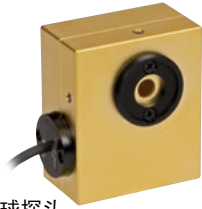
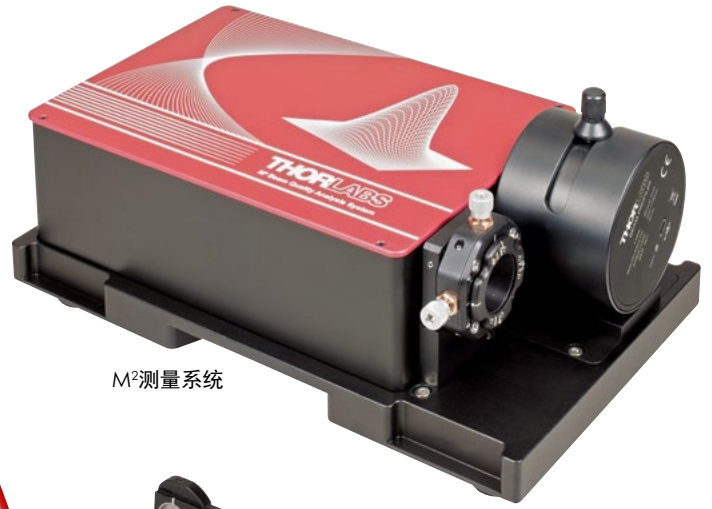


# 光束分析



积分球探头



M<sup>2</sup>测量系统



触屏功率计表头



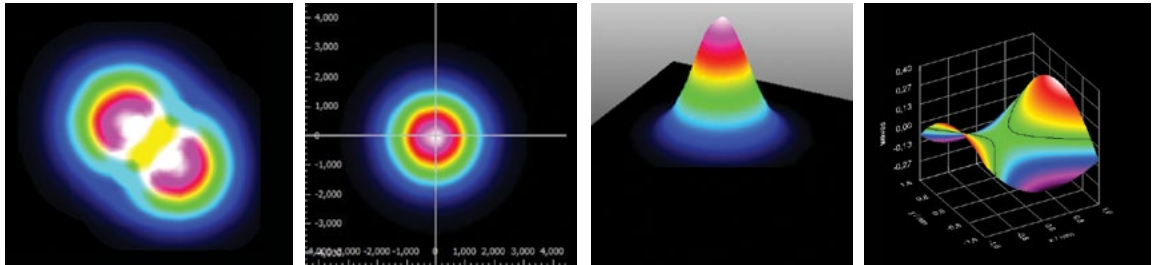
手持式功率计



PAX1000系列  
偏振测量仪



光束质量分析仪



我们的光束分析仪软件

## 光束分析

Thorlabs提供多款用于光束特征分析和光束诊断的产品。本手册给出了这一系列产品的概述，包括功率/能量计以及搭配的多种探头、扫描狭缝式和相机式光束分析仪、用于自动光束质量测量的紧凑型M<sup>2</sup>分析系统、波前传感器、CCD光谱仪、傅立叶变换光谱分析仪、干涉仪和偏振测量仪。

这些产品都由Thorlabs的不同专业工程师团队自主设计和生产。在过去的很多年中，我们一直致力于将光子学核心产品推入市场，还时常推陈出新，保证各种产品的特性满足客户日益更新的需求。

**THORLABS**

# 光束分析工具

参数	分析工具	特性	应用
功率&能量	 功率能量计	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 手持式无线光功率计</li> <li>◆ 小型USB光功率计</li> <li>◆ 单通道和双通道</li> <li>◆ 至少兼容30种探头</li> <li>◆ 提供自带表头和探头的套件</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 激光监测</li> <li>◆ 光学对准</li> <li>◆ 激光器研发</li> <li>◆ 光纤检测</li> <li>◆ 显微镜功率检测</li> </ul>
	 光束质量分析仪, CCD相机式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 信噪比<math>\geq 62</math> dB</li> <li>◆ 光束轮廓的二维分析</li> <li>◆ 外部快门触发输入</li> <li>◆ 用于连续波、脉冲信号和单脉冲分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 激光监测</li> <li>◆ 激光器研发</li> <li>◆ 光束对准</li> <li>◆ 光束稳定性测量</li> <li>◆ 非对称光束分析</li> </ul>
光束轮廓	 光束质量分析仪, 扫描狭缝式	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 三种波长范围</li> <li>◆ 扫描速度从2到20 Hz</li> <li>◆ 光束直径从2.5 <math>\mu\text{m}</math>到9 mm</li> <li>◆ 动态范围: 78 dB</li> <li>◆ 具有刀口模式</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 激光监测</li> <li>◆ 激光器研发</li> <li>◆ 激光器质量优化</li> <li>◆ 高空间分辨率分析</li> </ul>
	 M <sup>2</sup> 光束质量分析系统	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 测量M<sup>2</sup>、发散角、束腰直径、束腰位置和瑞利长度</li> <li>◆ 组件齐全且便于对准</li> <li>◆ 可移动的后向反射镜</li> <li>◆ 符合用于光束质量测量的ISO 11146标准</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 激光器自动化质检</li> <li>◆ 光束质量特性分析</li> </ul>
光束质量	 Shack-Hartmann传感器	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 可更换的微透镜阵列</li> <li>◆ 实时波前和强度分布测量</li> <li>◆ 用于连续和脉冲光源(触发输入)</li> <li>◆ 经TCP/IP提供实时数据读出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 自适应光学</li> <li>◆ 光学元件特性分析</li> <li>◆ 高速波前传感</li> </ul>
波前传感	 小型CCD光谱仪	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 坚固的Czerny-Turner设计, 无活动部件</li> <li>◆ 积分时间: 10 <math>\mu\text{s}</math> - 60 s</li> <li>◆ 外部同步(TTL触发输入)</li> <li>◆ 整个波长范围内的响应已校准</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 通用光谱测定</li> </ul>
	 光谱分析仪	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 傅立叶变换光谱分析仪</li> <li>◆ 宽带模式和波长计模式</li> <li>◆ 光谱分辨率: 7.5 GHz (0.25 <math>\text{cm}^{-1}</math>)</li> <li>◆ 附带笔记本电脑, 预装有软件</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 光学元件特性分析</li> <li>◆ 光学信号测试</li> </ul>
	 法布里-珀罗干涉仪	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 自由光谱范围1.5 GHz或10 GHz</li> <li>◆ 精细度<math>\geq 1500</math>、<math>\geq 200</math>或<math>\geq 150</math></li> <li>◆ 共焦法布里-珀罗腔体, 简化了光束对准过程</li> <li>◆ 超稳定无热化殷钢腔体</li> <li>◆ 有控制器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 高分辨率光谱分析</li> <li>◆ 分子光谱</li> <li>◆ 激光线特性分析</li> </ul>
光谱分析	 偏振测量仪	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 光纤耦合与自由空间输入端口的转换</li> <li>◆ 方位角和椭圆偏度测量的准确度为<math>\pm 0.25^\circ</math></li> <li>◆ 高动态范围, 达到70dB</li> <li>◆ 基于旋转波片测量</li> <li>◆ 附带功能齐全的软件</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 偏振检测</li> <li>◆ PM光纤消光比测量</li> </ul>
偏振测量			

型号	波长范围	能量/功率范围	光束直径	光束类型
PM160	400 - 1100 nm	10 nW - 200 mW	Ø9.5 mm	自由空间 & 光纤
PM160T	190 - 10600 nm	100 µW - 2 W	Ø10 mm	
PM160T-HP	190 - 20000 nm	10 mW - 70 W	Ø25.2 mm	
PM16-x	9种型号, 详情请看网站 <a href="http://www.thorlabschina.cn">www.thorlabschina.cn</a>			
PM400	功率/能量计表头和PM100USB的性能表现与探头有关(请看后面的功率和能量探头页面) 提供包含一个探头与PM100A或PM100D的套件。			
PM100D				
PM100A				
PM100USB				
PM320E				
PM20x	3种型号, 详情请看网站 <a href="http://www.thorlabschina.cn">www.thorlabschina.cn</a>			
BC106N-UV/M	190 - 350 nm	50 fW - 1 W	30 µm - 6.6 mm	自由空间
BC106N-VIS/M	350 - 1100 nm	1 fW - 1 W		
BP209-VIS/M	200 - 1100 nm	1 µW - 10 W (取决于光束直径和类型)	2.5 µm - 9 mm	自由空间
BP209-IR/M	900 - 1700 nm			
BP209-IR2/M	900 - 2700 nm			
M2MS	400 - 2700 nm	取决于用户提供的 光束质量分析仪	取决于用户提供的 光束质量分析仪	自由空间
M2MS-AL	250 - 600 nm			
M2MS-BC106x	2种型号, 包括BC106N-UV和BC106N-VIS光束质量分析仪; 详情请看网站 <a href="http://www.thorlabschina.cn">www.thorlabschina.cn</a>			
M2MS-BP209x	4种型号, 包括BP209-VIS、BP209-IR、BP209-IR2光束质量分析仪; 详情请看网站 <a href="http://www.thorlabschina.cn">www.thorlabschina.cn</a>			
WFSx-5C/M	300 - 1100 nm	—	WFS20: 7.20 x 5.40 mm <sup>2</sup> WFS30: 11.34 x 7.13 mm <sup>2</sup> WFS40: 11.26 x 11.26 mm <sup>2</sup>	
WFSx-7AR/M	400 - 900 nm			
WFSx-14AR/M	400 - 900 nm			
CCS100/M	350 - 700 nm	—	N/A	光纤
CCS175/M	500 - 1000 nm			
CCS200/M	200 - 1000 nm			
OSA201C	350 - 1100 nm	探头的损伤阈值: 10 mW	自由空间输入: 最大Ø6 mm	自由空间&光纤
OSA202C	600 - 1700 nm			
OSA203C	1000 - 2600 nm			
OSA205C	1000 - 5600 nm			
OSA207C	1000 - 12000 nm			
SA30-52	488 - 545 nm	—	≤600 µm (最大束腰直径)	自由空间
SA200-2B	290 - 355 nm & 520 - 545 nm			
SA200-3B	350 - 535 nm			
SA200-5B	535 - 820 nm			
SA200-8B	820 - 1275 nm			
SA200-12B	1275 - 2000 nm			
SA200-18C	1800 - 2600 nm		≤150 µm (最大束腰直径)	
SA210-3B	350 - 535 nm			
SA210-5B	535 - 820 nm			
SA210-8B	820 - 1275 nm			
SA210-12B	1275 - 2000 nm			
SA210-18C	1800 - 2600 nm			
PAX1000VIS/M	400 - 700 nm			
PAX1000IR1/M	600 - 1080 nm			
PAX1000IR2/M	900 - 1700 nm			

