THORLABS

BP209-VIS(/M), BP209IR1(/M), and BP209-IR2(/M) with M2MS(-AL)

扫描狭缝式光束轮廓仪

操作手册



2023

版本：8.2
日期：2023年5月3日

Copyright © 2023 Thorlabs

目录

前言 5

1 基本信息 6

1.1 产品型号和配件 6
1.2 要求 7

2 开箱 8

2.1 BP209-VIS(/M)、BP209IR1(/M)和BP209-IR2(/M)产品清单 8
2.2 M2MS-BP209系列产品清单 8

3 组成部分 10

3.1 BP209系列产品 10
3.1.1 旋转安装座 11
3.2 安装BP209系列产品 12

4 安装 13

4.1 安装软件 13
4.2 连接PC 13
4.3 启动应用程序 14

5 工作原理 15

6 图形用户界面(GUI) 16

6.1 菜单栏 17
6.1.1 文件菜单 17
6.1.2 控制菜单 18
6.1.3 选项菜单 19
6.1.4 窗口菜单 22
6.1.5 视图菜单 22
6.1.6 帮助菜单 23
6.2 工具栏 24
6.3 状态栏 25
6.4 保存设置 25
6.5 光束设置 26
6.5.1 光学设置 27
6.5.1.1 波长 27
6.5.1.2 功率校正 28
6.5.2 光束轮廓仪信息 29
6.5.3 狭缝式光束轮廓仪参数 30

6.5.3.1 增益、带宽和基线 31
6.5.3.2 扫描速率 31
6.5.3.3 其他 32
6.5.4 计算参数 32
6.5.4.1 计算区域 33
6.5.4.2 平均模式 34
6.5.4.3 限幅水平 35
6.5.4.4 最大值 35
6.5.4.5 自动调节到峰值 35
6.5.4.6 校正光束宽度 35
6.5.4.7 参考位置 35
6.5.4.8 单位 36
6.5.5 随时间参数绘图 36
6.5.6 位移台控制 37
6.6 子窗口 39
6.6.1 2D重建 40
6.6.2 3D轮廓 42
6.6.3 X轴和Y轴轮廓 43
6.6.4 放大和平移图表 44
6.6.5 计算结果 45
6.6.6 手动测量聚散度 49
6.6.7 调节视图 51
6.6.8 光束叠加 53
6.6.9 绘图 55
6.6.9.1 位置绘图 56
6.6.9.2 功率绘图 57
6.6.9.3 直径绘图 58
6.6.9.4 高斯拟合绘图 58
6.6.9.5 环境数据绘图 60
6.6.9.6 光束稳定性 61
7 操作说明 63
7.1 使用光束轮廓仪测量 63
7.1.1 操作仪器 63
7.1.2 Pass/Fail测试 65
7.1.3 保存测量结果 66
7.1.3.1 导出设备数据 67
7.1.3.2 打印窗口 69
7.1.3.3 保存测试报告 70
7.1.4 脉冲激光源 72
7.1.5 刀口模式 74

7.2 测量光束质量(M²) 77
7.2.1 概述 77
7.2.2 M2MS工作原理 79
7.2.3 光束直径要求 80
7.2.4 M²测量系统扩展装置 81
7.2.5 带BP209狭缝式光束轮廓仪的M²测量系统 82
7.2.6 搭建M2MS 83
7.2.6.1 安装光束轮廓仪 85
7.2.6.2 连接M2MS与PC 86
7.2.7 测量M² 87
7.2.7.1 光束对准 88
7.2.7.2 M²测量面板 97
7.2.7.3 M²设置 99
7.2.7.4 保存M²测量结果 101
7.2.7.5 运行M²测量 105
7.2.7.6 M²测量结果 106
7.2.7.7 M²故障排除 111
7.2.7.8 实时调整 114
7.2.8 发散角测量 115
7.2.8.1 光束对准 115
7.2.8.2 发散角测量面板 123
7.2.8.3 发散角测量设置 125
7.2.8.4 保存发散角测量结果 126
7.2.8.5 运行发散角测量 126
7.2.8.6 发散角测量结果 127
7.2.8.7 实时调整 129
7.2.9 M²理论 130
8. 自行编写应用程序 133
8.1 32位操作系统 134
8.2 64位操作系统 136
9 保养和维修 138
9.1 版本及其他信息 138
9.2 清洁 138
9.3 故障排除 139
9.3.1 警告和错误 140
10 应用说明 141
10.1 坐标系 141
10.2 原始数据测量 141

