



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 093215

0.1>

1

2021

(第41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41卷 第1期(总284期) 2021年1月20日出版

中国核学会
核电子学与核探测技术分会
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)59573451/59573420
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
发行
《核电子学与探测技术》
编辑部
印 刷
廊坊市安次区团结印刷
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)

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 谭继康
薛志华 魏 龙

目 次

利用便携式 D-D 中子发生装置测试 ³ He 中子探测器的性能	陆小军,何林锋,赵 超,韩 刚(1)
γ 能谱法测量核材料铀富集度应用研究	杜旭红,游国强,郑建国,杨抒尧,金 潮,刘 凯(6)
核电厂安全级控制系统软件关键性分析	崔景博,肖安洪,何 伟,蔡源凤,吴一纯(12)
云平台水质放射性核素监测系统设计	石 刚(18)
点源空间效率函数法层析 γ 扫描无源效率刻度	郑洪龙,庾先国,苟家元, 吴 耀,左 伟,郭雨非,何庆驹,宋纪高,阳林锋,刘 伟(24)
γ 辐射场模拟及其检测系统设计	邹 阳,王 琦,纪云龙,李大伟,王晓宁,宁 静(30)
200 L 低中放废物桶自由下落试验测试	孙树堂,陈 磊,闫 峰,庄大杰,李国强,孙洪超,张建岗,王学新(36)
多功能可视化核仪器电源监控系统	柳炳琦,刘明哲,庾先国,任振兴,黄 瑶(42)
核探测器监测及故障诊断装置构建	凌 鑫,颜拥军,李 翔,谢宇希,李 鑫(49)
高纯锗能谱仪系统研制	何高魁,孙慧斌, 郝晓勇,刘义保,代传波,邓长明,王 柱,廖 辉,汪天照,胡世鹏,邵俊琪, 张怀强,刘海峰,杨 松,贾伟强,厉文聪,刘 洋,阙子昂,田华阳,张向阳(55)
甘肃饮用水源地水体辐射环境在线自动监测系统总体设计	王海山,陈 璞,梁漫春,张宏飞,杨丹丹,杨 洁,金 锦(62)
WDXRF 法测定 U-Mo 合金中 Mo 含量	余春荣,张连平,赵建龙,姚洪敏,王怀胜,何伟波(68)
串列加速器超导增能器能量测量系统设计	李爱玲,郑 健,彭朝华,周立鹏,陆 泽,刘云琛,韩 哲(72)
MC 模拟 EDXRF 法检测土壤中不同待测元素靶材选择	张 力,任 顺,陆旻波,张 雄,田卫新(77)
平板 X 射线源重叠投影的线性迭代重建	黄斯伟,黄杰星,马健晖,陈 军,徐 圆,周凌宏(82)
特征峰干扰判据 K 值法解析 γ 能谱	杨秀玉,李庆光,葛 琴(87)
神经网络识别算法去除核爆电磁脉冲探测闪电干扰	王浩骅,苗家友,朱万华,方广有(92)
反应堆核仪表微电流放大技术研究	贾艺歌,杨 诚,李 昂,李 丹,韩文兴,吴志强(98)
塑闪-MPPC 手环式辐射剂量率仪制作	李 晨,刘思平,金紧跟,杨 奎,李 旭(103)
核电厂堆外核测量系统数据采集控制程序设计	杨振雷,刘承敏,青先国,朱宏亮,包 超,蒋天植,高志宇,喻 恒(107)

