



全国高校实验室工作研究会会刊

中文核心期刊

中国科技核心期刊

RCCSE中国权威学术期刊

第38卷 第12期

总第286期 (月刊)

Vol. 38 No. 12

Serial No.286 (Monthly)

12  
2019

# 实验室研究与探索

## Research and Exploration in Laboratory



无锡赛弗安全装备有限公司

Wuxi Safoo Safety Equipment Co., Ltd.

### 多功能组合柜

开启实验室危化品存储自由组合新时代!



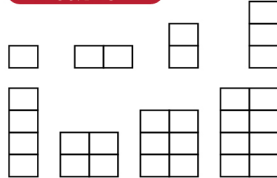
#### 设计理念

1. 解决狭小空间环境下实验室化学品储存问题
2. 解决实验室内多品种、少量化学品储存问题
3. 解决实验室化学品多人使用、多人管理问题
4. 解决实验室化学品合规性储存问题

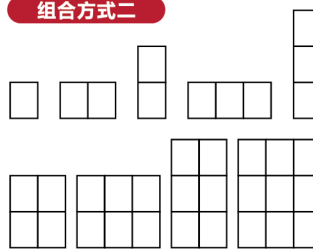


方案一: 电子密码锁+GA机械锁  
方案二: GA机械锁+GA机械锁

#### 组合方式一



#### 组合方式二



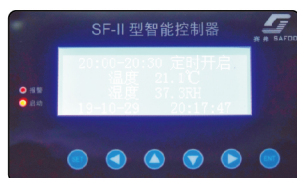
#### 解决问题

1. 横竖自由组合, 实现多场景应用
2. 一体式内箱, 具有防腐蚀、耐用功能
3. GA双锁, 符合国家强制性标准
4. 可选定时排风系统、温湿度报警系统、VOC报警系统、净化系统



#### 选配一: 定时排风系统

◎防盗, 防火, 接地, 通风, 防渗漏, 双锁管理;



#### 选配二: 温湿度监控系统

◎防盗, 防火, 接地, 通风, 防渗漏, 双锁管理;  
◎温湿度监控系统;



#### 选配三: 环境监控, 净化, 物联网系统

◎防盗, 防火, 接地, 通风, 防渗漏, 双锁管理;  
◎VOC, 温湿度监控系统;  
◎高效净化系统;  
◎具有物联网拓展功能。

ISSN 1006-7167



万方数据 006716196

安全有我 赛弗随行

SAFETY WITH ME SAFOO FOLLOWING

传真: 0510-83783508

网址: www.safoo.net

地址: 江苏省无锡市锡山区东港镇S228旁



# 实验室研究与探索 (月刊)

SHIYANSHI YANJIU YU TANSUO

第 38 卷第 12 期总第 286 期

1982 年创刊

2019 年 12 月出版

中华人民共和国教育部 主 管  
高等学校实验室工作研究会会刊

中文核心期刊  
中国科技核心期刊  
RCCSE 中国权威学术期刊  
中国高校特色科技期刊  
中国高校优秀科技期刊  
《CAJ-CD 规范》执行优秀期刊  
全国高校优秀编辑质量科技期刊  
华东地区优秀期刊  
上海市高校优秀科技期刊

主 办:上海交通大学  
主 编:蒋兴浩  
编辑出版:《实验室研究与探索》编辑部  
地 址:上海市华山路 1954 号  
上海交通大学教学三楼 456、457 室  
邮 编:200030  
电话:(021)62932952 62932875  
广告热线:(021)62933165(带传真)  
在线投稿网址:<http://sysy.cbpt.cnki.net>  
电子信箱:[sysy@mail.sjtu.edu.cn](mailto:sysy@mail.sjtu.edu.cn)(办公用)  
[sysydk@163.com](mailto:sysydk@163.com)(订刊)  
[sysygy@163.com](mailto:sysygy@163.com)(广告用)  
网 址:<http://sysy.cbpt.cnki.net>  
印 刷:上海纯德印务有限公司  
广告经营许可证:3101045000324  
国际标准连续出版物号:ISSN 1006-7167  
国内统一连续出版物号:CN 31-1707/T  
国际期刊编码:CODEN SYTAAZ  
发行范围:国内外公开发行  
邮发代号:4-834 定价:22.5 元/册

## 敬告作者与读者

本刊已入选下列网站、数据库及检索系统提供信息服务。若有不同意者请告知本刊,本刊所付稿酬已包含刊物上网服务,不再另付。

- 《中国学术期刊(光盘版)》
- 《中国期刊网》
- 《万方数据——数字化期刊群》
- 《中国核心期刊(遴选)数据库》
- 《中国学术期刊综合评价数据库》
- 《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)
- 俄罗斯《文摘杂志》(AJ, VINITI)
- 美国《化学文摘》(CA)
- 美国《剑桥科学文摘》(CSA)
- 美国《乌利希国际期刊指南》(UIPD)
- 英国《INSPEC》数据库
- 美国《史蒂芬斯数据库》(EBSCOhost)

