



YUANZINENG KEXUE JISHU



QK1928442

ISSN 1000-6931

CN 11-2044/TL

原子能科学技术

中国原子能科学研究院

2019 6 (第 53 卷)

ATOMIC ENERGY SCIENCE
AND TECHNOLOGY
原子能科学
和技术

ISSN 1000-6931



9 771000 693196

万方数据

目 次

物理

- 正电子湮没研究 Al、Nb 共掺 CaCu₃Ti₄O₁₂陶瓷高介电常数机理 温阿利,朱基亮,范 平,马海亮,张乔丽,袁大庆(961)

化学

- Me-TODGA 与 TODGA 萃取锶性能对比 曹 智,何喜红,张 虎,谢书宝,袁洁琼,苏 哲,叶国安(970)
复合无机离子交换材料及其在水体放射性 Cs 检测中的应用 江正明,周 鹏,李冬梅,彭安国,赵 力,刘 洋(976)
核电厂 H₃BO₃-NaOH-H₂O 溶液结晶影响因素研究 范雯雯,高瑞发,张志银,耿学初(986)

反应堆工程

- 华龙一号非能动安全壳冷却系统循环水箱的热分层现象数值研究 李 军,郭 强,李晓明,喻 鹏,元一单,刘长亮(992)
安全壳内置换料水箱内自然对流现象试验研究 刘宇生,刘希瑞,杜为安,乔雪冬,谭思超(1000)
基于 RELAP5 的螺旋管蒸汽发生器热工水力程序研发与验证 连 强,田文喜,秋穗正,苏光辉(1007)
非线性振动下水平通道内气液两相流动研究 周云龙,常 赫(1014)
文丘里式气泡发生器渐扩段内单气泡输运过程研究 赵 梁,杜 敏,莫政宇,刘洪涛,孙立成(1021)
过冷水中单个蒸汽气泡凝结动力学过程研究 刘洪里,唐继国,刘洪涛,杜 敏,鲍静静,孙立成(1029)
压水堆核电站大破口失水事故分析 马胜超,银华强,何学东,李 俊,孟颖超,杨星团,姜胜耀(1036)
微压供热堆 HAPPY200 总体技术方案 白 宁,陈耀东,沈 峰,孙灿辉,孟召灿,邢 勉,李小生,李连荣(1044)
中国实验快堆某辐照实验组件燃耗分布测量 陈效先,陈晓亮,赵阶成,李 海,梁 松,胡 晓,段馨竹,章秩烽(1051)
1 Gwt PB-FHR 负荷跟踪运行特性分析 张 洁,阮 见,何 龙,李明海,戴 叶,蔡翔舟(1055)
池式堆供热系统建模与仿真方法研究 祁 琳,陈启明,刘天才,王学松,吴明宇(1063)
基于 DTW 算法的参数缺失时的核动力系统故障诊断技术 赵 鑫,蔡 琦,王晓龙(1070)
核级石墨微观孔隙有效扩散系数研究 鲁 伟,李晓伟,吴莘馨,孙立斌(1078)
锆合金包壳水侧 SiC 涂层研究 郑新海,尹邦跃,吴学志(1085)

技术及应用

- GRM 在轨标定探测器的设计和实现 文 星, 刘江涛, 刘 鑫, 王瑞杰, 师昊礼, 李 陆, 孙建超, 张 力, 董永伟, 吴伯冰(1091)
- 模拟气体标准源法校准反应堆惰性气体监测仪效率 郭晓清, 戎永华, 杨巧玲, 刁立军, 林 敏, 姚顺和(1098)
- 14 MeV 快中子照相准直屏蔽系统的设计与优化 王 捷, 李雅男, 李桃生, 王永峰(1105)
- 天光一号预放大器自动准直技术研究 李 静, 王 钊, 胡凤明, 高智星, 田宝贤(1112)
- GaN 中质子辐照损伤的分子动力学模拟研究 何 欢, 贺朝会, 廖文龙, 张家辉, 臧 航, 柳文波(1117)
- 变温辐照对双极电压比较器 LM2903 在不同偏置状态下的单粒子瞬态影响 姚 帅, 陆 妍, 于 新, 李小龙, 王 信, 刘默寒, 孙 静, 常耀东, 席善学, 何承发, 郭 旗(1122)
- TEPC 壁对重离子束微剂量学测量及相对生物学效应计算的影响 戴天缘, 刘新国, 戴中颖, 贺鹏博, 马圆圆, 申国盛, 张 晖, 陈卫强, 李 强(1127)
- ¹⁸F-NaF 注射液的制备及新西兰兔骨折显像 郭飞虎, 邱丽娟, 吴建爽, 成伟华, 徐晓敏, 杜建冬, 黄宪男, 冯婷婷, 姜 华, 李明光, 李艳涛, 王成龙, 梁 巍, 刘涉洋, 王成志, 张春丽, 樊红强, 王荣福(1135)
- 基于尿样测量的²⁴¹Am 内照射常规监测与评价技术研究 娄海林, 李爱云, 卢 瑛, 高嘉敏, 文富平(1141)
- 微波零相位法测量超导加速器 ps 级电子束纵向长度 罗 星, 劳成龙, 王建新, 吴 岱, 周 奎, 和天慧, 单李军, 肖德鑫(1147)

