



中国中文核心期刊

国家级《科技精品期刊库》500种期刊之一

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



9 770258 093208

0 3>

2

2020

(第40卷)

中国核学会 中国电子学会
核电子学与核探测技术分会
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 40 卷 第 2 期(总 279 期) 2020 年 3 月 20 日出版

中国核学会 中国电子学会
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 lw261@sina.com
编辑部主任: 杨波
编辑部副主任: 王朋
责任编辑: 徐明 景阳
技术编辑: 李宁
发行
《核电子学与探测技术》
编辑部
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

固定式 γ 表面污染监测设备性能测试与分析	商 洁, 杨 柳, 韦应靖, 唐智辉, 陈建立 (200)
人工放射性气溶胶粒径-活度相关性研究	张宏俊, 张海玲, 田相玉, 文继, 孙志敏, 熊忠华, 帅茂兵 (205)
MC 模拟 HPGe 探测器测量 ²²² Rn 子体探测效率	李 艺, 赵桂芝, 宋时雨 (210)
极低水平放射性废物测量系统模拟设计	徐国庆, 王登辉, 苏 明, 熊忠华, 赵德山, 高 凡, 赵宗方 (216)
燃料组件高能 X 射线 CT 扫描控制系统设计	潘 喆, 谢 乔, 张向阳, 何高魁 (224)
基于 Zynq 的多丝探测器数据采集系统设计	宋 凯, 毛瑞士, 李 娟, 赵祖龙, 徐治国, 余乾顺, 陈玉聪 (228)
堆芯中子注量率测量系统安装与调试典型问题处置	王 楠, 靳永毅, 张占军, 郭 猛, 邓 鹏, 李志军 (234)
同轴型 HpGe 探测器离子注入工艺仿真	阙子昂, 郝晓勇, 何高魁 (239)
新型 PET 数据采集系统设计	宿东祥, 赵书俊, 刘小平, 李景涛 (244)
BEPCII Top-up 束流注入监测数据获取软件设计	王坤宇, 马 斯, 李 飞, 谢宇广, 朱科军 (249)
核电站 γ 剂量率监测系统 LOCA 环境试验故障解析	李 亮, 张亚栋, 杜乔瑞, 张强升, 黄炳臣 (255)
大面积塑料闪烁 γ 放射性探测系统设计	杜俊涛, 花 锋, 刘进辉, 李 亮, 唐联华 (260)
气体电子倍增器热中子探测技术探讨	王 烁, 许振华, 杨丽芳, 张国光 (265)
γ - γ 符合法测量水中 ²²² Rn 浓度	贺三军, 殷志成, 秦慧超, 赵修良 (273)
低本底 α 、 β 测量仪效率及本底数据验证	冯东山, 花 锋, 唐联华, 李 亮 (278)
福清核电烟囱气载流出物取样代表性分析与改进	吴平韬, 连杰, 屈国普, 丁世海 (283)
新型人工核素气溶胶监测仪设计	沈 福 (288)
反应堆堆芯积存量算法比较	陈海英, 侯秦脉, 马 帅, 陈 妍, 郑 洁 (293)
改进型 NL-means 算法滤除快中子图像噪声	刘 斌, 刘耀光, 尹 伟, 王 胜, 霍合勇, 吴 洋 (298)
移动物体 γ 辐射污染监测系统设计	黄博伦, 徐 兵 (303)
静电收集 α 能谱法高 ²²⁰ Rn 低 ²²² Rn 环境中 ²²² Rn 含量的测定	赵 晶, 丘寿康, 唐 泉, 胡盛礼, 朱少璞 (309)
常用土壤测氡方法对比与应用	张 文, 董湘龙, 徐 勇, 梁永东, 康 鹏 (313)
高能电子成像实验平台束流发射度测试	冉朝晖, 李中平, 赵全堂, 申晓康, 周有为, 宗 阳, 张子民, 曹树春 (318)
基于图像旋转全变分约束迭代重建算法	牛 蕾, 乔志伟, 王文杰, 席雅睿 (324)
水下 γ 谱测量中水体距离与探测效率关系研究	杨翊方, 王震涛, 王海军, 张 凯, 任 鑫 (330)
液闪法测定大体积样品水中氡	李 钢, 庞新新, 梁漫春, 曾正魁, 卞少伟 (335)
密闭体内中子源尺寸与位置测定及其中子场构建	贺锦轩, 王振涛, 吴志芳, 谈春明, 李立涛 (340)
PET 探测器波形积分法位置分辨性能测量	李英幅, 黄 川, 王天泉, 范亚明, 佟林格, 尹永智, 李公平 (346)
新型低噪声电荷灵敏前置放大器设计	熊 思, 高超嵩, 黄光明, 孙向明 (353)
宽输入动态范围峰值保持电路设计	肖云凤, 黄光明 (359)
废旧金属放射性水平监测与评估	肖 军, 汪宏峰, 楼淑芬, 王凯亮 (364)
海口某典型场所室内氡及子体水平变化规律研究	王 鑫, 周晓剑, 张林伟, 王 叶, 唐 煜 (369)
MC 法模拟单球中子谱仪响应函数及其能谱解析	康红斌, 赵桂芝, 张伟华, 丰宝桐, 王英杰, 李道武, 章志明 (373)

