

## 科技动态

[本篇访问：5082]

## 最近更新

### 李涛、祝世宁研究组实现超构透镜光谱层析成像

发布时间：[2019-11-08] 作者：[陈晨] 来源：[新闻中心] 字体大小：[小 中 大]

近日，现代工程与应用科学学院李涛教授、祝世宁院士研究组与台湾“中研院”蔡定平教授研究组合作在超构透镜成像研究上又取得重要进展，他们利用超构透镜的大色差效应发展出无机械移动的光谱变焦和层析技术，实现了对生物细胞的显微立体层析成像，展示了超构透镜在高集成、高稳定的成像系统方面巨大的应用潜力。相关成果以“Spectral tomographic imaging with aplanatic metalens”在线发表在国际光学顶尖期刊Light: Science & Applications 8, 99 (2019)。现代工程与应用科学学院李涛教授是论文通讯作者，现代工程与应用科学学院16级直博生陈晨是论文第一作者，16级直博生宋万鸽和台湾“中研院”的陈家雯等也出重要贡献。

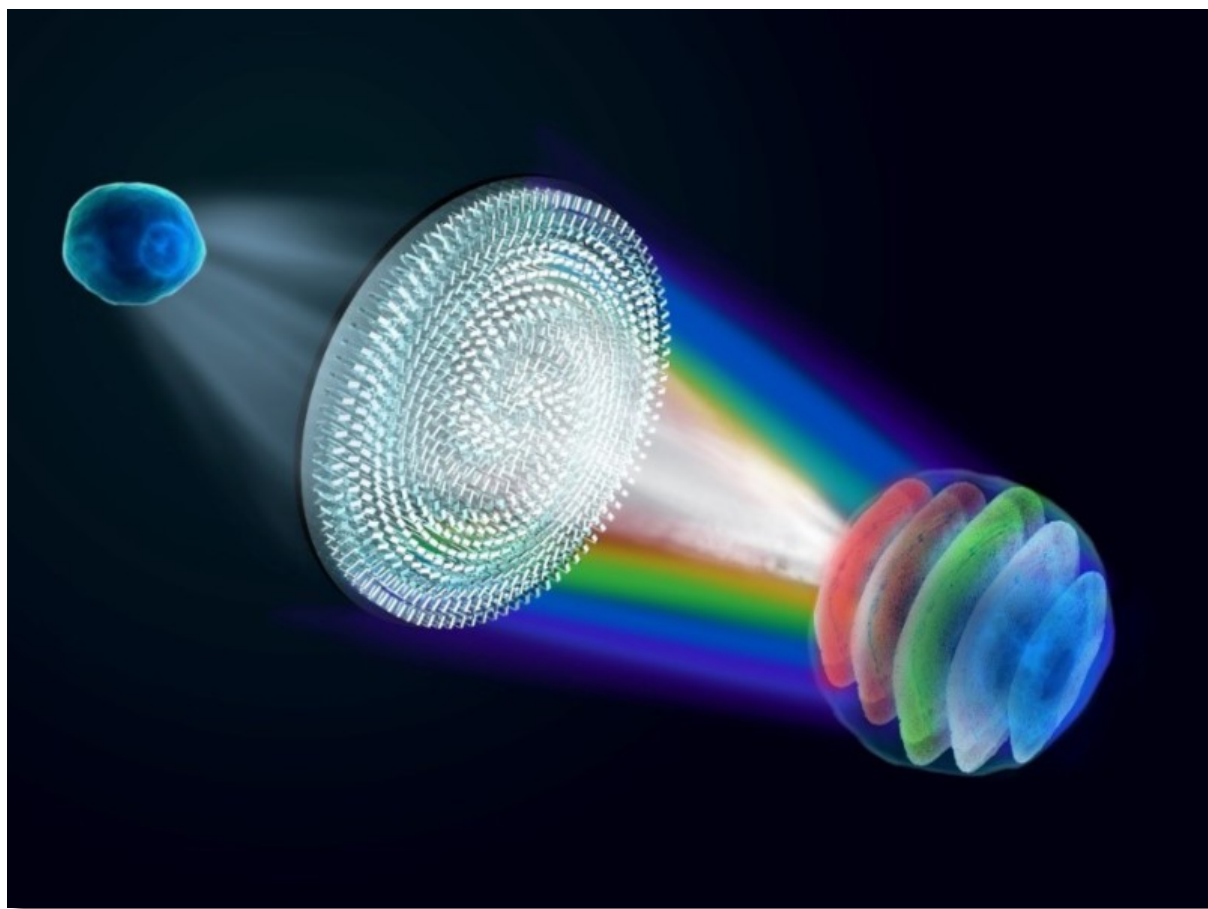


图1 超构透镜针对细胞显微层析成像示意图。

超构表面是通过亚波长结构单元的薄层结构实现对光的振幅、相位和偏振的任意调控，是目前最具吸引力的平面光学器件。超构透镜作为其中极具潜力的功能器件一直备受广泛关注。为实现其真正获得应用，人们正致力于提升效率、消色差、消色差等研究。