



策划 / 贾豫冬 责任编辑 / 王 方 惠 琼 实习编辑 / 张雨明 衡梦娟

新时代 新材料 新未来

——2017新材料国际发展趋势高层论坛纪实——

中国工程院化工、冶金与材料工程学部，中国材料研究学会，材料学术联盟自2011年开始，先后在淄博、昆明、成都、西安、上海和南京主办了“新材料国际发展趋势高层论坛”，旨在把握材料研究发展的前沿动态、推动新材料科学创新和技术进步，已成为国内新材料领域具有重要影响力的学术活动之一。由西北有色金属研究院承办，西安交通大学、西北工业大学和西安经济技术开发区、《中国材料进展》杂志社合作承办的“2017新材料国际发展趋势高层论坛”于2017年11月10~12日在陕西西安隆重举行。论坛特别邀请了200余位国内外知名材料科学家在纳米材料、能源材料、核材料、高性能钛合金材料及技术、材料基因组、超导材料、先进高分子材料、高性能纤维及复合材料、材料界面/微纳、复合材料与技术、3D打印材料及应用技术、材料智能热制造等新材料领域作精彩报告。20余位中国工程院院士和中国科学院院士及来自国内外新材料领域各知名高校、科研院所、高新企业的领导、专家学者、青年学生等1000余名代表参加了本届论坛，就新材料领域的发展趋势和关键问题进行了深入讨论。



“2017 新材料国际发展趋势高层论坛”（2017IFAM）于 2017 年 11 月 11 日在陕西西安成功召开。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，材料科学联盟共同主办的新材料国际发展趋势高层论坛，从 2011 年开始已连续举办了 7 届，成为了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。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。

2017IFAM 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和国家自然科学基金委员会大力支持。大会主席由周廉院士、干勇院士、黄伯云院士、李元元院士、魏炳波院士担任，西北有色金属研究院院长张平祥研究员、中国材料研究学会秘书长韩雅芳教授担任执行主席。

中国工程院周廉、张立同、何季麟、蹇锡高、赵连城、吴以成、姜德生、谭天伟、李卫、毛新平、王玉忠、谢建新等院士和中国科学院叶恒强、朱静、魏炳波、邹志刚、俞大鹏等院士以及美国医学与生物工程学会李长明院士出席了本届论坛。陕西省人民政府张道宏副省长、工信部原材料司苗治民副司长、中国工程院学部一局吴国凯副局长、陕西省科学技术厅孙科副厅长、陕西省工业和信息化厅兰建文副厅长、中国工程院学部一局王爱红处长、沈阳市科学技术局赵日刚局长、中国材料研究学会韩雅芳秘书长、陕西科技大学马建中校长、西安工程大学刘江南书记、清华大学周济教授、重庆大学潘复生教授、北京理工大学吴锋教授、武汉理工大学张联盟教授、北京工业大学聂祚仁教授、中科院沈阳分院韩恩厚教授莅临大会，海内外材料界各知名高校、科研院所、高新企业的领导、专家学者、青年学生等近 1000 名代表参加此次论坛。

2017IFAM 大会报告共邀请了 14 位知名材料专家围绕纳米材料、超导材料、高分子材料、核材料、钛合金材料及材料战略 6 个主题，报告了前沿研究进展及发展趋势，探讨了国内发展现存问题及发展策略，报告精彩纷呈，报告专家和参会代表充分交流，会场气氛热烈。论坛同期还举办了“高性能钛合金材料及技术论坛”、“能源材料论坛”、“核材料论坛”、“材料基因组论坛”、“先进高分子材料论坛”、“高性能纤维及复合材料论坛”、“材料界面/微纳论坛”、“复合材料与技术论坛”、“超导材料及应用论坛”、“3D 打印材料及应用技术论坛”、“材料智能热制造论坛”、“优秀青年科学家论坛”等 12 个分论坛，230 余位材料科学家就各自领域的热点、重点问题作了精彩报告和深入探讨。论坛同期举办了新材料产品及实验仪器等专业展览，为新材料相关企业提供了展示、交流、合作的平台。



张平祥研究员主持开幕式

工信部原材料司苗治民副司长指出新材料是整个制造业转型升级的产业基础，新材料产业是“战略性新兴产业”和“中国制造 2025”重点发展领域之一。苗副司长指出，新材料推广应用脱节是我国新材料产业发展的关键薄弱环节，为此，工信部已对首批 129 项新材料开展了首批次应用保险补偿工作，通过“工业强基”、“智能制造”等专项加大对新材料产业化和应用的支持力度，未来这方面的工作还将持续和加强。同时还指出会进一步加强宏观引导、聚焦发展重点，编制“重点品种”、“重点企业”等目录，以突破一些关键材料及避免重复建设。他肯定了历届新材料国际发展趋势高层论坛对我国新材料科研和产业发展起到的积极推动作用。



国家工信部原材料司副司长苗治民致辞



陕西省人民政府张道宏副省长出席大会开幕式并致辞

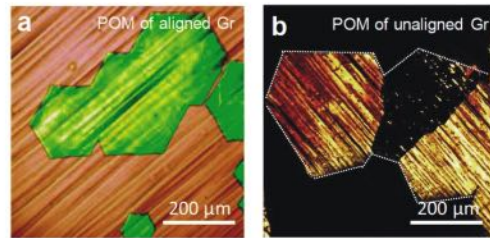
陕西省人民政府张道宏副省长指出陕西省委省政府高度重视新材料产业发展，2017 年召开了全省新材料产业发展推进会，省政府成立了新材料产业发展领导小组，在全国率先成立了地方新材料产业发展基金。陕西省第十三次党代会提出发挥学科优势、在新材料领域前瞻部署、集中突破，形成更多面向市场的原创创新成果，通过培养新产业，打造新的增长点。陕西已形成了以西安高新区、西安经济技术开发区、阎良航空产业基地、宝鸡高新区为核心的新材料产业聚集区，并具有西安交通大学、西北工业大学、西北有色金属研究院等新材料科教资源和人才优势，新材料科研及产业发展基础良好。本次论坛报告和研讨将进一步推动陕西省新材料产业创新和发展，增进陕西与国内外材料领域专家的合作。

大会主席周廉院士

周廉院士发表了热情洋溢的开幕词，他希望与会代表充分了解掌握国际上包括中国在新材料领域最新进展和战略发展趋势；希望论坛为促进国内新材料研究创新的发展、把握正确的战略方向做出新贡献；希望论坛成为一个学习交流的平台，大力培养人才。周院士指出论坛已经连续举办了 7 届，最近 3 次都超过了 1000 人。论坛自始至终坚持所有报告均为邀请报告及推荐报告，本届论坛 230 个报告人都是国内材料相关领域的顶级科学家，通过跨学科交流，所有报告人都在各自的领域不断取得了新成果，论坛影响力也不断扩大，得到高校研究生、博士生和青年教师的大力欢迎，很多人远道而来，论坛真正促进了我们国内高端人才的培养。最后，周廉院士感谢出席大会的所有院士和知名学者给予的指导，感谢特约报告人和各分论坛报告人所做出的贡献，感谢会议承办单位付出的努力，感谢会议秘书处和各个分会秘书长及组委会成员的辛勤工作。



周廉院士致开幕辞



纳米材料多方面的特殊性能，在电子信息、生物医药、能源储备、航空航天等尖端领域应用前景巨大。自2004年在实验室成功分离出石墨烯以来，石墨烯因优异的力学、热学、电学和磁学特性，成为近年来材料科学和凝聚态物理领域的一个研究热点。而包括石墨烯在内的纳米线、纳米管、纳米球等一维、二维、三维的小尺度材料，往往具有特殊的变形机制或相变机制。这使得它们的电、磁、光、化学等性能有望通过非传统冶金手段得到连续、精细的调控。纳米材料基础研究的不断深入，将成为多应用领域巨大革新的基石。

小微观 大世界 令人惊喜不断的纳米科技



纳米材料主题由叶恒强院士（右二）和周济教授（左一）主持。南方科技大学俞大鹏院士（右一）作了题为“梯度退火多晶铜箔制备单晶铜以及在其上高速外延生长米量级单晶石墨烯”的报告、西安交通大学马恩教授（左二）作了题为“Sub-nanometer Structural Control Delivers Record-setting Sub-nanosecond Speed for Phase-change Memory”的报告、麻省理工学院李巨教授（中）作了题为“弹性应变工程”的报告。

南方科技大学俞大鹏院士介绍了一种大面积高质量的单晶石墨烯制备方法。通过温度梯度驱动退火技术在20 min内快速生长 $5 \times 50 \text{ cm}^2$ 尺寸石墨烯薄膜，其中具有超高取向的晶粒超过99%。该方法可用于制备具有单一结晶度的大尺寸和高质量的石墨烯薄膜，从而以低成本实现各种工业级应用。

西安交通大学马恩教授介绍了如何从纳米尺度上推进材料性能，设计了一种新型的硫族化合物相变合金，在大型传统PCRAM器件中实现了创纪录的高写入速度（短至 ~ 700 皮秒），而不需要预编程或额外的器件设计。该发现可以实现缓存型相变随机存取存储器

（PCRAM）技术的亚纳秒切换，为利用PCRAM技术开发通用存储器提高计算机系统的工作效率铺平了道路，而且突出了材料科学原理的实际应用，提供从原子（键合配置和亚临界核）尺度引导合金设计的思路。

麻省理工学院李巨教授介绍了如何利用低维材料的应变设计空间。报告指出应变工程是使应变来指导材料结构与电子、光子等的相互作用，并控制能量、质量和信息流动，应变可支配材料中的铁弹性和带状拓扑结构转变。通过静态或动态地控制应变张量和应变梯度，开辟了一个更大的参数空间，用于优化材料的功能特性。



热烈讨论

• 请问马恩教授，您刚才讲的存储空间密度有多大？

马恩教授：空间密度现在是 $50.13 \text{ } \mu\text{m}$ ，我现在只是做一个模型。目前跟他们做气电的实验室在探讨要缩小到 $20 \text{ } \mu\text{m}$ ，这样的密度就会变小。

• **单智伟教授**：铜箔在光镜下表面很粗糙，难以置信在这样的铜箔下能长出很大的石墨烯单晶。另外，石墨烯单晶片生长，最后它能够无缝地缝合起来，意味着这些石墨烯片晶最初一定是同一个取向，这个好像从原理上很难理解。请教一下俞老师。

俞大鹏院士：这个铜是工业铜箔，是比较纯的（111）取向的多晶铜，它上面的宏观部分是抛光的冷轧铜。这个宏观的东西对石墨烯的生长情况没有影响。我们经过处理，铜箔表面很干净，氧化物都去除了，这是第一个问题。第二个问题，（111）取向铜的话，跟石墨烯的mismatch是最小的，所以它上面所有的石墨烯取向是完全一样的，但是这个也有1%不到的概率是长歪的。所以按我们的条件长好以后，石墨烯畴密度很小，但是个头很大。然后它们长的过程中碰到一块以后，由于取向完全一致，从最低能量的角度，趋向于把它缝起来。但是也有长坏的，这个有一个成品率的问题。我可以肯定地告诉你，条件掌握好的话，衬底有多大，铜单晶有多大，石墨烯就能长多大。目前我给大家看的是一个 $5 \sim 6 \text{ cm}$ 宽， 0.5 m 长的铜单晶，上面就长了一层石墨烯。石墨烯单晶结构我们通过检测，在透射电镜里面通过反射电子快速的宏观微观结合起来去确认。所以诀窍就是在氧辅助催化下石墨烯生长速度非常快，一下子就长得很大，单畴能到厘米、毫米量级，密度很小，取向完全一致，然后它会缝起来。也有不好的，铜本身有杂质、有缺陷的话就长不过去了，只能长歪了。我们发现99%以上的晶畴取向一致，长好后就完全是单晶。我们目前长得宽一点的比较难实现，可能因为窄一点的温度梯度分布比较容易掌控，现在宽度上长得最大的是A4纸那么大的铜箔。第三点，生长时Cu表面是处于半融化状态，完全是平的，工业宏观的粗糙度完全消失。最近我们和合作者用原位SEM加热实验可以证明这一点。以上因素造成这样米量级的石墨烯单晶。

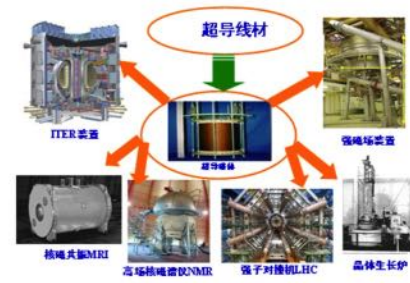
• 如果说这个体系里面只是一个单晶的世界，这个可能好理解一点。如果体系里面出现多晶这种现象，怎么控制？实际上不同的地方，时间上跨度大，是同时的吗？那记忆过程是不是也是有很多噪音？

马恩教授：它现在实际上就是多晶。不是同时的，它是随机的。你要把这一块都变成晶体，这个实验就算完成了。

• **关于阻变存储器**，很多人做的是氧化物。其实在铋化物、铋化物这种材料当中也会存在阻变，也是可以用于存储功能。但是这个阻变存储器现在的研究感觉它的机理并不像相变存储器那么明朗，想问一下您对这个阻变存储器这方面研究的看法？

马恩教授：我的看法是有前景，就是你刚才说的很多东西不明朗，很多机制不清楚，也不能解读出来，值得很多新人进去继续做，而且现在是很热门的一个题目。昨天有一本书刚刚出版，就叫《阻变存储材料》。





