

# 热加工工艺

## HOT WORKING TECHNOLOGY

# 6

## 2016

### 第 45 卷

### (总第 436 期)

<http://www.rjggy.net>

邮发代号: 52-94

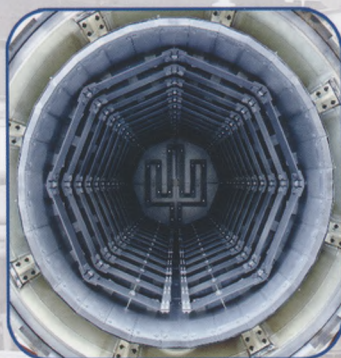
### 易普森工业炉 与您携手，共创辉煌



Hard Work Wins

#### 主要产品

- 箱式多用炉生产线
- 连续式推杆炉、辊底炉、转底炉生产线
- 各种型号的真空炉
- 备件和大修服务



#### 主要技术工艺

- 渗碳、碳氮共渗、渗氮及氮碳共渗
- 保护气氛淬火、回火、光亮退火
- 真空渗碳、气淬、钎焊、烧结；
- 预抽真空渗氮、氮碳共渗、氧氮共渗、氧氮碳共渗及后氧化处理



备件和大修热线 400-920-2271

易普森工业炉(上海)有限公司  
地址: 上海闵行区沧源路1300号  
邮编: 200240  
电话: 021-64352271  
传真: 021-64352272  
E-mail: ipsen@ipsen.com.cn

北京办事处  
地址: 北京朝阳区东三环北路8号  
亮马河大厦2座0332单元  
邮编: 100004  
电话: 010-65906260或65906261  
传真: 010-65906259

重庆办事处  
地址: 重庆市沙坪坝小龙坎新街  
49号自由康都B座1916室  
邮编: 400030  
电话: 023-65322258  
传真: 023-67853107



关注有惊喜

中国船舶重工集团公司第十二研究所 合办  
中国造船工程学会船舶材料学术委员会

## 特约稿件

奥氏体化保温温度对低碳钢 I&Q&P 处理后组织与性能的影响 ..... 陈连生, 代鑫, 宋进英, 等 (1)

## 综述

- 机械合金化制备  $Fe_3Si$  金属间化合物的研究进展 ..... 马瑞, 谢泉, 万明攀, 等 (5)
- 喷射电沉积技术的发展与应用 ..... 马世伟, 陈劲松, 田宗军 (9)
- Ti(C,N)基金属陶瓷复合材料的研究进展 ..... 吴文鸿, 李玉新, 白培康, 等 (12)
- 混凝土中钢筋腐蚀与防护研究进展 ..... 程兆俊, 宋丹, 江静华, 等 (14)
- 架空导线用芯线材料综述 ..... 张强, 杨长龙, 刘君, 等 (20)
- 激光熔覆技术数值模拟研究现状及发展趋势 ..... 党元晓, 祁文军, 芦丽丽 (23)
- 电弧离子镀中大颗粒缺陷清除方法的研究现状 ..... 魏永强, 侯军兴, 田修波, 等 (28)
- 等离子喷涂技术在骨科植入物表面改性的应用 ..... 尹瀛月, 乌日开西·艾依提, 张建杰 (33)
- 有色金属及合金表面机械研磨处理的研究进展 ..... 俞燕明, 饶锡新, 刘勇, 等 (36)