# 光功率&能量计和表头

## 无线光功率计



### 特性

- ◆ 具有蓝牙和USB，可以独立工作
- ◆ 波长：400 nm - 1100 nm (PM160)  
190 nm - 10.6  $\mu$ m (PM160T)或  
190 nm - 20  $\mu$ m (PM160T-HP)
- ◆ OLED显示，像素96 x 64
- ◆ App用于Android™和iOS®

这三款无线功率计将表头与探头集成在一起。探头安装在可旋转270度的旋转臂上，便于探测光束。每个功率计都经过校准并包含一份特定的校准证书。(其中PM160校准证书中的第二份光谱响应曲线图，对应在探头前加上附带衰减片时的响应)。

## 小型USB功率计



### 特性

- ◆ 标准光电探头：400 - 1800 nm
- ◆ 超薄光电探头：400 - 1100 nm
- ◆ 积分球光电探头：350 - 1700 nm
- ◆ 热敏探头：190 nm - 20  $\mu$ m

Thorlabs将我们的一些最受欢迎的探头与小型USB功率计接口进行了整合，可用Windows®操作系统的计算机运行Thorlabs的功率计软件包进行操作。探头选项包括我们的标准光电二极管探头，薄型光电二极管探头，积分球探头和热敏探头。探头均可以安装在接杆上。

## 触屏功率能量计表头



PM400具有先进的光谱校准能力，用户可以存储和调用光谱校准和衰减校正文件。多点触屏技术可以快速地测量设置，并可通过手势缩放和滚动显示的数据。触摸屏非常敏感，即使戴着乳胶、腈类或棉质手套，也能进行操作。

### 特性

- ◆ 彩色电容式触摸屏
- ◆ 支持光谱校准和衰减校正
- ◆ 可接入温度和湿度探头
- ◆ 可通过USB 2.0接口进行远程控制、数据传输和充电

## 数字手持式功率能量计表头



PM100D兼容我们所有的功率能量探头，组合探测功率范围从100 pW到200 W，能量范围从10  $\mu$ J到15 J，波长范围从185 nm到25  $\mu$ m。除了探头，也可以连接Thorlabs不带放大的光电二极管、热敏元件和热释电探头。

### 特性

- ◆ 4英寸背光液晶显示屏
- ◆ 标准屏幕选项或用户自定义选项
- ◆ 数据采集模式下自动记录数据
- ◆ USB 2.0接口
- ◆ 附带2GB SD内存卡，以便储存和传输数据



## 带模拟指针和LCD的功率计表头

### 特性

- ◆ 机械指针和数显屏
- ◆ 绝对测量和相对测量
- ◆ 功率调谐时可带有声音提示
- ◆ 模拟功率通过USB 2.0接口输出

PM100A包含一根模拟指针和一个LCD显示屏，前者用于查看相对功率的变化，后者可以显示准确的数值读数，进行装置设置。该显示屏还具有不同界面，用于显示绝对/相对测量、功率变化和统计等。



PM100A

## 小型USB接口的功率能量计表头

### 特性

- ◆ 将探头数据接入电脑
- ◆ 与PM100D的功能相同
- ◆ 不需要额外的电源
- ◆ 16-Bit A/D转换器

PM100USB是一种结构非常紧凑的功率能量计表头，包含一个USB接口，兼容我们所有的功率能量探头。该产品没有直接读数的显示屏以及SD卡槽和模拟监测端口，但通过USB接口即可提供与PM100D相同的特性、精密度和准确度。



PM100USB

## 双通道功率能量计表头

### 特性

- ◆ 可编程通道
- ◆ 可编程响应率
- ◆ 多种数学函数可调用
- ◆ USB 2.0接口和软件套件

PM320E的表头可连接两个探头，进行差分测量和比率测量。它有两个模拟高带宽输出，以监测每个通道。用户可以连接自己的光电二极管、热敏元件和热释电探头。这款双通道表头是精密光学测量、激光和光电二极管表征、生命周期测量以及更多的实验室和生产车间的应用的理想选择。



PM320E

## 手持式光纤光功率计

### 特性

- ◆ 可选购LC、SC、SMA或ST光纤转接件（包含FC光纤转接件）
- ◆ 充电一次可工作50小时
- ◆ 绝对和相对功率测量

这些手持式光纤光功率计功能全面，非常适合在现场使用。我们提供三种型号，详见下表。

型号	波长范围	功率范围
PM20A	400 - 1100 nm	-60到16 dBm (1 nw - 40 mw)
PM20C	800 - 1700 nm	-60到13 dBm (1nw - 20 mw)
PM20CH	800 - 1700 nm	-50到23 dBm (10 nw - 200 mw)



PM20A

# 功率和能量探头

探头类别	探头家族	特性	应用
光电二极管功率探头	 <p>标准探头</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 集成了观察紫外和可见光/红外的荧光靶，便于探头对准</li> <li>◆ 探头面积大：Ø9.5 mm</li> <li>◆ 高温警报传感器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 一般的功率测量</li> </ul>
	 <p>超薄探头</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 超薄设计：探头处厚度仅5 mm</li> <li>◆ 滑动式中性密度滤光片</li> <li>◆ 可选用的光纤转接件</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 狭窄空间里的功率测量</li> </ul>
	 <p>积分球探头</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 附带FC/PC光纤转接件</li> <li>◆ 附带裸光纤转接件和标准接头的转接件（可选）</li> <li>◆ 高温警报传感器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 具有高动态范围和发散角的功率测量</li> </ul>
	 <p>光纤探头</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 紧凑型探头，集成在接头中</li> <li>◆ 附带FC和SMA光纤转接件</li> <li>◆ 兼容PM20x系列的所有光纤转接件 (FC, LC, SC, SMA, ST)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 光纤功率测量</li> <li>◆ 现场应用</li> </ul>
	 <p>显微镜探头</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 用来测量显微镜物平面上的光</li> <li>◆ 有效面积大：18 mm x 18 mm</li> <li>◆ 设计防止内部反射</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 测量显微镜下样品处的功率</li> </ul>
热敏功率探头	 <p>宽带探头</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 探头面积大：Ø10 mm到Ø25.4 mm</li> <li>◆ 响应时间快</li> <li>◆ 宽带镀膜</li> <li>◆ 波长范围内具有平坦的光谱响应</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 一般的宽带光功率测量</li> <li>◆ S405C用于狭窄的空间</li> </ul>
	 <p>高灵敏度热敏探头</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 低至10µW的低漂移测量</li> <li>◆ 整个光谱范围内具有平坦的光谱响应</li> <li>◆ 附带遮光罩和SM1转接件</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 高灵敏度宽带光功率测量 (在狭窄的空间)</li> </ul>
	 <p>用于YAG和准分子激光器的探头</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 损伤阈值高</li> <li>◆ 探头面积大</li> <li>◆ 响应时间快</li> <li>◆ 仅适用于自由空间应用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 高峰值功率的应用</li> <li>◆ YAG和准分子激光器</li> </ul>
	 <p>显微镜探头</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 用来测量显微镜物平面上的光</li> <li>◆ 有效面积大：18 mm x 18 mm</li> <li>◆ 宽带光功率测量的绝佳选择</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 测量显微镜下样品处的功率</li> </ul>
热释电能量探头	 <p>标准能量探头</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 宽带黑膜，具有平坦的光谱响应</li> <li>◆ 探头面积大</li> <li>◆ BNC接头</li> <li>◆ 附带兼容Thorlabs表头的转接件</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 一般的能量测量</li> </ul>
	 <p>高能量探头</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 陶瓷膜，损伤阈值高</li> <li>◆ 探头面积大</li> <li>◆ 带BNC接头，可用于示波器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 准分子、CO<sub>2</sub>-TEA和Nd-YAG等高能密度激光器的能量测量</li> </ul>

