



中国中文核心期刊

国家级《科技精品期刊库》500种期刊之一

邮发代号: 82-721

ISSN 0258-0934

CN 11-2016/TL

HDYUEC

核电子学与探测技术

HEDIANZIXUE YU TANCE JISHU

Nuclear Electronics & Detection Technology

NUCLEAR ELECTRONICS & DETECTION TECHNOLOGY



中核控制系统工程有限公司
CHINA NUCLEAR CONTROL SYSTEM ENGINEERING CO., LTD.

安全 高效
数字化核仪控产品
及服务一体化解决方案
供应商

中核集团中核控制系统工程有限公司
地址: 北京市经济技术开发区宏达南路3号
邮编: 100176
电话: 010-59573326/59573325
传真: 010-59573300
网址: www.cnscs.bj.cn

ISSN 0258-0934



5

2022

(第42卷)

中国核学会

核电子学与核探测技术分会

中国原子能出版社

核电子学与探测技术

HEDIANZIXUE YU TANCE JISHU

两院院士
刊名题字“两弹一星”元勋 朱光亚
著名核科学家

双月刊 1981年1月创刊 第42卷 第5期(总294期) 2022年9月20日出版

中国核学会

核电子学与核探测技术分会
会刊

主 管

中国核工业集团有限公司

主 办

中核(北京)核仪器厂

编 辑

《核电子学与探测技术》

编辑部

(北京市经济技术开发区宏达
南路3号邮政编码 100176)

主 编

李卫国

出 版

《核电子学与探测技术》

编辑部

编辑部电话(010)59573451

网址: <http://114.255.135.38>

电子信箱 lw261lw261@163.com

编辑部主任:杨 波

编辑部副主任:李静晶

责任编辑:申文聪 景 阳

汪明珠

发 行

《核电子学与探测技术》编辑部

邮发代号

82-721

印 刷

北京厚诚则铭印刷科技有限
公司

定 价

每期30元,全年180元

中国标准刊号

ISSN 0258-0934

CN11-2016/TL

国内外公开发行

广告经营许可证号

京大工商广字第0011号(1-1)

目 次

非能动压水堆安全壳晚期失效严重事故源项模拟研究	侯秦脉,刘锐,朱伟,陈海英(763)
γ 累积剂量对闪烁凝胶剂量响应影响研究	闫学文,李华,宋建波,芦莹,靳海晶,何良,庞国宝,张辉(768)
γ 探测器水下就地测量比计数率及有效探测距离MC计算	肖晓斐,张江梅,冯兴华,王坤朋,席发元(773)
MC法优化宽能型高纯锗探测器结构参数	孙宏清,马鹏,党云博(781)
重离子治疗三维剂量验证方法研究进展	廖峰,贺三军,张双,罗万,高波,周芷千,刘丽艳,赵修良(786)
电离室型氡监测仪校准方法及影响因素研究	李明,徐利军,毛娜倩,叶宏生,罗瑞,林敏(793)
激光三维扫描 γ 谱仪无源效率刻度	万永亮,刘俊丰,铁列克,杨蓉,牛顺利,成智威(799)
X射线参考辐射场主要特性参数测试	杭仲斌,宋明智,魏可新,王红玉,刘川凤,滕忠斌,韦凯迪,耿璇,刘蕴韬(804)
FL-PFS法快速识别 γ 谱中低计数率核素	李林祥,席善学,黄广伟,王尊刚,曾国强,杨小峰,周春芝(810)
高计数率多气隙阻性板室温度效应测试	郭宝鸿,回春玲,王泊草,陈晓龙,王义,王一,李元景(818)
基于点核法的 γ 辐射剂量计算软件设计	祝美英,袁成前,赵家强(823)
铝基碳化硼材料 ^{10}B 面密度测试系统设计	唐智辉,王川,谷伟刚,方登富,王勇,务圣杰,韦应靖,张庆利(828)
低放水体总 α 、总 β 在线监测系统叠层探测器设计	于万塘,赵艳辉,高波,贺三军,刘丽艳,李哲旭,赵修良(835)
静电场分析法优化设计负离子源中性束注入系统高压仓结构	阳璞琼,吴文秀,蒋才超,刘智民,刘波,汪日新,刘胜,谢远来,胡纯栋(840)
新核电烟囱排放取样代表性模拟研究	沈福,张贞,徐进财(846)
燃料棒富集度无源 γ 扫描中芯块“年龄”的影响与消除	谭宁(855)
核电安全级DCS系统多节点通信网络容错技术的开发及应用	冀苗苗,王冬,刘志凯,胡义武,付磊,马书丽,张柯(859)
电子对效应法测量核电厂主蒸汽管道泄漏率	胡劲,章振宇(865)
基于MQTT物联协议的放射源在线监测系统设计与应用	林明贵(869)
乳腺影像学专用PET探测器模块设计	范亚明,尹永智(874)
宇宙射线响应对环境 γ 辐射空气吸收剂量率影响	范磊,周杨,王东霞,陈前远,王国旗,张晓松(879)
新型大面积宇宙射线缪子成像检测装置研制	陈欣南,汤秀章,陈雁南,范澄军,王晓冬,刘志英,胡秀华,冯小芳,陈杰,高春宇, 王国宝,曾自强(885)
标准源-LabSOCS相结合的 γ 能谱自吸收修正研究	李斌,陆建峰,徐哲婷,方剑青,王欣刚,施锴,黄国夫(892)
高压中子衍射谱仪四刀光闸控制系统设计	肖仁峰,徐俊,庄建,龙波,胡磊(897)
辐射监测能力验证统计量计算方法综述	王瑞俊,侯旭佳,李晋浩,师琦琦,保莉,李周,高泽全(902)
MC模拟多种材料 γ 射线屏蔽性能	谢栋材,余鑫,杨雨森,周伟,肖峰,张含,李昕雨(906)
某核设施周边土壤中放射性核素含量评估	李立凡,李慧萍,胡翔,刘庆云,刘卓,史鑫源,吕旭雅(912)
合肥光源PLC辐射安全门禁系统设计	焦云超,宣科,李川,刘群,张震,于永波,陈留国,刘功发(918)
Am-Be源法测定燃料棒 ^{235}U 丰度及硼涂层厚度可行性研究	王长虹,刘明,张雷,汪陆,马金波,黄少川(924)
合肥光源质谱光束线站安全联锁控制系统设计	徐帆,刘群,汪啸,贺博(929)
高精度放射源搜寻无人机辐射监测系统设计	陈爱,陈水广,王家玥,廖建华,周睿东,赖力明(934)