10.3 椭圆(拟合) 142
10.4 X-Y-轮廓测量 143
10.5 高斯拟合测量 143
10.6 贝塞尔拟合 144

11 附录 145

11.1 BP209系列产品技术数据 145
11.2 M2MS-BP209技术数据 146
11.3 M2MS扩展装置技术数据 147
11.4 光电二极管典型响应度曲线 148
11.5 功率范围 150
11.6 初始设置 151
11.7 BP209图纸 152
11.8 狭缝和光电二极管的位置 154
11.9 BP209安装转接件图纸 155
11.10 M2MS-BP209图纸 156
11.11 与旧版硬件的兼容性 157
11.12 缩略语列表 158
11.13 安全事项 159
11.14 认证与合规 160
11.15 寄回设备 161
11.16 生产商地址 161
11.17 质保 161
11.18 免责声明和版权 161
11.19 Thorlabs全球联系方式 162

我们的目标是为您光学测量技术领域的应用研发和提供更好的解决方案。为了能让我们实现您的期望并不断改进我们的产品，我们需要您的想法和建议。因此，请告诉我们您想到的任何批评或建议。我们和我们的全球合作伙伴期待着您的回音。

Thorlabs GmbH

警告

用此符号标记的部分说明可能导致人身伤害或死亡的危险。在执行指示的步骤之前，请务必仔细阅读相关信息。

注意

用此符号标记的段落说明了可能会损坏仪器和连接的设备或可能导致数据丢失的危险。

提示

本手册还包含以这种标记书写的“注释”和“提示”。

请仔细阅读这些建议！

© 2023 Thorlabs

1 基本信息

Thorlabs的BP209系列双扫描狭缝式光束轮廓仪非常适合分析近高斯激光束的截面轮廓，包含扫描狭缝和刀口工作模式。光束直径根据ISO 11146标准测量，并可通过多种行业标准的限幅水平或用户设定的任意限幅水平值显示。如果所测光束不是近高斯光束形状，或需要单次测量脉冲光束，我们推荐使用Thorlabs BC207 CMOS相机式光束轮廓仪。

使用BP209光束轮廓仪，可以在2 Hz到20 Hz之间的扫描速率(可在Beam软件中设置)下，测量光束截面中用户指定的X轴和Y轴强度轮廓。20 Hz的高扫描速率能够实时对准光学系统。这些光束轮廓仪主要用于连续激光束，也可以采用平均法测量>10 Hz的脉冲光束。

测量结果可用于评估光束质量、检查重建的光束轮廓以及监测长期稳定性。

我们提供三种BP209双扫描狭缝式光束轮廓仪型号：BP209-VIS(/M)、BP209IR1(/M)和BP209-IR2(/M)，适用于不同的波长范围。每种型号都有公制版和英制版，对于本手册，公英制版本表示为BP209xxx(/M)。

Beam软件8.0及以上版本支持BP209光束轮廓仪。可以在Thorlabs网站的软件标签下载Beam软件。

如需将Thorlabs光束轮廓仪扩展为M²测量系统，Thorlabs提供M2MS(-AL)扩展装置。更多详情，请访问Thorlabs网站。

1.1 产品型号和配件

BP209-VIS	扫描狭缝式光束轮廓仪，200 - 1100 nm，孔径9 mm，狭缝5和25 µm，英制版本
BP209-VIS/M	扫描狭缝式光束轮廓仪，200 - 1100 nm，孔径9 mm，狭缝5和25 µm，公制版本
BP209IR1	扫描狭缝式光束轮廓仪，500 - 1700 nm，孔径9 mm，狭缝5和25 µm，英制版本
BP209IR1/M	扫描狭缝式光束轮廓仪，500 - 1700 nm，孔径9 mm，狭缝5和25 µm，公制版本
BP209-IR2	扫描狭缝式光束轮廓仪，900 - 2700 nm，孔径9 mm，狭缝5和25 µm，英制版本
BP209-IR2/M	扫描狭缝式光束轮廓仪，900 - 2700 nm，孔径9 mm，狭缝5和25 µm，公制版本

