



中国高等教育学会实验室管理工作分会会刊
中文核心期刊
RCCSE中国权威学术期刊

ISSN 1002-4956
CN 11-2034/T
CODEN SJYGAR

实验技术与管理

Shiyan Jishu yu Guanli

Experimental Technology and Management

6

2022

第39卷 第6期
Vol. 39 No. 6

月刊

地下实验室⁹⁶Zr无中微子双贝塔衰变实验研究进展

吉林西部盐渍土分散性改良实验研究

多孔介质内CO₂-油扩散系数NMR原位测量实验方法

基于多智能体强化学习的可重构电池组串并联均衡方法

航空发动机控制系统容错验证平台设计及试验方法研究

重着染色体分割的图像处理综合实验设计

智能建造专业隧道地下水智能判识实验设计

基于组合赋权法和云模型的实验室安全管理评价方法

——以高速铁路系统试验国家工程实验室为例

实验技术与管理

第三十九卷第六期

二〇二二年六月

ISSN 1002-4956



9 771002 495224

0.6

中华人民共和国教育部主管

清华大学主办

主管：中华人民共和国教育部
主办：清华大学

主编：吕志刚

副主编：彭远红

编辑部主任：彭远红(兼)

编辑：张文杰 彭远红 张利芳

孙浩 杨荫荫

编务：杨荫荫 陈昕

发行：段然 吴岩

封面题字：刘仙洲院士、清华大学原第一副校长，
1963年题

编辑：《实验技术与管理》编辑部

地址：北京市海淀区清华大学科技服务楼

邮编：100084

在线投稿：<http://syjl.cbpt.cnki.net>

编辑部电话：010-62783005

邮箱：sjg@tsinghua.edu.cn

广告电话：010-62788738

订刊发行电话：010-62792635

邮箱：syjsygl@tsinghua.edu.cn

出版与发行：清华大学出版社有限公司

地址：北京市海淀区双清路学研大厦A座6层

邮编：100084

印刷：北京卓诚恒信彩色印刷有限公司

发行范围：国内外公开发行

国际标准连续出版物号：ISSN 1002-4956

国内统一连续出版物号：CN 11-2034/T

国际期刊编码：CODEN SJYGAR

广告发布登记：京海市监广登字20200045号

出版日期：6月20日

定价：26.00元/期 全年12期 312.00元

收录本刊内容的国内外数据库与媒体：

- 中国学术期刊(光盘版)
- 中国核心期刊(遴选)数据库
- 万方数据资源系统数字化期刊群
- 中国期刊网
- 中国学术期刊综合评价数据库
- 中国期刊全文数据库
- 中文科技期刊数据库
- 中文电子期刊服务
- 中国学术期刊文摘(中文版)
- 中国科技论文在线
- 美国《剑桥科学文摘》(CSA)
- 美国《化学文摘(网络版)》(CA)
- 美国《乌利希期刊指南(网络版)》(Ulrichsweb)
- 英国《世界陶瓷文摘(网络版)》(WCA)
- 日本《日本科学技术振兴机构数据库(中国)》(JST China)
- 美国《艾博思科数据库》(EBSCOhost)