## 金属材料

- 金属材料拉伸断裂过程中的声发射特性研究 ..... 张志魁, 石健, 熊尉伶, 等 (42)
- 7N01 铝合金动态力学性能及其本构关系研究 ..... 刘文辉, 周凡, 邱群, 等 (44)
- 脉冲电沉积纳米晶镍的力学性能研究 ..... 陈晓明, 陈吉, 许志显, 等 (48)
- 高能球磨-热压烧结 7075 铝合金的组织与力学性能 ..... 白亚平, 郭永春, 李建平, 等 (50)
- 调质钢 07MnNiCrMoVDR 低温热变形行为研究 ..... 周家林, 杨光宇, 黄大军, 等 (56)
- 建筑用耐火钢组织和力学性能的研究 ..... 杨晓敏 (60)
- 含钨过共晶高铬铸铁三体磨料磨损研究 ..... 欧阳海青, 蒋业华, 周荣 (63)
- 国内外不同 H13 钢冶金质量及性能对比分析 ..... 李天生 (66)
- 挤压铸造 Al-17.5Si-4Cu-0.5Mg 合金热压缩变形行为及其加工图 ..... 李润霞, 张磊, 刘兰吉, 等 (72)
- 新型 Mg-Sn-Y-Zr 镁合金热压缩行为的研究 ..... 张敏刚, 郝建强, 罗小萍, 等 (75)
- K452 高温合金空穴增长失效的数值研究 ..... 付远, 程香平, 万珍珍, 等 (79)
- 加硅 CLAM 钢热加工热处理过程中的微观结构分析 ..... 乔建生, 郑玉红, 邓冬, 等 (84)
- 2219 铝合金热变形行为的研究 ..... 黄元春, 陈鹏冲, 刘宇 (87)
- 覆铜铁粉对钢铁基粉末冶金闸片材料性能的影响 ..... 李岩, 陈跃, 上官宝, 等 (91)
- Mg-6Al-1Zn-1.8Gd-0.9Y 镁合金的高温蠕变行为 ..... 陈晓亚, 李全安, 陈君, 等 (94)
- 显微组织对 TC18 钛合金高温力学性能的影响 ..... 周晓舟, 王斌, 高颀, 等 (98)
- X65 管线钢连续冷却转变曲线的测定 ..... 李方方, 赵刚, 张海洲, 等 (102)
- 交流磁化处理对 W6Mo5Cr4V2 高速钢耐磨性能的影响 ..... 陈爽, 刘政 (106)
- 挤压比对喷射成形 7075 铝合金材料后续工艺的影响 ..... 杨振兴, 李小平, 钱绪 (110)
- 节流阀硬质合金抗氧化性能研究 ..... 李悦钦, 魏鑫, 冯春宇, 等 (114)
- 铜和铈对 Cr13 型不锈钢耐腐蚀性能的影响 ..... 刘晓, 马利飞, 李运刚 (119)
- 硼钢 B1500HS 奥氏体状态下 Arrhenius 本构模型 ..... 王巧玲, 唐炳涛, 郑伟 (122)
- 在不同含氧超临界水中奥氏体钢 TP347HFG 的氧化特性 ..... 张黎, 徐鸿, 李茂林, 等 (127)
- 稀土铈对 204Cu 不锈钢晶间腐蚀的影响研究 ..... 董方, 吴建光, 霍普 (131)
- Al5Ti1B 对 6061 铝合金铸态组织的影响 ..... 刘杰 (134)
- 合金粉制备工艺对 TZM 棒材组织性能的影响 ..... 杨晓维, 王艳, 武宇 (137)
- Al-Si 系建筑储能材料的合金化及复合增强研究 ..... 郭洪亮, 岳学杰 (139)
- 钻井节流阀阀芯材料性能研究 ..... 付玉坤, 王娟, 张克亮 (142)



- 冷循环处理对 ZL205A 残余应力和力学性能的影响 ..... 毕海娟, 侯志月, 邓利芬, 等 (145)
- 国外先进桥梁缆索用盘条质量剖析 ..... 张磊, 孙建林, 张芳, 等 (148)
- 超轻汽车材料高强度钢 Q460D 力学性能研究 ..... 黄樱, 李扬 (151)
- Si、Cu 含量对汽车发动机缸体 ADC12 铝合金力学性能的影响 ..... 景莉丽, 刘伟, 高方圆, 等 (154)
- 分级均匀化对稀土镁合金 Mg-Gd-Y-Nd-Zr 组织和力学性能的影响 ..... 杜志远, 于建民, 尹雪雁, 等 (156)
- 湿式弱酸性介质下的高锰钢衬板腐蚀磨损失效分析 ..... 陈胜迁, 郑开宏, 杨昭, 等 (159)

## 复合材料

- 增强体表面处理对 SiC<sub>p</sub>/Al-25Si 复合材料组织及性能的影响 ..... 韩士萍, 魏兴 (163)
- 1060Al/AZ31Mg 层状复合材料制备及界面显微结构 ..... 赵丽, 孔贵廷 (166)
- 含断裂纤维的 SiC<sub>p</sub>/Ti-6Al-4V 复合材料纵向性能研究 ..... 娄菊红, 杨延清, 刘申全 (169)
- 碳纤维/铁硅铝复合吸波材料的性能研究 ..... 祁远东, 金丹, 孙可为 (173)

