



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
中国科技核心期刊
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

9

2023

第40卷 第9期
Vol. 40 No. 9

月刊

一流本科实验教学保障体系的研究与构建

无人机空中加油锥套识别与对接导引模拟实验设计与实现

基于空气炮的碳纤维板高速累积冲击实验

基于投影增强现实的辐射定标教学实验系统开发与案例设计

油浴润滑轴承加速寿命故障检测教学试验台研制

微生物燃料电池阳极制备和测试

基于作战指挥环理论的实验室安全事故应急联动体系模型

人工智能技术赋能大型仪器设备开放共享研究

第四十卷第九期

二〇二三年九月

ISSN 1002-4956



9 771002 495231

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：王玉军

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：9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——实验教学保障体系构建

一流本科实验教学保障体系的研究与构建 宋敬敬, 黄华存, 冯家勋 1

实验技术与方法

无人机空中加油锥套识别与对接引导模拟实验设计与实现

..... 穆凌霄, 王 斑, 李青亮, 等 9

基于电阻层析成像技术的弹状流实验研究 赵培华, 李 华, 简景德, 等 17

TiO₂/活性炭光催化剂降解乙黄药的综合实验设计

..... 曹俊雅, 雷兴雨, 刘 猛, 等 23

基于空气炮的碳纤维板高速累积冲击实验 周 辉, 井坤坤, 谢素超, 等 29

焊点压痕图像采集实验系统设计及图像预处理分析

..... 张旭强, 万渤麟, 于志浩 35

掺纳米 SiO₂ 和矿粉的混凝土梁冻损试验研究 闫思璐, 宋 辉, 周艳华, 等 41

基于紧组合残差滑动方差的 GNSS 欺骗干扰检测与实验

..... 丁继成, 任尚垠, 赵 琳, 等 48

无人驾驶汽车垂直泊车路径规划、跟踪实验设计及评价

..... 于蕾艳, 侯泽宇, 吴宝贵, 等 55

基于图结构融合的自监督聚类实验设计 张 林, 陈祥志, 向海平, 等 65

基于云边协同的智能垃圾分类系统设计 朱 辰, 张西晨, 李森杰, 等 74

基于改进 MobileViT 模型的大球盖菇品质分级实验研究

..... 左银华, 赵明岩, 吴顺海, 等 81

高温高压页岩渗吸实验系统设计 王文东, 任 慈, 孙庆豪, 等 91

基于分子模拟技术的 CO₂ 智能泡排剂体系性能研究实验设计与实践

..... 孙霜青, 贺润娜, 王志坤, 等 95

桦木酸磺酰胺衍生物类小分子 Omicron 融合抑制剂的综合性实验设计

..... 宋高鹏, 刘铭健, 王进绅, 等 102

直接乙醇燃料电池阴极制备与装配工艺优化实验设计与实施

..... 乔金硕, 张 琪, 陈湘君, 等 109

虚拟仿真技术

基于自适应 EKF 的感应电机无传感器控制 胡 堃, 徐 磊, 周君威, 等 117

基于 ABAQUS 的约束混凝土破坏特征数值仿真教学平台

..... 王 辉, 怀洪源, 徐智超, 等 125

基于投影增强现实的辐射定标教学实验系统开发与案例设计

..... 张晶晶, 黄智杰, 范烜赫, 等 132

基于虚拟仿真的同步器齿毂误差溯源实训系统

..... 刘永生, 赵 锦, 李进宁, 等 142

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 王玉军 王海洁 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
董林 蒋兴浩 雷敬炎 熊宏齐

编委：（按姓氏笔画排序）

马国玉 王建 王强 王志国 王秀梅
王海东 王耀峰 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 张若好 张建成 张界新 张洪清
张冠鹏 张海峰 张勤勤 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