以智能电网、新型医疗装备、高能物理、新一代高速轨道交通为代表的领域对超导材料的综合性能提出了越来越高的要求。“十二五”期间，国内外超导材料及应用技术不断取得新的突破。我国已将超导技术列入国家中长期科学和技术发展规划和“中国制造2025”。在“863”、“973”、核聚变专项和加速器先导专项持续支持下，超导材料和技术从“十二五”已经开始向工程化和产业化发展。目前我国超导技术已从追赶阶段步入与国际先进水平齐头并进，在国家层面进一步推动超导技术进步，有望在电力、医疗和军事领域率先获得突破性应用，深入推动超导产业发展。

国内超导材料及应用技术领先 前景无限



超导材料主题由吴以成院士（左一）和李卫院士（右一）主持。南京大学闻海虎教授（左二）作了题为“新超导材料和超导应用基础研究进展与思考”的报告、西北有色金属研究院张平祥研究员（右二）作了题为“实用化超导材料研究现状与展望”的报告。

西北有色金属研究院张平祥研究员 全面分析了实用超导材料与应用技术的研究进展。分享了低温超导线材产品打入国际市场、公里级第二代高温超导带材实现量产、世界最高电压等级的550 kV高温超导故障限流器研发成功等重要成果，并指出了超导技术未来发展中的机遇与挑战。表示随着磁约束聚变工程堆、高能粒子加速器等大科学工程的不断推动以及智能电网、超导磁悬浮等领域的进一步发展，未来我国实用化超导材料及应用技术有望取得更大的突破。

南京大学闻海虎教授 重点介绍了铜氧化物、铁基、二硼化镁和硫化氢等高温超导材料的研究进展，并探讨了应用的可能性。报告指出铜氧化物用于追求液氮温区好用的超导体仍然有机可寻；铁基超导体具有上临界磁场高、电子结构接近三维等优点，有望获得液氮温区

的新型超导体；二硼化镁超导体的临界温度接近40 K，通过掺杂可以有效提高其上临界磁场，另外加上制备技术简单，成本较低，在超导核磁成像技术方面有一定的优势。最后，结合硫化氢和其他过渡金属化合物的研究进展，对探寻新型超导材料提出了新思路。

热烈讨论

• 前一段时间关注一个新闻，马伟明院士在全面推动超导电机这一领域取得了重大的进展。我想问一下西北有色金属研究院集团公司有没有进行战略布局？

张平祥研究员：我们现在用高温超导做推进电机，包括跟712所合作、船舶的推进电机等，它要比常规电机效率高。

• **吴以成院士**：最后的总结时提出寻找新的高温超导材料的一些经验式的规律，这些年主要是考虑到它的本征特征和临界温度。我想了解，你们有没有往下考虑，在应用的时候需要的一些结构条件，比如成型、制备方面有没有可能进行设计考虑？

闻海虎教授：吴老师这个问题非常好。超导材料第一个是发现，发现现象本身就比较困难。超导很奇特，它跟磁学不太一样，磁学理论上预言，很多材料都有磁性，都能解释。但是超导材料除了电声子能够预言一点，大部分材料不能预言。第二个，刚才吴老师也问了，在应用上我们也有一些感觉。比如说层状性最好不要太强，比如铁基里面的铁硒，还有钽钾122，这个结构基本上是偏离二维，偏离二维的材料基本上比较好。

• **高温陶瓷类的超导材料做线材，是不是放在银管拉拔以后把2201相析出2223和2212相，做线材以后再变成线材还是有其他方法？**

张平祥研究员：您讲的这个Bi系统线材应该是把它先做成粉末末装在银管里面加工成线之后，然后进行热处理，让它成型。因为直接加工，不管2212、2223，实际上它是表面有些非晶化的，还有晶粒连接性不好。热处理的时候还要产生一些液相来弥合缺陷，克服它的弱连接，另外通过加工产生织构。

• **报告里面已经讲了很多磁体的建设在国际上处在引领的位置，据我所知，如果要让中国的磁约束聚变堆真正走向应用，我个人觉得是不是在磁体里面还应该做一些工作？**

张平祥研究员：在法国ITER制造中心磁场在11个特斯拉，中国设计的聚变工程实验堆（CFETR）中心磁场在15个特斯拉，这对目前的超导材料是一个挑战。ITER之后我们这两年的研发，使超导线性能提高了30%。应该说中心磁场可以达到15个特斯拉的水平。但是更高的磁场，我们还期盼着Bi-2212能够做成，它未来可以到20个特斯拉，那聚变堆的效果会更高。

• **国家在超导方面特别是应用方面有很大的投资力度，你们讲讲应用方面国内有哪些，除了刚才讲的核聚变、聚核反应堆需要很高磁场，像磁悬浮列车等等，还有什么国内研究活跃的领域？**

闻海虎教授：超导尽管在国际市场，我感觉我们速度很快，在很多方面有超越之势，但是确实经费方面还是很缺的。超导应用刚才讲了很多磁体，那现在在磁浮方面国内也有单位在做，像西南交大在做利用高温超导体的磁悬浮模拟实验。他的速度在真空管道达到150km/h，但是环型的。日本把它作为一个长期战略来做，比如2030年真的要通车，而且它先用低温超导体来做。到时候高温超导体一成熟，马上就做。我们这个战略确实有欠缺，下一步在国家的支持下，国内超导界结合前瞻性的应用，与材料一块努力，要弥补这个差距。

张平祥研究员：我补充一点，我觉得超导还有一个重要的应用就是核磁共振光谱仪。我们国家实际上现在每百万人口拥有核磁共振光谱仪大概是3~5台的水平，而西方发达国家在40~50台。现在在日本、欧洲大量的手术用机器人做，机器人远程做的时候，它需要开放的核磁共振现场成像，这是一个非常好的领域。另外就是电力领域，这方面基本上国家没有投入，企业在投入，电力集团在投入。另外是超导的储能，它不像电池的储能和其他的储能，储的快取的快，而且损耗小，这是国家应该支持发展和应用的一个方向。另外我刚才也汇报了，可在电网应用超导故障限流器等，都是常规材料没法代替的，只能用超导材料的特性来实现。

INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

实用化超导材料与超导技术

——超导材料及应用论坛侧记

文/ 西部超导材料科技股份有限公司 潘熙峰

“十二五”期间，国内外超导材料及应用技术不断取得新的突破。以智能电网、新型医疗装备、高能物理、新一代高速轨道交通为代表的领域对超导材料的综合性能提出了更高的要求。若干超导应用技术已开始实现商业应用。为了更好地凝练超导材料的发展方向，推动重点领域持续取得突破，保持我国在超导材料及应用技术在国际的先进地位，更好地满足国民经济发展需要，在“2017新材料国际发展趋势高层论坛”举办之际，专门组织召开了“超导材料及应用论坛”，由西北有色金属研究院、西部超导材料科技股份有限公司、超导材料制备国家工程实验室、《中国材料进展》杂志社承办。12位来自科研院所和制备应用企业的专家介绍了ReBCO高温超导体、第二代高温超导体、铁基高温超导线、MgB₂超导线材、Bi2212高温超导线材的基础研究和制备技术最新进展，和超导材料在超导磁体、大功率超导电机、磁约束核聚变、超导电子器件、智能电网、超导磁悬浮领域的应用技术研究进展。

超导材料与应用技术是二十一世纪人类科技最重要的发展方向之一。国内超导学术及产业界应该凝聚在一起，注重培养超导界的储备人才。超导研究的目的在于提高材料各方面的性能，更重要的是研究如何让超导材料更广泛更深入地影响国计民生。因此，超导界中有实力的科研单位及企业，如中科院电工所、西部超导公司等，应该担负起带头作用，带领超导界积极关注并参与到国家重大发展战略中去，结合超导技术自身的特点，发挥各个单位的特长，为中华民族的伟大复兴贡献一份力量。

——周廉 院士



上海交通大学姚忻教授 报告了团队发展出的一种“缓冷提拉法”，将YBCO单晶体的生长速度提高将近1倍；还发展了液相外延生长ReBCO薄膜技术；提出了使用YBCO薄膜过渡层的顶部籽晶熔融生长技术；首次报道了ReBCO薄膜的“过热”效应，获得了大尺寸性能优异的ReBCO块体材料。



中国科学院电工技术研究所古宏伟研究员 介绍了稀土钽铜氧超导带材的国际发展现状。报告指出国际上已经有十几家公司能够量产ReBCO带材，性能指标能够达到603200 Am。国内成立的公司也能在一定程度上量产YBCO带材，需要国家的支持以加大技术研发力度。



中国科学院电工技术研究所马衍伟研究员 指出铁基超导线带材正处于快速发展阶段，已经制备出了世界上首条100 m长的122系列线，显示出铁基超导材料有很好的实用化潜力，有望在高场（如>20 T@4.2 K，或>10T@20-30K）中得到应用。



西北有色金属研究院李成山研究员 介绍了利用常规热处理方法制备的Bi-2212带材工程电流密度已经达到260 A/mm²@4.2K, 20T，达到了国际领先水平。采用共沉淀方法可以小批量稳定制备Bi-2212前驱粉末，同时正在开发喷雾热分解前驱粉制备技术。



西部超导股份有限公司闫果研究员 报告了对千米级MgB₂超导线材导体结构设计、线材加工及热处理、绝缘等工艺技术所做的长期充分的研究工作。目前已经能够小批量稳定制备千米级线带材。同时也开展了极细芯丝ex-situ法和Ni基千米级MgB₂线材的研制工作。

中国科学院等离子体物理研究所武玉研究员 重点介绍了国际热核聚变反应堆（ITER）的超导磁体系统的设计与制造。指出下一代聚变装置需要更高电流密度、更高临界温度、更高力学性能和更低成本的超导材料。核聚变技术辐射低，原料储备充足，有望解决人类未来的能源危机。



中船重工712研究所郑军研究员 介绍了中船重工712所成功研发的2 MW、20 r/min超导风力发电机样机，设计等效气隙磁场密度为1.6-2 T。目前已经整机组装，正在等待调整。

广东电网公司胡南南 介绍了公司牵头研制的550 kV饱和铁芯型交流限流器。该限流器的超导限流单元使用了Bi系和YBCO两种高温超导带材，采用无感绕制方法，单个限流单元带材总长300 m左右。该项目已经在沈阳变压器厂通过了专家现场测试。

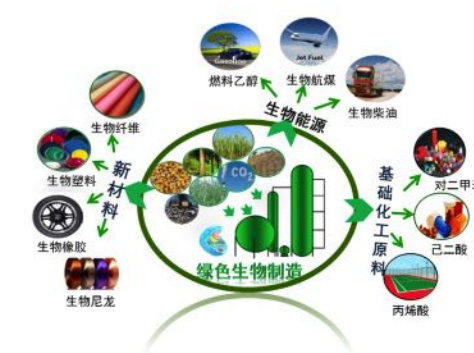


中国科学院物理研究所郑东宁研究员 报告指出目前国内在SQUID器件应用方面走在前列的单位是上海微系统研究所，已经制成了4-9通道的心磁仪样机并在医院装机试用。基于低温超导材料的电子学器件的应用在快速发展，在不远的未来必将对人类的活动产生重大影响。



西南交通大学赵勇教授 报告了日本在建的山梨线超导磁浮系统，其实验车已经创造了603 km/h的世界纪录。西南交通大学建设了一条直径6.5 m的环形真空轨道实验系统，使用侧挂磁浮技术，可以同时模拟连续加速、连续爬坡、连续转向、连续加载四种综述工况下磁浮车的运行状态，达到了150 km/h的运行速度。

2017 IFAM



高分子材料是最重要的材料之一，主要包括塑料、橡胶和纤维3大材料。我国是世界上最大的高分子材料消费和生产国，也是世界最大的纤维生产和消费国。2016年我国化纤产量达5000万吨（占全球70%）。我国高分子材料产业经过持续多年的高速发展，实现了产业“从大到强”，成为国家战略需求、国际竞争焦点。为此，必须抓住人类可持续发展面临的重大挑战和分子科学的最新进展带来的新机遇。其中，功能橡胶、绿色生物制造、以及以智能、超性能、绿色为特征的“大纤维”等领域，是高分子材料发展和创新的热点。

抓住人类可持续发展的新机遇



材料战略主题由周康院士（右三）和姜德生院士（中）共同主持。谭天伟院士（右二）作了题为“绿色生物制造”的报告。

高分子材料主题由谭天伟院士（右二）和王玉忠院士（左一）主持。北京化工大学张立群教授（左二）作了题为“先进弹性体材料：从基础到应用”的报告、中石化北京研究院乔金樑研究员（右一）作了题为“基础研究成就通用高分子材料的原始创新”的报告、东华大学朱美芳教授（左三）作了题为“多组分、多结构、多功能纤维新材料”的报告。

材料战略

北京化工大学谭天伟院士 指出绿色生物制造作为一种新的工业模式，可改变我国化工产品结构失调、高端产品大量依赖进口的重大缺陷，是改善生态环境和健康生活的重要保障。报告深刻解读了国际上对生物制造领域一系列发展战略。报告指出我国生物制造领域在原料利用、产品结构、核心关键技术和装备研发等方面相比发达国家仍存在较大差距，发展先进生物制造技术，对于促进我国经济与环境协调与可持续发展、积极应对经济全球化与国际竞争，具有重大战略意义。



北京化工大学张立群教授 综述了近几年来围绕橡胶工业以及国民经济、国防军工重大需求，从基础研究出发，在高性能橡胶材料、特种和功能橡胶材料以及绿色橡胶材料领域的研究进展。涉及到橡胶纳米强化的逾渗机理、橡胶材料结构与性能分子模拟技术、先进的橡胶纳米复合技术、纳米二氧化硅/石墨烯/纳米碳管橡胶纳米复合材料、可回用热塑性橡胶材料、生物基橡胶材料、近零排放的橡胶再生技术、特种功能橡胶材料（介电、电磁屏蔽、发电、阻尼、消声、抗震）等。

