



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

2021

Shiyan Jishu yu Guanli

Experimental Technology and Management

月刊

WanxinSoft  
万欣软件—教育信息化专家

理/念/引/领/方/向/细/节/决/定/成/败

## 物联网+ 互联网+ 构建智慧实验室管理生态圈



扫码关注万欣

- 智能架构
- 智能管控
- 智慧应用



规范  
实验室建设与管理



推动  
实验教学改革



保障  
实验资源开放



可视  
综合数据管理

上海万欣计算机信息科技有限公司

A:上海市虹口区花园路128号7街区A座3001 T:400-008-1581

ISSN 1002-4956



9 771002 495217



中华人民共和国教育部主管

清华大学主办

万方数据

主管：中华人民共和国教育部

主办：清华大学

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

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

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：10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)

### 特约专栏——祝融号火星车推进巡视探测技术

祝融号火星车的试验验证 ..... 贾 阳, 张天翼, 田 鹤, 等 1

### 实验室创新与发展

“中国制造2025”背景下的工程中心建设与成效 ..... 路 林 6

新兴技术在高校图书预算和采购中的应用研究 ..... 赵 勇, 赵浩云 10

基于铁路科技创新平台的可视分析与辅助决策 ..... 戚小玉 20

科研实验室发展中科学家的作用分析 ..... 张金凤 26

### 实验技术与方法

水下管汇水动力系数测量实验设计 ..... 王玉红, 刘 祯, 赵瑞云, 等 29

不同提取剂对盐碱土壤氟形态测定结果的影响 ..... 李明珠, 张文超, 孙振涛, 等 33

改性壳聚糖小球制备及其吸附铬性能综合实验设计 ..... 谭芸妃, 吴 安, 向方瑞, 等 40

土壤速效磷浸提中的活性炭加入量和静置时间优化 ..... 李小涵, 党海燕, 马 悦, 等 45

高温高压深层油藏流体驱替微观可视化模拟实验系统设计 ..... 李东霞, 苏玉亮, 李 蕾, 等 48

基于交互模式的针叶材早材至晚材过渡特征识别方法 ..... 林启招, 孙永科, 何 鑫, 等 55

煤与生物质混合燃烧特性实验设计 ..... 路广军 61

基于 Gem5+NVMain 的混合存储体系结构模拟实验方法 ..... 张 军, 胡廷贤, 沈凡凡, 等 65

土壤水分下渗综合性实验设计 ..... 孙晓庆, 查恩爽, 王 宇, 等 71

耐久超亲水表面制备及在降膜质中的应用 ..... 蔡戎辉, 耿晶慧 76

基于亥姆霍兹共振腔的声能发电机实验设计 ..... 崔小斌 81

基于 Halcon 的单机相机标定案例实现 ..... 王福斌, 陈 波, 沈小伟 87

### 仪器设备研制

蒸汽凝结换热实验装置的研制 ..... 幸文婷, 朱 赤, 兰秋华, 等 94

井下套管电弧放电切割实验装置的研制 ..... 刘增凯, 刘永红, 高清华, 等 98

红外光电器件应用实验仪研制 ..... 余剑敏, 钟健松, 常章用, 等 103

基于软件定义网络的拓扑比较工具设计与实现 ..... 刘 超, 包建荣, 李 杰, 等 109

### 虚拟仿真技术

基于 PSCAD/EMTDC 的光伏并网系统虚拟实验平台 ..... 梁营玉, 李武林 116

基于 HoloLens2 的 DEM 空间分析实验教学混合现实环境研究 ..... 吕秀琴, 张生海 124

湖泊富营养化与水华防控虚拟仿真实验建设与实践 ..... 王 飞, 窦 明, 李桂秋, 等 130

智能感知与普适计算虚拟仿真实验平台设计与应用 ..... 郭 斌, 刘佳琪, 於志文, 等 134

高铁行车调度指挥虚拟仿真实验平台及其应用 ..... 罗 昊, 周磊山, 景 云 140

公共卫生与预防医学类虚拟仿真实验的评价体系研究与实证 ..... 曾嘉莹, 金 辉 146

基于微惯性与 Unity3D 的室内滑雪教学与训练可视化系统设计 ..... 管练武, 丛晓丹, 张 庆, 等 152

船模阻力教学虚拟仿真实验设计 ..... 宋 磊, 冯大奎, 姚朝帮, 等 157



## 实验教学研究与管理

基于 ROS 的果实采摘机器人实验教学设计	162
基于 C3D 卷积神经网络人体动作识别方法改进	168
电液伺服振动台研制及教学应用	172
基于蝙蝠算法和动态窗口法的混合路径规划	177
用于伺服定位实验系统的高精度磁编码器设计与研制	183
基于 MS 分子模拟的表面化学实验教学项目设计与探讨	193
黄曲条跳甲图像识别的综合实验设计	198
电力系统频率一次调整仿真实验项目建设	204
基于 LabVIEW 的谐振式无线电能传输实验系统设计	211
