



全国高校实验室工作研究会会刊  
中文核心期刊  
RCCSE中国权威学术期刊

QK2103331

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

# 实验技术与管理

1  
2021

Shiyan Jishu yu Guanli

第38卷 第1期  
Vol. 38 No.1

Experimental Technology and Management

月刊



常州大学  
CHANGZHOU UNIVERSITY

<http://cmee.cczu.edu.cn/gpe/>

## 江苏省绿色过程装备重点实验室

广告

机械工程学院  
School of Mechanical Engineering  
城市轨道交通学院  
School of Urban Rail Transit

主要研究方向 { 过程装备本质强化及再制造技术  
多相流机理研究及装备应用  
新能源及节能环保装备技术

办公科研场所2800余m<sup>2</sup> 拥有大型仪器设备31台套



ISSN 1002-4956



中华人民共和国教育部主管

清华大学主办

9 771002 495217

万方数据

主管：中华人民共和国教育部

主办：清华大学

高等学校实验室工作研究会会刊

中文核心期刊

RCCSE 中国权威学术期刊

中国高校优秀科技期刊

《CAJ-CD 规范》执行优秀期刊

主编：黄开胜

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

网址·在线投稿：

<http://syjl.cbpt.cnki.net>

<http://syjl.chinajournal.net.cn>

编辑部电话：010-62783005

邮箱：sjg@tsinghua.edu.cn

广告电话：010-62797828

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

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

广告经营许可证：京海工商广字第 0081 号

出版日期：1月20日

定价：23.50元/期 全年12期 282.00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）

万方数据

### 特约专栏——高校实验室工作70年发展历程回顾（上）

新中国70周年高等学校实验室工作发展历程回顾（上）……李兴植，李 斌，王成涛 1

### 实验室创新与发展

基于新工科的工程训练培养体系构建与实践……朱玉平，张学军 8

加拿大高校大学生 Co-op 模式运行机制研究与启示……严 红，张 源，李桂臣，等 12

海洋声学信息感知实验室海洋声学实验与人才培养……李 辉，杨坤德，段顺利，等 17

我国高校大型科研仪器设备共享评价模型构建……刘心蕊，杨 巍，张鹤达 21

融合思政元素的无机化学实验课程建设……房川琳，熊 庆，苏 燕 28

### 实验技术与方法

便携式自动控制三维立体投影装置的设计和制作……房若宇 33

X-射线衍射仪中样品架对物相分析的影响……李 丹，林丽萍，胡 准 36

生长轮扫描图 Canny 边界检测结果修复算法……林启招，孙永科，何 鑫，等 40

基于 SCANer 快速道路建模的程序化方法……杨 烁，王雪松，王艳丽，等 44

五孔探针在气流速度测量中的应用……韩礼泽，武锦涛，代玉强 48

NiO 薄膜制备及电催化性能测试教学实验设计……赵增迎，童彬彬，张秀丽，等 53

基于 PYNQ 的传感器数据采集系统实验案例设计……刘玉梅，蔡俊伟，任立群，等 58

钛网表面 TiO<sub>2</sub> 纳米管阵列的制备及光催化性能研究型实验设计……刘恩洋，毕晓健，于思荣，等 65