中石化北京研究院乔金樑研究员 提出科技开发必须从跟踪创新向原始创新转变。报告介绍了两个国家“973”项目涉及的高速BOPP树脂和高性能聚乙烯耐压管材树脂、纳米尺度超细橡胶粒子及其复合材料、马来酸酐与烯烃的交替共聚微球和聚集诱导发光新材料等“产学研”合作创新项目，证明了“产学研”合作创新是实现我国高分子材料产业原始创新的重要创新形式和组织模式。乔金樑研究员表示这些合作项目不仅实现了原始性创新、开发了一些原创性新产品，并均已实现了规模化生产，为下游相关产业、人类的可持续发展和高分子材料的技术进步做出了贡献。



东华大学朱美芳教授 提出了多组分、多结构、多功能纤维新材料理念。介绍了FIM在PET基体如何实现均匀稳定分散的问题，开发出兼具抗菌、阻燃、抗静电等多功能及具有异型横截面的舒适性PET纤维。运用简易的非液晶湿法纺丝法实现了石墨烯（rGO）多孔纤维的连续宏量制备，得到具有多级孔结构和大比表面积的杂化rGO纤维，组装了柔性超级电容器所需的“具有高机械强度和大比电容且可弯曲的电极”。通过研究低聚物单体纺丝流变学及反应动力学，建立了“动态聚合反应性纺丝”新方法。

热烈讨论



● 您也做PPN聚纺丝，您是加的什么溶剂把它给溶解？我感觉水性溶剂比较好，聚乙烯醇可以溶解PPN吗？

朱美芳教授：湿法纺丝不同的高聚物用的溶剂是不一样的，有的用的是水性溶剂，像PVA这种水性溶剂，像腈纶的话就可能用DMF或DMSO这些有机溶剂。我们希望能用水性的溶剂会比较环保。PPN可以溶在水性当中。

● 在您的工作里介绍了一个可以调的光谱，把红光调到可见光，然后可以用到光伏电池里面去。我想问一下，调的机理是什么？调的波长范围？以及它这种材料的转换效率及耐热性能怎么样？

乔金樑研究员：目前还只是一个初步的实验，我认为凡是透明的不需要像稀土那样有颗粒的加进去，只要能把紫外波还有蓝光能够转到绿光或者其他的可见光，那个太阳能的吸收都是很好的。对于这个材料的机理那是做过很详细的研究，它完全是靠CO键的聚集来发光。那个转换效率最高的我刚刚报了一个数据，量子产率可以到87了，那个可能还有提高的余地。耐热性的话，这种材料都是无定型的刚性材料，大概Tg最低的我们测出来大概是273度左右，耐热性是很高的。

● **王玉忠院士：**聚乳酸用微生物来合成，这个我觉得很新鲜，目前这个进展到底什么程度？跟现有的PHB比，有没有可能比他们做的更好？

谭天伟院士：过去聚乳酸实际上是由国外的公司在垄断，它是先发酵做乳酸，有这么一个环节。现在是我们直接出来聚乳酸，这个聚乳酸对葡萄糖的得率，已经是相当于11%，浓度是11%。11%相当于110克左右的数字。我们现在正在做公式，因为它的聚合物分子量还有一个扩散，在高度的密封出来在这个体系中还有一定的扩散。我觉得分子量将来是可控的，这个叫生物聚合，过去是化学聚合。生物直接聚合，我认为在未来这样的产品直接从葡萄糖合成，3-5年左右就会有新的突破。



生命、能源、未来……

——先进高分子材料论坛侧记

文/北京化工大学 付辉 宁尚英

高分子材料是由相对分子质量较高的化合物为主构成的材料，包括橡胶、塑料、纤维、涂料、胶粘剂和高分子基复合材料等。已广泛应用于航空航天、电子电气、核能、舰船、汽车、高铁等领域，对高速、轻量化、远航程具有十分重要的意义，属于重要的战略性材料。随着科学技术的发展，高分子材料已在生命科学、新能源、环境保护与治理、资源再生利用等领域获得了新的增长点，产生了新的应用。

2017年11月12日“2017新材料国际发展趋势高层论坛——先进高分子材料论坛”在西安成功举办。本次论坛由北京化工大学、四川大学、大连理工大学、中石化北京化工研究院、《中国材料进展》杂志社承办，南京绿金人橡塑高科有限公司、无锡宝通科技股份有限公司协办。四川大学王玉忠院士、北京化工大学张立群教授、中石化北京研究院乔金樑研究员及东华大学朱美芳教授出席了本次论坛。

北京大学杨槐教授、中国科学院化学研究所宋延林教授和张军教授、四川大学李忠明教授、武汉大学张先正教授、浙江大学谢涛教授等16位国内高分子材料领域知名专家作了本领域前沿报告。全国100余名高分子材料研究人员参加了本次论坛。



“重大化工产品的绿色生物制造可改变我国化工产品结构失调、高端产品大量依赖进口的重大缺陷，是改善生态环境和健康生活的重要保障。”——中国工程院谭天伟院士

“高分子材料面临着从基础研究出发，致力于创新技术和关键新材料突破的转型，尤其是发展高性能聚合物复合材料、特种和功能聚合物复合材料以及绿色聚合物复合材料领域。”——北京化工大学张立群教授

“作为高分子材料最大的生产国和消费国，要实现从大到强的转变，科技开发必须从跟踪创新向原始创新转变。‘产学研’合作创新是实现我国高分子材料产业原始创新的重要创新形式和组织模式。”

——中石化首席专家乔金樑研究员

浙江大学宋义虎教授 介绍了填充高分子体系的复杂流变行为。提出了可用于描述不同纳米填料填充聚合物熔体的线性动态流变行为的“两相模型”，证明了所谓的类固和类液行为都有共同的机理。

北京大学杨槐教授 为克服目前高分子分散液晶体系和高分子稳定液晶体系两种常见液晶/高分子复合材料驱动电压高、基膜间撕裂强度低等缺点，构建了一种高分子分散液晶与高分子稳定液晶共存体系，兼具了前者的力学性能和后者的电-光性能优点。该体系将在全柔性液晶显示器件领域具有重要的应用前景。

中国科学院化学研究所宋延林教授 围绕纳米材料功能墨滴图案化及器件制备展开系统研究，实现了对墨滴点、线、面、体的精确控制，并用于微纳光电器件制备，为印刷制造微纳器件奠定了理论和技术基础，提出了印刷业“绿色化、功能化、立体化、器件化”的发展方向。

四川大学李忠明教授 利用强剪切和拉伸流动场，使共混物分散相形成纳米尺度纤维结构，获得了原位纳纤化聚合物共混物。纤维高度取向，自身力学性能大幅提高，诱导基体结晶，强化了串晶和取向晶生成，改善了共混材料的力学性能、阻隔性能、韧性等。

中国科学院化学研究所张军教授 针对纤维素不熔化、难溶解等加工困难，以离子液体为介质对纤维素均相接枝共聚合，将聚乳酸接枝到未改性的纤维素主链上，通过控制聚乳酸含量实现共聚物的热塑加工性能，可采用传统热成型方法进行加工。同时，还设计合成了一系列新型纤维素酯。



武汉大学张先正教授 基于多肽类生物材料广阔应用前景，将具有不同生物活性的多肽与传统的基因/药物传递与诊断系统相结合，在肿瘤治疗/诊断领域开展了一系列深入、系统的研究。



北京化工大学徐福建教授 利用天然多糖广泛存在于有机体内作为信息分子受体的特点，基于多糖参与分子识别、细胞粘附以及机体防御等过程的调节，在药理上表现出多样活性的特性，利用天然多糖构建药物载体、医用辅料。

浙江大学谢涛教授 将两种截然相反的变形行为（弹性及塑性）有机地结合在同一网络。在介绍其分子设计物理机理的基础上，将重点介绍如何合成具有可逆相转变及可逆共价的聚合物网络来实现这类新型聚合物的变形行为。

浙江大学李寒莹教授 将“单晶”与“复合物”两个材料学上看似矛盾的概念统一，从典型的平面异质结和本体异质结出发，建立了溶液制备有机单晶异质结的方法，揭示了其有序复合机理，发展出了基于单晶复合的光电功能材料与器件。



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结构和界面的启发，巧妙地克服了构建纳米复合材料传统方法的瓶颈。

中国科学技术大学陈昶乐教授 以极性单体的催化聚合和极性单体与非极性单体共聚为目标，通过对配体的调节，在很大范围内调控所制备的聚乙烯以及共聚物的分子量和支化度，从而得到半结晶型的固体材料。以及极性单体聚合过程所需的新型催化剂和极性单体与非极性单体共聚的新型聚合手段。

杭州师范大学李勇进教授 为解决反应性线性分子增容过程中的“拉进”、“拉出”现象，通过改变梳形分子主链和侧链的结构，实现了高分子共混物的界面胶束增容，设计合成了表面兼有长侧链和反应性基团的无机纳米粒子，实现梳形分子的“就地”生成和“原位”增容。



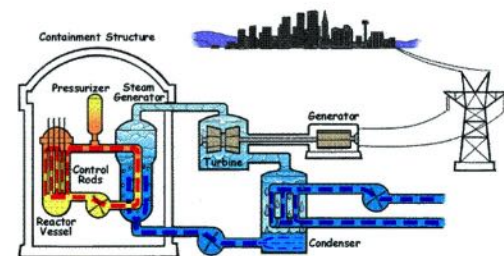
华南理工大学郭宝春教授 改善了橡胶纳米复合材料的颗粒分散、界面相互作用和网络结构。通过在颗粒表面引入可反应官能团、在混炼过程中引入界面反应催化剂、对颗粒进行表面处理、在橡胶复合材料界面间引入可交换共价键等方法实现橡胶纳米复合材料的界面设计，实现橡胶复合材料力学性能的提高以及动态损耗的降低。



中国科学院化学所王健君研究员 针对覆冰所产生的危害进行了系列研究，利用低温酷寒地区生物体内抗冻蛋白控冰分子机制制备了控制冰晶成核、生长以及重结晶的高分子材料。该材料应用于防覆冰，提出并制备了水润滑层超低冰粘附防冰涂层和固体润滑多功能防冰涂层。

西北工业大学张秋禹教授 介绍了利用无皂乳液聚合制备可用于超疏水和药物输送的系列树莓型纳米粒子和多种空纳米胶囊，利用一步溶胀法首次得到了具有开口结构的聚甲基丙烯酸缩水甘油酯溶胀粒子以及一系列树莓形、橡子形、Janus以及碗形等各向异性粒子。进一步丰富和完善了无皂乳液和种子乳液聚合机理，开拓了各向异性粒子的通用制备方法。

陕西师范大学杨鹏教授 提出C-H键受限光转发的思想，以便向聚合物表面引入单种、单层功能基团；创制基于类淀粉样蛋白质组装的普适性材料表界面改性方法；基于核酸与贵金属的配位机制发展材料表界面避免绿色微纳米刻蚀及绿色提金技术等对材料表界面进行改性的新思路。



核材料是国防建设不可或缺的关键材料。随着我国能源发展方式的转变，应用潜力很大，是国民经济发展重要的支撑材料。腐蚀是影响核电站安全运行的首要问题，高温高压水中的腐蚀动力学与常温或较低温度下不同。材料成分、材料和部件的制备加工工艺会影响表面状态、材料内部微观结构，从而显著影响核电材料的腐蚀速度和核电站的安全性。发展新材料的同时，进一步加强长寿命核电结构的安全性、可靠性、寿命评价，对保障核电站安全运行乃至核能有效利用起到关键作用。

综合评价 整体规划 加速原始创新



核材料主题由毛新平院士（左一）和张联盟教授（右一）共同主持。中国科学院金属研究所韩恩厚研究员（右二）作了题为“核电关键材料的评定技术与部件的安全评价”的报告、中国工程物理研究院汪小琳研究员（左二）作了题为“金属铀表面腐蚀研究进展”的报告。

中国科学院金属研究所韩恩厚研究员 对核电关键材料的评定技术与部件的安全评价做了详细报告。首先介绍了研发的10余种模拟核电站高温高压水中进行实验室加速腐蚀试验设备，包括原位测量技术新方法，对核电站中主要失效形式实现了全覆盖；通过采用这些新装备与技术，比较研究了核电站常用材料的腐蚀行为以及材料微观特征的影响；解释了不同制造工艺影响核电高温高压水中材料腐蚀寿命的原因；比较了运行水化学参数对腐蚀与放射性排出的差异，提出了溶解氧、溶解氢控制的重要性与注锌控制的方法；最后从我国某实际核电结构部件的失效根本原因分析出发，建立了安全分析与服役寿命评估方法，首次自主实现了百万千瓦堆核岛内关键部件的安全分析与寿命评价，并成功用于核电站的处置决策中。

中国工程物理研究院汪小琳研究员 针对核能及国防领域的金属铀表面腐蚀研究进展进行细致分析。报告中对当前金属铀表面腐蚀科

学领域的热点和难点进行解读，介绍中物院过去一段时期内在金属铀表面腐蚀（重点是表面氧化与表面氢化腐蚀）科学研究的研究进展，并对未来的发展趋势和方向进行展望和讨论。铀材料的表面腐蚀问题事关使用性能、服役寿命以及库存可靠性，是必须深入认识并进行防护的，也是一个前沿基础科学问题，与钢系元素独特的5f电子行为密不可分，其背后蕴含着大量的科学未知，是钢系材料研究探索的一块沃土。



