



## 促进新材料基础研究 把脉新材料科技前沿 展望新材料发展愿景

——2016新材料国际发展趋势高层论坛纪实——

MATERIALS CHINA

新材料国际发展趋势高层论坛是由中国工程院化工、冶金与材料工程学部，中国材料研究学会，材料学术联盟共同主办的在新材料领域极具影响力的系列会议，自2011年开始，已先后在淄博、昆明、成都、西安和上海成功举办。会议旨在把握新材料领域国际发展的最新动态、追踪材料研究前沿、推动新材料科学和产业的自主创新和技术进步。“2016新材料国际发展趋势高层论坛”由西安交通大学和南京工业大学共同承办，于2016年9月24-26日在南京国际青年文化中心举行。本次论坛主题包括纳米材料、电子信息材料、先进无机材料、材料界面与表征、能源材料等热门新材料领域。同时还举办了“纳米材料与技术论坛”、“光催化前沿论坛”、“能源材料论坛”、“材料界面、微纳论坛”、“复合材料与技术论坛”、“先进无机材料论坛”、“材料基因组论坛”、“3D打印材料及应用技术前沿论坛”、“智能材料前沿论坛”、“电子信息材料论坛”、“有机光电材料论坛”以及“优秀青年科学家论坛”等12个分论坛。会议特别邀请了320余位来自国内及英、美、澳、日、荷、瑞典、新加坡等国家的材料领域专家学者与会作专题报告。34位国内外院士、以及来自海内外材料领域的180余家科研院所、政府部门和企业的专家学者近1200名代表参加此次论坛，共同探讨新材料领域的发展趋势、现存问题和解决思路，以期为材料领域的未来发展带来新思想和新启迪。



2016年9月24-26日，“2016新材料国际发展趋势高层论坛”（以下简称论坛）在南京国际青年文化中心隆重召开。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，材料学术联盟共同主办；西安交通大学、南京工业大学共同承办；南京大学、东南大学、南京理工大学、南京航空航天大学、《中国材料进展》杂志社协办。论坛得到了中国工程院、国家科技部高新司、国家科技部基础司、国家工信部原材料司、国家发改委高技术司、国家自然科学基金委员会的大力支持。大会主席由周廉院士、干勇院士、黄伯云院士、黄维院士担任，西安交通大学王铁军副校长、南京工业大学许仲梓教授和中国材料研究学会秘书长韩雅芳教授担任论坛执行主席。

15位国内外知名专家分别就“纳米材料”、“先进无机材料”、“能源材料”、“电子材料”、“材料界面与表征”与“材料教育”领域的最新研究进展及成果，呈现了精彩的大会专题报告，引起了强烈反响和热烈讨论。报告人、主持人与参会代表纷纷表示收获颇丰，高手过招所碰撞出的智慧火花，无疑将推动新材料的技术进步。

出席本届论坛的17位中国工程院院士：周廉、欧阳平凯、唐明述、徐惠彬、付贤智、陈立泉、江东亮、姜德生、赵连城、舒兴田、丁文江、蹇锡高、陈建峰、谢建新、毛新平、王玉忠、王迎军；14位中国科学院院士：黄维、万立骏、叶恒强、王中林、王曦、郑有科、南策文、祝世宁、邹志刚、谢毅、缪昌文、赵进才、张统一、刘明。国家自然科学基金委高瑞平副主任、中国工程院吴国凯副秘书长、江苏省科技厅蒋洪厅长、新加坡南洋理工大学常务副校长Freddy Boey教授等出席了本届论坛。南京工业大学许仲梓教授主持了开幕式。

**大会主席周廉院士** 代表主办单位宣布“2016新材料国际发展趋势高层论坛”正式开幕。并在致辞中指出，促进我国材料科学的创新与技术进步、掌握新材料发展的前沿动向、促进材料领域的人才培养，不仅顺应了国家“十三五”规划、“中国制造2025”，也是实现“中国梦”的重要组成。故此，中国工程院化工、冶金与材料工程学部，中国材料研究学会，材料学术联盟共同主办了“新材料国际发展趋势高层论坛”。论坛以新材料为纲，以邀请报告为领，期望为学界呈现一场国际顶级的高层次饕餮盛宴，成为领域内卓有成效的高端学术交流平台和新成果发布渠道。论坛共邀请了320余位国内外著名专家作专题报告，其中包括17位工程院院士，14位科学院院士，11位外籍专家，近百位“千人”、“长江”、“杰青”学者。特别在2016年9月24日先期召开的“优秀青年科学家”论坛，以近80场的精彩报告呈现了我国优秀青年学者们在多个领域的杰出成果，很多成果都是业内领先，甚至是首创。最后，周廉院士代表组委会，向为论坛做出贡献的报告人、支持单位及组委会成员等表示衷心的感谢！

**国家自然科学基金委员会高瑞平副主任** 2016年是新材料发展历程中非常重要的一年。习近平总书记在全国科技创新大会、两院院士大会和全国科协第九次全国代表大会上吹响了建设科技强国的集结号。国家“十三五”发展规划也提出五大发展理念，将科技创新摆在更加重要的位置上。在针对材料科学发展的“十三五”规划中自然科学基金委提出了3个“聚力”：更加聚力前瞻部署，更加聚力科学突破，更加聚力均衡管理。目前，国内材料领域取得了许多可喜成就，部分领域实现了从跟踪到引领的快速转变，也培养了一批青年人才。同时，我们也清醒地意识到国内在新材料原始创新与基础研究方面与发达国家相比还有很多不足，模仿类研究仍然占有很大比重，缺乏对稳定性与综合性能的优化，具有实用价值与应用潜力的新材料偏少。本届论坛为各位材料界的科学家们提供了展示与交流的平台，思想碰撞所产生的创新火花无疑将推动新材料技术发展，为把我国建设成创新型国家做出积极的贡献。

**江苏省科技厅蒋洪厅长** 本届论坛必将对新材料科技与产业发展产生重要推动作用。江苏省坚持把创新驱动作为核心战略，推出了一系列重要举措，取得了可喜的成绩，成为全国创新活力最强、创新成果最多、创新氛围最浓的省份之一。在此过程中，材料科技起到十分重要的支撑作用，进一步发展壮大新材料产业已经成为促进江苏实现跨越的战略选择。江苏省正在布局新材料产业链，集聚了众多新材料科研机构、高校与企业，并加快建设市场导向的新材料产业技术创新体系。

**西安交通大学王铁军副校长** 本次会议从规模、层次与含金量等方面都非常令人震撼。材料的发展是人类文明进步的标志，从石器时代开始到如今丰富多彩的材料数据库，材料科学已进入快速发展的阶段。王校长强调了结构对材料力学性能的重要影响，并介绍了西安交通大学促进材料科学与其他学科相互交叉融合的各项创新举措。

**南京工业大学黄维院士** 南京工业大学有幸与西安交通大学通力合作，在周廉院士的指导下，联合承办本届论坛。南京工业大学也是一所在材料科学领域有着深厚积累的百年名校。自2012年首批入选“高等学校创新能力提升计划（2011计划）”以来，南工引育高端人才，完善协同机制，致力全球拓展，激发创新活力，化学、材料科学、工程学3个学科进入ESI全球前0.5%行列，率先布局化工基础材料、柔性电子材料、先进金属材料、生物医用材料等相关领域，逐步形成面向世界科技前沿、面向国家重大需求、面向区域经济社会主战场的科研导向和协同创新机制。科学的繁荣孕育于自由交流和碰撞之中，科学的繁荣也是推动人类文明不断进步的核心驱动力。此次论坛的召开，必将对进一步提升我国在新材料领域的国际竞争力大有裨益，助推新材料及其相关战略性新兴产业的健康发展。





纳米技术经过了20世纪80年代的理论准备和90年代的高速发展,到21世纪初期,已经成为影响人类科技发展的重大技术之一。世界各发达国家纷纷提出了有关纳米科技的国家级战略规划,并付诸行动。纳米科技早已被列入材料科学重点基础研究开发项目,更是广泛应用于电子信息、生物医药、能源技术、航空航天等尖端领域,并取得一系列骄人的成果。相信“这种肉眼看不见的极微小的物质”将会继续引领科学技术的变革,而纳米技术的应用将对调整我国产业布局、引领科技提升、增强综合国力起到举足轻重的作用。

