

主办 天津市焊接研究所·中国工程建设焊接协会



# 焊接技术<sup>®</sup>

# 5

## 2022年5月

### HANJIE

### JISHU

第51卷 (总第356期)

## WELDING TECHNOLOGY

中国科技论文统计源期刊 (C) 中国中文核心期刊 (2011版)  
荣获全国第二届优秀科技期刊二等奖



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



9 771002 025223

0.5 >

# 焊接技术<sup>®</sup>

HANJIE JISHU

第 51 卷第 5 期 (总第 356 期) 2022 年 5 月  
月刊 公开发行  
1972 年创刊

## 目 次

### · 增材制造 ·

CMT 电弧熔丝增材制造 AZ31 镁合金组织与性能调控研究

..... 魏明炜, 闵文峰, 陈五华, 等 (1)

基于空间轨迹规划与切片的 GTAW 填丝增材制造成形控制

..... 王 臻, 黄健康, 刘光银, 等 (7)

### · 试验与研究 ·

基于有限元仿真的排气装置焊接变形分析与控制

..... 彭研硕, 金坤梓, 皮克松, 等 (12)

铸态 TC4 钛合金电子束焊接头组织与性能研究

..... 彭 涛, 张校宇, 卿 颖, 等 (18)

回火对 CR22MnB5/DH1050 异种钢 TIG 焊接头组织及性能的影响

..... 王勇斌, 刘 鹏, 冯雪雁, 等 (22)

隧道型缺陷对 6082-T6 铝合金 FSW 焊接接头力学性能和疲劳性能的影响

..... 吴庆祝, 许鸿吉, 蔺 博, 等 (26)

S355J2W+N 耐候钢高频脉冲 MAG 焊不同保护气体的接头组织和性能

..... 李怀舟, 丁成钢, 王 刚, 等 (31)

基于全场应变的工业纯钛激光焊接头组织与拉伸性能

..... 刘明筋, 金 成 (35)

FH40+317L 不锈钢复合板焊接接头的组织及性能

..... 夏皓春, 王新宇, 陶丽超 (40)

地铁转向架构架脉冲 MAG 焊接工艺及数值模拟 ..... 马 亮, 丁成钢 (45)

焊后热处理改善户外体育器材用钛合金焊接接头组织与力学性能

..... 樊一婷 (50)

基于 CMT 电弧增材制造的核电碳钢力学性能及热处理研究

..... 李学军, 朱 平, 王 龙, 等 (53)

★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 姚萼放 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: 韩永梅

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 5 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。

