

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2024.06.008

欢迎按以下格式引用:王雨竹,贺敏,王莹,等.“双碳”目标驱动核电站建设交叉学科发展研究[J].高等建筑教育,2024,33(6):58-65.

# “双碳”目标驱动核电站建设 交叉学科发展研究

王雨竹<sup>1</sup>,贺敏<sup>1</sup>,王莹<sup>2</sup>,宋伟<sup>2</sup>,潘蓉<sup>3</sup>,侯钢领<sup>1</sup>

(1.哈尔滨工程大学烟台研究院,山东烟台 264000;2.烟台众创核电研发中心,山东烟台 264003;  
3.生态环境部核与辐射安全中心,北京 100082)

**摘要:**绿色低碳高效的核能发电是我国实现“碳达峰,碳中和”战略目标(简称“双碳”目标)的重要途径之一,然而核能科学与土木工程交叉学科(核电站建设)发展缓慢成为制约核能发展的关键问题。以满足“双碳”目标的国家需求为导向,构建了“核红色文化”“知识新体系”和“核建筑新科技”三位一体发展新模式。提出了课程思政与核安全文化的互动融合,构建了“核红色文化”及其教育;表明了核能安全与结构性能提升的内在统一,构建了核建筑全寿命低碳发展的新知识体系;归纳了“双碳”目标与核建设新技术的关系,形成了核建设科技创新发展模式。研究成果为核电站建设交叉学科提供了快速发展路径。

**关键词:**“双碳”目标;核电站建设;核能应用;土木工程;交叉学科

中图分类号:G643

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2024)06-0058-08

为了应对全球气候变暖、南北极冰川融化、极端恶劣天气等事件对全人类生存环境的影响,习近平总书记于2020年9月22日在联合国第75届大会上率先宣布了“2030碳达峰、2060碳中和”目标。随后,我国成立了碳达峰、碳中和工作领导小组,发布了《2030年前碳达峰行动方案》《科技支撑碳达峰碳中和实施方案(2022—2030年)》等系列措施<sup>[1]</sup>,旨在推动我国的能源结构转型,促进清洁能源推广,提高能源利用效率,降低碳排放水平,实现“双碳”目标。

核能发电是“零碳”绿色能源体系的基荷电源,是唯一可大规模替代煤炭发电,并可以提供全时段稳定高效能源的电源形式<sup>[2]</sup>。全球统计数据表明,2020年核电提供了全球约1/3的绿色电力,减少了29亿吨的当量碳排放量,相当于10%全球能源碳排放量;而我国的核电当量减排量仅2.74亿吨<sup>[3]</sup>。在“双碳”目标推动下,我国核电建设必将稳步发展。仅2022年,我国核准了10台核电机组,

修回日期:2023-07-03

基金项目:烟台市校地融合发展项目(22MZ03CD012);中核集团领创科研项目(KY90200210017)

作者简介:王雨竹(1993—),女,哈尔滨工程大学烟台研究院讲师,博士,主要从事核电站结构抗震研究,(E-mail)wyz1993@hrbeu.edu.cn;

(通信作者)侯钢领(1973—),男,哈尔滨工程大学烟台研究院教授,博士,主要从事核电站结构安全研究,(E-mail)

hougl@hrbeu.edu.cn。

创下了近十年来核准核电站数量最高的纪录<sup>[4]</sup>。随着“华龙一号”和“AP1000”核电站等成功发电,我国正在逐渐成为核电强国和核能碳减排大国。

