

# 机床与液压

MACHINE TOOL & HYDRAULICS

工业机器人专辑

ISSN 1001-3881

CN44-1259/TH

2018.03

半月刊 第46卷  
总第453期

www.jcyyy.com.cn



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 JYEEV 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

2018.03 半月刊

第46卷 总第453期

二〇一八年二月上半月



广州机械科学研究院有限公司

GUANGZHOU MECHANICAL ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE CO.,LTD

## 高效 节能 环保



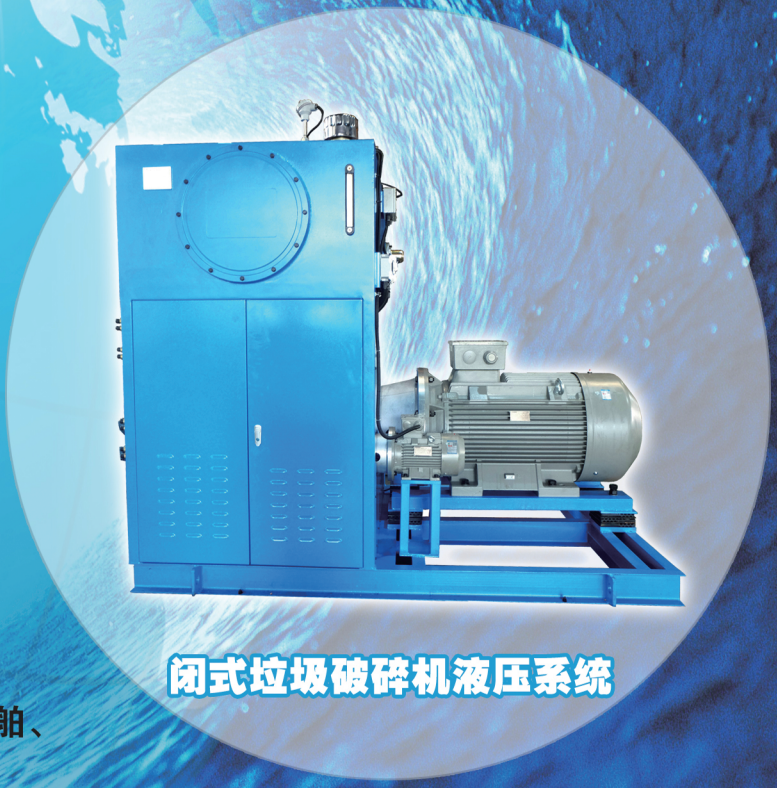
加工中心液压系统

硫化机液压系统

机床镗铣床液压系统

## 成套液压系统专业制造商

- 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和专业制造
- 为客户提供个性化集成服务及液压技术解决方案
- 产品广泛应用于 机床、冶金、环保、矿山、船舶、机械装备 等行业



闭式垃圾破碎机液压系统



ERW套管热处理系统

万方数据



宝力特3D飞行影院液压系统



中国特大炼铁炉-COREX炉液压系统



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

电话：020-32388467

传真：020-32389109

# 机床与液压

## JICHUANG YU YEYA

1973 年创刊

第 46 卷第 3 期 (总第 453 期) 2018 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: 丁 汉 黄 兴 孔祥东 姜继海  
    朱新才  
委 员: (按姓氏笔划排序)  
    方 群 王太勇 卢 山 刘延俊  
    李宝仁 李小宁 李运华 阮 健  
    张宪民 陈超志 陈章位 施光林  
    赵升吨 高殿荣 翁振涛 袁锐波  
    韩俊伟 焦宗夏 廖显胜 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 传真: 020-32389600  
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: jdygcyw@126.com

广告发行部  
广告策划: 曹懿莎 黎文勤 徐瑾瑾  
美术编辑: 陈卉子  
电话: 020-32385311 传真: 020-32389600  
电子邮箱: adv@gmeri.com

发 行: 麦丽菊 发行热线: 020-32389676  
网 站: 邓展鹏 网站热线: 020-82496580  
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  
广告发布登记号: 440000100047  
印 刷: 广州市新怡印务有限公司

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

# 目 次

## ◀ 工业机器人专栏 ▶

关节型博弈机器人智能控制系统模块化设计与实现  
..... 曹国强 赵智睿 张京龙 (1)

基于 S7-200PLC 的二自由度气动绢花拾取机械手控制系  
统设计  
..... 李海祯 于复生 范国隆 国海芝 张佳丽 (5)

