

项目化混合式（PBBL）教学模式的构建与实践

——“环境监测实验”课程教改案例

关久念

（东北师范大学环境学院）

【摘要】全面落实立德树人根本要求，秉持东北师范大学“创造的教育”理念，“环境监测实验”课程坚持“知行统一、学思结合”的教育思想，依据环境科学、环境工程专业人才培养目标，构建了以学生为中心、以价值为引领、以问题为导向、以任务为驱动的项目化混合式教学模式（project based blending learning, PBBL）。将实验内容项目化，凸显学生中心地位，教师提供丰富的“线上”资源的同时，利用“雨课堂”连接“线上”与“线下”教学活动，并将课前、课中、课后的诸多教学环节有机结合，形成教学链；学生可以通过自学、小组协作学习、研究性学习等学习方式灵活自主地安排学习进度，并开放实验室，使学生有充足的时间进行实验和探究，切实体悟并践行生态文明理念。通过设计价值塑造、能力培养、知识传授三位一体的教学方案，较好地解决了实验教学中的“老师如何教”“学生如何学”“环境如何营造”等问题。PBBL教学模式的实践取得了较为显著的教学效果，获多个省级、校级教学奖项。

一、“环境监测实验”课程的地位和作用

“环境监测实验”课程是东北师范大学环境科学专业和环境工程专业的专业主干课，开课学期是大二年级秋季学期，是我校环境科学与工程类专业的主干必修课，也是该类专业的第一门专业实验课程。实验课程是联系理论与实践的桥梁，是培养专业技能和实践能力的有效途径和重要载体。为使学生理解生态文明的内涵，提升环境工作者从业使命感与职业道德，本课程秉持“创造的教育”的教学理念，结合专业特色，设计价值塑造、能力培养、知识传授三位一体的教学方案，并在慕课背景下，结合“线上”+“线下”混合式教学方法及“雨课堂”等智慧教学手段，构建项目化混合式教学模式。课程内容基于校园环境质量监测，通过优化实验项目，将验证性实验、综合实验和创新实验有机地结合起来；基于项目式学习，改革教学方式、方法，凸显学生主体地位，对发现的环境问题提出解决方案，鼓励创新探索，强化学生独立设计、开展实验能力，培养学生自主学习、科学

思维、创新思辨能力，同时，使其在团队协作中激发观点的碰撞，将所学到的知识运用于实际，将个人成长融合于社会贡献，提高学生职业素养、社会责任感。课程较好地对接了专业人才培养的理想信念、专业素质、研究能力、终身学习等方面的具体毕业要求。

二、“环境监测实验”课程教学模式创新与实践

（一）“项目化”实验教学模块

针对以往教学中发现的问题，进一步明确课程定位和目标，完善教学大纲，优化教学内容。将实验项目分为实验安全及样品采集、水质监测、大气质量监测、声环境质量监测和创新综合实验五个模块。对于基础操作实验部分，在实验内容编排上，注意认知规律的运用，先易后难、先单项操作再综合项目训练。突出问题引导的教学策略，给出操作标准和要求，进行阶段性目标管理，考核验收。从价值塑造、能力培养和知识传授多视角优化实验教学方案，以高站位、整体观、大格局引导学生在专业背景下学习“环境监测实验”课程。

对于环境样本监测的实验部分，突出问题引导下的“项目化”教学策略，为实验课程“老师如何教”的问题提供解决方案。

（二）“项目化”实验教学环节

1. 确定项目任务

将实验内容转化为项目形式，以价值为引领、以问题为导向、以任务为驱动，步步深入，每个阶段都设有明确的任务内容、目标要求等。引导学生研读项目，正确理解项目任务，了解整体构思。其中问题质量是关键，需要深入思考、反复斟酌设计。

2. 制定项目计划

项目计划即实施方案设计，是教学重点和难点。项目计划需要考虑人员分工、实施步骤、所需技能等因素，这个过程体现了生成性教学，是“项目式”学习的重要特征。

以学生为中心，分组自主学习、查阅文献、讨论问题并完成项目方案设计；以教师为主导，及时与学生沟通、密切联系、答疑解惑，提供必要的指导，协助学生完成实验方案的设计，保障后续实验的顺利开展。课前为学生提供参考资料、实验方案设计模板等学习资源，以满足学生的学习需求。这个环节还提升了学生的沟通协调能力，培养了其团队精神和协作意识。

