

三位一体背景下核动力热工水力学 在线课程研究

肖红光, 陈文振, 傅晟威, 张银星, 张黎明

海军工程大学核科学技术学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2021年10月16日; 录用日期: 2021年11月15日; 发布日期: 2021年11月22日

摘要

党的十八大以来, 军队正在大力建立健全军队院校教育、部队训练实践、军事职业教育三位一体的新型军事人才培养体系, 加紧构建网络化、开放式、全覆盖的军事职业教育体系, 创建人人皆学、处处能学、时时可学的泛在学习环境。本文从实战化需求牵引、体系化顶层设计、立体化资源建设原则出发, 研究汇总“核动力热工水力学”在线课程目标定位、学情特点、内容体系、资源建设、考核评价等多个维度面临的问题, 并制定应对策略, 对提高在线课程的教学质量和影响力, 以及核动力专业人才培养质量具有较大指导意义。

关键词

核动力热工水力学, 三位一体, 在线课程

Research on Online Course of Nuclear Power Thermal Hydraulics in the Background of Trinity

Hongguang Xiao, Wenzhen Chen, Shengwei Fu, Yinxing Zhang, Liming Zhang

College of Nuclear Science and Technology, Naval University of Engineering, Wuhan Hubei

Received: Oct. 16th, 2021; accepted: Nov. 15th, 2021; published: Nov. 22nd, 2021

Abstract

Since the Third Plenary Session of the Eighteenth Central Committee of the Communist Party of China, the military has been vigorously establishing a new trinity training system integrating mil-

itary academies education, military training practices, and military vocational education. The networked, open, and fully-covered military vocational education system has been stepped up. A ubiquitous learning environment where everyone can learn, learn everywhere, and learn at all times was created. Starting from the principles of actual combat demand traction, systematic top-level design, and three-dimensional resource construction, this article studies and summarizes the target positioning, academic characteristics, content system, resource construction, assessment and evaluation of the “Nuclear Power Thermo-Hydraulics” online course. Facing the problems and formulating countermeasures, it is of great guiding significance to improve the teaching quality and influence of online courses, and the quality of nuclear power professional personnel training.

Keywords

Nuclear Power Thermal Hydraulics, Trinity, Online Course

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

党的十八届三中全会明确提出“深化军队院校改革，健全军队院校教育、部队训练实践、军事职业教育三位一体的新型军事人才培养体系”，军事职业教育成为我军军事教育发展改革的重要方向。核动力热工水力学作为核动力专业学员核心主干课程，在核动力方向人才培养中兼具基础性与专业性，以往课程主要开展线下教学。通过一线岗位调研发现，随着装备使用频次的不断加大，任务过程中与热工水力相关的新问题不断涌现，一线操纵人员疑惑亟需解答。

随着核电事业的大力发展，国内已经有 30 多所高校设置了核科学与技术相关本科专业，涉核热工水力课程建设研究是各高校完善专业设置，培养应用型人才的重点，但是涉及核动力装置或反应堆热工水力线上课程研究的尚为少见，目前仅有清华大学俞冀阳教授团队和重庆大学潘良明教授团队开展了在线课程实践。结合新型军事人才培养体系建设，面向核动力一线岗位能力需求，从实战化需求牵引、体系化顶层设计、立体化资源建设原则出发，开展核动力热工水力学在线课程研究具有现实紧迫性。

2. 在线课程研究现状

近几年，在线课程引发国内外的广泛关注，网络在线课程已经成为媒体、企业、教育机构以及公众关注的新宠儿，由于网络在线课程具有开放性和前瞻性的特点，在降低高等教育成本的同时，也深刻改变了现代教育模式[1]。2018 年 1 月 15 日，教育部除首次发布 490 门国家精品在线开放课程外，教育部高等教育司司长吴岩还公布了目前的在线课程平台及数量，最终目标是带动 1 万门慕课和 5000 个虚拟仿真实验教学项目在线运行。现有文献研究主要聚焦于 5 个方面：