基于草酸还原-改性粉煤灰吸附法处理含铬废水的综合实验设计	216
基于自动代码生成的电力电子及电机控制教学实验平台设计	220
高频电子线路实验数据的 Python 处理分析	227
“新工科”背景下船舶锅炉水位控制综合实验设计及混合式教学研究	232
基于创新能力培养的三维融合工程图学教学研究	237
面向工业设计教学的 CMF 虚拟仿真实验平台设计	241
“新工科”背景下材料学科课程实践的研究性教学及其原理性深究	247

## 职业技术教育

成果导向与工作过程系统化课程开发模式比较分析与融合应用	251
基于数据络分析模型的高职院校建设效率评价	256

## 实验室建设与管理

通信原理虚拟实验室仿真平台设计	261
数字孪生趋势下机器人虚拟仿真实验建设	265
高校设备资产清查工作现状调研与思考	269
大型仪器系统培训体系的建设及改革	274
国家重点实验室显微成像平台建设管理实践	279

## 实验室环境健康与安全

高校实验室安全情景构建与分析	283
基于微信公众平台的实验室环境监测系统	288
高校实验室安全问题的现实困境与应对策略	292
高校实验室安全教育成熟度模型研究	297
高校实验室安全风险管理系统动力学仿真与应用	301

## · 广告索引 ·

- 上海万欣计算机信息科技有限公司 (封面)
- 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)
- 中山大学生物医学工程学院 (插 2)
- 天津市基理科技股份有限公司 (插 3)
- 广州佰能信息科技有限公司 (插 4)
- 天津大学智能车队 (封三)
- 中国科学技术协会公益广告 (封底)



《实验技术与管理》  
微信公众号

# 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 朱臻 刘克新 孙骞  
孙小平 应敏 张云怀 张社荣 罗正祥  
罗立胜 宗俊峰 荣昶 敖天其 莫华  
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 刘芾健 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 李焱 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 杨琦 杨旭静  
杨红英 杨建新 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<sup>(川)</sup> 张林<sup>(苏)</sup>  
张莉 张若好 张建成 张界新 张洪清  
张冠鹏 张海峰 张维平 张燕勤 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 姚丽华 贺占魁  
袁若 袁友亮 袁洪学 贾果欣 夏海兰  
徐四平 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 吴兵 邹永松 张文桂  
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:彭远红(兼)

编辑:罗立胜 张文杰 彭远红  
张利芳 孙浩

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

## CONTENTS

**Special column: Propulsion patrol detection technology of Zhurong Mars rover**

Experimental verification of Zhurong Mars rover ..... JIA Yang, ZHANG Tianyi, TIAN He, et al 1

**Laboratory innovation and development**

Construction and effect of engineering center under background of "Made in China 2025" ..... LU Lin 6

Research on application of emerging technology in university book budgeting and purchasing ..... Zhao Yong, Zhao Haoyun 10

Visual analysis and auxiliary decision-making based on railway science and technology innovation platform ..... QI Xiaoyu 20

Analysis on role of scientists in development of research laboratories ..... ZHANG Jinfeng 26

**Experimental technology and method**

Experimental design of hydrodynamic coefficient measurement for underwater manifold ..... WANG Yuhong, LIU Zhen, ZHAO Ruiyun, et al 29

