

# 机床与液压

MACHINE TOOL & HYDRAULICS

ISSN 1001-3881  
CN44-1259/TH

2019.23

半月刊 第47卷  
总第497期  
www.jcyyy.com.cn



## 工业机器人专辑

中文核心期刊 中国科技期刊精品数据库收录期刊 中国科技论文统计源期刊 CODE JYYEEV 1973年创刊  
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）



机床与液压

2019.23 半月刊

第47卷 总第497期

二〇一九年十二月上半月



机器人及关键零部件  
智能装备 智能工厂

密封 润滑 密封胶  
液压 光机电一体化

机器人检测  
汽车零部件检测  
油液与设备状态检测



### 让智能科技更好地为人类服务

国机智能科技有限公司  
SINOMACH Intelligence Technology Co., Ltd.

地址：广东省广州市黄埔区科学城新瑞路2号 网址：www.sinomach-it.com  
电话：020-32388303 传真：020-32389135 邮箱：gmeri@gmeri.com



万方数据

# 机床与液压

## JICHUANG YU YEYA

1973 年创刊

第 47 卷第 23 期 (总第 497 期) 2019 年 12 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: 卢文辉  
版面设计: 胡德元  
电话: 020-32385312 电子邮箱: jcy@gmeri.com  
英文专版采编中心 (重庆理工大学期刊社)  
电话: 023-68667984, E-mail: jdygyw@126.com

广告发行部  
广告策划: 徐瑾瑾  
美术编辑: 陈雁琼  
电话: 020-32385311

电子邮箱: adv@gmeri.com  
发 行: 廖孟洁 发行热线: 020-32389676  
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

国内邮发代号: 46-40  
国外发行代号: BM 550  
ISSN1001-3881  
CN44-1259/TH 定价: 20 元/期, 480 元/年

# 目 次

## ◀ 工业机器人专栏 ▶

2(3PUS+S)型并联机构驱动部件刚度特性分析  
..... 黄玉福 倪琳 程刚 郭锋 乔智 (1)

基于 MATLAB 的 3P2R 型装配机器人运动特性分析  
..... 谢俊 贾一鸣 宋俊朋 李畅 杨启志 (7)

上料桁架机械手刚柔耦合运动特性研究  
..... 李健洪 马平 刘杰 廖能解 赵虎 (11)

高精度 3-PPR 并联平台的对位精度分析与试验研究  
..... 郑甲红 刘杰林 张弓 杨根 侯至丞  
王卫军 冯伟 韩彰秀 蔡君义 李友浩 (17)

基于 BP 和 RBF 神经网络的机器人逆运动学算法  
..... 陈睿 闵华松 (22)

基于 QR 码图形特征的移动机器人定位  
..... 王素敏 侯爱萍 袁亮 张建杰 (28)

基于 RBF 神经网络间接求取运动学逆解的研究  
..... 李进 刘璇 张建华 陈浩 张垚楠 (32)

基于麦克纳姆轮的磁导航 AGV 纠偏控制研究  
..... 孙立新 王传龙 高菲菲 杨兴宇 (38)

四足机器人容错性步态规划方法研究  
..... 常青 罗庆生 (41)

铸件多功能作业机器人多臂协调轨迹规划与仿真  
..... 王成军 于瑞 (47)

基于改进的 SURF\_FREAK 算法的工件识别与抓取方法  
研究  
..... 刘敬华 钟佩思 刘梅 (52)

移动机器人机械臂运动分析及轨迹规划  
..... 万正海 李锻能 王冲 邓君裕 (56)

水下机器人多传感器组合系统在船体检测的应用  
..... 陈饰勇 刘晓初 王立涛 刘志军 何晓宏 (61)

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。

基于液压马达驱动的 6R 排爆机械臂结构设计与运动学分析  
 ..... 李琳 吴娟 王松岩 (64)

基于改进蚁群算法的果园移动机器人路径规划研究  
 ..... 涂亮杰 李林升 林国湘 (69)

