

# 机床与液压® JICHUANG YU YEYA

1973 年创刊

第 52 卷第 3 期(总第 597 期)2024 年 2 月  
半月刊 (每月 15 日、28 日出版)

www.jcyyy.com.cn

主 管：中 国 科 学 技 术 协 会  
主 办：中 国 机 械 工 程 学 会  
广 州 机 械 科 学 研 究 院 有 限 公 司  
协 办：国 家 机 器 人 检 测 与 评 定 中 心 ( 广 州 )  
编 辑 出 版：《机 床 与 液 压》编 辑 部  
地 址：广 州 市 黄 埔 区 茅 岗 路 828 号 ( 510700 )

## 编委会成员

主 任：宋 天 虎  
副 主 任：黄 兴 孔 祥 东 焦 宗 夏 姜 继 海  
孙 立 宁  
委 员：( 按 姓 氏 笔 划 排 序 )  
丁 问 司 王 军 政 王 太 勇 卢 文 辉  
刘 昕 晖 刘 晓 初 刘 延 俊 刘 奕 华  
权 龙 阮 健 陈 超 志 陈 章 位  
李 宝 仁 李 小 宁 李 运 华 闵 新 和  
张 宪 民 张 涛 赵 升 吨 郝 玉 成  
施 光 林 高 殿 荣 袁 锐 波 韩 俊 伟  
冀 宏

主 编：闵 新 和  
执 行 副 主 编：张 艳 君  
版 面 设 计：邓 琳 倩  
美 术 编 辑：陈 雁 琼  
电 话：020-32385312  
电 子 邮 箱：jcy@gmeri.com

## 广告发行部

广 告 发 行：徐 瑾 瑾  
广 告 发 行：020-32385311  
电 子 邮 箱：adv@gmeri.com  
发 行 范 围：国 内 外 发 行

国 内 发 行：广 东 省 报 刊 发 行 局  
订 购 处：全 国 各 地 邮 局  
国 外 发 行：中 国 国 际 图 书 贸 易 集 团 有 限 公 司  
广 告 发 布 登 记 通 知 书：440100190022

印 刷：广 州 一 龙 印 刷 有 限 公 司

ISSN 1001-3881  
CN 44-1259/TH

国 内 邮 发 代 号：46-40  
国 外 发 行 代 号：SM 550  
定 价：20 元 / 期，480 元 / 年

# 目 次

## ◀ 工业机器人专栏 ▶

蛇形空间机械臂单个 2-DOF 关节的运动学标定  
…… 宋国庆, 赵成浩, 袁俊杰, 张忠海, 何广平 (1)

基于点线特征的快速视觉惯性 SLAM 算法  
…… 周书杰, 吴功平, 何文山 (10)

基于双 NURBS 曲线的叶轮叶片工业机器人 GMAW 增材  
制造  
…… 王朝琴, 石玢, 王小荣 (17)

基于 4-PPPS 并联机构的机身舱段对接方法研究  
…… 李贺, 祁若龙, 张珂, 赵吉宾 (22)

液压四足机器人油源流量自适应控制研究  
…… 黄檀, 赵慧, 辛建树, 袁立鹏 (30)

面向林地作业的腿履复合移动机器人构型设计与越障策  
略研究  
…… 张铂轩, 王立超, 袁泽浩, 孙术发, 王扬威 (37)

机器人用杯形谐波减速器应力和变形分析  
…… 易伟锋, 刘泓滨, 吴智恒, 张华伟, 韩守磊 (44)

基于位姿变化的钻铆机器人刚度优化  
…… 王明海, 张威, 刘香辰 (49)

基于混沌求偶萤火虫算法的移动机器人路径规划  
…… 侯志祥, 成威, 李凤玲 (55)

足式机器人腿部关节改进单神经网络 PID 控制算法研究  
…… 马程, 蒋刚, 郝兴安, 蒲虹云,  
陈清平, 黄建军, 徐文刚, 黄璜 (60)

基于视觉扫描生成巡检任务的机器人巡检方法  
…… 孟浩, 安福旺, 吉力特 (67)

模糊 PID 算法的水下机器人控制系统优化  
…… 章盼梅 (72)

本刊已入编“万方数据——数字化期刊群”，“中国核心期刊  
(遴选) 数据库”，“中国期刊全文数据库 (CJFD)”，“中文科技期  
刊数据库”及 CNKI 系列数据库，作者如不同意将文章入编，投稿  
时敬请说明。