近年来，南京大学祝世宁、李涛、王黎明研究团队与台湾蔡定平研究组合作，发展出宽带消色差的超构表面设计方案，先后在近红外和可见光波段实现了超宽带的消色差超构透镜，相关成果先后发表于Nature Communications 8, 187 (2017), Nature Nanotechnology 13, 227 (2018), Nature Nanotechnology 14, 227 (2019)。不过，由于相位补偿范围有限，这类消色差透镜往往尺寸或数值孔径受限，这严重制约了它的实际应用。本工作中，李涛、陈晨等反其道而行之，巧妙地提出利用超构透镜色差大的特点进行波长调控的光学变焦，同时引入消球差设计来提高景深分辨率，获得高分辨的层析成像。传统的扫描层析技术一般是通过机械移动

- 南大开设心理支持网络直播课 助学子共克时艰
- 减少外出，学习充电！北大、北外、南大等多所高校...
- 金银花、绿茶能抑制新型冠状病毒？南大研究团队...
- 我校心理支持网络直播课助力疫区学子共克时艰
- 我校网络教育学院向社会免费开放部分网络课程
- 曹德旺先生捐赠1亿元人民币抗击新型冠状病毒疫情
- 金陵学院召开疫情防控工作会议
- 北大、人大、南大等多所高校2020硕博研究生复试...
- 我校再次召开专题会议部署新型冠状病毒疫情防控...
- 179个结合位点！南大发现金银花、绿茶或有望用于...

