

光通讯与传感

1. 通讯用波长计及频谱仪 ---127

- 1.1. 光通讯专用波长计 ---127
- 1.2. 高分辨率光频谱仪 BOSA---130
- 1.3. 高分辨率被动器件分析仪 HDCA---131

2. 通讯光源 ---132

- 2.1. 可调谐窄线宽激光器 ---132
- 2.2. 其他光源 ---135

3. 通讯仪器设备 ---137

- 3.1. 高速电子学设备 ---137
- 3.2. 光学滤波器 ---140
- 3.3. 光测试与控制 ---145

4. 光通讯器件 ---152

5. OCT 与传感 ---154

- 5.1. OCT 快速扫频光源 ---154
- 5.2. 扫频 OCT 系统 ---155
- 5.3. 3-D 形貌仪 ---156
- 5.4. FMCW LiDAR---157
- 5.5. 中红外扫频光源 ---157
- 5.6. OCT 部件 ---157
- 5.7. 临床眼科诊断仪 ---161
- 5.8. 硅晶圆检测仪 ---161

您的应用 ---220

光通讯与传感

简介

光通讯无疑是激光发明以来对人类生产生活影响最大、最深远的应用之一。

5G和数据中心对光通讯的速度和容量持续提出更高要求，以相干光通讯为代表的新一代通讯技术的发展和运用，要求对通讯载波、器件、设备、系统进行更精细准确的测量。这些测量从传统的波长测试、光强及其响应的测试，逐步扩展到位相、偏振、线宽及位相噪声等更多项目、更高精度的测量。

以光纤传感为代表的光学传感技术，和光通讯有着内在的联系。其本质是通过检测光纤本身或插入器件因温度、压力、应变等变化而导致的传输特性变化，实现远程、抗干扰的自动化传感监控。

而采用相干技术开发的 OCT 成像、形貌测试以至相干激光雷达，也在医学成像、先进工业、智能驾驶等领域展露头角。

所有这些应用都需要稳定的、强相干的激光光源，以及对激光的振幅、位相、频谱、偏振等进行检测和操控。先锋科技在这一领域提供丰富的产品：

- 通讯专用激光波长计、OSA；
- 通讯波段可调谐窄线宽光源；
- 多种光通讯器件和设备检测设备；
- 光学滤波器；
- 偏振控制和测量；
- 空间光调制器；
- 快扫描 OCT 光源及 OCT 系统

1. 通讯用波长计及频谱仪

波长计在光通讯中既可以用作载波信号的波长测试，也可接合可调谐光源、光功率计，构成器件或设备检测系统。常规的波长计（本手册“激光测量”部分第 4 章节）可实现单个波长的快速测试和高精度的光频谱分析。但对于 DWDM 类光源，常常需要针对包含多个激光波长的信号直接测试。本节主要介绍 DWDM 专用波长计，及通讯波段高分辨率的频谱仪。

1.1. 光通讯专用波长计

Bristol 专门为光通讯研发设计的波长计，主要针对光通讯波段的高精度波长测试，支持连续激光和调制信号，支持光功率检测；专为 DWDM 设计的波长计还可支持多个波长同时测量。

1) 338 系列快速波长计

338 系列光通讯激光多波长计专门为密集波分复用 DWDM 应用研发与优化，工作范围 1270nm - 1680nm(179 - 236THz)，O/E/S/C/L/U 几乎全波段，精度高达 $\pm 0.2\text{ppm}$ ，测试速率为 25Hz。

- 
- 可测试 CW 或调制激光，绝对准确度可达 $\pm 0.2\text{ppm}$
 - 测试范围 1270nm-1680nm(179-236THz) 涵盖全部光纤通讯波段
 - 内置长寿命 HeNe 激光器实时校准，完全无需人工干预
 - 25Hz 快速测试速率，提升研发和生产效率
 - 可同时监控激光功率
 - 标配 USB2.0 和以太网接口，可增配 GPIB 接口方便用户架构自动检测系统
 - DWDM 研发与生产；
 - 无源器件测试；
 - 光收发器测试；
 - 光纤波长损失特性分析；
 - 光学传感；

产品型号	338A	338B
被测激光类型	连续激光或调制激光	
波长范围	1270nm-1680nm/ 179-236THz	
绝对测量精度	$\pm 0.2\text{ppm}$ ($\pm 0.3\text{pm}@1550\text{nm}$)	$\pm 0.65\text{ppm}$ ($\pm 1.0\text{pm}@1550\text{nm}$)
重复测量精度	$\pm 0.03\text{ppm}$ ($\pm 0.05\text{pm}$ at 1550nm)	$\pm 0.1\text{ppm}$ ($\pm 0.15\text{pm}$ at 1550nm)
最大测量带宽	10GHz (80pm at 1550nm)	
内置校准光源	稳频 HeNe 激光器	标准 HeNe 激光器
显示精度	0.00001nm	0.0001nm
显示单位	nm, cm^{-1} , THz	
功率测量精度	$\pm 0.5\text{dB}$ ($\pm 30\text{nm}$ from 1310nm and 1550nm)	
功率显示单位	dBm,mW, μW	
灵敏度	-30dBm (1270nm to 1650nm), -25dBm (1650nm to 1680nm)	
功率阈值	+10dBm(饱和阈值), +18dBm(损伤阈值)	
输入方式	光纤输入: FC/UPC 或 FC/APC	
预热时间	< 15 分钟	无需预热
通讯接口	USB/Ethernet/GPIB(Optional)	
测量速率	25Hz	

2) 438 系列波长计

438 系列光通讯激光多波长计专门为密集波分复用 DWDM 应用研发与优化，工作范围 1000nm - 1680nm(179-300THz)，O/E/S/C/L/U 几乎全波段，精度高达 $\pm 0.2\text{ppm}$ ，可以在 10Hz 频率下同时监测多至 1000 个信道。



产品特点:

- 可测试 CW 或调制激光，绝对准确度可达 $\pm 0.2\text{ppm}$
- 测试范围 1000nm-1680nm(179-300THz) 涵盖全部光纤通讯波段
- 内置长寿命 HeNe 激光器实时校准，完全无需人工干预
- 可同时监测 1000 个 DWDM 通道，测试刷新频率高达 4Hz
- 可同时检测各通道激光功率。
- 标配 USB2.0 和以太网接口，可增配 GPIB 接口方便用户架构自动检测系统

专业应用:

- DWDM 研发与生产;
- 无源器件测试;
- 光收发器测试;
- 光纤波长损失特性分析;
- 光学传感;

主要参数指标:

产品型号	438A	438B
被测激光类型	连续激光或调制激光	
波长范围	1270nm-1680nm(182-236THz) 或 1000-1680nm(179-236THz)	
绝对测量精度	$\pm 0.2\text{ppm}$ ($\pm 0.3\text{pm}@1550\text{nm}$)	$\pm 0.65\text{ppm}$ ($\pm 1.0\text{pm}@1550\text{nm}$)
重复测量精度	$\pm 0.15\text{ppm}$	$\pm 0.5\text{ppm}$
可分辨间隔	10GHz	
内置校准光源	稳频 HeNe 激光器	标准 HeNe 激光器
显示精度	0.00001nm	0.0001nm
显示单位	nm, cm^{-1} , THz	
功率测量精度	$\pm 0.5\text{dB}$ ($\pm 30\text{nm}$ from 1310nm and 1550nm)	
功率显示单位	dBm, mW, μW	
自动测量信噪比	> 40dB ($\geq 100\text{GHz}$ 信道间隔) > 35dB ($\geq 50\text{GHz}$ 信道间隔)	
边模抑制比	> 30 dB, ≥ 0.7 nm from peak	
灵敏度	1270-1600nm: -40dBm, 单信道 1000-1270nm: -35dBm, 单信道 1600-1650nm: -30dBm, 单信道 30dB, 多信道	
最大测量信道数	1000	
功率阈值	+10dBm(饱和阈值), +18dBm(损伤阈值)	
回损	35 dB (UPC connector), 50 dB (APC connector)	
输入方式	光纤输入 (FC/APC 或 FC/UPC)	
预热时间	< 15 分钟	无需预热
测量速率	10Hz	
体积 (H×W×L)	89mm×432mm×381mm	

3) 1kHz 在线高速激光波长计 828

828 高速光通讯激光波长计专门为密集波分复用 DWDM 应用研发与优化，工作范围 1250nm-1650nm(182-240THz)，O/E/S/C/L/U 几乎全波段，精度高达 $\pm 0.2\text{ppm}$ ，在线测试速率可达 1kHz。



- 可测试连续激光，绝对准确度可达 $\pm 1\text{pm}$ @ 1550nm
- 测试范围 1250nm-1650nm(182-240THz) 涵盖全部光纤通讯波段
- 内置长寿命频率标准激光器实时校准，完全无需人工干预
- 测试速率高达 1kHz
- 可同时检测激光功率。
- 标配 USB2.0 和以太网接口，可增配 GPIB 接口方便用户架构自动检测系统

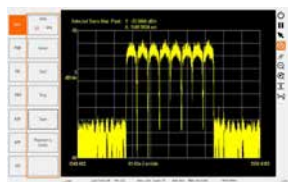
- Tunable 激光器的研发与生产；
- DWDM 研发与生产；
- 无源器件测试；
- 光收发器测试；
- 光纤波长损失特性分析；
- 光学传感；

产品型号	828A	828B
被测激光类型	连续激光	
波长范围	1250nm-1650nm(182-240THz)	
绝对测量精度	$\pm 0.2\text{ppm}$ ($\pm 0.3\text{pm}@1550\text{nm}$)	$\pm 0.65\text{ppm}$ ($\pm 1.0\text{pm}@1550\text{nm}$)
重复测量精度	$\pm 0.02\text{ppm}$ ($\pm 0.08\text{pm}@1550\text{nm}$)	$\pm 0.07\text{ppm}$ ($\pm 0.3\text{pm}@1550\text{nm}$)
最大测量带宽	1GHz(8pm @1550nm)	10GHz(80pm @1550nm)
内置校准光源	半导体激光器	
显示精度	0.00001nm	0.0001nm
显示单位	nm, cm^{-1} , THz	
功率测量精度	$\pm 0.5\text{dB}$ ($\pm 30\text{nm}$ from 1310nm and 1550nm)	
功率显示单位	dBm, mW, μW	
灵敏度	1kHz:-20dBm(10 μW) 500Hz:-25dBm(3 μW) 250Hz:-29dBm(1.25 μW) 100Hz:-33dBm(0.5 μW)	1kHz:-25dBm(3 μW) 500Hz:-30dBm(1 μW) 250Hz:-35dBm(0.3 μW) 100Hz:-40dBm(0.1 μW)
功率阈值	+10dBm(饱和阈值), +18dBm(损伤阈值)	
输入方式	光纤输入 (FC/APC 或 FC/UPC)	
预热时间	< 15 分钟	
测量速率	1000Hz	
体积 (H×W×L)	89mm×432mm×381mm	

1.2. 高分辨率光频谱仪 BOSA

BOSA 是位于西班牙的 Aragon Photonics 公司基于其专利技术开发的超高分辨率光频谱仪（OSA）。BOSA 的名称来源于 Brillouin + OSA，仪器采用受激布里渊散射（Stimulated Brillouin Scattering, SBS）技术，实现 10MHz 超高分辨率、0.5pm 精度，并可非常便利的扩展被动元件测试、偏振特性测试、位相测试及复频谱分析，等功能。得益于受激布里渊散射锐利的滤波曲线和边模抑制能力，BOSA 在具备 -70dBm 高灵敏度的基础上提供 >80dB 的免伪讯（spurious free）动态范围，为真实还原精细频谱信息以及位相信息提供有力的保证。

下一代超高速光通讯在更充分利用频谱资源（如光正交频分复用 Optical OFDM 技术、偏振复用技术）的基础上，在信号和传输领域也许先进调制技术、相干调制及相干探测技术等。这些技术所涉及的光源、调制器、无源器件、探测器、传输网络，无一不需要对光频谱、位相、啁啾、偏振、时域振幅等物理量及其变化和噪声作完整、准确、精细的测量。BOSA 正是适合此类先进应用的全能型仪器。



产品特点：

- 全光学方案，专利 SBS 技术，真实频谱；
- 10MHz 频谱分辨率，0.5pm 波长准确度；20nm/s 快速测量；
- C, L, O 波段覆盖；
- 正交分量（偏振）相关的频谱、位相、啁啾、时域信号测量；
- 光器件插损、回损、波长及偏振敏感分析测试；
- 复光学频谱仪，振幅、位相、啁啾等全面分析，无带宽限制，不依赖于调制格式；
- 高灵敏度、高免伪讯动态范围。

专业应用：

- OFDM；
- 无源器件分析；
- 主动器件分析；
- 位相信息分析；
- 可调谐光源研发与生产；
- 光纤传感；
- 光频梳测试；

主要参数指标：

型号	BOSA series 6		
波段	C band	C+L band	O band
光谱范围	1516-1565 nm	1521-1630 nm	1265-1345 nm
光谱分辨率	± 1.5 pm	± 2.0 pm	± 2.0 pm
校准功率范围	+10 到 -90 dBm		
免伪讯信噪比	> 80dB		
灵敏度	-90 dBm @ 10MHz		
波长准确度	± 0.5 pm	± 0.5 pm	± 1.0 pm
功率准确度	± 0.5 dB		
选项 10	内置可调谐激光单独输出选项：输出功率 >1mW, 边模抑制比 >43dB, RIN <-145dB/Hz, 调谐速度 1-100nm/s, BNC 触发输出		
选项 20	器件分析选项：用于被动器插损 / 回损测试，插损灵敏度 -70dBm; 回损灵敏度 -45dBm; 免伪讯动态范围 >80dB		
选项 30	偏振光谱分析选项：偏振角重复度 ± 5°; 偏振灵敏度：-40dBm; 偏振串扰 <20dB; 温度影响：± 0.2°/°C		
选项 40	相位分析选项：位相精度 ± 1°; 灵敏度 -70dBm; 模式频率范围 70MHz-2GHz		
选项 100	经济型选项：用户如已经自备可调谐激光器，可提前通知厂家自由可调谐激光器型号，并要求厂家删除内置激光器以节省经费		

1.3. 高分辨率被动器件分析仪 HDCA

同样利用 BOSA 受激布里渊散射超高分辨率光频谱仪架构，针对于被动器件测试的需求，HDCA 高分辨率被动器件分析仪将原 BOSA 针对于被动器件插损 / 回损 / 偏振相关损耗等选项功能也一并集成进了标配功能，特别适合于快速，简便，超高精度的对光纤通讯被动器件做日常检测。



