

OBE背景下五星教学法在环境工程原理实验教学中的应用*

钱飞跃^{1,2}, 李勇^{1,2}, 王俊霞^{1,2}, 沈耀良^{1,2}

(苏州科技大学, 1.环境科学与工程学院, 2.城市污水资源化利用技术国家地方联合工程实验室, 江苏苏州 215009)

[摘要]为深入贯彻工程教育专业认证的基本理念,有效提升环境工程原理课程实验环节的教学质量,笔者以重力沉降实验为例,运用五星教学法开展了教学模式重构的改革实践,明确提出了以聚焦专业问题解决为驱动,分步开展“激活原有知识”“引入专业热点”“方案设计实施”“观点总结归纳”和“目标达成评价”等教学活动的新型组织模式。学生通过亲身参与,在自主学习、团队协作和实践操作等方面获得了良好的学习体验,这有效支撑了课程目标的达成。

[关键词]课程实验教学;五星教学法;环境工程原理;成果导向教育;学习目标达成

Applying 5-Star Teaching Methodology in Experimental Teaching of Environmental Engineering Principles under the Outcome Based Education

Qian Feiyue^{1,2}, Li Yong^{1,2}, Wang Junxia^{1,2}, Shen Yaoliang^{1,2}

(1. School of Environmental Science and Engineering, 2. National and Local Joint Engineering Laboratory of Municipal Sewage Resource Utilization Technology, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou, Jiangsu 215009)

Abstract: In order to thoroughly implement the fundamental conception of engineering education professional certification, and effectively improve experimental teaching quality of environmental engineering principles, the 5-star teaching methodology was applied to re-construct the teaching model of particle gravity sedimentation experiment as an example. An innovative organization model was offered, which focused on professional problem solving as a driving force, and required various teaching and learning activities of activating existing knowledge, introducing professional hot-issue, program design and implementation, viewpoints summarizing and objective achievement evaluation being carried out stepwise. Through participation, students acquired good experience in

[作者简介] 钱飞跃(1986-),男,副教授,博士。

[通信作者] 钱飞跃, E-mail: feiyuehandler@163.com。

* 基金项目:江苏省学位与研究生教育学会学位授予质量研究课题(XYH036);苏州科技大学教学改革与研究课题(2017JGZ-02)。

the fields of independent studying, teamwork and practical operation etc. It effectively supported the achievement of the overall course learning objectives.

Key words: Course experimental teaching; 5-star teaching methodology; Environmental engineering principles; Outcome based education; Achievement of learning objectives

为积极响应国家创新驱动发展战略,全面贯彻教育部《关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》精神,国内各工科专业纷纷以参与工程教育专业认证为抓手,积极开展系统化、多样化、特色化的改革实践。随着改革的不断深入,成果导向教育(Outcome based education, OBE)理念已成为国内工程教育界的普遍共识^[1]。OBE 理念的核心是关注学生的学习与发展成效,强调培养学生能够做什么,而不是知道什么^[2-3]。这就要求工程教育必须建立“新三中心”来替代“旧三中心”,即“以学生为中心”替代“以教师为中心”,“以理论和实践相结合为中心”替代“以课堂为中心”,“以能力和素质为中心”替代“以知识为中心”^[4]。

作为践行 OBE 理念的具体举措,本文聚焦环境工程专业必修课程环境工程原理的实验教学环节,运用五星教学法系统阐述如何围绕课程学习目标达成,递进式开展“目标驱动”“知识迁移”“行动转换”“成果形成”和“达成评价”等教学活动,以为工程教育专业认证标准下的课程教学改革提供参考。

一、实验教学的任务和要求

环境工程原理是面向大二年级学生开设的专业基础课,其主要任务是系统深入地介绍环境污染控制与生态修复活动中涉及的基本原理、过程现象和技术方法^[5]。依据课程教学大纲,学生的学习目标是能够理解、掌握环境工程常用技术原理与模型方法,并加以应用,具备解析环境系统、描述现象过程和解决工程问题的基本能力。该课程主要起衔接基础课与专业课的关键节点作用,如图 1 所示。这种“承上启下”不仅体现在知识结构上,更体现在学习方法和思维方式上。环境工程原理课程教学的持续改进对于提高专业人才培养质量具有深远的影响。

学习者由于尚未形成系统的专业知识结构,在面对课堂上展示的大量定义、公式和图表时,往往不能形成有效的对象映射。虽然教师能够通过积累语言表述经验、更新教学辅导材料和改进信息呈现方式等途径持续提升自身的课堂授课水平,但教学内容的复杂性、抽象性和单元性仍要求学生承担较高的认知负荷,这就影响了其学习成效^[6-7]。因此,课程教学中有必要嵌入实验环节,为知识运用提供实践平台。遵循“以学生为中心,以成果为导向”的原则,实验教学应具备综合性、设计性和实践性等特征,以期合理构建“掌握知识”与“解决问题”之间的转换关系^[8-9]。这对教学组织方法提出了很高的要求。

