

2025 年黑龙江工程师学院 工程师职称资格申报书

高 校： 哈尔滨工程大学
所在学院： 核科学与技术学院
专业类别： 能源动力

黑龙江工程师学院制

2025 年 5 月

填 写 说 明

一、本表仅为黑龙江工程师学院工程师职称资格申报使用，须如实填写；

二、申报书中填写内容原则上不得涉密，如存在涉密技术或数据，须做脱密处理，所在单位须严格审核；

三、申报书涉及签名均须用蓝、黑色墨水笔，亲笔签名；

四、申报书中用宋体小四号字撰写，可另附页或增加页数，A4 纸双面打印。

黑龙江工程师学院工程师职称资格申报书

申报人基本信息			
姓 名	秦祺	联系电话	15189438990
出生年月	2000 年 4 月 12 日	政治面貌	中共党员
身份证号	320682200004127454	学 号	S322157020
高 校	哈尔滨工程大学	所在学院	核科学与技术学院
所属专项	龙江专项	专业类别	能源动力
联合培养信息			
联合培养（入企实践） 单位名称	哈尔滨汽轮机厂有限责任公司		
入企实践时间	2023 年 9 月至 2025 年 6 月（共 21 月）		
校内导师	乔守旭	职务/职称	副教授
企业导师	付元钢	职务/职称	经理/高级主任工程师
项目名称	反应堆堆内除滴器组件综合性能实验研究		
项目来源	<input type="checkbox"/> 校企联合攻关项目 <input type="checkbox"/> 企业揭榜挂帅项目 <input type="checkbox"/> 企业自研项目 <input type="checkbox"/> 企业导师自研项目 <input checked="" type="checkbox"/> 其他_中核集团领创科研		

课程学习情况						
课程学习平均成绩		按课程学分核算的平均成绩：85.19 分				
业绩代表成果（至少选填一项）						
校企合作项目	名称		合同金额	排名	是否通过验收 /校企双导师认可	
重点重大项目	名称		合同金额	排名	应用成果	
					简述经济/社会效益；	
科技成果设计、应用与转化	名称	类型 (产品或样机设计、科技成果应用转化推广和解决行(企)业技术难题等)		应用成果		
				简述取得的经济效益和社会效益(100字之内)		
理论创新	名称		类别 (包括论文、专利、软件著作权、著作、标准、规范等)	发表时间/专利授权时间	刊物名称/专利授权号	排名
	Analysis of separation characteristics of variable plate-hook spacing corrugated plate separator		SCI 论文	2025 年 3 月	Nuclear Engineering and Design	第一作者
获奖	名称		级别 (包括国家级、省部级)	类别 (包括科学技术类、工程类、涉及(勘察)类、	获奖时间	排名

			工程咨 询类等)		

工程实践总结

一、问题来源与研究现状

(简要说明专业实践研究课题的问题来源与研究意义、国内外研究现状及行业应用现状, 字数 500 字左右)

医用同位素生产堆 (Medical Isotope Production Reactor, MIPR) 是专门用于生产医用放射性同位素的反应堆, 其主要功能为利用堆芯内核燃料的裂变过程, 生成并分离出具有医学应用价值的放射性同位素。溶液堆制备同位素具有燃料制备简单; 堆负温度系数大, 固有安全性好; 同位素生产成本低等优点。

我国《医用同位素中长期发展规划 (2021-2035 年)》提出, 启动建设 1-2 座医用同位素专用生产堆, 实现常用医用同位素的稳定自主供应。我国在医用同位素生产堆开发上起步较早, 进行了大量的非核试验, 但从未真正设计建造过水溶液堆, 缺乏设计建造经验。目前西方美、英、法、俄等发达国家陆续建成了数十座水溶液反应堆, 但关键核心技术对我国实行严格的封锁和禁运。

为解决放射性同位素依赖进口问题、保障核医学产业链安全, 中国核动力研究设计院突破技术瓶颈, 成功研发出具有完全自主知识产权的先进溶液堆, 并已于近期开始工程建设。预计全面投产后将具备年产 10 万居里钼-99、2 万居里碘-131 的生产能力, 可满足国内大部分临床诊断与治疗需求, 解决这两种同位素长期依赖进口的问题。

本项目属于中国核动力研究设计院溶液堆重大工程中的一项关键内容, 而除滴器组件的导流、搅混和分离性能直接关乎溶液堆安全性和经济性, 是关乎能否建堆的决定性因素之一。除滴器组件作为水溶液反应堆堆内构件的重要组成部分, 其对堆容器内多组分气体的雾沫夹带、气液分离、洗涤净化和导流交混等功的影响关系到同位素生产堆的安全和生产能力。

