

机床与液压

JICHUANG YU YEYA

1973 年创刊

第 49 卷第 16 期 (总第 538 期) 2021 年 8 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

◀ 试验与研究 ▶

基于虚拟样机的轴向柱塞马达特性及振动机制分析
..... 刘洋 程珩 杨泉雄 权龙 (1)

液压缸组合密封性能仿真与参数优化研究
..... 杨敏 曾良才 湛从昌 (8)

基于小波时间序列模型的磨加工尺寸预测技术研究
..... 吴江昊 郑鹏 尹浩田 (13)

基于改进海鸥优化算法的 PID 控制器参数优化
..... 许乐 莫愿斌 卢彦越 (17)

自聚合飞蛾火焰优化算法对 PID 参数优化研究
..... 刘万正 安冬 须颖
 邵萌 刘振鹏 邹德芳 (24)

基于微量润滑的微铣削单晶高温合金表面粗糙度研究
..... 高奇 荆小飞 郭光岩 (29)

泵控非对称液压位置系统自适应 Backstepping 控制
..... 许文斌 曾乐 (33)

正倒立车设计及关键技术研究
..... 侯春明 黄一师 刘峰
 田壮 穆英姿 陈经纬 (38)

基于 H_{∞} 控制策略的机床主轴综合鲁棒控制研究
..... 史磊 程翔 梁黎明 (42)

基于三阶反馈控制器的永磁同步电动机控制方法
..... 郑火胜 黄德枝 (46)

基于 EHD 的红外激光在线烧结打印微导电图案的试验
研究
..... 黄凤立 于志恒 刘潇 张礼兵 汤成莉 (51)

表面处理对 38CrMoAlA 和 ZQSn10-2-3 摩擦副性能
的影响
..... 马利云 金建會 (55)

数控雕刻机路径优化技术研究
..... 麦启明 张建强 (60)

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。

基于纳秒激光的金属薄膜微加工技术分析
与实验研究

..... 曹歧平 (67)

FANUC 机床在线检测系统的装调及宏程序验证

..... 韩伟 颜建 廖志青 梁秋华 (71)

汽车电子机械制动卡钳夹紧力控制与验证

..... 齐钢 胡晨晖 张光荣 (76)

◀ 设计与开发 ▶

一种多孔式液压缓冲器的设计与优化

..... 王成龙 魏学谦 王雪亭 曾庆良 (82)

弹丸协调器电液系统的参数自适应反演控制

..... 粟万栩 陈龙森 (87)

丘陵山地拖拉机液压驱动系统设计及仿真

..... 扈凯 张文毅 刘宏俊 李坤 (93)

螺纹插装式溢流阀阀套内锥面精度设计

..... 张祝 肖名涛 朱俊杰
沈陆明 童成前 曹慧娟 (98)

基于改进蚁群算法的数控机床电气柜布局优化

..... 侯军燕 胡迎春 (104)

分流阀控双射流管电液伺服阀研究

..... 胡云堂 阎耀保 王英惠
江卓达 林伟明 卢宏 (110)

一种分段式雷达保护架自动展收机构及力学特
性研究

..... 彭国朋 黄海涛 叶北发 (115)

多品种连接器附件的高柔性智能检测系统

..... 程爱珍 (119)

基于图像识别的异型玻璃表面质量全检测设备
设计

..... 周晶 熊长炜 刘沅 申伟鹏 (123)

◀ 建模与仿真 ▶

横断区内布置楔形肋的微通道热沉流动和传热特性

..... 蓝永琪 胡振俊 郑思尧
冯振飞 黄魁 (127)

插装式两位四通换向阀动态性能仿真研究

..... 蒋娱 许吉敏 (133)

基于 α 阶神经网络逆系统的液压活套解耦控制

..... 周亚罗 杨耀博 (136)

磁力驱动泵隔离套对冷却流道流场特性影响机
制研究

..... 秦娟娟 王栋梁 林小军
刘君 尹新权 邢永忠 (140)

RV 减速器传动误差特性分析与实验研究

..... 麻东升 谭鹏 张彬 (145)

阀后补偿负载敏感液压系统优化设计及 AMESim
仿真研究

..... 陶柳 徐化文 方婷 (150)

基于双转台五轴机床的 RTCP 及非 RTCP 加工后
置及其仿真实现

..... 郑向周 (154)