产品特点：

- 全光学方案，专利 SBS 技术，真实频谱；
- 10MHz 频谱分辨率，0.5pm 波长准确度；20nm/s 快速测量；
- C，L，O 波段覆盖；
- 正交分量（偏振）相关的频谱、位相、啁啾、时域信号测量；
- 光器件插损、回损、波长及偏振敏感分析测试；
- 复光学频谱仪，振幅、位相、啁啾等全面分析，无带宽限制，不依赖于调制格式；
- 高灵敏度、高免伪讯动态范围。

专业应用：

- OFDM；
- 无源器件分析；
- 主动器件分析；
- 位相信息分析；
- 可调谐光源研发与生产；
- 光纤传感；
- 光频梳测试；

主要参数指标：

型号	HDCA series 3	
波段	C+L band	O band
光谱范围	1510-1620 nm	1265-1345 nm
光谱分辨率	0.3MHz Min； 1MHz typ.	
通道数	标配 1 通道，最高可达 4 通道	
校准输入功率范围	+10 to -90 dBm	
输出功率	0dBm min	
波长准确度	± 0.5 pm	
插回损动态范围	插损 >85dB@100nm/s; 回损 >55dB	
测试功率准确度	插损 ± 0.1 dB typ.; 回损 ± 0.5 dB typ	
测试功率分辨率	0.001 dB	
PDL 偏振损耗分辨率	± 0.04 dB	
PDL 偏振损耗重复度	± 0.02 dB	
数据点	最高可设置到千万	

2. 通讯光源

在光通讯器件、链路测试中大量用到通讯波段的窄线宽可调谐光源以及其他光源设备。这些光源可与光功率计、频谱仪、波长计等构成测试系统。

2.1. 可调谐窄线宽激光器

可调谐窄线宽激光器通常是一台外腔式半导体激光器（ECDL）输出通讯波段、线宽可达 <100kHz、功率可达 15dBm 的激光。根据性能的不同，分为可调谐（可在一定范围内初调、精调、设定波长）及可连续扫描两种。通常后者造价较高，而前者则适合大多数不需要自动扫频的场合。

这类光源的典型应用包括：

- 器件与光模块测试：光学滤波器，插入器，FBG，耦合器，分束器，隔离器，光路由器 / 交换机，WSS 及波长阻断器，DWDM 器件
- 硅光子器件（如环境微腔）表征，量子点表征
- 精密光谱学
- 光学本振
- 相干光通讯
- 光学传感
- 传输链路 / 光放大器测试

2.1.1. TLG-220、TLG-320 可调谐激光器

TLG-220 为日本 Alnair Labs 公司提供的台式可调谐窄线宽光源，最多可支持 4 个通道输出；TLG-320 为插槽式多通道光源，适合自动化测试产线使用。



TLG-220（上）、TLG-320（下）

TLG-320 不支持面板控制与显示，只能通过电脑控制。其输出指标基本相同：

- <100kHz 线宽；
- 1MHz 调谐分辨率
- 最高四通道；可选模块式设计
- 25GHz ITU 格点可调谐
- 远程控制

型号	TLG-220	TLG-320
通道数目	模块式：1or 2 台式：1-4	机框：12 插槽 最大容纳：48 通道
计算机接口	模块式：RS232 台式：USB/GPIB	USB/GPIB/Ethernet
输出光功率范围	+9.5 ~ +15.5 dBm	
波长范围	C:1529-1567nm L 波段敬请垂询	C:1529-1567nm L:1570-1609nm
通道间隔	连续	
频率细调分辨率	1 MHz	
频率细调范围	±6 GHz	
频率精度	±2.5 GHz	
线宽	<100 kHz (瞬时, FWHM)	
边模抑制比	SMSR>40 dB	
RIN	-145 dB/Hz	
偏振消光比	PER>18 dB	
热机时间	30 秒	
光纤接口	FC/SC,SPC/APC	

2.1.2. WSL 可调谐激光器



	WSL-110
波长范围 nm	C: 1527.6 - 1565.5; L: 1568.77 - 1608.76
频率分辨率	100MHz
精调	1MHz
精调范围	±6GHz
频率精度	±2.5GHz
输出功率	C: 9.5 - 15.5 dBm; L: 8.5 - 14.5 dBm
线宽	<100kHz

WSL 为日本 Santec 公司生产的台式可调谐光源，提供 C 波段和 L 波段输出。

2.1.3. TSL 系列连续扫频激光器



Figure 1. The TSL Series

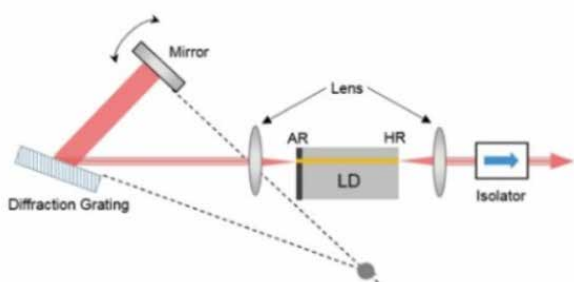
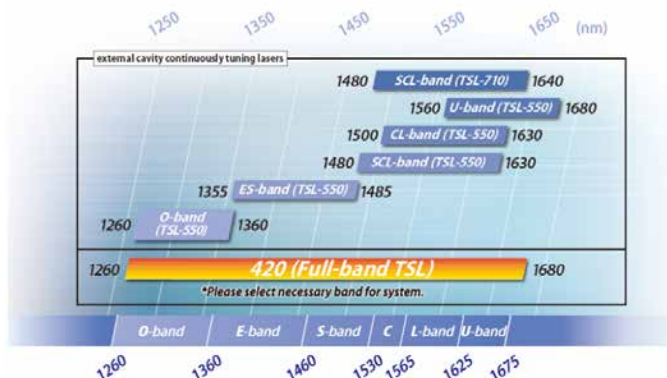


Figure 2. Littman-Metcalf Configuration

连续扫频窄线宽激光器是 Santec 公司的拳头产品。采用 Littrow 架构的 ECDL，可实现通讯波段单纵模 <100kHz 线宽的输出，13dBm 功率，无跳模扫频范围达到 100nm，每秒可扫描 200nm。

Santec TSL 分为 5 系列和 7 系列。其中 5 系列分为 A, C, P 三个级别，又按照波段范围分为 O (1260~1350nm)、ES (1355~1485nm)、CL (1500~1630nm)、SCL (1480~1630nm)、LU (1560~1680nm) 多个型号；7 系列性能更高，主要针对 CL、SCL 波段。



参数指标:

TSL570

	系列	TSL-570				
	型号	260360; 355485; 500630; 560680		240380; 355505; 480640		
	波长范围 nm	1260-1360/1355-1485/1500-1630/1560-1680nm		1240-1380/1355-1505/1480-1640nm		
种类	Type	A	C	A	C	P
波长特性	分辨率	0.1pm				
	波长稳定性 (typ)	±5pm	±1pm	±5pm	±1pm	±1pm
步进模式	波长绝对准确度_x001D_(typ)	±20pm	±5pm	±20pm	±5pm	±2pm
	波长重复性 (type)	±5pm	±1pm	±5pm	±1pm	±0.5pm
连续扫描模式 @100nm/s	波长绝对准确度_x001D_(typ)	±15pm	±3.5pm	±15pm	±5pm	±1.5pm
	波长重复性 (type)	±8pm	±1.5pm	±8pm	±1pm	±0.8pm
	扫描速度	1 -200 nm/s				
	精细调谐范围	10GHz				
输出功率特性	峰值输出功率	≥ 13dBm				
	全频段输出功率	≥ 7dBm				
	≥ 10dBm 调谐范围 nm	1260-1360/1380-1485/1500-1630/1560-1680nm		1260-1360/1380-1485/1500-1630nm		
	功率稳定性	±0.01dB				
步进模式	功率重复性	±0.01dB				
	输出平坦度与波长比	±0.2dB				
连续扫描模式 @100nm/s	动态功率重复性	±0.01dB				
	动态相对功率平坦度	±0.2dB				
	相对强度噪声 RIN (typ)	-145dB/Hz (1MHz ~ 3GHz)				
光谱	线宽（相干控制关）	200kHz				100kHz
	线宽（相干控制开）	40MHz				
	SMSR (typ)	≥ 45dB				
	STSSER	≥ 70dB				
	SSSER	≥ 80dB/nm （≥ 90dB/0.1nm）				
通用	光纤出端口	FC 或 SC/ SPC 或 APC				
	通讯接口	GPIB, USB, Ethernet				
	频率强度调制	DC ~ 400kHz: 输入 -2 ~ 0V: 调制深度 >50%/V				

TSL-770

	系列	TSL-770	
波长特性	波段	CL	SCL
	波长范围 nm	1490-1630nm	1480-1640nm
	波长分辨率	0.1pm	
	波长绝对精度	±1.5pm at 15-35oC 工作温度； ±0.5pm typ. at 25±1oC	
	波长重复性	±0.5pm (±0.2pm typ)	
	波长稳定性	±0.5pm (24 小时) typ.	
	扫描速度	0.5 -200 nm/s	
	精细调谐范围	10GHz	
输出功率特性	峰值输出功率	≧ 13dBm	
	≧ 10dBm 调谐范围 nm	≧ 10dBm(1500-1630nm)	≧ 10dBm(1500-1630nm)
	全调谐范围输出功率	≧ 7dBm	≧ 8dBm
	功率重复性	±0.01dB (±0.002dB typ.)	
	功率稳定性	±0.01dB(1 小时) ； ±0.02dB(24 小时) typ.	
	输出平坦度与波长比	±0.2dB (±0.05dB typ.)	
光谱特性	相对强度噪声 RIN (typ)	-145dB/Hz (1MHz ~ 3GHz)	
	线宽（相干控制关）	60kHz	
	线宽（相干控制开）	40MHz	
	SMSR (typ)	≧ 50dB	
	STSSER	≧ 70dB	
	SSSER	≧ 80dB/nm (≧ 90dB/0.1nm)	
通用特性	光纤出端口	FC 或 SC/ SPC 或 APC	
	通讯接口	GPIB, USB, Ethernet	
	频率强度调制	低频调制 DC ~ 400kHz typ.; 高频调制（可选） 2-100MHz typ.	

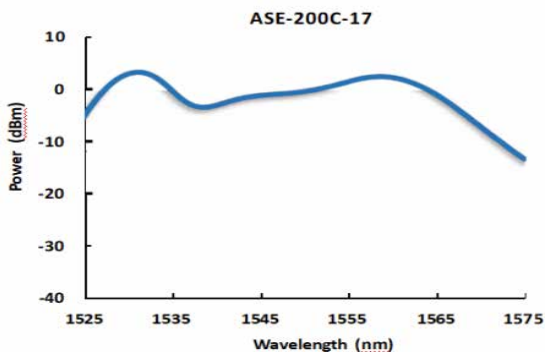


多台 Santec 可调谐光源与光开关（OSU-100）组合，可构成全波段可调谐光源，覆盖 1260 ~ 1680nm。

2.2. 其他光源

2.2.1. 宽带 ASE 光源

Alnair Labs ASE-200 型宽带光源提供 C 或 L 波段宽光谱输出，最高功率可达 23dBm。稳定性可达 0.005dB/5mins，0.02dB/8hrs。宽带光源可结合滤波器构成单色光源或可调谐光源，也可结合 OSA 构成器件测试系统。主要应用包括：



- 光纤传感
- FBG 测试，DWDM 器件测试
- OCT
- 激光陀螺仪

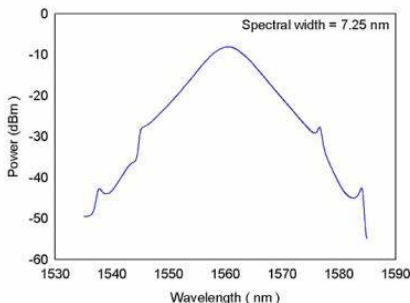
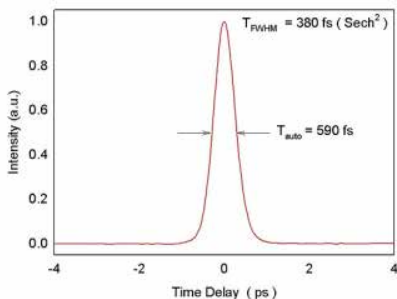
	C-Band		L-Band		
型号	+17dBm	+23dBm	+17dBm	+23dBm	单位
输出功率	> +17	> +23	> +17	> +23	dBm
功率谱密度 /nm	> -8	> -2	> -12	> -6	dBm
光谱范围	1528 ~ 1565		1570 ~ 1605		nm
输出稳定性 /5 分钟	< ±0.005				dB
输出稳定性 /8 小时	< ±0.02				dB
输出隔离度	>40				dB
输出偏振	<5				%
光纤	SMF-28e				
光纤接口	FC/ SC, SPC/ APC				
PC 界面	RS232				

2.2.2. 紧凑型光纤飞秒激光器

PFL-200 采用 Alnair Labs 独特的碳纳米管可饱和吸收体锁模，避免了普通光纤飞秒激光器 SESAM 可饱和吸收体的寿命问题。全保偏设计，输出 450fs 变换极限脉冲。模块式版本仅有手掌大小，5VDC 供电，开机即用。



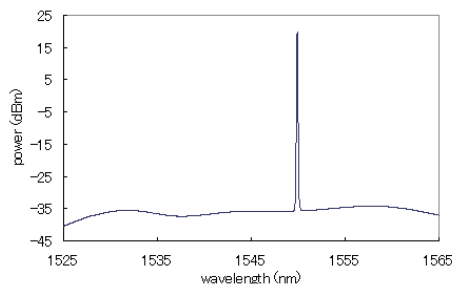
	min.	typ.	max.	unit
平均功率	2.5	3.2		mW
峰值功率		140		W
中心波长	1555	1560	1565	nm
光谱带宽		4.5		nm
脉冲宽度		570	800	fs
重复频率	35	40	45	MHz
偏振消光比	17	23		dB
光纤	PMF			
光纤接口	FC/ SC, SPC/ APC			
运行温度	+15 ~ +35			
储存温度	0 ~ +60			
供电	模块式：DC5V, 1A; 台式：AC100-240V, 50/60Hz			
尺寸	模块式：90×15×70; 台式：236×88×405			



2.2.3. 掺铒光纤放大器

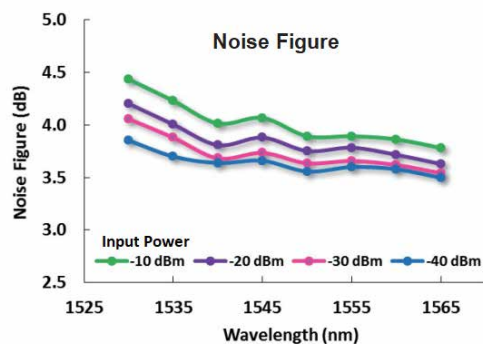
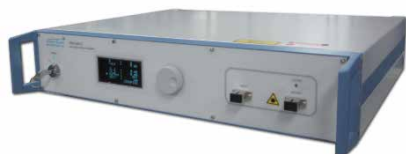
Alnair Labs 提供两款 EDFA，<3W 功耗、最高输出 20dBm 的 EFA-200C 以及 50dB 光学增益、噪声系数 3.8dB 的低噪声 EDFA LNA-220。