二、解决的关键问题（字数 300 字左右）

作为项目主要学生负责人，推动溶液堆除滴器综合实验进展。全面负责试验系统设计及改造、试验本体装置设计、试验方法和工况选择、技术沟通和对接；主持完成了雾沫夹带试验、分离效率测试、堆内压降试验、粒径测量以及分离装置单通道压降试验等多项试验内容。

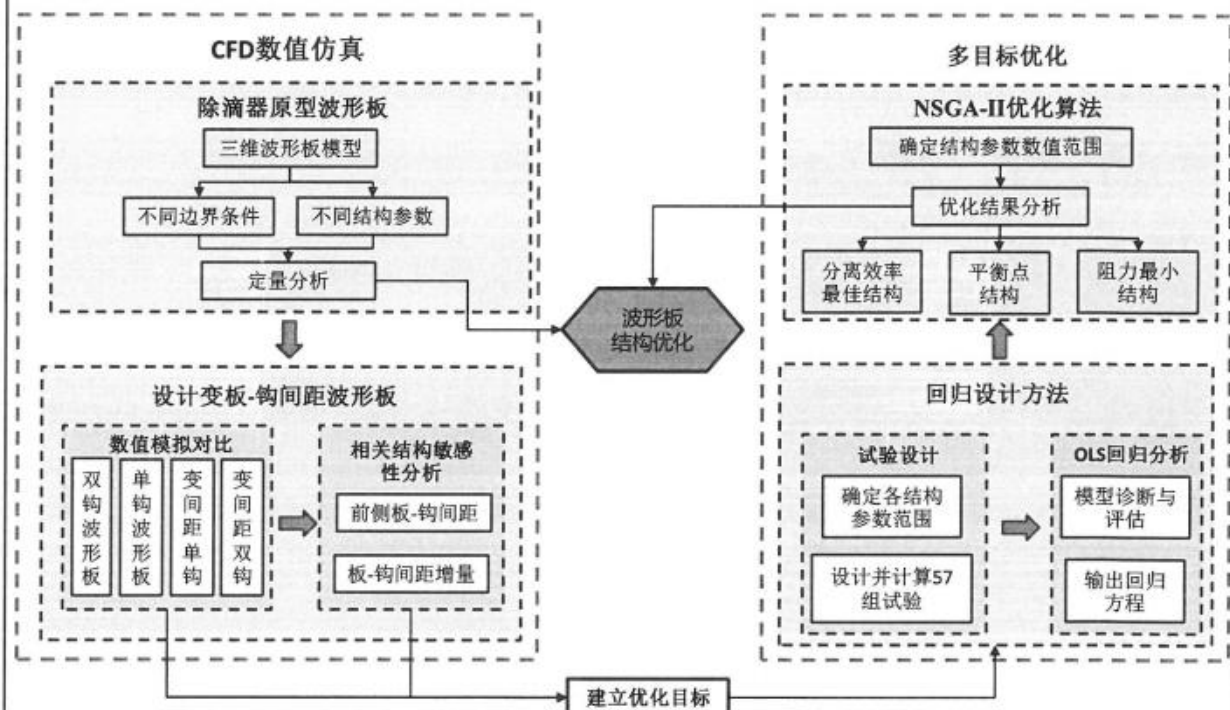
通过设计高效低流阻的除滴器及其分离组件（波形板），利用惯性分离的原理将混合气流中的液滴高效分离出来，从而显著降低被气流携带出的放射性溶液数量，确保反应堆安全稳定的运行。同时通过优化设计，在维持波形板高效分离效率的前提下减小了分离组件的阻力，降低了对堆内循环气流流动的阻碍。

三、策略分析及工作量描述

(主要包括理论的比较、分析及技术路线描述、说明具体的工作量与复杂度, 字数 800 字左右)

本研究以医用放射性同位素生产水溶液堆在运行过程中出现的气液两相流问题为研究背景, 主要通过设计除滴器组件 1:1 原型样件开展相关研究, 模拟同位素堆反应堆容器内真实环境条件, 同时利用精准可信的测试方法获得堆内气液两相流状态, 以便准确获取堆内除滴器组件详细设计所需的输入参数, 全面充分探究影响除滴、导流等功能的关键因素, 并根据实验和模拟结果对样件结构和参数进行优化反馈, 直至各项性能和技术指标均满足设计要求, 完成适用于同位素堆的新型低流阻高效除滴器组件的研制, 直接服务于工程设计和应用。