海洋工程焊接结构疲劳小裂纹扩展观察与表征 .....	尹汉军, 李 达, 苏云龙, 等 (57)
Q350EWR1 高耐候钢焊接接头的组织与力学性能 .....	卢峰华, 孙斌斌, 熊 磊, 等 (63)
大口径 X80 钢级管道环焊缝断裂韧性需求研究 .....	杨 叠, 苗 绘, 邓 俊, 等 (66)
<b>· 工艺与新技术 ·</b>	
换热管表面堆焊铜覆层的焊接工艺 .....	王明伍, 张 巍, 施慧烈, 等 (70)
正交设计法优化等离子弧熔覆镍基碳化钨涂层工艺 .....	吴金文, 谌江波, 石 尚, 等 (74)
可重复使用垫板的铝合金纵缝焊接制造技术 .....	史建涛, 杨学锋, 浦 江 (78)
铁路货车心盘座自动化焊接技术 .....	易 冉, 贺 多, 于泓洋, 等 (84)
埋弧横焊工艺在海上风电项目中的应用 .....	汤世云, 李振华, 韦 生, 等 (89)
200 km/h 市域动车组转向架构架组焊工艺 .....	刘惠娟, 李增楼, 马 辉, 等 (93)
铝合金车体钩缓焊接技术及工艺优化 .....	唐衡郴, 王印博, 马 跃, 等 (98)
304/ST12 异种钢电阻点焊工艺研究 .....	田晓虎, 刘 刚, 刘敏炎, 等 (102)
<b>· 焊接设备与材料 ·</b>	
汽车车身点焊电极修磨器的优化调整 .....	王朝建 (105)
钢结构桥梁的焊接材料选择 .....	张 博, 赵云龙 (109)
不同冷却方式对 Sn-0.8Ag-0.5Cu-2.0Bi-0.05Ni 及 SAC305 钎料微观组织及显微硬度的影响 .....	王一龙, 张战英, 徐广胜, 等 (112)
气保药芯焊丝全位置自动焊技术应用与质量控制 .....	陈荣茂, 何 伟 (116)
<b>· 焊接质量控制与管理 ·</b>	
锅炉过热器出口集箱焊缝母材开裂原因分析 .....	刘恒基, 姚建松, 黄敏敏, 等 (120)
液力变矩器固定块焊接残余应力的数值模拟 .....	凌锡春, 张成洋, 霍春梅, 等 (123)
UNS C70600 铜镍合金管焊接裂纹失效分析 .....	杨云飞, 任 凯, 韦 生, 等 (127)
海洋工程工业纯钛管材焊接工艺及施工控制 .....	朱大喜, 程晋宜, 田 雷, 等 (130)
20/Q345R 异种钢焊接接头残余应力及变形的有限元分析 .....	高章虎, 宋丽平, 张保林 (134)
海外钢结构项目质量保证体系要点 .....	徐永强, 刘欢云, 王志强, 等 (138)
基于 TSG Z6002 和 NB/T 47014 的焊工考试机构焊接工艺评定分析与应用 .....	陈晓伟, 侯 波, 高金钊, 等 (143)
核电稳压器电加热器焊接结构设计优化 .....	王 莉 (147)
<b>· 新工科研究 ·</b>	
虚实结合的焊接实践教学研究 .....	戴坤添, 刘能锋, 陈如香, 等 (152)
智能制造背景下技工院校焊接专业高技能人才的培养分析与策略 .....	付炜亮 (157)
基于 CSA W47.1 标准 S 级的 FCAW-G 焊工资格考试要点分析 .....	蒋丁存, 王玉春, 全明磊, 等 (161)

# WELDING TECHNOLOGY

(Monthly)

Vol.51 No.5 (356), May 2022

## CONTENTS

### ·Additive Manufacturing·

Study on the regulation of microstructure mechanical properties of WAAM-CMT AZ31 magnesium alloy  
..... WEI Mingwei, MIN Wenfeng, CHEN Yuhua, et al. (1)

Forming control of GTAW wire filling additive manufacturing based on spatial trajectory and slice  
..... WANG Zhen, HUANG Jiankang, LIU guangyin, et al. (7)

### ·Test & Research·

Welding deformation analysis and control of exhaust apparatus based on finite element simulation  
..... PENG Yanshuo, JIN Kunzi, PI Kesong, et al. (12)

Study on microstructure and properties of electron beam welded joint of cast TC4 titanium alloy  
..... PENG Tao, ZHANG Xiaoyu, QING Ying, et al. (18)

Effect of tempering treatment on microstructure and properties of TIG welding joint of 22MnB5/DH1050 dissimilar steel  
..... WANG Yongbin, LIU Peng, FENG Xueyan, et al. (22)

Influence of tunnel defects on mechanical properties and fatigue properties of 6082-T6 aluminum alloy FSW welded joints  
..... WU Qingzhu, XU Hongji, LIN Bo, et al. (26)

Microstructure and properties of joints with different shielding gases in S355J2W+N weathering steel by high-frequency pulsed MAG welding  
..... LI Huaizhou, DING Chenggang, WANG Gang, et al. (31)

Study on microstructure and tensile properties of laser welded joints of industrial pure titanium based on full field strain  
..... LIU Mingjin, JIN Cheng (35)

Microstructure and properties of welded joint of FH40+317L stainless steel composite plate  
..... XIA Haochun, WANG Xinyu and TAO Lichao (40)

Pulse MAG welding process of subway bogie frame and numerical simulation ..... MA Liang, DING Chenggang (45)

Improvement of microstructure and mechanical properties of titanium alloy welded joint for outdoor sports equipment by post-weld heat treatment ..... FAN Yiting (50)

Research on mechanical properties and heat treatment of carbon steel used for nuclear power based on CMT arc additive manufacturing  
..... LI Xuejun, ZHU Ping, WANG Long, et al. (53)

