

# 航天材料应用评价技术

专刊

# 前言

航天是国家综合实力和地位的重要象征。习近平总书记在党的二十大报告中指出,坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位,加快实现高水平科技自立自强,加快建设科技强国,并再次强调要加快建设航天强国。发展航天,“材料”先行。航天器研制所用元器件、机电产品、电子单机、结构组件等各类产品均离不开先进的材料技术。“育精于料,料要成材,材要成器,器要好用”。材料及工艺技术的核心是将原材料通过一系列加工工艺技术,使之成为可以服务于高端装备的关键材料,只有材料发挥出最优异的功能、最稳定的性能,才能保证我国高端装备高质量、高效率、高效益发展。近年,随着我国新材料产业快速发展,带动了我国装备技术水平不断提升的同时,材料应用验证技术在加快新材料应用转化速率和质量方面彰显了高质量引领力量。为此,受《宇航材料工艺》编辑部邀约,面向我国航天自立自强发展所提出大力发挥高端材料技术应用水平,积蓄航天装备基于国产材料研发设计实力,驱动航天自主创新发展内生力,以“航天材料应用评价技术”作为专题,对新材料应用技术有关材料应用验证技术体系、航天材料工艺适用性验证技术、航天材料服役环境适应性评估技术、航天材料应用验证综合评价技术等方面的研究工作进行系统的报道,以推动我国先进材料技术快速应用转化,引导我国航天领域装备技术先进材料水平应用。

我们真诚感谢论文作者积极投稿!感谢评审专家提出严谨的评阅意见!感谢《宇航材料工艺》编辑部为专刊组稿所做的辛勤繁杂工作!

中国空间技术研究院

2023年4月

## 目次

### □综述

航天器材料应用验证特点及其指标体系设计与优化 .....	于利夫	高 鸿	何端鹏	邢 焰	李 岩	刘泊天	樊彦艳(1)
航天器材料应用验证信息提取与研判方法 .....	刘泊天	高 鸿	李 岩	于利夫	王志强(7)		
刚性基体高应变复合材料在空间可展结构中的应用及发展 .....	贾文文	濮海玲	刘 颖	任守志	管 帅(14)		

### □计算材料学

基于层次分析法-熵权组合法的航天器材料应用验证综合评价研究 .....	牛 虎	刘泊天	高 鸿	李 岩	邢 焰(22)		
多芯片组件(MCM)用金锡焊带材料电阻率及热导率温度特性研究 .....	赵 炜	李 岩	张 磊	彭 博	王志强(30)		
国产超薄铝蜂窝芯材在太阳翼基板的应用 .....	管 帅	濮海玲	孙 伟	潘福明	高 鸿(37)		

### □新材料新工艺

航天器用Parylene-C涂覆材料空间辐照适用性研究 .....	牛 虎	刘泊天	李 岩	高 鸿	邢 焰(42)		
基于JC-Z05石英的薄膜电路基板工艺适用性研究 .....	张 楠	王 平	何凯晨	王婷婷	赵 炜	任联锋(49)	
国产5056铝蜂窝芯的制备与性能评价 .....	徐 挺	刘 星	武海生	黎 昱	吕 琦	荣 健(55)	
空间光学相机桁架胶接装配技术 .....	邱泉水	张 芳	孙东华	殷永霞	刘阳同(61)		
微波电路互联用金丝键合界面空间高低温特性演化研究 .....	孔 静	李 岩	高 鸿	刘媛萍	张 磊	阎晓蕾	朱旭斌(67)
基于国产金锡焊料的功率芯片焊接工艺及可靠性研究 .....	冯晓晶	夏维娟	赵晋敏	贾旭洲	赵 炜(74)		