同时以除滴器组件中的波形板气水分离元件为研究对象, 通过对不同的边界条件(入口气速和入射液滴大小)以及不同的结构参数(板间距、波折数、弯折角度和疏水钩高度)进行数值模拟研究, 分析波形板内流场分布规律, 并通过多目标优化算法, 选定了三种适用于不同应用场景的板钩间距参数组合。具体研究内容如下:



研究技术路线图

(1) 搭建除滴器波形板阻力特性测量试验装置, 设置 15 种不同的入口气流量范围, 设置的气体流量范围为 $0\sim 60\text{m}^3/\text{h}$, 从 $4\text{m}^3/\text{h}$ 工况开始测量, 相邻工况气流量差 $4\text{m}^3/\text{h}$, 并将数值模拟结果与试验结果相对比, 验证了数值计算模型的准确性。

(2) 改变波形板的结构(不同板间距、不同波折数、不同弯折角度和不同板-钩间距)以及边界条件(入口进气速度和液滴直径), 通过数值计算, 分析波形板的内部流场特征, 以及各个结构参数对波形板性能的影响。

(3) 设计变板-钩间距波形板结构, 将其压力损失和分离特性与常规单钩及双钩波形板相比较, 分析其内部气流流动特征及液滴分离特点, 指出其在低气速应用场景下具有高分离效率的特有优势。

(4) 以波形板气水分离器的板-钩间距参数优化为切入点, 针对传统固定间距结构在分离效率与压降损失间的矛盾关系, 采用多目标遗传算法对板-钩间距参数进行优化选型。将

沿气流方向（入口至出口）的板-钩间距划分为三组关键几何参数——前段疏水槽高度（ h_1 ）、中段疏水槽高度（ h_2 ）和末端疏水槽高度（ h_3 ）作为设计变量。通过数值模拟，构建了反映压力损失（ ΔP ）与分离效率（ η ）关系的二阶响应面模型。在优化阶段，采用NSGA-II 算法进行多目标寻优，选取了分离效率最佳，平衡以及压力损失最小的三种波形板结构。

四、实践成果

（主要围绕效率、质量和成本等方面，突出成果成效、突出经济社会效益、突出对行业发展的发挥作用等方面简要阐述，字数 200 字左右）

作为项目主要学生负责人全面负责试验系统设计及改造、试验本体装置设计、试验方法和工况选择、技术沟通 and 对接；主持完成了雾沫夹带试验、分离效率测试、堆内压降试验、粒径测量以及分离装置单通道压降试验等多项试验内容，完成了多次安审中心现场见证试验，为中国核动力研究设计院医用同位素堆的建设审评工作提供了有力支撑。同时独立自主研发并提出了在低入口气速条件下具有显著分离效率优势的“变板-钩间距”的波形板结构，建立了变板-钩间距波形板不同位置处的板-钩间距大小与分离效率及压降损失之间关系的数据库，并运用多目标优化算法对不同位置的板-钩间距大小进行优化，为除滴器波形板组件的优化工作提供了参考，对后续除滴器的优化设计具有指导意义。

本人承诺

个人声明：本人上述所填资料均为真实有效，如有虚假，愿承担一切责任，特此声明！

申报人签名：秦祺
日期：2025.5.12

校内导师意见
<p>推荐申报。</p> <p>导师签字：齐宇旭 日期：2025.5.12</p>
企业导师意见
<p>推荐申报</p> <p>导师签字：付锐钢 日期：2025.5.12</p>
校企评价结果
<p>(由学生就读高校的学籍所在学院以及参与专业实践的企业，联合对申报学生专业实践成绩、业绩代表成果进行评价认定)</p> <p>学生专业实践考核成绩：95 分</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>优秀 <input type="checkbox"/>良好 <input type="checkbox"/>一般 <input type="checkbox"/>及格 <input type="checkbox"/>不及格</p> <p>学生满足的业绩代表成果情况：</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>研究生课程学习平均成绩 80 分及以上</p> <p><input type="checkbox"/>校企合作项目 <input type="checkbox"/>重点重大项目 <input type="checkbox"/>科技成果设计、应用与转化</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>理论创新 <input type="checkbox"/>获奖</p> <p>所在学院公章： 副院长（签字）：王建军</p> <p>学生入企期间开展的专业实践情况：</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>学生实践信息属实 <input checked="" type="checkbox"/>学生实践内容符合校企实践计划要求</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>学生取得的业绩代表成果与专业实践内容相关</p> <p>实践部门公章： 负责人（签字）：</p>