## 纳米科技 将继续引领高新尖端科技的变革



美国特拉华大学严玉山教授(左二)作了题为“Nanostructured Platinum-Free Catalysts for Hydroxide Exchange Membrane Fuel Cells”的报告,美国佐治亚理工学院王中林院士(右二)作了题为“Nanogenerators as New Energy Technology and Piezotronics for Smart Systems”的报告,美国凯斯西储大学戴黎明教授(右一)作了题为“Functional Energy Materials: From 1D and 2D Polymers to 3D Carbon Nanomaterials”的报告。

美国佐治亚理工学院的王中林院士是“纳米发电机”的发明者。此次报告着重介绍了他们近期对“纳米发电机”的效率改进和对实际应用的研究。报告指出“纳米发电机”能够利用轻柔的能量,比如波浪等实现发电,非常适用于收集蓝色能源。他们的工作为摩擦纳米发电机在蓝色能源领域的应用提出了切实可行的方案,做到了传统技术无法实现的功能,也将是对百年来发电技术的颠覆。

美国凯斯西储大学的戴黎明教授的报告主要围绕碳纳米材料研究技术这一主题进行。在功能化的碳管和石墨烯用于能源和催化反应工作中,戴教授主要介绍了球磨法制边缘官能团化的石墨烯并应用于太阳能电池、燃料电池以及ORR反应,三维氮掺杂的碳纳米材料用于

PEM燃料电池,异质原子掺杂的碳纳米材料用于OER和HER,三维VACNT-石墨烯结构材料和大规模组装三维碳纳米管-石墨烯纤维用于超级电容器等内容;

美国特拉华大学的严玉山教授主要介绍了一种新型能源系统,他们研究的纳米结构的无铂催化剂可以应用于氢氧根离子交换膜燃料电池。报告以解决目前商业化燃料电池稳定性较差以及采用铂为催化剂造成的成本高两方面的问题为着眼点,介绍了聚合物电解质和非贵金属催化剂在控制燃料电池性能和成本方面的突出优势和重要性。



纳米材料主题由陈建峰院士(左)和王中林院士(右)主持

### 热烈讨论

我们都知道燃料电池从国家层面都非常关心,碱性燃料电池在应用过程中时不时会受到价格等因素的影响,能不能广泛应用?

严玉山教授:我个人认为碱性燃料电池将来肯定是要商业化的,本田汽车公司早在2008年就开始出租自己的燃料电池,到了2015年丰田就已经开始出售燃料电池,这个卖和租赁是有本质性的区别,说明已经实现商业化了。现在存在最大的问题就如我刚才说的,价格太贵。把碱性燃料电池的价格降到和酸性电池一样,我认为碱性电池是非常非常有希望,从我们做过的各种模拟和计算等是可以看到的,时间的话,很难确定,我个人认为,大概需要5-10年!



像您这种装置,大概一次能发多少电?大概的成本是怎样的?什么时候可以实现?

王中林院士:这个想法第一次是在2014年3月份出现的,2014年10月份写了一篇文章,在这两年的探索中,最基础的就是纳米材料怎么设计能够有效。但是在实际应用和成本降低来说,还比较遥远。开始做的时候,没想的太高远,但我能肯定它的价值。我们所做的材料里面无非是有一些微电子和整流电路,这些集成起来的话它的成本不会很高,它们更重要的优势在于,不管浅水区还是深水区在上面铺一层就可以了,设备的应用可以不分昼夜,也不用移民,至于说成本的大小,我觉得要先把它做起来,不要着急考虑经济成本的问题,任何新东西出来,不要先让经济把它抹杀,你先把它做出来,只要做出来我相信,后续肯定会有把它的成本降下去的方法。

可不可以实现像大树一样,叶子被风吹动的过程也可以用来发电?

王中林院士:完全是可以的,我们以前做的就是像柳树一样,柳树的摆动,人体的衣服在走动的时候也像柳树一样摆动,这些发电机对这些频率特别敏感。我就想将这方面的技术应用到森林里的防火装置,或者探测烟雾,或是水质监测。

您现在已经在车上空调重用了这种技术,在产生微量元素后把它吸附掉,它的原理是什么?如何保持纳米材料的活性?

王中林院士:我们采用的是物理吸附,为什么说汽车运行5000 km以后效果不减?因为我们采用的是粉尘吸附,没有催化剂。

现在生命科学的发展是非常潮流的,您的纳米发电机在人体或者其他生物上有没有一些前沿的研究?这种技术离我们真正的应用还有多远?

王中林院士:今天的报告只演示了体内的这种研究,但是在这方面技术的研究对老年人的护理有很大的帮助,例如老年人摔跤的问题,纳米发电机地板就会检测到;其次可以根据睡觉翻身压力等检测老年人的睡眠情况。我相信这些体外技术的应用应该会在2-3年内实现。



# INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

## 融合科学前沿和高新技术 为一体的综合性科学技术

——纳米材料与技术论坛侧记

文/北京化工大学 苏日娜 王丹

纳米科技是21世纪国际前沿科技领域之一，纳米材料与技术又是新材料研究的重要分支，在能源、信息、环境、生物医学及国家安全等多个领域具有广阔应用前景。以纳米材料与技术为引领的战略新兴产业正逐渐渗透到人类生活的各个领域，将会对国民经济发展产生深远影响。

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、材料学术联盟、北京化工大学有机无机复合材料国家重点实验室共同主办，清华-富士康纳米科技研究中心、《中国材料进展》杂志社承办的“2016新材料国际发展趋势高层论坛—纳米材料与技术论坛”于2016年9月25-26日在南京青年国际文化中心举办。此次论坛邀请了多名院士、海内外专家学者参加。论坛主席蒋建峰院士为纳米材料与技术分论坛开幕式致辞并主持会议。

纳米材料与技术分论坛报告内容精彩纷呈，16位报告人均为该领域的知名专家，分别就纳米材料与技术领域的最新成果进行了专题报告，与会代表纷纷表示，这是我国纳米材料领域的一次盛会，是一次非常难得的学习和交流机会。此次论坛的召开为纳米技术领域的学者们提供了一个较高的沟通平台，相信通过此次会议的召开，可以为我国研究者在纳米材料与技术领域提供新方向，启迪新思想，碰撞新火花。



**中国钢研科技集团有限公司周少雄研究员** 率先作了题为“铁基非晶合金宽带材料研发及应用”的报告。介绍了非晶软磁合金的发展历程、产业和市场现状，工程技术突破，非晶态物理方面的一些基本问题，以及对该领域的展望。

**中国科学院上海硅酸盐研究所施剑林研究员** 进行了题为“介孔氧化硅纳米颗粒：从可控合成到诊疗一体化”的报告。报告以先合成内部为实心氧化硅外部为介孔氧化硅的颗粒，然后通过选择性刻蚀去除内部实心氧化硅，得到空腔的方法实现了颗粒的单分散及孔径尺寸控制，该方法使表面孔径可以在几纳米到十几纳米之间进行调控以适应不同的药物。

