
200年前“存争议”的光斑，撬动未来光存储技术

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40529.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！

200年前“存争议”的光斑，撬动未来光存储技术。光学斯格明子是光属性中微小的漩涡状结构——类似于刺猬的刺。斯格明子目前是科学界的热门课题，因为它们具有存储信息的潜力，可为未来的数据存储、通信和计算系统开辟道路。

电子科技大学教授杨元杰领衔的团队与新加坡南洋理工大学助教申艺杰等合作，利用一种叫作泊松亮斑的经典光学现象，创造了稳态的光学斯格明子，提供了一种更简单的方式来生成、研究和调整光学斯格明子。相关研究6月18日发表于美国光学学会下属《光学》期刊。

我们现在可以利用光绕过物体时发生的简单效应来生成光学斯格明子，而无需依赖昂贵、复杂的人造超材料或高度专业化的技术了。该文章共同通讯作者申艺杰说。

来自历史实验的灵感

传统闪存数据保存时间有限，易被电磁脉冲破坏。斯格明子被认为是未来存储器的新赛道。

斯格明子作为一种复杂的旋涡状自旋结构，具有较高的稳定性，可以在纳米尺度上进行电子控制，被认为是一种高速度、高密度、低能耗的信息载体，能以超紧凑介质方式存储数据，大大加快计算机运行速度，并使硬盘体积大大缩小。

论文共同通讯作者杨元杰介绍，光学斯格明子因其独特的拓扑保护特性，在高密度光存储、抗干扰光通信、精密光学测量等前沿研究领域拥有广阔应用前景。简单高效的方式实现光学斯格明子的产生与调控，是实际应用的前提。然而，当前主流的光学斯格明子产生方案通常依赖高精度复杂纳米结构介质，仅支持纳米结构所匹配的单一波长及自由度，难以用于不同波长多自由度光学斯格明子的灵活制备。

如何解决这一问题？研究团队另辟蹊径，从历史实验中得到了灵感。泊松亮斑是我们这项研究的一个亮点。申艺杰说，当使用激光作为相干光源照射圆形物体时，该亮斑会出现在物体投射阴影的中心。

这一现象在19世纪初是一场辩论的核心。其争论焦点是：光是否仅以直线粒子形式传播，还是能够像波一样弯曲和扩散。如果光以波的形式传播，那么在圆盘阴影的中间应该出现一个亮点——而那里通常预期是黑暗的。

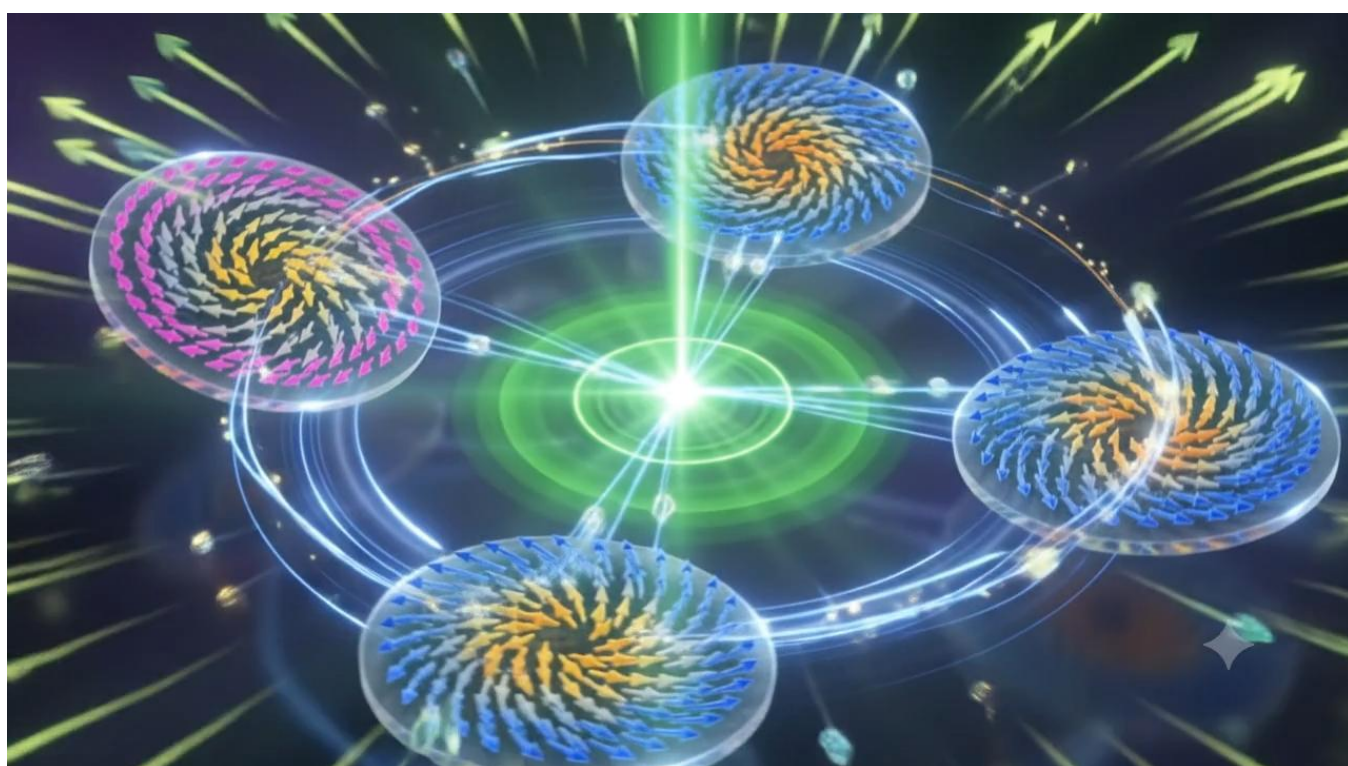
泊松亮斑是一项具有里程碑意义的实验，它展示了光的衍射及其波动行为。光的衍射即光绕过物