专业评议组组长评议意见

(专业评议组组长汇总本组组员评审情况,形成对该学生的评议意见,并在评审委员会会议中进行口头汇报)

评议结果:

☐推荐

☐需答辩

☐不推荐

组长签字:

日 期:

黑龙江工程师学院意见

单位公章:

日 期:

黑龙江省人力资源和社会保障厅意见

单位公章:

日 期:

附件 3

佐证材料清单

姓名	秦祺	所在高校	哈尔滨工程大学
所属专项	龙江专项	专业类别	能源动力
材 料 目 录			
序号	材料名称 (按照审批表填写顺序装订)		份数 (份)
1	课程成绩单 (含课程学习情况证明)		1
2	校企合作项目材料		
3	重点重大项目		
4	科技成果设计、应用与转化		
5	理论创新		1
6	省级及以上获奖		

注：相应申报材料按照顺序统一装订，此清单粘贴在档案袋上。

申报人签字： 秦祺 提交时间： 2025.5.12



学 号:	S322157020	姓 名:	秦祺
性 别:	男	入学年月:	2022年9月
专 业:	能源动力		
学位层次:	硕士	学习形式:	全日制

序号	开课学年/学期	课程编号	课程名称	课程类别	学分	学时	成绩	备注
1	2022秋季	202032020003	数值计算	公共必修课	2.0	32	87	
2	2022秋季	201910210501	粘性流体力学	选修课	3.0	48	85	
3	2022秋季	202011513006	核动力装置热力分析	选修课	2.0	32	90	
4	2022秋季	202032013001	中国特色社会主义理论与实践研究	公共必修课	2.0	48	78	
5	2022秋季	202032013003	第一外国语（英语）	公共必修课	3.0	60	81	
6	2022秋季	202011513001	核反应堆工程	专业必修课	2.0	32	86	
7	2023春季	202032013002	自然辩证法概论	公共必修课	1.0	18	87	
8	2023春季	202032013020	科研信息获取与利用	选修课	1.0	16	82	
9	2023春季	201911510618	先进核动力反应堆	专业必修课	2.0	32	85	
10	2023春季	201911510620	核动力装置仿真技术	专业必修课	2.0	38	良好	
11	2023春季	202011520001	论文写作指导	专业必修课	1.0	16	85	
12	2023春季	202032020016	知识产权法	选修课	1.0	19	优秀	
13	2023春季	202011513701	核科学与技术进展讲座	专业必修课	1.5	24	优秀	
14	2023春季	202011513005	核动力热工水力分析	选修课	2.0	32	76	
15	2023春季	202032012001	工程伦理	公共必修课	1.0	18	94	

总学分：26.5

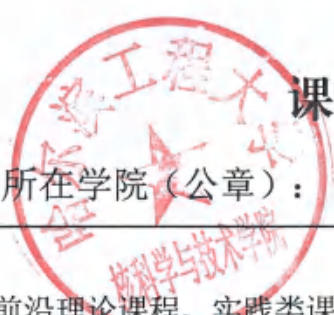
成绩审查签字(盖章)：

校审查意见：

校长印：

百分制和五分制对应关系：优秀=90-100； 良好=80-89； 中等=70-79； 及格=60-69； 不及格=0-59。





课程学习情况证明

学籍所在学院（公章）：

2025 年 5 月 14 日

专业课程信息 (前沿理论课程、实践类课程、案例课程、学科交叉课程中至少必修 1 门)					
课程类型	课程名称	课程性质 (必修/选修)	学分	成绩	是否 校企共建
前沿理论 课程	核科学与技术进展讲座	必修	1.5	95	否
	核反应堆工程	必修	2.0	86	否
实践类 课程	核动力装置热力分析	选修	2.0	90	否
案例课程	先进核动力反应堆	选修	2.0	85	否
	核动力装置仿真技术	选修	2.0	85	否
学科交叉 课程	粘性流体力学	选修	3.0	85	否
	核动力热工水力分析	选修	2.0	76	否
能力素养类课程信息 (工程伦理、研究方法类、标准与知识产权类必修，工程管理类、职业素养类选修)					
课程名称		课程性质 (必修/选修)	学分	成绩	
工程伦理		必修	1.0	94	
知识产权法		选修	1.0	95	
研究生课程学习平均成绩					
按课程学分核算的平均成绩：85.19 分			专业排名/专业总人数：11/30		