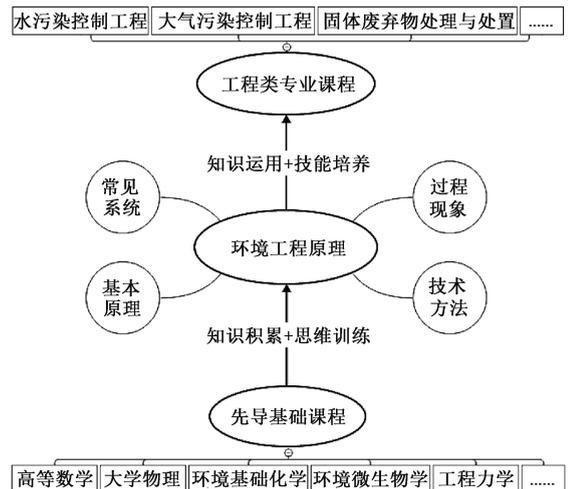


图 1 环境工程原理课程的定位

二、实验教学的组织实施

依据 Merrill 的研究^[10]，“聚焦问题解决”的五星教学法能够针对工程教育中常见的理论概念、模型方法与系统操作等要素实施有效的分步组织,即以专业问题驱动教学过程,依据“激活原有知识→展示全新信息→尝试应用实践→成果总结归纳→融会贯通评价”的层级展开,直至目标达

成,如图 2 所示。

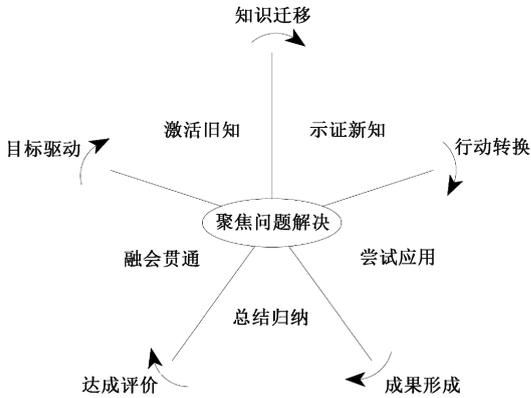


图 2 五星教学法原理

重力沉降是环境工程原理课程实验环节设置

的实验项目。运用五星教学法对该实验教学组织进行重构的过程如图 3 所示。

(一) 激活原有知识, 提出待解决问题

学生需要通过听课、阅读和练习, 理解和掌握教材中的重力沉降力学原理、模型描述和应用领域等抽象内容, 并建立对颗粒在水中重力沉降的直观认识, 了解环境中颗粒形状的不规则性和粒径测算存在的困难^[5]。在激活原有知识的基础上, 教师需要引导学生关注颗粒沉降现象与颗粒粒径尺寸之间的相关性, 并将其转化为学生有兴趣探寻、有能力解决和有潜力应用的实际问题, 以驱动实验教学的展开。