基于 Fluent 的飞行型绳牵引机器人气动特性分析  
 ..... 苏宇 王沁 赵鹏 李沁洋 (74)

基于深度学习的单目视觉水下机器人目标跟踪方法研究  
 ..... 陈国军 陈巍 郁汉琪 (79)

关节非线性的串联双连杆机械臂运动控制研究  
 ..... 李桂娇 张长春 (83)

采用混合算法优化的 3-PRRR 并联冗余机械手驱动力矩研究  
 ..... 顾建华 邓小芳 孙贵生 (89)

基于黎卡提微分方程的移动机器人运动误差控制研究  
 ..... 赵龙 田祥 (94)

多电机机器人低成本神经脉冲 PID 控制研究  
 ..... 杨小庆 周洋 (98)

主从式遥操作配网带电作业机器人研究  
 ..... 许崇新 赵玉良 赵生传  
 李明 李红新 张婷婷 (102)

六自由度医用摆位机器人机构设计与研究  
 ..... 杨小龙 陈惠贤 陈继朋  
 乔宇 马利强 姚运萍 (106)

五自由度小型示教机械臂设计  
 ..... 朱鹏程 付乐 陈吉安 吴庆和 (111)

◀ 试验与研究 ▶

交变冲击机构运动性能检测方法  
 ..... 丁问司 李治国 (116)

金属管材成形用高压水溢流压力控制系统研究  
 ..... 张琦 高张文龙 王双钰卓  
 张阿蒙 曹苗 李靖详 (120)

减振器性能试验台电伺服激振系统开发  
 ..... 孙晓帮 陆国栋 (125)

轨道除雪车行驶驱动液压系统仿真研究  
 ..... 涂增亮 郑明军 吴文江 张恒 (130)

范成包络面齿侧最优前角滚刀设计  
 ..... 高文 杨顺田 (134)

基于新型阀口流量自补偿技术的冲洗阀研究  
 ..... 张军花 邹婧绍 袁野  
 王维 徐尧 张劲 (138)

面向高质量高效率低能耗的车削参数优化  
 ..... 王德超 崔峰 周云峰  
 郑圣奎 朴成道 (142)

往复走丝线切割加工电极丝振动的模糊控制研究  
 ..... 李淑玉 李强弟 孟辉 (148)

基于 CANopen 总线的弯管机多轴运动控制系统设计与实现  
 ..... 孙松丽 朱文亮 黄晓华 瞿志俊 (153)

液压挖掘机动臂势能回收与控制技术研究  
 ..... 杜希亮 占刚 毛卫秀  
 贺福强 陈念 (160)

◀ 建模与仿真 ▶

基于有限元的 RV 减速器关键结构分析  
 ..... 梁顺可 宋雷 陈飞昕 邵明 (165)

基于粒子群自适应差分进化算法的动压缸电液伺服系统辨识  
 ..... 邓攀 刘洋 李华  
 胡念慈 李恒山 (169)

基于混色 3D 打印工艺的混料腔均匀性结构设计  
 ..... 畅鹏豪 陈中中 苏智剑 黄子帆 (174)

基于 Deform-2D 的 TC4 合金的 J-C 模型参数优化选择  
 ..... 汪东明 (178)

◀ 综述与分析 ▶

机器视觉在轴承检测中的研究现状及发展趋势  
 ..... 张明辉 王建武 张文 王广忠 (183)

◀ 故障诊断与可靠性 ▶

某风洞柔壁喷管联动控制方法改进  
 ..... 顾海涛 张胜 王晓宇 (190)

二级喷嘴挡板式伺服阀故障实测与分析  
 ..... 黄雄军 (194)

# MACHINE TOOL & HYDRAULICS

Half-Monthly

Vol. 47 No. 23 Dec. 2019

**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:** Lu Wenhui

**Layout Design:** Hu Deyuan

**Tel:** (8620) 32385312

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

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

English Special-Edition Editorial Center (Periodicals  
Office of Chongqing University of Technology)

