

2015年9月18~20日,“2015新材料国际发展趋势高层论坛”(以下简称论坛)在上海国际会议中心胜利召开。此次论坛由中国工程院化工、冶金与材料工程学部,中国材料研究学会,材料科学联盟主办;上海交通大学、金属基复合材料国家重点实验室、轻合金精密成型国家工程研究中心、上海科学技术开发交流中心、纳米技术及应用国家工程研究中心承办;上海大学、东华大学、中国科学院上海硅酸盐研究所、华东理工大学、华南理工大学、西北有色金属研究院、上海市中国工程院院士咨询与学术活动中心、《中国材料进展》杂志社协办。论坛得到了中国工程院、国家自然科学基金委、国家科学技术部基础司、国家科学技术部高新司、国家发展和改革委员会高技术产业司和上海市科学技术委员会的大力支持。大会主席由周廉院士、干勇院士、黄伯云院士、林忠钦院士担任,上海交通大学丁文江院士和中国材料研究学会秘书长韩雅芳教授担任大会执行主席。

来自“智能材料”、“纳米材料”、“OLED”、“先进电池材料”和“生物与仿生材料”领域的15位国内外顶级专家分别就各自领域的最新研究进展及成果作了精彩的大会专题报告。报告人、主持人与参会代表就报告领域展开了热烈的讨论,碰撞出许多精彩的火花,代表们纷纷表示受益颇丰。

此次论坛的召开,为国内外新材料研究架起了良好的桥梁和平台,特别是为中国新材料领域的青年学者指明了研究方向,相信通过本届论坛的召开,将更好地促进中国在新材料领域的创新研究和发展。



大会主席周廉院士在开幕词中指出,新材料国际发展趋势高层论坛系列会议从2011年淄博时的300多名参会代表,发展到现在的1 000余人,取得了长足的进步。周廉院士总结了该系列会议的4个显著特点:①论坛主要关注新材料即先进材料的发展动态,结合地方特色兼顾传统关键材料研究;②论坛报告主要为邀请或推荐报告,从最初的14个报告发展到现在200多个报告,邀请的报告人均均为在新材料发展领域具有突出贡献的国内外顶级专家学者,因此更具高端性、前瞻性和国际性;③论坛全部采取学术交流的方式,有利于开展充分的学术讨论;④论坛内容的公开性,论坛报告统一印刷成册,以供各位参会代表学习交流,特别是针对青年学者和在校硕博学生。

周廉院士致开幕辞

“这是一次全球材料工作者的盛会”,**上海交通大学常务副校长林忠钦院士**在致辞中讲到,本届论坛将集中展示国际新材料领域最新研究成果,交流探讨材料学科发展的新思想、新理论、新应用,共同探讨材料学科最新的发展趋势。通过本次论坛的召开,将为我国新材料发展指明方向、实现与国际新材料成果共享。

上海科学技术委员会主任寿子琪在致辞中指出,上海的制造业正在从原先较为低端的产业向高端产业调整转变,而新材料对制造业的转型起到了关键性的支撑作用,特别是在生物医用和新能源产业等领域上的发展。上海市一直关注着新材料的转型发展和它所具有的创新潜力。

丁文江院士主持了论坛开幕式,中国工程院院士徐德龙、周廉、薛群基、左铁镭、陈立泉、江东亮、林忠钦、柳百成、丁传贤、何季麟、张兴栋、徐惠彬、王海舟、姜德生、郁铭芳、关桥、黄崇琪,中国工程院外籍院士刘锦川,中国科学院院士叶恒强、朱静、邱勇、祝世宁、范守善、李述汤、田禾、南策文、赵东元、张统一、陈难先、褚君浩、魏炳波、葛昌纯,来自美国、澳大利亚、日本等国家的11名外籍院士以及国家自然科学基金委工程与材料学部车成卫副主任、朱旺喜处长、陈克新处长,国家科技部高新司新材料处陈其针处长,中国工程院一局杨丽副局长、左家和处长,上海市科学技术开发交流中心尹邦奇主任等出席了本次论坛,来自国内外新材料领域的200多家高校、科研院所以及企业的专家学者共计1000余位代表参加了本次论坛。



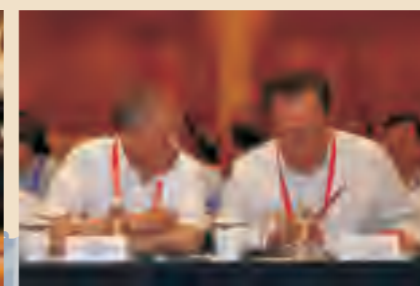
林忠钦院士致辞

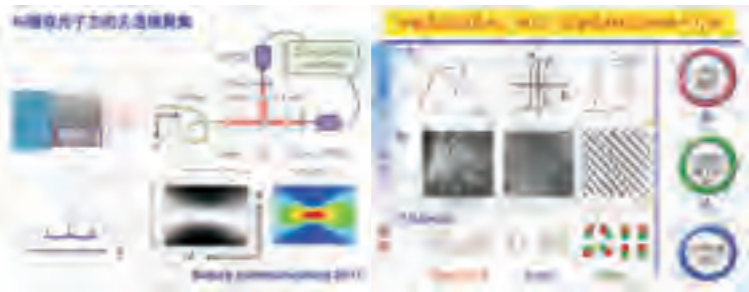


寿子琪主任致辞



丁文江院士主持开幕式





智能材料作为论坛大会主题之一，3个报告不约而同聚焦在了“工程”二字：任晓兵教授的点缺陷工程、祝世宁院士的畴工程概念以及Salje院士的畴界工程实验与模拟，都表现出共同的现代材料研究趋势以及目标，即人为地通过对材料的组织结构进行干预和调控，来提高其性能或使其具备原本不具有的特殊性能，这极大地启发了研究人员对智能材料研究的思考。

学科交叉 融合 启迪 新型智能材料的研发思路



西安交通大学任晓兵教授作了题为“点缺陷工程——智能材料的点金石？”的报告



南京大学祝世宁院士作了题为“用铁电畴调控光子”的报告



剑桥大学Salje教授作了题为“Trajectories towards Domain Boundary Engineering: Experiments and Computer Simulations”的报告

利用不同类型材料的物理平行性解决智能材料中的重大问题 任晓兵教授对众多目前铁性材料领域中难以理解或者解决的难题，提出了独到的解决办法，即利用三类智能材料的物理平行性，把一类铁性材料中的概念或者是理论平移到另一类铁性材料，进而解释后者中存在的科学问题。他这种平行的思路非常新颖、有效，成为了材料研究的一个新方法，也逐渐成为科学研究的一个趋势，即学科交叉融合的趋势，可以预见在众多学科的交叉地带还存在着大量未被发觉的重大成果。他提出的另一个解决方案即点缺陷工程，利用控制点缺

陷的浓度使普通材料转变为拥有极高或者全新性能的新型智能材料。

影响线性光学、非线性光学和量子光学的重要因素——畴工程在铁电晶体中的应用 祝世宁院士的报告通过铁电畴进行光子调控，为光子器件的设计与制造提出了一个崭新的思路，即通过设计与制造所需的周期性或者准周期性的畴结构实现现有光学器件的功能，甚至在某些参数方面优于现有器件，同时在量子光学领域更具有应用价值，营造出了光子器件集成化的美好前景。这必然对于人们所提出的量子计算，量子计算机等概念的实现会产生巨大帮助。

改善材料的特异性——畴界工程 Salje教授的报告具体研究了在畴界领域可能存在的优异性能。众所周知，畴界附近是能量较高或者原子活跃的区域，故该区域有可能展现出高的性能。他通过一些实验方面的测试以及模拟得到的相应数据对这一观点进行了验证。



智能材料主题由徐惠彬院士(左)和南策文院士(右)主持

热烈讨论

在掺杂情况下短程有序，那么掺杂的点缺陷具体是什么？

任晓兵教授：点缺陷是材料中的空位，它们非常易于活动，我们实验的温度一般在80℃，氧空位已经移动了。

根据PZT的相图，可以从介观尺度解释其高压电效应机理，那么其背后更微观的物理本质是什么？

任晓兵教授：从相图上我们使用热力学理论来解释这些问题，这样就具备了普适性强等优点。



葛昌纯院士



报告主要阐述的点缺陷、面缺陷都是原子、纳米级的尺度，那么我们从宏观上是怎么调控材料的宏观性能的？

Salje教授：By changing temperature and pressure or make chemical composition changes, we could tuning the boundary (wider or slimmer).

任晓兵教授：这些少量的点缺陷和面缺陷相当于给材料添加了一个内电场，如果从宏观的大小来考量，基本相当于几百至几千伏的电场。

有无确定的物理理论来研究宏观特性与微观结构之间的关系？

祝世宁院士：我认为这是一个与研究课题选择相关的问题。我在选择自己的研究课题时，经常从调控材料性能的参数入手，看是否会出现新的效应，再与自己的研究内容相结合，应该能够找到自己感兴趣的切入点进行研究。

报告提到畴壁只有2 nm，原子级别的，怎么调控？微观可以做到，但如何做到大面积应用呢？

Salje教授：一方面，畴壁从1~30 nm 都有可能，根据材料不同；另一方面，即使一种材料还会有其他情形，比如温度可以不一样。温度不一样的时候，界面、畴壁可以变宽。点缺陷，偶极子，加电场，就会有巨大电流。点缺陷和偶极子算是微观上的，而巨大电流就是宏观上的。

有没有一种确定的方法研究铁电材料微观结构与性能的关系？

祝世宁院士：每人都有特殊背景，这个问题很难讲。但从我自己的光学物理背景来说，我研究非线性光学，结合材料，发现各种参数，再思考每种参数的调控能带来什么效应。建议可以结合自身研究背景考虑。

INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

全方位 多角度 新进展 新气象

——提升智能材料在国家重大需求的地位

文/西安交通大学 杨耀东

2015年9月20日，智能材料前沿论坛暨973计划铁性智能材料的高性能化研究项目研讨会在上海国际会议中心召开，该论坛由中国工程院化工、冶金与材料工程学部和材料学术联盟主办，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新性能化项目组共同承办。12位来自国内外高校、科研机构的智能材料专家作了精彩的特邀报告，就智能材料领域的发展趋势和关键问题同与会专家进行了深入的探讨，分享了各自的见解和观点。

西安交通大学前沿科学技术研究院院长、国际铁性智能材料专家任晓兵教授在论坛开幕式上阐述了铁性智能材料的目前状况和发展趋势，强调了智能材料在国家未来需求中扮演的重要角色。

论坛分别由徐惠彬院士、南策文院士、吴光恒教授和蒋成保教授主持。本届“智能材料前沿论坛”所设12个特邀报告，对目前智能材料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，了解了相关领域的前沿研究方向。



陈龙庆教授

清华大学南策文院士主要介绍了在多铁性异质结构方面的研究进展，关于铁磁性与铁电性之间的耦合而产生的一系列问题及一些最新的解决思路和实验结果。以 BiFeO_3 为例讲述了铁电铁磁共存的多铁性以及如何从多尺度上调控集成以及目前的困难，着重阐述了人工复合磁电效应和逆磁电效应的机理和应用。

美国宾州州立大学的陈龙庆老师通过计算的方法告诉我们如何预测畴的演变，并由此来指导新材料的设计和制备。

俄亥俄州立大学的相场模拟专家王云志教授介绍了关于纳米畴的内容，指出铁电材料原本的畴较为粗大，会导致材料的压电、介电表现受到限制。报告以铁弹材料为例，说明如何利用点缺陷工程“突破”长程有序畴结构，变为随机分布的纳米畴，使马氏体相变连续。并证明了在这样一个明显的连续和独特的微观结构中拥有丰富而独特的性质，包括近零滞后的超弹性、因瓦效应和几乎与温度无关的弹性模量（弹性异常）等。这些发现不仅能够解决一些长期困扰我们的问题，而且还打开了一个新的材料开发途径。

澳大利亚莫纳什大学聂建峰教授和美国爱荷华州立大学谭晓礼教授利用高分辨电镜分别研究了马氏体中的形变和压电材料中电畴的微观演化以及畴与性能的关系。

香港科技大学的孙庆平教授对形状记忆合金的疲劳问题进行了研究，实验结果表明，冷轧之后，晶粒尺寸减小，记忆合金的疲劳寿命增长。报告试图从理论上解释这一实验现象，构建了相应的微观模型。

北京航空航天大学蒋成保教授多年从事磁致伸缩材料研究，在Fe-Ga磁致伸缩合金的设计以及在微量稀土掺杂方面取得巨大突破，已可媲美传统稀土磁致伸缩材料，并提出了磁致伸缩性能大幅提升的微观机理，为进一步实现我国磁致伸缩材料的产业化、市场化做出巨大贡献。

香港科技大学著名电流变专家温维佳教授的汇报主要关注于GER领域。同样作为Damping材料，GER与MR材料相比各项性能指标都更加优越，未来有可能会成为相关市场新的宠儿。报告内容有理论的相关内容，同时也更加贴近工程实际，生动说明了“科学技术是第一生产力”这一真理。

澳大利亚卧龙岗大学王晓临教授在总结新材料和新特性发展前沿的基础上，提出和讨论了一些设计和研究新材料的新观点和正在尝试的新方法，期望就如何设计新型电子材料、自旋电子材料、多功能材料或设计新型电子、自旋、光学等特性，以及对材料基因组研究有所借鉴。



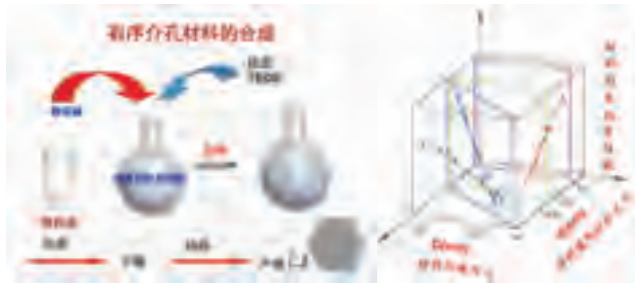
祝世宁院士

南洋理工大学的黄为民教授基于高级形状记忆技术，重点阐述了如何开发已有材料的各种形状记忆性能、设计新材料所需要的形状记忆功能，以及如何在产品设计、制造、修复及再循环（也就是产品的整个生命周期中）利用高级形状记忆技术为我们提供非常规的解决方案。报告介绍的以聚合物为原料的记忆材料从成本到实际应用都具有非常大的优势，给大家带来了巨大震撼。