## 表面改性技术

- K444 合金铝硅渗层的高温氧化行为分析 ..... 王蕊, 王蔓, 张凡云, 等 (177)
- SiC 对汽车模具激光熔覆强化涂层组织与性能的影响 ..... 赵长荣, 沈言锦 (180)
- ZLSi<sub>3</sub>Cu<sub>2</sub>Mg 合金微弧氧化工艺的研究 ..... 姬磊, 刘洪斌, 党惊知 (183)
- 镍铝金属粉末选区激光熔化工工艺研究 ..... 廖海洪, 梁敏洁, 白培康, 等 (185)
- P20 塑料模具钢表面激光熔覆球磨 Fe 基 SiC 金属陶瓷涂层的研究 ..... 戴晓光, 周圣丰 (190)
- H13 钢激光熔覆 Co 基与 H13 合金涂层的组织和性能 ..... 叶四友, 刘建永, 杨伟 (193)
- Nb 合金层对 Ti-6Al-4V 合金电化学性能的影响 ..... 姚文苇 (196)
- 仿生非光滑耦合模具的耐磨损和热疲劳性能研究 ..... 袁文琪, 胡敏 (199)
- 等离子和激光表面合金化对灰铸铁组织性能的影响 ..... 缪亚锋, 郑志镇, 李建军, 等 (202)
- 超音速电弧喷涂制备 NiTi 混合涂层的空蚀性能研究 ..... 周勇, 马晓琳, 李太江, 等 (206)

## 热处理技术

- 偏钒酸铵及固溶退火处理对 AZ31 镁合金电化学性能的影响 ..... 李兰, 谭建红 (210)
- 环状零件的淬火变形规律及其在生产中的应用 ..... 南红艳, 李春杰, 黄鑫, 等 (214)
- 含稀土 20CrMo 钢渗碳工艺对组织和性能的影响 ..... 张秀芳, 谭起兵, 林磊 (217)
- 9Cr13 轧辊钢淬火工艺研究 ..... 雷才洪, 刘志强 (220)
- 大气熔炼制备 Cu-Cr-Ti 合金时效动力学研究 ..... 刘耀, 张建波, 李勇, 等 (223)
- 热处理对添加稀土元素的 AZ51 镁合金组织及性能的影响 ..... 李欣, 肖峰, 侯勇 (227)
- 正火对 EH36 船板钢组织和力学性能的影响规律研究 ..... 杨艳华, 柳浩 (230)
- TWIP 钢退火组织及织构的研究 ..... 李栓, 苏钰, 蔡李, 等 (232)
- 低频交变磁场下固溶处理对 ZK60 镁合金组织和性能的影响 ..... 李彩霞, 包泽平, 李超 (236)
- 淬火介质温度对汽车缸盖挤压件微观组织和力学性能的影响 ..... 何勇 (241)
- 退火工艺对 Fe<sub>91.63</sub>B<sub>1.27</sub>Si<sub>7.09</sub> 非晶带材腐蚀性能的影响 ..... 雷声, 胡蓉, 潘勇, 等 (244)

## 失效分析

- 偏心系螺栓断裂失效分析 ..... 朱锦斌, 关凯书, 张恩勇 (248)
- 600MW 机组锅炉末级过热器爆管原因分析 ..... 杨景建, 张昕, 王斌, 等 (252)
- 汽化器空气总管断裂分析 ..... 胡萌, 王轶, 胡兵, 等 (254)
- 85Cr18Mo2V 进气门断裂失效机理分析 ..... 胡巍, 樊湘芳, 王媛妮, 等 (256)
- 仪表管端盖开裂失效分析 ..... 张杰 (258)

## Special Contribution

- Effect of Austenitized Holding Temperature on Microstructure and Properties  
of Low-carbon Steel After I&Q&P Treatment ..... (1)

## Review

- Research Progress in Fe<sub>3</sub>Si Intermetallic Compounds Prepared by Mechanical Alloying ..... (5)  
Development and Application of Jet Electrodeposition Technology ..... (9)  
Research Progress of Ti(C,N)-Based Cermets Composite ..... (12)  
Research Progress in Corrosion and Protection of Rebar in Concrete ..... (14)  
Summary of Core Wire Materials Applied in Overhead Wire ..... (20)  
Research Status and Development Trend of Numerical Simulation of Laser Cladding Technology ..... (23)  
Research Status of Removal Methods for Macroparticles Defects in Arc Ion Plating Process ..... (28)  
Application of Plasma Spraying Technology in Orthopedic Implants Surface Modification ..... (33)  
Research Progress on Surface Mechanical Attrition Treatment of Non-ferrous Metals and Alloys ..... (36)

