

# 机床与液压

## JICHUANG YU YEYA

1973 年创刊

第 45 卷第 9 期 (总第 435 期) 2017 年 5 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  
编 辑: 张凌芳  
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: 郭汝叙 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 ▶

Leader-Followers 多机器人编队控制方法  
..... 韩青 张常亮 (1)

一种新型混联机构的设计与位置分析  
..... 李旭 武建德 李瑞琴 王鹏 李少峰 (5)

基于线性 CCD 的新型智能循迹机器人的系统设计  
..... 谢自强 葛为民 王肖锋 刘增昌 (8)

六自由度机械臂位姿误差及可靠性研究  
..... 李志宏 康信勇 赵翼翔 陈文戈 (14)

基于 KUKA 机器人的电热水器倒机系统的设计  
..... 王玉闯 上官建林 王耀赢 刘德平 (18)

FMS800 柔性生产线的研制与应用  
..... 李坤 徐建平 孙薇  
字立敏 尹作升 王维 (23)

悬臂式磁瓦机械手控制系统的设计与实现  
..... 李银露 李金翠 (26)

一种气动内墙智能抹灰机设计与研究  
..... 阮学云 马强强 李红伟 吴吉莹 (29)

排爆机器人机械手结构设计  
..... 张海华 (32)

4-RRR 冗余并联机构工作空间的 SimMechanics 求解  
..... 陆正杰 郝亮亮 (34)

基于 PLC 的发泡胶罐装线自动上喷嘴机构的设计  
..... 单根立 江万里 陈相铭 (38)

基于线性变参数控制的机械臂追踪误差仿真研究  
..... 孟令新 苗晋涛 杨帆 (42)

自动送料分拣工作站生产率的研究  
..... 肖世耀 (46)

粉状材料烧结匣钵翻转机的设计  
..... 金莹 鹿乐民 (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。

◀ 试验与研究 ▶

深海高背压环境对 C 型波登管应变-压力特性影响的研究  
 ..... 袁劭华 聂松林 (53)

BTA 深孔钻削过程中工件振动影响因素的研究  
 ..... 吴竹兵 沈兴全 雷韶 (58)

基于顶点偏置的 STL 模型偏置方法研究  
 ..... 朱虎 鞠晋 邢宇飞 (62)

可转位刀片周边磨削数控系统关键技术研究  
 ..... 袁向荣 田新诚 (65)

数控机床平动轴误差辨识及补偿研究  
 ..... 徐连香 郭春红 刘薇娜 李春梅 (68)

双圆弧齿轮啮合特性进一步研究  
 ..... 段文浩 任重义 段建中 (72)

海洋桩基平台调平器夹紧工作机制的分析  
 ..... 王海波 张岚 孟庆鑫 王喆 (76)

复合材料磨床床身的模态分析与实验研究  
 ..... 卢东辉 范元勋 (80)

基于改进 RANSAC 算法的 PCB 板定位方法的研究  
 ..... 张舞杰 何广栋 聂新桥 (84)

软质管线收卷机头展收机构的动力学研究  
 ..... 张世富 余彬彬 皮嘉立 杨建勇 (88)

深海潜水器液压系统的设计  
 ..... 杨申申 王璇 刘浩 胡震 (93)

典型液压机的 3D 打印模型结构设计研究  
 ..... 翟华 陈樑 李贵闪  
 王玉山 严建文 (96)

基于 DSP 的多轴运动控制卡硬件设计及其在教学中的应用  
 ..... 刘清 王太勇 郭津津  
 王肖锋 葛为民 孙艳芳 (99)

温度对力矩马达气隙磁阻和极化磁动势的影响  
 ..... 秦嘉言 李长春 延皓 李磊 (105)

自动液力变速器闭锁离合器滑摩的模糊 PID 控制  
 ..... 彭正虎 赵丽梅 吴怀超  
 万方数据 龙运祥 李国桥 (110)

轻量化倾翻保护结构侧向加载与时域变形研究  
 ..... 宾仕博 张强 熊耀志 高停 (114)

墙体砖压机液压控制系统的节能研究  
 ..... 王新 张伟 陈越云 (119)

◀ 建模与仿真 ▶

高档数控机床 NURBS 曲线 Newton-Rapson 迭代的插补算法  
 ..... 张万军 涂晶洁 张育斌  
 张景轩 张景怡 张景妍 (126)

液压管道在不同弯曲角度下流固耦合特性仿真研究  
 ..... 周知进 戴哲冰 何星 (131)