**武汉理工大学傅正义教授** 介绍了“纳米陶瓷材料的非传统制备技术”，提出了基于塑性变形为控制机制的烧结技术原理，发展了快速和超快速烧结新技术。报告以蚌产珍珠为例提出了生物过程启示的材料制备新思路，开展了陶瓷材料常温和低温合成新技术研究。

**清华大学石高全教授** 介绍了化学修饰石墨烯材料的可控制备及其在结构材料、传感、催化和能量存储与转化等方面的应用。特别是建立了凝胶-薄膜转换技术制备了超强、超韧和高导电性石墨烯薄膜。

**浙江大学彭笑刚教授** 介绍了“量子点荧光和磷光材料的合成与应用”，通过可控掺杂，量子点在保留激发和稳定性优势的基础上，也可能成为性能优异的磷光材料。

**南京邮电大学汪联辉教授** 针对肿瘤的早期诊断问题，介绍了具有优异光电性能的量子点、贵金属/银、石墨烯/二硫化钼二维材料等纳米材料的制备，纳米材料与抗体、核酸等生物分子的相互作用机理及组装方法等。

**中国科学院物理研究所张广宇研究员** 围绕二维材料异质结界面稳定情况进行了讲述，报告围绕G/h-BN以及MoS<sub>2</sub>/WS<sub>2</sub>等异质结构展开，探讨了超晶格对能带的调控以及相对转角对层间耦合的影响。

**南京大学王欣然教授** 作了题为“二维板眼下的有机半导体外延生长与器件”的报告，报告尝试范德瓦外延生长法生长出高质量的有机薄膜，利用此方法得到了二维或少层有机分子。

**国家纳米科学中心聂广军研究员** 介绍了其课题组在基于肿瘤微环境中的成纤维细胞（CFAs）肿瘤靶向、药物递送和打破药物运输屏障等方面的工作进展。

**四川大学钱志勇教授** 围绕肿瘤治疗及组织修复关键科学和技术问题开展研究，主要解决的技术问题是：为对抗肿瘤细胞或术后既有肿瘤残余，又伴有重要组织的复杂情况提供一种有效的选择。

**南京工业大学董晓臣教授** 介绍了其课题组通过光敏剂分子结构的调整，探索光敏剂有机纳米粒子的肿瘤精准荧光定位和抑制肿瘤生长特性，在减少肿瘤治疗副作用的同时，结合动物药效、细胞定位技术，全面分析了近红外光敏剂纳米粒子的抗肿瘤机理，为肿瘤的高效治疗提供了一种智能化的新方法。

**东南大学孙立涛教授** 介绍了“原子尺度下纳米材料结构与物性的同步表征”，从材料的原位生长，结构加工，性能表征和器件构建4个方面介绍了其课题组的主要工作。



**南京大学邓正涛教授** 进行了题为“Highly Fluorescent Colloidal Perovskite Quantum Dots: Opportunity and Challenges”的报告，主要介绍了高荧光量子点的相关内容。

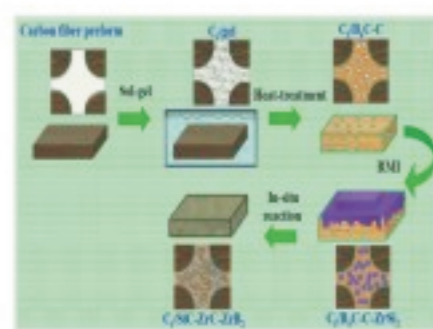
**中国科学院微电子研究所刘琦研究员** 介绍了其课题组在阳离子基阻变存储器性能调控和阻变机制方面开展相关研究工作。

**南开大学刘遵峰教授** 介绍了其采用“表面覆盖”方法，将高取向碳纳米管薄膜均匀覆盖大形变预拉伸的弹性体纤维，形成核壳构造的研究，同时释放预拉伸压缩碳纳米管薄膜，形成多级褶皱结构。

**新加坡NMT药品有限公司David SHER教授** 围绕纳米颗粒用于药物包囊转送以及构型设计这一主题进行。主要包括对纳米颗粒尺寸的精确调控和可控性分布和对颗粒的形状、多形体和团聚体的设计，同时提出了几种有效的药物管道—CZ-48、Fenofibrate、Inhaled Insulin。



2016 IFAM



先进无机材料具有高硬度、耐磨损、耐腐蚀、耐高温、低密度, 以及优良的电磁学、光热学等功能, 广泛应用于航空航天、兵器等国防领域, 以及电子技术、激光技术、红外技术等方面, 成为影响我国经济发展的重要支柱产业之一, 特别是新型无机材料的发展。我国工业和信息化部相关规划文件提出, 要重点鼓励发展先进无机材料, 加快新产品研发与应用进程, 增强自主创新和品牌建设能力; 加快产业全球布局和国际交流合作, 形成新的比较优势。同时应重点加快开发先进无机非金属材料、发展玻璃基材料、工业陶瓷、人工晶体、矿物功能材料等新材料。

## 转型、创新、绿色、融合、开放 促进无机材料的大发展



先进无机材料主题由江东亮院士(左一)和姜德生院士(右一)主持。南京工业大学许仲梓教授(左二)作了题为“低钙水泥体系及其防治碱集料反应的基础研究与应用”的报告, 中国科学院上海硅酸盐研究所董绍明研究员(中)作了题为“极端服役环境陶瓷基复合材料的设计与应用前景”的报告, 中国建材国际工程集团有限公司彭寿研究员(右二)作了题为“高世代浮法超薄TFT-LCD玻璃基板研究进展”的报告。

### 低钙水泥体系及其防治碱集料反应的基础研究与应用

南京工业大学许仲梓教授通过提高C<sub>3</sub>S含量或引入C<sub>4</sub>A<sub>3</sub>S新相等, 进行矿物组成优化; 深入研究了C<sub>3</sub>S晶体结构, 通过调控C<sub>3</sub>S结构, 提高熟料的胶凝性。采用化学活化、热活化和机械活化等方法, 将煤矸石中Q<sub>2</sub>结构的高岭石和Q<sub>1</sub>结构的白云母在高温下结构解聚, 在补充钙源的情况下, 生成大量Q<sub>0</sub>结构具有水化能力的C<sub>3</sub>S和DC<sub>3</sub>S矿物, 提高煤矸石的活性。深入研究水泥水化与浆体结构演变规律, 发明了地

质稳定的镁质收缩补偿新材料, 提高了低钙体系水泥基材料的稳定性; 提出水泥中大量辅助性胶凝材料形成低Ca/Si比的CSH凝胶, 其对碱具有强烈的结合能力, 可以长期有效地抑制碱集料反应的新机理; 建立了快速、简便、可靠的碱集料反应判定新方法, 该方法被列为RILEM(欧洲国际试验材料联合会)标准。

### 极端服役环境陶瓷基复合材料的设计与应用前景

中国科学院上海硅酸盐研究所董绍明研究员针对不同服役环境特点, 分析了制约陶瓷基复合材料在其应用中的科学本质问题, 通过陶瓷基复合材料预制体、界面和基体结构(组成)的设计, 结合制备方法的创新, 研制了适用于不同极端服役环境的陶瓷基复合材料。在此基础上, 运用整体结构设计理念开展陶瓷基复合材料构件的研制, 提升构件应用可靠性; 同时阐述了陶瓷基复合材料在极端服役环境中的应用现状和前景。

### 高世代浮法超薄TFT-LCD玻璃基板研究进展

中国建材国际工程集团有限公司彭寿研究员介绍了高世代超薄TFT-LCD玻璃基板的市场、技术现状, 从化学组成优化设计、熔化、澄清均化、超薄浮法成形、退火、精密加工及成套装备等研究领域提出了我国高世代浮法TFT-LCD玻璃基板的技术路线及解决方案, 展望了我国高世代浮法TFT-LCD玻璃基板的发展趋势。



## 热烈讨论

### 陶瓷基复合材料的自愈合过程是怎样实现的?

董绍明研究员: 在常温时, 界面的SiC或SiC纤维具有很好的抗氧化性能, 但是, 当温度达到700-800 °C时, 陶瓷材料的抗氧化能力下降。通过引入含硼相(如: BN、B<sub>2</sub>C等), 使得材料在制备过程中产生Si-B相, C-B相。在极端服役环境下, 通过裂纹渗入的氧, 会将含硼相氧化成含硼玻璃相, 液态的含硼玻璃相流动填充裂纹, 从而实现材料的自愈合。当温度超过900 °C后, SiC会与B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>形成玻璃相, 实现材料的自愈合特性。

高性能低钙水泥体系, 利用矿渣对提高水泥的强度, 有大量的好处, 但是低钙以后的水泥抗碳化性能降低, 是如何保持其混凝土性能的?

