



# 焊接技术<sup>®</sup>

# 11

## 2022年11月

### HANJIE

### JISHU

第51卷 (总第362期)

## WELDING TECHNOLOGY

中国科技论文统计源期刊 (中国科技核心期刊)  
中国中文核心期刊 (2011版)  
荣获全国第二届优秀科技期刊三等奖



QK2247982



智能化机器人、激光加工机器人等  
智能化专机等

数字脉冲焊机、全数字控制电焊机、等离子  
焊机、切割机、坡口机、焊接辅机等

焊接材料：各种类型焊条；不锈钢、实芯、  
药芯、埋弧焊焊丝；焊剂、焊带、焊丝；特  
种焊接材料及系列产品等

各种疑难焊接修复工程：质量检测、石油焊  
接、冶金焊接、电力焊接、化工焊接、容器  
焊接、水利焊接、建筑焊接、全国焊接优秀  
工程等

ISSN 1002-025X



11

9 771002 025223

万方数据

# 焊接技术<sup>®</sup>

HANJIE JISHU

第 51 卷第 11 期 (总第 362 期) 2022 年 11 月  
月刊 公开发行  
1972 年创刊

## 目 次

- 增材制造 ·
  - 激光熔化沉积制备 316L/TC4 梯度材料微观组织及力学性能 ..... 张 超, 吴定勇, 杨 辉, 等 (1)
  - ER5356 铝合金 MIG 电弧增材构件的组织研究 ..... 常子恒, 李玉松, 徐金鑫, 等 (6)
- 专题综述 ·
  - 异质钛合金激光焊研究现状及存在问题 ..... 尚庆慧, 徐海龙 (11)
- 试验与研究 ·
  - 航空发动机机匣肋条补焊变形数值模拟分析 ..... 周小文, 杨 光, 张晟玮, 等 (15)
  - 浅析真空气相再流焊传热机理 ..... 吴 军, 米世强 (21)
  - 中频感应热处理对 T91 钢焊接接头组织和力学性能的影响 ..... 丁光柱, 郭未昀, 王顺兴, 等 (27)
  - 陆地 LNG 模块化钢结构关键节点焊接变形的矫正与核算 ..... 汪 彬, 谢媛媛, 孙晓斐, 等 (31)
  - 铝合金搅拌摩擦焊缝 X 射线检测研究 ..... 陈芳浩, 丁凤林, 宋 飞, 等 (35)
  - X21CrMoV121 钢焊接接头热处理组织及低温力学性能 ..... 高章虎, 宋丽平 (39)
  - 抽水蓄能电站钢岔管水压试验结构应力测试分析与评价 ..... 朱 晨, 袁 翔 (43)
- 工艺与新技术 ·
  - 不锈钢薄板药芯焊丝 CO<sub>2</sub> 气体保护焊工艺 ..... 刘宝双, 陈立虎, 王 康, 等 (49)
  - 焊接工艺参数对机器人横焊单面焊双面成形的影响 ..... 张永强, 郝永魁, 古 典, 等 (54)
  - 转向架构架预热温度的分析及应用 ..... 梁超龙, 张立娜, 刘惠娟, 等 (58)
  - 海上风电导管架重要节点的三次焊接返修工艺 ..... 陈世伟, 汤世云, 赵 明, 等 (62)
  - 奥氏体不锈钢管道焊接工艺分析 ..... 刘正江, 孟繁超 (67)
  - 低合金钢埋弧焊免清根工艺及其力学性能 ..... 俞珏涵, 郑剑兴, 黄弘霏, 等 (71)
  - 5A06 铝合金搅拌摩擦焊工艺 ..... 梁春平, 高彦峰, 杨 晨, 等 (74)
- 焊接设备与材料 ·
  - 基于计算机视觉技术的焊接机器人定位精度研究 ..... 李 迎 (78)
  - 数字信号处理器控制焊接电源的抗干扰设计方法 ..... 孙一铭 (82)
- 焊接质量控制与管理 ·
  - 1060 纯铝管焊接质量的控制 ..... 严振兴, 刘转楠 (87)
  - 核电站钢衬里筒体安装焊接质量控制 ..... 黄清辉, 刘晓楠, 黎严森 (91)
  - 填料对粉末冶金修复质量的影响 ..... 孙红梅, 马海强, 王 丽, 等 (96)
  - 带焊缝缺陷避雷针承载能力分析与评估 ..... 万 瑜, 高 严 (100)
- 新工科研究 ·
  - 新时代焊接企业财务内控精细化管理的策略研究 ..... 田 真 (105)
  - 基于虚拟仿真技术进行实训体系重构的可行性分析——以本院智能焊接技术专业为例 ..... 刘 婧, 赵振亮, 刘 小 (109)

- ★中文核心期刊
- ★中国科技论文统计源期刊
- ★全国第二届优秀科技期刊三等奖
- ★中国工程建设焊接协会会刊
- ★华北地区优秀期刊
- ★天津市优秀期刊

广审字: 3-138 号

手 机: 杨素琴 (0) 13302121359

电 话: (022) 27350969

刊名商标注册证号: 第 880711 号

主 管: 天津百利机械装备集团有限公司

主 办: 天津市焊接研究所

中国工程建设焊接协会

### 《焊接技术》编辑委员会委员

名誉主任委员: 王石磊 姚尊放 林尚扬

宋天虎 单 平

主任委员: 刘景凤

副主任委员: 宋中南 李 刚

名誉主编: 宋天虎

主 编: 王 莹

执行主编: 罗 震 韩永梅

社 长: 齐铂金

副 社 长: 从保强 侯 敏 韩永梅

本期责编: 薛 萍

电 话: (022) 27631854 (编辑)