Find articles with these terms

Title: Analysis of separation characteristics of variable plate-hook spacing corrugated plate separator X

[Advanced search](#)

1 result found

[Set search alert](#)

Refine by:

☐ Subscribed journals

Years:

☐ 2025 [1]

Subject areas

☐ Energy [1]

☐ Engineering [1]

☐  Download selected articles [Export](#)

☐ Research article [Full text access](#)

1 **Analysis of separation characteristics of variable plate-hook spacing corrugated plate separator**

Nuclear Engineering and Design, March 2025

Qi Qin, Ruilei Sun, ... Sichao Tan

[View PDF](#) [Abstract](#) [Figures](#) [Export](#)

Get a personalized search experience

Recommendations, reading history, search & journals alerts, and more registration benefits.

[Personalize](#)

Display: [25](#) [50](#) [100](#) results per page

Page 1 of 1



Analysis of separation characteristics of variable plate-hook spacing corrugated plate separator

Qi Qin^{a,b,c}, Rulei Sun^{a,b,c,*}, Shouxu Qiao^{a,b,c}, Ruifeng Tian^{a,b,c},
Sichao Tan^{a,b,c}

^a State Key Laboratory of Marine Thermal Energy and Power, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China

^b Heilongjiang Provincial Key Laboratory of Nuclear Power System & Equipment Engineering, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China

^c Key Laboratory of Nuclear Safety and Advanced Nuclear Energy Technology, Ministry of Industry and Information Technology Engineering, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China

ARTICLE INFO

Keywords:

Air-water separation
Corrugated plate
Numerical calculation
Separation characteristic

ABSTRACT

As an important steam-water separation device in nuclear power steam generators, the corrugated plate separator can separate water from steam, improve the dryness of the steam delivered, and ensure the safe operation of steam turbines and other equipment. This paper designs a corrugated plate structure with variable plate-hook spacing, and based on this structure, designs single-hook and double-hook corrugated plates with variable plate-hook spacing. At the same time, using numerical calculation methods, the performance of the corrugated plates with variable plate-hook spacing is compared with that of single-hook and double-hook corrugated plates with fixed plate-hook spacing. The separation efficiency and pressure drop are evaluated from two aspects, and the flow characteristics of internal airflow and the separation characteristics of droplets are discussed. Compared with traditional single-hook and double-hook corrugated plates, the gradual increase in plate-hook spacing promotes continuous acceleration of airflow, enhances inertial collisions between droplets and between droplets and solid walls, and achieves higher separation efficiency at lower inlet airflow speeds.

1. Introduction

In nuclear power equipment, steam-water separators are mainly used to separate steam-water mixture, improve the dryness and ensure the quality of steam generated by generators (Zhao et al., 2018). According to the structure, separators can be divided into corrugated plate separators, wire mesh separators, cyclone separators, etc. Among them, corrugated plate separators are the most commonly used secondary side steam-water separation devices in nuclear power plants. Separation efficiency and pressure drop level are two important performance indicators for measuring corrugated plate separators, and these two parameters are closely related to the structural parameters and input conditions. Therefore, designing a corrugated plate structure with superior separation performance and lower pressure drop loss has great academic and engineering value.

Many researchers have conducted theoretical research on the corrugated plate separator. Pang et al. (1992) delineated the separation process of the corrugated plate using a mathematical model, and subsequently calculated its separation efficiency and flow loss. Venkatesan

et al. (2015) used the least squares method to perform regression analysis, established the correlation between the friction factor f and the droplet separation efficiency η of the corrugated plate separation device, and determined the optimal geometric parameters. Jia (2007) introduced a formula for droplet diameter in steam generators, formulated a mathematical model for the flow field of the corrugated plate separator, and scrutinized the separation mechanism of droplets of varying sizes as well as the influence of secondary carrying phenomena on separation efficiency. Liu et al. (2023) integrated the moment method with the population equilibrium model within the Lagrangian framework, proposed a novel droplet collision model. Zhang and Hanliang (2015) proposed a multi-droplet motion model predicated on the Lagrange–Euler method, analyzed the interaction mechanism between droplets and the corrugated plate flow field.

Many scholars have conducted experimental studies on the structural parameters and input parameters that affect the separation efficiency and pressure drop of the corrugated plate steam-water separator. The main purpose of these studies is to deeply explore the droplet distribution, the separation efficiency and the behavior of the liquid film and gas

* Corresponding author at: School of Nuclear Science and Technology, Harbin Engineering University, No. 145, Nantong Street, Harbin 150001, China.
E-mail address: ruleisun@hrbeu.edu.cn (R. Sun).