基于危险指数最小化的机器人实时安全避碰策略  
..... 彭爱泉 杨明靖 吴海彬 (7)

基于视觉的运动目标跟踪抓取和装配研究  
..... 陈甦欣 魏前龙 王正阳 张晓峰 曾臻 (12)

液压油管机器人智能焊接关键技术研究  
..... 林本宏 王豪 魏昕 林粤科 (16)

仿鱼形水下机器人推进装置优化设计  
..... 樊炳辉 秦波 宗亚伟 王凯 (20)

基于 ADAMS 的四轴冲压搬运机器人的运动学分析及仿真  
..... 袁浩 房炜 张清林 梁伯科 姚亮 (24)

人体下肢动力外骨骼的设计与分析  
..... 夏田 陈宇 桓茜 徐建林 韩瑞琦 (28)

基于旋量理论的 4-R (SS)<sup>2</sup> 并联机器人正运动学分析  
..... 罗玉坤 周健 李立君 高自成 (33)

军用桥梁运动轨迹规划与自动控制技术  
..... 黎晖 张祥 邴浩千 倪佩佩 (38)

基于 Arduino 单片机的微型智能自动循迹搬运车的设计  
..... 张军 张海云 赵玉刚 杨强 赵亮 (43)

基于工业机械臂的智能助力小车设计  
..... 郭亮 安芬菊 李德荣  
    谢壮伟 张展业 杨俊山 (47)

一种三自由度 Stewart 并联平台重心稳定分析及 Simulink  
仿真 ..... 李爱民 (50)

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。

架空输电线路巡检机器人控制系统可靠性设计  
 … 王吉岱 张良 王森 孙建 徐希清 (54)

一种基于标记码的 AGV 小车导航修正方法  
 …… 徐仲勋 刘建新 王亚威 曾嫄 (58)

外部转矩干扰的非完整移动机器人轨迹追踪控制研究  
 …… 刘滨海 杨帆 傅建 (63)

基于工业机器人的电梯厅门装配系统设计  
 …… 赵海文 苏凡 王亚军  
 郝斌 王哲 常庆麒 王学伟 (67)

巷道堆垛机自动存取通用托盘的研究  
 …… 唐献全 (72)

基于 PLC 的电梯厅门机器人装箱控制系统设计  
 …… 常庆麒 赵海文 郝斌  
 刘聪聪 王亚军 白云龙 黄胜伟 (75)

工业机器人驱动系统现状与展望  
 …… 黄敏高 龚仲华 王芳 (79)

LED 分拣机复合材料摆臂的静动态特性分析及结构优化  
 …… 董芳 (84)

基于 Modbus 总线控制的机器人自动分装码垛系统设计  
 …… 吕世霞 (87)

◀ 试验与研究 ▶

负载扰动的电液比例位置系统鲁棒控制策略研究  
 …… 何常玉 施光林 郭秦阳 (90)

基于拟水平正交实验法的磨料水射流切割性能研究  
 …… 侯交叉  
 康旭 徐凯 弓永军 宁大勇 张增猛 (95)

机床进给系统滚珠丝杠轴向非线性振动分析  
 …… 曾浩然 刘念聪  
 杨家锐 陈建龙 耿伟涛 (99)

数控机床主轴热误差的数据驱动模型研究  
 …… 魏弦 (103)

基于 CPAC 的数控弹簧机控制系统开发  
 …… 任小中 杨旭 吴孜越 刘明鸣 (108)

自适应控制在水压伺服缸系统中的应用分析与研究  
 …… 陈子银 杨海峰 (112)

铣削铝合金表面粗糙度试验研究  
 …… 李立军 李杰华 张爽 曹剑 (116)

液压加载式变速器疲劳试验台测控系统设计  
 …… 谭伟 王苏磊 米林 张勇 (119)

外啮合齿轮泵侧板平衡槽优化设计  
 …… 丁洪鹏 刘延俊 刘科显 左国华 (124)

反向冲击下的液控单向阀多级节流特性研究  
 …… 刘磊 赵继云 石高亮 (128)

研磨盘磨损轨迹研究  
 …… 刘清 张广鹏 黄玉美 陈磊 (134)

◀ 建模与仿真 ▶

基于三角模糊 TOPSIS 算法的制造资源优化选择  
 …… 付景枝 臧鹏飞 张腾腾 吴代露 (137)