3. 实施项目计划

实施项目计划是实验课程的主战场。各组的项目进度、精神状态、人员配合、动手能力、安全意识、操作规范、结果分析等，一目了然，是教师指导、评价的参考依据。实施过程既锻炼了学生的各种能力，又激发了其学习动力。

项目完成后，提交电子版实验报告，锻炼学生运用统计分析软件处理数据及绘制图表的能力，也培养了学生的提炼、归纳、总结能力，提高其科研素养等综合素质。此外，以电子版实验报告代替纸质版报告也可以减少碳排放，践行生态文明理念。通过翻转课堂，学生可以进一步研讨各个方案的优缺点，优化实验方案，更加全面地学习和掌握相关知识和学科前沿，亦可促进良好学风的形成。

4. 实施效果评价

通过教师评价、团队评价、自我评价等方式，客观评价项目实施效果。

教师主要对学生的参与度、实验操作、实验方案、实验报告撰写等方面做出评价，反思改进提高的空间；团队通过自评和互评、总结收获，反思存在的薄弱环节，提出改进意见和建议；学生通过自我评价，总结心得体会，为未来学习积累经验，同时也培养反思精神。评价表明，“教”与“学”质量有效提升。

“项目化”教学方式可以有效引导学生真正成为学习的主人，促进学生由“被动”学习转变为“主动”学习，有效地解决实验课程“学生如何学”的问题。

(三) “线上” + “线下” 混合式教学方式

1. “线上” + “线下” 教学资源建设与应用

选择典型实验项目制作成慕课、微课，通过“雨课堂”发布给学生，同时在“雨课堂”平台为学生提供环境监测实验规范、新技术、新方法、新法规等学习资源，以满足教学需求；同时，建设校内基地，完善实验室开放制度，有效支撑“线上” + “线下”混合式教学活动。依托“线上”资源，完成预习、小组学习、问题探讨研究、答疑互动等环节；“线下”借助翻转课堂、开放实验室、实训基地等，完成方案答辩、实验操作、实验报告、评价反思等环节。开放性的教学环境，满足了学生的个性需求。“雨课堂”实现了“线上”“线下”教学环节的有机融合，助力形成良好的教学运行机制。

2. 引导、指导学生“如何学”

作为课程要求，给予学生学习方式、方法方面的指导和建议。

自主学习。引导学生培养自主学习的能力，通过线上资源自主学习，有能力跟踪学科领域的发展（新技术、新方法、新规范、新标准、新应用等），不断汲取和拓展新知识。让学生学会自主规划学习计划，自主设计、调节、管理与评价学习过程，撰写学习日志并形成电子学档。

协作学习。组建学习小组，开展讨论、案例分析、项目实践，更好地了解和掌握“环境监测方案的制定→采样点布置→样品采集→样品预处理→样品保存→样品分析测试→数据处理→环境质量评价→报告撰写”全过程。

研究性学习。创造研究性学习条件，开放实验室中的仪器设备和药品，建立实验室使用制度和外借管理制度。为学生在课外进行实验和实践训练提供场所。在教师的指导下，学生针对感兴趣的问题，设计实验方案进行研究，提出自己的观点和见解；鼓励学生以个体或小组方式提出与课程内容相关的研究课题，形成研究性学习小论文或小组调研报告。

(四) 考核评价标准（“线上” + “线下”）

课程教学评价依据教学目标，对考核的内容和依据有明确的要求。教学评价包括过程性评价（占比50%），小组综合实践项目评价（占比40%），期末考试（占比10%）。综合教师评价、学生自评、组内互评、小组互评等形式进行评价；表现性评价由教师提供评分量表，指导学生自评与互评。

“线上”检验学生的预习和慕课学习情况，量化测试结果并给出评价；“线下”设置盲样考核操作、创新实验方案设计质量（合理性、可行性、创新性）、PPT方案等项目并做出评价。考核方式有效调动了学生的学习动力。