一是发展趋势研究，重点研究在线课程建设概念、现状、策略和提升空间。研究认为随着“互联网+”时代的到来，教育信息化已经成为改革开放教育领域的内生力量，而随着移动互联网、云计算、大数据、深度学习等新理论和技术的相继推出，在线学习平台去冗更新、迭代升级的速率会越来越快，只有加速建设符合实践需求的在线课程才能适应未来开放教育的变革[2]。在线课程从开发质量到使用推广还有多的问题和弊端，这也说明课程的开发还有很大的提升空间，只有认识现阶段存在的问题并及时解决问

题,才能更好地发挥在线课程的优势。

二是教学模式改革,重点研究在线理论教学、虚拟仿真实验教学和线上线下混合教学等模式设计与实践。研究表明在线开放课程是信息技术与教育结合的一种重要形式,对高校课程教学改革及内涵式发展起到了重要的推动作用[3]。随着实践的深入以及对在线教学的深刻反思和理性回归,学者们也越来越清醒地认识到,混合式教学才是在线教育的主流应用模式和未来趋势,它也是高等教育教学模式的现实选择。

三是学习效果评价,重点研究学员学习意愿、投入和效果。研究发现基于在线开放课程的混合式教学能够有机地将线上资源、任务及项目与线下课堂预习、课中问答及课后复习相结合[4]。为提高线上教学效果,研究人员建议从注重内容和资源的设计、重视课程的整体优化设计和提高课程的灵活性等方面完善在线课程设计,从实现个性化学习、增强学习交互和加强学习绩效评估等方面强化在线课程实施管理。

四是质量效益评价,重点研究在线课程的评价指标体系、质量影响因素和评价理念更新。我国在线课程的评价经历了由最初仅仅注重课程本身质量的评价到注重课程教学质量的评价,再到目前的在线课程学习评价这一发展历程[5]。评价理念逐渐凸显学习者在在线课程评价中的主体地位、注重系统思维的应用、在线课程评价的理论基础呈多元化发展态势。

五是教学资源建设,重点研究在线课程资源建设现状、困境和对策。研究显示我国在线课程资源呈现增长速度快、建设力度大、涵盖领域广的特点,但受到多种因素的影响,在线课程资源建设在资源建设、呈现形式、资源粒度以及更新机制等方面存在不足[6]。在线课程资源建设涉及全方位筹划,需要学校与教师通力合作:从学校层面出发,首先要做好顶层设计,统筹全局,建立健全在线课程建设和发展的相关保障制度和激励措施;从教师层面出发,应积极转变理念,学习信息化技术,提高自身信息化素养和提升开发信息化资源的意识和能力。

3. 核动力热工水力学在线课程建设策略

对于核动力热工水力学在线课程建设,应当从实战化需求牵引、体系化顶层设计、立体化资源建设原则出发,研究梳理在线课程目标定位、学情特点、内容体系、资源建设、考核评价等多个维度面临的问题,并制定应对策略。

3.1. 应用对象分析

核动力热工水力学在线课程应用对象主要包括高等学校在校学生和核动力一线操纵员。

对于在校学生,在其培养方案中,该课程通常被安排在大三学年,学生基本完成科学文化课和专业背景课的学习,具备高等数学、流体力学、工程热力学和传热学等知识学习背景。在教学实践中,由于核动力装置高温高压高辐照特点,线下课程偏重于无装备理论讲授,辅助于简单的原理展示性实验教学,学员难以对复杂的实践问题建立直观认识。

对于核动力一线操纵员,长时间接触实际装备,具有丰富的实践经验。但在实践过程中,操纵员会积累各式各样的运行相关问题,这些问题的解决主要诉诸于老同志的运行经验,认识局限性较大。且在任务期间,一旦遇到未发生过的故障或事件,问题的解决会具有偶然性,甚至有些情况下会导致任务中断返航。

结合不同对象的学习背景和运行经验,核动力热工水力学在线课程建设应当着眼于装备运行实际,结合课程内容知识点和实践运行过程中的典型事件开展筹划,构建具有装备针对性和知识应用性的课程体系,与线下课程形成有利互补。

