
激光多普勒效应：双点探测赋能实时旋转轴识别

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/25030.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！

激光多普勒效应：双点探测赋能实时旋转轴识别。 旋转运动广泛存在于自然界中，例如微生物螺旋运动，水流旋涡，气象涡旋以及天体公转等。基于激光旋转多普勒效应的旋转运动测量在天文观测、工业制造和旋转体识别等方面具有重要应用前景。目前，大量研究工作致力于实现光轴与旋转轴同轴或非同轴检测。其中，非同轴检测能够识别旋转轴，但存在如下局限性：测量耗时，能量利用率低和测量误差大，严重阻碍了旋转探测系统的进一步发展和应用。因此，实现旋转轴方位的实时、高效率和高精度探测迫在眉睫。

为了解决这些问题，哈尔滨工业大学物理学院赵远教授和张子静教授研究团队联合太原理工大学聂仲泉博士和皇家墨尔本理工(RMIT)大学贾宝华教授团队提出了双点非同轴旋转多普勒效应(Dual-point noncoaxial rotational Doppler effect, DNRDE)的概念，并将该技术应用于旋转目标转轴实时探测中。

在该系统中，研究人员基于相干叠加的轨道角动量光场(Orbital angular momentum, OAM)开发了一套直接探测转轴方位的方法，通过单次测量并比较双光点回波多普勒频移与阈值频率的大小，有效实现了旋转轴方位的实时高精度识别。该工作有望推动双点多普勒计量在国防安全，工业检测和天文观测等领域的应用。

目前，该成果以Dual-point noncoaxial rotational Doppler effect towards synthetic OAM light fields for real-time rotating axis detection为题发表在Light：Advanced Manufacturing。哈尔滨工业大学物理学院博士生张延相为该论文的第一作者，张子静教授为第一通讯作者，太原理工大学聂仲泉博士和RMIT大学贾宝华教授为共同通讯作者。

该团队提出了一种DNRDE的概念，并展示了一种通用的探测技术，仅用一次测量实现了旋转轴方位的精确探测。首先，研究者设计了一种新型的合成OAM光场，基于局部散射体模型，进一步揭示了该光场与旋转体非同轴相互作用时的双点多普勒频移机制。通过定量比较两个频移与频率阈值的大小，完成了实时确定转轴方位。此外，由于反方向的转轴更敏感频移大小，所以通过特殊的四对相邻双点可以实现精确转轴探测。本文还演示了利用光学模式滤波器直接映射旋转轴信息的一般探测系统。相比传统方案，本文提出的方法将测量速度提高了四倍，实现了实时、高精度的检测。

作为例证，图1展示了提出的DNRDE实时探测旋转轴方位的示意图。首先利用相位共轭OAM光场的相干叠加，构建了满足正交性和对称性的合成OAM光场。该合成OAM光场进一步入射到旋转物体的表面上，旋转物体的转轴O相对于光轴O错位，入射的合成OAM光场从旋转物体的粗糙表面散射，导致非同轴旋转多普勒频移。通过探测两个局部散射体处的多普勒频移，并将这两个

频移的大小与频率阈值进行比较，从而实现了实时确定旋转轴的方位信息。

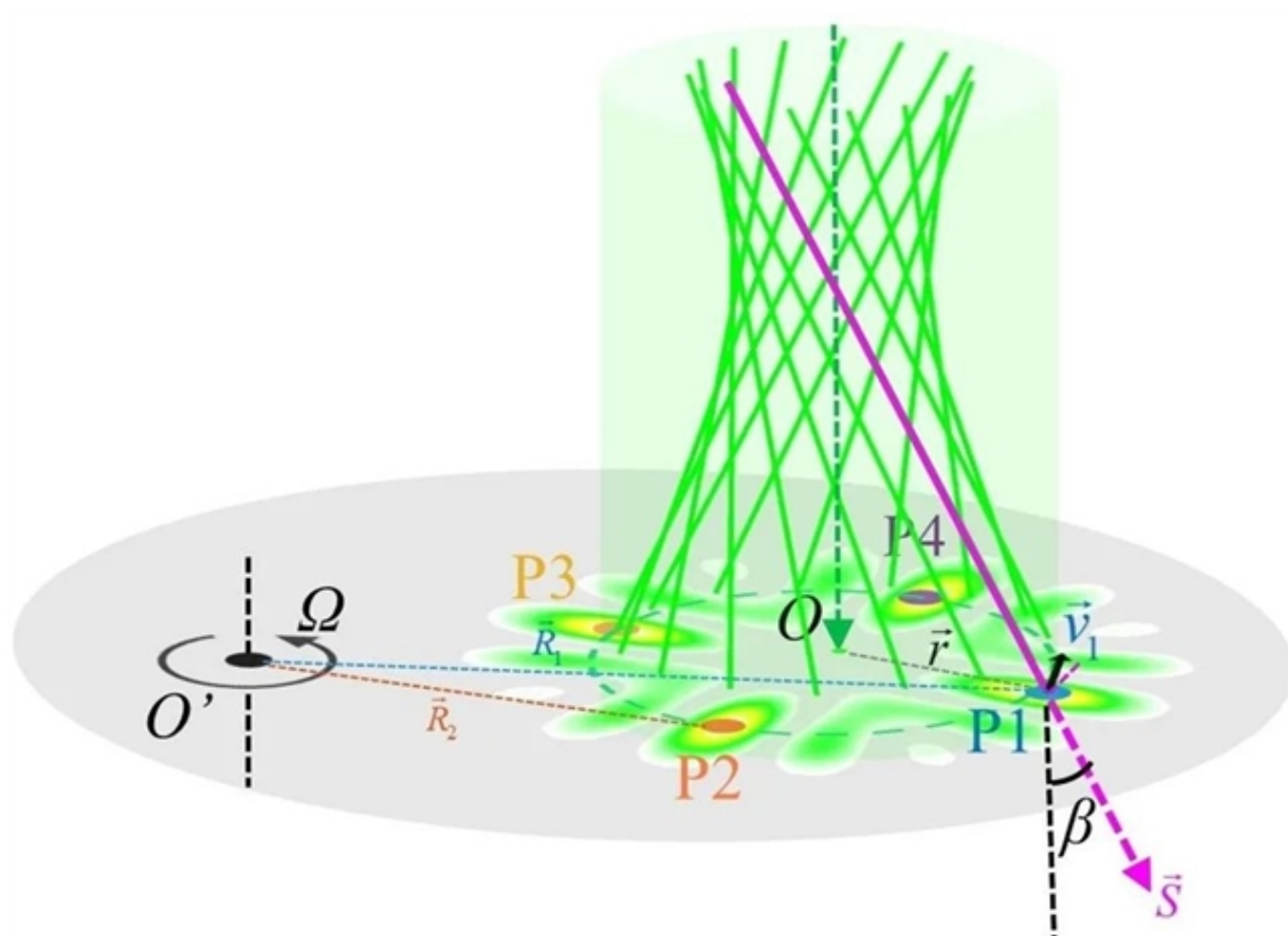


图1：基于合成OAM光场DNRDE的实时旋转轴探测示意图

本文所展示的原理不仅对进一步发展多点多普勒传感技术具有深远意义，而且为微观尺度下光子OAM如何与活体运动细胞相互作用提供了深刻洞见。这项工作代表了光学多普勒探测技术的重大进步，它将探测手段从单点扩展到双点探测，将为光学计量和工业应用开辟新的可能性。（来源：先进制造微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.37188/lam.2023.027>

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：张子静等 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](http://iikx.com)转发