许仲梓教授: 低钙水泥之所以在实验室和实际应用中表现出优异的性能, 主要是因为二次水化, 形成凝胶可以很好地保证混凝土的使用性能。

### 超薄TFT玻璃应用于电子产品时, 会面临那些挑战?

彭寿教授: TFT玻璃未来将朝着更薄型化、柔性化发展, 需要足够的湿度来支撑, 同时要简化化学合成过程, 降低生产成本。

### 有没有想过通过国际合作来提高TFT技术的发展?

彭寿教授: 关于TFT技术的发展, 国际之间的合作是非常重要的。国内TFT技术研发初期, 联合了16家国内高校和科研院所, 因为其研发难度非常高, 需要多学科交叉联合工作。国际合作的研究开发是我们必须做的, 我们已经和美国、德国、英国建立有合作研究中心, 但是要形成以我们为知识产权的国际合作。



# INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

## 不断蓬勃发展 不断涌现新生长点的无机材料

### ——先进无机材料论坛侧记(1)

无机材料种类繁多,应用广泛,新型材料层出不穷,在科技和社会进步过程中起着重要的基础、先导和推动作用。2016年9月25-26日,“2016新材料国际发展趋势高层论坛—先进无机材料论坛”是由中国工程院化工、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;由南京工业大学、中国科学院上海硅酸盐研究所、《中国材料进展》杂志承办;由中国建筑材料科学研究总院、蚌埠工业设计研究院、东南大学、武汉理工大学、清华大学、哈尔滨工业大学、中国科学技术大学协办。本次论坛主席由唐明廷院士、江东亮院士、徐德龙院士、姜德生院士、周玉院士担任,南京工业大学沈晓冬教授担任论坛秘书长。本次论坛着眼于先进水泥基材料、先进陶瓷基材料和多功能玻璃材料的发展,分为“先进水泥基材料”和“先进陶瓷/玻璃材料”两个分会场。

### 先进水泥基材料分会

文/南京工业大学 孙音峰 马素花

此次先进无机材料分论坛——水泥基材料分会先后由沈晓冬教授、王培铭教授、刘加平教授、邓敏教授主持,报告人、主持人与参会代表就报告领域展开了热烈的讨论与互动,代表们纷纷表示大受裨益。

先进水泥基材料分会13位报告人,分别就发展绿色建材-践行低碳经济的技术途径、新材料在水泥基材料中的应用、硅酸盐水泥熟料组成及结构优化、光催化水泥基功能材料、聚合物水泥复合材料、海洋工程混凝土等方面进行了系统的报告。

会议期间周玉院士亲临现场,感慨水泥混凝土对国民经济发展的重要性,并且建议同行学者可以从纳米尺度的角度来研究水泥基材料,从而提高其性能。

最后,沈晓冬教授做了总结发言,并表示这是一次高水平的先进水泥基材料学术交流,呼吁同行们重视开展水泥基材料重大基础研究、颠覆性关键技术研究,并在此基础上进行创新成果转化,为行业的重大科技进步作出贡献。



江苏省建筑科学研究院有限公司缪昌文院士针对建筑行业能源消耗巨大的特点,指出在建筑行业中践行低碳经济,进行无碳能源的开发与使用,是实现建筑行业可持续发展的必然选择、必由之路。

南京工业大学沈晓冬教授通过对硅酸盐水泥熟料进行组成优化、结构调控,从而达到性能上的提升;C,S晶体调控技术在多家水泥企业获得了成功应用,取得了显著的效果。



中国建筑材料科学研究总院姚燕研究员围绕煤炭深厚冲积层冻结法建设用C80-C120高强高性能混凝土开展了深入研究,在关键原材料、制备工艺及应用技术方面取得了一系列重大成果,为确保煤炭千米深井的安全、低能耗建设及长寿命运行提供了重要的支撑。

武汉理工大学胡曙光教授针对光催化混凝土功能介质利用效率低、功能衰减快的问题,提出了基于光催化功能载体的光催化水泥基材料设计与制备思路。以轻质多孔页岩陶粒及激发的沸石粉煤灰微球分别制备了光催化粗、细及微集料,研究了该这类集料在混凝土中应用的利用率、催化效率及催化耐久性。



香港科技大学李宗津教授介绍了石墨烯材料在建筑材料中的应用和发展前景。基于石墨烯的种种优异性能,阐述了氧化石墨烯改性OPC、氧化石墨烯/碳纳米管复合材料改性OPC、氧化石墨烯改性纤维-水泥基体-界面的研究,以及氧化石墨烯改性光催化材料等内容。

清华大学阎培渝教授提出了水泥基材料科学研究体系中遇到的几个亟待解决的问题,包括硅酸盐水泥诱导期的形成原因、硅酸盐水泥水化过程中减水剂效能消失的原因、在水泥石的TG曲线上,从200-400℃区间连续失重的原因等。

同济大学王培铭教授阐述了聚合物水泥复合材料的研究与应用,并指出需要从聚合物对复合材料的微观结构演变和宏观性能发展的精确作用等角度深入探讨,才能解决使聚合物的作用效果达到最大化的技术问题。

济南大学程新教授介绍了水泥基材料纳米改性及其表面功能化,采用纳米改性技术赋予传统水泥基材料高耐久性和功能特性。特别是充分利用与环境交互作用的表面作为功能化的有效载体,在提高水泥基材料抗环境侵蚀作用的同时,经济有效地赋予材料改善环境的功能。

华南理工大学余其俊教授介绍了新型阻锈剂在钢筋混凝土结构腐蚀防护中的应用。讲述了两类典型的新型钢筋混凝土阻锈剂结构,电化学迁移阻锈剂及核壳有机阻锈剂,讨论了阻锈剂的合成、电化学迁移阻锈剂迁移过程、核壳阻锈剂的释放过程,以及它们对钢筋混凝土性能的影响。

湖南大学史才军教授超高性能混凝土具有(UHPC)150 MPa(100 MPa)以上的抗压强度,优异的韧性和耐久性。超高性能混凝土原材料的选用和组成设计不仅要考虑初始空隙率,还要考虑形成的产物特性,它们对其微观结构和性能的发展至关重要。报告从原料的选用、组成设计以及产物特性出发,详细介绍了超高性能水泥基材料的研究及其应用。

东南大学刘加平教授介绍了海洋工程混凝土高性能化的制备技术,分析了技术现状与存在问题;阐述了海洋工程钢筋有机分子阻锈技术,适于新建混凝土结构与既有混凝土结构的有机分子阻锈技术;展望了海洋工程混凝土结构耐久性保障与提升技术的未来发展趋势。



南京工业大学邓敏教授通过对MgO微结构的设计,可以使MgO水化产生的膨胀与水泥基材料本身的收缩趋于同步,实现水泥基材料内应力的控制,减少甚至避免水泥基材料的收缩开裂。报告阐述了水泥基材料干燥收缩或自收缩的补偿宜采用较小晶粒的MgO,水泥基材料湿缩收缩的补偿宜采用较大晶粒的MgO。

海南大学汪峻峰教授根据南海岛礁工程建设的特点,同时利用现代建筑化学的原理对水泥基材料进行优化,研发的低热自密实大体积海工混凝土、海水/珊瑚礁砂混凝土和聚合物防腐材料等已应用于南海工程建设中,为先进水泥基材料在海洋工程中的应用技术与工程示范研究提供了一定的研究基础。



2016 IFAM

# INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

## 不断蓬勃发展 不断涌现新生长点的无机材料

——先进无机材料论坛(II)

### 先进陶瓷/玻璃材料分会

文/中国科学院上海硅酸盐研究所 李江

“先进无机材料论坛——陶瓷/玻璃材料分会”共邀请了人民解放军国防科技大学王军教授、哈尔滨工业大学贾德昌教授、西北工业大学殷小玮教授、中国科学院上海硅酸盐研究所王士维研究员、武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室王皓研究员、中国科学院上海硅酸盐研究所李江研究员、中国科学院上海硅酸盐研究所曾宇平研究员、中国科学技术大学谢毅院士、清华大学李敬峰教授、浙江大学朱铁军教授、中国科学院上海硅酸盐研究所陈立东研究员、蚌埠玻璃工业设计研究院特聘专家夏申江研究员、澳大利亚Monash大学程一兵教授、蚌埠玻璃工业设计研究院徐根保总经理、美国新泽西理工学院碲化镉薄膜太阳能电池研究中心潘锦功教授共15位来自国内外著名高校、科研院所的知名专家，就无铅铝电压电材料、高性能碳化硅纤维材料、裂纹自愈陶瓷基复合材料、二维固体中的电声输运行为调控与能量转化等陶瓷/玻璃材料相关领域研究进行了详细报告。



