
自适应多尺度光学显微镜

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/28008.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！

光学显微成像技术自400多年前问世以来，不断推进着人类认识世界和改造世界的进程，显微镜已经成为了人类研究探索和生产生活中不可或缺的科学工具。然而，显微镜面临着视场、景深和分辨率的相互制约，信息通量受限。通过载物台或镜组机械移动来扩展或调节视场、景深和分辨率的传统方法缺乏实时性，严重限制了其应用，特别是在三维动态成像和大规模多尺度特征样品检测中。

鉴于此，北京航空航天大学王琼华教授研究团队提出了一种自适应多尺度光学显微成像技术。在该项研究中，研究人员受液体透镜技术和多尺度成像技术的启发，提出了一种自适应多尺度成像机制，研制了具有快速变焦、扩展景深和大视场成像功能的自适应多尺度光学显微镜（AMS microscope）。该技术有望促进生命科学、医学诊断和工业检测等领域的应用。目前，该成果以Adaptive multiscale microscope with fast zooming, extended working distance, and large field of view为题，发表在Light: Advanced Manufacturing。北京航空航天大学的博士生郑奕为该论文第一作者，刘超副教授和王琼华教授为通讯作者。

大视场、大景深和高分辨率是显微成像技术一直追求的目标，然而，受成像空间带宽积限制，兼顾提升显微镜的视场、景深和分辨率十分困难。传统显微镜通过载物台或镜组机械移动来扩展视场、景深和调节观察倍率，从而实现样本全貌和细节信息获取，然而这种方法在实时性和系统机械空间需求上存在明显的局限性。近年来，研究者们提出了激光扫描共聚焦技术、傅里叶叠层成像技术、深度学习图像增强技术等一系列创新的技术，来提升成像视场和分辨率，但是面临一定程度上的时间分辨率损失以及成像谱段和泛化性受限的问题。如今，如何以简单易操作的方案和尽可能小的代价，兼顾提升显微镜视场、景深和分辨率，成为了显微成像领域亟待解决的关键问题之一。

鉴于上述问题，研究人员提出了一种自适应多尺度光学显微成像技术，研制了具有快速变焦、扩展景深和大视场成像功能的自适应多尺度光学显微镜，如图1所示。研究人员结合液体透镜和多尺度成像技术的优点，提出了一种自适应多尺度成像机制，可有效提升显微镜的自适应性、变焦响应速度和成像信息通量。研究人员揭示了自适应多尺度成像结构的内在关系和设计准则，开发了自适应多尺度光学显微镜样机和相应的图像处理算法，通过实验展示了该显微镜在病理样本扫描、厚样本成像、微流控过程监测和微生物动态观察等场景下的应用优势。