Observation and characterization of fatigue small crack propagation of welded structures in marine engineering  
..... YIN Hanjun, LI Da, SU Yunlong, et al. (57)

Microstructure and mechanical properties of Q350EWR1 welded joint of high weathering steel  
..... LU Fenghua, SUN Binbin, XIONG Lei, et al. (63)

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

Research on fracture toughness requirements of girth welds of large diameter X80 steel pipes  
..... YANG Die, MIAO Hui, DENG Jun, et al. (66)

·**Technology & New Technique**·

Welding technology of surfacing copper cladding on heat exchange tube  
..... WANG Mingwu, ZHANG Wei, SHI Huilie, et al. (70)

Optimization of plasma arc cladding process of Ni-based tungsten carbide coating by orthogonal design  
..... WU Jinwen, SHEN Jiangbo, SHI Shang, et al. (74)

Welding manufacturing technology of longitudinal seam of aluminum alloy with reusable backing plate  
..... SHI Jiantao, YANG Xuefeng and PU Jiang (78)

Automatic welding technology of center plate seat for railway wagons ..... YI Ran, HE Duo, YU Hongyang, et al. (84)

Research and application of submerged arc horizontal welding process in offshore wind power project  
..... TANG Shiyun, LI Zhenhua, WEI Sheng, et al. (89)

Assembly welding process of bogie frame in 200 km/h urban emu ..... LIU Huijuan, LI Zenglou, MA Hui, et al. (93)

Welding technique and process optimization of coupler pedestal on aluminum alloy car body  
..... TANG Hengehen, WANG Yinbo, MA Yue, et al. (98)

Research on resistance spot welding process of 304/ST12 dissimilar steel  
..... TIAN Xiaohu, LIU Gang, LIU Minyan, et al. (102)

·**Welding Equipment & Materials**·

Optimization and adjustment of spot welding electrode grinding machine for automobile body ..... WANG Chaojian (105)

Selection of welding materials for steel structure bridges ..... ZHANG Bo, ZHAO Yunlong (109)

Effect of different cooling modes on microstructure and microhardness of Sn-0.8Ag-0.5Cu-2.0Bi-0.05Ni and SAC305 solder  
..... WANG Yilong, ZHANG Zhanying, XU Guangsheng, et al. (112)

Application and quality control of all position automatic welding technology with gas-shielded flux cored wire  
..... CHEN Rongmao, HE Wei (116)

·**Welding Quality Control & Management**·

Cause analysis of cracking of base mate of fillet welds of outlet header of boiler superheater  
..... LIU Hengji, YAO Jiansong, HUANG Minmin, et al. (120)

Numerical simulation of welding residual stress of fixed block of hydraulic torque converter  
..... LING Xichun, ZHANG Chengyang, HUO Chunmei, et al. (123)

Failure analysis of welding crack of UNS C70600 copper-nickel alloy tube  
..... YANG Yunfei, RENG Kai, WEI Sheng, et al. (127)

Welding technology and construction control of commercially pure titanium piping for offshore engineering  
..... ZHU Daxi, CHENG Jinyi, TIAN Lei, et al. (130)

Finite element analysis of residual stress and deformation of 20/Q345R dissimilar steel welded joint  
..... GAO Zhanghu, SONG Liping and ZHANG Baolin (134)