期刊基本参数:CN31-1707/T \* 1982 \* m \* A4 \* 315 \* zh \* P \* 22.50 \* 7150 \* 70 \* 2019-12

## 目 次

|                                                |               |     |
|------------------------------------------------|---------------|-----|
| · 校长·名人访谈·                                     |               |     |
| 加强技术支撑 创建世界一流(续)——访山东大学芦延华副校长 ... 夏有为          |               | 1   |
| · 实验技术·                                        |               |     |
| 两个钕同多酸化合物的光谱测试 .....                           | 陈义平,孙瑞卿,杨 珍   | 4   |
| 新型无机复合沥青阻燃剂的制备及其阻燃机理 .....                     | 刘文娟,周 婷,孙 杨,等 | 10  |
| SAAS 模式 WebGIS 关键技术 .....                      | 何洪磊           | 16  |
| 基于丝肽功能化石墨烯增敏多巴胺电化学传感构建综合实验体系 .....             | 王炎英,屈 颖,李春涯   | 23  |
| 行人二次过街交叉口信号相序多目标优化方法 .....                     | 王艳丽,卢建涛,吴 兵   | 27  |
| 脉冲激光透过散射介质再聚焦及其影响因素 .....                      | 王福娟,和河向,李俊洋,等 | 33  |
| 基于电磁传感器的智能车循线算法 .....                          | 杨子义,陈梦婷       | 37  |
| 基于 H6 和 QPR 控制的新型光伏并网逆变器 .....                 | 栾 天,任一峰,安 坤,等 | 40  |
| 工业六轴机器人末端抖动的研究 .....                           | 陈永刚,樊开夫,谭晶晶,等 | 44  |
| Matlab 在气象专业教学中的应用——气象要素的 M-K 检验突变分析 .....     | 胡 琦,马雪晴,胡莉婷,等 | 48  |
| 水杨醛亚胺钴(Ⅱ)配合物的合成及载氧性能 .....                     | 姜翠玉,邵 雪,刘 蕾,等 | 52  |
| 多相芬顿催化氧化实验室高浓度有机废水试验 .....                     | 张 健,丁明华,潘 琨,等 | 57  |
| 固相研磨法制备 Co-N 掺杂介孔碳氧还原催化剂实验 .....               | 王 燕,王琦璟,高艳丽,等 | 61  |
| · 仪器设备研制与开发·                                   |               |     |
| 高速光无线传输仪器研制及测试 .....                           | 郑朝阳,姜 斌,包建荣,等 | 65  |
| 新型深水夹层管道静水压溃实验设计 .....                         | 付光明,彭玉丹,杨健坤,等 | 70  |
| 微光成像实验平台的光路设计 .....                            | 李 英,尹丽菊,申 晋,等 | 75  |
| 工业无线网络的智能搬运机器人实验平台设计 .....                     | 李 超,邓小宝,史运涛,等 | 79  |
| 基于数字孪生的智能装配机械臂实验系统 .....                       | 林润泽,王行健,冯毅萍,等 | 83  |
| 风洞舰船模型运动控制系统设计与开发 .....                        | 王 飞,吴小峰       | 89  |
| 一种三维矢量磁场测量仪的设计 .....                           | 刘梦欣,李锦明,成乃朋,等 | 94  |
| · 专题讨论——虚拟仿真技术(76)·                            |               |     |
| 实时仿真器的 PWM 逆变器实验方法 .....                       | 余 敏,郝正航,陈 卓,等 | 98  |
| 基于 LBM 与 Matlab GUI 的流体力学可视化教学与虚拟实验 .....      | 刘向东,戴含晖,陈永平   | 102 |
| 基于 Unity3D 的微波暗室环境下天线测量虚拟实验系统设计与实现 .....       | 薛小荣,李晓峰,李韦泓,等 | 108 |
| 基于 VR 实验的地下商业街有效停留活动系数求解方法 .....               | 姚 刚,朱郁松,陈垚云,等 | 113 |
| 基于 COMSOL Multiphysics 的叉指微电极细胞传感器仿真研究 .....   | 赵雨秋,崔传金,何 宁,等 | 116 |
| 物联网虚拟仿真实验教学平台——网络和嵌入式网关层 .....                 | 陈建锋,罗家兵,黄福春   | 122 |
| 火电机组半实物仿真平台监控系统设计与实现 .....                     | 孙宇贞,彭道刚,于会群,等 | 127 |
| · 计算机技术应用·                                     |               |     |
| 基于 HDFS 的大数据文件传输实验设计 .....                     | 刘文杰           | 132 |
| 基于 PCA 与 t-SNE 特征降维的城市植被 SVM 识别方法 .....        | 于慧伶,霍镜宇,张怡卓,等 | 135 |
| · 实验室主任讲台·                                     |               |     |
| 肩负起新时代高校育人的历史使命——浅谈新时代《实验室研究与探索》期刊的责任与担当 ..... | 孟庆繁           | 141 |
| · 实验教学示范中心建设·                                  |               |     |
| 网络安全国家级虚拟仿真实验教学中心建设探索 ... 张沪寅,陈 晶,黄建忠,等        |               | 144 |
| 加大实验室开放举措 培养创新创业型人才 .....                      | 康海燕,冯晓丽,蔡觉平   | 149 |
| 创客教育理念融入工程训练 提升学生创新创业能力 .....                  | 吴亚辉,张英琦,行志刚   | 152 |
| 级进模 CAD/CAM 综合教学实验探索 .....                     | 俞彦勤,刘 辉,樊自田   | 156 |
| · 实验教学与创新·                                     |               |     |
| 基于 NI 仪器的模态测试系统开发以及在教学中的应用 .....               | 孙鑫晖,董翔文,左海强,等 | 160 |
| 软件仿真平台在光纤通信实验教学改革中的应用 .....                    | 李 茜,叶振忠       | 165 |
| 一种在线通用物理实验报告系统的设计与实现 .....                     | 白洪亮,周汉杰,惠 煌,等 | 169 |



