

# 现代制造 技术与装备

《中国期刊全文数据库 (CJFD)》全文收录期刊  
《中国学术期刊 (光盘版)》全文收录期刊  
《中国学术期刊综合评价数据库 (CAJCED)》统计刊源期刊  
《万方数据——数字化期刊群》全文收录期刊  
《中文科技期刊数据库 (全文版)》收录

2023.9

第 59 卷 总第 322 期

MODERN MANUFACTURING TECHNOLOGY AND EQUIPMENT

LEIYAN  
镭研激光



激光熔覆专用设备  
LASER CLADDING SPECIAL EQUIPMENT

山东机械工程学会会刊

ISSN 1673-5587  
CN 37-1442/TH



# 现代制造技术与装备

XIANDAI ZHIZAO JISHU YU ZHUANGBEI

2023年9月 第9期 第59卷 总第322期  
(月刊 1965创刊)

主管 齐鲁工业大学(山东省科学院)  
主办 山东省机械设计研究院

## 编委会

主任: 曹茂永  
副主任: 林江海 许崇海  
编委: 曹树坤 陈清奎 迟峰 丛建臣  
翟金刚 范伟国 葛文庆 郭峰  
郭明忠 郝宵鹏 何芹 何燕  
贾克勤 贾中青 姜风春 焦峰  
李瑞川 李延辉 李永胜 刘春朝  
刘贵杰 刘强 刘士华 刘新  
刘永红 刘志刚 卢传杰 卢庆亮  
毛聪 庞桂兵 石征锦 史岩彬  
孙成通 孙鹏文 谭大鹏 唐炳涛  
万熠 王大中 王金祥 王丽  
王燕霜 王兆连 王志忠 王智明  
吴晓明 许崇庆 杨立军 杨子江  
尹建国 于涛 余联庆 禹继国  
张伟 张媛 张建中 张强  
张世顺 赵军华 赵珍阳 郑轶

## 编辑部

主任: 许崇海  
副主任: 单东日 夏玉海 陈照强 肖光春 杜劲  
主编: 许崇海  
副主编: 亓海滨

出版: 《现代制造技术与装备》编辑部  
编辑: 《现代制造技术与装备》编辑部  
发行: 《现代制造技术与装备》广告发行部  
出版日期: 每月25日

国家标准连续出版物号: ISSN 1673-5587  
CN 37-1442/TH

广告代理权: 《现代制造技术与装备》编辑部  
广告发布登记: 鲁广发登字3700005053号  
印 刷: 廊坊市博林印务有限公司

## 本刊声明

凡向本刊投稿, 即视为稿件从发表之日起, 作者将作品的专有出版权、网络传播权、汇编权、改编权、音像录制权、翻译权授予本刊, 同时许可本刊转授第三方使用。

# 目 次

## ·设计与研究·

- 四旋翼无人机设计要点探究 ..... 刘欢欢 高伟坤 张海娜 (1)  
基于 Petri 网的航空发动机控制器单粒子效应故障诊断 ..... 束怡 (4)  
基于 STM32 的柱塞气举运动状态监测系统 ..... 肖红翼 罗仁宏 张海龙 (8)  
带电线杆的风荷载有限元分析 ..... 杨素珍 (11)  
焊接残余应力检测与调控技术研究现状 ..... 王泽溪 郭逸轩 (14)  
火力发电厂锅炉设备燃烧优化方法研究 ..... 赵永设 王士强 (18)  
基于铆压工艺的转向机螺圈紧固方法研究 ..... 郭良 彭学超 (21)  
基于 ABAQUS 有限元的发射架壳体底板优化设计 ..... 杨鼎 (25)  
摆动阀脉冲器转动惯量和粘滞摩擦系数测量方法 ..... 曲汉武 王智明 张峰 邵天宇 郭心宇 (28)  
一种大药卷工业炸药智能包装系统的研制 ..... 潘先峰 (32)  
集装箱侧壁波折板与箱底自动焊接设备控制系统设计 ..... 史寅寅 曾睿奕 郑刘波 徐长春 周庆贵 (36)  
“璇玑”推靠式旋转导向井下特殊工况的钻进效果研究 ..... 席志旭 孙师贤 侯晓东 陈锟 张立娟 郭心宇 (39)  
超超临界机组高温再热器爆管原因分析 ..... 包海斌 郎惠珍 周江常 青 (42)  
石英砂涡流自循环非金属浮选提纯装备的研究 ..... 袁扬 (46)  
边防巡逻车车身结构设计 ..... 朱思琦 和凤枝 王梦辉 (49)  
基于广义正态分布算法优化支持向量机的电机轴承故障诊断研究 ..... 陈鑫洋 李水明 (53)  
液力机械分流式传动系统离合器的设计与研究 ..... 范萍 冯同磊 (56)  
基于 NX 的航空发动机测试受感部参数化设计 ..... 宋昕宜 刘宜胜 (60)  
数控机床的智能故障诊断技术研究 ..... 薛鹏伟 (66)  
基于光学自准直原理的多维转轴角度偏差测量方法 ..... 叶朗 独伟锋 全旭松 徐旭 熊召 (69)  
火电厂汽轮机驱动给水泵节能研究 ..... 张麒 (72)  
大型薄壁筒检测装置机械结构设计 ..... 郑杰 陈志刚 文学 朱梅玉 刘志辉 朱科军 (75)  
基于机电一体化的搬运机器人机械手设计 ..... 黄爽 (79)  
某微型电动商用车动力匹配及永磁同步电机设计 ..... 李静 刘浩 (82)  
低压给水再循环系统在燃气 - 蒸汽联合循环机组中应用的必要性 ..... 陆雨非 (86)  
综采乳化液泵站的负载与变频恒压供液分析 ..... 王清科 (89)  
双 D 形管高效换热平行流蒸发器设计 ..... 谢红勋 (93)