院士点睛

周廉院士：本届论坛缺一个能综合评价现有核材料研究现状和给出未来发展趋势方向的报告，这也说明我们急需领军人物。我发现，如果在国内建电站，基本上所有核用的材料都能解决，但是一出口就遇到问题。什么问题？很多原始创新不是中国搞的，所以有很大的问题。这个问题怎么解决？我们应该发展下一代材料，无论是钢、高温合金或者是锆或者是钛，所有能用的各种材料。这个有必要制定一个核工业材料20年、30年发展计划，才可能实现把中国的核材料、核电建设达到世界的顶尖水平。

热烈讨论

● 一般认为金属的应力腐蚀是特定的金属和特定的应力腐蚀介质相互之间的作用。那么您认为应力腐蚀真正的腐蚀介质是什么，是不是有氢的参与？

韩恩厚研究员：对，教科书上是这么说的，应力腐蚀需要特定的材料、特定的介质和拉应力。这个概念可以说是发生快速应力腐蚀的一个基础。但是在核电站条件下，它要求长寿命。在这种条件之下，它还会发生应力腐蚀，因为它使用的时间特别长、应力腐蚀开裂的速度非常慢。因此，个人认为这个定义应当改写。应该说，在这种长寿命结构的应力腐蚀中，氢的参与确实起一定作用，但也不是必须的，要具体问题具体分析。



● 您刚才说材料中位错环的富集可能会影响材料开裂的行为，究竟是什么样的影响？

韩恩厚研究员：形成位错环后，位错环的周边就有不同元素的原子富集，刚才上面那个图表明了磷元素在那里富集，比其他区域要翻了一倍。我们还有一个材料比如富铜原子团簇富集，甚至硅会富集。这种原子会跟着位错环跑，跑到那个地方富集以后，那个地方局部的材料成分抵抗应力腐蚀的能力就会显著降低。

● 我看到您研究了十余种模拟核电站高温高压水腐蚀实验、加速腐蚀的实验设备，我想问一下这十余种里面有没有适合我们铝合金评价的？

韩恩厚研究员：对于铝合金来讲，实际上它应该说跟其他材料抵抗各类腐蚀的评价方法也都类似，我们一方面要模拟实际的腐蚀失效形式，另一方面一定要在实验室进行加速实验。但是加速试验第一要在动力学等同条件之下进行，应该说是按照我提出的损伤等效三原则开展，即：腐蚀形貌相似、腐蚀产物相同、损伤动力学一致。要想做到等效加速，我们可以把温度提高，提高多少度，加速了多少倍，这个是可控的；第二是把材料的变形状态适当提高，这样就可以进行适当的加速；另外是适当改变腐蚀介质的离子状态。总之，对于你这个铝合金的加速试验问题，目前的实验方法上完全可以实现，我前面只是没有提及应力腐蚀。

● 毛新平：第一个问题，随着使用温度不断的提高，影响腐蚀这些因素变化的规律是什么？劣化程度是什么，你研究到什么程度？第二个问题，随着核电站建设发展趋势，你目前已经研发出的10余种模拟与相关检测技术、检测方法有没有做相关的准备来迎接新一轮核电站建设的挑战？

韩恩厚研究员：感谢您的问题。目前我们已经研发出了10余种模拟不同腐蚀损伤形式的技术，并配有多种参数的原位检测手段，包括原位光学、原位光谱、原位电化学、原位载荷、原位声发射、原位裂纹扩展、原位裂纹萌生等等。此外，我们实验室也已经研发出了适合于核反应堆中长期使用的原位检测探头，已经得到大台架上2年的考核，可以说，技术上已经具备条件。当然，原位检测方法还可以随着技术进步进一步拓展。目前我的实验室动态的回路可以达到600度，静态釜做到700度，可以满足目前的各类水堆的需求。再往上的温度我目前的已有设备做不上去，以后能不能再往高温做，有需求时我们再进一步努力。实际上，在实验室模拟核电站服役条件上，不仅要考虑温度，还要模拟各类条件，一方面把温度提上去，另一方面必须考虑腐蚀介质条件、压力也必须得上去，这样才能符合条件，否则，做出来的数据与实际的损伤机理不同。我们做了超超临界反应条件下的实验，一旦进入超临界那一段之下，它发生腐蚀的机制实际上跟较低温度条件下不一样。因此，要评价材料、预测和评估服役安全性与寿命，需要把动力学做出来，才能满足未来核电站安全服役的需求。

为核能安全利用铸就铜墙铁壁

——核材料论坛侧记

文/ 中国科学院金属研究所 王媛

2017年11月12日“2017新材料国际发展趋势高层论坛--核材料论坛”在西安成功举办。本次论坛由西北有色金属研究院、中国科学院金属研究所、中国科学院核用材料与安全评价重点实验室和《中国材料进展》杂志社承办，西部新核材料科技有限公司和西安诺博尔稀贵金属材料有限公司协办。周廉院士出席了本次论坛。16位国内核电材料领域的知名专家作了本领域最前沿的精彩报告，全国100余名核用材料研究人员参加了本次论坛。与会专家、学者就核领域用梯度材料、铀钼/铀锆金属燃料、钍基熔盐堆材料、ADS系统用关键材料、超临界水冷堆CSR1000燃料包壳材料、聚变堆材料中子辐照的多尺度模拟、核乏燃料后处理关键设备用钛材、我国AP系列三代核电设备材料、核压力容器用钢、核电大锻件低偏析技术、堆芯用钎合金、事故容错燃料技术、材料辐照损伤多尺度模拟计算等方面展开了深入热烈的讨论。论坛现场讨论交流分外热烈，激发了与会代表进一步思考。代表们对论坛的内容表示非常满意，感觉收获颇丰。



“组织力量建立新一代核用材料研究计划，对核用材料工业提出新的要求，大力研发新一代核用材料，其中材料均质化是首要任务，合金冶金质量差是中国材料目前最大的问题，应该重视传统材料的研究。”
——中国工程院周廉院士

“计算模拟对腐蚀、辐照、力学和材料交互作用和新材料的研发非常重要；实验室如何采用快速评价方法预测新研发材料的未来长期安全服役行为或寿命？现役堆型中用的材料如何预测其老化发展与延寿？为了满足各种堆型核能材料服役的极限条件，急需研发新的替代材料并预测出其综合性能，特别是需要颠覆性创新材料研发。”
——中国科学院金属研究所韩恩厚研究员

“计算模拟应该在核材料领域中发挥重要作用，集中体现在核能材料的寿期评估和中子辐照两个方面，建议国家在这方面进行总体布局，联合多家单位抓紧开展相关工作。”
——北京航空航天大学吕广宏教授

“计算模拟一定要有相应的实验验证，真正为国家办实事。”
——中国工程物理研究院汪小琳研究员

武汉理工大学张联盟教授 重点介绍了支撑获取核武器材料千万大气压下精确数据的梯度飞片材料，能模拟核武器内爆早期复杂动力学过程的“波阻抗复杂变化”梯度材料。



中国工程物理研究院材料所张鹏程副总工 项目团队以U-Mo和U-Zr合金成分组成、相组成等材料设计为基础，采用熔炼铸造-制粉-压制烧结-热轧/热等静压包覆的燃料元件样品制备工艺路线，成功制备出的公斤级杂质含量低、均匀性好、孔隙度可控的钍合金燃料材料，部分产品已入堆考核并应用。



中科院上海应用物理所周兴泰研究员 介绍了熔盐堆的工况特点、对材料的基本要求，系统分析了在熔盐堆材料研发及工程方面取得的进展及今后的发展方向。



中国科学院近代物理所王志光研究员 针对以铅铋合金为冷却剂的ADS系统材料需求，依托中科院ADS先导专项、兰州重离子加速器国家实验室等，开展材料筛选评价与耐高温抗辐照耐腐蚀材料研发工作。建立了比较系统的核能材料评价研究新平台。

中国核动力研究设计院熊茹研究员 介绍了中国超临界水冷堆CSR1000燃料包壳材料的研发成果。从数种候选材料中筛选出高Cr高Ni的奥氏体不锈钢为最有希望的候选材料并开展了氧化物弥散强化、微合金化等材料改性研究。



北京航空航天大学吕广宏教授 针对聚变堆材料（含壁材料与结构材料）的中子辐照问题，介绍面向中国聚变工程实验堆（CFETR），开展聚变堆材料中子辐照的多尺度计算模拟工作的总体构架与初期工作。

西安交通大学韩卫忠教授

通过原位纳米力学测试技术研究了单晶铜内氦泡在变形过程中的演化行为，发现其可以作为活跃的内部位错源和位错滑动的障碍来提高微纳尺度材料的变形能力。



上海核工程研究设计院王永东高工 提出了包括大型锻件质量稳定性及质量控制、核电用焊接材料质量不稳定、焊接接头与环境相容性问题、非金属材料国产化研制、控制棒驱动机构驱动杆用管材研制、焊接接头免除焊后热处理的准则、镍基合金焊接材料、材料腐蚀评价准则与寿命预测、接管安全端快速评价、水化学与材料相容性等15方面的问题与挑战。



中国科学院金属研究所李殿中研究员 在大锻件成分偏析控制这个国际难题方面取得重大突破。他们发现低氧纯净化可以有效控制偏析，通过稀土的加入显著减少了夹杂物的数量和尺寸，进而减少了偏析缺陷。报告了另外一种创新技术—金属构筑成形，用小尺寸的均质坯料通过堆垛成形，生产成分均匀的大尺寸母材。

华东理工大学王国珍教授 以三代压水堆核电安全端结构中的镍基合金（Alloy52M）焊缝连接的低合金A508钢和316L奥氏体不锈钢异种金属焊接接头为对象，提出接头区非均匀的局部力学性能分布和局部强度失配影响裂尖断裂力学参数、塑性变形行为、局部断裂阻力和裂纹扩展行为，需要在接头的安全设计和完整性评价中予以充分考虑。



中国广核集团有限公司研究院刘彤研究员 介绍了国际燃料界新一代燃料概念——事故容错燃料（ATF）的包壳材料、燃料芯块研制和燃料系统设计的最新研发进展。

西北有色金属研究院吴金平高工 系统介绍了我国在核用Ti35钛合金的吨级铸锭制备技术、高表面质量光亮焊丝制备技术、Ti35/不锈钢异材质连接技术及Ti35合金极薄壁无缝管材制备技术等方面取得的突破性进展。



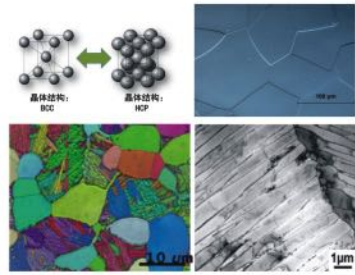
上海电气核电集团公司唐伟宝总工 介绍了民用核电站核岛主设备受压边界壳体母材大量采用的SA508Gr.3Cl.1筒体型锻件中非金属夹杂物的来源、分布情况的分析。通过分析锻件中非金属夹杂物的危害，创造性提出减少锻件中非金属夹杂物的管控措施。

中国钢研科技集团有限公司刘正东教授 介绍了核裂变技术的工程化历程以及可控核裂变工程对核压力容器用钢的技术挑战，重点介绍了我国近年在百万千瓦三代压水堆核岛超大锻件材料技术和制造技术突破及其工程化应用情况及未来的发展趋势。



西北有色金属研究院李中奎副总工 介绍了我国为满足水堆自主用锆材需求而开展的研发工作及相关产业化进展。指出我国锆合金堆外应用研究（含堆内辐照考验）较为滞后；目前已初步建成两条完整的具有世界先进水平的核能用锆材生产线。

中国原子能科学研究院杨文研究员 详细介绍了中国原子能科学研究院在辐照损伤多尺度模拟计算方面的研究进展，以及未来研发计划和设想。



从1791年发现钛矿以来,人们经过150年的艰难探索,提取出高纯度的钛。自1950年电弧炉应用于钛合金的熔炼之后,钛合金取得了飞速的发展。钛及钛合金材料具有质轻、高强、耐热、耐蚀、可焊以及生物相容性好等优异的综合性能,在航空航天、海洋工程以及石油化工领域得到越来越广泛的应用,有“海洋金属”、“太空金属”、“全能金属”之称,已经成为国防科技工业和重大装备制造的重要和关键结构材料,得到了我国科技工作者和新材料产业的持续关注。

钛合金未来发展充满期待



钛合金材料主题由何季麟院士(右二)和潘峰教授(左一)主持。南京工业大学常辉教授(中)的报告题目是“钛合金材料科学技术的发展现状和趋势”、西北有色金属研究院赵永庆研究员(右一)的报告题目是“新型钛合金研制及工程化共性关键技术”、中国航发沈阳飞机设计所王鸣副总师(左二)的报告题目是“新一代发动机对高强韧钛合金的需求和展望”。

南京工业大学常辉教授 一方面评述了钛合金熔炼、铸造、加工变形和热处理工艺的技术进步,另一方面通过典型钛合金的案例分析了凝固理论、弹塑性理论和相图相变热力学理论在深入理解钛合金“成分-工艺-组织-性能”关联之间的科学成果,揭示了技术和科学探索中存在的问题和不足。提出未来钛合金科学研究和技术探索交互式发展的新模式,给出了未来钛合金科学技术发展规划路线图,大胆预测了未来钛行业应用将增加500%,引起了与会代表强烈反响。

西北有色金属研究院赵永庆研究员 针对基于抗高周疲劳的钛合金冶金学调控,依据国家工程的需求,创新研制出不同力学性能的钛合金。主要包括高强高韧损伤容限钛合金TC21、中高强韧损伤容限钛合金TC4-DT、阻燃钛合金Ti40、超高强韧钛合金Ti-1300、核乏燃

料后处理用钛合金Ti-35、低成本钛合金Ti-8LC和Ti-12LC等等。新合金开发经历合金设计、实验室规模研究、中试验证、工程化阶段,解决了新合金工程化的关键技术,保证了国家工程应用的可靠性。

中国航发沈阳飞机设计所王鸣副总师 对新一代发动机对高强韧钛合金的需求和展望做了综合分析。从航空发动机设计和应用角度,介绍了钛合金在先进航空发动机上的应用情况,针对新一代航空发动机的发展,探讨了新的服役环境对高强韧钛合金和金属间化合物钛合金的需求及重点研究方向。

热烈讨论

增材制造技术,就飞机发动机这一领域,它未来的发展前景有什么问题?刚才您提到近净成型技术,对一些飞机转子、叶片等领域是不是存在大的发展机遇?

