



强化材料基础研究 描绘中国制造未来

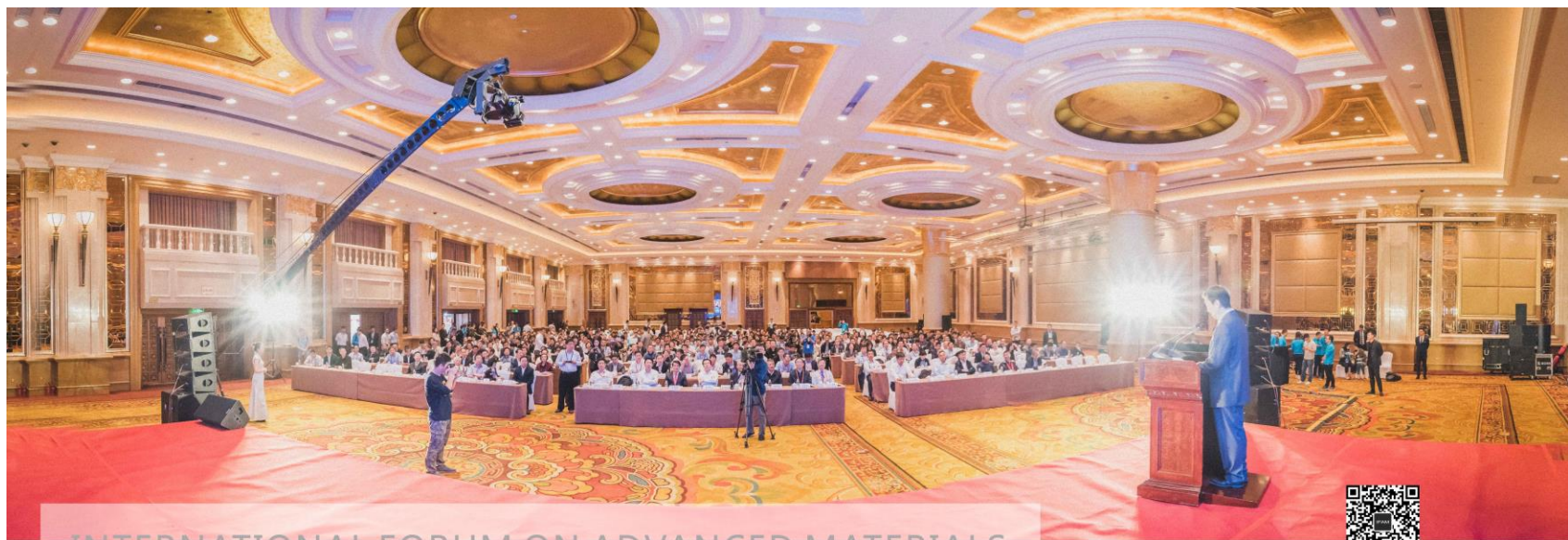
——2018新材料国际发展趋势高层论坛纪实

MATERIALS CHINA

“新材料国际发展趋势高层论坛”是由周廉院士发起，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新材料领域的系列会议，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。自2011年开始先后在淄博、昆明、成都、西安、上海和南京6地召开了7届，逐年发展壮大，已成为国内材料界综合性强、报告水平高、影响力大的材料领域学术盛会。

2018年9月16日~18日，“2018新材料国际发展趋势高层论坛（IFAM2018）”在沈阳皇朝万鑫酒店成功举办。本届论坛邀请了360余位国内外知名材料科学家围绕材料制备与服役行为、先进金属结构材料、超材料、先进磁性材料、电子信息功能材料、能源电池材料、材料界面与控制、先进复合材料、计算材料学、先进高分子材料、先进陶瓷材料、高温合金、高熵合金与非晶材料、材料智能制备加工、生物医用材料、石墨烯材料等新材料领域的最新进展和发展趋势作了精彩报告。举行了相关领域材料主题分论坛17个和“第四届IFAM优秀青年科学家论坛”，为国内材料研究人员搭建了高端的展示、交流平台。本届论坛还特别设立了“新材料产业与技术投资促进国际论坛”，促进了材料技术与产业的交流合作。





INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS



扫码关注会议公众号

2018年9月17日，“2018新材料国际发展趋势高层论坛（IFAM2018）”在沈阳皇朝万鑫酒店隆重开幕。本届高层论坛由中国工程院化工、冶金与材料工程学部，材料学术联盟，中国材料研究学会，沈阳市人民政府，中国科学院沈阳分院和国家新材料产业发展战略咨询委员会共同主办，由中国科学院金属研究所、北京科技大学、沈阳市科技局和《中国材料进展》杂志社联合承办，得到了中国工程院、国家自然科学基金委员会、国家科技部高新司、国家科技部基础司和国家工信部原材料司的大力支持。谢建新院士、徐惠彬院士、魏炳波院士担任大会主席，中国科学院金属研究所韩恩厚研究员、沈阳市科技局赵日刚局长、北京科技大学吕昭平教授担任大会执行主席。

国家科技部高新司材料处李志农调研员，中国工程院学部一局吴国凯副局长，中国工程院化工、冶金与材料工程学部办公室主任姜红处长，沈阳市人民政府姜有为市长，沈阳市科技局赵日刚局长，大会名誉主席。西北有色金属研究院名誉院长周廉院士及中国工程院院士谢建新、徐惠彬、王震西、柯伟、封锡盛、赵连城、桑凤学、王国栋、姜德生、周克松、丁文江、蹇锡高、王玉忠、毛新平、周济、张联盟、潘复生、聂祚仁，中国科学院院士朱经武、叶恒强、李依依、成会明、孙世刚、刘维民、杨德仁等30位院士，香港城市大学副校长吕坚院士，美国乔蒂·马宗德教授，加拿大杨军教授，中国材料研究学会秘书长、国际材联主席韩雅芳教授，中国科学院金属研究所所长左良研究员及来自国内外材料领域280余家高校、企业单位的领导、专家学者、青年学生等1000余人出席开幕式。

大会执行主席、中国科学院金属研究所韩恩厚研究员主持大会开幕式。大会主席谢建新院士、中国科学院金属研究所所长左良研究员、沈阳市人民政府姜有为市长、大会名誉主席周廉院士分别致辞。



大会主席 谢建新院士



左良研究员



沈阳市人民政府 姜有为市长

谢建新院士发表了热情洋溢的开幕致辞。他介绍说，“新材料国际发展趋势高层论坛”是周廉院士倡导和发起的，本届论坛结合了时下新材料发展的前沿领域、战略性新兴产业及国家重大需求领域，也结合了东北新材料产业特色，希望能够很好地促进各方的交流合作，也能助力东北经济振兴。

中国科学院金属研究所所长左良研究员在致辞中简要介绍了金属所65年来在纳米金属结构材料、碳纳米材料、材料疲劳与断裂行为、金属腐蚀防护技术等国家重大战略领域的原创性科技成果。“新材料国际发展趋势高层论坛”汇集了众多海内外知名科学家共商我国新材料发展大计，是中国材料学界具影响力的学术盛会。金属所欢迎各位院士、专家和领导藉此机会多多给予指导和帮助，促进合作发展和成果转化。

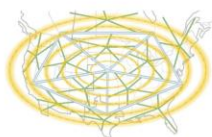
姜有为市长指出，新材料是战略性新兴产业发展的重要支撑和保障。沈阳在材料领域科研实力雄厚，具有中国科学院沈阳分院、中国科学院金属研究所、铸造研究所、化工研究院、东北大学等材料科教资源和人才优势，已培育出一批行业龙头企业和创新型企业，初步形成了金属、化工、建筑等三大先进材料产业集群。本次论坛的召开将为材料创新与技术进步提供新方向、激发新思想，推动我国新材料产业加快发展和老工业基地全面振兴，增进沈阳与国内外材料领域专家的合作。

来自先进材料基础研究、材料制备与服役行为、先进金属结构材料、材料界面、先进磁性材料及电子信息功能材料6大领域的15位国内外知名材料专家作了精彩的大会专题报告，展示了相关材料领域前沿研究进展及发展趋势，和专家学者共同探讨国内材料发展现存瓶颈问题及发展策略。

大会名誉主席周廉院士在致辞中介绍了“新材料国际发展趋势高层论坛”系列会议的发展壮大历史，指出该系列会议在国内材料界影响力越来越大，是因为一直坚持着几大传统和特色：坚持关注纳米材料、能源材料、生物材料、光电信息材料4大新材料领域和关键传统材料；坚持邀请高水平报告人，报告人大部分都是国内顶级的一线材料领域科学家，其中10%是特别邀请的材料界有影响力的高端人才；坚持向特邀报告人征集ppt报告，汇编印刷，为材料领域青年教师和学生提供了前沿、系列的学习资料；坚持设立“青年科学家论坛”，吸引青年学者参与，发挥青年生力军和主力军作用。



大会名誉主席 周廉院士



超导材料、超强材料、吸波材料等关键领域、新兴领域的基础研究，一直是材料科学家们关注的重点。强化材料前瞻性基础研究，挖掘材料潜能、发挥材料极限，可以为当前诸多技术难题提供更多的可能性。“能源超级干线”为人类能源传递提出了更加宏大而可行的新方案；超纳材料打破了结构材料原有的难以兼顾高塑性和高韧性的桎梏；吸声机理性研究提供了高性能吸声材料设计的准则。先进材料基础研究不仅是我国建设创新型国家的诉求，更是人类解决能源危机、生态危机等关键问题的重要突破口。

前瞻性基础研究： 新兴材料的摇篮 关键技术的基石



先进材料基础研究主题由周康院士（左一）和谢建新院士（右一）主持。美国休斯敦大学朱经武院士（左二）作了题为“The HTS/LH₂ Energy Super-Highway: For the Sustainable Economic Development of China and Beyond”的报告，香港城市大学吕坚院士（中）作了题为“结构纳米材料新进展：超纳材料与3/4D增材制造”的报告，加拿大西安大略大学杨军教授（右二）作了题为“Design and Fabrication of Acoustic Precision Materials for the Optimal Sound Absorption”的报告。

休斯敦大学朱经武院士介绍了高温超导-液氢能源超级干线（HTS/LH₂ Energy Super-Highway）的基本原理、特点和优势以及未来面临的挑战。这种新型能源传输网将超导电力传输和液氢能源输送耦合起来，液氢既提供超导电力传输条件又可作为能源储备利用，而液氢的来源则可通过风能、太阳能等一次能源产生。通过合理化的设计可建立经济可行的跨区域超级能源干线网，为清洁能源的高效存储、传输和利用提供了全新的解决方案。



香港城市大学吕坚院士介绍了团队近年来基于金属玻璃断裂机制及其组织结构的关系研究增韧制备方法的进展，包括比强度超过钛、铝、镁合金的多级纳米晶钢、接近理论极限超高温度的超纳及纳米结构材料、用于机翼的超高承重多稳态系统。另外，介绍了3D-4D打印制备复杂形状的陶瓷或陶瓷/金属结构方面的研究。

加拿大西安大略大学杨军教授介绍了面向最优吸声性能的精准声学材料的设计与制造。报告指出，对于多孔材料，声波损失主要包括粘性耗散和热损失两种。通过理论分析、数值计算，并借助微纳制造实验，发现当空隙尺寸为两倍粘性边界层厚度（约200 μm）时，能够通过增加粘性耗散而取得最佳的吸声效率。研究成果可为高性能吸声材料的设计与制造提供指导。

热烈讨论

●周康院士：这种能量的高速公路非常有意义，是一种长远的、花钱很多的国家项目。这里面有两大挑战，一个是材料的问题，一个是氢的问题。关于材料的问题，实际上，最好的高温超导材料就是您发现的这个YBCO，但是现在YBCO的涂层导体很贵。做一个估算，YBCO材料每米200元人民币，价格成本非常高。新的MgB₂性价比很高，20元人民币每米。在材料的选择上是否可以不选择YBCO，而换个材料呢？

朱经武院士：周院士的问题很好。这个MgB₂显示出非常好的性质，在欧洲的实验中心实验结果很好。基本上他的温度就在4 K，你想要用到氢的时候（氢的沸点为 21 K），它的性能就不太好了。但是YBCO转变温度在九十几K，所以在21 K的时候性能是非常好的。YBCO的制造成本很高，那是因为希望能够在77 K作用，在77 K作用就有很多问题一定要解决，制作程序就相当复杂，价钱就上去了。倘若YBCO使用在21 K的时候，它的生产成本就可能就会降很多。不过目前为止还没人真正去想这个问题，因为我们以前的想法总是希望温度弄得越高越好，最好是到室温，不用冷冻剂最好。但是我们想了很久，这条路走起来相当困难，所以选了一个折衷的方法来做。我们是希望能够变成实际，我觉得这个有一定的可能性。



●李依院士：您提到的那个水下装置管子的用途是什么？它是如何工作的？

吕坚院士：它没有管子，而是一个体积变化的、可在水中升降的自动系统。主要依靠体积变化造成的浮力变化来带动一个温差或者温差可以发电的装置，或者热电材料。我们现在希望上下搜集的能量大于需要改变状态的能量，因为改变状态之后是不需要能量的。在中国渤海地区有一些地方它的温差只要上下30 m就差20 °C，台湾有一些海底的火山，上下30 m温差可以达到300 °C，这些都可以用这个系统。刚才演示的是不锈钢，实际上在钛合金和镍基高温合金上都可以形成这个多稳态的状态。

●您3D打印的叶片，还需要做防护涂层吗？

吕坚院士：首先我们希望做出来的陶瓷叶片本身就是耐高温的，因为它比现在的热障涂层的温度还要高。高温陶瓷涂层是氧化锆加掺杂，我们现在用的是一个双相陶瓷，氧化锆只占30%，剩下是非晶的C-Si-O，复合起来是一种很稳定的耐高温材料。另外，再发明任何新的耐高温材料都可以用这种材料打印成复杂形状，所以不需要再有涂层。我们希望可以取代涂层，直接做成可以适应冷却系统的航空发动机部件。

●您那个4D陶瓷打印，在去掉预应力以后立体的高度就取决于平面方向施加预应变的大小。这样的话，前驱体最大能够加多大应变？除了在平面加，可以在任何方向加预应力吗？

吕坚院士：最大能够加300%预应变。三维是可以的，就是说可以加一个复杂的应变。3D打印最基本的还是在平面，但平面我们可以把平台再倾斜，像五轴加工中心一样，打印头也可以倾斜，打印头用机器人的话可以多出来很多轴。所以说应该是没问题的。



腐蚀、疲劳、磨损是材料三大主要失效形式，材料损伤、失效以及制备的构件组织、性能不一，是关乎高铁、核电、航空、航天、油气、海洋、基础设施等多领域工程结构安全可靠使用、延寿经济运行的关键问题。材料研究人员致力于设计制备新材料、提高服役性能，并逐渐注重研究服役环境中材料的损伤机理，认识其损伤动力学过程，以定量评价及预测其安全性和寿命，为保障重要工程结构的服役安全 and 经济运行提供理论与技术支持。

研究材料制备与服役行为，为装备的安全可靠使用、延寿经济运行保驾护航



材料制备与服役行为主题由丁文江院士（左一）和潘复生院士（右一）主持。中国科学院兰州化学物理研究所刘维民院士（左二）作了题为“高性能润滑剂的设计制备与工程应用”的报告，中国科学院金属研究所韩恩厚研究员（右二）作了题为“重要工程结构的腐蚀服役安全评价与寿命评估”的报告，西北工业大学介万奇教授（中）作了题为“热力学原理在晶体生长和凝固控制中的应用”的报告。

中国科学院兰州化学物理研究所刘维民院士重点介绍了高性能合成酯类润滑油、航天航空用润滑油、离子液体润滑剂的设计制备方法及其性能特点，提出高性能润滑油可按特殊的环境和工况需求进行分子组成及结构设计合成，从而调控其低温与高温性能、挥发特性以及高温稳定性，实现减摩抗磨、抗氧化、抗燃烧、抗辐射等。并分析了随着高技术工业领域发展和节能、环保要求，对润滑油材料的要求和挑战。

腐蚀是影响长寿命重要工程结构服役安全与寿命的最重要因素之一。中国科学院金属研究所韩恩厚研究员在报告中介绍了带领团队，从腐蚀环境与材料相互作用的局部化角度出发，在机理研究基础上，提出了实验室加速试验方法，建立了腐蚀损伤度量关系；通过系