# 以竞赛为载体的电子信息类创新人才培养模式探索与实践

|                                         |               |     |
|-----------------------------------------|---------------|-----|
| 多模式融合的体育视频技术实验分析 .....                  | 夏春琴,刘莞健,朱震华   | 173 |
| 自动化工程教育专业认证中的毕业设计改革与实践 .....            | 石庆福           | 177 |
| 草地资源调查与规划实践教学体系建立 .....                 | 朱海荣,张怀才       | 182 |
| 化工原理课程知识共性关联探究及教学实践 .....               | 常生华,陈先江,程云湘,等 | 187 |
| 计算材料学分子设计性实验探究 .....                    | 袁 腾,杨卓鸿,李 鑫,等 | 190 |
| 自动化类课程实验平台及内容体系提升 .....                 | 李邵仁,鲁效庆       | 196 |
| GC-MS/MS 在研究生实验教学中的应用 .....             | 李 鹏,陈 勇,任文平,等 | 200 |
| 新文科背景下法学虚拟实验教学平台的设计与实现 .....            | 虞俊超,陈翠红,徐利斯,等 | 204 |
| 苯甲醛 Cannizzaro 反应教学实验有关问题的探讨 .....      | 王占全,陈 亮,周登凉,等 | 208 |
| 面向新工科的新建本科院校工程管理专业实践教学改革的 .....         | 王 红,王海滨,卢传君,等 | 216 |
| 基于 QFD 理论的经营管理虚拟仿真实训课程教学设计 .....        | 戴晓燕,刘 超       | 221 |
| 电机学实验教学探索 .....                         | 闫 萍,荆 浩       | 225 |
| 大型仪器在冶金工程本科实验教学中的应用 .....               | 齐文娟,徐青青,孙 佳,等 | 229 |
| 高校实验教学课程思政亲和力的价值和提升路径 .....             | 于春梅,韩丽辉,李 远,等 | 233 |
| 本科生分子生物学实验延伸课堂的教学实践 .....               | 沈 光,洪一明       | 237 |
| 电类导论实验课程创新培养模式探索 .....                  | 盛哲津,李天明,陆东东   | 241 |
| 刘 闯                                     |               | 245 |
| · 实习与实训 ·                               |               |     |
| 基于 ARM 的塔康和中波导航机模拟训练系统设计与实现 .....       | 刘云飞,杨 超,徐向旭   | 248 |
| · 国外实验室 ·                               |               |     |
| 美国高等级生物安全实验室人员培训体系及其启示 .....            | 夏 蕊,黄 弋,马海霞,等 | 252 |
| 芬兰学徒制培训质量管理保障机制建设的经验与启示 .....           | 曾绍玮           | 256 |
| · 实验室建设与科学管理 ·                          |               |     |
| 数据治理在解决“一张表”问题中的实践 .....                | 郝志杰,李 莉,荣 娟   | 261 |
| “1+X+N+W”省级创新创业实践教育中心构建 .....           | 刘 允,魏永军,祖 强   | 266 |
| 高校实验室建设与管理体制、机制的研究与思考 .....             | 方 莹,雷敬炎,朱娟蓉,等 | 270 |
| 高清虚拟演播室建设的探索与实践 .....                   | 林 鑽,陈 龙,路 慧   | 274 |
| 地方高校实验技术队伍的建设与实践 .....                  | 裴祉鉴,杜 刚,李元栋   | 278 |
| · 文经管类实验室 ·                             |               |     |
| 日本产学官合作国际化人才培养模式改革的启示——以日本名古屋大学为例 ..... | 万陈芳           | 281 |
| 基于语言信息的经管类实验教学质量评价方法及应用 .....           | 徐 敏           | 288 |
| · 仪器设备供应与管理 ·                           |               |     |
| 借鉴国外管理经验 提升设备共享水平 .....                 | 蓝蔚青,谢 晶,陆文宣,等 | 293 |
| 大型科研仪器设备开放共享的探索与实践 .....                | 王 杰,王 妮,李 盼,等 | 297 |
| 全生命周期设备招标的关键——标前管理 .....                | 章文丽           | 304 |
| · 实验室环境与安全 ·                            |               |     |
| 新时代高校实验室安全管理新范式 .....                   | 杨 琦,陈晓猛       | 308 |
| 高校辐射安全管理的实践与探索 .....                    | 宁 信,张 锐,王满意,等 | 312 |
| · 封面故事 ·                                |               |     |
| 上海交大麻志浩教授经实验验证的两项量子信息研究新进展 .....        |               | i   |
| 第 38 卷(2019 年)下卷目次 .....                |               | I   |