### □测试分析

模拟空间服役环境下低温共烧陶瓷材料特性评价 .....	徐美娟	王 平	李 岩	何端鹏	李姍泽	杨士成	刘 旭	陈 康(79)
C/SiC 复合材料在典型模拟环境下高温拉伸性能研究 .....	唐 君	袁泽帅	黄汝超	袁建宇	徐 林	李军平	卢 鹂(85)	
三聚氰胺泡沫压缩缓冲性能研究 .....	徐 挺	刘 星	武海生	靳 楠	于 帅	杨淇帆(90)		
国产中温固化热破胶膜性能 .....	赵臻璐	严利娟	刘 佳	张 鑫	梁 凯(96)			
真空 100 keV 质子辐照对石墨膜热性能的影响 .....	吴 冰	王向轲	何端鹏	李 岩	王 茹(100)			
碳纤维热导率与其微观结构参数的关系 .....	何端鹏	张 磊	高 鸿	李 岩	王 茹(105)			
基于光纤光栅传感器的复合材料气瓶应变检测 .....	阚宝玺	杨 超	王学锋	唐才杰	崔留住	王俊锋(111)		
国产高模碳纤维/环氧复合材料在太阳翼基板上的应用研究 .....	杨淑利	濮海玲	邵立民	罗 盼	任守志	高 鸿(117)		
国产高模碳纤维/环氧复合材料的太阳能电池板热循环适应性研究 .....	杨淑利	濮海玲	邵立民	郭天宇	刘 颖	高 鸿(123)		
J312L 结构胶空间辐射环境适应性研究 .....	张静静	朱旭斌	李 岩	高 鸿	邢 焰(129)			
宇航用键合金丝评价体系及其应用研究 .....	刘媛萍	孙澜澜	高 鸿	张占东	孔 静	贾旭洲(136)		

### □工程实践

星载微波电路用高纯氧化铝基板的工艺适用性验证技术 .....	王 平	曲 媛	高 鸿	贾旭洲	何端鹏	刘泊天	于利夫	文 明(142)
星载硬质吸波材料真空功率耐受性能验证 .....	杨文丽	张振杰	郑 伟	敬红勇	王 超	牛宝华	王保新(148)	

### □信息

《宇航材料工艺》荣获中国航天科技集团有限公司2022年度优秀科技期刊奖(13)

本期责任编辑 李洪泉

英文编辑 李道翔

版权声明:版权所有,未经许可不得转载

# AEROSPACE MATERIALS & TECHNOLOGY

## YUHAN CAILIAO GONGYI

(Bimonthly)

(Starting Publication in 1971)

ISSN 1007-2330

CN 11-1824/V

Vol.53 No.2 April 2023 (Series No.306)