**中国科学技术大学谢毅院士** 介绍了课题组近年来在二维原子面和二维超晶格等二维固体体系中，利用各种结构扭曲、空位、掺杂、杂化及复合结构、相变、电荷转移等手段，实现了载流子浓度、能带结构等调制，进而实现高效光/电-化学能或热电转化。

**中国科学院上海硅酸盐研究所曾宇平研究员** 采用先进陶瓷材料成型和烧结手段，通过注浆、冷冻、发泡等工艺制备了一系列氮化硅陶瓷坯体，并利用氮化反应烧结、后烧结等方法制备了显微结构和气孔率可控的多孔及梯度多孔氮化硅陶瓷，并对其力学性能进行表征和讨论。

**西北工业大学殷小玮教授** 为了制备抗氧化性能优秀的致密C/SiC复合材料，有必要设计具有裂纹自愈功能的Si-B-C陶瓷基体，并通过界面层厚度控制来释放C/SiC复合材料中的残余热应力，报告综述了液相渗透Si-B-C改性C/SiC复合材料的裂纹自愈控制机理及其发展现状。

**中国科学院上海硅酸盐研究所王士维研究员** 综述了注凝成型凝胶固化体系的发展现状，重点介绍了基于亲核加成聚合反应的新型三元凝胶固化体系（分散剂，水溶性环氧树脂和多胺）和基于分子间作用力的多官能团共聚物一元凝胶体系的基础研究和应用研究进展。



**武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室王皓研究员** 从尖晶石晶体组成与结构的可设计与可调控性出发，以 $MgAl_2O_4$ 和 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>为组成单元，结合第一性原理理论计算与实验研究，设计和制备了系列尖晶石型MgAlON新型透明陶瓷，证明了晶体的组成与结构调控是实现尖晶石型透明陶瓷综合性能协同优化的重要手段。

**中国科学院上海硅酸盐研究所李江研究员** 从石榴石基透明陶瓷的组分、结构的可设计性与可调控性出发，设计和制备了不同稀土离子掺杂的钇铝石榴石（RE:YAG）或镱铝石榴石（RE:LuAG）透明陶瓷及其复合结构，实现了激光陶瓷性能的裁剪与优化。重点阐述了大尺寸、低损耗、高光学均匀性Nd:YAG透明陶瓷和平面波导结构YAG/RE:YAG/YAG透明陶瓷的可控制备与性能优化。

**中国人民解放军国防科技大学王军教授** 就高性能连续碳化硅纤维及其复合材料的研制与应用进行了详细阐述，特别介绍了“十二五”期间，国防科技大学先后突破了高软化点可纺纤维体结构控制、连续熔融纺丝、无氧不熔及两步烧成等关键技术。

**哈尔滨工业大学贾德昌教授** 从六方氮化硼陶瓷特点入手，进而对防热、透波、抗烧蚀天线罩(罩)用h-BN复合陶瓷，耐辐射霍尔推进器通道用h-BN复合陶瓷等几种典型的六方氮化硼基复合陶瓷材料国内外最新研究进展进行了介绍，并对该系列材料今后的主要研究及发展方向进行了展望。

**清华大学李敬峰教授** 基于课题组近年来的研究工作，重点介绍了钨酸钾钠钙钛矿化合物材料体系的烧结制备技术、相结构调控与性能增加机理、性能温度稳定性等相关基础研究的进展，并展示该体系无铅压电陶瓷材料在超声成像传感器、压电驱动器、纳米复合能量收集材料等应用技术的研究成果。

**浙江大学朱铁军教授** 介绍了一种新型高性能P型FeNbSb基HH热电材料及其能带调控方法，在能带与成分优化的情况下，最高热电优值 $zT$ 在1200 K可达到1.5，是目前国际上高温热电材料的最好性能，在高温温差发电方面很有实际应用前景。



**中国科学院上海硅酸盐研究所陈立东研究员** 介绍了涉及中高温区方钴矿基和碲化镉基热电器件的最新集成技术、近真实工作环境下器件的服役特性研究、以及热电器件可靠性与寿命预测的方法与技术。

**蚌埠玻璃工业设计研究院特聘专家夏申江教授** 从TCO导电玻璃、高阻层、硫化镉窗口层、光吸收碲化镉层、掺杂、晶界电子-空穴复合、电子反射、氯化镉热处理等方面出发，对影响碲化镉薄膜太阳能电池转化率以及产业化的关键核心技术进行了分析和探讨，找到进一步提升其转化率和实现产业化的有效途径和方法。



**澳大利亚Monash大学程一兵教授** 介绍到柔性玻璃可以弯曲，适用于“卷对卷”印刷工艺制备各类光电子器件；同时又具有玻璃的硬度、透明、耐热、绝缘、不透气以及优良的机械和化学稳定性，因而是薄膜太阳能电池和有机光电子器件最理想的基板和封装材料。

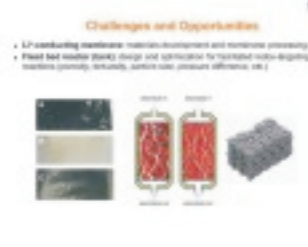
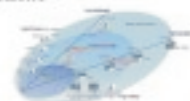
**蚌埠玻璃工业设计研究院徐根保总经理** 介绍了凯盛集团在CIGS方面的战略规划以及近期的主要工作，阐述了CIGS薄膜电池的原理和主要技术路线（即共蒸碲化法和溅射后碲化法），同时介绍了主要的生产工艺和装备技术以及CIGS产品的应用。

**美国新泽西理工学院/碲化镉薄膜太阳能电池研究中心潘锦功教授** 结合中国建材集团的发展战略，着眼于稀散金属在碲化镉太阳能发电玻璃、以及碲化镉太阳能电池发电玻璃和电子信息产业的应用，重点介绍了稀散金属碲和铟的资源、技术、应用状况以及中国建材集团在玻璃与稀散金属结合应用方面所取得的成果及未来研究方向。

2016 IFAM

## 二次电池发展中面临的问题

- 能否构建新一代高比能电池?
- 能否解决电池的安全可靠性问题?
- 能否实现电池的长寿命?
- 能否提高电池的性价比?



能源与环境的可持续发展是当今世界关注的重要议题,为解决能源间歇性问题,满足现代社会对新能源利用方式日益增长的多样化需求,必须大力发展先进储能技术。储能电池在新能源领域中处于战略性地位,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发展的关键。先进二次电池不仅需要具有优良的电化学性能,还需要考虑能源成本和环境效益等应用要求。

## 安全性 二次电池研究发展的关键

主办单位: 南京大学 / 东南大学 / 南京理工大学 / 南京航空航天大学 / 《中国材料进展》杂志社

支持单位: 中国工程院 / 国家科技部高新司 / 国家科技部基础司 / 国家工信部原材料司 / 国家发改委高技术司 / 国家自然科学基金委员会

助单位: 亨通集团有限公司 / 法尔胜泓昇集团有限公司

助展览单位:



能源材料主题由陈立泉院士(左一)和舒兴四院士(右一)主持。北京理工大学吴锋教授(右二)作了题为“高性能二次电池与相关材料的技术进展”的报告,新加坡国立大学王庆教授(左二)做了题为“Redox Flow “X-Batteries” for Large-Scale Energy Storage”的报告。

### 电池安全性和高比能量是二次电池研发面临的重要问题

“二次电池是当前国际竞相研发的热点,面临的重要问题是电池安全性和高比能量的需求。”北京理工大学吴锋教授针对提升电池能量密度这一关键性指标,提出了构建新一代高比能电池的路线,提高电池安全可靠性和电池性价比的策略;介绍了基于轻元素、多电子、多离子反应的电池新体系,研究并探索高比能二次电池新体系中的多变量协同效应理论及相关电极材料的研发进展;介绍了锂离子电

池用高比容量锂材料、先进功能电解质材料等新型能源材料及废旧二次电池的绿色回收及资源化再生技术。

### 电池安全性攻坚——氧化还原液流锂离子电池

新加坡国立大学王庆教授针对锂离子电池安全性低的不足,结合液流电池的工作模式,提出了一种全新的氧化还原液流锂离子电池的概念。其工作原理是采用磷酸铁锂等电极材料实现能源存储,采用液流电池工作模式实现功率转换,通过氧化还原相反应实现二者的有机结合;该反应机制可应用于锂硫、锂空以及铅酸电池体系中,可有效提高能量密度,但功率特性还有待改善,研究技术瓶颈在于适宜反应罐和固体电解质膜的研发。并指出,寻找合适的氧化还原电位、建立氧化还原相反应平台、匹配适宜的电化学体系,实现能量和功率二者的有效平衡,是未来发展高能量密度液流锂离子电池的思路。



### 院士点睛

未来要研究的固态电池体系很多,安全性最重要。  
——陈立泉 院士

### 热烈讨论

全国固态电池是目前的研究热点,请问各位专家对全国固态电池的有何见解?