王鸣副总师: 航空发动机的零件结构比较复杂,增材制造技术我认为是未来非常有潜力的、能够在发动机上应用的一项技术。在“十二五”期间,我们有7个试验件采用了增材制造技术,主要是钛合金和高温合金的。钛合金主要在低压传动壳体,高温合金主要局限于4169和4136这两种材料,在燃烧室的喷嘴还有分流环、圈流器等这些小的静止件。我认为解决问题有几个方面:第一,最优质的钛精粉和高温合金粉末,这个肯定是要解决的。第二,是材料方面,现在感觉最大的问题是1000℃以上使用的高温合金。第三,是设备。现在的3D打印设备基本上还是纯进口,以打印航空发动机薄壁件来讲,目前送粉这一块,打大件行,打小件肯定不行。所以在设备研究上,我们国家肯定要自主发展3D打印设备,尤其是打印薄壁件的,里面一定要有自主的程序控制、要有热处理、消除热应力等这么一系列工序的设备。



最近这些年感觉飞机用复合材料不断增加,我们将来要不要再去从事更多金属方面的研究,这方面是怎么考虑的?

王鸣副总师: 我先给你吃个定心丸。在近20年以内金属材料在航空发动机里面还是占主导地位的。复合材料如果想在整个发动机领域应用,它也有很多问题。目前在复合材料应用方面有一定的战略,我想复合材料可能首先是在像静止的比如喷嘴调节片、机匣内、一些独立结构,像隔热皮这类不受力结构等应用。



潘峰教授: 常辉教授说未来钛行业应用增加500%。实际上我相信更多是化工和海洋领域可能应用的更多一些,这方面我们有什么想法?

常辉教授: 实际上最后一张片子的规划路线图,和周廉院士经过了多次的讨论。这个实际上是基于钛的成本,现在钛的整个成本应该说比铝高了5倍以上,比不锈钢高了10倍甚至20倍以上。根据以往铝和钢铁的发展,在成本降低10%的基础上它的应用会扩大100%以上。正如潘老师所说,未来钛合金的成本采用短流程这种新的技术后,能够大幅降低。化工领域已经趋于饱和,海洋工程现在仅仅占到了4%以下,因此它的上升空间是非常大的,特别是现在的船舶、舰船、军船,可能民船这一块还没有,另外就是深海空间站。我相信现在是5万吨,平均下来这几年,5倍也就是25万吨,25万吨和钢铁、铝、铜比起来还是非常非常小的。因此,钛合金未来发展充满期待!

何季麟院士: 这几年国家重点专项对钛材料新技术也有4~5个国家重点项目,我想在科学技术方面我们完全有能力快速通过。钛的发展成为一个成熟的第三品种,我们怎么认识这个着力点?

常辉教授: 应将做基础研究的人和其他人分成两部分,做基础的应当全面梳理包括核心成本、组织、性能等基础数据。我想有两个途径:第一,必须加大钛合金低成本化生产,新技术突破性研究。第二,在钛应用技术这一块,特别是舰船应用技术研究要加强。这两个差距如果我们能够集中精力利用5~10年的时间,一定能找到钛应用的拐点,而且一定能够实现这样的目标。

低成本的钛合金是不是意味着技术门槛会降低?作为一个投资行业来讲,可能更多关注高技术门槛方向。在航空发动机领域,门槛很高,但产业化的前景摸不透,能不能就这两个问题多聊两句?

潘峰教授: 这个问题我帮他们回答。其实钛合金就我所知,目前有几个方面大的突破:一个是海绵钛的提取,二是短流程的绿色加工技术,特别是冷藏技术,类似于大锭子一次可以做十几吨。应该说门槛正在逐步的降低,钛合金应用增加500%的愿景,我觉得可能不止。尽管我不是做钛合金的,但是我从2013年开始做国家关键技术预测,对钛合金非常看好。

钛合金的前沿与热点 ——高性能钛合金材料及技术论坛侧记

文/西北有色金属研究院 曾立英 南京工业大学 李佳佳

2017年11月12日，“2017新材料国际发展趋势高层论坛——高性能钛合金材料及技术论坛”在西安雅致东方酒店成功召开。12位国内外知名专家围绕钛及钛合金的关键制备及应用技术呈现了一系列精彩的专题报告，展开了学术氛围浓厚的热烈讨论。报告内容涉及钛铝合金及其单晶的研究进展、表面强化对钛合金疲劳与多尺度断裂行为的影响、Non-Conventional Transformation Pathways and Design of Novel Ti-Alloy Microstructures、船用钛合金的成型及焊接技术研究、高强度低模量多功能医用钛合金研究进展、钛合金复杂构件局部加载精确塑性成形研究进展、钛合金材料动态响应行为及设计方法、钛合金变形与损伤机制的多尺度研究、超高强钛合金研制进展、Ti₂AlNb基金薄壁构件热态气压成形研究进展、基于抗高周疲劳的钛合金冶金学调控、钛粉末及粉末冶金制备技术的开发进展等。西北有色金属研究院赵永庆教授、西部超导材料科技股份有限公司刘向宏副总、北京理工大学程兴旺教授、南京工业大学常辉教授主持本次论坛，周廉院士听取了报告并做重要讲话。

周廉院士点评：

过去钛合金发展主要是跟着飞机应用需求走，现在应弄清楚海洋用钛合金要遵循什么判据？民用钛合金、医用钛合金的需求是什么？可否做600℃、650℃、700℃、750℃，甚至更高温度的钛合金？

本届钛合金分论坛是希望借助计算机、自动化、定制来解决钛工业的一些问题，寻求最佳的工艺流程及工艺参数，从而指导企业的生产。同时研究钛产业发展对策、制定发展计划。周院士勉励年轻人要持续追踪钛合金研究，这样才能把中国的钛合金研究发展起来。

- **南京工业大学常辉教授** 研究人员最核心的任务是要把钛合金的组织-工艺-性能的准确关系描述出来，这对企业是最好的指导，可以解决工厂产品一致性、稳定性和可靠性的问题。基础研究需有人牵头、有好的idea，并需要大量人默默无闻地做很长时间的的工作。
- **西安交通大学孙巧艳教授** 加大基础研究力度，从成分设计着手，多家联合，做出一些好的结果，如制备出强韧性匹配良好的钛合金。
- **哈尔滨工业大学刘钢教授** 以产品为对象，共同申报项目，做出一些关键技术上的重大突破。



南京理工大学陈光教授 TiAl是唯一能够在600℃以上氧化环境使用的轻合金。报告提出了界面能各向异性调控晶体取向的新理论，突破了β相凝固TiAl合金片层取向无法控制的定论，采用非籽晶法实现了PST单晶片层取向的有效控制。



华东理工大学涂善东教授、张显程教授 采用飞秒激光方法预制缺陷，通过超声滚压(USRP)细化TC4钛合金表层晶粒，并表征细化后的晶粒尺寸，残余应力及硬度变化等微观特征；同时研究超声滚压产生的梯度结构对多尺度裂纹扩展行为的影响。

西安交通大学王云志教授 采用MGI/ICME方法设计新型钛合金及显微组织。通过计算模拟后采用各种非传统转变途径设计出具有超细化α+β组织的亚稳β钛合金，且可通过预测控制α相析出尺寸。

中船重工第七二五研究所李士凯教授 采用搅拌摩擦焊接700 MPa级钛合金，最大焊接厚度14 mm，单条焊缝6 mm；焊接变形量为熔化焊的1/2；实现钛-铝、钛-钢异种金属连接，焊接接头性能与母材相当。研发出TA31、TC4ELI(φ2100 mm)大型构件锻造技术、相变/细晶超塑性成型出直径300~750 mm，截面尺寸8~40mm的制品；材料利用率达81%，成型精度1 mm。

中国科学院金属研究所郝玉林研究员 设计出具有良好生物力学相容性的Ti-24Nb-4Zr-8Sn (Ti2448)合金。合金呈非线性弹性变形行为，弹性模量45 GPa左右，是与骨骼弹性匹配最好的钛合金，其强度可达900 MPa。2013年5月，药监局对脊柱内固定产品进行了注册评审。



西北工业大学詹梅教授 针对薄壁钛筒、高强钛管、高筋薄腹钛合金复杂大件局部加载成形，在全过程宏细多尺度耦合建模分析、形性协同调控和耦合不均匀变形影响的回弹预测方面取得进展。

西安交通大学孙巧艳教授 团队研究发现，在多数情况下，TC21合金宏观变形与α相的变形特点密不可分，微孔洞形成和裂纹的扩展微米尺度α相的变形紧密相关，宽度在微米尺度的片状α相的边界较等轴α相更易形成空洞并连接成裂纹。

西部超导材料科技股份有限公司刘向宏副总团队 研发出名义成分为Ti-(3~6)Al-(3~6)Mo-(3~6)V-(3~7)Cr-(0~2)Fe-(0~2)Nb的M28合金，其室温R_m为800~1500 MPa，K_{IC}：20~135 MPa·m^{1/2}。用此合金成功制备出单重4500 kg，尺寸为320 mm×480-630 mm×5000 mm的锻件，以及单重5200 kg，尺寸为360 mm×600 mm×5050 mm的锻件。

西北工业大学寇宏超教授 揭示了氧含量与显微组织精细化调整对钛合金高周疲劳性能的影响规律，阐明了钛合金材料热机械处理工艺过程与显微组织演变的对应关系；提出基于抗高周疲劳的钛合金化学组元、初生α相含量与显微组织精细化调控方法，实现了对Ti-6Al-4V合金化学成分和锻坯组织的精确控制。



北京理工大学程兴旺教授 团队采用变宽脉冲恒速加载动态剪切实验技术，研究等轴型组织（包括等轴组织、双态组织）、网篮型组织（网篮组织）绝热剪切带微结构演化过程。首次实现了钛合金晶粒取向分布的三维空间表征。



哈尔滨工业大学刘刚教授 揭示了Ti₂AlNb合金高温应力应变关系和组织演变关系，基于统一粘塑性本构方程开发了材料模型，对Ti₂AlNb杯形件进行有限元分析，预测损伤分布及晶粒尺寸等分布。

西北有色金属研究院吴引江教授 列举了机械法、还原法、电解法、FFC剑桥法(EDO法)、雾化法制备钛粉的技术及应用，对降低高质量钛粉的成本，扩大市场应用以及金属3D打印产业的发展对钛和钛合金球形粉末产业发展带来的机遇做出了展望。



2017 IFAM

新能源改变生活 点亮未来

——能源材料论坛侧记

文/北京理工大学 薛晴 陈人杰

2017年11月12日，“2017新材料国际发展趋势高层论坛——能源材料论坛”在陕西西安如期举办。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等承办，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等单位联合协办。苏州科技大学李长明院士，国际电池材料学会常务理事、美国布鲁克海文国家实验室杨晓青教授等19位能源材料领域的专家学者，在锂离子电池、固态电池、储氢材料及燃料电池以及其它能源材料方面做了精彩的报告。论坛由北京理工大学吴锋教授主持。

每个精彩的报告都伴随着热烈的掌声和踊跃的提问。吴锋教授最后对每个报告进行了简要的点评，同时希望大家勇于创新、跨界融合、精诚合作，为中国新能源材料、高性能电池的技术进步和产业发展做出新的贡献！

论坛报告期间，大会主席周廉院士亲临论坛，聆听报告后做了精彩的即兴讲话，指出作为当前新能源材料发展的热点，电池的技术进步对中国的民用和军工都有重大的实际意义，希望通过高层论坛的前瞻引领、科研工作的努力创新和产业开发的应用突破实现中国电池及其关键材料产业未来在国际上占有更为重要地位！



苏州科技大学的李长明院士指出功能化的低维复合材料具有特殊的物理-化学性质，在低维材料上生长软材料实现功能化是调控高效率系统界面化学的有效方法，在软材料上固定低维材料可以大幅度提高生物传感和绿色能源器件的性能。

美国布鲁克海文国家实验室的杨晓青教授应用同步辐射X光衍射与吸收谱及X显微成像技术原位或非原位研究富锂锰基正极材料电化学循环过程表界面及颗粒内部的变化，阐述了氧释放及氧化还原富锂电池电压降低的重要原因。



北京大学夏定国教授报告详细介绍了用于表征阴离子氧化还原过程的技术，为未来技术研究提供新启迪，并将指导有关阴离子氧化还原过程的进一步研究。

中国科学院物理研究所李泓研究员根据高能量密度钴酸锂（LCO）材料的结构演化机理，提出材料内部颗粒尺度的不均匀电化学反应是导致电池失效的重要原因。

复旦大学夏永姚教授采用有机碳源热分解技术进行碳包覆，成功降低钛基材料 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 阻抗并抑制产气；对水系锂离子电池负极材料的 $\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$ ，通过调整PH并用碳包覆技术有效改善了电池的循环稳定性。

