

# 机床与液压

## MACHINE TOOL & HYDRAULICS

### 工业机器人专辑

ISSN1001-3881  
CN44-1259/TH

# 2021.17

半月刊 第49卷  
总第539期  
www.jcyyy.com.cn



机床与液压



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）

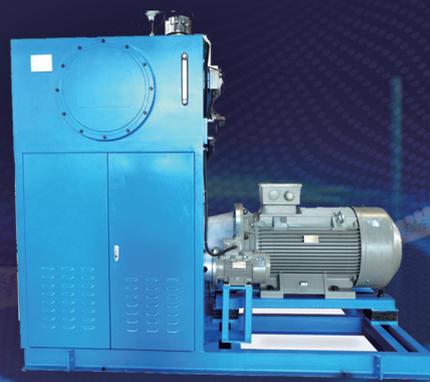
2021 No17

半月刊

第49卷 总第539期

二〇二一年九月上半月

# 「智能化 远程运维」



闭式垃圾破碎机液压系统



机床镗铣床液压系统



硫化机液压系统



挤浆机液压系统

国内液压行业技术归口单位之一

丰富的液压系统设计经验与专业制造

为客户提供个性化集成服务及液压技术解决方案

公司产品广泛应用于 冶金、试验台、机床、硫化机、阀门、

环保、造纸、矿山、船舶、游乐设备、机械装备等行业。



中国特大炼铁炉  
-COREX炉液压系统



ERW套管热处理系统



宝力特3D飞行影院液压系统



广州宝力特液压密封有限公司  
GZBLT Hydraulics & Seals LTD.

万劳数据

电话：020-32385390  
传真：020-32389109



# 机床与液压

## JICHUANG YU YEYA

1973 年创刊

第 49 卷第 17 期 (总第 539 期) 2021 年 9 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  
编 辑: 张楠  
版面设计: 斯淑珍  
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  
广告热线: 020-32385311  
发行热线: 020-32389676  
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

国内邮发代号: 46-40

国外发行代号: BM 550

定价: 20 元/期, 480 元/年

ISSN1001-3881  
CN44-1259/TH

# 目 次

## ◀ 工业机器人专栏 ▶

基于半解析法的四足爬壁机器人关节扭矩估算  
..... 张铁 吴凌峰 赖乙宗 蔡蒂 (1)

基于改进模糊自适应的机械手阻抗控制研究  
..... 罗萍 杨波 常峥 张晓晓 (9)

涂胶机器人离线编程系统设计与应用  
..... 刘欢庆 苏宇锋 高建设 (15)

基于改进人工势场法的机械臂路径规划仿真  
..... 付泽民 余奇 熊鹏鹏 王志进 赵志繁 (20)

基于 C 集的少自由度并联解耦机器人构型综合  
..... 席万强 俞斌 宋长坡 王尧尧 (25)

新型抱臂式架空输电线路巡检机器人研制  
..... 侯建国 张斌 刘晓铭  
..... 黄国方 薛栋良 温祥青 王吉岱 (31)

1T2R 和 2T1R 两运动模式的并联机构的综合与分析  
..... 陆彩满 刘艳梨 古亮 吴洪涛 (38)

六自由度机械臂反向动力学递推算法研究  
..... 谈衡 刘凯磊 康绍鹏 (49)

采用逆神经网络模型的移动机器人速度控制回路研究  
..... 万军 贾宇明 (54)

基于 Dueling Network 与 RRT 的机械臂抓放控制  
..... 王永 李金泽 (59)

一种机器人的传送带动态跟踪算法  
..... 李雪锋 庄健培 高燕 吴科龙 (65)

## ◀ 试验与研究 ▶

高速球轴承生热量的理论及试验研究  
..... 于洁 刘忠 袁伟 贺磊 郭前建 (68)

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。

全贯流泵装置水泵特性模型试验研究

..... 徐道帆 葛强  
仇宝云 徐金 李振志 (74)

基于 COMSOL 的摆线泵流场特性研究

..... 刘勇 徐劲松  
黄龙龙 王广华 张蕊 (79)

液压激振伺服控制系统的模型辨识

..... 周新建 郭维年  
肖乾 祁强 周生通 (85)

基于轮询枚举的轴承监测系统超多通道任意可选方法研究

..... 杨林杰 李奇 颜丙生 刘自然 (89)

基于超磁致伸缩驱动的输液泵设计及可行性研究

..... 刘旭辉 宋浩然 胡慧娜  
吴雁 李振武 曹永军 (95)

基于嵌入式系统的汽车电子水泵测试系统研究

..... 王巍 冯晨 王敏 唐宁 (99)

基于二阶 LADRC 的多电机同步控制系统研究

..... 杨赛东 张士雄 刘亚奇 (104)