中国科学院物理所吴光恒教授介绍了物理所近年来在国际舞台上自主研发的、拥有自主知识产权的多种磁驱动相变材料，并深入探讨了如何利用三条经验规律（①磁性是可以影响物质结构的，②化学键与磁交换作用是竞争关系，它们共同决定结构稳定性；③凝固失稳带来结构相变）来指导磁相变材料学者们进行研发新型磁相变材料，并展望未来该材料将在物联网传感器和执行器件主流市场中扮演重要角色。

北京科技大学的王沿东教授介绍了利用同步辐射和中子散射技术对受限马氏体的独到研究成果。主要是受限马氏体的新型超弹性，以及展现出的窄滞后等特点，并用同步辐射、中子散射和相场模拟多角度对其行为机理进行了研究，此类智能材料在太空探测器、磁传感与驱动和磁制冷方面有重要工业应用。

2015 IFAM



自20世纪80年代，德国物理学家格莱特（Gleiter）教授就纳米材料概念的提出，到1990年美国巴尔的摩召开国际首届纳米科学技术会议，标志着纳米科学技术的正式诞生，纳米科技发展虽然仅仅只有30余年，但在21世纪伊始便促进了许多工业领域的快速发展，相信在以后科技发展的进程中，它将继续引导某些工业领域产生一场具有革命性的转变。科学家预言，在21世纪，纳米技术将会超越计算机信息技术和生物技术，成为影响科技界的“决定性技术”，而基于纳米技术的纳米材料将会成为引导科技发展、最具发展潜力的材料。

纳米技术与材料 未来科技角逐的制高点



纳米材料主题由范守善院士（左一）和钱旭红院士（右一）主持。复旦大学赵东元院士（左二）作了题为“功能介孔材料界面组装工程及其应用”的报告、日本东北大学井上明久教授（中）作了题为“Bulk Metallic Glasses: Development, Applications and Future Prospect”的报告、西安交通大学孙军教授（右二）作了题为“纳米金属多层膜微柱力学行为及其尺寸效应”的报告。

功能介孔材料带来石油化工行业的飞速发展

复旦大学赵东元院士指出功能介孔材料问世以来，由于其特殊的介观结构和性质、超高比表面、超大的孔容以及大而均一可调的孔径，引起了人们广泛的研究兴趣，在石油裂化、催化、吸附、分离等方面，尤其是在生物药物传递、检测、诊断领域具有广阔的应用前景。报告重点介绍了一种采用两性表面活性剂、嵌段共聚物模板法合成的高度有序新型功能介孔材料及其在载药、荧光检测等方面的应

用，介绍了几种新的功能介孔材料合成方法，包括双液相法、溶剂挥发聚集组装法和界面驱动定向排列法，以及由此制备的一系列新型有序功能介孔材料，包括介孔氧化硅、氧化钛、氧化铁和介孔碳材料。同时介绍了本课题组发展动力学控制方法，制备的一系列壳-核结构的功能介孔氧化硅、碳球、半球，“双面胶”结构非对称介孔球颗粒。

集众多优点于一体、具有微观奇特性的新型功能材料——块状非晶合金

日本东北大学前校长井上明久教授在报告中指出，自1988年发现不同于玻璃化转变和结晶前较宽的过冷液相区的多组分非晶合金，以及1990年第一次合成La基块状非晶合金开始，新型功能材料——块状非晶合金就引起了科研工作者的广泛关注。随着块状非晶合金基础和工程性能的逐渐清晰，研究者们对新现象在新领域中应用的研究，结合净成型铸造技术和过冷液相的成型加工技术的发展，使得块状非晶合金的应用前景逐渐显现。块状非晶合金的合成技术是利用独特过冷的液态金属发展而来。由于它的实用性以及三维的块状形态，结合直接加工成型的性能，块状非晶合金作为商用材料应用于各种领域。另外，由于此种材料许多比较新颖的性能和现象相继被发现，因此块状非晶合金在未来仍将被重点关注。

研究纳米金属多层膜微柱，探索洞察纳米晶内部微观特征和外部结构尺寸对金属材料性能的影响

西安交通大学孙军教授指出纳米金属多层膜材料由于其优异的力学性能，已成为目前高性能微型元器件以及互连结构的核心材料体系，其服役过程中的形变损伤是导致系统失效的关键问题。随着所用材料的几何外观尺寸持续减小，材料科学与工程中传统的微观组织-性能关系的二维研究空间也应拓展为微观组织-外观尺寸-性能关系的三维研究空间。晶体/晶体Cu/X(X=Cr, Zr)与晶体/非晶Cu/Cu-Zr/纳米金属多层膜微柱塑性变形行为及力学性能的内在/外观尺寸效应，澄清了层状结构材料加工硬化/软化行为的微观机制，构建了多层膜微柱结构与性能优化准则。

热烈讨论

是否找到了纳米金属多层膜的内部尺寸效应和外部尺寸效应的耦合？纳米晶、多晶和非晶他们各自的优势是什么？

孙军教授：对材料性能的优化，是和我们对它的需求相关的，材料的强度、塑性和韧性，需要根据不同的需求进行组合，都是通过调整进行统一的，我们在进行课题研究的时候，在1~20 mm之间做了大量的实验，实验结果都是由材料的性质来探讨化学作用。纳米晶的优点是很明显的，但是其加工成型性不如块状的多晶，在需要成型加工搭配的时候，一旦受力较大，就会产生加工硬化，而纳米晶由于自身存在缺点，其将产生加工硬化不均匀。

在生物药物输出过程中，需要克服多机制生物体存在的屏障，像这种能够克服不同机制的屏障对药物来说是非常有用的。请问赵院士这些介孔纳米材料的成长，其尺寸能否可以反过来，不同于一般的里边小外边大，而是里边大外边小？这种材料最小尺寸能到多少？

赵东元院士：从我们合成控制的反应来看，可以控制里外尺寸的成长，所以将此类材料生长控制为外边小里边大，是不存在问题的。我们控制材料生长，其最小尺寸可以达到2 nm。存在的问题是，在合成过程中的化学反应中需要添加不同的酸碱，想定位地把药物输送到体内需要的地方，目前还不行。

纳米金属多层膜微柱在压缩的时候，会产生应力变形和剪切变形，想象一下，当对纳米金属多层膜微柱进行拉伸时，将会产生一个弱的力和强的力，这个时候将会发生什么现象？

孙军教授：这个问题正好戳到我们的痛处，因为到目前为止，我们利用做多层膜的技术一层一层做下来的材料整个厚度约为1.5 μm，这种金属多层膜的界面是承受不了拉伸试验的。

纳米金属多层膜的压缩机制全是在多层薄膜的法向进行的，那么您尝试过将多层薄膜旋转90°进行压缩试验？有其他什么机制？

孙军教授：我们进行过类似的试验，将金属纳米多层薄膜旋转90°进行拉伸试验，效果很好，但是如果进行压缩试验，由于薄膜的界面很薄，因而无法承受压缩。



INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

让纳米材料更好地服务于人类生活

——纳米材料与技术论坛侧记

文/北京化工大学 王洁欣

2015年9月20日，“2015新材料国际发展趋势高层论坛——纳米材料与技术论坛”（以下简称纳米材料与技术论坛）在上海国际会议中心成功召开。纳米材料与技术论坛由清华-富士康纳米科技研究中心、北京化工大学有机无机复合材料国家重点实验室和《中国材料进展》杂志社承办，国家纳米科学中心、纳米技术及应用国家工程研究中心、国家纳米技术与工程研究院、纤维材料改性国家重点实验室（东华大学）、中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所、复旦大学先进材料实验室、中国科学院北京纳米能源与系统研究所、浙江加州国际纳米技术研究院、江苏省生物材料与器件重点实验室（东南大学）、上海大学材料学院协办。本次论坛特邀中国科学院院士范守善先生、赵东元先生，美国科学与艺术学院院士戴宏杰先生和北京化工大学陈建峰教授担任主席并主持论坛。论坛邀请了国内外纳米科技领域的16位知名专家教授为论坛作了专题报告，会议现场很是火爆。

邀请报告主要涉及石墨烯等纳米碳材料的制备和应用、纳米颗粒的制备工程和工业应用、纳米材料绿色印刷技术、纳米信息材料与器件、能源纳米材料与技术、纳米生物医用材料与技术、纳米纤维材料、气凝胶纳米材料、纳米检测和表征技术等纳米科技的前沿研究领域，内容包含了从基础研究到产业化应用。

作为引领21世纪科技发展的高新科技，纳米技术对人类社会的发展产生了深远的影响，此次分论坛召开的主要目的就是为分享国内外纳米科技研究的最新进展，同时充分交流纳米材料研发过程中的研究心得。会议学术气氛很是浓厚，代表们纷纷表示本论坛代表着中国纳米技术最前沿的研究成果，参加此次论坛受益匪浅，不枉此行。



赵东元院士

斯坦福大学戴宏杰教授介绍了纳米科学在生物医学和新能源中的应用，重点展示了纳米技术在糖尿病和血液检测中的应用，以及碳纳米管等纳米材料在吸氢、催化分解海水产氢和铝离子电池等方面的应用，并对未来清洁能源，特别是将风能和海水结合用于产氢和能量存储进行了展望。

国家纳米科学中心赵宇亮研究员介绍了采用具有特殊结构的碳纳米材料用于癌症治疗的新思路，即设计出低毒性的类似病毒形貌的含Ga富勒烯碳纳米材料，其可以在不杀死癌细胞的前提下将癌细胞囚禁，并抑制癌细胞的生长，效果显著。

北京化工大学陈建峰教授采用超重力过程强化技术，制备出无机、有机和透明分散体三大体系多种纳微颗粒，攻克了低成本规模化制备工程难题，开发出万吨级产业化成套技术；提出了纳米母料法等复合分散新工艺，制备出高透明纳米分散母液/料，及其透明有机无机复合材料制品，应用前景广阔。

中科院化学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。如通过无机纳米颗粒和版材的结构与浸润性调控，发展了非感光、无污染、低成本的纳米绿色制版技术；基于金属纳米颗粒材料，利用绿色印刷技术替代传统电路加工业的蚀蚀工艺等。

中国科学技术大学俞书宏教授介绍了分子模板诱导合成无机微纳材料、仿生界面法可控组装多种宏观纳米组装体及功能化方面取得的进展。重点介绍了多种纳米结构单元的可控仿生合成，及其为组装单元构筑特殊结构的宏观尺度纳米组装体及其在能量转换、环境和生物医学诊断等领域的应用。

国家纳米科学中心王琛研究员通过利用扫描隧道显微方法在液固界面获得分子水平上的多肽分子组装精细特征。重点介绍了多肽纳米材料的形成过程，这将有助于认识多肽分子自组装过程中相互作用的本质和分子水平协同规律，实现了多肽分子自组装结构和过程的有效调控。

东南大学顾宁教授介绍了氧化铁等生物医药纳米材料在体内应用的前景，阐述了其对细胞的作用等生物安全性与相容性，磁性微气泡作为影像增强剂的应用，铁基纳米材料的生物效应等方面的研究进展，分析了进一步发展所需深入研究的问题，以及对相关医用的前景进行探讨。

江南石墨烯研究院彭鹏博士介绍了CVD石墨烯薄膜在触控领域的应用和产业化进展，以及石墨烯透明导电薄膜作为一种新型材料将要面临终端客户的一系列要求和来自其他竞争材料（如ITO、金属网格、银纳米线）的挑战。

华中科技大学韩宏伟教授介绍了基于介观尺度无机或有机半导体材料及三维互穿网络结构的新型介观太阳能电池（MSC）。开发出低成本单基板全固态MSC关键技术，通过引入钙钛矿材料及界面工程，获得了高效稳定的可印刷介观钙钛矿太阳能电池，至今已获得效率超过15%的器件。



范守善院士

中科院苏州纳米研究所徐科研究员介绍了高空间分辨扫描近场光电探针测试技术及应用进展。他们研制出扫描近场光电多功能探针系统，在获得高分辨表面形貌像的同时，还可同位测量局域光谱、光电压/光电流等光电性质，以及对固液界面光电化学过程进行原位观察，已获得重要应用。

东华大学朱美芳教授介绍了纳米纤维和纳米杂化纤维等方面的研究进展，主要包括：纳米纤维的细化规律、结构控制与规则化纤维连续成形机理；纳米复合功能纤维的组份设计、结构调控及工艺优化；通过实现纳米材料在纤维中的可控稳定分散，制备兼具功能性与高力学性能的高附加值纤维材料等。

苏州大学刘庄教授发展了多种纳米诊疗一体化平台用于影像学指导下的肿瘤光学治疗，包括碳纳米材料、稀土发光纳米材料、有机纳米颗粒等纳米材料在肿瘤光学诊疗中的应用，有助于确定肿瘤的具体位置、尺寸与形貌，以及对通过系统给药进入体内的诊疗试剂进行实时追踪。

中国科学院金属研究所任文才研究员介绍了课题组在石墨烯的可控制备和应用方面的研究与产业化情况，主要包括：大面积高质量石墨烯单晶和透明导电薄膜的化学气相沉积（CVD）法制备及其在柔性触屏和OLED中的应用；高导电、柔性的石墨烯三维网络结构材料的CVD制备及其在高性能柔性锂离子电池、锂硫电池、电磁屏蔽材料等方面的应用。

上海大学高彦峰教授介绍了作为备受关注的热致变色材料VO₂材料（薄膜和粉体）的可控制备新进展，以及此材料在智能节能窗方面的基础和应用研究成果，并展望了其发展趋势。

南京工业大学沈晓冬教授介绍了其团队在气凝胶纳米材料的基础研究和产业化方面所取得的最新成果，主要包括：氧化硅气凝胶隔热材料的研制和产业化、耐高温碳化物气凝胶隔热材料的研制和产业化、耐高温氧化硅气凝胶材料、碳化硅气凝胶材料、高强度气凝胶等方面的研究成果。

