

《周期极化铌酸锂量子频率转换器件
性能测试方法》
国家标准编制说明

(征求意见稿)

2025年8月28日

目录

一、工作简况	1
(一) 任务来源及协作单位	1
(二) 制定背景	1
(三) 主要工作过程	2
(四) 国家标准主要起草人及其所做的工作	4
二、国家标准编制原则、主要内容及其确定依据	7
(一) 标准编制原则和依据	7
(二) 标准主要技术内容说明	8
(三) 标准中主要技术内容确定的依据和过程	9
三、试验验证情况的说明	9
四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况	9
五、标准采用国际文件的情况说明	10
六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系	10
七、制定过程中重大分歧意见的处理过程	10
八、标准中涉及专利的情况	10
九、国家标准性质的建议及贯彻国家标准的要求和措施建议	10
十、其他应予说明的事项	11
《周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法》实验测试报告	12

《周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法》国家标准编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源及协作单位

2024年12月，国家标准化管理委员会下达《2024年第九批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划》，《周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法》国家标准项目正式立项，计划号:20243416-T-469。本标准由全国量子计算与测量标准化技术委员会(SAC/TC578)提出并归口，由济南量子技术研究院、山东大学、中国科学技术大学、华东师范大学、天津大学、南开大学、电子科技大学、青岛大学、香港城市大学、中国计量大学、上海交通大学、济南晶正电子科技有限公司、科大国盾量子技术股份有限公司、安徽鲲腾量子科技有限公司、中电信量子信息科技集团有限公司、中国长城科技集团股份有限公司等单位共同起草。其中，济南量子技术研究院为该标准起草工作的牵头单位。

(二) 制定背景

量子信息用周期极化铌酸锂频率转换器件在量子计算、量子测量、量子通信等领域得到广泛的应用，是量子信息科学的关键核心器件。但是该器件相关的国际标准、国家标准、行业标准均未发布，不同用户对器件进行相关光学性能测试时，没有统一的测试方法，导致测试结果参差不齐，没有可比性，严重“掣肘”了器件产业发展的整体进程。因此有必要开展《周期极化铌酸锂

量子频率转换器件性能测试方法》标准的研制，规范和统一器件的光学参数测试方法。

（三）主要工作过程

2024年12月，国家标准化管理委员会下达《2024年第九批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划》，下达了《周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法》推荐性国家标准的制定任务，计划号：20243417-T-469，任务周期18个月。本标准由全国量子计算与测量标准化技术委员会（SAC/TC 578）提出并归口管理。

任务下达后，技术归口单位全国量子计算与测量标准化技术委员会，会同项目牵头单位济南量子技术研究院，面向领域内相关科研院所、企事业单位、社会团体等，广泛开展了标准起草工作组成员单位/起草专家的征集工作。

2025年4月17日，《周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法》国家标准起草工作组正式成立。起草工作组由来自济南量子技术研究院、山东大学、中国科学技术大学、华东师范大学、天津大学、南开大学、电子科技大学、青岛大学、香港城市大学、中国计量大学、上海交通大学、南京大学、国防科技大学、中国标准化研究院、济南晶正电子科技有限公司、科大国盾量子技术股份有限公司、安徽鲲腾量子科技有限公司、中电科技德清华莹电子有限公司、中电信量子信息科技集团有限公司、上海频准激光科技股份有限公司、浙江法拉第激光科技有限公司、

上海瀚宇光纤通信技术有限公司、中国长城科技集团股份有限公司、中国信息安全研究院有限公司、广东国腾量子科技有限公司、上海图灵智算量子科技有限公司、中国电子科技集团公司第四十一研究所、深圳长朗智能科技有限公司、无锡光子芯片联合研究中心共 29 个单位的 45 位专家构成。郑名扬研究员任组长，组员有张强、胡卉、程亚、逯鹤、谢臻达、周志远、华平壤、武愕、黄坤、周强、王磊、王骋、刘勇、沈照功、李东东、任希锋、金贤敏、薄方、陈景标、桑元华、徐平、郑远林、张磊、张瑞新、王东周、周飞、谢秀平、宋伟、姚权、马文博、高博锋、徐洋、于春霖、陈岳、谭爱红、郭邦红、王增斌、康健、唐豪、杨林、史学舜、劳长石、魏志猛、战永兴。