<https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2025.113885>

Received 19 June 2024; Received in revised form 21 September 2024; Accepted 26 January 2025

Available online 8 February 2025

0029-5493/© 2025 Elsevier B.V. All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.

第 1 条, 共 1 条

标题: Analysis of separation characteristics of variable plate-hook spacing corrugated plate separator
作者: Qin, Q (Qin, Qi); Sun, RL (Sun, Rulei); Qiao, SX (Qiao, Shouxu); Tian, RF (Tian, Ruifeng); Tan, SC (Tan, Sichao)
来源出版物: NUCLEAR ENGINEERING AND DESIGN 卷: 433 文献号: 113885 DOI: 10.1016/j.nucengdes.2025.113885 **Early Access Date:** FEB 2025 **Published Date:** 2025 MAR
Web of Science 核心合集中的 "被引频次": 0
被引频次合计: 0
使用次数 (最近 180 天): 4
使用次数 (2013 年至今): 4
引用的参考文献数: 28

摘要: As an important steam-water separation device in nuclear power steam generators, the corrugated plate separator can separate water from steam, improve the dryness of the steam delivered, and ensure the safe operation of steam turbines and other equipment. This paper designs a corrugated plate structure with variable plate-hook spacing, and based on this structure, designs single-hook and double-hook corrugated plates with variable plate-hook spacing. At the same time, using numerical calculation methods, the performance of the corrugated plates with variable plate-hook spacing is compared with that of single-hook and double-hook corrugated plates with fixed plate-hook spacing. The separation efficiency and pressure drop are evaluated from two aspects, and the flow characteristics of internal airflow and the separation characteristics of droplets are discussed. Compared with traditional single-hook and double-hook corrugated plates, the gradual increase in plate-hook spacing promotes continuous acceleration of airflow, enhances inertial collisions between droplets and between droplets and solid walls, and achieves higher separation efficiency at lower inlet airflow speeds.

入藏号: WOS:001425698600001

语言: English

文献类型: Article

作者关键词: Air-water separation; Corrugated plate; Numerical calculation; Separation characteristic

KeyWords Plus: VANE DEMISTER; PERFORMANCE; FLOW

地址: [Qin, Qi; Sun, Rulei; Qiao, Shouxu; Tian, Ruifeng; Tan, Sichao] Harbin Engn Univ, State Key Lab Marine Thermal Energy & Power, Harbin 150001, Peoples R China.

[Qin, Qi; Sun, Rulei; Qiao, Shouxu; Tian, Ruifeng; Tan, Sichao] Harbin Engn Univ, Heilongjiang Prov Key Lab Nucl Power Syst & Equipm, Harbin 150001, Peoples R China.

[Qin, Qi; Sun, Rulei; Qiao, Shouxu; Tian, Ruifeng; Tan, Sichao] Harbin Engn Univ, Key Lab Nucl Safety & Adv Nucl Energy Technol, Minist Ind & Informat Technol Engn, Harbin 150001, Peoples R China.

通讯作者地址: Sun, RL (通讯作者), Harbin Engn Univ, Sch Nucl Sci & Technol, 145 Nantong St, Harbin 150001, Peoples R China.

电子邮件地址: ruleisun@hrbeu.edu.cn

Affiliations: Harbin Engineering University; Harbin Engineering University; Harbin Engineering University

出版商: ELSEVIER SCIENCE SA

出版商地址: PO BOX 564, 1001 LAUSANNE, SWITZERLAND

Web of Science Index: Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)

Web of Science 类别: Nuclear Science & Technology

研究方向: Nuclear Science & Technology

IDS 号: X5J0S

ISSN: 0029-5493

eISSN: 1872-759X

29 字符的来源出版物名称缩写: NUCL ENG DES

ISO 来源出版物缩写: Nucl. Eng. Des.

来源出版物页码计数: 11

基金资助致谢:

基金资助机构	授权号
Lingchuang Fund Project by China National Nuclear Corporation	
College of Nuclear Science and Technology, Harbin Engineering University, China	

Thanks to the Lingchuang Fund Project by China National Nuclear Corporation for support of this project. The authors express their deepest gratitude to the support of the College of Nuclear Science and Technology, Harbin Engineering University, China.

输出日期: 2025-04-30

End of File