

# 项目式课程建设初探

## ——以《环境辐射监测与评价》课程为例

凌永生 张建东 何庆华

(南京航空航天大学, 江苏南京 211100)

摘要:《环境辐射监测与评价》课程是我校辐射防护与核安全本科专业的重要专业课之一。本文首先介绍本课程的主要教学内容,分析本课程在教学过程中存在的问题,并基于项目式课程的特点阐述了本课程进行项目式课程改革的目的是和意义,对本课程实施项目式教学进行了初步设计,最后对项目式课程建设进行了规划。

关键词:项目式课程;教学设计;辐射防护与和安全专业;课程建设

近年来,我国核能保持稳健发展,核能电占比由2016年的3.5%提高到2020年的约5%。截至2023年底,我国大陆地区共有在建和运行核电机组81台,其中运行机组55台,装机容量约5691万千瓦。环境辐射监测与评价是评价核设施对放射性物质包容和流出物控制的有效性、评价核设施对环境影响的重要手段。因此,《环境辐射监测与评价》课程也成为辐射防护与和安全专业本科生的重要必修课之一。课程教学直接关系到学生是否能掌握必备的专业知识,同时也为进一步学习后续课程以及从事辐射防护和环境保护相关专业技术工作、科学研究工作、管理工作提供重要的理论基础。但目前本课程在教学过程中存在一些难题,对其进行课程改革和教学方法的研究是改善教学现状的迫切需求。

### 一、项目式课程建设的必要性

#### (一)课程教学中存在的问题

《环境辐射监测与评价》课程的主要教学内容包括辐射环境管理的要求、各类核设施的电离辐射环境监测的概念、方案设计和实施方法、各类核设施流出物监测的概念、方案设计和实施方法及流出物排放的基本要求、放射性物质在大气、水体、土壤中的行为和辐射环境评价过程。学生在学习本课程后应具备使用环境监测数据进行环境辐射剂量估算与评价能力。目前,课程教学中主要存在以下问题:

1.课程具有交叉学科特点,缺乏良好的纽带将理论与实践紧密联系结合为一体

本课程具有核科学与环境交叉学科的特点,课程中很多内容都涉及到环境科学学科的基础专业知识。但是辐射防护与核安全专业的学生在此前并未接触过此类课程,环境学科知识对学生来说偏难。例如:介绍放射性物质在大气中的行为时,涉及到浓度梯度扩散理论、高斯扩散模式等环境学基础知识。这些内容不易理解,教学效果欠佳。同时,在课程安排上将理论与实践教学分成两个环节,两者内容联系不够紧密。教学中缺乏有效的纽带将两者有机结合起来,这导致学生对实际工程案例缺乏必要的认识,难以提升实际运用理论知识解决工程问题的能力。

2.教材内容陈旧,对培养学生实践能力的作用有限

本课程选用教材十分困难,老教材中的内容基本上按照学科的逻辑编排而成。为了保证知识的系统性和完整性,课程内容从环境辐射及其监测讲到放射性物质在环境中的行为,再到放射性物质通过生物链向人转移,最后到辐射环境管理和辐射环境影响

评价方法及核事故应急。由于教材陈旧,缺少本学科新知识和新技术的介绍。尤其是,缺少实际、典型的案例,这既不利于学生深入理解理论知识,也不利于学生掌握应用理论知识解决问题的方法,无法满足面向学生产出的教育(OBE)需求。

#### (二)项目式课程建设的必要性

针对上述教学过程中存在的问题,本课程迫切需要教学改革和创新。近年来,随着教育理念和和技术不断发展,项目式课程建设呈现快速发展的趋势。项目式教学法指以项目为教学主线、教师为引导、学生为主体的教学模式,能有效地提高学生的实践能力和创新思维。项目式课程建设的核心理念就是以学生为中心,注重实践与创新。学生在面对项目设计时,往往需要学会综合运用多学科知识去解决实际问题,这十分有利于培养学生的跨学科融合能力。鉴于环境辐射监测与评价课程内容的复杂性与专业性,传统以知识灌输为主的教学模式已难以满足本课程的教学需求以及学生对课程理论与实践的结合需求,项目式课程建设均是十分合适的教学改革方向。