如需测量光束质量(M^2)，Thorlabs提供适用于BP209系列产品的M2MS硬件扩展装置以及由M2MS和BP209系列光束轮廓仪构成的完整M^2测量系统。M2MS扩展装置可以通过M2MS网站购买。

M²测量系统，带扫描狭缝式光束轮廓仪

M2MS-BP209包含M2MS扩展装置和已安装的BP209光束轮廓仪。我们提供以下型号：

产品型号	描述
M2MS-BP209VIS-AL	M2测量系统，带BP209-VIS，250 - 600 nm，英制
M2MS-BP209VIS-AL/M	M2测量系统，带BP209-VIS/M，250 - 600 nm，公制
M2MS-BP209VIS	M2测量系统，带BP209-VIS，400 - 1100 nm，英制
M2MS-BP209VIS/M	M2测量系统，带BP209-VIS/M，400 - 1100 nm，公制
M2MSBP2I	M2测量系统，带BP209IR1，500 - 1700 nm，英制
M2MSBP2I/M	M2测量系统，带BP209IR1/M，500 - 1700 nm，公制
M2MS-BP209IR2	M2测量系统，带BP209-IR2，900 - 2700 nm，英制
M2MS-BP209IR2/M	M2测量系统，带BP209-IR2/M，900 - 2700 nm，公制

请访问我们的官网http://www.thorlabschina.cn了解更多详情。

1.2 要求

使用Thorlabs Beam Software V8.0或以上版本操作BP209系列扫描狭缝式光束轮廓仪时，对PC的要求如下所述。请在Beam Software website下载BEAM软件。

硬件要求：

- 处理器(CPU)： ≥3.0 GHz Intel Core (i5及以上)[1]
- 内存(RAM)： 4.0 GB
- 显卡分辨率： OpenGL (规格GLX 1.3以上) 兼容的图形适配器：
  - Radeon (X100 series ≥ X850, X1000 series ≥ X1600, HD series ≥ 2400)
  - Geforce 7 series ≥ 7600, 8 series ≥ 8500, 9 series ≥ 9600
  - Quadro FX series ≥ FX770M
- 硬盘： 最小2 GB的可用磁盘空间
- 接口： USB 2.0接口
- 显示器最低分辨率：1024 x 758像素(色深≥ 16位)

[1] Intel Core i3处理器和Intel处理器的移动版本可能无法满足要求。

Thorlabs Beam软件兼容以下操作系统:

- Windows® 8.1 (32位或64位)
- Windows® 10 (32位或64位)

推荐可以发挥最佳性能的配置：

- USB 2.0接口
- 处理器：Intel Core 2 i5或AMD Ryzen 5 (最低3.0 GHz)，8.0 GB RAM
- OpenGL (规格GLX 1.3以上)兼容的图形适配器：
  - Radeon HD系列 ≥ 7000
  - Geforce GTX系列 ≥ 500