(五) 实验报告 (“线上” + “线下”)

预习报告方面,提交纸质版 (“线下”),体现自主学习状态,解决“抄实验讲义”的问题。实验报告方面,提交电子版 (“线上”),对于实验现象和数据记录要求提供实验记录照片,确保数据的真实性,成功地激发了学生的学习兴趣和责任心,使其端正了学习态度;要求学生用 excel 或 origin 软件处理数据、规范作图,提升了专业素质;结合“雨课堂”推送的质量评价标准和污染治理方法,学生可以对监测结果做评价并提出合理化污染修复方案,完善了环境监测全过程学习。

基于慕课、微课的“线上”+“线下”混合式教学方式在提供充足学习资源的同时,也满足了学生个性化自主学习的需求,可为实验课程“环境如何营造”的问题提供解决方案。

三、创新点

构建了多视角、多环节、开放性的项目化混合式 (project based blending learning, PBBL) 实验课程的教学模式。从价值塑造、能力培养、知识传授的视角优化实验内容,形成实验项目化特色;创建了多环节 (预习、教学、考核、实验报告等) 的“线上”+“线下”混合式教学方式,有效地解决了“线上”+“线下”教学环节的有机融合问题,形成良好的教学运行机制;营造开放式、满足个性需求的学习环境,践行以学生为中心的教学理念。该模式为“老师如何教”“学生如何学”“环境如何营造”等问题提供了一系列解决方案,提高了教学效率和质量。

四、典型教学案例

“环境监测实验”课程具有教学环节多、要求目标高等特点,同时,实验课时又十分有限,所以,面临的教学问题主要为如何有效联动“教”与“学”,以实现教学期望。基于学情分析,发现学生对学习目的、目标、任务、责任不清晰,学习内生动力不足,被动学习、盲目操作情况比较多,并且效率不高。这要求教师强化学生的中心地位,改革创新教学方式方法,能够实时了解学生的学习习惯,及时了解学生的学生情况,解决学生遇到的问题。因此,在创新教学模式时,一方面,基于项目式学习,激发学生内在的学习动力,确立学生的中心地位;另一方面,需要基于学生目前获取信息的途径及学习习惯,充分利用慕课、雨课堂等线上智慧教学手段,在实时互动、跟踪检查学习状况、及时引导指导,提高各教学环节的教学效率的同时,进一步解决教学过程中师生互动、监督评价等方面的具体问题,切实提高教学质量,并有效地体现以学生为中心、以教师为主导的教学理念。

实验项目——废水中六价铬的测定与去除 (综合创新实验, 共计 16 学时)

(一) 教学要求

1. 教学目标

能够运用分光光度法准确测定废水中六价铬的浓度;通过文献查阅,设计并实施去除废水中六价铬的实验方案。

2. 教学重点

通过实验方案的设计与实施，加深对生态文明的理解，提升社会责任感及职业使命感，并注重引导学生发掘环境领域的实际问题，通过理论与实践的融合，分析并解决问题，实现学思结合、知行统一。

3. 教学难点

引领学生设计能够低碳、绿色、快速地去废水中六价铬的实验方案。

4. 教学资源

线上教学资源：慕课（介绍六价铬污染现状、监测方法的发展历程、实验原理、操作演示实验步骤、数据处理方法等）、国内外相关研究前沿的文献资料、数据处理软件的应用方法等。

线下教学资源：校内实习实训基地、基础实验室、大型仪器操作演示、图书资料、智慧教室等。

雨课堂：依托雨课堂提供慕课等线上教学资源，同时可以衔接线上线下的教学环节，为实现师生互动、答疑讨论、前测、中测、后测等教学活动提供平台。

（二）教学策略

遵循教学活动基本规律，以六价铬污染这一环境问题为导向，以职业使命感为引领，以项目式学习为教学主线，选用翻转课堂教学方式，灵活运用讲授、讨论、探究等教学方法，线下进行实验内容的实操，以线上资源为教学辅助手段，借助雨课堂平台，有机衔接各个教学环节，形成完整的教学活动。以期实现线上线下师生互动，教学状况监控，以及教学目标的达成。