NUCLEAR ELECTRONICS & DETECTION TECHNOLOGY

Monthly Established in January 1981 Vol.42, No.5 Sep. 2022

Periodical of Nuclear
Electronics Nuclear Detection
Technology Society

Responsible Institution

China National Nuclear
Corporation

Sponsor

CNNC (Beijing) Nuclear
Instrument Co., Ltd.

Editing

Editorial Board of Nuclear
Electronics & Detection
Tech

Editor in Chief

LI Wei-guo

Publishing

Editorial Board of Nuclear
Electronics & Detection Tech

第六届编辑委员会名单

主 编:李卫国

常务副主编:薛昌林

副主编:

王良厚 王 朋 刘以农

吕军光 安 琪 杨 波

陈盛祖

委 员:

方 方 王 锋 王百荣

冯存峰 刘亚强 刘松秋

刘振安 朱科军 汲长松

过惠平 何高魁 初元萍

吴志芳 吴宜灿 张全虎

张向阳 李 澄 李正义

李玉兰 李勇平 杨明太

杨朝文 沈立人 肖无云

苏 弘 邵贝贝 邹士亚

陆双桐 陈 刚 陈志强

陈英茂 房宗良 欧阳晓平

郑 毅 金 革 姚秋果

胡 涛 赵 强 赵书俊

赵红超 赵京伟 夏海鸿

梁 昊 解苑明 谭继廉

薛志华 魏 龙

CONTENTS

Simulation Study on the Source Term of Severe Accident under Late Containment Failure for Passive PWR HOU Qin-mai, LIU Rui, ZHU Wei, CHEN Hai-ying(767)

Effect of γ Cumulative Dose on Dose Response of Scintillation Gel YAN Xue-wen, LI Hua, SONG Jian-bo, LU Ying, JIN Hai-jing, HE Liang, PANG Guo-bao, ZHANG Hui(772)

MC Calculation of Specific Counting Rate and Effective Detection Distance of Underwater Local Measurement of γ Detector XIAO Xiao-fei, ZHANG Jiang-mei, FENG Xing-hua, WANG Kun-peng, XI Fa-yuan(780)

Optimization of Board-energy HPGe Detector Structure Parameters by Monte Carlo SUN Hong-qing, MA Peng, DANG Yun-bo(785)