中国科学院金属研究所郑士建研究员提出采用叠加轧制法制备了单层10 nm的块体多层Cu-Nb复合板材，在经过大塑性变形后绝大多数Cu-Nb界面形成了具有确定取向关系、原子级规则有序的稳定界面。这一界面结构使此类块体纳米层状金属复合材料兼具高强度、高热稳定性。



陈建峰教授



戴宏杰教授

2015 IFAM



1979年美籍华裔教授邓青云在实验室中发现了有机发光二极管（Organic Light-Emitting Diode, OLED），即有机材料在电流或电场的激发作用下发光。有机电致发光材料分有机小分子和高分子两类。OLED技术经过近40年的发展，在发光机理、发光材料、器件结构的基础研究和制备工艺方面取得了重大进展，在照明、显示领域已取得产业化应用，其产品前所未有的优越性能已被人们了解和追捧，被认为是新一代大型显示发光材料和技术，具有广泛的应用前景。

OLED——新一代大型显示发光材料和技术



香港科技大学邓青云教授（左一）的报告题为“Recent Progress in OLED”，清华大学邱勇院士（中）的报告题为“有机发光的新机制、新材料与理论探索”，中国科学院长春应用化学研究所王利祥研究员（右一）的报告题为“溶液加工型白光高分子材料”。

OLED必将是下一代的显示技术 邓青云教授是有机发光二极管（OLED）的创始人，他对小分子和高分子有机电致发光材料和器件的发明，开启了有机电致发光技术的实用化。邓青云教授指出，OLED屏幕具有超薄、超轻、广视角、刷新速度快、高清晰、低能耗、柔性显示等优点，是理想的下一代平板显示技术。报告介绍了OLED技术在显示领域应用的最新进展和产品，有各显身姿的柔性OLED屏幕：IFA2015上LG发布了111英寸双曲面4K OLED电视，其由3个65英寸横向弯曲的OLED面板拼合而成；一直对OLED技术持观

望态度的苹果公司，在可穿戴iWatch上配备了OLED屏幕；日本SEL实验室推出了一块8.7英寸、可轻松折叠为三层的Super AMOLED可触控屏幕，折角处的最小弯曲半径可以做到4 mm；另有三星柔性OLED屏幕手机。日本SEL实验室提出的平铺拼接技术为超大尺寸OLED显示屏提供了可行的方法；三星发布了镜面和透明OLED显示屏；另外随着技术进步，OLED屏幕电视价格大幅降低。谈到OLED技术未来发展趋势，邓青云教授指出要在4个方面取得突破：OLED屏幕具有与LCD屏幕可比拟的价格；寿命提高；柔性OLED技术；OLED显示技术取代LCD显示屏。

新材料、新机制研究为OLED技术原始创新提供持续动力 邱勇院士指出，有机发光技术的不断发展，对有机发光材料与器件的研究提出了更高的要求，该领域的研究体现出基础理论与技术创新并重的特点，必须加强新材料、新机制研究，其为OLED技术原始创新提供持续动力。报告重点介绍了清华大学在高激子利用率的发光机制以及新材料方面的研究进展，以及在有机半导体传输理论方面的初步探索。源自清华大学的维信诺公司在国内OLED显示屏产业化方面走在前列：2010年建成大陆第一条AMOLED中试线；2014年12月建成大陆第一条专业5.5代AMOLED大规模量产线，2015年3月第一批产品出货；柔性OLED显示技术产业发展取得新进展，2015年7月初，维诺信可全屏卷曲柔性AMOLED显示屏样品点亮，产品性能参数达到国际水平。

材料和器件结构是低成本溶液加工型高分子材料OLED产业化的瓶颈问题 OLED作为照明光源，具有面光源、柔性、健康光源的特点，据王利祥研究员介绍，国际上正竞相开发OLED照明技术，国内该领域处于起步阶段。相比于蒸镀工艺的有机小分子白光OLED，印刷、打印等溶液加工型高分子材料OLED成本更低，但产品发光效率较低阻碍了其应用。报告介绍了其团队在树枝状分子和单一高分子白光两个材料体系方面取得的研究进展。单一高分子白光材料可以克服高分子共混体系颜色不稳定等问题，并且在结构设计与性能优化方面具有突出优势和发展潜力。王利祥教授团队主要集中在全磷光单一高分子白光材料的设计合成与性能研究，目前使发光效率和功率效率从18.4 cd/A和8.4 lm/W提高至25.8 cd/A和15.6 lm/W。

院士点睛

中国对新一代OLED照明、显示技术具有巨大应用需求，同时全球范围内OLED产业格局尚未形成，这些为中国OLED产业发展提供了机遇；同时当今中国的科研经费投入和资源配套能力与之前CRT显示技术兴起时的光景已不可同日而语，中国完全有信心和能力把握OLED技术发展机遇，占据一席之地。

——邱勇院士

中国企业在OLED手机屏幕技术方面，经过几年努力，可与日韩等国竞争。OLED电视屏幕技术难度较大，中国企业与国际先进水平差距较大，应该还有很长的路要走。

——邓青云教授

热烈讨论

OLED技术相关的材料研发，有哪些工作可做？

王利祥研究员：有机发光技术的传输机制和无机半导体发光存在很大不同，并且传输材料使用较多，应加强传输机制和传输材料的研发，为产业发展提供技术支撑。

邓青云教授：相比新的发光材料研发，降低现有发光材料体系的成本、通过多种途径节省材料使用量更为关键。

邱勇院士：替代ITO的透明电极材料值得关注和加大研究。

有行业预测称，OLED产业的爆发将于2017年或2018年后发生，您觉得可能吗？

邓青云教授：LG公司已计划2017年OLED电视机交付量大幅增加，苹果公司已在iwatch上使用OLED屏幕，近年极有可能在iphone上使用OLED屏幕，2017年前后OLED产业爆发可能性很大。

邱勇院士：关于产业爆发的节点标准，不同人有不同看法，毫无疑问，2017年OLED电视机价格将大幅下降。

相比于OLED技术，新兴的QLED技术前景如何？

邱勇院士：在基础研究方面，QLED技术使用新的发光材料，相关机制和材料值得学习和研究；但产业化方面开展工作较少，目前产业前景还不能判断。

邓青云教授：QLED和OLED技术没有好坏之分，都面临发光材料、效率、稳定性等问题，解决好这些难题，QLED也是非常有用的技术。



携手努力 共话OLED未来创新之路

—— OLED论坛侧记

文 / 苏州大学 许瑞鹏

OLED过去在众多科研人员的努力下，已经取得了阶段性的成果。OLED要继续发展，需要我们坚持不懈地努力，OLED的未来将落在青年人的身上。

——“OLED之父”邓青云教授

OLED在国内的发展还有很长的路要走，我们把OLED领域的各位专家学者聚在一起，希望大家可以探讨一下国内外OLED的现状和未来，为国内OLED的发展制定出一条快速发展的道路。

——李述汤院士

或许有一天，我们穿的衣服、读的报纸、家里的玻璃窗都集成了OLED显示，人们随时随地可以查询信息、浏览新闻、观看影视作品；家里的“OLED灯泡”以各种形状的薄片状图案贴敷在人们需要的地方，发出柔和、自然的光线。这些都是OLED技术自发光、低功耗、高响应、宽视角、高亮度、高对比度、柔性等特殊性能带给我们的。OLED将是未来新一代大型显示发光材料和技术，受到各国科研机构和企业竞相追逐。

2015年9月20日，“2015新材料国际发展趋势高层论坛——OLED论坛”在上海国际会议中心如期召开。本次论坛由苏州大学功能纳米与软物质研究院、上海大学新型显示技术及应用集成教育部重点实验室承办。分论坛邀请了海峡两岸OLED领域知名学者和企业科研人员16人，围绕OLED技术相关发光材料、器件、封装技术等基础研究最新进展和产业发展现状、趋势作专题报告，“OLED之父”邓青云教授和李述汤院士出席了研讨会，对国内外OLED发展趋势进行了高端点评，并寄语科研人员充满信心，携手努力，推动OLED产业化更大发展。100余位OLED领域的专家、学者、青年学生通过论坛的交流、探讨，了解了OLED未来发展之路，明确了自己的研究目标和努力方向。

会上，各位专家都一致认为：我国的OLED发展起步较早，但近年来却没能跟上日韩的发展，这就需要在政策制定和产业结构规划上及时调整，加大投入。只有这样，才能避免走LCD的老路，才能攻破技术壁垒，才能占领OLED发展的制高点！



►► OLED发光材料研究居国际领先水平

受自旋统计规律限制，传统的荧光材料只能利用25%的单线态激子发光，而热活化延迟荧光(TADF)材料的三线态激子可以通过反向系间窜越(RISC)回到单线态并发光，OLED器件在理论上内量子效率可以达到100%。李振声教授、马於光教授、杨楚罗教授、段炼研究员等对TADF材料的能级、激子行为、分子设计等方面进行了细致深入的研究，提出了许多具有指导意义的理论，为TADF材料的发展提供了理论支撑。其中，马於光教授应用态杂化原理设计合成了多种具有杂化CT态(HLCT)性质的材料，具有非常高的发光效率及激子利用率。杨楚罗教授通过设计兼具高三线态能级和高玻璃化转变温度的主体材料以及兼具高三线态能级和双极传输性能的主体材料，发现主体具有较低的三线态能级在光致发光时会发生有效的能量转移，对OLED主体材料作用机制提出了新的理解。



►► 制备工艺发展助推OLED产业化进程

目前，OLED产业化迟迟未能达到预期，主要是因为器件效率、器件寿命、大面积器件量产存在问题，器件制备仍然存在许多特殊的技术挑战。廖良生教授系统地就器件制备工艺中面临的问题进行了阐述，并且结合自身研究的内容，从有机发光材料的设计与合成、透明电极修饰、器件结构设计、出光效率改善、装备自主设计等方面对如何进一步提高器件的发光效率、工作寿命、光源质量、产品潜在性价比等问题进行了讨论。TCL的朱昌昌博士从产业化角度对印刷技术的特点和应用进行了探讨，围绕可溶液加工OLED材料的突破、印刷工艺技术的发展、印刷显示面临的挑战等领域进行阐述，最后从宏观上介绍了国内外印刷显示产业的动态以及展望。郭小军教授的低功耗AMOLED显示器件与驱动技术和张建华教授的原子层沉积(ALD)封装技术都为OLED产业化注入了不竭的动力。

►► OLED技术在创新中发展

科学的魅力在于开拓创新，有创新才会有发展。本次OLED分论坛中，涌现出了许多创新性的工作：唐建新教授将OLED与光学工程相结合，指出光学耦合效率是影响OLED器件的光电转换过程的关键因素之一，开发出了软纳米压印仿生微纳结构光学耦合调控的方法，极大地提高了器件的光提取效率。王建浦教授基于钙钛矿材料 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ 制备了高效绿光器件，在电压为2.8 V时，流明效率为4 lm/W，亮度达到20,000 cd/m²。表明PeLEDs在低成本显示、照明领域具有很好的应用前景。彭笑刚教授将量子点发光与OLED相似之处进行分析创新，制备出了EQE = 20.5%，器件寿命>100,000 h (初始亮度100 cd·m⁻²)的QLED，创国际最高水平。

热烈讨论

对于热活化延迟荧光OLED，怎样提高激子的利用率？

段炼研究员：可以引入“敏化”发光机制，利用TADF材料作为主体，掺杂高发光效率的磷光或荧光染料，TADF材料中的单线态激子通过高效的Förster传递将能量传给发光染料，并由后者发光。这样，上转换过程和发光过程分别在不同的材料上完成，器件的发光效率取决于TADF材料的三线态上转换效率和染料的发光效率，从而可获得高性能的热活化敏化磷光或热活化敏化荧光。

杨楚罗教授：从材料层面可以对分子结构进行设计，提高载流子传输平衡，抑制三线态激子的能量倒流，从而提高激子的利用率。

OLED与QLED是竞争还是殊途同归？

邓青云教授与彭笑刚教授在会上就OLED与QLED的技术发展问题进行了深入探讨。一方面，OLED已经实现部分产业化，在技术上已经有非常深厚的积累，但在大尺寸生产上仍然存在一些技术难题。另一方面，QLED通过借鉴OLED的技术，逐步在器件性能上取得突破，但由于存在重金属镉，生物安全问题比较突出。两种显示技术具有许多共同的优点，同时也存在一些技术问题，正是两者的相互促进，才使得这两种显示技术不断发展。

OLED在实现产业化上亟待解决的问题？

TCL集团朱昌昌博士：目前我国的OLED产业化与日本和韩国之间存在一定的差距，正处于研发阶段，而急需解决的问题是如何实现大面积生产，如何提高产品的良率。

台湾国立交通大学的孟心飞教授：我们可以在产业化方面另辟蹊径，利用刮涂这种低成本的制备技术制备彩色照明器件，用于家居装饰。

马东阁研究员：现阶段OLED产品价格昂贵的根本原因不是材料和器件结构的问题，而是如何解决大面积基板的制备工艺问题。



2015 IFAM



自1859年卡斯通和普朗特（Gaston&Plante）成功发明铅酸蓄电池，以及1868年法国勒克朗谢（G.Leclance）试制锌锰干电池以来，储能电池经历了100多年的发展，并逐步建立了独立完整的科技以及工业体系，处处影响着人类以及工业领域的发展。当今，电池对社会的发展发挥着重要作用，可以说，没有储能电池，社会将无法发展。随着信息技术的不断发展以及互联网应用的日益广泛，储能技术将会迎来新的辉煌。

没有储能电池 社会将无法发展



中国科学院物理研究所陈立泉院士（左）作了题为“新能源与储能电池及材料进展”的报告、西班牙CIC Energigune研究所M.Armand教授（中）作了题为“Present Lithium Metal Batteries for EVs: Advantages and Drawbacks”的报告、北京理工大学吴锋教授（右）作了题为“高性能二次电池与相关材料进展”的报告。

储能电池在发展新能源和EV中占有举足轻重的战略地位，并将促进互联网+能源产业的兴起

“当今世界无论是消费电子、电脑、手机，还是电动汽车(EV)和规模储能(EES)大都采用锂离子电池。2014年全球锂电池需求年均复合增长率高达32.51%”，陈立泉院士在报告中指出。随着EV和EES的普及，对锂离子电池的需求还会以更快的速度逐年增长。然而，锂

