

六边形战士-聚合物先驱体陶瓷

邵 刚¹, 余兆菊²

(1. 郑州大学材料科学与工程学院, 郑州 450001;

2. 厦门大学材料学院, 高性能陶瓷纤维教育部重点实验室, 福建 厦门 361005)

关键词: 聚合物先驱体陶瓷; 极端应用环境; 多功能化;

中图分类号: TB321 文献标志码: A 文章编号: 0454-5648(2024)09-2755-02



聚合物先驱体陶瓷(PDCs)是通过高温热解($>1000^{\circ}\text{C}$)聚合物先驱体得到的一种新型陶瓷材料, 它的出现实现了从聚合物到陶瓷的飞跃, 是陶瓷材料发展史的一次重要革新。聚合物先驱体陶瓷一般由无定型基体相和自由碳相组成, 根据组成不同可分为二元(SiC 、 BN ...), 三元(SiCN 、 SiOC ...), 四元(SiAlCN 、 SiBCN ...)以及五元(SiZrOCN 、 SiAlBCN ...)等多种体系。聚合物先驱体陶瓷具有极强的可设计性, 其成分、结构和性能可以通过化学合成过程中在分子/原子尺度进行设计; 聚合先驱体陶瓷具有良好的可加工性, 适用于 3D 打印、光刻、流延、浸渍、拉丝等多种工艺技术, 尤其在陶瓷纤维和陶瓷基复合材料制备方面特色突出; 聚合物先驱体陶瓷具有优异的高温热稳定性、高温抗氧化耐腐蚀特性以及突出的高温多功能性。因此, 聚合物先驱体陶瓷在陶瓷基复合材料、高温传感器、能量存储与转化、极端环境涂层、吸波/屏蔽结构功能一体化以及高性能陶瓷纤维等领域得到广泛研究和应用, 是全能型“六边形战士”, 具有重要的战略地位和社会效益。

由于其灵活的可设计性、优异的多功能性以及独特应用领域, 使聚合物先驱体陶瓷一直是世界各国关注的焦点材料之一, 也是西方国家对我国的“卡脖子”关键材料之一。尽管, 我国聚合物先驱体陶瓷的研究已经有了长足的进步, 在某些方面体现出

一定的优势, 然而, 在很多方面与先进国际水平还存在一定差距, 比如陶瓷先驱体的长期稳定性、规模化生产能力以及高性能产品开发等。因此, 需要在“合成控制-性能提升-应用推广”国产化全链条上不断发力, 实现先驱体合成工艺简单化、成本低廉化、生产规模化以及陶瓷性能高端化、产品应用多元化, 为实现科技强国贡献“陶瓷”力量。

为了加速推进中国聚合物先驱体陶瓷的研究与发展, 促进交流与合作, 本专刊邀请了来自郑州大学、厦门大学、国防科技大学、中南大学、天津大学、浙江理工大学、安徽工程大学、中国科学院宁波材料所、中国科学院化学研究所等单位的专家学者对聚合物先驱体陶瓷的最新研究进展进行了详细介绍, 形成了本专题的主要内容框架。本专题包括 5 篇综述文章和 7 篇研究性文章, 主要介绍了聚合物先驱体陶瓷合成工艺、结构演变、陶瓷纤维、硬韧涂层、高温透波陶瓷、隔热陶瓷气凝胶、催化、超高温复合陶瓷、极端环境传感器等方面的内容, 概括总结了国内外最新的研究现状和发展趋势, 希望该专题论文对该领域的科研工作者提供帮助和指导。

衷心感谢各位作者、审稿专家和编辑对本专题的鼎力支持, 由于篇幅所限尚有诸多优秀研究工作未能纳入本专题, 敬请海涵。如有疏漏和不足之处, 敬请各位读者批评指正。

Omnipotent Ceramic–Polymer-Derived Ceramics

GANG Shao¹, ZHAO Juyu²

(1. School of Materials Science and Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou, 450001, China,

2. College of Materials, Key Laboratory of High Performance Ceramic Fibers (Xiamen University), Ministry of Education, Xiamen 361005, China)

