

先进陶瓷及陶瓷基复合材料是目前材料科学中最活跃的领域之一，其作为新材料的重要组成部分支撑着我国高新技术产业、国防工业以及国家重大工程等领域的发展，带动传统产业和支柱产业的升级改造与更新换代，是我国七大战略新兴产业和“中国制造2025”重点发展的十大领域之一。先进陶瓷及陶瓷基复合材料正向高性能、高可靠性、功能集成、环境友好、低成本等方向发展。

先进陶瓷及陶瓷基复合材料：从基础研究到工程应用

——先进陶瓷及陶瓷基复合材料分论坛侧记

文/武汉理工大学 王恒 张帆 傅正义

“2019新材料国际发展趋势高层论坛——先进陶瓷及陶瓷基复合材料分论坛”由武汉理工大学、中国科学院上海硅酸盐研究所、中国科学院金属研究所、北京航空航天大学、武汉科技大学和《中国材料进展》杂志社承办。分论坛邀请了15位知名专家就高品质陶瓷原材料合成、新体系与新结构设计、先进制备技术、多功能复合原理、大尺寸/复杂部件加工技术、工程化应用及特殊环境服役行为等方面研究进展和关键问题作了精彩报告。开幕式由傅正义教授主持，张联盟院士致辞，王京阳研究员、马朝利教授和李亚伟教授、汪长安教授主持了学术报告环节，董绍明研究员作闭幕式总结。



王京阳 研究员



马朝利 教授



李亚伟 教授



汪长安 教授

分论坛主席张联盟院士寄语：希望参加本论坛的陶瓷及相关材料的科技工作者能够相互促进、相互启发、共同进步，共同促进该领域的进一步蓬勃发展，为实现伟大的中国梦贡献自己的力量。

精彩报告

中国科学院上海硅酸盐研究所董绍明研究员介绍了团队基于材料所处服役环境的特点和性能要求，从制约材料耐温性能和使用寿命的本质问题入手，设计长时及超高温服役等功能特异性纤维增强陶瓷基复合材料，开发了低成本高性能超高温陶瓷基复合材料和长寿命陶瓷基复合材料制备技术，实现了材料/部件在国家多个重点工程任务中的应用。

中国建材检验认证集团包亦望研究员提出了用涂层法形成表层压应力，推导涂层应力的计算公式和预应力优化设计准则；通过基体和涂层的弹性模量和热膨胀系数，利用无压烧结实现陶瓷构件表面残余压应力的形成。发现该预应力设计能显著提高陶瓷弯曲强度，且不受材料形状和尺寸限制。

中国科学院上海硅酸盐研究所黄政仁研究员介绍了团队在先进碳化物陶瓷材料制备、结构设计和性能调控等方面的研究，从材料复相设计、晶界设计、应力设计、结构设计等角度发展了一大类具有不同性能特点的先进碳化物陶瓷；建立了系统的理论体系；突破了米级大尺寸、复杂形状碳化硅光学部件的关键制备技术。

中国科学院金属研究所王京阳研究员提出了多功能热障/环境障涂层的新思路，系统研究了稀土硅酸盐材料受高温水蒸气和熔融氧化物腐蚀的行为，建立了腐蚀性能变化规律与稀土元素的关联，探索了高温腐蚀时材料内禀惰性的新机理。可用于指导航空发动机用先进环境障涂层的稀土元素优选及性能精准调控。

东华大学张国军教授介绍了国内外高熵陶瓷的研究进展及团队合成的多种高熵陶瓷材料及其初步性能表征，包括高熵硅化物、高熵碳化物、高熵硼化物陶瓷、高熵TBC材料，以及相关高熵陶瓷基复合材料等。

哈尔滨工业大学何培刚教授介绍了核废料固封用无机聚合物常用的激发剂、活性陶瓷粉体、分散剂，报告了无机聚合物转化法制备先进陶瓷的聚合机理，以及模拟放射性 Cs^+/Sr^{2+} 固封方面的研究进展。

清华大学汪长安教授采用热压烧结技术制备了 SiC/ZrB_2 陶瓷基复合材料，分析了增韧相的种类和添加量对 ZrB_2 陶瓷强韧化效果的影响。采用放电等离子烧结制备的 ZrB_2 层状复合陶瓷，表明层状结构设计可较大幅度提高 ZrB_2 陶瓷的断裂韧性。

西安交通大学杨建锋教授介绍了团队以蒸发凝聚为原理、晶种诱导为手段通过物理气相传输制备的高纯致密碳化硅陶瓷，研究了原料、衬底、晶种对碳化硅陶瓷组织和性能的影响，实现了对碳化硅陶瓷晶粒尺寸的控制和材料性能的协同设计和优化。

北京航空航天大学马朝利教授阐述了连续纤维增强陶瓷基复合材料结构单元（纤维、陶瓷基体、界面相）的原位性能与复合材料宏观性能的映射关系所遵循的力学原理，以及工艺技术对这种复合材料全面优化设计的制约特性。

武汉科技大学李亚伟教授介绍了不同碳源对碳化硅晶须形成的影响；并通过在含碳耐火材料制备中引入特定碳源或过渡金属催化剂，原位可控制备碳化硅晶须，显著提高了含碳耐火材料的热学和力学性能，并将该技术成功应用于高炉长寿用炭砖、连铸用铝碳滑动水口等耐火材料。



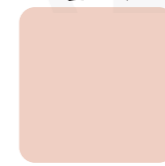
董绍明



包亦望



黄政仁



张国军



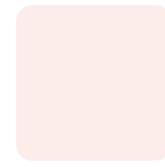
杨建锋



涂溶



张海军



王皓

中国科学院上海硅酸盐研究所姚东旭研究员分析了影响氮化硅基板热导和强度的各种因素——氮化硅陶瓷基板材料的组分设计、成型工艺和烧结等，并对国内氮化硅基板的研究现状进行了讨论。

南京工业大学陆春华教授针对高温光热转换材料光谱选择性不强、高温易氧化失效等问题，基于“电子、晶体、表面结构等跨尺度复合设计及光谱性能调控”思想，开发了选择吸收钙钛矿光热转换陶瓷。

武汉理工大学张海军教授介绍了莫来石柱晶自增强、镁铝尖晶石、硅藻土、氮化硅及氮化硅结合碳化硅多孔陶瓷的发泡-注凝成型法制备、力学和隔热性能；以废塑料为原料，通过催化裂解塑料原位生成CNTs的方法对多级孔陶瓷进行表面改性，制备了超疏水三维多孔陶瓷吸附材料。

武汉理工大学王皓教授发展了第一性原理结合键价理论的新方法，指导尖晶石型 $MgAlON$ 透明陶瓷的设计和制备；发展了复杂固溶体晶体结构解析方法，建立了描述晶体本征性质的化学键参数定量模型；构建了尖晶石固溶体组成-结构-性能关系，实现透明结构陶瓷机械、光学、热学等性能的调控。

武汉理工大学涂溶教授介绍了激光化学气相沉积工艺对3C-SiC薄膜微观结构的影响机制，通过控制微观结构，获得适用于半导体外延、碳化硅-石墨烯导电、高比电容、超疏水涂层的3C-SiC薄膜。