
研究发展出百通道超导单光子探测系统

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/42556.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！

研究发展出百通道超导单光子探测系统

。超导纳米线单光子探测器具有探测效率高、暗计数低、响应速度快、时间分辨率高等优势，是量子通信与量子光学等领域的核心器件。然而，当系统探测通道扩展到数十乃至数百时，大量同轴电缆会向低温端引入热负载，进而增加系统体积、制冷功耗与读出复杂度。如何在保持单通道探测性能的同时实现大规模并行集成，成为亟待解决的技术难题。

近日，中国科学院上海微系统与信息技术研究所在大规模超导纳米线单光子探测技术方面取得进展。研究团队研制出可扩展的百通道超导纳米线单光子探测系统，该系统依托紧凑型低冷量制冷机，实现了100路高性能探测通道的独立偏置、独立读出与长期稳定运行。

研究围绕探测器芯片、低温封装、信号互连、偏置读出、系统集成等环节开展协同设计。团队设计了高密度多芯微带传输线，显著降低室温端向2K冷端传导的热量，其低温热负载约为对应传统同轴电缆方案的二十分之一。在典型毫瓦级的2K制冷功率条件下，该互连方案可支持100路以上探测通道，突破了传统低温同轴电缆方案仅能支持约32路通道的瓶颈。在探测器方面，团队采用NbN/SiO₂/NbN双层纳米线结构，结合Si/SiO₂

分布式布拉格反射镜构建高吸收光学腔，并采用小型化自对准器件封装技术，兼顾器件稳定性与小型化。测试结果表明，100路通道的系统探测效率均超过80%，分布范围为80.1%至98.3%；暗计数率通常约为100cps且全部低于300cps。系统还在连续7天、每天24小时的运行测试中，低温平台温度始终稳定保持在2.1K以下。

为验证百通道平台在实际量子信息系统中的应用能力，团队进一步搭建了五用户全连接量子纠缠分发网络。实验采用波分复用技术产生并分配多组能量—时间纠缠光子对，五个用户之间形成十条两两连接的量子链路。各用户利用超导纳米线单光子探测器通道接收纠缠光子，并通过非平衡马赫—曾德尔干涉仪完成Franson双光子干涉测量。结果显示，全部十组用户链路的原始干涉可见度均超90%，验证了该平台在多用户量子网络中的高效率、低串扰及并行探测能力。同时，各探测通道具有独立偏置和独立读出能力，系统还可根据不同用户、波长及光子通量分别调节工作状态，为更大规模的波分复用和多用户量子网络提供技术基础。

该研究将

超导纳米线单光子

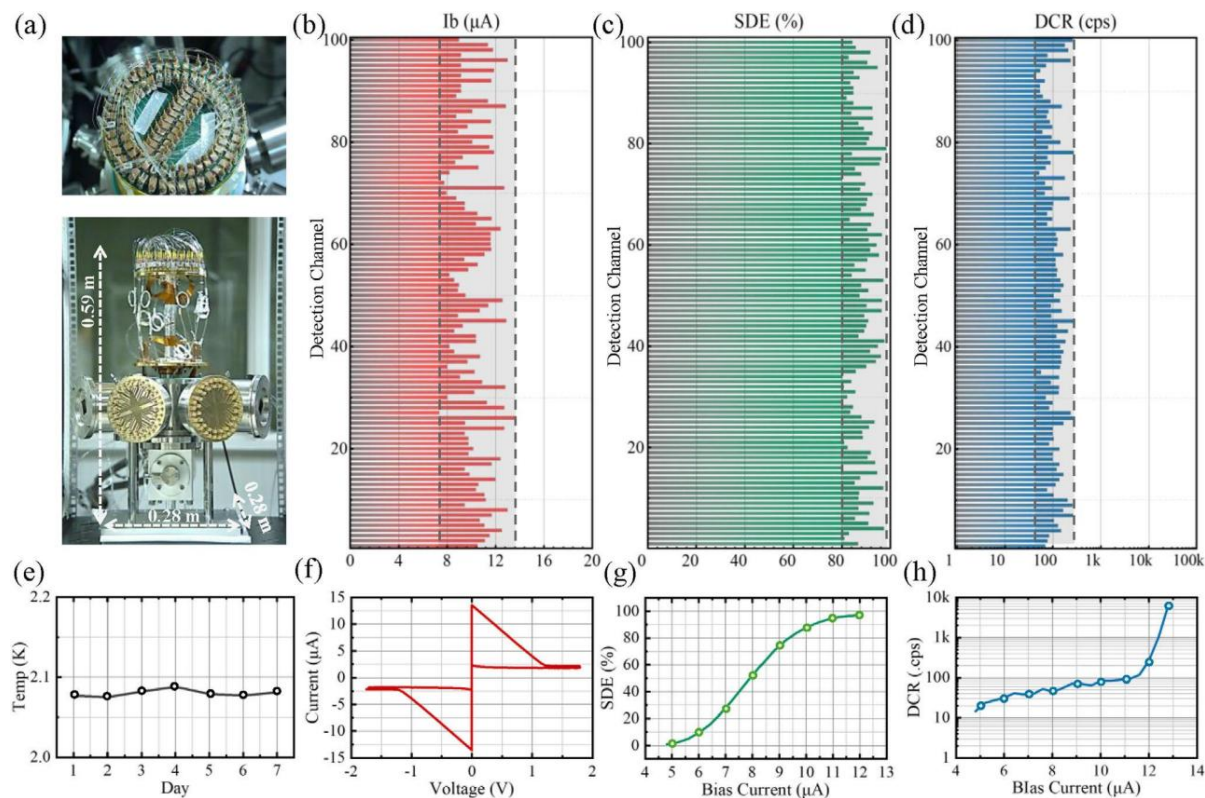
探测器的发展从单器件性能优化推进

到系统级规模化集成，

为大规模量子通信网络、光量子计算、深空光通信及高通量单光子成像提供了新的技术平台。

相关研究成果发表在《激光与光子学评论》(*Laser Photonics Reviews*) 上。研究工作得到国家自然科学基金委员会、科学技术部、上海市的支持。

[论文链接](#)



百通道探测平台性能：100个探测器的临界电流、系统探测效率与暗计数统计，以及 $7 \times 24\text{h}$ 温度监测与典型偏置特性曲线

研究团队单位：上海微系统与信息技术研究所

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](#)转发