吴锋教授:目前我们的全国固态电池还不是完全意义上的“全固态”,只能称之为固态电池。当然,未来方向是全国固态电池,但是问题很多,需要分步实现全固态这一目标。

液流电池中的脱嵌反应可逆性如何?

王庆教授:传统电池中由于体积变化引起的循环可逆性衰减在液流电池中并不存在,因为液流电池中的脱嵌反应来源于化学反应,而非电化学反应;但从另一个角度来讲,如果电极材料的分子结构稳定性较弱,对电池容量也会有不利影响。所以需要同时考虑这两个因素,找到最优化的方案。

最有希望产业化的下一代电池在哪里?

吴锋教授:虽然美国已经把锂硫电池应用在无人机上,但锂硫电池的循环性能较差;在新能源汽车领域,全固态电池在安全性上具有明显的优势;锂空电池尽管容量很高,但集中了锂离子电池和燃料电池的难点,所以在产业化之路上可能比锂硫电池更远一些。



### 高等教育应让学生掌握未来材料的“模样”

“双一流大学着眼点是什么?双一流大学的着眼点是人才培养开放性的交流平台,就材料工程科学来说,必须让年轻科学家、大学生、研究生掌握未来材料科学会发展成什么样子。”2016年9月25日,在“2016新材料国际发展趋势高层论坛”上,大会主席、中国著名的超导和稀有金属材料专家周廉院士接受媒体采访时指出。



材料是人类社会进步的重要标志之一,材料科技的发展引领着社会潮流的进步。作为人类社会生活的物质基础,新材料领域技术的研究是世界各国争相抢占制高点的热门领域之一。随着科技的发展,新材料领域的研究和应用成果呈井喷式爆发,造就了国际材料发展的新格局。周廉院士认为,材料工程是改变人类社会的重大工程,一方面广泛应用于航空、航天、航海、核工程方面;另一方面他认为,材料工程在制药、医用生物等事关人类健康的行业也有着广泛的用武之地。通过智能材料,未来可以通过3D智能打印细胞、骨骼、器官,同时还可以使其进一步生长。听起来很玄乎,实际上已经在研发过程中。

对于“双一流”学校的建设,周廉院士表示,这需要学校在着眼于材料科学继续创新的同时,在人才培养模式上也同样具有创新性。掌握最新材料发展动向和长远发展趋势,对在校学生而言,应该更多地关注新材料的发展,掌握未来材料的模样。同时对于此次大会,他坦言这本身是对材料发展的交流,也是一个学习平台。对未来材料发展的前景如何看待?周院士表示,除了致力于改变人类现实的重大国家工程,另一方面也应瞄准改善人民生活,如健康、环境、衣食住行等接地气的方面,“这其中很多材料都会发挥意想不到的作用,这也是材料科学发展的重要方向。”

# INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

## 发展高性能二次电池新体系 推动新能源材料产业化发展

——能源材料论坛

文/北京理工大学 陈人杰

2016年9月25-26日，“2016新材料国际发展趋势高层论坛——能源材料分论坛”在南京国际青年文化中心召开。本次论坛共邀请了来自储能技术、绿色节能技术及二次电池产业化技术等领域的16位专家做专题报告。他们分别为北京化工大学陈建峰院士、清华大学慈松教授、中国科学院物理研究所王兆翔研究员、南开大学高学平教授、武汉大学曹余良教授、厦门大学董全峰教授、清华大学邱新平教授、北京理工大学李丽教授、北京当升材料科技股份有限公司陈彦彬博士、新加坡国立大学巴力教授、上海大学施思齐教授、中国科学院物理研究所胡勇胜研究员、武汉理工大学麦立强教授、宁德时代新能源科技股份有限公司汪龙高工、北京航空航天大学杨树斌教授、惠州亿纬锂能股份有限公司袁中直博士。论坛分别由陈立泉院士、赛锡高院士、舒兴田院士和吴烽教授主持。

作为当前材料研究领域的热点，能源材料论坛备受瞩目。秉承2015年上海“能源材料论坛”的发展理念，报告专家与参会人员展开了热烈讨论和交流，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都深入地交换了意见。在论坛大会主席席院士、能源材料论坛主席陈立泉院士和大会组委会的精心组织下，与会国内外专家进行了高水平的学术交流。



### 钠二次电池

钠离子电池是当前储能领域的研究热点。新能源技术迅速发展，如风（光）电、智能电网、电动汽车等，急需廉价高效的大规模储能技术。目前锂离子电池是最具竞争力的储能电池体系，但锂资源储量不足，而钠资源丰富、价格低廉、环境友好且电化学性能与锂相近，因此钠离子电池是储能技术的新发展方向。武汉大学曹余良教授介绍了具有弱键合作用的非氧化物和非晶材料、具有大层间距的碳负极材料、钠合金材料等储钠材料，并提出应用不溶磷酸酯电解液发展安全性钠离子电池的技术途径。中国科学院物理研究所王兆翔研究员提出了一种储钠的层状材料，通过对物性的系统表征和第一性原理计算的理论分析，研究了层状材料在钠离子电池中的电化学特性。



### 锂二次电池

目前锂离子电池面临两大问题：一是安全性问题，二是能量密度低。发展全固态锂电池是我国的战略选择。寻找综合性能优异的锂离子固态电解质材料一直是全固态锂电池的研究难点。在锂离子电池电解质研究领域，新加坡国立大学巴力教授讲述了固体电解质材料的研究工作，指出NASICON结构的氧化物类材料离子电导率较低，限制了实际应用。石榴石结构的 $\text{Li}_x\text{La}_y\text{Zr}_z\text{O}_w$ 具有高电学稳定性和较高的离子电导率，重点针对石榴石结构体系存在的问题提出了一系列制备工艺。上海大学施思齐教授则围绕若干固体电解质材料中的输送机理问题进行了分析。

为提升锂电池的能量密度，各位专家学者做了很多研究工作。南开大学高学平研究员就锂离子电池用富锂层状氧化物正极材料在实际电池体系应用中存在的不足，介绍了表面修饰、体相掺杂、球形化等技术实现层状氧化物材料性能的有效改善。其中，阴离子掺杂可实现富锂层状氧化物在长期循环过程中比容量的稳定，有利于构建新型高能量密度锂离子电池体系。厦门大学董全峰教授指出构建快速电化学储能体系，主要从两个方面入手：一是电极材料的活化调控、结构调控和界面调控；二是研发具有快速电化学反应和快速离子传输的新型储能材料。相关研究已取得了令人满意的结果，为构建快速电化学储能体系奠定了基础。清华大学邱新平教授就目前锂离子电池性能衰退的因素进行了分析。报告指出，正极溶解带来的问题是主要因素，以锰酸锂正极材料的锂离子电池作为研究对象，系统研究了正极溶解过程在锂离子电池性能衰退中所起的作用；提出了负极表面固相电解质相界面膜（SEI膜）的离子交换模型，对锂离子电池使用过程中负极阻抗不断增大的现象进行了理论诠释。北京航空航天大学杨树斌教授提出了采用单原子层二维结构的石墨烯构建高性能储能材料的研究路线，介绍了制备的各种单层石墨烯的纳米复合材料，包括三明治的石墨烯纳米片、石墨烯包裹金属及金属氧化物、石墨烯三维骨架等；对其电化学性能系统研究的结果表明，石墨烯能够在纳米复合材料中均匀分散，并显示出优异的电化学储能和电催化性能。