聚合物取向结晶形态观察实验设计……李晓瑜，杨昌跃，李 震，等 70

虹膜识别系统综合实验设计……李 欣，张 琪，王 蓉 75

超临界二氧化碳溶解与增稠性能的综合性实验设计……赵明伟，李 阳，高明伟，等 78

对话、念读两种说话状态下声纹特征变化的实验研究……黄硕涵，陈维娜，刘貽杰 82

### 仪器设备研制

升沉补偿系统实验平台设计……王玉红，杜慧子，许晨光，等 88

基于 LCL-S 型谐振的大功率无线电能传输实验平台设计……林云志，赵争鸣 93

基于直线倒立摆的自控实验平台研究……易 磊，张 蓉，邓春花，等 99

油罐火灾及细水雾灭火教学实验平台……孔得朋，张红杰，何 旭 105

三自由度气动并联移动机器人平台的设计……王 波，王 涛，朱爱东 109

基于实验教学通风橱的冷却水循环系统……杜俊平，封珊珊，魏少龙，等 113

大采高工作面煤壁片帮模拟实验平台研制与教学实践……王兆会，唐岳松 117

电动伺服振动教学实验平台开发与实践……李春宝，程旭东，俞然刚，等 122

### 虚拟仿真技术

土力学虚拟三轴实验教学平台的开发及应用……曹 培，张陈蓉，钱建国 127

岩石与岩体力学参数估算虚拟仿真实验……张鹏海，朱万成，牛雷雷，等 131

膏体充填虚拟仿真实验教学项目建设探索……张延凯，谭玉叶，王洪江，等 135

“新工科”背景下工程机械类虚拟仿真实验教学资源建设……刘 磊，张嘉鹭 140

常压乙炔法制备 N-乙炔基咪唑虚拟仿真实验设计与应用……于海英，郝俊生，张 越 144

### 实验教学研究与管理

“新工科”背景下能源类通识课程综合实践教学项目的探索……林蔚然，汤 彬，陈 凯，等 148

基于 STM32 的机械专业检测与控制综合实验系统设计……张佳明，孙 浩，栗 琳 153

# 实验技术与管理

## 第十一届编辑委员会名单

主任:王希勤

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 潘际奎 瞿振元

副主任:(按姓氏笔画排序)

王小力 方东红 冯建跃 朱臻 华子春  
刘克新 孙骞 孙小平 杨佩青 应敏  
张云怀 张社荣 罗正祥 罗立胜 宗俊峰  
荣昶 敖天其 黄开胜 符宁平 梁宏  
蒋兴浩 雷敬炎 熊宏齐

编委:(按姓氏笔画排序)

马强 马国玉 王建 王浩 王辉  
王强 王勤 王秀梅 王树彬 王海东  
毛继泽 尹珍宝 石宏伟 史天贵 付洪利  
冯建刚 朱再明 朱竹青 向坚持 庄志鸿  
刘仁 刘锋 刘庆刚 刘拥军 刘幽燕  
许四杰 农春仕 孙福 孙文磊 孙学军  
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 李声威 李格升 李晚辉  
李震彪 杨波 杨琦 杨旭静 杨建新  
吴培飞 杨德嵩 吴卫 吴国新 吴祝武  
吴福根 邱化寅 何一萍 何都良 汪必琴  
汪盛科 沈江 沈如群 张帆 张旭  
张林<sup>(a)</sup> 张林<sup>(b)</sup> 张莉 张宏玉 张若姣  
张建成 张界新 张洪清 张冠鹏 张海峰  
张维平 陈越 陈澜 陈小鸿 陈心浩  
陈灵泉 罗茂斌 金仁东 周立超 赵明  
荆莹 胡惠君 钟冲 钟华勇 施芝元  
贺占魁 袁若 袁友亮 袁洪学 贾果欣  
徐四平 徐秀吉 徐美勇 高欣 高鸿  
高志华 郭平 郭庆 郭松斌 郭建中  
唐俊峰 黄春麟 黄富贵 崔宏伟 崔锦峰  
康传红 康智勇 梁勇 韩芙蓉 傅志刚  
曾莉 楚丹琪 管国华 廖梦圆 顾忠诚  
薛凌云 魏永前

特邀编委:(按姓氏笔画排序)

王杰 王健 兰中文 吕厚均 严薇  
李鸿飞 吴兵 邹永松 张文柱 张家栋  
赵建新 胡今鸿 姜文凤 黄刚

编辑部成员

主编:黄开胜

副主编:彭远红

编辑部主任:陈红

编辑:罗立胜 陈红 张文杰  
彭远红 张利芳 孙浩

编务:杨荫荫 陈昕

发行:段然 吴岩

广告:孙浩 张利芳 陈红(兼)