Effects of different extractants on determination results of fluorine in saline-alkali soil ..... LI Mingzhu, ZHANG Wenchao, SUN Zhentao, et al 33

Design on comprehensive experimental of preparation of modified chitosan beads and its adsorption property of Cr(VI)  
..... TAN Yunfei, WU An, XIANG Fangrui, et al 40

Optimization of activated carbon addition and placing time in soil available phosphorus extraction  
..... LI Xiaohan, DANG Haiyan, MA Yue, et al 45

Design of microscopic visualization simulation experiment system for fluid displacement in high temperature and high pressure deep reservoirs  
..... LI Dongxia, SU Yuliang, LI Lei, et al 48

Recognition method for transition features of softwood from earlywood to latewood based on interactive mode  
..... LIN Qizhao, SUN Yongke, HE Xin, et al 55

Experimental design of combustion characteristics of coal and biomass mixture ..... LU Guangjun 61

Simulation experiment method of hybrid storage architecture based on Gem5+NVMain ..... ZHANG Jun, HU Tingxian, SHEN Fanfan, et al 65

Design on comprehensive experiment of soil moisture infiltration ..... SUN Xiaoqing, ZHAO Enshuang, WANG Yu, et al 71

Preparation of durable super-hydrophilic surface and application in falling-film mass transfer ..... QI Ronghui, ZHI Jinghui 76

Experimental design of acoustic energy generator based on Helmholtz resonant cavity ..... CUI Xiaobin 81

Realization of monocular camera calibration case based on Halcon ..... WANG Fubin, CHEN Bo, SHEN Xiaowei 87

**Development of instruments and equipment**

Development of experimental apparatus for steam condensation heat transfer ..... XING Wenting, ZHU Chi, LAN Qihua, et al 94

Development of electrical arc cutting experimental device for downhole casing ..... LIU Zengkai, LIU Yonghong, GAO Qinghua, et al 98

Development of infrared photoelectric device application experimental instrument  
..... YU Jianmin, ZHONG Jiansong, CHANG Zhangyong, et al 103

Design and realization of topology comparison tool based on software-defined networking ..... LIU Chao, BAO Jianrong, LI Jie, et al 109

**Virtual simulation technology**

Virtual experiment platform of photovoltaic grid-connected system based on PSCAD/EMTDC ..... LIANG Yingyu, LI Wulin 116

Research on mixed reality environment of DEM spatial analysis experimental teaching based on HoloLens2  
..... LYU Xiuqin, ZHANG Shenghai 124

Construction and practice of virtual simulation experiment on lake eutrophication and water bloom prevention and control  
..... WANG Fei, DOU Ming, LI Guiqiu, et al 130

Design and application of virtual simulation experimental platform for intelligent sensing and pervasive computing  
..... GUO Bin, LIU Jiaqi, YU Zhiwen, et al 134

Experimental platform for high-speed railway dispatching control virtual simulation and its practical application  
..... LUO Hao, ZHOU Leishan, JING Yun 140

Research and demonstration on evaluation system of virtual simulation experiments of public health and preventive medicine  
..... ZENG Jiaying, JIN Hui 146

Design of visualization system for indoor skiing teaching and training based on micro-inertia and Unity3D  
..... GUAN Lianwu, CONG Xiaodan, ZHANG Qing, et al 152

Design of virtual simulation experiment for ship model resistance teaching ..... SONG Lei, FENG Dakui, YAO Chaobang, et al 157

**Research and reform on experimental teaching**

Experimental teaching design of fruit picking robot based on ROS ..... YAN Bingbing, NIU Haowei, LIU Qisheng, et al 162

