异与能力差异，难以实现分层教学、因材施教，无法满足学生个性化发展需求。

第三，课程内容滞后于行业发展。环境工程行业技术迭代速度快，新型治理工艺、前沿技术、创新方案不断更新，但课堂教学内容更新滞后，仍以传统经典理论为主，未及时对接产业前沿与市场需求，导致学生知识体系陈旧，就业核心竞争力与岗位适配度不足。

第四，创新能力培养体系缺失。传统课堂以灌输式教学为主，师生互动不足，学生长期处于被动接受知识的状态，缺乏自主探究、项目研讨、创新实践的学习场景。固化的教学模式制约了学生批判性思维与创新思维的发展，难以培育适配产业发展的创新型工程人才。

综上，当前工科基础课程存在理论实践割裂、教学模式固化、内容更新滞后、创新培养薄弱等核心问题，严重制约学生工程综合素养的提升，与新工科人才培养目标偏差显著，课程教学改革具备极强的必要性与紧迫性。

二、“四维驱动”教学模式的理论依据和培养目标

（一）“四维驱动”教学模式的理论依据

结合心理学、教育学、组织行为学等多学科理论，提出“四维驱动”教学模式^[3]。学生的学习兴趣是第一驱动力，学生投入到自己喜欢的事情中会有心流体验，会带来愉悦感和成就感^[4]。就业驱动基于人力资本理论，个体通过教育投资提升就业竞争力，职业导向的学习是人力资本积累的过程。学生只有意识到不同就业领域的能力要求差异才能进行有针对性的准备^[5]。课题驱动遵循建构主义与最近发展区理论，借助项目学习实现知识建构与能力提升^[6]；考核驱动依据压力—动力理论，推行差异化考核，以适度压力助力学生发挥自身优势。

（二）“四维驱动”教学模式培养目标

根据“新工科”引领下对人才的培养目标，我们的教学以学生为中心，鼓励学生通过提问、探索、研究和解决问题来主动学习。我们的教学突出学生主动参与、自主学习，着力培养其批判性思维、创新能力与终身学习能力。

三、“四维驱动”教学模式在实践过程中的改革内容及实施方法

（一）兴趣驱动

“兴趣是最好的老师，探究是人类与生俱来的天性。”教学立足学生兴趣特质，突出学生课堂主体地位，激发学习主动性、创造性，契合现代教育理念。结合学生心理与课程特征落地兴趣驱动教学，具体举措如下：

1. 构建良好师生关系，激发学习兴趣

融洽和谐的师生氛围可以舒缓学生学习压力，消除学生畏惧心理。喜爱老师，乐于接纳课堂、接纳学科知识。激发学生内在求知欲望，调动学习热情。依托师生良性互动唤醒求知欲，促使学生主动钻研，长效培育学科兴趣。

2. 立足学情差异，推行分层趣味教学

首先通过结合理论考核与课堂观察划分学生层次，根据学生制定差异化培养目标，兼顾全员课堂参与度，激发学习兴趣，促进学生分层提升。

以核心技能实验“微生物分离与纯化”做案例分析。基础层的要求：掌握平板划线、稀释涂布；获得单菌落；记录菌落特征（大小、颜色、形状）。中间层的要求，能从土壤/污水中分离细菌、放线菌、真菌；会配制常用培养基（牛肉膏蛋白胨、PDA）。提高层的要求：针对性功能菌筛选（如降解石油、脱氮除磷菌）；设计筛选方案，测定降解率/脱氮效率。

3. 融入实际案例，提升课程实践能力

采用分层混合分组开展实验，各组搭配不同层次学生协作完成任务。该模式能调动学生积极性，提升课堂参与度，实现生生互助、取长补短，让全体学生学有所获，体会学习价值，真切感受知识的魅力与力量。

以“石油污染土壤生物修复”项目实施进行分组PK，基础层的要求：理解生物修复原理、降解菌种类、影响因素，能复述工艺流程。中间层的要求：能分析碳源、氮源、氧、温度对修复效果影响，绘制简易工艺流程图。提高层的要求：组织本小组完成小型修复方案设计“污染场地调查→菌种筛选→工艺选择→参数优化→成本估算→效果评估”并答辩汇报。

（二）就业驱动

就业驱动的学习是一种以目标职业所需的技能和知识为核心，逆向规划学习路径的高效策略。可结合问卷、走访、职业规划引导，帮助学生明晰就业方向、激发学习动力。

课程开始早期通过问卷调查收集学生学习该课程的目的。调查数据显示42.5%学生只为修满学分，57.5%出于兴趣希望深耕学习或开展相关研究，超半数学生有意从事对应职业。针对这类学生，我们引导其梳理课程与就业的关联，深化对知识价值的认知。学生通过调查走访，上网查找，多方调研明确二者联系，各目标岗位对应的必备知识如下：

职业岗位	必备知识
污水处理工程师	微生物降解污染物机理、病原微生物检测、生物膜形成与调控等
环境监测技术员	微生物培养与鉴定技术、生物传感器原理、分子生物学方法等

公共卫生专员	病原微生物特性、消毒剂抗性机制、生物气溶胶传播等
环境咨询顾问	微生物环境行为模型、国内外环境法规等
环保研发科学家	微生物代谢工程、酶工程、微生物群落生态学

（三）课题驱动

课题驱动式学习属于深度学习，可激发学习热情，助力学生运用微生物学理论解决环境实际问题，培养科研思维与工程实践能力。具体实施方法如下：

1. 项目选题

结合学生感兴趣的就业方向设计课题内容，比如水处理方向的项目案例“基于微生物群落分析的某污水处理厂脱氮除磷效能优化”；固废处理方向“餐厨垃圾厌氧发酵产甲烷的微生物群落动态研究”；土壤修复方向“石油污染土壤中高效降解菌的筛选与修复效果验证”等。

