

《核反应堆物理分析》“课程+X”教学改革创新典型案例*

叶滨 代晓茜 姬彦玲

(西南科技大学国防科技学院 四川绵阳 621010)

摘要:《核反应堆物理分析》是核工程与核技术专业学位必修课,培养学生运用核工程的思想发现问题解决问题的能力,为后续高阶专业课学习提供反应堆物理理论基础。针对课程教学中存在的痛点问题,教师遵循以学生为中心、问题导向、持续改进的教育教学理念,构建了“课程+课程思政”“课程+计算机仿真”“课程+线混”“课程+项目驱动”“课程+学科竞赛”的“课程+X”创新举措,实现了核反应堆物理课程与专业教育、特色育人、实践创新紧密联系的育人目标。实践表明,多手段互融共促的教学模式和混合式教学形态使计算机仿真技术深度应用于课堂教学,加之学科竞赛的融入与交叉,全面提升了学生的实践创新能力。

关键词:“课程+X” 混合式教学 计算机仿真 学科竞赛

中图分类号: TH-4; G642 **文献标识码:** A

DOI: 10.12218/j.issn.2095-4743.2023.03.097

引言

《核反应堆物理分析》是面向我校核工程与核技术专业本科生开设的学位必修课,是核能专业区别于常规能源动力类专业的核心课程,是核工程与核技术专业的专业基础理论课程。培养学生运用核工程的思想发现和解决实际问题的能力,为后续高阶专业课的学习提供反应堆物理理论基础。本课程自2016年起建设课程资源,2019年被认定为首批校级“课程思政”示范课程,2020年获批准学校线上线下混合式课程建设项目。目前已完成6轮混合式教学实践,实现了“课堂活起来,学生忙起来,教学严起来”。

一、“核+X”的高阶教学模式

1. “立体重构”整合教学内容,形成多维度知识结构

在新工科建设与工程认证的背景下,以学生为中心、问题导向、持续改进的教育教学理念,按需安排教学内容,满足后续课程的需要。每一类教学内容按难易程度设计为三级,采用不同的教学方式将(图1)知识、能力、价值三阶目标渗透在每一类每一级教学内容中。形成“3×3×3”多维度知识梯度魔方。整合后的知识梯度魔方能够满足面向提升核能工程能力的专业人才培养需求,保证知识体系的完整性,实现了教学目标,有效解决了教学内容结构单一、与专业教育中的提升工程能力脱节的的教学痛点问题。

2. “核反应堆物理+课程思政”结合教学育人,深化特色思政建设

作为核专业的学位必修课,结合学院特色和专业设置,

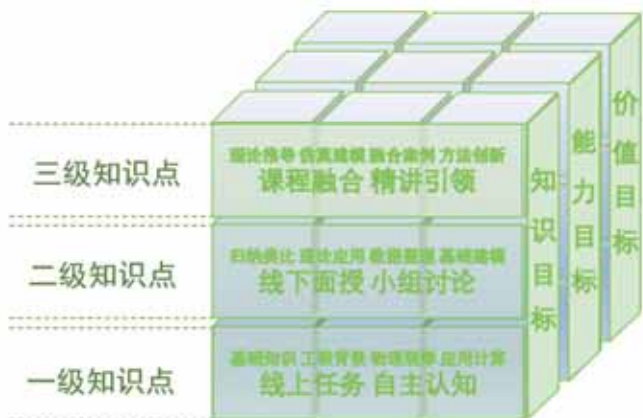


图1 “3×3×3”多维度知识梯度魔方

充分发挥课程面向核专业需求的育人功能,遵循“以立德树人为根本,以强核兴核为己任,培养更多知核爱核新型人才”的育人原则,深入挖掘课程内容蕴含的思政元素(表1)。通过线上资源建设(雨课堂),线下教学活动,思政认知评价,师德师风示范引领等环节,培养学生的家国情怀、科学素养、工匠精神和创新能力^[1]。

将思政认知考评纳入考核评价体系。把握定量与定性相结合,定性为主,定量为辅的原则。线上各类测试中增加与思政内容有关的客观题,作为定量测试。线下面授学生在自主探索,互动协作完成任务的同时,实现思政认知。

丰富多样的教学活动使学生认识到思政内涵和专业知识密不可分,教师严谨求是的治学态度和身正为范的人格魅力也会影响学生。思政教育变为学生自发的认知需求。强烈的

*基金项目:西南科技大学学生教育管理项目(21sxb056)、西南科技大学智慧教育研究项目(22ZHJYYB08);西南科技大学一般教育教学改革与研究项目(22xn0043)。