 © 2023 Thorlabs

2 开箱

检查包装是否损坏。请不要剪断包装纸板，因为保存物品或退货时可能会用到这些包装盒。

如果包装盒似乎已损坏，请保留包装盒，直到检查完里面的物品，并完成了BP209系列仪器的机械和电气检查。

请确认收到了以下物品：

2.1 BP209-VIS(/M)、BP209IR1(/M)和BP209-IR2(/M)产品清单

- 1个BP209系列光束轮廓仪外部测量头，带防尘盖
- 1根USB 2.0 A转Mini B电线，长3.0 m
- 快速入门指南

2.2 M2MS-BP209系列产品清单

如果购买的是包含M2MS扩展装置与BP209系列光束轮廓仪的M^2测量套件，则包装里有以下物品：

1. M2MS-BP209VIS-AL(/M)

- M2MS-BP209VIS-AL(/M)测量系统，带已安装的BP209-VIS(/M)扫描狭缝式光束轮廓仪
- 电源，100 - 240 V AC / 15 V 3 A DC
- USB 2.0 A转Mini B电线，长3 m
- USB 2.0 A转Mini B电线，直角弯头，长0.5 m
- 1个0.05英寸六角扳手
- M2MS UV配件盒包含：
  - 1个LA4158-UV平凸透镜，f = 250 mm，UV AR膜
  - 1个LA1461-A平凸透镜，f = 250 mm，AR膜：350 - 700 nm
  - 4个CL6导轨夹块
  - 1个M2MS对准激光器
  - 1个3 mm球头起子
  - 1颗M4x10备用螺丝
- 快速入门指南

2. M2MS-BP209VIS(/M)

- M2MS-BP-209VIS(/M)测量系统，带已安装的BP209-VIS(/M)扫描狭缝式光束轮廓仪
- 电源，100 - 240 V AC / 15 V 3 A DC
- USB 2.0 A转Mini B电线，长3 m
- USB 2.0 A转Mini B电线，直角弯头，长0.5 m
- 1个0.05英寸六角扳手
- M2MS VIS配件盒包含：
  - 1个LA1461-A平凸透镜，f = 250 mm，AR膜：350 - 700 nm
  - 1个LA1461-B平凸透镜，f = 250 mm，AR膜：650 - 1050 nm
  - 1个LA1461-C平凸透镜，f = 250 mm，AR膜：1050 - 1700 nm
  - 1个LA5255-D平凸透镜，f = 250 mm，AR膜：1650 - 3000 nm
  - 4个CL6导轨夹块
  - 1个M2MS对准激光器
  - 1个3 mm球头起子

    - 1颗M4x10备用螺丝
- 快速入门指南

4. M2MS-BP209IR2(/M)

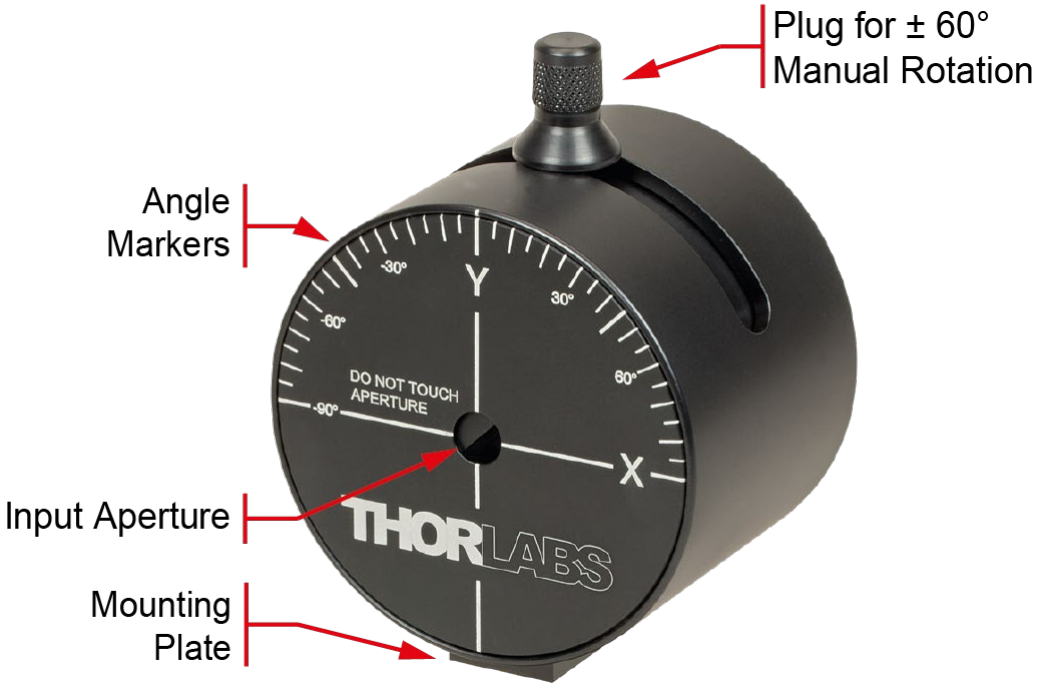
- M2MS-BP209IR2(/M)测量系统，带已安装的BP209-IR2(/M)扫描狭缝式光束轮廓仪
- 电源，100 - 240 V AC / 15 V 3 A DC
- USB 2.0 A转Mini B电线，长3 m
- USB 2.0 A转Mini B电线，直角弯头，长0.5 m
- 1个0.05英寸六角扳手
- M2MS VIS配件盒包含:
    - 1个LA1461-A平凸透镜，f = 250 mm，AR膜：350 - 700 nm
    - 1个LA1461-B平凸透镜，f = 250 mm，AR膜：650 - 1050 nm
    - 1个LA1461-C平凸透镜，f = 250 mm，AR膜：1050 - 1700 nm
    - 1个LA5255-D平凸透镜，f = 250 mm，AR膜：1650 - 3000 nm
    - 4个CL6导轨夹块
    - 1个M2MS对准激光器
    - 1个3 mm球头起子
    - 1颗M4x10备用螺丝
- 快速入门指南