基于机械对称性知识的夹具快速设计

..... 唐耀红 刘显贵 梁国祥 (107)

管道全位置焊接熔池监测试验研究

..... 柯希林 王中任 汤宇  
夏良杰 赵荣丽 刘海生 (113)

基于热传递函数的机床主轴热关键点辨识方法

..... 何郑曦 荣茂林 (117)

气膜孔五轴视觉测量系统的设计与搭建

..... 毕超 郝雪 刘梅 纪广波 (123)

一种多片舵同步展开模拟负载技术的可行性研究

..... 杜永刚 于锟锟 (128)

基于线结构光视觉的轴径主动测量方法

..... 张翠翠 刘思远 赵京鹤 (132)

整体七级叶轮五轴加工工艺设计与研究

..... 张兴华 (137)

万方数据

◀ 建模与仿真 ▶

机械密封系统流场气穴特性数值分析

..... 陶兴伟  
穆塔里夫·阿赫迈德 王鹏程 (142)

基于 Fuzzy-PID 的单自由度液压实验台控制特性分析

..... 靳莹  
宁初明 韩寿松 沈灿铎 黄勇 (147)

含填充胶表贴式高速永磁转子保护套强度研究

..... 魏小丰 胡青春 (151)

四自由度水下机械手系统设计及仿真

..... 乔栋 谢亚龙 姚涛 (157)

基于 AMESim 的闭式液压系统动态特性与热力学分析

..... 张慧贤  
马利民 梁莉 郭哲锋 钟卫 (164)

齿轮副几何参数对直线共轭内啮合齿轮泵流量脉动特性的影响

..... 张东东 (169)

◀ 综述与分析 ▶

高硬度合金加工热力因素对刀具磨损影响研究进展

..... 刘屹 林有希 左俊彦 (173)

◀ 故障诊断与可靠性 ▶

基于滑动窗口-KL 散度和改进堆叠自编码的轴承故障诊断

..... 杨锡运 吕微 王灿 李韶武 (179)

工业机器人谐波减速器的传动误差超限故障诊断

..... 柳杨 王凌 高雁凤  
高建秋 王斌锐 曾涛 (185)

基于电机电流信号的齿轮泵故障识别方法

..... 孙昱 何林 (191)

基于 STL 分解的平均故障间隔时间组合预测

..... 王晓燕 郎贺 王品 白贤明 (196)

信息 ..... (14)、(58)、(84)、(94)、(112)

# MACHINE TOOL & HYDRAULICS

Half-Monthly

Vol. 49 No. 17 Sep. 2021

**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

**Editor:** Zhang Nan

**Layout Design:** Si Shuzhen

**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:** BM 550

# CONTENTS

## INDUSTRIAL ROBOT COLUMN

- Joint Torque Estimation for Quadruped Wall Climbing Robot  
Based on Semi Analytical Method  
..... ZHANG Tie WU Lingfeng LAI Yizong CAI Di (1)
- Study on Manipulator Impedance Control Based on Improved  
Fuzzy Adaptive  
..... LUO Ping YANG Bo  
CHANG Zheng ZHANG Xiaoxiao (9)
- Design and Applications of Off-line Programming System for  
Gluing Robot  
..... LIU Huanqing SU Yufeng GAO Jianshe (15)
- Simulation of Path Planning of Manipulator Based on Improved  
Artificial Potential Field Method  
..... FU Zemin YU Qi  
XIONG Pengpeng WANG Zhijin ZHAO Zhifan (20)
- Type Synthesis of Decoupled Less DOF Parallel Mechanism  
Based on C Set  
..... XI Wanqiang YU Bin  
SONG Changpo WANG Yaoyao (25)
- Development of a Novel Inspection Robot for High Voltage  
Power Transmission Line  
..... HOU Jianguo ZHANG Bin  
LIU Xiaoming HUANG Guofang  
XUE Dongliang WEN Xiangqing WANG Jidai (31)
- Synthesis and Analysis of Parallel Mechanism with Both 1T2R  
and 2T1R Motion Mode  
... LU Caiman LIU Yanli GU Liang WU Hongtao (38)
- Research on a Inverse Dynamic Recursive Algorithm for a 6-  
DOF Manipulator  
..... TAN Heng LIU Kailei KANG Shaopeng (49)
- Research on Speed Control Loop of Mobile Robot Based on  
Inverse Neural Network Model  
..... WAN Jun JIA Yuming (54)
- Manipulator Control Based on Dueling Network and RRT  
..... WANG Yong LI Jinze (59)
- A Dynamic Tracking Algorithm of Robot Conveyor Belt  
..... LI Xuefeng ZHUANG Jianpei  
GAO Yan WU Kelong (65)
- ## TEST & RESEARCH
- Theoretical and Experimental Study on Heat Generation of  
High Speed Ball Bearings  
..... YU Jie LIU Zhong  
YUAN Wei HE Lei GUO Qianjian (68)