基于 Aspen Plus 的化工过程安全仿真实训课程设计与探索

..... 杨傲, 王文和, 米红甫, 等 150

面向 DFMA 的装配式异形 BIM 构件快速建模设计与深化应用

..... 董道德, 邹贻权, 汤宇尘, 等 157

基于 Unity3D 的柴油催化加氢实验仿真培训系统设计

..... 胡骏, 陈东梁, 张东胜, 等 166

基于改进 VSRB-RRT 算法的机器人路径规划仿真实验

..... 倪建云, 李浩, 谷海青, 等 172

仪器设备研制

基于霍尔元件的螺线环磁场测量装置及实验设计

..... 刘晓瑜, 南金龙, 王子熠, 等 179

油浴润滑轴承加速寿命故障检测教学试验台研制

..... 栾晓娜, 王黎明, 杜雨, 等 187

基于 FPGA 的结构缺陷交流电磁场可视化实验系统

..... 袁新安, 卞旭东, 杨会敏, 等 193

异质材料同轴挤出式 3D 打印“双创型”实践教学平台设计与应用

..... 李继康, 南亚琪, 孙殷昊, 等 200

实验教学研究与管理

生物质基敏感膜的制备及湿度传感性能分析实验教学设计

..... 唐丽荣, 吕建华, 陈博, 等 207

微生物燃料电池阳极制备和测试..... 邱云峰, 方朱璐妮, 于森, 等 214

振动筛激振器斜齿轮中心距对其动力学特性的影响分析——仿真实验与科研

实践联动的案例设计..... 程晓涵, 李宗吾, 王亚洲, 等 220

基于多相驱替行为透明解析实验平台的教学方法..... 郑江韬, 潘博, 鞠杨 229

油气分离条件对挥发性原油高压物性及采收率的影响——基于工程案例的探

究性实验建设..... 付帅师, 朱永春, 韩继凡, 等 237

实验室环境健康与安全

第三方检查机制助力高校实验室安全管理..... 孙也, 刘宏菊, 王海宁 245

基于作战指挥环理论的实验室安全事故应急联动体系模型

..... 穆渴心, 冉栋刚, 田庚, 等 250

实验室安全风险分级管理体系建设探索..... 张晔, 黄勇, 居晨玉, 等 255

实验室建设与管理

人工智能技术赋能大型仪器设备开放共享研究..... 陈晨, 张龄之, 陆恒杨 260

大学物理教学实验室设计研究..... 赵婉雪, 王一钧, 崔彤 267

新工科智能制造实践教学平台建设..... 于赫洋, 刘丽萍, 王超, 等 275

· 广告索引 ·

江苏埃德伯格电气有限公司（封二）

上海万欣计算机信息科技有限公司（插1）

暨南大学生命科学与技术国家实验教学示范中心（插2）

广州佰能信息科技有限公司（插3）

广州为乐信息科技有限公司（插4）

北京交通大学机械工程实验教学与工程训练中心（封三）

天津轻鸿智能科技有限公司（封底）



《实验技术与管理》
微信公众号

CONTENTS

Special column: Construction of experimental teaching support system

- Research and construction of first-class undergraduate experimental teaching support system
SONG Jingjing, HUANG Huacun, FENG Jiaxun 1

Experimental technology and method

- Design and implementation of UAV aerial refueling cone recognition and docking guidance simulation experiment
MU Lingxia, WANG Ban, LI Qingliang, et al 9
- Experimental study by the fast electrical impedance tomography technique on gas-liquid slug flow
 ZHAO Peihua, LI Hua, LIN Jingde, et al 17
- Comprehensive experimental design of degradation of ethyl xanthate by TiO_2 /activated carbon photocatalyst
CAO Junya, LEI Xingyu, LIU Meng, et al 23
- Experiment of high-speed cumulative impact of carbon fiber plate based on air cannon..... ZHOU Hui, JING Kunkun, XIE Suchao, et al 29
- Experimental system design and image pre-processing analysis of weld spot indentation image acquisition
 ZHANG Xuqiang, WAN Bolin, YU Zhihao 35
- Experimental study on freezing damage of concrete beams mixed with nano- SiO_2 and mineral powder
YAN Silu, SONG Hui, ZHOU Yanhua, et al 41
- GNSS spoofing detection and test using RSV of tightly coupled navigation system DING Jicheng, REN Shangyin, ZHAO Lin, et al 48
- Experiment design and evaluation of driverless vehicle vertical parking path planning and tracking
 YU Leiyan, HOU Zeyu, WU Baogui, et al 55
- Experimental design of self-supervised clustering based on graph structure fusion.....ZHANG Lin, CHEN Xiangzhi, XIANG Haiping, et al 65
- Design of intelligent waste sorting system based on cloud edge collaboration ZHU Chen, ZHANG Xichen, LI Senjie, et al 74
- Experimental study on quality grading of stropharia rugoso-annulata based on improved MobileViT model
ZUO Yinhu, ZHAO Mingyan, WU Shunhai, et al 81
- High temperature and high pressure shale imbibition experimental system design.....WANG Wendong, REN Ci, SUN Qinghao, et al 91
- Experimental design and practice of research on performance of CO_2 intelligent foaming agent system based on molecular simulation technology
 SUN Shuangqing, HE Runna, WANG Zhikun, et al 95
- Comprehensive experimental design for betulinic acid sulfonamide derivatives as novel SARS-CoV-2 Omicron small-molecule fusion inhibitor
SONG Gaopeng, LIU Mingjian, WANG Jinshen, et al 102
- Experimental design and implementation of cathode preparation and assembly process optimization for direct ethanol fuel cells
 QIAO Jinshuo, ZHANG Qi, CHEN Xiangjun, et al 109

Virtual simulation technology

- Sensorless control of induction motor based on adaptive EKFHU Kun, XU Lei, ZHOU Junwei, et al 117
- Simulation experiment teaching platform for constrained concrete failure characteristics based on ABAQUS
 WANG Hui, HUAI Hongyuan, XU Zhichao, et al 125
- Development and case design of radiation calibration teaching experiment system based on projection augmented reality
 ZHANG Jingjing, HUANG Zhijie, FAN Xuanhe, et al 132
- Practical training system for error tracing of synchronizer tooth hub based on virtual simulation
 LIU Yongsheng, ZHAO Jin, LI Jinning, et al 142
- Design and exploration of chemical process safety simulation training course based on Aspen Plus
 YANG Ao, WANG Wenhe, MI Hongfu, et al 150
- Rapid modeling design and deepening application of prefabricated BIM irregular components oriented to DFMA
 DONG Daode, ZOU Yiquan, TANG Yuchen, et al 157

| | | |
|--|--|-----|
| Design of simulation training system for diesel catalytic hydrogenation experiment based on Unity3D | HU Jun, CHEN Dongliang, ZHANG Dongsheng, et al | 166 |
| Simulation experiment of robot path planning based on improved VSRB-RRT algorithm..... | NI Jianyun, LI Hao, GU Haiqing, et al | 172 |