## 一周十大

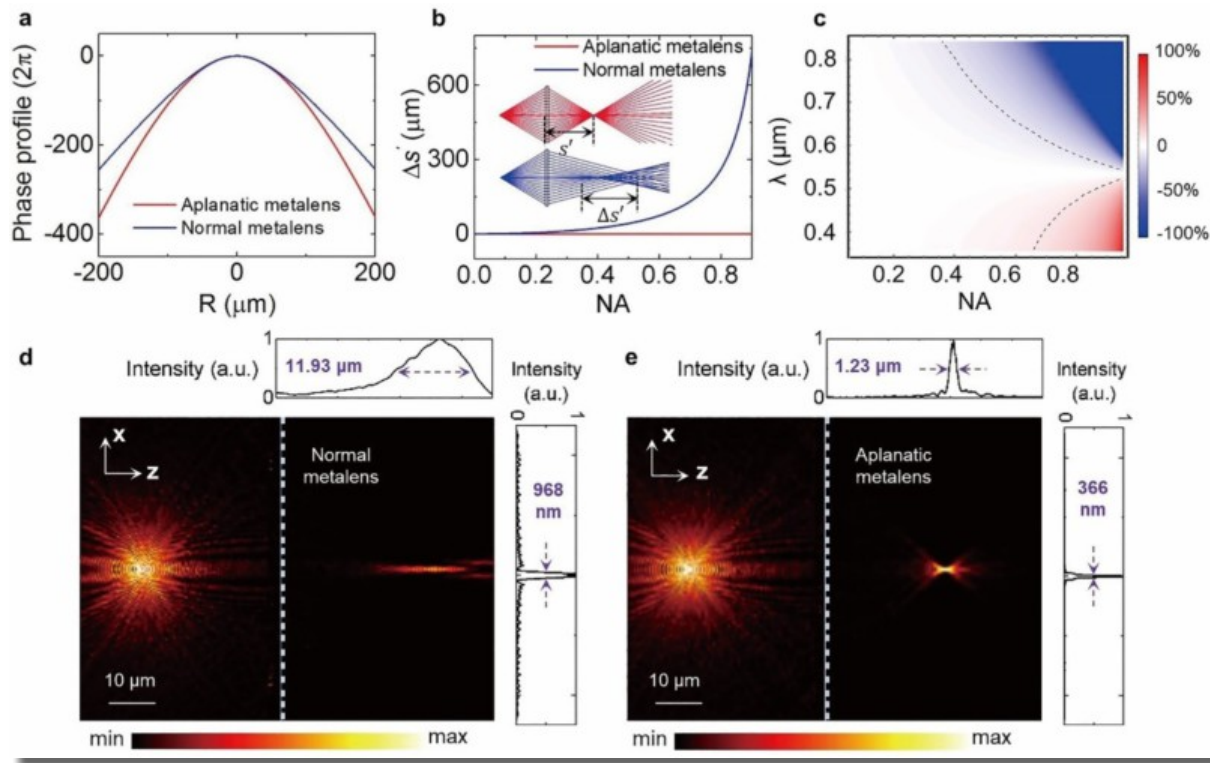
- 我校网络教育学院向社会免费开放部... [访问：2842]
- 疫情防控重要通知（更新中） [访问：1755]
- 不负韶华过寒假·导师如是说（更新... [访问：1673]
- 关于寒假期间做好新型肺炎疫情相关... [访问：1187]
- 关于居住在校园内的教职工寒假期间... [访问：1118]
- 关于学生寒假期间做好新型肺炎疫情... [访问：1091]
- 【情系疫区 南大人在行动】环规院向... [访问：909]
- 聚力内涵式发展 着力高质量提升 为... [访问：908]
- 【情系疫区 南大人在行动】政府管理... [访问：889]
- 南大环保校企：我们口罩是卖完了，... [访问：815]

来实现，这给器件带来复杂性和不稳定性。本工作引入的大色差超构透镜不再需要相位补偿，原理上器件尺寸不受限制。同时，它采用无移动组件的光谱成像既解决了传统透镜景深受限的问题，又显著提升器件的集成度和稳定性。