特约专栏——重大基础前沿科学实验

地下实验室⁹⁶Zr无中微子双贝塔衰变实验研究进展

.....刘奇泽, 曾志, 曾鸣, 等 1

实验技术与方法

基于参数优化的LED驱动电路PCB热仿真分析

.....张开峰, 安世龙, 付康, 等 7

吉林西部盐渍土分散性改良实验研究.....牛岑岑, 季欣伦, 潘伟健, 等 13

多孔介质内CO₂-油扩散系数NMR原位测量实验方法

.....赵越超, 毛晓坤, 黄明星, 等 19

准原位X射线光电子能谱技术的开发和应用... 贾爱平, 张振华, 宋通洋, 等 24

姜黄素生物可降解纳米胶囊制备综合实验设计

.....傅双庆, 杜洁, 贾新超, 等 30

基于可视分析和图卷积的MOOC推荐模型.....连远锋, 王明月, 王智广, 等 34

UUV集群全局与局部融合路径规划方法.....王莹莹, 刘若璋, 孙骞, 等 43

镁合金超疏水涂层的制备及性能综合实验设计

.....刘恩洋, 王丽媛, 王珺, 等 50

基于眼动追踪技术的涂料产品“绿色化”包装设计

.....张巍, 崔博露, 孙林辉, 等 56

MOF衍生NiSe₂@NC的制备及电催化析氢综合设计实验

.....卢玉坤, 鲁克彬, 戴昉纳 62

虚拟仿真技术

基于多智能体强化学习的可重构电池组串并联均衡方法

.....叶泽雨, 尹靖元, 师长立, 等 68

基于数值模拟的占压管道力学响应虚拟仿真实验.....张雪松, 陈金平, 周鹏 73

基于ORB-SLAM3的多机器人地图构建算法.....罗可其, 夏益民, 蔡述庭, 等 82

抛槽式太阳能集热器光热耦合特性数值模拟仿真与分析

.....高志卫, 袁宇, 白章, 等 92

仪器设备研制

航空发动机控制系统容错验证平台设计及试验方法研究

.....李明, 宋志平, 刘一龙, 等 97

舱段自动对接实验教学平台的设计与应用.....李祺, 韦振振, 周锐南, 等 104

非结构化农业散粒物料间碰撞恢复系数测定实验平台

.....杨靖恺, 刘桂成, 付函, 等 109

基于单片机的灭火器数据采集实验装置设计.....郭芷含, 孔令谦, 李斌, 等 115

实验教学研究与管理

聚酰亚胺材料的分子模拟实验设计与实践.....郑凤, 王晓岗 120

第十一届编辑委员会名单

主任：曾嵘

顾问：（按姓氏笔画排序）

朱静 邱爱慈 陈小明 周玉 周远清
高松 席葆树 程建平 瞿振元

副主任：（按姓氏笔画排序）

王小力 吕志刚 朱臻 刘克新 孙小平
应敏 张云怀 张守民 张社荣 罗正祥
宗俊峰 荣昶 胡国庆 敖天其 席海涛
唐睿康 黄开胜 符宁平 梁宏 董林
蒋兴浩 雷敬炎 熊宏齐

编委：（按姓氏笔画排序）

马腾 马国玉 王建 王强 王志国
王秀梅 王树彬 王海东 毛昌杰 毛继泽
方建慧 石宏伟 史天贵 付洪利 冯建刚
朱竹青 任志波 向坚持 庄志鸿 刘仁
刘哲 刘锋 刘丕平 刘庆刚 刘芜健
刘拥军 刘幽燕 许四杰 农春仕 孙福
孙文磊 孙占久 孙春阳 孙胜春 孙桓五
芦燕 李莉 李崧 李清 李霆
李天书 李文中 李文涛 李方伟 李双进
李声威 李格升 李震彪 杨波 杨旭静
杨红英 杨培飞 杨德嵩 吴卫 吴祝武
吴福根 邱化寅 何都良 汪必琴 沈江
沈如群 张帆 张林^(a) 张林^(b) 张莉
张巍 张若好 张建成 张界新 张洪清
张冠鹏 张海峰 张燕勤 陈越 陈润
陈小鸿 陈心浩 陈灵泉 陈晓猛 罗茂斌
金仁东 周立超 赵明 荆莹 胡惠君
钟冲 钟华勇 施芝元 姚丽华 贺占魁
袁若 袁友亮 袁洪学 贾果欣 夏海兰
徐秀吉 高欣 郭平 郭庆 郭松斌
郭建中 唐俊峰 黄春麟 黄富贵 曹蓓
崔宏伟 崔锦峰 康传红 康智勇 梁勇
蒋开东 韩英霞 傅志刚 管国华 廖梦圆
熊龙彪 潘志峰 薛凌云 魏永前

特邀编委：（按姓氏笔画排序）

王杰 王健 冯建跃 兰中文 吕厚均
严薇 李鸿飞 张家栋 赵建新 胡今鸿
黄刚

特别支持单位

江苏埃德伯格电气有限公司 杨勇
北京东方迪格信息技术有限公司 达汉
上海万欣计算机信息科技有限公司 谢卫民
无锡赛弗安全装备有限公司 顾瑾

重叠染色体分割的图像处理综合实验设计	张林, 王广杰, 易先鹏, 等	125
煤矸视觉分选教学研究实验台	李博, 夏蕊, 王璐瑶, 等	131
基于 Unity3D 的核事故后放射性物质大气、水体扩散虚拟仿真实验	赵剑锐, 姜爽, 李泳琿, 等	137
大气压冷等离子体射流处理人体组织模型的实验教学研究	何桐桐, 何燕鹏, 郑跃胜	144
舰船尾流水池模拟及测试实验研究	王运龙, 金朝光, 张欣, 等	148
LNG 接收站综合实验平台建设	杜洋, 周凡, 王海清, 等	152
智能建造专业隧道地下水智能判识实验设计	童建军, 易文豪, 王明年, 等	157
基于 Python 的 TEQC 可视化软件设计及 GNSS 实验教学应用	卢立果, 吴汤婷	162
面向先进光传输的光学相敏放大器教学仿真实验设计	崔嘉斌, 李慧, 顾仁涛	168
BSF 体系反应-扩散-对流斑图实验设计	袁玲, 王洪章, 张一泓, 等	175
基于应力场可视化光弹实验平台的教学方法	杨永明, 李霄, 鞠杨	179
等离子体技术原位制备负载型掺杂 CdS 用于光降解染料的实验设计	靳晓芸, 王德钰, De Rancourt de Mimérand Yoann, 等	184