型号	波长	能量/功率范围	探头类型	通光孔径	分辨率	线性度	响应时间	搭配使用的小型USB功率计型号
S120VC	200 - 1100 nm	50 nW - 50 mW	Si	Ø9.5 mm	1 nW	±0.5%	<1 µs <sup>b</sup>	-
S120C	400 - 1100 nm	50 nW - 50 mW		Ø9.5 mm	1 nW			PM16-120
S121C	400 - 1100 nm	500 nW - 500 mW		Ø9.5 mm	10 nW			PM16-121
S122C	700 - 1800 nm	50 nW - 40 mW	Ge	Ø9.5 mm	2 nW			PM160122
S130VC	200 - 1100 nm	Dual Range: 500 pW - 0.5 mW (or up to 50 mW)	Si; Slim	Ø9.5 mm	100 pW	±0.5%	<1 µs <sup>b</sup>	-
S130C	400 - 1100 nm	Dual Range: 500 pW - 5 mW (or up to 500 mW)		Ø9.5 mm				PM160130
S132C	700 - 1800 nm	Dual Range: 5 nW - 5 mW (or up to 500 mW)	Ge; Slim	Ø9.5 mm	1 nW			
S140C	350 - 1100 nm	1 µW - 500 mW	Si; Integrating Sphere	Ø5 mm	1 nW	±0.5%	<1 µs <sup>b</sup>	PM16-140
S142C	350 - 1100 nm	1 µW - 5 W		Ø12 mm				-
S144C	800 - 1700 nm	1 µW - 500 mW	InGaAs; Integrating Sphere	Ø5 mm				PM16-144
S145C	800 - 1700 nm	1 µW - 3 W		Ø12 mm		-		
S146C	900 - 1650 nm	10 µW - 20 W		Ø12 mm	10 nW	-		
S148C	1200 - 2500 nm	1 µW - 1 W		Ø5 mm	1 nW	-		
S180C	2900 - 5500 nm	1 µW - 3 W	MCT (HgCdTe) Integrating Sphere	Ø7 mm	10 nW			-
S150C	350 - 1100 nm	100 pW - 5 mW	Si; Fiber-Coupled	Ø5 mm	10 pW	±0.5%	<1 µs <sup>b</sup>	-
S151C	400 - 1100 nm	1 nW - 20 mW		Ø5 mm	100 pW			-
S154C	800 - 1700 nm	100 pW - 3 mW	InGaAs; Fiber-Coupled	Ø5 mm	10 pW			-
S155C	800 - 1700 nm	1 nW - 20 mW		Ø5 mm	100 pW	-		
S170C	350 - 1100 nm	10 nW - 150 mW	Si	18 x 18 mm	1 nW	±0.5%	<1 µs <sup>b</sup>	-
S405C	190 nm - 20 µm	0.1 mW - 5 W	Thermal Surface Absorber	Ø10 mm	5 µW	±0.5%	<1.1 s <sup>c</sup>	PM16-405
S415C	190 nm - 20 µm	2 mW - 10 W (20 W <sup>d</sup> )		Ø15 mm	100 µW	±0.5%	<0.6 s	-
S425C	190 nm - 20 µm	2 mW - 10 W (20 W <sup>d</sup> )		Ø25.4 mm	100 µW	±0.5%	<0.6 s	PM16-425
S425C-L	190 nm - 20 µm	2 mW - 50 W		Ø25.4 mm	100 µW	±0.5%	<0.6 s	-
S322C	250 nm - 11 µm	100 mW - 200 W		Ø25 mm	5 mW	±1%	<1.0 s <sup>c</sup>	-
S401C	190 - 10600 nm	10 µW - 1 W (3 W <sup>e</sup> )	Thermal Background Compensation	Ø10 mm	1 µW	±0.5%	<1.1 s <sup>c</sup>	PM16-401
S350C	190 - 1100 nm & 10600 nm	10 mW - 40 W	Thermal Surface Absorber	Ø40 mm	1 mW	±1%	1 s <sup>c</sup>	-
S370C	400 - 5200 nm	10 mW - 10 W	Thermal Volume Absorber	Ø25 mm	250 µW		3 s <sup>c</sup>	-
S470C	250 - 10600 nm	100 µW - 5 W		Ø15 mm	10 µW	±0.5%	<2 s <sup>c</sup>	-
S175C	300 - 10600 nm	100 µW - 2 W	Thermal Surface Absorber	18 x 18 mm	10 µW	±0.5%	<2 s <sup>c</sup>	-
ES111C	185 - 25000 nm	10 µJ - 150 mJ	Pyroelectric Broadband Coating	Ø11 mm	100 nJ	±1%	N/A <sup>f</sup>	-
ES120C	185 - 25000 nm	100 µJ - 500 mJ		Ø20 mm	1 µJ			-
ES145C	185 - 25000 nm	500 µJ - 2 J		Ø45 mm				-
ES220C	185 - 25000 nm	500 µJ - 3 J	Pyroelectric Ceramic Coating	Ø20 mm	25 µJ	±1%	N/A <sup>f</sup>	-
ES245C	185 - 25000 nm	1 mJ - 15 J		Ø45 mm	50 µJ			-

- a. 选配的探头来自小型USB功率计库存。要购买该功率计的其他探头，请联系TechSupport-CN@thorlabs.com。
- b. 使用光电二极管探头的测量数据。实际响应时间受到表头的更新频率所限制。
- c. 响应时间受探头材料限制。Thorlabs的热敏探头和功率计表头在探头的单个时间常数之后就能确定入射功率，因此探头的自然响应时间较短。
- d. 最大曝光时间2分钟。
- e. 间歇性使用的情况下(最大曝光时间20分钟)。
- f. 所有热释电探头均具有20 ms的热敏时间常数， $\tau$ 。该值表示探头探测单束脉冲后需要的恢复时间。为了探测到正确的能量等级，脉冲光必须比 $0.1 \tau$ 短，并且您的光源的重复率必须低于 $1/\tau$ 。

# CCD相机式光束质量分析仪



BC106N-UV

## 特性

- ◆ 高分辨率：像素1360 x 1024
- ◆ 信噪比≥62 dB
- ◆ 无窗探测区域，均匀度和线性度好
- ◆ 复杂光束轮廓的完整二维分析
- ◆ 功率读出：1 fW - 1 W
- ◆ 自动曝光时间从20 μs到1 s
- ◆ 增益控制从1X到16X
- ◆ 滤光片转轮带有6种滤光片
- ◆ 暗电平和背景光补偿
- ◆ 可用于连续光、脉冲光或者单脉冲光束的分析
- ◆ 外部快门触发输入

Thorlabs的相机式光束质量分析仪适用于测量连续光和任何频率的脉冲光，并且在优化激光系统时，可以分析复杂的模式图案（如平顶和圆环状）。这些光束质量分析仪还可以测量相对光功率，非常适合同步优化功率和光束形状。与扫描狭缝式光束质量分析仪相比，相机式捕捉的光束轮廓更细致，还能真实地分析光束的二维功率密度分布。

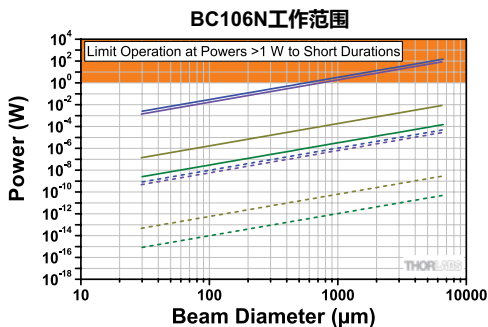
通过多种触发模式灵活地捕获单脉冲。使用TTL输入实现重复率最高50 kHz的触发单脉冲检测。有关软件包与驱动程序的信息，请看本手册后面的**光束质量分析仪软件包**部分。

内部集成的功率计可由用户自行校准，不需要使用外部功率计，就能非常理想地同步优化功率和光束形状。设备自带的滤光片转轮配有六种不同的高质量ND滤光片，使得分析仪无需其他配件即可快速适应从fW到1 W的光束强度。光束轮廓分析仪在测量值中减去背景光强度的平均值，从而对环境光进行补偿。自动曝光和增益控制功能使相机参数适应实际光束强度。

每个滤光片安装座上的SM05 (0.535"-40) 螺纹可兼容我们的透镜套管。您可在M<sup>2</sup>光束质量分析系统页面查看将BC106N与我们全新的M<sup>2</sup>测量系统扩展装置一起使用的相关信息。

## 规格

型号	BC106N-UV/M	BC106N-VIS/M
波长范围	190 - 350 nm <sup>a</sup>	350 - 1100 nm
功率范围	50 fW - 1 W <sup>b</sup>	1 fW - 1 W <sup>c</sup>
衰减滤光片 <sup>d</sup>	20, 30, 40 dB (350 - 700 nm) 20, 30, 40 dB (350 - 700 nm)	20, 40, 60 dB (350 - 700 nm) 20, 40, 60 dB (650 - 1050 nm)
光束直径	30 μm - 6.6 mm	
兼容光源	CW, Pulsed	
脉冲频率	1 Hz - 50 kHz (Single Pulse Exposure) Unlimited (Multi-Pulse Exposure)	
<b>探头</b>		
镀膜	Lumigen	None
芯片类型	2/3" EXview HAD™ CCD Sensor Sony ICX285AL, Window Removed	
孔径尺寸(最大值)	8.77 mm x 6.6 mm	
像素大小	6.45 μm x 6.45 μm	
分辨率(最大值)	1360 x 1024 pixels, ROI Selectable	
<b>相机</b>		
快门	Global	
帧率	10 fps Full Resolution, <sup>e</sup> >43 fps Reduced ROI <sup>f</sup>	
图像数字化	8 Bit (0 - 255 Digits) or 12 Bit (0 - 4095 Digits)	
信噪比	≥62 dB	
曝光范围	20 μs - 1 s	
增益范围	1X - 16X	
图像捕获模式	Single Frame, Continuous, Hardware Triggered	



Minimum Limit		Maximum Limit	
--- BC106N-UV (200 nm, no ND Filter)	--- BC106N-UV (200 nm, no ND Filter)	--- BC106N-UV (200 nm, no ND Filter)	--- BC106N-UV (200 nm, no ND Filter)
--- BC106N-VIS (550 nm, no ND Filter)	--- BC106N-VIS (550 nm, no ND Filter)	--- BC106N-VIS (550 nm, no ND Filter)	--- BC106N-VIS (550 nm, no ND Filter)
--- BC106N-UV (200 nm, 40 dB ND Filter)	--- BC106N-UV (200 nm, 40 dB ND Filter)	--- BC106N-UV (200 nm, 40 dB ND Filter)	--- BC106N-UV (200 nm, 40 dB ND Filter)
--- BC106N-VIS (550 nm, 60 dB ND Filter)	--- BC106N-VIS (550 nm, 60 dB ND Filter)	--- BC106N-VIS (550 nm, 60 dB ND Filter)	--- BC106N-VIS (550 nm, 60 dB ND Filter)

- a. 可拆卸的紫外ND滤光片的起始波长是220 nm。
- b. 在200 nm处测量，与光束直径和ND滤光片有关。
- c. 在550 nm处测量，与光束直径和ND滤光片有关。
- d. 滤光片转轮上的标称值。
- e. 取决于计算机处理器和显卡的性能。
- f. 感兴趣区域： 像素320 x 240



# 扫描狭缝式光束质量分析仪

## 特性

- ◆ 高精度地分析光束质量和空间功率分布
- ◆ 单个独立的测量头
- ◆ 三个波长范围：200 - 1100 nm、900 - 1700 nm和900 - 2700 nm
- ◆ 光束直径从2.5  $\mu\text{m}$ 到9 mm
- ◆ 动态范围为78 dB
- ◆ 用于分析连续或重复频率 $\geq 10$  Hz的脉冲激光束
- ◆ 额外的刀口模式
- ◆ 低噪声放大器



