
透明物体无损光学测量

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/35108.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！

导读

透明材料在生活中广泛应用，在各个工业领域也至关重要，如电子工业、汽车工业和建筑设计都有透明材料的参与。特别是在光学领域，透明材料作为光学器件的主要材料，在各种光学应用场景都有重要作用。随着应用场景的扩大，透明物体的测量方法需求也日益增加。然而，由于透明物体具有复杂的折射和反射现象，对其进行检测测量一直是一个具有挑战的工作。透明材料一般采用接触式测量方法进行测量，但这种方法通常需要机械移动进行扫描，速度较慢，并且带来次生损害。因此，基于光学原理的无损测量技术被认为是更理想的选择。

鉴于此，复旦大学上海超精密光学制造工程技术研究中心研究员孔令豹及其团队对现有的基于光学原理的无损透明样品测量方法进行了回顾，文章首先阐明了测量透明物体的必要性并探讨了透明度的概念。其次从测量尺度从宏观、微观和通用尺度分析并讨论了各种透明物体无损光学测量技术。最后，本文对该领域的未来发展方向进行了展望。该综述为透明物体测量领域新手提供了参考，能够帮助研究人员将这些技术更好地融入跨学科研究中。

目前，该成果以Non-destructive optical measurement of transparent objects: a review为题发表在Light: Advanced Manufacturing。博士生全泓达为该论文第一作者，研究员孔令豹为论文的通讯作者。

透明物体复杂折反射现象

一般光线入射透明物体，可能会在透明物体上发生镜面反射、直接散射、折射透射或由于内部结构造成的多次折反射，复杂的折反射使得透明物体的测量成为难题，如何利用折反射光的性质是对透明物体进行无损光学测量的关键。

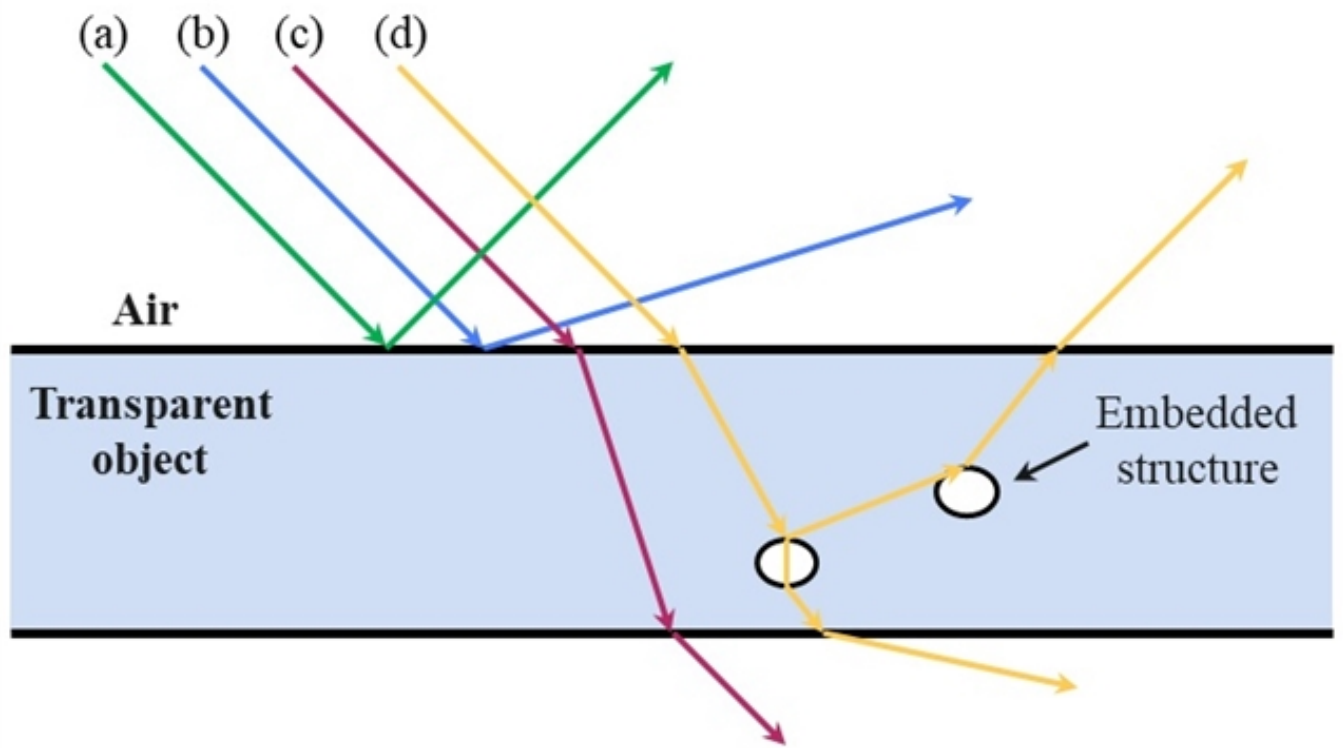


图1：透明物体复杂折反射示意图

透明物体无损光学测量

根据测量的尺度，本文从宏观、微观、通用尺度归纳总结了透明物体无损光学测量方法，讨论并分析了各种方法的优势与不足。在宏观尺度讨论了机器视觉、结构光、光热方法，在微观尺度讨论了干涉式、非干涉式以及色散（光谱式）方法，最后在通用尺度里讨论了低透过率波长方法和偏振式方法。