统研究，掌握了腐蚀发展的动力学。在此基础上，建立了国外尚未见公开报道的飞机日历寿命定量评价技术，建立了油气管道剩余强度评价技术并形成行业标准，建立了核电部件的安全分析与服役寿命定量评价方法，并均在以上领域和重大工程或结构中实现应用，大大提高了材料应用水平和服役安全，产生巨大经济效益。

西北工业大学介万奇教授的报告首先分析了液-固相变中热力学和动力学问题和基本原理，介绍了模拟计算方法和计算参数。随后展示了多组元Al-Mg-Si合金凝固组织生长过程与界面形貌模拟和化合物半导体晶体中的点缺陷计算与控制3个应用实例。基于对液-固相变中热力学和动力学原理分析和相关模拟计算结果，成功开发了大型复杂薄壁铝合金构件铸造新技术和II-VI族化合物半导体晶体生长技术，为其他金属材料 and 构件凝固组织控制、金属3D打印组织控制和其他化合物半导体晶体生长的技术研发提供了重要参考。

热烈讨论

- 丁文江院士：报告中提到很多润滑剂依赖进口，除了技术因素外，还有其他因素吗？

刘维民院士：技术因素很重要，但还受商业因素等其他因素影响。我们国人需要改变观念，要相信中国科研工作者和工程师有能力经过努力，设计、生产出和进口一样好的润滑剂产品，但这需要时间，还需要社会的包容和理解。

- 丁文江院士：面对中美贸易摩擦，您觉得什么润滑剂比较好？

刘维民院士：需要一些包容和理解，但最终还是需要我们增强实力，最重要还是要靠我们自己。

- 丁文江院士：韩恩厚教授提出的研究方法和模型，可以评价和预测核电站关键部件的寿命，这个非常了不起。这方面研究、预测的自信来自于哪里呢？

韩恩厚研究员：评价和预测核电站关键部件的寿命，确实承担着很大压力。但我们仍充满信心，这是因为我们进行了大量基础研究，实验室研制了80余套设备模拟实际核电部件服役条件，基于原位测试技术检测分析了模拟核电部件服役条件下部件及材料的各种损伤动力学过程，而之前传统的研究只是分析服役前、损伤后。我们是在掌握了损伤动力学过程、在“知其所以然”基础上，提出了该预测模型。

- 丁文江院士：凝固组织也是传统研究中的“一次析出相”，对于一次析出相的形貌、大小、分布，除控制液/固界面前沿温度场等凝固条件，还有其他调控手段吗？

介万奇教授：材料的初始凝固组织影响后续的形状变形、热处理工艺响应等后续处理过程，而宏观偏析等初始凝固组织缺陷不能通过后续处理来改善或消除。我国钢材、铝材的性能一致性和产品质量问题，很大程度上是因为初始凝固组织中的缺陷。

- 对材料的极化曲线塔菲尔区进行线性拟合时，得到的自腐蚀电位和自腐蚀电流密度趋势不一致，该如何分析、评价材料的耐蚀性？

韩恩厚研究员：主要是要考虑自腐蚀电流密度，因为腐蚀速度取决于自腐蚀电流。

材料服役行为: 新材料研发与工程结构安全长寿的关键

——材料服役行为分论坛笔记

文/中国科学院金属研究所 王 媛 吴秀霞 胡 帅

材料服役行为是材料科学与工程的重要组成部分，许多新材料的研发失败，主要是由于难以满足最终的服役性能要求。澄清服役环境中材料的损伤机理、认识其损伤动力学过程、评价工程结构的安全性与服役寿命、发展延长寿命的措施（包括研发新材料、表面改性及防护涂层等）是该领域的重要任务。这些问题也是目前高铁、核电、航空、航天、油气、海洋、基础设施等多领域中碰到的难题。本论坛围绕腐蚀、疲劳、磨损三大主要失效形式进行研讨，试图为新材料研发，特别是为保障现役重要工程结构的服役安全提供理论与技术支持。

2018年9月18日，“2018新材料国际发展趋势高层论坛—材料服役行为分论坛”在沈阳成功召开。本次论坛由中国科学院金属研究所、中国科学院宁波材料技术与工程研究所、中国科学院兰州化学物理研究所、北京科技大学和《中国材料进展》杂志社承办，国家金属腐蚀控制工程技术研究中心、固体润滑国家重点实验室、中国科学院海洋新材料与应用技术重点实验室和中国科学院核用材料与安全评价重点实验室协办，由薛群基先生、柯伟先生、赵振业先生、陈道博先生、周克松先生、刘耀民先生6位院士担任共同主席，韩恩厚研究员、张哲峰教授、王立平教授、周峰教授担任秘书长。



分论坛开幕致辞

柯伟院士：服役行为既是一个传统的老学科又是一个意义重大的研究领域，从事材料服役行为研究，既要有强的专业基础又不能忽视交叉学科的研究。“高端”的意思不是指地位有多高，而是在学术前沿和科学态度的严谨程度是高端的。要在市场经济的大潮面前耐得住寂寞、稳得住心神，不为一时之利而动辄、不为一时之誉而急躁，不当市场的奴隶，敢于向炫富竞奢的浮夸说“不”、向低俗媚俗的炒作说“不”、向见利忘义的陋行说“不”。希望大家本着这个精神做材料服役行为的学术研究。



周克松院士：自2011年起“新材料国际发展趋势高层论坛”举办以来，我基本上参加了历届论坛，每届都能听到许多精彩的报告，同时可以和材料领域同行们交流和探讨学术问题。材料服役行为研究领域的科研工作者应该多进行学术交流，这对科研工作者十分有益，在交流过程中可以迸发新思想。我抱着学习的态度参加这次“材料服役行为分论坛”，祝愿此次论坛举办成功，同时祝愿“IFAM新材料国际发展趋势高层论坛”以后越办越好。

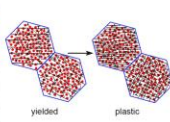
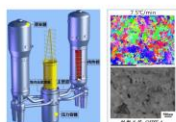


韩恩厚研究员主持分论坛开幕式：材料服役行为是任何新材料研发与传统材料使用都必须经历的，只有逾越了服役性能这个坎，新材料才能有用。希望大家在材料研发过程中注重服役行为研究，避免走回头路；希望大家在材料服役行为研究中，注重不同失效形式之间的综合影响，为材料的安全可靠使用、为中国制造和国家经济的高质量发展做出更大贡献。

16位来自高校和科研院所的材料服役行为专家为论坛作了精彩的邀请报告，全国100余名材料服役行为研究人员参加了本次论坛。与会专家、学者就氢脆、低合金钢耐蚀性能、碳纤维高分子复合材料腐蚀失效、超高硬度薄膜力学损伤、超高温氧化、复杂应力状态下蠕变损伤、铝合金低周疲劳行为、微小尺度材料的服役失效、高效能喷涂技术及先进防护涂层、航空发动机气路密封副材料摩擦、高温下的材料磨损和冲击微动磨损等方面展开了深入热烈的讨论。代表们对论坛的内容表示非常满意，感觉收获颇丰，激发了进一步思考。许多代表表示，希望以后多召开这样的高水平论坛，特别是把腐蚀、疲劳、磨损等材料的主要失效形式放到一起进行系统讨论，更加有利于提升认识。



2018 IFAM



金属结构材料是国防安全和国民经济的基础材料，是支撑我国制造业转型升级和跨越发展的关键材料。近年来，我国面向国家重大需求和重大工程的先进金属结构材料制备技术获多项重大突破，先进金属结构材料基础研究水平和进展受国际瞩目和认可。金属结构材料强国、制造业强国建设步履矫健。

面向国家重大工程亟需和国际科学前沿的 先进金属结构材料研究 获众多进展



先进金属结构材料主题由徐惠彬院士（左一）和毛新平院士（右一）主持。北京航空航天大学官声凯教授（右二）作了题为“NiAl金属间化合物基单晶合金”的报告。钢铁研究总院刘正东研究员（中）作了题为“中国核压力容器大部件用钢及其制造技术的发展与突破”的报告，北京科技大学吕昭平教授（左二）作了题为“基于界面调控的新型超高强度钢”的报告。

目前第三代、第四代Ni基单晶高温合金存在密度高、成本高、1150℃及以上高温蠕变强度退化的问题。北京航空航天大学官声凯教授在报告中首先分析了高温蠕变强度退化的机制是高温服役时 γ/γ' 相界面强化效果降低和 γ' 相回溶。展示了团队通过提高Al含量提高 γ' -Ni₃Al相体积分数和有序度，以及Mo-Re共合金化强化 γ/γ' 相界面，成功研制高承温、低密度的Ni₃Al金属间化合物单晶合金（IC21，密度~8.0）的创新工作，并介绍了对该合金铸造工艺性、抗热震性能、热机疲劳性能的分析测试和其优异表现。该先进高温合金已在高性能航空发动机研制中获得初步的应用，为航空发动机性能提升和发展做出了重要探索。



钢铁研究总院刘正东研究员在报告中阐述了压水堆核电站岛主设备“大型一体化设计”和“高安全长寿命运行”对核压力容器大部件用钢工程应用性能极限和现有设备制造能力极限的挑战，重点介绍了基于冶金原理的300~600吨级钢锭508-3钢超大部件初始低温韧性提升和组织性能均质性控制技术的研究进展和突破（包括成分优化匹配控制技术、低偏析MP浇注技术、一体化近净成型锻造技术、组织性能调控组合式热处理技术等），上述技术是核电站高安全和长寿命的关键。系列技术的突破使国产核岛大部件国内市场占有率已达到90%，使我国核电工程制造技术已跃居世界先进水平。报告还介绍了我国新一代核压力容器508-4钢（具有更优异强塑性匹配、更好淬透性）大部件的研制进展及多项突破，目前已工业试制 $\phi 2000\text{ mm} \times 700\text{ mm}$ 508-4钢特厚大部件。

北京科技大学吕昭平教授指出，传统超强度钢基于半共格析出产生强共格畸变的强化机制，存在着易应力集中、析出相密度有限及分布不均匀的固有缺陷，既降低塑性又严重影响服役安全性。此外，为促进析出，添加高含量合金元素又使成本大大提高，限制了其实际应用。报告介绍了其创新性提出的最小化错配度设计共格强有序析出的巧妙强化思路，采用轻质且便宜的Al元素替代马氏体时效钢中昂贵的Co，并通过调控两相点阵错配度促进高密度、全共格纳米析出，研发出共格纳米析出强化的新一代超强度钢。该析出相在产生极低共格畸变的同时又具有高的有序抗力，这极大增强了合金的强度但不牺牲其延展性。进一步研究共格析出与位错组织在变形时的交互作用和演变过程，提出高密度位错塑强化共格增强合金的新思路。析出强化是金属材料重要的强化机制，该创新思路和研究工作为先进金属材料研究和设计提供了重要借鉴。

热烈讨论

● Ni₃Al基高温合金和Ni基高温合金的区别？图为第三代Ni基高温合金的相组成和Ni₃Al基高温合金一样，也是立方的 γ' 相和 γ 相组成的 γ/γ' 相，为什么名字有不同？

官声凯教授：都属于高温合金，但一般Ni基高温合金Al含量不超过6%，Ni₃Al基高温合金中Al含量超过7%，Ni₃Al相更多一些。英文文章中都叫Ni基高温合金，中文中分开叫，以示区别。

● Ni₃Al基高温合金中增加Al，可能形成NiAl相，怎样控制析出相？

官声凯教授：这个问题非常好，也非常关键，曾长期困扰我们的研究。后来发现，高温固溶时先形成均匀的 γ 相，再时效时就可避免析出NiAl相。

● 吕昭平教授使马氏体钢中析出高密度共格相，且析出相只有几个纳米，非常小，这个难度非常大。在热处理温度升高或时间延长及服役时，这些共格第二相会溶解还是粗化长大呢？

吕昭平教授：刚才报告中已列出，随热处理时间延长（1000 min），这些粒子会长大，但长大非常缓慢。热处理3天时，粒子长大、粗化，但这种马氏体钢是常温下使用，不存在这方面问题。

● 对核电用钢中P元素的控制，有什么好的方法？

刘正东研究员：核电用钢中P元素的控制非常重要，一般情况，要求 $P < 0.003\%$ ；特别重要场合，要求 $P < 0.002\%$ 。目前核电用钢采用EAF+LF+VD+真空浇注的冶炼浇注工艺，通过一系列的手段来控制P元素含量，具体冶炼工艺细节等可以会后讨论，没有太高的技术难度，但工艺成本较高。

先进金属结构材料是比传统金属结构材料具备更加优异的抗疲劳、耐腐蚀、耐高温等特性的新型金属材料，主要包括先进高强度钢、铝及铝合金、镁及镁合金、钛及钛合金、钎钎合金、硬质材料等。金属结构材料不仅是用量占比最大的结构材料，也是国家建设的基础材料，更是支撑我国制造业转型升级和跨越发展的关键材料。近年来，面向国家重大需求和国际科学前沿，我国金属材料领域科学家和工程技术专家在材料设计、材料制备、材料应用、材料表征、模拟计算等方面均取得了重要进展。

革故鼎新，行稳致远

——先进金属结构材料论坛侧记

文/中国科学院金属研究所 刘 朋

在“2018新材料国际发展趋势高层论坛（IFAM2018）”举行之际，专门组织召开“先进金属结构材料论坛”。论坛由中国科学院金属研究所、宝钢股份中央研究院、钢铁研究总院、东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室、北京科技大学材料科学与工程学院、西北有色金属研究院、高端装备轻合金铸造技术国家重点实验室和《中国材料进展》杂志社联合承办，得到海洋装备金属材料及其应用国家重点实验室、南京工业大学新材料研究院、北京工业大学材料科学与工程学院、重庆大学材料科学与工程学院共同协办。



毛新平院士主持开幕式



周廉院士讲话



李殿中研究员总结

专家齐聚论坛 报告精彩纷呈

19位邀请报告人是来自国内金属结构材料领域骨干高校、研究所和企业的知名金属材料专家，分别是：清华大学刘伟教授、北京科技大学罗海文教授、大连理工大学张兴国教授、高端装备轻合金铸造技术国家重点实验室姜延春研究员、河南科技大学魏世忠教授、东北大学王昭东教授、中国科学院金属研究所李殿中研究员、西北有色金属研究院赵永庆副总工、昆明理工大学杨斌教授、山东大学赵国群教授、武汉理工大学华林教授、上海交通大学彭立明教授、钢铁研究总院杨卯生研究员、上海大学任忠鸣教授、重庆大学蒋斌教授、西安交通大学韩卫忠教授、鞍山钢铁集团有限公司严玲研究员、宁波创润新材料有限公司吴景晖董事长、西部金属材料股份有限公司葛鹏教授。

交流内容丰富 互相启发借鉴

19个邀请报告内容涉及高端轴承钢、特殊用钢、耐磨材料、新型铝合金、高性能镁合金、新型钛合金、乏燃料储存用中子吸收材料、微纳尺度金属材料强化、有色金属真空冶金等，展示的成果从原料制备、合金设计、组织调控到凝固、轧制等制备技术及装备，还有失效行为研究。搭建了互相了解、借鉴、合作的平台。正如毛新平院士所言，新材料不能没有金属结构材料，金属结构材料研究，相互的交流沟通与互相学习很有必要。他表示，组织本次分论坛有两点初衷：一是当前科学技术发展到现阶段，学科之间的横向交流可能会带来更大启发；二是金属材料无论是从基础理论到关键技术、到装备制造，还是到产品应用，它们之间有许多相通之处及内在联系，召集大家在一块分别说说自己的事情可能会带来不一样的启发。

研制、生产高均匀、高纯净、高一致性的轴承钢产品

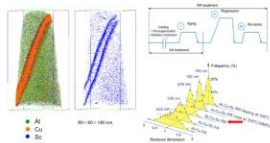
论坛名誉主席周廉院士到“先进金属结构材料分论坛”认真听了专家汇报，并发表讲话。他表示，钢铁研究总院、北京科技大学、中科院金属研究所是国内轴承钢研究的3家领头研究单位，且取得了一定进展，但成果主要是在自己的实验室获得，没有拿到工业去实验，也没有一个真正符合标准的冶金、加工工厂，产品质量不能保证。他提出轴承钢等金属材料产品要满足“三高”要求：高均匀、高纯净、高一致性，高一致性要求工业化生产时做一炉轴承钢性能达标，做十炉做一百炉性能还达标，这个要求不是在实验室条件下所能达到的。他希望大家要考虑自己的成果，在中试扩大试验、工程试验及最终批量生产等方面是否达标，提议3家优势研究机构联合力量搞一项技术工程，克服高端轴承钢的生产瓶颈，推动大生产。