## 本期导读

- ▲夏有为教授通过网络采访了山东大学主管实验室工作的芦延华副校长,芦副校长介绍了该校与丁肇中教授合作以及加强技术平台与实验室建设情况,很有启发。
- ▲郑州大学刘文娟等制备一种新型的无机复合阻燃剂,满足长大隧道对沥青路面铺装时阻燃性能的需要,有实用价值。
- ▲贵州大学余敏等提出了基于实时仿真器的 PWM 逆变器实验新方法,充分体现了由理论到实践的完美过渡,以此加强学生对电力电子技术中逆变器相关理论的理解,提高学生的实际操作能力和创新意识。
- ▲武汉大学张沪寅等提出了多维分层进阶式学习理念,教育心理学与虚拟仿真技术相结合,打造虚实结合的实验平台,强化学生动手实践能力,对推进工科科技人才培养具有现实意义。
- ▲中国科学院武汉病毒研究所夏蕊等介绍了美国高等级生物安全实验室人员培训体系的基本内容及对进一步完善和提高我国高等级生物安全实验室人员培训体系的启示。
- ▲中国石油大学(华东)孙鑫晖等在结构动力学课程教学中,为了满足实验教学的需要,在 Matlab GUI 环境下自行开发了一套结构复杂、价格昂贵的模态测试系统,值得一阅。