## ·工艺与装备·

- 基于西门子 840D sl 系统的车 - 车拉机床加工程序设计 ..... 周洋 刘雪梅 (96)  
关于燃机运行的可靠性因素与对策分析 ..... 窦博群 (101)



细长轴车削加工动态变形研究	李莉平	(104)
基于三维数字化技术的高压架空输电线路施工方法	邵楚雯	(107)
农业机械制造业中现代制造技术的应用	王 捷	(110)
激光切割技术在机械加工中的应用	于一强 张宝贵 杨 琪	(113)
国六轻型柴油车颗粒捕集器频繁再生问题分析	华 伟 魏伟华 黄香儿	(116)
烘烤处理模式下延长 RTO 蓄热陶瓷使用寿命的方法与应用研究	崔兆军 齐悦伊 蒙淑婷	(119)
半导体应变片式高灵敏度力矩传感器静态标定	刘晓东 刘琳琳 张朦丹 杨小凡 孙 航	(122)
基于 SolidWorks Simulation 分析的木工机床远程监测点位优化	王士忠	(125)
立方氮化硼磨具磨削技术的试验研究	刘伟香	(128)
双层熔结涂塑燃气管道工艺研究	郭 雷	(131)
误差补偿在提高数控机床机械加工精度中的实践解析	顾长林	(135)
稀油集中润滑系统油温高的原因分析与处理	曹海江	(138)
基于 VERICUT 五轴叶轮加工方式的选择分析	杨 刁 普发云 肖 宁	(141)
微观视角下的火炬头焊接质量分析与提升	黄洲扬	(146)
合金阻垢技术在煤矿冷却系统中的应用分析	寇建伟 秦 峰 李晓东 马立博	(149)
670 MW 超临界对冲燃烧直流锅炉低氮改造技术探讨	谢建斌	(152)
浅析 PBL 制程反应釜维修	薛泉鑫 戴 超	(155)
煤矿井下防爆胶轮车安全运行智能化系统的应用	余倩倩	(158)
用于燃料电池散热系统的板翅式换热器的传热特性数值模拟	柴文杰 靳惠明 许锰濠	(161)
基于 VERICUT 数字孪生的柔性生产单元研究	成建群	(165)
智能制造技术在机械制造工程领域的实践应用	董宜挥	(168)
机械设备故障诊断与监测的常用方法及其发展	林含笑 藏能义	(171)
压力容器设计及制造过程中降低应力集中的措施	张翔兮	(174)
汽车传动轴热处理工艺强化要求确定研究	廖金雄	(177)
电子产品中元器件虚焊问题分析	汪选胜	(180)
铝合金激光熔丝增材过程的物理现象及数值模拟	谢锡贵	(183)
某风电场 35 kV 电缆中间接头故障原因及防范措施研究	李 飞	(186)
LNG 不锈钢管线实芯焊丝脉冲焊接	兰庆鹏 潘向龙 王 辉 厉运田 刘元栋	(189)
<b>· 自动化与控制 ·</b>		
四轮全向机器人的运动控制	梁伟鄙 候冰宇	(193)
基于慧鱼搭载的小型精密播种机	吴庆达 潘雪荧 王 柱	(197)
铝框柔性自动打磨系统设计	唐 亮 梁华轩	(201)
草莓采摘机器人研究现状及发展趋势	洪翌钧	(207)
基于视觉识别及机器人技术的半轴与变速箱自动拧紧设备	胡国武	(210)
基于波动监测的电能在线监测方法研究	王明伟 史保平	(213)
数控加工中机器人上下料过程的仿真设计与实现	赵亚飞 魏全跃 赖 韬	(216)
<b>· 行业交流 ·</b>		
高职院校机电设备技术专业实训课程改革研究与实践	付 亮	(219)
高职工业机器人技术专业“岗课赛证”综合育人实践路径探索	王瑞芳	(222)