的储量在地壳中仅占0.002%左右，是一种稀有金属。为了探讨如何实现EV和EES产业的可持续发展，世界各国纷纷开始研究锂离子电池之外的其它可充放电池，比如基于一价离子的锂/硫、锂/空和钠离子电池，基于多价离子的镁离子电池、锌离子电池和铝离子电池。报告综述了钠离子电池、锌离子电池和铝离子电池的研究概况，简要回顾了国内研究进展。

高比能电池的一个可行性选择——金属锂

世界著名锂电池学者、锂电池产业的奠基人之一Michel Armand教授在报告中就储能电池的质量比容量和较小的体积能量密度指出，金属锂是理想的电极材料。由于石墨活性材料不仅存在一定的质量损失，而且它还需要一个铜的集电器，其重量大且不可持续使用。而金属锂可以用非循环金属制造质量更轻的集电器。聚合物电解质，主要是溶解在聚合物（环氧乙烯）中的锂盐，具有充分的导电性能。他们可以提供一些机械力来阻止树枝生长，特别是在加入纳米颗粒后。在欧洲和美国，有将近3 500辆汽车采用“pay&ride”系统，在60~80 °C的环境下进行聚合物电解质电池的运行，其电池的使用寿命可以达到10年或者400 000 km。

目前国际电池领域的研究热点，未来一系列高技术发展的重大需求——新型高性能二次电池

北京理工大学吴锋教授指出能源和环境是21世纪全球关注的重大问题，高性能二次电池与相关材料，已成为当前国际研究的热点。发展清洁和可再生能源是我国社会经济发展的重大战略，已被列为国家中长期科技发展规划纲要中重点和优先发展的方向，可服务于电动汽车、储能电站、航空航天、现代国防等国家一系列重大需求。报告阐述了如何基于轻元素化合物的多电子、多离子反应机制，实现二次电池能量密度的跨越式提升，构筑高比能二次电池新体系以及如何采用新材料与新技术实现电池综合性能的提高，制备出高比能、高功率、高安全可靠性和高性价比的新型二次电池。

院士点睛

先进二次电池是风电和光伏电储存的首选方式，同时也是新能源汽车产业成败的关键。储能电池在智能电网中可有效削风填谷，从而促进“互联网+能源产业”的兴起。针对当前电动汽车的需求，二次电池的关键不仅是能量密度，电池的成本也非常重要。可利用锂离子电池的生产经验和技術，开发低成本高能量密度的新一代储能电池，从而推动储能电池产业的飞速发展。

——陈立泉院士

热烈讨论

除Li材料电池储能之外，还有超级电容器和超级电池，对这两种器件和材料有什么看法？超级电容器的应用前景如何？

陈立泉院士：现在Li电池的能量密度做的很大，客观来讲，超级电容器有它自身的优点，它的能量密度比Li电池要低，但是它的倍率性能很不错。例如中国北车研究院想发展应用在地铁和高铁上的超级电容器，目前超级电容器的能量密度只有每公斤3~5 Wh，多数为3 Wh，他们希望将超级电容器的能量密度提高到每公斤20~30 Wh，这样超级电容器就可以和Li电池相媲美。从应用来看，他们各有各的市场，Li离子电池想要占据超级电容器的市场，就要将它的能量密度往下降，满足市场

上对快速充放的需求，同时要将功率密度往上升。关于超级电池的概念，我认为这个不能称之为超级电池，它只是一种将功率密度提上去的Li离子电池，可以加入活性炭，将Li离子电池的能量密度降低，提高其功率密度。



先进电池材料主题由江东亮院士（左）和姜德生院士（右）主持

洞察国际能源材料的发展动态 把控能源材料的发展脉搏

——能源材料论坛侧记

文/北京理工大学 陈人杰

2015年9月20日“2015新材料国际发展趋势高层论坛——能源材料分论坛”在上海国际会议中心举行，本次论坛共邀请了来自化学电源、太阳能电池及二次电池产业化技术等领域的18位专家报告人进行了专题报告。他们分别是中国科学院物理研究所李泓研究员，上海交通大学杨军教授，上海空间电源研究所汤卫平研究员，复旦大学夏永姚教授，华中科技大学郭新教授，中国科学院物理研究所孟庆波研究员，武汉大学杨汉西教授，南开大学高学平研究员，清华大学康飞宇教授，中国科学院上海硅酸盐研究所温兆银研究员，中国科学院化学研究所郭玉国研究员，上海交通大学曾小勤教授，中国科学院宁波工业技术研究院许晓雄研究员，上海大学张文清教授，华南理工大学李国强教授，江苏海四达电源股份有限公司冯力总师，上海奥威科技开发有限公司安仲勋副总工，以及赛默飞世尔科技有限公司葛青亲博士。论坛分别由薛群基院士、何季麟院士和吴锋教授主持。

作为当前材料研究领域的热门方向，能源材料得到了参会人员的积极关注，报告专家与参会人员展开了热烈讨论和技术交流，针对当前能源材料特别是高性能二次电池的发展需求和关键技术突破，深入地交换了意见。此次能源材料论坛为国内外本领域的研究学者本提供了较高层次的交流平台，相信通过此论坛的召开，可以有力地推动我国新能源材料和高性能二次电池关键材料的研究和发展。



杨军教授

● 锂离子电池体系

硅基电池是当前的研究热点。李泓研究员提到硅基负极材料的主要问题集中在体积膨胀收缩和负极SEI膜的生长，他利用了原子力显微镜技术深入地解析了硅基电池膨胀的过程和SEI膜的生长，并提出了纳米化三维硅基材料的设计方案，成功制备出纳米硅碳复合电极材料，得到了很好的性能。杨军教授针对多孔硅基负极材料微纳结构的设计与性能开展研究，从界面层修饰与粘结剂作用出发，发展了高稳定硅基电极结构，引入聚多巴胺界面层改善电极结构的稳定性，并采用喷雾干燥技术和镁热还原反应制造出低成本多孔 SiO_2 ，并转化成高活性硅基负极材料。在正极材料研究领域，康卫平研究员利用水热还原法制备出 Li_2MnO_3 纳晶材料，通过一系列测试证明了不同的颗粒尺寸对 Li_2MnO_3 晶体的电化学性能、电压平台和充放电过程中的结构变化有一定影响。夏永姚教授研究了橄榄石结构的 LiFePO_4 和 $\text{LiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{PO}_4$ 储锂机制，其利用铁元素掺杂 LiMnPO_4 得到 $\text{LiFe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{PO}_4$ 固溶体，这种材料具有新的Li嵌脱机理，是一种新型的高倍率电极材料。郭新教授阐述了锂离子导电氧化物的缺陷问题，提出材料中的氧空位和锂空位等空位的存在是锂离子传导的关键，并研究了材料中晶界和晶粒的阻抗的存在对材料中锂离子迁移的影响作用。在锂离子电池电解质研究领域，许晓雄研究员讲述了固体电解质材料的研究工作，汇报了NASICON结构的氧化物类和硫化物类锂离子导体材料的研究进展。

● 太阳能电池体系

孟庆波研究员以高效钙钛矿太阳能电池材料和界面调控为主题，提出了如何提升钙钛矿材料电荷传输能力的机理，并介绍了自主开发的太阳能光谱响应测试系统（IPCE）。张文清教授研究了晶格的振动对热电材料的影响，提出较强的框架键能和能量较弱的框架填充物可以有效降低材料的热导率。并通过一系列的实验获得了高性能的热导材料。李国强教授采用低温大失配缓冲技术，通过控制非晶态层大失配 InGaAs 缓冲层的厚度，获得了高晶体质量的 InGaAs 外延薄膜及电池原型器件。

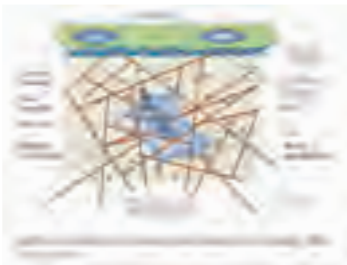
● 电池新体系

电池新体系被认为是储能电池的重要发展方向，论坛中的电池新体系报告涵盖了钠离子电池、铝离子电池、锌离子电池、镍离子电池、锂硫电池、钠硫电池和光充电电池等许多新方向。杨汉西教授课题组从钠离子电池材料自身的缺陷出发设计大尺寸3D隧道结构氧化物、蜂窝层状氧化物、无机配合物、聚阴离子磷酸盐和有机聚合物等正极材料。高学平研究员结合染料敏化太阳能电池的发电和二次电池的储电特点，探索构筑和发展了光充电（储能）二次电池体系，实现了电池的自充放电循环，并指出该工作目前还面临很多问题。康飞宇教授基于纳米 MnO_2 的离子储存技术提出了可充电锌离子电池和镍离子电池，报告中指出锌离子电池可取代部分一次电池并在性能和成本上可以和铅酸电池竞争。温兆银研究员展示了自主开发的应用于钠硫电池的半透明陶瓷管，并利用钠硫电池中的致密隔膜和负极保护技术改进了锂硫电池的性能。郭玉国研究员提出了锂硫电池存在的问题和挑战，通过一系列的理论研究设计出导电聚合物包覆硫电极、石墨烯包覆硫电极，并对电解质和粘结剂进行改性，以提高锂硫电池的性能。曾小勤教授介绍了镁基能源材料的研究进展，设计并制备出核壳结构纳米镁基储氢材料，克服了部分储氢材料的问题，其课题组还研究了镁二次电池和镁空气电池，并指出镁电池容量高、成本低，有望取代锂离子电池成为新一代的动力电池。

● 电池产业与应用

冯力总工以企业实际生产为背景重点介绍了目前动力电池材料和电子设备所用的正极材料，指出目前高功率电池中性能较好的是NCM三元材料，而磷酸铁锂材料用于低端的电子设备。上海奥威科技开发有限公司安仲勋副总工概述了该公司锂离子电容器的研究进展及示范应用。赛默飞世尔科技（中国）有限公司葛青亲博士讲述如何将XPS设备应用于新能源和半导体材料的表征研究中。





生物与仿生材料其概念从1960年开始提出，大自然经过亿年的进化，其自身具有目前人工技术和制造所无法比拟的优越性，而生物仿生材料就是要从大自然中寻找其蕴含高科技的灵感，并以此为新型的功能材料的设计和研究提供理论依据和实用途径，在工程上实现并有效地应用生物体所具有的功能。美国新经济杂志《Business 2.0》将生物与仿生科技称为未来人类开创更美好世界的八大科技之一，而生物与仿生材料则是实现这一目标的重要支撑。

取亿万年自然进化之灵感 服务人类未来社会之发展



美国俄克拉荷马大学毛传斌教授（左）作了题为“Genetically Engineered Biomaterials”的报告、上海交通大学张荻教授（中）作了题为“自然启迪的分级结构功能材料的探索研究”的报告、华南理工大学王迎军教授（右）作了题为“生物材料的表面功能仿生与生物适配”的报告。

从基因角度出发的工程用生物材料：高效率、高安全性、高敏感度——噬菌体在生物材料中的应用

美国俄克拉荷马大学毛传斌教授主要讲述了有关基因工程的生物材料。他指出：噬菌体是一种对人类来说安全却能特异感染细菌的病毒，它可以以纳米颗粒的形式去描绘出壳蛋白和DNA核。蛋白质通常被DNA编码，因此我们可以通过基因手段来修饰噬菌体的表面化学性能。基因修改后的噬菌体可以被用来直接合成或者自组装成生物材料，指导干细胞进行组织再生的分裂，鉴别细胞或者组织的靶向多肽，研发具有高敏感性的可以直接诊断疾病的生物传感器，以及可以作为载体，为靶细胞提供高效的药物或者进行高效的基因传递。毛传

斌教授并就自己课题组有关生物纳米组织的基因修改在新型生物材料和纳米药物的发展进行的详细的讲述。

“嫦娥”的飞奔，“玉兔”的漫步，都离不开轻质、高强、多功能的先进金属基复合材料，它是国家发展的重大需求

“We don't know, but nature knows” 上海交通大学张荻教授在会议中讲到，他指出启迪于自然界生物通过精细分级结构进化所得的非凡结构功能化，可以指导复合材料的设计和制备，他提出了直接借用生物自身多层次、多维、多结构的本征结构作为模板，通过物化手段，变更其结构组分，制备既遗传自然生物精细形态与功能、又有人为赋予特性的新材料，即“遗态材料”的研究新理念，为材料构型设计和结构功能化提供设计依据和适用途径的前瞻性思路、方法与原理验证。报告中张教授重点讲述了基于蝶翅、植物叶等典型生物结构，研究和创制了多种兼具生物分级结构和功能组分双重特性的结构功能化材料。

生物材料表面的活性因子、化学性质、物理形貌等表面性能是决定材料生物适配的关键所在

华南理工大学王迎军教授在报告中介绍到生物材料表面的物理、化学性质将直接与机体细胞、组织之间的产生相互作用，进而影响材料的生物适配性及其对组织修复的效果。因此，采用各种仿生技术对材料表面进行功能化构建，是生物材料表面研究的热点和难点。从微、纳米尺度设计并仿生构建生物材料表面的微观拓扑结构，研究并构建生物材料表面各种官能团种类及功能表达，以及通过在生物材料表面构建各种生物活性分子，均可以有效调控细胞在生物材料表面的排列取向、粘附、铺展状态以及生物学性能表达，进而调控材料生物适配性能和生物材料对病损组织的修复。

热烈讨论

关于噬菌体的研究做了大量的工作，现在到了什么阶段，是在基础研究还是已经能够应用于临床使用，比如：在cancer中，是能够检测cancer还是能够治疗cancer？

毛传斌教授：对cancer来说，我们做实验也是想从cancer整体的问题去着手，比如，我们的一个研究成果就是把病人的血液和正常人的血液相比较，用我们的技术去检测，主要是想应用于真正的临床检测，而对于治疗cancer的问题，我们希望解决一个问题：很多药物包括纳米药物会破坏组织，如何使这些药物能够靶向地作用于病变的组织，或避免其正常组织的破坏作用，是我们亟待解决的。