### ◀ 试验与研究 ▶

- 虑及控制机构运动关联的柱塞泵动态特性研究  
 …… 曹旭阳, 唐旭扬, 刘伟崑, 王顶 (78)
- 基于 TRIZ 与可拓创新方法的机械产品概念设计  
 方法研究  
 …… 熊宗慧, 曹东升, 胡平平, 何志琪 (86)
- 超强型齿层永磁混合式步进电机结构原理及性能  
 分析  
 …… 杨真昊, 鲁炳林, 赵博, 王坤, 袁帅 (93)
- 基于混合粒子群算法的圆柱型电磁铁优化设计  
 …… 王晨皓, 林何, 盛晓超 (100)
- 基于 IAGA 的多行设施布局优化方法  
 …… 曾强, 陈永锋, 袁瑞甫, 赵水晶 (106)
- 基于变密度法深孔钻床主轴箱可靠性拓扑优化  
 …… 胡韶岩, 薄瑞峰, 刘韶轩, 陈振亚 (113)
- 混合策略改进鲸鱼优化算法在圆柱度误差评定  
 中的应用  
 …… 吕星辰, 郑鹏, 程亚红, 郑嘉琦 (118)
- 重载物流 AGV 机器人悬架结构优化设计  
 …… 王殿君, 王子龙, 陈亚, 朱亚东, 高尚 (124)
- 非对称液压缸位移伺服系统的复合控制策略与  
 试验研究  
 …… 鄂东辰, 董兴华, 蔡玉强, 王志军, 路时雨, 张立杰 (131)
- 基于多空气槽新 V 型转子超高效 NVRPM 优化  
 设计  
 …… 刘鑫, 王步来, 苑宇阳 (136)

### ◀ 建模与仿真 ▶

- 泵车臂架虚拟样机仿真与压损优化  
 …… 王琛, 丁海港, 石峰, 赵延斌, 王福鑫, 庞智珍 (143)

- 声空化条件下传动液弹性模量的时空演变  
 …… 陈益宏, 许沧粟, 李孝禄, 李运堂, 陈源, 金杰, 庞文 (149)
- 磨头磨削镍基高温合金仿真  
 …… 黎柏春, 李晓坤, 李刚, 李治, 何振鹏, 闫方超 (156)
- 基于 AMESim 的多液压缸系统故障建模与仿真  
 分析  
 …… 韩博, 王兆强, 谢超, 卢灿, 刘斌山, 王小强 (163)
- 基于 MATLAB 的六极并联齿轮泵优化设计及  
 分析  
 …… 胡延平, 陈志鹏, 尹浩然, 李旭辰 (170)
- 双向驱动井径测井仪推靠系统工作行为分析  
 …… 席文奎, 陈虎子, 隗鸿科, 耿东恒, 魏航信, 孙文 (176)
- 风电齿轮箱磨损故障建模与分析  
 …… 范志锋 (186)
- 汽车液-气压能量回收系统研究  
 …… 胡万强 (191)

### ◀ 综述与分析 ▶

- 机器人核心零部件技术现状及趋势综述  
 …… 赵赢, 王志杰, 李本旺, 吴曾萍 (196)

### ◀ 故障诊断与可靠性 ▶

- 面向能效的多约束集成维护策略研究  
 …… 王世友, 柳剑, 姚凌云, 李丽 (203)
- 面向回转机组电机小样本复合故障的多源异构  
 自适应迁移学习  
 …… 巩晓赞, 智泽恒, 杜文辽, 韩明, 胡亚凯, 罗双强 (209)
- 信息 …… (130)、(202)