随着核能发电快速发展,核电站建设人才教育缺乏已经成为制约核能发展的关键问题。这主要源于两方面:一是,核电站建设需要大量的核建设人才。核电站属于大型工程项目,一台核电机组从浇灌第一罐混凝土到商业运行,一般需要5~6年,需要各类建设技术和管理人员上千人。由于核电站建设的特殊安全和技术要求,导致对人才专业性要求高,可替代性差<sup>[5]</sup>。二是,我国缺少培养核电站人才的高校。虽然有超过300所大学开设了土木工程本科专业,涵盖了建筑、公路、桥梁、水利和环境等领域,但目前还没有关于核电站建设的本科专业或研究生专业的高校<sup>[6]</sup>。根据我国核能行业协会预计,“十四五”期间我国保持每年6~8台核电机组开工计划,因此,核建设人才的培养问题愈发突出。

为了满足我国核电站建设人才培养的需求,以“双碳”目标国家需求为驱动力,提出以核电站全寿期安全和核电站建设人才培养为两个中心,建立“红色核文化”“知识新体系”与“建筑新科技”的“三结合、两中心、一目标”交叉学科发展模式,旨在实现文化传承、学术引领和科技创新的互动发展,研究成果可为核电站建设交叉学科提供快速发展路径。

## 一、核红色文化

安全文化是核行业文化典型代表,由国际原子能机构(IAEA)总结苏联切尔诺贝利事故后提出,已经成为全世界核电站的基本管理原则之一<sup>[7]</sup>。而课程思政是落实党中央要求“立德树人”的重要途径,也是培养我国合格建设者和可靠接班人的重要举措。自2004年以来,广大教育工作者对课程思政的基本内涵、价值意蕴、逻辑关系和实施路径等关键内容进行了深入的研究和广泛的讨论,课程思政建设得以快速发展<sup>[8]</sup>。众所周知,我国核工业随着原子弹的诞生而产生,伴随国防工业的发展而壮大。因此,“满足国家需求”是我国核电行业文化具有的显著的红色基因。2014年国家核安全局会同国家能源局和国防科工局联合发布了《核安全文化政策声明》,2017年国家核安全局发布了《核安全文化特征》《中华人民共和国核安全法》,对核安全文化建设、核安全文化教育机制等提出了明确要求。“核红色文化”概念的提出基于《核安全文化政策声明》《核安全文化特征》《中华人民共和国核安全法》的指导和要求,可在基础性教育层面对上述文件进行补充。基于此,本文旨在探索课程思政与核安全文化的协同发展,通过在核电站建设过程中注入红色文化和核安全理念,为培养符合“双碳”目标需求的核电站建设人才提供文化育人土壤。

### (一) 我国核文化的红色基因

“红色文化”在我国核工业的起源、成长和发展过程中一直发挥着引领作用。回顾历史,我国核工业起步于20世纪50年代末,当时面临着西方的制裁和技术封锁,同时遭受苏联专家撤走的打击和连续的自然灾害。在一系列困难面前,依靠“独立自主”“自力更生”和“艰苦奋斗”的精神,我国逐渐建立了核能开发、核燃料生产、核设施建设和运营等完整的核工业体系。随着改革开放的发展,我国核行业凭借“军工报国,为国争光”的信念,成功从军工行业转向民用核电站。秦山核电站的自主设计、自主建造和自主运行,以及向巴基斯坦成功出口恰希玛核电站,表明我国核工业已具备了百万千瓦级核电站全产业链研发设计的能力。

进入21世纪,面对日本福岛核事故的不利影响,我国核工业依据“引进、消化、吸收、创新和自主创造”的发展路线,成功研发出拥有自主知识产权的“华龙一号”等堆型三代核电技术。华龙一号在核安全、经济性、可靠性和可持续发展等方面取得了显著成就,创下了世界核电站建设速度、发电速

度和海外出口堆型等多项世界纪录,体现了“为国争光,勇攀高峰”的红色文化精神。我国核工业发展的历程铸就了独特的具有红色基因的核安全文化——“核红色文化”,包含“自力更生,艰苦奋斗,军工报国,甘于奉献,为国争光,勇攀高峰”的精神内涵。当前,“双碳”目标又成为我国核行业服务国家需求的新征程。与国外核安全文化相比,我国核红色文化具有以下优点。