2025 年 4 月 17 日，《周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法》国家标准启动会暨第一次工作组会议在济南量子技术研究院召开，采用“线上线下结合”的会议方式。会议由济南量子技术研究院郑名扬研究员主持，山东大学、天津大学、济南晶正电子科技有限公司、安徽鲲腾量子科技有限公司等单位的线下 5 位专家与线上 23 位专家出席，共 28 位专家参与。会议对标准草案进行了逐章逐条介绍，与会专家围绕草案中范围、术语和定义、测试环境要求、性能测试方法等问题展开讨论，提出多条修改意见。会议明确了工作时间节点：4 月 18 日前秘书处整理会议纪要并发送全体成员确认；6 月 30 日前，各专家提交修改意见、方案及实验数据；7 月 10 日前汇总意见形成新待确认草案。

2025年7月11日，工作组完成对第一次会议收集意见的处理，形成讨论稿（第二稿），并发送给工作组全体成员单位。

2025年8月7日，工作组完成对第二次会议收集意见的征集和处理，形成讨论稿（第三稿），并发送给工作组全体成员单位。

2025年8月12日，工作组召开第二次工作组会议，会议由济南量子技术研究院郑名扬研究员主持。对修改后的标准草案进行了逐章逐条介绍，期间与会专家对关切的问题进行了讨论，对部分内容提出了修改意见。同时，会上介绍了《周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法》国家标准编制说明。经投票表决，工作组一致同意根据讨论意见对草案进一步完善后，可形成征求意见稿，报送至TC578秘书处。

（四）国家标准主要起草人及其所做的工作

本标准由济南量子技术研究院作为牵头单位，山东大学、中国科学技术大学、华东师范大学、天津大学、南开大学、电子科技大学、青岛大学、香港城市大学、中国计量大学、上海交通大学、济南晶正电子科技有限公司、科大国盾量子技术股份有限公司、安徽鲲腾量子科技有限公司、中电信量子信息科技集团有限公司、中国长城科技集团股份有限公司等单位共同起草。主要起草人及工作如表1所示。

表 1 标准起草人员及主要工作

序号	姓名	单位	联系方式	主要工作
1	郑名扬	济南量子技术研究院	zhengmingyang@jiqt.org	牵头标准预研，负责标准制定全面工作，包括制定和推进工作计划、文件收集、提出标准整体框架和主要技术内容，参与讨论、提供意见建议
2	张强	济南量子技术研究院	zhangqiang@jiqt.org	参与讨论、提供意见和建议
3	胡卉	济南晶正电子科技有限公司	hhu@sdu.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
4	程亚	华东师范大学	ya.cheng@siom.ac.cn	参与讨论、提供意见和建议
5	逯鹤	山东大学	luhe@sdu.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
6	谢臻达	南京大学	xiezhenda@nju.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
7	周志远	安徽鲲腾量子科技有限公司	zyzhouphy@ustc.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
8	华平壤	天津大学	prhua@tju.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
9	武愕	华东师范大学	ewu@phy.ecnu.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
10	黄坤	华东师范大学	khuang@lps.ecnu.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
11	周强	电子科技大学	zhouqiang@uestc.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
12	王磊	山东大学	leiwangsdu@sdu.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
13	王骋	香港城市大学	cwang257@cityu.edu.hk	参与讨论、提供意见和建议
14	刘勇	中电信量子信息科技集团有限公司	liuyong11@chinatelecom.cn	参与讨论、提供意见和建议
15	沈照功	青岛大学	shenzhaogong@aliyun.com	参与讨论、提供意见和建议

