



材料界面是材料组织的重要组成部分,对能量传递与物质传输起着重要作用,直接影响着材料的应用范围。随着当今材料科学向纳米尺度等低维领域发展,材料的宏观性能越来越依赖于原子尺度的超微结构,尤其与表面、界面的性质密切相关。研究材料界面,超微结构与成分之间关键规律的重要性也日益凸显。在球差校正电子显微镜、热电势等外场作用下的原位分析、电子显微镜和原子尺度加工技术,在材料超微研究中有重要地位,也是研究近代功能材料、智能材料、生物材料等新材料的关键技术。

材料界面的电子显微学研究 未来新材料发展的关键



材料界面与表征主题由周康院士(左一)和徐彬院士(右一)主持。西安交通大学高春林教授(左二)作了题为“High-Resolution Transmission Electron Microscopy of Interfaces in Oxides”的报告,太原理工大学许并社教授(右二)作了题为“基于界面工程和外延结构创新实现高性能薄膜光电材料及器件的研究”的报告,筑城大学Chihiro Iwamoto教授(中)做了题为“Ultrasonic Spot Welding of the $Mg_{90}Zn_5Y_5$ alloy”的报告。

氧化物界面的高分辨电子显微术

自从诺贝尔得主Herbert Kroemer指出界面在半导体材料中的重要性,界面对半导体器件性能的影响已被深入研究。高春林教授基于半导体材料界面的研究,发现氧化物材料的界面和畴壁在导电性、铁磁性和光伏性等方面显示出与基体材料不同的新性质。这些特性在潜在物理学研究及其在纳米电子学中的潜在应用等方面已经引起了广泛的研究热潮。为了满足器件制造与工业应用的要求,从原子尺度上表

征氧化物材料的微结构十分重要。现代像差校正电子显微镜的成功开发,以及成像、分析的各种相关技术已成为科学家在亚界面上研究界面结构性质的机遇。高教授应用莫氏像差校正透射电子显微镜来表征功能氧化物中界面的原子细节,在皮米精度内测量界面和畴壁上的原子位置和相对位移。

基于界面工程和外延结构创新实现高性能薄膜光电材料及器件

薄膜光电材料及器件,如LED、LD中的上游产品-外延片及中游产品-芯片的制备因涉及前沿和军工技术,其知识产权乃至产品几乎被美日欧垄断或封锁。因此,必须研发GaIn基LED、GaAs基LD的外延结构及芯片的制备核心技术,提升我国在该领域中的世界地位和竞争力。界面是材料及器件中普遍存在的结构组成单元,具有一定厚度的薄层区域,其成分、结构和性质一般与两边基体不同,它直接控制材料内部物质传输和能量传递,从而影响材料及器件的宏观性能和服役寿命。许并社教授带领的新材料界面科学与工程教育部重点实验室,基于界面工程和外延结构创新实现了高性能的薄膜光电材料及器件,为我国实现节能减排、低碳经济发展做了部分工作。

$Mg_{90}Zn_5Y_5$ 合金的超声波点焊

Mg-Zn-Y合金因其优异的机械性能备受关注。开发Mg-Zn-Y合金焊接技术是扩展其应用的必经之路。Chihiro Iwamoto教授用能耗较低的超声波点焊对 $Mg_{90}Zn_5Y_5$ 合金板进行焊接试验,获得了高强度接头。超声波焊接后与其他焊接技术不同,焊接界面周围没有发生相变。详细分析表明,该Mg合金仍保持了由Mg基体和Zn和Y偏析组成的长周期有序堆叠相,沿焊接界面观察到由细Mg颗粒组成的窄带。在窄带的外部,生长着原始的Mg晶粒,并从微观的角度讨论了焊接界面的形成机理。

院士点睛

目前国内的球差电镜质量与国外相比仍有差距,缺乏有经验的工匠是原因之一。如何共同利用设备资源和专业人才,进行科研合作是我们需要进一步考虑的重要问题。比如将现有的电子显微镜联网共享,会对专业人才培养产生重要的积极作用。

电镜的发展对材料界来说,重点在于和材料相结合,而非设备制造。我希望国内每个材料科研大团队都有一个懂电镜、会电镜的专业人士,这将极大地促进中国材料研究的发展。

——周康院士

质量控制对半导体材料与器件的性能有很大影响,因此控制材料的结构与缺陷等因素是半导体材料工业化的关键。我们目前正在尝试向相关领域的研究人员免费开放电镜检测。

——西安交通大学 高春林教授

电子显微学与测试技术是原子合成、原子加工、原子观察的基础,怎样落实周院士提出的建议、充分利用这些昂贵的设备值得我们深入思考。电子显微学方面的人才培养已日趋重要。

——太原理工大学 许并社教授

热烈讨论

目前制作电镜分析样品的操作过程中,许多操作还比较困难。以磨样为例,样品太薄或太厚都会影响检测效果。

高春林教授:样品实际上是定量电子显微技术的一个瓶颈,目前还没有出现一个成熟的技术可以完全控制样品质量。目前较好的技术有双束离子束切割。

目前的电子显微镜都是二维成像,然而我们研究的材料都是三维结构。材料的厚度对检测结果有较大影响,各位专家有何高招以消除背景对表面结构成像的影响?

高春林教授:目前我们尝试对样品进行180°旋转检测,将得到的几百张样品用软件进行三维重构,尽管目前的精度在0.3-0.5 nm,但未来肯定是向原子尺度发展。



电子显微打开 材料界面世界之门

——材料界面：微纳论坛侧记

文/太原理工大学 郭俊杰 李海霞

2016年9月25-26日“2016新材料国际发展趋势高层论坛——材料界面、微纳论坛”在南京国际青年文化中心成功举办。本次论坛由太原理工大学新材料界面科学与工程教育部重点实验室、南京工业大学材料分析测试中心等承办，中国工程院化工、冶金与材料工程学部、中国材料研究学会、中国电子显微学会、材料学术联盟共4家单位联合协办。中国科学院化学研究所万立骏院士、中国科学院金属研究所马秀良研究员、北京工业大学韩晓东教授、西安交通大学单智伟教授、太原理工大学郭俊杰教授等20位国内电子显微学领域的专家做了本领域最前沿的精彩报告。太原理工大学许并社教授、叶恒强院士出席了本次论坛。南京工业大学吕亿农教授、西安交通大学单智伟教授为本次分论坛的前期准备做了很多工作。

本次论坛的邀请报告涉及到电子显微学在陶瓷材料、铁电材料、磁性材料、半导体光电材料、新型二维材料等材料研究领域最前沿的应用。随着材料科学向纳米结构尺度发展，材料的宏观性能越来越依赖于原子尺度的超微结构。而球差校正电子显微术，热、电、力等外场作用下原位分析电子显微术，因为可以从原子尺度上实时观察和记录材料超微结构与性能的关系，成为近年来材料超微结构研究的热点，在探索材料性能的超微结构起源的征途中发挥着至关重要的作用。