### 1. 国家利益至上

西方国家核安全文化强调个人权利、透明度和民主参与;而我国核安全文化强调国家利益。我国将核安全视为国家安全的一部分,对核安全的重视程度较高。

### 2. 安全管理严格

西方国家核安全责任分配相对分散,政府、运营商和民众等各方共同参与,因此核安全管理过度依赖法律法规和独立监管机构。而我国核安全行为和决策以国家利益为基准,核安全的主导和管理由政府 and 核电企业承担,政府在核安全决策和监管方面发挥主导作用,核电企业在保证核安全方面发挥保障作用。通过政府和企业共同管理,保证全体民众在核安全中发挥作用。

### 3. 安全纪律严格

西方国家核安全文化主要强调事故预防、风险管理和事故应急响应等,侧重制度建设、技术创新和经验教训的总结,但对人为事故的管理偏弱。而我国核安全文化更加强调安全的科学性,严格执行安全纪律、安全生产和法律规定,注重贯彻安全记录、安全培训和安全行为。

我国核安全文化的特征凸显了满足国家需求的“红色文化”,在核能应用价值观和行为习惯中强调国家利益、安全管理和纪律严格等核安全精神<sup>[9]</sup>。我国核红色文化为核安全建设提供了有力保障。

## (二) 课程思政与核红色文化的协同育人

为了充分发挥核红色文化在核电站建设课程思政中的作用,将核红色文化元素融入课程思政教学。核红色文化可以增强学生的爱国主义情感和社会责任感,推动学生为满足国家需要而主动学习。核红色文化为核建设课程思政提供了生动的案例和新的实践方式,丰富了专业思政课程的教学内容和实践方法,为解决核建设课程思政“立德树人”的根本问题提供了全新的思路与切实可行的途径<sup>[9]</sup>。

核安全文化是培养核建设人才的必备教育内容。通过核建设课程思政的教学,可以将核红色文化植入学生的文化习惯。根据习近平总书记提出的“思政教育要从维护国家意识形态安全、培养社会主义建设者和接班人的高度来抓好”指示,提出“核红色文化与国家需求结合”“核思政教育与新技术结合”“核建设发展与个人发展结合”三结合教育模式,实现了核红色文化与课程思政的互动发展。

### 1. 核红色文化以满足国家需求为基本内涵

通过课程思政,重点讲述核建设发展的核心价值观、优良传统和人物事迹等内容。结合当前实际情况,强调核能发电在实现“双碳”目标中不可替代的作用,阐明核建设如何满足国家不同时代的需求。通过培养学生对核红色文化精神的继承和发扬,强化他们的爱国主义情感、社会责任感和学习参与核建设的自豪感。

### 2. 核思政教育与新技术结合

在核建设思政教育过程中,采用动画多媒体的形式生动地讲述核安全意识、核安全行为和核安全管理等思政教学内容,培养学生的安全意识和责任意识等。同时,重点介绍核能建设领域的人工智能应用和技术创新,使学生了解核电站建设与高新技术发展结合的应用情况及案例等,培养他们的创新思维和应对未来挑战的能力。



### 3. 核建设发展与个人发展结合

将核建设与国家需求“双碳”目标相结合,引导核电站建设学生将个人发展与国家发展需求相融合。通过讲授核能发展在“双碳”目标中不可替代作用,阐明核能在国家能源安全中的重要贡献和应用前景,激发学生对核能事业的兴趣和热爱,并引导其将个人的发展目标与国家的需求相结合。

通过上述三结合教学模式,可以帮助学生深入理解核能发展与国家需求、个人发展和时代同步的密切关系,使其成为具有核红色文化基因的核能建设人才。

## 二、核电站建设的新知识体系

核电站建设在厂址选取、安全理念、设计方法、建造过程和退役治理等全寿期阶段与常规火力发电有显著的差异。同时,智能人工技术、结构振动控制等新技术和“双碳”目标等新需求也将产生核电站建设新的知识点。基于这些考虑,本文研究构建了适应核建设需求的人才培养新知识体系。