低速大扭矩水压马达配流副仿生凹坑形非光滑表面流场分析  
 ..... 马浩 高殿荣 梁博健 (136)

基于负载敏感原理的同步系统大偏载仿真研究  
 ..... 王帆 赵继云 刘金生 李皓楠 (142)

数控车床几何误差建模与应用  
 ..... 王建亮 刘润爱 (145)

曲柄摇杆式载货爬楼车的仿真分析与优化设计  
 ..... 曹冲振 姜鹏 王凤芹 陈京邦 (149)

基于 Simulink 深海海底车行走液压机构建模分析  
 ..... 陈佳彬 高剑虹 (153)

高空作业车电液伺服关节 H<sub>∞</sub> 鲁棒控制器设计  
 ..... 石茂青 柏艳红 (159)

基于 CFD 的绝缘子下伞面水冲洗效率仿真研究  
 ..... 彭好奇 柯坚 王国志 吴文海 (163)

◀ 故障诊断与可靠性 ▶

基于多域空间状态矩阵奇异值与局部保持投影的滚动轴承故障特征提取方法  
 ..... 俞昆 谭继文 李善 (167)

基于 DSP 和 3G 的风电增速箱故障监测系统研究  
 ..... 汪科 吴勇 (175)

《汽车零部件》征稿启事 ..... (180)

信息 ..... (109)、(113)、(179)

# MACHINE TOOL & HYDRAULICS

Half-Monthly

Vol. 45 No. 9 May 2017

**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

**Editor:** Zhang Lingfang

**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

- Leader-Followers Formation Control Method for Multi-Robots  
..... HAN Qing      ZHANG Changliang (1)
- Design and Position Analysis of a New Hybrid Mechanism  
..... LI Xu      WU Jiande      LI Ruiqin  
..... WANG Peng      LI Shaofeng (5)
- Design of a Novel Intelligent Tracking Robot System Based on  
Linear CCD  
..... XIE Ziqiang      GE Weimin  
..... WANG Xiaofeng      LIU Zengchang (8)
- Research of Pose Error and Reliability of 6-DOF Robot Arm  
..... LI Zhihong      KANG Xinyong  
..... ZHAO Yixiang      CHEN Wenge (14)
- Design of Turning of Electric Water Heater Based on KUKA Robot  
..... WANG Yuchuang      SHANGGUAN Jianlin  
..... WANG Yaoying      LIU Deping (18)
- Development and Application of FMS800 Flexible Production Line  
..... LI Kun      XU Jianping      SUN Wei  
..... ZI Limin      YIN Zuosheng      WANG Wei (23)
- Design and Implementation of Control System about Cantilever  
a Magnetic Shoe Manipulator  
..... LI Yinlu      LI Jincui (26)
- Design and Research of a Pneumatic Intelligent Interior Wall  
Plastering Machine  
..... RUAN Xueyun      MA Qiangqiang  
..... LI Hongwei      WU Jiying (29)
- Explosive-removal Robot Manipulator Structure Design  
..... ZHANG Haihua (32)
- Workspaces Solution of 4-RRR Redundant Parallel Mechanism  
by SimMechanics  
..... LU Zhengjie      HAO Liangliang (34)
- Design of Automatic Feeding Injectors System for Styrofoam  
Production Lines Based on PLC  
..... SHAN Genli      JIANG Wanli      CHEN Xiangming (38)
- Simulation Research on Manipulator Tracking Error Based on  
Linear Variable Parameter Control  
..... MENG Lingxin      MIAO Jingtao      YANG Fan (42)
- Research on Productivity of Automatic Feeding Sorting Workstation  
..... XIAO Shiyao (46)
- Design of Powder Material Sintering Sagger Turning Machine  
..... JIN Ying      LU Lemin (50)

## TEST & RESEARCH

- Research on Deep Sea High Ambient Pressure Influence to Strain  
Pressure Characteristics of C Type Bourdon Tube  
..... YUAN Shaohua      NIE Songlin (53)

Research on the Influence Factors of Workpiece Vibration in the  
BTA Deep-hole Drilling Process  
..... WU Zhubing SHEN Xingquan LEI Shao (58)

Research on the Method for STL Model Offset Based on Vertex  
Offset  
..... ZHU Hu JU Jin XING Yufei (62)

Research on Key Technologies in CNC System of Indexable  
Inserts Grinding Process  
..... YUAN Xiangrong TIAN Xincheng (65)