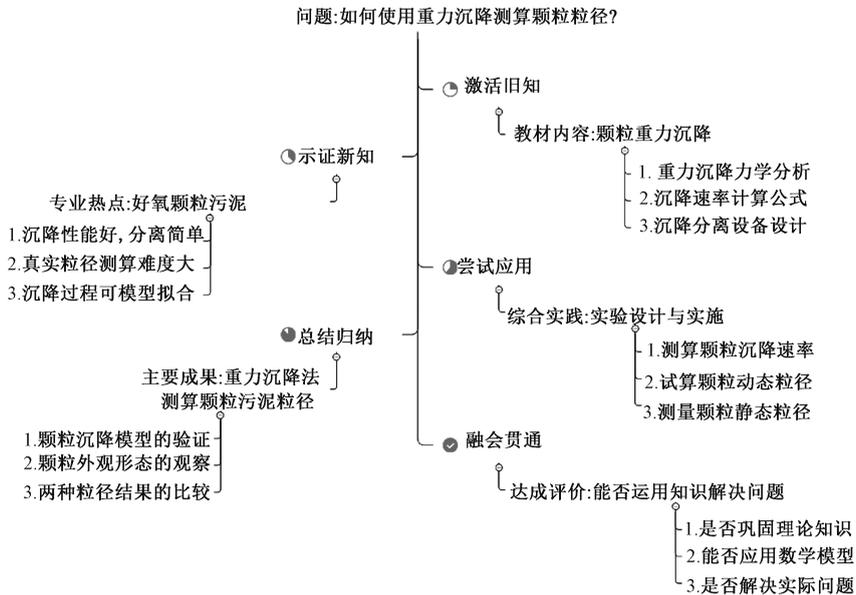


图 3 重力沉降实验的教学组织导图

(二) 引入专业热点, 提供实验准备

引入专业研究热点是优化学习者知识结构、促进学习者形成意义建构和构建问题解决情境的有效途径^[8, 11]。与传统活性污泥相比, 好氧颗粒污泥具有沉降性能好、形态结构稳定和降解活性高等优点。考虑到同类型颗粒污泥的相对密度相差不大, 粒径尺寸将成为决定其重力沉降过程的关键因素。以教师的相关科研成果为支撑、以好氧颗粒污泥为研究对象开展实验教学是完全可行的^[12]。在该阶段, 学习者需要有组织地完成文献调研、系统观摩和交流讨论等环节, 逐步将自己习惯的“接受型”思维转变为实践环节所要求的“发

现型”思维, 并建立 3~5 人的实验小组, 培养团队协作意识^[13]。

(三) 制定实验方案, 动手实践操作

学生需要围绕待解决的问题, 针对颗粒沉降速率测定、颗粒动态粒径试算、颗粒静态粒径测量等实验内容, 自主制定实验方案。教师负责对实验方案的系统性和合理性做出评价, 并提供修改意见, 协助学生解决可能遇到的技术性、操作性问题, 监督其开展数据可靠性分析, 培养其科学严谨的工作作风。需要指出的是, 好氧颗粒污泥原生形态的多样性可能会使各小组的实验结果存在明显差异, 甚至相互矛盾。因此, 实验结果的正确性

没有统一的评判标准,过程评价应当从“能否有效支撑问题解决、促进观点形成”的角度进行考量,以期最大限度地肯定学生在实践中的创新尝试^[14]。

(四)总结实验成果,归纳理论观点

区别于验证性实验,综合设计实验的成果产出不再局限于单调的数据和报告,更强调学生自主建立的有应用潜力的问题解决方法。在本实验中,学生通过完成知识准备、热点调研、方案设计、实践操作和数据分析等步骤,最终形成“重力沉降法测算颗粒污泥粒径”的程序性方法。教师需要指导学生运用专业术语,尽可能准确地阐述已获得的实验成果,进而提出相对独立的研究观点。这在很大程度上发挥了科研启蒙训练的作用,很好地契合了当前创新型人才培养的要求,有助于

激发学习者持续的思考和探索。

(五)评价目标达成,追求融会贯通

依据工程教育专业认证标准,课程学习目标的达成度评价是认定毕业要求达成和开展教学持续改进的重要依据^[4, 15]。教师需要围绕“运用专业知识解决专业问题”的总体培养目标,针对教与学环节,分步设置与其特点相对应的准量化评价标准,以期实现全程评价、能力评价和激励评价,如表 1 所示。作为教师单方评价的有力补充,学生的学习体验同样对课程目标达成评价具有重要参考价值^[14]。笔者对 2015 级、2016 级环境工程专业学生开展问卷调查,共发放问卷 148 份,回收 146 份,调查结果如表 2 所示。由表 2 可知,学生通过参与本实验,在自主学习、独立思考、团队协作和实践操作等方面都获得了不错的学习体验。

表 1 教师对学生学习目标达成度的评价标准

序号	评价依据	优	良	中	及格	不及格	权重
1	知识基础	能够全面正确地阐述重力沉降相关理论	能够较全面地阐述重力沉降相关理论	对重力沉降相关理论的阐述基本正确	对重力沉降相关理论有一定了解	对重力沉降相关理论掌握程度不够	10%
2	方案设计	方案目标明确,有系统性,技术路线与实验方法设置合理,几乎不需要修改就可以实施	方案目标较明确,系统性良好,技术路线与实验方法较合理,经小范围修改后可以实施	方案的系统性与合理性较差,经较大范围修改后可以实施	方案的系统性和合理性明显缺失,必须经大幅修改才可以实施	方案不完整,技术路线与实验方法不合理,需要重新进行设计	20%
3	实践能力/ 团队协作	团队分工明确,协作高效,能够自主解决操作性问题,实验结果分析合理	团队协作效率较高,能够在获得较少帮助的情况下解决操作性问题,实验结果分析较合理	团队协作效率一般,需要获得较大帮助才能解决操作性问题,实验结果分析基本合理	团队协作效率很差,需要获得很大帮助才能解决操作性问题,实验结果仅做简单分析	基本没有团队分工协作,无法解决操作性问题,缺少实验结果分析	30%
4	问题解决/ 实验成果	能够运用专业语言系统、准确地阐述实验成果,提出的观点具有创新性和合理性	能够运用专业语言较准确地阐述实验成果,提出的观点具有合理性	能够运用专业语言大体阐述实验成果,提出的观点基本合理	能够运用专业语言大体阐述实验成果,提出的观点仅具有较小的合理性	无法运用专业语言阐述实验成果,提出的观点不具有合理性	20%
5	报告质量	文本规范完整,图文结合度高,过程材料翔实	文本规范完整,图文结合度较高,过程材料较翔实	文本完整且较规范,图文结合度较差,有过程材料	文本完整且基本规范,图表数量偏少,有过程材料	文本不完整,图表缺失,没有过程材料	20%