## CONTENTS

Application Verification Characteristics of Spacecraft Materials and Its Index System Design and Optimization .....	
..... YU Lifu GAO Hong HE Duanpeng XING Yan LI Yan LIU Botian FAN Yanyan(1)	
Extraction and Research-judgment Methods of Spacecraft Material Application Verification Information .....	
..... LIU Botian GAO Hong LI Yan YU Lifu WANG Zhiqiang(7)	
Application and Development of Stiff Matrix High Strain Composites in Deployable Space Structures .....	
..... JIA Wenwen PU Hailing LIU Ying REN Shouzhi GUAN Shuai(14)	
Research on Comprehensive Evaluation of Spacecraft Materials Application Validation Based on Analytic Hierarchy Process-Entropy Weight Combined Method.....	
..... NIU Hu LIU Botian GAO Hong LI Yan XING Yan(22)	
Study on Temperature Characteristics of Resistivity and Thermal Conductivity of Gold Tin Solder Strip Used in MCM .....	
..... ZHAO Wei LI Yan ZHANG Lei PENG Bo WANG Zhiqiang(30)	
Application of Domestic Ultra-thin Aluminum Honeycomb Material on Solar Array Substrate .....	
..... GUAN Shuai PU Hailing SUN Wei PAN Fuming GAO Hong(37)	
Study on Space Irradiation Adaptability of Parylene-C Coating Material for Spacecraft .....	
..... NIU Hu LIU Botian LI Yan GAO Hong XING Yan(42)	
Study on the Process Suitability of Thin-film Circuit Substrate Based on JC-Z05 Quartz .....	
..... ZHANG Nan WANG Ping HE Kaichen WANG Tingting ZHAO Wei REN Lianfeng(49)	
Preparation and Performance Evaluation of Domestic 5056 Aluminum Honeycomb Core .....	
..... XU Ting LIU Xing WU Haisheng LI Yu LYU Qi RONG Jian(55)	
Bonding Assembly Technology of Space Optical Camera Truss .....	
..... QIU Quanshui ZHANG Fang SUN Donghua YIN Yongxia LIU Yangtong(61)	
Research on the Evolution of Gold Wire Bonding Interface Used for Microwave Circuit Interconnection in High and Low Space Temperature .....	
..... KONG Jing LI Yan GAO Hong LIU Yuanping ZHANG Lei YAN Xiaolei ZHU Xubin(67)	
Study on the Welding Process and Application Reliability of Power Chips Based on Domestic Gold-tin Solder .....	
..... FENG Xiaojing XIA Weijuan ZHAO Jinmin JIA Xuzhou ZHAO Wei(74)	
Characteristics Evaluation of Low-temperature Co-fired Ceramic Substrate in Simulated Space Service Environment .....	
..... XU Meijuan WANG Ping LI Yan HE Duanpeng LI Shanze YANG Shicheng LIU Xu CHEN Kang(79)	
Study on High Temperature Tensile Properties of C/SiC Composites Under Typical Simulated Environments .....	
..... TANG Jun YUAN Zeshuai HUANG Ruchao YUAN Jianyu XU Lin LI Junping LU Wu(85)	
Study on the Compression and Cushioning Properties of Melamine Foam .....	
..... XU Ting LIU Xing WU Haisheng JIN Nan YU Shuai YANG Qifan(90)	
Properties of Domestic Moderate Temperature Curing Hot-break Adhesive Film .....	
..... ZHAO Zhenlu YAN Lijuan LIU Jia ZHANG Xin LIANG Kai(96)	
Effect of Vacuum 100 keV Proton Irradiation on Thermal Property of Graphite Films .....	
..... WU Bing WANG Xiangke HE Duanpeng LI Yan WANG Ru(100)	
Relationship Between Thermal Conductivities and Its Microstructural Parameters of Carbon Fibers .....	
..... HE Duanpeng ZHANG Lei GAO Hong LI Yan WANG Ru(105)	
Strain Testing of Composite Pressure Vessels Based on Fiber Bragg Grating Sensors .....	
..... KAN Baoxi YANG Chao WANG Xuefeng TANG Caijie CUI Liuzhu WANG Junfeng(111)	
Research on Application of Domestic High-modulus Carbon Fiber/Epoxy Composites on Substrates for Spacial Solar Array .....	
..... YANG Shuli PU Hailing SHAO Limin LUO Pan REN Shouzhi GAO Hong(117)	
Research on Thermal Cycling Adaptability of Solar Cell Panels Based on Domestic High-modulus Carbon Fiber/Epoxy Composites .....	
..... YANG Shuli PU Hailing SHAO Limin GUO Tianyu LIU Ying Gao Hong(123)	
Research on Space Irradiation Environment Adaptability of J312L Structural Adhesive .....	
..... ZHANG Jingjing ZHU Xubin LI Yan GAO Hong XING Yan(129)	
Study on Evaluation System and Its Application of Bonding Gold Wire for Aerospace .....	
..... LIU Yuanping SUN Lanlan GAO Hong ZHANG Zhandong KONG Jing JIA Xuzhou(136)	
Process Suitability Verification Technology of High-purity Alumina Substrates for Spaceborne Microwave Circuits .....	
..... WANG Ping QU Yuan GAO Hong JIA Xuzhou HE Duanpeng LIU Botian YU Lifu WEN Ming(142)	
Tolerance Verification of Satellite Wave-absorbing Materials With Vacuum Power Handling .....	
..... YANG Wenli ZHANG Zhenjie ZHENG Wei JING Hongyong WANG Chao NIU Baohua WANG Baoxin(148)	