（三）教学设计（部分）：

1. 绪论、布置任务、预习实验项目（2学时）

（1）问题导向、价值引领调动学生学习兴趣。学习六价铬的来源、毒性、危害及我国六价铬污染现状（演示实验视频、示意图）。教学思路是对六价铬的来源、危害、我国污染现状等环境问题有整体的了解和认识。

（2）任务驱动引发学生责任意识。明确项目“废水中六价铬的测定与去除”的任务和要求（基本操作视频、线上阅读文献资料、预习实验项目具体内容）。

（3）分工合作培养学生团队精神。小组自学、研讨。

（4）适时互动引导激发学生学习积极性。线上师生互动，答疑讨论，反馈学生预习笔记评阅意见和建议。

2. 废水中六价铬的测定（4学时）

课前线上测试（对实验中的试剂配置、理化性质、仪器操作使用和安全事项等）、水样布点采集（基地教学、实操）、实验操作、样品测定数据处理。教学思路是结合试剂关键性理化性质，引导学生思考操作过程中应注意的事项、如何避免安全事故产生、如何处理突发问题，从理论到实践全面理解实验室安全的重要性，提升学生综合实验素养。

3. 废水中六价铬的去除方案的研讨、修改（2学时）

从水中六价铬的基本性质出发，根据其在水环境中典型的环境行为，建立科学、合理的废水中六价铬去除方案，并提出方案目标与要求——达到目标浓度且方案绿色、低碳、

快速。教学思路是注重提升学生理性思维，从特殊到一般，建立科学思维，同时加强理论知识与实践应用的联系，力求实现学思结合、知行统一。

4. 实验方案展示、讲解，答辩、总结（4学时）

学生分组展示、讲解所设计的实验方案，并进行答辩、总结（翻转课堂）。该环节注重培养学生的沟通表达能力以及科学思辨能力，引导其建立团队精神和协作意识；注重引领学生进行理性反思，建立科学精神，强化生态文明意识。通过介绍学科前沿技术、我国学者的成就和贡献，进一步激发学生的学习兴趣 and 热情，激发爱国热情、家国情怀。

5. 创新实验方案的实施（4学时）

开放实验室，学生亲手完成所设计的实验方案，并撰写实验报告。该环节注重培养学生实践能力、工匠精神，引导学生建立团队意识，在团队协作中激发观点的碰撞，将所学到的知识运用于实际，将个人成长融合于社会贡献，提高学生职业素养、社会责任感。

（四）教学效果

评价表明，该模式有效地激发了学生学习的内在动力和学习兴趣，提升了其实验、实践能力，提高了学生正确认识、分析和解决问题的能力，实现了教学内容与育人元素的对接，增强了学生对生态文明内涵的理解，实现了课程目标。

五、PBBL 教学模式成效与辐射

PBBL 教学模式连续四年应用于环境科学和环境工程专业“环境监测实验”课程教学之中，学生数累计 265 人；校方反馈“示范课堂取得优异教学效果，学生表现出较高的学习主动性和积极性，能较好地解决实验中的问题，普遍得到了锻炼成长”；学生反映“实验技能和素养方面明显提高，建立了创新思维，提升了综合能力”；科研立项导师反馈“学生在实验操作、仪器使用、方案设计等方面的能力普遍有较好的提升，科学素养、实验安全意识等有所增强”；环境科学与环境工程两专业的本科生组队参加 2020 年“全国大学生市政环境类创新实践能力大赛”，获得团体二等奖。学生对科研表现出更加浓厚的兴趣，申报“国创”及“国科”项目的积极性显著提高，立项及优秀结题比例明显增加。

教学团队近五年获校级教研教改项目 3 项、发表教研教改论文 10 余篇，2018 年、2019 年参加学校“创造的教育”示范课堂展示活动，依托本课程获“首届吉林省本科院校教师说课大赛”一等奖（理工组），参加“东师公开课”、“第六届高校教学发展网络年会”前置研修坊，并在我校“创造的教育”教学模式改革经验交流与示范引领活动中做大会报告，受到校内外专家、师生的好评。

【备注】课程名称：环境监测实验。课程性质：专业主干课。所在专业：环境科学、环境工程。