职业技术教育

发达国家职教教师资格准入制度的建设经验与启示 ——以美、英、德三国为例	柳思羽, 厉晓华	191
双创教育及现代学徒制视域下高职机电类专业实训教学体系的建设与实践	姚佳, 朱志伟	198

实验室环境健康与安全

基于组合赋权法和云模型的实验室安全管理评价方法——以高速铁路系统 试验国家工程实验室为例	孙延浩, 赵阳, 李昂, 等	204
高校实验室安全技能大赛的实践研究与展望	李均熙, 郝越, 孙雅茹	210
基于计划行为理论的化学类科研实验室安全教育体系探索与实践	朱久娟, 范寒寒, 孙兵, 等	214

实验室建设与管理

基于“双一流”视角的高校实验用房管理改革探索	孙占久, 王勤, 沈伯秀, 等	218
高校实验技术教师岗位胜任力实证研究	徐宁, 高原, 张林晞, 等	222
智能建造虚拟仿真实验教学平台建设与探索	占玉林, 许江辉, 何畏, 等	227

· 广告索引 ·

成都泰盟软件有限公司（封底）



《实验技术与管理》
微信公众号

CONTENTS

Special column: Major basic frontier science experiment

- Research status of neutrinoless double-beta decay of ^{96}Zr in underground laboratory..... LIU Qize, ZENG Zhi, ZENG Ming, et al 1

Experimental technology and method

- Thermal simulation analysis of LED drive circuit PCB based on parameter optimization..... ZHANG Kaifeng, AN Shilong, FU Kang, et al 7
- Experimental study on improvement of dispersibility of saline soil in western Jilin NIU Cencen, JI Xinlun, PAN Weijian, et al 13
- Experimental method for *in-situ* measurement of CO_2 -oil diffusion coefficient in porous media using NMR
..... ZHAO Yuechao, MAO Xiaokun, HUANG Mingxing, et al 19
- Development and application of quasi *in-situ* X-ray photoelectron spectroscopy technology
..... JIA Aiping, ZHANG Zhenhua, SONG Tongyang, et al 24
- Comprehensive experimental design for preparation of biodegradable curcumin nano-capsules.... FU Shuangqing, DU Jie, JIA Xinchao, et al 30
- MOOC recommendation model based on visual analysis and graph convolutional network
..... LIAN Yuanfeng, WANG Mingyue, WANG Zhiguang, et al 34
- Global and local fusion path planning algorithm for UAV clusters WANG Yingying, LIU Ruozhang, SUN Qian, et al 43
- Comprehensive experiment design on fabrication and performance of superhydrophobic coating on magnesium alloy
..... LIU Enyang, WANG Liyuan, WANG Jun, et al 50
- “Green” packaging design of coating products based on eye tracking technology..... ZHANG Wei, CUI Bolu, SUN Linhui, et al 56
- Preparation of MOF-derived $\text{NiSe}_2@\text{NC}$ and comprehensive design experiment of electrocatalytic hydrogen evolution
..... LU Yukun, LU Kebin, DAI Fangna 62

Virtual simulation technology

- Reconfigurable battery series and parallel equalization method based on multi agent reinforcement learning
..... YE Zeyu, YIN Jingyuan, SHI Changli, et al 68
- Virtual simulation experiment of mechanical response of buried pipelines under pressure-occupying load based on numerical simulation
..... ZHANG Xuesong, CHEN Jinping, ZHOU Peng 73
- Multi-robot map construction algorithm based on ORB-SLAM3..... LUO Keqi, XIA Yimin, CAI Shuting, et al 82
- Numerical simulation and analysis of the solar-thermal coupling characteristics for parabolic trough solar collector
..... GAO Zhiwei, YUAN Yu, BAI Zhang, et al 92

