

# 探索新型复合材料 解决宏观薄弱环节

——复合材料技术前沿论坛侧记

文/西北工业大学 付前刚

我国在复合材料研究和应用方面已取得较大成绩，复合材料产量与机械化水平稳步提高，新产品、新工艺不断开发和应用，综合实力稳步增强。但是我们必须认识到复合材料基础研究的不足，关键技术未能实现彻底突破，所生产的复合材料产品性能的稳定性和提高。同时，还需研究发展高效、简便的工艺方法及连续生产的工艺设备，降低生产成本。今后仍需探索新的复合材料，如原位合成（原位生长）复合材料、纳米复合材料等，来解决宏观复合材料中存在的界面薄弱环节，提高增韧效果。研究热塑性高聚物基复合材料、高分子基原位复合材料、颗粒增强金属基复合材料的回收、再加工工艺、再生利用，提高相应的改进措施，是该领域今后的研究重点。

——中国工程院张立同院士、江东亮院士

“2014新材料国际发展趋势高层论坛——复合材料技术前沿论坛”（以下简称复合材料分论坛），于2014年9月21日下午在西安市都市之门4楼401#及415#会议室顺利举行。复合材料分论坛由超高温结构复合材料重点实验室、金属基复合材料国家重点实验室、先进复合材料重点实验室、先进功能复合材料技术重点实验室、航天动力技术研究院、纤维材料改性国家重点实验室、有机无机复合材料国家重点实验室、环保型高分子材料国家地方联合工程实验室、哈尔滨工业大学金属复合材料与工程研究所等11家单位联合承办。本届复合材料分论坛，共邀请了18位报告人，因报告及参会人员众多，大会共安排了两个分会场，即便如此，会场仍座无虚席，连会场外也都聚集了全程站着听报告的代表。



## 复合材料分论坛 I

邀请报告主要包括陶瓷基复合材料、碳/碳复合材料、金属基复合材料等。论坛由中国工程院张立同院士主持，张寿荣院士、江东亮院士、李仲平院士出席了论坛。

▶▶1 成来飞教授主要讲述采用流延法(Tape Casting, TC)结合化学气相渗透法(Chemical Vapor Infiltration, CVI)制备SiC<sub>w</sub>/SiC层状结构陶瓷的方法。SiC<sub>w</sub>/SiC层状结构陶瓷充分发挥层状结构与晶须协同增韧作用，层间裂纹偏转，层内裂纹偏转、裂纹桥接和晶须拔出等为主要增韧机制。

▶▶2 侯晓研究员介绍了国外碳/碳扩张段技术的发展情况，对我国碳/碳复合材料扩张段研制中存在的 key 技术问题及近年来的研究进展进行了介绍，对碳/碳扩张段技术的后续发展提出了建议。

▶▶3 哈尔滨工业大学武高辉教授在报告中提出了金属基复合材料的生命力在于材料的性能与功能的可设计性。通过介绍材料性能设计的几个成功的案例，说明金属基复合材料性能与功能设计是迎接挑战的有效方法，也是未来基础理论与应用技术的发展热点。

▶▶4 黄启忠教授研究了快速化学气相沉积过程特征及碳原子排列机理，提出了狭缝法化学气相沉积、多元耦合物理场化学气相沉积热解炭的沉积机理和生长模型，获得了多种热解炭微观结构。

▶▶5 冯志海研究员以航天领域国产碳纤维烧蚀耐热复合材料为重点，介绍了国产碳纤维研制进展情况，总结了国产碳纤维在烧蚀耐热复合材料中的应用基础研究方面的突破与进展，提出了烧蚀耐热用国产碳纤维的应用要求，并对未来国产碳纤维烧蚀耐热复合材料的发展趋势进行了展望。

▶▶6 董绍明研究员介绍了其团队研制的陶瓷基复合材料热结构件，其在国内液体火箭发动机中率先实现了成功应用，采取的多层交替超高温陶瓷涂层与纳米相增韧技术，提高了陶瓷的韧性和服役稳定性。

▶▶7 马宗义研究员通过建立金属基复合材料(MMC)的多尺度本构关系和塑性变形的多尺度虚拟化模型，研究 MMC 在变形过程中的流变、微观结构和损伤的演化规律，可揭示 MMC 宏观和微观多重尺度上的变形机制，可为 MMC 组织与性能的可靠、精确调控提供理论依据，并为 MMC 大型构件的高效、绿色加工制造奠定理论基础。