一般氧化钛的转化效率是比较低的，采用您的仿生遗态材料后，转化率能提高到多少，有关光合作用的效率能做到什么水平？

张荻教授：我们实际上还是采用颗粒的SiC来做金属基复合材料，这些材料国外对我们是禁运的。我们所做出的材料性能，在强度和模量上与美国一些公司的材料势均力敌，但我们的材料塑性比他们的高出30%。国际上利用碳纳米管来做仿生材料相对来说较少，我们是最早进行碳纳米管仿生功能材料研究的，我们利用碳纳米管做的仿生材料模量相比国外的高10%，强度高20%，塑性比国外的高出10%，这样就能够保证材料在高压下具有较好的韧性。我们没有系统地进行光能吸收的研究，只单独进行过光催化和光解水的研究。从光催化的角度来讲，和常见的TiO₂相比，在其他条件不变的情况下，改变结构，能够提高80%~120%的效率，在没有掺杂的情况下，TiO₂中掺杂N可以提高它的相关性能，我们现在做的是纯TiO₂，今后我们将在TiO₂掺杂N的情况下，和我们的材料组合，所得到材料的整体性能将会得到大幅度提升。



构建以新一代生物材料为主体的新产业体系

——生物医用与仿生材料论坛侧记

文/华南理工大学 杭飞

我国目前生物医用材料正在发生重大的变革，组织器官的替换已经从简单的形态恢复、功能恢复进入到再生人体组织器官、精准治疗和个性化治疗，从大范围手术治疗进入到微创治疗。

2015年09月20日，“2015新材料国际发展趋势高层论坛—生物医用与仿生材料论坛”在上海国际会议中心召开。本次论坛由华南理工大学、国家人体组织功能重建工程技术研究中心和《中国材料进展》杂志社承办。由四川大学国家生物材料工程技术研究中心、金属基复合材料国家重点实验室、华东理工大学协办。

张兴栋院士在论坛开幕式上提出了我国未来生物医用材料的目标和任务：

我国生物医用材料未来**两大**目标：

- 1、要建设一个以新一代生物材料为主体的新的产业体系；
- 2、在前沿的研究上引导生物材料产业进步。

我国生物医用材料未来**六项**任务：

- 1、完整地建立新一代生物医用材料科学基础；
- 2、突破一些重大的关键技术，包括3D打印技术、材料基因组的研究等；
- 3、开发一批新产品：如骨修复材料、血管支架材料、血液净化材料、口腔材料、高端医用耗材；
- 4、解决量大面广的基础材料的生产供应问题；
- 5、要把研究开发和临床应用牢牢把握在一起；
- 6、建立一批示范性的工程研究产业化基地。



张兴栋院士



钱旭红院士

密歇根大学马晓龙教授介绍了生物支架为干细胞的分裂提供了三维环境，同时为组织的再生长提供了模板，他们课题组研发了囊括细胞外基质（ECM）特点、促进组织再生的生物支架。新型相分离技术被用于研究模仿ECM纳米纤维的生物支架，多孔网状的设计有利于细胞的播种和迁移、物质传送和组织再生。为了减少外科手术，研发的生物可降解聚合物材料能够自组装为纳米纤维微球、纳米纤维空心微球、纳米纤维海绵状微球，可作为新型的可注射支架。为了模仿生物分子活性的发展，研发的可以释放各种生物分子用以直接控制细胞的生长，加速生物组织的再生。这些生物材料微观环境的设计可以促进干细胞再生为各种组织。

华东理工大学材料科学与工程学院院长刘昌胜教授借鉴人体创伤自愈合过程，利用人体内“生物反应器”，诱导材料激发体内的生物学效应，实现受损组织原位再生代表了组织再生的新方向。

蒂文斯科技学院Matthew Libera教授讲到，与组织接触的生物医用装备可以促进生物体受伤或感染后的愈合，但同时经常会黏附有细菌或者会扩散细菌的感染。在组织接触的生物医用设备发挥了他们治疗效果的同时，又加剧了慢性感染的可能。为了解决此类问题，一种解决方案是我们发展不同于组织细胞和细菌相互作用的表面，能够同时促进生物体的愈合和抗感染能力。生物组织细胞和细菌具有明显不同的特征，例如大小、适应性、黏附机理等等，我们可以建立类似于这种性能特征的表面。Matthew Libera教授开拓了不同用途的水凝胶，可以在微观尺寸下调节细胞材料的相互作用。微凝胶可以更进一步设计后，合成为装载各种抗菌剂的载体，不仅可以抵抗细菌的黏附，也可以通过细菌自身触发的设备表面杀死细菌。

四川大学顾忠伟教授针对恶性肿瘤高效治疗，依据特定生物学信号以及自然界中纳米系统的特征，进行分子设计，实施分子工程，成功构建了一系列能感知肿瘤微环境、模拟病毒载体并具递送程序化和功能多样化的新型高分子纳米递送系统。发展了治疗性肽类树状大分子这一新的研究方向。

蒂文斯科技学院王红军教授在报告中介绍了对理想细胞表型的维护，是功能化组织再生的必要条件。最新的证据显示，生物支架不仅可以为细胞的连接物和生长提供暂时的支撑，同时也可以指导细胞的成长。在细胞表型的表达上，支架的物理特征极需要编码标准因素，这样可以更好的指导为功能化组织的形成设计支架。理想状态下，组织工程用类支架需要最大化的获取组织本身的物理化学特征。一系列新的制造技术，例如静电纺丝，3D打印和喷墨打印技术在微米/纳米尺寸上设计直接时，可以提供合并组织本身细胞外基质（ECM）层次和复杂特征的通用性。最后王教授总结了自己课题组在生物支架制造技术的最新研究进展，并详细阐述了这些技术在制造多尺寸生物仿生支架的潜在利用，可用以控制细胞反应和组织的再生。



丁伟贤院士

北京大学工学院郑玉峰教授指出，进入21世纪，医用金属材料正在发生变革，以可降解金属、纳米晶金属、大块非晶合金为代表的新型医用金属材料在被研发，同时以3D打印技术为代表的先进加工技术也在被尝试。报告综合评述了目前处于变革中的医用金属材料的研究现状和发展趋势。

华南理工大学陈晓峰教授团队通过深入研究，发现MNBG是通过激活p38和ERK两条信号通路实现介导骨髓间充质干细胞(MSC)向成骨细胞定向分化。MNBG释放的Si、Ca离子通过MAPK通路中的ERK通路和p38通路促进了Runx2的表达，进一步上调ALP、OCN等成骨相关的基因及蛋白。细胞学研究及动物体内植入实验表明，所研制的微纳米生物活性玻璃(MNBG)具有优良的基因激活特性和促进成骨能力。

国家生物医学材料工程技术研究中心主任王云兵教授在报告中指出根据不同的应用，通过优化材料结构，改进加工工艺，筛选出最能符合要求的生物医用材料，是新型医疗器械研发成功的一个非常关键的环节。此外，材料学、细胞生物学、分子生物学、物理学、信息及电子科学等多学科的协同交叉已成为当代生物医学材料及器械的发展方向 and 前沿。

中国科学院上海硅酸盐研究所常江研究员的代表吴成铁教授在报告中总结了生物活性材料作为金属和高分子材料的生物活性涂层，用于制备新型生物活性植入物的最新研究进展，并展望了生物陶瓷研究发展的新趋势。

复旦大学丁建东教授团队研发了一类具备热可逆sol-gel相转变特性的高分子水凝胶。该类水凝胶在包裹药物或者细胞以后可作为储库型药物缓释载体和可注射性组织工程材料，此材料也可以直接作为术后防粘连材料以及消化道黏膜下注射材料等。

西安交通大学材料学院憨勇教授研发出在钛、钽、锆、镁等医用金属及其合金表面构建羟基磷灰石（HA）纳米棒/纤维图案化氧化物基复合涂层的普适方法，揭示了涂层的形成机制、类体液环境中的结构和结合强度稳定性及其演化行为，阐明了HA构形几何参量（如维度、间距、取向）对成骨细胞和骨髓基质干细胞的调控效应与机制，研究了HA构形化复合涂层的新骨形成与骨整合行为。

中国科学技术大学王均教授介绍了研究小组最近通过对载体表面特性控制，以及利用载体运输药物过程中面临的微环境变化进行抗肿瘤药物载体生物材料设计和功能构筑，及其在动物水平改善肿瘤治疗效果的研究结果。



陈晓峰教授

上海交通大学李志强研究员在报告中提出叠片冶金/仿生复合的学术思想和技术路线，首先制备纳米铝片并使纳米碳增强体在其表面均匀分散，然后以所得CNO/Al、CNT/Al、GNS/Al等片状复合粉末作为模块单元，仿生建构类贝壳“砖砌式”纳米叠层构型的铝基仿生复合材料。为金属材料的纳米复合化进行了有益探索，为“建构材料”研究提供了成功的案例。

2015 IFAM

百家争鸣，共论“21世纪绿色工程材料”——镁合金的发展未来

——镁合金材料工程前沿技术论坛侧记

文/上海交通大学 彭立明

当前我国镁合金发展存在若干问题，特别是在民口，缺乏的是应用能力，包括设计、制造、评价、生产等上中下游的问题。“中国制造2025”分为跟踪、并行、领跑三个层面。经过调研，中国的镁研究在世界上处于领跑的位置，积累了多年的研究，具有一定的影响力。发挥好镁在“中国制造2025”中的作用则需要应用上“狠下功夫、实现突破”。利用当前镁合金在汽车整车车身、发动机缸体、轮毂制造上的优势，希望镁能够在“中国制造2025”中达到领跑层次。

——丁文江院士

2015年9月20日，“2015新材料国际发展趋势高层论坛——镁合金材料工程前沿技术论坛”（以下简称镁合金论坛）在上海国际会议中心5H报告厅顺利召开，整个会场座无虚席。镁合金论坛由上海交通大学、上海科学技术开发交流中心、轻合金精密成型国家工程研究中心、金属基复合材料国家重点实验室四家单位联合承办，由中国有色金属学会、中国有色金属协会镁业分会、国家金属腐蚀控制工程研究中心、《中国材料进展》杂志社协办。

本届镁合金分论坛，共邀请中国工程院左铁镞院士、中国有色金属工业协会镁业分会徐晋湘会长、重庆大学潘复生教授、中国科学院金属研究所韩恩厚教授、中南大学杜勇教授、东北大学秦高梧教授、北京工业大学杜文博教授、上海交通大学彭立明教授、中北大学张治民教授、南京理工大学王经涛教授、中国科学院长春应化所孟健教授、上海交通大学袁广银教授、北京有色金属研究总院张奎教授、哈尔滨工业大学吴坤教授、西安交通大学刘博宇博士等15位报告人，分别就我国镁产业及工业的发展现状与未来发展战略、镁合金新材料设计制造的基础研究及其在工业和生物医用领域开发应用的有关情况进行了系统的交流。报告内容不仅有左铁镞院士针对镁产业发展切合实际、高屋建瓴的战略思考，徐晋湘会长基于行业数据提出的镁工业发展设想，还有针对镁合金新材料设计的相图计算、塑性变形新机制、准晶/LPSO等精细结构组织调控机理、稀土作用机理、基于变形机制的镁合金力学性能等基础研究，更有对镁合金新材料制备的新技术、大型承力构件控制成型技术、镁合金腐蚀与防护等应用技术研究，整个内容涵盖稀土镁合金和非稀土镁合金两个方面。值得一提的是本次报告中还介绍了可控降解医用镁合金、高导热镁合金、镁基复合材料等功能应用镁合金材料的飞速发展和现状，把镁的应用开拓到更广阔的领域。



我国原镁产量已经连续16年处于世界第一，但是镁总量在70~80万吨徘徊，在应用结构上来看，包括简单压铸件在内的制品占不到20%，离成熟应用金属品种的路还很长。相比而言，铝13~14年的增量就达880万吨，从数据上看，镁还没成为技术成熟、应用成熟的基本金属材料。如何高效快速推进金属镁的成熟的发展，我们应从原镁冶炼开始到合金设计、压铸、变形加工，特别是注重提升变形加工标准结构型产品的比重等，这些都是突破镁成熟重点应该关注的方面。当然还有其它诸多因素，如价格问题，标准化体系建设，每个段落进步的问题。对于全球而言，镁相对于铝、铜、钢来说，标准化比重还很低。

——何季麟院士

左铁镞院士回顾了我国镁产业发展历程，重点介绍近十年来我国镁产业的发展动向与趋势，分析国内外镁及镁合金的应用状况和最新的研究动态，从宏观上阐述我国镁及镁产品在生产、开发和应用等方面的现状及问题，指出我国原镁产量/镁粗放产品在市场上独占鳌头；基础研究与应用研究，与国外水平相当，部分领域已达到世界领先水平；并就我国镁合金材料未来的发展提出了以下几点建议：国家在政策扶持、经济和行政手段等方面要给予强有力的支撑；形成3~5个各具特色和具有国际竞争力的企业集团；联合“产学研用”优势单位，组建国家层面的研发团队，构建镁材料技术研发平台；借助国家力量推广金属镁在汽车、轨道交通、航空航天等领域的应用；着力加强镁功能材料的研发力度，尽快实现在能源和医用领域的应用。左院士指出，国家应该大力发展镁材料产业，镁材料是我国为数不多的可以领跑世界的材料之一。

徐晋湘会长从主动探寻在“中国制造2025”定位，立足中国镁资源战略优势，充分工业化、规模化发掘、利用镁合金独有的优异综合性能等基本点出发，概述了中国镁行业概况，简要回顾了“十二五”执行情况，就“十三五”规划的指导认识、存在问题、主要经济指标和任务以及保障措施等提出若干思考意见。

潘复生教授较为全面地介绍了重庆大学和国家镁材料工程技术中心的研究内容和进展，一方面介绍了VE84M等一批高性能变形镁合金的开发情况，另一方面还介绍了其在镁合金新材料低成本制备加工技术方面的发展，如自纯化技术、反重力过滤新技术、液-气隔离合金化新技术、非堆成加工新技术等。

韩恩厚教授介绍了从材料设计与制备的角度，通过镁合金化学成分调整和第二相的合理控制有效改善镁合金耐腐蚀性的方法和实验验证结果。本次报告中还着重介绍了化学转化膜、化学镀、微弧氧化、喷涂等集中腐蚀防护方法。