中国科学院青岛生物能源与过程研究所的张建军研究员提出“刚柔并济”的聚合物电解质设计理念，开发出一系列综合性能优异的聚合物电解质体系，以及界面修复技术，打破了国外全海深电源的技术封锁。



中电天津18所的刘兴江研究员提出软界面过渡层方法，包括PEO、PPC及PCE基电解质等。制备的复合界面层电导率可达到 10^{-4}S/cm 以上，复合界面不仅与金属锂相对稳定，而且可以保障磷酸铁锂等较高电位正极材料稳定工作。

华南理工大学的廖世军教授通过开发基于廉价贵金属Ru的低成本核壳结构催化剂极大地降低了核壳结构低铂催化剂的制备成本，并发现采用氮化物纳米粒子作为核制备的核壳结构催化剂具有比通常的碳基催化剂更好的稳定性。



北京化工大学的曹达鹏教授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设计了系列高性能多孔功能材料，并在理论指导下成功制备出部分高性能功能材料。



企业报告

● **惠州亿纬锂能股份公司副总裁袁中直博士**介绍了磷酸铁锂、三元软包及三元圆柱18650模块组装的方法，提出电动车电池一体化设计需要结合结构材料、胶粘材料和功能性材料。

● **金发科技股份有限公司首席专家黄险波博士**提出从轻量化角度考虑将公司研发的特种工程塑料PA10T应用到电动汽车的电池底板及动力电池PACK等外围部件。

● **赛默飞世尔科技（中国）有限公司XPS技术专家王珍**介绍了XPS技术在锂电正、负极材料研究中的应用，为电池材料的设计研究提供了新思路。

● **深圳市贝特瑞新能源材料股份有限公司任建国博士**从工业角度讲述了动力电池硅负极材料的开发历程、应用现状、存在问题及发展方向。

● **深圳新宙邦科技股份有限公司丁祥欢总工**介绍了工业应用的高电压钴酸锂、高镍及高电压三元材料、硅碳负极材料在电解液方面面临的问题及解决方法。

北京有色金属研究总院的卢世刚研究员提出了电极孔隙阻塞导致纳米硅/碳复合电极材料失效模型。采用高温固相反应制备了高镍三元材料抑制循环过程中材料的层状结构转化为尖晶石结构，发展了热失控抑制、阻断和风险控制技术。



北京有色金属研究总院蒋利军研究员结合金属储氢材料和轻质储氢材料的优势设计了一系列高性能的复合储氢材料，并研制出一种基于 $\text{Li-Mg-B-N-H/ZrCoH}_3$ 复合材料的储氢器，储氢密度达2.43wt%。

中国工程物理研究所的黄辉研究员介绍了不同于电池储能技术的高能量密度含能材料，从含能材料储能释能本质出发探索新的颠覆性高能量密度材料。



中国石化石油化工科学研究院聂红研究员通过对生物油脂加氢处理过程分析和研究，开发出适应多种原料的加氢法生物航煤生产技术，可有效降低油脂的凝点，同时有较高的生物航煤收率。

北京理工大学陈人杰教授提出应用导电性好结构适宜的复合添加剂促进疏活性物质有效担载，选择适宜的溶剂、添加剂、夹层、改性锂负极来改善电解液与电极材料间的电化学兼容性，获得高性能锂硫电池，并将锂硫电池从基础研究推向工程化制备。



INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

聚焦热点 展望未来

——高性能纤维及复合材料国际论坛侧记

文/国家新材料产业发展战略咨询委员会天津研究院 单梁 张君仪

高性能纤维主要包括碳纤维、芳纶纤维、超高分子量聚乙烯纤维等。高性能纤维复合材料是以高性能纤维作为增强材料，树脂作为基体，通过加工成型得到的复合材料，具有质轻、高强高模、抗疲劳、耐腐蚀、可设计性强、易加工成型等优异性能。近年来随着高性能纤维及复合材料在各个领域的扩大应用，相关产业在全球范围内得到了加速发展。

2017年11月10日，“2017新材料国际发展趋势高层论坛——高性能纤维及复合材料国际论坛”于陕西西安如期举行，本次论坛由国家新材料产业发展战略咨询委员会天津研究院、中国科学院化学研究所等单位承办，邀请了来自日本、美国、荷兰及中国的碳纤维、芳纶纤维、超高分子量聚乙烯等领域8位专家针对国内外高性能纤维领域在科研、技术、产业、应用中的战略目标、未来发展等方面展开了深入交流讨论。周廉院士到会并致开幕词。



超高分子量聚乙烯纤维（UHMW-PE）发明人 Pieter Jan Lemstra 教授 介绍了 UHMW-PE 纤维的性能特点、发展历史和典型纺丝方法、纺丝工艺的创新，包括以二甲苯为纺丝溶剂的新技术、以天然（植物）油作为溶剂的科研发现，无溶剂纺丝方法等。



日本信州大学大越丰教授 通过已形成的纤维结构很难解释其与纤维强度的关系，但可以利用同步辐射X射线源和激光加热拉丝技术分析纤维结构的形成过程，从而发现纤维强度与所承受外部张力的数量和状态之间具有良好的对应关系。



原日本广岛大学产学合作中心松井亨景教授 对对位芳纶纤维和间位芳纶纤维的研发、制备与应用进行了详细介绍和对比，探讨了如何形成分子结构，以便接近极限强度和模量，如何使用刚性对位芳族聚合物等实现纤维的实际成型。



美国国家科学基金委基础设施领域复合材料协同创新中心常务主任梁瑞凤教授 指出在学术界与政府和相关行业的大力合作下，复合材料在美国基础设施应用方面取得重大进展，特别是民用基础设施应用的玻璃钢复合材料方面已建立许多研究项目。

梁瑞凤教授 代表美国复合材料制造商协会（ACMA）主席 Tom Dobbins 介绍了 ACMA 的概况、职责以及近年来的工作成果，美国复合材料的市场发展情况以及与 IACMI 的合作项目。他表示北美复合材料行业将积极地投入更多市场（如汽车行业、基础设施建设等方面），并将在更多国家蓬勃发展。



日本东京工业大学盐谷正俊副教授 指出碳纤维固有拉伸强度是由凹口顶端相邻的区域决定的，其反映了该区域的真实结构。利用同步辐射微束X射线散射研究了该局部区域的纤维结构，单个碳纤维的轴向压缩强度使用微机械测试来确定，结果与基于碳纤维中的纳米空隙的纵向尺寸的预测表现出极好的吻合性。



东京大学助理教授王焯博士 分析了碳纤维增强热塑性塑料（DCFRT）目前的研发及应用现状、工业应用障碍以及针对使用X射线微CT的DCFRT内部几何形状的两种不同的测量方法。



中国科学院化学研究所刘瑞刚研究员 成功制备了聚丙烯腈（PAN）碳纤维，实现了该国防材料的自主化生产。报告介绍了中国高性能纤维发展的关键问题和发展原则，以及超高性能聚丙烯腈纤维（PAN）、超高分子量聚乙烯纤维（UHMWPE）和芳纶纤维制备的最新技术和成果。



2017 IFAM

INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

“取长补短”的智慧—复合材料

——复合材料论坛侧记

文/西北工业大学 付前刚

2017年11月12日，“2017新材料国际发展趋势高层论坛—复合材料与技术论坛”在陕西西安顺利召开。14位知名专家学者为论坛做了精彩的特邀报告，并对复合材料的发展现状、应用以及未来发展趋势与参会代表进行了深入的探讨。清华大学周济教授、西北工业大学李贺军教授、上海交通大学张荻教授、哈尔滨工业大学武高辉教授、中南大学刘文胜教授主持了本次论坛。

论坛主要涉及碳化硅与玻璃纤维增的制备，高性能纸基摩擦材料的应用，先进聚合物、陶瓷、金属基复合材料的研究等前沿领域，内容涵盖了基础研究到产业化军民应用等各个方面。本次论坛座无虚席，学术及讨论气氛分外浓烈，进一步激发了参会代表对未来复合材料的研究与应用方面的思考。



清华大学周济教授 从费曼的原子假说说起，详细介绍了超材料的概念及研究难点，并提出将超材料与常规自然材料融合的思想，旨在获得兼具超材料和自然材料的新型功能材料。



西北工业大学李贺军教授 将碳纤维、纳米碳管、TiO₂纳米线等增韧材料引入纸基摩擦材料中，通过成型工艺的优化和材料的界面设计，成功实现了高性能、低成本、绿色化、国产化纸基摩擦材料的制备，打破了国外的垄断。



哈尔滨工业大学黄玉东教授 改进了碳纤维复合材料界面系列的表征方法，揭示了碳纤维上浆剂与树脂互相扩散规律，阐明了界面竞争吸附对溶液预浸的影响机理，攻克了先进聚合物基复合材料界面领域的多项应用瓶颈。



上海交通大学张荻教授 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，并最终制备出了具有良好的模量、强度以及强韧匹配性的贝壳状微纳结构的纳米碳管/铝基复合材料。



武汉理工大学傅正义教授 提出了燃烧反应结合动态加压的超快速的烧结新技术，利用燃烧反应的快速升温（1600 K/s）和动态高压相结合的方法，实现了数秒内的陶瓷致密化，并在新兴民用产业和国防工业中获得了应用。



哈尔滨工业大学武高辉教授 总结了团队近20年的研究成果，论述了铝基复合材料相稳定、组织稳定、应力稳定、热匹配的基本原理和复合材料稳定化设计方法，并分析了复合材料惯性仪表的发展前景。



中国航天科工集团三院裴雨辰研究员 重点介绍了多组分基体的设计、制备，及其对超高温抗氧化/抗烧蚀性能的影响，并阐述了超高温陶瓷基复合材料在Tt 2700 K水氧环境中的烧蚀机理。



国防科技大学王军教授 先后攻克了高品质碳化硅纤维连续稳定熔融纺丝、高温烧成与表面处理等关键性技术，并通过去除游离碳，提高碳化硅结晶度等方法，实现了三代碳化硅纤维从研发到生产的跨越式发展。



中南大学刘文胜教授 针对连续氧化铝纤维成纤、烧结控制等问题，采用溶胶凝胶结合干法纺丝的方法，通过设计和调控溶胶的水解聚合反应等途径，制备出了多系列的高性能连续氧化铝纤维。

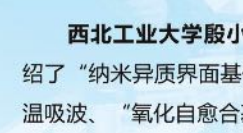


河南泛锐复合材料研究院张东生博士 介绍了在低成本C/SiC复合材料、环氧/玻璃微珠复合泡沫材料、材料分析测试服务三个业务方向的孵化，开拓了军工产品在民用领域的应用。



中航复合材料有限责任公司张宝艳研究员 介绍了国内外航空树脂基复合材料核心关键技术的研究进展，分析了目前高性能树脂基复合材料合成技术、复合材料产业化控制等方面的技术瓶颈。

江苏大学乔冠军教授 提出了金属与陶瓷宏观“结构复合”的新构思，旨在充分发挥两类材料的各自优势，实现单一材料所不具备的独特性能。此外，还介绍了该结构在复合装甲方面的应用。



西北工业大学殷小玮教授 介绍了“纳米异质界面基体”实现高温吸波、“氧化自愈基体”实现长时抗氧化、“可塑性变形陶瓷基体”实现强韧化抗烧蚀三个方面的设计新思路。

中科院化学研究所周恒研究员 介绍了多种先进超高温陶瓷前驱体的合成工艺，并将超高温陶瓷引入酚醛树脂，大幅提高了酚醛树脂的抗烧蚀性能。

2017 IFAM

INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

聚焦材料 明察秋毫

——材料界面、微纳论坛侧记

文/太原理工大学 郭俊杰 章海霞

“2017新材料国际发展趋势高层论坛——材料界面、微纳论坛”于2017年11月12日在西安临潼悦椿温泉酒店举行。本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、中国电子显微镜学会、材料学术联盟主办，太原理工大学新材料界面科学与工程教育部重点实验室、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等单位承办。分论坛邀请到清华大学朱静院士、清华大学于荣教授、太原理工大学许并社教授、清华大学张跃钢教授、太原理工大学郭俊杰教授、中国科学院物理研究所谷林研究员等20位国内外电子显微学领域的专家做了本领域最前沿的精彩学术报告。

本次论坛的邀请报告涉及到电子显微学在金属材料、陶瓷材料、铁电材料、新型能源材料等材料研究领域最前沿的应用，随着材料科学向纳米结构尺度的发展，材料的宏观性能越来越依赖于原子尺度的超微观结构。而球差校正电子显微术，热、电、力等外场作用下原位分析电子显微术是近年来材料超微观结构研究的研究热点，可以从原子尺度上实时观察和记录材料超微观结构与性能的关系，对于探索材料性能的超微观结构起源发挥着至关重要的作用。

叶恒强院士点评：

建议将“材料界面、微纳论坛”更名为“材料的组织结构和性能的先进变形显微学论坛”，这样更具含义。同时回顾了中国电镜的发展历史，并对国内电镜装备严重滞后的现状表示不甘，国内已经有机构开始着手电镜装备的开发，他殷切地希望在新的时代下能够实现我们的电镜中国梦。



清华大学朱静院士作了题为“单晶高温合金蠕变过程中界面位错和合金元素交互作用”的报告。



清华大学张跃钢教授自主研发了适用于原位扫描电子显微镜（SEM）表征的液体电化学芯片，并利用这些芯片实时观察了锂负极材料在电化学反应过程中的形貌变化及其与电解液组分的关系。深入研究了金属锂在实际电解液中的电化学溶解和沉积机制，探索了能够有效抑制锂枝晶生长的条件。