▶▶8 李志强教授介绍了采用片状粉末冶金技术(Flake PM)，首先制备具有 CNTs 沿二维平面均匀分散的 CNTs/Al 片状复合粉末组元，再经叠片组装成型、烧结致密化、挤压变形等处理，获得具有贝壳纳米仿生叠层结构的 CNTs/Al 复合材料。

▶▶9 李国强教授讲述了采用先进的制备工艺，获得了一种热导率 > 200 W/m·K，平均热膨胀系数为  $7.00 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ，密度低至 2.7 g/cm<sup>3</sup> 的金属复合材料，从而成功地将该复合材料应用于高功率 LED 的 COB 封装，在较小的散热基板上实现了高功率的 LED 光源。

## 复合材料分论坛 II

邀请报告主要包括纳米复合材料、高分子复合材料、功能复合材料等。论坛由四川大学王玉忠教授主持，中国工程院赵连成院士、蹇锡高院士出席论坛。

▶▶1 结构性碳纤维复合材料国家工程实验室的益小苏研究员分别介绍了复合材料高性能化、液态成型整体化制造、结构-功能一体化及“绿色化”的发展历程与进展，包括国际评价和国内外的应用等。

▶▶2 陈建峰教授提出了采用超重力技术结合萃取-相转移的新方法(HGRT)制备纳米颗粒液相分散体及其高透明有机无机纳米复合材料，解决了纳米颗粒在有机基体中的分散难题。成功开发了高固含量、高透明、高稳定、分散介质极性可调控的纳米金属、纳米氧化物和纳米氢氧化物等液相分散体及其宏量制备技术。

▶▶3 四川大学环保型高分子材料国家地方联合工程实验室王玉忠教授的报告，包括两方面的内容：设计合成介晶转变温度恰当的具有高阻燃性含磷热致性液晶高分子，提高高分子材料的阻燃性与力学性能；设计合成可以增强玻璃纤维/天然纤维界面相互作用的无卤阻燃剂，解决玻纤或天然纤维增强的热塑性高分子复合材料因“烛芯效应”而导致阻燃效率降低的难题，实现热塑性高分子复合材料的高效阻燃。

▶▶4 东华大学纤维材料改性国家重点实验室的朱美芳教授概述了通过有机无机纳米复合技术实现量大面广通用纤维、高性能纤维及生物质纤维的结构调控与性能优化的最新案例，并展望了有机-无机杂化纤维材料的发展方向和前景。

▶▶5 美国华盛顿州立大学/北京航空航天大学仲伟虹教授的报告简要介绍了纳米填料生物处理方法、宏观弥散分布评价方法和损伤检测方法等工业技术成熟的纳米技术，其团队开发的新型粘性电解质在安全性要求高的电动汽车和其他应用方面具有很大的潜力。

▶▶6 赫晓东教授讲述了将碳纳米管化学接枝到碳纤维表面，大大提高了复合材料的界面性能；通过对碳纳米管纤维结构设计，显著提高了碳纳米管纤维的延伸率并赋予纤维更多的功能。简要展望了未来多功能多尺度复合材料的发展方向。

▶▶7 朱建勋研究员介绍了预成型体在烧蚀耐热复合材料、高温透波复合材料、结构减重复合材料等多方面的研究应用情况，阐明了预成型体技术对发展高性能复合材料的重要作用。

▶▶8 总后军需装备研究所张建春代表冯新星教授在报告中就碳纤维增强复合材料、长碳链聚酰胺及其复合材料、镁合金材料、气凝胶材料、泡沫材料、中空三维材料等轻量化材料的性能研究成果进行了分享。

▶▶9 黄小忠教授在报告中指出，碳化硅纤维具有高强度、高模量、热稳定好等优点。将铍元素作为异质元素加入碳化硅纤维，有望提高纤维的热导率和高温度学性能。报告按照含铍先驱体合成、先驱体熔融纺丝、先驱体纤维的预氧化和陶瓷化3个步骤介绍了含铍碳化硅纤维制备程序，并对制得的纤维力学性能和耐高温性能进行了表征和分析，发现含铍碳化硅纤维在空气中高温处理后的强度保留率明显高于普通碳化硅纤维。

2014 IFAM