

LBTEK

单光子探测器

用户手册



目录

1、简介	3
2、产品信息	4
2.1 自由空间型	4
2.1.1 产品参数	4
2.1.2 产品尺寸	4
2.2 光纤耦合型	5
2.2.1 产品参数	5
2.2.2 产品尺寸	5
2.3 响应曲线	5
3、发货清单	6
4、使用说明	6

LBTEK

1、简介

单光子探测器是基于 Si-APD 的超灵敏光电探测器，其 APD 是工作在盖革模式下。在此模式下，APD 两端的反向偏压超过雪崩电压，单个光子水平的入射光信号就有可能触发 APD 发生自持性雪崩，产生宏观可探测的雪崩电流脉冲，实现对单光子的有效探测。

单光子探测器的性能，可以通过以下几个参数来反映：

响应波长：由于 APD 中使用的材料的差异，单光子探测器能够响应的光信号的波长也不尽相同。实际应用中，可以针对不同的应用需求，研制合适材料的单光探测器。例如，Si APD 通常被用于探测可见光波段的光信号；而对于 InGaAs APD 则被用于近红外波段。

量子效率，探测效率：单光子探测器的量子效率是指探测器对入射光子的响应概率，通常使用探测器的输出计数率和入射光子数的比值来定义探测器的量子效率。但是，在实际应用中，入射的光子耦合至 APD 探测靶面上的过程中存在一定的损耗 (η_{loss})，因此，包含入射光子耦合损耗的探测效率 ($\eta_{detector}$) 更为重要。探测效率由两部分组成：APD 的量子转换效率 (η) 和入射光子的耦合效率， $\eta_{detector} = \eta \times \eta_{loss}$ 。实验中，可以借助于标定过的单光子源，对探测效率进行量化。

暗计数率：在没有入射光信号的情况下，由于 APD 内部的结构缺陷、外界干扰、反向偏置条件等因素造成的误计数率，称为暗计数率。其中，影响最大的因素是 APD 材料内部的晶格缺陷产生的载流子的热运动引发的误计数。通常，为了减小单光子探测器的暗计数率，利用制冷模块将 APD 的工作温度控制在较低的水平，以减小 APD 内部载流子的热运动。

死时间：单光子探测器可以响应的相邻光子之间的最小时间间隔，被称为死时间，即单光子探测器在响应一个光子之后的恢复时间。死时间直接决定了单光子探测器可以输出的最大计数率，具体实施方案中，通常根据 APD 的材料，选择合适的信号处理电路，来减小单光子探测器的死时间。

时间抖动：单光子探测器的时间抖动是指其响应入射光子信号和输出电信号之间的时间差异。时间抖动在个别应用中有着重要的作用，例如，在激光遥感系统中，它直接影响系统的距离分辨率和精度。

最大计数率（饱和计数率）：随着单光子探测器的输入光信号的功率不断增加，探测器输出信号的计数也不断变大，但是当输入信号的功率达到一定值之后，再提高探测器的输出计数则会下降。探测器每秒输出的最大计数就称为饱和计数率，即单光子探测器输出计数的动态范围。

