



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

实验技术与管理

Shiyan Jishu yu Guanli

Experimental Technology and Management

3

2023

第40卷 第3期
Vol. 40 No.3

月刊

高校虚拟仿真教学环境构建逻辑探讨

能源-交通-信息融合系统韧性提升的实验平台构建

基于主客观分析方法的室外声环境实验设计

基于 T-S 模糊模型的桥吊系统积分状态反馈控制

球栅阵列焊点剪切设备研制与实验设计

土壤老化方法在重金属稳定化修复实验教学中的应用

高校实验室 VOCs 特征研究及治理思路探讨

美国国家实验室运行管理经验与启示

第四十卷第三期

二〇二三年三月

ISSN 1002-4956



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

责任编辑：张利芳

编务：杨荫荫 陈昕

发行：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：3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——高水平虚拟仿真教学环境建设

- 高校虚拟仿真教学环境构建逻辑探讨……………张敏,文福安,刘俊波 1
能源-交通-信息融合系统韧性提升的实验平台构建
……………张亚超,丁志龙,谢仕炜 7

实验技术与方法

- 番茄髓部坏死病原菌分离鉴定及药剂筛选…冯晓晓,施斌,陈恩磊,等 14
FT-ICR MS解析水中DOM化学多样性及分子转化特性……………冯嘉靖 21
含不同层理倾角黄砂岩损伤破裂机理研究……………周传涛,田文岭,甄治国,等 26
土壤水实验设备负压边界调控方法……………黄汉生,杨何畏,王康 32
二维MXene@MoS₂复合膜的制备及其染料分离和抑菌性能研究
……………程晓婕,覃小健,李群,等 37
非均质地层全尺寸PDC钻头破岩实验研究……………庞照宇,幸雪松,武治强,等 44
一种大功率微波功率测量方法……………冯学玲,黄亦飞,徐登峰,等 52
碱性燃料电池Ni基阳极氢氧化化性能的实验设计
……………赵联明,徐静,鲁效庆,等 58
脉冲电压放电对普通油纸绝缘破坏特性的综合实验设计
……………严家明,周一恒,徐瑞东,等 64
基于调频连续波雷达的煤仓料位监测系统实验设计
……………李松,史天长,张晓光 71
等离子体催化再生颗粒捕集器平台的设计与应用
……………竺新波,吴瀚鹏,罗建斌,等 76
基于主客观分析方法的室外声环境实验设计……………岳思阳,李新欣 82

虚拟仿真技术

- 基于改进A*算法和DWA融合的机器人路径规划研究
……………赵久强,赵庭辉,冯毅萍,等 87
面向校园多机器人协同巡查的路径规划虚拟仿真实验设计
……………靳荔成,刘一莹,白瑞峰,等 93
星表探测机器人控制技术虚拟仿真实验教学设计
……………王玲玲,富立,王秋生,等 100
基于多功能模型箱的排土场相似模拟实验设计
……………赵红泽,秦斌德,林泽辰,等 106
基于T-S模糊模型的桥吊系统积分状态反馈控制
……………邵雪卷,张井岗,刘丽琴,等 113
基于超表面空间光调控的教学仿真实验设计…李慧宇,王玉,荆日星,等 119
航空发动机点火激励器虚拟维修分析……………闫锋,袁旭峰 125

