

A professional portrait of He Xiaodong, a middle-aged man with dark hair, wearing a brown suit jacket over a white shirt. He is looking slightly to the right of the camera. The background is a light, neutral color with a blurred green plant on the left side.

赫晓东

著名材料学专家

■ 赫晓东 He Xiaodong

哈尔滨工业大学复合材料研究所所长

Director of Center for Composite Materials, Harbin Institute of Technology

长江学者特聘教授

Chang Jiang Scholar

您长期从事复合材料领域的研究工作,请介绍一下目前您主要的研究工作及其进展情况。

赫晓东:近年来,我们的团队在C/C复合材料超高温研究方面,在国内首次获得了材料超高温物理性能数据,给出了材料性能随温度变化的规律。通过烧蚀产物、过程信息监测以及材料表面微观组织结构的演变规律研究,揭示了这一类复合材料超高温广义烧蚀机理,确定了热物理化学反应本质,为材料的性能表征、评价技术研究奠定了可靠基础。在此基础上,还发展了复合材料细观理论,建立了碳基编织复合材料的细观热防护理论,实现了环境与烧蚀型材料耦合的多尺度数值模拟,提出了表面烧蚀模型和体积烧蚀模型,给出了材料损伤演化控制方程和失效判据,显著提高了碳基复合材料烧蚀性能表征方法的科学性和实用性。该项技术可部分替代大型试验,从而实现试验过程的系统仿真与参数监控、材料高温烧/侵蚀计算、材料温度场及热结构分析、失效模式与机制自动分析、环境性能预测等功能。迄今为止,我们对C/C复合材料超高温的研究已经获得了2项国家科技进步奖。

在高温自蔓延材料燃烧合成(SHS)等技术的研究方面,我们的研究团队与俄罗斯科学院进行了广泛的国际合作,研究具有了耐高温、抗氧化、强韧化等综合性能匹配的耐高温材料的微结构设计及精确控制方法;结合热压及热等静压方法,开展了由高熔点硼化物、碳化物、氮化物以及其氧化物组成的多元复合超高温陶瓷材料体系制备研究;利用高温燃烧合成技术,开展SHS反应合成粉末技术、SHS等静压耐高温复合陶瓷制备技术、SHS同时致密化制备大尺寸金属陶瓷和梯度复合材料构件制备技术等低成本材料制备技术研究,这项技术是一项生产先进陶瓷材料的低成本技术,我们还将

继续进行深入的研究工作。

作为哈工大复合材料与结构研究所的负责人,请您谈谈研究所近年来取得的研究成果及其在航空航天领域的应用情况。

赫晓东:研究所通过对热环境、热传导分析及耐热结构设计,开展了新型高超声速飞行器热防护系统——金属热防护系统

一体化结构设计、动力/热耦合分析及气动加热的工程计算方法等关键技术的研究工作。金属热防护系统是目前重复使用空天飞行器大面积耐热非常具生命力的解决方案之一。随着对金属热防护系统研究和经验积累,加上相关材料技术的突破和成熟度的提高,其设计理念更加强调金属热防护系统的适应性、坚固性、可操作性和可重复性。研究所所以原子尺度的动态蒙特卡罗薄膜生长模拟

为基础,采用元胞自动机方法模拟电子束物理气相沉积镍-铬二元合金薄板,实现了跨尺度模拟。对薄板沉积过程进行时间和空间离散处理,建立元胞演化规则,采用元胞自动机方法研究了薄板微观结构的演化过程。针对大尺寸高性能耐热材料的制备,突破了电子束物理气相沉积制备高性能超薄板关键制备技术,解决了沉积合金的成分控制问题和合金中难熔元素的沉积问题,并在国际上首次利用该技术研制出实用化、大尺寸($\phi 1000\text{mm}$ 、厚 $0.1 \sim 0.2\text{mm}$)的耐高温高性能超薄板;开展了纳米超级隔热材料、多孔陶瓷、无机纤维隔热层材料体系研究,完成隔热层和反射层交叠的多层隔热结构等隔热

层结构设计。

您认为大飞机的立项对于我国的航空复合材料技术发展提出了怎样的要求?

赫晓东:大飞机项目的立项对复合材料工作者来说既是机遇也是挑战。首先,围绕大飞机项目的复合材料必须具有轻质、高强度、高稳定

赫晓东教授:1984年获吉林大学学士学位,后在哈尔滨工业大学复合材料研究所先后获得硕士、博士学位,2000年作为访问学者赴美国斯坦福大学深造,2006年被聘为长江学者特聘教授。现为哈尔滨工业大学博士生导师、哈尔滨工业大学复合材料与结构研究所所长,兼任国家高技术“863”航空航天领域专项专家组专家、国家高技术“863”新材料领域专项专家组专家、国防科工委“探月工程”运载系统论证专家组专家、国际杂志《纳米科学与技术快报》编委、中国复合材料学会常务理事、黑龙江省复合材料学会理事长、哈尔滨市复合材料协会理事长等职。

目前主要从事自蔓延高温合成技术、高速飞行器新一代耐久性热防护结构和材料、特种复合材料轻质高压容器设计、制备及智能监测研究、高效隔热材料与磁性材料的研究工作。



性等特点,这就要求广大材料科研工作者

在新材料、新工艺的开发、评价等方面开展更细致、更有针对性的工作,而基于传统意义上的复合材料研制手段就需要更进一步的提高和创新。其次,先进复合材料高可靠性结构与结构稳定性评价在此项目中显得尤为重要,保证大飞机的高安全性是整个项目的重中之重。因此,结构设计及可靠性评价除了在理论上需有重大突破外,还必须结合实际的复合材料、结构与评价技术对实际的大型结构件进行考评,以保证其使用的高安全性。

(采访 微凉 责编 钟元)