分论坛秘书长、中国科学院金属研究所李殿中研究员主持下午的报告环节，并作了闭幕总结。他说：“高端轴承钢、无镍LNG高锰钢、微纳尺度金属材料、稀土镁合金、超大型金属环件成形技术、真空冶金等关键技术对工业化生产具有重要意义。希望大家有所得、有所获，最后感谢各位专家的认真准备和精彩汇报，本次论坛取得圆满成功。”

本次分论坛，各位专家分享了国内外先进金属结构材料研究和产业的最新进展，与会专家、代表进行了广泛交流，进一步加强国内科研单位之间的交流与合作，将有力推动我国先进金属结构材料的创新发展。

2018 IFAM



材料界面是材料组织的重要组成部分，对能量传递和物质输送起着重要作用，直接影响着材料性能和应用范围。随着材料向着精细化、集成化和智能化方向发展，界面结构对材料特性的影响更为突出，材料界面超微观结构、成分与性能之间关系规律的问题日益凸显。因此材料界面超微观结构信息的表征分析、设计调控受到越来越多关注，已成为半导体材料、纳米材料、生物材料、智能材料、复合材料、陶瓷材料、镁铝合金等领域的关键问题。

材料界面结构与表征： 深入研究超微观结构的关键



材料界面主题由叶焱强院士（左一）和王玉忠院士（右一）主持。西安交通大学孙军教授（左二）作了题为“基于析出相稳定化的抗高温蠕变铝合金”的报告、中国科学院金属研究所马秀良研究员（右二）作了题为“异质界面原子结构的像差校正电子显微学解析”的报告。

西安交通大学孙军教授在报告中提到奥林匹克的格言“更快、更高、更强”，在某种程度上也代表了社会发展对结构材料新的需求，即轻质、耐高温、具有更强高温性能的材料。他指出高温下纳米量级的强化颗粒粗化严重是铝合金存在的问题和瓶颈，时效析出过程中原子交互作用和界面偏聚原子与固溶原子配分是抑制沉淀相颗粒粗化的两个关键科学问题。通过不断优化轻质、高强、抗高温蠕变铝合金中Sc原子在合金中的有效利用率，发展了单级峰值时效处理和三级时效处理两种热处理工艺，开发出了具有优异抗高温蠕变性能的Al-Cu基合金，为设计和制备耐高温蠕变轻质合金提供了新的可能。



中国科学院金属研究所马秀良研究员介绍了透射电子显微技术及其球差的校正，分享了在金属钝化膜结构及其氧离子击穿机制、奥氏体不锈钢中MnS局域溶解以及基于铁电化极的异质界面材料构筑及其亚埃尺度结构特性等方面取得的重要研究成果，以此讲述了如何利用透射电子显微技术研究金属结构材料中有关界面效应的基本科学问题并由此带来的新认识。表示像差校正电子显微技术以及在此基础上的定量分析使材料科学家有机会对一些经典的基础科学问题进行再认识并从中获得新的理解，必将在材料科学研究中发挥越来越大的作用。

热烈讨论

• 氧化膜等其他超薄薄膜与基体间界面结构以及外界离子如何通过这层超薄薄膜进入基体的过程与您所述的氧离子点蚀钝化膜这一过程有什么异同？

马秀良研究员：原则上，过程应该跟氧离子点蚀钝化膜这个过程很相似，实验方法也没有太大的差别，从尺度上来说在具有亚埃尺度分辨率的像差校正电子显微镜下观察也都不是问题。但是，透射电子显微镜是一种研究型仪器，前期需要做大量的工作。只有这样，才有可能在原子尺度上观察到一些细微的细节。

• 徐东生研究员：为什么选用Sc元素来作为微合金化元素？Sc价格高昂，为什么不选其他元素？

孙军教授：Sc是很贵，但是现阶段还只是在探索阶段，看看能不能行；如果能行，后期再考虑成本。如果后面具有重大需求，价钱也不是问题。

• 叶焱强院士：稀土是我们国家的国宝，也是我们国家的一个特点。有没有可能针对稀土元素在合金里面的作用，发展出一个合金系列？

孙军教授：事实上我们现在做的新的结果是，铜的不同含量，包括其他低成本金属元素辅助增强界面热稳定性，甚至包括稀土的低成本元素替代都做了，新的结果可以做到400 °C，铝合金可以在400 °C抗蠕变，这是我们非常期待的。发展出一个抗高温蠕变的铝合金系列也是有望的！



从宏观到超微观 记录分子与原子的“一举一动” ——材料界面与控制分论坛侧记

文/中国科学院金属研究所 李同同 吴亭亭 /太原理工大学 章海霞

材料界面是材料组织的重要组成部分,它对能量传递和物质输送起着重要作用。随着对半导体材料、纳米材料、生物材料、智能材料、复合材料、陶瓷材料、镁铝合金等材料研究的不断深入,材料界面超微观结构、成分与性能之间关系规律的问题日益凸显。随着材料科学向纳米结构尺度的发展,材料的宏观性能越来越依赖于原子尺度的超微观结构。因此,材料界面超微观结构信息的提取对材料性能研究至关重要。高分辨电子显微术和分析电子显微术作为表征、检测材料超微观结构的重要手段,可以从分子、原子尺度上研究材料界面的超微观结构,从而揭示材料界面结构对性能的影响。

“材料界面与控制分论坛”是历届“新材料国际发展趋势高层论坛”系列会议的重要活动之一,2015年、2016年、2017年作为大会分论坛已连续举办3届,是我国材料界面结构表征领域影响大、级别高、水平高的重要研讨会之一。“2018新材料国际发展趋势高层论坛—材料界面与控制分论坛”于2018年9月18日在沈阳皇朝万鑫酒店成功召开。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、中国科学院金属研究所沈阳材料科学国家(联合)实验室、陕西科技大学材料原子分子科学研究所、西安交通大学微纳尺度材料行为研究中心、清华大学北京电子显微镜中心、浙江大学电子显微中心和《中国材料进展》杂志社承办。论坛邀请到中国科学院金属研究所叶恒强院士、清华大学朱静院士、浙江大学张泽院士、福州大学王海舟院士、中国科学技术大学方立俊院士作分会主席,许并社教授、马秀良教授、单智伟教授、郭俊杰教授担任分会秘书长。论坛邀请了13位国内电子显微学领域的中青年专家和捷欧路(北京)科贸有限公司、赛默飞世尔公司两家表征检测设备的工程师做了本领域最前沿的学术报告。



论坛秘书长许并社教授总结发言:本次(第四届)“材料界面与控制分论坛”相比之前几届,报告人中有更多的年轻专家,这点非常好!可以看到,超微观组织结构分析这方面年轻人的力量非常强大。第二个特点就是展示的研究成果非常新奇、新颖,不光有电子显微学的成像结果,还有中子衍射方面的成果,不光看到原子像还能看到原子核,都是非常创新的思路和研究结果,大家在这里咨询了好多问题,我感觉这方面研究还会有很大的发展。还有我们老师想到利用库仑力电场来成像,表面和次表面的重构和检测等,都有很多创新点。感谢15位报告专家的认真准备和精彩报告。



“2019新材料国际发展趋势高层论坛”将在武汉召开,按参会专家、老师的建议,明年“界面”分论坛将考虑加入材料表面的研究成果,涉及的表征手段不光有TEM,还将分享SEM、电子探针方面的前沿成果。希望分会不断丰富和壮大,希望老师、同学们多宣传、多参与。

精彩报告

无织构高纯铁晶界界面匹配及其位错结构

福建工程学院王卫国教授 将高纯铁试样经反复锻造和退火处理后,获得晶粒尺寸均匀且晶界取向均匀的无织构再结晶样品,采用晶界界面匹配表征新方法测定样品的晶界界面匹配。结果表明,具有(112)/(112)、(011)/(223)和(223)/(223)界面匹配特征的晶界是样品中比例较高的晶界。近重位点阵和O点阵理论分析表明,相比于一般大角度晶界,以上晶界具有较高的重位点阵密度和特定的位错结构,是一类结构相对稳定的晶界,亦是体心立方金属晶界工程研究应追求的近奇异晶界。



Fe₃O₄的表面重构与磁构型

清华大学于荣教授 结合差校正电子显微学与第一性原理计算研究了Fe₃O₄的(111)表面的原子结构与磁性。结果表明,Fe₃O₄表面的基态结构并非此前公认的A位终止表面,而是形成了次表面重构。最表面的原子不是Fe,而是O。次表面的Fe完全占据四面体位置,而不是块四面体与八面体混合位置。其自旋排列与块体相比发生了显著的重构,形成了二维三角点阵。这些结果有助于我们理解Fe₃O₄的催化与自旋电子学行为。



10 nm以下材料表/界面的原位研究

东南大学孙立涛教授 借助可以实现亚埃分辨的球差校正透射电子显微镜和自主搭建的原位操纵与性能表征平台,基于“将纳米实验室建在透射电子显微镜里”的想法,从材料的表/界面表征、调控和应用3个方面介绍了研究小组近年来的主要研究工作。同时,基于原位实验研究结果,初步探索了纳米材料的可能应用。



对称性破缺下功能材料的结构与电子结构

热力学描述了一个理想世界,而现实往往被具有不确定性的动力学所主导。对称性的破缺通过改变边界条件来实现对本征值的调控,从而启发新奇物性。**中国科学院物理研究所谷林研究员**从功能氧化物的电学调控、电化学储能材料的物理机制以及催化材料的电子结构入手,讨论了对称性破缺下材料的结构与电子结构的关联。

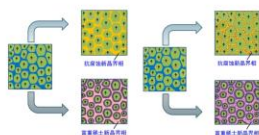


低电压电镜在二维半导体材料研究中的应用

中国科学院大学物理科学学院周武研究员 介绍了近几年利用低压球差校正扫描透射电子显微镜(STEM)在二维半导体材料研究中所做的工作,包括利用STEM图像来定量测量二维半导体内化学掺杂浓度及掺杂原子的空间分布,探索新型二维半导体量子阱晶格结构的形成机制,利用电子束在二维半导体材料内可制备新型纳米结构,以及探索在纳米尺度利用单色电子能量损失谱对二维材料在红外光区的吸收特性进行实验测量。



2018 IFAM



磁性材料的发展在电力、通信、运输、航天和军事等方面有着重要的意义。永磁材料在传感器、磁阻器件以及磁轴承等方面有着广泛的用途。而软磁材料在电感器、变压器、微波吸收材料、电磁铁和磁敏元件上也有很重要的应用价值。近20年来,依托丰富的稀土资源,我国自主研发的永磁、软磁、稀土永磁材料及装备在世界享有盛誉,这凝聚了我国几代科研工作者的辛勤与智慧。

稀土改变世界 磁力驱动未来



先进磁性材料主题由王震西院士(左一)和聂祚仁院士(右一)主持。中科三环股份有限公司胡伯平研究员(右二)作了题为“稀土永磁材料发展及展望”的报告,浙江大学严密教授(左二)作了题为“钕铁硼晶界组织设计与重构”的报告。

王震西院士:

短短20多年间,浙江宁波及周边一些地区成为了全世界磁性材料发展最著名、最强的地方。全世界要采购性价比最高的永磁、软磁、稀土永磁材料,一定要到中国的浙江宁波模店以及海宁,包括现在制造的装备,德国、日本等世界公认的制造强国,也在开始采用中国人自己研发出来的装备,这是非常值得我们骄傲和自豪的。



中科三环股份有限公司胡伯平研究员介绍了我国稀土永磁材料产业发展的情况,并指出,我国稀土资源丰富,大多数稀土元素都应用于稀土永磁材料。报告介绍了烧结钕铁硼、粘结钕铁硼、热压/热变形钕铁硼和烧结钕铁硼4种广泛应用的稀土永磁材料产业现状,并进一步介绍了稀土永磁材料在电子消费品、能源电力、交通运输等多个领域的应用现状及前景。

浙江大学严密教授指出,钕铁硼是国民经济与国防建设的关键基础材料之一,但抗腐蚀性差、矫顽力低。脆性大是其发展和应用需要解决的关键问题。通过自主创新的晶界组织重构新思路,可以研发出高本征抗蚀性的烧结钕铁硼,在减少昂贵的重稀土用量的同时提高烧结钕铁硼矫顽力,以及改善钕铁硼的韧性。钕铁硼晶界组织重构不受磁体尺寸限制,几乎不增加生产工序及能耗,对研发不同性能特点的钕铁硼新材料具有普遍指导意义。

热烈讨论

● 特斯拉以前的Model S, P85或者P85D,用的是永磁电机,后来在Model X和Model 3上已经开始慢慢地用开关电机或者是异步电机。因为中国是稀土资源最丰富的地区,所以特斯拉在后续的工作中有意地绕开了稀土的使用量。请问胡老师,咱们在后续的保护我们自己的稀土材料,在合理的性价比、定价这方面该如何考虑?

胡伯平研究员:特斯拉开始进入市场的时候,生产Model X时正是我国稀土波动的时期,所以他们采用了安全可靠的路线,就是他的感应电机。同时,美国的感应电机技术是比较成熟的,有利于他进入市场。新的Model 3为了降低成本同时提高性能,还有减轻重量等等因素,他们还是采用了稀土永磁电机。中科三环作为稀土永磁材料的主要供应商,正在积极应对全球新能源汽车的发展。你谈到了我国稀土方面的问题,我国的稀土资源是非常丰富的,今后稀土资源的价格和下游的应用要找到一个平衡点,如果价格太低,就会造成浪费;如果价格太高下游的应用就会受到约束,也不利于低碳经济的发展。



● 美国一些水下的潜艇、潜航器用的所谓能降低成本的永磁盘式电机使用稀土非常少。在提高磁通量密度的时候我们有没有在这方面做一些尝试,在降低成本的同时降低稀土的成分?

严密教授:确实现在国内有很多的科研单位,包括我们国家建国以来第一个自然科学基金的稀土重大专项就是研究、解决这个问题,我刚才讲的4个研究方向中钕铁硼的第二个方向就是要提高丰度的价格低廉、资源丰富的镧铈钇这些元素尽量地应用到钕铁硼里面,它的价格只有钕铁硼的十分之一或者几分之一,这方面已经取得了很大的研究成果。所以这个如果用不到钕铁硼里面,钕铁硼的价格就很难大幅度降下来的。第二个就是重稀土和无稀土,我的观点就是,国外没有稀土,他们开发这些主要未必是降低成本,是为了不给中国卡脖子。我们有的还是稀土,何须开发无稀土磁体?所以我不赞成有些人跟着国外去做无稀土,我们就是要让稀土做到离不了,离开稀土就玩不转。

● 许升社教授:提升力学性能的过程中和材料的磁性、矫顽力有什么关系?

