

超材料：利用“人工原子”重构崭新世界——超材料分论坛侧记

文 / 青岛大学 解培涛 / 上海海事大学 孙凯

超材料是新时代多学科深度融合的前沿领域，是跨越物理学、材料科学和信息科学等学科的研究前沿。其涵盖电磁学、光学、声学、力学、热学等领域，与光子晶体、等离激元、吸波材料相伴发展，超材料与常规材料的融合是重要发展趋势，成为材料学科活跃的研究领域。

自2018年起，“超材料分论坛”已在“新材料国际发展趋势高层论坛”连续第四年举办。本年度论坛由中国材料研究学会超材料分会、清华大学新型陶瓷与精细工艺国家重点实验室、南京大学固体微结构物理国家重点实验室、浙江大学功能复合材料与结构研究所、上海海事大学材料系以及《中国材料进展》杂志社共同承办，论坛召集人为周济院士、彭华新教授、陈延峰教授、邓龙江教授和严密教授，论坛秘书长为范润华教授。本次论坛邀请了10位专家作报告，分享相关领域的最新研究成果和发展趋势。



清华大学周济院士致开幕辞：超材料诞生于世纪之交，经过20年发展，已呈百花齐放之势。超材料在各个领域均取得了丰富的学术成果，构造出崭新的物理世界，其研究无疑是意义深远的。超材料今后的发展不仅仅是发表学术论文，而是更多地与实际应用相结合，推动重大的技术变革。重要的是，超材料作为新兴学科领域，已成为各个国家技术竞争的科技高地，作为超材料科研工作者，不仅要为这个领域添砖加瓦，也要为国家的发展贡献出超材料学科的力量。

精彩报告

南京大学李涛教授 针对超构透镜存在色差和像差、效率低等难题，提出利用超材料的结构设计“打破理论边界”的3个策略，即离散波长消色差、色差-光谱变焦与层析以及构件透镜阵列以打破空间带宽积限制。



李涛教授



陈红胜教授



程强教授

浙江大学陈红胜教授 利用超材料集成了感知系统、响应系统、隐身系统，从而构建了智能自适应隐身材料，其隐身机理为抑制散射。此智能隐身材料无需人为操纵，15毫秒自动实时“换装”而实现隐身。

东南大学崔铁军院士团队程强教授 利用时空编码数字超材料构造了一种具有空分和频分复用特性的多通道无线通信系统，提出了一种直接信息编码方案，可以同时、独立地向空间多个用户传输不同的信息，省去了传统发射机中的数模转换和混频过程，极大地提升了信息传输效率。

浙江大学陈伟球教授 介绍了一维压电声子晶体杆中弹性波的特性，以及其课题组近年来在拓扑力学及其调控中的大量工作，还介绍了智能材料和结构力学、多场耦合力学以及软物质力学等方面的研究成果。

南京大学冯一军教授 设计了可动态调控的手征性有源电磁超构表面，实现非对称透射波的动态调控，双面超表面可实现任意双向波前控制，可用于单向异常折射、单向聚焦、双向非对称聚焦、双向任意全息成像等领域。

浙江大学严密和彭华新团队秦发祥教授 指出，电磁波长与材料结构尺寸的不匹配对解析吸波材料的构性关系造成了巨大的挑战，超材料的设计理念为高性能吸波材



陈伟球教授



冯一军教授



秦发祥教授



周佩珩教授



刘峤教授



赵乾副教授



张凯教授



范润华教授和彭华新教授



徐卓教授

料的构建提供了新的思路。团队通过材料-结构一体化设计和优化策略实现了超宽频的微波吸收，在宽频带（5.3 ~ 18.0 GHz）实现强电磁波吸收。

电子科技大学邓龙江团队周佩珩教授 利用旋磁光子晶体形成了一个高自由度、易操控、易测试的光子体系平台，利于拓扑效应的开发测试和应用设计；将旋磁单元磁化方向及强度的控制作为拓扑系统的设计自由度，提高了拓扑材料设计应用的灵活性。

山东大学范润华团队刘峤教授 受超材料构型的启发，提出了一种逾渗构型负介材料的设计理念，在“真”材料的过逾渗区获得了“超”材料的性质——负介性能；并据此设计了新原理电容器，且在等离激元、电磁衰减材料、负电容等应用领域进行了探索。

清华大学周济院士团队赵乾副教授 利用介质基元谐振与散射效应实现了各向同性负磁导率以及各向同性近零折射，并设计了单向菱形隐身器件和惠更斯超构表面；利用介质基电磁超材料构建了核磁成像增强超表面，能实现2 ~ 4倍的信噪比增强。

北京理工大学胡更开团队张凯教授 阐述了各向异性高反射五模超材料水下耐压隔声的原理，并进行了此类超材料的微结构设计、优化以及实验验证。提出了数字力学超材料的概念，明确了单胞排布与等效材料属性的关系，并建立了数字力学超材料的结构基因组。

热烈讨论

Q：浙江大学秦发祥教授：在凹凸不平的路面上，智能自适应的隐身小车如何感知周围环境？

A：浙江大学陈红胜教授：在我们设计的智能隐身系统中，内部带有自适应感知器，此感知器的主要作用是感知环境信息和入射波的性质。其中，对于环境的感知主要是收集地貌以及背景环境的信息等；至于入射波的性质，主要是感知入射波的方向、频率和极化方向。感知系统的任务完成后，将信号传递给芯片，芯片会根据预设算法快速计算并优化制定降低散射的策略，并形成指令传输给隐身单元，隐身单元完成电磁性质的转变，最终实现智能隐身。