►► 表面功能纳米结构构筑的新策略与新技术

中国科学院化学研究所万立骏院士 通过技术方法的改进，从构筑分子纳米结构的精确度、多元化和程序化等方面入手，提高了分子组装的精度、组装结构的可控性、可靠性及稳定性，并从简单的表面二维非共价键组装发展到共价键合成组装，获得了从一维、二维到三维的分子纳米材料和分子纳米结构，并利用高分辨STM技术对获得的功能纳米结构进行了原位实时表征，深入研究了分子材料组装的基本规律和原理。

►► 环境透射电镜在氢脆研究中的应用

氢致界面失效是在石化、海洋、核、航空航天及半导体等工业中常见的金属材料失效原因之一。**西安交通大学单智伟教授** 利用环境透射电子显微镜成功揭示了氢原子可以严重削弱氧化铝膜与铝基底之间的结合力，并从原子尺度揭示了氢脆机理。该研究对所有氢致界面失效的防护都具有积极的指导意义。

►► 应力诱导的面心立方金属晶界与李晶界稳定性研究

晶界与李晶界是结构材料中最基础的界面。晶界与李晶界的稳定性与活动性是决定材料强度、韧性与塑性的最根本因素之一。**北京工业大学韩晓东教授** 发展了一种原位原子尺度的力学显微技术，并通过该技术对应力诱导的面心立方金属Pt、Cu和Ni晶界与李晶界稳定性问题展开了系统研究，发现了应力作用下的晶界稳定性与晶粒尺寸有密切关系。受晶粒尺寸制约，失稳机制由“晶内位错行为”向晶界塑性行为转换。晶界塑性由晶界位错诱发的转动机制主导，发现了李晶界的迁移，形核等晶粒尺寸依赖关系及片层厚度依赖关系。这些结果对认知材料的界面稳定性和活动性，设计材料的强度与韧性等提供了原子层次的基础实验数据。

►► 铁电材料中新颖的畴结构及其应变调控

铁电材料的结构特性决定了在其晶体内部形成大量的畴界面——畴界。由于铁电畴壁具有独特的物理特性，近来被称之为“器件”。**中国科学院金属研究所马秀良研究员** 对典型的铁电薄膜（如PbTiO₃、PZT、BiTiO₃）实施应变调控，同时借助像差校正电子显微技术发现一系列新颖的畴壁组态，证实了巨大的弹性应变梯度可以通过多层膜的形式保存下来，实现相关物理性能的连续调控，为新型梯度功能材料的设计提供了新思路。

►► 石墨烯晶格缺陷钉扎金属单原子催化材料

石墨烯、二硫化钼为代表的新型二维材料中的缺陷和杂质对其电子结构以及电学、光学和力学等性能有显著影响。**太原理工大学郭俊杰教授** 介绍了原子分辨扫描透射成像技术在新型二维晶体材料研究中的最新进展，为制备高质量、高性能器件的设计与开发提供了新的思路。



用智慧舞动光能

——光催化国际高峰论坛

文/南京大学 李朝升

解决能源短缺和环境污染问题是我国实现可持续发展、提高人民生活质量和保障国家安全的迫切需要。光催化材料能够利用水分解或者二氧化碳还原将太阳能转化为化学能(氢能或者碳氢燃料),也能降解有机污染物,因而在解决能源和环境问题方面有重要的应用前景。光催化在环境净化方面(例如空气净化)已经得到了初步的应用。在光催化能源转换方面还在深入开展研究工作。

本次论坛共有来自中国、日本、新加坡的11位学者做了邀请报告。与会专家、学者就光热协同催化、Z型双光子光催化体系、新型等离子共振效应光催化材料、新型有机半导体光催化材料、高效光催化器件构建、助催化剂的微结构调控、光催化环境净化、光催化机理等方面展开了深入热烈的探讨。

“利用半导体能带调控、纳米金属等离子共振效应(SPR)和VIII族纳米金属光热效应,实现太阳光谱的全波段利用和高效光化学转换,应该是未来的研究热点之一”。

——论坛主席、日本国家材料研究所首席研究员、天津大学 叶金花教授

“以往人们都关注贵金属的等离子体共振效应在光催化方面的应用。如今在重掺杂的半导体光催化材料(例如H重掺杂后的MoO₃和WO₃)也发现了等离子体增强的光催化。这突破了以前人们对光催化认识的局限性。利用新型等离子体共振效应是提高光催化性能的新方法。”

——山东大学 黄柏标教授

“利用光催化材料的内建电场,显著提高体相电荷分离效率和光解水产氧活性。内建电场是未来光催化研究领域值得关注的概念。”

——华中师范大学 张礼知教授

“利用琼脂-C₃N₄复合水凝胶等三维网络结构光催化材料的吸附富集,提高了光催化降解活性,同时使得光催化降解实现了纳米光催化材料的免分离和污染物的连续降解反应”。

——清华大学 朱永法教授

“以往研究者对光催化材料的微结构调控给予了足够重视,却常常忽略了助催化剂的微结构调控对光催化性能的影响。”

——武汉理工大学 余家国教授

“将自组装法与助催化剂改性方法结合,利用高效的助催化剂对自组装聚合物光催化材料表面进行改性修饰,促进光催化分解水产氢反应速率”。

——论坛秘书长、福州大学 王心晨教授



日本国家材料研究所叶金花教授 将光致热激发技术与纳米金属粒子的等离子体激发技术结合,利用两种技术的协同效应实现了太阳能驱动的CO₂高效转化及干重整制合成气。在可见光下,热催化作用机制与金属表面等离子体共同活化反应物CO和CH₄,提高了Rh-Au/SBA-15和Au/SBA-15催化剂的反应性能。其结果表明纳米结构的金属Fe可以有效结合光致热激发与局域表面等离子体共振(LSPR)效应,以驱动更高效的催化反应。

日本京都大学Ryu Abe教授 模仿绿色植物的光合作用,研发了一种新型水分解系统可降低能耗、提升光利用率。该系统将H₂和O₂的演化分为两个阶段,溶液中的催化剂在将水还原为H₂后,被O₂的演化阶段还原回原始状态。目前该类催化剂有Cr掺杂的SrTiO₃、钽的氮氧化物(TaON 或BaTaO₃N)及有机染料。近期研发的Bi₂NbO₇Cl以其单层Sillen-Aurivillius钙钛矿结构,获得更好的稳定性和更高的效率。

