

# 材料界面之超微观表征：“镜”中观乾坤

## ——材料界面、微纳分论坛侧记

文/太原理工大学 郭俊杰/陕西科技大学 郝晓东 张 帅

材料界面是材料组织的重要组成部分，对能量传递和物质输送起着十分重要的作用。通过特定的合成、制备、调控、改性等研究方法，可精确调控材料界面的化学组成、原子分子排列与超微观组织结构，能够直接影响材料的物理与化学性质，以及其在诸多领域的应用范围。目前，基于球差校正电子显微学技术，以及在光、热、电、力等外场作用下原位分析技术的发展，可实现对原子尺度下的材料合成、器件制备与加工、组织结构与成分的原位观察及对物理化学性质及性能的实时分析，对探索材料性能的超微观结构起源发挥着至关重要的作用。

“材料界面、微纳论坛”是历届“新材料国际发展趋势高层论坛”系列会议的重要活动之一。从2015年开始，已经连续举办5届，是我国材料界面结构表征领域影响大、级别高、水平高的重要研讨会之一。“2019新材料国际发展趋势高层论坛——材料界面、微纳论坛”于2019年9月26日在武汉国际会议中心成功召开。本次论坛由太原理工大学新材料界面科学与工程教育部重点实验室、武汉理工大学、武汉大学、中国科学院金属研究所沈阳材料科学国家（联合）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、清华大学北京电子显微镜中心、浙江大学电子显微中心和《中国材料进展》杂志社承办。分论坛邀请到叶恒强院士、朱静院士、张泽院士、王海舟院士和万立骏院士作为分会主席，许并社教授、马秀良研究员、单智伟教授、王建波教授和郭俊杰教授担任分会秘书长。分论坛邀请了国际电子显微学领域领军人物、比利时皇家艺术与科学院院士Gustaaf Van Tendeloo，16位国内电子显微学领域的中青年专家和捷欧路（北京）科贸有限公司的苗澍工程师做了本领域最前沿的学术报告。



Gustaaf Van Tendeloo 院士



贾春林 教授



马秀良 研究员



**分论坛秘书长许并社教授总结发言：**本次（第五届）“材料界面、微纳论坛”邀请了18位报告专家，特别是世界电镜专家Gustaaf Van Tendeloo院士、贾春林教授和马秀良研究员，以及有很多后起之秀。论坛报告集中在二维材料、纳米功能材料、能源材料等研究热点，以及利用先进的球差校正电子显微技术、原位表征分析技术对材料科学领域的一些传统认识提出了新的观点，都是十分精彩的报告。大家的讨论也很积极，我感觉这点非常好。

“2020年新材料国际发展趋势高层论坛”将在北京召开，明年“材料界面、微纳论坛”不仅涉及基础材料，还将分享智能材料、认知材料、生物材料等研究领域的界面相关的前沿成果。我们期待有更多的年轻专家参与，希望分会不断丰富和壮大。

## 精彩报告

**西安交通大学贾春林教授** 分享了结合像差校正电子显微技术探讨**功能氧化物薄膜界面工程**的实例。利用像差校正透射电子显微技术，可以在原子尺度描述功能氧化物薄膜界面的精细结构，为其超微观结构调控提供重要的理论依据。

**中国科学院金属研究所马秀良研究员** 报告了利用像差校正透射电子显微技术在**金属钝化膜结构及其氯离子击破机制**方面的最新研究进展。研究成果为揭示氯离子与金属钝化膜的交互作用机制提供了直接的实验证据，为完善钝化膜击破理论提供了原子尺度的结构信息。

**中国科学院金属研究所陈春林研究员** 结合扫描透射电子显微技术（STEM）和第一性原理计算等方法，在采用不同沉积方法制备的MgO和Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>陶瓷薄膜材料中发现了一种**新型的亚稳态相：一维有序晶体**，更新了人们对固态物质结构的认识。一维有序晶体的发现表明固态物质结构的种类比人们的已有认知更加丰富，并且新结构的物理性质与相应常见结构类型具有显著差异。

**浙江工业大学朱艺涵教授** 为解决大部分孔材料对电子束极其敏感所导致无法采用电子显微镜表征的难题，采用超高灵敏的直接检测相机和低剂量成像技术，可以**直接观察对电子束敏感的孔材料的局域结构**，如表面、界面和缺陷等，为研究电子束敏感孔材料的构效关系提供了有力的证据。

**南方科技大学林君浩副教授** 利用球差校正透射扫描电子显微镜（STEM）中的汇聚电子束，**激发二维材料中的缺陷产生动态演变**，同时在原子尺度下观察它们重构的动态过程。通过对电子束的扫描路径进行编程控制，甚至能操纵缺陷的演变方式从而在二维材料中创造出新的纳米结构。

**武汉理工大学吴劲松教授** 通过原位高分辨率透射电子显微技术和密度泛函理论计算（DFT）研究Li<sub>2</sub>MnO<sub>3</sub>电极在**第一次充电（脱锂）过程中的结构演变和氧损失机理**，对设计新型的、高容量的锂金属氧化物电极材料有着很大的启发。

**浙江大学王江伟研究员** 介绍了利用原位纳米力学实验揭示不同界面变形的原子机制，从原子尺度揭示了**金属材料的界面变形行为及其微观机制**，对利用界面结构调控设计高性能材料具有重要意义。

**武汉大学郑赫副教授** 利用球差校正透射电子显微技术针对在能源存储及环境净化方面有重要应用的金属氧化物（包括Li-Mn-O、CuO、SnO<sub>2</sub>等）的结构缺陷进行原子尺度的系统性表征，为**金属氧化物构效关系的建立及应用设计**提供重要的借鉴。