期刊基本参数: CN 11-2044/TL * 1959 * m * A4 * 192 * zh * P * ¥40.00 * 1200 * 28 * 2019-06

本期责任编辑 韩翠娥 马英霞 王宝金 王调霞 侯翠梅 汤晓浩 张秀平

ATOMIC ENERGY SCIENCE AND TECHNOLOGY

Vol. 53, No. 6

Jun. 2019

CONTENTS

PHYSICS

- Study on Colossal Dielectric Constant Mechanism of Al/Nb Co-doped $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ Ceramic by Positron Annihilation Technique WEN Ali, ZHU Jiliang, FAN Ping, MA Hailiang, ZHANG Qiaoli, YUAN Daqing(961)

CHEMISTRY

- Comparison of Extraction Ability of Me-TODGA and TODGA for Sr CAO Zhi, HE Xihong, ZHANG Hu, XIE Shubao, YUAN Jieqiong, SU Zhe, YE Guoan(970)
- Composite Inorganic Ion Exchange Material and Its Application in Determination of Radioactive Cs in Water JIANG Zhengming, ZHOU Peng, LI Dongmei, PENG Anguo, ZHAO Li, LIU Yang(976)
- Study on Crystallization Influencing Factor of $\text{H}_3\text{BO}_3\text{-NaOH-H}_2\text{O}$ System in NPP FAN Wenwen, GAO Ruifa, ZHANG Zhiyin, GENG Xuechu(986)

REACTOR ENGINEERING

- Numerical Simulation on Thermal Stratification in Water Storage Tank of Passive Containment Cooling System for HPR1000 LI Jun, GUO Qiang, LI Xiaoming, YU Peng, YUAN Yidan, LIU Changliang(992)
- Experimental Study of Natural Convection Phenomena in In-containment Refueling Water Storage Tank LIU Yusheng, LIU Xirui, DU Weian, QIAO Xuedong, TAN Sichao(1000)
- Code Development and Validation for Thermal-hydraulic Analysis of Helical Coil Steam Generator Based on RELAP5 LIAN Qiang, TIAN Wenxi, QIU Suizheng, SU Guanghui(1007)
- Study on Gas-liquid Two-phase Flow in Horizontal Channel under Nonlinear Oscillation ZHOU Yunlong, CHANG He(1014)
- Transportation of Individual Bubble in Diverging Section of Venturi-type Bubble Generator ZHAO Liang, DU Min, MO Zhengyu, LIU Hongtao, SUN Licheng(1021)
- Investigation on Condensation Dynamics of Single Vapor Bubble in Subcooled Water LIU Hongli, TANG Jiguo, LIU Hongtao, DU Min, BAO Jingjing, SUN Licheng(1029)
- Safety Analysis of Large Break Loss of Coolant Accident of PWR Nuclear Power Plant MA Shengchao, YIN Huaqiang, HE Xuedong, LI Jun, MENG Yingchao, YANG Xingtuan, JIANG Shengyao(1036)
- General Technology Proposal of Low-pressureized Heating Reactor HAPPY200 BAI Ning, CHEN Yaodong, SHEN Feng, SUN Canhui, MENG Zhaocan, XING Mian, LI Xiaosheng, LI Lianrong(1044)
- Burn-up Distribution Measurement of One Irradiation Test Subassembly in CEFR CHEN Xiaoxian, CHEN Xiaoliang, ZHAO Jiecheng, LI Hai, LIANG Song, HU Xiao, DUAN Xinzhu, ZHANG Zhifeng(1051)
- Characteristic Analysis of 1 GWt PB-FHR in Load Following Operation ZHANG Jie, RUAN Jian, HE Long, LI Minghai, DAI Ye, CAI Xiangzhou(1055)
- Modeling and Simulation Method Research for Swimming Pool Reactor Heating System QI Lin, CHEN Qiming, LIU Tiancai, WANG Xuesong, WU Mingyu(1063)