仪器设备研制

六自由度水下 USBL 定位计量装置设计与测试

..... 朱建军, 张淑娟, 周天, 等 139

变旋翼垂直起降无人机设计与实验..... 朱睿, 温潍齐, 何星宇, 等 145

基于 PLC 的研石山重力热管性能研究实验系统设计

..... 张柏林, 房淑华, 张润旭 152

球栅阵列焊点剪切设备研制与实验设计..... 王晗, 潘艺良, 熊金刚, 等 158

基于紫外荧光光谱技术的 SO₂ 气体测量实验装置

..... 余李志, 吴琼, 梁荫杰, 等 164

基于拉锥细芯光纤的双参量同时测量传感器..... 刘昌宁, 鲁志琪 169

实验教学研究与管理

入侵检测知识对抗与迁移实验设计..... 鲍宇, 赵亮, 韩丽霞, 等 174

不同边缘高度油池火传热和烟气分析教学实验平台

..... 刘春祥, 刘声涛, 余龙星, 等 179

土壤老化方法在重金属稳定化修复实验教学中的应用

..... 马妍, 程芦, 胡黎明, 等 185

面向工业过程的自校正控制教学实验平台..... 岳恒, 花春桐, 李健, 等 193

基于拉曼光谱仪搭建的项目式实验设计..... 赵浩, 郭鑫, 吴忠云, 等 201

基于深度知识追踪的个性化推荐编程实训系统建设与教学实践

..... 苏庆, 陈佳欣, 黄鸿林, 等 206

基于 DeepFM 的个性化练习题推荐系统研究..... 傅翠娇, 龚震, 杨子恒 212

基于人体姿态感知信息的“新工科”实验案例设计

..... 王毅, 张沪寅, 黄建忠, 等 217

可拆卸式拉曼光谱仪光路调节方法的改进及应用

..... 伍明, 沈佳宇, 覃致浪, 等 226

实验室环境健康与安全

高校实验室 VOCs 特征研究及治理思路探讨..... 苗豪梅, 艾德生, 黄开胜, 等 231

基于 PSR-Elman 的高校实验室安全风险动态评估..... 张亮, 李景良, 崔海洋 237

实验室建设与管理

美国国家实验室运行管理经验与启示..... 李辉, 房超, 黎晓东 243

高校实验技术队伍定岗定编的逻辑与路径..... 崔国印, 刘芫健, 邹梦玲 250

· 广告索引 ·

天津盛扬远科技有限公司 (封二)

天津市基理科技股份有限公司 (插 1)

江苏埃德伯格电气有限公司 (插 2)

广州佰能信息科技有限公司 (插 3)

北京橄欖山软件有限公司 (插 4)

普睿博仪器 (杭州) 有限公司 (插 5)

上海万欣计算机信息科技有限公司 (插 6)

公益广告 (封三)

天津轻鸿智能科技有限公司 (封底)

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 王海东 毛昌杰 毛继泽 方建慧
石宏伟 占金华 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 刘庆刚 刘拥军 刘幽燕
刘崎峰 许四杰 许燕滨 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 邱化寅
何都良 汪必琴 沈江 沈勇 沈如群
沈清明 张帆 张林⁽¹⁾ 张林⁽²⁾ 张莉
张巍 张若妍 张建成 张界新 张洪清
张冠鹏 张海峰 张燕勤 陈越 陈小鸿
陈心浩 陈灵泉 陈晓猛 邵光辉 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 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 董绍辉
蒋开东 韩英霞 傅志刚 管图华 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)

丁延伟 王兵 王杰 冯建跃 兰中文
邢志 毕大强 李赛 钟茂华 姚文清
桂南 唐晓强 章立军 韩小涛 曾志
蔡峰

特别支持单位

江苏埃德伯格电气有限公司 董事长 杨勇
上海万欣计算机信息科技有限公司 总经理 谢卫民
中国分析测试协会高校分析测试分会 秘书长 姚文清
清华四川能源互联网研究院 副院长 鲁宗相
浙江清华长三角研究院 副院长 冯叶成



《实验技术与管理》
微信公众号

CONTENTS

Special column: Construction of high-level virtual simulation learning environment

Discussion on logic of constructing virtual simulation learning environment in colleges and universities	ZHANG Min, WEN Fuan, LIU Junbo	1
Construction of experimental platform for resilience enhancement of energy-transport-information integrated systems	ZHANG Yachao, DING Zhilong, XIE Shiwei	7

Experimental technology and method

Identification of causal agent of tomato pith necrosis and screening of fungicides.....	FENG Xiaoxiao, SHI Bin, CHEN Enlei, et al	14
Chemical diversity and molecular transformation characteristics of DOM in water by FT-ICR MS.....	FENG Jiajing	21
Damage and fracture mechanism of yellow sandstone with different bedding dip angles	ZHOU Chuantao, TIAN Wenling, ZHEN Zhiguo, et al	26
Method of controlling negative pressures at the boundary of soil water experiment equipments	HUANG Hansheng, YANG Hewei, WANG Kang	32
Research on preparation of two-dimensional MXene@MoS ₂ composite membrane and its dye separation performance and antibacterial activity	CHENG Xiaojie, QIN Xiaojian, LI Qun, et al	37
Experimental study on rock breaking by full-size PDC bit in heterogeneous layer.....	PANG Zhaoyu, XING Xuesong, WU Zhiqiang, et al	44
A high-power microwave power measurement method.....	FENG Xueling, HUANG Yifei, XU Dengfeng, et al	52
Experimental design of the hydrogen oxidation performance of Ni based anodes in alkaline fuel cells	ZHAO Lianming, XU Jing, LU Xiaoqing, et al	58
Comprehensive experiment design of conventional oil-paper insulation destruction characteristics caused by partial discharge under pulse voltage	YAN Jiaming, ZHOU Yiheng, XU Ruidong, et al	64
Experimental design of coal bunker level monitoring system based on frequency modulated continuous wave radar	LI Song, SHI Tianchang, ZHANG Xiaoguang	71
Design and application of plasma catalytic system for diesel particle filter regeneration.....	ZHU Xinbo, WU Hanpeng, LUO Jianbin, et al	76
Experimental design of outdoor acoustic environment based on subjective and objective analysis.....	YUE Siyang, LI Xinxin	82

