
动态Z轴扫描实现高速自动对焦

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/25921.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！

动态Z轴扫描实现高速自动对焦。来自普林斯顿大学、香港城市大学和卡塞尔大学的研究人员开发出一种用于激光加工的高速焦点扫描方法，可显著缩短加工时间。他们的创新单透镜方法使用高速轴向扫描来检测表面并同时调整激光焦点，远远快于与辅助表面位置传感元件相结合的机械式重新对焦系统。

该成果以Single-lens dynamic z-scanning for simultaneous in-situ position detection and laser processing focus control为题发表在 Light: Science Applications ,

第一，二作者为香港城市大学系统工程系杜肖晗教授和卡塞尔大学材料工程学院Camilo Florian教授。通讯作者为普林斯顿大学机械与航空工程系Craig B. Arnold教授。该工作得到普林斯顿大学Eric and Wendy Schmidt Fund和欧盟玛丽居里学者计划的资助。

在激光制造过程中，将非平面或不断变化的表面对准激光焦点通常涉及重复而繁琐的检测流程和对焦步骤。这往往会导致定位错误和加工材料时间的延长。为了解决这些问题，激光处理中的自动对焦技术应运而生。然而，大多数自动对焦技术仍然需要Z轴电动平台的机械运动。这种在Z轴上的机械运动比在XY平面内运动的速度慢得多，从而减慢了表面检测和重新对准的过程。此外，它还需要反馈、控制和传感方法来确定光学焦点位置，大大降低了处理非平面样品时的速度和效率。

近日，普林斯顿大学、香港城市大学和卡塞尔大学的研究人员开发了一种在激光加工中可以更快操纵焦点的方法，可同时跟踪表面的特定位置并调整光学系统的焦点。他们利用一种可调声光变焦（TAG）透镜实现轴向可变焦的光学整形。这种透镜的工作频率为0.1-1 MHz，从而避免了Z方向机械运动的延迟。研究小组创新性地利用动态Z轴扫描技术，在没有任何机械轴向运动的情况下同时进行原位表面检测和焦点移动。理论上，表面检测、焦点检索和发射制造激光脉冲之间的时间不超过两个Z轴扫描周期（几微秒），远远快于任何与辅助表面位置传感元件相结合的机械式重新对焦系统。

这种轴向对焦的新方法的工作原理是将单个变焦镜头增加到双激光的光路设计中，其中双激光由探测光束和制造光束组成。探测光束沿Z轴连续扫描，其反射的时间响应与表面位置有关。在每个扫描周期中，待处理表面与探测光束焦点之间的两次对准分别对应于反射光信号检测到的两个峰。双峰之间的时间间隔与待处理表面位置之间可以建立一对一的对应关系。与此同时，通过在变焦镜头的某一匹配相位上触发制造激光，可使原位探测出的表面位置等于在此匹配相位上的同步触发的聚焦位置，从而实时并准确地将制造光束引导到所需的位置。与传统定焦加工的方式相比，这种方法减少了激光离焦的情况，大幅提升了处理非平面样品时的处理速度。

该技术在实时检测和自动对焦方面的也极具潜力。研究人员利用实验室自制的实时检测和对焦系统进行自动对焦，该系统可瞬时跟踪表面形貌，而无需在 Z 方向上进行任何机械运动。

图1. 实现同时原位检测和焦点控制的动态Z轴扫描的工作原理如图所示。动态光束整形是通过双光路设置（绿色为探测光束，红色为制造光束）中工作频率为 140-380kHz 的单个声光透镜实现的。系统扫描时，第一束激光用于跟踪表面的精确位置。第二束激光与声光透镜同步，以便在表面上获得所需的焦点位置。

图2. 实现激光打标中的实时自动聚焦的示例。样品为由三块硅片构成的两阶梯表面。上图显示的是实时原位探测出的表面位置。下图是两阶梯表面的三维显微镜图，中间的线条（红色箭头处）表示激光在不平表面的均匀打标。与传统的定聚焦加工方式相比，基于动态 Z 轴扫描的自动聚焦方法减少了激光的离焦，提高了加工非平面或变化表面时的速度和效率。

这种新颖的轴向对焦方案为非平面的材料加工提供了新的可能性。研究人员相信，这种从光学元件的机械运动到高速动态光束整形的转变，将在光学探测和三维激光制造领域衍生出更多激动人心的应用。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-023-01303-2>

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等事宜，请与我们接洽。

作者：Craig Arnold 来源：《光：科学与应用》

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