**Tel:** (8623) 68667984

**E-mail:** jdygcyw@126.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:** BM 550

# CONTENTS

## INDUSTRIAL ROBOT COLUMN

Stiffness Analysis of the Drive Components for a 2(3PUS+S) Parallel  
Mechanism

..... HUANG Yufu NI Lin CHENG Gang  
GUO Feng QIAO Zhi (1)

Kinematic Characteristics Analysis of 3P2R Assembly Robot

Based on MATLAB

..... XIE Jun JIA Yiming SONG Junpeng  
LI Chang YANG Qizhi (7)

Study on Rigid-Flex Coupling Kinetic Characteristics of Loading  
Material Truss Manipulator

..... LI Jianhong MA Ping LIU Jie  
LIAO Nengjie ZHAO Hu (11)

Analysis and Experimental Study on Alignment Accuracy of High  
Precision 3-PPR Parallel Platform

..... ZHENG Jiahong LIU Jieli ZHANG Gong  
YANG Gen HOU Zhicheng WANG Weijun

FENG Wei HAN Zhangxiu CAI Junyi LI Youhao (17)

Inverse Kinematics Algorithm of Robot Based on BP and RBF  
Neural Networks

..... CHEN Rui MIN Huasong (22)

Mobile Robot Localization Based on Graphic Features of QR Code

..... WANG Sumin HOU Aiping  
YUAN Liang ZHANG Jianjie (28)

Research on Indirect Solution of Inverse Kinematics Based on  
RBF Neural Network

..... LI Jin LIU Xuan ZHANG Jianhua  
CHEN Hao ZHANG Yaonan (32)

Research on AGV Deviation Correction Control of Magnetic  
Navigation Based on Mecanum Wheel

..... SUN Lixin WANG Chuanlong  
GAO Feifei YANG Xingyu (38)

Study of Fault-tolerant Gait Planning Algorithm for Quadruped  
Robot

..... CHANG Qing LUO Qingsheng (41)

Simulation of Multi-arm Coordinated Trajectory Planning  
about Multifunction Casting Robot

..... WANG Chengjun YU Rui (47)

Research on Workpiece Recognition and Grabbing Method  
Based on Improved SURF\_FREAK Algorithm

..... LIU Jinghua ZHONG Peisi LIU Mei (52)

Motion Analysis and Trajectory Planning of Mobile Robot Manipulator

..... WAN Zhenghai LI Duanneng  
WANG Chong DENG Junyu (56)

Application of Underwater Robot Multi-sensor System in Ship  
Detection

..... CHEN Shiyong LIU Xiaochu WANG Litao  
LIU Zhijun HE Xiaohong (61)

Structural Design and Kinematics Analysis of 6R Explosive Manipulator Based on Hydraulic Motor Drive  
..... LI Lin WU Juan WANG Songyan (64)

Research on Path Planning of Orchard Mobile Robot Based on Improved Ant Colony Algorithm  
..... TU Liangjie LI Linsheng LIN Guoxiang (69)

Fluent-Based Analysis of Flying Cable-Driven Robot Aerodynamic Characteristics  
..... SU Yu WANG Qin  
ZHAO Peng LI Qinyang (74)

Research on Monocular Vision Target Tracking Method for Underwater Robot Based on Deep Learning  
..... CHEN Guojun CHEN Wei YU Hanqi (79)

Motion Control Study in a Series of Two Link Linkage Mechanical Arm Considering Joint Nonlinearity  
..... LI Guijiao ZHANG Changchun (83)

Research on Driving Torque of 3-PRRR Parallel Redundant Manipulator Optimized by Hybrid Algorithms  
..... GU Jianhua DENG Xiaofang SUN Guisheng (89)

Research on Motion Error Control of Mobile Robot Based on Riccati Differential Equation  
..... ZHAO Long TIAN Xiang (94)

