

## 先进树脂基复合材料：现代装备的主力军 ——先进树脂基复合材料技术分论坛侧记

文 / 中国航空制造技术研究院复材中心 张杜鹏

先进树脂基复合材料以其高比强度、高比刚度、耐疲劳、抗腐蚀和强可设计性等特点，在航空、航天、兵器 and 船舶等高端装备中应用日益广泛，其用量成为衡量高端装备先进性的重要标志，并不断向轨道交通、汽车、新能源和文体娱乐等民用领域快速渗透与扩张。随着先进树脂基复合材料的应用推进，结构复合材料向着比强度比模量更高、更抗冲击和更耐热等方向不断发展，吸波、透波、导电和防隔热等多功能一体化成为结构功能一体化复合材料发展重点，制造工艺自动化和低成本化成为先进树脂基复合材料产业化、规模化应用的必要保障，材料基因组技术和多尺度复合技术为树脂基复合材料提供了新的发展思路与手段。



主持人：包建文 研究员

2021年10月16日，“IFAM2021新材料国际发展趋势高层论坛——先进树脂基复合材料技术论坛”在宁波顺利召开。本次论坛共邀请8名国内知名学者作了学术报告，报告内容精彩纷呈，紧紧围绕先进树脂基复合材料发展现状及最新研究应用进展的主题，探讨先进树脂基复合材料技术与产业面临的机遇与挑战。论坛不仅指明了先进树脂基复合材料的发展方向，提出了产学研结合、军需牵引、民用推广的思想，也对研究进展中的关键技术难题展开了激烈的讨论。中航复合材料有限责任公司包建文研究员和华东理工大学黄发荣教授主持了论坛。论坛气氛活泼严肃，与会代表们互动交流，台下掌声不断。相信论坛中碰撞出的思想火花将会照亮先进复合材料未来发展的新征程。



主持人：黄发荣 教授

### 精彩报告



祝颖丹 研究员

**中国科学院宁波材料技术与工程研究所祝颖丹研究员**介绍了热塑性纤维复合材料树脂体系及其当前发展状况，展望了该类材料在空天地海的广阔应用空间，同时介绍中国科学院宁波材料技术与工程研究所在热塑性复合材料及相关设备的设计、制造以及应用等方面的研究进展。

**航天材料及工艺研究所左小彪研究员**针对雷达天线罩对耐高温、结构/透波一体化复合材料的应用需求，对耐300℃以上高温不同结构形式的结构/透波一体化复合材料的研制与应用进展进行系统介绍，重点介绍其电性能设计、热力电一体化性能调控及实现方法、高温预浸渍及芯材批量稳定制备、环境适应性，以及结构/透波/隐身一体化结构设计、实现方法、应用评价等内容，并对目前耐高温结构/透波一体化复合材料的应用情况以及未来的技术发展趋势进行简要介绍。



左小彪 研究员



洪义强 研究员

**航天科工四院四部洪义强研究员**阐述了热防护系统在决定航天飞机、空天飞机、弹道导弹等飞行器使用性能和可靠性方面的重要作用，由此引出不同功能的飞行器或同一飞行器的不同部位对热防护材料的要求，继而展开介绍树脂基烧蚀防热材料在当前飞行器工程领域的应用状况，同时针对不同飞行器环境需求介绍几种典型烧蚀防隔热材料的特性及应用场景。

**上海飞机制造有限公司陈萍研究员**介绍了随着复合材料在民用飞机上用量的提升，复合材料结构制造技术在近几十年的飞跃发展。通过分析国内外复合材料在民用飞机上的应用及复合材料结构制造技术的发展，阐述了当前的复合材料结构制造主流技术以及其未来发展趋势。针对中国民用飞机复合材料结构制造技术现状，介绍了推动复合材料在民用飞机领域应用的关键环节和实施方法。



陈萍 研究员



倪洪江 高级工程师

**中国航发北京航空材料研究院倪洪江高级工程师**从高温推重比航空发动机对耐高温复合材料的需求出发，介绍了聚酰亚胺树脂基复合材料耐高温、热氧化性能优异的优点，综述了国内外聚酰亚胺树脂基复合材料的发展历史，及其在航空发动机领域的应用进展情况，进一步阐述了航空发动机用耐高温聚酰亚胺复合材料的相关研制进展。

**华东理工大学黄发荣教授**从含硅芳炔树脂优良的加工性、优异的耐热性和介电性能，以及高温陶瓷化特性出发，阐述了含硅芳炔树脂在高温透波和耐烧蚀防热复合材料中良好的应用前景。同时分析了当前含硅芳炔树脂在力学性能上显示出的不足，提出将芳醚结构引入含硅芳炔树脂主链对其进行力学性能改性，报告就含硅芳醚芳炔树脂结构与性能的研究情况展开讨论，展望了含硅芳炔树脂在高性能复合材料领域的应用前景。



黄发荣 教授



黑艳伟 高级工程师

**中国航空制造技术研究院复材中心黑艳伟高级工程师**介绍了新研制的新型防雷击/电磁屏蔽表面膜、石墨烯/石英织物电热防除冰元件等导电复合材料产品，对新型表面膜及电热元件的应用技术进行了系统介绍。新型防雷击/电磁屏蔽表面膜满足雷击1A、2A、2B区，1~18 GHz电磁屏蔽效能≥55 dB的使用需求，且在防护能力相当的情况下较铺贴金属网减重50%以上；石墨烯/石英织物电热防除冰元件在具有较高防除冰效能的情况下满足1~18 GHz透波率≥60%的应用要求，实现了防除冰/吸波多功能结构一体化。该研究为复合材料的防雷击、电磁屏蔽、防除冰等技术的更新换代奠定了基础。



朱波 教授

**上海大学朱波教授**介绍了复合材料界面在复合材料结构力学性能中扮演的关键作用，阐述了利用复合材料界面负载功能材料的优异性，分析了当前高性能有机纤维增强复合材料的界面增强问题以及其对高性能复合材料应用的限制性。列举了其团队在近年来通过仿生动植物粘附机制，优选、调控和设计强粘附分子结构，创制的适用于有机纤维无损界面改性的水相上浆聚合物，作为“桥梁”连接纤维与树脂，在无损纤维强度的前提下显著提升其界面强度。同时介绍了基于现有树脂体系，发展功能化复合材料的相关研究，利用石墨烯/玻纤复合材料界面负载阻燃材料，在增强或保持其力学性能下，显著提高了复合材料的阻燃性能，展望了界面负载功能材料在未来高性能树脂基复合材料中的应用前景。