Fault Diagnosis of Nuclear Power System Based on DTW Algorithm for Incomplete Parameter	ZHAO Xin, CAI Qi, WANG Xiaolong(1070)
Investigation of Effective Diffusion Coefficient in Micropore of Nuclear Graphite	LU Wei, LI Xiaowei, WU Xinxin, SUN Libin(1078)
Study on SiC Coating on Waterside of Zirconium Alloy Cladding	ZHENG Xinhai, YIN Bangyue, WU Xuezhi(1085)

TECHNIQUES AND APPLICATIONS

Design and Implementation of In-orbit Calibration Detector of GRM	WEN Xing, LIU Jiangtao, LIU Xin, WANG Ruijie, SHI Haoli, LI Lu, SUN Jianchao, ZHANG Li, DONG Yongwei, WU Bobing(1091)
Efficiency Calibration of Reactor Noble Gas Monitor Using Radioactive Simulated Gas Standard Source	GUO Xiaoqing, RONG Yonghua, YANG Qiaoling, DIAO Lijun, LIN Min, YAO Shunhe(1098)
Design and Optimization of Shielding Collimator System for 14 MeV Fast Neutron Radiography	WANG Jie, LI Yanan, LI Taosheng, WANG Yongfeng(1105)
Study on Automatic Collimation Technology of Preamplifier for Heaven-I	LI Jing, WANG Zhao, HU Fengming, GAO Zhixing, TIAN Baoxian(1112)
Molecular Dynamics Simulation of Proton Irradiation Damage in GaN	HE Huan, HE Chaohui, LIAO Wenlong, ZHANG Jiahui, ZANG Hang, LIU Wenbo(1117)
Effect of Temperature Switching Irradiation on Single Event Transient in Bipolar Voltage Comparator LM2903 under Different Bias States	YAO Shuai, LU Wu, YU Xin, LI Xiaolong, WANG Xin, LIU Mohan, SUN Jing, CHANG Yaodong, XI Shanxue, HE Chengfa, GUO Qi(1122)
Influence of TEPC Wall on Microdosimetric Measurement and Relative Biological Effectiveness Calculation of Heavy Ion Beam	DAI Tianyuan, LIU Xinguo, DAI Zhongying, HE Pengbo, MA Yuanyuan, SHEN Guosheng, ZHANG Hui, CHEN Weiqiang, LI Qiang(1127)
Preparation and New Zealand Rabbit Fracture Imaging of ^{18}F -NaF Injection	GUO Feihu, DI Lijuan, WU Jianshuang, CHENG Weihua, XU Xiaomin, DU Jiandong, HUANG Xiannan, FENG Tingting, JIANG Hua, LI Mingguang, LI Yantao, WANG Chenglong, LIANG Wei, LIU Sheyang, WANG Chengzhi, ZHANG Chunli, FAN Hongqiang, WANG Rongfu(1135)
Study on Technology of Routine Monitoring and Evaluation of ^{241}Am Internal Exposure Based on Urine Sample Measurement	LOU Hailin, LI Aiyun, LU Ying, GAO Jiamin, WEN Fuping(1141)
Measurement of Picosecond Electron Beam Length with RF Zero-phasing Method	LUO Xing, LAO Chenglong, WANG Jianxin, WU Dai, ZHOU Kui, HE Tianhui, SHAN Lijun, XIAO Dexin(1147)
Editors HAN Cuie, MA Yingxia, WANG Baojin, WANG Tiaoxia, HOU Cuimei, TANG Xiaohao, ZHANG Xiuping	

文后参考文献著录格式

1. 普通图书、论文集(会议录、汇编)、学位论文、科技报告、标准

[序号] 主要责任者. 文献题名[文献类型标识]. 出版地: 出版者, 出版年: 起止页码(任选).

