

基于特色科研项目的典型案例教学探索和实践 ——以《放射性废物处理与处置》课程为例

聂小琴^{*}, 潘宁, 谢华, 张国浩, 朱秋红

西南科技大学国防科技学院, 四川绵阳 621010

DOI: 10.61369/ETR.2025370022

摘要 : 《放射性废物处理与处置》是核科学与技术相关的专业课程, 课程教学以立德树人为根本任务, 以培养核工业高级专业人才为目的。案例教学是丰富教学内容、形式重要途径。在产 – 学 – 研深度融合的背景下, 本课程案例教学实施过程中践行“项目即课堂”, 融入创新性强且与课程结合紧密的特色科研项目——《核医疗放射性废水深度净化新技术开发及装置研制》、《医用放射性废物处理技术研发》的研究过程和内容, 通过构建“特色科研项目 + (教室 + 实景 + 实验室)”的案例教学模式, 有效突破课程案例教学“内容、形式单一”和“实践性不足”困境, 有助于提高核科学与技术专业人才的培养质量。

关键词 : 案例教学; 特色科研项目; 核医疗放射性废水; 净化处理; 实践性不足

Exploration and Practice of Typical Case Teaching Based on Characteristic Scientific Research Projects—Taking the Course of "Radioactive Waste Treatment and Disposal" as an Example

Nie Xiaoqin^{*}, Pan Ning, Xie Hua, Zhang Guohao, Zhu Qihong

School of National Defense Technology, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010

Abstract : "Radioactive Waste Treatment and Disposal" is a master's program in nuclear science and technology, with the fundamental task of cultivating morality and nurturing advanced professionals in the nuclear industry. Case teaching is an important way to enrich teaching content and form. In the context of the deep integration of industry, academia, and research, the implementation of this course's case teaching practices the principle of "project as classroom", integrating innovative and closely integrated research projects – "Development of New Technologies and Devices for Deep Purification of Nuclear Medical Radioactive Wastewater" and "Research and Development of Medical Radioactive Waste Treatment Technology". By constructing a case teaching model of "characteristic research projects+(classroom+real scene+laboratory)", it effectively breaks through the dilemma of "single content and form" and "insufficient practicality" in course case teaching, and helps to improve the quality of training for master's students in nuclear science and technology.

Keywords : case study; featured scientific research projects; nuclear medical radioactive wastewater; purification treatment; insufficient practicality

引言

案例教学法在高校各个专业、各年级受到了高度关注和广泛欢迎^[1-2], 案例教学是以真实案例为教学材料, 通过师生互动讨论培养学生分析解决问题能力的开放式教学方式, 该方法将学生引入实践情境, 结合理论进行多向交流和决策训练, 强调批判思维和团队协作能力的培养, 丰富教学内容、形式重要途径^[3-4]。在产 – 学 – 研深度融合的背景下, 践行“项目即课堂”, 特别是将特色科研项目以典型案例的形式应用到本科生和硕士研究生理论和实践教学中去, 既可以科研反哺教学^[2], 也可以用最新的科研前沿成果延展课程教材的内容, 同时也能将科研项目研究全方位、全过程展现出来, 培养学生的科研意识和能力。因此, 将特色科研项目研究过程形成典型教学案例有利于提高和科学与技术相关专业的人才培养的质量^[5-7]。

项目信息: 核医疗低放废水深度净化原创性实验(第一批四川省高等学校创新性实验项目)。

聂小琴(1985—), 教授, 辐射防护与核安全专任教师, 核素绿色循环与环境效应科研团队负责人。特色科研项目《核医疗放射性废水深度净化新技术开发及装置研制》《医用放射性废物处理技术研发》于2023年立项。

一、课程简介

《放射性废物处理与处置》是核科学与技术相关的专业课程之一，学分2.5，学时40课时。该课程主要内容为放射性废物管理内容和原则、放射性废物的分类、放射性废物的产生和处理技术、放射性污染的去污、核设施的退役、低中高放废物的处置、核电站废物的处理、核技术利用废物和废旧放射源的管理等。聚焦核燃料循环的最终环节，涵盖放射性废物处理与处置等关键环节的化学工艺原理与工程技术，涉及核化学、辐射防护、化工工艺、材料科学等多个领域，具有较强的理论性和实践性。课程与工程实践密切联系，注重培养学生运用放射性废物处理与处置专业知识解决核燃料循环终端中实际问题的能力。本课程面向核科学与技术相关专业的本科生和硕士研究生，学生已在前序阶段学习了相关核科学与化学知识，具有放射性物质特性分析、辐射防护、化工基础操作等核心知识框架，具备扎实的理工科思维与工程技术分析能力，同时具备较强的自主学习能力，能独立理解描述核燃料循环中的工艺流程。但对中国核医疗废水产生、处理和处置缺乏系统认知，对“科研项目该怎么做？”认识不充分，利用理论知识解决工程实践中的实际问题能力不足。