清华大学于荣教授通过原位还原反应发现刚玉与金红石这两类看似差别显著的结构之间可以通过拓扑定向反应互相转化，并形成完美的共格界面。通过薄膜生长制备了多种刚玉结构氧化物与金红石结构氧化物的异质结，并结合像差校正电镜与第一性原理计算揭示了界面的原子构型、电子结构与磁性，以及阳离子间隙在界面附近的稳定构型及其在拓扑定向反应中的行为。



中国科学院金属研究所杜奎研究员利用原位电镜实验结合像差校正高分辨成像，对Ti2448合金在形变过程中的微观结构演化进行了研究，揭示了Ti2448合金微观形变机制随着应力的增加以马氏体相变、{112}β孪晶和滑移带的顺序依次进行，合金相应出现应力平台、加工硬化及颈缩。



中国科学院金属研究所陈春林研究员以金刚石/立方氮化硼异质界面及四氧化三铁反相畴界为研究对象，综合运用像差校正电子显微学成像与分析技术、差分相衬成像技术（DPC）及第一性原理理论计算等先进研究方法，发现了金刚石/立方氮化硼异质界面晶格失配的新型弛豫机制，并在原子尺度上分析了其界面结构与电学性能之间的关系。

北京大学高鹏副教授介绍了在铁电薄膜中界面和表面的结构弛豫屏蔽机理的研究。太原理工大学/陕西科技大学许并社教授介绍了新型能源材料电子显微学研究。清华大学张文征教授通过实时透射电镜观察和分子动力学模拟研究了FCC/BCC界面的迁移。实验和模拟结果有助于对相变过程和沉淀相表面浮凸的定量理解。中国科学院物理研究所谷林研究员介绍了对称性破缺下的结构与电子结构的相关研究。西安交通大学米少波教授简要介绍了基于像差校正电镜的几种常用的成像技术并应用这些成像技术对无铅压电薄膜 $0.95(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3-0.05\text{BaTiO}_3$ （NBT-BT）和铁电薄膜 $\text{Pb}(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3$ （PZT）中的缺陷，异质界面和畴结构进行原子尺度的显微表征。中国科学院金属研究所杨志卿研究员介绍到镁锌二元金属间化合物 $\text{Mg}_{21}\text{Zn}_{25}$ 中存在两类复杂的{1120}畴界。通过亚埃Z衬度成像观察到相邻畴通过彼此的 MgZn_2 Laves柱连接，显示原子局域拓扑密堆在畴界形成过程中发挥了重要作用。北京工业大学卢岳博士通过电子束辐照氧化物表面产生氧空位，可以调控氧化物在水中的溶解动力学行为。在氧化物可控性快速溶解基础上，发展出一种水环境下电子束刻蚀印刷氧化物半导体的方法。陕西科技大学苏庆梅教授介绍了团队在电化学储能材料的原位电子显微学方面的研究工作。浙江大学王勇教授介绍了环境下材料表面结构的动态行为。

赛默飞世尔科技（中国）有限公司杨光博士结合Themis Z电镜获得的图像及实例展示了新型探测器在各种材料微观结构表征的功能。

捷欧路（北京）科贸有限公司胡晋生博士介绍了日本电子近年来的代表产品，Grand ARM球差透射电镜和F2场发射透射电镜。

徕卡显微吴长江工程师展示了徕卡电镜制样方案在材料科学领域的诸多应用实例。

DENSolutions公司徐强博士介绍了工作状态下Cu, Ni, Ir-CeO₂等一系列纳米催化剂的实时原位电子显微学表征的最新结果。



2017 IFAM

INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

走进微观世界，探秘材料基因

——材料基因组论坛侧记

文/南京工业大学 郭艳华 刘畅

自美国于2011年率先启动材料基因组计划以来，中国、欧盟和日本等也开展了类似的研究计划，争取在新一轮材料革命性发展中抢占先机。材料基因组计划借用生物基因组的理念，以集成化的“多尺度计算-高通量实验-数据库技术”为核心，立足实现材料“发现-生产-应用”的新研发理念，从而达到新材料研发周期缩短一半、研发成本降低一半的目的，最终支撑先进制造和高新技术的发展。

2017年11月10日，“2017新材料国际发展趋势高层论坛——材料基因组论坛”在陕西西安召开。这是继成都、西安、上海、南京之后的第4届，目前材料基因组计划在国际化和前沿性方面有了很大的发展。本届分会10位来自国内外高校、科研院所的专家教授作了精彩的特邀报告，周廉院士出席了本次会议并作重要讲话。



“材料基因组论坛”，最早在成都举办。中国工程院徐匡迪院长，在美国材料基因组计划发布之后就对此非常感兴趣。之后，中国科学院和工程院一起向国务院提交了一份报告，设立了基因组计划这个大项目。目前由谢建新院士主持。经过十几年，目前还有问题没有解决，急需感兴趣的高校，按照正确的方向，做大量基础性的工作以及研究，多讨论，多交流，形成大数据库。这次分会报告请的主要是欧洲、美国以及国内项目组的老师们来做报告，很有特色，希望国外报告人多交流国际的发展方向。——周廉院士



俄亥俄州立大学的Ji-Chen (JC) Zhao教授首先回顾了集成计算材料工程的核心技术之一的高通量实验技术的最新发展，特别是基于扩散多元结方法的扩散系数的顺向模拟提取分析技术的提出和双温退火在扩散多元结方法中的采用，极大地推进了杂质扩散系数和第二相形貌的快速扫描提取。



阿拉贡国家材料科学研究所的Javier Campo研究员通过研究中子散射技术，发现可以观察到不同分子基磁体的磁性行为。中子相互作用（强磁偶极）和中子基础散射理论的提出能够更好地理解分子基磁体的特殊性。



西安交通大学的单智伟教授重点介绍了材料基因组技术在高性能镁合金的设计与研究中的成功案例。发现镁的{10-12}变形孪晶的变形锋具有流沙特征，{10-12}变形孪晶无明显硬化现象，而基底面具有纳米级层状结构的样品中，变形孪晶被抑制而显著改善屈服应力和流变应力。



北京科技大学的宿彦京教授综述了材料数据库的相关发展和特点，以数据挖掘技术在高熵合金中的应用为例，分析了不同数据技术的应用范围和特点。



南京工业大学崔予文教授展示了将高通量扩散多元结方法与材料制备的真实工艺相结合，用于高速高通量地扫描挖掘对于各种实际工艺条件下的包括相组成微观结构及机械性能等全面材料信息。



北京航空航天大学孙志梅教授通过第一性原理计算发现价电子浓度可以作为二元和三元铌合金中层错能（SFEs）评价的关键性指标，过渡金属对机械性能的合金效应的微观机制是由局部堆垛层错区域的电子再分配引起的。



西北工业大学的李淼泉教授针对300M钢高温变形时变形抗力大、微观组织控制难、粗晶缺陷极易形成等难题，采用塑性变形全过程宏观/微观协同调控的学术思想，开展300M钢大型零件近净整体成形微观组织模型及应用研究。



德国MICRESS公司的Georg Schmitz博士以铝合金、钢和超级合金为例详述介绍了集成计算材料工程（ICME）应用于凝固、热处理、机械负荷和激光焊接过程中的微观组织演变模拟。



中南大学的杜勇教授建立了热力学和热物理学数据库，采用相场法和有限元法研究微观结构与力学性能。通过材料基因组计划研发了几个新型的硬质合金，已经在工业上应用。



浙江大学严密教授提出了钕铁硼晶界组织重构新思想，单独设计并合成新的晶界相，成功研发的高本征抗蚀性和低重稀土高矫顽力钕铁硼，在保持主相结构稳定性和内禀磁性能的同时，全面提高钕铁硼磁性能、化学稳定性和温度稳定性，而且不受磁体尺寸和形状的限制，已经实现了产业化。



2017 IFAM

3D打印技术 引领新思路 呼唤新想法

——3D打印材料及应用技术前沿论坛侧记

文/ 南京工业大学 张文书

2017年11月10~12日，“2017新材料国际发展趋势高层论坛”在西安成功召开。作为大会分论坛的“3D打印材料及应用技术前沿论坛暨中国3D打印材料发展趋势研讨会”于12日顺利举办。分论坛由南京工业大学3D打印中心、金属多孔材料国家重点实验室、快速制造国家工程研究中心、凝固技术国家重点实验室、《中国材料进展》杂志社承办。论坛由沈晓冬教授、伍尚华教授、顾忠伟教授分别主持。

周廉院士点评：

① 3D打印作为一项战略前沿的新技术，近几年，国内外发展非常迅速，但还存在产品稳定性、一致性低，粉末利用率不高等问题，需要国内外相关科研人员和单位，围绕重难点方向共同努力来攻克。国内有关单位应同外国公司开展广泛的合作，共同发展和提高；② 国家强调《中国制造2025》计划，就必须加强国内设备制造和材料、软件开发。3D打印设备作为尖端设备，不能只引进和仿制国外的设备，中国要成为制造强国，国内设备研发和制造单位就要有新想法和新思路，生产拥有自主知识产权的设备。同时，大力发展粉末制备、软件和服务配套，制造业整体才能迈上新台阶。建议政府进行有效投资，购买设备需要以最终产品为目标，引导国内资本向能生产高质量产品的企业和单位投资，发挥市场巨大的作用。③ 中国工程院在2017年3月份启动了“中国3D打印材料及应用战略咨询”项目，项目实施半年多以来，汇集了国内科研院所，材料及设备生产厂家等100多家单位。项目组一直秉持开放的原则，召开了近十次咨询项目组讨论会，走访了多家单位，进行了细致地考察。对未来设备市场、粉末材料市场汇集了不同的意见和建议，充分讨论并预测未来的发展。

生物医用3D打印及无机非金属的新型成型技术

南京工业大学/四川大学顾忠伟教授 根据是否植入人体体内以及承担的生物功能，指出3D打印生物材料由低到高有4个研究、发展和应用层次，其最终目标是在生物体内、外重构具有生物学功能的组织、器官，用于病损组织、器官的修复与替代。

南京工业大学沈晓冬教授 就包括陶瓷材料的3D打印、玻璃材料的3D打印以及凝胶材料的3D打印等在内的无机3D打印技术在生物医疗方面的应用做出报告。

华东理工大学郎美东教授 介绍了先进生物油墨与弹性材料打印技术，通过选择弹性体材料构建3D打印的支架，从而进行软骨组织的修复。

广东工业大学伍尚华教授 总结了陶瓷3D打印的方法：三维打印技术（3DP），熔融沉积成型（FDM），分层实体制造（LOM）以及陶瓷光固化成型（DMD）。

华南理工大学曹晓东教授 根据病损组织的三维精确外形，利用细胞和支架材料打印复杂外形和微观结构精确可控材料与细胞的复合物，经过培养形成可再生替代的组织工程产品。

金属3D打印技术应用广阔

西北工业大学林鑫教授 指出金属增材制造进口粉末材料品种少、价格昂贵、周期长、新合金粉末应用不便；国产粉末质量参差不齐、制备技术不成熟、各部门对材料重视不足。

西北工业大学熊江涛副教授 研究的扩散焊固相增材制造技术，相比于液相技术，拥有锻造组织性能高、无应力、少缺陷、尺寸精度高、表面质量好、成本低等特点，相比于传统的焊接技术，能够显著提高材料的焊接性能。

西北工业大学齐乐华教授 研究了均匀金属微滴喷射技术。该技术借鉴喷墨打印技术原理，通过均匀金属微滴的喷射沉积、逐点、逐线、逐面地打印复杂结构的金属零件。

南京中科煜晨激光技术有限公司邢飞董事长 介绍了金属3D打印的现状 & 关键技术的研究。指出2015-2025年将是3D打印的高速发展期，产业链条清晰，长尾产业服务渗透率加深，规模效应引来强劲资本注入，2026年后3D打印将进入成熟期。

聚合物3D打印技术持续发展

中国科学院化学研究所徐坚研究员 报告了利用基于先进激光技术的直接熔融熔覆和聚合3D打印技术的创新设计，有望实现超高分子量聚合材料的可加工化和高性能化。

广东银禧科技股份有限公司傅轶总工 介绍了3D打印高分子材料发展现状与趋势。高分子粉末一般由低温粉碎法和溶解-沉淀法制备。前者工艺简单，成本较低，但是有形貌差，流动性不好，高韧性材料收率低的特点；后者制备的球形度高，流动性好，均匀性好，但是能耗高，工艺复杂。

复合材料3D打印及一体化3D打印发展方向

西安交通大学李涤尘教授 指出复合材料和多种材料的3D打印是3D打印技术的优势和发展方向之一，介绍了复合材料利用3D打印技术在快速铸造、4D打印以及医学临床治疗等方面应用方面的取得的突破成果和发展趋势。

西安交通大学田小永副教授 提出目前运用3D打印工艺制造超材料，能够克服结构复杂度过高引起的加工制造困难，为超材料结构器件化、工程实用化提供有利的工艺支持。今后在隐形飞机领域有着广阔的发展前景。

华中科技大学史玉升教授 指出基于目前的多尺度工艺结构增材制造技术，可以很容易地基于材料基础数据库“制造”出指定结构、性能的材料并构成预期的宏观形状。

比利时 Materialise公司 严辉博士 Materialise公司目前着力于打开3D打印软件平台将各种应用程序连接到各种技术的研发，通过设计—平台准备—数据准备—控制—后处理的流程，逐渐朝着软件的共有化、自动化、智能化的发展。