16	李东东	科大国盾量子技术股份有限公司	dongdli@ustc.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
17	任希锋	中国科学技术大学	renxf@ustc.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
18	金贤敏	上海交通大学	xianmin.jin@sjtu.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
19	薄方	南开大学	bofang@nankai.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
20	陈景标	浙江法拉第激光科技有限公司	jbchen@pku.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
21	桑元华	山东大学	sangyh@sdu.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
22	徐平	国防科技大学	pingxu520@nju.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
23	郑远林	上海交通大学	ylzheng@sjtu.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
24	张磊	上海频准激光科技股份有限公司	zhang@precilasers.com	参与讨论、提供意见和建议
25	张瑞新	上海瀚宇光纤通信技术有限公司	fzhang@shconnet.com.cn	参与讨论、提供意见和建议
26	王东周	济南量子技术研究院	wangdongzhou@jiqt.org	参与讨论、提供意见和建议
27	周飞	济南量子技术研究院	zhoufei@jiqt.org	参与讨论、提供意见和建议
28	谢秀平	济南量子技术研究院	xiexiuping@jiqt.org	参与讨论、提供意见和建议
29	宋伟	中电科技德清华莹电子有限公司	songwei@dqhuaying.com	参与讨论、提供意见和建议
30	姚权	济南量子技术研究院	yaoquan@jiqt.org	参与讨论、提供意见和建议
31	马文博	济南量子技术研究院	mawenbo@jiqt.org	参与讨论、提供意见和建议
32	高博锋	济南量子技术研究院	gaobofeng@jiqt.org	参与讨论、提供意见和建议
33	徐洋	中国科学技术大学	xuyang2013@ustc.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
34	于春霖	中国长城科技集团股份有限公司	yuchunlin@greatwall.com.cn	参与讨论、提供意见和建议

35	陈岳	中国长城科技集团股份有限公司	cheny@cec.com.cn	参与讨论、提供意见和建议
36	谭爱红	中国计量大学	tanah@cjlu.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
37	郭邦红	广东国腾量子科技有限公司	cto@nqctek.com	参与讨论、提供意见和建议
38	王增斌	中国信息安全研究院有限公司	zengbin.wang@quantah.com	参与讨论、提供意见和建议
39	康健	中国标准化研究院	kangjian@cnis.ac.cn	参与讨论、提供意见和建议
40	唐豪	上海交通大学	htang2015@sjtu.edu.cn	参与讨论、提供意见和建议
41	杨林	上海图灵智算量子科技有限公司	yanglin@turingq.com	参与讨论、提供意见和建议
42	史学舜	中国电子科技集团公司第四十一研究所	shixueshun@ei41.com	参与讨论、提供意见和建议
43	劳长石	深圳长朗智能科技有限公司	laochangshi@longer3d.com	参与讨论、提供意见和建议
44	魏志猛	无锡光子芯片联合研究中心	weizhimeng2016@163.com	参与讨论、提供意见和建议
45	战永兴	上海图灵智算量子科技有限公司	zhanyongxing@turingq.com	参与讨论、提供意见和建议

二、国家标准编制原则、主要内容及其确定依据

(一) 标准编制原则和依据

1. 科学性和系统性

本标准所规定的周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法，与我国近年来量子信息技术的发展和应用紧密结合，吸纳了国内该领域内同行所积累的相关经验，确保标准内容科学性

和系统性，填补周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法领域的标准空白。

2. 准确性和完整性

本标准规定了周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法，适用于量子测量、量子通信以及量子计算领域。本标准在约定性能评价标准和测试方法时充分参考了现有的相关标准规范，保证术语的语义准确性和内容的完整性。

3. 可操作性

本标准所约定的性能测试方法已经在周期极化铌酸锂量子频率转换器件相关文献中反复实现，在行业内普遍认同，具有可操作性。

4. 标准的对象和范围

本标准规定了周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法，具有较强的普适性。

（二）标准主要技术内容说明

本文件规定了周期极化铌酸锂量子频率转换器件的测试环境要求、测试设备要求和测试报告要求，描述了器件的结构和性能测试方法。本文件适用于周期极化铌酸锂晶体以及基于该晶体制作的质子交换波导、金属扩散波导、薄膜脊型波导等光学非线性频率转换器件的性能参数测试。

本标准的主要技术内容如下：1 范围、2 规范性引用文件、3 术语和定义、4 器件结构、5 测试环境要求、6 测试设备要求、7 性能测试方法、8 测试报告。

（三）标准中主要技术内容确定的依据和过程

为规范周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法，本标准围绕测试方法进行如下几方面的约定：

1. 术语和定义：规范器件测试过程中的关键术语，通用术语不再赘述；

2. 仪器设备：考虑到器件广泛应用于适用于量子测量、量子通信以及量子计算等不同应用场景，本标准重点对器件评估所需的基本仪器设备及其关键参数进行了约定，不同应用场景的其他辅助设备本标准不做赘述。