### (一) 核电站建设的特殊需求

核电站建筑有很多特殊功能需求。以大型压水堆核电站为例,它的主要功能系统包括:产生热能的核反应堆系统,热能转化为蒸汽的蒸汽发生系统,控制反应堆温度的冷却系统,防止事故发生的安全系统,放射性废物处理系统,以及辐射防护系统等,如图1所示<sup>[10]</sup>。图1中,第1道屏障为燃料芯块和包壳,将核燃料及其裂变产物封闭起来,防止燃料裂变产物和放射性物质进入一回路水中;第2道屏障为压力容器和一回路压力边界,能包容高温和高压的反应堆冷却剂,防止放射性物质泄漏到反应堆厂房中;第3道屏障为安全壳,既能抵御外部破坏,还能在最严重事故情况下防止放射性物质进入环境。这些系统协同作用,确保核能发电安全可靠地运行。为了满足核电站各个系统的安全工作,核建筑除了提供强度、刚度和稳定性等结构功能外,还必须满足以下特殊需求。

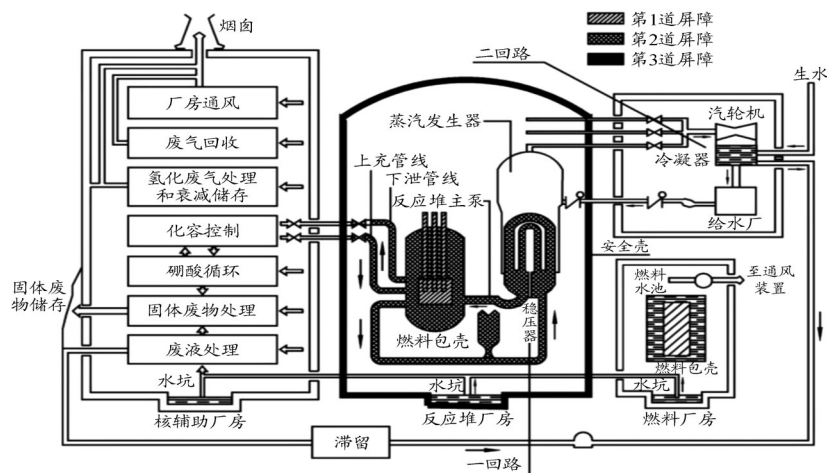


图1 大型压水堆系统功能简图

(1)辐射屏蔽功能:为了保护工作人员和公众免受辐射的危害,核电站的某些建筑物,如安全壳,必须保证完整性、密封性和安全性,防止放射性物质泄漏<sup>[11]</sup>。

(2)核设备工作和维修功能:核建筑必须为核电站的各种设备和系统提供可靠支撑,并提供便于多种设备的检修、维护和日常运营的操作平台。

(3)防灾安全功能:核建筑需要具备良好的抗震、抗风等防灾功能,防止地震、风暴等自然灾害

引发的核电站破坏;还需要具备防火、防爆、防大飞机撞击等功能,防止人为事故对核电站造成严重不利影响。

(4)核退役功能:由于核建筑物在核电站运行过程中可能受到放射性物质的污染,核建筑应该具有良好的防止放射性物质污染和便于去污等性能,且具有核退役结构耐久性和污染控制性能等核退役功能。

(5)核建筑碳减排功能:因为核能发电的零碳工作建立在核建筑安全工作的基础上,所以提高核建筑安全性能就是保证核能减排功能。同时,建筑结构的装配式、模块化和绿色建材等低碳研究成果,也可以应用于提升核建筑碳减排功能。