## 广告刊户索引

- 杭州爱力智控技术有限公司 …… 封二
- 鼎基先进材料(股)公司 …… 封三
- 黎明液压有限公司 …… 彩插 1

- 宁波华液机器制造有限公司 …… 彩插 2
- 南京翰坤机电科技有限公司 …… 彩插 3
- 阿托斯(上海)液压有限公司 …… 目录对页

---



---

# MACHINE TOOL & HYDRAULICS®

Half-Monthly

Vol. 52 No. 3 Feb. 2024

---



---

**Authorities in Charge:** China Association for Science and Technology

**Sponsor:** Chinese Mechanical Engineering Society  
Guangzhou Mechanical Engineering  
Research Institute Co., Ltd.

**Co-organizer:** National Robot Test and Assessment  
Center (Guangzhou)

**Editor & Publisher:** Editorial Office of MACHINE  
TOOL & HYDRAULICS

**Add:** No. 828 Maogang Road, Huangpu District,  
Guangzhou, China

## Editorial Committee

**Chairman:** Song Tianhu

**Vice Chairmen:**

Huang Xing	Kong Xiangdong	Jiao Zongxia
Jiang Jihai	Sun Lining	

**Members of Editorial Committee:**

Ding Wensi	Wang Junzheng	Wang Taiyong
Lu Wenhui	Liu Xinhui	Liu Xiaochu
Liu Yanjun	Liu Yihua	Quan Long
Ruan Jian	Chen Chaozhi	Chen Zhangwei
Li Baoren	Li Xiaoning	Li Yunhua
Min Xinhe	Zhang Xianmin	Zhang Tao
Zhao Shengdun	Hao Yucheng	Shi Guanglin
Gao Dianrong	Yuan Ruibo	Han Junwei
Ji Hong		

**Chief Editor:** Min Xinhe

**Vice Chief Editor:** Zhang Yanjun

**Layout Design:** Deng Linqian

**Tel:** (8620) 32385312

**Web:** www.jcyyy.com.cn

**E-mail:** jcy@gmeri.com

**Distributed Range:** Distribution at home and abroad

**Domestic Distributor:** Newspapers and Publications  
Board of Guangdong

**Overseas Distributor:** China International Book Trading  
Corporation

**Post Distribution Code:** 46-40

**International Code:** SM 550

---



---

## CONTENTS

### INDUSTRIAL ROBOT COLUMN

- Kinematic Calibration of Single 2-DOF Joint in a Serpentine  
Space Manipulator  
..... SONG Guoqing, ZHAO Chenghao, YUAN Junjie,  
ZHANG Zhonghai, HE Guangping (1)
- Fast Visual Inertia SLAM Algorithm Based on Point and Line  
Feature  
..... ZHOU Shujie, WU Gongping, HE Wenshan (10)
- GMAW Additive Manufacturing of Industrial Robot for Impeller  
Blade Based on Double NURBS Curves  
..... WANG Zhaoqin, SHI Yu, WANG Xiaorong (17)
- Research on Fuselage Section Docking Method Based on  
4-PPPS Parallel Mechanism  
..... LI He, QI Ruolong, ZHANG Ke, ZHAO Jibin (22)
- Adaptive Control of Transient Power Flow of Hydraulic  
Quadruped Robot Oil Source  
..... HUANG Tan, ZHAO Hui,  
XIN Jianshu, YUAN Lipeng (30)
- Configuration Design and Overbarrier Strategy of the Quad-  
track Composite Robot Used for Forestry  
..... ZHANG Boxuan, WANG Lichao, YUAN Zehao,  
SUN Shufa, WANG Yangwei (37)
- Stress and Deformation Analysis of Cup-Shaped Flexspline  
Harmonic Reducer for Robot  
..... YI Weifeng, LIU Hongbin, WU Zhiheng,  
ZHANG Huawei, HAN Shoulei (44)
- Drilling Riveting Robot Stiffness Optimization Based on Pose  
Change  
..... WANG Minghai, ZHANG Wei, LIU Xiangchen (49)
- Path Planning of Mobile Robot Based on Chaotic Courtship  
Firefly Algorithm  
..... HOU Zhixiang, CHENG Wei, LI Fengling (55)
- Research on Improved Single Neural Network PID Control  
Algorithm for Leg Joints of Footed Robot  
..... MA Cheng, JIANG Gang, HAO Xingan,  
PU Hongyun, CHEN Qingping, HUANG Jianjun,  
XU Wengang, HUANG Huang (60)
- Robot Inspection Method Based on Visual Scanning to Generate  
Inspection Tasks  
..... MENG Hao, AN Fuwang, JI Lite (67)
- Optimization of Underwater Robot Control System Based on  
Fuzzy PID Algorithm  
..... ZHANG Panmei (72)