3. 测试方法：列举准相位匹配温度、频率转换带宽、量子频率转换效率、量子频率转换噪声、量子态保持特性等指标，并对测试方法进行了约定。

三、试验验证情况的说明

本标准针对周期极化铌酸锂量子频率转换器件的性能测试方法开展了试验验证工作，按照标准草稿中测试流程和数据处理方法，得到相应性能指标，验证了方法科学性和可行性。

试验验证的过程和数据见附件。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

本标准可填补周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法相关国际、国内标准空白，暂无其他国际、国外相关文件参考。相关术语和定义编写过程中参考了《激光术语》《量子测量术语》等国家标准。

五、标准采用国际文件的情况说明

经检索，国际上还没有类似的标准，本标准未翻译或采用国际标准。

六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

无。

七、制定过程中重大分歧意见的处理过程

本标准在立项及各次讨论会以及编写讨论中，没有产生重大分歧。

八、标准中涉及专利的情况

未发现涉及相关专利。

九、国家标准性质的建议及贯彻国家标准的要求和措施建议

《周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法》标准的研制，将规范测试与评估周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能参数的具体方法，有利于量子信息技术领域不同实验室、企业或组织之间遵循标准程序进行测试，让标准用户对测试项、测试结果达成共识，更有利于不同的利益相关者之间相互协作，提高产品及系统兼容性、稳定性、可靠性。本标准为器件设计和研发提供了指导和参考，有利于推动量子信息技术领域内技术进步、创

新、规范，也有助于促进周期极化铌酸锂量子频率转换器件在集成光学领域、激光技术等多领域的应用与发展。同时，本标准的研制将充分基于本领域国际先进的技术和理念，具有较强的前瞻性和可操作性，能够有效指导周期极化铌酸锂量子频率转换集成光学器件相关参数的测试工作，国际尚无标准化组织开展本标准的制定，本标准研制完成后将为本领域国际标准技术规范提供参考。

本标准的建议实施日期为：自发布之日起6个月。

十、其他应予说明的事项

无。

《周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法》

国家标准起草工作组

2025年8月28日

附件

《周期极化铌酸锂量子频率转换器件性能测试方法》实验测试报告

一、准相位匹配温度

1、测试设备：功率计（Thorlabs. PM100D, S122C）、光谱仪（YOKOGAWA. AQ6375B）。

2、测试原理：

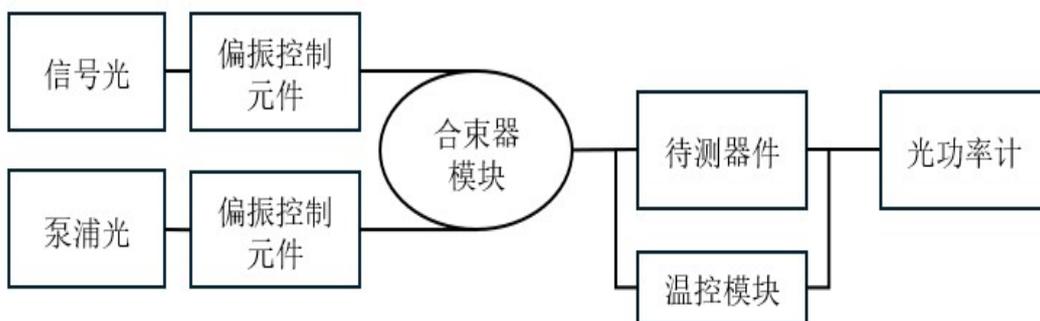


图 1 准相位匹配温度测试原理框图

准相位匹配温度测试原理如图 1 所示，连续单频线偏振光源产生信号光与泵浦光，分别经过偏振控制元件后通过合束器模块输入被测器件。被测器件工作温度受温控模块调节，产生的和频光通过光功率计监测。调节温控模块温度，功率计监测示数会随之改变，被测器件达到准相位匹配温度时功率计监测到和频光功率最高。