1) 低功耗 EDFA EFA-200C



型号	+13dBm	+15dBm	+17dBm	+20dBm	
工作波长	1530 ~ 1563				nm
饱和输出功率 @ 0dBm 输入	>+13	>+15	>+17	>+20	dBm
增益 @ 1550nm, -3dBm 输入	13	15	17	20	dB
输入功率范围	-10 ~ 10dBm				
噪声系数 @ 1550 nm, -3 dBm 输入	< 5.5 (typ. 5)				dB
输入 / 输出隔离	> 30				dB
偏振依赖增益 (PDG)	< 0.4 (ty p. 0.3)				dB
偏振模式色散 (PMD)	< 0.6 (ty p. 0.3)				ps
光纤	SMF-28e				
光纤接口	FC or SC, SPC or APC				
控制模式	Auto Power Control				
PC 界面 (可选)	RS-232, Ethernet				
工作温度	0 ~ +35				°C
存储温度	-10 ~ +70				°C
供电	AC 100-240 (50 / 60 Hz)				V
功耗	< 3				W

2) 低噪声 EDFA LNA-220



		单模光纤			保偏光纤			
		min	typ.	max	min	typ.	max	
工作波长		1530		1560	1530		1560	nm
饱和输出功率 @ -10dBm 输入	35dB 型号	+10			+10			dBm
	40dB 型号	+16			+16			dBm
输入功率范围		-40		-10	-40		-10	dBm
(@1532nm, 仅 C-Band)		-50		-10	-50		-10	dBm
增益 @ -40dBm 输入	35dB 型号	32	35		32	35		dB
	40dB 型号	40	42		40	42		dB
增益 @ -40dBm 输入	35dB 型号	43	45		38	40		dB
1532nm, 仅 C-Band	40dB 型号	50	52		50	52		dB
噪声系数 @ -40dBm 输入			3.8	4.0		3.2	3.5	dB
输入 / 输出隔离			30			30		dB
偏振依赖增益 (PDG)		0.3	0.5		-			dB
偏振模式色散 (PMD)		0.3	0.5		-			ps
偏振消光比 PER					20	22		dB
光纤		SMF-28e			Fujikura SM15-PS-U25			
光纤接口		FC / SC, SPC / APC						

3. 通讯仪器设备

3.1. 高速电子学设备

3.1.1. 皮秒脉冲电流发生器 EPG-210

不同于高带宽信号发生器只能输出电平信号,独特的皮秒脉冲电流发生器可驱动负载。最短 30ps 的脉冲,可用于触发调制器、激光驱动器,产生超高速调制信号;高电压输出选项支持直接驱动绝大多数市售的增益调制激光器。在激光加工领域,皮秒电流脉冲发生器可用于激光重频和脉宽控制。

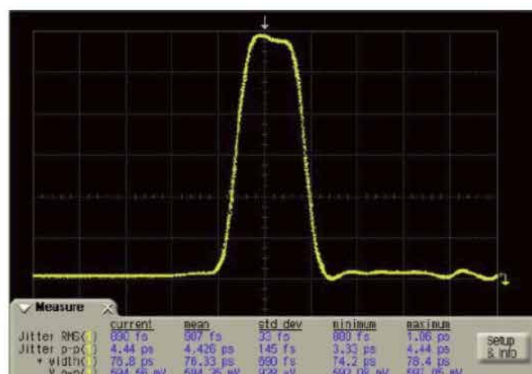
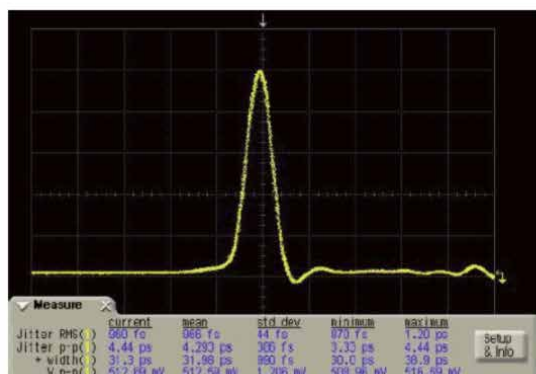


- 短至 30ps 的电脉冲, 可选脉宽可调至 200ps
- 17ps 快速上升 / 下降沿 + 低附加抖动
- 重频通过简单地调节输入时钟 / 触发在 1MHz ~ 5GHz 范围调节, 原则上可实现单发; 支持 pulse-on-demand
- 对比昂贵的 40Gbps 脉冲模式发生器, 具备极佳性价比
- 可调脉宽和重频
- 单端或差分输出

参数指标:

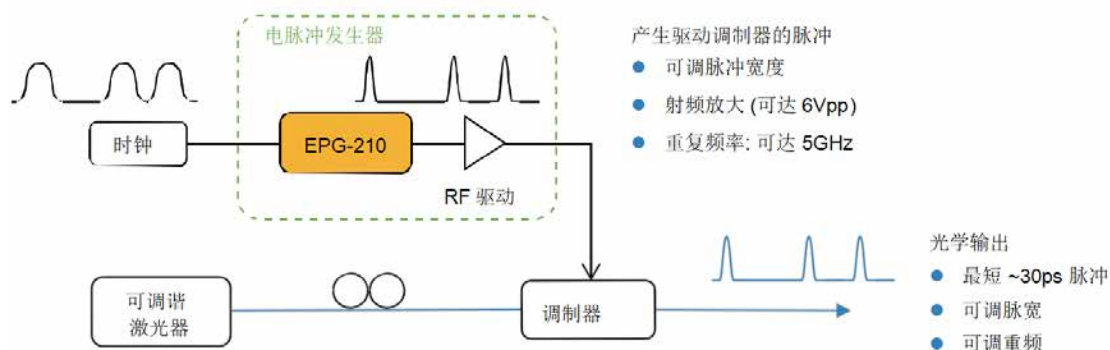
	min.	FWHM = 30 ps			FWHM ≥ 50 ps			unit
		typ.	max.	min.	typ.	max.		
输入	信号类型		正弦 / 方波			正弦 / 方波		Vpp
	输入电平	0.3		0.5	0.3		0.5	Vpp
	重复频率	0.001		5	0.001		5	GHz
输出	脉宽 (FWHM) (标准型)		30 +/-5			(50 / 75 / 100) +/-8		ps
	脉宽调节 (可选) 4	0		+200	0		+200	ps
	上升时间 (20 - 80 %)	12	14	17	14	17	19	ps
	下降时间 (20 - 80 %)	11	13	15	12	15	17	ps
	输出电压 (标准)	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.7	Vpp
	(可选)	5			5			Vpp
	附加脉冲抖动			0.5			0.5	ps
	电学耦合	AC			AC			
	接口	Advanced SMA			Advanced SMA			
	阻抗		50			50		Ohm
	运行温度	15		35	15		35	°C
	储存温度	-20		70	-20		70	°C

输出示例:

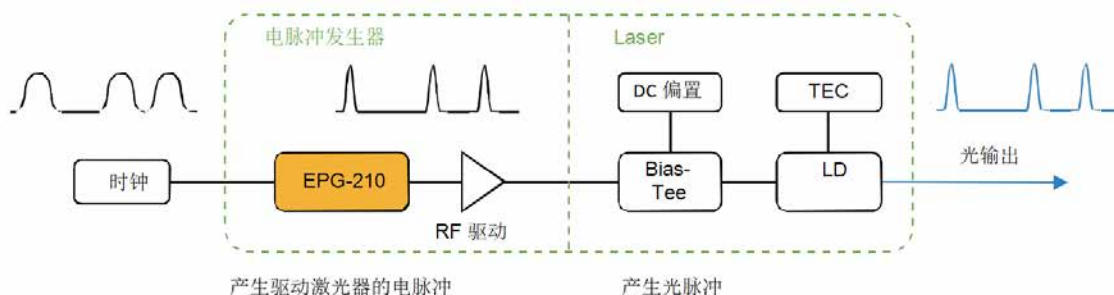


应用示例：

- 驱动铌酸锂调制器可产生 17ps 上升 / 下降沿光脉冲



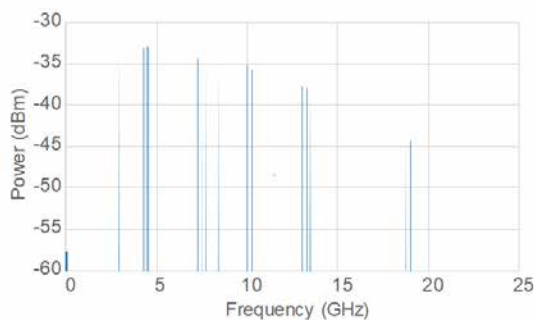
- 直接驱动增益调制激光器可产生 30-60ps 低抖动光脉冲



- 作为射频频率梳使用

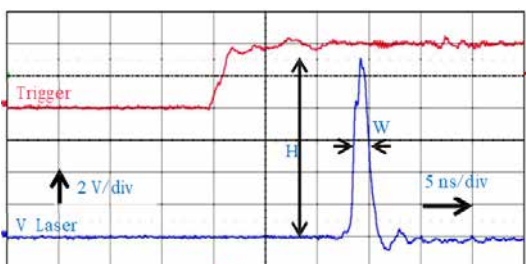
EPG-210 覆盖至 25GHz 的高速射频分量使其可以作为射频梳使用；梳齿间距可通过调节重频来改变；可用于射频天线表征、测试。

50ps /250MHz 重频信号的 RF 频谱



3.1.2. 大电流脉冲电流发生器

CPG-100B-1000P 可产生高达 100A 的纳秒脉冲；也可作为跨导放大器为纳秒脉冲信号提供功率驱动能力。



- 50 Ω 纳秒脉冲放大器或 100A/ 纳秒脉冲电流激光驱动器
- 高功率转换效率，宽度及高度可调脉冲
- LIDAR，激光材料处理，泵浦激光，引线点燃，相控阵雷达，激光瞄靶等应用

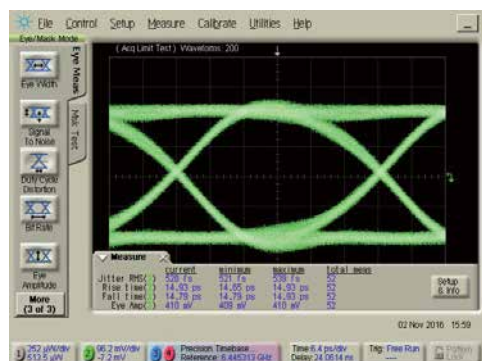
类别	参数	指标	单位
产品信息	型号	CPG-100B-1000-P-X-X	
	重复频率	单发 ~ 400	kHz
发生器	待机功耗	< 50	mW
	时间分辨	依据触发输入的透明定时	
	精度	取决于输入信号	
	附加抖动	< 5	ps
	突发模式	输出跟随输入	
	输出脉冲模式	单发 / 突发 / 周期	
输出	触发	外触发 50 Ω 输入	
	脉冲宽度，固定的	Typ. 1 ~ 5	ns
	脉冲宽度调节	待询	
	输出电平 (50 Ω 放大器版本)	> (供电 - 4V)	
	脉冲电流 @ 并联电感 = 300 pH, 脉宽 = 3 ns	100A (供电 = 30V)	
		150A (供电 = 40V)	
		350A (供电 = 100V)	
	脉冲电流 @ 并联电感 = 300 pH, 脉宽 = 5 ns	160A (供电 = 30V)	
		250A (供电 = 40V)	
		500A (供电 = 100V)	
	电流摆率	3,33	A/ns/V
	输出阻抗 (大电流驱动器版本)	10 ~ 100	m Ω
	输出耦合	AC Coupling	
	射频接口	Advanced SMA	

3.1.3. 28Gbps 误码仪

BERT-250E-4CH 为产线测试适应的易用性误码仪，提供 4 通道、28Gbps 误码率测试能力，用于收发器、TOSA、ROSA 测试以及光调制器测试。



应用示例：25.8Gbps 眼图



- 内置 CDR
- 最大 4 通道，28Gbps
- 远程控制功能

参数指标：

		min.	typ.	max.	unit
脉冲模式发生器	数据速率	25.0		28.3	Gbps
	数据模式		$2^9-1, 2^{15}-1, 2^{31}-1$		
	输出电压	400			mVpp
	上升 / 下降时间 (20-80%)		15	17	ps
	抖动 (rms)		0.6	0.9	ps
误码检测器	输入灵敏度		25		mVpp

- TOSA/ROSA，高速 IC，收发器 / 接收器在线检测
- 数据链路性能测试
- 100GbE 应用
- 传输系统测试

3.1.4. 10Gbps 串行误码仪

SeBERT-100 型串行误码仪包括一个模式发生器，错误探测器以及内部时钟数据恢复功能。支持 10Gbps 码率，适合生产线使用，可用于 TOSA/ ROSA 检测以及光调制器驱动。

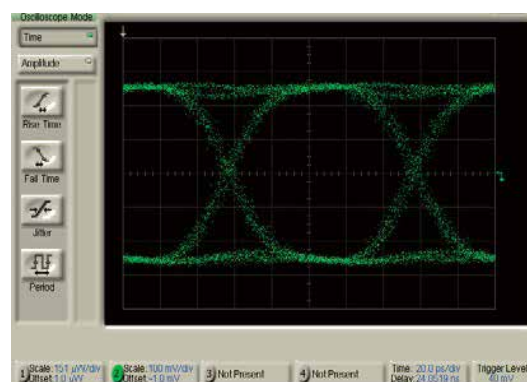


- 10Gbps，最高四通道
- SFP+/ XFP 兼容插口可选
- 27-1,231-1 或 64 位可定义 PRBS
- 内置 CDR、内置时钟
- 单通道或多通道（可达 10 通道）
- 预加重、交叉点及 EAM 驱动选项
- 远程控制

参数指标

		min	typ.	max	单位
脉冲模式发生器	数据速率	9.95328		11.32	
	数据模式	PRBS: 27-1, 223-1, 231-1, or 64 bit user-defined			
	输出电压	300		500	mVpp
	上升 / 下降时间 (20-80%)		23		ps
	抖动 (rms)		1.5		ps
误码探测器	输入灵敏度		30		mVpp
	探测阈值	-64	0	+64	mV
	PC 界面		USB		

应用示例



左：软件界面；右：10Gbps 眼图

典型应用领域

- 10G, 4×10G, 10×10G 器件或光纤链路检测
- 低成本 TX/ RX 器件检测线
- 数据传输实验

3.2. 光学滤波器

光学滤波器采用 FBG、自由空间光栅、镀膜滤光片等色散元件，实现高对比度的波长依赖的透过 / 反射，广泛用于信号噪声滤除、单色光源产生、器件测试等。

光学滤波器的主要特性包括：

- 可调谐范围：是指滤波器透过率峰值波长的可变范围；
- 滤波带宽：通常指透过率下降为峰值透过率的 -3dB 处的带宽；
- 滤波线性与斜率：滤波器具备平顶、高斯等不同滤波线性；斜率是指透过率相对于波长变化的斜率。