2、产品信息

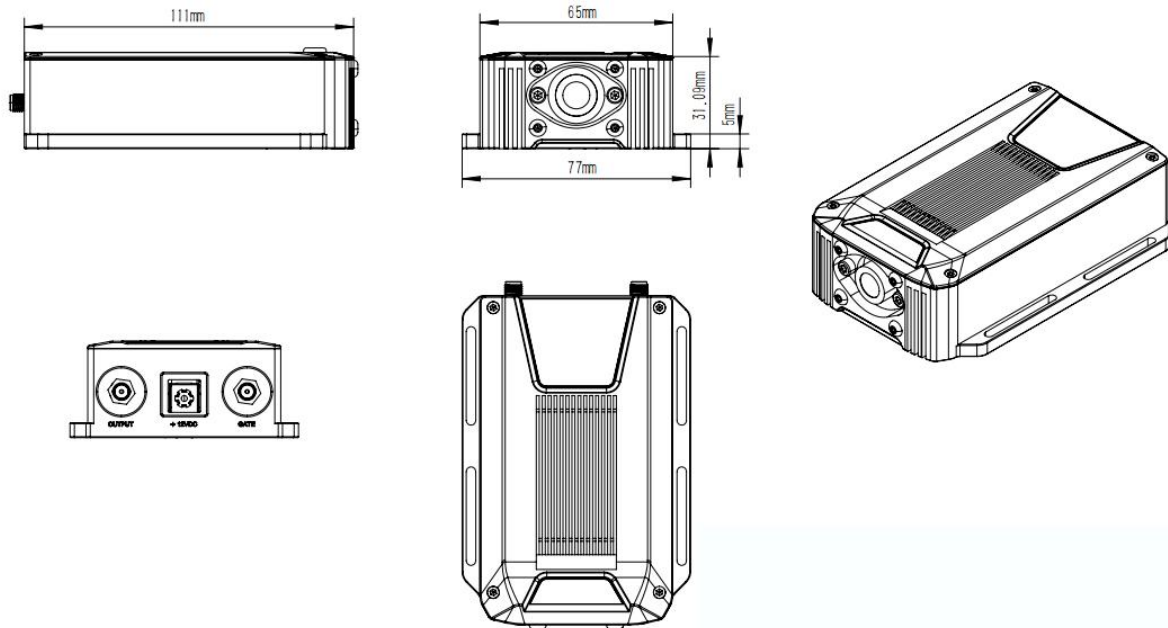
2.1 自由空间型

2.1.1 产品参数

产品型号	SPDM25B	SPDM100B	SPDM500B
光谱响应	400-1100 nm		
增透膜	650-1100 nm		
光敏面积	100 μm		
探测效率	50 \pm 3% @ 850nm; 2% @ 1064nm		
暗计数	<25cps	<100cps	<500cps
死时间	~50 ns		
最大计数率	>15 MHz		
时间抖动	<800ps		
后脉冲概率	<5%		
输入方式	自由空间		
门脉冲输入电平 ^a Enable = LVTTTL low Disable = LVTTTL high	low < 0.8V 2.5V < high < 5V		
输出信号电平标准	LVTTTL (50 Ω /高阻)		
电源	12V/1.5A		
空载功耗	~4W		
工作温度	-20 $^{\circ}\text{C}$ ~50 $^{\circ}\text{C}$		
尺寸	111mm \times 77mm \times 31.1mm		