彭立明教授针对“强度不足”和“韧性不佳”这两大限制镁合金应用的瓶颈问题，开展了探明镁合金强化机制、寻找有效强化结构并进行精细调控的相关研究。主要介绍了对Mg-RE-TM合金中析出相、LPSO、织构以及细晶结构的表征结果，揭示了各种微结构的强韧化机理，提出一种微结构精细调控的新工艺，开发了屈服强度超过540MPa的超高强度变形镁合金并实现了挤压型材制备。

袁广银教授针对现有商用镁合金“强韧性不匹配、生物安全性低、降解行为不可控”三大关键问题，提出了“合金设计、高纯制备、结构调控”三位一体的应对策略，成功研发了一类高耐蚀同时具有良好力学性能匹配和生物相容性的JDBM系列镁合金，介绍了其在骨植入和心血管支架领域的动物实验相关结果。

张奎教授通过系统研究三种二元合金的导热性和晶格常数关系，指出主要合金原子半径与镁相差越大，引起晶格畸变越大，合金导热性越差，最终确立高导热镁合金系为Mg-Zn-Mn，同时研究了Zn含量，加工工艺等对导热性的影响。

吴昆教授主要介绍了哈工大在超高强稀土镁合金及镁基复合材料方面的研究。其通过半连续铸造技术成功制备了直径达500mm的超高强Mg-Gd-Y-Zn-Zr稀土镁合金铸锭，此外，哈工大还开发出了镁基复合材料的超声波复合搅拌铸造制备技术以及超声液态制备技术，成功制备了SiCp/AZ91、纳米碳管和石墨烯增强镁基复合材料。

刘博宇博士借助TEM力学测试系统，发现在特定加载方向下，镁的塑性变形可通过晶胞重构机制完成，该机制是与位错滑移和形变孪晶并列的第三种塑性变形机制。该研究不但拓展了人们对金属材料塑性变形理论的认识，还可能对镁合金合金和应用起到推动作用。

杜勇教授设计了一套测定多组元镁合金相平衡的实验设备和工艺流程，基于实验数据，利用第一性原理及CALPHAD方法，建立多组元镁合金热力学数据库，对分析镁合金合金化、凝固过程及热处理设计等具有重要指导意义。

秦高梧教授主要介绍了其研究组在高强非稀土镁合金方面的研究最新进展，特别是Mg-Ca基以及Mg-Sn基合金，指出其通过常规铸造、均匀化处理及反挤压可以获得高强新型变形非稀土Mg-Sn-Ca合金。同时，其定量提出的强化机制可用于指导考察组织-性能关系。

杜文博教授从合金成分、组织控制、机理分析等方面介绍了准晶增强Mg-Zn-Er耐热镁合金的研究成果，确定了准晶I相，W相形成的成分区间，提出了I相及W相的形成机制，指出Er元素添加可提高合金抗蠕变性能。

张治明教授针对镁合金承力构件成型难度大的问题，研究了镁合金构件热成形性及各强化因素贡献，建立不均匀变形条件下最大应变差损伤判据，发明了镁合金铸态组织直接锻造的短流程阶梯温度成形技术，实现了镁合金承力构件形性一体化控制。

王经涛教授基于变形机制探索了Mg-3Al-1Zn合金典型力学特征本质，指出了织构极性引起的拉/压不对称性起源于拉/压变形时孪晶发生率的不同等机制。同时指出HCP结构多晶体中多种晶体学变形机制开动时平均取向因子计算模型的建立，可获得只体现晶粒尺寸作用效应的真正Hall-Petch关系。

孟健教授主要介绍了采用低温下沉阴极熔盐电解专利技术，解决稀土成分难均匀和成分偏析的关键技术，获得了稀土元素可调的系列镁合金中间合金，同时重点研究了稀土元素在镁合金的作用机理，研发了AZ91X和Ace/La44等稀土镁合金。



左铁镞院士



徐晋湘教授



潘复生教授

2015 IFAM

先进材料引领先进制造 共筑中国制造强国之梦

——材料与先进制造论坛侧记

文/上海交通大学 疏达

2015年9月20日，“2015新材料国际发展趋势高层论坛—材料与先进制造论坛”在上海国际会议中心召开。本次论坛由上海交通大学、上海科学技术开发交流中心、上海市先进高温材料及其精密成形重点实验室和《中国材料进展》杂志社承办。论坛聚焦“中国制造2025”，围绕“高端装备创新与先进材料”、“传统制造业转型升级中的先进技术”和“面向重大工程的新材料开发”3个主题，邀请了国内相关高校、重点实验室和骨干制造企业的15位知名专家进行报告，论坛上午部分由关桥院士和柳百成院士主持，下午分别由黄崇祺院士和谢建新教授主持。100余位参会代表聆听了精彩的报告，并进行了热烈的交流、探讨。



柳百成院士



▶▶ 柳百成院士全面解析 《中国制造2025》行动纲领

当前，新一轮科技革命和产业变革与我国加快转变经济发展方式形成历史性交汇，国际产业分工格局正在重塑。美国为强化制造业领先地位推出“先进制造伙伴”计划，另一个制造强国德国推出“工业4.0”战略计划，我国也于2015年5月19日正式颁布《中国制造2025》行动纲领，以推动制造强国之路建设。柳百成院士的报告全面解析了这一纲领性文件，并提出，我国建设制造强国应以“创新驱动”为指导思想，“强化基础”为重要支撑，“材料与工艺”要紧密结合。他建议实施《中国制造2025》有两方面重要工作值得重视：

1. 填补制造技术基础研究和商业化生产之间的“中间空缺”，又称“死亡谷”，这也是一个共性问题。美国通过建立非盈利的创新联盟（制造创新研究院）来解决这个问题。建议“中国制造2025”制造业创新中心建设工程中试点，建立一批成果共享、集中优势兵力的协同联盟。
2. 材料基因组计划（MGI）是美国“先进制造业伙伴关系”计划中的重要组成部分，而集成计算材料工程（ICME）则是MGI的重要组成部分，美国工业界十分重视ICME应用。建议在《中国制造2025》“工业强基工程”中，要大力加强基础材料、先进基础工艺研究，并与信息化深度融合，加强ICME的研究。



关桥院士



褚君浩院士

▶▶ 高端装备创新与先进材料

大力推动航空航天装备、海洋工程装备及高技术船舶、节能与新能源汽车等重点领域突破发展是我国实现制造强国目标的重要战略任务，也是上海加快建设具有全球影响力的科技创新中心的重要产业支撑。

我国自主设计并且研制的大型客机C919首架试飞样机将于2015年年底前完成总装。中国商飞上海飞机设计研究院章骏副总师介绍了先进材料在大型客机中的应用现状，并着重探讨了国产材料在民机应用中面临的困难和挑战。

“十三五”是我国航天事业发展的重要机遇期，要完成载人航天、月球探测以及重型运载火箭等一批重大科技专项和工程任务。提升材料性能水平，是支撑我国航天事业实现更大发展的基础，具有重要的现实意义和战略价值。上海航天精密机械研究所李中权研究员详细介绍了航天型号发展对先进结构材料、功能材料和含能储能材料的需求。

先进航空发动机和燃气轮机的制造离不开关键热端部件的精密成形与高性能热障涂层的开发。上海交通大学孙宝德教授报告了其研究团队目前研制出国内最大尺寸（超过1.3 m）商用航空发动机薄壁铸件，并介绍了在高温合金大型铸件精密成型理论与技术方面取得的进展。上海交通大学肖平教授重点探讨了学术界与工业界紧密合作实现我国热障涂层开发飞跃发展的前景。

沪东中华造船（集团）有限公司唐永生研究员介绍了沪东中华在高技术船舶与海工装备方面的研制现状、相关的材料应用技术以及新的竞争格局下提出的重大需求。来自宝钢中央研究院的王利首席工程师结合汽车材料的发展趋势与轻量化的实现途径，重点介绍了先进钢铁材料的发展。

▶▶ 先进材料是传统制造业转型升级和重大工程建设的基石

上海电缆研究所黄崇祺院士全面论述了中国金属导体制造的创新开发与发展趋向，指出应以创新促发展，自强不息、自主创新，使金属导体的材料、工艺、装备和产品向高端提升，实现更新换代、向更耀眼的目标前进。另据西北有色金属研究院张平祥研究员介绍，涂层导体千米长带材方面，我国目前已同时开展金属有机气相沉积（MOCVD）和脉冲激光沉积（PLD）两种制备技术研究，在制备系统、实验室产品性能方面取得了多项突破性进展；同时张平祥研究员报告了我国聚变堆用超导材料的发展现状与挑战，并从满足未来聚变堆需求的角度出发进行了展望。浮法玻璃新技术国家重点实验室主任彭寿教授以玻璃材料为例，报告了先进制造技术在现代玻璃材料生产过程中的应用。中国建筑材料科学研究总院姚燕教授介绍高工介绍了重大工程水泥与混凝土关键技术的研究和应用现状。

中国科学院上海技术物理研究所褚君浩院士系统介绍了红外材料研究现状与发展趋势，并展示了在月球探测中的应用成果。西北工业大学介万奇教授针对探测器级化合物半导体材料CZT晶体，重点探讨了熔体法晶体生长方法的研究进展。中科院上海硅酸盐研究所董绍明研究员通过长寿命陶瓷基复合材料的设计与构建，为实现陶瓷基复合材料在航空发动机中的应用奠定基础。南京中科煜宸激光技术有限公司邢飞博士结合激光、机器人、3D打印等技术的发展谈了自己对发展中国先进制造产业的若干思考。

热烈讨论

超导电缆的大规模产业化大概还要多久？

黄崇祺院士：现在国内在做的镀膜超导带材都没有产业化，估计都在实验室阶段。真正的产业化大量应用，我认为至少要10年以上。产业化没那么容易，一条带子只有几十米，是不可以的，至少要几百米。电缆真要用超导来做，那将是一个大革命。但是这个事情一定要去努力。

高铁接触线应用较多的是铜镁合金，下一步的发展方向是什么？

黄崇祺院士：高铁300 km/h以上一般都是铜镁，250 km/h左右的是铜锌。高铁下一步速度提高了，强度肯定是要提高的，还有复杂的条件，比如不要打滑；材料本身也是问题。

章骏副总设计师：目前我国自主研发的大型客机上国产材料只占6%。决定材料能否装机应用的主要因素是材料的统计性能水平和成本，国内材料供应商在产品的生产过程控制和稳定性上有很大差距。



姚燕教授



彭寿教授



张平祥研究员



黄崇祺院士

2015 IFAM

INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

中外专家交流切磋 材料基因组科学技术的战略思想及关键问题

——材料基因组科学技术论坛侧记

文/上海大学 张明

2011年6月美国总统奥巴马签署了由美国科学技术顾问委员会倡导的“Materials Genome Initiative (MGI)”科技白皮书。MGI中文被称作“材料基因组工程”。作为重新振兴美国先进制造业计划的一部分，MGI旨在通过集成理论、计算、实验和数据库手段，将新材料的发现设计、合成制备到服役应用的整个开发周期从目前的平均约20年降低一半，而且成本更低廉。毫无疑问，该项计划如果成功实现，那么将全面加快现代工业发展进程。我国学术界和材料界对MGI非常敏感并迅速做出反应，仅隔半年，2011年12月北京香山会议上师昌绪院士、徐匡迪院士等20余位两院院士和业界专家汇聚一堂，讨论具有中国特色的材料基因组工程计划——“材料科学系统工程”建设。本次香山会议对“中国版材料基因组计划”具有开创性特殊意义。此后，两院院士发起、组织材料领域学者进行了多次讨论会，中国工程院2014年11月完成了《材料科学系统工程发展战略研究-中国版材料基因组计划》咨询项目。材料基因组科学技术受到我国材料界和产业界人士的密切关注，应用成果备受期待，目前在众多地方及高校、科研院所得布局和重点支持。

本次论坛由上海大学材料基因组工程研究院、上海材料基因组工程研究院和上海市科学技术委员会共同承办。论坛邀请了国内外材料基因组技术领域知名学者33位，围绕材料基因组战略思想、关键问题，计算技术、数据库技术的最新进展和指导先进材料研发的成功案例等方面，分18日和20日两天进行报告、交流。



美国政府材料基因组计划的执笔人C.Wadia博士介绍了美国MGI计划的由来、推进、规划及其在具体研究工作面临的困难和解决办法。指出MGI计划的缘由是：**（1）缺乏研制新材料的工具；（2）材料研发模式的限制；（3）各学术领域的分散或缺乏交流合作。**他认为，MGI的核心目标是**建立包含计算技术、高通量实验技术和数据库技术的基础设施和研发文化的转变**；MGI的挑战是**我们目前还没有可预测的材料模型**，另外除了材料发现，更重要的是要用于真正的材料设计开发全过程，尤其是制造和合成过程。谈到数据积累，C.Wadia博士说计算是自下而上，而数据是自上而下，当数据积累到一定程度，可以用于材料设计。高通量实验技术还有很长的路要走。



陈立泉院士代表中国工程院前院长徐匡迪院士做关于中国MGI的报告，报告的题目是“材料科学系统工程—中国版材料基因组计划”。报告系统介绍了中国MGI的缘起与发展历程、与中国材料科学系统研究的衔接以及中国MGI的现有基础和初步框架。目前，发展MGI在国内不仅得到学术界的认可，同时受到科技部、工信部的重视。陈立泉院士带来了这方面的好消息：2014年11月，中国工程院材料基因计划咨询组与科技部高新司863新材料专家组对接召开了双方专家组联席会议，项目进入国家重大科技项目备选名单；2015年3月，中国工程院在提交科技部“十三五”国家重点研发计划专项建议书中将“材料基因组工程”作为重点专项申报。

▶▶ 中外专家关于MGI研究的高层直接对话

本次论坛邀请国内陈立泉院士、陈难先院士和国外C.Wadia博士、Peter Voorhees教授和George Crabtree教授进行了一场关于MGI研究的高层直接对话，分享他们对MGI的深度理解，并与现场参会代表就热点问题进行了深入交流。

中国工程院材料基因组咨询项目总负责人陈立泉院士指出，“中国版材料基因组研究”的框架已初现端倪，近几年科技部将牵头并会同工信部、发改委、工程院等部委出台、实施一系列支持中国材料基因组技术发展及应用的政策和项目。

