

物尽其性 超越自我 服务社会

—复合材料与技术论坛侧记

文/上海交通大学 王鸿华



材料研究要有一个根本思想：“物尽其性”。应重视基础研究，而非什么材料热门就去研究什么材料，不应在没有把热门材料了解清楚的情况下就贸然投入大量人力物力。只有当了解清楚一个材料的物性、结构，才能够从本质出发，充分利用好这个材料。否则，必将耗费大量资源，白白浪费时间和精力。

做材料一定要紧抓材料物性，要做到经常“回头看”。由于以前的材料科学发展不完备，很多技术、测试手段欠缺，材料数据库不完备，导致我们对某些已有材料的基本物性、设计和制备等方面认识不足。利用现有技术、测试手段对已有材料“回头看”，以加深对已有材料或已投入使用材料的认识，从而进一步对其改性、提升，将有利于提升材料的增量和纯量，这对工业界是非常有益的。

——论坛主席 丁文江院士

2016年9月25~26日，“2016新材料国际发展趋势高层论坛·复合材料与技术论坛”（以下简称复合材料与技术论坛）在南京国际青年文化中心成功召开。19位来自国内外高校、科研院所、知名企业的复合材料专家教授为论坛作了精彩的特邀报告，就复合材料领域的发展现状、问题和趋势同与会专家学者等进行了深入交流。丁文江院士出席了本次论坛。西北工业大学李贺军教授、中国科学院金属研究所马宗义研究员为主持人。

论坛的特邀报告主要涉及材料的复合化与构型创新化研究、复合材料的残余应力实验表征、计算模拟与机制研究、石墨烯和碳纳米管等对复合材料的结构强化和功能应用研究、陶瓷基复合材料的增强增韧研究与应用、高导热碳/碳复合材料的设计与制备、航空航天用高温复合材料的研究进展、树脂基、碳纤维等复合材料的研究与进展等复合材料的前沿与重点研究领域，内容涵盖了从基础研究到产业化应用的各方面。

复合材料的发展无疑将对未来的军事、科技、民生等方面产生重大影响，此次分论坛召开的主要目的就是分享国内外复合材料研究的最新进展，进一步加强国内外科研单位之间的交流与合作。论坛现场着眼于材料设计制备的根本思想方法，学术气氛非常浓厚，讨论交流分外激烈，激发了与会代表的进一步思考。代表们均对论坛的内容、形式、效果表示满意，各方面收获颇丰。

INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

►►材料的复合化与构型化 创新研究-结构创新-性能突破

源于自然的新型遗态材料

上海交通大学张荻教授介绍了自然界微纳分级复合结构对于实现金属材料的复合化与仿生构型的研究。张教授通过师法自然，模仿自然界生物的精细结构，提出直接利用自然界生物模板创新物理化学制备方法，通过改变化学组分、物相、晶型等，创制出可遗传自然生物精细三维结构的新型遗态材料，在电、磁、光、热等方面获得超越普通材料的功能特性，如蝶翅金属功能材料、光补集增强材料等。这一学术思想引起了激烈的讨论，与会代表都认为这为金属材料的创新复合化和构型化提供了十分有益的借鉴，利用此遗态复合思想创制的遗态材料必将引领复合材料的进一步发展和应用。

取自贝壳叠层强韧化模型的金属基复合材料

上海交通大学李志强教授介绍了仿生纳米叠层金属基复合材料的制备新技术和其强韧化机制研究。李教授通过学习贝壳材料的叠层强韧化模型，成功制备了碳纳米管增强铝基复合材料，实现了批量化制备及复杂构型器件的加工。北京航空航天大学马朝利教授仿生贝壳的“微叠层结构”，通过对Ti-Al系金属间化合物与韧性金属“叠层复合化”，利用韧性的金属层提高材料室温韧性，并令其兼具金属间化合物的高温强度，从而获得一种结构可设计的高强高韧Ti-Al系金属间化合物基“微叠层结构”复合材料。李志强教授认为仿生是一种在实践中发展的科学技术哲学思想，目前刚刚起步，后期将大有可为。与会专家们均表示，通过学习自然界的强化结构模型可以指导我们进行复合材料的强韧化结构设计与制备，为今后复合材料的结构强化设计提供了很好的借鉴。