- [1] SCOTT D A. Metallography and microstructure of ancient and historic metals[M]. 3rd ed. Singapore: The Getty Conservation Institute and J Paul Getty Museum, 1991: 25-47.
- [2] 中国力学学会. 第3届全国实验流体力学学术会议论文集[C]. 天津: [出版者不详], 1990.
- [3] YIN Z. Solid state detectors in radiotherapy dosimetry[D]. England: Birmingham University, 2002.
- [4] MAYER M. SIMNRA user's guide, technical report IPP 9/113[R]. Garching, Germany: Max-Planck-Institut Fuer Plasma-physik, 1997.
- [5] 全国文献工作标准化技术委员会第七分委员会. GB/T 5795—1986 中国标准书号[S]. 北京: 中国标准出版社, 1986.

2. 期刊中的析出文献

[序号] 析出文献主要责任者. 析出文献题名[J]. 刊名, 年, 卷(期): 析出文献起止页码.

- [6] 敬岚, 乔卫民, 张玮, 等. 基于微控制器 MSC1210 的数据采集控制模块设计[J]. 原子能科学技术, 2004, 38(增刊): 62-65.
- JING Lan, QIAO Weimin, ZHANG Wei, et al. Design of data acquisition and control interface based on MSC1210[J]. Atomic Energy Science and Technology, 2004, 38(Suppl.): 62-65(in Chinese).

3. 论文集中的析出文献

[序号] 析出文献主要责任者. 析出文献题名[C]// 原文献主要责任者(任选). 原文献题名. 出版地: 出版者, 出版年: 析出文献起止页码.

- [7] KAYEYAMA M. Incompatible displacement methods[C]// SPRIET J A. Numerical and Computational Methods in Structural Mechanics. New York: Academic Press, 1973: 43-57.

4. 专利文献

[序号] 专利所有者. 专利题名: 专利国别, 专利号[P]. 公告或公开日期.

- [8] JAMES D H, BUTLER J P, MOLSON F W R. Ordered bed packing module: US, 4471014[P]. 1984-09-11.

5. 电子文献(包括专著或连续出版物中析出的电子文献)

[序号] 主要责任者. 题名: 其他题名信息[文献类型标志/文献载体标志]. 出版地: 出版者, 出版年(更新或修改日期)[引用日期]. 获取和访问路径.

- [9] 江向东. 互联网环境下的信息处理与图书管理系统解决方案[J/OL]. 情报学报, 1999, 18(2): 4[2000-01-18]. <http://www.chinainfo.gov.cn/periodical/qbx/qxb99/qxb990203>.

注: 1) 示例题名后“[]”内的字母为文献类型标志: M(普通图书); C(论文集, 会议录); J(期刊文章); D(学位论文); R(报告); S(标准); P(专利); G(汇编)。

2) 3名以下(含3名)著者姓名全部著录, 超过3名时, 只著前3名, 其后加“等”或“et al.”。

3) 作者不详, 著者项不著录。

4) 出版者不详, 注明“出版者不详”或“[s. n.]”; 出版地不详, 注明“出版地不详”或“[S. l.]”。

5) 未公开发表的文章请勿引用。

原子能科学技术

(月刊 1959年创刊)

2019年6月 第53卷第6期

ATOMIC ENERGY SCIENCE AND TECHNOLOGY

(Monthly Started in 1959)

Vol. 53 No. 6 Jun. 2019

主管: 中国核工业集团有限公司

Responsible Institution: China National Nuclear Corporation

主办: 中国原子能科学研究院

Sponsored by China Institute of Atomic Energy

出版: 《原子能科学技术》编辑部

Published by Editorial Board of Atomic Energy Science and Technology

(北京市275-65信箱, 邮编102413)

(P. O. Box 275-65, Beijing 102413, China)

电话: (010) 69358024, 69357285

Tel: 8610-69358024, 69357285

E-mail: yznkxjs7285@163.com

E-mail: yznkxjs7285@163.com

http://www.aest.org.cn

http://www.aest.org.cn

主编: 万钢

Editor in Chief: WAN Gang

印刷: 廊坊市国彩印刷有限公司

Printed by Langfang Guocai Printing Co., Ltd.

国内发行: 全国各地邮局

Distributed Inland by Local Post Offices

邮发刊号: 82-161

Postal Issue No. 82-161

国外发行: 中国国际图书贸易总公司

Distributed Abroad by China International Book Trading Corporation

(北京市399信箱, 邮政编码100044)

(P. O. Box 399, Beijing 100044, China)

发行代号: BM 4130

Issue No. BM 4130

ISSN 1000-6931
中国标准连续出版物号: CN 11-2044/TL

2019年6月20日出版

定价: 40.00元