高压大流量先导式自锁阀设计与仿真

..... 孔伟 梁赞 朱炎
李国强 权云晴 (158)

◀ 综述与分析 ▶

多机器人优化布局与任务分配的研究综述与展望

..... 王婧 张弓 郑甲红 吴月玉
侯至丞 杨文林
袁海 牛启臣 (161)

数控加工精度在机检测技术研究现状

..... 胡艳娥 诸进才 陈敏 (168)

◀ 故障诊断与可靠性 ▶

基于多层降噪处理的轴承故障特征提取方法

..... 徐洲常 王林军 刘晋玮
黄文超 陈保家 (174)

基于能量熵和 CL-LSTM 的故障诊断模型

..... 侯鑫焯 董增寿 刘鑫 段敏霞 (180)

基于精细复合多尺度模糊熵的往复压缩机轴承间
隙故障特征分析方法

..... 王金东 陈新 赵海洋
贾川 陈桂娟 雷勇 (185)

汽轮机转子叶片根部超声相控阵检验应用与分析

..... 安杰 王珠林 (191)

基于耦合双谱微分性质的微弱故障信息提取及
应用

..... 梅二召 范景峰 肖玉玲 张翼飞 (198)

更正启事 (23)

信息 (59)、(81)、(109)、(118)、(204)

MACHINE TOOL & HYDRAULICS

Half-Monthly

Vol. 49 No. 16 Aug. 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 Ruiibo	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

TEST & RESEARCH

Analysis of Working Characteristics and Vibration Mechanism of Axial Plunger Motor Based on Virtual Prototype	LIU Yang CHENG Hang YANG Xiaoxiong QUAN Long (1)
Research on Performance Simulation and Parameter Optimization of Hydraulic Cylinder Combination Seal	YANG Min ZENG Liangcai ZHAN Congchang (8)
Research on Grinding Size Prediction Technology Based on Wavelet Time Series Model	WU Jianghao ZHENG Peng YIN Haotian (13)
Parameter Optimization of PID Controller Based on Improved Seagull Optimization Algorithm	XU Le MO Yuanbin LU Yanyue (17)
Research on Optimization of PID Parameters by Self-Aggregating Moth Flame Optimization Algorithm	LIU Wanzheng AN Dong XU Ying SHAO Meng LIU Zhenpeng ZOU Defang (24)
Research on Surface Roughness of Micro-Milling Single Crystal Superalloy Based on Minimal Quantity Lubrication	GAO Qi JING Xiaofei GUO Guangyan (29)
Adaptive Backstepping Control of Pump Controlled Asymmetric Hydraulic Position System	XU Wenbin ZENG Le (33)
Vertical and Inverted Lathe Design and Key Technologies Research	HOU Chunming HUANG Yishi LIU Feng TIAN Zhuang MU Yingzi CHEN Jingwei (38)
Research on Robust Control System of Machine Tool Spindle Based on H_{∞} Control Strategy	SHI Lei CHENG Xiang LIANG Liming (42)
Control Method of Permanent Magnet Synchronous Motor Based on Third-order Feedback Controller	ZHENG Huosheng HUANG Dezhi (46)
Experimental Study on Infrared Laser On-line Sintering Printed Micro-conductive Patterns Based on EHD	HUANG Fengli YU Zhiheng LIU Xiao ZHANG Libing TANG Chengli (51)
Effect of Surface Treatment on the Properties of 38CrMoAlA and ZQSn10-2-3 Friction Pair	MA Liyun KIM Gunhoi (55)
Research on Path Optimization Technology for CNC Engraving Machine	MAI Qiming ZHANG Jianqiang (60)
Analysis and Experimental Study of Metal Film Micromachining Technology Based on Nanosecond Laser	CAO Qiping (67)

Installation and Adjustment of On-line Detection System of FANUC
Machine Tool and Macro Program Verification
..... HAN Wei YAN Jian
LIAO Zhiqing LIANG Qihua (71)

EMB Caliper Clamp Force Control Strategy and Validation
..... QI Gang HU Chenhui ZHANG Guangrong (76)

DESIGN & DEVELOPMENT

Design and Optimization of a Porous Hydraulic Buffer
..... WANG Chenglong WEI Xueqian
WANG Xueting ZENG Qingliang (82)

Parametric Adaptive Backstepping Control of Projectile Transfer
Arm System Electro-hydraulic Servo System
..... SU Wanxu CHEN Longmiao (87)