NUCLEAR ELECTRONICS & DETECTION TECHNOLOGY

Monthly Established in January 1981 Vol. 40, No. 2 Mar. 2020

Periodical of Nuclear
Electronics Nuclear Detection
Technology Society

Responsible Institution

China National Nuclear
Corporation

Sponsor

CNNC Beijing Nuclear
Instrument Factory

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

The Testing and Analysis of Installed γ Personnel Surface Contamination Monitoring Assemblies
..... SHANG Jie, YANG Liu, WEI Ying-jing, TANG Zhi-hui, CHEN Jian-li(204)

Size-activity Spectrum of Artificial Radioactive Aerosol
..... ZHANG Hong-jun, ZHANG Hai-ling, TIAN Xiang-yu, WEN Ji,
SUN Zhi-min, XIONG Zhong-hua, SHUAI Mao-bing(209)

The Measurement of Detection Efficiency of Radon Progeny Using HPGe Detector by MC
Simulation LI Yi, ZHAO Gui-zhi, SONG Shi-yu(214)

Simulation Design of Very Low Level Radioactive Waste Measurement System
..... XU Guo-qing, WANG Deng-hui, SU Ming, XIONG Zhong-hua,
ZHAO De-shan, GAO Fan, ZHAO Zong-fang(223)

A Control System Design of High Energy X-ray CT for Fuel Assembly Detection
..... PAN Zhe, XIE Qiao, ZHANG Xiang-yang, HE Gao-kui(227)

Design of Multi-Wire Detector Data Acquisition System Based on Zynq
..... SONG Kai, MAO Rui-shi, LI Juan, ZHAO Zu-long, XU Zhi-guo,
SHE Qian-shun, CHEN Yu-cong(233)

Solution to Typical Failures of In-core Neutron Flux Instrumentation System during Installation
and Commissioning
WANG Nan, JIN Yong-yi, ZHANG Zhan-jun, GUO Meng, DENG Peng, LI Zhi-jun(238)

Simulation of Ion Implantation Process for Coaxial HpGe Detector
..... QUE Zi-ang, HAO Xiao-yong, HE Gao-kui(243)

Design of New PET Data Acquisition System
..... SU Dong-xiang, ZHAO Shu-jun, LIU Xiao-ping, LI Jing-tao(248)

The Designation of DAQ Software for BEPCII Top - Up Beam Injection Monitoring
..... WANG Kun-yu, MA Si, LI Fei, XIE Yu-guang, ZHU Ke-jun(254)

Failure Analysis of LOCA Environmental Test for γ Dose-Rate Monitor System of Nuclear
Power Plant
LI Liang, ZHANG Ya-dong, DU Qiao-rui, ZHANG Qiang-sheng, HUANG Bing-chen(258)

The Design of Large Area Plastic Scintillation Detection System
..... DU Jun-tao, HUA Feng, LIU Jin-hui, Li Liang, TANG Lian-hua(264)

Discussion on Landmine Detection Technology Based on Thermal Neutron with Gas Electron
Multiplier WANG Shuo, XU Zhen-hua, YANG Li-fang, ZHANG Guo-guang(271)

γ - γ Coincidence Method for Measuring ^{222}Rn Concentration in Water
..... HE San-jun, YIN Zhi-cheng, QIN Hui-chao, ZHAO Xiu-liang(277)

Research on the Efficiency of Low Background α, β Measuring Instrument and the Authenticity of
Background Data FENG Dong-shan, HUA Feng, TANG Lian-hua, Li Liang(282)

The Analysis and Improvement of Sampling Representation of Airborne Effluents from Vent in
Fuqing Nuclear Power Plant WU Ping-tao, LIAN Jie, QU Guo-pu, DING Shi-hai(287)

Development of New Type Artificial Nuclide Aerosol Monitor SHEN Fu(292)