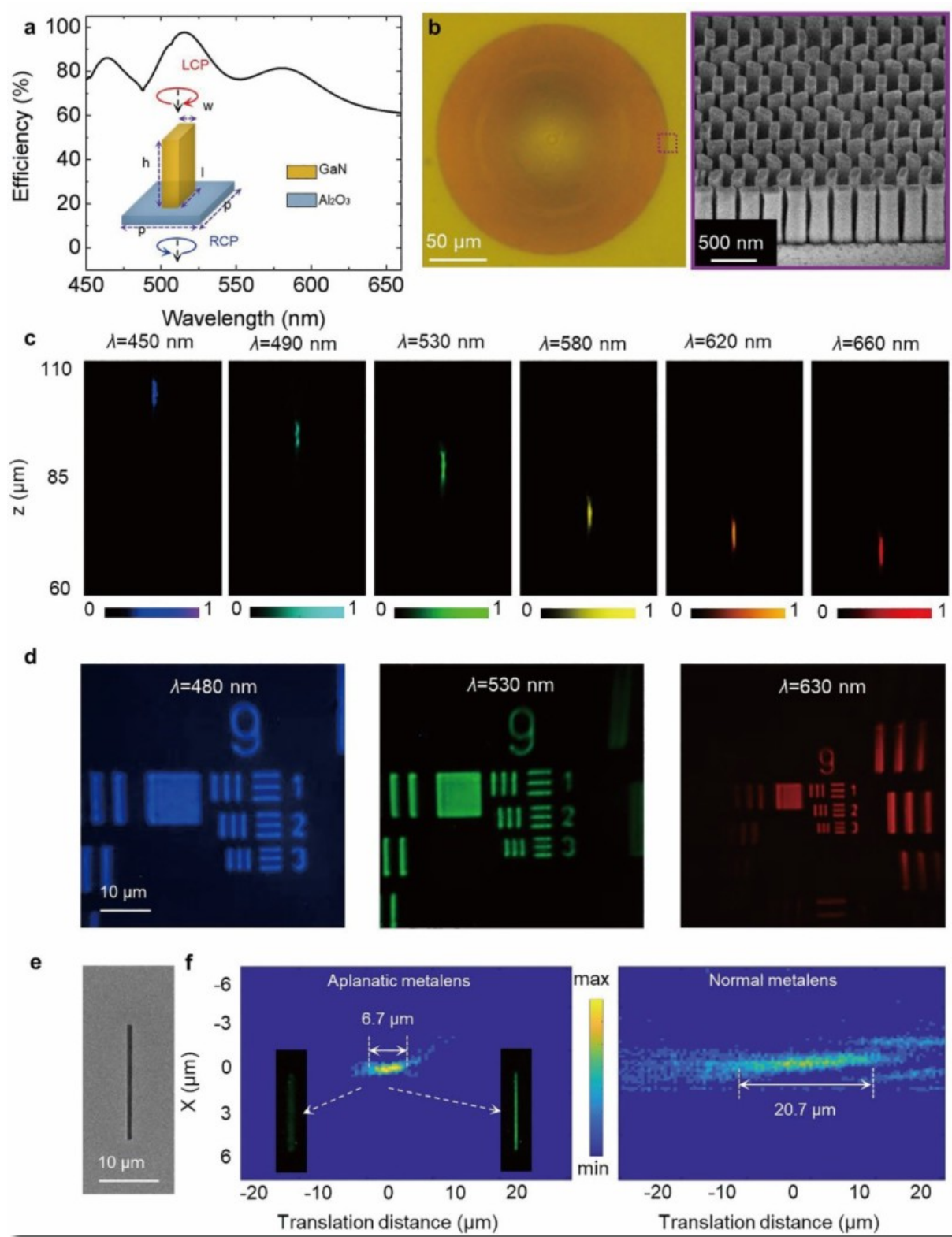
在这项工作中，研究团队展示了一种全新的无机械移动的显微层析成像技术，设计研制了消球差的Ga<sub>N</sub>超构透镜演示了生物细胞的高分辨光谱层析成像（图1）。工作首先针对大数值孔径的超构透镜消球差的相位分布设计，这极大提高了显微成像的横向和纵向分辨率，并表现出一定的工作带宽（图2）。接下来，研究团队利用几何相位原理设计并加工了在可见光450 nm-660 nm波段高效率的消球差氮化镓超构透镜，并对透镜的衍射色散，成像的横向分辨率和景深分辨率进行了详细的实验表征（图3）。可以看到在这些方面，消球差超构透镜相比一般超构透镜均表现出明显的优势。接着，通过对已知的多层物体的光谱层析进行了方法上的验证。在像距固定的情况下，利用超构透镜在不同波长具有的不同焦距，测量出空间不同景深的物体图像及其深度信息，证实了该消球差超构透镜的光谱变焦和立体层析的功能特性（图4）。在此基础上，研究人员进一步演示了针对蛙卵细胞的显微光谱层析成像，根据不同波长下的聚焦成像图，可以相应推算出细胞核和细胞膜的尺寸（图5）。工作最后将超构透镜与传统衍射透镜做了详细的对比研究，揭示了超构透镜独特的偏振调控能力可以显著提高层析成像的信噪比。该工作创新性得利用超构透镜独特的色散特性，演示了一种高分辨和高信噪比的显微层析成像技术，该技术不再受限于透镜的数值孔径和透镜的尺寸，在高集成和高稳定的成像系统方面展示了巨大的应用潜力。

该项研究得到了科技部国家重点研发计划、国家自然科学基金委、南京大学登峰人才计划等项目的支持。

论文链接: <https://www.nature.com/articles/s41377-019-0208-0>



2 消球差超构透镜的相位设计。(a) 相位分布；(b) 球差随数值孔径的变化；(c) 归一化球差的宽带表现；(d) 对点源成像的模拟结果对比。



3 消球差超构透镜的性能表征。(a) 氮化镓单元结构的模拟偏振转化效率；(b) 消球差超构透镜 (NA=0.78) 的光学显微和扫描电子显微图；(c) 色散表征；(d) 横向分辨率测量，可见光波段内至少达775 nm；(e) 纵向分辨率测试狭缝；(f) 纵向分辨率对比测量。