严密教授:这是个很好的问题,同时抓几个兔子可能一个都抓不到,所以肯定是抓主要矛盾。产品一般来说还是矫顽力和抗腐蚀性人们更关注,但是不排除有些情况下有例外,我们曾经有的工厂产品60%~70%都要碎掉,这个时候你就要关心它的韧性,先把产品要做出来。简单说就是这样,看你最关心的是什么。



磁性材料的发展在电力、通信、运输、航天和军事等方面有着重要的意义。根据矫顽力的大小,磁性材料主要分为永磁材料和软磁材料。永磁材料一经磁化即能保持恒定的磁性,在传感器、电机、磁轴承、风力发电等方面有着广泛的应用。而软磁材料在电感器、变压器、微波吸收材料、电磁铁和磁敏元件上也有着重要的应用价值。

从理论模型到科技产业:内涵丰富的磁性材料

——先进磁性材料分论坛侧记

文/中国科学院金属研究所 王吉章

2018年9月18日,“2018新材料国际发展趋势高层论坛—先进磁性材料分论坛”在沈阳皇朝万鑫酒店顺利召开。会议由中科三环股份有限公司胡伯平研究员、中科院金属研究所张志东研究员以及浙江大学严密教授担任主持。与会的14位报告人分别从磁性基础理论研究、磁性薄膜、磁电耦合材料、吸波材料、永磁材料等的制备方法、物性机理、物性调控以及科技与产业发展等方面进行了探讨与交流。稀土永磁材料、磁性薄膜、固态制冷材料是本次会议的三大主题。



张志东 研究员



朱明明 研究员



许小红 教授



胡凤霞 研究员



胡伯平研究员寄语:我国的稀土永磁材料,近15年来高速发展,年平均增长率达到17%。2017年,我国稀土永磁材料产量(成品)达到11.2万吨,占全球份额的86%。今年中美贸易战,在7月11日美国公布的拟对2000亿美元中国输美产品加征关税清单中,稀土永磁材料在列,但在9月24日美方开始实施的2000亿美元清单中,稀土永磁材料已经被摘除。这表明,美国对我国稀土永磁材料的高度依赖和我国稀土磁性材料在全球举足轻重的地位。丰富的稀土资源、广阔的应用市场,我国稀土永磁材料将会迎来更加蓬勃的发展!

严密教授寄语:这次参加“先进磁性材料论坛”的专家作的报告,基本上代表了我国磁性材料领域的研究水平。论坛报告可以反映,我国在稀土永磁和磁电子方向的研究力量较为雄厚,而软磁材料方向研究力量明显不足。下次会议,可以考虑在软磁材料方向,安排2个大会报告,给软磁材料方向的研究加加油、鼓鼓气。



讨论焦点:稀土永磁材料

钢铁研究总院朱明刚研究员介绍到,新型稀土永磁化合物难合成、多为亚稳相,而且性能都没有高于钕铁硼磁体。稀土永磁未来将在智能汽车电机、重载汽车大力矩永磁电机上大有作为。**北京工业大学岳明教授**对钕铁硼永磁的结构调控与性能优化做了全面报告。其团队发明了利用重稀土及其氢氧化物纳米颗粒掺杂法制备低重稀土耐高温烧结钕铁硼永磁的新技术,并研制出新型低重稀土耐高温烧结钕铁硼永磁。同时建立了低重稀土耐高温烧结钕铁硼永磁微结构模型;提出了重稀土晶界强化型烧结钕铁硼的技术磁化新理论。**钢铁研究总院郭朝晖研究员**对高性能各向异性热变形钕铁硼磁体的制备、调控及产业化进行了系统的阐述。**中科三环研究院饶晓雷研究员**介绍了粘结稀土永磁材料以及粘结稀土磁体制备技术的发展、机遇与挑战。并指出其在车载电机、驱动器及传感器的应用、开发粘结磁体的3D打印技术等领域未来可期。

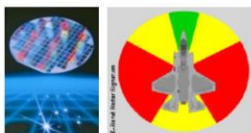
热议话题:固态制冷材料

中国科学院物理研究所胡凤霞研究员表示,固态制冷以其绿色环保,高效节能和稳定可靠等优点在制冷方面有很大的应用价值。报告从基本的磁热效应讲起,介绍了目前磁热理论研究的现状,并介绍了团队在巨压热效应方面的工作。**胡凤霞研究员**在报告之后,针对目前国内制冷设备的市场以及核心组件,与参会代表进行了深入的探讨。在谈到固态制冷材料价格居高不下的时候,胡伯平研究员从市场推广方面询问是否能够研制出价格低廉的固态制冷材料。对此,胡凤霞研究员表示,钕铁硼的市场价格依然制约着固态制冷材料的价格。新型固态制冷材料以及新型稀土永磁材料的市场推广仍然受批量生产成本的影响。

讨论热点:磁性薄膜研究

山西师范大学许小红教授介绍了镍锰氧基超晶格薄膜的交换偏置及超导现象。首先是镍锰氧/镍镍氧超晶格薄膜的交换偏置,随后介绍了镍锰氧/镍镍氧超晶格的交换偏置,最后介绍了镍锰氧/镍镍氧超晶格中的超导现象。**同济大学丘学鹏教授**介绍了自旋轨道矩的原理以及特点,并指出,自旋轨道矩是新型存储和逻辑器件应用的一个很好的可控磁性策略。自旋轨道矩可以通过界面氧化来进行增强和减弱,并且可以通过人工自旋结构进行调控。**中国科学院宁波材料技术与工程研究所李润伟研究员**就电场作用下磁性薄膜中的离子输运和物性调控作了详细报告,展示了磁性材料在柔性可穿戴器件等领域的应用前景。**中国科学院金属研究所刘伟研究员**作为论坛的最后一位报告人,介绍了各向异性多层膜中的磁交换作用和磁畴翻转机制。阐述了在各向异性纳米复合多层膜结构中,随外磁场的变化出现了磁畴的形核长大翻转湮灭和再形核等一系列过程,发现脱耦合的多层膜软磁层表面磁化翻转是独立变化的。并证明了层间相互作用在纳米复合结构中对比态形成起到了关键作用。

2018 IFAM



电子信息功能材料是现代经济社会发展的基石，是引领信息、能源、健康医疗、交通及国防等领域发展的强大动力，具有战略性、前瞻性和产业带动性。先进电子信息功能材料满足了爆发性增长的大数据处理、云计算的节电和海量存储需求，在推动物联网、云计算、智慧城市建设中将发挥巨大作用。随着大数据概念的提出和5G移动通信时代的到来，微电子/光电子/磁电子材料与器件的研究开发展现了更为诱人的发展前景。

开拓、创新、交叉、融合 促进电子信息功能材料大发展



电子信息功能材料主题由夏锡高院士（左一）和吴联盟院士（右一）主持，浙江大学杨德仁院士（左二）作了题为“微纳掺杂硅单晶的生长和缺陷控制”的报告，电子科技大学邓龙江教授（右二）作了题为“耐高温电磁辐射控制材料与结构研究”的报告。

浙江大学杨德仁院士指出集成电路是信息产业的基础，是国家综合实力的重要标志，但目前中国的集成电路主要依赖进口，2017年其进口金额在所有进口产品中排名第一。集成电路主要是建立在硅材料基础上，要解决集成电路进口替代迫切这一问题，就要加大硅材料这一基础材料的研究。纳米级缺陷严重影响大规模集成电路器件的成品率、可靠性，纳米级缺陷不解决，集成电路就很难实现量产。报告介绍了掺杂硅晶体及其晶体生长技术以及掺杂控制缺陷的基础理论和研究进展。



电子科技大学邓龙江教授指出，电磁辐射控制材料可以对电磁波传导、吸收和反射特性进行调控，是一类不可或缺的电子功能材料，在民用电子和军事装备领域具有广泛的应用前景。针对飞行器后机身高温部件的电磁辐射控制的核心问题——尾向RCS控制和尾向红外辐射抑制，从高温电磁辐射材料研究背景、高温红外辐射控制材料进展以及微波吸收涂层材料三个方面出发，通过材料结构设计，结合制备方法的创新，研制了适用于飞行器的耐高温电磁辐射控制材料。

热烈讨论

◆ 许升社教授：为消除缺陷、确保晶格匹配，对于B和P的添加浓度有什么要求？

杨德仁院士：这个问题非常关键，具体涉及到企业实际应用的问题，要根据掺B的浓度来控制Ge的掺杂浓度，通过大量的计算，得出了一个合适的浓度范围。

◆ 磁性三层结构涂层材料中设计碳化硅的目的是什么？后续在碳化硅表面进行雕刻时，是否会产生一些缺陷，如宏观裂纹等，这些缺陷对涂层性能有哪些影响？

邓龙江教授：设计碳化硅主要有两方面的原因：一个是碳化硅作为一种耐高温材料，其性能比较稳定；二是利用碳化硅的导电性控制不同的电阻率，同时碳化硅具有金属结构，具有低发射率。碳化硅结构设计用于表面做结构的情况下，只是利用了它的金属特性，将现在的人工结构与现有的涂层材料结合到一起去调整在有些频段的微波控制、红外控制。雕刻过程中是否会产生缺陷与波长有关，波长较长时影响较小；波长较短时，影响则比较大。

◆ 掺Ge硅单晶表面的无缺陷洁净区是怎么产生的？

杨德仁院士：要做成表面无缺陷的区域，通常会采用一个高温→低温→高温处理的过程。第一步的高温是让里面的氧进行外扩散，第二步的低温是让中间的高氧部分进行氧沉淀，第三步的高温是让中间的氧沉淀变大，引起缺陷。而靠近表面的这一部分由于氧浓度比较低，低于析出温度，所以表面不会形成缺陷。因此是要切片、抛光以后，再进行后处理才能形成表面的无缺陷洁净区。

◆ 碳材料作为吸波材料的一种，有炭黑、碳纤维等，这两种材料的晶体结构是石墨化的还是非晶态的？

邓龙江教授：碳系列材料都可以用于介电损耗材料。当其用作耐高温结构材料时，主要考虑的是强度与损耗的关联关系。纤维中引入损耗后，其强度可能会下降，这个国内许多课题组都做了大量的工作。碳在里面的形态，包括它的石墨化度等，如何影响材料的电性参数、结合强度是目前研究的一个重点。

随着5G移动通信时代的到来,微电子/光电子/磁电子材料与器件的研究开发展现了更为诱人的发展前景。目前,微电子材料技术正处于延续摩尔定律和超越摩尔定律的关键时期,光电子材料及器件制备技术取得了飞速的发展。磁电子材料与器件崭露头角,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。各国纷纷积极发展先进的电子信息材料技术,旨在占领该领域的制高点。科技部印发的《“十三五”材料领域科技创新专项规划》建议围绕战略性新兴产业和前沿科学技术,在低维半导体异质结材料、半导体传感材料与器件、新型高密度存储与自旋耦合材料、高性能合金导电材料、微纳电子制造用新一代支撑材料、高性能电介质材料和无源电子元件关键材料、声表面波材料与器件技术等领域,紧密结合经济社会发展和国防建设的重大需求,重点发展基础材料技术提升与产业升级。

电子信息功能材料分论坛侧记

文/中国科学院金属研究所 朱洪雷 张露露/清华大学 王 端



华中科技大学廖向水教授介绍了什么是忆阻器,以及忆阻器的类脑计算和逻辑运算模式。通过报告说明:① 忆阻器是极具前景的未来存储和计算器件,可实现信息存储和处理融合,如神经形态计算和非易失逻辑运算;② 基于忆阻的存算一体技术的优势:数据传输的大幅度减少、计算资源的灵活调度、近零静态功耗、更高的集成密度;③ 基于忆阻器的存算一体技术是未来非冯·诺依曼计算架构的可行路线之一。

清华大学潘峰教授以诠释换能器压电材料与电极材料间的机电耦合规律为抓手,突破了高世代(3G/4G/5G)声表面波滤波器高功率、大带宽、微型化与精细加工、芯片与器件封装产业化集成技术,建立了具有自主知识产权的年产30亿只高世代滤波器生产线,占国内产能的85%,达国际需求量的7%,实现了我国高世代移动通信滤波器产品从无到有的突破,产品已成功应用于华为、中兴等几乎所有的国产品牌手机,并出口到韩国三星等。发展的声表面波滤波器与模块大量应用于我国相控阵雷达、预警飞机和驱逐舰等,为防务领域提供了器件保障。

中国科学院半导体研究所陈弘达研究员介绍了“可见光通信研究发展”,报告指出可见光通信的信号可见易控,靠透镜和灯罩就可以灵活控制信号覆盖区域,能有效防止信息泄露,同时能通过肉眼观察信号覆盖区域,不再担心“第三只耳朵”,能给用户带来前所未有的心理安全感。由于可见光通信具有单点速率高、系统容量大及使用安全等特点,故可见光通信未来会在很多应用场合替代WiFi。

中国科学院福建物质结构研究所林文雄研究员提出了稀土发光材料未来发展的总体目标:① 在重大、关键和变革性稀土光功能材料应用领域,构建具有我国特色的、完整自主知识产权的材料与器件、应用技术与工艺装备一体化全流程的成套关键技术体系,打破国外的专利垄断和技术封锁,占领未来产业技术制高点;② 孵化和培育一批创新型稀土光功能材料开发和应用高技术企业,实现稀土光功能材料在照明与显示、信息与通讯、医疗诊断等重大战略应用领域的突破;③ 促进我国从稀土资源“生产大国”向“应用强国”跨越,将稀土资源优势转化为技术和经济优势。



MATERIALS CHINA

“十三五”规划中,国家提出了建设天地一体化信息网络、建设高速大容量信息系统、建设物联网应用基础设施和服务平台等重大项目和工程。基于电子信息功能材料的蓬勃发展,面向广大科研从业人员的交流需要,“2018新材料国际发展趋势高层论坛(IFAM2018)”专门组织召开了“电子信息功能材料分论坛”,旨在研讨国内外电子信息功能材料的前沿研究内容和发展趋势。分论坛特邀了国内电子信息功能材料领域20位知名专家,就电子信息材料、功能材料进行了报告交流,主要介绍了第三代半导体、超宽带半导体、新型显示与大功率激光材料与器件、高端光电子与微电子材料与器件等方面的研究进展。



电子信息功能材料论坛每位报告人都将各自的研究内容与参会代表进行了深入的讨论交流,秘书长陈弘达研究员在认真听取了20位报告人的报告后作总结发言。他指出,本次报告提到了很多前沿的方向和技术,包括第三代半导体、超清显示等,每位科研工作者都应紧跟国家发展需求,为国家的发展和科技的进步贡献一份力量。

2018 IFAM

发展清洁和可再生能源是当前社会经济发展的重大战略，已被列为世界多国特别是我国中长期科技发展纲要的重点和优先发展方向。在新能源技术领域的光伏发电、智能电网和新能源汽车等重大应用中，新型高性能二次电池是不可或缺的重要组成部分。

引领科技创新 推动新能源发展

——能源电池材料分论坛侧记

文/北京理工大学 陈人杰 邢威龙 /中国科学院金属研究所 成小雨

2018年9月18日，“2018新材料国际发展趋势高层论坛—能源电池材料分论坛”在沈阳皇朝万鑫酒店成功举办。本次论坛由中科院物理所清洁能源中心、北京理工大学绿色能源研究所、科技部“973”计划高性能二次电池项目组、中国材料研究学会能源转换与存储材料分会、《中国材料进展》杂志社承办；由国家高技术绿色材料发展中心、北京凝聚态物理国家实验室、北京电动汽车协同创新中心、北京市环境科学与工程重点实验室、动力电池及化学能源材料北京高等学校工程研究中心、赛默飞世尔科技（中国）有限公司等单位联合协办。

本论坛由孙世刚院士、赛锡高院士、陈尚教授和邢鹏飞教授分别主持，孙世刚院士、赛锡高院士和其他11位能源材料研究领域专家围绕锂离子电池、钠离子电池、锂硫电池、液流电池、固体氧化物燃料电池等多种电池体系以及高性能聚合物、催化剂等关键材料的创新研究、理论分析、优化设计及工程产业化发展等进行报告与研讨。

锂离子电池、钠离子电池、锂硫电池、锂空电池等二次电池关键材料研发及产业化

厦门大学孙世刚院士 报告了锂离子电池电极材料的结构设计 with 性能优化研究，指出通过结构设计 with 可控性制备电极材料可显著地提升锂离子电池正负极的性能；电极中含有的粘结剂（如Guar gum、Na-alg等），虽然含量很小，但是对电池的循环性能具有重要的影响。

南京大学周家慎教授 研究制备了钠离子电池体系多种层状氧化物正负极材料，包括P₂@O₂多相材料、双电极材料、富钛贫氧表层材料、富钠材料、阴阳离子共嵌入材料以及无相变材料等，通过多手段优化改良有效提升了材料的电化学性能。

同济大学黄云辉教授 指出，钠离子电池电化学反应行为具有其特殊性，特别是作为钠离子电池核心部分的电极材料，具有不同于锂离子电池电极材料的特殊作用机制；选择综合性能良好的电极材料并实现规模化制备是钠离子电池进一步降低成本、走向应用的关键。