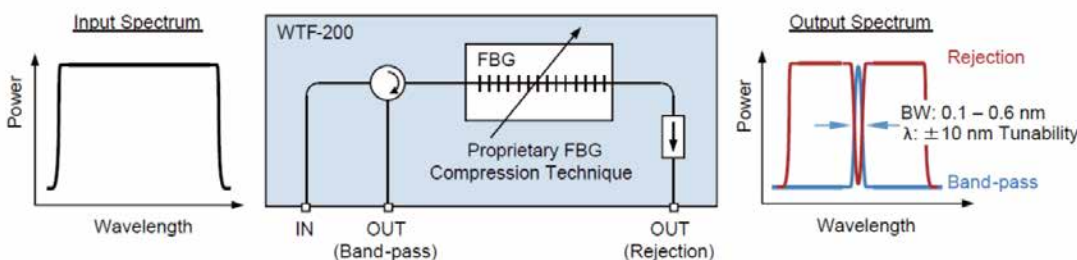
3.2.1. 可调谐 FBG 滤波器

WTF-200 可调谐 FBG 滤波器采用压缩 FBG 的方式进行调节。与传统的伸展式调节相比，调谐范围更宽，典型调谐范围可达 20nm。



- 窄带光学滤波
- 锐利的滤波边沿
- 低插入损耗
- 带通或带阻

工作原理



技术参数

型号	T01			T02			T03			
	min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max	
调谐范围	10			20			20			nm
3dB 带宽	0.08	0.1	0.16		0.2-0.3			0.4-0.6		nm
峰值插损		3.5	8		2.5	3.5		2.5	3.5	dB
插损起伏		0.2	0.5		0.2	0.5		0.2	0.5	dB
带外抑制	23	26		23	26		23	26		dB
陷波深度		3-6			10		15			dB
中心波长	1030-1070/ 1280-1330/ 1520-1610									nm
最高输入	0.5									W
光纤	SMF or PMF									
接口	FC/SC, SPC/APC									

典型应用

- 光信号选择 / 滤除
- 背景噪声抑制
- 可调谐激光反射器

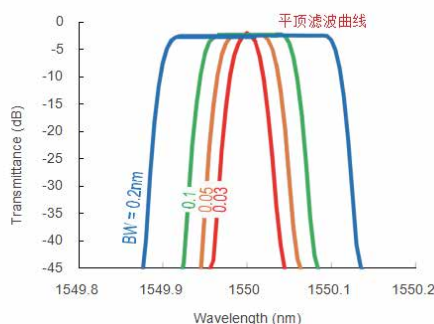
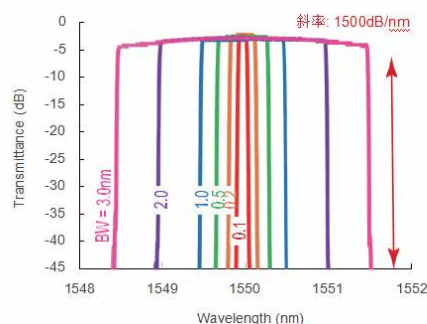
3.2.2. 超窄线宽可调谐滤波器

CVF-300CL/ BVF-300CL 分别为可编程 / 手动的超窄线宽可调谐滤波器：中心波长可调，滤波线宽最小可达 30pm (3.7GHz)，可达 1500dB/nm 的滤波斜率。



- 超锐利滤波：1500dB/nm
- 极窄线宽：30pm (3.7GHz)
- 灵活配置：带宽和中心波长可调
- 远程控制和功率监控 (CVF-300CL)

滤波性能



- 高达 1500dB/nm (12dB/GHz) 滤波曲线而不必在可变的滤波线宽和中心波长等参数方面予以妥协，为 DWDM 通道选择以及 ASE 噪声滤除的理想选择；
- 最窄 3dB 带宽为 30pm，且支持 30pm ~ 3nm 连续调节。结合 Etalon 可实现 <1GHz 的光频梳梳齿选择功能

典型应用

- 在线自动化测试系统
- DWDM 系统窄带滤波
- 脉冲成型，ASE 噪声滤除

参数指标

	CVF-300CL			BVF-300CL			
	min	typ	max	min	typ	max	
3dB 带宽调节范围	0.03		3	0.03		3	nm
3dB 带宽调节范围	3.7		370	3.7		370	GHz
滤波斜率	1000	1500		1000	1500		dB/nm
中心波长可调范围	1525		1610	1525		1610	nm
标准可选	1515		1630	1515		1630	nm
波长准确度		±0.05			-		nm
波长可重复性		±0.01			-w		nm
插损 (3dB 线宽 >0.1nm)		4.5	6.5		4.5	5.5	dB
(3dB 带宽 =0.03nm)		5.5	8		5.5	7	dB
回损	40	45		40	45		dB
带外抑制	40	50		40	50		dB
偏振依赖损耗 (PMF)		0.2			0.2		dB
最高输入功率		500			500		mW
光纤			SMF 或 PMF				
接口			FC/SC, SPC/APC				
高级功能		峰值定位 / 内置功率计			-		

3.2.3. SANTEC 系列可调谐滤波器

Santec 提供 OTF 系列手动、自动可调谐滤波器，不同的调谐范围、滤波带宽、滤波线性满足不同应用的需求。

1) OTF-320 手动可调谐滤波器

OTF-320 具备固定的滤波线性、带宽，调谐范围可达 80nm。OTF-320 采用镀膜滤光片实现光学滤波，可选择不同的滤光片来实现不同的性能。OTF-320 为手动调谐，波长通过刻度盘显示。

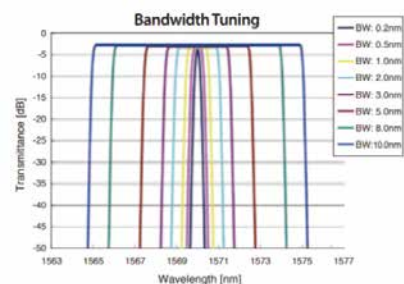
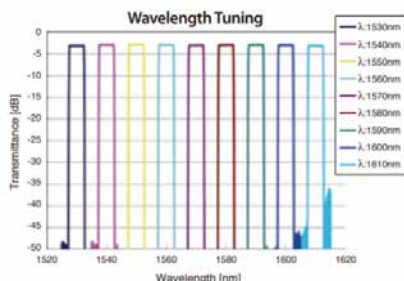
可选滤光片



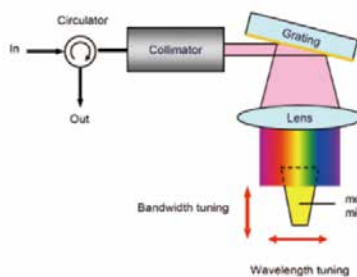
- 可调谐范围：可达 80nm
- 波长范围：1530 ~ 1610nm
- -3dB 带宽：0.25 ~ 1.5nm 可选
- -20dB 带宽：1.2 ~ 32nm 可选
- 插入损耗：2.0 ~ 7.0dB 取决于滤光片
- 偏振依赖损耗：<0.1dB
- 回损：>45dB

滤光片标号	03			04			06		
滤光片结构	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
-3dB (nm) 带宽	0.4±0.1	0.3±0.1	0.25±0.1	0.5±0.1	0.35±0.1	0.3±0.1	0.7±0.1	0.5±0.1	0.4±0.1
-20dB 带宽 (nm)	<3.8	<1.5	<1.2	<5.0	<1.7	<1.2	<7.5	<2.4	<1.5
插损 (dB)	3.5	6	7.5	3	5	6.5	2.5	3	4
色散 (ps/nm)	23	33.5	35	18	21.5	26	6.5	14.5	26.5
	-19	-31.5	-23	-12.5	-17.5	-17	-6.5	-11	-17.5
滤光片标号	08			12			24		
滤光片结构	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
-3dB (nm) 带宽	0.95±0.1	0.65±0.1	0.5±0.1	1.3±0.1	0.9±0.1	0.7±0.1	2.9±0.3	1.95±0.3	1.5±0.3
-20dB 带宽 (nm)	< 9.8	< 3.0	< 2.2	< 15.0	< 4.5	< 3.0	<32.0	< 10.0	< 6.5
插损 (dB)	2	3	3.5	2	2.5	3	2.5	2.5	2.5
色散 (ps/nm)	7	8	12	3.5	5	8	3.5	3.5	3.5
	-7	-5	-10.5	-4	-5	-5.5	-3.5	-3.5	-3.5
滤光片标号	05(1500-1630nm)			12(1270-1350nm)			50		
滤光片结构	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1		
-3dB (nm) 带宽	0.5±0.1	0.35±0.1	0.3±0.1	1.3±0.15	0.9±0.1	0.7±0.1	5.5±1.0		
-20dB 带宽 (nm)	< 5.0	< 1.7	< 1.2	< 15.0	< 4.5	< 3.0	<60(Typ.)		
插损 (dB)	4.5	6.5	8	3	3.5	4	2.9		
色散 (ps/nm)	18	21.5	26	3.5	5	8	-		
	-12.5	-17.5	-17	-4	-5	-5.5	-		

2) OTF-350 波长及带宽可调谐滤波器



OTF-350 是一款多功能的手动可调光学滤波器，波长和带宽独立可调。OTF 滤波器基于光栅色散，独立的高精度自由空间光路和精准的调节机构可实现优异的光控制和平坦带通曲线。



典型应用

- 40G, 100G 传输测试
- WDM 波长调谐
- ASE 噪声抑制
- 脉冲整形
- 下一代光通讯：OFDM

参数	单位	0.2 ~ 10nm 带宽型号	0.1 ~ 15nm 带宽型号
波长范围	nm	1530 ~ 1610	
调谐范围	nm	80	
-3dB 带宽	nm	0.2 ~ 10.0	0.1 ~ 15.0
-20dB 带宽	nm	≤ 0.6 (-3dB BW = 0.2nm) ≤ 11 (-3dB BW = 10nm)	≤ 0.4 (-3dB BW = 0.1nm) ≤ 15.5 (-3dB BW = 15nm)
群速度色散	ps/nm	≤ ±1 (典型 ≤ ±0.2)	
最高输入功率	dBm	+25	
插入损耗	dB	≤ 5 (典型 ≤ 3.5) for ≥ 0.5nm BW ≤ 7for ≤ 0.5nm BW	≤ 5 (典型 ≤ 3.5) for ≥ 0.2nm BW ≤ 7for ≤ 0.2nm BW
插入损耗一致性	dB	≤ 0.5	
回损	dB	≥ 40 (典型 ≥ 45)	
串扰	dB	≥ 50 (典型值)	
PDL	dB	≤ 0.25	

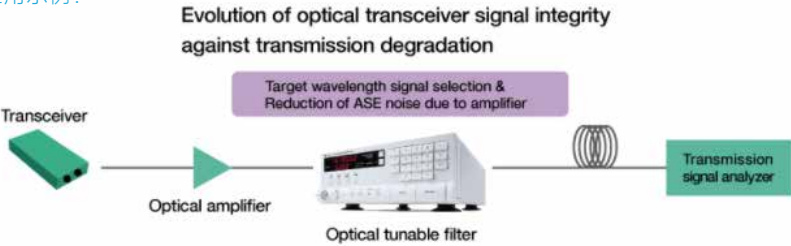
3) OTF-930 可编程可调谐滤波器

OTF-930 采用镀膜滤光片，是一款偏振无关的 80nm 范围自动可调谐滤波器。Santec 独特的“Linear Sliding”技术使其可在 PDL，带宽和插损不变的情况下进行精确的连续波长调谐。



- 可调谐范围：可达 80nm
 - 波长范围：1530 ~ 1610nm
 - PDL：< 0.1dB
 - PMD：<0.1ps
- 波长分辨率：0.01nm
 - GPIB + RS232
 - 滤光片：参见 OTF-320 滤光片选择表格

应用示例：



Tranciever 信号完整性传输劣化测试

4) OTF-980 可编程、带宽可调、可调谐滤波器

OTF-980 支持中心波长、带宽的独立编程调节，调谐范围可覆盖 C+L 波段。根据不同的应用需求，按照带宽范围和滤波斜率分为三个版本，其中 Ultrafine-Plus 可做到 1000dB/nm 的滤波斜率。系统提供触屏控制及 GPIB、网口、USB 远程控制。



类别	参数	单位	Standard	Ultrafine	Ultrafine-Plus
波长	波长范围	nm	1525 to 1610		
	精度	nm	±0.05 (typ.±0.03)		
	可重复性	nm	±0.01 (typ.±0.005 *4)		
	设置分辨率	nm	0.001		
滤波器	带宽 @-3dB	nm	0.1 to 15	0.08 to 4	0.05 to 3
	精度	nm	±0.05 (typ.±0.03)		
	可重复性	nm	±0.01		
	设置分辨率	nm	0.001		
功率特性	滤波斜率	dB/nm	200	500	1000
	最高输入功率	dBm	+27		
	插损	带宽 ≥ 0.2nm	5 (typ. 3.5)		
		带宽 <0.2nm	7 (typ. 5.5)		
	串扰 (typ.)	dB	50		
	PDL (typ.)	dB	0.2		
	峰值寻找功能 (可选)	-	Yes		
介面	通讯	-	GP-IB (IEEE488.2), USB & Ethernet		
	显示		5.6"触屏 (640×480)		
	光纤		SMF		
	光学接口		FC or SC		
	光学切抛		SPC or APC (Angled PC)		

3.3. 光测试与控制

3.3.1 光功率计

1) OPM-110 USB 接口光功率计

OPM-110 可直接由 USB 接口供电并和计算机通讯，是架构通讯波段光功率测试最为经济有效的方式。



探头	1mm InGaAs	3mm InGaAs	5mm InGaAs	10mm InGaAs	3mm Silicon
波长范围	850-1650nm				400-1100nm
功率范围	6to -72dBm	3 to -72dBm	0 to -65dBm	0 to -55dBm	0 to -65dBm
总不确定度	±0.25dB				
功率分辨率	0.001dB				
线性度	±0.02 (<10dB); ±0.05 (>10dB);				
采样时间	30ms				
通讯接口	USB				
输入电压	5V DC				
功耗	0.5VA				

