

螺旋脉冲首现光与微波频段 验证经典理论

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/37178.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！

螺旋脉冲首现光与微波频段 验证经典理论。近日，电子科技大学物理学院教授王秉中课题组在无线电研究领域取得重要进展。通过理论和实验研究，他们在光和微波频段同时产生了一种单周期手性脉冲——螺旋脉冲。该研究成果于12月8日发表于《自然-通讯》。

过去我们熟悉的涡旋波、OAM光束等都有螺旋相位，但它们仍然只是波前空间扭曲的波束。而螺旋脉冲更为特殊——它们是在时间和空间维度共同扭成的单周期脉冲。螺旋脉冲具有四大特征，首先是时空不可分离，即不同空间点对应不同频率，是一种时空纠缠波包。其次，理想螺旋脉冲只有一个时间周期，且为螺旋拓扑结构，即场分布随时间推进沿空间方向形成三维螺旋。螺旋脉冲还具有纵向场成分，突破传统横电磁波限制。

理论上，麦克斯韦方程组的空时不可分离解早就被提出，2004年科学家给出具有螺旋性质的解，但由于实验难度极高，尤其是需要产生极宽带、完美时空耦合的结构，因此螺旋脉冲从未被真正生成。

在该工作中，研究者采用两种完全不同的物理机制，分别在光学与微波领域都成功产生了螺旋脉冲。在光频段，该工作通过偏振分解将之前发现的环形脉冲中的螺旋结构抽取出来。环形脉冲本身就是一个时空不可分离的拓扑波包。利用其内部的左/右旋成分，经过圆偏振片+线偏振片的两步转换，就能拆出一个准线偏振的光学螺旋脉冲。

在微波频段，该工作提出了另一种完全不同的生成机制：利用超宽带单馈双臂螺旋天线直接辐射出螺旋脉冲。这相当于让天线本身成为一个拓扑波包发生器。基于微波方案，该团队生成了真正意义上的单周期螺旋脉冲，其场分布展现出双瓣横向极化螺旋+四瓣纵向极化螺旋的三维结构，在传播中时空不可分离性不断增强，实验、仿真与理论高度一致。

本研究提出的螺旋脉冲产生方法在现代无线系统中具有巨大的应用潜力。它让20年前的经典电磁理论首次被实验验证，螺旋脉冲曾被认为是存在于方程，但难以存在于现实的波。如今首次在两个频段产生，实验证明其真实可控。

同时，该研究打开了超高速通信的全新维度：螺旋脉冲同时携带拓扑+时空调制信息，有望突破传统通信的容量极限。特别是空间-频率——对应的特性，可以用于超高密度信息复用、抗干扰通信、非衍射式高速链路等。

不仅如此，该研究有望助力拓扑电磁场、超快物理、精密操控等前沿方向发展。该研究也提供了电磁时空结构的新平台：螺旋脉冲是测试时空不可分离行为的典型波包，将成为电磁场调控的新

基础单元。（来源：中国科学报 杨晨）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-025-65916-4>

作者：王秉中等 来源：《自然—通讯》

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