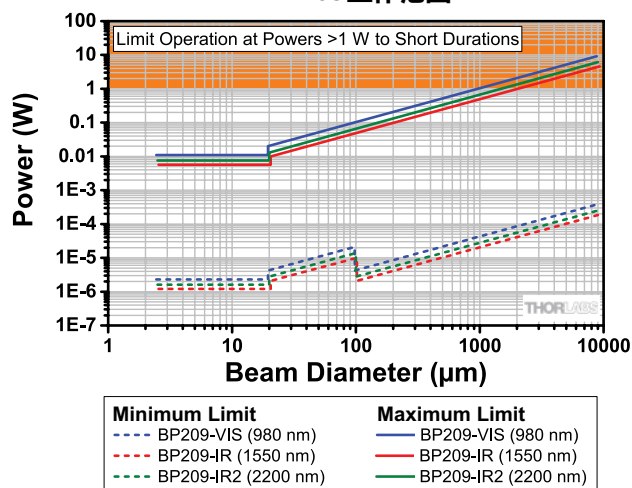
BP209-VIS

Thorlabs的双扫描狭缝光束质量分析仪非常适合分析近似高斯光束形状的激光光束轮廓。光束横截面上强度分布的测量在用户指定的X轴和Y轴方向同时进行，扫描频率在2到20 Hz之间，可通过软件设定。测量结果可用于光束质量评估、重建光束轮廓检验以及监测长期的稳定性。它们非常适合生产环境下的质量控制应用，主要用于连续激光束，也可以利用平均法测量大于10 Hz的脉冲光束。

这些扫描狭缝光束轮廓分析仪采用低噪声的电子元件，具有78 dB的高动态范围，可以测量直径在2.5  $\mu\text{m}$ 到9 mm之间的光束。光束直径根据ISO 11146标准测量，并可通过多种行业标准的边界范围显示，比如 $1/e^2$  (13.5%)、50%或用户设定的任意数值。如果所测光束不是近似高斯光束的形状，或者需要对脉冲光束进行单脉冲测量时，我们推荐使用相机式光束分析仪。

Thorlabs的光束分析软件可进行完整的操作控制，且提供了多种用户可调节的配置和显示与数据记录选项。软件具有灵活的图形用户界面(GUI)，能够在动态变化的系统中监测光束参数和空间功率分布。

BP209工作范围



## 规格

型号	BP209-VIS/M	BP209-IR/M	BP209-IR2/M
波长范围	200 - 1100 nm	900 - 1700 nm	900 - 2700 nm
探头类型	Si; UV Enhanced	InGaAs	Extended InGaAs
孔径直径	9 mm		
扫描方法	Scanning Slits, Knife Edge		
狭缝尺寸	5 $\mu\text{m}$ and 25 $\mu\text{m}$		
光束直径	2.5 $\mu\text{m}$ (Min) / 9 mm (Max) <sup>a</sup>		
扫描频率	2.0 - 20.0 Hz (Continuously Variable)		
采样分辨率	0.12 - 1.24 $\mu\text{m}$ (Depending on Scan Rate)		
功率范围	1 $\mu\text{W}$ - 10 W (Depending on Beam Diameter and Model)		
放大器带宽	16 to 1000 kHz in 11 Steps (@ -1 dB)		
采样频率	0.2872 - 2.0 MHz		
动态范围	78 dB (Amplifier Switchable)		
安装孔	M6 x 1.0 and M4 x 0.7		
脉冲频率最小值	10 Hz <sup>b</sup>		

a. 直径为9 mm，光束直径误差 $<10\%$ 。

b. 采用M<sup>2</sup>扩展装置进行M<sup>2</sup>测量时为300 kHz。

# 光束质量分析仪软件包

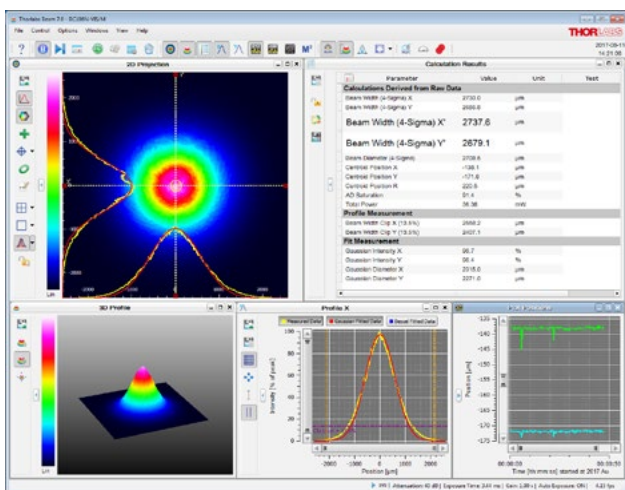
## 特性

- ◆ 包含多个用户可调节的测量结果窗口
- ◆ 用户指定位置的光束横截面
- ◆ 2D功率密度分布可进行椭圆光束拟合
- ◆ 3D图像可随意旋转
- ◆ 可定义参数的Pass/Fail测试
- ◆ 光束叠加工具协助调节两个光束的相对位置
- ◆  $M^2$ 和发散角测量符合ISO 11146标准

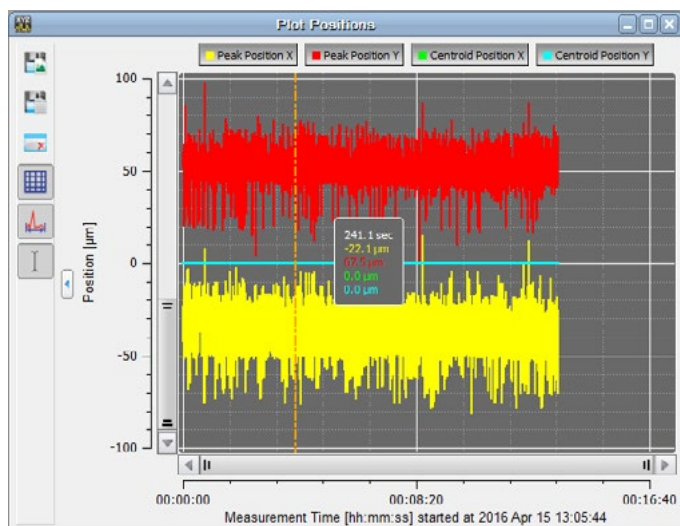
Thorlabs的相机式光束质量分析仪、扫描狭缝式光束质量分析仪和 $M^2$ 光束质量分析系统都使用Thorlabs光束分析软件包。

软件包含图形用户界面(GUI)，可以进行详细的扫描和测量设置。包括X方向轮廓、Y方向轮廓、2D投影、3D轮廓、位置随时间变化、功率随时间变化、以及计算结果在内的显示窗口，都可以按照用户需求调整和移动。软件中可选择按顺序保存在长期测量中获取的数据。附带的工具能够叠加两个不同的激光束和调整光束参数。用户选择的测量数据和计算结果可以通过许多不同的形式显示。此外，软件支持 $M^2$ 光束质量因子和收缩/发散角的测量。

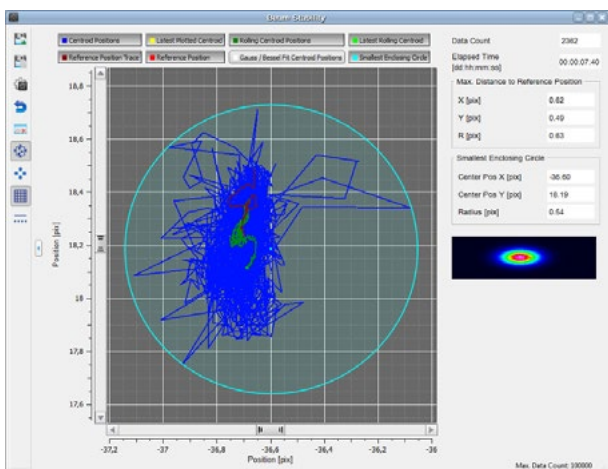
下面的截图突出了软件的主要特性和测量模式，包括光束轮廓的2D重现和光束位置与稳定性的测量。



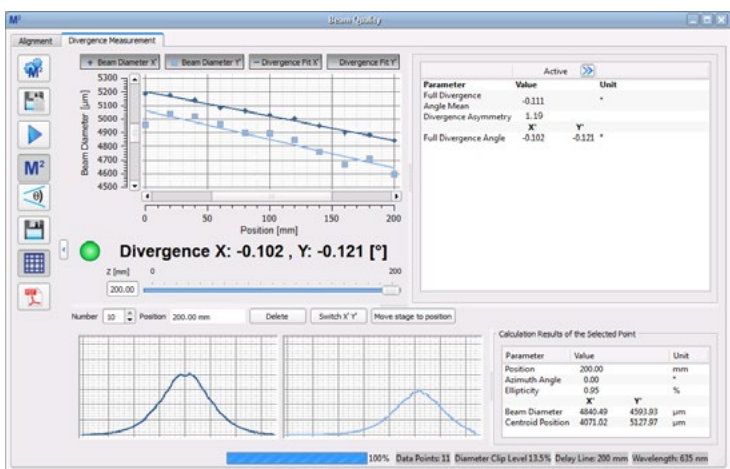
GUI的主窗口包含菜单栏、工具栏、状态栏和可以显示多个窗口的方框区域。这里显示了光束设置、计算结果、二维重构和三维轮廓几个窗口。光束设置窗口给出了在某个位置上的所有重要信息；这个窗口可以从主窗口解除锁定，移动到其他位置，比如另外一个显示屏。



该窗口显示了X、Y峰值位置和X、Y中心位置与时间的函数关系。



光束稳定性窗口可以记录并查看稳定性与时间的关系。显示的选项包含中心位置、最新绘制的中心、滚动的中心位置、参考位置和最小包围圆。



此功能只有将一个 $M^2$ 光束分析系统连接到电脑上时才能启用。进行 $M^2$ 分析之后就会显示光束的发散度。另一个窗口显示束腰的直径和位置。

## 特性

- ◆ M<sup>2</sup>光束质量分析系统的结构非常紧凑：  
300 mm x 175 mm x 126 mm
- ◆ 可测参数：M<sup>2</sup>、发散角、聚焦直径、束腰位置和瑞利长度
- ◆ 可移动的后向反射镜：紧凑型设计，透镜和光束分析仪的位置固定
- ◆ 适用光源：连续光和重复频率>300 kHz的准连续脉冲光
- ◆ 对准方便
- ◆ 符合用于光束质量测量的ISO 11146标准



M2MS-BP209VIS/M  
完整的M<sup>2</sup>光束质量分析系统 (BP209-VIS/M安装在M2MS扩展套件上)