## 《实验室研究与探索》 第九届编辑委员会名单 (按姓氏汉语拼音排序)

|         |         |     |     |     |
|---------|---------|-----|-----|-----|
| 高级顾问    | 中国科学院院士 | 陈 竺 | 陈洪渊 | 邓子新 |
|         | 冯 端     | 潘际奎 | 杨叔子 | 朱清时 |
| 中国工程院院士 | 杜善义     | 林忠钦 | 刘经南 |     |
|         | 翁史烈     | 谢和平 | 朱 静 | 左铁镛 |
| 主 任     | 张安胜     |     |     |     |
| 副 主 任   | 敖天其     | 蔡绍洪 | 杜先能 | 冯建跃 |
|         | 冯海涛     | 方东红 | 符宁平 | 蒋兴浩 |
|         | 华子春     | 王金龙 | 黄开胜 | 黄 侃 |
|         | 罗正祥     | 马传峰 | 毛继泽 | 彭华松 |
|         | 孙小平     | 田蔚凤 | 唐毅谦 | 武晓峰 |
|         | 熊宏齐     | 徐 平 | 张爱林 | 张新祥 |
|         | 张云怀     | 周伯明 | 朱 臻 | 张卫国 |
| 编 委     | 白云峰     | 毕 叶 | 陈 润 | 陈灵泉 |
|         | 陈启辉     | 陈小鸿 | 陈学进 | 陈永清 |
|         | 楚丹琪     | 崔宏伟 | 董君枫 | 方建慧 |
|         | 冯玉红     | 高 欣 | 高洪旺 | 管国华 |
|         | 郭 庆     | 郭应时 | 郝润科 | 何都良 |
|         | 贺立峰     | 贺占魁 | 胡惠君 | 胡桃元 |
|         | 黄湘宁     | 姜文凤 | 姜周曙 | 蒋卫民 |
|         | 金仁东     | 康传红 | 李 凤 | 李 靖 |
|         | 李 军     | 李宝麟 | 李方伟 | 李光辉 |
|         | 李剑锋     | 李胜群 | 李声威 | 李文中 |
|         | 李震彪     | 梁国胜 | 梁 宏 | 梁 齐 |
|         | 林峰森     | 林建军 | 林松盛 | 刘 刚 |
|         | 刘景钱     | 刘幽燕 | 吕景林 | 路贵斌 |
|         | 芦 燕     | 罗茂斌 | 罗书强 | 罗一帆 |
|         | 孟庆繁     | 毛奇凤 | 齐京礼 | 覃枝安 |
|         | 史天贵     | 沈小璞 | 施芝元 | 邵世禄 |
|         | 苏占海     | 孙 力 | 孙广福 | 孙学军 |
|         | 孙恒五     | 孙文磊 | 孙忠军 | 唐金华 |
|         | 王 健     | 王 杰 | 王 勤 | 王 洋 |
|         | 王松良     | 王树彬 | 王卫栋 | 王晓华 |
|         | 王益民     | 王永杰 | 汪进前 | 汪盛科 |
|         | 吴 卫     | 吴福根 | 吴国新 | 吴祝武 |
|         | 向坚持     | 徐 晨 | 徐 洲 | 徐四平 |
|         | 徐秀吉     | 许宏山 | 许四杰 | 严书亭 |
|         | 杨 琦     | 杨培飞 | 杨佩青 | 杨旭静 |
|         | 尹自斌     | 殷卫红 | 余 青 | 余 魁 |
|         | 袁友亮     | 咎凤彪 | 张 彪 | 张 林 |
|         | 张 旭     | 张海峰 | 张红兵 | 张洪明 |
|         | 张宏玉     | 张社荣 | 张伟明 | 张义庭 |
|         | 赵 明     | 赵 鹏 | 赵长明 | 赵建新 |
|         | 赵永泉     | 钟 冲 | 钟华勇 | 周立超 |
|         | 朱昌平     | 朱德建 | 朱红星 | 朱运利 |
|         | 朱仲良     |     |     | 朱再明 |
| 特邀编委    | 曹义亲     | 陈敬德 | 甘焕英 | 高 松 |
|         | 葛志煜     | 郝云忱 | 黄世钧 | 胡今鸿 |
|         | 贾申利     | 刘 宏 | 刘 平 | 吕厚均 |
|         | 谭世海     | 温光浩 | 王卫国 | 王卫荣 |
|         | 吴 炎     | 伍 扬 | 严 薇 | 易佑民 |
|         | 曾小彬     | 张 勇 | 张建峡 | 张文桂 |
|         | 赵 瑾     | 赵永俭 | 周骥平 | 朱洪平 |
| 编辑部人员   |         |     |     |     |
| 名誉主编    | 夏有为     |     |     |     |
| 主 编     | 蒋兴浩     | 副主编 | 彭华松 | 周伯明 |
| 编 辑     | 陶世弟     | 秦富生 | 秦杏荣 |     |
| 办公室主任   | 赵利润     | 广告部 | 刘佃来 |     |
| 信息与发行部  | 孙 龙     |     |     |     |
| 本期责任编辑  | 陶世弟     | 终 审 | 蒋兴浩 |     |



# RESEARCH AND EXPLORATION IN LABORATORY

## ( Monthly )

Vol. 38 No. 12

Serial No. 286

Dec. 2019

Serial paraments: CN31 – 1707/T \* 1982 \* m \* A4 \* 315 \* zh \* P \* 22.50 \* 7150 \* 70 \* 2019-12