EOS公司吴承轩总经理 介绍了EOS公司建立的高生产力平台，在整体化、自动化、零件控制、生产率、质量和尺寸控制方面取得的突破。



何季麟院士到会并听取报告

让材料热制造更智能，让材料加工更高效

——材料智能热制造论坛侧记

文/上海交通大学 董安平

新材料的研制与发展几乎无一例外地得益于材料制备和成形加工技术的进步。在当今信息化和智能化时代，材料加工技术创新还对驱动传统产业转型升级，助力中国制造具有重要的意义。计算机技术、大数据与人工智能、数据库技术和先进控制技术给传统的材料热制造带来了深刻的影响与变革。2017年11月10-12日，2017新材料国际发展趋势高层论坛在陕西西安顺利召开。在丁文江院士和谢建新院士担任主席、孙宝德教授和疏达研究员担任秘书长的“材料智能热制造论坛”，共有来自上海交大、哈工大、西工大和机械研究总院等单位的13位专家做了邀请报告。所有报告人均对国内外先进制备加工领域的知名专家，共叙材料智能热制造的发展现状和未来趋势。本论坛由上海交通大学承办，轻合金精密成型国家工程研究中心和上海市先进高温材料及其精密成形重点实验室共同协办。



哈尔滨工业大学郭斌教授解读了塑性微成形技术基础问题与智能化制造协同创新。塑性微成形技术是利用塑性变形制造微型零件的工艺方法，特别适合微型零件智能化批量制造。新材料智能塑性微成形技术将成为一个重要的发展方向。



上海交通大学彭颖红教授基于集成计算材料工程思想，将数据挖掘技术引入成形过程数值模拟与实验结果分析，建立了面向成形过程模拟数据的知识获取方法，构建成形工艺知识库，实现了基于知识的工艺与模具优化设计，提出了基于知识繁衍的智能优化方法。

西北工业大学李淼泉教授建立了锻造变形时多尺度材料模型，为精密锻造过程主动调控技术发展奠定了重要基础。研制的精密锻造零件具有微观组织性能优、尺寸精度高、无机械加工余量等优势，实现了精密锻造技术的工程应用。



哈尔滨工业大学冯吉才教授针对常用异质金属材料（铜-钢、钛-钢、铝-钢）、金属与陶瓷、陶瓷基复合材料的连接问题，采用熔焊、反应复合扩散连接等特种焊接方法，开发了具有自主知识产权的焊接新技术，实现了接头质量的优化控制。

北京科技大学刘雪峰教授介绍了材料智能化加工技术的提出背景和发展意义，概述了材料智能化加工技术的研究开发现状，交流了自行发明的智能化无模拉拔、半无模拉拔及无模拉轧的研究成果。

机械科学研究总院单忠德研究员阐释了铸锻热加工数字化智能化成形制造技术。围绕数字化铸锻精密成形基础工艺、成形技术及装备、数字化成线技术、智能控制系统及数字化车间等方面急需开展基础研究与应用研究。

西北工业大学介万奇教授通过理论建模分析了铸件凝固过程中凝固区的各种压力变化规律及其与铸造缺陷形成的关系。结合开发的大型复杂薄壁轻合金反重力铸造技术和大型复杂结构件石膏型精密铸造，提出了基于压力控制的优化铸造工艺，解决了大型铝合金铸件致密度控制等难题。

华中科技大学张海鸥教授分享了智能铸锻铣一体化技术，该成果打破了3D打印行业存在的最大障碍，改变了长期以来由西方引领的“铸锻铣分离”传统制造历史。



合肥工业大学张久兴教授介绍了团队在铜基复合材料（铜-纳米管复合材料、铜铬复合材料）等方面的研究进展，重点介绍铜铬复合材料的SPS制造产业化问题，包括烧结磨具设计、烧结工艺智能控制、结构性能均匀性等。

燕山大学刘日平教授针对锆合金，利用亚稳材料的技术思路，重点开展了非晶态锆合金、含亚稳相锆合金的设计、制备与工程应用研究，开发出了一系列新型锆合金，实现了新型锆合金在空间机构、重度污染介质处理领域的大量应用。

南方科技大学的朱强教授在“汽车轻量化铝合金部件的智能热制造”的报告中详细介绍铝合金半固态压铸在汽车轻量化中的应用，以及智能化半固态制造的一些实践和思考。



上海交通大学曾小勤教授从材料基因组的视角讲述了利用高通量计算、高通量实验和高通量表征对加速材料设计进程的重要意义。

美国MPI研究中心的Vijay Aleja着眼于X射线无损探伤技术，探讨制造业的未来；讨论了X射线在未来质量控制方面将发挥的作用。



热烈讨论

您是怎么理解材料智能热制造的？在您的工作中智能如何体现？

刘雪峰教授：以一体化设计与智能化过程控制方法取代传统加工过程中的“试错法”设计与工艺控制方法，实现材料组织性能和产品质量的精确设计与加工过程的精确控制，获得最佳的材料组织性能与加工质量。该技术被认为是21世纪前期材料加工新技术中最具潜力的前沿研究方向，引起了各工业发达国家的高度重视，已成为必争领域和未来竞争制高点。

孙宝德教授：AlphaGo战胜世界顶级围棋高手不是偶然，是人工智能发展的一个具体实例。我们要抓住这次机会，在材料热制造和智能化制造领域做出世界级成果。



2017 IFAM

全面展示 深度沟通 交叉启迪 激发原创

——2017IFAM优秀青年科学家论坛侧记

文/西安交通大学 韩卫忠

2017年11月10日下午,由西安交通大学、上海交通大学、西北工业大学、南京工业大学、西北有色金属研究院、《中国材料进展》杂志社合作承办的“2017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2017IFAM优青论坛)在陕西西安如期举办,本次2017IFAM优青论坛共分为功能材料、纳米材料、金属材料和能源材料4个领域方向同期举行。

经过2015年和2016年的成功举办,2017IFAM优青论坛吸引了众多青年科学家的广泛关注。经国内部分高校材料学院及相关重点实验室推荐,共有60余位青年科学家集聚西安,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。报告内容涉及生物医用材料、新型二维材料、先进核材料、燃料电池材料、能源转换与存储功能纳米材料、仿生光功能材料、超细晶金属材料、新型镁合金成分设计、新型镍铁基高温合金等等。“优秀青年科学家分论坛”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。

本届优青论坛经过论坛报告、专家委评审,共评选出8名优秀青年科学家奖:刘公平、赵宁、翟天佑、汤玉裴、杨超、陈浩、陶新永、韩晓刚。周廉院士、叶恒强院士、朱静院士、毛新平院士、韩雅芳秘书长、聂祚仁教授、周济教授、张联盟教授共同为获奖者颁发了荣誉证书。



2017IFAM优青论坛——功能材料分会

来自上海交通大学、大连交通大学、南京工业大学、兰州大学、南京大学、中国科学技术大学等单位的14位优秀青年科学家围绕石墨烯材料、富勒烯材料、材料界面表征等方向的突破进展进行了精彩的报告。分会由王玉忠院士和李贺军教授主持。

在结束时,王玉忠院士感叹青年科研人员优秀的学术素养和拼搏精神,同时感谢各位优秀青年的积极参与。

南京工业大学刘公平副教授 报告了以石墨烯为代表的二维材料因其原子层厚度的特性,成为发展高性能分离膜的理想构筑单元。他指出二维材料膜在水处理、离子筛分、气体分离等领域展现出巨大的应用前景,成为新一代高性能分离膜材料。报告重点探讨了基于二维材料在膜内构筑对水分子或气体分子具有快速选择性传递效应的纳米通道,实现有机溶剂脱水、 H_2 分离、 CO_2 捕集、染料脱除等高效膜分离过程。

中国科学院化学研究所赵宁研究员 阐述了一种基于纳米颗粒及与其可反应并带相反电荷小分子层层组装构筑功能涂层的普适性方法。该方法通过气相沉积法在微结构表面沉积一层APTES,然后将改性后的基底浸泡在APTES/ SiO_2 分散液中,通过正负电荷的相互作用以及APTES与 SiO_2 之间的化学反应,在表面构筑了共形、厚度均匀、可控的纳米颗粒涂层。所生成的纳米涂层厚度可以由处理时间调控,在光学材料表面的应用证明,可得到性能优异的减反射涂层,这种简便的方法有望得到实际应用。

2017IFAM优青论坛——纳米材料分会

15位来自北京航空航天大学、华中科技大学、中国科学院金属研究所、哈尔滨工业大学、武汉理工大学、同济大学等单位的青年科学家,分别就复合材料、多孔材料、一维与二维纳米材料等的设计、性能与应用等相关方向进行了报告。分会由清华大学周济教授和陕西科技大学马建忠校长共同主持。分会安排紧凑,氛围紧张热烈,在阵阵掌声中圆满完成预定报告。

华中科技大学翟天佑教授 关于“金属硫族二维材料的气相控制合成和光电器件”报告,引起了与会代表的热烈讨论。报告介绍了针对二维材料化学气相沉积微环境控制的普适性策略,实现了多种高质量金属硫族二维材料的可控制备;提出了二维材料界面设计优化准则,实现了金属硫族二维材料光探测器响应度、响应速度、探测度和光谱选择性等关键参数的显著提升。

西安理工大学汤玉裴教授 报告了多场下定向冷冻干燥制备多孔陶瓷及其孔结构调控。通过定向冷冻干燥法制备的多孔陶瓷具有层状直通孔,可以获得更高的力学性能,同时通过在冷冻过程中施加多温度场、静电场、磁场等,引导溶剂按照特定的方向和方式结晶,从而获得具有规则孔结构的多孔陶瓷。

2017IFAM优青论坛——金属材料分会

国内活跃在轻金属结构材料、高性能钢铁、反应堆结构材料等领域前沿的15位优秀青年科学家就各自的最新研究成果进行了报告。分会由韩恩厚研究员、刘正东教授和赵永庆研究员共同主持。与会人员与报告人之间形成了良好的互动,现场座无虚席,大家均表示受益匪浅,希望以后仍有机会参与其中。

吉林大学查敏副教授 介绍的“新型衬板控轧高强塑镁合金”让人耳目一新;**中国科学院近代物理研究所高宁副研究员** 的报告《加速分子动力学的开发及在辐照损伤研究中的应用》受到了与会代表的广泛关注。**华南理工大学杨超教授** 重点探讨了混合粉末非晶化机理、非晶粉末致密化机制、非晶粉末晶化机制与块状合金结构性能的内在关联性、块状合金组织性能调控机理与强韧化机理等共性科学问题。**清华大学陈浩博士** 针对亚稳态残留奥氏体(RA)的设计这一先进高强度钢(AHSS)发展中的关键问题。提出了一个物理模型,从热力学和转换动力学角度设计AHSS中的RA,分析Q&P, RAT和IBT中工艺参数和合金成分对RA数量及稳定性的影响,并进行对比。

浙江工业大学陶新永教授 以发展高能二次电池材料为研究目标,重点围绕碳基储能材料表面、界面和孔隙调控,提出了基于多硫化锂吸附和扩散平衡关系的碳硫复合正极材料设计依据;发现了锡基层状复合碳化物材料的“二次柱撑效应”;发展了绿色高效“生物遗态碳”合成方法。

西安交通大学韩晓刚教授 报告基于表面处理技术,大幅度降低金属锂和石榴石型固态电解质的界面阻抗,减少因电极活性材料体积变化带来的破裂和粉化,提升正极材料的循环稳定性;还包括特殊处理石墨烯带来石墨烯的可压缩性等关键技术问题的基础研究及取得的结果。

2017IFAM优青论坛——能源材料分会

14位从事储能电池、超级电容器、自主电源技术等方面研究的青年科学家,在北京航空航天大学马朝利教授和西安交通大学单智伟教授共同主持下,报告了他们精彩纷呈的研究工作。报告开始前,主持人为每一位报告人颁发了证书并进行合影。与会青年科学家们的研究工作,受到了马朝利教授的高度赞扬。参会代表们积极提问,与报告人进行了深入的讨论。

2017 IFAM

结束语



2017年11月11日，“2017新材料国际发展趋势高层论坛”大会报告在热烈的讨论中圆满结束。会后举行了“优秀青年科学家奖”颁奖仪式。周廉院士、叶恒强院士、朱静院士、毛新平院士、韩雅芳秘书长、聂祚仁教授、周济教授、张联盟教授共同为8名优秀青年科学家获奖者颁发了荣誉证书。

大会主席周廉院士首先对获奖的优秀青年科学家表示祝贺，对这些青年科学家的研究成果表示肯定，希望他们继续努力，有更加出色的成就。周院士指出：论坛的举办要始终坚持报道中国特色的新材料研究进展；坚持论坛的国际化 and 开放性，主动邀请一些海外材料前沿领域的专家开展交流，跟踪国际动态；坚持论坛成果广泛分享；坚持加强大会及分论坛讨论互动环节，给与会代表留出更多交流的机会。希望论坛能够为促进国内新材料研究创新的发展、把握正确的战略方向做出新贡献；希望论坛成为一个学习交流的平台，大力培养人才。最后，周院士希望国内材料领域的专家学者积极关注中文期刊，关注《中国材料进展》，多在中国本土杂志上发表原创文章。

“2018新材料国际发展趋势高层论坛”拟在沈阳举办，将由沈阳市人民政府与中国科学院金属研究所合办，邀请大家明年沈阳再聚！

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、联系人的大力支持，在此表示诚挚的感谢！
(本报根据论坛影音资料整理，部分发言未经本人审核，如有疏漏敬请谅解。)