内视图

Thorlabs的M<sup>2</sup>测量系统用于测量M<sup>2</sup>、发散角、聚焦直径、束腰位置、瑞利长度和其他激光束质量标准，是一键操作式的完整解决方案。系统经过预先组装和出厂对准，可覆盖250 nm - 2700 nm的波长范围。

对于已经有光束质量分析仪，并希望将它的功能扩展到M<sup>2</sup>测量的用户，我们提供M2MS和M2MS-AL扩展套件。您也可选购包含一套扩展套件和一个BP209系列扫描狭缝式或BC106系列CCD相机式光束质量分析仪的完整扫描系统。每套系统都包含一套透镜组，一个对准激光器和一系列配件。

M<sup>2</sup>测量系统通过移动外壳内部的两片反射镜来改变光程，从而进行测量。聚焦透镜和光束质量分析仪都安装在外壳的前部，在工作中保持固定。安装在DDSM100/M位移台上的两个反射镜形成后向反射器，光程差最大为200 mm (以焦平面为中心的-100 mm到+100 mm)。



对准激光器（附带）安装在M2MS

两个USB 2.0 (type A) 接口可以分别用来连接一台光束质量分析仪和一台其他设备，例如TSP01 USB温度和湿度传感器。拾音插座给对准激光器供电，迷你B型USB端口用于连接到PC。M<sup>2</sup>测量系统通过Thorlabs光束软件控制，从而准确测量多种与光束相关的参数。

## 规格

型号	M <sup>2</sup> 系统波长范围	包含的光束质量分析仪		
		类型	波长范围	型号
M2MS-AL	250 - 600 nm <sup>a</sup>	None <sup>b</sup>		
M2MS	400 - 2700 nm <sup>a</sup>			
M2MS-BC106VIS/M	250 - 350 nm	相机式	190 - 350 nm <sup>c</sup>	BC106N-UV/M
M2MS-BC106UV-AL/M	400 - 1100 nm		350 - 1100 nm	BC106N-VIS/M
M2MS-BP209VIS-AL/M	250 - 600 nm	扫描狭缝式	200 - 1100 nm	BP209-VIS/M
M2MS-BP209VIS/M	400 - 1100 nm		900 - 1700 nm	BP209-IR/M
M2MS-BP209IR/M	900 - 1700 nm		900 - 2700 nm	BP209-IR2/M
M2MS-BP209IR2(/M)	900 - 2700 nm			

a. 支持的波长范围。具体的M<sup>2</sup>系统的波长范围由系统集成的光束质量分析仪决定。

b. 附带用于BC106和BP209光束质量分析仪的转接件。

c. 相机传感器有Lumigen膜。



# Shack-Hartmann波前传感器



WFS20-14AR

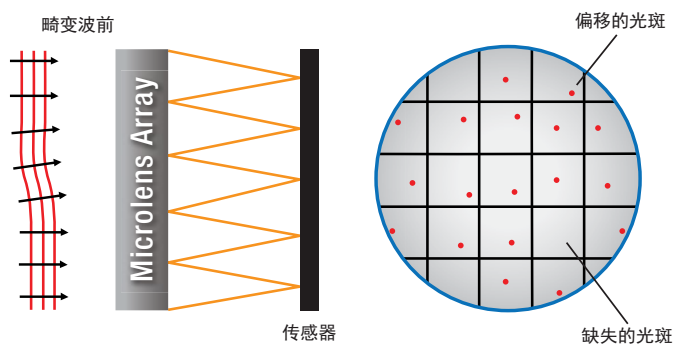


WFS30-5C

## 特性

- ◆ 灵敏度高达 $\lambda/200$  (RMS)
- ◆ 最大速度1120 fps
- ◆ 可更换的微透镜阵列
- ◆ 实时波前和强度分布测定
- ◆ 近衍射极限的光斑尺寸
- ◆ 用于连续和脉冲光源(触发输入)

Thorlabs的Shack-Hartmann波前传感器(SH-WFS)可以精确地测量光束的波前形状和强度分布。我们在2018年会发布WFS40和WFS30两个全新的系列，其中集成的CMOS相机分别具有420和230万像素的分辨率。目前WFS20系列中高速CMOS相机的帧率高达1120Hz(取决于工作模式和分辨率设置)。三个系列的波前传感器都有三种透镜阵列可选，也可以选择包含两种可更换的微透镜阵列的套件。后者可让传感器适应不同的应用。



这些波前传感器的性能由相机特性和所含微透镜阵列的特性决定。所分析的波前光斑区域的空间分辨率由所选微透镜阵列的间距决定(即有效微透镜的数量决定)。

Shack-Hartmann传感器由一个微透镜阵列和一个相机组成。当波前进入微透镜阵列，相机上就会产生光斑区域；然后分析每个光斑的强度和位置。Shack-Hartmann波前传感器利用这种方法，可动态测量激光源的波前，或表征由光学组件造成的波前畸变。此外，它们可为Thorlabs的自适应光学元件套件等自适应光学系统提供实时反馈。

## 规格

型号(前缀)	WFS40系列 <sup>a</sup>	WFS30系列 <sup>a</sup>	WFS20系列
相机传感器类型	CMOS		
孔径尺寸(最大值)	11.26 mm x 11.26 mm	11.34 mm x 7.13 mm	7.20 mm x 5.40 mm
相机分辨率	2048 x 2048 (Max) <sup>b</sup>	1936 x 1216 (Max) <sup>b</sup>	1440 x 1080 (Max) <sup>b</sup>
像素尺寸	5.5 $\mu\text{m}$ x 5.5 $\mu\text{m}$	5.83 $\mu\text{m}$ x 5.83 $\mu\text{m}$	5.0 $\mu\text{m}$ x 5.0 $\mu\text{m}$
帧率	4.5 - 147 Hz	64 Hz (Max)	69 - 1120 Hz
波前准确率 <sup>c</sup>	$\lambda/25$ RMS (-5C) $\lambda/30$ RMS (-7AR) $\lambda/40$ RMS (-14AR)	$\lambda/25$ RMS (-5C) $\lambda/40$ RMS (-7AR) $\lambda/60$ RMS (-14AR)	$\lambda/30$ RMS (-5C & -7AR) $\lambda/60$ RMS (-14AR)
波前灵敏度 <sup>d</sup>	$\lambda/80$ RMS (-5C) $\lambda/100$ RMS (-7AR) $\lambda/120$ RMS (-14AR)	$\lambda/80$ RMS (-5C) $\lambda/120$ RMS (-7AR) $\lambda/200$ RMS (-14AR)	$\lambda/100$ RMS (-5C & -7AR) $\lambda/200$ RMS (-14AR)
型号(前缀)	-5C	-7AR	-14AR
波长范围	300 - 1100 nm	400 - 900 nm	
微透镜阵列镀膜类型	Chrome Mask	AR Coated	
微透镜间距	150 $\mu\text{m}$		300 $\mu\text{m}$
有效焦距	3.7 mm (WFS20) 4.1 mm (WFS30 & WFS40)	5.2 mm	14.2 mm (WFS20) 14.6 mm (WFS30 & WFS40)

a. WFS40和WFS30系列波前传感器于2018年中旬上市。

b. 软件可选。

c. 使用内部参考的绝对精度。根据633 nm时已知曲率半径的球面波前测得。

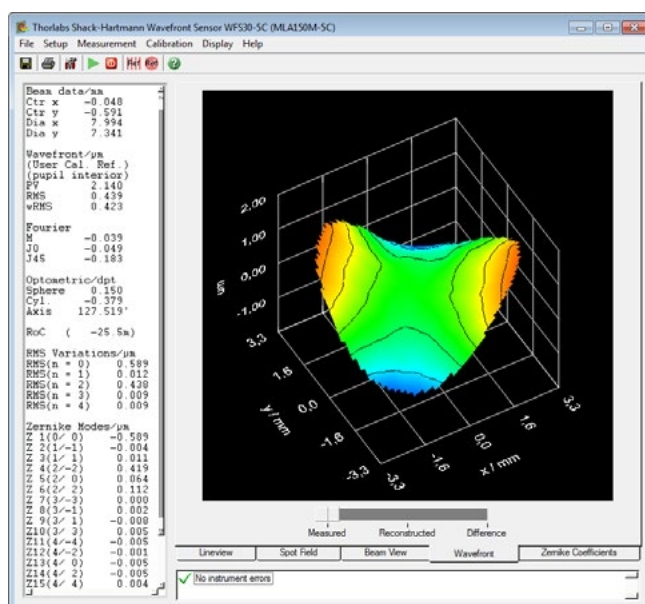
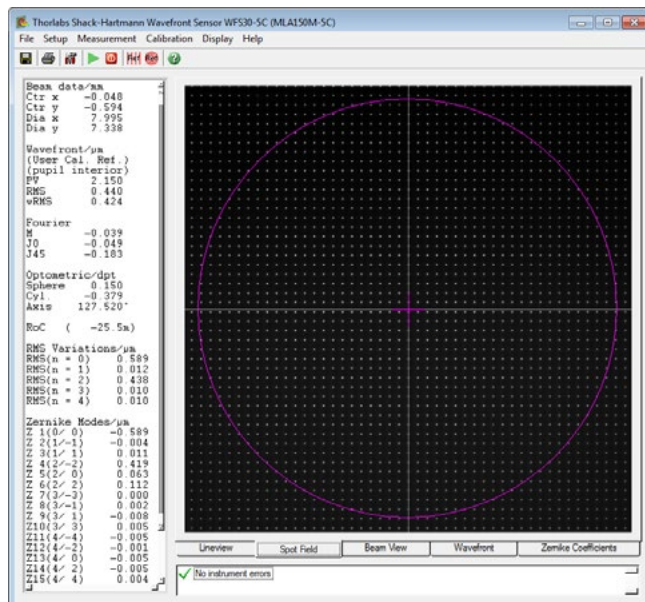
d. 相对参考波前(用户校准)的典型相对精度。参考值和单次测量值由10帧平均得到。测量时波长为633 nm。

## 如何选择微透镜阵列/WFS型号

WFS40和WFS30系列的CMOS相机传感器具有高分辨率，为光点波前测量提供高精度和高灵敏度。其中WFS40系列的分辨率更高，像素更小，而WFS30系列-7AR和-14AR版本的精度和灵敏度相对更好。相比之下，WFS20系列的高帧频每秒能够实现更多的波前测量，因此可以检测更快的波前波动。WFS40和WFS30系列是精确分析光源和光学元件波前畸变的理想选择。WFS20设计用于自适应光学传感器。