Research Progress of Three-Dimensional Dose Verification Methods for Heavy Ion Therapy LIAO Feng, HE San-jun, ZHANG Shuang, LUO Wan, GAO Bo, ZHOU Zhi-qian, LIU Li-yan, ZHAO Xiu-liang(792)

Research on Calibration Method and Influencing Factors of Ionization Chamber Tritium Monitor LI Ming, XU Li-jun, MAO Na-qing, YE Hong-sheng, LUO Rui, LIN Min(798)

Passive Efficiency Calibration Method Based on Laser 3D Scanning Modeling WAN Yong-liang, LIU Jun-feng, TIE Lie-ke, YANG Rong, NIU Shun-li, CHENG Zhi-wei(803)

Measurement of Characteristic Parameters of X-Ray Reference Radiation Field HANG Zhong-bin, SONG Ming-zhe, WEI Ke-xin, WANG Hong-yu, LIU Chuan-feng, TENG Zhong-bin, WEI Kai-di, GENG Xuan, LIU Yun-tao(809)

Rapid Identification of Low-count Rate Nuclides in γ -Spectrum by FL-PFS Method LI Lin-xiang, XI Shan-xue, HUANG Guang-wei, WANG Zun-gang, ZENG Guo-qiang, YANG Xiao-feng, ZHOU Chun-zhi(817)

Research on Temperature effect of High Rate Multi-gaps Resistive Plate Chamber for CBM GUO Bao-hong, HUI Chun-ling, WANG Bo-tan, CHEN Xiao-long, WANG Yi, WANG Yi, LI Yuan-jing(822)

Design of Gamma Radiation Dose Calculation Software Based on Point Kernel Method ZHU Mei-ying, YUAN Cheng-qian, ZHAO Jia-qiang(827)

Design of ^{10}B Areal Density Testing System for Aluminum-based Boron Carbide Materials TANG Zhi-hui, WANG Chuan, GU Wei-gang, FANG Deng-fu, WANG Yong, WU Sheng-jie, WEI Ying-jing, ZHANG Qing-li(834)

Design of Stack Detector for Total α and Total β Online Monitoring System of Low Radioactive Water YU Wan-tang, ZHAO Yan-hui, GAO Bo, HE San-jun, LIU Li-yan, LI Zhe-xu, ZHAO Xiu-liang(839)

Structure Optimization of NNBI High Voltage Deck Based on Electrostatic Field Analysis YANG Pu-qiong, WU Wen-xiu, JIANG Cai-chao, LIU Zhi-min, LIU Bo, WANG Ri-xin, LIU Sheng, XIE Yuan-lai, HU Chun-dong(845)

Sampling Representativeness Study by Numerical Analysis Method for New Nuclear Power Plant SHEN Fu, ZHANG Zhen, XU Jin-cai(854)

The Effect and Elimination of the Pellet Age on Fuel Rod Enrichment Passive Gamma Scanning TAN Ning(858)

Development and Application of Fault Tolerance Technology for Nuclear Power Safety DCS Multi-node Communication Network JI Miao-miao, WANG Dong, LIU Zhi-kai, HU Yi-wu, FU Lei, MA Shu-li, ZHANG Ke(864)

Research on a Method for Measuring Leakage Rate of Main Steam Pipeline in Nuclear Power Plant HU Jin, ZHANG Zhen-yu(868)

Development and Application of Online-Monitoring System for Radioactive Sources Based on MQTT Protocol of Internet of Things LIN Ming-gui(873)

Design of LYSO Detector for Positron Emission Tomography Breast Imaging ... FAN Ya-ming, YIN Yong-zhi(878)

The Effect of the Cosmic Ray Response to the Environment γ -Radiation on Air Absorbed Dose Rate FAN Lei, ZHOU Yang, WANG Dong-xia, CHEN Qian-yuan, WANG Guo-qi, ZHANG Xiao-song(884)

Development of A New Tomography Detection Device with Cosmic Ray Muon CHEN Xin-nan, TANG Xiu-zhang, CHEN Yan-nan, FAN Cheng-jun, WANG Xiao-dong, LIU Zhi-ying, HU Xiu-hua, FENG Xiao-fang, CHEN jie, GAO Chun-yu, WANG Guo-bao, ZENG Zi-qiang(891)

Study on Self-Absorption Correction in γ -Spectrometry Combining Standard Source Calibration and LabSOCS LI Bin, LU Jian-feng, XU Zhe-ting, FANG Jian-qing, WANG Xin-gang, SHI E, HUANG Guo-fu(896)