自平衡阀配流式低速大扭矩高水基液压马达的建模与仿真  
 …… 邱冰静 赵继云 周辉 (143)

能量回收液压泵试验台仿真分析  
 …… 耿亚杰 杨敬 郭继保 权龙 (147)

基于管路特性的锥阀振动特性分析  
 …… 刘桓龙 许文学 唐银 (150)

◀ 综述与分析 ▶

3D 打印相关技术的发展现状  
 …… 姜涛 程筱胜 崔海华 戴宁 (154)

数控机床故障诊断技术的研究进展  
 …… 邹晔 黄志辉 唐立平 韦志强 (161)

# MACHINE TOOL & HYDRAULICS

Half-Monthly

Vol. 46 No. 3 Feb. 2018

**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:** 《MACHINE TOOL & HYDRAULICS》 Editorial Department

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

## Editorial Committee

**Chairman:** Song Tianhu

**Vice Chairmen:**

Ding Han      Huang Xing      Kong Xiangdong  
Jiang Jihai      Zhu Xincai

**Members of Editorial Committee:**

Fang Qun      Wang Taiyong      Lu Shan  
Liu Yanjun      Li Baoren      Li Xiaoning  
Li Yunhua      Ruan Jian      Zhang Xianmin  
Chen Chaozhi      Chen Zhangwei      Shi Guanglin  
Zhao Shengdun      Gao Dianrong      Weng Zhentao  
Yuan Ruibo      Han Junwei      Jiao Zongxia  
Liao Xiansheng      Ji Hong

**Chief Editor:** Min Xinhe

**Vice Chief Editor:** Lu Wenhui

**Layout Design:** Hu Deyuan

**Tel:** (8620) 32385312

**Fax:** (8620) 32389600

**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

- Modular Design and Implementation of Intelligent Control  
System for Joint Game Robot  
···CAO Guoqiang ZHAO Zhirui ZHANG Jinglong (1)
- Design for Control System of a 2-DOF Pneumatic Manipulator  
for Picking Silk Flowers Based on S7-200PLC  
······ LI Haizhen YU Fusheng  
FAN Guolong GUO Haizhi ZHANG Jiali (5)
- Real Time Robot Safe Anti-collision Control Based on  
Minimized Danger Index  
····· PENG Aiquan YANG Mingjing WU Haibin (7)
- Research on Tracking Moving Object for Grasping and  
Assembly Based on Vision  
······ CHEN Suxin WEI Qianlong  
WANG Zhengyang ZHANG Xiaofeng ZENG Zhen (12)
- Research on Key Technology for Robot Intelligent Welding  
of Hydraulic Pipe ······· LIN Benhong  
WANG Hao WEI Xin LIN Yueke (16)
- Optimization Design of the Fish-imitated Underwater Robot  
Propulsion System ······· FAN Binghui  
QIN Bo ZONG Yawei WANG Kai (20)
- Kinematic Analysis and Simulation of 4-Axis Stamping  
Handling Robot Based on ADAMS  
······ YUAN Hao FANG Wei  
ZHANG Qinglin LIANG Boke YAO Liang (24)
- Design and Analysis of the Human Lower Limb Exoskeleton  
······ XIA Tian CHEN Yu  
HUAN Xi XU Jianlin HAN Ruiqi (28)
- Direct Kinematic Analysis of 4-R (SS)<sup>2</sup> Parallel Robot  
Based on Screw Theory ······· LUO Yukun  
ZHOU Jian LI Lijun GAO Zicheng (33)
- Motion Trajectory Planning and Automatic Control Technology  
of Military Bridge ······· LI Hui  
ZHANG Xiang BING Haoqian NI Peipei (38)
- Design for Micro Intelligent Automatic Tracking AGV Based  
on Arduino Microcontroller  
······ ZHANG Jun ZHANG Haiyun  
ZHAO Yugang YANG Qiang ZHAO Liang (43)
- Design of Intelligent Power Assisted Car Based on Industrial  
Robot Arm  
······ GUO Liang AN Fenju Li Derong  
XIE Zhuangwei ZHANG Zhanye YANG Junshan (47)
- Stability Analysis and Simulink Simulation of a 3-DOF Stewart  
Parallel Platform with Stable Center of Gravity  
······ LI Aimin (50)

Control System Reliability Design of High-voltage Transmission  
Line Inspection Robot  
..... WANG Jidai ZHANG Liang  
WANG Sen SUN Jian XU Xiqing (54)