南洋理工大学Rong Xu副教授 介绍了用于分解水的新型双光子光催化体系。光合体系II中的Mn₂CaO₄簇,其通过O原子共顶或者共棱连接的八面体扭曲几何构型,为水的催化氧化提供了借鉴。含钴的有机磷酸酯及从中提取的磷酸钴盐是水氧化反应的高效光、电催化剂,其发展有望为高性能水氧化催化剂的设计提供更深入的理论支持。



山东大学黄柏标教授 将理论与实验相结合,提出并初步建立了基于不同配位离子间电荷转移和材料内建电场构建的新型高效光催化材料的设计理论,并结合材料制备技术和微结构调控手段,设计和制备了系列具有自主知识产权的新型等离子体光催化材料(例如H₂MoO₄、H₂WO₄),为探索和制备具有宽光谱响应和高载流子分离效率的新型高效光催化材料提供了一条新的材料设计理论。与传统的表面等离子体光催化材料不同,报告通过H原子的重掺杂实现了非贵金属体系的表面等离子体共振,H掺杂后的MoO₃和WO₃在可见光区有较强的吸收,能够有效降解对硝基甲苯。

南京大学李朝升教授 介绍了Ta₂N₅、LaTiO₃N₂、SrTaO₃N₂等半导体光电极材料的构建及分解水的性能。讨论了如何提高光电极的导电性、减少光生载流子的体相复合和表面复合,以提高光电极材料的太阳能-氢能转换效率。



武汉理工大学余家国教授 主要介绍了助催化剂的微结构调控对光催化性能的影响。通过静电组装将Pd纳米立方体、纳米球、纳米四面体装载到石墨相C₃N₄上,形成可用于光致还原CO₂的杂化光催化剂Pd/g-C₃N₄。沉积了Pd纳米颗粒的光催化剂g-C₃N₄表现出显著的形状依赖效应,其中沉积了Pd纳米四面体的光催化剂在四面体(111)面暴露在外时,获得了最高的光催化效率,这与各晶面的电子冷阱效应和CO₂吸收容量不同有关。



华中师范大学张礼知教授 讨论了具有光催化、环境修复、能量收集等应用潜力的层状BiOCl纳米材料;阐述了卤氧化铋层状结构依赖的性质和分子氧活化途径;概括了通过调控卤氧化铋层状结构来增强其光催化活性的一些策略,比如内电场调控和氧空穴效应。并为增强卤氧化铋光催化活性的后续研究提出了一些有益的意见。



清华大学朱永法教授 制备了琼脂-C₃N₄复合水凝胶, SiO₂-C₃N₄复合水凝胶,及具有三维网状结构的PANI/TiO₂和PANI-C₃N₄复合水凝胶光催化剂。与纯g-C₃N₄相比,复合水凝胶具有丰富的多孔网络结构、更高的污染物吸附率、更快的光生载流子迁移速率,且不存在吸附饱和问题,具有较好的循环稳定性,建立了水中有害有机污染物的吸附富集-催化降解新方法。



福州大学王心晨教授 发现了石墨相C₃N₄聚合物具有非常稳定的共价键及温和的合成条件。C₃N₄具有优异的化学稳定性和独特的电子能带结构,通过掺杂、模板合成、共聚合、热流退火和表面异质结等改性手段,可作为一种廉价、稳定、不含金属组分的可见光光催化剂并广泛应用于太阳能的光催化转化,如光解水产氢、有机选择性光合成和有机污染物的降解等,引起了广泛关注。

上海硅酸盐研究所王文中研究员 提出以光致热催化的方式利用红外波段能量,并与紫外-可见光激发下的光催化耦合,得到远超过单一催化过程的光热协同催化效率。针对光、热催化间的协同联用机制进行了系统研究。其中,耦合电子、离子传导的CeO₂有助于改善温度升高对光-电转换的负作用,从而实现1+1>2的光-热协同催化活性。

2016 IFAM

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特性、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。

做材料一定要掌握材料特性，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特性、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总量，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。

►► 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，模仿自然界生物体的精细结构，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，如螺旋金属功能材料、光补偿增强材料等。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，利用此态复合思想创制的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TiBw/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/Al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-Al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/Al复合材料。石墨烯/Al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/Al，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强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。



探秘材料基因 感知融合中的万“相”更新

——材料基因组论坛侧记

文/南京工业大学 郭旭华 付旭群

自2011年美国率先启动材料基因组计划 (Material Genome Initiative)，中国、欧盟和日本等地区紧随其后，也开展了相关研究计划，力争在新一轮的材料革命性发展中抢占先机。材料基因组计划借用生物基因组的概念，以集成化的“多尺度计算-高通量实验-数据库技术”为核心，立足实现材料“发现-生产-应用”的新研发理念，从而达到新材料研发周期缩短一半、研发成本降低一半的目标，最终支撑先进制造和高新技术的发展。我国于2016年设立了“材料基因工程关键技术与支撑平台”重点专项，在数据库、技术、人才方面已有一定积累。



2016年9月25日，“2016新材料国际发展趋势高层论坛——材料基因组科学技术论坛”在南京国际青年文化中心召开。作为“新材料国际发展趋势高层论坛”重要系列活动之一，“材料基因组科学技术论坛”已在成都、西安及上海连续举办了3届，在国际化 and 前沿性等方面取得了长足发展，引起了热烈反响。延续既往的发展理念，在我国相关国家重点实验室、制造企业的共同参与下，“2016材料基因组论坛”邀请了谢建新院士、张统一院士，以及20多位国内外知名专家，围绕材料基因组计划最新进展，呈现了一系列精彩的专题报告。



从相图计算到实际应用

“近年来，随着先进材料的 CALPHAD (相图计算) 出现，Fe-S、Cu-based合金和Co-based超合金的热力学数据库已逐步成形。通过利用这些数据库和相图提供的信息，先进材料得到了长足发展。”

——日本东北大学 Kayobito ISHIDA教授



从尺度着眼，建立计算和晶体塑性模拟的桥梁，挑战建模难题

材料的预测至关重要，而预测的手段需与时俱进。过去10年里，各种量化手段空前发展并应用到探索颗粒及析出物尺度的微观结构中。然而，大部分改性方法都只是极为简单地描述了微观结构和性能的关系 (如平均尺寸和体积分数)，或者通过实验性证据 (切割和循环) 来说明与性能的关系。这些方法都不足以满足特定的设计需求。在预测能力有限、没有新一代建模工具的情况下，ICME将保持实证性数据分析驱动，在给定加工参数、微观组织状态及加工条件时，就能将特定的变换和变形机制运用到特定的合金系统中。

——美国俄亥俄州立大学、西安交通大学特聘教授王岳志



材料基因组：通过实验和建模对三维微观结构的量化及其应用

材料的发展是人类社会主要的驱动力，与以前不同的是，现在我们有能力处理大量数据并计算以前看不到的东西。这两点是材料发展的里程碑，也是工业发展的竞争力。现今的关键之处在于：1、怎样通过计算连接材料科学和材料的设计与应用；2、在建立数据桥梁的过程中，将面对怎样的挑战。这两个方面也定义了材料的“基因组”计划。