每种Shack-Hartmann波前传感器有三种不同的微透镜阵列 (MLA) 可选。以-5C为后缀的型号包含镀铬掩膜的MLA，可防止光从微透镜间通过。这样在光斑区域内产生较高的对比度，但也会显著增加MLA表面的背反射。不过，其使用的波长范围较宽，为300-1100 nm。以-7AR和-14AR为后缀的型号包含镀有400 - 900 nm增透膜的MLA，非常适合对背反射敏感的应用。

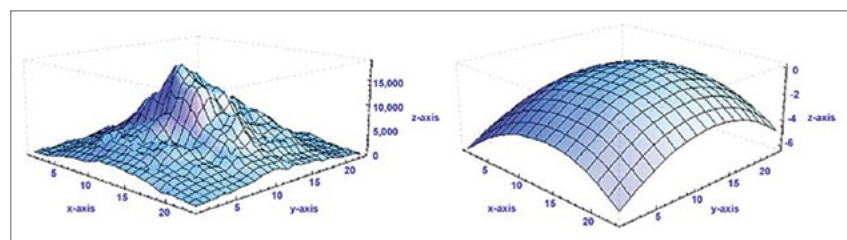
型号带有-5C和-7AR后缀的波前传感器中，MLA的间距为150  $\mu\text{m}$ ，可形成更多的光斑，因而具有更高的波前空间分辨率。这些MLA的波前传感器由于焦距较短，光斑的偏移较小，波前动态范围更宽。相比之下，以-14AR为后缀，包含间距300  $\mu\text{m}$  MLA的波前传感器具有更高的准确率和灵敏度。但空间分辨率和波前形变的动态范围较低。



显示的是两张Shack-Hartmann波前传感器屏幕截图：光斑区域(左图)和基于光斑区域信息计算的波前(右图)。



微透镜阵列通过精密磁性支架安装(已申请专利)，利用双微透镜阵列套件中包含的安装工具，仅需几秒钟就可手动完成更换。



Shack-Hartmann波前传感器提供的信息包括每个微透镜的总功率(左图)和计算的波前分布(右图)。

## 波前传感器套件

型号	Sensor Series	Lens Array 1	Lens Array 2
WFS40-K1/M	WFS40 (CMOS Sensor)	Chrome Mask, 300 - 1100 nm, Pitch = 150 $\mu\text{m}$	AR Coated, 400 - 900 nm, Pitch = 300 $\mu\text{m}$
WFS40-K2/M		AR Coated, 400 - 900 nm, Pitch = 150 $\mu\text{m}$	AR Coated, 400 - 900 nm, Pitch = 300 $\mu\text{m}$
WFS30-K1/M	WFS30 (CMOS Sensor)	Chrome Mask, 300 - 1100 nm, Pitch = 150 $\mu\text{m}$	AR Coated, 400 - 900 nm, Pitch = 300 $\mu\text{m}$
WFS30-K2/M		AR Coated, 400 - 900 nm, Pitch = 150 $\mu\text{m}$	AR Coated, 400 - 900 nm, Pitch = 300 $\mu\text{m}$
WFS20-K1/M	WFS20 (CMOS Sensor)	Chrome Mask, 300 - 1100 nm, Pitch = 150 $\mu\text{m}$	AR Coated, 400 - 900 nm, Pitch = 300 $\mu\text{m}$
WFS20-K2/M		AR Coated, 400 - 900 nm, Pitch = 150 $\mu\text{m}$	AR Coated, 400 - 900 nm, Pitch = 300 $\mu\text{m}$



# USB小型光谱仪



CCS200

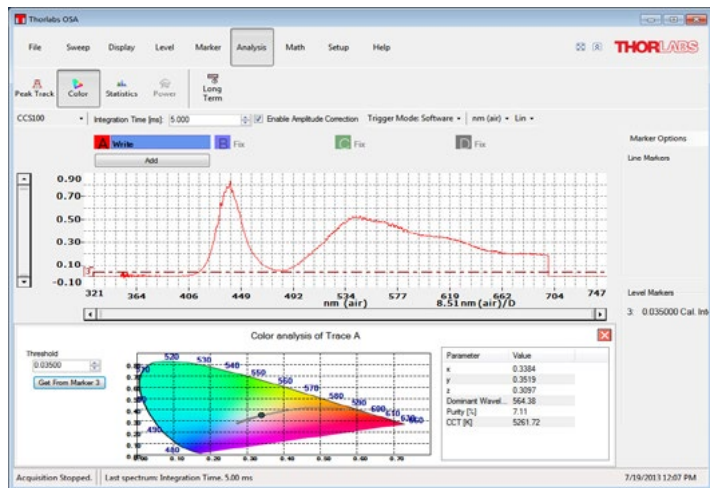
## 特性

- ◆ 坚固的Czerny-Turner设计，无活动部件
- ◆ 最短积分时间10  $\mu$ s
- ◆ 暗电流噪声的自动补偿
- ◆ 外部同步的触发输入(TTL)
- ◆ 16-Bit A/D转换器
- ◆ 提供适合自由空间输入的余弦矫正器

Thorlabs基于光纤的小型Czerny-Turner光谱仪具有三种型号，可在350 - 700 nm或500 - 1000 nm范围内提供亚纳米级分辨率，或在整个200 - 1000 nm范围内提供优于2 nm的分辨率。这些光谱仪的尺寸约为一个外接式硬盘的大小，非常适合教学应用和光纤系统。

虽然这款光谱仪外形小巧，却具有许多大型、昂贵的光谱仪才有的功能，比如，补偿暗电流产生的噪声，通过TTL触发输入(高达100Hz)同步。这三种型号采用相同的设计，而CCD芯片、光栅和透镜则根据特定的波长范围进行了优化。

所有的光谱仪都经过出厂校准，发货时带有校准报告、操作手册、软件安装光盘、用于输入外部触发信号的SMB转BNC转接线、高速USB电线(1.5 m)和光纤跳线(SMA接头，1 m)。用户可以在任何波长处重新校准。另外采购的余弦矫正器可以接入SMA905接头的光纤或CCS光谱仪输入端口，使CCS光谱仪适用于自由空间测量。这些光谱仪带有软件包，其中包含GUI和一系列驱动程序(请看后面的光谱分析仪软件部分)。



颜色分析界面

## 三款余弦矫正器

型号	CCSA1	CCSA2	CCSB1
图片			
散射片厚度	0.5 mm		1 mm
通光孔径	$\varnothing$ 4 mm		$\varnothing$ 8.5 mm
输出口	接SMA接头		接CCS光谱仪

## 规格

型号	CCS100/M	CCS175/M	CCS200/M
波长范围	350 - 700 nm <sup>a</sup>	500 - 1000 nm	200 - 1000 nm <sup>a</sup>
光谱分辨率	<0.5 nm FWHM @ 435 nm	<0.6 nm FWHM @ 633 nm	<2.0 nm FWHM @ 633 nm
狭缝(W x H)	20 $\mu$ m x 2 mm <sup>b</sup>		
光栅	1200 Lines/mm, 500 nm Blaze	830 Lines/mm, 800 nm Blaze	600 Lines/mm, 800 nm Blaze
探测范围	350 - 1100 nm		200 - 1100 nm
CCD像素尺寸	8 $\mu$ m x 200 $\mu$ m (8 $\mu$ m Pitch)		
CCD灵敏度	160 V / (lx $\cdot$ s)		
分辨率	10 px/nm	6 px/nm	4 px/nm
带内部触发的扫描速率	200 Scans / s <sup>c</sup> (Max)		

a. 光谱仪不能在380 nm以下进行幅度校准。

b. 临近入口的地方有一个 $\varnothing$ 1.2毫米的机械孔，将狭缝的有效尺寸限定为20  $\mu$ m x 1.2 mm。

c. 只有在用内部(自由运行)触发时，扫描速率可以高达200Hz(积分时间为5 ms)。在外触发模式下，相同的积分时间下最大的扫描速率为100Hz。

## 特性

- ◆ 5种波长范围：
  - 350 nm - 1100 nm    - 1.0 - 5.6  $\mu\text{m}$
  - 600 nm - 1700 nm    - 1.0 - 12.0  $\mu\text{m}$
  - 1.0 - 2.6  $\mu\text{m}$
- ◆ 基于迈克尔逊干涉仪的光谱分析仪
- ◆ 光谱分辨率：7.5 GHz (0.25  $\text{cm}^{-1}$ )
- ◆ 对于线宽<10 GHz的光束，波长计模式分辨率为0.1 ppm
- ◆ 附带笔记本，预装有软件  
(见下页)



OSA205C  
自由空间输入端口（左）；光纤输入端口（右）

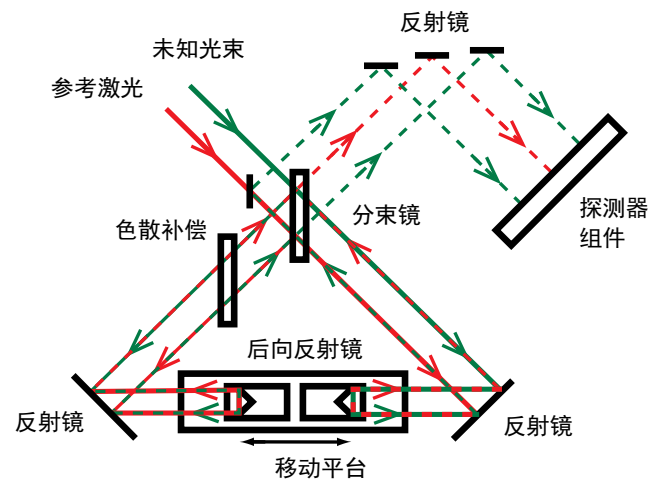
Thorlabs的光谱仪是测量光功率与波长函数关系的常用工具。它们应用广泛，可以用来分析宽带光信号、增益芯片的法布里-珀罗模式或长相干长度的单模外腔激光器。常见的OSA为典型的基于光栅的单色仪。Thorlabs的OSA属于傅立叶变换光谱分析仪(FT-OSA)，在推/拉配置中使用了扫描迈克尔逊干涉仪，如右图所示。