随着高端电子消费产品、新能源汽车和大规模储能市场的快速发展，锂离子电池的产量近年来快速增长，随之而来废旧锂离子电池的数量也呈现井喷式上升。北京理工大学李丽教授从实验室基础研究和工业应用两个角度总结了目前主要的回收方法和工艺流程，提出了废旧锂离子电池关键材料资源化再生的新技术途径。

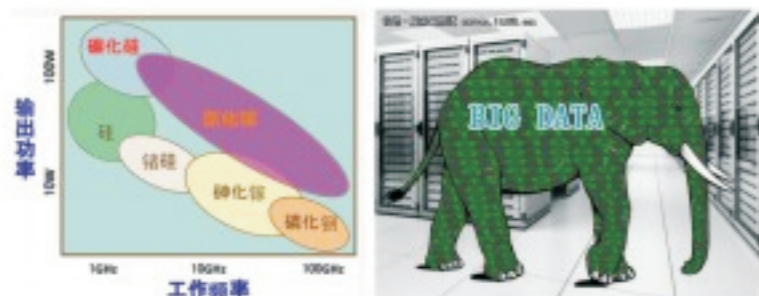
### 产业与应用

北京化工大学陈建峰院士就国内外建筑节能技术的最新进展做了综述，围绕建筑节能原理和现状，重点阐述纳米科技在建筑节能领域中的突出贡献，并介绍北京化工大学在此领域取得的创新研究和工业示范性成果。清华大学慈松博士提出大规模电池系统的解决方法——构建电池网络，重点讨论一种基于能源互联网的颠覆性电池系统设计：动态可重构电池网络，尤其是基于能量流和信息流紧密融合的电池系统设计理论和其在相关领域中的应用。当升材料科技股份有限公司陈彦彬博士从企业的角度对如何有效实现动力电池能量密度的提升进行了系统阐述，公司先后开发的系列长寿命高比容的三元正极材料，其中车用能量型NCM523电池能量密度达到210 wh/kg；NCM622电池的常温1C/2C循环寿命达到4000周以上；目前开发中的NCM811和NCA比容量均达到200 mAh/g以上，并表现出优异的循环性能。

宁德时代新能源科技股份有限公司汪龙高工介绍了通过理论计算模拟与试验验证相结合的技术手段来提高电池的能量密度，有效降低电池成本及提高其循环寿命，公司研发的新型三元材料，通过形貌优化、体相掺杂和表面修饰，在保持高能量密度的前提下，电池循环寿命已超过3000次，并表现出优异的热稳定性。惠州亿纬锂能股份有限公司袁中直博士介绍了高能锂离子电池在产业化过程中的研究进展，对锂电保护及抗钝化、阴极催化剂、功能电解液添加剂等方面的最新研究成果进行了论述，对于高比能锂电池比能量的提高、储存寿命的提升以及应用环境适应性的增强具有重要的作用。



2016 IFAM



电子信息材料是现代信息社会和经济发展的基石，将引领信息、能源、健康医疗、交通以及国防等众多领域的基础研发，具有强大的战略性、前瞻性和产业带动性，其研究与应用水平将决定各国在世界高科技产业的战略地位。我国设立了“十三五战略性先进电子材料重点专项”，旨在支持国民经济可持续发展，抢占电子信息产业发展制高点，参与国际产业格局重塑。

## 聚焦电子信息材料发展前沿 抢占电子信息产业发展先机 共建电子信息产业强国



电子材料主题由黄维院士（左一）和赵进斌院士（右一）主持。中国科学院上海微系统与信息技术研究所王曦院士（右二）作了题为“SOI材料与器件应用”的报告，南京大学郑有科院士（左三）作了题为“第三代半导体材料发展趋势”的报告，清华大学潘峰教授（左二）作了题为“战略性先进电子材料发展趋势”的报告，南洋理工大学Freddy Boey教授（右三）作了题为“Educating Tomorrow's Global Graduates, Today”的报告。

### 第三代半导体材料技术——顺应时代的战略新技术

第三代半导体材料是指以GaN和SiC为代表的带隙宽度大于2 eV的新型半导体材料。郑有科院士介绍了第三代半导体材料的应用和在各领域的巨大发展前景，LED照明的产业发展，智能化、与互联网融合的发展要求对第三代半导体材料提出新的要求；面向不同工业领域

的紫光LED技术、固态紫外探测器、宽禁带射频电子的第三代半导体材料技术发展空间巨大；互联网数据中心等领域涉及的电转化损耗呼唤高效、低功耗的宽禁带功率电子器件。报告最后介绍了发展大直径晶圆材料技术、GaN基材料外延衬底、高Al组分GaN基材料技术等第三代半导体材料技术的未来热点方向。

### SOI材料与器件已成为电子信息产业的主流产品、市场巨大

王曦院士做了题为“SOI材料与器件应用”的报告。他指出SOI材料已从最开始的单纯用于航天军工抗辐射芯片，发展为可在电子信息领域广泛应用的材料，正在成为电子信息产业的主流产品之一，而其中中国参与并做出了巨大贡献，并在一些应用领域取得发展优势。相比Inter公司发展FinFET集成电路技术，中国大力发展FD-SOI集成电路技术，其在达到性能要求的同时，成本更低，是中国SOI材料未来应用规模最大的方向，同时FD-SOI低压低功耗的特点适合于可穿戴、物联网等新兴领域。应用于智能手机、物联网的SOI射频技术也将发展为大规模产业。报告介绍了SOI材料在硅光子技术、MEMS传感器、汽车电子功率器件领域的应用前景和国内的技术研发现状。

### 战略性先进电子材料—产业发展高点、科技变革先机

潘峰教授介绍了“战略性先进电子材料”重点专项布局于“第三代半导体材料与半导体照明”、“新型显示”、“大功率激光材料与器件”、“高端光电子与微电子材料”4个方向。新型显示产业和IC产业并列，是千亿美元级规模产业，国际新一代显示技术的未来趋势是印刷显示和激光显示。报告指出，目前处于显示产业转型的关键期，我们应抓住机遇，抢占新型显示技术的原创先机。当今世界进入了以“光制造”为代表的工业制造革命新时代，激光材料和全固态激光器是激光制造的核心。报告最后介绍了这4个方向国内的发展现状和专项实施的预期成果，令人振奋。

## 热烈讨论

张国旗教授：发展第三代半导体材料技术、新兴电子材料技术是我国未来成为电子产业强国、ICO制造大国的基础，很高兴我们国家开始重视。但据潘峰教授介绍，国家十三五“战略性先进电子材料”重点专项只布局了20亿人民币，这些资金恐怕远远不够推动我国电子产业强国的建设？

潘峰教授：国家科技规划希望引导电子信息材料前沿、共性关键问题的基础研究，更希望聚焦、引领电子信息材料未来发展方向。正因为资金有限，所以要探讨未来发展趋势、抓住核心发展方向和发展先机，这也是每年一届“新材料国际发展趋势高层论坛”和周院士等的初衷。至于产业发展，科技部会同其他部门还会有其他项目支持。

王曦院士：我认为国内具备支持未来电子产业发展的资金实力，但是产业界、企业界对我国目前前沿半导体材料技术的发展现状和前景还不了解，比如我们每年组织的相关技术高端论坛，产业界的人并不了解和参与。我们的学者应该把这些进展和技术前景好好整理下，争取更多科技部和产业界的资金。

黄维院士：国外IBM等IT巨头投入大量资金支持原始创新和核心

技术变革，而国内企业对原创技术的研发投入普遍不足，产业发展也需要大量民间资本注入。

张平祥教授：12 inch/300 mm单晶硅的生产需要强磁场。请问王院士，您那边项目应用的强磁场技术是哪家公司提供的保障？西北有色金属研究院三年前开发出1.5 m口径、2000 Gs的磁体。