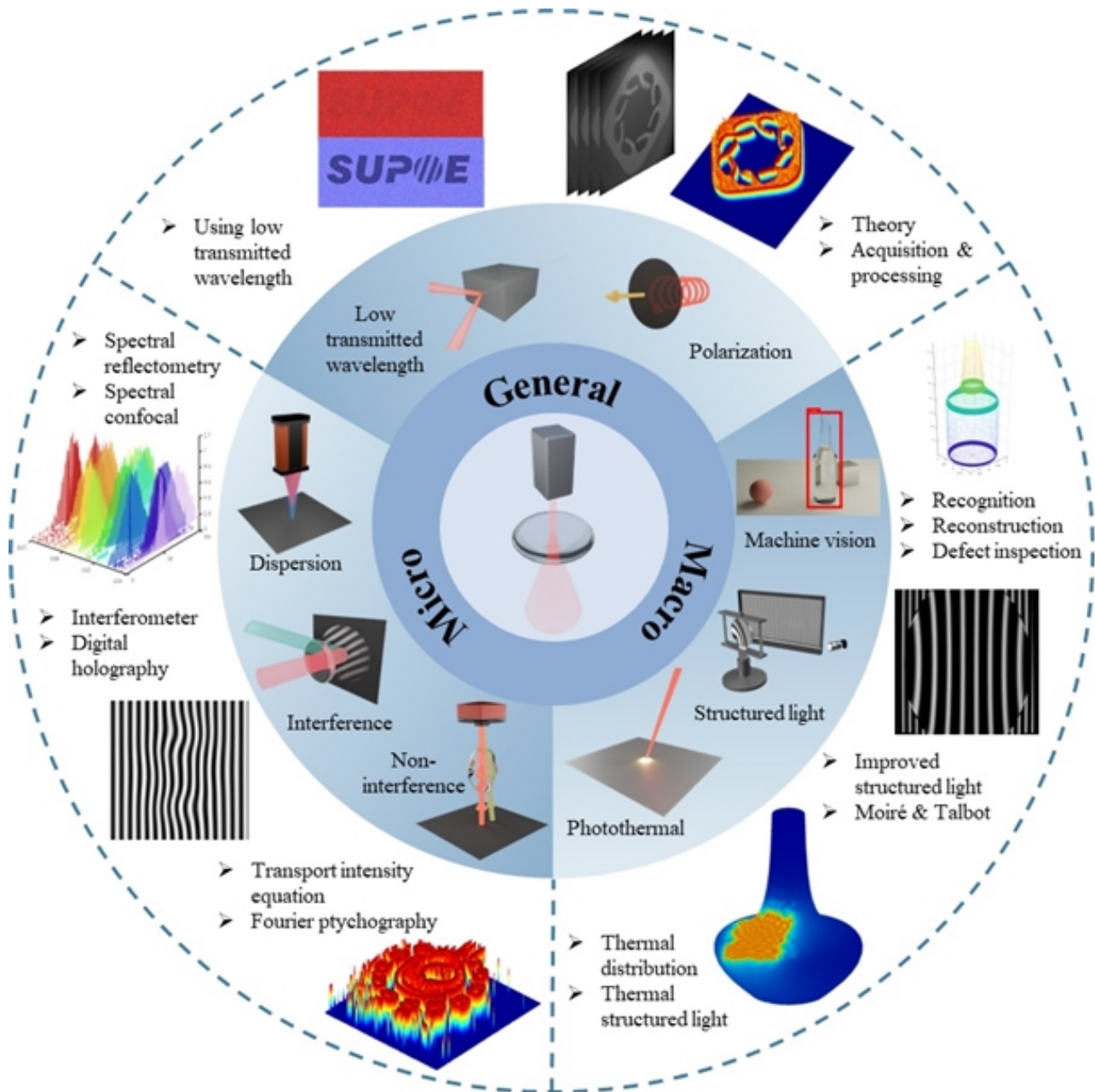


图2：透明物体无损光学检测方法

总结与展望

本文最后讨论了测量目标与测量尺度之间的关联，总结了各种方法在尺度、速度、测量环境要求、成本、测量目标灵活性等方面的优缺点。

表1：透明物体无损检测方法优缺点对比表

Method	Measurement scale	Speed	Environmental limitations	Cost	Measurement target flexibility
Machine vision	Macro	+++	+ / +++	+	+++
Structured light	Macro	++	+	+	+++
Photothermal	Macro	+	+++	+++	+
Interference methods	Micro	++	+++	+++	+ / +++
Non-interference methods	Micro	+	++	+ / +++	+ / +++
Spectroscopy and dispersion	Micro	+	++	+++	+
Low transmitted wavelength	General	Depends on situation	+	+++	+++
Polarisation	General	Depends on situation	+	+	+++

随着透明物体在各个领域的应用更加的广泛，其重要性不断提升，对其精确测量技术的需求也将持续增长。未来，透明物体无损光学测量方法将进一步发展。通过多种方法融合，发挥各种方法的优势，为测量带来新的可能；同时，定量相位测量是一个很有前途的透明物体检测方法，存在着巨大的发展潜力；此外，机器学习和深度学习的爆发式增长，也为透明物体无损检测带来新的发展可能。

测量与制造是相辅相成的过程，一方的进步会带动另一方的进步。因此，透明物体无损测量技术的发展将不断扩大其实际应用和工业应用，促进透明元件的使用，并加速光学及相关领域的发展。（来源：先进制造微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.37188/lam.2025.022>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：孔令豹等 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