

STM 辅助扫描腐蚀电化学工作站 研制及应用

项目完成单位：厦门大学 广州本原纳米仪器有限公司 厦门乐钢材料科技有限公司

项目负责人：林昌健

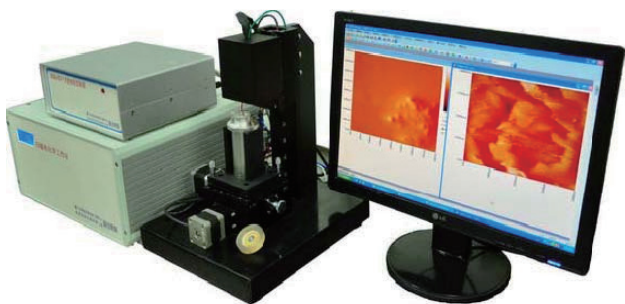
DOI:10.3772/j.issn.1009-5659.2016.21.039

我国每年因腐蚀造成的经济损失高达上万亿元，还涉及到能源、资源、环境、安全等一系列国计民生的重大问题，电化学测试技术及科学仪器对腐蚀科学研究及防护技术起着至关重要的作用。但长期以来，我国高端电化学仪器及扫描电化学工作站几乎全部依赖进口，不仅花费巨资购置进口仪器，更限制我国相关科学研究的源头创新。针对当前国际上空间分辨腐蚀电化学科学仪器的共性关键技术问题，在国家自然科学基金“科学仪器专项”“杰出青年科学基金”等多个重要课题的支持下，研制成功了电化学扫描隧道显微镜（ECSTM）辅助扫描腐蚀电化学工作站，发明了多种富有特色的扫描电化学微探针，为空间分辨腐蚀电化学研究提供了一种强有力的科学仪器。

成果主要创新点：

提出了扫描电化学隧道显微镜（ECSTM）与扫描电化学探针相结合的新原理，创立了一种通过绝缘包裹的纳米级尖端的铂-铱电极为 ECSTM 和微区腐蚀电化学测量的共用扫描探针，获得发明专利 1 件（ZL 200510052314.7）。率先实现了对金属表面特定区域形貌结构和微区腐蚀电化学活性分布的同时测量。研制成功

了世界首台全新的 ECSTM 辅助的扫描腐蚀电化学工作站（如图），在国际上首次获得原位纳米分辨率的形貌图像和微米分辨率微区腐蚀电化学活性分布图像，实现了表面形貌结构—腐蚀电化学活性相互关联研究。该机—电—纳米技术一体化系统由五个功能单元组成：电化学扫描隧道显微镜（ECSTM）单元、微区腐蚀电位测量单元、扫描微探针及六维扫描控制/驱动单元、隧道电流信号和微区腐蚀电化学信号测量与转换单元及测量信号的控制和处理单元、实验控制/数据处理及管理软件系统。由此，通过控制压电微扫描器和步进电机扫描装置进行两种扫描测量模式的互换和表面位点自动寻址，在国际上首次实现了表面微区腐蚀电化学信号和表面结构形貌信息的同时测量和关联研究。基于 ECSTM 的强大功能，联用仪器系统为多种表面空间分辨测量技术提供了可相互结合、优势互补、关联研究的开放平台。由于金属局部腐蚀导致的表面液层电场分布信号十分微弱，且仅定域在金属表面微米区间的薄液层中，该系统首次采用测量“表面电位差”的新原理，由扫描微探针检测的空间分辨信号，通过前置微弱信号处理和多级平行差分信号测量表面不同位点扫描探针电位与固定探针电位差的测量方式，显著提高局部腐蚀微区信号的灵敏度，避免了国际上采用“振动微电极”可能导致干扰腐蚀的弊端。目前已推广到全国 10 余家高校、科学院、国防实验室及企业研究院应用，对推进我国微区腐蚀电化学研究的发展做出重要贡献。此外，我们研制的 STM 辅助扫描腐蚀电化学工作站还远销到加拿大、瑞典等国著名高校科研应用，提高了我国在相关学科领域的国际学术地位。ECSTM 辅助扫描电化学工作站测量功能强大、独特、实用，居国际领先水平，并荣获 2015 年中国腐蚀与防护学会技术发明一等奖。^[CSTA]



STM辅助扫描腐蚀电化学工作站样机

林昌健，厦门大学特聘教授、中国腐蚀与防护学会副理事长。