二、教学设计

(一) 依托项目

本教学案例依托项目为《核医疗放射性废水深度净化新技术开发及装置研制》和《医用放射性废物处理技术研发》^[8-9]。课题组在10余年复杂低放废液深度净化的相关技术储备基础上，设计研制出系列核素高效提取功能材料，实现了核医学诊疗过程产生的复杂核医疗放射性废液中多种核素的一体化同步快速分离，并在国内外率先研发出一体化内胆式核医疗废液快速处理系统^[10]。

(二) 设计思路

本课程典型案例教学整体设计思路是充分利用项目组特色科研项目资源，推动课程教学特色科研反哺教学、产-学-研全过程育人，挖掘蕴含在特色科研项目中的课程前沿的理论、实践知识元素和学理价值，将其与专业知识有机融合，解决《放射性废物处理与处置》课程教学“内容、形式单一”和“实践性不足”两个问题如图1所示。在案例教学过程中注重科研意识和能力培养，发挥特色科研项目协同育人作用，助力核科学与技术的高级专业人才培养。

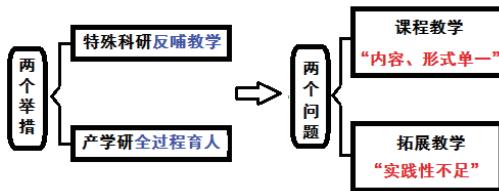


图1案例教学设计思路

(三) 案例融入

基于案例教学的整体设计思路，根据《放射性废物处理与处置》

课程的章节授课内容，创建相应的特色科研项目案例如表1所示。

表1 《放射性废物处理与处置》课程特色科研项目案例

序号	特色科研项目案例的内容	切入知识点	授课形式
1	介绍特色科研项目的背景意义、研究目的和内容，启发学生发现科学问题并提出解决方案，培养学生的科研意识和方法。	第1章 放射性废物管理内容和原则 第二节 放射性废物的法制管理	特设科研项目“问题+讨论”课堂教学
2	介绍特色科研项目的辐射防护内容和屏蔽措施，强化学生成的辐射安全意识。	第一章 放射性废物管理内容和原则 第五节 放射性废物管理的辐射防护与安全	特设科研项目“问题+讨论”课堂教学
3	介绍特色科研项目所用的基础理论和应用技术，提升学生科研创新意识。	第4章 气载和液体低中放废物的处理 第四节 先进净化处理工艺	特设科研项目“问题+讨论”课堂教学
4	参观特色科研研发的装置，引导学生认识和理解“特色科研项目研发的装置的结构、功能”，增强学生研以致用的科研实践意识。	第2章 放射性废物的产生和废物最小化 第三节 核燃料循环后段废物	特设科研项目现场实景教学
5	完成基于特设科研项目开发的综合实验，锻炼学生的实践动手能力，强化学生的团队协作能力。	第4章 气载和液体低中放废物的处理 第四节 低中放废液的净化处理	特设科研项目实验教学
6	完成基于特设科研项目开发的设计实验，培养学生解决实际问题的能力。	第5章 气载和液体低中放废物的处理 第四节 低中放废液的净化处理	特设科研项目创新性实验教学

三、教学实践

本案例旨在将校企科研合作项目《核医疗放射性废水深度净化新技术开发及装置研制》及《医用放射性废物处理技术研发》科学研究全过程引入本科生和硕士研究生教学课堂，开展典型案例的理论和实践教学，力求借此丰富教学内容、拓展教学形式。在案例教学课堂实践的基础上，依据教学反馈和评价不断完善和优化案例内容，工作思路如图2所示。

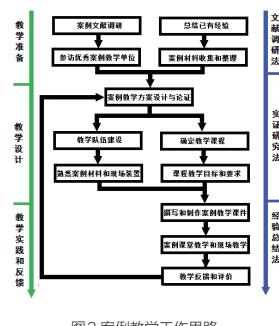


图2 案例教学工作思路

(一) 课堂教学

特色科研项目案例课堂教学分3次进行，均采用“问题+讨论”的教学方式授课。

第1次课堂案例教学

课前问题：核医疗放射性废液的来源是什么？目前核医疗放射性废液处理方式是什么？存在什么问题？

问题讨论：核医疗放射性废液要不要及时处理？目前放射性废液处理方式有哪些？有什么优缺点？

问题驱动学生查阅相关文献，了解我国核医疗放射性废液处理现状，引出特色科研项目解决的科学问题。通过讨论放射性废液处理方式，引导学生归纳特色科研项目采取研究方案和内容。

第2次课堂案例教学

课前问题：核医疗放射性废液的源项是什么？目前核医疗放射性废液辐射防护措施是什么？

问题讨论：针对核医疗放射性废液产生的辐射可以采取什么辐射防护措施？如果采用深度净化的方式处理核医疗放射性废液，应该采取什么辐射防护方案？

带着问题学生查阅相关文献，了解我国核医疗放射性废液辐射防护现状，引出特色科研项目的辐射安全和防护问题。分组讨论核医疗放射性废水深度净化装置的辐射防护措施，引发学生对特色科研项目采取的辐射防护方案的思考。