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                      |                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>• Chancellor and Celebrity Interviews •</b>                                                                                                                       |                                                     |
| Strengthen Technical Support to Create World-class( Continued ) .....                                                                                                | 1                                                   |
| <b>• Experimental Technique •</b>                                                                                                                                    |                                                     |
| Spectral Experimental Research of Two Novel Isopolyoxovanadates .....                                                                                                | CHEN Yiping, SUN Ruiqing, YANG Zhen 4               |
| Preparation of New Inorganic Composite Flame Retardant Modified Asphalt and Its Flame Retardant Mechanism .....                                                      | LIU Wenjuan, ZHOU Ting, SUN Yang, et al 10          |
| Research on Key Technology of SAAS Mode WebGIS .....                                                                                                                 | HE Honglei 16                                       |
| A Comprehensive Experiment based on Enhanced Sensing of Dopamine Using Silk Peptide Functionalized Graphene Nanosheets .....                                         | WANG Yanying, QU Yin, LI Chunya 23                  |
| Multi-objective Optimization of Signal Phase Sequence at Isolated Intersections with Pedestrian Two-stage Crossing .....                                             | WANG Yanli, LU Jiantao, WU Bing 27                  |
| Laser Pulse Focusing through Turbid Media Based on Wavefront Shaping Technique .....                                                                                 | WANG Fujuan, HE Hexiang, LI Jiaoyang, et al 33      |
| Follow-line Algorithm for Smart Car Based on Electromagnetic Sensors .....                                                                                           | YANG Ziyi, CHEN Mengting 37                         |
| Research on New Grid-connected Photovoltaic Inverter Based on H6 and QPR Control .....                                                                               | LUAN Tian, REN Yifeng, AN Kun, et al 40             |
| Research on Jitter of Industrial Six-axis Robot Terminal .....                                                                                                       | CHEN Yonggang, FAN Kaifu, TAN Jingjing, et al 44    |
| Application of MATLAB in Meteorological Teaching——M-K Test for the Abrupt Change Analysis of Meteorological Elements .....                                           | HU Qi, MA Xueqing, HU Liting, et al 48              |
| Synthesis of Salicylaldiminate Colbet ( II ) Complexes and Their Oxygen Carrying Performance .....                                                                   | JIANG Cuiyu, SHAO Xue, LIU Lei, et al 52            |
| Experiment on High Concentration Organic Wastewater in Multiphase Fenton Catalytic Oxidation Laboratory .....                                                        | ZHANG Jian, DING Minghua, PAN Kun, et al 57         |
| Synthesis of Ordered Mesoporous Cobalt an Nitrogen Co-doped Carbon Electrocatalysts for Oxygen Reduction Reaction via Solid-state Grinding Method .....              | WANG Yan, WANG Qijing, GAO Yanli, et al 61          |
| <b>• R&amp;D of Instruments and Apparature •</b>                                                                                                                     |                                                     |
| Development and Test of High-Speed Optical Wireless Transmission Instrument .....                                                                                    | ZHENG Zhaoyang, JIANG Bin, BAO Jianrong, et al 65   |
| Experimental Design for Hydrostatic Collapse Behavior by a New Sandwich Pipe for Deepwater .....                                                                     | FU Guangming, PENG Yudan, YANG Jiankun, et al 70    |
| Optical Path Design of Low-light-level Imaging Experimental Platform .....                                                                                           | LI Ying, YIN Liju, SHEN Jin, et al 75               |
| Design of Intelligent Handling Robot Experiment Platform Based on Industrial Wireless Network .....                                                                  | LI Chao, DENG Xiaobao, SHI Yuntao, et al 79         |
| Experimental System of Intelligent Assembly Manipulator Based on Digital Twin .....                                                                                  | LIN Runze, WANG Xingjian, FENG Yiping, et al 83     |
| Design and Development of Motion Control System for Wind Tunnel Ship Model .....                                                                                     | WANG Fei, WU Xiaofeng 89                            |
| Design of a 3-dimensional Vector Magnetic Field Measuring Instrument .....                                                                                           | LIU Mengxin, LI Jinming, CHENG Naipeng, et al 94    |
| <b>• Special Topic Discussion——Virtual Simulation Experiment(76) •</b>                                                                                               |                                                     |
| Experimental Method for PWM Inverter Based on Real-time Simulator .....                                                                                              | YÜ Min, HAO Zhenghang, CHEN Zhuo, et al 98          |
| Visualized Teaching and Virtual Experiment for Fluid Mechanics Based on LBM and Matlab GUI .....                                                                     | LIU Xiangdong, DAI Hanhui, CHEN Yongping 102        |
| Design and Implementation of a Virtual Experiment System for Antenna Measurement in Microwave Anechoic Chamber Based on Unity3D .....                                | XUE Xiaorong, LI Xiaofeng, LI Weihong, et al 108    |
| Solving Method of Effective Staying Activity Coefficient for Underground Commercial Streets Based on VR Experiment .....                                             | YAO Gang, ZHU Yusong, CHEN Kaiyun, et al 113        |
| Simulation Research on Interdigitated Microelectrode Cell Sensor Based on COMSOL Multiphysics .....                                                                  | ZHAO Yuqiu, CUI Chuanjin, HE Ning, et al 116        |
| IoT Virtual Simulation Experiment Teaching Platform——Network and Embedded Gateway Layer .....                                                                        | CHEN Jianfeng, LUO Jiabing, HUANG Fuchun 122        |
| Design and Implementation of SCADA System on Hardware-in-the-loop Simulation System for Power Plant .....                                                            | SUN Yuzhen, PENG Daogang, YU Huiqun, et al 127      |
| <b>• Application of Computer Technology •</b>                                                                                                                        |                                                     |
| Experimental Design of File Traction Based on HDFS Big Data .....                                                                                                    | LIU Wenjie 132                                      |
| Urban vegetation identification method based on pca-t-sne-svm .....                                                                                                  | YU Huiling, HUO Jingyu, ZHANG Yizhuo, et al 135     |
| <b>• Tribune of Lab Director •</b>                                                                                                                                   |                                                     |
| Shouldering the Historical Mission of University Education in the New Era——The Responsibility of Research and Exploration in Laboratories .....                      | MENG Qingfan 141                                    |
| <b>• Demonstration Centen Set-up of Experiment Teaching •</b>                                                                                                        |                                                     |
| Exploration of the Construction of the National Level Virtual Simulation Experiment Teaching Center of Network Security .....                                        | ZHANG Huiyin, CHEN Jing, HUANG Jianzhong, et al 144 |
| Increasing Open Laboratory Initiative to Foster Innovative and Entrepreneurial Talents .....                                                                         | KANG Haiyan, FENG Xiaoli, CAI Jueping 149           |
| Integrate Maker Education Concept into Engineering Training under the Background of New Engineering, Promote Students' Innovation and Entrepreneurship Ability ..... | WU Yahui, ZHANG Yingqi, XING Zhigang 152            |
| Exploration on the Comprehensive Teaching Experiment of Progressive Die CAD/CAM .....                                                                                | YU Yanqin, LIU Hui, FAN Zitian 156                  |