Model Test Study on Pump Characteristics of Full-flow Pump Unit  
 ..... XU Xiaofan GE Qiang  
 QIU Baoyun XU Jin LI Zhenzhi (74)

Research on the Flow Characteristics of Cycloidal Pump Based on COMSOL  
 ..... LIU Yong XU Jinsong HUANG Longlong  
 WANG Guanghua ZHANG Rui (79)

Model Identification of Hydraulic Excitation Servo Control System  
 ..... ZHOU Xinjian GUO Weinian  
 XIAO Qian QI Qiang ZHOU Shengtong (85)

Research on Super Multi-channel Arbitrary Selection Method of Bearing Monitoring System Based on Polling Enumeration  
 ... YANG Linjie LI Qi YAN Bingsheng LIU Ziran (89)

Design and Feasibility Study of Infusion Pump Driven by Giant Magnetostrictive Actuator  
 ..... LIU Xuhui SONG Haoran HU Huina  
 WU Yan LI Zhenwu CAO Yongjun (95)

Research on the Automotive Electronic Water Pump Test System Based on Embedded System  
 ..... WANG Wei FENG Chen  
 WANG Min TANG Ning (99)

Research on Multi-motor Synchronous Control System Based on Second Order LADRC  
 ..... YANG Saidong ZHANG Shixiong LIU Yaqi (104)

Rapid Design of Fixture Based on Mechanical Symmetry Knowledge  
 ... TANG Yaohong LIU Xiangui LIANG Guoxiang (107)

Experimental Study of the Monitoring of Molten Pool During Pipe All-position Welding  
 ..... KE Xilin WANG Zhongren TANG Yu  
 XIA Liangjie ZHAO Rongli LIU Haisheng (113)

Identification Method of Machine Tool Spindle Thermal Key Points Based on Heat Transfer Function  
 ..... HE Zhengxi RONG Maolin (117)

Design and Establishment of Five-axis Vision Measuring System for Film Cooling Holes  
 ..... BI Chao HAO Xue LIU Mei JI Guangbo (123)

Feasibility Study of a Simulation Load Technology for Multi Piece Rudder Synchronous Deployment  
 ..... DU Yonggang YU Kunkun (128)

An Active Diameter Measurement Method Based on Linear Structured Light Vision  
 ..... ZHANG Cuicui LIU Siyuan ZHAO Jinghe (132)

Design and Research on Five Axis Machining Technology of Integral Seven Stage Impeller  
 ..... ZHANG Xinghua (137)

### MODELING & SIMULATION

Numerical Analysis of Cavitation Characteristics of Flow Field in Mechanical Seal System ..... TAO Xingwei  
 MUTELLIP Ahmat WANG Pengcheng (142)

Control Characteristics Analysis of One DOF Hydarulic Test Bench Based on Fuzzy-PID  
 ..... JIN Ying NING Chuming  
 HAN Shousong SHEN Canduo HUANG Yong (147)

Strength Analysis for the Protective Enclosure of the Surface-mounted High-speed Permanent Magnet Motor Rotor with Glue Filler  
 ..... WEI Xiaofeng HU Qingchun (151)

Design and Simulation of Four-DOF Underwater Manipulator System  
 ..... QIAO Dong XIE Yalong YAO Tao (157)

Dynamic Characteristics and Thermodynamic Analysis of Closed Hydraulic System Based on AMESim  
 ..... ZHANG Huixian MA Limin  
 LIANG Li GUO Zhefeng ZHONG Wei (164)

Effect of Gear Pair Geometric Parameters on Flow Pulsation Characteristics of Straight Line Conjugate Internal Meshing Gear Pump  
 ..... ZHANG Dongdong (169)

### REVIEW & ANALYSIS

Research Progress on the Influence of Thermal-mechanical Factor on Tool Wear in Machining High-hardness Alloy  
 ..... LIU Yi LIN Youxi ZUO Junyan (173)

### FAULT DIAGNOSIS & RELIABILITY

Bearing Fault Diagnosis Based on Sliding Window-KL Divergence and Improved Stacked Autoencoder  
 ... YANG Xiyun LV Wei WANG Can LI Shaowu (179)

Transmission Error Over Limit Fault Diagnosis for Harmonic Reducer of Industrial Robot  
 ..... LIU Yang WANG Ling GAO Yanfeng  
 GAO Jianqiu WANG Binrui ZENG Tao (185)

Fault Identification Method of Gear Pump Based on Motor Current Signal  
 ..... SUN Yu HE Lin (191)

Combined Prediction of Mean Time Between Failures Based on STL Decomposition  
 ..... WANG Xiaoyan LANG He  
 WANG Pin BAI Xianming (196)