

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





## 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

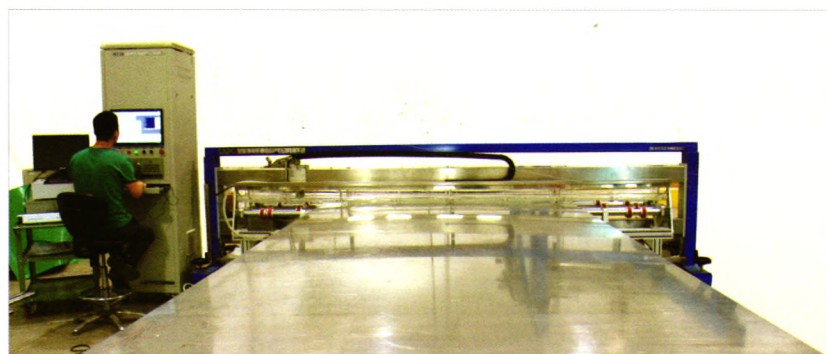
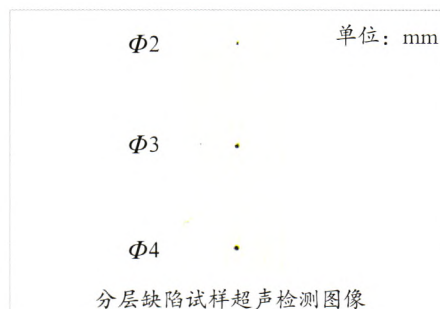
## 金属薄板多通道超声自动检测系统

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

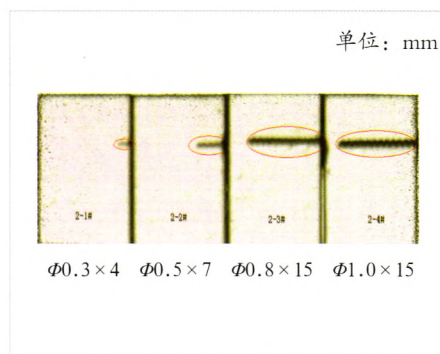
应用范围：金属薄板是航天型号产品研制生产用的重要原材料之一。主要用于运载火箭系列的贮箱、包带、整流罩等多种型号的产品中。本系统可适用于多种规格金属薄板的自动、快速无损检测，应用前景十分广阔。

### 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 通道数：5通道 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： $\Phi 2\text{mm}$



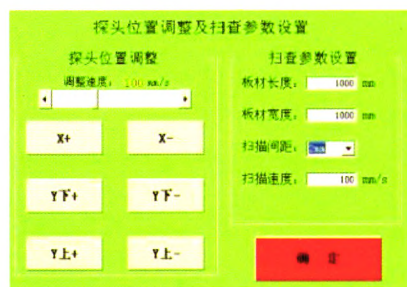
超声自动检测系统实物



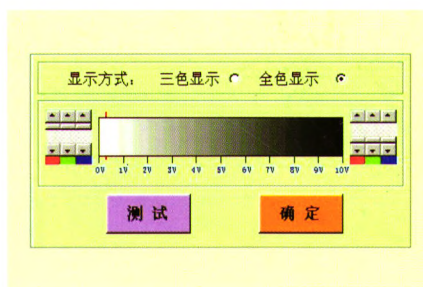
横通孔试样超声检测图像

### 检测系统技术特点

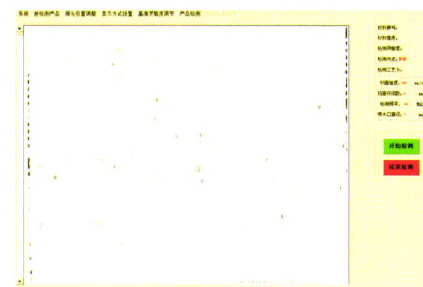
- ①采用创新设计的金属薄板多通道超声自动检测系统，通过超声纵波穿透法检测金属薄板，解决了金属薄板中分层性缺陷检测的漏检难题，实现了对金属薄板超声的无盲区检测。
- ②对检测系统中的主支撑结构进行了优化设计，巧妙的将探头扫查架、直线电机、步进电机、多通道探头以及滚轮等部件设计在主支撑结构上，不仅实现了多电机的精确同步控制，而且整体结构紧凑、小巧，操作简单方便，并且可靠性高。
- ③金属薄板多通道超声自动检测系统可以实现不同规格（包括长短、宽窄、薄厚）及不同材质金属薄板的自动检测，适用性广，具有较强的实用性；该系统已成功应用于 $0.5\text{mm}\sim 6\text{mm}$ 厚金属薄板的实际检测，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