2) OPM-150 多通道光功率计

OPM-150 为台式多通道光功率计，用户可选择最多 24 个通道。



探头	1mm InGaAs	3mm InGaAs	5mm InGaAs	10mm InGaAs	3mm Silicon
波长范围	850-1650nm				400-1100nm
功率范围	6to -72dBm	3 to -72dBm	0 to -65dBm	0 to -55dBm	0 to -65dBm
总不确定度	±0.25dB				
功率分辨率	0.001dB				
线性度	±0.02 (<10dB); ±0.05 (>10dB);				
通道数	1, 4, 8, 12, 16, 24				
采样时间	12.5ms				
通讯接口	USB 或 Ethernet				
输入电压	220V, 50Hz				
功耗	36VA				

3) OPM-160 快速光功率计

OPM-150 可最多从 24 个通道的快速光功率探头以 8us 的速度快速采样，采样频率高达 125kHz, 超过 IEC 61300-3-28 瞬态损耗测量标准。



探头	1mm InGaAs	3mm Silicon
波长范围	830-1700nm	400-1100nm
功率范围	6to -72dBm	3 to -65dBm
总不确定度	±0.25dB	
功率分辨率	0.001dB	
线性度	±0.02 (<10dB); ±0.05 (>10dB)	
通道数	8, 12, 16, 24	
采样时间	8us	
通讯接口	USB	
输入电压	220V, 50Hz	
功耗	18VA	

4) DTS-100 间断测试系统

DTS-100 允许您捕获短暂的光功率中断，可应用于各种有源或无源器件，在温度、振动或物理冲击下的信号丢失、瞬态输出或透射率



型号	DTS-100
探头形态	300um InGaAs
波长范围	830-1650nm
功率范围	-2 to -40 dBm
接收器带宽	> 2MHz
线性放大器输出	0 to 2.5 V
事件持续时间	0.8us to 1s
事件幅值	0.5 to 3dB(可选)
事件间隔	0.4us
事件跟踪	750 取样
通讯接口	USB

5) MPM-210 多端口光功率计

MPM-210 系列为新型的多端口光功率计，非常适合测量多端口光学设备。MPM-210 可以非常快的速度和高分辨率同时测量多达 20 个端口（每个 MPM-211 模块 4 个通道）的光功率。具备高精度，高线性度，极低偏振依赖。可测量 1250~1650nm 范围内 -80~+10dBm 的光功率，提供 GPIB、RS232、TCP/IP 通讯界面

MPM-210 为插入损耗（IL）、偏振依赖损耗（PDL）的理想测试设备，适合 DWDM、AWG、WSS 等多种应用场景。与 Santec 的 TSL 系列扫频光源结合，可构成快速高精度的自动化测试系统。



主机箱 MPM-210H

型号	MPM210H
功率计通讯口	GPIB, Ethernet, RS-232C
系统控制口	USB
外触发输入	TTL (3.3V) BNC
触发输出	TTL (3.3V) BNC
功率监控模拟信号	0 to 3V BNC

MPM-213 电流计模块

型号	MPM-213
电流动态范围	G-70 to +10 dB@ 100pA to 10mA
定增益动态范围	45 dB
增益级数	4
最高安全电流	16 dBmA
总不确定度	+/-5 %@-45 to 9 dBmA 平均时间 >10ms; +/-1% @>-35dBmA (typ.) 平均时间 >10ms
分辨率	0.001dB
线性度	+/-0.03%@-45 to +9 dBmA, 平均时间 >10ms
每模块端口数	4
输入接口	BNC

功率计模块

型号	MPM211	MPM212	MPM215
传感器	InGaAs		
波长范围	1250-1680nm		
参数保证范围	1250-1630nm		
功率动态范围	-80 to 10 dBm		-70 to +5 dBm
定增益动态范围	45 dB		70 dB
增益级数	5		1
最高安全功率	+16 dBm		
总不确定度	+/-5% (-60 to 9 dBm)		+/-5% (> -55dBm)
功率分辨率	0.001dB		
线性度	+/-0.03 @-55 to 9 dBm		+/-0.02 @> -40 dBm; +/-0.05 @> -50 dBm
偏振依赖响应	<0.025 dB@1525-1585nm; <0.03dB @1270-1630nm		
平均时间	10us 到 10s		
每模块端口数	4 口	2 口	4 口
模拟输出	无	有	无
光学接口	FC		

3.3.1. 可编程光延时器

ADL-200 可编程光延时器提供高达 2.5ns 的可调延时，具备低插损、低损耗起伏的特征，适合各种延迟线应用。



主要应用

- 光通讯
- 相干光通讯
- 光纤传感
- 脉冲表征
- 2.5ns 可调延时
- 低损耗 + 低损耗起伏
- 前面板控制，VFD 清晰显示
- USB+GPIB

技术指标

	1.5ns 型号	2.5ns 型号	
波长范围	1520 ~ 1640		nm
插入损耗	<1.5	<3.0	dB
插入损耗起伏	<0.5		dB
延时分辨率	<15	<30	fs
延时精度	<45	<90	fs
回损	>40		dB
偏振消光比 PER	>18		dB
光纤	SMF or PMF		
接口	FC/SPC, SPC/APC		
操作界面	前面板按键，USB，GPIB		

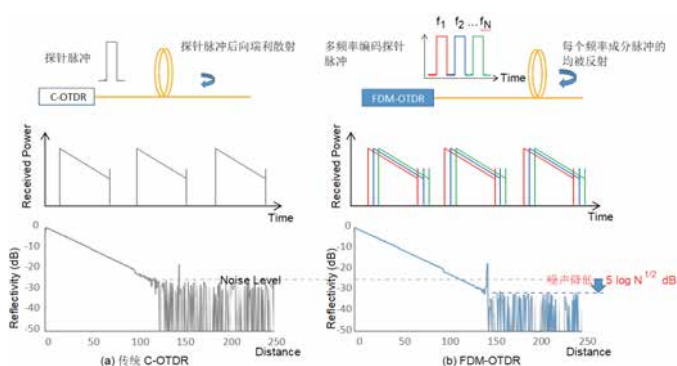
3.3.2. 频分复用光时域反射仪

FOTDR-300 频分复用相干光时域反射仪 (Frequency-Division-Multiplexed Coherent OTDR) 不同于传统的 C-OTDR。它在同一个时间段内发送不同频率的多个探针脉冲，从而在同样的测试时间内获取更多的数据，因此可以在相同时间内获得更高的信噪比，或者在同等信噪比下大幅度缩减测量时间。



- >23dB 动态范围
- 较传统 OTDR 快 10 ~ 40 倍
- 可测试长达一万二千公里的海底光缆

测试原理



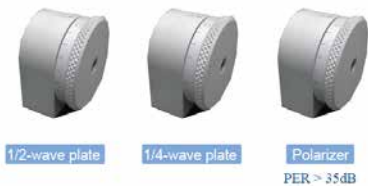
技术指标

中心波长 (OTDR)	1535.03 ~ 1565.08 (ITU-Grid, fixed at time of order)	nm
中心波长 (dummy)	Center wavelength (OTDR) +/- 3	nm
脉冲宽度	2.5, 5, 10, 30, 60, 100	μ s
输出功率	0 ~ +13 (0.2 dB step)	dBm
动态范围 1	> 23	dB
锐利死区 2	< 0.5	km
光学接口	FC, SC, LC, ST (PC/APC, other types can also be specified)	
距离范围	100, 500 ~ 12,000 (500 km step)	km
频率复用	1, 10, 40	
平均 IOR (Index of refraction)	28 ~ 224	
模式	1.300000 ~ 1.700000	
显示	Normal / High resolution	
PC 界面	10.1inch VGA(1024x600), color LCD, touch panel	
供电	USB (3 ports), RJ-45 (1 port), VGA (1 port)	
功耗	AC 100-240 (50 / 60 Hz)	Vac
浪涌电流	220	W
尺寸 (W x H x D)	25	A
重量	450 x 240 x 440	mm
运行温度	< 20	kg
存储温度	10 ~ 40	°C
湿度范围	-10 ~ 50	°C
EMC	40 ~ 80	%
冲击	CISPR22, IEC61000-4-2, EC61000-4-3, IEC61000-4-4, IEC61000-4-5, IEC61000-4-6	
振动	IEC C60068-2-27	
	IEC C60068-2-6	

1. With the setting: Pulse width 10 μ s, Average 216, Distance range 1,000 km, with added ASE, Frequency MUX 40;
2. With the setting: Pulse width 10 μ s, Frequency MUX 40;
3. Width is 480 mm including 19" rack fixture;

3.3.3. 模块式偏振控制器

MLC 系列控制模块用于灵活地控制激光的偏振和强度。采用卡槽式设计，三个卡位可放置半波片、四分之一波片、偏振片卡盘的灵活组合，并可分别精密调节；两端光纤接口用于光信号输入输出。光学元件卡盘具备清晰的读数，使得精密调节简便易行，稳定性、重复性俱佳。



- 卡盘式设计
- 高精度波片、偏振片、衰减片
- 低插损 / 回损

技术指标

	参数	min.	typ.	max.	unit
准直器 O	插损 *			0.8	dB
	回损	50			dB
	光纤	SMF or PMF			
	接口	FC or SC, SPC or APC			
半波片, 1/4 波片	尺寸	83 x 35 x 32			mm
	插损		0.1		dB
	损耗起伏		0.1		dB
偏振片	超额损失		0.1		dB
	消光比		35		dB

*: 已包括光纤接头损耗

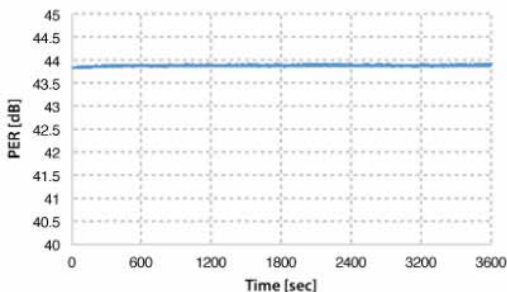
3.3.4. 偏振光源

Santec PLS-100 偏振光源面向偏振相关器件研发和产品线测试，提供 1330nm、1550nm，高稳定功率的 45dB 消光比可调节偏振光输出。典型应用包括光学元器件的偏振测试与调整，保偏光纤接头的测试与固定作业等。

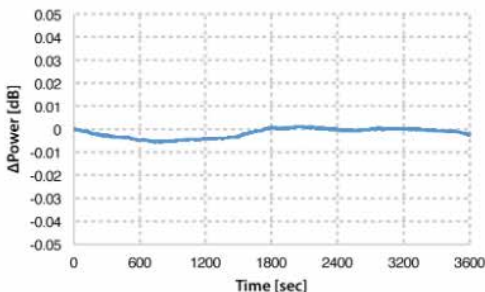


参数	单位	指标	备注
输出波长	nm	1310±20 or 1550±20	
偏振消光比 (PER)	dB	40	45dB typically
消光比稳定性	dB/hr	±0.5	±0.1 typically
输出功率	dBm	0	+3dBm typically
功率稳定性	dB/hr	<±0.1	±0.05 typically
输出功率偏振依赖	dB	±0.2	
线宽	nm	>20	
光学接口	-	FC or SC	
接头切抛	-	SPC	
偏振方向调节功能	°	2	精调
	°	180	细条

PER stability



Power stability



3.3.5. 消光比测试仪



性能

- 1260 ~ 1630nm 全带
- 消光比, 光功率, 偏振角同时显示
- 50dB PER 测量动态范围
- 宽范围功率输出 (-40~+10dBm/-25~+20dBm)
- 光电管模拟信号直接输出
- 实时 (10Hz) 测量
- 可更换接头: FC, SC, LC

应用

- 光器件偏振轴对准
- 跳线接头评估
- PMF 尾纤 LD 评估
- 保偏光纤熔接

类别	单位	常规功率版本		高功率版本	
波长范围	nm	1260-1630			
PER 动态范围	dB	50		40	
PER 测量范围	dB	0 to 50	-5 ~ +10dBm	-	-
	0 to 40	-15 ~ +10dBm	0 to 40	-5 ~ +20dBm	
	0 to 30	-25 ~ +10dBm	0 to 30	-15 ~ +20dBm	
	0 to 20	-35 ~ +10dBm	0 to 20	-25 ~ +20dBm	
PER 分辨率	dB	0.01			
PER 精度	PER <30dB	<±0.3			
	PER ≥ 30dB	<±1.0		<±1.0	
输入功率范围	dBm	-40 ~ +10		-25 ~ +20	
功率分辨率	dB	0.01			
功率准确度	dB	<±0.3			
偏振角分辨率	°	0.12			
偏振角准确度	°	<±0.45			
测量速度	sec	0.1/ 0.2/ 0.4			
介面	-	GP-IB, RS-232C			

3.3.6. 插损回损测试仪



ILM-100 插损测试仪

型号	ILM-100 插入损耗测试仪	
模式	单模	多模
光纤芯径	9/125 μm	50/125; 62.5/125; 100/140 μm
归一化波长	1310/1490/1550/1625 nm	850/1300 nm
输出功率 typ.	0 dBm	-18/-21 dBm
信号源稳定度	±0.02 dB	
探测器型态	1mm InGaAs; 3mm InGaAs	
功率测试范围	6 to -72dBm; 3 to -72dBm	
探头线性度	±0.02 (<10dB); ±0.05 (>10dB);	
探头总不确定度	±0.25dB	
显示屏	4.3 英寸触摸屏	

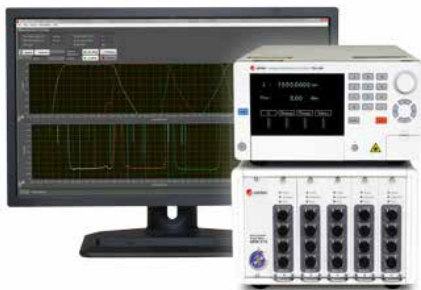


RLM-100 回损测试仪

型号	RLM-100 回损测试仪	
模式	单模	多模
光纤芯径	9/125 μm	50/125; 62.5/125 μm
归一化波长	1310/1490/1550/1625/1650 nm	850/1300 nm
回损范围	35 to 85 dB	10 to 60 dB
回损测试准确度	±1.0dB (30 to 70 dB)	±1.4dB (10 to 30 dB)
	±1.3dB (70 to 75 dB)	±1.9dB (30 to 40 dB)
	±2.9dB (75 to 80 dB)	±2.2dB (40 to 43 dB)
	±3.9dB (80 to 85 dB)	±4.7dB (43 to 60 dB)
探头型态	积分球	
插损测试准确度	±0.03 (<5dB loss); ±0.15 (≥ 5dB loss);	
测试时间	标准模式: <5s/ 波长; 快速模式: <1.5s/ 波长	
计算机接口	Ethernet /USB	
显示屏	5 英寸触摸屏	

3.3.7. 快速扫描测量系统

快速扫描测量系统整合了 TSL 可调谐激光器、MPM 光功率计、PCU 偏振控制器及根据用户需求自定义的软件，为 R&D 及生产环境的 IL、WDL、PDL 测试提供快速、多功能、全自动的平台。系统同时采集可调谐光源的输出功率及 DUT 透过的光功率作实时参比，获取高精度的 IL、WDL 以及 PDL（采用 Muller 矩阵方法）。