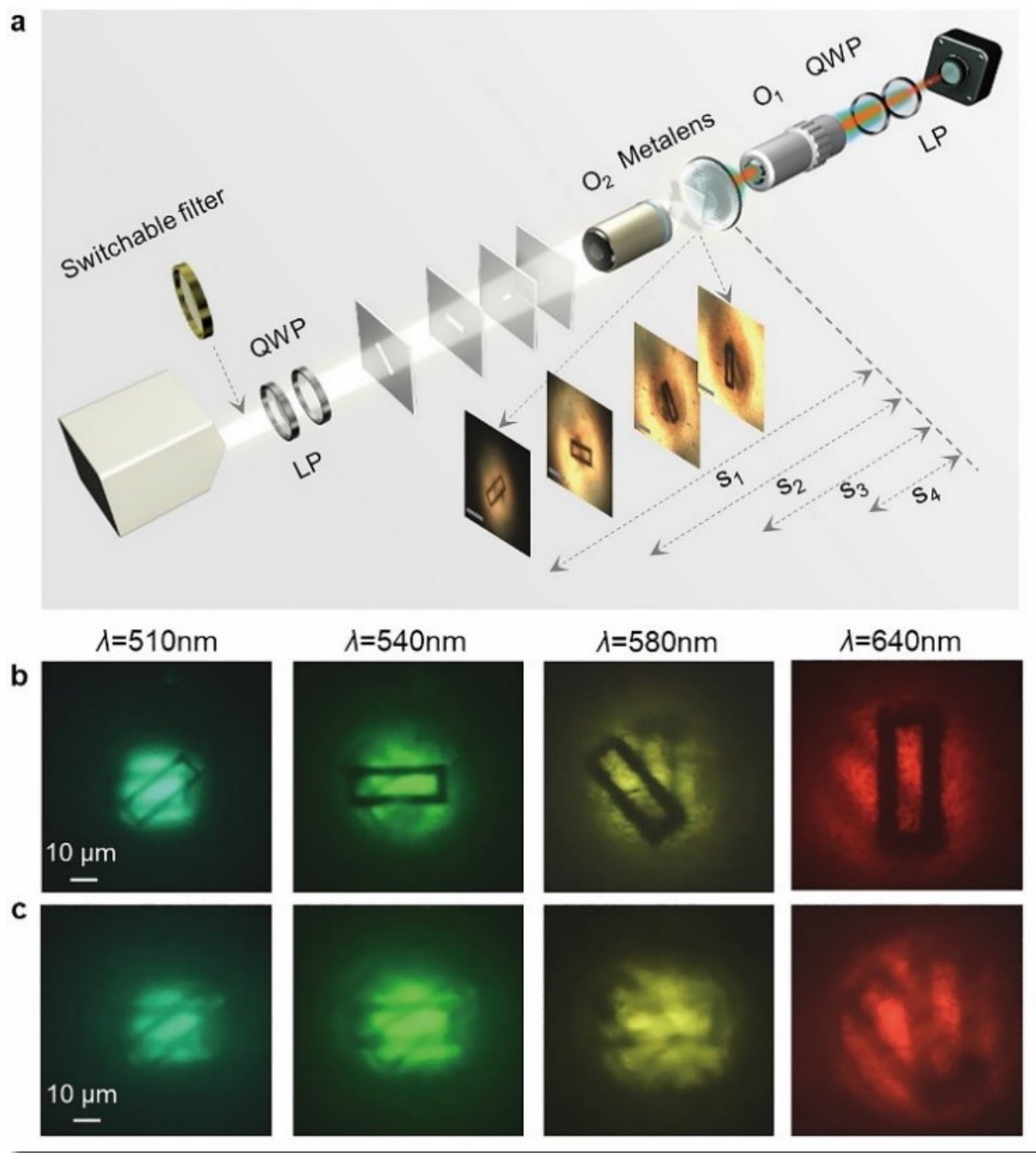


图4 多层物体的光谱层析。(a) 实验装置图；(b) 消球差超构透镜的层析成像图；(c) 一般超构透镜的层析成像图。