## Metal Material

- Research on AE Characteristics of Metal Material During Tensile Fracture Process ..... (42)  
Research on Dynamic Mechanical Properties and Constitutive Equations of 7N01 Aluminum Alloy ..... (44)  
Study on Mechanical Properties of Nanocrystalline Nickel by Pulse Electrodeposition ..... (48)  
Microstructure and Mechanical Properties of HEBM-HP 7075 Aluminum Alloys ..... (50)  
Research of Hot Deformation Behavior in Low Temperature Region for 07MnNiCrMoVDR  
Steel After Quenched and Tempered ..... (56)  
Research on Microstructure and Mechanical Property of Refractory Steel ..... (60)  
Study on Three-body Abrasive Wear of Hypereutectic High Chromium Cast Iron with Tungsten Addition ..... (63)  
Comparative Analysis on Metallurgical Quality and Properties of H13 Steel in China and Abroad ..... (66)  
Hot Compression Deformation Behaviour and Processing Maps of Squeeze Casting  
Al-17.5Si-4Cu-0.5Mg Alloy ..... (72)  
Study on Hot Compression Behavior of New Mg-Sn-Y-Zr Alloy ..... (75)  
Numerical Investigation on Void Growth Failure of K452 Superalloy ..... (79)  
Analysis on Microstructure of CLAM Steel with Silicon During Hot-working and Heat Treatment ..... (84)  
Research on Hot Deformation Behavior of 2219 Aluminum Alloy ..... (87)  
Effect of Copper Coated Iron Powder on Properties of Copper/iron-based  
Powder Metallurgy Brake Material ..... (91)  
High Temperature Creep Behavior of Mg-6Al-1Zn-1.8Gd -0.9Y Alloy ..... (94)  
Effects of Microstructure on High Temperature Mechanical Properties of TC18 Titanium Alloy ..... (98)  
Determination of Continuous Cooling Transformation Curves of X65 Pipeline Steel ..... (102)  
Effect of AC Magnetization on Wear Resistance of W6Mo5Cr4V2 HSS ..... (106)  
Effect of Extrusion Ratio on Subsequent Process of Spray-Deposition 7075 Al Alloy ..... (110)  
Study on Antioxidant Performance of Throttle Valve Cemented Carbide ..... (114)  
Effects of La and Ce on Corrosion Resistance of Cr13 Stainless Steel ..... (119)  
Arrhenius Constitutive Model of Boron Steel B1500HS at Austenitic State ..... (122)  
Oxidation of TP347HFG Austenitic Steel in Supercritical Water with Different Dissolved Oxygen Contents ..... (127)  
Study on Effect of Rare Earth Ce on Intergranular Corrosion of 204Cu Stainless Steel ..... (131)  
Effect of Al5Ti1B on As-cast Microstructure of 6061 Al Alloy ..... (134)  
Effect of Alloy Powder Preparation Process on Microstructure and Properties of TZM Alloy Bar ..... (137)  
Research on Alloying and Compound Enhancement of Al-Si Series Construction Energy Storage Material ..... (139)  
Study on Material Performance of Drilling Throttle Valve Core ..... (142)  
Effects of Thermal-cold Cycling Treatment on Residual Stress and Mechanical Properties of ZL205A ..... (145)  
Quality Analysis on Wire Rod for Foreign Advanced Bridge Cable ..... (148)  
Mechanical Properties of High Strength Q460D Steel Used as Super Light Automobile Material ..... (151)  
Effect of Si and Cu Content on Mechanical Properties of ADC12 Alloy Used in Vehicle Engine Cylinder ..... (154)

- Effect of Grading Homogenization on Microstructure and Mechanical Properties  
of Magnesium Rare Earth Alloy Mg-Gd-Y-Nd-Zr ..... (156)
- Analysis on Corrosion and Wear Failure of High Manganese Steel Lining Plate  
Under Wet Weak Acidic Medium ..... (159)

## Compound Material

- Effect of Reinforcement Surface Treatment on Microstructure and Properties of SiC<sub>p</sub>/Al-25Si Composite ..... (163)
- Fabrication and Interfacial Microstructure of 1060Al/AZ31Mg Laminated Composite ..... (166)
- Study on Longitudinal Properties of SiC<sub>f</sub>/Ti-6Al-4V Composite Including Broken Fiber ..... (169)
- Study on Properties of Carbon Fibre/Sendust Compound Absorbing Material ..... (173)

## Surface Modification Technology

- High Temperature Oxidation Behavior of Al-Si Coating on K444 Superalloy ..... (177)
- Effect of SiC on Microstructure and Properties of Surface Strengthening Layer  
by Laser Cladding on Automobile Mold ..... (180)
- Research on Micro-arc Oxidation Process of ZLSi7Cu2Mg Alloy ..... (183)
- Research on Selective Laser Melting Process for Nickel-aluminum Metal Powder ..... (185)
- Study on Milled Fe-based SiC Ceramic-metal Coating Prepared by Laser Cladding  
on P20 Plastic Mold Steel Surface ..... (190)
- Microstructure and Properties of Co-based and H13 Alloy Coating on H13 Steel by Laser Cladding ..... (193)
- Electrochemical Performance of Nb-alloyed Ti-6Al-4V ..... (196)
- Study on Wear and Thermal Fatigue Performance About Bionic Non-smooth Coupling Mold ..... (199)
- Effect on Microstructure and Properties of Gray Cast Iron by Plasma and Laser Surface Alloying ..... (202)
- Research on Cavitation Erosion Properties of NiTi Mixed Coating Deposited by Supersonic Arc Spraying ..... (206)

