

新一代高通量薄膜制备及原位表征技术研发获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/8294.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

材料对于推动生产力发展和社会进步起着举足轻重的作用。关键材料的研发周期更是直接决定了相关领域的发展进程。随着科技发展，对材料的功能和性能要求越来越高。传统材料研发手段也越来越难以满足现代社会生产发展的需求。以高温超导材料为例，超导转变温度高的材料往往组分结构十分复杂。随着组分增多，获得精确的组分依赖的相图的工作量呈几何级数增长。另外，采用传统的实验手段很难精确合成并重复获得某个特定的组分，而这往往是研究量子相变，破解高温超导机理的关键。

材料基因组技术的出现为快速构建精确的材料相图，缩短材料的研发周期带来了希望。组合薄膜制备技术作为材料基因组核心技术之一经历了三个发展阶段，即共磁控溅射技术、阵列掩模板技术和组合激光分子束外延技术。目前，组合薄膜生长往往采用往复平行位移掩模板的方式，这样不可避免造成累积误差，直接影响到薄膜制备过程中组分控制的精度。此外线性掩模板反复变向及加减速操作也会加速机械部分磨损，降低系统稳定性。另一方面，目前对组合薄膜高通量快速表征技术也存在不足，很多传统方法无法直接用于组合薄膜表征。以扫描隧道显微镜（STM）为例，其对样品表面清洁度具有很高的要求，通常需要原位解理或制备样品；此外，有限的样品移动范围和不具备精确定位功能限制了STM在组合薄膜表征上的应用：大多数商业化STM样品移动范围一般仅为数毫米且不具备定位功能。对于连续组分薄膜性质的研究来说，实际的测量位置与样品组分是一一对应的，失去了位置坐标就失去了组分的信息。因此，发展更加精确的高通量薄膜制备和原位表征手段十分必要，并对包括超导材料在内的多个前沿研究领域具有重要意义。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心技术部电子学仪器部郇庆/刘利团队一直致力于科研仪器装备的自主研发；超导国家重点实验室金魁/袁洁团队专注于基于高通量组合薄膜技术的新超导体探索和物理研究。近些年来，两个团队密切合作、联合攻关，共同指导SC2组博士生何格（目前在德国做洪堡学者）、魏忠旭、冯中沛等成功研制并搭建了一台高通量连续组分外延薄膜制备及原位局域电子态表征系统。该系统采用的关键技术为研发团队首次提出，核心部件均自主研发，具备多项独特优点：1）采用专利的旋转掩模板设计，避免累积误差和往复运动的问题，大大提高了系统运行精度和稳定性；2）特殊设计的STM扫描头能够实现大范围XY移动（>10 mm）和高精度定位（定位精度优于1 μm ）；3）完备的传递设计可实现样品、针尖、靶材的高效传递，并易于未来功能扩展。

该研发团队对系统进行了反复地设计优化和改进（研发历时4年多，设计版本多达50多个），并完成了全面的性能测试。他们利用自研系统制备了高质量的梯度厚度FeSe样品，得到可靠的超导转变温度随厚度的演变关系。在HOPG样品、金单晶样品、BSCCO样品以及原位生长FeSe样品表面均获得了高清原子分辨图像，并测量了BSCCO样品局域超导能隙扫描隧道谱。目前，该系统已用于研究高温超导机理问题和新型超导材料探索。

作为目前国际上最先进的第四代高通量实验设备，审稿人和项目验收专家组均给予了高度评价，认为该设备实现了研究应用和核心技术上的创新突破，解决了现有技术的诸多缺陷和不足，将成为材料基因研究的重要工具，并有望在推动多个领域的前沿研究中发挥重要作用。

该系统的详细介绍发表在近期的《科学仪器评论》杂志上【*Review of Scientific Instruments* 91, 013904 (2020); doi: 10.1063/1.5119686】。该工作得到中科院科研装备研制项目、中科院关键技术研发团队项目、国家自然科学基金重大仪器专项和中科院引进杰出技术人才项目等的支持。

图3：STM系统表征数据：(a) HOPG原子分辨图；(b) Au(111)原子分辨图；(c) BSCCO表面超结构；(d) BSCCO隧道谱；(e) 原位生长FeSe大尺度形貌图；(f) 原位生长FeSe原子分辨图
研究团队单位：物理研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发