体或通过小孔时发生的弯曲和扩散现象。研究团队将经典泊松亮斑与结构光结合，发现仅采用简单的泊亮斑体系，即可收获意料之外的效果。

四合一行为

研究团队在实验中发现，泊松亮斑系统能同时生成多达四种自由度的光学斯格明子——稳定构建斯托克斯斯格明子、自旋斯格明子、电场斯格明子和磁场斯格明子。自旋描述光的旋转类特性，而斯托克斯参数则描述光的偏振态，即光波在传播过程中振动的方向。

这种四合一行为可以让研究人员研究不同光学斯格明子在同一个光场中如何形成、变化和相互作用。在模拟中，研究人员发现，其结构表现为箭头的漩涡状排列，展示了光的不同属性如何在泊松亮斑上改变方向。



一个泊松亮斑能够同时产生多达四种类型的斯格明子。申艺杰供图

光具有许多科学家可以塑造的属性，包括强度、相位、偏振、自旋，以及电场和磁场矢量。这些属性提供了在光中形成拓扑结构的不同方式，这些结构即使在拉伸或扭曲时也保持不变。通过改变塑造光场的条件，研究者可以获得对斯格明子尺寸、形态和行为的更大控制力。

在我们创造的光斑中，几种类型的光矢量可以同时形成拓扑结构。光的这些不同组成部分紧密相连，但它们不一定形成相同的拓扑图案。申艺杰说，能够在一个系统中产生并比较几个斯格明子，有助于研究人员揭示光的电学、磁学及其他物理属性之间的新联系。

杨元杰表示，对比传统的光斯格明子产生方法，基于圆盘衍射的光学系统仅需较少的简单光学元件，显著降低硬件成本的同时，具有更高的调控自由度，为多自由度光学斯格明子的产生与协同调控提供了极简平台。电子科技大学已毕业博士生姚骏和南洋理工大学博士后谢希为研究共同第

一作者。

应用前景

我们的研究说明，具有两百年历史的经典泊松亮斑在前沿方向仍具有巨大的应用潜力。杨元杰说，由于圆盘衍射具有结构简单、便于集成、适用波长范围广等优势，相较于单一自由度光学斯格明子，多自由度体系在诸多前沿研究领域具有更加突出的实用价值，如多维度材料表征、信息交叉验证等。

据介绍，斯格明子最早在粒子物理和核物理中被提出，后来在凝聚态物理和磁性材料中得到研究，最近又在光子学中作为光场中稳定的类粒子图案而出现。

此前的研究曾使用超材料来生成光学斯格明子，超材料是人工设计的微米级结构，能以普通材料无法实现的方式控制光。

我们的研究有助于让更多研究人员接触光学斯格明子。通过降低技术门槛，为科学家探索它们在未来光学、材料、信息处理和计算研究中的应用开辟了新的可能性。申艺杰说。（来源：中国科学报 冯丽妃）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1364/OPTICA.591840>

作者：杨元杰等 来源：《光学》

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://www.iikx.com)转发