Development of instruments and equipments

- Design and test method research of fault tolerance verification platform for aero engine control system
..... LI Ming, SONG Zhiping, LIU Yilong, et al 97
- Design and application of cabins automatic docking experimental teaching platform..... LI Qi, WEI Zhenzhen, ZHOU Ruinan, et al 104
- Experimental platform for determining restitution coefficient of irregular agricultural particle-particle collision
..... YANG Jingkai, LIU Guicheng, FU Han, et al 109
- Design of fire extinguisher data acquisition experimental device based on single chip microcomputer
..... GUO Zhihan, KONG Lingqian, LI Bin, et al 115

Research and reform on experimental teaching

- Design and practice of molecular simulation experiment of polyimide materials ZHENG Feng, WANG Xiaogang 120
- Comprehensive experimental design of image processing for overlapping chromosome segmentation
..... ZHANG Lin, WANG Guangjie, YI Xianpeng, et al 125
- Experimental platform for teaching and research of coal-gangue visual separation LI Bo, XIA Rui, WANG Luyao, et al 131

Virtual simulation experiment of radioactivity diffusion in atmosphere and water after nuclear accident based on Unity3D	ZHAO Jiankun, JIANG Shuang, LI Yonghui, et al	137
Experimental teaching research on human tissue model treatment by atmospheric pressure plasma jet	HE Tongtong, HE Yanpeng, ZHENG Yuesheng	144
Research on simulation and test of ship wake flow in towing tank.....	WANG Yunlong, JIN Chaoguang, ZHANG Xin, et al	148
Construction of comprehensive experimental platform for LNG receiving station.....	DU Yang, ZHOU Fan, WANG Haiqing, et al	152
Experimental design of intelligent identification of tunnel groundwater in intelligent construction major	TONG Jianjun, YI Wenhao, WANG Mingnian, et al	157
Python-based TEQC visualization software design and GNSS experimental teaching application	LU Liguu, WU Tangting	162
Design of teaching simulation experiments of optical phase sensitive amplifier for advanced optical transmission technology	CUI Jiabin, LI Hui, GU Rentao	168
Experimental design of “reaction-diffusion-convection patterns in the BSF system”.....	YUAN Ling, WANG Hongzhang, ZHANG Yihong, et al	175
Teaching method based on stress field visualization photoelastic experiment platform.....	YANG Yongming, LI Xiao, JU Yang	179
Experimental design of <i>in-situ</i> preparation of supported doped CdS by plasma technology for photodegradation of dyes	JIN Xiaoyun, WANG Deyu, DE RANCOURT DE MIMERAND Yoann, et al	184

Vocational technology education

Construction experience and enlightenment of qualification access system for vocational education teachers in developed countries: Taking United States, Britain and Germany as examples.....	LIU Siyu, LI Xiaohua	191
Construction and practice of practical training teaching system of electromechanical specialty in higher vocational colleges from perspective of entrepreneurship and innovation education and modern apprenticeship	YAO Jia, ZHU Zhiwei	198

Environmental health and safety in laboratories

Laboratory safety management evaluation method based on combination weighting method and cloud model: Taking National Engineering Laboratory for System Test of High-Speed Railway as example.....	SUN Yanhao, ZHAO Yang, LI Ang, et al	204
Practice research and prospect of laboratory safety skill competition in colleges and universities	LI Junxi, HAO Yue, SUN Yaru	210
Exploration and practice of safety education system in chemical research laboratory based on theory of planned behavior	ZHU Jiujuan, FAN Hanhan, SUN Bing, et al	214

Laboratory construction and management

Exploration on management reform of experimental rooms in colleges and universities based on perspective of “Double first class”	SUN Zhanjiu, WANG Qin, SHEN Boxiu, et al	218
Empirical study on post competency of experimental technology teachers in colleges and universities	XU Ning, GAO Yuan, ZHANG Linxi, et al	222
Construction and exploration of virtual simulation experimental teaching platform for intelligent building	ZHAN Yulin, XU Jianghui, HE Wei, et al	227

Experimental Technology and Management (Monthly, Started in 1963)

Supervised by	Ministry of Education of the People’s Republic of China
Sponsored by	Tsinghua University
Editor-in-Chief	LYU Zhigang
Published by	Tsinghua University Press
Edited by	Editorial Board of Journal of Experimental Technology and Management
Address	Service Building of Science and Technology, Tsinghua University, Beijing 100084, China
Tel	86-10-62783005; 86-10-62788738; 86-10-62792635(Tel)
E-mail	sjg@tsinghua.edu.cn
Network	http://syjl.chinajournal.net.cn/
Standard Serial Number	ISSN 1002-4956 CN11-2034/T
CODEN	SJYGAR