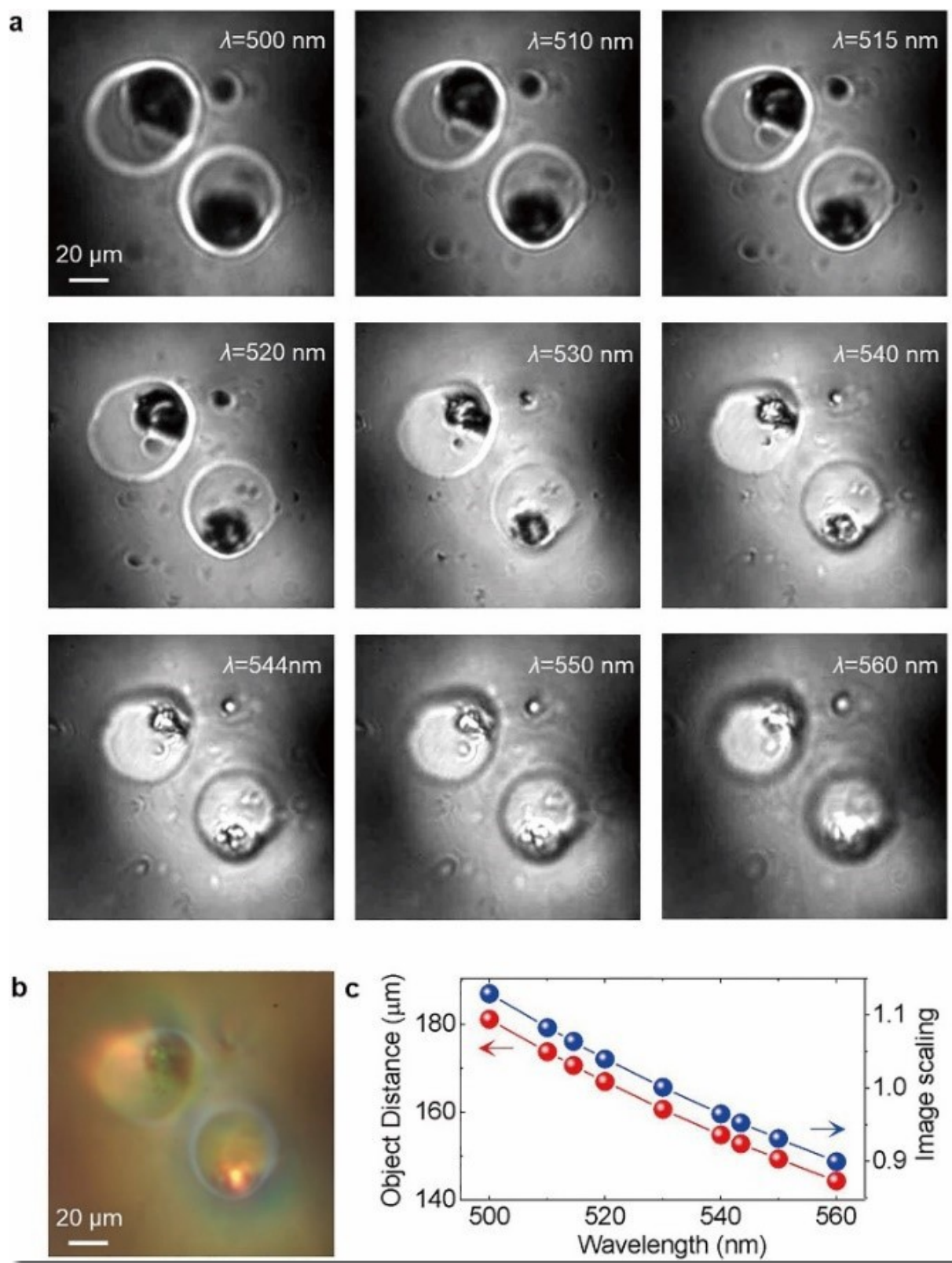


图5 蛙卵细胞的显微光谱层析成像。(a) 不同波长下的层析成像图；(b) 白光直接照明的成像图；(c) 不同波长下的成像位置与图像缩放比。

(现代工程与应用科学学院 科学技术处)



分享到

0