3、测试步骤：

1. 打开连续单频线偏振光源，固定输入信号光和输入泵浦光的波长与功率；
 2. 调节偏振控制元件，优化信号光和泵浦光的偏振态；
 3. 调节电源与温控模块，优化工作温度，使光功率计探测到的和频光功率最大，记录此时的准相位匹配温度值与最大和频光功率；
 4. 重复测试 5 次取数据平均值。
- 4、测试结果：

表 1 准相位匹配温度测试结果

	信号光波长	泵浦光波长	准相位匹配温度	最大和频光功率
测试值	1550.002nm	1950.192nm	47.39°C	3.028mW

二、频率转换带宽测试

1、测试设备：功率计（Thorlabs. PM100D, S122C）、光谱仪（YOKOGAWA. AQ6375B）。

2、测试原理：

频率转换带宽测试原理同准相位匹配温度测试图 1，连续单频线偏振光产生的信号光与泵浦光波长与功率固定并满足小信号近似条件下，在器件工作温度固定于准相位匹配温度条件下可以测得器件产生的和频光功率最大值。调节信号光波长，因偏移准相位匹配条件，器件输出和频/差频光功率逐渐降低。将光功率

计监测数据平滑处理后得到器件调谐曲线，其中和频/差频光功率达到最大值一半对应的分别位于信号光波长左右两端且最接近信号光的两波长间的宽度即为频率转换带宽。

3、测试步骤

1. 打开连续单频线偏振光源，固定输入信号光和泵浦光的波长与功率，功率满足小信号近似条件；

2. 调节偏振控制元件，优化信号光和泵浦光的偏振态；

3. 调节电源与温控模块至准相位匹配温度，记录器件产生的和频光最大值；

4. 按步进 0.001nm 调节信号光波长，记录器件产生的和频光功率，数据进行平滑处理得出和频光功率为最大值一半对应的分别位于信号光波长左右两端且最接近信号光的两波长；

5. 重复测试 5 次取数据平均值计算频率转换带宽；

4、测试结果

表 2 频率转换带宽测试结果

	泵浦光波长	最大和频光功率二分之一时的信号光波长较大值	最大和频光功率二分之一时的信号光波长较小值	频率转换带宽
测试值	1950.192nm	1550.274nm	1549.646nm	0.628nm

注：器件工作温度 47.39℃

三、量子频率转换效率测试

1、测试设备：功率计（Thorlabs. PM100D, S122C）、光谱仪（YOKOGAWA. AQ6375B）。

2、测试原理：

量子频率转换效率测试原理同准相位匹配温度测试图 1，连续单频线偏振光产生的信号光波长与功率固定，泵浦光波长固定。逐级增加泵浦光功率并优化温度至功率计监测到器件产生的和频光功率达到最大值，此时可计算器件的量子频率转换效率。

3、测试步骤：

1. 打开连续单频线偏振光源，固定输入信号光波长并记录信号光功率，固定泵浦光波长；

2. 调节偏振控制元件，优化信号光和泵浦光的偏振态；

3. 调节电源与温控模块，优化工作温度，使功率计探测到的和频功率为最大；

4. 逐步调节泵浦光功率，并优化工作温度直至功率计探测到的和频光功率最大值；

5. 重复测试 5 次取数据平均值计算量子频率转换效率。

4、测试结果：

表 3 量子频率转换效率测试结果

	信号光波长	信号光功率	和频光波长	和频光功率 最大值	量子频率转换 效率
测试值	1548.773nm	10.38mW	863.228nm	11.97mW	64.27%

注：泵浦光波长 1950.192nm，器件工作温度 39.22℃

四、量子频率转换噪声测试

1、测试设备: 硅探测器(EXCELITAS. SPCM-AQRH-56-FC)