#### (三)项目式课程建设的契机和目标

本课程在此背景下启动了项目式课程建设的教学改革,目标是将本课程建设成为以学生为中心,围绕项目传授基础知识,探索实验实践新形式,促进学生个性化发展,在教学模式和方法上进行创新,鼓励深入科研、生产等职业场景中开展实践教学,并以科研、科创项目为牵引组建知识体系,将学科前沿、创业实践融入教学全过程,周期性调整和持续改进课程设计,采用多元评价指标,科学合理地评价学生学习过程及效果,以满足社会发展及产业需求。

### 二、环境辐射监测与评价课程的项目设计

#### (一)项目选题

项目式课程建设的核心环节就是项目选题,这一环节不仅关系到项目的实施效果,更直接影响到学生对课程理论与实践的结合程度。因此,选题应紧密结合课程特点,确保既具有专业性,又贴近实际应用。在本课程项目选题中,采用“问题导向”的方法,不仅考虑本课程的必须掌握的重要知识点,也要同时兼顾环境辐射监测与评价领域的热点问题和实际需求。通过本课程教学大纲和文献调研,选定了四个项目作为本课程的项目式教学课题,分别为核设施环境辐射监测方案设计、大气途径流出物排放所致公众剂量分级筛选评价计算、核电站事故剂量计算与分析 and 基于

机器学习的核事故源项反演方法设计。前三个项目分别对应本课程的三大重要教学内容：环境辐射监测、放射性物质在大气中的行为以及辐射环境影响评价。而最后一个项目是学生在掌握了重点教学内容的基础上，结合上述三个项目内容，利用计算机编程开发新算法，目标就是培养学生的创新能力。这样的选题，不仅涉及了本课程的核心教学内容，还紧密结合了当前辐射防护与核安全中的重要实践过程，有助于提升学生的实践能力和创新能力。具体的选题及相关要求如下：

#### 1. 核设施环境辐射监测方案设计

教学目标：掌握核设施环境辐射监测方案及设计。设计内容：以国内某一核电站为对象进行常规环境辐射监测方案设计。内容要求覆盖大气、水、土壤、生物、植物、食品、牛奶等。详述具体的监测地点，不应描述为距离核电站的距离，应该是结合地图，如某某村、某某路、监测频率、监测项目和所使用的仪器等。并设计监测记录所需要的表格。设计要求：针对设计核电站进行调研，掌握核电站的各种信息和环境信息，有明确的设计思路和依据准则，涉及到环境监测的各个方面，文字表达清楚，图表清晰、参考文献格式正确。设计的表格简单实用。

#### 2. 大气途径流出物排放所致公众剂量分级筛选评价计算

教学目标：掌握放射性物质在大气中的运输、迁移和扩散行为。设计内容：针对放射性污染物大气途径排放所致公众剂量评价需求，应用合理的开发技术，设计开发一套快速分级筛选评价程序，实现大气排放途径情景下所致公众剂量的计算。设计要求：通过 Python 软件编程实现，要求实现吸入大气烟羽中的气载物质造成的内照射、摄入食品造成的内照射、烟羽浸没外照射及地表沉积物外照射的剂量计算。

#### 3. 核电站事故剂量计算与分析

教学目标：掌握环境辐射剂量估算的评价方法。设计内容：以国际辐射评价程序 InterRAS 为基础，结合美国《反应堆安全研究》的事故源项及法国严重事故源项，根据预设的气象条件对核电站周围 50 公里内剂量进行计算，根据 InterRAS 输出的计算结果整理成计算报告提交。设计要求：完成不同事故源项、不同气象条件下环境辐射剂量估算，并分析气象数据对剂量的影响规律。

#### 4. 基于机器学习的核事故源项反演方法设计

教学目标：掌握核事故源项的定义和估算方法。设计内容：调研主要核电站周边的气象条件变化情况，使用 InterRAS 软件构建核事故模型获取实验数据，构建合适的神经网络模型对数据进行处理，反演重要放射性核素释放率，优化神经网络参数，提高反演精度。设计要求：通过 Python 编程调用神经网络等算法实现核事故源项 I-131 释放率，并形成简单的软件操作界面。