# Modern Manufacturing Technology And Equipment

## Contents

### • Design and Research •

Exploration of Key Points in the Design of Quadrotor Unmanned Aerial Vehicle	( 1 )
Single Event Effect Fault Diagnosis Model of Aeroengine Controller Based on Petri Net	( 4 )
STM32 Based Plunger Gas Lift Motion State Monitoring System	( 8 )
Finite Element Analysis of Wire Electric Poles with Wind Load	( 11 )
Research Status of Welding Residual Stress Detection and Control Technology	( 14 )
Research on Combustion Optimization Method of Boiler Equipment in Thermal Power Plant	( 18 )
Research on Tightening Method of Steering Screw Ring Based on Riveting Process	( 21 )
ABAQUS-Based Finite Element Optimization Design of Launcher Shell Bottom Plate	( 25 )
Measuring Method for Moment of Inertia and Viscous Friction Coefficient of Swing Valve Pulser	( 28 )
Development of an Intelligent Packaging System for Industrial Explosives in Large Rolls	( 32 )
Design of Control System for Automatic Welding Equipment of Container Side Wall Corrugated Plate and Bottom	( 36 )
Drilling Effect Research on "XuanJi" System Push-the-Bit Rotary Steerable Tool Under Special Status Downhole	( 39 )
Analysis of Tube Burst in High-Temperature Reheater of Ultra-Supercritical Unit	( 42 )
Research on Equipment for Non-Metallic Flotation Purification of Quartz Sand by Eddy Current Self-Circulation	( 46 )
Border Patrol Car Body Structure Design	( 49 )
Research on Motor Bearing Fault Diagnosis Based on Generalized Normal Distribution Algorithm Optimization Support Vector Machine	( 53 )
Design and Research on the Clutch of Hydromechanical Split Flow Transmission System	( 56 )
Parametric Design of Aero-Engine Test Inductor Based on NX	( 60 )
Research on Intelligent Fault Diagnosis Technology for Computerized Numerical Control Machine Tools	( 66 )
Measurement Method of Angle Deviation of Multi-dimensional Rotating Shaft Based on Optical Autocollimation Principle	( 69 )
Research on Energy Saving of Steam Turbine Driven Feed Pump in Thermal Power Plant	( 72 )
Mechanical Structure Design of Large Thin-Walled Cylinder Detection Device	( 75 )
Design of Handling Robot Manipulator Based on Mechatronics	( 79 )
Power Matching and Permanent Magnet Synchronous Motor Design for a Micro Electric Commercial Vehicle	( 82 )
Necessity of Application of Low Pressure Feed Water Recirculation System in Gas-Steam Combined Cycle Unit	( 86 )



Monthly

Vol.59, No.9, 2023

Serial No.322

Issued First in 1965

### Responsible Institution:

Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences)

### Sponsor:

Shandong Institute Mechanical Design and Research

**Director:** XU Chonghai

**Vice Director:** SHAN Dongri XIA Yuhai

CHEN Zhaoqiang XIAO Guangchun DU Jing

**Chief Editor:** XU Chonghai

**Vice Chief Editor:** QI Haibin

**Publisher:** Editorial Department of

*Modern Manufacturing Technology  
and Equipment*

**Editor:** Editorial Department of

*Modern Manufacturing Technology  
and Equipment*

**Distributor:** Advertising Distribution Department of

*Modern Manufacturing Technology  
and Equipment*

**Published Date:** 25th of every month

**China Standard Continuous Publication Number:**

ISSN 1673-5587/CN 37-1442/TH

**Advertising Agent:** Editorial Department of

*Modern Manufacturing Technology  
and Equipment*

**Advertising Registration:** Lu Guangfa Dengzi

No. 3700005053

**Printing:** Langfang Bolin Printing Co., Ltd.



- Analysis of Load and Variable Frequency Constant Pressure Liquid Supply in Fully Mechanized Emulsion Pumping Station ..... ( 89 )  
Design of Double D-Shaped Tube High Efficiency Heat Exchange Parallel Flow Evaporator ..... ( 93 )