3.2. 在线课程内容梳理

为强化在线课程内容的针对性, 梳理课程核心知识点 23 项, 分别对毕业班学生(21 人)和机电长(8 人)开展问卷调查, 通过毕业班学生调研这些知识点与其他专业课程关联性, 通过机电长调研与本职岗位工作联系紧密程度, 其结果如表 1 所示。

Table 1. Questionnaire results of the core knowledge points of the course

表 1. 课程核心知识点调查问卷结果

序号	知识点	本职岗位工作关联性 (机电长)			与其他专业课程关联性 (毕业班)		
		高	中	低	高	中	低
1	堆芯功率分布及影响因素	7	1	0	19	2	0
2	停堆后剩余功率	6	2	0	19	1	1
3	燃料元件导热	4	4	0	14	6	0
4	强迫对流换热	6	2	0	16	3	2
5	自然对流换热	5	3	0	15	4	2
6	大容积沸腾	4	4	0	7	14	0
7	流动沸腾	4	4	0	6	13	2
8	临界热流密度	7	1	0	18	3	0
9	凝结传热	2	5	1	8	11	2
10	燃料元件温度分布	5	3	0	17	4	0
11	单相流动基本方程	2	4	2	4	14	3
12	两相流动基本方程	2	4	2	5	12	4
13	水锤现象	8	0	0	15	3	3
14	汽蚀现象	8	0	0	17	1	3
15	反应堆及冷却剂系统压降计算	4	4	0	13	7	1
16	自然循环	7	1	0	15	6	0
17	临界流	2	6	0	6	10	5
18	堆芯流量分配	4	4	0	7	13	1
19	流动不稳定性	2	6	0	9	10	2
20	反应堆热工设计准则	7	1	0	15	3	3
21	热管因子与热点因子	3	5	0	8	9	4
22	堆芯稳态热工分析	4	4	0	14	5	2
23	集总参数法瞬态热工分析	3	4	1	7	12	2

从中不难看出,对于大容积沸腾、单相流基本方程、两相流基本方程、临界流、流动不稳定性等基础理论,由于理论水平较高且实际装备联系较抽象等原因,两个层次对象均不感兴趣。但对于堆芯功率分布及影响因素、停堆后剩余功率、临界热流密度、水锤现象、汽蚀现象、自然循环等和装备联系紧密,且在工作实践中较常遇到的现象和机理,两个层次对象均很感兴趣。从在线课程内容遴选上,可以着重考虑核动力装置运行过程中常见的、与安全状态密切相关的知识点,对于基础性较强、理解起来较抽象的知识点,应当合理引入装备案例或者结合原理展示动画来开展,在线课程内容切忌照本宣科。目前科技理论的快速发展和新技术的广泛应用缩短了新型装备的研制周期,加快了装备的更新换代,因此在开展任职教育课程教学内容建设时,应注意新装备相关知识的涵盖。

3.3. 教学资源建设

在国家大力推动虚拟仿真实验课程和线上课程建设的大背景下,各高校都加大了在线教学资源的投入,但总体而言各类教学资源呈现零散分布状态。需要注意的是,对于教学资源的认识,并不能局限于在线平台上可以完整找到的课程资源。比如为解读世界范围内的著名核事故,新闻媒体做过较为详尽的跟踪调研,这些新闻报道同样可以纳入到教学资源体系,但其准确性和公正性应当进行仔细甄别。再如中国核学会和各大核电集团为了让公众正确认识和平利用核能,分别建设了各自的科普展厅,并举办“核+X”创意大赛等活动,积累了大量针对性强又较为科普的素材,同样可以纳入到教学资源体系。所以对于教学资源建设,应当先进行体系化设计,依据知识体系构建教学资源框架结构,广泛搜集各类教学视频、新闻报道、科普宣传片等素材,再开展严谨细致校核验证的前提下逐项充实到框架之内(如图1所示)。