MC 模拟计算 BF_3 管长中子计数器探测效率	王文秀(112)
闭气式手脚表面污染监测仪主要性能测试	
..... 乔 莉,郭喜荣,任 熠,郭 强,张 佳,侯 磊,王彦飞(116)	
利用阳离子交换法分离 Ac/Ra 的实验研究	
..... 龚籽月,於国兵,闻德运,顾先宝,许 丰,陈 军,杨晓冉,盛六四,刘付轶(121)	
某地区放射性水化学异常溯源	
..... 刘国安,肖开煌,伍丽娟,李 建,胡 鹏,李 丽,杨 益(126)	
CLYC 中子- γ 复合测量仪设计	
..... 温伟伟,程金星,吴友朋,王庆波,陈显波,李 浪,于 艾(132)	
宽量程中子监测装置信号处理算法研究	黄自平(137)
HIRFL 高精度数字化直流电源电流标定	
..... 于俊英,闫怀海,周忠祖,高亚林,高大庆(142)	
“华龙一号”堆芯中子通量测量系统设计	杨戴博,李 昆,黎 刚,万 波,
..... 李 丹,翁小惠,韦文彬,左思源,曾凤梅(146)	
PMT 电源纹波滤除电路设计	尹士玉,陈鹏宇,钱 森,宁 哲,
..... 王志刚,朱 瑶,高 峰,马丽双,王 阳,李润泽(151)	
基于分形含量-总量法确定氡值异常下限	张浩宇,张新军(157)
核燃料棒 α 表面污染在线检测系统设计	
..... 袁 平,李铁成,刘 明,梁珺成,张 雷,何永堂,马金波,于团结(162)	
$G(E)$ 函数法能谱-剂量转换计算	
..... 江 灏,闫洋洋,沈明明,祝 娇,黄欣杰,胡昌立,代传波(168)	
核电厂核仪表系统安装与布置影响分析	
..... 王银丽,罗 炜,李文平,胡 劲,赵 俊,郑 帅,黄有骏,张 芸(173)	
射频负离子源分布式定时同步系统设计	
..... 李 洋,胡纯栋,郑长勇,赵远哲,梁立振,崔庆龙,刘 伟,张小丹(178)	
粤西北水环境 U、Rn 核素检测与评价	刘洪超,魏成斌,张建锋,夏文明(183)

NUCLEAR ELECTRONICS & DETECTION TECHNOLOGY

Monthly Established in January 1981 Vol. 41, No. 1 Jan. 2021

Chinese Nuclear Society
Nuclear Electronics and Nuclear Detection Society
Responsible Institution
China National Nuclear Corporation Co., LTD.
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

6th Editorial Committee

Editor-in-Chief	
LI Weiguo	
Standing Deputy Editor-in-Chief	
XUE Changlin	
Deputy Editors-in-Chief	
WANG Lianghou	WANG Peng
LIU Yinong	LV Junguang
AN Qi	YANG Bo
CHEN Shengzu	
Editors	
FANG Fang	WANG Feng
WANG Bairong	FENG Cunfeng
LIU Yaqiang	LIU Songqiu
LIU Zhenan	ZHU Kejun
JI Changsong	GUO Huiping
HE Gaokui	CHU Yuanping
WU Zhifang	WU Yican
ZHANG Quanhu	ZHANG Xiangyang
LI Cheng	LI Zhengyi
LI Yulan	LI Yongping
YANG Mingtai	YANG Chaowen
SHEN Liren	XIAO Wuyun
SU Hong	SHAO Beibei
ZOU Shiya	LU Shuangtong
CHEN Gang	CHEN Zhiqiang
CHEN Yingmao	FANG Zongliang
OUYANG Xiaoping	ZHENG Yi
JIN Ge	YAO Qiuguo
HU Tao	ZHAO Qiang
ZHAO Shujun	ZHAO Hongchao
ZHAO Jingwei	XIA Haihong
LIANG Hao	JIE Yuanming
TAN Jilian	XUE Zhihua
WEI Long	