## · Technology and Equipment ·

- The Machining Program Design of Lathe to Lathe Based on Siemens 840D sl System ..... ( 96 )  
Analysis of Reliability Factors and Countermeasures for Gas Turbine Operation ..... ( 101 )  
Research on Dynamic Deformation in Slender Axis Turning ..... ( 104 )  
Construction Method of High Voltage Overhead Transmission Lines Based on 3D Digital Technology ..... ( 107 )  
Application of Modern Manufacturing Technology in Agricultural Machinery Manufacturing Industry ..... ( 110 )  
Application of Laser Cutting Technology in Machining ..... ( 113 )  
Analysis on Frequent Regeneration of Particle Catcher for National Six Light Diesel Vehicles ..... ( 116 )  
Research on the Method and Application of Prolonging the Service Life of RTO Thermal Storage Ceramics in Baking Mode ..... ( 119 )  
Static Calibration of High-Sensitivity Torque Sensor with Semiconductor Strain Gauge ..... ( 122 )  
Remote Monitoring Point Optimization of Woodworking Machine Tools Based on SolidWorks Simulation Analysis ..... ( 125 )  
Experimental Study on Grinding Technology of Cubic Boron Nitride ..... ( 128 )  
Research on the Process of Double Layer Fusion Bonded Plastic Coating Gas Pipeline ..... ( 131 )  
Practical Analysis of Error Compensation in Improving the Machining Accuracy of CNC Machine Tools ..... ( 135 )  
Analysis and Treatment of High Oil Temperature in Thin Oil Centralized Lubrication ..... ( 138 )  
Selection and Analysis of Machining Mode of VERICUT Five-Axis Impeller ..... ( 141 )  
Analysis and Improvement of Welding Quality of Torch Head from a Microscopic Perspective ..... ( 146 )  
Application Analysis of Alloy Scale Inhibition Technology in Coal Mine Cooling System ..... ( 149 )  
Discussion on Low Nitrogen Transformation Technology of 670 MW Supercritical Hedging Combustion DC Boiler ..... ( 152 )  
Analysis on Maintenance of PBL Process Reactor ..... ( 155 )  
Application of Intelligent System for Safe Operation of Underground Explosion-Proof Rubber Wheel Car in Coal Mine ..... ( 158 )  
Numerical Simulation of Heat Transfer Characteristics of Plate Fin Heat Exchangers for Fuel Cell Cooling Systems ..... ( 161 )  
Research on Flexible Production Unit Based on VERICUT Digital Twin ..... ( 165 )  
The Practical Application of Intelligent Manufacturing Technology in the Field of Mechanical Manufacturing Engineering ..... ( 168 )  
Common Methods and Development of Mechanical Equipment Fault Diagnosis and Monitoring ..... ( 171 )  
Measures to Reduce Stress Concentration in the Design and Manufacturing Process of Pressure Vessels ..... ( 174 )  
Research on Determination of Strengthening Requirements of Heat Treatment Process of Automobile Transmission Shaft ..... ( 177 )  
Analysis of Component Welding Problem in Electronic Products ..... ( 180 )  
Physical Phenomena and Numerical Simulation of Aluminum Alloy Laser Fuse Additive Process ..... ( 183 )  
Study on Failure Causes and Preventive Measures of 35 kV Cable Intermediate Joint Fault in a Wind Farm ..... ( 186 )  
LNG Stainless Steel Process Piping Solid-Wire Pulse Welding ..... ( 189 )

## · Automation and Control ·

- Motion Control of Four-Wheel Omnidirectional Robot ..... ( 193 )  
Based on the Small Precision Seeder Carried by Fischer ..... ( 197 )  
Design of Flexible Automatic Grinding System for Aluminum Frame ..... ( 201 )  
Research Status and Development Trend of Strawberry Picking Robot ..... ( 207 )  
Auto Tightening for Driver Shaft and Gearbox Based on Visual Recognition and Robot Technology ..... ( 210 )  
Research on Online Monitoring Method of Electric Energy Based on Fluctuation Monitoring ..... ( 213 )  
Simulation Design and Implementation of Robot Loading and Unloading Process in Computer Numerical Control Machining ..... ( 216 )

## · Industry exchange ·

- Research and Practice on the Reform of Practical Training Courses for Mechanical and Electrical Equipment Technology in Vocational Colleges ..... ( 219 )  
Exploring the Comprehensive Education Practice Path of "Post Course Competition Certificate" for Industrial Robot Technology Majors in Higher Vocational Education ..... ( 222 )

公益广告

# 一张纸的背后...

节 | 约 | 用 | 纸      保 | 护 | 生 | 态



中宣部宣教局 中国文明网

地 址：济南市济洛路 129 号

网 址：[Http://www.sdji.cbpt.cnki.net](http://www.sdji.cbpt.cnki.net)

ISSN 1673-5587

电 话：0531-85955168

邮 箱：[mmte@163.com](mailto:mmte@163.com)

0.9>

0531-87116637

[zzjsybz@163.com](mailto:zzjsybz@163.com)

邮 编：250031

定 价：20.00 元



9 771673 558235

玖代制造技术与装备

第五十九卷

第九期

二〇一三年九月