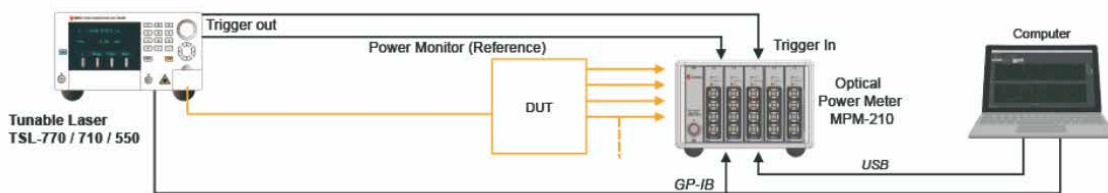
性能优势

- 实时功率参考：高精度的 WDL/PDL 测试
 - 功率可重复性 $< \pm 0.02\text{dB}$
 - PDL 可重复性 $< \pm 0.01\text{dB}$
- 缩放运算：高波长精度 / 节省测量时间
- 支持多通道测量
- 支持图形界面软件及编程接口（DLL）

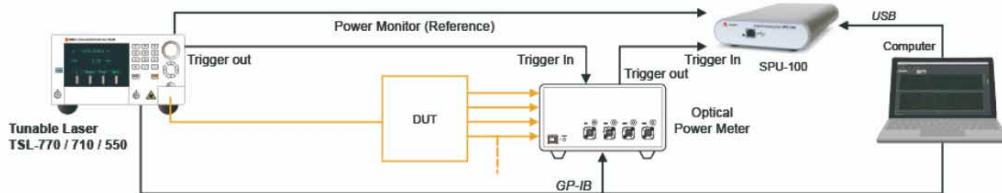
主要应用

- 器件和模块光学特性测试：
 - 可调谐滤波器，插入器，FBG，耦合器，分光器，隔离器，开关
 - WSS 及波长阻断器
 - DWDM 器件
- 硅光子材料表征，包括微腔环形谐振器
- 光谱
- 干涉测量

配置



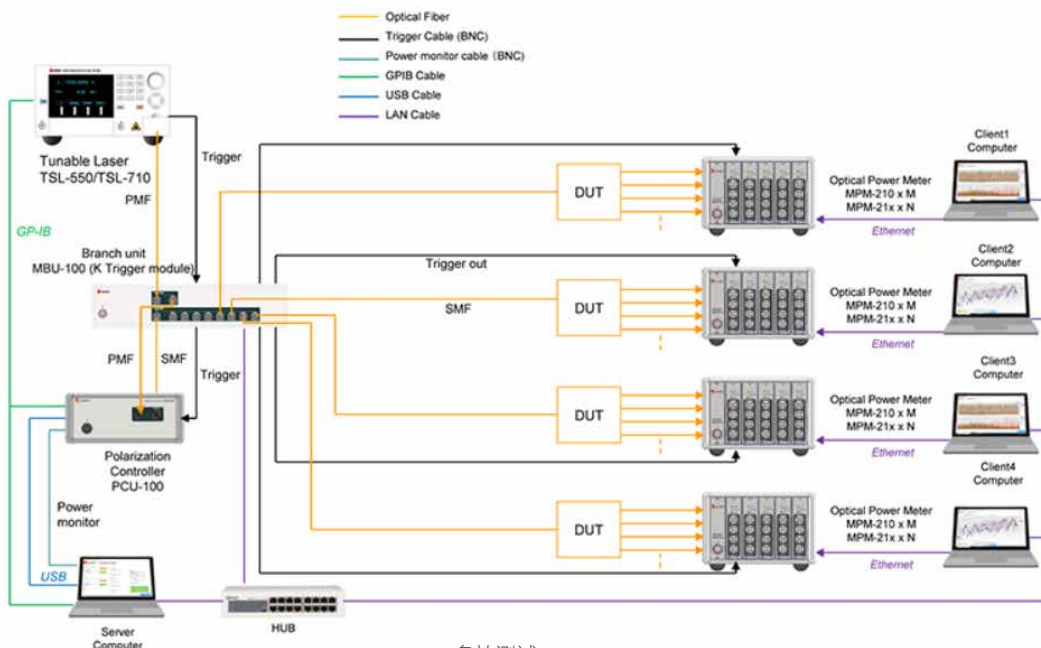
Wavelength Dependent Loss Measurement (MPM-210) PDL 测试



Wavelength Dependent Loss Measurement (with any power meter) WDL 测试

多站测试

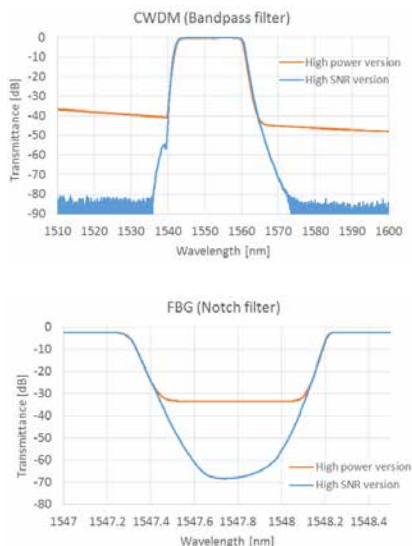
多站测试中，TSL、PCU 与 MCU 构成一个服务中心，分发触发信号及光束到不同的测试站。每个测试站包括功率计和客户端 PC。在运行过程中，TSL 持续的扫频，使得每个测试站可以独立而并行地工作。多站测试架构极大提升了高精度测量与分析的效率。



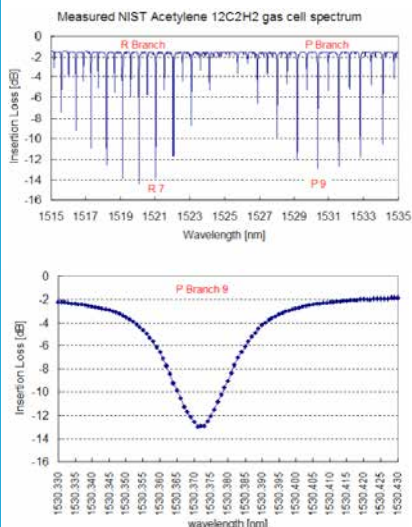
多站测试

测试示例

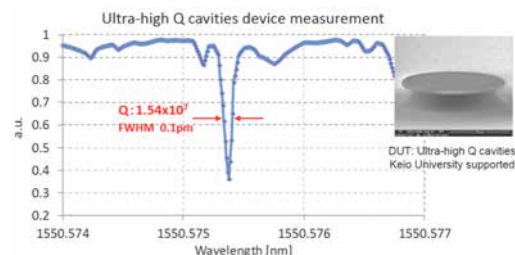
- 80dB 动态范围 WDL 测量



- 波长准确度达到 $\pm 3\text{pm}$ (标准气体吸收池测量)



- 波长分辨率达到 0.1pm (超高 Q 微腔测量)



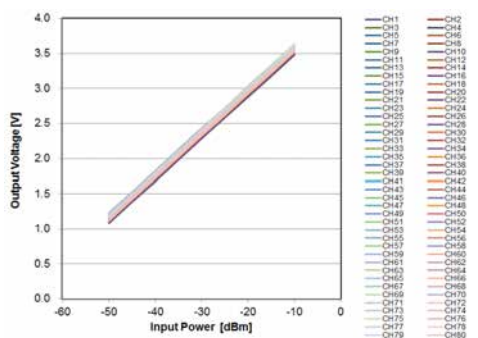
3.3.8. 多通道光电探头阵列



MPA-100 为一台高度集成、机架安装的带尾纤光电二极管阵列。为光功率测试提供 1/10 传统光功率计的成本和体积。

主要应用

- 数据通讯测试，宽带 / CATV 网络，电信网络；
- 数据中心设备监控；
- 主动光纤光缆连接监控



80 通道产品
MPA-100-10-8-IR-SM-01 的响应一致性

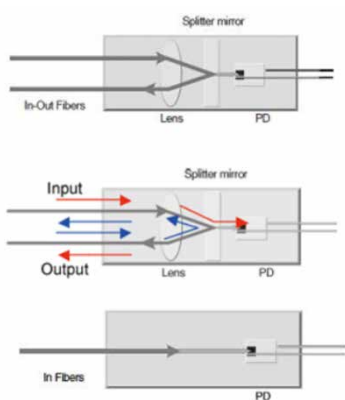
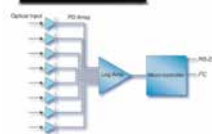
主要参数

类别	参数名称	单位	最小	典型	最大	说明
光学	光学通道数目	个	32		80	每接口通道数 × 接口数
	接口数目		4		10	
	每接口通道		8		12	
	波段范围	nm	840		860	SR: 硅光电管
		nm	1260		1610	IR: InGaAs 光电管
	输入光功率范围	dBm	-50		-10	每通道
	绝对最大输入光功率	dBm			+10	
	光学噪声极限	dBm			-55	典型: -60dBm
	光纤			MMF, SMF		
	光学适配器			MPO		
电学	光学连接			MPO, MTP		
	DAQ	bit		16		NI USB 6255 OEM
	采样率	Sa./s		9,375		
	PD 响应带宽	kHz	10			典型: 100kHz
	线性度	dBm	-0.6		0.6	典型: $\pm 0.1\text{dB}$
	波长校准数据			SR, NO; IR, YES		
	功耗	W		20	30	DC12V

4. 光通讯器件

Santec 公司具备通讯及传感领域的多方面核心技术: 可调谐 ECDL、可调谐 VCSEL、LCOS、MEMS、OCT、镀膜、光学设计、结构与机械分析、固件与线路板设计、系统及软件设计。基于全面的微电子、微机械、电子学、光学、镀膜等技术, Santec 提供器件和子模块级别的功率监控器、可变衰减器、光学滤波器、滤波芯片、光子学模块等, 用于光通讯领域 OEM。

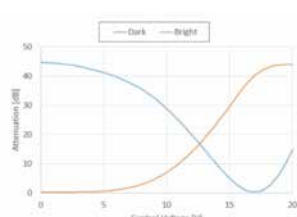
1) 功率监控器



- 终端 Tap 光电管
- 迷你 Tap 光电管
- 集成多路 Tap 光电管
- 单向 Tap 光电管
- 集成、带 PMF 的 Tap 光电管
- 带尾纤的 Tap 光电管
- 迷你尾纤 Tap 光电管
- 数字化输出多通道 Tap 光电管

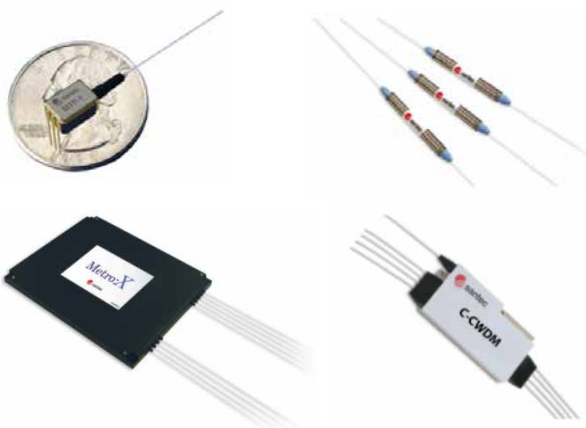


2) 可变衰减器

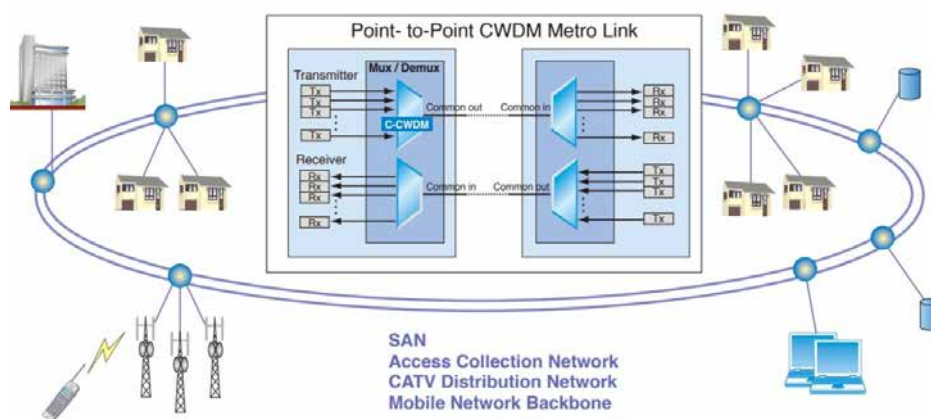
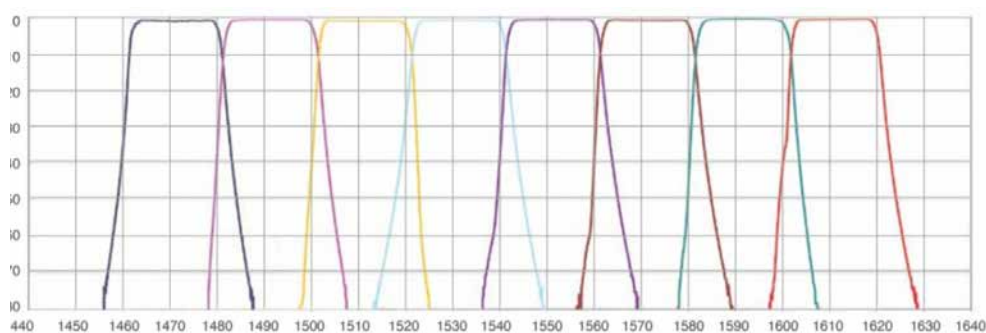


- 基于 MEMS 技术, 电压驱动的可调衰减器
- 迷你系列 COVA-1
- MEMS 系列 MOVA-1
- 低压驱动 / 高速系列 MOVA-H
- PMF 系列

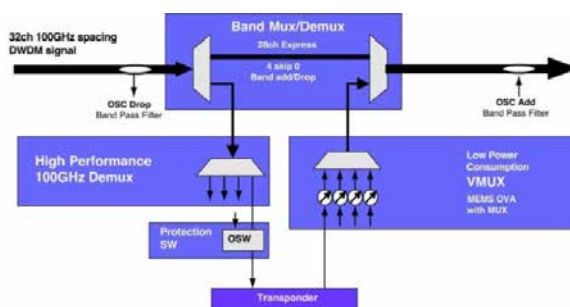
3) 光学滤波器及多通道 MUX/ DeMUX 滤波模组



- 基于 MEMS 的可调谐滤波器 MTF-1
- 2 口在线滤波器 OFM-15
- 3 口 Add/ Drop 滤波模块
- 多通道 MUX/ DeMUX 模块
- 3 口 Add/ Drop CWDM 模块
- CWDM MUX/ DeMUX 模块
- 紧凑型 CWDM MUX/ DeMUX 模块