a. 低电平有效

2.1.2 产品尺寸



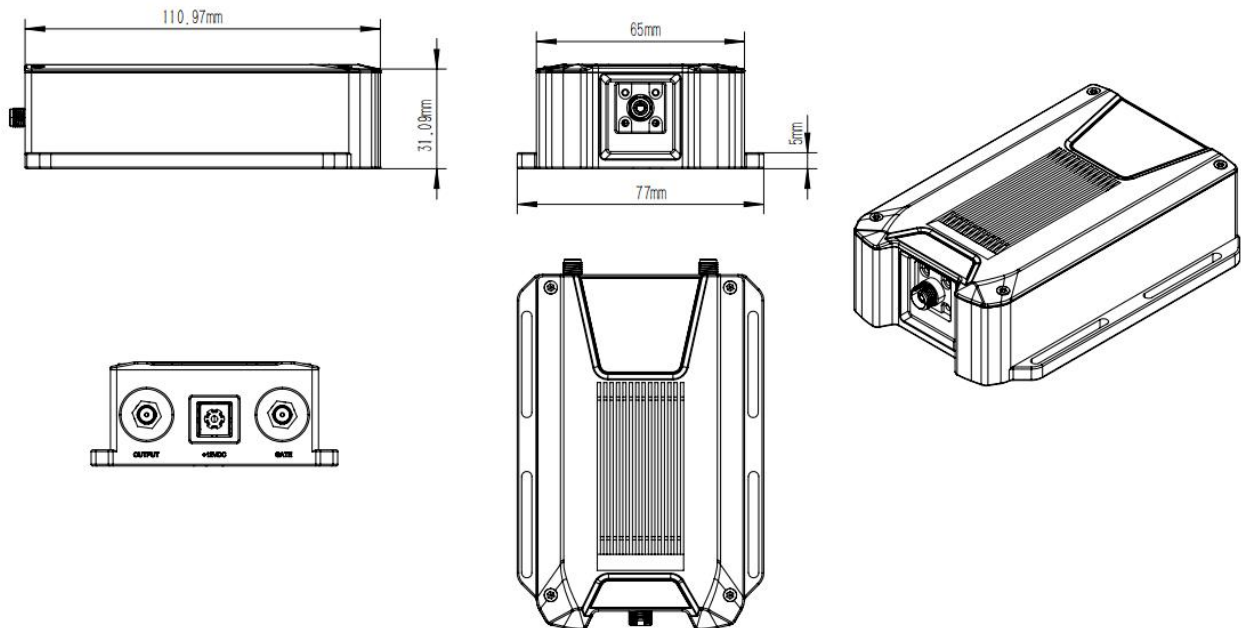
2.2 光纤耦合型

2.2.1 产品参数

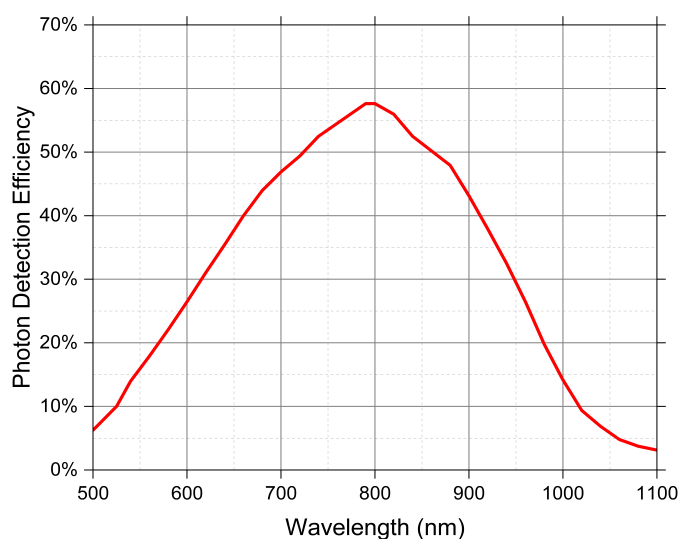
产品型号	SPDM25B-PC	SPDM100B-PC	SPDM500B-PC
光谱响应	400-1100 nm		
增透膜	650-1100 nm		
光敏面积	100 μm		
探测效率	50 \pm 3% @ 850nm; 2% @ 1064nm		
暗计数	<25cps	<100cps	<500cps
死时间	~50 ns		
最大计数率	>15 MHz		
时间抖动	<800ps		
后脉冲概率	<5%		
输入方式	FC/PC 光纤接口 (光纤最大芯径 62.5 μm)		
门脉冲输入电平 ^a Enable = LVTTTL low Disable = LVTTTL high	low < 0.8V 2.5V < high < 5V		
输出信号电平标准	LVTTTL (50 Ω /高阻)		
电源	12V/1.5A		
空载功耗	~4W		
工作温度	-20 $^{\circ}\text{C}$ ~50 $^{\circ}\text{C}$		
尺寸	111mm \times 77mm \times 31.1mm		

a. 低电平有效

2.2.2 产品尺寸



2.3 响应曲线



3、发货清单

单光子探测器系列的定制包装箱用于产品运输及安全保护。出厂时包装箱内应该包含如下表格所列部件。收货时请检查包装箱是否完好，资料是否有缺失；如果有异常，请勿使用该产品并及时联系麓邦处理。