陈难先院士在原子相互作用势库研究中提出了由晶体结合能到对势的严格简捷公式，为复杂材料性能预测和材料设计建立了良好基础。

C.Wadia博士强调MGI的核心是基础设施建设和材料研发文化的转变。

George Crabtree教授认为，面对复杂材料行为研究和多功能材料研发带来的计算技术的难题，基因、介观尺度计算和在计算、合成、表征和应用间的循环沟通是3个关键因素。

美国西北大学Peter Voorhees教授作为负责人之一的Hierarchical Materials Design研究中心应用MGI技术已在Co基超合金、二维电子材料研发方面取得成功，展示了MGI技术的巨大力量。



陈难先院士



张统一院士



C.T.Liu院士



热烈讨论

您预计MGI计划在美国几年内可以取得成功应用，产生效益？

C.Wadia博士：这个时间不好回答，但我们2014年12月颁布的《材料基因组计划战略规划》，公布了9大关键材料研究领域下的63个重点方向，将协调和指导联邦政府的投资和研发活动，为MGI的发展指明了具体方向，将MGI战略落到实处，将其指导并快速推动MGI的实施进程。GE公司已通过MGI方法成功实现了一种新材料设计。

MGI方法融合材料学-物理学-力学-信息学-计算科学等学科技术，MGI研究团队应该学习其他学科的知识，引入信息学科、计算方面的人才，这方面是不是比较重要？

C.Wadia博士：是的，一开始我们把MGI项目书拿给白宫IT部门的人员看时，他们惊叹到，这不是材料的事情，这是我们的工作。所以，必须和软件、计算机、数据管理相关领域合作，这方面都刚起步，中国在数据方面加大布局和研发，也有可能取得领先地位。

超级计算能对MGI有何影响？

C.Wadia博士：我们现在有大量高速的并行计算，但也许我们需要做更少的计算，而不是更多，比如利用数据库。

介观尺度科学研究是否能成为今后的美国国家科学计划项目？

George Crabtree教授：介观尺度研究很重要，而且其实已经被包含在MGI计划中。

2015 IFAM

探索材料性能的 超微观结构起源

——材料界面、表征与检测论坛侧记

文/太原理工大学 郭俊杰



国内电子显微学研究十分繁荣、活跃，当前新材料正朝着微细化方向发展，如纳米科技；也更加集成化，如晶界和畴结构阵列的集成；同时也要实现智能化，如传感、作功、控制的一体化。界面研究在材料科学技术进步中起到更重要作用。要充分认识其他表征技术，如扫描隧道显微技术（STM）和实现多种检测表征技术相结合的重要性，另外发展高通量表征方法对新材料研发具有重要意义。

——叶恒强院士

长期以来，由于表征技术的限制，人们对界面原子的结构和行为了解得不完全。随着材料向着微细化、集成化和智能化方向发展，界面结构对材料特性的影响将更为突出，界面研究在材料科学中发挥着越来越重要的作用。“2015新材料国际发展趋势高层论坛——材料界面、表征与检测论坛”于2015年9月20日在上海国际会议中心举行。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承办。王海舟院士致开幕词，朱静院士和国内外知名专家学者、电子显微镜设备厂家的工程师共20位为大家奉上了本领域最前沿的精彩报告。

材料界面、表征与检测技术最新进展及这些新技术的最新应用主要集中在以下几方面，本次论坛报告展示了：（1）由于球差校正器的出现，新一代电子显微成像分辨率达到了亚埃米，并能从原子尺度跨越到介观尺度；（2）新的成像方法、电子显微理论和图像重构技术等也取得了重大进展，对电子显微数据的理解有了更丰富的内涵；（3）电子显微分析的研究内容从原子成像跨越到相变、相界、畴结构等，从一维纳米线到二维晶体、界面表面，并能记录微观动态变化过程，从三维发展到四维成像；（4）日本东京大学Ichinose教授介绍的利用光子轰击制备高质量透射电镜样品的的方法，给电镜样品制备技术领域开拓了新的视野。



● 电子显微学在解决合金相变基础科学问题中的应用

清华大学朱静院士应用电子显微学方法，对含 Re 镍基单晶高温合金的强化机理中的基础科学问题：“蠕变过程中合金元素 Re 和界面位错的交互耦合作用”进行了深入细致的研究。湖南大学陈江华教授介绍了应用球差校正高分辨透射电镜和球差校正扫描透射电镜，研究铝合金中细小尺寸硬化析出相及其相析出行为取得的最新研究成果。清华大学张文征教授的报告题为“沉淀相的择优界面及其结构”，指出对择优界面结构的认识是解释材料中沉淀相千姿百态的形貌和理解材料相变和变形过程的基础。

● 高分辨透射电镜助力铁电材料和反铁电材料畴结构研究

中科院金属研究所马秀良研究员利用像差校正电子显微术，发现了铁电材料中通量全闭合畴结构以及核心处巨大弯电效应；西安交通大学贾春林教授介绍了基于NCSI图像技术（Negative c_s Imaging）的定量高分辨透射电镜技术，及应用该技术研究铁电氧化物畴界面原子尺度结构的最新成果；南京工业大学吕忆农教授的报告题目为“通过HRTEM像重构研究96(BNT-25BKT)-4BA反铁电材料的纳米李晶畴”。

● 原位透射电镜测试技术的最新进展

西安交通大学单智伟教授介绍了其研究团队在原位电子显微镜技术及其在金属镁研究中的应用。中科院金属研究所杨志卿副研究员通过原位电子显微学研究，发现了 $Mg_{90}Zn_{13}Y_{0.7}$ 合金内IQC的相变细节和固态外延形核生长过程。锂电池负极材料在电化学反应过程中经历复杂的形貌、晶相结构、元素价态等演变过程，中科院物理研究所谷林研究员和浙江师范大学杜高辉教授的报告介绍了充放电过程中电极材料结构、形貌演变的最新研究结果。



● 其他最新进展

浙江大学王勇教授分享了其课题组最近利用环境透射电镜和气体样品杆系统观察反应气氛条件下功能材料表界面结构的动态演变方面的研究工作。北京航空航天大学张瑞丰教授介绍了围绕金属基纳米复合材料界面原子结构-塑性变形机制关系开展的研究工作。企业代表焦汇胜博士和牟新亮博士分别展示了TESCAN电镜-综合微观分析平台和日子电子透射电镜最新发展和应用。

● 功能材料中的界面研究

半导体光电材料等功能材料的许多性质无不与其表面、界面性质相关，表面、界面性质设计和调控是功能材料学科领域的热点、难点问题。太原理工大学许并社教授介绍了基于对界面结构设计和界面结构微观分析，采用界面处组元调控的插层技术，提高LD和LED外延片的光电转化效率的研究工作。清华大学于荣教授指出氧化物的表面科学大大滞后于金属与半导体的表面科学，其团队结合像差校正高分辨电子显微学与第一原理计算，在亚埃分辨率实现了金属氧化物表面原子结构的直接测量，精度达皮米量级。上海交通大学祝国珍副研究员介绍了对贵金属金和氧化物之间的浸润行为和界面结构的高分辨电子显微学研究，发现通过反浸润，可得到蘑菇状纳米结构，包括：蘑菇伞的金纳米颗粒和作为基座的自组装再生长的基体。



许并社教授

● 新型二维材料新颖性能的原子结构起源

以石墨烯、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。浙江大学金传洪教授和太原理工大学郭俊杰教授的报告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，为高质量制备、高性能器件的设计与开发提供了新的思路。

2015 IFAM

充分交流 广交朋友 促进成长 共同发展

——优秀青年科学家论坛侧记

文/上海交通大学 郭强

2015年9月20日,“2015新材料国际发展趋势高层论坛——优秀青年科学家论坛”(以下简称优青论坛)在上海国际会议中心隆重召开。论坛主席由周廉院士、国家自然科学基金委高瑞平副主任、魏炳波院士、李言荣院士、钱旭红院士、李元元院士、谭天伟院士、刘炯天院士、罗宏杰教授担任;上海交通大学材料学院院长孙宝德教授、国家自然科学基金委工程与材料学部车成卫副主任担任秘书长。作为首次特别设立的分论坛,“优青论坛”的36位邀请报告人年龄均在45岁以内,由国内各高校材料学院院长和相关国家重点实验室及国家工程中心主任推荐甄选产生,他们代表了我国在材料科学研究领域青年科学家的较高水平。孙宝德教授主持了开幕式,论坛报告分别由魏炳波院士、钱旭红院士、车成卫副主任和上海交通大学千人计划学者邓涛教授主持。

本届优青论坛经过论坛报告、POSTER展示及专家评审,共评选出了5名优胜奖:上海交通大学邹建新研究员、金属材料强度国家重点实验室丁向东教授、武汉理工大学王发洲教授、中国科学技术大学杨上峰教授,金属基复合材料国家重点实验室郭强研究员。丁文江院士向获奖报告人颁发了荣誉证书!



院士点睛

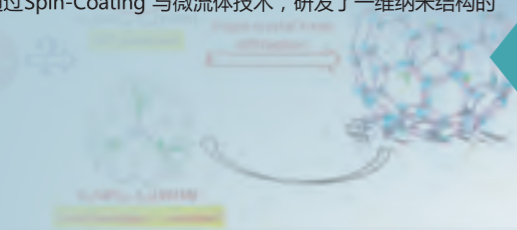
做任何一件事情,有年轻人的参与都是非常重要的,材料界也需要长江后浪推前浪。可喜的是,近年来越来越多的青年人参与到了国家各项资助项目中。但比起其他领域,我们材料界还做得不够。周廉院士5年前发起了“新材料国际发展趋势高层论坛”,今年有所不同的是增设了一个“优秀青年科学家论坛”!就是为青年提供一个平台,实现新成果的广泛交流、同时结交新朋友,在未来个人成长、事业发展过程中互相帮助、互相扶持、相互交流。相信经过若干年的努力,通过这个交流活动平台,能够达到促进青年成长、共同发展的目标。相信在不久的将来,大家都会成为我国材料界的栋梁之才,很高兴有机会向大家学习!

——魏炳波院士

优秀青年科学家分论坛的设立非常重要,建议年轻的科学家们在汇报成果的同时,重点要阐述清楚要解决什么问题?如何解决?解决的思路是怎样?

——车成卫副主任

- ▶▶ 中国科学技术大学杨上峰教授团队最近发现了两类新型的内嵌原子簇富勒烯。成功捕获了10年来“消失”的富勒烯,发现了“不可能的”内嵌单金属原子簇富勒烯。
- ▶▶ 上海交通大学邹建新研究员团队利用液相法及球磨法合成了石墨烯纳米限域的硼氢化物复合储氢材料。
- ▶▶ 西北工业大学付前刚教授团队发明了多步包埋固渗制备硅化物多相镶嵌涂层、纳米线增韧陶瓷涂层的制备方法,首次采用包埋固渗和高温热处理两步法在SiC陶瓷表面成功制备出SiC纳米带。
- ▶▶ 浙江大学余学功副教授团队通过在石墨烯和硅界面处引入氧化石墨烯薄膜作为介质层,使石墨烯-硅太阳能电池的效率获得近3倍的提升,最高效率达到6.18%。
- ▶▶ 南京工业大学赵相玉副研究员提出了采用金属氧化物作为电池正极材料,并论证了大储量和高体积容量的Mg材料作为氟离子电池负极材料的可行性。
- ▶▶ 北京科技大学数理学院院长王荣明教授团队发展了纳米粒子界面精细结构的设计和调控方法,获得了高质量、单分散NiPt纳米球壳、Pt/NiPt纳米球壳、NiAu纳米粒子等一系列尺寸、形貌、结构和维度可控的磁性金属-贵金属纳米结构。
- ▶▶ 华南理工大学施雪涛教授通过Spin-Coating与微流体技术,研发了一维纳米结构的仿生骨膜支架。



- ▶▶ 中国科学院上海硅酸盐研究所刘建军研究员利用第一性原理热力学计算研究过渡金属氧化物、碳化物、氮化物、纯金属钝化表面、石墨烯等体系对充电反应的固-固界面催化作用机理,不仅解决锂空气电池中充电反应动力学速率低等基本科学问题,而且为“材料基因组”研究建立典范。
- ▶▶ 清华大学材料学院伍晖副教授团队在能源存储材料、一维纳米结构无机功能材料的合成、组装及其结构-功能一体化和柔性储能材料中的关键科学问题等方面开展研究。
- ▶▶ 上海交通大学张旺副研究员团队采用“超黑”鳞片作为生物模板,结合化学物理耦合方法,设计和制备了高效光吸收仿生宽谱广角光功能材料。
- ▶▶ 西安交通大学刘刚教授就如何克服纳米量级第二相颗粒所引起的强度与塑性之间的倒置关系展开讨论。

- ▶▶ 浙江工业大学陈思副教授团队将一种具有很强自组装特性的新型POSS核凝胶因子添加到含有偶氮苯光响应剂的液晶基体中即获得具有高TSG(凝胶-溶胶转变温度)和抗张强度的超强液晶物理凝胶。
- ▶▶ 沈阳大学王美涵副教授团队从组成透明OLED器件薄膜材料入手,利用先进热分析手段,重点研究透明导电薄膜和小分子有机电致发光材料8-羟基喹啉铝(Alq3)薄膜的热稳定性。
- ▶▶ 南京工业大学汪勇教授团队选择对两嵌段具有不同亲和性的溶剂,对嵌段共聚物薄膜进行退火,分别获得了垂直和平行取向的高度规整分相结构。
- ▶▶ 江苏大学李松军教授研究团队聚焦于超分子自组装机制、自愈合原理、智能响应凝胶等新原理、新技术分子印迹聚合物催化剂,从根本上解决了可控制、可调制催化作用过程的核心问题。
- ▶▶ 华东理工大学张玲研究员团队提出了原位接枝聚合修饰、功能化弹性体接枝修饰纳米颗粒和聚合物等非温溶液结晶修饰新技术,设计开发了弹性体和无机颗粒协同改性的多元复合材料新体系。
- ▶▶ 武汉科技大学霍开富教授团队制备了多种典型的过渡金属氮化物纳米线。利用纳米线高长径比的特征,通过简单的真空抽滤方法,制备了自支撑的氮化物纳米线基薄膜电极。