2、测试原理

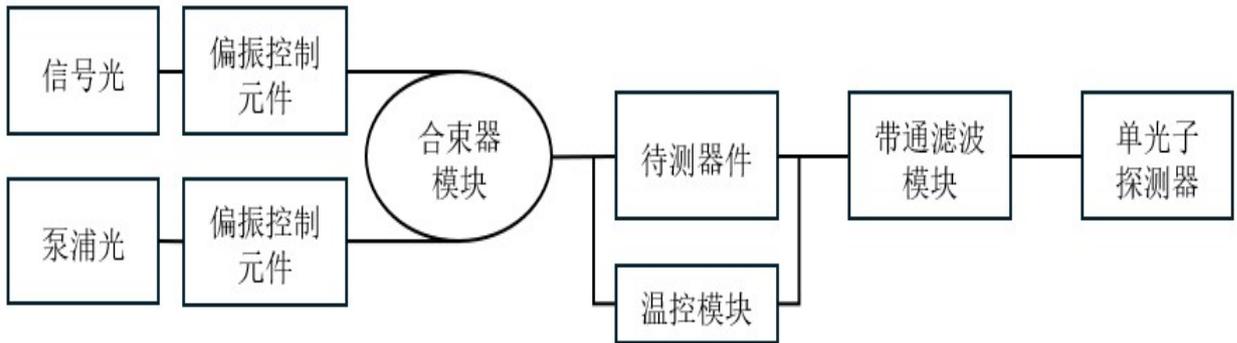


图 2 量子频率转换噪声测试原理框图

量子频率转换噪声测试原理如图 2，器件输出端经过固定带宽带通滤波器通过单光子计数器进行噪声监测。在器件工作于一定量子频率转换效率条件下，关闭信号光，通过单光子计数器监测可监测到包含探测器本底噪声与量子频率转换噪声的噪声总计数。此时再关闭泵浦光，可监测到探测器本底噪声，结合滤波模块通光效率、单光子探测器探测效率进一步计算获得该量子频率转换效率下的量子频率转换噪声。

3、测试步骤:

1. 打开连续单频线偏振光源，固定信号光波长并标定每秒十万光子数输入波导，固定泵浦光波长与功率；

2. 调节偏振控制元件、电源与温控模块至单光子探测器探测到的和频光的光子计数率为最大；

3. 关闭信号光，监测器件在一定量子频率转换效率时的探测器计数率；

4. 关闭泵浦光，观察此时的探测器本底噪声计数率，计算该量子频率转换效率下的量子频率转换噪声；

5. 重复测量 5 次取数据平均值计算量子频率转换噪声。

4、测试结果

表 4 量子频率转换噪声测试结果

	单光子探测器 本底噪声计数率	器件最大量子频率 转换效率下，只输入 泵浦光的单光子 探测器噪声计数率	单光子探测器 探测效率/ 带通滤波模块 通光效率	带通滤波模块带宽	量子频率转换噪声
测试值	100cps	450cps	60%/71%	0.2nm	4108cps/nm

注：信号光波长 1548.773nm，泵浦光波长 1950.192nm，器件工作温度 39.22℃。

五、量子态保持特性测试

1、测试设备：硅探测器(EXCELITAS. SPCM-AQRH-56-FC)、
铟镓砷探测器 (QuantumCTek. QCD6000)、时间相关单光子计数器 (Swabian Time Tagger)