多晶材料的结构，无论是粗颗粒还是纳米颗粒，晶界网络的拓扑结构都是由一个不同维度几何实体的阵列组成，它们都影响着材料的性能。目前，我们已经开发出应用于多晶样品的新算法，并探索如何将新算法使用在新材料设计上。这样定量的方法能够通过广泛的改性应用进行微观结构的严格处理，包括原子论模拟和连续介质模型。

——佐治亚理工学院，
北京科技大学 李殿教授



第一原理EMTO-CPA方法及其在复杂工程合金中的应用

利用计算机模拟实验取代传统的“试错法”，是公认的材料设计发展方向。第一原理方法有独特的优越性：给定晶格结构及原子占位，不需要任何经验参数，即可预测材料性质并在电子结构层次上揭示其机理。然而，实际应用中的工程结构材料大多为成分复杂的无序合金，为第一原理计算带来了极大困难。中国科学院金属研究所胡苗青研究员介绍的EMTO-CPA方法为复杂工程合金的第一原理计算提供了一个高效、可靠的途径。

高通量与微纳力学实验技术

南京工业大学先进金属材料研究员崔予文教授介绍了“多重动力学扩散”，该动力学扩散是在真实退火条件下的相互扩散退火。在多重动力学扩散中，基于微观结构阵列组成，通过高空间分辨率EPMA与微纳力学实验技术测试的连续分布相和微观结构图谱，使得大块金属的微观结构和力学性能被快速筛选出来。已建立起“成分-结构-性能”之间的关系，令人们对微纳结构和强化效应的认识更加清晰。



材料基因组与计算热力学

上海大学鲁晓刚教授以热物理性建模和形核析出模拟为例，讨论了计算热力学与材料基因组研究思路的一致性。热力学计算在Gibbs自由能框架内，构建以成分、温度和压力为变量的热力学模型，结合实验与第一性原理计算数据，优化评估多元多相体系的热力学性质、相图以及热物理性，发展了具有工程实用价值的数据库。



典型无机材料组合设计和高通量快速优选

组合溶液喷射 (滴定)、掩模控制下的薄膜沉积、全固态成分梯度材料芯片是现阶段广泛使用的材料芯片制备方法。与气象适应的高通量表征技术需具备高空间和时间分辨率、快速扫描、多通道并行检测等功能。中科院上海硅酸盐所刘普研究员在报告中列举典型无机材料高通量制备和快速筛选应用示范，充分展示高通量制备和筛选技术的高效率。



硬质合金的材料基因工程

中南大学粉末冶金国家重点实验室杜勇教授用于研发硬质合金的材料基因工程是将微观、细观、介观和宏观等多尺度计算模拟和关键实验集成到硬质合金设计开发的全过程中，通过“成分-工艺-结构-性能”的集成化分析，把硬质合金的研发由“传统经验式”提升到科学设计，从而大大加快硬质合金的研发速度、降低研发成本。



热烈讨论

谢建新院士：同步辐射高通量表征是一种非常好的方法，体现了材料基因组的核心理念——高效。那该方法除了能够表征结构，还能表征其他物理性能、化学性能吗？

汪洪教授：通过引入很多同步辐射的方法，还能表征化学成分。就同步辐射来讲，我们的方法也可同时在一地点使用。比如有些磁性材料，可能适合在中子源上做，我们把类似的装置放到中子源上，即可表征磁性材料。所以，同步辐射高通量表征是一个通用的试验方法，能够覆盖较大的材料范围。

孙志梅教授：内标发光材料在共掺La的过程中，如何在实验中判断是否掺杂到目标位置？

刘茜研究员：我们寄希望于用同步辐射同位素X射线，对微小样品进行评价。目前只能用传统的X射线衍射进行相对宏观的评价。

尹海清教授：微纳力学实验技术可以应用到几元？

崔予文教授：理论上，能够理解到几元就能做到几元，虽然现在能够做到五、六元，但理解起来已比较困难了。



2016 IFAM



3D打印材料 增材制造研究的关键

——2016新材料国际发展趋势高层论坛——

文/北京工业大学 贺定勇

3D打印技术诞生于1983年，美国人查克·赫尔（Chuck Hull）发明了光固化（SLA）3D打印技术，并把它称作立体光敏印刷。与传统制造技术相比，3D打印技术具有生产周期短、加工成本低、工件材质和形状不受约束等优势。该技术甫一问世，便引起了巨大的关注。近年来，3D打印技术已经逐渐应用到航空航天、医疗、海洋、建筑等诸多制造业领域。

2016年9月25日，“2016新材料国际发展趋势高层论坛——3D打印材料及应用技术前沿论坛”在南京国际青年文化中心召开。15位国内外知名专家围绕3D打印金属粉末的关键制备及应用技术呈现了一系列精彩的专题报告，展开了学术氛围浓厚的热烈讨论。北京工业大学聂祚仁教授、南京工业大学常辉教授、西北工业大学黄卫东教授主持了本次论坛。周康院士听取了报告并做重要讲话。丁文江院士、王迎军院士、西北有色金属研究院张平祥院长出席了本次论坛。



北京工业大学聂祚仁副校长 粉末冶金作为一个传统学科发展至今，所用粉末几乎涵盖了所有金属材料领域。传统的观点认为，用于粉末冶金的金属粉末在3D打印中具有可适用性，但在实际3D打印应用中，这些粉末还存在诸多问题，仍需要很多工作和努力。目前全世界制粉工艺中气雾化制粉是主流，北京工业大学创新性地采用金属纳米脱胶固结法制备出球形钛粉，并达到了国际公布3D打印用钛粉的质量要求。

西北工业大学黄卫东教授 增材制造是通过数字化增加材料的方式进行制造。发展至今，丰富多样的增材制造技术几乎覆盖了所有材料种类，其中金属材料的增材制造发展迅速，2015年产值增加了80.9%。而航空航天是促进金属增材制造的主要动力。增材制造的材料结构与常规铸造相比有很大区别，钛合金相结构具有诸多优点，因此增材制造飞机中使用的大型钛合金结构件性能甚至优于锻件。为了适用于增材制造，专用合金设计将开辟材料科学研究的新前沿。美国及世界其他国家对于增材制造都极为重视，中国也在2014年将发展增材制造列为国家战略。