设计网状结构以实现增强相的可控分布

哈尔滨工业大学耿林教授展示了高强韧网状结构TiB₂/Ti复合材料的制备与塑性变形方面的最新研究工作。针对钛基复合材料实际应用所要求的高强高韧、高导热、耐高温、抗磨损等性能要求，耿教授提出设计制备具有网状结构的微观结构以实现增强相的可控分布。



►►石墨烯、碳纳米管、碳纤维增强复合材料的结构强化和功能应用研究

碳纳米管、石墨烯、碳纤维——增强体，分布和分散是关键

哈尔滨工业大学武高辉教授针对石墨烯/AI复合材料的最新国内外研究进展和目前存在的瓶颈问题，提出了C-AI的反应界面热力学条件控制方法，及石墨烯的均匀分散和润湿技术。利用研发的多层石墨烯单层（少层）化技术制备了力学性能增强的石墨烯/AI复合材料。石墨烯/AI复合材料还可应用于高导热蜂窝面板，未来有望研制出具有综合优势的、颠覆性的新一代复合材料。

天津大学赵乃勤教授介绍了纳米碳结构及其与金属原位复合方面的研究工作。针对金属基复合材料界面性能较差的问题，提出利用原位生长复合的方式获得界面性能优良的金属基复合材料CNTs/AI，以及用模板生长法制备原位生长的石墨烯/Cu复合材料。原位制备纳米碳结构复合金属材料，得到了力学性能优异的三维石墨烯泡沫。此外，原位制备的纳米碳材料复合金属氧化物等材料，在储能领域也应用成功并获得了优异的性能。

西北工业大学李贺军教授介绍了先进航空航天器及其动力系统中的关键材料—碳/碳复合材料的最新研究进展和瓶颈问题。通过对传统碳/碳复合材料力学性能不佳的本质原因进行探讨，李教授提出构建多尺度碳纤维纳米线实现对复合材料的强韧化。

法尔胜泓昇集团有限公司刘礼华博士介绍了桥梁缆索材料的发展现状及碳纤维复合材料在桥梁缆索中的最新应用情况。新一代桥梁对缆索材料的锚固性和力学性能等提出了更高的要求，碳纤维丝材等碳纤维复合材料在这方面将大有可为，需要深入的基础和应用研究。



►►复合材料的残余应力实验表征、 计算模拟与机制研究

中科院金属研究所马宗义研究员做了题为“金属基复合材料多尺度残余应力的实验表征与多尺度模拟”的报告。利用现代测试和科学计算手段对金属基复合材料的残余应力进行表征和模拟计算，获得金属基复合材料残余应力的评价和计算模型，为金属基复合材料的制备和使用提供了有益借鉴。

►►航空航天用复合材料的研究进展

中南大学黄启忠教授通过分析CVD过程中各类烃类气体生成的中间产物气体，以及不同结构热解碳的沉积过程，制备出各项同性的纤维状热解碳，获得了优异的力学性能。黄教授的工作为精准控制CVD过程、制备结构均匀可控的热解碳提供了理论依据和实验指导。

航天材料及工艺研究所冯志海研究员从3个方面介绍了高导热碳/碳复合材料的结构设计与制备的最新研究进展：碳/碳复合材料的传热建模与高导热结构设计、高导热碳/碳复合材料的结构演变与调控以及高导热碳/碳复合材料的烧蚀防热服役行为。

►►陶瓷基、树脂基复合材料的研究及应用进展

西北工业大学成来飞教授基于现有连续纤维增韧碳化硅陶瓷基复合材料(CMC-SiC)材料体系及其耐高温、低密度、高比强、高比模、抗氧化腐蚀等性能特点，讨论了针对不同应用需求发展的材料体系和制备工艺。CMC-SiC是西方发达国家竞相发展的战略性热结构材料，报告从应用角度概述了CMC-SiC构件在航空、航天、核能、深空探测、刹车制动等军民高技术领域的研究进展。

中国科学院化学研究所赵彤研究员基于结构表征和制备工艺控制提升了树脂性能，基于分子结构设计研发出新型结构高性能树脂，设计的新结构陶瓷前驱体可在极端环境下使用。

2016 IFAM