

完美单光子源“助力”量子精密测量

中国科学技术大学潘建伟、陆朝阳等与美国普林斯顿大学、德国维尔茨堡大学的科学家合作，在同时具备高纯度、高不可分辨、高效率的单光子源器件上观察到强度压缩，为基于单光子源的量子精密测量奠定了基础。论文以“编辑推荐”形式近日发表于《物理评论快报》。美国物理学会 Physics 网站以“面向完美的单光子源”为题专门对该工作做了亮点报道。

量子信息科学的发展，为精密测量技术提供了新的物理资源。单光子源是光子量子信息技术中的关键器件，不仅可以应用于量子通信、量子计算，也是量子精密测量的重要资源。量子精密测量中的一个重要方向，是减少由于探测有限粒子而引起的统计涨落——散粒噪声。

压缩态是压制散粒噪声的另一量子资源。量子技术的发展使得实验物理学家可以在海森堡不确定性原理的限制下，调节一对共轭量（如位置和动量、时间和能量等）的相对大小，把所需测量的物理量不确定性压低。其中，有一类压缩态被称为强度压缩，可以把光子数抖动降低到散粒噪声以下。在实际应用中，从 2011 年引力波探测器 LIGO 开始使用注入压缩真空态来提供探测灵敏度，提高了 50% 的可探测事件数量。

1979 年，国外学者从理论上预言，单个二能级系统的共振荧光中可观察到强度压缩。随后的理论分析指出，直接探测多光子源的强度压缩需要很高的荧光系统效率。但由于共振荧光的产生、提取和收集等过程中带来的光子数损失，直接观测强度压缩一直以来是个巨大的挑战。

中科大研究组长期致力于发展高品质的单光子源，首创了脉冲共振荧光方法，利用微腔耦合提高单光子提取效率。2019 年，通过双色激发和极化腔方案成功解决单光子由于极化损耗而至少损失 50% 的科学难题。在此基础上，研究小组发展了高品质单光子源，通过对共振荧光的直接测量，证明了 0.59dB 的强度压缩，在第一物镜处的压缩量达到 3.29dB。

这是自从 2000 年实现量子点单光子源后，科学家通过 20 年的努力首次在该体系直接观测到强度压缩，为基于单光子源的无条件超越经典极限的精密测量奠定了科学基础，也为在极低光功率下定义发光强度坎德拉这一基本国际单位提供了一条新的途径。（来源：中国科学报 <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2020/10/447115.shtml>）

自动化所通过结构化神经信息解码技术重建自然及人脸图像

近日，中国科学院自动化研究所类脑智能研究中心神经计算与脑机交互团队的研究人员提出一种结构化神经解码模型，实现根据脑活动模式，进行自然图像、人脸等复杂视觉刺激的高质量重建。相关研究成果发表在 IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems 上。

长期以来，哲学家和科学家试图揣测、观察、理解和破译大脑的运作方式，以使人们能够感知和探索自然世界。其中，作为人类感知世界重要的信息通道，人脑视觉系统的加工机制获得研究人员的关注。较多研究尝试利用神经信息编解码方法，即通过构建外部刺激与神经活动间的定量关系，揭示大脑视觉信息加工的机制。前期，研究人员提出一种基于贝叶斯深度学习的视觉神经信息解码方法（TNNLS 2018），并且能够根据记录到的脑活动信号，重建被试感知到的简单视觉刺激内容（如手写数字、字母等图案）。然而，复杂的自然视觉刺激重建是难题。针对该问题，研究人员提出结构化神经信息解码方法。该方法通过多任务特征解码的方式，揭示出多个典型计算机视觉模型（如 VGG、ResNet）与人脑腹侧视觉通路在层次化特征表达方面的联系。通过利用这种层次化特征与人脑视觉皮层信号表达间的关系，新方法能够根据采集到的少量人脑 fMRI 数据，重建出被试感知到的复杂自然图像和人脸刺激内容。该研究为理解大脑解码过程提供新视角，促进非侵入式脑-机接口技术的进步。神经信息编解码是脑机接口领域的核心研究问题，也是探索人脑复杂功能背后的原理从而促进类脑智能发展的有效途径。

杜长德博士为论文第一作者，何晖光研究员为论文通讯作者。为促进该领域的持续发展，研究人员已将项目代码及新采集的脑活动数据集开源。研究工作得到国家基金委重点项目、中科院战略性先导科技专项等的支持。（来源：中国科学院科技产业网 <http://www.castt.ac.cn/news/detail/21632.html>）