信念感和获得感激发了学生内心的正能量。

3. “核反应堆物理+计算机仿真”，实现多手段互融共促结合数字时代人才培养需求，构建《核反应堆物理分析》课程和专业人才创新能力培养互融共促的教学模式。已经建成了“核反应堆物理+计算机仿真”的课程融合教学模式，学生在掌握了基本知识原理的基础上，借助蒙特卡洛专业软件MCNP、RMC、Geant4、SRIM等对各种反应堆堆芯进行仿真计算研究、复杂定理的直观呈现经典应用案例进行堆芯建模、核电厂仿真运行、可燃毒物棒的物理性能研究等。混合授课的教学模式保障了线下面授课有比较集中的时间研究融合案例。采用查阅资料、主题讨论、分组任务、项目驱动、课程报告等方式，培养学生处理复杂问题的能力。

通过专业程序编程后直观生动的可视化展示和核数据的处理，学生不仅认识了“反应堆堆芯”这一课程学习对象、“核安全”这一贯穿课程始终的内化思想，更领悟到“堆芯安全”必须建立在反应堆中子学可靠性上。从根本上突破了“直觉”的局限，懂得透过现象看本质，体现课堂教学的“两性一度”。以教学内容与计算机仿真融合为起点，进一步打破基础知识与专业应用壁垒，将课程中的案例教学直接面向专业，建立多手段互融共促的教学模式。知识与技能之间相互赋能，实现了基础知识促进专业能力提升，专业能力反哺基础理论知识的目的，鼓舞了学生深度学习的信心和动力。

4. “线混+项目驱动”混合教学形态，提升学生实践创新能力

经过多年积累，我们已经建成了全面完整的“雨课堂”平台资源，不仅探索出了符合我校人才培养需要和学生实际水平的“线混+项目驱动”的教学形态，也为整合教学内容、融合教学模式、结合教学育人提供了强有力的平台支撑和运行动力。全新的教学形态保证在现有学时、教师和教室资源不变的情况下，有集中的时间讨论课程融合案例和计算机仿真计算研究问题，增加了实践教学环节^[2]。

线混模式下的“线上自学”取代了“大班授课”，“线下面授”组织成“小组讨论”。学生在线上可以完成一级知识点和部分二级三级知识点的自主认知，线下面授课采用BOPPPS六步教学法（图2）。第三步“前测”过程中全员参与学情诊断，运用翻转教学的方式解决线上自主学习中遗留的问题，实现当堂持续改进。第四步“参与式学习”过程中主要用于实践教学，深入讨论融合案例和建模案例。基于团队的学习、问题的学习、案例的学习、探究的学习等先进的教学方法，在小班讨论中得以实现。学生们围绕案例进行讨

论、辩论、演讲和小组项目等高阶教学活动。原本复杂的融合案例和难以求解的物理模型，在计算机仿真设计的辅助下迎刃而解，激发了学生强烈的好奇心和求知欲。通过高阶教学活动，学生获得的不仅是知识，而是全方位的能力提升。最终，教师在教学上的创新内化成了学生自我要求、自我驱动的学习的创新。

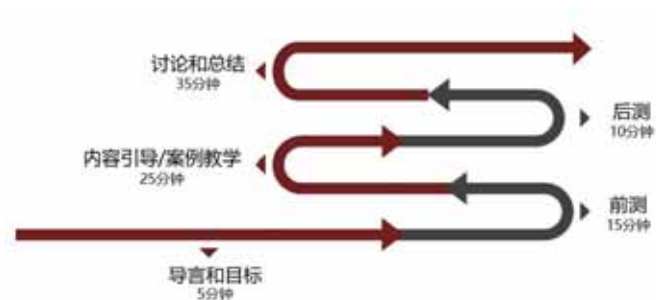


图2 BOPPPS教学设计

5. “核+学科竞赛”，目标主导提升学生获得感

为了激发学生参与实践创新的积极性，结合学生本身对高阶能力的培养需求，作为项目驱动式教学的抓手，学科竞赛被引入课堂教学。通过实施发现，以学科竞赛为抓手的项目驱动教学能更好地提升学生高阶学习的获得感。任课教师经过梳理专业关联度较大的学科竞赛，并将其融入课程项目供学生选择和训练，学生在学习掌握高阶知识的同时，能够在学科竞赛中收获各类获奖证书，极大地促进了学生应用核工程基础知识的兴趣和能力的提升。而且，学科竞赛是师生互动最好的平台，特别有利于学生运用知识、能力培养和素质塑造。学科竞赛的开展，让教师和学生有了交流的共同语言，师生更容易拉近关系，形成亦师亦友的平等关系，通过指导教师的人品、才能、素质、性格、态度各方面来影响和培育学生，潜移默化中帮助学生形成独立思考、独立选择、独立解决问题的认识及行为能力^[3]。