Virtual simulation technology

Research on robot path planning based on improved A* algorithm and DWA.....	ZHAO Jiuqiang, ZHAO Tinghui, FENG Yiping, et al	87
Design of virtual simulation experiment of path planning for multi-robot cooperative patrol in campus	JIN Licheng, LIU Yixuan, BAI Ruifeng, et al	93
Teaching design of virtual simulation experiment on control technology of planet surface exploration robot	WANG Lingling, FU Li, WANG Qiusheng, et al	100
Design of similarity simulation experiment for dump based on multi-function model box.....	ZHAO Hongze, QIN Binde, LIN Zechen, et al	106
Integral state feedback control of bridge crane system based on T-S fuzzy model.....	SHAO Xuejuan, ZHANG Jinggang, LIU Liqin, et al	113
Design of teaching simulation experiment based on metasurface space light field control.....	LI Huiyu, WANG Yu, JING Rixing, et al	119
Virtual maintenance analysis of aero-engine ignition exciter.....	YAN Feng, YUAN Xufeng	125
Design and realization of virtual simulation experiment of mine DC hoist control system	KUAI Songyan, ZHU Qiming, WANG Guangya, et al	132

Development of instruments and equipment

Design and test of 6-degree of freedom underwater USBL positioning and metering device	ZHU Jianjun, ZHANG Shujuan, ZHOU Tian, et al	139
---	--	-----

Design and experiment of variable rotor vertical take-off and landing UAV	ZHU Rui, WEN Weiqi, HE Xingyu, et al	145
Design of experimental system for performance study of gangue hill gravity heat pipe based on PLC	ZHANG Bailin, FANG Shuhua, ZHANG Runxu	152
Development and experimental design of BGA solder joint shear equipment.....	WANG Han, PAN Yiliang, XIONG Jingang, et al	158
Experimental device for SO ₂ gas measurement based on UV fluorescence spectroscopy	YU Lizhi, WU Qiong, LIANG Yinjie, et al	164
Dual-parameters simultaneous measurement sensor based on tapered thin-core fiber	LIU Changning, LU Zhiqi	169

Research and reform on experimental teaching

Experiment design of intrusion detection knowledge confrontation and transferring	BAO Yu, ZHAO Liang, HAN Lixia, et al	174
Teaching experimental platform for heat transfer and smoke analysis of pool fire with different ullage heights	LIU Chunxiang, LIU Shengtao, YU Longxing, et al	179
Application of soil aging method in experimental teaching of heavy metals stabilization.....	MA Yan, CHENG Lu, HU Liming, et al	185
Experimental platform for teaching and learning of self-tuning control for industrial process	YUE Heng, HUA Chuntong, LI Jian, et al	193
Project experiment based on the self-constructed Raman spectrometer	ZHAO Hao, GUO Xin, WU Zhongyun, et al	201
Construction and teaching practice of personalized recommendation programming training system based on deep knowledge tracing	SU Qing, CHEN Jiaxin, HUANG Honglin, et al	206
Research on the personalized exercise recommendation system based on the DeepFM.....	FU Cuijiao, GONG Zhen, YANG Ziheng	212
Case design of emerging engineering experiment based on human posture perception information	WANG Yi, ZHANG Huyin, HUANG Jianzhong, et al	217
Improvement of optical path adjustment method and application of detachable Raman spectrometer	WU Ming, SHEN Jiayu, QIN Zhilang, et al	226

Environmental health and safety in laboratories

Research on characteristics of VOCs in university laboratories based on environmental monitoring and discussion on treatment strategy	MIAO Haomei, AI Desheng, HUANG Kaisheng, et al	231
Dynamic assessment of university laboratory safety risk based on PSR-Elman.....	ZHANG Liang, LI Jingliang, CUI Haiyang	237

Laboratory construction and management

Experience and enlightenment of American national laboratory operation management	LI Hui, FANG Chao, LI Xiaodong	243
The logic and path of fixed arrangement and position for experimental technical teams in colleges and universities	CUI Guoyin, LIU Yuanjian, ZOU Mengling	250

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
E-mail	sjg@tsinghua.edu.cn
Network	http://syjl.chinajournal.net.cn/
Standard Serial Number	ISSN 1002-4956
	CN11-2034/T
CODEN	SJYGAR