A Correction Method for AGV Navigation Based on Marker  
Code ..... XU Zhongxun  
LIU Jianxin WANG Yawei ZENG Qiang (58)

Study in Trajectory Tracking Control of Nonholonomic Mobile  
Robot Based on External Torque Disturbance  
..... LIU Binhai YANG Fan FU Jian (63)

Design of an Assembly System for Elevator Landing Door  
Based on Industrial Robot  
..... ZHAO Haiwen SU Fan  
WANG Yajun HAO Bin WANG Zhe  
CHANG Qingqi WANG Xuewei (67)

Research in All-purpose Tray of Stacker Crane under  
Automatic Storage and Retrieval  
..... TANG Xianquan (72)

Design of Packing Control System for Elevator Landing  
Door by Robot Based on PLC  
..... CHANG Qingqi ZHAO Haiwen  
HAO Bin LIU Congcong  
WANG Yajun BAI Yunlong HUANG Shengwei (75)

Situation and Prospect of Drive System for Industrial Robots  
...HUANG Mingao GONG Zhonghua WANG Fang (79)

Static and Dynamic Characteristics Analysis and Structural  
Optimization of Composite Swing Arm of LED Sorting  
Machine ..... DONG Fang (84)

Design of Automatic Packaging Palletizing Robot Based on  
Modbus Bus Control System  
..... LV Shixia (87)

**TEST & RESEARCH**

Study in Robust Control Strategy for Electro-hydraulic  
Proportional Position System with Load Disturbance  
..... HE Changyu SHI Guanglin GUO Qinyang (90)

Study on Cutting Performance of Abrasive Water Jet Based  
on Quasi Horizontal Orthogonal Experiment  
..... HOU Jiaoyi KANG Xu XU Kai  
GONG Yongjun NING Dayong ZHANG Zengmeng (95)

Analysis of Axial Nonlinear Vibration about Machine Feed  
System Ball-screw  
..... ZENG Haoran LIU Niancong  
YANG Jiarui CHEN Jianlong GENG Weitao (99)

Study on Thermal Error Model of CNC Machine Tool Spindle  
Based on Data-Driven  
..... WEI Xian (103)

Development of Control System in CNC Spring Machine  
Based on CPAC  
..... REN Xiaozhong YANG Xu  
WU Ziyue LIU Mingming (108)

Analysis and Research on Application of Adaptive Control  
in Hydraulic Servo Cylinder System  
..... CHEN Ziyin YANG Haifeng (112)

Experimental Study on Surface Roughness of Milling of  
Aluminum Alloy ..... LI Lijun  
LI Jiehua ZHANG Shuang CAO Jian (116)

Design of Measurement and Control System for Hydraulic  
Loading Transmission Fatigue Test-bench  
..... TAN Wei WANG Sulei  
MI Lin ZHANG Yong (119)

Optimal Design of Groove of External Gear Pump Side-plank  
..... DING Hongpeng LIU Yanjun  
LIU Kexian ZUO Guohua (124)

Study in Multistage Throttle Characteristic on Reverse  
Impact of Pilot-operated Check Valve  
..... LIU Lei ZHAO Jiyun SHI Gaoliang (128)

Research on Grinding Disc Wearing Track  
..... LIU Qing ZHANG Guangpeng  
HUANG Yumei CHEN Lei (134)

**MODELING & SIMULATION**

Optimal Selection of Manufacturing Resource Based on  
Triangular Fuzzy TOPSIS Algorithm  
..... FU Jingzhi ZANG Pengfei  
ZHANG Tengpeng WU Dailu (137)

Modeling and Simulation on Low-speed Large-torque High  
Water-based Hydraulic Motor with Self-balanced  
Distributing Valves  
..... QIU Bingjing ZHAO Jiyun ZHOU Hui (143)

Simulation Analysis of Hydraulic Pump Test-bed for  
Energy Recovery  
..... GENG Yajie YANG Jing  
GUO Jibao QUAN Long (147)

Analysis on Vibration Characteristics of Poppet Valve  
Based on Pipeline Characteristics  
..... LIU Huanlong XU Wenxue TANG Yin (150)

**REVIEW & ANALYSIS**

Development Status of 3D Printing Technology  
..... JIANG Tao CHENG Xiaosheng  
CUI Haihua DAI Ning (154)

Research Progress on Fault Diagnosis Technology of CNC  
Machine Tools  
..... ZOU Ye HUANG Zhihui  
TANG Liping WEI Zhiqiang (161)