Error Identification and Compensation Research of CNC Machine  
Tool Translation Axis  
..... XU Lianxiang GUO Chunhong  
LIU Weina LI Chunmei (68)

Following Research in Meshing Characteristics of Double Circular  
Arc Gear  
..... DUAN Wenhao REN Zhongyi DUAN Jianzhong (72)

Analysis of Ocean Pile Platform Leveler Clamping Working  
Mechanism  
..... WANG Haibo ZHANG Lan  
MENG Qingxin WANG Zhe (76)

Modal Analysis and Test Study of a Composite Grinder Bed  
..... LU Donghui FAN Yuanxun (80)

Research of Positioning Method in PCB Based on Improved  
RANSAC Algorithm  
..... ZHANG Wujie HE Guangdong NIE Xinqiao (84)

Research on Dynamics of Rolling Hose Head Deployable  
Mechanism  
..... ZHANG Shifu YU Binbin  
PI Jiali YANG Jianyong (88)

Design of Hydraulic System for Deep-sea Submersible  
..... YANG Shenshen WANG Xuan  
LIU Hao HU Zhen (93)

Research on 3D Printing Model Structure Design of Typical  
Hydraulic Presses  
..... ZHAI Hua CHEN Liang LI Guishan  
WANG Yushan YAN Jianwen (96)

Hardware Design of Multi-axis Motion Control Card Based on  
DSP and Its Application in Teaching  
..... LIU Qing WANG Taiyong GUO Jinjin  
WANG Xiaofeng GE Weimin SUN Yanfang (99)

Effect of Temperature on Torque Motor Air Gap Reluctance and  
Permanent Magnet Polarization Magnetomotive Force  
..... QIN Jiayan LI Changchun  
YAN Hao LI Lei (105)

Automatic Hydraulic Transmission Locking Clutch Slipping of  
the Fuzzy PID Control  
..... PENG Zhenghu ZHAO Limei WU Huaichao  
LONG Yunxiang LI Guoqiao (110)

Deformation Research in Time Domain on Lightweight Roll-over  
Protective Structures with Lateral Loading  
..... BIN Shibo ZHANG Qiang  
XIONG Yaozhi GAO Ting (114)

Energy Saving Research on Hydraulic Control System of Brick  
Press  
..... WANG Xin ZHANG Wei CHEN Yueyun (119)

## MODELING & SIMULATION

Interpolation Algorithm Based on Newton-Rapson Iteration  
Method of Machine Tool of High-grade Numerical  
Control of NURBS Curve  
..... ZHANG Wanjun TU Jingjie ZHANG Yubin  
ZHANG Jingxuan ZHANG Jingyi ZHANG Jingyan (126)

Simulation Study on the Fluid-solid Coupling Characteristics of  
Hydraulic Pipe in Different Bending Angles  
..... ZHOU Zhijin DAI Zhebing HE Xing (131)

Flow Field Analysis of Bionic Non-smooth Concave Surface in  
Low-speed and High-torque Hydraulic Motor's Valve Plate  
Pair  
..... MA Hao GAO Dianrong LIANG Bojian (136)

Simulation Research of Synchronous System with Large Eccentric  
Loads Based on Load-Sensing Principle  
..... WANG Fan ZHAO Jiyun  
LIU Jinsheng LI Haonan (142)

Modeling and Application for CNC Lathe Geometric Errors  
..... WANG Jianliang LIU Runai (145)

Simulation Analysis and Optimal Design of Stairs Climbing  
Loading Car Based on Crank-rocker Mechanism  
..... CAO Chongzhen JIANG Peng  
WANG Fengqin CHEN Jingbang (149)

Modeling and Analysis of Hydraulic Mechanism in Deep Sea  
Seabed Stepping Based on Simulink  
..... CHEN Jiabin GAO Jianhong (153)

Aerial Vehicle Electro-hydraulic Servo Joint H<sub>∞</sub> Robust  
Controller Design  
..... SHI Maoqing BAI Yanhong (159)

Simulation Research on Water Washing Efficiency of Insulator  
Subumbrella Based on CFD  
..... PENG Haoqi KE Jian  
WANG Guozhi WU Wenhai (163)

## FAULT DIAGNOSIS & RELIABILITY

Fault Feature Extraction Method of Rolling Element Bearing  
Based on Singular Values of Multiple-domain Spatial  
Condition Matrix and Locality Preserving Projection  
..... YU Kun TAN Jiwen LI Shan (167)

Research on the Fault Monitoring System of Wind Power Growth  
Box Based on DSP and 3G  
..... WANG Ke WU Yong (175)