Study of Low Cost Neural Pulse PID Control for Multi-motor Robot  
..... YANG Xiaoqing ZHOU Yang (98)

Research on Distribution Network Live Working Robot with Master-slave Tele-operation  
... XU Chongxin ZHAO Yuliang ZHAO Shengchuan  
LI Ming LI Hongxin ZHANG Tingting (102)

Mechanical Design and Research of a 6-DOF Medical Positioning Robot  
... YANG Xiaolong CHEN Huixian CHEN Jipeng  
QIAO Yu MA Liqiang YAO Yunping (106)

Design of Small Teaching Robot Arm with Five Degrees of Freedom  
..... ZHU Pengcheng FU Le  
CHEN Ji'an WU Qinghe (111)

### TEST & RESEARCH

Alternating Impact Mechanism Motion Performance Detection Method  
..... DING Wensi LI Zhiguo (116)

Research on High Pressure Water Overflow Pressure Control System for Forming in Metallic Tube  
..... ZHANG Qi GAOZHANG Wenlong  
WANGSHUANG Yuzhuo ZHANG Ameng  
CAO Miao LI Jingxiang (120)

Development of Electric Servo Excitation System for Shock Absorber Performance Test Bench  
..... SUN Xiaobang LU Guodong (125)

Simulation Research on Driving Hydraulic System of Track Snow Removing Vehicle  
..... XIE Zengliang ZHENG Mingjun  
万方数据 WU Wenjiang ZHANG Heng (130)

Design of Optimal Front Angle Hob on Tooth Side of Formed Envelop Surface  
..... GAO Wen YANG Shuntian (134)

Research of Flush Valve Based on New Flow Self-compensation Technique  
..... ZHANG Junhua ZOU Xushao YUAN Ye  
WANG Wei XU Yao ZHANG Jin (138)

Optimization of Turning Parameters for High Quality High Efficiency and Low Energy Consumption  
..... WANG Dechao CUI Feng ZHOU Yunfeng  
ZHENG Shengkui PIAO Chengdao (142)

Research on Vibration Control of Electrode Wire in HS-WEDM Based on Fuzzy Principle  
..... LI Shuyu LI Qiangdi MENG Hui (148)

Design and Implementation of Multi-axis Motion Control System for Tube-bending Machine Based on CANopen Bus  
..... SUN Songli ZHU Wenliang  
HUANG Xiaohua QU Zhijun (153)

Research on Hydraulic Excavator Potential Energy Recovery and Control Technology  
..... DU Xiliang ZHAN Gang MAO Weixiu  
HE Fuqiang CHEN Nian (160)

### MODELING & SIMULATION

Analysis of the RV Reducer Key Structure Based on Finite Element Method  
..... LIANG Shunke SONG Lei  
CHEN Feixin SHAO Ming (165)

Identification of Dynamic Pressure Cylinder Electro-hydraulic Servo System Based on Particle Swarm Adaptive Differential Evolution Algorithm  
..... DENG Pan LIU Yang LI Hua  
HU Nianci LI Hengshan (169)

Structure Design of Mixing Chamber Uniformity Based on Mixed Color 3D Printing Process  
..... CHANG Penghao CHEN Zhongzhong  
SU Zhijian HUANG Zifan (174)

Optimization Selection of J-C Model Parameters of TC4 Alloy Based on Deform-2D  
..... WANG Dongming (178)

### REVIEW & ANALYSIS

Research Status and Development Trend of Machine Vision in Bearing Inspection  
..... ZHANG Minghui WANG Jianwu  
ZHANG Wen WANG Guangzhong (183)

### FAULT DIAGNOSIS & RELIABILITY

Linkage Control Method Improvement of Wind Tunnel Flexible Nozzle  
..... GU Haitao ZHANG Sheng WANG Xiaoyu (190)

Faults Measurement and Analysis of Two Stages Nozzle Flapper Servo Valve  
..... HUANG Xiongjun (194)