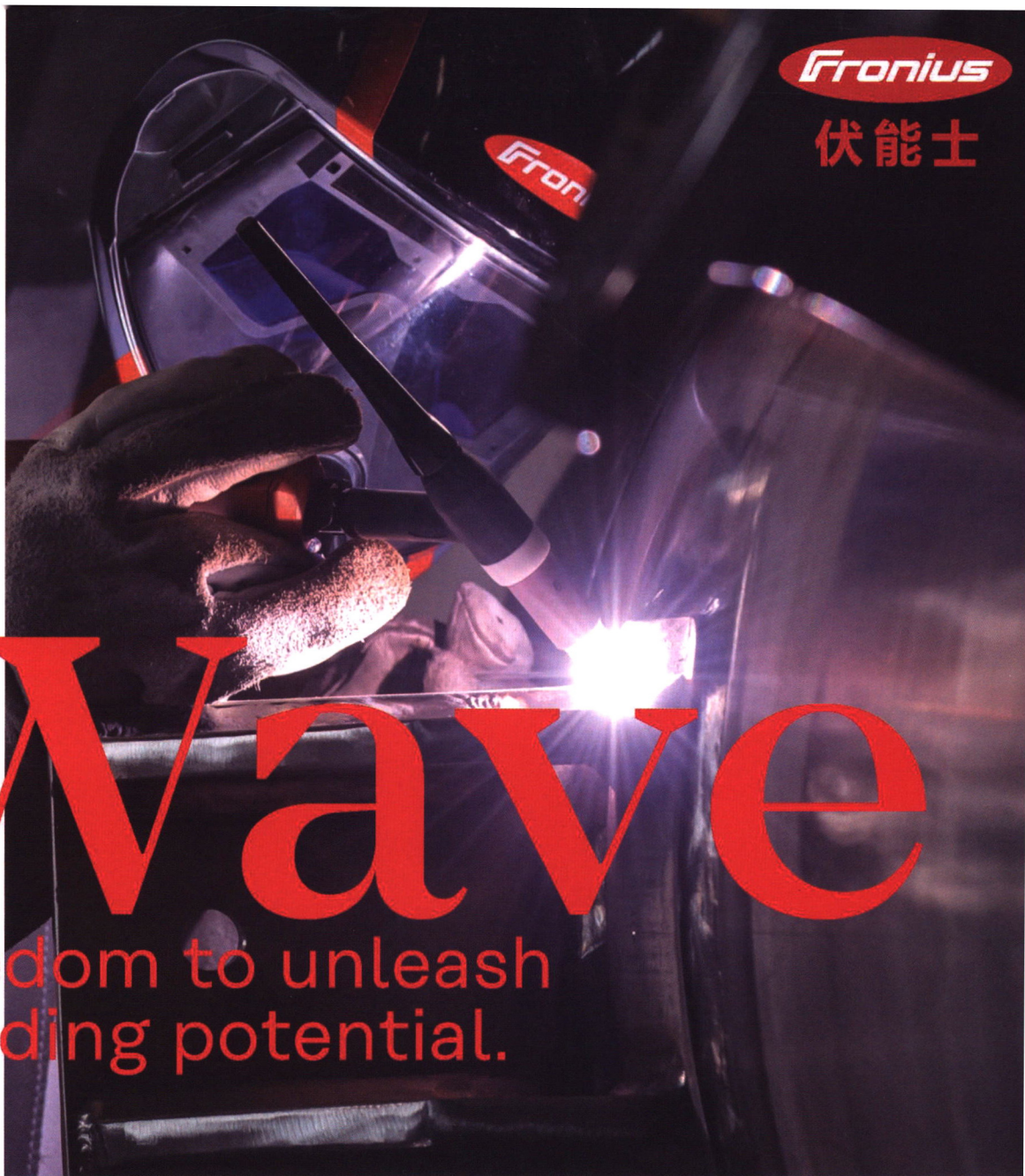
Key points of quality assurance system for overseas steel structure project  
..... XU Yongqiang, LIU Huanyun, WANG Zhiqiang, et al. (138)

Analysis and application of welding procedure qualification of welder examination organization based on TSG Z6002 and Nb/T 47014  
..... CHEN Xiaowei, HOU Bo, GAO Jinzhao, et al. (143)

Optimization of welding structure design for electric heater of pressurizer in nuclear power plant ..... WANG Li (147)

Fronius

伏能士



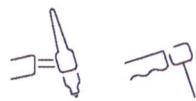
# iwave

Full freedom to unleash your welding potential.



### TIG 系统

190i / 230i / 300i /  
400i / 500i



### 多工艺 PRO 系统

300i / 400i / 500i



## 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)

伏能士（中国）官微

广告

主办单位  
编辑出版  
主编  
地址  
印刷

天津市焊接研究所  
中国工程建设焊接协会  
《焊接技术》编辑部  
王莹  
天津市南开区红旗路196号（300110）  
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5期)5月出版  
中国标准刊号：ISSN 1002-025X  
CN 12-1070/TG  
广告许可证号：1201044000073