吉林大学陈尚教授 采用基于密度泛函理论的第一性原理计算方法，对若干二维层状材料包括MS₂、MXene、graphdiyne、Na₂MnO₄等的晶体和电子结构、电化学反应中的电荷转移机制和离子迁移性能等进行了深入的探究，预测了材料的理论比容量、工作电压、倍率性能、循环稳定性等电化学性能，为新型二次电池材料的选择和制备提供了重要的理论依据。

哈尔滨工业大学尹锦平教授 通过特定纳米结构设计，得到了具有超高倍率性能和循环稳定性的砷基氧化物负极材料，引入赝电容的分析方法深入理解其优异的快速脱嵌性能，并指出砷基氧化物负极材料将有望取代钛酸锂成为新一代的高功率负极材料。

清华大学李亮亮副研究员 在报告中介绍了其所在的南策文院士团队在固体电解质材料方面的最新研究成果，包括LLZO氧化物固态电解质、LLZO/聚合物复合固态电解质及固态电池制备和性能评测，并对高性能固体电解质材料的关键科学问题和未来发展趋势进行了论述。

中国科学院金属研究所李峰研究员 系统介绍了碳纳米管、石墨烯等不同微结构特征的碳材料在锂硫电池的正极材料及其他组分中的应用，基于多种碳材料及复合结构与多硫化物相互作用机制的不同而给出了优化的整体电极设计方案，有效提高了锂硫电池的综合性能。

院士点睛

周康院士：这次论坛由院士担任主持，进一步推动了各研究领域的深入交流。燃料电池我国研究了很长时间，“973”项目开展了好几届，现在技术发展到何种程度了呢？非常有必要好好做个交流，研究确定未来大方向是什么？过去是百花齐放，现在要把握大方向。电池能源技术要深入研究一下，主要单位参与进行全面评估，对中国能源材料和电池技术的发展具有重要的意义。



液流电池技术、固体氧化物燃料电池技术的研究开发及工程应用

中国科学院大连化学物理研究所张华民研究员 开发出能量效率高、安全性能好、充放电性能好、可循环利用的环境友好型全钒液流电池和锌基液流电池，并具体介绍了各种液流电池的研究开发和工程应用的现状及未来发展趋势与挑战。

中国矿业大学（北京）杨志宾教授 详细阐述了固体氧化物燃料电池的特性及应用方向，对新一代煤基发电技术-整体煤气化燃料电池技术的研究动态进行了系统论述。

其他精彩报告

大连理工大学胡方圆副教授 重点介绍了其所在的赛锡高院士团队针对新能源领域应用，对杂环高性能聚合物材料分子结构设计以提高电极的比容等性能、新能源用PPENS阴离子交换膜制备和固态电化学储能用微孔聚合物电解质研发方面的创新工作。

中国科学院长春应用化学研究所张新波研究员 提出活性位和传质/荷等因素的协同作用是提高电化学能量储存转化器件用催化剂性能的关键，主要的策略包括：改变电子结构的合金化、掺杂；形貌控制、多孔结构、减小尺寸；导电载体一体电极等。

东北大学邢鹏飞教授 主要介绍了东北大学新能源材料

所提出的“新型电热冶金法制备太阳能多晶硅”的研究思路、研究进展及产业化项目。相比于改良西门子法以及硅冶金精炼法，采用新型电热冶金法制备太阳能多晶硅具有产品纯度高、成本低、能耗小、环境友好和投资少等优点，成为了研究新热点。

赛默飞世尔科技（北京）有限公司葛青亲博士 主要介绍了利用XPS系统和技术研究现代先进器件的表面化学以及层结构分布，及其对器件的行为表现和性质的影响，展示的研究实例包括聚合材料表面改性、抗菌玻璃表面银离子交换工艺、石墨烯分散催化剂等。

2018 IFAM

高分子材料是国民生产、生活及高技术领域的基础材料之一，高分子材料的全球体积耗量已超过金属。先进高分子材料既包括面向未来生命科学、新能源、机器人等领域的高分子药物载体、聚合物光电材料、智能自修复高分子凝胶等，也包括支撑国防军工、国民经济领域应用的高性能、绿色橡胶，高性能工程塑料、高性能纤维及其复合材料等。我国经济转型升级发展、人民生活品质提升及抢占前沿科技发展机遇，需要高分子材料科研工作者合力推进自主创新、加快产业发展。

推进自主创新 加快产业发展 让高分子材料更多地造福经济和生活

——先进高分子材料分论坛侧记

文/中国科学院金属研究所 彭立国 刘 嵩

“2018新材料国际发展趋势高层论坛—先进高分子材料分论坛”于2018年9月18日在沈阳皇朝万鑫酒店成功召开。分论坛由北京化工大学、四川大学、大连理工大学、东华大学、金发科技股份有限公司、沈阳化工大学和《中国材料进展》杂志社联合承办。赛锡高院士、王玉忠院士、王琪院士、谭天伟院士担任分论坛主席，张立群教授、黄险波教授、朱美芳教授、李光宪教授担任分论坛秘书长。分论坛邀请了国内18位高分子材料知名专家围绕高分子材料分子结构设计、高分子材料加工制备、有机光电高分子、高分子药物载体等方面创新成果和关键问题展开报告和研讨。



结构高分子材料/高分子材料改性、制备

中石化北京化工研究院乔金镛教授介绍了一种基于微波辐照的马来酸酐接枝聚丙烯新方法，该技术具有多个传统方法不具备的突出优点，如无引发剂残留、也无马来酸酐残留等。

大连理工大学王锦艳教授团队擅长从分子结构设计出发，设计、合成新型高性能高分子材料，研究其结构与性能之间的关系，尤其是耐热性、力学性能和可加工性之间的关系，并注重实现其低成本、可控制备。

四川大学杨伟教授介绍了通过改善纳米粒子的分散分布及其与高分子基体的相互作用，调节成型加工过程中高分子链的运动和松弛行为，调控高分子多相体系的凝聚态和相态结构，以获得高性能化、多功能化的高分子材料的一种方法。

金发科技股份有限公司黄险波教授介绍了用人工加速气候老化法快速评估高分子材料服役寿命的研究，分析了该加速方法的科学性、适用性和有效性。

四川大学汪秀丽教授展示了通过纳米技术、界面增容、动态硫化等方法设计制备出同时具有高韧性和高阻燃性的聚丙烯生物材料的杰出研究成果。

沈阳化工大学方庆红教授介绍了在生物基橡胶成型加工性改进、接枝改性制备智能生物基橡胶等方面的最新成果。

华南理工大学郭宝春教授在商品化橡胶橡胶的分子链网络或者橡胶-填料界面引入 β -羟基酯、硼酸酯、C-N等动态交联键，实现了交联橡胶橡胶的可重复加工和高效增强。

精彩瞬间

对于高分子材料来说，现在研究、发展和产业化都是一个很好的机遇。中兴事件以后，中美贸易战一旦开始，就不会这么容易结束，这就意味着很多事情要我们自己搞，核心的技术、核心的材料我们要自己掌握。高分子材料由于具有容易加工、比重轻、耐腐蚀、强度高优点，因此在海洋工程、飞行器等多个领域具有广泛应用。高分子材料领域同行们要拧成一股绳，为国家的“两个一百年”中国梦做出贡献。

——赛锡高院士总结致辞

国外科研的产业化很快，比如五年前写的一个分子式，五年后就可以搞五万吨产品。但是在中国，产业化的速度特别慢，中国的科研现在是“理工更理，工学更工”，而我们需要突破的是“理工完美结合在工厂”，这才是科研最好的归宿。

——上海华谊集团魏建华副总裁发言



功能高分子材料

北京化工大学于中振教授充分利用石墨烯高的面内热导率，通过定向冷冻、自组装、或水热处理等方法将石墨烯沿垂直方向取向，制备出高度各向异性的石墨烯/聚合物导热复合材料。

北京化工大学田明教授介绍了在导电电磁屏蔽橡胶复合材料和机-电转换介电弹性体材料结构设计、设计和制备方面取得的成果。

中国科学院化学研究所徐坚研究员介绍了基于溶胶-凝胶(sol-gel)转变的精确调控的高性能与功能聚合物材料设计、制备及工程化方面取得的系列成果。

东华大学丁彬教授介绍了超轻超弹纳米纤维气凝胶的体相构建方法和其功能化方面开展的研究。

华中科技大学朱锦涛教授基于聚合物接枝无机纳米粒子在油/水界面的受限组装，制备了具有非紧密堆积结构、大面积的二维超晶格材料。将二维超晶格材料作为纳米浮栅层，制备了一种高性能有机场效应晶体管存储器。

西南交通大学周邵兵教授介绍了一种随肿瘤微环境变化尺寸可改变的高分子胶束纳米药物载体，通过静电纺丝技术将高分子胶束纳米药物载体装载到可降解高分子纤维中，用于肿瘤的局部埋植治疗，可显著提高药物在肿瘤部位的富集。

南京理工大学唐卫华教授介绍了在钙离子受体和高空穴传输材料的设计合成和光伏应用方面取得的前沿成果。

北京大学杨槐教授介绍了针对具有高效节能作用的液晶性功能材料的分子设计、微结构调控等基础研究和大面积制备技术研究等方面取得的系列突破性成果。

复旦大学俞燕蕾教授将有序的液晶结构引入光响应高分子中，利用偶氮苯光异构与液晶分子协同作用，开发出具有光致弯曲功能的一系列液晶高分子材料，并通过分子与微观结构的调整实现了弯曲方向精确控制、室温快速形变、多种波长光响应等优异性能。

北京航空航天大学程群峰教授受鲍鱼壳微纳多级次复合结构和丰富的界面作用的启发，通过构筑不同的界面相互作用，并在此基础上引入功能纳米单元材料，进一步构筑功能高分子纳米复合材料。

中国科学院化学研究所李伟研究员通过优化给体主链、受体侧链的化学结构，实现了分子内的规整纳米相分离结构，设计了新型的单组分共轭材料，进而获得了单组分有机太阳能电池能量转换效率的突破。

2018 IFAM

四海齐聚话陶瓷，“年青的老者”展英姿

——先进陶瓷材料分论坛侧记

文/中国科学院金属研究所 潘晶晶 陈丽娜

作为人类历史发展一项重要的文化印记，陶瓷是一个古老的话题，中国源远流长的瓷器历史，也使得“china”成为华夏文明的文化符号。然而，悠久的历史却并未黯淡它的光环，一代代学者不遗余力的开拓创新，使得这个古老的话题迸发出日新月异活力。陶瓷，是“年青的老者”。

2018年9月18日，“2018新材料国际发展趋势高层论坛—先进陶瓷材料分论坛”于沈阳皇朝万鑫酒店顺利举行。来自不同领域的15位报告人在论坛上分别作了精彩的学术报告，内容涵盖了传统结构陶瓷、新型功能陶瓷、陶瓷基复合材料、多孔材料以及涂层材料等多个方面，涉及基础研究到工程应用的各个方面。每位报告人还根据自己长期的积累分享了在材料合成与制备以及应用上的新见解，努力对无机非金属材料的发展开辟新思路。本次论坛分别由沈晓冬教授、傅正义教授以及王京阳研究员、贾德昌教授主持。



沈晓冬教授



傅正义教授



王京阳研究员



贾德昌教授

传统陶瓷材料

广东工业大学 **林华泰教授** 讲述了氮化硅陶瓷针对工业应用的设计和制备思路。首先介绍了结构陶瓷的发展背景，基于传统材料氮化硅独特的结构，提出针对某一种应用领域，可以从目标性能出发，通过第一性原理模拟设计氮化硅结构，实现对氮化硅的成分调控及结构设计，最终满足特定的工业应用需求。



林华泰教授



董绍明研究员

中国科学院上海硅酸盐研究所 **董绍明研究员** 介绍了超高温陶瓷基复合材料及涂层方面的相关工作。基于材料所处的服役环境的特点，对陶瓷基复合材料预制品、界面和基体结构（组成）进行设计，并发展了相对应的制备方法，研制适用于不同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，开发大尺寸轻量化陶瓷基复合材料部件整体制备技术。

新型无机非金属材料

南京工业大学 **沈晓冬教授** 讲述了气凝胶的发展历史及其在隔热、催化、吸附等方面的应用；武汉理工大学 **傅正义教授** 介绍了无机非金属材料合成与制备新技术。最吸引眼球的是将“仿生”思路应用于材料常温和低温合成的研究进展，在场的人无不惊叹于自然界的神奇力量；中国科学院金属研究所 **王京阳研究员** 介绍了热障/环境障一体化涂层材料的设计和新原理探索，通过构建现有二代、未来三代热障以及环境障涂层材料的性能数据库，为下一代热障/环境障一体化涂层的高效选材与突破创新提供了重要指导。

哈尔滨工业大学 **贾德昌教授** 课题组发明了多种新型氮化硼基复相陶瓷材料体系，具有优异的力学、热学、介电透波、抗热震、耐烧蚀、耐辐照、耐离子溅射和耐熔融金属腐蚀性等性能，揭示了极端环境下材料结构与性能的演化规律及损伤机理；东大大学 **江亮教授** 讲述了其研究团队关于纳米晶陶瓷材料制备方法的研究，介绍了利用微米粉体制备纳米晶陶瓷微结构的可控烧结新方法。

更多精彩内容

东北大学 **茹红强教授** 以及武汉理工大学 **王为民教授** 分别从不同的角度介绍了关于碳化硼陶瓷设计制备的研究工作，两位报告人系统又忘我的讲述让在场的所有人沉浸其中。清华大学 **汪长安教授** 讲述了轻质、高强、隔热多孔陶瓷材料的研究进展。西北工业大学 **殷小玮教授** 介绍了Si-B-C改性C/SiC复合材料的界面优化相关工作。上海大学 **高彦峰教授** 讲述了应用于舒适建筑的智能调温和智能控湿材料，让在场与会者脑洞大开。

除此之外，还有几位报告人介绍了光学材料的相关研究，南京工业大学 **王建浦教授** 介绍了课题组钙钛矿发光二极管的工作；厦门大学 **解荣军教授** 作了题为“基于单颗粒诊断法的新型氮化物发光材料的探索与发现”的学术报告；在中国科学院上海硅酸盐研究所 **刘学建教授** 介绍完激光照明用荧光陶瓷材料的研究之后，本次分论坛的研讨活动圆满画上句号。



2018 IFAM

勇攀高温合金高峰 摘取“皇冠上的明珠”

——高温合金分论坛侧记

文 / 中国科学院金属研究所 崔传勇 吴 彬

高温合金是航空航天领域动力系统、能源领域的发电装备以及其他需要在高温苛刻环境下服役的一类材料，在被誉为“工业皇冠”的航空发动机研发制备中具有举足轻重的地位。其中单晶叶片的制造，以其制造要求之高、服役条件之苛刻，被称为“皇冠上的明珠”。

高温合金广泛应用于航空、航天、能源、核工业、石化等领域，是国防武器装备和国民经济建设不可或缺的关键材料，尤其是在被誉为“国之重器”航空发动机的研究中具有非常重要地位。本届“新材料国际发展趋势高层论坛”首次组织“高温合金分论坛”，汇集了来自国内科研院所、知名企业的多位专家和年轻学者，就高温合金领域内的单晶合金、变形合金以及高温合金相关制备及服役中的问题即高温合金的“产、学、研、用”进行了广泛交流和热烈讨论。报告总结了国内高温合金设计及制备领域的重要进展，获得了与会者的一致好评。会议期间，参会代表们频繁互动、充分交流，会场不时发出热烈的掌声。



张军教授



曹程波研究员



王志刚高工

企业精英，脚踏实地，奉献精品

来自生产一线的企业报告人，抚顺特钢股份有限公司王志刚研究员介绍了我国变形高温合金的发展以及变形高温合金材料提升纯净度和均质化的途径。西部超导材料科技股份有限公司杜刚博士作了关于西部超导高温合金棒材研究最新进展的报告，其产品已经实现了国内领先。

科研院所，群英荟萃，理论与实践并行

中国航材院肖程波研究员以“材料基因工程技术组合设计单晶高温合金及验证”为题，刘世忠研究员以“第四代单晶高温合金DD15”为题分别探讨了单晶高温合金的先进设计理念和方法。

西安热工研究院谷月峰研究员报告了能源转换装备热通道关键部件用高温合金的需求和研发；钢铁研究院张继研究员分析了高端装备用高温合金的先进制备技术。

中国科学院金属研究所是本次大会的东道主，是国内最早成功设计和制造空心发动机叶片的单位，这次李金国研究员报告了高温合金材料及叶片制备技术，崔传勇研究员阐述了高温合金中的PLC现象及机制。