澳大利亚国家轻合金研究中心吴鑫华教授 以增材制造为代表的所有节能制造将掀起21世纪制造业的革命，首先将从航空航天工业开始。每一种增材制造技术都有各自的优缺点和特定市场，在未来10年内，所有增材制造技术都将迅速发展并应用，需要国家层面的战略性规划。未来，研究最深入和开发应用最好的国家将控制和主导全球市场。报告指出，优化3D打印工业参数的研究非常重要，对3D打印原始粉末和打印工件进行质量控制与检测是重要环节，工作力学性能的一致性和重复性是其商业化的关键。3D打印的成功应用需要材料专家、设计专家与用户之间的紧密合作。

华中科技大学史玉升教授 目前国内外对金属和高分子3D打印制造已有不少研究，而陶瓷3D打印的研究与应用相对很少，推广3D打印陶瓷材料在各个领域的应用需要更多的努力。报告介绍了采用覆膜法（溶剂沉淀法、溶剂蒸发法）和机械混合法成功制备了适合于选区激光烧结（SLS）成型的各类复合陶瓷粉体，克服了以往SLS制备陶瓷件密度低的缺点，并从宏观和微观的角度分别对多孔陶瓷的孔隙进行调控。

西北工业大学林鑫教授 阐述了利用激光增材制造大块非晶合金的相关技术及增材制造非晶合金的性能研究。利用激光重熔和多层熔覆Zr55Cu30Al10Ni5制造了直径53 mm、长15 mm的非晶块，发现只要热影响区的尺寸小于熔道宽度就可以制造高非晶含量的熔覆层。

亨利通信材料有限公司副总工何晓东博士 主要报告了激光3D打印电路技术（LDS），其原理为：设计激光线路，利用激光的能量使打印材料发生物理化学反应，在微观粗糙的表面还原出打印材料里的金属原子形成电路，最后利用一些化学反应增强线路强度。

中航迈特粉冶科技（北京）有限公司高正江总经理 报告了金属粉末的制备及相关研究。认为金属粉末制备将向高纯、超细、球形的方向发展。中航迈特研发的TC4粉末氧含量在650-1400 ppm，氮含量30-150 ppm，细粉收集率高，已与国外设备的水平相当。

加拿大泰克纳等离子体系统公司贾唐博士 报告了通过感应等离子体技术生产和再生高品质金属粉末的相关技术与研究。尽管重复使用后剩余的金属粉末不符合使用要求，但利用粉末处理设备分离污染物可以达到粉末回收的目的。

北京隆源自动成型系统有限公司李子夫博士 金属选区激光熔化（SLM）是增材制造的重要分支。SLM不仅拥有能够生产复杂、轻量、一体化零件的技术优势，同时零件一体化会使供应链发生变革。过程控制与工艺标准化是实现SLM产业化应用的基础，也是当前亟待解决的问题。

南京中科煜宸激光技术有限公司邢飞博士 3D打印是解决超大型整体构件一体化制造的唯一技术途径，可以有效促进以轻量化为目标的航空事业。金属3D打印应当围绕“产业链”构建“创新链”。报告了从软件角度对工艺策略提出了“大件分块，块内分区，区内走短，成型连接”的方针。

中国科学院宁波材料技术与工程研究所许高杰研究员 高精度、高性能、高效率是3D打印的优势所在，目前影响3D打印技术发展的主要因素是成本，而非技术。低成本3D打印的发展是促进3D打印技术快速、广泛应用的重要因素。到2021年世界上低成本3D打印预计将达到40亿，未来3D打印的发展趋势主要是从设备和技术两方面入手，从而进一步降低成本。3D打印市场份额不断增长，发展前景广阔，或引发第三次工业革命。

南京工业大学韦华教授 在航空航天领域，相比焊件和铸件，3D打印的构件具有高强度和空腔结构的优势。通过“局部焊接+空间搭桥+激光成形”的复合成形工艺技术，可实现三维空腔结构的立体成形。细化晶粒、控制激光扫描速度、优化扫描路径、控制送粉速度，有助于确保成形时应力均匀分布，减小结构变化，从而满足航空航天对抗拉强度等力学性能的要求。

北京工业大学张冬云博士 讲述了3D打印在制造人造骨骼、牙齿的研究进展。3D打印制造的钛和钛合金构件具有无毒、抗磨抗蚀等优点，很适合作为植入体和组织材料。采用拓扑优化和SLM制造相结合的方法有望设计制造与人体骨骼性能相适应的网络结构，这将是3D打印在医疗方面的一次飞跃。

广东省科学院普光里高工 讲述了3D打印粉末对制品的影响，并介绍了VIGA制粉法。VIGA法制粉效率高、工艺成熟、成本低，氧含量和球形度满足3D打印的需求。目前存在的少量空心球、卫星球等问题可通过在工艺上调整熔炼时间、增加粉末飞行距离以及合理的分级工艺等方法解决。建议粉末供应商与用户紧密联系，以摸清经多次打印后，粉末成分、粒度、制件性能等方面的变化规律，加速3D打印技术实用化方向的推广。



2016 IFAM

INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

未来，智能材料将无处不在……

——智能材料前沿论坛侧记

文/西安交通大学 叶帆 杨晓东

进入21世纪以来，人类社会科技的发展呈现爆发式的增长，而人类社会的进步对材料的依赖性也愈发厚重。特别是智能科技的发展，使传统材料已逐渐不能满足人类的需求，因此，具有感知环境刺激，可以对内外行为进行分析、处理、判断，并能够采取一定响应的智能材料得到了迅速的发展。作为智能社会的重要基石，智能材料对人类社会的影响越来越重要。世界主要国家及我国均设立了智能材料相关的国家级重大项目，旨在加速该领域的研究发展。在此机遇之下，“2016新材料国际发展趋势高层论坛”同期举办了“智能材料前沿论坛”，论坛邀请了13位来自国内外重点高校在该领域的知名专家学者，从多角度，多方向介绍了各自研究领域的最新进展，分析了现存的发展瓶颈，并对未来智能材料的发展进行了不同程度的展望，为我国在智能材料领域的发展指点迷津，为本领域的科研学者提供一个高端的交流平台，以期能够为与会代表的研究工作提供新思路，碰撞新火花。

本次论坛由中国工程院化工、冶金与材料学部，材料学术联盟主办，西安交通大学前沿科学技术研究院，西安交通大学金属材料强度国家重点实验室，科技部“973”计划铁性智能材料高性能化项目组，《中国材料进展》杂志社承办；论坛主席由祝世宁院士、徐惠彬院士、南策文院士、任晓兵教授共同担任。

会议期间，会场爆满，会场学术气氛异常浓厚。相信，在各位专家的引领下，年轻学者的不断努力下，中国智能材料的发展将会对未来人类社会的发展贡献巨大的力量。



多铁性材料同时具有铁电、（反）铁磁、铁弹等两种或两种以上铁性有序，并且由于多种序参量之间的相互作用而产生的新效应。这类功能材料在新型磁电器件、自旋电子器件、高性能信息存储于处理等领域展现出巨大的应用前景。清华大学南策文院士以“Dynamic In-situ Visualization of Voltage-Driven Magnetic Domain Evolution in Multiferroic Heterostructures”为题，介绍了压电驱动磁化翻转的原理、研究面临的挑战及广泛的应用。

