



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

5

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5期(总288期) 2021年9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

核爆与闪电电磁脉冲信号识别方法综述.....	张震川, 曹保锋(731)
多通道能谱仪通道切换电路设计.....	刘琦, 王仁波, 汤彬, 王海涛(737)
水中氚活度浓度测量不确定度评定.....	董传江, 蒲显恩, 刘莎莎, 张翼, 汤梦琪, 王力, 吴耀, 王鲁丰, 黎婉豪(741)
中子发生器靶高压电源设计.....	魏雄, 张建成(747)
便携式多道脉冲幅度分析器设计.....	张戈马, 宋英明, 张泽寰(752)
NRIW型 α 能谱测氡仪用于地震水气连续观测可行性研究.....	宁洪涛, 周红艳, 余志成, 黄仁桂, 毛华(757)
EPICS框架下HEPS人身保护系统平台设计.....	张会杰, 马应林, 王宇飞, 阎明洋, 马忠剑, 刘琼瑶, 李楠, 王庆斌(763)
车载式 ^3H 活度测量仪设计.....	黎建伟, 任敏, 王鑫(770)
丧失厂外电的柴油发电机故障树逻辑循环截断.....	史强, 王晓峰, 马帅, 杨博, 陈妍, 徐海峰(774)
环境水中氚测量不确定度评定.....	王瑞俊, 保莉, 宋沁楠, 杨有坤, 李鹏翔, 李周, 高泽全(783)
地下工程氡浓度监测与剂量评价.....	徐荣政, 温伟伟, 吴友朋, 朱左明, 韩俊杰, 孟先应, 于艾(789)
国控辐射环境自动监测站探测器能谱聚类研究.....	钮云龙, 骆云飞, 杨维耿, 杨江, 赵顺平, 郑惠娣, 范方辉(795)
MC法模拟宽能型HPGe γ 谱仪全能峰效率.....	张磊, 罗丽娟, 李晓凤(800)
涂硼电离室的X、 γ 射线响应特性研究.....	王军成, 张宏, 周治江, 刘开弟, 石雨嫣, 祝美英, 胡文琪, 陈嘉浪(804)
堆外核测量系统EFT试验特性研究.....	汪建明, 杨静远, 王小雨, 贺先建, 杨戴博, 曾少立(809)
基于EPICS的粒子加速器辐射安全联锁PLC系统设计.....	马应林, 康明涛, 张会杰, 王宇飞, 王庆斌, 吴青彪(815)
国外放射性废物管理现状.....	郑金明, 殷经鹏, 陈辉, 王发林, 郭显甫, 郭旭(821)
地下核爆地表振动数值模拟.....	刘伟, 郑毅(828)
江门中微子实验电子学模拟系统设计.....	方肖, 林韬, 曹国富, 杨朝文, 李卫东(835)
北斗三号导航卫星高能质子及单粒子风险监测载荷开发.....	沈国红, 张焕新, 全林, 田超, 张坤毅, 常峰, 张斌全, 孙莹, 孙越强(841)
中子活化法测量 $^{238}\text{U}(n, 2n)$ 反应截面.....	韩子杰, 羊奕伟, 鹿心鑫, 王玫(849)
基于 γ 射线吸收法测量锆基燃料元件均匀性精度影响分析.....	张晓敏(855)
EJ339液闪探测器n- γ 脉冲形状甄别方法比较.....	节帅, 夏文明, 梁成强, 曲杰涛, 陈志刚(859)
核燃料包壳外涂层直流电位法缺陷检测电路设计.....	杜佳, 陈文光, 彭媛媛(866)
水下核探测系统耐压壳厚度与水层 γ 能量衰减模拟计算及测试验证.....	胥建国, 叶伟城, 陈登科, 李乐, 郑宁宇, 邹宇斌, 曹文田, 吴珈保(873)
MC法模拟预测六方氮化硼中子探测器主要性能.....	王超, 何高魁, 赵江滨(879)
光电倍增管特性测量中电子学效应分析.....	张宇, 王志民, 张海琼(885)
MC法计算塑料闪烁体探测器阵列反中微子探测效率.....	郑吉家, 何高魁, 宛王晴(892)
GRNN算法多球中子谱仪解谱软件设计.....	周宇琳, 曾乐, 孙光智, 陈祥磊, 王杰, 刘海峰(897)
硅像素探测器阈值刻度法的研究.....	张研, 李兰坤, 刘鹏, 丁叶, 李贞杰(901)
温度箱内CLYC探测器温度平衡模拟仿真.....	王琦标, 代亨, 虞先国, 蒋刚, 杨红超, 邓超, 刘福乐(905)
竖井式核探测器抗震支架设计.....	李亮, 孙光智, 裴煜, 刘海峰, 葛孟团, 周宇琳, 翟春荣, 刘文臻(912)