传统建筑结构不能满足核电站特殊需求。核建设教育需要建立包括核电站建筑的厂址选取评价方法、荷载及事故防灾方法、结构分析与设计等设计方法,从设计源头确保核电站建筑安全性和功能性;需要科学地选取建筑结构与材料,满足核电站高温、高压和辐射等特殊环境的要求;需要注重环境保护和可持续发展,以确保核电站建设与周边环境的协调与平衡;需要掌握核工程管理知识,以确保核建设复杂工程顺利完成;需要掌握核电站运营与维护知识,以确保核系统运行和设备的维护;需要了解核电站退役治理方法、放射性废物的处理与储存技术等方面的知识,以确保核电站的安全退役。从核电站全寿期角度看,需要建立满足核电站建设需求的知识新体系,为核电站建设和运营提供全面支持。

## (二) 核电站建设的课程体系

以满足核建设特殊需求为主线,基于核电站全寿期安全和核电站建设人才培养为两个中心,本文构建了“基础理论课+交叉融合课+能力拓展课+校企共建课”四位一体课程体系。同时,根据“双碳”目标的新需求对文献[12]的相关内容进行了补充优化,该体系包括以下几个方面。

### 1. 基础理论课程

旨在夯实学生的基础理论知识、基础知识和基本能力。主要包括反应堆结构力学、有限元原理与结构分析、核反应堆工程等课程,为学生分析和设计核建设提供坚实的发展基础。

### 2. 交叉融合课程

实现核学科、土木工程学科交叉融合,包括核能安全与结构工程的交叉专业知识融合。主要包括核电建设安全文化、核电站设计方法、核电站安全防护等课程。该类课程提高了学生掌握交叉学科的核心知识和思维能力。

### 3. 能力拓展课程

旨在培养学生专业能力和创新科技素养。以学生为中心开设核电站新型结构与地震安全、智能核电站结构等课程,增设核电站与减少碳排放创新课程服务国家“双碳”目标。

### 4. 校企共建实践课程

着重解决核电建设领域的难点和痛点问题,如核电站抗震设计、安全壳结构设计、核电站结构安全分析等。采用“企业专家为主、校内教师为辅、校内外教师共同授课”的全新模式提升学生解决复杂现场问题的能力。

“四位一体”的课程体系包括基础理论课程、交叉融合课程、能力拓展课程和校企共建课程等全方位培养模式。该课程体系为培养满足核电站建设交叉学科人才提供了良好的知识育人模式。

## 三、核电站建筑新技术

随着建筑信息模型(BIM)技术、数字核电、智能运维等的发展,应用新科技提高核电站建设安全

性成为备受关注的课题。同时,“双碳”目标需求驱动核电站建筑减碳新技术的发展。

### (一) 核电站智能建筑

核建筑的核心功能是满足核电站的安全需求,防止其受到损伤。结构健康监测技术是一种防止结构损伤的新技术,已成功应用于航空航天、交通运输和路桥隧道等领域。结构健康监测通过无损传感技术获取结构及其响应信息,分析环境和载荷特征、结构几何特征、材料性能及其演化规律等,识别结构损伤特征,提供灾害预警、维修和报废等策略和过程,反演给出结构设计和建造等优化信息<sup>[13]</sup>。针对核电站传统检测方式存在的测量误差大、检测效率低、作业安全风险大、智能化程度低及缺乏系统管理等问题,结构健康监测可以实现实时监测,识别结构损伤,预防事故发生。核电站结构健康监测可以有效地降低事故发生概率、提高设计水平和结构性能,从而提高核电站的安全性。

核电站智能建筑是结构健康监测发展的必然趋势。智能建筑综合了结构健康监测、数字孪生和人工智能等技术,实现结构的自感知、自监测、自适应和自修复等智能安全能力。核电站智能结构是通过集成传感器、执行器、控制系统和数据处理技术,使核建筑结构具备实时监测和评估结构的状态和健康状况的能力,并根据监测数据自主地做出响应和调整,以确保结构的安全性和性能。