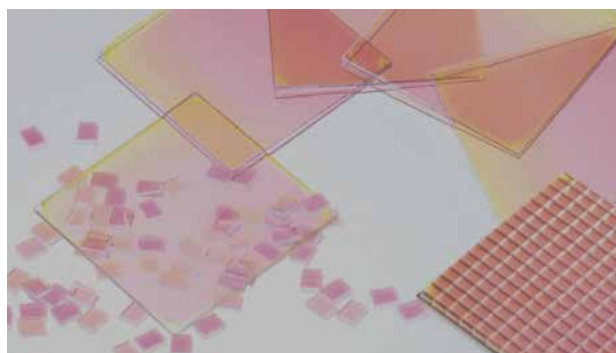


4) 光子子模组



5) 滤波芯片

Santec 提供芯片级 PON 滤光片、CWDM 滤光片、增透芯片、订制滤光片等。



5. OCT 与传感

扫频式 OCT 是当前 OCT 技术发展的主流方向之一。随着快速扫频光源在波长范围、功率、扫频速率、相干性等方面的不断丰富和发展，扫频 OCT 展现了强大的应用前景：

- 组织和器官三维成像：眼科（角膜、虹膜、视网膜）、皮下成像、口腔与牙科、内窥 OCT、脑外科
- 软封装、透明材料、多层结构、混合物、半导体材料三维透视成像
- 3D 表面成像、深度 / 孔形貌探测
- FMCW 雷达

扫频式 OCT 由快速扫频光源、物方光学系统、干涉模块、光电探测器及数据采集处理等部分组成。本节介绍多种光源满足不同方向 OCT 的需求，同时也介绍其他功能模块，及用于特定目的的工业 / 医疗 OCT 系统。

除 OCT 外，扫频光源也可用于其他传感中，如气体探测激光雷达等。

5.1. OCT 快速扫频光源

基于 Santec 领先的 VCSEL、ECDL、MEMS 技术，提供 1060nm、1310nm 共四种类型的快速扫频光源，满足不同领域 OCT 设备的需要。

型号	中心波长	特点	技术
HSL-1	1060nm	可变扫描频率和范围 / 长相干长度	可调谐 VCSEL
HSL-10	1060nm	高扫频速率	MEMS ECDL
HSL-20	1310nm	高扫频速率 / 宽扫频范围	MEMS ECDL
HSL-2100	1310nm	线性扫频 / 宽扫频范围	Polygon ECDL

1) HSL-1: 1060nm, 灵活扫描频率 / 扫描范围



HSL-1 台式 (左) OEM 式 (右)

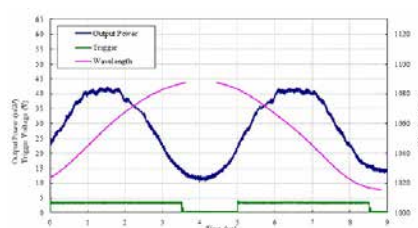
HSL-1 基于点泵浦 VCSEL，运行在 1060nm，超长相干长度、低噪声、扫频速率可达 400kHz。

特点

- 高扫频速率
- 单纵模，长相干长度，避免相干复现
- 无模式竞争噪声
- 软件可定义的四种扫描速度与范围
- 集成 K- 触发

应用

- 眼科 OCT
- 高含水样品 OCT
- FMCW LIDAR
- 光谱 / 干涉 / 光学遥感
- OFDR
- FBG 审验



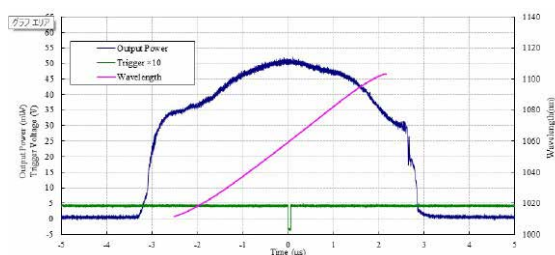
主要参数

项目	指标	说明
中心波长	1060nm	
扫描速度：扫描范围	10kHz : 40nm	
	50kHz : 70nm	
	100kHz : 70nm	
	200kHz : 70nm	
	400kHz : 70nm	双向扫描
相干长度	>100m	单纵模输出
输出功率 (峰值处)	≥ 60mW	

2) HSL-10: 高扫描速率

HSL-10 式一台集成式的 MEMS 快扫描激光器，提供 100kHz 扫频速率和上佳的稳定性与可靠性。

- Santec 自有的 MEMS 技术



特点

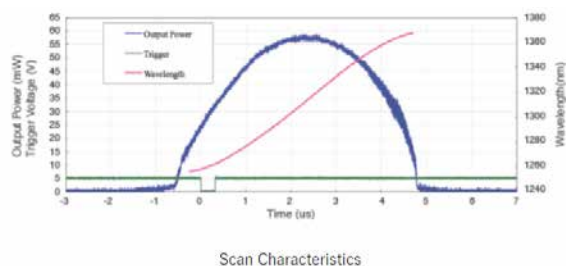
- 快扫描范围，长相干长度
- 集成 K-trigger
- 单向扫频
- 支持 OEM 及订制
- 应用
- 视网膜成像

主要性能

- 中心波长: 1060nm
- 最高输出功率: $\geq 40\text{mW}$
- 扫频速率: 100kHz
- 扫频范围: $\geq 90\text{nm}$
- 相干长度: $\geq 10\text{mm}$

3) HSL-20: 高速率 / 长距离成像

HSL-20 为 1310nm 波段的 MEMS 快扫频光源，具备长相干长度和宽扫频范围。



特点

- Santec 自有的 MEMS 技术
- 快扫描范围，长相干长度
- 集成 K-trigger
- 单向扫频
- 支持 OEM 及订制

主要性能

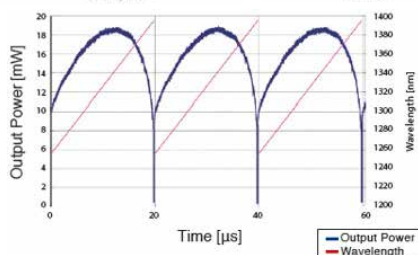
- 中心波长: 1280 ~ 1340nm
- 最高输出功率: $\geq 40\text{mW}$
- 扫频速率: 50kHz / 100kHz
- 扫频范围: $\geq 105\text{nm}$
- 占空比: $\geq 45\%$
- 相干长度: $\geq 16\text{mm} / \geq 20\text{mm}$

应用

- 口腔及牙科成像
- 眼科前庭成像
- 心血管成像 / 内窥 OCT
- 激光焊接监控
- 工业产品在线无损检测
- 光谱与光学遥感

4) HSL-2100: 高精度

HSL-2100 采用多边形扫描头扫描激光波长，提供独特的高可重复性线性扫描。高品质的 OCT 图像可不依赖于 K-时钟取样，显著地降低了系统的复杂程度和造价。宽扫频范围使得轴向分辨率极大提升。OEM 版本的 HSL-2100 已经广泛地在 FDA 认证的医疗系统中得到验证。



特点

- 扫描范围高达 170nm
- 扫描速度 3kHz ~ 50kHz
- 高度线性扫描，高可重复性
- 与标准数据采集卡兼容

主要性能

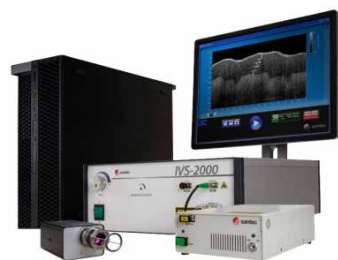
- 名义中心波长: 1310nm
- 最高输出功率: $\geq 20\text{mW}$
- 扫频速率: 20kHz
- 扫频范围: $\geq 170\text{nm}$
- 占空比: $\geq 45\%$
- 相干长度: $\geq 6\text{mm}$

应用

- 高分辨率成像
- 晶圆厚度测量 / 形貌测量
- 低成本成像系统

5.2. 扫频 OCT 系统

IVS 系列组合式的扫频 OCT 系统提供完整功能，同时可以灵活地调整配置，可用于医学、工业等领域宽范围的应用。可选择根据应用调整各组件的配置，以优化成像速度，分辨率，成像范围及深度。系统提供图形界面的软件，可进行扫描控制、3D 图形显示、切面显示等。可选 API 用于集成至其他设备或进行自动化图形处理。支持软件、硬件订制。



- 非接触、非破坏、非侵入三维成像
- 1-D, 2-D, 3-D 测量能力
- 可选择光源及探测系统以优化成像条件
- 可达 400kHz A 轴扫描速率
- GUI 支持图形，强度，时间及原始数据输出
- 3-D 查看器以及图像分析软件（选件）
- 支持 C++, C#, Labview 的 SDK（选件）

型号列表

型号	工作波长	特性	光源
IVS-1000-VCSEL	1060nm	超长成像距离	可调谐 VCSEL
IVS-2000-HR	1310nm	高分辨率	HSL-2100
IVS-2000-HS	1310nm	高速度	HSL-20
IVS-2000-LC	1310nm	长成像距离	HSL-20
IVS-2000-ST	1310nm	简单而标准	HSL-2100

1) IVS-1000-VCSEL: 长成像距离 / 1060nm



Whole Eye

IVS-1000-VCSEL 采用 Santec 可调谐 VCSEL 光源。1060nm 工作波长特别适合高含水体系成像，因此被广泛用在眼科 OCT 中。VCSEL 光源具有超长的相干长度，适用于多种需要大深度成像的应用。这套系统的采集速度可以通过软件设置，提供成像范围与分辨率之间的灵活优化调节。

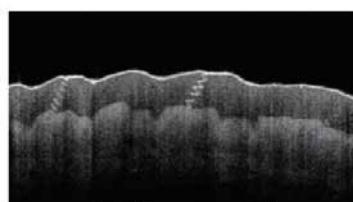
应用：

- 高含水样品成像
- 眼科 OCT

主要性能：

- 中心波长：1060nm
- A 轴扫描速率：10 ~ 400kHz（可选择）
- 轴向分辨率：<16μm（大气中）

2) IVS-2000-HR: 高分辨率 / 1310nm



Finger (Showing sweat duct)

IVS-2000-HR 为高轴向分辨率成像应用设计。可选择探测端组件以优化扫描范围和横向分辨率，以为不同应用提供最佳的细节分辨。系统非常适合于皮肤科及医疗美容中的皮肤成像研究。

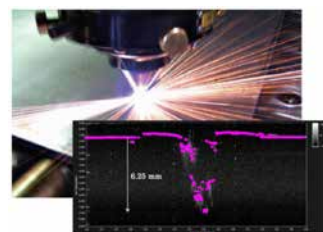
应用：

- 高分辨率医美皮肤成像
- 高分辨率、高精度工业成像
- 活体肿瘤成像

主要性能：

- 中心波长：310nm
- A 轴扫描速率：20kHz（可选择）
- 轴向分辨率：<9μm（大气中）

3) IVS-2000-HS: 高速度 / 1310nm



Laser Weld Monitoring (Key hole welding)

IVS-2000-HS 采用 1310nm 工作波长，为快速成像优化。结合 1310nm 激光低散射的特征，IVS-2000-HS 为高散射材料提供高对比度、更大深度的成像。这套系统特别适合在线检测与监控。

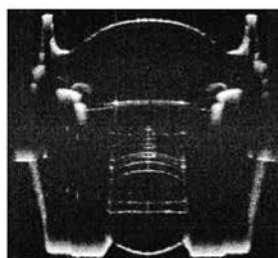
应用：

- 工业 / 在线监测
- 激光焊接匙孔监控
- 心血管成像 / 内窥成像

主要性能：

- 中心波长：310nm
- A 轴扫描速率：100kHz（可选择）
- 轴向分辨率：<18μm（大气中）

4) IVS-2000-LC: 长距离 / 1310nm



Multiple Lenses

IVS-2000-LC 采用 1310nm MEMS 驱动的长相干长度扫频激光器，扫频速率为 50kHz。系统成像距离可达到 18mm(空气中)。快速数据采集、扩展深度成像的能力使其非常适合工业成像应用，例如 3-D 表面的精密测量。

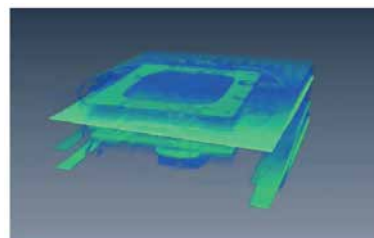
应用：

- 眼球前庭成像
- 工业成像
- 3-D 轮廓

主要性能：

- 中心波长：310nm
- A 轴扫描速率：50kHz
- 轴向分辨率：<18μm（大气中）

5) IVS-2000-ST: 标准型



Semiconductor Device

IVS-2000-ST 提供通用成像应用各方面平衡的性能。特别适合实验室研究使用，及整合至产线使用。IVS-2000-ST 为这类应用提供高精度，高稳定和低造价的解决方案。

应用：

- OCT 成像系统研发
- 工业 OCT 集成

主要性能：

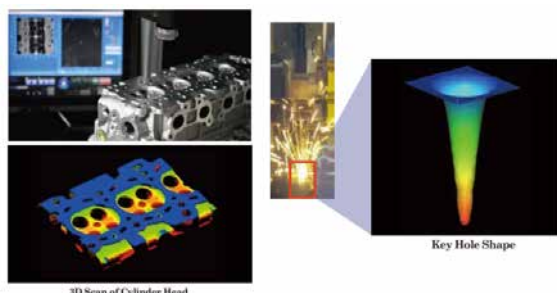
- 中心波长：1310nm
- A 轴扫描速率：20kHz
- 轴向分辨率：<18μm（大气中）

5.3. 3-D 形貌仪



特点

- 高灵敏度：最小检测灵敏度 100dB，动态范围 >70dB
- 单光束：单光束测量方式避免形状与结构之间的干涉
- 高速度：最高可达 400,000 点 / 秒 测量速度
- 长探测距离：可探测达 1m 的距离
- 环境光免疫：相干测量，不受环境光（日光、照明、测量体系自发光）影响



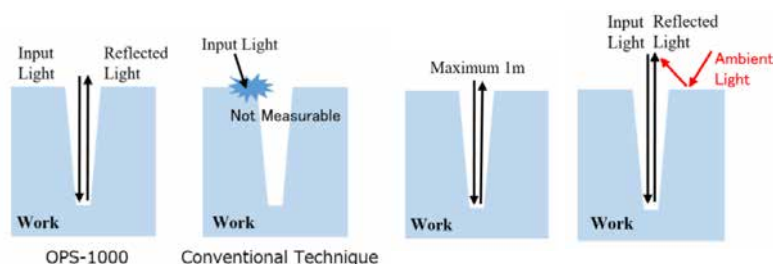
气缸盖成像（左）与激光焊接匙孔监控（右）

OPS-1000 系列扫描式相干成像的 3-D 形貌仪整合了快扫描可调谐激光技术、干涉计量技术，提供单光束、高灵敏度、非接触的测量方法形貌测量。OPS-1000 可为各种类型形状、材质、颜色及表面形状的物体提供高速、高精度、无接触的形貌测量功能。