CONTENTS

Test the Performance of ³ He Neutron Detector with Portable D-D Neutron Generator	LU Xiao-jun, HE Lin-feng, ZHAO Chao, HAN Gang(5)
Study on the Application of Gamma Ray Spectrometry in Uranium Enrichment Measurement	DU Xu-hong, YOU Guo-qiang, ZHENG Jian-guo, YANG Shu-yao ² , JIN Chao, LIU Kai(11)
Software Criticality Analysis for Nuclear Power Plant Safety-Related Control System	CUI Jing-bo, XIAO An-hong, HE Wei, CAI Yuan-feng, WU Yi-chun(17)
Design of Cloud Platform Radioactive Monitoring System for Water Quality	SHI Gang(23)
Sourceless Efficiency Calibration of Tomographic Gamma Scanning with Point Source Space Efficiency Method	ZHENG Hong-long, TUO Xian-guo, GOU Jia-yuan, WU Yao, ZUO Wei, GUO Yu-fei, HE qing-ju, SONG Ji-gao, YANG Lin-feng, LIU Wei(29)
Design of γ Radiation Field Simulation and Its Detection System ...	ZOU Yang, WANG Qi, JI Yun-long, LI Da-wei, WANG Xiao-ning, NING Jing(35)
Free Drop Test of 200 L Low and Intermediate Level Radioactive Solid Waste Drum	SUN Shu-tang, CHEN Lei, YAN Feng, ZHUANG Da-jie, LI Guo-qiang, SUN Hong-chao, ZHANG Jian-gang, WANG Xue-xin(41)
A Multi-functional Visual Power Monitoring System of Nuclear Instruments ...	LIU Bing-qi, LIU Ming-zhe, TUO Xian-guo, REN Zhen-xing, HUANG Yao(47)
Construction of Nuclear Detector Monitoring and Fault Diagnosis Device	LING Xin, YAN Yong-jun, LI Xiang, XIE Yu-xi, LI Xin(54)
Development of HPGe Spectrometer System	HE Gao-kui, SUN Hui-bin, HAO Xiao-yong, LIU Yi-bao, DAI Chuan-bo, DENG Chang-ming, WANG Zhu, LIAO Hui, WANG Tian-zhao, HU Shi-peng, SHAO Jun-qi, ZHANG Huai-qiang, LIU Hai-feng, YANG Song, JIA Wei-qiang, LI Wen-cong, LIU Yang, QUE Zi-ang, TIAN Hua-yang, ZHANG Xiang-yang(61)
Overall Design Ideas of On-line Automatic Monitoring System for Water Radiation Environment of Drinking Water Source in Gansu Province	WANG Hai-shan, CHEN Pu, LIANG Man-chun, ZHANG Hong-fei, YANG Dan-dan, YANG Jie, JIN Jin(67)
Determination of Mo Content in U-Mo Alloy by WDXRF	YU Chun-rong, ZHANG Lian-ping, ZHAO Jian-long, YAO Hong-min, WANG Huai-sheng, HE Wei-bo (71)
Design of Energy Measurement System for Tandem Accelerator Superconducting Booster	LI Ai-ling, ZHENG Jian, PENG Zhao-hua, ZHOU Li-peng, LU Ze, LIU Yun-chen, HAN Zhe(76)
Simulating Anode Target Material Selection for Detection of Different Determined Elements in Soil by EDXRF Using MC Method	ZHANG Li, REN Shun, LU Min-bo, ZHANG Xiong, TIAN Wei-xin(81)
Linear Iterative Reconstruction for the Overlapped Projection of Flat-Panel X-Ray Source	HUANG Si-wei, HUANG Jie-xing, MA Jian-hui, CHEN Jun, XU Yuan, ZHOU Ling-hong(86)
Gamma-Ray Characteristic Peak Interference Criterion K Value Analysis in Gamma Spectrometry	YANG Xiu-yu, LI Qing-guang, GE Qin (91)