### (二) 核建筑防灾减灾新技术

目前全世界核电站普遍采用传统的结构的抗震设计方法,即通过选取合适核电厂址,严格抗震设计与分析,力图保证核电站结构和设备的地震安全。但由于核电站系统的复杂性与地震的不确定性,核电站抗震安全仍然面临巨大的挑战。例如,日本是一个地震多发国家,近年来发生了多起核电站地震事故。一方面是日本地震的多发性;另一方面是核电站采用了传统结构。因此,核电站急需发展新型隔震减震结构<sup>[14]</sup>。

基础隔震结构具有隔离地震能量输入、减小结构损伤等优点,在建筑、桥梁和交通等领域得到广泛应用。由于基础隔震结构符合最新核电堆型的非能动安全技术要求,因此基础隔震核电站是重点发展方向之一。1984年法国的Cruas NPPs、1985年南非的Koeberg NPPs大型压水堆和2007年法国的Jules Horowitz小型堆等都采用了隔震技术。目前,水平隔震方面取得了良好的效果,但三维隔震减震核电站新型结构还没有公开报道。发展核电站新型三维隔震减震结构将是核电站发展的重要方向。

### (三) 核电站碳减排增强新技术

根据经济合作与发展组织(简称经合组织)核能机构2021年发布《核电厂长期运行与脱碳战略》研究报告,指出,延寿技术可以有效地延缓核电厂关停时间,使得核电厂能够提供更多的电力能源,因此可以有效减小其他化石燃料电厂的碳排放。与开展新的核电建设相比,核电厂延寿具有更高的经济性和碳减排能力。对于役龄接近设计寿期的核电机组,核电厂延寿在碳减排中可以发挥更好的贡献。

结构健康监测对核电站的结构进行定期评估和检测,可以有效地防止结构破坏;通过监测结构的变形、应力、振动等参数,可以评估结构性能,预测结构寿命和承载能力。结构健康监测可以为核电站的维修和维护提供重要信息,指导维修人员采取合理的修复措施,延长核电站的使用寿命。结构健康监测可以帮助核电站结构保持良好的工作状态,延长核电站寿命并确保其安全运行。

隔震减震结构在延长核电站寿命方面也发挥重要作用。隔震结构能够显著降低地震对核电站结构的冲击和破坏,提高核电站结构的抗震能力。同时,隔震减震结构通过减小地震引起的结构振动响应和应力,可以降低结构的疲劳损伤和累积损伤,延缓结构老化过程。当某些隔震支座在地震作用下发生破坏,也可以通过替换技术,恢复隔震结构的减震性能。隔震减震结构有助于保障核电



站的在灾害作用下的安全运行,进而有效地延长核电站寿命。

## 四、结语

核能发电及其综合应用是保证人民美好生活的重要绿色低碳新能源形式,而核电站建设人才培养和科技发展是核电发电的重要保障。本文提出的核建设交叉学科“三位一体”发展新模式,为核行业满足“双碳”目标的国家需求提供了发展路径。

### (一) 核红色文化的概念

核红色文化帮助学生深入理解核能发展、国家需求和个人发展的密切关系,助力培养核能建设人才的育人土壤。同时,核红色文化拓展了我国核安全的文化内涵。

### (二) 核建筑的新知识体系

从核电站系统功能需求出发,总结了核建筑特有的结构性能要求。基于核能安全与结构性能提升的内在统一,建立了满足核电站全寿期安全和核电站建设人才培养需求的新知识体系,为培养核建设人才提供了完备的课程体系。

### (三) 核建设的新技术

介绍了结构健康监测、隔震减震等新技术在提高核电站结构安全水平方面的重要作用,强调了延寿技术、核能综合应用和智能核电站建筑在增加核电站碳减排方面的巨大潜力,揭示了核电站建筑的发展趋势和动力。