封面题字:刘仙洲院士、清华大学原第一副校长  
1963年题

信息管理与信息系统专业链式实践教学模式探究	刘启刚	159
复杂混合网络中拥塞控制算法仿真实验设计	姜雨菲, 梁向阳	163
基于 SSR 分子标记的遗传学实验教学项目设计与探讨	李楠, 郭海滨, 李亚娟, 等	170
基于工业软件的“PLC 原理及应用”线上实验教学实践	赵洋, 胡亚伟	175
基于 EduCoder 平台的 C 语言实验自动评测设计	卢萍, 祝建华	179
以慕课和实验项目驱动的智能车辆课程混合式教学实践		
.....熊光明, 龚建伟, 陈慧岩, 等		184
SHPB 虚拟仿真实验教学项目的研究与开发	毛继泽, 曲嘉, 夏培秀	187
“半翻转课堂+半自主设计”教学模式在细胞生物学实验教学中的应用		
.....徐志玲, 吕永钢, 梅虎, 等		191
“新工科”通识教育背景下的“名师研讨课”	占帆, 康红艳	195
新工科背景下实践类课程混合教学模式研究	阎群, 李擎, 崔家瑞, 等	198
矿业工程多专业融合数字场景体验式教学方法	徐剑坤, 王思元, 刁丹阳, 等	202
基于 Quokka 软件的太阳能电池结构设计实验教学创新	相成娣, 薛梦凡, 田江敏	207
依托自制仪器对公差实验进行 OBE 改造的探索	李忠新, 孔鑫, 官琳, 等	213

### 职业技术教育

“线上线下, 虚实结合”的工业机器人实践教学模式设计与实现		
.....冯凌云, 王彩芳, 郭灿彬		217
高职院校实验实训室管理人员队伍专业化建设研究	孙会, 洪梅, 陈旭彤	223

### 实验室建设与管理

水电系统全景调度综合实验平台建设及教学实践	冯仲恺, 牛文静, 周建中, 等	227
高校大型仪器设备开放共享的探索与实践	王文君, 胡美琴, 付庆玖, 等	231
云计算技术背景下实验室的建设与管理实践	吴伟娜, 周会会, 王文华	235
基于内部控制视角的高校政府采购机制研究	顾倩, 吴金栋, 刘剑文	239
多功能纳米生物实验室建设探索与实践	王义成, 高宇, 汪联辉	243
协同理论视域下高校双创实验室建设路径研究	焦洁庆, 张燕	247
高校项目制实验技术队伍建设的探索与实践	金翊	251

### 实验室环境健康与安全

基于 6SIGMA 理论的高校实验室安全管理	阳富强, 谢程宇, 黄萍, 等	255
高校实验室危险废弃物暂存库建设与管理	王羽, 宋阳, 李兆阳, 等	259
冶金学科教学实验室“分区分类 精准防控”安全管理模式探讨		
.....冯婷, 韩丽辉, 赵婧鑫		264
GLP 理念下的高校实验室疫情防控管理	朱狄峰, 杨晓春, 平丽, 等	268
基于 EHS 视角的高校交叉学科研究平台建设与安全		
.....张也卉, 徐鑫, 许漪, 等		272
高校实验室安全规范与可持续发展的研究探索	齐悦, 何柳, 夏子渊	276
高校实验室安全快速跟踪反馈体系的设计	谢虎, 库天梅	278
高校实验室废液处理工作规范的构建	徐文, 张键, 李江, 等	282

### 世界大学实验室

剑桥大学化学工程与生物技术系实验室安全管理启示	朴莹, 江寅中, 喻涵之, 等	287
-------------------------	-----------------	-----