智能时代的关键材料在高新技术与现代国防领域具有重要应用，因此，对铁性智能材料响应幅度及灵敏度等关键性能提出越来越高的要求，而基于现有机制的性能日趋饱和。西安交通大学任晓兵教授在“基于晶体缺陷调控的铁性智能材料高性能化”报告中提供可以大幅度提升铁性智能材料性能的新思路：通过点缺陷调控序参量，从而发现了无铅大压电效应及巨磁伸缩效应等良好性能。

反钙钛矿化合物 Mn_2XN 系列材料由于“晶格-自旋-电荷”的强关联性，发现诸多具有应用价值的物理特性。北京航空航天大学王聪教授在“反钙钛矿化合物中的反常热膨胀行为及压磁-磁热效应”报告中利用中子衍射技术结合Rietveld精修原位测量，并解析了反钙钛矿化合物在不同外场下的晶体结构和磁结构，对 Mn_2GaN 和 Mn_2ZnN 两类化合物在温度和压力场下的磁结构演变规律以及其诱导的物性变化等方面进行了探讨。

具有马氏体相变的铁磁形状记忆合金是一类重要的智能材料。在这类材料中除了温度和磁场外，应力也能驱动其相变，从而带来磁化强度的改变。南京大学王敦辉教授课题组利用这一特性，在以应力传导为媒介的磁电异质结构中，实现了基于磁相变材料的大电控磁效应。

由于先进材料对能源、生物、航空航天及国防等领域核心技术和竞争能力都起着举足轻重的作用，如何通过设计合适的微观结构来改变物质的宏观性能以达到实际需求，已经成为现代材料科学研究急需解决的重大问题。俄亥俄州立大学王云志教授课题组通过多尺度相场理论及模拟研究，促进结构与智能材料微观结构工程化的实际应用。

医学诊断治疗一体化用功能材料，指依托控释材料构建稳定、高效和安全的微纳载体。东南大学刘东教授代表顾宁教授课题组报告了这种微纳载体。采用该载体搭载抗癌药物，并结合可高精度引导向病灶组织的诊断探针，整合药物靶向运输、活体示踪、药物治疗和预后监测等功能于一体的多功能体系。

形状记忆合金是集温度、感知和驱动于一体的典型智能材料。哈尔滨工业大学蔡伟教授通过对TiNi合金中掺杂Nb和Co等元素，使滞后变宽，从而拓宽了形状记忆及超弹性合金在工程上的应用范围。

在全固态激光器研究方面，南京大学祝世宁院士将超晶格材料与全固态激光技术结合，研制了光学超晶格多波长激光器和可调谐激光器等。

智能软聚合物在受到外界激励时，能够改变结构的形状和大小。哈尔滨工业大学冷劲松教授介绍了形状记忆聚合物（SMP）及其复合材料（SMPC）这两种典型的智能软聚合物材料的优异特性及其研究发展现状。

北京科技大学新金属材料国家重点实验室王沿东教授介绍了课题组在NiFeGaCo体系铁磁形状记忆合金微米丝材新功能行为与同步辐射原位表征方面的研究工作，以及利用同步辐射高能X射线衍射技术开展的微米丝材晶体结构与功能行为关联性的研究进展。



北京航空航天大学蒋成保教授介绍了课题组通过固溶极其微量的稀土，使四方畸变在FeGa原有的基础上提高了3到5倍，进一步导致大的磁晶各向异性，磁致伸缩性能最大可达1700 ppm,达到TbDyFe水平。

南京航空航天大学朱孔军教授代表熊克教授课题组报告了在IPMC聚合物基体中添加纳米粒子，复合成为BaTiO₃改性IPMC（BT/IPMC），借助纳米BaTiO₃粒子的高介电性增强IPMC的电学和力学性能。结果表明，与传统IPMC相比，BT/IPMC具有较高的离子电导率和电容以及更好的驱动能力。

西安交通大学金属材料强度国家重点实验室的丁向东教授在报告中指出，将弯曲的[100] α -Fe纳米线进行分子动力学的模拟，展示了孪晶的形核，以及在加载/卸载循环中纳米尺度表面效应导致了伪弹性现象。



2016 IFAM



响应速度快 存储密度高 价格低廉 易加工的 新一代光电信息材料

——有机光电材料论坛侧记

文/南京工业大学 霍峰蔚

“2016新材料国际发展趋势高层论坛——有机光电材料论坛”于2016年9月25-26日在南京国际青年文化会议中心712会议室召开。本次论坛由中国工程院化工、冶金与材料工程学部，南京工业大学海外人才缓冲基地（先进材料研究院），先进生物与化学制造协同创新中心，材料学术联盟主办；国家级柔性电子材料与器件国际联合研究中心，有机电子与信息显示国家重点实验室培育基地，教育部柔性电子国际合作联合实验室，江苏省柔性电子重点实验室，《中国材料进展》杂志社共同承办，论坛主席由南京工业大学校长黄维院士担任。

在论坛开幕致辞中，黄维院士热烈欢迎来自海内外年轻优秀的专家学者。他指出，很多熟悉的学者的每一次交流报告都会有新的工作进展，体现了我国在有机光电材料领域的创新性快速发展。“科技进步在于合作交流，共享科技成果是推动共同发展、促进共同繁荣的重要途径”，黄维院士指出：希望通过此次论坛，各位海内外同行之间就有机光电材料的研究进展、面临的挑战、未来的研究方向进行深入交流探讨。

论坛邀请了来自新加坡南洋理工大学、天津大学、浙江大学、武汉大学、兰州北京师范大学、国家纳米中心、南京邮电大学、南京工业大学、中国科学院化学所、中国科学院长春应用化学研究所等国内外知名高校、研究院所22位报告人与合作报告，就各自领域的最新研究成果进行了详细的介绍。

与会的海内外专家学者充分交流了有机光电材料发展前沿课题，分享研究成果，深入思考了有机发光、有机电子领域面临的共同挑战和历史机遇。



天津大学胡文平副校长 提出了二维有机晶体材料是一个值得研究的发展方向；有机场效应晶体管，在印刷技术上实现大面积制备，与有机显示集成，可实现柔性显示的目标，这是一个发展印刷显示的重要方向，也是我国“十三五”规划的一个重要方向，可以实现弯道超车的研究成果。