高校师生，敢想敢做，引领潮流

高等学校一直是培养人才和科研的主要基地。这次分论坛中，国内有6所著名的高校派出了代表。西北工业大学张军教授报告了先进单晶高温合金凝固特性及缺陷控制；上海交通大学孙宝德教授分析了高温合金大型复杂薄壁铸件精密成型的进展与趋势，指出了制造的数字化向智能化的发展趋势，并向“所见即所得”迈进的远景。

北京科技大学冯强教授讲述了关键元素对第四代单晶高温合金组织与蠕变性能的影响。

东北大学王磊教授介绍了近服役条件下高温合金性能评价，在与会者中产生热议，围绕其现实性及可能性，多个专家参与了讨论。在冯强教授的追问下，王磊教授阐述了多个参数评价的想法，例如，韧性指标应不局限于 K_{IC} 指标，起码再加上 K_{ISPT} 和COD等。张继研究员以多年的业内经验，认为“impossible”。另有两位与会专家认为，高温合金成为零部件时的性能评定与材料本身性能的评价还有许多行规、企规，已经大大超出了材料科学的领域。这是一个具有战略眼光的想法，首先需要在高温合金研究领域攀上一个新的高峰，同时要求多学科的全方位合作。

山东大学张建新教授研究了镍基高温合金中的TCP相，展示了在高分辨率下，TCP相的相界面图像。先进的透射电镜技术，可以为高温合金的研究发展提供有力的帮助。中南大学张龙飞工程师是报告中唯一的在职博士生，他探讨了“新型单晶高温合金材料设计及其组织性能研究”。



被誉为“中国高温合金之父”的师昌绪院士，在2012年的演讲中曾说：“我们现在不缺钱，缺的是激情，缺的是冒险精神和牺牲精神。要想成为强国，就得多做有开创精神的工作，而不是跟在外国人后面‘修修改改’。”在新的历史时期，愿我们的高温合金工作者们，勇于攀越新的高峰，奉献更好的高温合金成果。



2018 IFAM

"集百家之长，而自成一派" 的复合材料

——复合材料与技术分论坛侧记

文/中国科学院金属研究所 马国栋

2018年9月18日，“2018新材料国际发展趋势高层论坛—复合材料与技术分论坛”在沈阳皇朝万鑫酒店顺利召开。本届分论坛是继2014年、2016年、2017年后，第4次作为IFAM系列会议的分论坛召开，又是国内复合材料研究人员与同行、其他材料领域同仁的一次富有意义的聚会和交流。本届论坛由超高温结构复合材料实验室、金属基复合材料国家重点实验室、树脂基复合材料重点实验室、哈尔滨工业大学金属复合材料国家地方联合工程实验室和《中国材料进展》杂志社承办。邀请16位知名专家学者做了精彩的特邀报告，并针对我国先进复合材料的发展现状、工程应用以及发展前景与参会专家学者进行了深入的讨论交流。西北工业大学李贺军教授、航天材料及工艺研究所冯志海研究员、哈尔滨工业大学耿林教授、航天科工集团航天特种材料及工艺技术研究所裴雨辰研究员主持了本次论坛。

本次论坛内容广泛，包含了金属基、树脂基、碳基以及陶瓷基复合材料的研究进展以及存在的关键技术难题，提出了增强体多样化、多元化以及构型创新化的设计新思想，并为我国复合材料研究成果的产业化指明了新方向。论坛报告精彩纷呈，学术交流十分热烈，颇有“华山论剑”之风采，激发了参会代表对未来复合材料科学研究的新思想。

金属基复合材料

哈尔滨工业大学武高峰教授介绍了铝合金及其复合材料尺寸稳定性原理，以及新的稳定性评价方法，组织稳定、相稳定的发现，同时展示了尺寸稳定的铝合金复合材料研制成果和工程应用实例。



吉林大学姜启川教授对比了微米、纳米以及微米+纳米双尺寸TiC增强Al-Cu合金的强化效果，并阐明了双尺寸强化相协同作用在室温、高温以及抗疲劳材料中的强化优势。

哈尔滨工业大学耿林教授提出了金属基复合材料中增强相构型设计思想，通过控制非连续陶瓷增强相在金属基



体中的三维空间分布，使金属基复合材料的弹性性能、塑性、强度和耐热性得到不同程度的改善。

天津大学赵乃勤教授控制一维到三维网络结构碳纳米管和石墨烯在金属基体中的“原位生长”，实现与基体的有机复合，同时探索了该类复合材料作为锂电和超电容电极材料的电化学性能。

上海交通大学郭强教授介绍了团队启迪于自然生物贝壳的高强砖砌式微纳结构，提出了金属基复合材料仿贝壳微纳砖砌复合结构的学术思想和复合制备技术原型，并成功复合制备出了具有贝壳微纳结构的CNT/铝基复合材料，大幅度提升了铝基复合材料的强韧性。

中国科学院金属研究所肖伯律研究员介绍道，搅拌摩擦焊接技术是目前实现金属基复合材料连接的最佳手段，通过自主研发高韧性、耐磨、长寿命的金属陶瓷焊接工具，实现了铝基复合材料的长距离可靠焊接。

东北大学张德良教授介绍了金属基纳米复合材料设计的新思想，提出需要基于对主要显微组织元素对位错阻力贡献的量化，以及对应变集中和孔洞产生的预测，展示了超细结构铝基和铜基纳米复合材料的优异综合性能。



树脂基复合材料

航天科工集团航天特种材料及工艺技术研究所裴雨辰研究员介绍了气凝胶在隔热、环境、医药、光电、催化等诸多领域展现的巨大应用价值以及在工程化应用中包含的关键技术难点，并对未来气凝胶材料的应用和发展提出了自己的思考和看法。

航空工业复合材料技术中心包建文研究员介绍了高性能树脂基复合材料的特性以及国内外研究现状，提出发展第三代碳纤维、提高聚酰亚胺复合材料耐热性、建立复合材料自动化制造技术体系等是未来树脂基复合材料发展的主流方向。

哈尔滨工业大学黄玉东教授建立和改进了碳纤维复合材料界面系列表征方法，揭示了碳纤维上浆剂与树脂相互扩散规律，发明了碳纤维表面上浆剂调控技术等关键技术，实现了规模化生产。



黄玉东教授

碳基以及陶瓷基复合材料

西北工业大学李贺军教授介绍了近年来团队在C/C复合材料抗氧化涂层方面的研究进展，提出了多步包埋固溶制备硅化物多相微嵌涂层思路和C/C表面原位生长纳米线增韧涂层方法，发展了基体改性涂层组合抗蚀方法，并对C/C复合材料抗氧化涂层今后发展方向进行了展望。

航天科技集团材料工艺研究所冯志海研究员构建了典型结构C/C复合材料传热模型，揭示了C/C复合材料内部传热行为，实现了结构参数对材料导热性能影响程度的定量分析，并据此开展了C/C复合材料的导热结构设计调控研究。



李贺军教授

哈尔滨工业大学赫晓东教授介绍了碳纳米管、石墨烯纳米带、石墨烯宏观体的组装技术以及基于纳米碳宏观体多孔结构的复合化方法。通过纳米碳材料的宏观化与复合化，实现纳米碳材料由微观性能向宏观功能与智能的转化。

西北工业大学成来飞教授全面介绍了连续纤维增韧碳化硅陶瓷基复合材料的国内外研究进展和发展现状，介绍了我国航空航天陶瓷基复合材料的性能和应用考核情况。他指出我国仍然迫切需要重点支持SiC/SiC复合材料全面性能测试，建立材料/设计数据库，加强构建应用考核，通过不断迭代完善技术体系，加快SiC/SiC材料在航天领域中的应用。

中南大学刘文胜教授介绍了连续氧化铝纤维国内外研究现状与发展趋势，指出了溶胶-凝胶法制备连续氧化铝纤维的关键问题，并介绍了其课题组在该制备技术方面取得的进展。总结了连续氧化铝纤维增强陶瓷基、轻质金属基复合材料的性能优势与典型应用，指出该材料的潜在应用价值。

中国航发北京航空材料研究院焦健博士介绍说预浸料-熔渗工艺作为一种快速、低成本、可设计性强的SiC/SiC复合材料制备工艺，已成为国外航空发动机用SiC/SiC复合材料主流制备工艺，并已实现批产。报告从国产碳化硅纤维评价开始，从界面层制备、预浸料-熔渗工艺、成型方法以及产品研制过程中的其它关键技术等方面介绍了该技术国内的最新进展。



刘文胜教授

2018 IFAM

计算材料学科学技术分论坛侧记

文/中南大学 刘树红 /中国科学院金属研究所 黄杰 邓国强



20世纪70年代，人们把信息、材料和能源誉为当代文明的三大支柱；80年代，以高新技术群为代表的新技术革命又把新材料、信息技术和生物技术并列为新技术革命的重要标志。材料占据如此重要地位主要是因为它与国民经济建设、国防建设和人民生活密切相关。新材料的发展水平是衡量一个国家科技竞争力的重要指标。“材料基因组科学技术分论坛”作为“新材料国际发展趋势高层论坛”系列会议的重要组成部分，已经在成都、西安、上海、南京连续举办了4届。以集成化的“多尺度计算-高通量实验-数据库技术”为核心内容，

2018年9月18日在沈阳再次成功举办了“计算材料学科学技术分论坛”，邀请了20位著名专家作精彩报告，周廉院士最后对分论坛进行了点评和总结。

分论坛以杜勇教授幽默诙谐的发言开场，他介绍到，本次论坛涉及的材料体系丰富，包括钢铁、高温合金、铝合金、镁合金、钛合金、铜合金、硬质合金、核材料、核电材料、稀有金属、能源材料及医用材料等，研究领域包括相图热力学与热物性计算、有限元模拟、机器学习、软件开发、数据库构建及高通量计算与实验等，几乎涵盖了材料基因工程的所有内容，相信20位特邀专家会为一在场听报告的人带来惊喜，为以后的学习和工作提供指导，并预祝分论坛取得圆满成功。



MATERIALS CHINA

周廉院士总结：“材料基因组计划分论坛”自2013IFAM上第一次发起举办以来，国内在该领域发生了两大变化：第一个，上海大学张统一院士在中国材料研究学会成立了“材料基因分会”；第二个，北京科技大学谢建新院士成立了一个专门的“材料基因组讨论会”。2018IFAM上，我们将该分论坛主题改成集成计算材料工程（ICME），这样更实用，也是欧美等国家流行的趋势。IFAM系列会议中讨论环节往往都是非常引人注目的，可以进一步延长到5~10 min，这样可以提出更多的问题，



参会代表及学生回去后开展小组讨论，会有很大收获。目前国家投入这么大的力量在材料基因组计划上，但项目进展并不理想，也许长远看也不会有影响，需要进一步讨论，为国家、政府等收集咨询意见。这需要大量的青年人才做大量的基础工作，我不认为一个实验室就能够把全部材料数据库建立起来。一年一度的IFAM，实际上就是一个大Party，是材料人的大聚会，我们要享受聚会的乐趣。

报告精彩瞬间

材料基因因为国防等领域材料的研发提供新天地

中国工程物理研究院 **汪小琳**研究员介绍材料基因工程思想，为铜系材料开辟出一片广阔的研究天地。中国工程物理研究院已将“轻铜系材料基因组研究”列为国防基础科研挑战专题的一个重要研究方向。中国广核集团苏州热工研究院寿命管理技术中心 **薛飞**主任团队借助材料基因组方法开发了核电关键材料服役行为的高通量评价技术，研究核电关键材料失效规律，高效获取服役行为大数据，进而定量预测与评估核电站核心部件的服役寿命与结构完整性，实现关键部件材料的服役安全性评价并应用于核电站延寿工程实践。昆明理工大学 **冯昌**教授介绍了云南省高水平材料研发平台战略，革新材料设计新模型和新理念，服务云南省传统产业转型升级，全面提升贵金属材料研发能力。



数据挖掘和数据库建设是材料基因工程的核心

上海交通大学 **汪洪**教授以“数据是材料基因工程的核心”为题，介绍了在新模式下开展材料创新需要先解决数据匮乏这一问题。中南大学 **杜勇**教授和**刘树红**副教授介绍了其团队在多组元硬质合金和铝合金热力学和热物性性质数据库构建过程的系列工作。瑞典Thermo-Calc Software AB公司 **陈清**研究员介绍了其公司开发了TC-PRISMA模块，在Thermo-Calc和DICTRA方法基础上结合其他的热物性性质数据可用于模拟二次相的形核和长大。北京航空航天大学 **孙志梅**教授团队采用第一性原理计算方法挖掘过渡族金属合金体系的堆垛能和塑性，从理论上构建了成分-堆垛能-塑性关系。中科院金属研究所 **徐东生**研究员采用有限元模拟揭示成形缺陷的产生机理，为合金的成形缺陷控制及工艺优化提供支撑。上海交通大学 **曾小勤**教授介绍了高通量计算平台建设及其在高强高塑镁合金及耐蚀镁合金设计中的应用。中国科学院计算机网络中心 **杨小渝**教授团队开发了能够帮助快速开展高通量材料计算和建立材料计算数据库的云平台及技术-MatCloud。



2018 IFAM

从人工到智能 打造材料界的工业4.0

——材料智能制备加工分论坛侧记

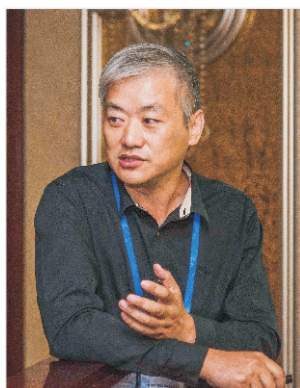
文/中国科学院金属研究所 贾春旭

智能制造 (Intelligent Manufacturing, IM) 是一种由智能机器人和人类专家共同组成的人机一体化智能系统, 它在制造过程中能进行智能活动, 诸如分析、推理、判断、构思和决策等。通过人与智能机器的合作共事, 去扩大、延伸和部分取代人类专家在制造过程中的脑力劳动。它把制造自动化的概念更新、扩展到柔性化、智能化和高度集成化。智能化是制造自动化的发展方向, 制造过程的各个环节几乎都广泛应用着人工智能技术。

“2018新材料国际发展趋势高层论坛—材料智能制备加工分论坛”于9月18日在辽宁沈阳召开, 由北京科技大学、上海交通大学承办。中国工程院谢建新、丁文江、王华明和李德群4位院士担任分论坛主席。会议主题为“高端制造用关键金属材料的智能制备加工技术”, 以面向应用的智能成分设计、智能3D打印、智能铸造、智能锻造、智能焊接为典型专题展开研讨。分论坛注册参会人数40余人, 共邀请15位我国材料先进制备加工领域的知名专家, 针对如何将材料的加工方式与数字化、大数据分析 & 智能机器人相结合提出可行性建议, 集中讨论了人工到智能的转变过程, 以及未来可能面对的机遇与挑战。



孙宝德 教授



王 俊 教授



张福成 教授



单德彬 教授

分论坛开幕致辞



北京科技大学谢建新院士 在开幕式致辞中强调, 材料智能制造是“中国制造2025”的重要组成部分, 目前正是发展的黄金时期, 是材料加工领域的热点方向。在这个大的形势下, 我国的材料加工、智能制造充满了无限的机遇。金属材料的高性能化与高质量化、构件的复杂化与轻量化、生产的高效化与低成本化等重大需求, 对合金成分和工艺的优化设计、制造过程的精确控制提出了越来越高的要求。深入研究、发展金属材料智能设计与加工制造的基础理论与关键技术, 是材料科学与工程、冶金工程学科发展的前沿方向, 也是加速我国金属材料制造强国建设的关键。

精彩报告

西北工业大学林鑫教授 介绍了3D打印钢材的研究现状, 结合3D打印存在的问题, 提出了相关的发展建议。

上海交通大学王俊教授 结合全流程数字化技术, 对传统精密铸造进行产业升级, 以航空发动机精密构件为例, 介绍了数字化在铸造工艺中的作用, 为铸件的缺陷预防与控制提供了依据。