随着核能的不断发展和应用,核建设人才培养和新技术将推动核电站的安全性、高效性和可持续发展,研究成果为核电站建设和发展提供了新的思路。

### 参考文献:

- [1] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜,为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[R]. 北京:人民出版社,2022.
- [2] 邢继,高力,霍小东,等. “碳达峰、碳中和”背景下核能利用浅析[J]. 核科学与工程,2022,42(1):10-17.
- [3] 吴放. 我国碳达峰、碳中和进程中核能的地位和作用[J]. 核科学与工程,2022,42(4):737-743.
- [4] 中国核能行业协会. 中国核能发展报告[R]. 北京:社会科学文献出版社,2023.
- [5] 侯钢领,陈树华,庞安兵. 土木工程专业核电站建设方向本科生教育探讨[J]. 高等建筑教育,2012,21(3):33-35.
- [6] 白莽,毕颖. 建筑行业特色大学高质量发展:困境与路径[J]. 高等建筑教育,2022,31(5):1-7.
- [7] 孟德,张玮,齐媛,等. 国际核安全文化再思考及对我国的启示[J]. 环境保护,2017,45(9):69-72.
- [8] 李德贺,李波,张晓. 思政元素融入高校数学类课程实现路径研究[J]. 教育理论与实践,2022,42(3):57-60.
- [9] 罗筑华,刘艺,刘永. 我国核安全人才“四协同”培养模式研究[J]. 中国安全科学学报,2022,32(7):1-6.
- [10] 孙德纶,彭如海. 核电建设中的一些力学问题[J]. 力学与实践,1989,11(3):1-10.
- [11] 马石岩,张秉灿. 核电常规岛与火电汽轮发电机厂房设计对比分析[J]. 建筑结构,2021,51(S2):202-205.
- [12] 侯钢领,解玉建,吴震,等. 土木水利专业硕士新方向培养体系探讨——以核电站建设为例[J]. 核安全,2023.
- [13] 罗尧治,赵靖宇. 空间结构健康监测研究现状与展望[J]. 建筑结构学报,2022,43(10):16-28.
- [14] Hou G L, Liu Y, Wang T, et al. Innovation structure combing inter-story isolation with passive cooling effect for AP1000 nuclear power plants[J]. Engineering Computations, 2022, 39 (3):1080-1096.

## Research on interdisciplinary development of nuclear power plant construction driven by dual carbon goals

WANG Yuzhu<sup>1</sup>, HE Min<sup>1</sup>, WANG Ying<sup>2</sup>, SONG Wei<sup>2</sup>, PAN Rong<sup>3</sup>, HOU Gangling<sup>1</sup>

(1. Harbin Engineering University Yantai Research Institute, Yantai 264000, P. R. China; 2. Yantai Nuclear Power Research and Development Center, Yantai 264003, P. R. China; 3. Nuclear and Radiation Safety Center, Ministry of Ecology and Environment, Beijing 100082, P. R. China)

**Abstract:** Green, low-carbon and efficient nuclear power generation is one of the important ways to achieve the carbon peaking and carbon neutrality goals (dual carbon goals) of China. However, the slow development of nuclear power plant construction, which is an interdisciplinary subject of nuclear science and civil engineering, has become a key problem restricting the development of nuclear energy. In order to meet the national needs of dual carbon goals, this paper establishes a new trinity development model of nuclear red culture, new knowledge system and new technology of nuclear buildings. It proposes the interactive integration of ideological and political education with nuclear safety culture, and establishes the nuclear red culture and its education. It points out the internal unity of nuclear energy safety and structural performance improvement, and establishes a new knowledge system for the low carbon development of nuclear buildings throughout their life cycle. The relationship between the dual carbon goals and the new technology of nuclear construction is summarized, and the development model of nuclear construction technology innovation is formed. The research results can provide a rapid development path for the interdisciplinary of nuclear power plants construction.

**Key words:** carbon peaking and carbon neutrality goals; nuclear power plant construction; nuclear energy application; civil engineering; interdisciplinary

(责任编辑 邓 云)