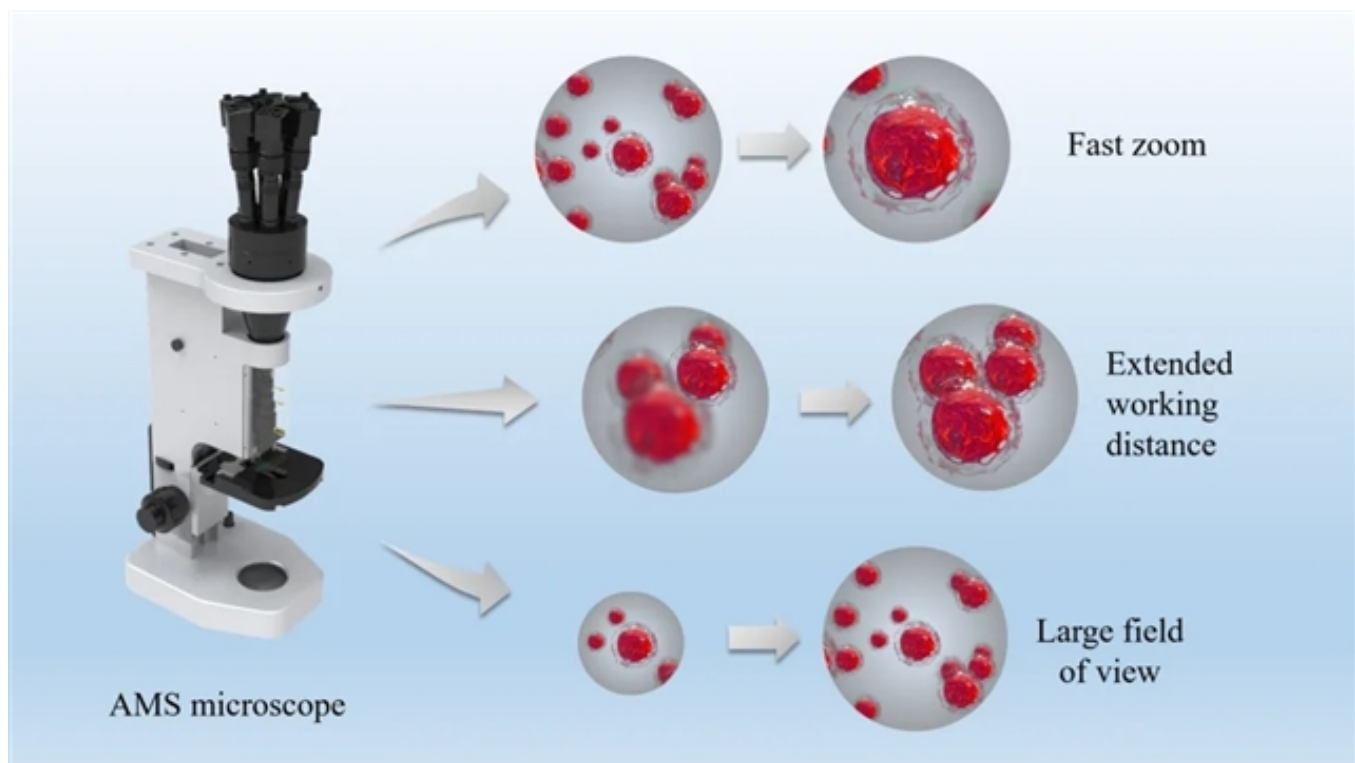


图1：自适应多尺度光学显微镜及其功能示意图

该显微镜的光学主体结构如图2所示，由变焦主物镜、复眼透镜、子镜头阵列和图像传感器阵列组成。其中，变焦主物镜由液体透镜组和固体透镜组构成。在对液体透镜的驱动电信号进行初始化后，变焦主物镜会对待观察目标进行一次放大，形成弯曲的中继像，中继像的光束通过复眼透镜后被分成多个子视场光束，然后进入相应的子镜头并聚焦在图像传感器上，最终将各图像传感器获取的子图像进行校正和拼接即可获得大视场显微图像。通过调整镜组中的液体透镜的驱动信号，可以改变显微镜的整体焦距，从而获得需要的放大倍率和工作距离。所设计自适应多尺度显微镜具备 $9\times$ 至 $18\times$ 的连续可调放大倍率范围，工作距离范围为0.8毫米，视场达2.31毫米，最高分辨率为每毫米287线对。