Improvement of human action recognition method based on C3D convolutional neural network	LYU Shuping, HUANG Yi, WANG Yingying	168
Development and teaching application of electro-hydraulic servo shaking table	ZHAO Jinsong, DONG Jie, SUN Xinyu, et al	172
Hybrid path planning based on bat algorithm and dynamic window method	YUAN Xin, YUAN Xinwei, LIU Zhilin	177
Design and development of high precision magnetic encoder for servo positioning experiment system	ZHANG Bo, LI Yang, CHEN Xiaoli, et al	183
Design and exploration on experimental teaching project of surface chemistry based on MS molecular simulation	SI Conghui, LIU Jinhua, LU Qifang, et al	193
Design on comprehensive experimental of image recognition for striped flea beetle ( <i>Phyllotreta striolata</i> )	CEN Guanjun, FANG Shaomei, YANG Degui, et al	198
Construction of simulation experiment project for power system primary frequency control	SUN Zhenglong, LUO Yuanxiang, YANG Deyou, et al	204
Design of resonant radio power transmission experimental system based on LabVIEW	CAI Jun, ZUO Junwei, PAN Feng	211
Design of comprehensive experiment based on treatment of chromium containing wastewater by oxalic acid reduction-modified fly ash adsorption	LIU Xiaoli, JIANG Xiaoling, LIANG Ping, et al	216
Design of teaching experiment platform for power electronics and motor control based on automatic code generation	NIAN Heng, WANG Yaixin, ZHAO Jianyong, et al	220
Experimental data processing and analysis of high frequency electronic circuit by Python	YANG Junxiu, ZHAO Wenlai, YAO Qing, et al	227
Research on integrated experimental design and mixed teaching of ship boiler water level control under background of "New engineering"	ZHU Lin, WU Haojun, KANG Baozhong, et al	232
Research on teaching of 3D fusion engineering graphics based on cultivation of innovative ability	ZHENG Kai, DONG Xinghui	237
Design of CMF virtual simulation teaching experiment platform for industrial design teaching	ZHOU Yan, JIANG Yu, LIU Xiaosheng, et al	241
Research teaching and theoretical exploration of practice contents in material courses under background of "New engineering"	WANG Yanqing, WU Zhuwu, ZHANG Cunsheng	247

### Vocational technology education

Comparative analysis and integrated application of results-oriented and work process systematic curriculum development model	WU Shuo	251
Evaluation of construction efficiency of higher vocational colleges based on data envelopment analysis model	XIAO Bin, CHENG Xiaojing	256

### Laboratory construction and management

Design of virtual laboratory simulation platform for communication principle	LI Xi, YE Zhenzhong, LIU Gaohua	261
Construction of robot virtual simulation experiment under trend of digital twinning	LI Fu, WU Yifei, KONG Weiyi, et al	265
Research and thinking on present situation of equipment assets inventory in colleges and universities	HU Ying, GONG Yanhua, QIN Lei, et al	269
Construction and reform of systematic large-scale instruments training system	LIU Jing, SUN Tao	274
Practice of construction and management of microscopic imaging platform in national key laboratory	XIE Bin, CHEN Qi	279

### Environmental health and safety in laboratories

Construction and analysis on scenario construction of university laboratory safety	PENG Guiping	283
Laboratory environment monitoring system based on WeChat public platform	JIANG Yong	288
Practical dilemma and countermeasures of laboratory safety inspection in colleges and universities	SONG Zhijun, CAI Meiqiang, XIE Hujun	292
Research on maturity model of university laboratory safety education	XIE Hu, LAO Meimei, CHEN Zhimin, et al	297
Simulation and application of university laboratory safety risk management system dynamics	ZHU Yanna, ZHANG Guisheng, HE Gang	301

---

## Experimental Technology and Management (Monthly, Started in 1963)

<b>Supervised by</b>	Ministry of Education of the People's Republic of China
<b>Sponsored by</b>	Tsinghua University
<b>Editor-in-Chief</b>	Huang Kaisheng
<b>Published by</b>	Tsinghua University Press
<b>Edited by</b>	Editorial Board of Journal of Experimental Technology and Management
<b>Address</b>	Service Building of Science and Technology, Tsinghua University, Beijing 100084, China
<b>Tel</b>	86-10-62783005; 86-10-62797828; 86-10-62792635(Tel)
<b>E-mail</b>	sjg@tsinghua.edu.cn
<b>Network</b>	http://syjl.chinajournal.net.cn/
<b>Standard Serial Number</b>	ISSN 1002-4956 CN11-2034/T
<b>CODEN</b>	SJYGAR