- ▶▶ 上海交通大学郭强研究员团队基于仿生复合的思想,采用改进的粉末冶金工艺,在石墨烯-纯铝模型体系中制备具有纳米叠层结构的石墨烯增强铝基复合材料。
- ▶▶ 北京科技大学吴渊副教授将“相变诱导塑性”应用于非晶合金材料,为其韧塑化提供了一种新的思路。
- ▶▶ 西北工业大学林鑫教授重点分析了金属增材制造过程中温度场分布和热应力变形的关系,总结了已建立的熔池内凝固微观组织模拟的方法,展望了对金属增材制造过程中的凝固组织数值模拟的前景及趋势。
- ▶▶ 北京化工大学曹达鹏教授团队以化工热力学为基础,自主建立了一套从量子化学到统计力学的多尺度模拟方法,采用材料基因组的概念成功设计了一系列高性能新型纳微结构材料。
- ▶▶ 西安交通大学丁向东教授团队发现纳米形状记忆合金呈现核-壳结构,这导致材料相变序参量的下降以及空间分布的不均匀,从而呈现出零滞后的超弹性行为。
- ▶▶ 北京航空航天大学王敬民副教授以新型磁性相变材料Ni₂MnGa合金为对象,提出了“相似元素取代”新思路,实现了对该合金“磁-结构”耦合相变和磁热效应的定向调控。
- ▶▶ 西安交通大学姜晓杰教授创立了LPD-SICI铁电极化疲劳模型。通过假设更为真实的成核和极化反转图像,创立了一个随机统计的铁电反转动力理论。
- ▶▶ 西北有色金属研究院汪强兵团队确定了梯度金属多孔过滤膜在高温领域、高压领域和高浓度介质领域应用时过滤面积的计算方法。研制的梯度金属多孔材料成功在多晶硅、碳化冶金和果汁行业应用。



周廉院士

【主编观点】青年是我们国家的未来,关注青年领军人才的培养应提早布局。本届论坛首次为青年科学家提供了一个很好的展示平台。36位邀请报告人,22位来自国内材料学院,14位来自国家重点实验室或国家工程中心,其中教授24人、副教授12人。他们中大部分都有在美国、德国、法国、英国、新加坡和日本等不同研究机构做访问学者、客座教授的联合研究经历。从本次论坛报告领域分析,他们围绕纳米材料、储能材料、生物仿生材料、光电材料和新型金属材料等新材料方向,持续跟踪着国际最前沿的研究动向,在相关领域齐平或领先世界研发水平,甚至填补了国内在某些领域研究的空白,部分成果转化效益显著。他们中大部分已经是各领域国际知名期刊的特邀编委、审稿专家。这是非常喜人的!今年是首次举办,未来要总结经验,要为大家提供更加充分的交流和展示机会,促进青年快速成长。

《中国材料进展》是他们忠实的朋友,正在为青年科学家搭建一个很好的交流平台。

- ▶▶ 硅酸盐建筑材料国家重点实验室王发洲教授团队通过生活固废无外加热源多级联动干化技术和湿黏混合物多场耦合衍生燃料(RDF)选取技术,实现生活固废全过程生态化处置。成果已在全国20多个城市获得应用,近3年处置城市生活固废120余万吨,节约原煤近3万吨。
- ▶▶ 纳米技术及应用国家工程研究中心朱君副研究员以临床用于部分液体通气和治疗急性进行性呼吸衰竭的药物原料——全氟碳化合物和肺部给药载体PLGA/PEG为基础,制备了PLGA/PEG的全氟碳化合物乳剂。为制备便携式供氧设备创造了条件。
- ▶▶ 东北大学豆志河教授团队将自蔓延高温合成技术与现代清洁冶金工艺进行集成创新,并提出了“自蔓延冶金”新概念。
- ▶▶ 吉林大学王慧远教授基于微合金化成分设计,通过镁合金层错能和孪晶偏析能等计算研究,为镁合金成分设计提供了依据。
- ▶▶ 重庆理工大学麻彦龙教授以已经实现商业化应用的第三代新型铝锂合金AA2099为研究对象,通过浸泡、动电位极化等化学/电化学方法,研究了合金中的非均匀微观组织在其局部腐蚀形成和发展过程中作用。

- ▶▶ 大连工业大学宋宇副教授团队将微波合成法引入到合成孔材料中,为得到粒度分布窄、形貌特殊的孔材料开发了新的路线。
- ▶▶ 上海大学李谦教授团队建立并优化了Nd-Mg-Ni体系的热力学相图,确定了Nd₄Mg₈₀Ni₈在该体系中具有最高的Mg含量和最均质的成分分布,有望成为最理想的储氢合金。
- ▶▶ 北京工业大学李洪义副教授团队利用阳极氧化法制备的二氧化钛纳米管,使铂族催化的电催化活性得到了3倍的提升,其机械稳定性获得了60倍的增加。
- ▶▶ 中南大学刘小鹤教授的报告从层状氢氧化物纳米材料的制备、剥离及组装展开。
- ▶▶ 北京理工大学陈人杰教授团队开发了面向锂离子电池和锂硫电池应用的基于离子液体、硼基锂盐和溶剂的功能电解质材料,首次半定量对离子液体/共溶剂体系和电化学基本性质间的构效关系进行了深入分析。

2015 IFAM

国际工程科技 发展战略高端论坛

——面向未来的新材料和智能制造

文/水江澜 郭剑波 朱宏康

中国工程院“国际工程科技发展战略高端论坛——面向未来的新材料和智能制造”于9月20日在上海国际会议中心成功举办。出席论坛的嘉宾包括12位中国工程院院士和科学院院士、7位海外院士、包括锂电池奠基人在内的其他8位海外顶级专家以及众多国内专家和学者。

魏炳波院士主持了论坛，中国工程院徐德龙副院长、周廉院士分别致辞。徐德龙副院长表达了对与会嘉宾的欢迎和对会议成果的期许。周廉院士阐明了此次论坛的目的：①是材料研究方向的选择非常重要，只有正确选择新材料方向，中国巨大的人力、物力、装备投入才能取得显著成效；②是中国和世界新材料发展方向的讨论非常重要，那些有着重大创新空间并能改变世界的新材料发展的方向应该受到关注。

此次高端论坛着重讨论的领域包括纳米材料、生物与仿生材料、光电材料、能源材料、智能材料以及材料基因组科学技术等。这些领域的新兴材料和技术将对几十年后的国计民生产生深远影响。



● **纳米材料领域** 陈建峰教授率先介绍了中国纳米材料的基础研究进展和产业进展，指出中国在纳米材料领域的SCI论文数量已经是世界第一，部分纳米材料实现了规模化生产和应用，同时也指出中国在新材料的原始创新方面还有待提高。美国科学与艺术学院院士、斯坦福大学戴宏杰教授介绍了其课题组下一步的研究动向，包括利用碳材料做半导体器件、加强纳米材料在生物医学领域的应用研究。戴教授提到美国政府很重视纳米材料未来在能源领域、二氧化碳捕获和转化领域的应用，并指出研究纳米材料的最终目的是改善人类的生活。

● **生物和仿生材料领域** 华南理工大学校长王迎军教授指出，中国的生物医学研究近些年取得了长足的进展，尤其是骨科、齿科以及心血管的仿生材料研究处于世界一流水平。她呼吁加强大平台建设，引导基础研究、临床研究和企业研发在同一个平台上进行，既有利于基础研究确定有价值的研究方向，又能够促进科研成果高效转化。来自美国斯蒂文斯理工学院的Matthew Libera教授指出，人工组织材料的研制经历了三代，未来将逐步向自然组织靠拢；同时指出人工组织的失效在多数情况下是由细菌感染所致，而过去多年的仿生材料研究却忽视了细菌在人工组织上的繁殖研究，此项空白将是未来生物医学研究的一个重点。



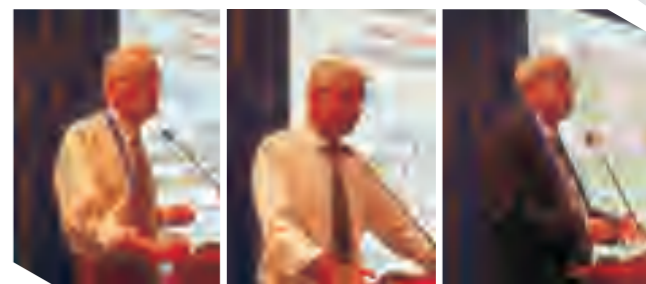
● **光电材料领域** OLED的发明人、美国国家工程院院士Ching W. Tang教授针对自己的科研经历和体会做了精彩的报告。他指出，在美国企业做基础研究的优势主要在于没有基金压力和发表高影响因子论文的压力，真正创新性的研究成果就算不发表在*Nature*、*Science*等顶级期刊上，也会得到业界认可；而有实用价值的研究成果也不用担心没有投资。同时他强调了原创研究的重要性，例举LED产品在中国制造，但大部分利润却让美国、日本、韩国等掌握核心专利的国家所获取。

● **能源材料领域** 陈立泉院士强调了理论计算对材料设计的指导意义。并举例GMI计算方法用于Li3PS6设计的成功经验。来自西班牙的锂电池产业奠基人Michel Armand非常赞成陈立泉院士的看法，同时指出Li的全球储量很少，是稀有金属，开发新能源电池的目光应该投向Na，Mg，Al等地球储量更丰富的金属，以降低电池成本，为电动车的大规模应用做好准备。

● **智能材料领域** 任晓兵教授总结了中国在智能材料领域的布局和进展，提出发展环境友好的无铅材料将是智能材料在材料成份方面的发展重点，而器件具有一定的机械强度则是结构设计的方向，此外，多项智能材料的组合是实现器件多功能一体化的有效方式。英国皇家工程院院士、剑桥大学Ekhard Salje教授对英国的智能材料发展状况做了简要报告。他指出，多数智能材料具有军事应用价值，在英国是由政府主导研发。由于国力和科研人员有限，一个项目如果在10年时间里还不能转化为产品，将会被停止。相比较而言，中国在人力、物力方面更有实力做长期的、全面的研究。因此，建议中国在智能材料领域不要完全学习美国和英国的发展模式，中国完全有可能走出有自己特色的研究道路。Salje教授同时指出鼓励科技型中小企业开发智能材料，将是智能材料进入市场和大规模发展的良好途径。



与会老、中、青三代科学家争先发言，热烈讨论，讨论议题包括与人类健康、环境改善相关的其它材料，以及如何面对未来挑战等。周廉院士在大会总结中指出，论坛讨论的主题虽然各不相同，但事实上又互相关联，比如纳米材料已渗透在材料领域的方方面面，在电子、新能源、智能材料以及生物医学等领域有着广泛的应用；材料基因组技术也可用于加速纳米材料的系统开发。落实到此次高端论坛对中国材料研究和产业发展的启发：① 是要强调创新是科学研究的核心。发表高影响因子期刊论文不是展现创新性工作的必要手段，鼓励将原创性的工作发表在中国自己的刊物上。② 是要继续强调教育的重要性，今天的高端论坛鼓励年轻科学工作者参与讨论，就是为中国培养年轻科技人才。③ 倡导多学科交叉合作。一种材料的研究需要多种认知技术来认清材料本质。此外，它的应用又会涉及到多个领域，所以需要多学科的科学家紧密合作，才能够促进新材料的快速孵化。



● **材料基因组技术领域** 美国伊利诺伊州立大学芝加哥分校的George W. Crabtree教授介绍了材料基因组技术是个新的材料研究思路，在美国受到广泛关注，其核心目的在于如何多、快、好、省地制造新材料。并以钙钛矿材料和智能材料为例，说明材料基因组技术可以凭借现有材料体系做出模型，由此可能发现新的相关材料。美国基因组计划编写人、前白宫科学顾问、劳伦斯伯克利国家实验室Cyrus Weda教授强调了材料基因组技术将会改变材料的研究方式，通过整合计算、模型、实验三方面数据可以加速材料研究进程，并指出通过材料基因组计划可以加强中美在材料领域的深入合作并可以促进青年人才的培养。美国西北大学教授 Peter W. Voorhees指出材料基因组在美国流行的主要原因是它是一个通用的方法论，不仅解决了如何将实验、计算、理论相结合，更解决了如何处理和分享数据。新材料在实验室取得成功后，随后被配以适当的产业化模型，材料从实验室到产业化的整个发展过程将会被模型化、数字化，最为重要的是这一数字模型将会公开为全世界所享用，这将革命性地激发材料研究的全球性合作。



2015 IFAM

结束语

周廉院士在论坛闭幕词中指出，新材料国际发展趋势高层论坛系列会议始终致力于构建具有高端性、前沿性和国际性的交流平台，专注新材料发展趋势，共同探讨未来新材料发展方向，培养新材料青年领军人才，推动国内新材料自主创新和技术进步。

本届论坛有40多位院士和1 000多名代表出席，所设立的大会主题和10个分论坛，各具特色，亮点多多，是一个难得的互相交流、互相探讨、增进了解、促进合作的机会。论坛特别邀请了包括“OLED之父”——邓青云教授等一批外籍顶级材料专家到会交流；首次设立了“优秀青年科学家论坛”，甄选出的青年代表都是材料各领域的青年才俊；材料与先进制造论坛，特别邀请到了航空、航天、船舶等应用部门的材料专家出席，柳百成院士解读了《中国制造2025》行动纲领；材料基因组论坛特别邀请了美国白宫科学技术政策办公室主任C.Wadial博士，实现了中美高层对话，机会实属难得；纳米材料、能源材料、智能材料、生物与仿生材料和材料界面表征分论坛均特别邀请了国内外具有代表性的本领域顶级专家与会；针对镁材料及其应用，上海交通大学也做了很多出色的研究工作，极具地域特色。国内材料领域一批院士、973首席、长江、杰青、千人等顶级知名专家学者百忙之中的莅临和报告保证了论坛的质量和水平！

“2016新材料国际发展趋势高层论坛”将于2016年9月举办，西安交通大学材料学院院长孙军教授代表承办单位，欢迎大家明年再次相聚！

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！

（本报道根据论坛影音资料整理）

