

ISSN 1007 - 2330  
CN 11 - 1824/V

# 宇航材料工艺

# 6

*Aerospace Materials & Technology*

# 2014

## 1971年创刊

国家中文核心期刊 中国科技论文统计源期刊  
国际宇航文摘 (IAA)、美国化学文摘 (CA)、  
金属文摘 (METADEx) 收录核心期刊



ISSN 1007-2330



万方数据 航天材料及工艺研究所主办 《宇航材料工艺》编辑部出版

## 目 次

### □综述

雷达吸波结构材料及新型吸收剂的研究进展 ..... 徐洪敏 郑 威 王小兵 齐燕燕(1)

### □计算材料学

基于 VCCT 技术的粘胶脱粘过程数值仿真研究 ..... 王闪帅 赵 萧 何腾峰 李淑慧(5)

铝内衬碳纤维缠绕复合气瓶自紧压力分析 ..... 郭 峰 李辅安 孙 敏 周伟江(10)

### □新材料新工艺

焊透深度和前进侧位置对 FSW 贮箱锁底接头性能的影响 .....  
..... 郝云飞 王国庆 厉晓笑 赵衍华 刘 伟(14)

DLC 和 CrN 薄膜在油润滑下的摩擦性能 ..... 王顺花 尚伦霖 张广安 耿中荣 刘千喜(20)

Ni-Cr-W 基高温合金熔盐环境中的热腐蚀行为 ..... 王 健 李辰昊 张铁邦 李金山 张平祥(26)

含锆沥青热解缩聚行为研究 ..... 肖 春 谷 炎 张 玲 邹 武 程 文(30)

溶胶-凝胶法制备纳米 TiO<sub>2</sub> 及粒径控制工艺 ..... 付贵欣 王超宇 庄志萍(34)

硅氮烷改性含硅芳炔树脂及其复合材料的性能 ..... 杨建辉 周 燕 汪 强 黄发荣 杜 磊(37)

沥青浸渍炭化 C/C 复合材料密度及孔隙分布 ..... 周绍建 黄 剑 吴书锋 嵇阿琳 张 智(42)

大尺寸多格栅复合材料框架共固化成型工艺 ..... 徐伟丽 张玉生 张 璇 朱大雷(46)

RTM 用 R602 树脂性能及工艺 ..... 邓火英 孙宝岗 谭朝元 凌 英(49)

不同介孔结构的 SiO<sub>2</sub> 对 PMMA 性能的影响 ..... 焦 剑 汪 雷 吕盼盼 崔永红 赵莉珍(52)

高温环境下硅酸铝纤维的隔热性能 ..... 王 超 刘婷婷 蒋立异 廖文和(56)

### □测试分析

30CrMnSiNi2A 双头螺栓断裂失效分析 ..... 韩 露 刘春立 王 影 谢国君 卢克非(61)

顶杆法膨胀仪的研制及不确定度分析 ..... 杨 阳 徐 辉 邓建兵(68)

芯材高度对三维中空夹芯复合材料低速冲击性能的影响 ..... 曹海建 陈红霞 钱洪浩(71)

### □工程实践

碳纤维增强树脂基复合材料壳体相贯线孔加工工艺 ..... 张 鹏 孙艳杰 王保林 赵 振 李兰柱(76)

蜂窝结构板后埋件拉脱力的影响因素 ..... 李莺歌 郑建虎 张玉生 屠永刚 张宏宇(81)

### □科技信息

高强铝合金热冲压冷模具复合成型 ..... 蔡晶琦 王 悦 陈桂才 王礼良(85)

消光漆在光学系统的国内外应用 ..... 张建贤 邹永军 徐 蕾 陈国敦 卿凤翎(88)

# 宇航材料工艺

YUZHANG CAILIAO GONGYI

1971年创刊 双月刊  
第44卷 2014年第6期  
总第256期 2014年12月出版

## 编委会名单

(以姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 顾问  | 于翹  | 王岩  | 王国庆 | 包为民 |
|     | 刘宝镛 | 沈维伟 | 杜善义 | 巫世杰 |
|     | 吴人洁 | 周玉  | 徐惠彬 | 曾汉民 |
|     | 彭艳萍 |     |     |     |
| 主任  | 厉克勤 |     |     |     |
| 副主任 | 马杰  | 王晓明 | 孙国斌 | 李京苑 |
|     | 李仲平 | 郭国长 | 曹辉  | 富大欣 |
| 委员  | 刁训刚 | 王一光 | 王先荣 | 王全忠 |
|     | 王俊山 | 刘立平 | 刘志华 | 刘连元 |
|     | 刘钧  | 刘欣  | 刘春立 | 邢丽英 |
|     | 阳志光 | 杨锐  | 李宏运 | 李洪泉 |
|     | 李建林 | 李雪  | 何涛  | 陈伟明 |
|     | 陈金存 | 陈桂才 | 张东  | 张幸红 |
|     | 张勇  | 张铁军 | 林大庆 | 周延春 |
|     | 孟凡新 | 孟松  | 赵彤  | 郭立杰 |
|     | 郭全贵 | 敖明  | 徐樾华 | 崔红  |
|     | 黄诚  | 曾金芳 | 戴棣  | 戴德海 |