2. 实验先导制

学生开展课题实验前，需按要求查阅资料、设计实验方案并交由教师审核。这一过程能帮助学生吃透实验原理、熟悉操作流程、统筹项目，锻炼综合思辨与实操能力。依托课题学习实验技术优势显著：项目目标倒逼技能掌握，提升学习效率；真实实验数据更能锤炼科学判断；针对性指导也比通用演示效果更佳。

3. 成果展示与答辩

通过学术海报、PPT 汇报、发表论文或模拟专利申请等进行成果展示与答辩。

（四）考核驱动

考核压力作为高校学生学习的重要驱动力，合理利用可转化为有效学习动能。传统的“一考定绩”的模式，重结果、轻过程，评价片面。实行多维、动态评价，并且针对不同的学生需求（部分同学偏重理论，部分同学偏重科研）构建差异化评估^[7]。以下详细介绍“多维、动态、差异化评估系统”的具体内容。

1. 三维度过程性考核体系

三维度过程性考核体系包括知识建构维度（40% 权重）能力发展维度（50% 权重）学习行为维度（10% 权重）三部分。

知识建构维度（40% 权重）有两个选择，模块化微测试或者思维可视化作业。模块化微测试：本课程共分为三篇，每篇内容结束后进行30分钟“1页开卷测试”（允许携带自制知识图谱）。思维可视化作业：每篇内容提交概念图 / 流程图，评估知识整合能力。

能力发展维度（50% 权重）也有两个选择，课题项目周期汇报或者重难点微课。课题项目周期汇报：项目前实验设计——项目中实验开展情况汇报——项目后实验结果汇报。重难点微课：学生需求制至少3个微课，讲解课程重难点。

学习行为维度（10% 权重）需要学习打卡记录：包括线上学习（视频学习、线上测试和在线讨论）和线下学习（出勤率、课堂讨论与分享）。

2. 差异化考核实现路径

根据不同学生的学习需求，将考核分为两个组合策略。可在三个维度中自由选择，套餐设计如下：

A 套餐（理论导向）：模块化微测试 / 思维可视化作业 + 重难点微课 + 学习行为

B 套餐（科研导向）：模块化微测试 / 思维可视化作业 + 课题项目周期汇报 + 学习行为

3. 考核方案的亮点

考核方案实现了基础与过程并重，都保留了基础测试和学习行为评价；通过“理论 / 科研”双路径，避免了“一刀切”的考试模式，能更好激发学生主动性。

四、教学改革成效评估

（一）学生学习主动性提高

通过就业驱动，触发大脑杏仁核的生存本能反应，唤醒内在学习动力，推动学生将知识学习转变为能力储备，获得学习安全感。课题驱动，通过实际问题制造知识缺口，触发前额叶皮层的补偿性学习需求，让学生在学习过程中获得“成长愉悦感”。远期就业目标结合近期项目成果激励，可显著增强学生学习主动性。

（二）学生学习效果反馈较好

该教学模式推动学生从被动听课转为主动探究，在发现、分析并解决问题的过程中，综合能力得到锻炼。问卷调查显示，绝大多数学生认可该模式，学习目标与动力显著提升，科学素养、团队协作、自主创新能力均有不同程度增强。课后一年追踪发现，超八成参与课题的学生计划考研、深耕科研，课程的长效影响突出。

五、结束语

本次课改构建“四维驱动”探究式教学模式：就业驱动对接职场需求、提升就业能力；兴趣驱动激发学习内驱力，培养自主探究与创新能力；课题驱动以实践巩固理论，锻炼问题解决与团队协作能力；考核驱动把控学习进度，夯实知识基础。实践证实，该模式契合学生特点，有效推动学生综合发展。

教师是“四维驱动”教学模式的重要执行者。教师不仅要提高本课程专业能力以及多学科知识储备，更要不断更新自己的教学理念和方法，在教学实践中不断优化教学方案，提高自己分层次教学、因材施教的教学能力，实现人的全面、健康发展。

教师需要不断提高本课程专业能力以及多学科知识储备，了解最新的教学技术和方法，还要在教学实践中不断优化教学方案，以及分层次教学、因材施教的教学能力。同时充分考虑学生的综合素质和价值观教育，实现人的全面、健康发展。

参考文献

[1] 朱联东, 张战. 新工科背景下的环境工程微生物学实验教学改革[J]. 大学教育, 2024, (14): 29-32+42.
[2] 杨朝晖, 曾光明, 刘云国, 等. 环境工程微生物学教学改革的探索与实践[J]. 大学教育科学, 2004, (3): 45-47.
[3] 邵桂芳, 杨帆, 王颖, 等. 多维驱动下“三位一体”新工科创新型人才协同聚力培养[J]. 高教学刊, 2024, 10(1): 47-50. DOI: 10.19980/j.cn23-1593/G4.2024.01.011.
[4] 张昀. 以兴趣驱动的沉浸式教学模式设计及评价机制[J]. 大学教育, 2021, (4): 126-128.
[5] 周鸿立, 张扬, 崔浩, 等. 基于社会需求与职业驱动的普通本科院校药学应用型人才培养初探[J]. 吉林化工学院学报, 2018, 35(2): 1-4. DOI: 10.16039/j.cnki.cn22-1249.2018.02.001.
[6] 吕明琪. 课题驱动式的深度学习研究生课程教学改革[J]. 计算机教育, 2024, (10): 29-33. DOI: 10.16512/j.cnki.jsjy.2024.10.028.
[7] 张亚文. 注重职业素养培养, 加强过程性考核与评价——高职教育课程考核改革的几点做法[J]. 学园, 2017, (32): 41-42.