NUCLEAR ELECTRONICS & DETECTION TECHNOLOGY

Monthly Established in January 1981 Vol.41, No.5 Sep.2021

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

An Overview on Recognition for NEMP and LEMP ZHANG Zhen-chuan, CAO Bao-feng(731)

Design of Channel Switching Circuit for Multi-channel Energy Spectrometer LIU Qi,WANG Ren-bo,TANG Bin,WANG Hai-tao(737)

Evaluation of Uncertainty in Measurement of Tritium Activity Concentration in Water DONG Chuan-jiang, PU Xian-en, LIU Sha-sha, ZHANG Yi, TANG Meng-qi, WANG Li, WU Yao, WANG Lu-feng, LI Wan-hao(741)

Design of Target High-Voltage Power Supply for Neutron Generator WEI Xiong, ZHANG Jian-wen(747)

Design of Portable Multi-Channel Pulse Amplitude Analyzer ZHANG Ge-ma, SONG Ying-ming, ZHANG Ze-huan(752)

Feasibility Study on Continuous Observation of Seismic Water Radon with NRIW Alpha Energy Spectrum Radon Detector NING Hong-tao, ZHOU Hong-yan, YU Zhi-cheng, HUANG Ren-gui, MAO Hua(757)

Design of Personal Protection System Platform Based on EPICS for HEPS ZHANG Hui-jie, MA Ying-lin, WANG Yu-fei, YAN Ming-yang, MA Zhong-jian, LIU Qiong-yao, LI Nan, WANG Qing-bin(763)

Design of Vehicle-mounted Tritium (³H) Activity Measuring Instrument LI Jian-wei, REN Min, WANG Xin(770)

Fault Tree Logic Loop Truncation Analysis Based on Loss of Off-site Power Source of Nuclear Power Plant SHI Qiang, WANG Xiao-feng, MA Shuai, YANG Bo, CHEN Yan, XU Hai-feng(774)

Evaluation Method of Uncertainty of Tritium in Environmental Water Measurement WANG Rui-jun, BAO Li, SONG Qin-nan, YANG You-kun, LI Peng-xiang, LI Zhou, GAO Ze-quan(783)

Radon Concentration Monitoring and Does Estimation in Underground Engineering XU Rong-zheng, WEN Wei-wei, WU You-peng, ZHU Zuo-ming, HAN Jun-jie, MENG Xian-ying, YU Ai(789)

Study on Energy Spectrum Clustering of Detectors in National Control Radiation Environment Automatic Monitoring Station NIU Yun-long, LUO Yun-fei, YANG Wei-geng, YANG Jiang, ZHAO Shun-ping, ZHENG Hui-di, FAN Fang-hui(795)

Simulation of Full-energy Peak Efficiency of Bulk Samples for a Broad-energy HPGe Detector by Monte Carlo Method ZHANG Lei, LUO Li-juan, LI Xiao-feng(800)

Study on X and γ Ray Response Characteristics of Boron Coated Ionization Chamber WANG Jun-cheng, ZHANG Mi, ZHOU Zhi-jiang, LIU Kai-di, SHI Yu-yan, ZHU Mei-ying, HU Wen-qi, CHEN Jia-lang(804)