表 2 学生对实验学习目标达成情况的反馈

问卷内容	总是/ 很大	经常/ 较大	一般/ 有时	偶尔/ 较少	从不/ 无
1. 你是否有兴趣解决本实验提出的问题	30%	52%	16%	2%	0
2. 你是否在本实验过程中运用了专业知识	60%	27%	11%	2%	0
3. 你对重力沉降相关知识的理解与运用水平是否得到了提高	20%	59%	15%	4%	2%
4. 你是否尝试通过自主学习和独立思考解决遇到的问题	65%	28%	5%	2%	0
5. 你的团队协作能力是否得到了提高	20%	30%	34%	11%	5%
6. 你是否认为所在小组有效解决了本实验提出的问题	78%	20%	2%	0	0
7. 你是否认为通过本实验获得的经验对于后续学习有帮助	48%	34%	11%	2%	5%

三、结语

颗粒重力沉降实验的教学实践表明,运用五星教学法可以通过聚焦专业问题解决,有效组织“目标驱动”“知识迁移”“行动转换”“成果形成”和“达成评价”等教学活动,构建“以学生为中心、以成果为导向”的新型教学模式。该模式很好地契合了环境工程原理课程实验环节的特点,充分重视学生在“运用专业知识解决专业问题”过程中的学习与发展成效,使其在自主学习、独立思考、团队协作和实践操作等方面获得了良好的学习体验,同时为课程总体学习目标的达成奠定了坚实的基础。

(文字编辑:李丽妍)

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] 杨毅刚, 孟斌, 王伟楠. 基于 OBE 模式的技术创新能力培养[J]. 高等工程教育研究, 2015(6):24-30.
- [3] 成卓韦, 吴石金, 陈建孟. OBE 理念下“3-3-3”融合的新型培养模式——地方高校环境工程专业人才培养体系构建与实践[J]. 浙江工业大学学报(社会科学版), 2016, 15(4):452-458.
- [4] 丁刚. 知识螺旋扩张循环教学模式的研究与实践[J]. 高等工程教育研究, 2018(4):163-167.
- [5] 胡洪营, 张旭, 黄霞, 等. 环境工程原理[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2015.
- [6] 胡君. 基于认知负荷理论的“质量守恒定律”微课教学设计[J]. 课程教学研究, 2014(9):103-105.

[7] 钱飞跃, 王建芳, 盛楠楠, 等. 五星教学原理在微课教学设计中的应用——以“反应器间歇操作的原理与应用”为例[J]. 化工高等教育, 2016, 33(2):28-31.

[8] 曾玲晖, 张翀, 卢应梅, 等. 基于卓越教学视角的大学本科应用型人才培养模式研究[J]. 高等工程教育研究, 2016(1):19-23.

[9] 周春月, 刘颖, 张洪婷, 等. 基于产出导向 OBE 的阶梯式实践教学研究[J]. 实验室研究与探索, 2016(11):206-208, 220.

[10] Merrill M D. First principles of instruction[J]. Educational Technology Research and Development, 2002, 50(3):43-59.

[11] 刘小晶, 张剑平, 杜平锋. 基于五星教学原理的微课教学设计研究[J]. 现代远程教育研究, 2015(1):82-89, 97.

[12] Wang J F, Zhang Z Y, Qian F Y, et al. Rapid start-up of a nitrification granular reactor using activated sludge as inoculum at the influent organics/ammonium mass ratio of 2/1 [J]. Bioresource Technology, 2018, 256:170-177.

[13] 刘叶, 邹晓东. 提高理工科人才培养质量:思维变革的路径[J]. 高等工程教育研究, 2016(3):111-115.

[14] 刘艳, 葛海燕. 突出学生能力培养的微生物学实验教学方法的研究[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(8):214-216, 224.

[15] 王保健, 陈花玲, 杨立娟, 等. 工程教育认证标准下的课程教学设置[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(8):162-166, 298.