## TEST & RESEARCH

- Research on Dynamic Characteristics of Piston Pump Considering Motion Correlation of Control Mechanism  
..... CAO Xuyang, TANG Xuyang,  
LIU Weiwei, WANG Ding (78)
- Research on Conceptual Design Method of Mechanical Products Based on TRIZ and Extension Innovation Method  
..... XIONG Zonghui, CAO Dongsheng,  
HU Pingping, HE Zhiqi (86)
- Structure Principle and Performance Analysis of Super Tooth-layer-Permanent-magnet Hybrid Stepping Motor  
..... YANG Zhenhao, LU Binglin, ZHAO Bo,  
WANG Kun, YUAN Shuai (93)
- Optimization Design of Cylindrical Electromagnet Based on Hybrid Particle Swarm Optimization Algorithm  
..... WANG Chenhao, LIN He, SHENG Xiaochao (100)
- Optimization Method for Multi-row Facility Layout Based on IAGA  
..... ZENG Qiang, CHEN Yongfeng,  
YUAN Ruifu, ZHAO Shuijing (106)
- Reliability Topology Optimization on Spindle Box of Deep Hole Drilling Machine Based on Variable Density Method  
..... HU Shaoyan, BO Ruifeng,  
LIU Shaoxuan, CHEN Zhenya (113)
- Application of Hybrid Strategy Improved Whale Optimization Algorithm in Cylindricity Error Evaluation  
..... LV Xingchen, ZHENG Peng,  
CHENG Yahong, ZHENG Jiaqi (118)
- Optimization Design of Suspension Structure for Heavy Duty Logistics AGV Robot  
..... WANG Dianjun, WANG Zilong, CHEN Ya,  
ZHU Yadong, GAO Shang (124)
- Compound Control Strategy and Experimental Study for Displacement Servo System of Asymmetric Hydraulic Cylinder  
..... E Dongchen, DONG Xinghua, CAI Yuqiang,  
WANG Zhijun, LU Shiyu, ZHANG Lijie (131)
- Optimal Design of Ultra Efficient NVRPM Based on New V-type Rotor with Multiple Air Slots  
..... LIU Xin, WANG Bulai, YUAN Yuyang (136)

## MODELING & SIMULATION

- Virtual Prototype Simulation and Pressure Loss Optimization of Pump Truck Boom  
..... WANG Chen, DING Haigang, SHI Feng,  
ZHAO Yanbin, WANG Fuxin, PANG Zhizhen (143)
- Spatiotemporal Evolution of Bulk Elastic Modulus of Transmission Fluid under Acoustic Cavitation  
..... CHEN Yihong, XU Cangsu, LI Xiaolu, LI Yuntang,  
CHEN Yuan, JIN Jie, PANG Wen (149)
- Simulation of Grinding Nickel-base Superalloy with Grinding Head  
..... LI Baichun, LI Xiaokun, LI Gang,  
LI Zhi, HE Zhenpeng, YAN Fangchao (156)
- Fault Modeling and Simulation Analysis of Multi-hydraulic Cylinder System Based on AMESim  
..... HAN Bo, WANG Zhaoqiang, XIE Chao,  
LU Can, LIU Binshan, WANG Xiaoqiang (163)
- Optimized Design and Analysis of Six-Pole Parallel Gear Pump Based on MATLAB  
..... HU Yanping, CHEN Zhipeng,  
YIN Haoran, LI Xuchen (170)
- Working Behavior Analysis of Pushing System of Bidirectional Driving Caliper Logging Tool  
..... XI Wenkui, CHEN Huzi, JUAN Hongke,  
GENG Dongheng, WEI Hangxin, SUN Wen (176)
- Modeling and Analysis of Wear Fault of Wind Turbine Gearbox  
..... FAN Zhifeng (186)
- Research on Automobile Hydro-Pneumatic Energy Recovery System  
..... HU Wanqiang (191)

## REVIEW & ANALYSIS

- Review on the Status Quo and Trend of Robot Core Parts Technology  
..... ZHAO Ying, WANG Zhijie,  
LI Benwang, WU Zengping (196)

## FAULT DIAGNOSIS & RELIABILITY

- Research on Energy Efficiency Oriented Multi-constraint Integrated Maintenance Strategy  
..... WANG Shiyou, LIU Jian, YAO Lingyun, LI Li (203)
- Motor Compound Fault Adaptation Transfer Learning of Rotary Machinery for Multi-source Signal and Small Samples  
..... GONG Xiaoyun, ZHI Zeheng, DU Wenliao,  
HAN Ming, HU Yakai, LUO Shuangqiang (209)