### · 广告索引 ·

常州大学江苏省绿色过程装备重点实验室(封面、插2)  
北京东方迪格信息技术有限公司(封二)  
无锡赛弗安全装备有限公司(插1)  
常州大学商学院创业与企业经营管理综合训练中心(插3)  
上海万欣计算机信息科技有限公司(插4)  
上海理工大学光电学院光电实验中心(封三)  
赛尔网络有限公司(封底)



《实验技术与管理》  
微信公众号

## CONTENTS

**Special column: Review of 70 year's development of laboratory work in colleges and universities (I)**

- Review on development of laboratory work in colleges and universities in 70th anniversary of new China (I)  
 ..... LI Xingzhi, LI Ying, WANG Chengtao 1

**Laboratory innovation and development**

- Construction and practice of engineering training and training system based on new engineering ..... ZHU Yuping, ZHANG Xuejun 8  
 Research on operation mechanism of Co-op model for university students in Canada and its enlightenment  
 ..... YAN Hong, ZHANG Yuan, LI Guichen, et al 12  
 Ocean acoustic experiment and talent training in key laboratory of ocean acoustics and sensing.....LI Hui, YANG Kunde, DUAN Shunli, et al 17  
 Construction of sharing evaluation model for large-scale scientific research instruments and equipment in Chinese universities  
 ..... LIU Xinrui, YANG Wei, ZHANG Heda 21  
 Construction of inorganic chemistry experiment course with ideological and political elements .....FANG Chuanlin, XIONG Qing, SU Yan 28

**Experimental technology and method**

- Design and development of portable and automatic control three-dimensional stereoscopic projection device..... FANG Ruoyu 33  
 Influence of sample holder on phase analysis in X-ray diffractometer ..... LI Dan, LIN Liping, HU Zhun 36  
 Repair algorithm for Canny boundary detection results of growth ring scanning image..... LIN Qizhao, SUN Yongke, HE Xin, et al 40  
 Programming method for rapid road modeling based on SCANer..... YANG Shuo, WANG Xuesong, WANG Yanli, et al 44  
 Application of five-hole probe in airflow velocity measurement ..... HAN Lize, WU Jintao, DAI Yuqiang 48  
 Experimental teaching design of NiO film preparation and electrocatalytic performance test  
 ..... ZHAO Zengying, TONG Binbin, ZHANG Xiuli, et al 53  
 Design of experimental case on sensor data acquisition system based on PYNQ ..... LIU Yumei, QI Junwei, REN Liqun, et al 58  
 Design of research-oriented experiment based on preparation and photocatalytic performance of TiO<sub>2</sub> nanotube arrays on titanium mesh  
 ..... LIU Enyang, BI Xiaojian, YU Sirong, et al 65  
 Design of observation experiment of polymer oriented crystallization ..... LI Xiaoyu, YANG Changyue, LI Zhen, et al 70  
 Comprehensive experimental design on iris recognition system.....LI Xin, ZHANG Qi, WANG Rong 75  
 Comprehensive experimental design of solubility and thickening properties of supercritical carbon dioxide  
 ..... ZHAO Mingwei, LI Yang, GAO Mingwei, et al 78  
 Experimental study on changes of voiceprint features in dialogue and reading.....HUANG Qihan, CHEN Weina, LIU Yijie 82

**Development of instruments and equipment**

- Design of experimental platform for heave compensation system..... WANG Yuhong, DU Huizi, XU Chenguang, et al 88  
 Design of high-power wireless power transmission experimental platform based on LCL-S resonance  
 ..... LIN Yunzhi, ZHAO Zhengming 93  
 Research on automatic control experimental platform based on linear inverted pendulum..... YI Lei, ZHANG Rong, DENG Chunhua, et al 99  
 Teaching experimental platform for oil tank fire and water mist fire extinguishing ..... KONG Depeng, ZHANG Hongjie, HE Xu 105  
 Design of three-degree freedom pneumatic parallel translational robot platform ..... WANG Bo, WANG Tao, ZHU Aidong 109  
 Cooling water circulation system based on experimental teaching fume hood..... DU Junping, FENG Shanshan, WEI Shaolong, et al 113  
 Development and teaching practice of coal wall spalling simulation experimental platform in large mining height working face  
 ..... WANG Zhaohui, TANG Yuesong 117  
 Development and practice of teaching experimental platform for electric servo vibration ..... LI Chunbao, CHENG Xudong, YU Rangang, et al 122