这种方式让功能齐全的OSA额外具有了高精度波长计的优势。Thorlabs的OSA兼容FC/PC接头的光纤，可以使用单模光纤和最大芯径为 $\varnothing 50 \mu\text{m}$ 的阶跃折射率多模光纤。此外，这些OSA可以直接兼容已准直的自由空间输入，最大光束直径为6 mm。

## 设计

Thorlabs的FT-OSA使用了两个后向反射镜。它们安装在音圈驱动平台上，能够使干涉仪的两个参考臂同时、反方向进行动态变化。这种布局设计的优势在于，干涉仪光程差(OPD)的变化是平台机械位移的四倍。OPD变化越大，FT-OSA能够分辨的光谱细节越精细。

分束镜将光信号分成两束不同方向的光。两光路的光程差在0到 $\pm 40 \text{ mm}$ 之间变化。然后，准直的光束在分束镜处汇合时，发生光学干涉。



Thorlabs光谱分析仪的设计原理

## 规格

型号	OSA201C	OSA202C	OSA203C	OSA205C	OSA207C
波长范围( $\mu\text{m}$ )	350 - 1100 nm	600 - 1700 nm	1.0 - 2.6 $\mu\text{m}$	1.0 - 5.6 $\mu\text{m}$	1.0 - 12.0 $\mu\text{m}$
光谱分辨率	7.5 GHz (0.25 $\text{cm}^{-1}$ )				
光谱准确率	$\pm 2 \text{ ppm}$				
波长计分辨率 <sup>a</sup>	0.1 ppm				
光学抑制比	30 dB				
尺寸	320 mm x 149 mm x 475 mm (12.6" x 5.9" x 18.7")				

a. 对于线宽<10 GHz的光束

# OSA和USB光谱分析仪软件

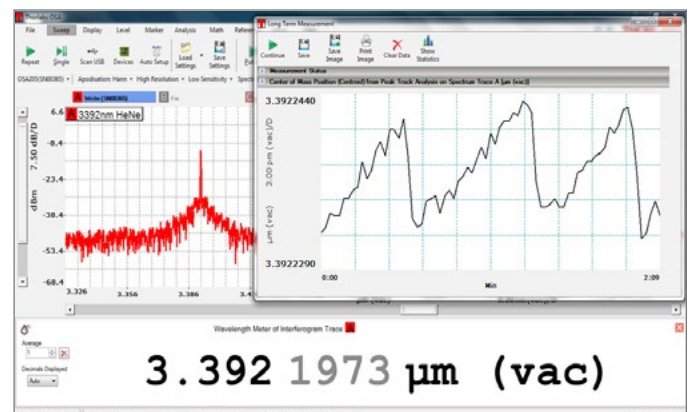
我们的小型CCD光谱仪和OSA都使用相同的软件包，能够根据探测到的装置灵活自定义功能。该软件预装在OSA附带的笔记本电脑中，也可以下载用于我们的小型CCD光谱仪。它具有一个直观的图形用户界面(GUI)，响应灵敏，能够自定义，所有功能都可通过单击或双击实现。

通过GUI不仅可以显示、检查、操纵和分析采集的原始干涉图或傅里叶变换的光谱，还可以调节多种参数，包括灵敏度、分辨率以及干涉图的变迹和截断。集成在软件中的一套数据分析和数学运算工具能够进行功率分析、跟踪光谱峰谷、统计分析及其他操作。

软件还提供一个设备界面库，其中包含许多程序，用于数据采集、仪器控制以及光谱处理和操纵。还可以通过该库使用LabVIEW、C、C++、C#或其他编程语言开发自定义软件，满足用户自己的应用需求。

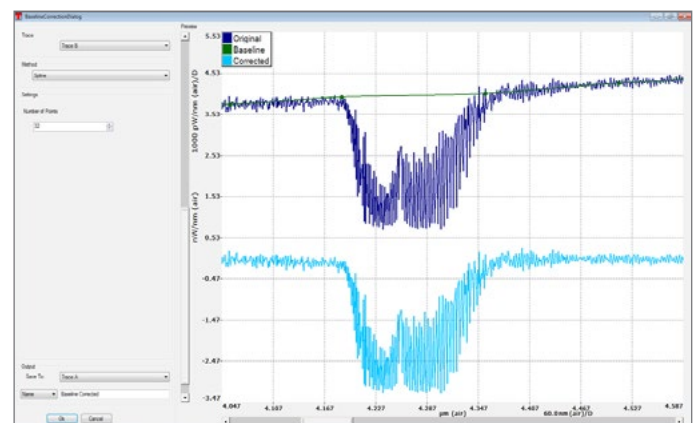
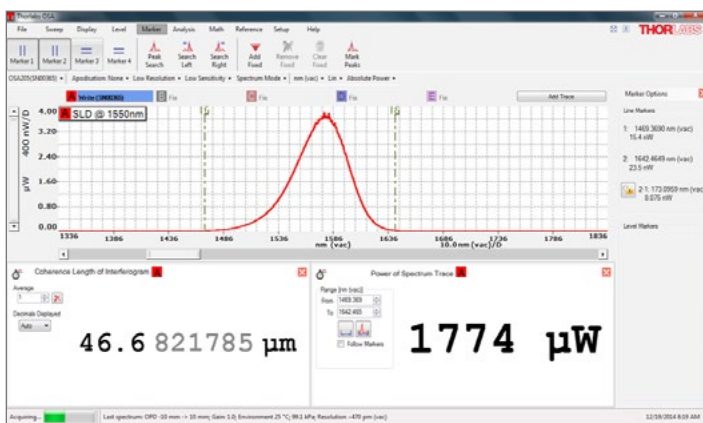
## 特性

- ◆ 内置用于简单分析和复杂分析的工具
- ◆ 多个可以调整的数据采集参数
- ◆ 平均法和平滑法选项
- ◆ 光谱模式
- ◆ 用于OSA的干涉图模式包含：
  - 波长计模块
  - 相干长度模块
- ◆ 自动探测兼容的装置
- ◆ 用户自定义显示
- ◆ LabVIEW、C、C++、C#和Java库



峰值跟踪分析模式，随时间跟踪光谱中的峰值位置、振幅和宽度。数据、背景和峰值可以显示在一个图表中。

对于线宽<10 GHz的光源，波长计模块能够让我们的OSA非常准确地探测中心波长。上图为观察3.932 μm HeNe激光器跳模，使用软件绘制波长计测量的输出与时间的函数关系图。



由于输入光源的原始干涉图是由Thorlabs的OSA获得，因此软件能够计算出光源的相干长度。(基于光栅的光谱分析仪不具备这种能力)。上图为1550 nm超辐射发光二极管(SLD)的相干长度和功率。

Thorlabs的OSA能够对吸收谱线与待测未知光源谱线重叠的大气化合物进行光谱分析。上面显示了基线校正之前和之后二氧化碳(CO<sub>2</sub>)吸收的测量值。OSA软件还包含对HITRAN逐行参考的支持。

# 法布里-珀罗干涉仪

## 特性

- ◆ 超稳定殷钢腔
- ◆ 共焦腔设计
- ◆ 已安装的输入和输出对准光圈
- ◆ 10种型号，5种光谱范围



SA200系列  
1.5 GHz FSR



SA210系列  
10 GHz FSR

Thorlabs的扫描式法布里-珀罗 (FP) 干涉仪是一种光谱分析仪，非常适用于检查连续波激光器的精细光谱特性。我们提供自由光谱范围 (FSR) 为 1.5 GHz 或 10 GHz 的干涉仪。干涉仪的分辨率会随着 FSR 和精细度的变化而变化，范围从小于 1 MHz 到 67 MHz。干涉仪腔体由内部带压电陶瓷堆栈的殷钢腔构成。该设计利用压电陶瓷堆栈的负热系数，形成几乎无热化的腔体，这对维持这些高分辨率光谱仪的稳定性十分重要。

为了达到指定的分辨率，请注意，即使仪器的输入孔径非常大，输入光束的束腰直径也不能超过规格表给出的值。下表列出了推荐每种干涉仪使用的调整架。表格中也给出了波长范围选项；如果下面的选项不适合您的应用，请联系

TechSupport-CN@thorlabs.com 探讨定制方案。

SA201 控制器产生高稳定、低噪声的电压斜坡信号，用来扫描腔体两块反射镜之间的间隔。该控制器可以调节斜坡电压和扫描时间，让用户选择扫描范围和速度，而偏压控制可使示波器上显示的光谱向右或向左移动。



SA201  
法布里-珀罗  
干涉仪控制器

## 特性

型号	波长	自由光谱范围 <sup>a</sup>	精细度 <sup>b</sup>	最大束腰直径 <sup>c</sup>	腔长	推荐的调整架型号
SA30-52	488 - 545 nm	1.5 GHz	1500 (Min)	≤600 μm	50 mm	KS2 or KC2
SA200-2B	290 - 355 nm, 520 - 545 nm		>200 (Min) 250 (Typ.)			
SA200-3B	350 - 535 nm					
SA200-5B	535 - 820 nm					
SA200-8B	820 - 1275 nm					
SA200-12B	1275 - 2000 nm					
SA200-18C	1800 - 2600 nm	10 GHz	>150 (Min) 180 (Typ.)	≤150 μm	7.5 mm	KS1 or KC1
SA210-3B	350 - 535 nm					
SA210-5B	535 - 820 nm					
SA210-8B	820 - 1275 nm					
SA210-12B	1275 - 2000 nm					
SA210-18C	1800 - 2600 nm					

a. 共聚焦腔体的自由光谱范围由  $FSR = c/L$  确定，其中， $c$  表示光速， $L$  表示腔长。

b. 由  $F_1 = FSR/\Delta$  确定的有效精细度，其中  $FSR = c/L$ ， $\Delta = FWHM$  脉冲响应

c. 沿腔体长度的最大光束直径获得典型的测量精度。



# 偏振测量仪，高动态范围



PAX1000IR1  
偏振测量仪  
600 - 1080 nm

## 介绍

PAX1000系列偏振测量仪是配置灵活、功能强大的偏振分析系统，能够接受自由空间和光纤耦合的激光。它们可用于不同的应用，从传统的偏振测量，到诸如利用琼斯矩阵算法评估光学元件等复杂任务中都能够发挥作用。此外，它们也非常适合用来确定保偏光纤 (PM) 的消光比 (ER)，将保偏光纤光轴对准激光发射模块。