王曦院士：目前12 inch/300 mm-15 万片/月单晶硅生产线使用的是韩国的强磁场技术，非常欢迎国产技术，希望二期扩产项目能和更多国产技术合作。

我国12inch及以上大尺寸硅片全部依靠进口，国内生产技术的瓶颈在哪里？

王曦院士：这个存在综合的因素。首先，生产时我们经常会侵犯国外已申请的专利；其次，有质量控制和管理的问题；另外，资金问题，12inch及以上大尺寸硅片生产线启动资金需要10亿美金以上，现在国家、政府关注并资金支持，算是迈出了一大步。



## 国际教育的今天与明天

材料教育主题，来自南洋理工大学的Freddy Boey教授对材料科技的发展充满信心，认为材料未来的发展将永远以“日出”之态保持朝阳之辉。Freddy教授在报告中，以Interactive, Inspirational, Institutional 3个论点向与会代表揭开南洋理工的崛起之道。Freddy教授提倡主动性的自主学习，他认为“我们在学校习得的最重要的本领是如何学习，而非具体的课程”。

## 先进电子信息材料的突破 引发科技变革、重塑国际产业格局

——电子信息材料论坛综述——

文/南京工业大学 袁升

材料、能源、信息一直是支配人类社会发展的三大支柱，因此电子信息材料对人类社会进步的重要性不言而喻。随着电子信息时代的到来，电子信息材料更是现代信息社会和经济发展的基石和纽带，它将引领人类在信息处理、显示技术、医疗健康、能源交通、国防安全等领域实现高速发展。例如随着大数据概念的提出以及5G通讯时代的来临，电子信息领域的技术将以前所未有的速度发展，而先进的电子材料技术将会成为促进其发展的关键点，将会推动物联网、工业4.0、云存储和云计算、智慧城市的建设等领域的快速实现。欧美、日本等高科技发达国家均在该领域的研究压上重砝码，正是在此契机之下，2016新材料国际发展趋势高层论坛召开期间举办了“电子信息材料论坛”。

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，材料学术联盟主办；清华大学，中国科学院半导体研究所，科技部“863”计划电子材料技术主题组，第三代半导体产业技术创新发展战略联盟以及《中国材料进展》杂志社承办；屠海令院士、李言荣院士、赵连成院士、吴以成院士、都有为院士、郑有科院士共同担任论坛主席，潘峰教授、陈弘达教授、吴玲教授担任论坛秘书长。论坛邀请了16位来自国内外著名高校、科研院所的知名专家学者与会作报告，报告内容精彩纷呈，各与会代表学习气氛浓厚。

各位报告专家以高质量的内容，呈现出了电子信息材料的蓬勃发展，此次电子信息材料论坛的举办，为该领域的代表们提供了一个高水平的交流平台。会议最后，潘峰秘书长对会议进行了总结，他指出在2016新材料国际发展趋势论坛期间，电子信息材料论坛共做了3个大会报告和16个分会报告，就光电子、硅电子和磁电子做了非常精彩的研讨。特别是对新的领域，像磁电子崭露头角，在未来社会的发展中将会起非常关键的作用。从目前我国布局报告看来，已经将电子信息材料划做了重点，所以我们举办此次分论坛，以期对电子材料的研究和发展进行交流讨论。



**中国科学院半导体研究所赵建华研究员** 把磁与半导体结合起来，即操控半导体中电子自旋自由度，将逻辑运算、磁存储、光通信3个功能集成在单个芯片上，有望研发出新一代半导体自旋量子功能器件，从而满足未来信息领域超高速、低功耗和超大容量的发展需求。报告主要介绍了近年来科学家们在试图结合磁性半导体研究中所面临的挑战与机遇，以及所在研究组在新型半导体自旋电子材料探索方面开展的研究工作。

**中国科学院物理研究所韩秀峰研究员** 介绍了双势垒磁性隧道结(DBMT)中存在的量子阱态和量子阱共振隧穿电阻效应、以及单晶双势垒磁性隧道结中的电导随偏压振荡效应等理论和实验研究。

**北京科技大学姜勇教授** 指出传统的自旋阀或磁性隧道结器件中的磁性薄膜通常为面内磁各向异性。介绍了课题组在全Heusler合金薄膜的垂直磁各向异性研究方面的工作，以及在垂直磁各向异性薄膜/重金属结构中的自旋霍尔效应、自旋轨道矩等方面所进行的研究。

**山西师范大学许小红教授** 介绍了课题组在钙钛矿铁磁与顺磁材料异质结构中发现了很强的交换偏置效应及交换偏置与超导共存现象。

**中国科学院微电子研究所刘明研究员** 介绍了国际及中国存储器产业发展现状和面临的挑战、非易失存储器的学术研究态势及微电子所在该领域的研究进展。

**华南理工大学杨中民教授** 复合玻璃光纤是一种由组分或结构与玻璃复合形成的一种新型光纤，在可穿戴设备以及光纤通信与智能感知等领域有着重要的应用价值。报告介绍了复合玻璃光纤制作技术、几种新型的复合玻璃光纤及其应用，为光纤技术的发展提供了新思路。

**北京大学王新强教授** 从InN的外延调控出发，揭示了晶格极性对外延生长的影响。并探讨了Ga<sub>2</sub>N上InN原子层级外延调控及其形成规律和应用。

**南京大学陆海教授** 指出以III族氮化物和碳化硅为代表的宽禁带半导体是近年来国内外重点研究和发展的新型第三代半导体材料。报告介绍了南京大学近年来针对宽禁带半导体紫外探测器开展的系列工作，以及在材料生长、器件研制和产业化推广等方面取得的重要进展。

**荷兰代夫特理工大学的张国旗教授** 指出电子连接器是所有电子产品和电子系统性能和稳定性的关键，并重点介绍了新型的连接器材料及其加工方法在提高产品稳定性和设备的应用性能、设备微型化方面应用的最新进展。

**中国科学院宁波材料技术与工程研究所李润伟研究员** 利用光脉冲对CeO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al结构界面空间电荷区缺陷态电子浓度的调控，进而调控局域能带结构，使空间电荷区宽度发生变化，得到持续光电导效应。

**南京大学汤慈江教授** 提出了一种低维碳材料中的轻质元素超掺杂技术，该技术不仅可以获得超高的掺杂浓度，而且还能精确控制其掺杂浓度。报告还展示了氮掺杂石墨烯在磁性、氧化和储能方面的卓越表现。

**中国科学院半导体研究所林学春研究员** 介绍了固体激光焊接及表面熔覆技术可广泛应用于汽车、船舶、航空航天、电子、石油、发电等行业领域，是目前国际先进制造业技术变革的主要方向之一，高功率全固态激光器及激光加工技术对我国材料加工、先进制造业将发挥越来越重大的作用。

**华中科技大学缪向水教授** 成功制备出1 Mb的相变存储器功能芯片，且相变存储单元RESET速度最快可达200 ps。此外，还研究了GeSbTe和AgInSbTe等硫系化合物半导体材料的本征忆阻特性和非本征忆阻特性，研制了基于硫系化合物半导体材料的阻值突变和新变的忆阻器。



**中国科学院半导体所吴远大研究员** 通过对多层结构的二氧化硅材料进行适当的掺杂，结合高温处理及干法刻蚀工艺制程，可以获得不同折射率差的低损耗、低应力、高品质光波导材料。

**华南理工大学彭俊彪教授** 介绍了课题组开展低成本印刷AMOLED显示材料与技术的研究工作。阐述了在TFT背板基础上的印刷OLED全彩色点阵显示屏的研制，探索了印刷TFT与OLED的集成材料与工艺。

**天津大学李祥高教授** 在柔性OLED领域设计合成了适于溶液过程的高迁移率空穴传输材料；在钙钛矿太阳能电池的研究中，获得了低成本高性能的材料体系和器件；并深入研究了氟代金属酞菁的场效应性质；开发了适应中、高速激光打印机的纳米金属酞菁光导材料和空穴传输材料的制备技术并实现了有机光导体的规模化生产。