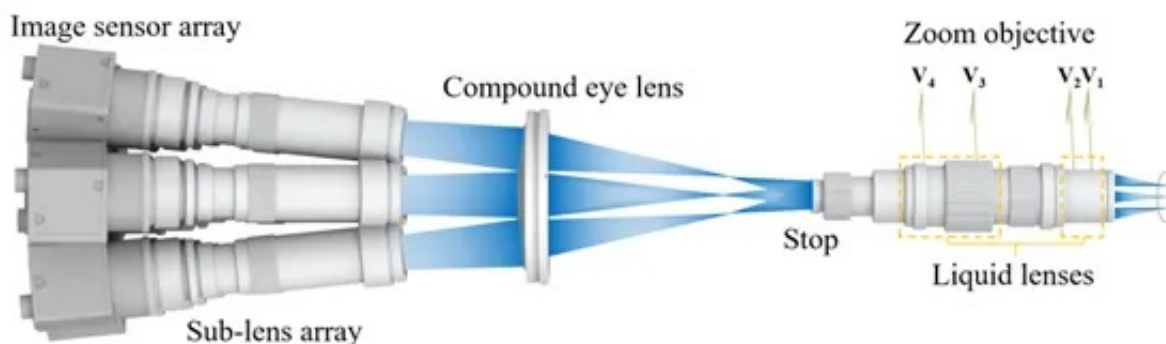


图2：自适应多尺度光学显微镜的光学主体结构图

该显微镜中的液体透镜依据电润湿效应驱动，其结构和变焦原理如图3所示。电润湿液体透镜由两种折射率不同但密度匹配的不混溶透明液体、介电层、疏水层、环形电极、窗口玻璃和腔体组成。当液体透镜的驱动电压发生变化时，液体界面的曲率会因润湿性的改变而变化，从而实现焦

距的调节，液体界面变化过程仅在38毫秒内即可完成，因此基于液体透镜技术的自适应多尺度光学显微镜具备快速响应特性，可实现动态观察和高效检测。（来源：先进制造微信公众号）

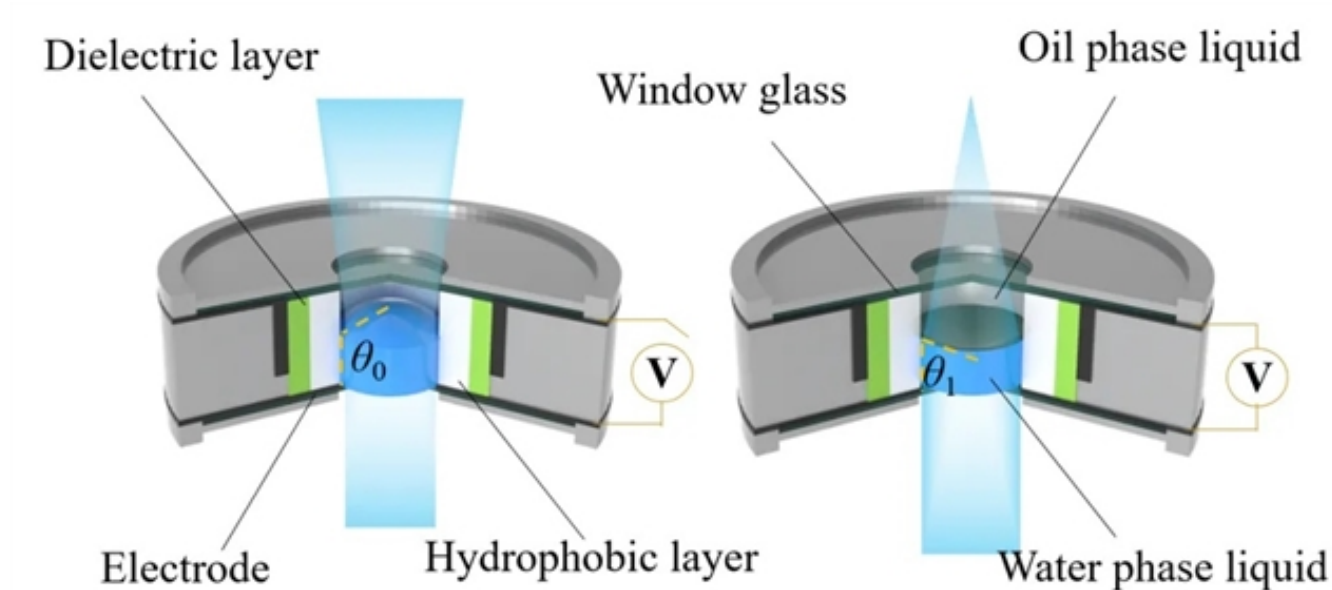


图3：电润湿液体透镜的结构和变焦原理

相关论文信息：<https://doi.org/10.37188/lam.2024.008>

作者：王琼华等 来源：《光：先进制造》

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