|                                                                                                                                       |                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>• Experimental Teaching and Innovation •</b>                                                                                       |                                                           |
| Development of Modal Testing System Based on NI Instrument and Its Application in Teaching                                            | SUN Xinhui, DONG Xiangwen, ZUO Haiqiang, et al 160        |
| Application of Software Simulation Platform in the Experiment Teaching Reform of Optical Fiber Communication                          | LI Xi, YE Zhenzhong 165                                   |
| Design and Implementation of a General Physics Experiment Report System                                                               | BAI Hongliang, ZHOU Hanjie, HUI Huang, et al 169          |
| Exploration and Practice of Innovation Talents Training of Electronic Information Based on Competition                                | XIA Chunqin, LIU Yuanjian, ZHU Zhenhua 173                |
| Experimental Analysis of Multi-mode Fusion Sports Video Technology                                                                    | SHI Qingfu 177                                            |
| Reform and Practice of Graduation Design in Certification of Engineering Education of Automation Specialty                            | ZHU Hairong, ZHANG Huaicai 182                            |
| Study of Practice Teaching Reform for the Discipline of Research and Planning of Grassland Resource                                   | CHANG Shenghua, CHEN Xianjiang, CHENG Yunxiang, et al 187 |
| Related Research and Teaching Practice of Knowledge in Course of Principles of Chemical Engineering                                   | YUAN Teng, YANG Zhuohong, NI Chunlin, et al 190           |
| Computational Materials Science Molecular Design-oriented Experiments                                                                 | LI Shaoren, LU Xiaoping 196                               |
| Improvement of Experimental Platform and Curriculum System in Automation Courses Teaching                                             | LI Peng, CHEN Yong, REN Wenping, et al 200                |
| Application of GC-MS/MS in Postgraduates' Experimental Teaching                                                                       | YU Junchao, CHEN Cuihong, XU Lisi, et al 204              |
| Design and Implementation of Virtual Experiment for Education of Law under the Background of New Liberal Arts and Social Science      | WANG Zhanquan, CHEN Liang, ZHOU Dengliang, et al 208      |
| Teaching Study on Cannizzaro Reaction of Benzaldehyde                                                                                 | WANG Hong, WANG Haibin, LU Chuanjun, et al 216            |
| Research on Practical Teaching Reform of Engineering Management Major in Newly-built Undergraduate College for New Engineering        | DAI Xiaoyan, LIU Chao 221                                 |
| Design of Virtual Simulation Course for Business Management Based on QFD                                                              | YAN Ping, JING Hao 225                                    |
| Teaching Exploration on Electrical Machinery Experiment Course                                                                        | QI Wenjuan, XU Qingjing, SUN Jia, et al 229               |
| Exploration on Application of Large-scale Instruments and Equipment in Metallurgical Engineering Specialty                            | YU Chunmei, HAN Lihui, LI Yuan, et al 233                 |
| Value and Promotion Route for Experimental College Teaching Course of Ideological and Political Affinity                              | SHEN Guang, HONG Yiming 237                               |
| Research and Practice on the Undergraduate Molecular Biology Experimental Teaching Reform                                             | SHENG Zhejin, LI Tianming, LU Dongdong 241                |
| Creative Cultivation Model in the Experimental Course of Introduction to Electricity                                                  | LIU Chuang 245                                            |
| <b>• Training and Practice •</b>                                                                                                      |                                                           |
| Design and Implementation of Simulation Training System of TACAN and Medium Wave Navigation Machine Based on ARM                      | LIU Yunfei, YANG Chao, XU Xiangxu 248                     |
| <b>• Lab Abroad •</b>                                                                                                                 |                                                           |
| High-containment Laboratory Staff Training System in the United States and Its Inspiration                                            | XIA Han, HUANG Yi, MA Haixia, et al 252                   |
| Experience and Enlightenment from the Construction of Finland Apprenticeship Training Quality Management and Insurance Mechanism      | ZENG Shaowei 256                                          |
| <b>• Lab Set-Up and Scientific Management •</b>                                                                                       |                                                           |
| Practice and Exploration of Data Governance in Solving the Problem of "One Table" Problem                                             | HAO Zhijie, LI Li, RONG Juan 261                          |
| Research on the Construction of "1 + X + N + W" Provincial Practice Education Centers for Innovation and Entrepreneurship             | LIU Yun, WEI Yongjun, ZU Qiang 266                        |
| Research and Reflection on the Construction and Management System of Laboratories in Universities                                     | FANG Kun, LEI Jingyan, ZHU Juanrong, et al 270            |
| Exploration and Practice of the Construction of Virtual Studio with High Definition in A New Kind of Training Room                    | LIN Huang, CHEN Long, LU Hui 274                          |
| Exploration and Practice for the Construction of Experimental Technology Teams in Local Universities                                  | PEI Zhijian, DU Gang, LI Yuandong 278                     |
| <b>• Lab of Arts-Econonocs-Management •</b>                                                                                           |                                                           |
| The Enlightenment of Japan's Industry-University-Government Cooperation Education for International Talent Training                   | WAN Chenfang 281                                          |
| —A Case Study of Nagoya University in Japan                                                                                           | XU Min 288                                                |
| Research on Evaluation Method and Application of Economics and Management Experimental Teaching Quality Based on Language Information |                                                           |
| <b>• Supply and Management of Apparatus and Equipment •</b>                                                                           |                                                           |
| Learning from Equipment Management Experience from Foreign Universities, Enhancing the Sharing Level of Universities in China         | LAN Weiqing, XIE Jing, LU Wenxuan, et al 293              |
| Exploration and Practice of Opening and Sharing Large-scale Scientific Instruments and Equipment                                      | WANG Jie, WANG Ni, LI Pan, et al 297                      |
| Key to Bidding for Life Cycle Equipment —Pre-bid Management                                                                           | ZHAN Wenli 304                                            |
| <b>• Environment and Safety of Lab •</b>                                                                                              |                                                           |
| A New Paradigm for Safety Management of University Laboratories in the New Era                                                        | YANG Qi, CHEN Xiaomeng 308                                |
| Practice and Exploration on Radiation Safety Management in Colleges and Universities                                                  | NING Xin, ZHANG Rui, WANG Manyi, et al 312                |
| <b>• Cover Story •</b>                                                                                                                |                                                           |
| Two New Derelopments in Quantum Information Research Verified by Experiments of Professor Ma Zhihao of Shanghai Jiaotong University   | i,ii                                                      |