二、建成多元考核评价体系

构建了基于多目标（知识目标，能力目标，价值目标）、多方式（定量与定性相结合，形成性与结果性相结合）、多主体（学生自评，生生互评，教师评价）的评价体系。表1为课程评价的整体内容构成和比例。

三、课程教学创新成果

本课程2019年被认定为首批校级“课程思政”示范课程，2020年获批准学校线上线下混合式课程建设项目。

1. 学生学习效果全面提升

刚结束的第六期雨课堂平台数据显示，学生参与互动达978人次。97.2%的学生认为自主学习能力明显增强（调查问

表2 《核反应堆物理分析》课程过程考核评价表

考核阶段	考核内容	考核层次			合计
		一阶知识：对基础知识的理解	二阶知识：学习提高	三阶知识：创新思考	
课前	网上学习	4	0	0	20
	单元测验	4	0	0	
	小组“备课”：准备项目报告	3	4	5	
课中	项目展示PPT	3	4	5	30
	讨论	2	2	4	
	师生及生生互评	3	3	4	
课后	单元作业	3	3	4	20
	网上考试	3	3	4	
最终考试	课程论文	4	8	8	30
	总测验	3	3	4	

表2 近五年《核反应堆物理分析》课程成绩分布情况

学期	100-90	89-80	79-70	69-60	6. 以下	平均	最高
2018年春	16.92%	24.62%	16.92%	30.77%	10.77%	72.85	99
2019年春	18.87%	26.42%	30.19%	7.55%	16.98%	82.70	94
2020年春	34.85%	39.39%	16.67%	7.58%	1.52%	83	99
2021年春	2.86%	30.00%	51.43%	10.00%	5.71%	77	92
2022年春	18.06%	30.56%	36.11%	15.28%	0	80	97

卷)。将近五年成绩分布对比可以看出,成绩分布趋向更加健康的正态分布,所有学生均能认真对待课程,及格率实现100%(见表2)。结合学生创新实践成果逐年增多来看,说明学生不再单一追求卷面的高分,而是更为重视能力的全面提升。

2. 学生实践创新能力提升

以2021春季学期授课对象2018级学生的创新实践成果为例说明学生实践创新能力的提升。学生凭借反应堆物理课程中计算机仿真呈现的课程融合案例申请发明专利4项,3项实用新型专利获得授权,立项创新基金3项。建成了课程融合案例库,使更多学生受益。

团队教师指导学生参加全国高校学生课外“核+X”创意大赛,获得国家级三等奖、优秀奖各一项,参加四川省第三届大学生材料大赛省级三等奖一项;全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛、“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛均斩获校级一、二、三等奖若干项。依托我校“核电站仿真运行平台”的资源优势,团队教师与中物院专家共同组建了“军民融合中子应用技术创新团队”,保障了核反应堆物理课程全面助力双创实践。

3. 教师教研水平明显提高

近三年来,团队教师共主持参与科研、教研项目10余项,其中国家级科研项目5项,省级项目4项,本课程也被推荐为校级首批课程思政示范课;撰写教研论文20余篇;一名教师获得教育部核工程类教学指导委员会青年教师教学比赛一等奖、获得西南科技大学课程思政说课比赛二等奖;

一名教师获得校级青年教师竞赛优秀奖、团队教师在学校教学质量奖评选中获二等奖多次,课程负责人提交的微课作品荣获中央电教馆第二十五届全国教育教学信息化交流微课研讨作品。

结语

本课程经过几年“课程+X”创新的探索和实践,实现了从传统课堂向智慧课堂、知识课堂向能力课堂、灌输课堂向实践课堂、封闭课堂向开放课堂的转变。在今后的教学过程中,要充分利用现代化信息技术,引导活跃度不高、参与感不强的学生,调动其自主学习的积极性。教学改革创新需要进一步提炼、深挖、扩展,搭乘国家大力发展核能事业的东风,发挥核专业课程的优势,以“唤醒-赋能-成长-成才”的理念促进学生的全面发展。

参考文献

- [1]叶滨,姬彦玲,吕会议.“核反应堆物理分析”课程实施思政教学的设计与实践[J].新教育时代电子杂志(教师版),2020(1):151,168.
- [2]叶滨,李显寅,代晓茜.面向深度学习的PBL教学设计与实践--以“核反应堆物理分析”课程为例[J].高教研究:西南科技大学,2021,37(4):75-78.
- [3]汤迎红,张继红,刘国亮,蔡颂,米承继.新工科背景下以学科竞赛为抓手的机械类应用型人才培养的研究和实践[J].科技与创新,2022(23):122-124+127.