**Virtual simulation technology**

- Development and application of virtual triaxial experimental teaching platform for soil mechanics  
 ..... CAO Pei, ZHANG Chenrong, QIAN Jiangu 127  
 Virtual simulation experiment for rock and rock mass mechanics parameter estimation..... ZHANG Penghai, ZHU Wancheng, NIU Leilei, et al 131  
 Exploration on construction of paste filling virtual simulation experiment teaching project  
 ..... ZHANG Yankai, TAN Yuye, WANG Hongjiang, et al 135  
 Construction of virtual simulation experimental teaching resources for engineering machinery under background of "New engineering"  
 ..... LIU Lei, ZHANG Jialu 140  
 Design and application of virtual simulation experiment for preparation of N-vinyl carbazole with atmospheric acetylene method  
 ..... YU Haiying, HAO Junsheng, ZHANG Yue 144

**Research and reform on experimental teaching**

- Exploration on comprehensive practical teaching project of energy general courses under background of "New engineering"  
 ..... LIN Weiran, TANG Bin, CHEN Kai, et al 148  
 Design on detection and control comprehensive experimental system of mechanics specialty based on STM32  
 ..... ZHANG Jiaming, SUN Hao, LI Lin 153  
 Exploration on chain-based practical teaching model for information management and information system specialty.....LIU Qigang 159  
 Design on simulation experiment of congestion control algorithm in complex hybrid networks.....JIANG Yufei, LIANG Xiangyang 163