## Research and Exploration in Laboratory ( Monthly , Started in 1982 )

**In charge:** Education Ministry, P. R. China

**Published by:** Shanghai Jiao Tong University

**Editor-in-Chief:** JIANG Xinghao

**Edited by:** Editorial Department of Research and Exploration in Laboratory

**Address:** 1954 Huashan Rd. , Shanghai, P. R. China

**Zip Code:** 200030

**Tel/Fax:** 86-21-62933165

**Contribute:** <http://sysy.cbpt.cnki.net>

**E-mail:** sysy@mail.sjtu.edu.cn

sysycp@163.com

**Issue number:** ISSN 1006 - 7167

CN 31 - 1707/T

**CODEN:** SYTTAZ



## 亚龙电子专业人才培养整体解决方案

专业教学标准

教学场地建设

师资队伍建设

教学资源建设

产学研一体建设

创业创新教育与现代学徒制

(适用于高等院校、职业院校、技工院校、行业企业培训中心)

### 亚龙YL-26A型多功能电子实验装置



### ★设备概述

亚龙YL-26A型多功能电子实验装置是根据数字化网络实验教学的需求，结合生产实际和职业岗位的技能要求，以ARM+FPGA为核心的嵌入式架构，结合虚拟测控技术，集成虚拟示波器、程控函数信号源、程控电源等为一体的综合性教学实验平台。可用于电子技术基础及设计、单片机原理及应用、嵌入式系统及应用等课程的教学实训，电子产品软、硬件设计、实验及理论实验一体化，软硬一体化教学。

## 亚龙智能装备集团股份有限公司

公司地址：温州市永嘉工业园区（瓯北街道）

销售热线：0577-67312678

培训服务热线：0577-67987606

售后热线：0577-67318011

大赛服务热线：0577-67317505

E-mail: yalong@yalong.cn

淘宝旗舰店: yalongcn.taobao.com