第3次课堂案例教学

课前问题：放射性废液处理的化学工艺原理与工程技术什么？

问题讨论：针对核医疗放射性废液的物理、化学和生物特性，核医疗放射性废水深度净化装置的化学工艺和技术应该进行怎样设计和优化。

问题导引学生巩固前序课程所学的专业知识，了解放射性废液处理现状。讨论核医疗放射性废水深度净化装置的工艺原理和工程技术，熟悉和理解核医疗放射性废水深度净化装置的结构和原理，培养学生的创新思维。

（二）实景教学

通过特色科研项目案例的课堂教学后，学生对项目概况有了基本的了解。授课老师可以组织同学到特色科研项目研发装置的现场进行参观。通过实景教学将抽象的核医疗放射性废水深度净化处理的工艺、原理和技术，具体化为实物装置、过程参数，能够对特色科研项目的成果有更深刻的认识，同时，领悟“研以致用”解核医疗“后顾之忧”的真正含义。

（三）实验教学

特色科研项目案例实验教学分2次进行。实验项目由课题组基于特色科研项目开发，包括分光光度法监测水样中碘离子浓度等综合实验7个，核医学放射性废液净化系统预处理设计等设计实验6个。授课老师安排学生课后在指定的时间和实验室完成上述实验。具有前沿性和工程性的实验项目提升了课程实验教学的宽度和深度，通过特色科研项目案例实验教学，锻炼学生个人动手、团队协作的能力，培养学生科研能力。

四、教学总结

（一）创新性

本课程将特色科研项目引入教学，主要针对《放射性废物处

理与处置》课程教学“内容、形式单一”和“实践性不足”，在传统的教学内容和形式基础上进行了有益的拓展，其创新性主要体现在：

1. 特色科研项目进教室。在对课程不同的章节的课堂教学中，融入特色科研项目的相应内容，有利于培养学生科学的研究的意识和能力。

2. 课程案例教学实境化。充分利用项目组特色科研项目的资源，将特色科研项目研发的装置作为实景教学课堂，用以增强学生研以致用的科研实践意识的培养。

3. 特色科研项目进实验室。将基于特色科研项目开发的原创性实验室引入实验室，不但丰富了实验教学内容，也提升了实验项目的创新性。

（二）效果总结

1. 学生创新能力大幅提升

从2024年开始，特色科研项目案例融入《放射性废物处理与处置》课程教学。与2023年相比，2024年授课班级学生科研积极性高，参加挑战杯、核+X等国/省比赛和主持国家级大学生创新项目的人数占比提高35%。课程负责人指导的学生60%以上服务于中核、中广核等国防一线重点单位，并得到高度评价，认为毕业生“基础扎实、甘于奉献、综合素质高、创新能力强、适应现场快、发展后劲足”。

2. 教师教学科研水平明显提高

教师在科教育人过程中不断探索创新，提升了教学水平和科研能力。在教学方面，课程负责人主编国家级一流专业实验教材2部（中英文各1部）、中文专著1部，参编英文专著3部。在科研方面，获2024年度中国核学会科学技术奖“女科学家奖”；入选国家高层次人才计划青年人才、四川省“杰青”、四川省“天府青城计划”青年科技人才。

参考文献

- [1] 边巍. 案例式教学法在《机构与机械零件》课程中的应用 [J]. 科技创新与生产力, 2014 (11) : 32-33.
- [2] 冯晓敏, 张新平. 专业学位教学案例库建设: 内涵、价值与要点 [J]. 现代大学教育, 2020 (04) : 100-104.
- [3] 鹿帅, 李锋, 燕良东, 等. 资源与环境专业学位硕士研究生课程教学案例库建设与教学实践: 以“同位素水文地质学”课程为例 [J]. 唐山学院学报, 2022, 36 (06) : 102-103.
- [4] 易越, 解炳腾, 梁阿新, 宋红芳等. 案例教学融合项目制课程在生物传感器与疾病诊断教学中探索与实践 [J]. 北京生物医学工程, 2025, 44(4): 420-425.
- [5] 邵光辉. 专业学位研究生地基处理新技术教学案例库建设与应用 [J]. 教育教学论坛, 2019 (05) : 47-49.
- [6] 杨乐, 王正松, 何大阔, 等. 实践能力驱动下的工程硕士研究生培养 [J]. 印刷与数字媒体技术研究, 2024 (03) : 81-88.
- [7] 王峰. 新工科背景下的科研反哺教学模式探索 [J]. 课程教学, 2019, 11(31): 118-119.
- [8] 聂小琴, 李小安, 张国浩, 朱秋红, 等. 基于校外核医疗放射性废物处理平台的实践教学的研究 [J]. 高教研究: 西南科技大学, 2024.
- [9] 聂小琴, 陈彬, 郭鸿雁, 张国浩, 朱秋红等. 处理核医疗废液, “半年”变“一天”[N]. 中国科学报, 2025-01-13(004). DOI:10.28514/n.cnki.nkxsb.2025.000157.
- [10] 聂小琴, 刘成, 董发勤, 潘宁, 朱秋红, 马春彦, 刘畅, 王君玲, 廖志慧, 刘家乐. 一种一体化核医疗放射性废水快速处理系统及应用方法. 中国, ZL 202311036067.6[P]. 2023-08-16.