大连理工大学王同敏教授、山东大学王强教授、燕山大学张福成教授等 分别就高强高导耐磨铜合金的双相强化设计、冶金和材料过程的磁场控制研究、钢轨材料的智慧焊接技术等作了精彩报告。

热烈讨论

哈尔滨工业大学单德彬教授: 现在传统的加工方式与计算机技术、人工智能等技术结合, 就像当初我们用CAD制图来代替手工绘图一样, 在未来, 人工智能可能是材料加工技术的升级之路。

华中科技大学王新云教授 讨论了金属材料智能化锻造技术, 从企业水平、自动化、数字化、信息化以及锻造设备等方面, 论述了我国锻造行业智能化存在的问题。

北京科技大学付华栋副教授 基于机器学习和数据驱动来进行高强度高导铜合金的成分设计与工艺优化, 将传统领域的“试错法”优化为机器学习, 揭示合金成分-工艺-性能的内在关系。



王同敏 教授



王强 教授



桑凤亭 院士



2018 IFAM



进入21世纪以来，“超材料”作为一种新的概念引起了科技界、工业界和军界的广泛关注，并成为跨材料科学、物理学和信息科学等多学科的研究前沿。超材料是通过人工结构实现超常特性的一大类新型材料；受超材料启发而发展出的具有超常物理特性的常规材料在广义上也被纳入超材料范畴。经过多年的发展，超材料已涵盖电磁学、光学、声学、力学、热学等领域，其重大科学价值必将给电子、信息、能源、航空航天等相关领域带来新的机会和变革。

超越天然材料的自然极限

——超材料分论坛侧记

文/清华大学 史永正

2018年9月16日，“2018新材料国际发展趋势高层论坛—超材料分论坛”在沈阳顺利召开。本次“超材料分论坛”是首次在“新材料国际发展趋势高层论坛”上举办，由中国工程院化工、冶金与材料工程学部、国家新材料产业发展战略咨询委员会、中国材料研究学会、材料学术联盟主办，中国材料研究学会超材料分会、清华大学新型陶瓷与精细工艺国家重点实验室、南京大学固体微结构物理国家重点实验室、浙江大学功能复合材料与结构研究所、上海海事大学材料系、《中国材料进展》杂志社承办。本次论坛邀请了中国工程院院士李龙土教授、周济教授、李言荣教授以及南京大学陈延峰教授担任主席，并邀请了中国工程院院士周济教授、南京大学陈延峰教授、西安交通大学徐卓教授和电子科技大学邓龙江教授主持论坛。共有来自东南大学、北京科技大学、哈尔滨工业大学、武汉理工大学等单位的8位专家教授为论坛作了精彩的特邀报告，所有报告人均均为国内外超材料领域的知名专家。与会专家学者就超材料领域的发展现状、问题和趋势等进行了深入的讨论交流。

论坛特邀报告包括了基本物理图像、计算模拟及实验表征、实际应用研究及范例等内容，涵盖了信息超材料、多层次超材料、超材料弹性波调控、仿生超材料、超材料电磁吸波体、超复合材料、负介材料、声子拓扑晶体等多个方向。

院士点睛

周济院士指出，超材料的重大科学价值及其在诸多应用领域呈现出革命性的应用前景已经得到了世界各国科技界、产业界、政府及军界的密切关注，美国、日本、欧洲等国家和地区都对超材料启动了专门的研究计划。

尽管超材料早期的发展跟电子学和物理学的关系更为密切，但超材料发展到今天，情况应该有所变化。超材料研究最终目标是发展具有优异性能的材料，这正是材料科学家的梦想。需要更多的懂材料的人将超材料引入到材料研究中，这是超材料发展的趋势。

报告精彩瞬间

东南大学崔铁军教授介绍了信息超材料的概念及相关研究工作。针对现有超材料功能固化、不能实时调控电磁波的问题，将超材料进行数字化构建，提出并建立信息超材料的新体系。与会代表们对这一全新的学术思想进行了激烈的讨论和提问，大家都认为这是超材料发展进程中一次非常重要的理论创新，提供了全新的研究范式和思路。

南京大学卢明辉教授介绍了有关拓扑声子晶体的物理机制和特异性质的研究工作。卢教授从基本的拓朴物理学出发，基于人工声子晶体结构，提出了新型拓朴声子绝缘体概念，并成功实现了包括声波和弹性波的鲁棒传输在内的一系列奇异拓朴特性。与会专家纷纷表示，这一国际领先的基础性工作，开辟了声子拓朴绝缘体这一全新研究领域，并且是一个超材料通过人工结构实现特异性质的很好范例，对材料科学、拓朴学、声学、力学等多个学科都有非常重要的启迪意义。



更多精彩内容

超材料的电磁学及光学特性研究：

主要介绍了超材料在电磁学和光学领域新的思路、概念和研究进展，包括物理机制的研究、天然材料和超材料性能相关性研究、模拟仿真和实验技术研究、工程应用研究等，为超材料在电磁学和光学领域的发展和提供了非常有益的指导和借鉴。

崔铁军 教授：“信息超材料”

白 洋 教授：“基于天然材料的多层次超材料设计”

李 焱 教授：“光子晶体航天热性能研究”

官建国 教授：“超材料吸波体宽带化”

彭华新 教授：“超复合材料”

范润华 教授：“负介材料的实验发现及原理框架”

超材料的力学及声学特性研究：

主要介绍了超材料在力学和声学领域的新研究范式和进展，从材料科学、物理学等多个维度全方位研究力学及声学超材料的物理图像、实验方法和特异性质，为今后性能上进一步的突破提供了指导性意见。

胡更开 教授：“基于固态五模材料的弹性波调控”

卢明辉 教授：“拓朴声子晶体”



彭华新教授和范润华教授



周 济 院士



徐卓教授和邓龙江教授

超材料在研究方法和科学体系上看与常规材料科学的确有很大的不同，这种跨界研究目前还不多，是我们应当推进的一个方向。中国的超材料研究已经有一些在国际上较有影响的工作，但是还需要有更多原创的思想和成果。

2018 IFAM



生物医用材料：生命健康之关键材料

——生物医用材料分论坛侧记

文/中国科学院金属研究所 任玲



生物医用材料（Biomedical Materials）又称生物材料（Biomaterials），是用于诊断、治疗、修复、替换人体组织及器官或增进其功能的一类高技术新材料。经过近20年的发展，我国现代生物医用材料产业已具雏形并进入高速发展阶段，国际市场地位不断提高，科学、技术创新能力和产业技术层次快速提升，区位优势形成，多元（品种）化生产的龙头企业已开始萌生，管理日趋规范和完善。



随着纳米、3D打印等新技术的不断发展，生物医用材料的发展取得了显著的成就和进步。在此背景下，面向广大科研从业人员的交流需要，“2018新材料国际发展趋势高层论坛（IFAM2018）”专门组织召开了“生物医用材料分论坛”，旨在研讨国内外生物材料科学与工程前沿研究进展、发展趋势及生物材料临床应用进展，致力于促进生物医用材料科学领域的交流与合作。分论坛特邀了国内生物医用材料领域21位知名专家，围绕医用金属材料、医用陶瓷材料和医用高分子材料3个主题作了精彩报告。所有报告内容均为领域内前沿技术和成果，代表了国内外生物医用材料研究的重点方向和较高水平。



第 9 期

2018新材料国际发展趋势高层论坛纪实

735

报告精彩瞬间

医用金属专题

中国科学院金属研究所 谭丽丽研究员 以“可降解铁基材料及其表面改性研究”为题，介绍了可降解铁基材料研究的最新进展：制备了Fe-30Mn合金、Fe-30Mn-1C合金和Fe-30Mn-0.055合金，研究了其力学性能、磁性、降解性能，并对其体外生物相容性进行了初步的研究。在铁基金属表面涂覆PLGA涂层，通过PLGA涂层降解过程中产生的酸性产物来酸化铁基金属表面微环境，引发析氢反应，从而达到提高铁基金属降解速度的目的。

南京工业大学 顾忠伟教授 以肿瘤化疗的多药耐药以及实体肿瘤的肿瘤深度渗透这一亟待解决的难题为例，介绍了一系列研究成果：以线粒体为靶点，利用促凋亡肽KLA与紫杉醇的协同作用抑制MDR；通过树状多肽与DNA的超分子作用，进而有效杀死耐药细胞株；程序性突破耐药相关多重生理屏障的树状多肽纳米递送系统；手性树状多肽诱导肿瘤细胞自噬而逆转MDR；肿瘤活化的细胞与组织双渗透仿病毒树状多肽纳米递送系统有效逆转MDR等。

医用陶瓷专题

中国科学院上海硅酸盐研究所 吴成铁研究员 以“3D打印生物活性材料”为题，提出了如何设计并制备出一种生物支架材料，使其提供对疾病治疗和修复都有利的微环境，这是生物材料和组织工程领域中很有意义的一个课题。为了实现骨组织的治疗和修复，利用3D打印技术，设计出了多种实验方案，包括利用营养元素、仿生结构和功能化界面以及热治疗。发现生物支架上营养元素和仿生结构对干细胞成骨和成血管化都有明显的促进作用，光热治疗起到显著的治疗骨肿瘤的作用。最后提出了一个新的概念，兼具治疗和修复功能的3D打印生物支架可能成为骨组织工程新的研究方向。

医用高分子专题



院士点睛

周廉院士 莅临生物医用材料分论坛，认真听取了几位报告人的报告并总结发言。周院士十分关心中国生物材料的发展，认为这项事业非常值得大家继续努力推进，给年轻人鼓励加油，希望他们能够多多通过IFAM关注生物材料的最新动态，发扬吃苦耐劳的精神，最终成为领域内的专家。

2018 IFAM

高熵合金与非晶合金研究热点与产业化发展

——高熵合金与非晶材料分论坛侧记

文/中国科学院金属研究所 朱玉群



MATERIALS CHINA

时代呼唤高性能、新材料，2018年9月18日，“2018新材料国际发展趋势高层论坛（IFAM2018）—高熵合金与非晶材料分论坛”拉开帷幕。分论坛分别由张海峰研究员、刘日平教授、沈宝龙教授和张伟教授主持，15位知名专家学者分享了最新的科研进展，向与会代表展示了高熵合金与非晶材料研究的美好未来。报告人与听众之间的探讨热烈而精彩，专家学者对高熵合金与非晶材料未来发展的分析鞭辟入里。新兴的高性能高熵合金与非晶材料正凸显出越来越大的优势。相信在不久的将来，这些材料将会在国防军工、航空航天、石油化工、消费电子信息等诸多领域获得更多应用，为我国经济与科技的蓬勃发展贡献力量。



高熵合金与非晶材料具有高强度、高硬度、高活性、优异的磁性能和催化性能等，在国防军工、航空航天、石油化工、生物医学、精密机械、消费电子和信息等领域具有重要应用前景，吸引着大批科研人员为之努力。相比较于传统的金属材料，高熵合金与非晶材料因其独特的微观结构而具有更加优异的性能，从理论研究到把研究成果“请出”实验室并逐步实现产业化，一直以来都是科研人员追求的目标，围绕这一主题，参会代表们各抒己见，场面与氛围一度沸腾活跃。

报告精彩瞬间

中国钢研科技集团有限公司**周少雄**研究员详细介绍了非晶合金产业化过程中相关技术与工艺的开发环节。有参会代表问及非晶合金在汽车领域有何应用，面对这一问题，他肯定地回答：电机将是非晶材料下一个重要应用领域，非晶电机具有市场规模巨大、节能潜力巨大等诸多优点，并且随着相应技术的逐渐成熟，非晶材料应用于电机产业的非凡意义正在凸显出来，而电动汽车驱动电机将是非晶电机的突破口。

关于高强韧材料研究与开发，燕山大**刘日平**教授另辟蹊径，开发了新型高性能亚稳态锆合金，研究了多种强化途径和制备技术，实现了多种高强韧锆合金的从“无”到“有”，从“有”到“用”。新开发的亚稳态高强韧锆合金具有独特的使用性能，包括高强韧、超高抗腐蚀性、尺寸稳定及密度较低等优点，已在空间特殊环境、海洋环境以及环境工程等重要领域获得了实际应用，实现了“减重”和“增寿”，具有重要的应用价值。

宣安公司**李杨德**董事长展示了公司制备的大块非晶板材发展历程与制造方法，参会代表对这样一位扎根一线的科技工作者表示了敬意。北京科技大学**张勇**教授、燕山大学**李工**教授和大连交通大学**陆兴**教授指出，高性能高熵材料在极端环境服役具有巨大优势。而使用同轴送粉激光3D打印技术可以制备大尺寸的非晶合金和高熵合金，这为高熵合金与非晶材料产业化提供了新思路。中国科学院金属研究所**李毅**研究员和上海交通大学**王刚**教授从理论角度入手，分别介绍了在非晶合金变形和局域应力状态的拓扑调控过程中出现的有趣现象与理论依据，这有助于更加彻底地从本质理解非晶合金的形成以及变形行为。东南大学**沈宝龙**教授、大连理工大学**张伟**教授和上海交通大学**李金富**教授针对具体的非晶合金体系，如铁基非晶和铝基非晶，介绍了各自团队目前最新的研究成果以及已经开发出的具有优异物理化学性能的块体非晶合金，展望了其潜在的应用前景。沈阳工业大学**邱富强**教授和华南理工大学**杨超**教授把数学上的计算模拟方法引入到非晶合金研究过程当中，分别在测量Zr基大块非晶合金在铜模凝固过程中的冷却温度曲线。尝试建立可定量推导出粉末烧结过程中原子扩散系数的理论框架、定量化原子扩散系数与粉末致密化机理的内在关联性等方面取得了重大进步，相应的实验结果与数值模拟十分吻合，丰富了在高熵合金与非晶材料研究过程中的新思路与新途径。中国科学院金属研究所**张海峰**研究员介绍了团队在非晶复合材料结构与凝固过程控制等方面研究新进展，并解释了相应的机制。进一步提出了非晶复合材料的结构设计、可控制备原理与方法，获得了系列结构可控、高性能非晶复合材料。



主持人**张海峰**研究员诚挚地感谢了每一位报告人精彩的学术报告，欢迎他们随时光临金属所参观指导，并期盼在未来能够就相应领域产品的研发展开合作，共同推动科技的进步与产业的发展，在国家崛起、民族复兴的路上助一臂之力。

2018 IFAM

材料界的“黑金黄银”基础与应用齐头并进

——石墨烯材料分论坛侧记

文/中国科学院金属研究所 张伟民

自2004年原子级厚度石墨烯被成功制备以来,石墨烯由于其具有优异的力学、电学、光学和热学性能而被广泛研究和应用,因而也被誉为材料界的“黑金”。当石墨烯被氧化转变成氧化石墨烯,也可谓“黄银”,由于氧化石墨烯包含丰富的含氧官能团和缺陷,其又展现出与石墨烯不一样的新奇特性。同时,氧化石墨烯的宏量制备也促进了其在宏观材料领域的应用。石墨烯与氧化石墨烯相关的基础理论研究和实际应用研究,无论对于基础科学研究还是对推动传统产业的升级换代和战略性新兴产业的发展都具有重要意义。除石墨烯之外,其他新型二维材料作为一个庞大的材料体系在基础研究中具有举足轻重的地位。

2018年9月18日,由中国科学院金属研究所、北京大学、《中国材料进展》杂志社承办的“2018新材料国际发展趋势高层论坛——石墨烯材料分论坛”拉开帷幕,成会明院士、刘忠范院士担任分论坛主席。邀请国内石墨烯及相关领域的18位和名专家报告了石墨烯及氧化石墨烯材料的制备、基本物理化学性质及光电、能源、环境等应用领域的最新研究成果,此次石墨烯材料论坛几乎涵盖了与石墨烯及新型二维材料相关的所有重要研究领域,与会专家和代表进行了热烈探讨和交流切磋。

基础研究

君欲善其事,必先利其器。中国科学院半导体研究所谭平恒研究员分享了拉曼光谱研究石墨烯材料及其范德华异质结构所取得的重要研究成果,将表征的艺术发挥到淋漓尽致。拉曼光谱是一种快速、无损和高分辨表征石墨烯材料晶格结构、电学、光学和声子学性质的手段,石墨烯掺杂、缺陷和外界的一些微扰包括电子掺杂、应力应变、磁场和温度会显著地影响石墨烯材料的电子和声子性质,这些都能从其拉曼光谱中反映出来。