Design of Four-blade Slit Control System for High-pressure Neutron Diffraction Spectrometer XIAO Ren-feng, XU Jun, ZHUANG Jian, LONG Bo, HU Lei(901)

Discussion on Statistic of Radiation Monitoring Proficiency Testing WANG Rui-jun, HOU Xu-jia, LI Jin-hao, SHI Qi-qi, BAO Li, LI Zhou, GAO Ze-quan(905)

MC Simulation of γ -Ray Shielding Properties of Various Materials XIE Dong-cai, YU Xin, YANG Yu-sen, ZHOU Wei, XIAO Feng, ZHANG Han, LI Xin-yu(911)

Evaluation of Radionuclide Content in Soil Surrounding a Nuclear Facility LI Li-fan, LI Hui-ping, HU Xiang, LIU Qing-yun, LIU Zhuo, SHI Xin-yuan, LV Xu-ya(917)

Design of HLS- II Radiation Safety Access Control System Based on PLC JIAO Yun-chao, XUAN Ke, LI Chuan, LIU Qun, ZHANG Zhen, YU Yong-bo, CHEN Liu-guo, LIU Gong-fa(923)

Feasibility Study on Measurement of ^{235}U Enrichment and Boron Coating Thickness of Fuel Rod by Am-Be Source Method WANG Chang-hong, LIU Ming, ZHANG Lei, WANG Lu, MA Jin-bo, HUANG Shao-chuan(928)

Design of Security Interlock Control System for HLS- II Mass Spectrometer Beamline Station XU Fan, LIU Qun, WANG Xiao, HE Bo(933)

Design of a Radiation Monitoring System of UAV for Searching for Radioactive Sources with Great Precision CHEN Ai, CHEN Shui-guang, WANG Jia-yue, LIAO Jian-hua, ZHOU Rui-dong, LAI Li-ming(939)

四川新先达测控技术有限公司是国内专业研发和生产X荧光分析仪的高新技术企业。公司以成都理工大学、中国测试技术研究院和中国工程物理研究院为技术依托，多年来一直致力于研制和开发国产高端的X荧光分析仪器。公司以创新、可靠、耐用的产品为宗旨，以及时、过硬、满意的服务为己任，始终为国内外客户提供满意的X荧光分析设备而努力！

CIT-3000SMA X荧光分析仪

应用领域

多种金属、矿石粉样、矿石块样的多元素分析
电子、玩具、塑胶等进出口产品的RoHS和卤素检测

性能特点

元素的分析范围广泛，从Mg到U
带抽真空的测量系统，满足了同时测量轻重元素的要求
高分辨率的半导体探测器、新型的数字信号处理技术配合多种滤光片提高了分析精度
功能强大的自动分析软件，使得测量更加方便准确



CIT-3000SMB X荧光分析仪

多种金属、合金、贵金属中的常量及微量的元素检测
外贸进出口行业中对人体有害的微量元素检测
玩具、塑胶等进出口产品中限量的微量元素检测

应用领域

性能特点

分析含量的范围从1ppm到99.99%
无限平台，可以测量大体积的合金工件或模具
独特的数字信号处理技术配合多种滤光片有效提高了微量元素的检出限
大功率的X光管，高灵敏的探测系统全面提升了仪器的分析精度



CIT-3000SMC 荧光分析仪

应用领域

钢铁冶金行业的粉样分析，金属矿山的矿料分析，水泥多元素检测等

性能特点

上照射式结构，直接避免了粉尘的掉落对光管和探测器系统的污染和损害
自带样品旋转的升降平台使用方便，测量更准确
高分辨率的SDD探测器和独有的数字处理技术，大幅提高了测量精度
开放式的工作平台，方便用户管理数据库制定理想的检测方案



CIT-3000SME X荧光分析仪

钢铁冶金行业的粉样分析，金属矿山的矿料分析、水泥全元素检测等

应用领域

性能特点

上照射式结构，直接避免了粉尘掉落对光管和探测系统的污染和损害
专利技术的样品自动升降旋转平台使用方便，测量更准确
高分辨率的FAST-SDD探测器和专利技术的数字谱仪大幅提高了分析的精度
根据不同的样品自动的切换准直器、滤片和抽放真空，仪器高度智能化
全自动的分析软件使得操作更加简单、方便

(实用新型 专利号: ZL201320599750.6, 发明专利 专利号: ZL201410000626.2)