Design and Simulation of the Hydraulic Driving System of Hilly
Tractors
..... HU Kai ZHANG Wenyi LIU Hongjun LI Kun (93)

Accuracy Design of the Inner Cone Surface in the Valve Sleeve
of the Thread Cartridge Relief Valve
..... ZHANG Zhu XIAO Mingtao ZHU Junjie
SHEN Luming TONG Chengqian CAO Huijuan (98)

Optimization of Electrical Cabinet Layout of NC Machine Tool
Based on Improved Ant Colony Algorithm
..... HOU Junyan HU Yingchun (104)

Research on the Dividing Valve-controlled Double-jet Pipe
Electro-hydraulic Servo Valve
..... HU Yuntang YIN Yaobao
WANG Yinghui JIANG Zhuoda
LIN Weiming LU Hong (110)

An Automatic Folding/Unfolding Mechanism for a Sectional Type
Protection Frame of Radar and Its Mechanical Characteristics
..... PENG Guopeng HUANG Haitao YE Beifa (115)

High Flexibility Intelligent Testing System of Multi Connector
Accessories
..... CHENG Aizhen (119)

Design of Full-scale Inspection Equipment for Profiled Glass
Surface Quality Based on Image Recognition
..... ZHOU Jing XIONG Changwei
LIU Yuan SHEN Weipeng (123)

MODELING & SIMULATION

Flow and Heat Transfer Characteristics of Interrupted Microchannel
Heat Sink with Wedged Ribs in the Transverse Zones
..... LAN Yongqi HU Zhenjun ZHENG Siyao
FENG Zhenfei HUANG Kui (127)

Simulation Research on Dynamic Performance of Cartridge Two
Position Four Way Directional Valve
..... JIANG Yu XU Jimin (133)

Decoupling Control of Hydraulic Looper Based on α -order
Neural Network Inverse System
..... ZHOU Yaluo YANG Yaobo (136)

Study on the Influence Mechanism of Magnetic Drive Pump
Isolation Sleeve on the Flow Field Characteristics
of Cooling Flow Channel
..... QIN Juanjuan WANG Dongliang
LIN Xiaojun LIU Jun
YIN Xinquan XING Yongzhong (140)

Analysis and Experimental Study on Transmission Error
Characteristics of RV Reducer
..... MA Dongsheng TAN Peng ZHANG Bin (145)

Optimal Design and AMESim Simulation of the After-valve
Compensation Load Sensitive Hydraulic System
..... TAO Liu XU Huawen FANG Ting (150)

RTCP and Non-RTCP Machining Post Processing and Simulation
Realization Based on Dual Turntable Five-axis Machine
..... ZHENG Xiangzhou (154)

Design and Simulation of High Pressure and Large Flow Pilot
Self-locking Valve
..... KONG Wei LIANG Zan ZHU Yan
LI Guoqiang QUAN Yunqing (158)

REVIEW & ANALYSIS

Survey and Expectation of Multi-robot Optimization Layout and
Task Allocation
..... WANG Jing ZHANG Gong ZHENG Jiahong
WU Yueyu HOU Zhicheng YANG Wenlin
YUAN Hai NIU Qichen (161)

State-of-the-Art of On-machine Measurement Technology for
NC Machining Accuracy
..... HU Yan'e ZHU Jincai CHEN Min (168)

FAULT DIAGNOSIS & RELIABILITY

Bearing Fault Feature Extraction Method Based on Multi-layer
Noise Reduction
..... XU Zhouchang WANG Linjun LIU Jinwei
HUANG Wenchao CHEN Baojia (174)

Fault Diagnosis Model Based on Energy Entropy and CL-LSTM
..... HOU Xinye DONG Zengshou
LIU Xin DUAN Minxia (180)

Feature Analysis Method for Oversized Bearing Clearance
Faults of Reciprocating Compressor Based on Refined
Composite Multiscale Fuzzy Entropy
..... WANG Jindong CHEN Xin
ZHAO Haiyang JIA Chuan
CHEN Guijuan LEI Yong (185)

Application and Analysis of Ultrasonic Phased Array Inspection
Technology for Turbine Rotor Blade Roots
..... AN Jie WANG Zhulin (191)

Feature Extraction of Weak Fault Signal and Application Based on
Coupled Bispectrum Differential Property
..... MEI Erzhuo FAN Jingfeng
XIAO Yuling ZHANG Yifei (198)