Keywords: polymer-derived ceramics; harsh environments; multi-functionality

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※



邵刚，郑州大学材料科学与工程学院教授、博士生导师，国家万人计划青年拔尖人才、国家重点研发计划首席科学家；获中国青少年科技创新奖、中国硅酸盐学会青年科技奖、中原青年拔尖人才、河南省高校科技创新人才以及郑州大学青年拔尖人才；兼任中国硅酸盐学会特种陶瓷分会青年工作委员会副秘书长、中国机械工程学会工程陶瓷分会理事、中国硅酸盐学会测试分会理事、中国硅酸盐学会特种陶瓷分会理事、河南省硅酸盐学会常务理事以及 *Journal of Advanced Ceramics*、*International Journal of Applied Ceramic Technology* 等期刊编委。主要研究领域：聚合物先驱体陶瓷、极端环境传感器以及场辅助陶瓷制备技术等。主持国家重点研发计划项目、国家自然科学基金(3 项)、中央军委装发预研项目、中国航

发产学研项目以及河南省优秀青年基金等项目 10 余项。在 *A. Func. Mater.*、*J. Mater. Chem. A*、*ACS Appl. Mater. Inter.*、*J. Adv. Ceram.*、*J. Eur. Ceram. Soc.* 等期刊上发表 SCI 论文 200 余篇，ESI 高被引论文 7 篇，获 RSC 全球 top1% 高被引中国学者；获高等学校科学研究优秀成果奖(科学技术)二等奖、中国发明专利银奖、中国建材联合会科学技术一等奖、河南省科技进步二等奖、河南省自然科学二等奖等奖励；参加国内外学术会议 20 余次，受邀做主旨报告/邀请报告 10 余次；授权中国发明专利 15 项，参编高等学校教材 1 部。



余兆菊，厦门大学材料学院教授、博士生导师、德国“洪堡学者”、“高性能陶瓷纤维教育部重点实验室(厦门大学)执行副主任、中国国投研究院兼职科学家、中国硅酸盐学会特种陶瓷分会第十届理事会副秘书长、入选福建省省级高层次人才。2004 年获得武汉大学博士学位之后，同年到厦门大学任教。2012—2013，获得国家留学基金委资助赴德国达姆斯塔特工业大学材料与地质科学学院访问研修。2016—2017，担任德国达姆斯塔特工业大学材料与地质科学学院客座教授。2017—2018，获德国“洪堡资深研究员”(Humboldt Research Fellowship for Experienced Researchers)项目资助。2022 年 1 月，获得

美国陶瓷学会工程陶瓷部(Engineering Ceramics Division of the American Ceramic Society)“Jubilee Global Diversity Award”奖。2022 年 11 月，获得美国陶瓷学会“ACerS Global Ambassador”奖。2023 年，入选全球前 2% 顶尖科学家榜单(World's Top 2% Scientists 2023)。目前，担任 *Ceramics International*、*Journal of the American Ceramic Society* 和 *International Journal of Applied Ceramic Technology* 副主编(Associate Editor)，并担任 *npj Advanced Manufacturing*、*Journal of Advanced Ceramics*、*Advanced Powder Materials* 和 *Materials* 编委。曾担任欧洲陶瓷会志 *Journal of the European Ceramic Society* 首席客座主编(Guest Editor in Chief)，陶瓷领域重要国际会议的国际顾问委员会委员、组委会成员。以第一/通讯作者论文在 *Nature Materials*、*Progress in Materials Science*、*Acta Materialia*、*Nanoscale*、*J Mater Chem C* 等国际期刊上已经发表 SCI 论文 100 余篇，在国际会议上作分会邀请报告 30 多次。主要研究方向包括：1) 单源聚合物先驱体法制备结构/功能一体化陶瓷；2) 低维纳米功能材料(电、磁、催化等)；3) 有机硅功能高分子材料。主持国家自然科学基金项目、“十一五”重点项目一级子课题、福建省自然科学基金以及航空科学基金等多项国家级、省部级科研课题。作为主要技术骨干参与了“十五”和“十一五”重点项目、国家自然科学基金重点项目、福建省陶瓷重大专项、福建省重大科技项目、福建省重点课题等多项省部级以上课题。