Neural Network Identification Algorithm to Remove Lightning Interference from Nuclear Explosion EMP Detection	
..... WANG Hao-hua, MIAO Jia-you, ZHU Wan-hua, FANG Guang-you(97)	
Research on Micro-Current Amplification Technology of Nuclear Instrument ...	
JIA Yi-ge, YANG Cheng, LI Ang, LI Dan, HAN Wen-xing, WU Zhi-qiang(102)	
Design of a Radiation Detection Watch with Plastic Scintillator and MPPC	
..... LI Chen, LIU Si-ping, JIN Jin-gen, YANG Kui, LI Xu(106)	
Design of the Data Acquisition Program for Ex-core Nuclear Instrumentation System in Nuclear Power Plant	
YANG Zhen-lei, LIU Cheng-min, QING Xian-guo, ZHU Hong-liang, BAO Chao, JIANG Tian-zhi, GAO Zhi-yu, YU Heng(111)	
MC Simulation of Detection Efficiency of BF_3 Counter	
..... WANG Wen-xiu (115)	
Main Performance Test of Gas-sealed Hand and Foot Surface Contamination Monitor	
QIAO Li, GUO Xi-rong, REN Yi, GUO Qiang, ZHANG Jia, HOU Lei, WANG Yan-fei(119)	
Study on the Separation of Ac/Ra by Cation Exchange Method	
..... GONG Zi-yue, YU Guo-bing, WEN De-yun, GU Xian-bao, XU Feng, CHEN Jun, YANG Xiao-ran, SHENG Liu-si , LIU Fu-yi(125)	
Tracing the Source of Radioactive Hydrochemical Anomalies in Northern Guangdong Province	
LIU Guo-an, XIAO Kai-huang, WU Li-juan, LI Jian, HU Peng, LI Li, YANG Yi (131)	
Design of n- γ Composite Measurement with CLYC Detector	
..... WEN Wei-wei, CHENG Jin-xing, WU You-peng, WANG Qing-bo, CHEN Xian-bo, LI Lang, YU Ai(136)	
Research on Signal Processing Algorithm of Wide Range Neutron Monitoring Device	
HUANG Zi-ping(140)	
Current Calibration of HIRFL High Precision Digital DC Power Supply	
YU Jun-ying, YAN Huai-hai, ZHOU Zhong-zu, GAO Ya-lin, GAO Da-qing(145)	
Design of In-core Neutron Flux Measurement System of HPR1000	
..... YANG Dai-bo, LI Kun, LI Gang, WAN Bo, LI Dan, WENG Xiao-hui, WEI Wen-bin, ZUO Si-yuan, ZENG Feng-mei(150)	
Filter Circuit for Ripple of High Voltage Power Supply	
..... YIN Shi-yu, CHEN Peng-yu, QIAN Sen, NING Zhe, WANG Zhi-gang, ZHU Yao, GAO Feng, MA Li-shuang, WANG Yang, LI Run-ze(156)	
Determination of Abnormal Lower Limit of Radon Value Based on Fractal Content-Total Method	
ZHANG Hao-yu, ZHANG Xin-jun(161)	
Design of On-line Detecting System for α Surface Contamination of Nuclear Fuel Rods ...	
YUAN Ping, LI Tie-cheng, LIU Ming, LIANG Jun-cheng, ZHANG Lei, HE Yong-tang, MA Jin-bo, YU Tuan-jie(167)	
Calculation of Energy Spectrum-Dose Conversion Based on $G(E)$ Function Method	
..... JIANG Hao, YAN Yang-yang, SHEN Ming-ming, ZHU Jiao, HUANG Xin-jie, HU Chang-li, DAI Chuan-bo(172)	
Impact Analysis for Installation and Location of Nuclear Instrumentation System	
WANG Yin-li, LUO Wei, LI Wen-ping, HU Jin, ZHAO Jun, ZHENG Shuai, HUANG You-jun, ZHANG Yun(177)	
Design of Distributed Timing System for RF-Driven Negative Ion Source	
..... LI Yang, HU Chun-dong, ZHENG Chang-yong, ZHAO Yuan-zhe, LIANG Li-zhen, CUI Qing-long, LIU Wei, ZHANG Xiao-dan(182)	
Detection and Evaluation of U and Rn Nuclides in Water Environment of Northwest Guangdong	
LIU Hong-chao, WEI Cheng-bin, ZHANG Jian-feng, XIA Wen-ming(188)	

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