新加坡南洋理工大学张华教授 总结了课题组在晶体相位法合成新型贵金属纳米材料的最新研究进展。

国家纳米科学中心研究员魏志祥 课题组发现了共轭小分子和聚合物在三元体系中体现出协同效应。通过三元体系的优化，获得超过10%的器件效率。课题组在柔性大面积器件上获得超过7%的效率。

武汉大学李磊教授 针对不同性质的光电功能材料，其 π 体系设计理念也有较大差异。初步探讨 π 体系分子的设计与其光电性能之间的关系，引发大家对 π 体系分子设计的更多关注。

南洋理工大学张其春教授 介绍了在并苯的主干网中用杂原子代替CH团，可以更好地调整其性能。

中国科学院化学研究所宋延林研究员 以不同纳米材料的制备与性质调控为基础，发展了应用于不同产业的绿色印刷制造技术。通过聚合物纳米粒子的制备与图案化组装，发展了一系列性能优异的光子晶体器件。

中国科学院长春应用化学研究所刘俊研究员 课题组提出了利用硼氮配位键（B-N）发展高分子电子受体材料的学术思想，以及高分子电子受体材料的两种分子设计方法。



南洋理工大学熊启华教授 在报告中指出了与立方3D钙钛矿材料不同的是，2D的有机-无机钙钛矿由层状结构的有机无机化合物交替组成。由于这种独特的量子阱结构，将会吸引更多的学者探索二维层状有机-无机钙钛矿晶体材料的光学性能。

南洋理工大学浦侃南教授 详述了SPNs在光学成像技术和生物治疗的最新进展。综述了用SPNs制作光热的纳米调节器在神经元细胞中精确控制热敏粒子通道的应用。

浙江大学李惠莹教授 作了题目为“Boost up Electron Mobility of Solution-Grown Organic Single Crystals via Reducing the Amount of Polar Solvent Residues”的报告。

南京邮电大学赵强教授 通过结构改性和优化，调控长寿命三重态激发态，制备了高性能磷光有机半导体材料。

北京师范大学薄志山教授 介绍了课题组最近采用非富勒烯受体材料ITIC和富勒烯受体材料PC₆₁BM作为受体、共轭聚合物作为给体制备了三元体系的太阳能电池。

南京邮电大学范曲立教授 针对黑色素在生物应用中水溶性差的问题，提出了超声辅助pH值调控的方法来实现其水溶性，成功制备了尺寸均一的超细（4.5 nm）水溶性黑色素纳米粒子。

南洋理工大学范红金教授 主要综述了课题组在混合钙钛矿化合物在能量转换应用中的最新研究进展，包括光分解水、电化学电池、光超级电容器等，同时介绍了其在混合钙钛矿单晶合成以及涉及到相关有趣的物理现象（压电现象）。

黑磷材料由于其可调控的带隙以及沿其Zigzag方向的锂/钠方向的快速扩散性能在能源领域引起极大的科研兴趣。**新加坡南洋理工大学赖清宇副教授** 介绍了课题组最近在黑磷纳米片制备剥离以及在潜在的热电、锂/钠电池、电催化方向的应用。

南京邮电大学魏文勇教授 报告了课题组聚焦新型高性能电极材料的设计制备，及其柔性电子器件的印刷法制作，所发展的室温下溶液合成方法，使得高性能电极材料的宏量制备和广泛应用成为可能。

兰州大学张浩力教授 介绍了课题组研究发现氮杂并五苯衍生物显示很高的单线态裂分效率，在晶体中其单线态裂分效率主要受分子堆积调控。在溶液中的单线态裂分现象产生了高的三线态激子，并导致特异的非线性光学性质。

南洋理工大学李述周教授 介绍了课题组聚焦四方晶型的CH₃NH₂PbI₃材料稳定性研究，当氧分子与铅作用后，其计算出的吸附能对水分子的作用更强，因而钙钛矿材料对环境的湿度比较敏感。

南洋理工大学徐德川助理教授 介绍了几种可导致双金属纳米颗粒表面富集现象的化学及物理过程，详细介绍了电化学条件下的表面富集现象。

南京工业大学陈永华教授 作了题为“Management of Perovskite Intermediates for Highly Efficient Perovskite Optoelectronics”的报告

新加坡南洋理工大学于雷副教授 报告了利用化学气相沉积生长的单原子层WS₂为发光材料，制作了具有可控圆偏振特性的原子级厚度的电致发光二极管。该研究成果初步确立了二维半导体发光器件的大规模制备的可行性。

南京工业大学陶友田教授 在“One-Step Catalyst Free C-N Coupling Reaction for Various Efficient OLED Materials”中提到，最理想的OLEDs有机材料具有较低经济成本的合成方法，最新报道的多种有机材料，所合成设备的效率超过20%，且拥有非常简单的分子结构。



大跨度 多角度 启迪思想 驱动创新

——优秀青年科学家论坛侧记

文/南京工业大学 孙世峰 杨梦飞 孙 杰 刘云飞

2016年9月24日,“2016新材料国际发展趋势高层论坛——优秀青年科学家论坛”(以下简称优秀论坛)在南京国际青年文化交流中心分4个分会场隆重召开。本届优秀论坛是继上海会议首次设立以来的第二面向材料领域45岁以下优秀青年科学家的专题报告会。旨在促进优秀青年科学家的成长、学科交叉及融合,启迪新的学术思想、创立新的学术观点。培养和造就一大批进入世界科技前沿的学术和技术带头人,为广大优秀青年科学家提供一个高水平的学术交流平台。80位青年科学家均由国内大学的材料学院、材料领域国家重点实验室和工程中心推荐产生,他们都是活跃在材料科研领域前沿的青年骨干,承担参与了国家各类重大项目研究,科研成果显著。他们的报告内容涉及电子信息材料、催化材料、结构材料、能源环境材料、生物材料以及材料的结构及表面/界面设计等各个新材料研究领域。论坛主席由周廉院士、高瑞平副主任、魏炳波院士、徐惠彬院士、李言荣院士、钱旭红院士、谢建新院士、王玉忠院士、毛新平院士共同担任。

本届优秀论坛经过论坛报告、专家评审,共评选出16名优秀报告奖:薛龙建、竺立强、郭俊杰、杨磊、赵立东、余彦、崔升、尉海军、王建浦、陈润峰、宋成、杨鹏、疏达、翟薇、吴桂林、陈星秋。周廉院士、高瑞平院士、徐惠彬院士、王迎军院士共同为获奖者颁发了荣誉证书。



优秀论坛——信息智能与催化材料分会 共邀请了包括复旦大学梅永丰教授、南京大学鲁振达教授、南京工业大学王建浦教授等19位年轻专家学者参加并分别做了精彩的学术交流报告,中国工程院蹇锡高院士、复旦大学先进材料实验室汪联辉教授等主持了分论坛。



南京工业大学王建浦教授提出的“钙钛矿发光二极管”研究方向,深入浅出。蹇锡高院士点评该发光材料使得OLED显示面板寿命至少提高了一倍,解决了其走向市场的瓶颈问题,具有广泛的应用价值和前景。

东华大学左伟研究员以创新性的研究思路提出了“金属与配体之间的部分电荷转移”的新概念,突破了当前铁催化材料的关键难题,引起了会场的强烈反响。汪联辉教授对此给出了高度认可,并表示针对铁元素的低价、无毒的创新研究在铁催化领域具有重大而深远的意义。

最后,蹇锡高院士做了总结性发言,对报告人的精彩报告给予了高度的评价和赞赏,并表示此次论坛为活跃在新材料前沿领域的青年学者搭建了一个良好的互动平台。



院士点评

报告知识跨度非常大,信息量也很大,很受启发。科研工作要以问题为导向,要从不同的角度启发思路,修正方案,这点非常关键,希望大家今后多多参与!