Development of instruments and equipment

| | | |
|--|---|-----|
| Toroidal solenoid magnetic field measurement device and experimental design based on Hall element | LIU Xiaoyu, NAN Jinlong, WANG Ziyi, et al | 179 |
| Development of oil bath lubricated bearing accelerated life fault test bench for teaching | LUAN Xiaona, WANG Liming, DU Yu, et al | 187 |
| Visual experiment system of alternating current field measurement for structural defects based on FPGA | YUAN Xinan, BIAN Xudong, YANG Huimin, et al | 193 |
| Design and application of heterogeneous material coaxial extrusion 3D printing “dual-innovation” type practical teaching platform | LI Jikang, NAN Yaqi, SUN Yin hao, et al | 200 |

Research and reform on experimental teaching

| | | |
|---|--|-----|
| Experimental teaching design for preparation of biomass-based sensitive film and analysis of humidity sensing performance | TANG Lirong, LYU Jianhua, CHEN Bo, et al | 207 |
| Preparation and test of anode for microbial fuel cell..... | QIU Yunfeng, FANG Zhuluni, YU Miao, et al | 214 |
| Influence analysis of the helical gear pair’s center distance of vibration screen exciter on its dynamic characteristics: Case design for the linkage between simulation experiments and scientific research | CHENG Xiaohan, LI Zongwu, WANG Yazhou, et al | 220 |
| Teaching method for multiphase displacement behavior based on transparent experimental platform | ZHENG Jiangtao, PAN Bo, JU Yang | 229 |
| The influence of oil and gas separation conditions on the PVT properties and recovery efficiency of volatile crude oil: Exploratory experiment construction based on engineering cases | FU Shuaishi, ZHU Yongchun, HAN Jifan, et al | 237 |

Environmental health and safety in laboratories

| | | |
|---|--|-----|
| Third-party inspection mechanism facilitates safety management of university laboratories..... | SUN Ye, LIU Hongju, WANG Haining | 245 |
| Model of emergency linkage response system for laboratory safety accidents based on theory of operational command loop | MU Kexin, RAN Donggang, TIAN Geng, et al | 250 |
| Exploration on construction of laboratory safety risk grading management system..... | ZHANG Ye, HUANG Yong, JYU Chenyu, et al | 255 |

Laboratory construction and management

| | | |
|--|---|-----|
| Research on the open sharing mechanism of large-scale instruments and equipment enabled by artificial intelligence technology | CHEN Chen, ZHANG Lingzhi, LU Hengyang | 260 |
| Research on the design of university physics teaching laboratory | ZHAO Wanxue, WANG Yijun, CUI Tong | 267 |
| Construction of intelligent manufacturing practice teaching platform for new engineering..... | YU Heyang, LIU Liping, WANG Chao, et al | 275 |

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 | WANG Yujun |
| 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 |



教学实验室建设解决方案

轻鸿金环智能机器蛇教学平台简介



轻鸿金环智能机器蛇教学实验平台包括了智能机器蛇的硬件系统和软件系统。硬件系统包括电机驱动系统头部感知与控制系统遥控器；软件系统包括各种机器人感知驱动和控制算法等。

轻鸿金环智能机器蛇软硬件及算法

开源仿真软件

```

#金环智能机器蛇环境封装
class Snake_Env():...
#采样类
class Sample():...
#构建策略网络
class Actor_Net(nn.Module):...
#构建评价网络
class Critic_Net(nn.Module):...
#PPO算法类
class PPO():...
#正弦策略
def Sin_Policy(time):...
if __name__ == "__main__":
#固定随机种子
random.seed(1)
np.random.seed(1)

```

智能算法

配备详细的多学科实验指导书

开源仿真系统实验指导书

深度强化学习实验指导书

自动控制实验实验指导书

```

#include <Snake.h>
#include <Snake.h>
#include <Snake.h>
class Snake{
private:
    unsigned char _snake_ID;
    unsigned char _snake_Speed;
    unsigned char _snake_Direction;
    unsigned char _snake_Pos;
    unsigned char _snake_Pos;
public:
    //初始化
    Snake(SnakeID,SnakeSpeed,SnakeDirection,SnakePos);
    //获取ID
    unsigned char SnakeID_Get();
    void SnakeID_Set(unsigned char det);
    //获取速度
    unsigned char SnakeSpeed_Get();
    void SnakeSpeed_Set(unsigned char det);
    //获取方向
    unsigned char SnakeDir_Get();
    void SnakeDir_Set(unsigned char det);

```

基础编程实验指导书