2、测试原理

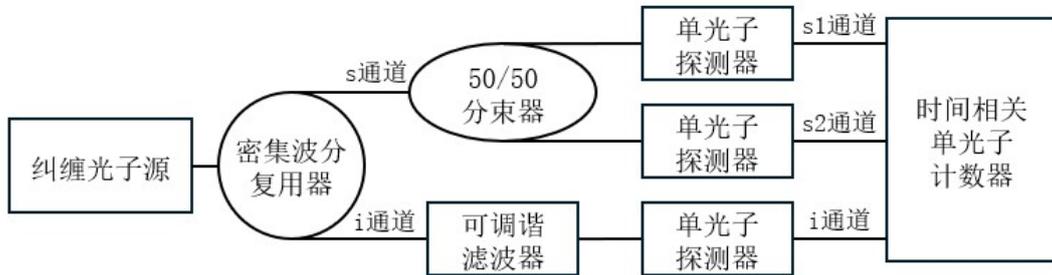


图 3 概率性单光子源二阶自相关函数测试原理框图

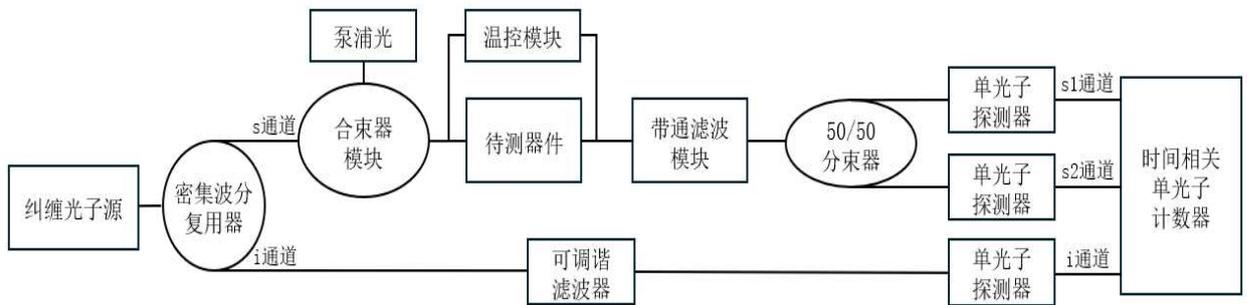


图 4 概率性单光子源经和频转换后二阶自相关函数测试原理框图

以概率性单光子源经被测器件进行量子频率转换前后的二阶自相关函数直方图零延时最低值的接近程度衡量器件的量子态保持特性。概率性单光子源二阶自相关函数测试原理如图 3，纠缠光子源经与其中心频率对称的可调谐滤波器与密集波分复用器、50:50 分束器分别输入三个单光子探测器，通过时间相关单光子计数器分别计算双通道/三通道符合计数率可绘制出概率性单光子源的二阶自相关函数直方图，并获得直方图 0 延时最低值。概率性单光子源经器件和频二阶自相关函数测试原理如图 4 所示，纠缠光子源在密集波分复用器后进入被测器件进行量子

频率转换，滤波后所产生的和频光子通过单光子探测器监测，可调谐滤波器一路维持不变。经过时间相关单光子计数器分别计算双通道/三通道符合计数率可绘制出概率性单光子源经被测器件频率转换后的二阶自相关函数直方图，并获得直方图 0 延时最低值。两个最低值均小于经典阈值 0.5 的条件下，数值越接近说明被测器件量子态保持特性越完好。

3、测试步骤：

1. 按图 3 搭建光路，打开光源，调节可调谐滤波器，使 i 通道中心频率与 s 通道中心频率关于纠缠光子源中心频率对称，将 i 通道可调谐滤波器带宽设置与密集波分复用器带宽相同，即 s 通道与 i 通道光谱对应；

2. 运行时间相关单光子计数器程序，在门宽大于测试单元时间抖动的条件下分别试验得到 i 通道计数率，s1 通道与 i 通道 0 延时符合计数率，s2 通道与 i 通道的符合计数率以及 s1 通道、s2 通道与 i 通道的三通道符合计数率；

3. 计算概率性单光子源的二阶自相关函数，获得零延时最低值；

4. 按图 4 搭建光路，调节可调谐滤波器，优化被测器件温度，使 i 通道中心频率与 s 通道中心频率关于纠缠光子源中心频率对称，将 i 通道可调谐滤波器带宽设置与波分复用器带宽相同，即 s 通道与 i 通道光谱对应；

5. 运行时间相关单光子计数器程序，在与先前相同的门宽条件下分别试验得到 i 通道计数率，s1 通道与 i 通道 0 延时符合计数率，s2 通道与 i 通道的符合计数率以及 s1 通道、s2 通道与 i 通道的三通道符合计数率；

6. 计算概率性单光子源经器件和频转换的二阶自相关函数，获得零延时最低值；

4、测试结果：

表 5 量子态保持特性测试结果

	被预报单光子的二阶自相关函数 0 延时最低值	被预报单光子经过频率转换（和频）后的二阶自相关函数 0 延时最低值
测试值	0.16	0.25

注：纠缠光子源中心波长 1560nm，待测器件泵浦光波长 1971.803nm，器件工作温度 44.82℃，密集波分复用器中心波长 1530.2nm，可调谐滤波器中心波长 1591.2nm。