

上天入地，材料服役；保障安全，势在必行

——材料服役行为分论坛侧记

文 / 中国科学院金属研究所 王媛

2020年11月1日，“2020新材料国际发展趋势高层论坛——材料服役行为分论坛”在西安国际会议中心顺利召开。本次论坛由中国科学院金属研究所、西安交通大学、中国科学院宁波材料技术与工程研究所、西安科技大学和《中国材料进展》杂志社承办，柯伟先生、薛群基先生、周克崧先生和涂善东先生4位院士担任共同主席，韩恩厚研究员、王立平研究员、李长久教授、张聪惠教授、杜慧玲教授和杨冠军教授担任秘书长。15位来自国内高校、科研院所和企业的材料服役行为领域专家作邀请报告，全国100余名领域内研究人员参加了本次论坛。

本次论坛的开幕式由韩恩厚研究员主持。他在致辞中首先转达了4位院士的问候和良好祝愿，随后介绍了组织该论坛的出发点，回顾了前两届论坛的交流情况，强调了从材料、力学、环境三者交互作用下研究服役性能的重要性和必要性，通过研讨既促进基础研究又帮助解决工业问题，尤其希望论坛的交流成果对工业界起到促进作用。



韩恩厚 研究员



王立平 研究员



李长久 教授



张聪惠 教授

服役行为基础理论与损伤控制技术基础研究

中国科学院金属研究所张哲峰研究员 基于团队10余年来关于金属玻璃断裂与强度方面的研究工作，着重阐述对韧性和脆性金属玻璃的断裂行为和强度理论方面的最新认识和研究进展，提出了脆性材料统一拉伸断裂准则。

北京科技大学高克玮教授 针对工程结构材料服役失效问题，采用从原子尺度到宏观尺度的跨尺度计算方法，开展材料环境失效演化过程的高通量计算模拟研究；研发多因素耦合作用下材料失效的等效加速模拟实验方法与技术；建立以材料基因工程为基础的环境失效过程的高效评价方法与技术。



东北大学刘振宇教授 带领团队开发出以调控316H宽厚板表面晶界结构为目标特殊控制轧制工艺，包括不同压下量的再结晶区与未再结晶区控制轧制。报告介绍了不同控制轧制过程中晶界结构演变行为及其对晶间腐蚀的影响规律。

中国科学院金属研究所韩恩厚研究员 介绍了针对镁合金的一系列腐蚀控制技术。发明的3类镁合金腐蚀控制技术已经规模应用，例如：镁合金表面高性能低成本无铬转化膜技术、镁合金自封孔微弧氧化膜技术、高性能（纳米）化学镀技术。还介绍了镁合金水滑石膜、医用镁合金复合防护体系、双重自修复涂层等新发明的镁合金防腐蚀技术。

先进涂层技术

西安交通大学李长久教授 提出了基于冶金原理脱氧保护与物理净化的新机制，在大气气氛中获得无氧化物的超高温金属合金熔滴，从而实现在大气气氛下粒子间冶金结合充分的无氧化物的致密耐腐蚀金属涂层的设计与制备，为热喷涂技术的发展与拓展应用提供全新的思路。

中国科学院宁波材料技术与工程研究所王立平研究员 针对海洋大气环境下航空发动机通常在高温、高湿和高盐的环境下服役，压气机叶片服役时遭受腐蚀的问题，介绍了其团队基于相图选取NiSiAlY成分区间，成功制备的NiSiAlY/Al涂层，成分优化的NiSiAlY涂层在固态盐沉积的环境下具有良好的抗腐蚀性。



西安交通大学杨冠军教授 针对先进热障涂层中合金层氧化快、易剥落、寿命短的应用难题，提出了重构粗晶氧化膜的预氧化方法，借助于膜内晶粒粗化/膜层厚度减薄的内/外尺寸逐级控制作用，获得了抗氧化性能优异、长寿命可靠服役的先进热障涂层。

空军工程大学何光宇副教授 结合航空发动机损伤问题与显著特征，介绍了航空发动机压气机抗冲蚀涂层制备与考核关键技术。将多弧离子镀、离子注入、磁过滤技术相结合，制备了软硬交替沉积的多层涂层；针对复杂外形部件，提出等离子体壳层控制方法，涂层抗冲蚀能力提高10倍。

重大工程中的材料服役行为与控制

北京科技大学郑文跃教授 简要介绍了其团队自2010年以来所获取的超临界环境下耐高温腐蚀、应力腐蚀开裂不锈钢研制方面的结果，并针对此类环境中服役性能的挑战，探讨了不锈钢组织及表面改良技术的潜在优势。

中国航天科技集团第八研究院鞠鹏飞研究员 针对航天飞行器、军用装备等型号的表面防护需求，介绍了极端空间环境固体润滑薄膜技术、导电超润滑技术、大型铝合金结构件快速化学氧化技术、镁及镁锂合金防护技术等，及其在深空探测、特种装备方面面临的挑战。

中国石油集团西安管材研究院冯耀荣教授 介绍了我国在高压输气管道断裂与变形控制、在役管道安全风险评价、油气井管柱完整性和适用性评价、石油管及设备腐蚀与防护、高性能管材应用关键技术等方面取得的重要突破。

西安科技大学杜慧玲教授 介绍了典型矿山工程材料的服役行为，分析了材料与器件的性能演变机制，在此基础上开展了材料设计、器件研制、表面新技术等研发工作，以满足苛刻矿井环境下煤炭开采装备与功能器件高可靠、长寿命服役要求。

苛刻环境中的材料服役行为与控制

中国科学院兰州化学物理研究所陈建敏研究员 介绍了其团队以碳基薄膜为基础，采用点接触组合获得面接触的思想，在通过每个点接触位置获得超润滑状态的基础上，巧妙组合放大，在宏观尺度上实现了超润滑构想。

西北有色金属研究院李争显副总监 以钛金属日趋复杂苛刻的服役环境为主线，介绍了钛金属通过表面涂层材料所表现出的环境适应性能，为钛金属在更复杂服役环境中应用探讨技术对策。

西安建筑科技大学张聪惠教授 介绍了其团队以工业纯铝为例，对HCP金属梯度组织细化机制及其对疲劳性能的影响方面的研究工作。经超声喷丸后，合金表面产生晶粒尺寸梯度、应变梯度以及GND梯度的多梯度组织，疲劳极限提高了26%。

虽然材料服役行为研究工作不像新材料研发工作那样诱人，不容易出显示度，但在工程领域中实际上相当重要，在工程装备服役安全保障中可以说是最重要的工作。随着现代工业的发展，工业对材料服役行为相关研究成果的需求越来越旺盛，一方面要深入认识机理，同时要把损伤动力学搞清楚，从而服务于工程装备的寿命预测和评估，以保障装备的服役安全性；另一方面，需要不断研发新材料和损伤控制技术用于保障装备的服役安全。该领域未来前景广阔，希望大家共同努力，加强合作，积极为“十四五”建言献策，尽力使之纳入国家规划，从而促进行业领域发展。



郑文跃 教授



鞠鹏飞 研究员



冯耀荣 教授



陈建敏 研究员



李争显 副总监