Comparison of the Reactor Core Inventory Calculation Methods
..... CHEN Hai-ying, HOU Qin-mai, MA Shuai, CHEN Yan, ZHENG Jie(297)

Improved NL-means Algorithm Filters Fast Neutron Image Noise
..... LIU Bin, LIU Yao-guang, YI Wei, WANG Sheng, HUO He-yong, WU Yang(302)

Design of Gamma Radiation Pollution Monitoring System for Mobile Objects
..... HUANG Bo-lun, XU Bing(308)

Determination of ^{222}Rn by Electrostatic Collection α -spectroscopy in the Environment of High ^{220}Rn and Low ^{222}Rn} .....	.....
..... ZHAO Jing, QIU Shou-kang, TANG Quan, HU Sheng-li, ZHU Shao-pu(312)	
Comparison and Application Of Common Soil Radon Measurement Methods .....	.....
..... ZHANG Wen, DONG Xiang-long *, XU Yong, LIANG Yong-dong, KANG Peng(317)	
Beam Emittance Measurement of High Energy Electron Radiography Experimental Platform .....	.....
..... RAN Zhao-hui, LI Zhong-ping, ZHAO Quan-tang, SHEN Xiao-kang, ZHOU You-wei, ZONG Yang, ZHANG Zi-min, CAO Shu-chun(323)	
Iterative Reconstruction Algorithm with Total Variational Constraints Based on Image Rotation .....	.....
..... NIU Lei, QIAO Zhi-wei, WANG Wen-jie, XI Ya-rui(329)	
Study on the Relationship Between Water-to-Detection Crystal Distance and Detection Efficiency in Underwater γ Spectrum Measurement .....	.....
..... YANG Yi-fang, WANG Zhen-tao, WANG Hai-jun, ZHANG Kai, REN Xin(334)	
Determination of Tritium in Large Volume Sample by the Liquid Scintillation Method .....	.....
..... LI Gang, PANG Xin-xin, LIANG Man-chun, ZENG Zheng-kui, BIAN Shao-wei(339)	
Measurement of the Size and Position of Neutron Source and Construction of Neutron Field in Confined Space .....	.....
..... HE Jin-xuan, WANG Zhen-tao, WU Zhi-fang, TAN Chun-ming, LI Li-tao(345)	
Waveform Integration Method for Measuring Position Resolution of PET Detectors .....	.....
..... LI Ying-guo, HUANG Chuan, WANG Tian-quan, FAN Ya-ming, TONG Lin-ge, YIN Yong-zhi, LI Gong-ping(352)	
Design of New Low Noise Charge Sensitive Preamplifier .....	.....
..... XIONG Si, GAO Chao-song, HUANG Guang-ming, SUN Xiang-ming(358)	
Design of Wide Input Dynamic Range Peak Holding Circuit .....	.....
..... XIAO Yun-feng, HUANG Guang-ming(363)	
Radioactive Monitoring and Evaluation of Scrap Metal .....	.....
..... XIAO Jun, WANG Hong-feng, LOU Shu-fen, WANG Kai-liang(368)	
Study on the Variation of Indoor Radon and Its Progeny Level in a Typical Place of Haikou .....	.....
..... WANG Xin, ZHOU Xiao-jian, ZHANG Lin-wei, WANG Ye, TANG Yu (372)	
The Response Simulation and Energy Spectrum of Single-sphere Neutron Spectrometer by MC Method .....	.....
..... KANG Hong-bin, ZHAO Gui-zhi, ZHANG Wei-hua, FENG Bao-tong, WANG Ying-jie, LI Dao-wu, ZHANG Zhi-ming(379)	

XSTAR 新先达

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最满意的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、合金、矿石样品的多元素分析
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Na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

分析含量的范围从1ppm到99.99%

性能特点

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极大的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高了仪器的分析精度

CIT-3000SMP 便携式X荧光分析仪

应用领域

野外探矿、各类合金元素检测、RoHS检测和废旧金属材料回收等行业

性能特点

仪器携带方便，重量轻，电池工作时长。专为户外工作、移动检测研制
采用全进口的小型光管、45KV高压和高分辨率的探测器
采用蓝牙通信模式，方便和多种输出终端连接
开放式的工作平台，方便用户管理数据库制定最佳检测方案

CIT-3000SMD 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

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

性能特点

自带样品旋转的升降平台使用方便，测量更准确
高分辨率的电致冷SDD探测器和独有的数字处理技术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

公司联系电话：028-84205915

传真：028-84205895

技术服务电话：028-84206607

地址：成都市成华区龙潭工业园成宏路汇润国际九楼

公司网站：www.xrfcn.com

E-mail:cd84205895@163.com