对于奥妙物理现象的探索往往引人入胜。厦门大学胡星教授研究质子在二维材料中的穿透性质的杰出工作引起专家代表的热烈讨论。中国科学院上海微系统与信息技术研究所于庆凯研究员主要介绍了其所在团队在石墨烯/六角氮化硼(hBN)异质结和石墨烯/超导异质结方面取得的前沿研究成果。中国科学院金属研究所韩拯研究员分享了团队在Cr₂Ge₂Te₂少层铁磁二维半导体中利用静电调控手段,实现对其载流子和自旋双重特性的双级调控方面的创新工作。厦门大学曹阳教授介绍了她及合作者围绕材料选择、层间相互作用及晶格扭转等方面,对石墨烯等其他二维材料异质结结构及器件进行设计和调控的研究工作,取得了很多有效的成果。

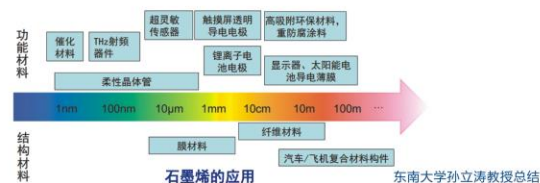


应用研究

北京大学刘开辉研究员、彭海琳教授主要介绍了大面积、高质量石墨烯生长的最新研究进展。任文才研究员团队研发出鼓泡法转移石墨烯,由于此法有效克服了常规方法需要刻蚀贵金属基底弊端而被广泛应用于二维材料的转移。彭海琳教授表示,“针对对于刚性基底上二维材料的大面积转移,鼓泡法仍有些心有余而力不足”,并幽默诙谐地说道“针对这个问题,还望文才只能给大伙再出一招”,这句话逗乐全场观众。中国科学院金属研究所任文才研究员介绍了团队最新的一系列创新成果,从氧化石墨烯的绿色电化学法制备,到具有普适性的高定向致密二维材料薄膜的组装方法,及还原石墨烯复合膜在分离膜方面的应用探索。浙江大学高超教授带领团队不断探索创新,将石墨烯纳米材料宏观组装成石墨烯纤维、石墨烯薄膜、石墨烯气凝胶和石墨烯无纺布,引起国际上广泛关注,很多理论研究和技术的可供研究人士借鉴,他们还积极推进产业化发展。

材料的制备乃其根本,而应用才是终极目标。东南大学孙立涛教授、南京工业大学金万勤教授对石墨烯或氧化石墨烯在分离、吸附、穿透或者筛分方面的应用开展了理论研究与应用探索。中国科学院宁波材料技术与工程研究所王立平研究员在防腐涂层中巧妙地利用石墨烯的阻隔等作用,通过解决复杂涂层体系中石墨烯分散、导电性及片层结构调控等关键问题,成功研制了石墨烯改性重防腐涂层体系,并获得一些典型工程应用。

与其它方面的应用相比,石墨烯在储能领域的应用研究更是如火如荼,天津大学杨金红教授、中国科学院宁波材料技术与工程研究所周旭峰研究员、中国科学技术大学朱彦武教授、国家纳米科学中心管林杰研究员、清华大学张强教授则是着重于石墨烯在储能领域应用时所面临的界面控制、石墨烯复合电极等核心问题进行了深入探讨。中国科学院大连化学物理研究所傅强教授对二维材料限域催化与能源过程的界面问题进行深入研究,该领域的应用前景也非常可观。



此次“石墨烯材料分论坛”不仅仅针对于石墨烯材料的基础研究,而且将基础研究与实际应用紧密地结合在一起,如孙立涛教授团队研发的石墨烯基柔性过滤网防霾口罩解决了静电吸附防霾口罩遇水汽短时间失效的问题;任文才研究员团队所研发的高定向、高致密氧化石墨烯膜生产设备均已投入实际生产和应用。据悉,已经有许多国内外专家预定了此台设备。此次会议不仅是一场学术的盛宴,更是一场学术思维的碰撞,将推动科学家们对石墨烯更深层次的理论研究与实际应用探索,为“黑金黄银”能更好地转换为真金白银添砖加瓦。

2018 IFAM



论坛开幕式上，由材料委天津院组织编撰的《2017十三五新材料技术发展报告》(蓝皮书)重磅首发，周廉院士、朱经武院士等与会国内外专家共同为蓝皮书首发揭幕。2017年，材料委天津研究院动员了国内外百余名专家、企业工程师、行业分析师，围绕高性能高分子材料、先进能源与电子材料、先进结构与复合材料、新型功能材料、材料基因工程五大领域的16个专题进行了专项分析，将国内外研发及产业现状、产业发展格局、未来趋势及专家建议梳理成文，经过材料委多名专家的修改审阅，最终形成《2017十三五新材料技术发展报告》。

周廉院士表示，蓝皮书对国内新材料产业发展提出了建设性意见，材料委今后将继续扩大并增强编写队伍，力争将蓝皮书做成国内材料产业界最专业、最一流的系列发展报告，为我国新材料产业的发展做出积极的贡献，推动新材料产业的繁荣和进步。



扫码获取
蓝皮书电子版

新材料产业与技术投资促进国际论坛侧记

文/中国科学院金属研究所 孙晶霞 刘彩云

为了更好地服务于材料行业，促进国内外产业的相互交流与协同发展，国家新材料产业发展战略咨询委员会（下称“材料委”）与商务部投资事务局、海外华人科技组织联合会在“2018新材料国际发展趋势高层论坛”举行之际，共同组织召开“新材料产业与技术投资促进国际论坛”。论坛于2018年9月18日在沈阳皇朝万豪酒店隆重召开，中国工程院院士、国内著名的超导和稀有金属材料专家、国家新材料产业发展战略咨询委员会主任周廉先生，美国国家科学院院士、中国科学院外籍院士朱经武先生，美国工程院院士、美国密歇根大学教授乔蒂·马宗德，加拿大工程院院士、加拿大西安大略大学工业4.0研发中心主任杨军等20余位海外专家，徐坚研究员、周少雄研究员、姚燕研究员、常辉教授等国内知名材料专家，商务部投资促进事务局等政府相关领导以及来自国内科研机构、企业、产业园区、投融资机构的相关人士200余人出席会议。

论坛由材料委常务副主任、中科院化学研究所徐坚研究员主持，周廉院士、朱经武院士分别致开幕词。



院士开幕致辞

促进材料发展，要有材料的学术研究、有材料的高水平工业生产、有材料的产业发展、有资本的投资，如果把这些结合起来就会大力地促进中国材料产业的发展。这次投资论坛很有必要，这是一个新的结合。

——周廉院士

这是一个很难得的机会大家坐在这里。周廉院士想的是大问题，而我想到的是小问题，我想的是怎么把超导温度提高。做研究需要找到最高的一点，比如找到超导的最高温度，但是在产业上就不一样，在产业上不是由一个因子所决定，要全面考虑，从基础着眼。希望在座各位能贡献最大力量把这件事做好。

——朱经武院士



接着，乔蒂·马宗德院士、杨军院士、全国增材制造标准化技术委员会（SAC/TC 562）委员兼秘书长李海斌、奥地利国家技术研究院张宁欣博士、日本九州大学国际氢能研究中心李海文副教授、德国宇航中心丁文进博士、麻省理工学院孙友顺教授、美国天业科技有限公司执行董事徐怡博士、中国旅德学者化学化工学会理事长王荣彪、德国航天航空中心施远博士10位国内外知名材料专家作了精彩、前沿的报告，内容涉及高质量增材制造过程的原位检测技术、基于材料改性及功能化的结构、器件4D打印、增材制造国际国内标准发展、基于材料基因组计划的新型锂电池材料研发、储氢材料研发、新型功能材料及自蔓延高温合成技术研发、陶瓷基复合材料不同服役条件下失效定量研究等热点材料技术。



2018 IFAM

多维度 宽口径 融会贯通 启迪创新 ——2018IFAM优秀青年科学家论坛侧记

2018年9月16日下午,由北京科技大学、西安交通大学、上海交通大学、西北工业大学、南京工业大学、中国科学院金属研究所、《中国材料进展》杂志社合作承办的“2018新材料国际发展趋势高层论坛—第四届IFAM优秀青年科学家论坛”(以下简称2018IFAM优秀青年论坛)在沈阳万鑫酒店隆重召开。优秀论坛的设立旨在为国内优秀青年材料科学家提供一个高水平学科交叉及融合的学术交流平台,启迪新的学术思想,推动青年创新。

经过前三届的成功举办,2018IFAM优秀青年论坛吸引了众多青年科学家的广泛关注。经国内部分材料学院及相关重点实验室推荐,共有70余位青年科学家齐聚沈阳,他们都是活跃在材料科研领域前沿的青年骨干,承担着国家各类重要重大项目,科研成果显著。报告内容涉及金属结构材料、太阳能电池、纳米材料、磁性材料、光电材料、热电材料、生物材料、复合材料、材料界面等,分金属材料、能源材料、功能材料、综合类等4个分会场同期举办。金属材料分会由刘正东研究员、单智伟教授、王郁东教授和赵永庆研究员共同主持,共17个特邀报告;能源材料分会共18个特邀报告,由介万奇教授、陈人杰教授、沈晓冬教授和严密教授主持;功能材料分会由姜勇教授、刘昊研究员、王强教授和董绍明研究员主持,共18个特邀报告;综合类分会由马秀良研究员、邓龙江教授、王鲁宁教授和傅正义教授主持,共18个特邀报告。

本届优秀青年论坛经过专家委员评审,共评选出14名优秀报告奖:张伟、陈浩、郑士建、张加涛、谢科予、刘知琪、沈岳松、曹瀚宏、胡侨丹、许通奎、余思远、褚衍辉、邱志勇、赵宁、周廉院士、朱经武院士、谢建新院士、徐惠彬院士、周克聪院士、赛锡高院士、毛新平院士、孙世刚院士、杨德仁院士、韩雅芳教授、韩恩厚研究员、吕昭平教授为获奖者颁发了荣誉证书。



评述 & 感悟

西安交通大学张伟教授:芯片领域的发展需要基础材料学、器件设计以及集成电路等多学科的相互交叉与相互促进,是一个典型的跨学科研究方向。而IFAM会议则是一个典型的多学科交叉的学术盛会,300多个高质量的学术报告涵盖材料科学与工程研究的方方面面,非常有利于学科交叉,是非常值得参加的会议。

北京理工大学张加涛教授:新材料国际发展趋势高层论坛系列会议在国内材料界影响力越来越大。此次大会报告令人印象深刻,尤其是巨堡教授的报告,其研究成果体现了唯一性、颠覆性,在金属结构材料与纳米材料以及微观界面研究方面体现了世界最前沿。

大连理工大学邱志勇教授:通过本次论坛发现越来越多的青年学者开始关注或已投身到自旋电子材料相关的研究中,自旋存储、自旋输运等领域都有着众多中国年轻学者活跃的身影。IFAM浓郁的学术氛围及丰富精彩的学术活动,令人印象深刻。收获满满。论坛不仅为年轻学者了解材料科学的最新发展、掌握学科进展脉络提供了机会,更为促进学科间的交叉融合提供了一个活跃的高水平平台。

南京工业大学沈岳松研究员:论坛报告显示我国材料在某些领域的研究水平已走在世界前列,比如基础研究涉及的仪器表征设备国际先进,不少科学家团队还自主设计和搭建了世界领先的仪器设备,为材料的深层次研究提供了先进的硬件支撑。材料本身是科技支撑,材料强,则国强,明显地感觉到我们国家正在向材料强国迈进。通过听取报告受益匪浅,启发良多,对自己今后的科学研究有重要的指导意义。

上海交通大学胡侨丹研究员:氧化物晶体结构的研究对于高性能材料制备,凝固形核机制探究以及液相热物理性质建模预测等具有重要意义。多种原位表征手段组合、模拟与实验结合的思路在氧化物晶体结构中获得越来越广泛的关注和应用,更多的氧化物体系被纳入研究范围,但从凝固形核的角度看,对氧化物体系的理解还远远不够。基于氧化物晶体结构的解析,从什么尺度构建氧化物形核的细节也是尚待研究的领域。

优秀获奖报告人

张伟 西安交通大学教授,入选中组部“千人计划”青年学者项目。

报告题目:相变存储器的新材料设计。

陈浩 清华大学副教授,博士生导师,国家“青年千人计划”入选者。

报告题目:先进高强钢的位错行为与材料设计。

郑士建 中国科学院金属研究所研究员、博士生导师,入选中组部第十二批“青年千人”。

报告题目:层状金属结构材料中的界面效应。

张加涛 北京理工大学材料学院副院长,国家优秀青年基金获得者,从事无机半导体纳米材料研究。

报告题目:半导体掺杂及异质纳米晶:控制合成及新能源应用。

谢科予 西北工业大学教授、博士生导师,主要从事材料电化学与电池电化学研究。

报告题目:金属锂负极的电化学行为调控。

刘知琪 北京航空航天大学材料科学与工程学院教授、博士生导师。

报告题目:金属间化合物电性能磁性的电场调控。

沈岳松 南京工业大学研究员,主要从事环保催化材料、新能源材料及结构催化研究。

报告题目:无机钾基脱硝催化材料及应用。

曹瀚宏 浙江工业大学教授,主要从事二维纳米材料研究。

报告题目:分级结构二维复合材料的可控构筑。

胡侨丹 上海交通大学研究员,主要从事先进材料凝固技术及同步辐射表征研究。

报告题目:Ba-Ti-O体系过冷凝固相选择及其结构起源。

许通奎 中国科学院金属研究所研究员,从事轻质金属材料服役行为、微观失效机制等方面的研究。

报告题目:新型高性能超轻镁合金的开发及其服役行为研究。

余思远 南京大学副研究员,从事声子晶体集成器件、人工狄拉克材料及拓扑声学等研究。

报告题目:固体和表面波声子晶体的物理效应及其可能的应用。

褚衍辉 华南理工大学副教授,主要从事高温结构陶瓷及其纳米材料方面的研究。

报告题目:新型SiC纳米材料的可控生长及其机理研究。

邱志勇 大连理工大学教授,近年致力于开拓反铁磁自旋电子学领域研究。

报告题目:反铁磁材料在自旋电子学中的应用。

赵宁 中科院化学所研究员,主要从事高分子材料表面界面的研究。

报告题目:基于儿茶酚/多胺的功能界面研究。

2018 IFAM

结束语

2018年9月18日，“2018新材料国际发展趋势高层论坛（IFAM2018）”落下帷幕。365位国内外著名材料科学家和青年“材”俊分享了新材料和关键基础材料研究及产业发展的最新成果，1000余位参会代表享受了精彩的学术报告、院士专家的指导关怀和愉快的聚会交流。会议搭建了高水平的展示、交流、学习平台，将促进材料技术的合作创新和产业发展，推进“中国制造2025”。

沈阳市科技局局长赵日刚局长在致辞中肯定了本次论坛对沈阳先进材料研究、智能制造产业发展的重要指导意义。他表示：“大会集聚了国内外材料科学领域的30位院士和众多高端人才，可谓星光熠熠。感谢各位院士、专家为沈阳科技发展建言献策、贡献智慧，感谢对沈阳的倾心关注和大力支持，特别期待各位院士、专家能与沈阳达成更多的合作。”

“2019国际材料发展高峰论坛(IFAM2019)”将在武汉举办。由华中理工大学和北京航空航天大学共同主办、大会名誉主席周福鑫院士在闭幕词中首先对邀请报告表示了感谢，并表示了对下一届论坛的殷切期望。下一届论坛将邀请为无机非金属材料、复合材料、高分子材料等主题。他表示：“本次论坛的成功举办首先要感谢365位报告人的大力支持，要感谢来自海外华人联合会、材料类顶尖研究院以及中国工程院、化工与工程学部、中国材料研究学会、国家新材料产业发展战略咨询委员会、“中国材料发展”杂志等机构和同行组织给予的支持与帮助，更要感谢沈阳铁工所、沈阳市科技局、中科院沈阳分院、金属所、北京科技大学等承办单位为论坛做出的努力以及贾豫冬秘书长和各台工作人员辛勤工作。

明年，武汉见！

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