——中国工程院 蹇锡高院士

专家点评

在众多新型二次电池方面,专家们指出锂硫电池和钠离子电池在未来大规模储能方面具有更为重要的战略意义;高性能液流电池则是下一代电动汽车动力电池的最理想选择。在废物处理方面,专家们希望青年科学家们要高瞻远瞩,争取早日将实验室研究成果产业化,为解决我国当前环境污染问题做出切实的贡献。

优秀论坛——结构材料分会 毛新平院士、陈克斯教授、孙宝德教授和李贺军教授主持了该分会。所设的19个特邀报告,对目前结构材料领域的研究状况进行了全方位、多角度的呈现,点面结合,为参会代表展现了该领域的新进展和新气象,开拓了视野,了解到了相关领域的前沿研究方向。其中,上海交通大学疏达研究员通过交变磁场下夹杂的分离机制和铝熔体电磁净化的工业应用分析,建立了电磁分离条件下非金属夹杂的受力和运动方程,揭示了熔体二次流动的传输机制,发明了多级电磁净化方法,突破了交变磁场集肤效应应对电磁分离的限制,开发了铝液电磁连续净化装置,并成功实现工业应用。西北工业大学翟薇教授从超声场中合金凝固现状、超声场下的共晶生长、功率超声下的包晶凝固、超声场中偏晶液相分离和三维超声调控凝固过程5个方面研究了超声场中新材料相变机理与合成制备,并应用于工业生产。中国科学院金属研究所陈星秋研究员介绍了金属与合金各项异性腐蚀的第一原理计算高通量模型与算法研制,通过其建立的模型,能够很好地解释一些已知的实验事实,并具有预测能力,将可应用于改善合金抗腐蚀能力的设计中。



优秀论坛——能源环境材料分会 中国工程院院士王玉忠教授、北京航空航天大学材料学院党委书记马朝利教授、东南大学材料学院院长薛峰教授、南京大学材料科学系主任吴迪教授为分会主持人,与青年科学家们进行了互动交流。

新能源电池的电极材料一直是新能源材料的研究热点。济南大学的魏涛教授、华东理工大学的江浩教授和北京工业大学的尉海军教授等7位报告人都在从事新型电极材料的开发,研发出电聚合物/纳米多孔金属电极材料体系、纳米杂化结构电极材料和锂、钠等离子型二次电池新型电极材料等多种新型电极材料体系,对于新能源电池的发展具有重要意义。热电转换材料由于其众多的优点,近年来也逐渐成为新能源材料研发的关注重点,来自北京航空航天大学赵立东教授和新型陶瓷与精细工艺国家重点实验室的万春磊教授都从不同角度对热电转换材料进行了创新性研究。气凝胶材料作为一种超轻、多孔的无机固体材料,在节能环保、环保、医药和光催化等方面都有广泛应用,来自南京工业大学的崔升教授在不同类型气凝胶材料的制备和应用方面开展了大量研究,成果在多个企业获得了转化并且在不同领域得到了应用,效果显著。中科院化学所的赵宁研究员则从气凝胶制备工艺复杂,力学性能较差等缺点着手,通过表面改性和有机无机杂化等方法实现了气凝胶的性能调控和简便制备。



优秀论坛——生物材料与表面/界面设计分会 在西安交通大学单智伟教授和南京理工大学徐峰教授的主持下,青年科学家们围绕着生物材料和微纳材料结构设计、制备、材料表面/界面微观表征与设计,以及相关材料在骨组织修复、药物载运和释放、癌症治疗等应用方面展开了广泛、深入的交流。报告既涉及生物材料的基础研究,如苏州大学的杨磊教授指出的力学主动式生物材料:原理假说和概念验证。报告从细胞力学和力生物学的现象出发,阐释生物系统自发力学行为对所接触的生物材料的影响和作用方式,提出通过设计和制备新材料实现主动利用生物系统自发力学行为促进组织修复与再生的思路,即力学主动式生物材料的假说。又包括利用最新的3D打印技术制备生物材料,如中科院上海硅酸盐研究所吴成铁研究员设计并利用3D打印制备出一种生物支架材料,其能够提供对疾病治疗和修复有利的微环境,兼具治疗和修复的双重功能。精彩的学术报告给每一位与会代表展现了我国青年科学家在生物材料与表面/界面设计领域的前沿研究动态和优秀成果,体现了他们的研究能力和水平。分会使生物材料与表面/界面设计领域优秀的科研人员之间有了最亲密的接触和直接交流,必将对每个人科研工作的开展和相关学科的建设有积极的推动作用。



2016 IFAM

结束语



周廉院士在论坛闭幕式中指出，在本次论坛中，深切感受到中国材料进步巨大。从2011年至今，通过这6届论坛，发现中国材料界涌现了很多亮点，比如铁基智能材料、金属基复合材料、电磁材料都是非常好的成果。中国材料的发展速度很快，总体水平已不低于西方国家。国内的材料会议也逐渐产生了国际影响力，但如何进一步提高国内会议的影响力还需我们进一步努力。

论坛未来将坚持以邀请报告为学界呈现高水平的盛宴，以前瞻性、战略性为标准，搭建开放式的交流平台，促进中国材料的转型与发展。此外，我很欣慰，本次大会在9月24日为青年科学家提供了一个非常好的展示舞台，为大会营造了未开先热的氛围，成为培养优秀青年科学家的一股力量。

“2017新材料国际发展趋势高层论坛”将于2017年9月在西安举办，西北有色金属研究院院长张平祥研究员代表承办单位，欢迎大家明年共聚长安！

致谢：报道的整理得到了论坛主办、承办和协办单位以及各分论坛秘书长、联系人的大力支持，在此表示诚挚的感谢！

（本报通稿根据论坛影音资料整理，部分发言未经本人审核，如有疑问敬请谅解）