项次	描述
1	单光子探测器×1
2	电源×1

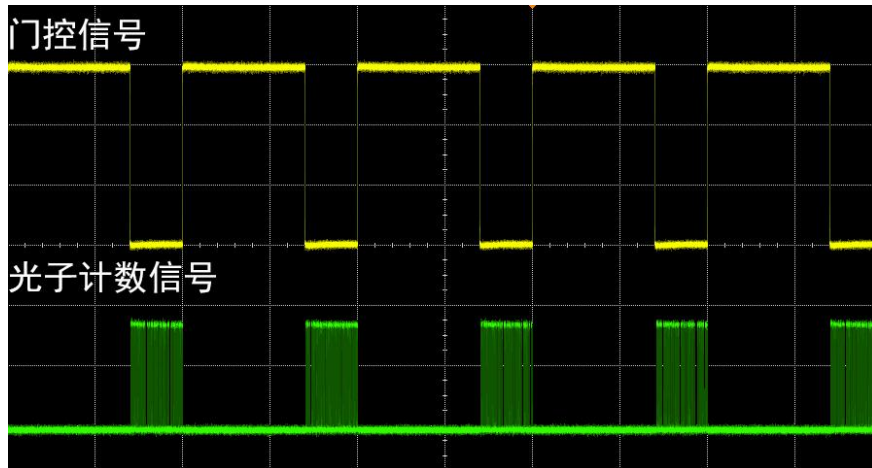
4、使用说明

供电连接：使用12V直流电源，确保供电电流 $\geq 0.5A$ ，避免电压波动导致器件损坏。

光学接口：支持空间光耦合和光纤接口，调整光路使入射光聚焦于光敏区域，避免强光直射（雪崩状态下强光可能导致APD永久损坏）。

制冷启动：接通电源后，制冷模块自动启动，待温度稳定在 $-25^{\circ}C$ ($\pm 0.2^{\circ}C$) 后再进行探测，约需3-5分钟预热时间。

- 1) 单光子探测器前面板为光信号输入，通过空间/光纤耦合入射到 Si-APD 的探测靶面上。
- 2) 单光子探测器后面板接入+12V/2A 的电源适配器，通电即开机。**开机之前，请务必确认单光子探测器处于暗室环境，且入射到探测器靶面上的平均光功率不超过 $1E-2nW$ 。**
- 3) 为避免灰尘或空气中的水分影响仪器性能，请保持产品表面的清洁和干燥。
- 4) 单光子探测器后面板上的信号输出和门控输入端口均为 SMA 接口，LVTTTL 电平标准。
- 5) 门控信号为低电平有效，即门控输入为低电平时，单光子探测器工作在盖格模式。



注意事项:

- 工作环境温度需控制在 $-15 - 50^{\circ}\text{C}$ ，环境温度过高会导致 APD 温度上升，暗计数率显著增加。
- 避免频繁启停电源，每次关机后需间隔 5 分钟以上再开机，防止瞬时电流冲击。
- 电气安全：设备接地需可靠连接，避免接地不良导致静电积累损坏器件；禁止在通电状态下拆卸设备外壳，内部高压部件（如偏压电路）可能造成触电风险。
- 光学安全：若入射光为激光源，需确认激光安全等级并佩戴对应防护眼镜；禁止将探测器直接对准太阳或高功率光源，强光可能烧毁 APD 光敏层。当需要更换光学组件时，务必先断开电源并遮挡 APD 光敏面，防止操作过程中强光入射。
- 机械操作安全：安装时避免用力挤压或碰撞探测器，尤其是光敏面窗口；光纤接口插拔需轻柔，防止损坏陶瓷插芯或接口座。
- 维护安全：设备清洁需使用无尘布蘸无水乙醇轻轻擦拭，禁止使用腐蚀性清洁剂；故障维修需由专业技术人员进行，禁止非专业人员擅自拆解内部电路。

问题排查:

故障现象	可能原因	解决方法
无信号输出	供电异常；光路偏移；输出接口松动	检查电源电压和电流；重新校准光路；紧固 SMA 接口
计数率异常偏低	量子效率校准偏差；探测门控参数错误	重新进行量子效率校准；核对门脉冲频率和脉宽设置

LBTEK

声明:

1. 长沙麓邦光电科技有限公司致力于产品的不断改善和功能升级，用户手册提供资料如有变更，恕不另行通知！

2. 此文件包含的一切信息的所有权归长沙麓邦光电科技有限公司所有，接收此文件即表明接收人同意在未得到麓邦授权前，不得将该文件透露的信息及它的任何部分进行复制、转化到其他文件，或者由于用于制造或其他目的而使用或者泄露给第三方！



麓邦公众号

产品上新/商城活动/技术文章/展会会议

麓邦商城 — 您身边的光电实验好帮手!

深圳市麓邦技术有限公司

Shenzhen LUBON Technology Co.,Ltd.

地址：深圳市南山区打石一路深圳国际创新谷6栋A座2103

电话：400-060-6986

官网：www.lubon.com

邮箱：service@lbtek.com ; sales@lbtek.com

长沙麓邦光电科技有限公司

Changsha LUBON Photoelectric Technology Co.,Ltd.

地址：长沙市岳麓区环创企业广场A6栋

电话：400-060-6986

官网：www.lbtek.com

邮箱：service@lbtek.com ; sales@lbtek.com

 **400-060-6986**