这些偏振测量仪具有70 dB的高动态范围，邦加球上方位角和椭圆偏度的准确度为 $\pm 0.25^\circ$ 。电源通过USB 2.0端口供电时，测量速率在50和100 samples/s之间。而使用附带的DS15电源供电时，测量速率在50与400 samples/s之间。软件可以在[www.thorlabs.com](http://www.thorlabs.com)下载，可以同时显示多达五个测量头的测量结果。

测量头可以接受最大 $\varnothing 3.0$  mm的自由空间准直光束，利用附带的配件可以将FC/PC终端光纤的输入耦合到该模块。前面板带有SM1 (1.035"-40)外螺纹和四个4-40的螺孔，能够兼容Thorlabs的一些30 mm笼式系统组件，以实现多种配置。

## 特性

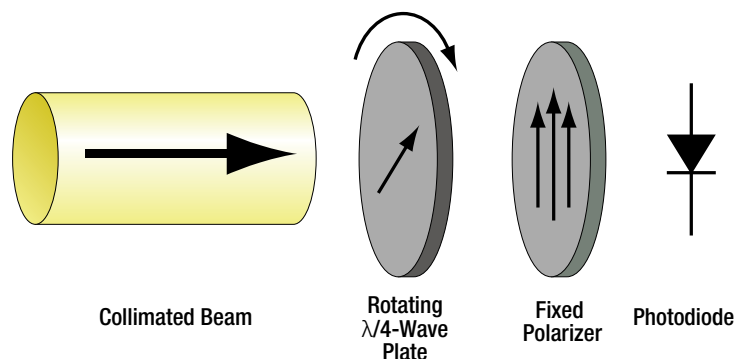
- ◆ 三种型号，波长范围从400 - 1700 nm
- ◆ 基于旋转波片测量
- ◆ 接受自由空间光束或光纤耦合输入
- ◆ 通过USB 2.0端口或附带的电源供电
- ◆ 光束终端模块
- ◆ 功能全面的软件

## 应用

- ◆ 自由空间和光纤耦合偏振测定
- ◆ 偏振度 (DOP) 测量
- ◆ 消光比 (ER) 测量
- ◆ 偏振相关损耗 (PDL) / 偏振模色散 (PMD) 测量系统组件

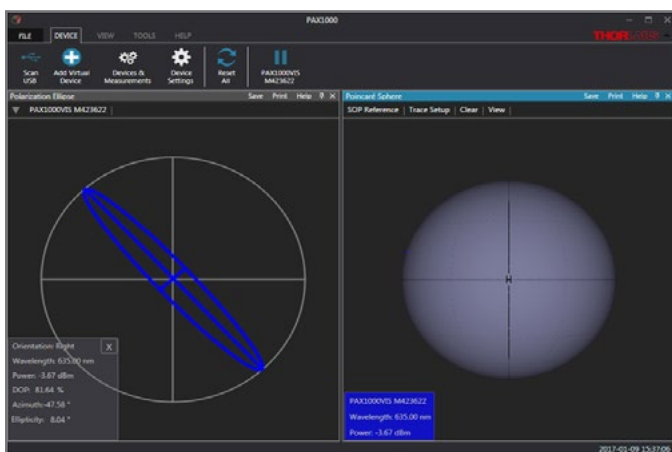
## 工作原理

下图展现了这些偏振测量仪使用的旋转波片技术。它们的入射光必须是波长已知的激光，入射到旋转的真实零级四分之一波片上。随着波片旋转，入射在固定偏振片上的光的偏振态也随之改变，因而可以调制透过偏振片入射到光电二极管的光的振幅。最后，光电二极管将调制的光强转变为调制光电流。这个装置产生的光电流包含直流项和相位偏移项，其中，直流项与波片旋转频率的两倍成比例关系，相移项与波片旋转频率的四倍成比例关系。使用傅里叶分析可以得出这些频率相关项的振幅系数，然后利用这些系数计算出斯托克斯参数。



旋转波片技术





软件的默认配置展现了偏振椭圆和邦加球测量窗口。

## 软件

适用于这些偏振测量仪的软件包含一个直观的GUI，里面很多功能都可以由用户自己配置。它提供多种呈现测量数据的方式：测量结果可以绘制在偏振椭圆、邦加球和/或曲线图上，也可以按照列表格式显示。该软件还可以控制采样速率和数据平均化选项，且支持长期测量。在长期测量过程中，一系列带时间标记的数据会根据用户的设置保存到文件中。在使用软件获取和操作其他装置的测量结果时，也可以获取长期测量结果。

## 对准和消光比测量工具

GUI也有一个对准工具，使用非常简单，有助于用户优化对准入射光束，这对获得准确的测量结果十分关键。

此外，对于想要测量保偏(PM)光纤保偏性能的用户，该软件还包含一个消光比测量工具，可以选择校正绝对椭圆度和偏振度的测量。

## 特性<sup>a</sup>

型号	PAX1000VIS(/M)	PAX1000IR1(/M)	PAX1000IR2(/M)
波长范围	400 nm - 700 nm	600 - 1080 nm	900 - 1700 nm
动态范围	-60 dB to +10 dB		
采样速率	默认值 <sup>b</sup>	30 Samples/s	
	最大值 <sup>c</sup>	400 Samples/s	
方位角准确度 <sup>d</sup>	±0.25°		
椭圆度准确度	±0.25°		
偏振度准确度	±1.0%		

a. 所有偏振规格在光功率从-40 dBm到+3 dBm时有效。

b. 每旋转四分之一波片一圈，获得两个采样并取平均值，电机驱动速度为60 Hz。

c. 每旋转四分之一波片半圈，一个采样，电机驱动速度为200 Hz。在这个速率下工作需要使用附带的DS15外部电源给偏振测量仪供电。

d. 适用于-30°< 椭圆度 < 30°的任意SOP。

## 邦加球视图

本页顶部图的右侧显示的就是邦加球视图。该视图上可以同时绘制多达五个来源的测量数据，包括实际设备、虚拟设备和从文件中加载的数据。可以配置的功能包括球体的方向和缩放系数，以及参考标记的添加。通过点击视图底部相应装置的方框，可以旋转球体，以将相应装置的最新测量结果调至最前面显示。

## 偏振椭圆视图

本页顶部图的左侧显示的就是偏振椭圆视图。它展现了根据所测偏振态而计算的一个内切于圆的椭圆。用户可以选择活动的装置，以及显示在左下角的测量参数。

## Scope模式视图

在Scope模式视图中，根据所选的一组偏振参数，将最新测量的1000个数据点绘制成曲线图，该图会随着采集数值的改变而不断更新。可以绘制成图的参数有：归一化斯托克斯参数(s1、s2和s3)、偏振椭圆参数(方位角和椭圆度)、偏振度和功率。



添加附带的配件可以实现多种配置。从左到右：

- ◆ 附带准直器、转接件和SM1螺纹透镜套筒，用于光纤耦合光学输入端。
- ◆ PAX1000VIS(/M)附带一个端帽，上面有激光蚀刻的十字线，有助于光束对准。
- ◆ PAX1000IR1(/M)和PAX1000IR2(/M)附带装有安装转接件的VRC2SM1红外对准盘。

# Worldwide Support

---



**Thorlabs, Inc.**  
Newton, New Jersey  
Phone: 1-973-300-3000  
Fax: 1-973-300-3600  
Email: sales@thorlabs.com  
www.thorlabs.com

**Thorlabs Ultrafast  
Optoelectronics**  
Ann Arbor, Michigan  
Phone: 1-973-300-3000  
Email: sales@thorlabs.com

**Thorlabs SAS France**  
Phone: +33 (0) 970 444 844  
Fax: +33 (0) 825 744 800  
Email: sales.fr@thorlabs.com

**Thorlabs Ltd.**  
Phone: +44 (0)1353 654440  
Fax: +44 (0)1353 654444  
Email: sales.uk@thorlabs.com

**Thorlabs Imaging Systems**  
Sterling, Virginia  
Phone: 1-703-651-1700  
Email: imagingsales@thorlabs.com

**Thorlabs Vytran Division**  
Morganville, New Jersey  
Phone: 1-973-300-3000  
Email: sales@thorlabs.com

**Thorlabs GmbH /  
Thorlabs Lübeck**  
Phone: +49 (0) 8131 5956-0  
Fax: + 49(0) 8131 5956-99  
Email: europe@thorlabs.com

**Thorlabs Vytran Europe**  
Phone: +44 (0) 1392-445777  
Email: vytran.uk@thorlabs.com

**Thorlabs Quantum  
Electronics (TQE)**  
Jessup, Maryland  
Phone: 240-456-7100  
Email: sales-TQE@thorlabs.com

**Thorlabs Canada**  
Phone: 1-973-300-3000  
Fax: 1-973-300-3600  
Email: sales@thorlabs.com

**Thorlabs Elliptec GmbH**  
Phone: +498131-595640-880  
Fax: +498131-595640-890  
Email: sales.uk@thorlabs.com

**Thorlabs China Ltd.**  
Phone: +86 (0)21-60561122  
Fax: +86 (0)21-32513480  
Email: chinasales@thorlabs.com

**Thorlabs Scientific Imaging (TSI)**  
Austin, Texas  
Phone: 1-973-300-3000  
Email: sales.tsi@thorlabs.com

**Thorlabs Ltda, Brazil**  
Phone: +55 (16) 3413 7062  
Fax: +55 (16) 3413 7064  
Email: brasil@thorlabs.com

**Thorlabs Sweden AB**  
Phone: +46 31 733 30 00  
Fax: +46 31 703 40 45  
Email: scandinavia@thorlabs.com

**Thorlabs Japan**  
Phone: +81-3-5979-8889  
Fax: +81-3-5979-7285  
Email: sales@thorlabs.jp

---

## **THORLABS** 中国分公司

网址: [www.thorlabschina.cn](http://www.thorlabschina.cn)

电话: 021-60561122

传真: 021-32513480

销售邮箱: [chinasales@thorlabs.com](mailto:chinasales@thorlabs.com)

技术支持邮箱: [techsupport-CN@thorlabs.com](mailto:techsupport-CN@thorlabs.com)

地址: 上海市祁连山南路 2891 弄 100 号 A101