

深空探测任务
对宇航材料与工艺的需求
专刊

前言

2021年在中国历史上和中国航天史上都是极其不平凡的一年。这一年,我国取得了脱贫攻坚战的全面胜利;这一年,伟大的中国共产党迎来了百年华诞;这一年,我国的“天问”一号探测器实现了对火星“绕”、“落”、“巡”;这一年,我国空间站建设取得了突破性的进展,实现了“天和”核心舱的成功发射和航天员的长期在轨驻留。标志着我国社会主义现代化建设进入了新的发展阶段,我国的行星探测跨入世界先进行列,我国的载人探测能力实现了新的跨越。

面向未来的空间探测需求,尤其是深空探测将面临的长寿命、高可靠、极端深空环境等新需求、新挑战,对深空探测器及深空航天员带来了新威胁,对高性能航天工程材料和工艺提出了新需求和新方向。为此,受《宇航材料工艺》编辑部邀约,面向我国未来深空探测所面临的新任务、新环境、新材料、新工艺、新趋势、新进展,以“深空探测任务对宇航材料与工艺的需求”作为专题,对我国深空探测任务对宇航材料与工艺的需求进行梳理,对结构材料、烧蚀材料、绝缘材料、胶黏剂等材料及其工艺的最新进展进行报道,以期能够进一步把握未来深空探测用材料与工艺的发展方向、推动宇航新材料与新工艺在深空探测任务中的应用、促进宇航材料及工艺技术的发展,为实现2045年全面建成世界航天强国而贡献力量。

本期专刊在征文、约稿和评审过程中,得到了国内同仁的积极响应和大力支持,在此对各位同仁表示衷心的感谢,同时也对《宇航材料工艺》编辑部为专刊所做的辛勤工作表示诚挚的谢意!

本期特约主编
沈自才

目次

□综述

我国深空探测对航天材料及工艺的需求	沈自才	欧阳晓平	高 鸿	(1)
我国未来探月工程任务对材料需求展望	高 鸿	沈自才	何端鹏	刘国强(15)
我国深空探测领域耐热材料的进展与需求	杨昌昊	董彦芝		(26)
空间探测烧蚀耐热材料应用及趋势	梁 馨	方 洲	邓火英	罗丽娟 毛科铸(34)
功能型复合材料在深空探测任务中的应用研究进展	白 刚	肖 伟	高 锋	张 剑 张 正(41)
深空极低温服役环境下材料力学/物理性能低成本快速评价方法研究进展	麻建坐	李卫国	高 鸿	杨梦卿 张续耀(51)

□计算材料学

温度冲击试验对固体发动机喷管堵盖结构影响的仿真分析	邓康清	李 颖	向 进	余小波	朱雯娟(63)
变角度铺丝构件内嵌缺陷精确定位算法	钱金源	赵筱彤	王小平	张乐恩	(72)

□新材料新工艺

蜂窝增强低密度硅基烧蚀耐热材料性能	方 洲	梁 馨	邓火英	董彦芝	代晓伟(79)
一种轻质烧蚀结构一体化材料	梁 馨	方 洲	代晓伟	吴良遵	高春才(84)
天问一号探测器耐高温蜂窝夹层结构选材与性能研究	杨 强	杨昌昊	李莺歌	王 刚	祁玉峰(88)
聚醚醚酮材料表面磺化改性及表面金属化	王 楠	张家强	蔺鹏婷	孙浩然	王旭光(94)
耐 150 ℃太阳翼基板结构胶黏剂性能研究	李皓鹏	赵贺一	殷永霞	邱泉水	孙东华(99)
新型无机热控涂层的性能及应用	张 杭	张家强	崔庆新	白晶莹	张立功(103)
ZnO/SBA-15 无机热控涂层填料及涂层性能	张 东	张立功	张有玮	张家强	孟 腾(108)
耐高温复合材料在火星探测器着陆器减速伞筒盖结构上的应用	刘阳同	殷永霞	孙东华		(115)
表面处理对聚酰亚胺柔性复合材料粘结性能的影响	田桂芝	武海生	刘 佳	陈维强	赵海伟(119)
KMnO ₄ 对空间探测用 SiC 反射镜加工性能影响规律	单海洋	陈思羽	郭 文	沈自才	崔 云 王小勇(123)
卫星蜂窝夹层结构新型埋件工艺	徐 挺	武海生	孙天峰	刘 佳	陈维强(128)
深空辐射环境对高吸收率消杂光涂层的性能影响	张家强	牛 虎	杨佑健	孙浩然	平 托(134)

□测试分析

残余应力超声测量技术影响因素研究	徐丽霞	李伟煜	吕海清	刘战捷	李大海(139)
不同钝化工艺 SiO ₂ 薄膜的辐射缺陷	盛 行	马迎凯	杨剑群		(145)

