

松山湖材料实验室(半导体异质材料与器件中心)关于采购 (超导纳米线单光子探测系统)的需求论证和市场调研报告

需求论证

1.1 购买该仪器或服务的原因

半导体异质材料与器件中心团队目前正在从事量子超构表面和量子集成光子学研究，主要聚焦量子光学系统中的关键功能器件即量子光源的微型化研究。在此研究中，单光子探测器系统是器件测试过程中必不可少的设备，主要用于表征测试量子光源器件的效率、纯度、偏振、波长等重要参数，这些测试结果也可以为进一步提高量子光源的性能提供方向和指导。单光子探测器目前主要有雪崩光电二极管和超导纳米线两种，其中超导纳米线单光子探测器拥有更高的探测效率、更低的暗计数和更宽的响应带宽等优势，考虑到本项目研究中量子光源的宽宽带和较低的速率，因而超导纳米线是更适合本项目的单光子探测器。

1.2 主要技术指标和质量要求

对超导纳米线单光子探测系统的具体技术指标和质量要求如下：

- 探测波长范围：1310-1550 nm
- 全波段的探测效率：>70%
- 在 1550nm 的探测效率：>80%
- 暗计数 \leq 100 Hz
- 时间抖动 \leq 40 ps
- 通道数：2 个
- 可升级通道数>4 个

市场调研

2.1 相关行业分析

超导纳米线单光子探测系统由超导纳米线单光子探测器（SNSPD）、低温系统和时间相关

计数器三部分组成。超导纳米线单光子探测器主要由薄膜纳米线构成，在超导温度下纳米线里面形成超导库珀对，吸收特定光子后破坏库珀对，测量破坏后产生的有电阻的热点，最终完成对单光子的探测。常见的纳米线单光子探测器由 NbN 薄膜组成，需要液氮制冷技术才能达到该材料超导温度 15K，完成超导相转变。同时，采用时间相关计数器，保障单光子与电信号的同步监测。

近年来，随着我国光量子信息技术的快速发展，九章光量子计算机原型机、光纤量子密钥分发等光量子领域达到国际领先水平，对单光子探测系统的需求逐步提高。目前国内外有多个厂商能提供技术成熟的超导纳米线单光子探测系统，各个厂商的产品各有优势。在低温系统上，国内厂商可以做到 300mK，并且在低温系统维护上具有天然的地理优势。但是国产超导纳米线单光子探测系统的系统探测效率（SDE），尤其是宽谱探测器的效率，仍然和国外产品有一定的差距。

2.2 产业发展状况

2.2.1 Single Quantum（荷兰）：

Single Quantum 于 2012 年 1 月在荷兰代尔夫特成立，是代尔夫特大学卡夫利纳米科学研究所的子公司，由科学家和工程师组成的团队，致力于将科研技术商业化。Single Quantum 在中国深圳设有公司，直接销售超导纳米线单光子探测器（SNSPD）等产品。该公司生产的 SNSPD 具有探测效率高、探测波段宽、暗计数低和时间抖动小等特点，另外支持长时间运行的稳定性，配备专用电子学控制系统提供稳定的微安级别的偏置电流及脉冲输出，相关软件集成在电子驱动器中，无须额外安装软件，Web 浏览器可直接操作控制软件采集数据。在维护方面，Single Quantum 可在 1 小时内快速响应，提供本地化技术支持。

2.2.2 Scontel（俄罗斯）：

Scontel 公司(Superconducting Nanotechnology)成立于 2004 年，总部位于俄罗斯首都莫斯科，以生产超快、超灵敏的 SNSPD 而闻名，国内市场由上海昊量光电设备有限公司直接代理。上海昊量光电设备有限公司是目前国内光电产品专业代理商，也是近年来发展迅速的光电产品代理企业。SNSPD 是昊量光电代理的其中一款产品，具有以下特点：可探测 0.6-2.3um 全波段，可根据用户需求定制不同的探测性能，如低抖动检测、高效检测、宽带宽检测、超高效检测和低噪声检测等模式。

2.2.3 赋同量子科技（浙江）有限公司：

赋同量子科技于 2017 年成立，2019 年获得国家高新技术企业称号，作为中国信息协会量子信息分会首批理事成员单位，相关 SNSPD 产品在国内占有较大的市场份额。该公司拥有独特的制冷技术，可把系统长时间维持在 850mK。在探测上具有单模和双模的耦合技术，允许探测器接收多模光源。此外，开发的多像素 SNSPD 阵列，能够同时探测 4-16 个像素的光源，光子数分辨能力提高到 16 PNR，最大计数率>GHz。维护方面，24 小时响应，可在国内完成所有维修工作，保证 1 周内恢复正常使用。

2.3 主要供应商

我们调研了三个厂商的产品方案，产品的性能和价格对比如下表所示。经对比后，拟采购 Single Quantum 的超导纳米线单光子探测系统。Single Quantum 产品在宽波段 1310-1550nm 和通信波长 1550nm 的探测效率均满足团队使用要求，暗计数、可支持通道数等参数符合技术指标。其产品在时间抖动上有一定优势，提供便捷操作的软件和长时间稳定运行的系统，都有助于实验中所需要的长时间数据采集。在维护上，1 小时内快速响应和本地化技术支持（公司地点在深圳）让该厂商具备更好的售后服务能力。

厂商	Single Quantum	Scontel	赋同
1550nm 效率	>80%	≥80%	75%
波长范围	1310-1550nm	1300-1600nm	1300-1600nm
探测效率	>70%	≥70%	>60%
暗计数	≤100Hz	≤100cps	100cps
时间抖动	≤40ps	≤50ps	~100ps
通道数	2	2	2
可升级通道	8	8	8
温度	<2.5k	<2.5k	<2.3k
单光子计数器	Time Ultra	Time Ultra	Time tagger20
时间分辨	1ps	1ps	1ps
时间抖动	8ps	8ps	34ps
死时间	2.1ns	2.1ns	6ns
价格	104500 欧元	¥820000	¥899200
折合人民币 (按报价当天 汇率换算)	¥816,019.60		

超导纳米线单光子探测系统采购方案

3.1 拟选购的设备信息

制造商：Single Quantum

产品型号：SSPD-1550-BB-80

技术指标：

- 探测波长范围：1310-1550 nm
- 全波段的探测效率：>70%
- 在 1550nm 的探测效率：>80%
- 暗计数 \leq 100 Hz
- 时间抖动 \leq 40 ps
- 通道数：2 个
- 可升级通道数：8 个
- 单光子计数器：Time Ultra

3.2 拟采用的供货方案

供应商：Single Quantum

价格：€ 104,500

特定的采购要求（比如供货时间，付款方式等）：拟通过外贸代理公司以免税方式购买，供货时间和付款方式等将按合同执行。

结语

经广泛调研，由 Single Quantum 公司提供的超导纳米线单光子探测系统能满足我方实验条件所需全部技术需求，且优势明显。特此，拟申请采购 Single Quantum 公司的超导纳米线

单光子探测系统，考虑汇率波动因素，预算为人民币 840,000 元。

采购需求部门论证签字（3 人以上，含部门负责人）：

王峰 韦文奇 张华

附件：调研供应商产品报价单

2024 年 3 月 6 日