### （二）项目实施过程的组织和管理

为保证项目式课程的教学效果，必须确认项目的顺利进行。因此，在明确了项目目标和内容的基础上，必须制定详细的项目计划，包括时间节点、任务分配和预期成果等。在项目管理过程中，明确项目计划、项目进展和项目结题中需要注意的问题。例如，在项目计划中，对于项目的时间节点，要求学生采用项目管理方法，利用甘特图和时间线等管理工具对项目进度进行实时监控和调整，避免出现项目拖延的情况。在项目进行中，每周进行一次沟通，

对项目进展和项目遇到的问题进行讨论，以及时发现问题并采取相应的解决措施，保证项目实施效率和效果。在项目结题中，不仅要求学生提交标准的结题报告，还通过完善的项目评价体系对项目进行评价，及时了解学生的参与度和积极性。

### （三）项目支持与保障

由于项目为综合式的设计，要求学生掌握包括专业知识在内的多种能力。因此，为保证项目顺利进行，还必须为学生提供获取相关知识的途径。在专业知识方面，整了国内外先进的教材和文献，例如国内的相关参考书《辐射环境监测》，《核环境学基础》，《电离辐射环境监测与评价》，《环境与辐射》，国际期刊 Journal of Environmental Radioactivity 等。在计算机能力方面，聘任了研究生作为助教，帮助学生掌握相关软件的使用方法。在工程应用方面，邀请清华大学核研院、中辐院核环境科学研究所的专家担任客座教授，通过举办学术报告的形式，帮助学生了解工程实践和理论知识的区别，深刻认识工程实践问题。

### 三、项目式课程建设成效

通过项目式课程建设教学改革，提升了学生的课程满意度，显著地增强学生的实践能力。以“核电站事故剂量计算与分析”项目为例，学生们在助教的指导下，运行国际辐射评价程序，从放射性源项的输入、气象参数的输入到有效剂量的计算，包括输出结果的收集、整理和分析等。学生不仅学会了相关计算软件的使用，还对教学内容中剂量评价过程有了深刻的理解，进一步还掌握了对数据分析的方法。项目完成后，学生们表示这样的教学方式增加了他们对课程的兴趣，对实践能力的提升有极大的帮助。此外，项目式课程建设还培养了学生的团队协作和创新能力。在项目实施过程中，学生们需要相互协作、共同解决问题，这不仅锻炼了他们的团队协作能力，也激发了他们的创新思维。

### 四、结语

综上所述，项目式课程建设在本课程的教学改革中发挥了独特的教育价值，它不仅帮助引入计算机科学、数据分析和人工智能等领域的知识，还构建综合性的项目，让学生在实践中掌握多学科知识，提高解决问题的能力。在今后的项目式课程教学中，还可以针对性的注重跨学科融合，促进学生综合能力的培养。从加强教师团队建设提升项目设计和实施能力、优化教学资源配置为学生提供丰富多样的学习资源和实践机会和完善教学评价体系等方面，推动项目式课程建设的进一步深入发展。

### 参考文献：

- [1] 国家核安全局. 中国大陆核电厂分布图. 2024. <http://spi.mee.gov.cn: 8080/spi/>.
- [2] 姚远. 基于 OBE 理念的“全课次、双融合”课程考核递进式激励方法研究 [J]. 工业和信息化教育, 2024 (2): 23-27.
- [3] 何宝群, 程少波. 项目式课程的体系建构与教学模式创新 [J]. 中国基础教育, 2024 (1): 59-63.
- [4] 赵世伟; 张鹏; 樊智勇. 工程教育认证背景下项目式课程教学改革与研究 [J]. 实验室科学, 2018, 21 (06): 125-129.

基金：2023 年南京航空航天大学本科教学“项目式”课程建设项目，环境辐射监测与评价，项目编号：2023JG0223X