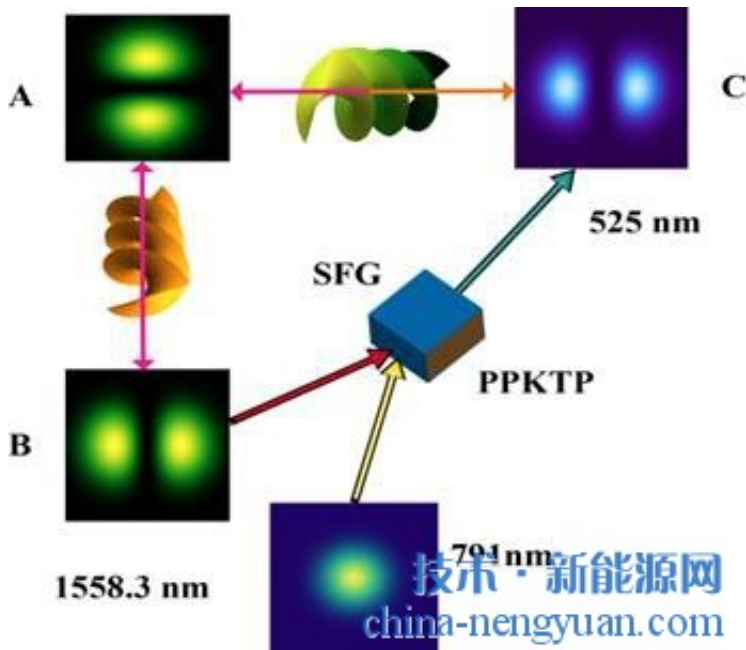


中国科大实现轨道角动量光子的量子频率转换



中国科学院院士、中国科学技术大学教授郭光灿领导的中科院量子信息重点实验室在轨道角动量（OAM）光子的量子频率转换研究领域取得系列进展：该实验室教授史保森领导的小组在国际上首次实现了OAM单光子、OAM纠缠光子以及OAM与偏振组成的混合纠缠光子的频率上转换，证明了在频率变换过程中单光子的量子相干性和光子对的纠缠特性保持不变。主要研究成果分别发表在《光：科学与应用》[Light: Sci. & Appl. 5, e16019 (2016)]和8月29日的《物理评论快报》[Phys. Rev. Lett. 117, 103601(2016)]上。论文的第一作者为博士后周志远。

携带OAM的光束在精密测量、微小粒子的囚禁与操控以及基础物理研究等领域具有重要应用，同时基于OAM编码的光信息处理由于其信道容量大的优点已成为光通信领域的研究热点。基于OAM编码构建高维量子网络是目前量子信息领域的一个重要研究方向，并在近几年取得了许多突破性进展，如史保森小组在国际上首先实现了OAM单光子[Nat. Commun. 4, 2527(2013)]以及OAM纠缠[Phys. Rev. Lett. 114, 050502 (2015)]的量子存储。在量子通信中，作为信息载体的光子需要在低损耗的通信窗口传输，而作为信息存储和处理单元的物理体系其工作波长一般不在通信窗口，因此需要在两者之间建立量子接口以满足量子信息既可被存储又能长距离传输的基本要求，基于非线性过程的光子频率转换就是建立量子接口的一种行之有效的办法。能够实现该功能的转换器可称为量子频率变换器，其基本要求是除了能够按照需要变换光子的频率之外，更重要的是不能破坏原有量子态的量子关联与相干特性。尽管人们已经实现了高斯单光子以及纠缠光子的频率转换，然而迄今为止能否实现和如何实现OAM光子以及OAM纠缠光子的频率转换仍然是一个“open question”。

中科院量子信息重点实验室教授史保森和博士后周志远等从2012年就开始了携带OAM光束的非线性频率转换研究，取得了一系列进展[OL 37, 3270 (2012)；PRA 85, 053815 (2012)；OE 22, 20298(2014)；OE 22, 23673(2014)；J. Opt. Soc. Am. B 32, 407 (2015)]，并在此基础上取得重要突破：他们利用周期性非线性晶体作为变频介质，采用外腔共振技术提高转换效率，首次成功实现了OAM单光子从红外到可见波段之间的频率上转换，并证明了在频率转换过程中光子的非经典关联和量子相干性保持不变，迈出了基于频率转换器实现量子接口的关键一步[Light: Science & Applications 5, e16019(2016)]。最近，他们又将这项技术提升到一个全新的高度：在国际上首次实现了OAM纠缠光子以及OAM与偏振组成的混合纠缠光子从红外到可见波段的频率转换，并且验证了光子的纠缠特性在转换过程中保持不变[Phys. Rev. Lett. 117, 103601(2016)]。这一系列工作对实现在不同波长的OAM量子网络的对接和量子信息交互具有重要意义。

这一系列工作也开辟了量子光学与非线性光学研究的新篇章，为研究高维OAM量子态的相干波长转换、极弱光强下复杂空间光场的上转换探测以及短波长OAM光束的制备具有重要价值。此外，由于红外图像信号在遥感、夜视、天文观测等领域具有非常重要的作用，因而红外图像的高精度探测尤为重要，但常用的红外探测存在设备精度低、分辨率不高、探测效率低且设备昂贵等一系列问题。将图像信号通过频率上转换至可见波段，利用高精度、高灵敏度且价格低廉的可见波段探测设备进行探测是解决以上问题的一条有效途径。史保森小组所取得的系列成果对构建红外信号上转换探测器，解决红外图像信号、特别是微弱信号的检测具有重要价值。

这项工作得到国家基金委、中科院、科技部和量子信息与量子科技前沿协同创新中心的资助。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/98282.html>