主管单位 中国航天科技集团公司  
主办单位 航天材料及工艺研究所  
出版单位 《宇航材料工艺》编辑部  
北京9200信箱73分箱  
邮编100076 电话68383269  
E-mail:703@china.com

主编 刘志华  
编辑部主任 李洪泉  
印刷单位 北京航天展望科技有限公司  
刊号 ISSN1007-2330  
CN11-1824/V  
广告许可 京丰工商广字第0011号  
发行范围 公开发行  
国内定价 15.00元  
国外定价 10.00美元  
发行代号 1356BM  
网址 http://www.yhclgy.com

**Authority** China Aerospace Science & Technology Corporation  
**Sponsor** Aerospace Research Institute of Materials & Processing Technology  
**Publisher** Aerospace Materials & Technology Editorial Office  
**Address** P. O. Box 9200-73  
Beijing, 100076  
P. R. China  
**Chief Editor** Liu Zhihua  
**Printery** Beijing Aerospace Prospect Science & Technology Co., Ltd.  
**Journal Number** ISSN1007-2330  
CN11-1824/V  
**Price** RMB ¥15.00 (domestic)  
US \$ 10.00 (abroad)

## AEROSPACE MATERIALS & TECHNOLOGY

(Bimonthly)

Vol. 44 No. 6 December 2014  
MAIN CONTENTS

- Research Status of Radar Absorbing Material Structure and New Absorbent ..... XU Hongmin et al(1)
- Numerical Simulation of Adhesive Debonding Process Based on VCCT ..... WANG Shanshuai et al(5)
- Analysis of Autofrettage Pressure of Aluminium Liner Carbon Filament-Wound Composite Gas Cylinder ..... GUO Feng et al(10)
- Effect of FSW Pin Length and AS Location on Mechanical Properties of Lock Joint of Tank ..... HAO Yunfei et al(14)
- Tribological Properties of DLC and CrN Films Under Engine Oil ..... WANG Shunhua et al(20)
- Hot Corrosion Behavior of Ni-Cr-W Based Superalloys in Molten Salt ..... WANG Jian et al(26)
- Characterization of Pyrolysis Condensation of Zirconium-Containing Pitch ..... XIAO Chun et al(30)
- Nanometer Titanium Dioxide Particle and Size Control Technology by Sol-Gel Method ..... FU Guixin et al(34)
- Properties of A Silicon-Containing Arylacetylene Resin Modified With Silazane and Its Composite ..... YANG Jianhui et al(37)
- Distribution of Density and Pores of C/C Composite Prepared by Pitch Impregnation and Carbonization ..... ZHOU Shaojian et al(42)
- Co-Curing Molding Technique of Large Size Multi Lattice Structured Composite Framework ..... XU Weili et al(46)
- High Performance Matrix Resin for Room Temperature RTM Process ..... DENG Huoying et al(49)
- Effects of Framework Structure on the Properties of SiO<sub>2</sub>/PMMA Hybrids ..... JIAO Jian et al(52)
- Heat-Shielding Properties of Aluminum Silicate Fiber in High Temperature Environment ..... WANG Chao et al(56)
- Failure Analysis of Fractured 30CrMnSiNi2A Stud Bolt ..... HAN Lu et al(61)
- Development and Uncertainty Analysis of Push-Rod Dilatometer ..... YANG Yang et al(68)
- Influence of Pile Height on Low-Velocity Impact Properties of Three Dimension Hollow Sandwich Composites ..... CAO Haijian et al(71)
- Machining Process of Intersecting Line Hole of Carbon Fiber ..... ZHANG Peng et al(76)
- Influencing Factor of Pulling Test of Post-Inserts in Honeycomb Panel ..... LI Yingge et al(81)
- Hybrid Forming of Aluminum Alloys ..... CAI Jingqi et al(85)
- Matte Coating and Its Application in Optical System ..... ZHANG Jianxian et al(88)