地 址: 天津市南开区红旗路 196 号

邮 编: 300110

E-mail: hjjsh1972@126.com

本期出版日期: 2022 年 11 月 28 日

本刊已许可中国知网以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含中国知网著作权使用费, 所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。如有异议, 请在投稿时说明, 本刊将按作者说明处理。

文稿著作权归作者所有, 文责(包括图片) 自负。发表后引起的版权纠纷, 本刊不负连带责任。

如发现本刊印装质量问题, 请寄回原刊, 由本刊编辑部负责调换。

# WELDING TECHNOLOGY

(Monthly)

Vol.51 No.11 (362), Nov. 2022

## CONTENTS

### ·Additive Manufacture·

- Microstructure and mechanical properties of 316L/TC4 gradient materials prepared by laser melting deposition ..... ZHANG Chao, WU Dingyong, YANG Hui, et al. (1)
- Study on microstructure of ER5356 aluminum alloy components made by MIG arc additive manufacturing ..... CHANG Ziheng, LI Yusong, XU Jinxin, et al. (6)

### ·Summerization·

- Research status and problems of laser welding of dissimilar titanium alloys ..... SHANG Qinghui, XU Hailong (11)

### ·Test & Research·

- Numerical simulation analysis of repair welding deformation of aero engine casing ribs ..... ZHOU Xiaowen, YANG Guang, ZHANG Shengwei, et al. (15)
- Analysis of heat transfer mechanism of vacuum vapor welding ..... WU Jun, MI Shiqiang (21)
- Effect of medium frequency induction heat treatment on microstructure and mechanical properties of T91 steel welded joint ..... DING Guangzhu, GUO Weiyun, WANG Shunxing, et al. (27)
- Correction and calculation of welding deformation of key joints for LNG modular steel structure ..... WANG Bin, XIE Yuanyuan, SUN Xiaofei, et al. (31)
- Research on X-ray detection for friction stir welding of aluminum alloy ..... CHEN Fanghao, DING Fenglin, SONG Fei, et al. (35)
- Heat treatment microstructure and low temperature mechanical properties of X21CrMoV121 steel welded joint ..... GAO Zhanghu, SONG Liping (39)
- Structural stress test analysis and evaluation of steel bifurcated pipe in pumped storage power station ..... ZHU Chen, YUAN Xiang (43)

### ·Technology & New Technique·

- Welding process of CO<sub>2</sub> gas shielded with flux cored wire for thin stainless steel plate ..... LIU Baoshuang, CHEN Lihu, WANG Kang, et al. (49)
- Influence of welding parameters on the forming of robot horizontal position welding one-side welding with back formation ..... ZHANG Yongqiang, HAO Yongkui, GU Dian, et al. (54)
- Analysis and application of preheating temperature of bogie welded parts ..... LIANG Chaolong, ZHANG Lina, LIU Huijuan, et al. (58)
- Three times welding repair technology of important joints for offshore windfarm jacket ..... CHEN Shiwei, TANG Shiyun, ZHAO Ming, et al. (62)
- Analysis on welding process of austenitic stainless steel pipeline ..... LIU Zhengjiang, MENG Fanchao (67)
- Process of root cleaning free welding and analysis of mechanical properties of low alloy steel by submerged arc welding ..... YU Juehan, ZHENG Jianxing, HUANG Hongfei, et al. (71)
- Process of friction stir welding of 5A06 aluminum alloy ..... LIANG Chunping, GAO Yanfeng, YANG Chen, et al. (74)

### ·Welding Equipment & Materials·

- Research on positioning accuracy of welding robot based on computer vision technology ..... LI Ying (78)
- Research on anti-interference design method of welding power source controlled by digital signal processor ..... SUN Yiming (82)

### ·Welding Quality Control & Management·

- Welding quality control of 1060 pure aluminum pipe ..... YAN Zhenxing, LIU Zhuannan (87)
- Quality control of nuclear island steel lining cylinder assembly welding ..... HUANG Qinghui, LIU Xiaonan and LI Yansen (91)
- Influence of filling on powder metallurgy repair quality ..... SUN Hongmei, MA Haiqiang, WANG Li, et al. (96)
- Analysis and evaluation of bearing capacity of lightning rod with weld defect ..... WAN Yu, GAO Yan (100)

Editor and Publisher: Editorial Office of "Welding Technology"

Address: 196 Hongqi Rd., Nankai district, Tianjin, China Post-Code: 300110

Tel: (86 22) 27631854 E-mail: hjjsh1972@126.com

Open Publishing

Fronius

伏能士

# iWave

Full flexibility to unleash  
your welding potential



## 伏能士智能设备（上海）有限公司

上海市机器人产业园 上海市宝山区 富联二路177弄2号楼

电话：86-21-26063200 传真：86-21-26063209

[www.fronius.cn](http://www.fronius.cn)

广告

主办单位 天津市焊接研究所  
中国工程建设焊接协会

编辑出版 《焊接技术®》编辑部

主编 王莹

地址 天津市南开区红旗路196号 (300110)

印刷 天津市恒远印刷有限公司



总发行 天津市邮政报刊发行局

订 阅 全国各地邮局

邮发代号 6-43

国内每期定价 13元

- 公开发行 -

2022年(第11期)11月出版

中国标准刊号: ISSN 1002-025X  
CN 12-1070/TG

广告许可证号: 1201044000073