## Heat Treatment Technology

- Influences of NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub> and Solution Treatment on Electrochemical Properties  
of AZ31 Magnesium Alloy ..... (210)
- Annular Parts Quenching Deformation Rules and Its Application in Production ..... (214)
- Effects of Carburizing Process on Microstructure and Properties of 20CrMo  
Steel Containing Rare Earth ..... (217)
- Study on Quenching Process of 9Cr13 Roll Steel ..... (220)
- Study on Aging Kinetics of Air-smelted Cu-Cr-Ti Alloys ..... (223)
- Influence of Heat Treatment on Microstructure and Property of AZ51 Mg Alloy with RE ..... (227)
- Study on Effect of Normalizing on Microstructure and Mechanical Properties  
of EH36 Steel for Ship Plate ..... (230)
- Study on Grain Boundary Character and Texture of Annealed TWIP Steel ..... (232)
- Effects of Solution Treatment on Microstructure and Properties of ZK60 Mg Alloy  
in Low-frequency Alternative Magnetic Fields ..... (236)
- Effect of Quenching Medium Temperature on Microstructure and Mechanical Properties  
of Extrusion Head on Car Parts ..... (241)
- Effect of Annealing Processes on Corrosion Performances of Fe<sub>91.63</sub>B<sub>1.27</sub>Si<sub>7.09</sub> Amorphous Strips ..... (244)

## Failure Analysis

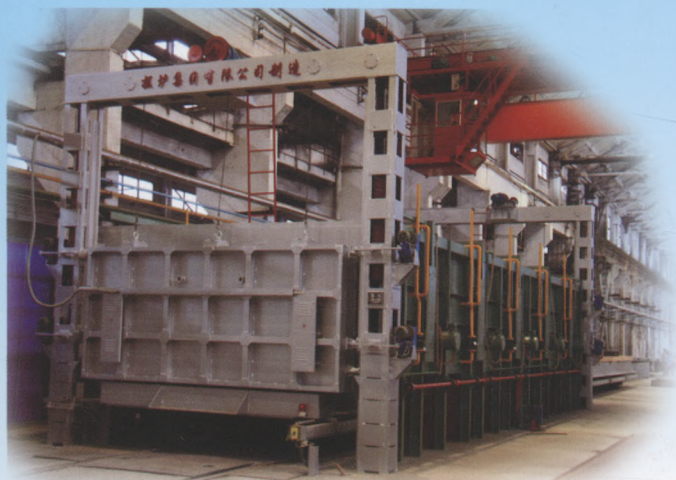
- Fracture Analysis on Eccentric Pump Bolts ..... (248)
- Burst Cause Analysis on Final-stage Superheater Tube for 600MW Boiler ..... (252)
- Analysis on Fracture of Carburetor Air Collecting Main ..... (254)
- Analysis on Fracture Failure Mechanism of 85Cr18Mo2V Intake Valve ..... (256)
- Failure Analysis on Crack of Instrument Tube End Cover ..... (258)



# 南京摄山电炉总厂

——中国电炉行业的排头兵

敬请访问 [www.chinafurnace.com](http://www.chinafurnace.com)



双门双台车式保护气氛电阻炉



大型井式气体渗碳炉

南京摄山电炉总厂是由多个分厂、研究所、热处理新技术、新设备开发中心组成的中国电炉行业的重点骨干企业，多年来经营业绩在电炉行业保持着排头兵的地位。主要生产计算机控制的多种热处理成套机组及高效节能、无污染的少(无)氧化炉和可控气氛炉，共有218个系列2188个品种，其中获国家级新产品一项，部优、省优多项。企业于1999年通过ISO9001质量体系认证。“摄山牌工业电炉”还被江苏省和南京市人民政府命名为“名牌产品”。

**用户满意，是摄炉人的承诺；**

**一流品质，是摄炉人的职责！**

地址：南京市栖霞区石埠桥工业园河东里88号

电话：(025)85712768 85764863 85761318

传真：(025)85761587 邮编：210033 联系人：吴越

研究所、市内经营部：南京市龙蟠路218号兴隆大厦805室

电话：(025)85540040

E-mail: info@chinafurnace.com