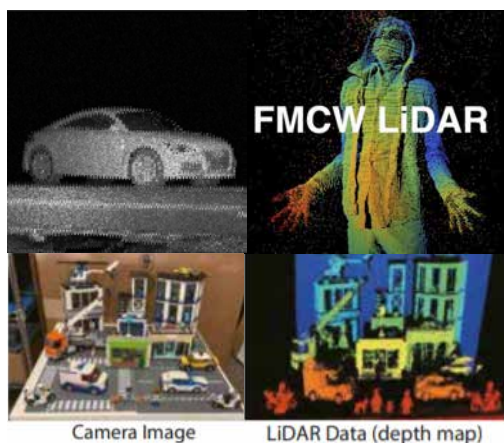
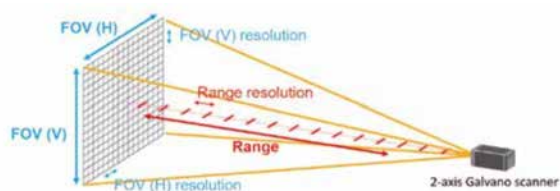
主要指标

		OPS-1000-100	OPS-1000-50	OPS-1000-6
分辨率 μm	XY	200	80	10
	Z	10	1	1
重复精度 μm	XY	± 25	± 10	± 1
	Z	± 10	± 1	± 1
测量范围 mm	Z	1000	32	32
	XY	720	180	15
工作距离 mm	Z	1040	520	35
	XY	1040	520	35
测量速度 (点 / 秒)		400,000	200,000	200,000

- 材料表面 3-D 测试
- 缺陷 3-D 测试
- 全自动形貌绘制
- 实时过程监控



5.4. FMCW LiDAR



InnerVision FMCW LiDAR 采用高速扫描、单纵模 1060nm 光源 HSL-1。借助光源单纵模、超长相干距离的特性，可实现长距离 3-D 形貌绘制。

特性

- 相干外差式测量（FMCW 方式）
- 长距离、高灵敏度、低功率
- 阳光 / 环境光 / 其他雷达光免疫
- 双模式：LiDAR 方式生成点云，或 OCT 方式生成密度分布

性能指标

	InnerVision		
中心波长	1060 $\pm$ 15nm		
探测范围	>1m	>5m	>200m
分辨率	<0.06mm	<0.3mm	<12mm
视场角	20° × 20° 可变		
扫描线数	>1,000 × 1,000 可变		
角分辨率	视场 / 线数		
帧率	扫描频率 / (垂直线数 × 水平线数)		
数据输出格式	3D 点云 / 密度图 (OCT 模式)		

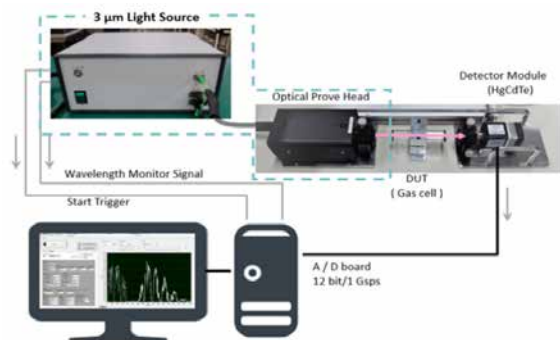
5.5. 中红外扫频光源

Santec 中红外扫频光源提供 3200nm ~3400nm 高速扫频功能，非常适合 TDLAS 气体检测传感。



应用

- 3200 – 3400nm
- 高分辨率 <0.1pm，窄线宽：转动光谱分辨
- 同时测量多种气体
- 高速扫描，动态测量（例如：燃烧）
- 少机械结构，鲁棒的紧凑设计，激光头独立
- 直接气体测量

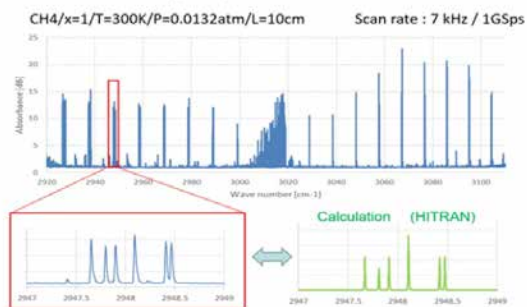


中红外 TDLAS 实验装置

应用

- 石化厂过程控制
- 燃煤电厂烟气监控
- 半导体产线气体监控
- 天然气甲烷分析
- 下一代内燃机研发
- 中红外 OCT

Measurement Results of Typical Hydrocarbons



技术指标

名称	参数	说明
扫频速率	5 ~ 100 kHz	可调节
扫描速度	2 ~ 40nm/μs	可调节
光功率	10μW	最小
中心波长	3.3±1μm	3030±100cm ⁻¹
调谐范围	200nm	185cm ⁻¹
波长分辨率（线宽）	<0.05pm	<0.00005cm ⁻¹
占空比	45%	
光束口径	2.5mm typ.	

烃类典型分析结果

5.6. OCT 部件

除 OCT 光源及系统外，Santec 提供 OCT 所用探测器、数据采集、核心光路、采集及分析软件等部件，方便用户搭建 OCT 系统。

1) 平衡探测器

平衡探测器输出一个与两路光信号之间的差值有关的信号，是扫频 OCT 的常规探测器，可避免激光器功率起伏导致的共模噪声。Santec BPD-200 为 OCT 专门设计，具备很低的背反射和平坦的平衡响应，可减轻不期望的伪图像。BPD-200 在检测两路相位相反的信号时灵敏度为 3dB，可在大多数场合用在外差测量系统。



- 宽动态范围 (DC-80/200/400MHz)
- 平坦的平衡水平
- 高可靠性，高增益，高线性
- 为伪像抑制专门设计
- 扫频 OCT
- 外差测量
- OFDR (光频域反射仪)
- 波长范围：950nm ~ 1600nm
- 频响：80MHz, 200MHz 或 400MHz
- 最高输入功率：20mW (10mW/ 400MHz 型号)

2) 灵活性 SS-OCT 数据采集器

HAD-5200B-S 提供高速 DAQ，与 Santec 高性能扫频光源兼容。专利的重定标技术写入 FPGA，用于实时 OCT 图形处理。



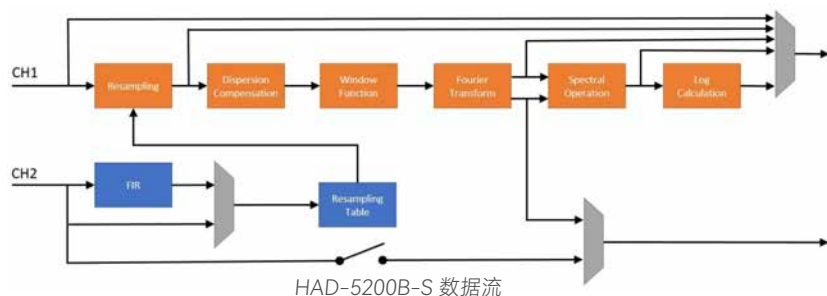
- 高速 ADC (12bit, 1GS/s)
- 适合 SS-OCT 实时影像处理的订制 FPGA
- 实时采样，FFT, FIR 滤波及色散补偿
- 高可靠性，高线性，高增益
- 2 路模拟输出可用于 X-Y 扫描探针控制

应用

- 扫频 OCT
- 外差测量
- OFDR (光频域反射仪)

性能

- 输入：2 通道单端
- 取样率：1GS/s
- 分辨率：12bit
- 触发：外触发 / 模拟信号触发 / 软件触发
- 模拟输出：±4V, 16 位, 2 通道
- 系统总线：PCIE 2.0, 5.0GT/s × 8



3) OCT 级干涉模组

IFM100 及 IMF200 是 Mach-Zehnder 型干涉仪模组，通常为每个客户的 OCT 系统配置而订制，可将 PS-OCT 包括在内。IFM-100/200 可包含诸如可见指引光、电控光学延迟线之类的功能。Santec 也可 OEM 用户订制解决方案，包括 Michelson 及 Fizeau 干涉仪。



性能

- 集成光学延迟线，可调衰减器及偏振控制选件
- SMF 和 PMF 版本
- Mach-Zehnder 结构 (标准)，可选 Michelson 或 Fizeau

应用

- 扫频 OCT
- 外差测量
- OFDR (光频域反射仪)

4) 主控软件 Inner Vision Software

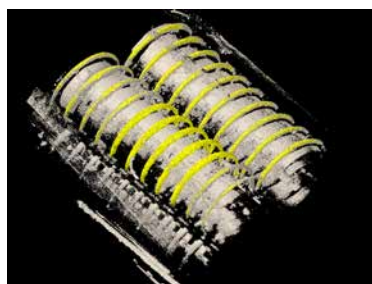
IVS 软件随所有 IVS SS-OCT 系统提供。它包括 1D, 2D, 3D 及成像模式, 可存储为各种图形格式也可存储原始数据。所有 IVS 软件功能亦可通过 Santec 的 SDK, 利用 C++/ C#/ Lab view 编程实现。



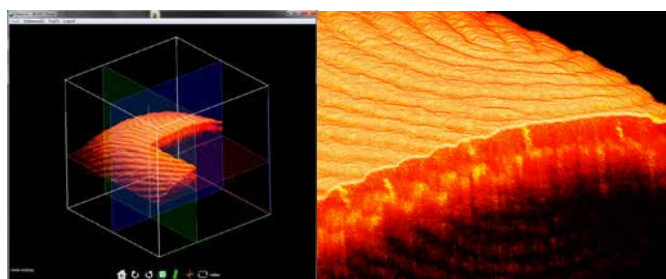
- 3D 图形及切面图形测量和显示
- 时间变化图像记录
- 折射率转换
- 图像及原始数据输出
- 点到点测距
- 峰值定位

5) OCT 图形查看器

OCT 3D Viewr 为以 3D 模式查看 OCT 图像而专门设计。导入 OCT 数据即可生成清晰而出众的图像。支持旋转, 修剪, 对比度调节等多种操作和设定, 以实现图像优化。图形可做成动画并保存, 生成令人惊叹的报告, 展现 3D 图形各方面特性在设置改变时的变化。

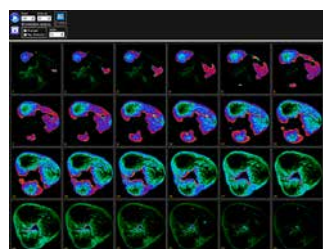


- 缩放
- 拖拽移动
- 帧叠加
- 修剪, 旋转
- 任意视角切面找平
- 分割 (分离感兴趣的部分)
- 对比度设置, 透明度及透视渲染
- 色彩柱状图显示
- 输出位图或视频
- 直接装载 IVS 软件数据



6) 3D OCT 分析软件

Multi Slice Viewer 提供 OCT 3D 数据 (IVS 系列原始数据) 的进一步分析功能。对所有 X-Y-Z 平面数据的同步分析可提供对图像数据的更好理解。这一强大的工具可协助从数据集中提取细节信息, 以及对 3D 内容的定量分析。



- 三平面 2-D 切片图实时展现
- 任意随机点 2-D 切片图形
- 任意 2D 数据点平均
- 任意 2D 数据峰位定位
- 折射率标度图形展示
- BMP, JPG, PNG 输出
- 任意两个数据点之间测距
- 三平面同时展示

5.7. 临床眼科诊断仪

ARGOS 是一台经过 FDA 认证的眼科诊断仪，由 Santec 旗下的 MoVU 公司提供。ARGOS 整合基于 SS-OCT 的生物计量（Biometry）与采用红外成像的角膜曲度计（Video Keratometry），在 1 秒钟内得出全面的眼科生物计量结果，即使最厚的白内障病患情况下也能够清晰诊疗。

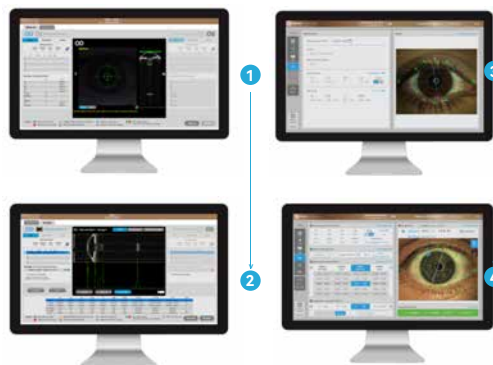


- FDA approved
- 1 μ m SS-OCT + Video Keratometry
- 仅需一秒获得全面眼科生物计量信息：
 - Axial length 眼轴
 - Corneal diameter 角膜直径
 - Corneal thickness 角膜厚度
 - K-value (Flat)
 - Anterior chamber depth 前房深度
 - K-value (Steep)
 - Lens thickness 透镜厚度
 - Toric angle 隆突角
 - Pupil size 瞳孔尺寸

主要参数

功能	测量方法	技术	速度
Biometry	干涉计量 / 透视	SS-OCT, 横扫描	0.6s/ 套数据
Keratometry 角膜曲度计	环形 LED 照明	红外 LED	3 秒（输出）

诊断过程



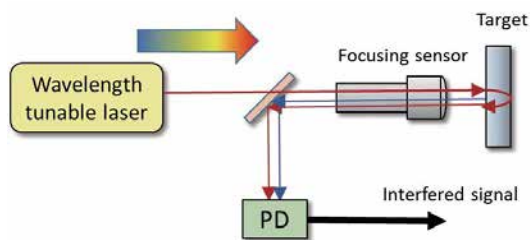
5.8. 硅晶圆检测仪

SIT-200 硅晶圆检测仪是 Alnair Labs 公司采用高速扫频激光器，利用干涉计量的方法设计制造的用于硅晶圆厚度检测的干涉仪。与常规测厚采用宽带光源不同，可调谐激光器具备很高的功率谱密度，从而提高了测量的动态范围，因此，SIT-200 支持非抛光的晶圆测量，例如在湿刻过程中以及湿刻之后的晶圆。



- 全光学，非接触式晶圆厚度传感
- 高动态范围，可测量不规则表面
- 支持湿制程中实时测量
- 高灵敏度、高准确度、高速度
- 远程控制

测量原理



技术指标

可测样品	硅晶圆	
可测厚度范围	10 - 500 (n=3.5)	μ m
精密可调谐激光	1515 - 1585	nm
光功率	0.6	mW
指引光	红色, Class 1M	
测量时间	最短 20	ms
可重复性	<0.1 (3- σ)	μ m
监控输出	干涉信号输出	
PC 界面	Ethernet	

精密扫频激光光源以高速度调谐激光波长。样品前、后表面反射的激光的干涉信号经过 PD 探测后，根据波长 - 干涉信号强度的关系即可得到晶圆厚度。