□工程实践

宇航电绝缘材料深空环境适应性研究	王志浩	刘业楠	于澜涛	王思展	崔乃元(152)
深空探测用柔性太阳毯的制备及性能	武海生	田桂芝	吴跃民	徐 挺	刘 佳(161)

□信息

《宇航材料工艺》征订启事(25)

本期责任编辑 李洪泉

英文编辑 周延春

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

Vol.51 No.5 October 2021 (Series No.297)

CN 11-1824/V

CONTENTS

Demand for Aerospace Materials and Technology for China's Deep Space Exploration	SHEN Zicai OUYANG Xiaoping GAO Hong(1)
Prospect of Material Demand for Future Lunar Exploration Project in China	GAO Hong SHEN Zicai HE Duanpeng LIU Guoqiang(15)
Progress and Requirements of Thermal Protection Materials for Deep Space Exploration in China	YANG Changhao DONG Yanzhi(26)
Application and Trend of Ablation Thermal Protection Materials for Space Exploration	LIANG Xin FANG Zhou DENG Huoying LUO Lijuan MAO Kezhu(34)
Research Progress on Application of Functional Composite Materials in Deep Space Exploration Mission	BAI Gang XIAO Wei GAO Feng ZHANG Jian ZHANG Zheng(41)
Research Progress on Low-cost Rapid Evaluation Method of Mechanical and Physical Properties of Materials at Extremely Low Temperature in Deep Space	MA Jianzuo LI Weiguo GAO Hong YANG Mengqing ZHANG Xuyao(51)
Simulation on the Effect of Thermal Shock Experiment on the Structure of Nozzle Closure in Solid Rocket Motor(SRM)	DENG Kangqing LI Ying XIANG Jin YU Xiaobo ZHU Wenjuan(63)
An Algorithm for Accurate Location of Embedded Defects in Variable Angle Fiber Placement Component	QIAN Jinyuan ZHAO Xiaotong WANG Xiaoping ZHANG Leen(72)
Thermo-mechanical Properties of Honeycomb-enhanced Silica-based Low Density Ablative Thermal Protection Material	FANG Zhou LIANG Xin DENG Huoying DONG Yanzhi DAI Xiaowei(79)
A Kind of Integration Materials of Light Ablative and Structure	LIANG Xin FANG Zhou DAI Xiaowei WU Liangzun GAO Chuncai(84)
Material Selection and Property Research of Honeycomb Sandwich Structure With High Temperature Resistance for Tianwen-1 Mars Probe	YANG Qiang YANG Changhao LI Yingge WANG Gang QI Yufeng(88)
Surface Sulfonation Modification and Surface Metallization of PEEK Materials	WANG Nan ZHANG Jiaqiang LIN Pengting SUN haoran WANG Xuguang(94)
Properties Research of 150 °C-resistant Structural Adhesive on Solar Wing Substrate	LI Haopeng ZHAO Heyi YIN Yongxia QIU Quanshui SUN Donghua(99)
Properties and Application of New Inorganic Thermal Control Coatings	ZHANG Hang ZHANG Jiaqiang CUI Qingxin BAI Jingying ZHANG Ligong(103)
The Performance of Inorganic Thermal Control Pigment and Coatings Based on ZnO/SBA-15	ZHANG Dong ZHANG Ligong ZHANG Youwei ZHANG Jiaqiang MENG Teng(108)
Application of High-temperature-resistant Composite Materials on Cylinder Cover of Brake Parachute on Tianwen-1 Mars Mission Lander	LIU Yangtong YIN Yongxia SUN Donghua(115)
Effect of Surface Modification on the Bonding Performance of Flexible PI Composites	TIAN Guizhi WU Haisheng LIU Jia CHEN Weiqiang ZHAO Haiwei(119)
Effect of KMnO ₄ on the Processing Properties of SiC Mirror for Space Exploration	SHAN Haiyang CHEN Siyu GUO Wen SHEN Zicai CUI Yun WANG Xiaoyong(123)
New Post-insert Technology of Honeycomb Sandwich Structure in Satellite	XU Ting WU Haisheng SUN Tianfeng LIU Jia CHEN Weiqiang(128)
Effect of Deep Space Radiation Environments on Properties of High Absorptivity Stray Light Coatings	ZHANG Jiaqiang NIU Hu YANG Youjian SUN Haoran Ping Tuo(134)
Effect Factors Study of Ultrasonic Measurement Technology of Residual Stress	XU Lixia LI Weiyu LYU Haiqing LIU Zhanjie LI Dahai(139)
Radiation Defects of SiO ₂ Films With Different Passivation Processes	SHENG Xing MA Yingkai YANG Jiangqun(145)
Study on Adaptability of Aerospace Electrical Insulation Materials in Deep Space Environment	WANG Zhihao LIU Yenan YU Lantao WANG Sizhan CUI Naiyuan(152)
Preparation and Performance Evaluation of Flexible Solar Blanket for Deep Space Exploration	WU Haisheng TIAN Guizhi WU Yuemin XU Ting LIU Jia(161)