Design and exploration on experimental teaching project on genetics based on SSR molecular markers	LI Nan, GUO Haibin, LI Yajuan, et al	170
Online experiment teaching practice of "PLC principle and application" based on industrial software	ZHAO Yang, HU Yawei	175
C language experiment automatic evaluation design based on EduCoder platform	LU Ping, ZHU Jianhua	179
Blended teaching practice of intelligent vehicle course based on MOOC and experimental projects	XIONG Guangming, GONG Jianwei, CHEN Huiyan, et al	184
Research and development of SHPB virtual simulation experiment teaching project	MAO Jize, QU Jia, XIA Peixiu	187
Application of "Semi-flipped classroom + semi-independent design" teaching model in cell biology experiment teaching	XU Zhiling, LYU Yonggang, MEI Hu, et al	191
"Famous teacher seminar" under background of general education of "New engineering"	ZHAN Fan, KANG Hongyan	195
Research on blended teaching model of practical courses under background of new engineering	YAN Qun, LI Qing, CUI Jiarui, et al	198
Digital scene experience teaching method for multi-specialty integration in mining engineering	XU Jiankun, WANG Enyuan, XI Danyang, et al	202
Experimental teaching innovation of solar cell structure design based on Quokka software	XIANG Chengdi, XUE Mengfan, TIAN Jiangmin	207
Exploration on OBE transformation of tolerance experiment based on self-made instrument	LI Zhongxin, KONG Xin, GONG Lin, et al	213
<b>Vocational technology education</b>		
Design and realization of practical teaching model for industrial robot with "Online and offline, virtual-actual combination"	FENG Lingyun, WANG Caifang, GUO Canbin	217
Research on professional construction of management team of experimental training room in higher vocational colleges	SUN Hui, HONG Mei, CHEN Xutong	223
<b>Laboratory construction and management</b>		
Integrated experimental platform construction and teaching practice for panoramic operation of hydropower system	FENG Zhongkai, NIU Wenjing, ZHOU Jianzhong, et al	227
Exploration and practice on opening and sharing of large-scale instruments and equipment in colleges and universities	WANG Wenjun, HU Meiqin, FU Qingjiu, et al	231
Laboratory construction and management practice under background of cloud computing technology	WU Weina, ZHOU Huihui, WANG Wenhua	235
Research on university government procurement mechanism from perspective of internal control	GU Qian, WU Jindong, LIU Jianwen	239
Exploration and practice on construction of multifunction nano-biology laboratory	WANG Yicheng, GAO Yu, WANG Lianhui	243
Research on construction paths for innovation and entrepreneurship laboratory in colleges and universities from perspective of synergy theory	JIAO Jieqing, ZHANG Yan	247
Exploration and practice of team construction of project-based experimental technicians in colleges and universities	JIN Yi	251
<b>Environmental health and safety in laboratories</b>		
Safety management of university laboratory based on 6SIGMA theory	YANG Fuqiang, XIE Chengyu, HUANG Ping, et al	255
Construction and management of temporary storage warehouse of hazardous waste in university laboratory	WANG Yu, SONG Yang, LI Zhaoyang, et al	259
Exploration on teaching laboratory safety management model with "Division, classification and precise control" for metallurgical engineering discipline	FENG Ting, HAN Lihui, ZHAO Jingxin	264
Management of epidemic prevention and control in university laboratories based on GLP concept	ZHU Difeng, YANG Xiaochun, PING Li, et al	268
Construction and safety management of interdisciplinary research platform based on EHS perspective	ZHANG Yehui, XU Xin, XU Yi, et al	272
Research and exploration on safety standards and sustainable development of university laboratories	QI Yue, HE Liu, XIA Ziyuan	276
Design of fast tracking and feedback system for university laboratory safety	XIE Hu, KU Yaomei	278
Construction of waste liquid treatment standards in university laboratories	XU Wen, ZHANG Jian, LI Jiang, et al	282
<b>Laboratories of universities in world</b>		
Enlightenment from laboratory safety management of Department of Engineering and Biotechnology of Cambridge University	PIAO Ying, JIANG Yinshen, YU Hanzhi, et al	287

## 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** Huang Kaisheng  
**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; 86-10-62797828; 86-10-62792635(Tel)  
**E-mail** sjg@tsinghua.edu.cn  
**Network** http://syjl.chinajournal.net.cn/

**Standard Serial Number**

**CODEN** SJYGAR

# 15

赛尔国际贸易  
服务中国教育科研领域15年  
2006-2021年  
years



关注赛尔国贸官方服务号  
海关、免税、商检最新政策解读  
浏览HBQ优质厂商信息  
获取31家分公司联系方式

## ● 国际贸易领域的“和谐号”



### 时效承诺

赛尔国贸采用信息化管理系统对国际贸易全流程进行全方位的管控与跟踪：

- 全流程信息化管理，敏捷反应，速度更快。
- 动态监测合作方设备厂商、银行、承运机构的服务水准；掌握海量评估数据，提前风险预评估；经验丰富的商务、法务、财务风险处理团队，更安全。
- 系统与赛尔国贸微信服务号数据互通，在手机端即可实时掌握项目动态，进程一目了然。



### 风险管控



### 流程可视

## ● 以资质、资金、资源 致力卓越服务



海关AEO高级认证



国家外汇管理局A类企业



注册资金3.3亿元



授信总额15亿元



医疗器械经营许可



ISO9001  
质量体系认证



OHSAS18000  
职业健康与安全管理体系认证



ISO14001  
环境管理体系认证



HBQ  
HBQ厂商联盟  
筛选全球优质厂商

## ● 300+高等院校、科研院所 选择赛尔国贸

4008-185-550-9



# 赛尔网络 CERNET

赛尔网络国际贸易服务