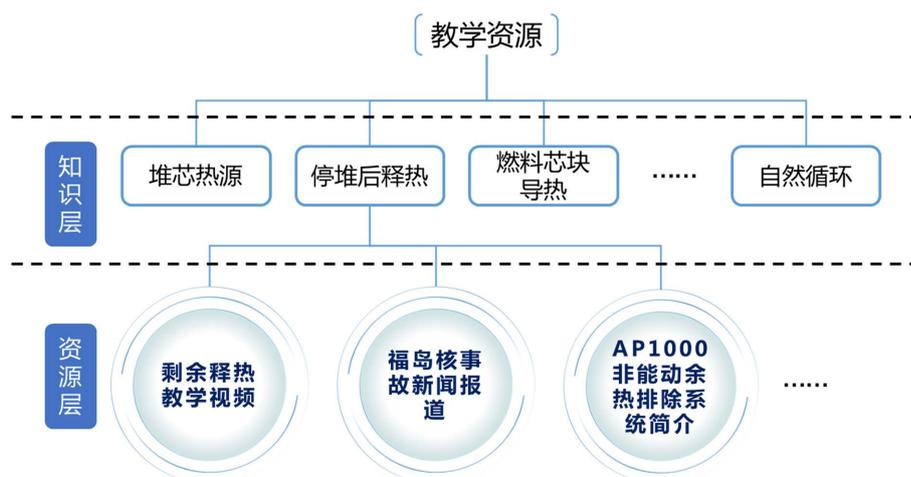


Figure 1. The diagram of teaching resource structure
图1. 教学资源架构

3.4. 考核评价机制

良好的考核评价机制有利于提升培养学生良好学习习惯和提升学生课程学习兴趣,在考核评价机制设计上,应当注重形成性考核和终结性考核并重、低阶技能性考核和高阶思维能力考核并重的原则。在每一核心知识点学习结束后都应设置形成性考核内容,并且合理设置概念性、记忆性题目和实践应用类题目比重,合理搭配试题难易程度。通过考核检验学生学习效果的同时,让其真正能够通过考核提升知识获得感,并且培养其创造性解决实际问题的能力。在考题类型上,技能型知识点主要通过客观题来进

行检验,思维型知识点主要通过主观题来进行检验。课程终结性考核在时间频率上不应超过一季度,防止学生应产生倦怠心理而影响学习效果。

4. 在线教学设计与实施

“核动力热工水力学”在线课程面向核动力本科学历教育学员和涉核单位专业技术人员,在教学设计中重点考虑与线下理论教学的差异,突出结合实际案例的知识体系构建,以核心知识点为中心开展线上数字资源构建,知识点与知识点之间合理嵌套,力图做到单个数字资源的相对独立性。

在教学实施中,在线课程完善全流程管理,构建课前准备、课中实施、课后检验的知识强化体系,让每名选课学员在课前对当次课堂内容提前建立相关概念,课中通过有效互动吸引学员注意力,课后通过公正、开放、高阶的测试方法检验学员学习效果。

5. 结论

核动力热工水力学作为核动力专业学生核心主干课程,开展基于三位一体新型军事人才培养体系的在线课程建设,创建人人皆学、处处能学、时时可学的泛在学习环境势在必行。在线课程的建设应着眼于现实需求,在做好应用对象学情分析的基础上,重点开展教学内容体系梳理,教学资源建设和考核评价机制研究。核动力热工水力学在线课程建设只有能够真正做到对接装备、对接战场、对接未来,才能真正为强国兴军提供强力支撑。

基金项目

海军工程大学教育科研课题(NUE2020015),军队重点学科建设项目(7-4)。

参考文献

- [1] 李昱. “三位一体”背景下军事职业教育在线课程质量评价指标体系研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 海军军医大学, 2020.
- [2] 柴晓丽. 关于在线课程开发现状与发展趋势的思考[J]. 吉林广播电视大学学报, 2019(11): 39-40.
- [3] 嵩天. 以在线开放课程为引领的大学英语课程改革创新模式[J]. 中国大学教学, 2019(11): 13-17.
- [4] 李爽, 钟瑶. 在线教师教学投入对学生学习绩效的影响[J]. 开放教育研究, 2020, 26(3): 99-108.
- [5] 石兆. 高校在线开放课程质量评价指标体系建设[J]. 工业和信息化教育, 2019(12): 53-57.
- [6] 李晓蕾. 在线课程资源建设的困境与对策[J]. 职业教育与培训, 2020(2): 109.