# CASC

Aerospace Test and Failure Analysis Center  
航天材料工艺性能检测和失效分析中心

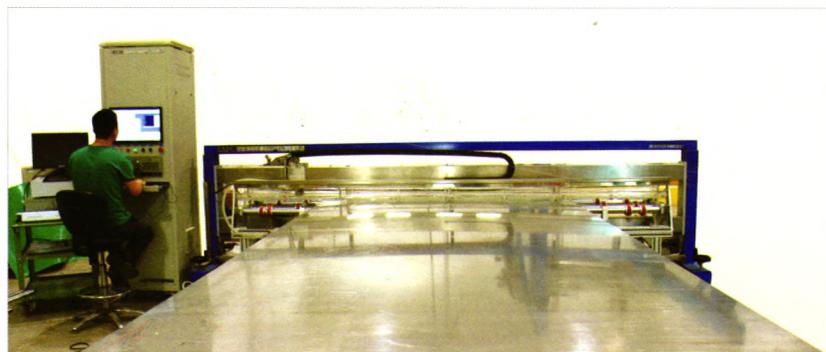
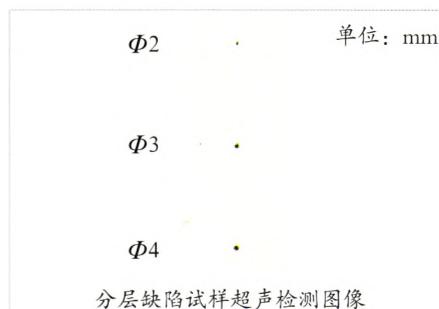
## 金属薄板多通道超声自动检测系统

### Automatic Multi-Channel Metal Sheet Ultrasonic Inspection System

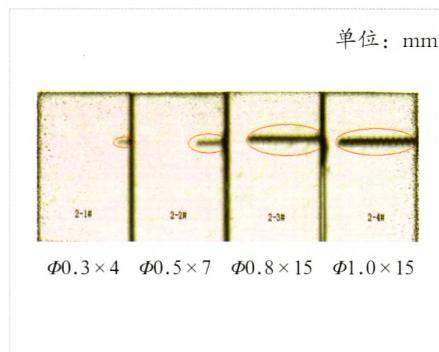
应用范围：金属薄板是航天型号产品研制生产用的重要原材料之一。主要用于运载火箭系列的贮箱、包带、整流罩等多种型号的产品中。本系统可适用于多种规格金属薄板的自动、快速无损检测，应用前景十分广阔。

### 检测系统主要技术指标

| 名称   | 主要技术指标   |
|------|--|
| 适用材料 | 各种材质金属板材   |
| 适用尺寸 | 板材宽度 $\leq 3.4\text{m}$ ，厚度 $0.5\sim 6.0\text{mm}$     |
| 设备指标 | 实现全自动检测<br>通道数：5通道<br>检测速度 $\geq 5\text{m}^2/\text{h}$ |
| 检测指标 | 可检测的最小分层性缺陷尺寸： $\Phi 2\text{mm}$                       |



超声自动检测系统实物



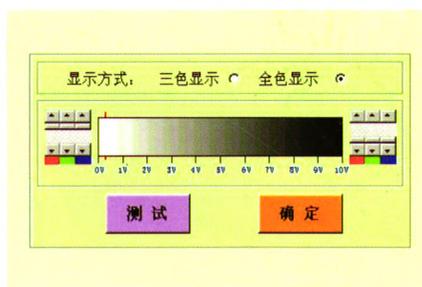
横通孔试样超声检测图像

### 检测系统技术特点

- ①采用创新设计的金属薄板多通道超声自动检测系统，通过超声纵波穿透法检测金属薄板，解决了金属薄板中分层性缺陷检测的漏检难题，实现了对金属薄板超声的无盲区检测。
- ②对检测系统中的主支撑结构进行了优化设计，巧妙的将探头扫查架、直线电机、步进电机、多通道探头以及滚轮等部件设计在主支撑结构上，不仅实现了多电机的精确同步控制，而且整体结构紧凑、小巧，操作简单方便，并且可靠性高。
- ③金属薄板多通道超声自动检测系统可以实现不同规格（包括长短、宽窄、薄厚）及不同材质金属薄板的自动检测，适用性广，具有较强的实用性；该系统已成功应用于 $0.5\text{mm}\sim 6\text{mm}$ 厚金属薄板的实际检测，检测效果良好。
- ④检测系统软件为自主设计开发，具有自主知识产权；可实时显示C扫描图像，具有缺陷自动定位的功能；软件界面友好，操作简单；系统软件可根据用户需求，随产品进行二次开发。



检测参数设置界面



显示方式选择界面



检测图像界面