Study on Electrical Fast Transient/Burst Immunity Test of Extra-reactor Nuclear Measurement System WANG Jian-ming, YANG Jing-yuan, WANG Xiao-yu, HE Xian-jian, YANG Dai-bo, ZENG Shao-li(809)

Design of Particle Accelerator Safety Interlock PLC System Based on EPICS MA Ying-lin, KANG Ming-tao, ZHANG Hui-jie, WANG Yu-fei, WANG Qing-bin, WU Qing-biao(815)

Current Status of Foreign Radioactive Waste Management ZHENG Jin-ming, YIN Jing-peng, CHEN Hui, WANG Fa-lin, GUO Yu-fu, GUO Xu(821)

Numerical Simulation of Surface Vibration of Underground Nuclear Explosion LIU Wei, ZHENG Yi(828)

Design and Implementation of Electronic Simulation System for JUNO Experiment FANG Xiao, LIN Tao, CAO Guo-fu, YANG Chao-wen, LI Wei-dong(835)

The Development of a High-Energy Proton and Single Particle Risk Monitor on BEDOU Three Navigation Satellite SHEN Guo-hong, ZHANG Huan-xin, QUAN Lin, TIAN Chao, ZHANG Shen-yi, CHANG Zheng, ZHANG Bin-quan, SUN Ying, SUN Yue-qiang(841)

Measurement of ²³⁸U(n,2n) Cross Sections by Activation Method HAN Zi-jie,YANG Yi-wei,LU Xin-xin,WANG Mei(849)

Influence Analysis on Uniformity Accuracy of Zirconium Based Fuel Element Measurement Based on Gamma Ray Absorption Method ZHANG Xiao-min(855)

Discriminating n-γ Pulse Shape Methods Comparison of EJ339 Liquid Scintillation Detector JIE Shuai, XIA Wen-ming, LIANG Cheng-qiang, QU Jie-tao, CHEN Zhi-gang(859)

Design of Defect Detection Circuit for Nuclear Fuel Cladding Outer Coating by Direct Current Potential Method DU Jia, CHEN Wen-guang, PENG Yuan-yuan(866)

Simulation Calculation and Test Verify for γ Ray Attenuation in Water and Pressure Shell Based on Undersea Nuclear Detector XU Jian-guo, YE Wei-cheng, CHEN Deng-ke, LI Le, ZHENG Ning-ning, ZOU Yu-bin, CAO Wen-tian, WU Jia-yu(873)

Simulation and Prediction of Main Performance of Hexagonal Boron Nitride Neutron Detector by MC Method WANG Chao, HE Gao-kui, ZHAO Jiang-bin(879)

Analysis on the Electronic Effects in the Characteristics Measurement of Photomultiplier Tube ZHANG Yu,WANG Zhi-min, ZHANG Hai-qiong(885)

Calculation of Antineutrino Detection Efficiency of Plastic Scintillator Detector Array by MC Method ZHENG Ji-jia, HE Gao-kui, WAN Yu-qing(892)

Design of a Multi-sphere Neutron Spectrum Unfolding Software Based on GRNN Algorithm ZHOU Yu-lin, ZENG Le, SUN Guang-zhi, CHEN Xiang-lei, WANG Jie, LIU Hai-feng(897)

The Design of Threshold Calibration Algorithm for the Silicon Pixel Detector Research ZHANG Yan, LI Lan-kun, LIU Peng, DING Ye, LI Zhen-jie(901)

Temperature Balance Simulation of a CLYC Detector in the Temperature Chamber WANG Qi-biao, DAI Heng, TUO Xian-guo, JIANG Gang, YANG Hong-chao, DENG Chao, LIU Fu-le(905)

Design of Vertical Shaft Seismic Brackets for Nuclear Detectors LI Liang,SUN Guang-zhi,PEI Yu, LIU Hai-feng,GE Meng-tuan,ZHOU Yu-lin,ZHAI Chun-rong,LIU Wen-zhen(912)

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

应用领域

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

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，电池工作时间长。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

应用领域

钢铁冶金行业的粉样分析，金属矿山的矿料分析、水泥全元素检测等

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
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