 © 2023 Thorlabs

3 组成部分

3.1 BP209系列产品

下图标出了BP209-VIS的组成部分。除了安装板 12上的安装螺纹外，BP209-VIS和BP209-VIS/M是完全相同的。BP209IR1(/M)和BP209IR2(/M)与BP209-VIS(/M)的外部尺寸和外部组件都完全相同。



BP209-VIS

3.1.1 旋转安装座

BP209系列光束轮廓仪是一个外部光束测量头，适合自由空间应用。它具有旋转安装座。

旋转安装座提供最多±60°的手动旋转，用于调节X和Y扫描轴。松开顶部拨杆，将其向左或向右移动，同时保持安装座固定——BP209光束轮廓仪在外壳内旋转。请使用前面板上的刻度标记达到所需的角度。这样可以测量不同方向上的光束轮廓。

提示

为了获得准确的测量结果，请确保光束垂直于前面板并尽可能靠近孔径中心进入入射孔径。



传感器相对于光束旋转的性能对于正确测量光束椭圆度至关重要。

由于椭圆光束的长轴和短轴在空间中的位置可能是任意的，因此，光束轮廓仪的扫描轴必须与这些轴对齐，以便测量实际的椭圆度。为了实现最精确的对准，最好在旋转BP209的同时观察X和Y轴的轮廓。寻找轮廓宽度在一个轴上达到最小值且在另一个轴上达到最大值的点。

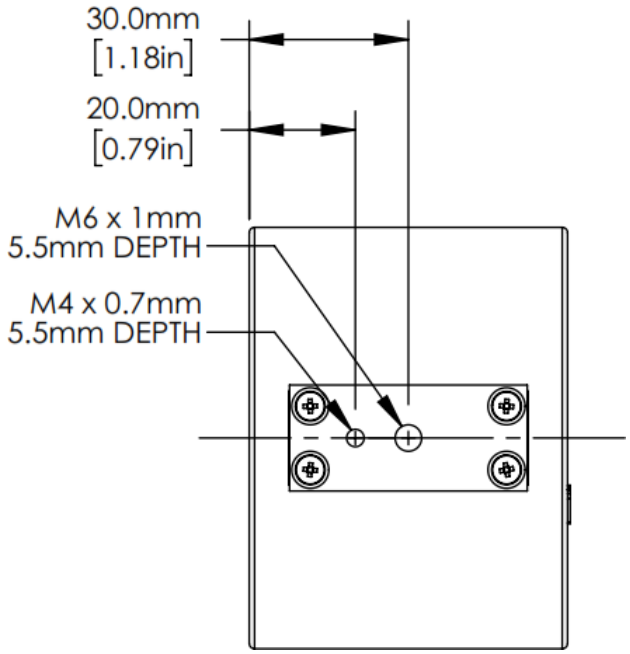
提示

如果没有对准扫描轴，椭圆度的测量可能会出错！

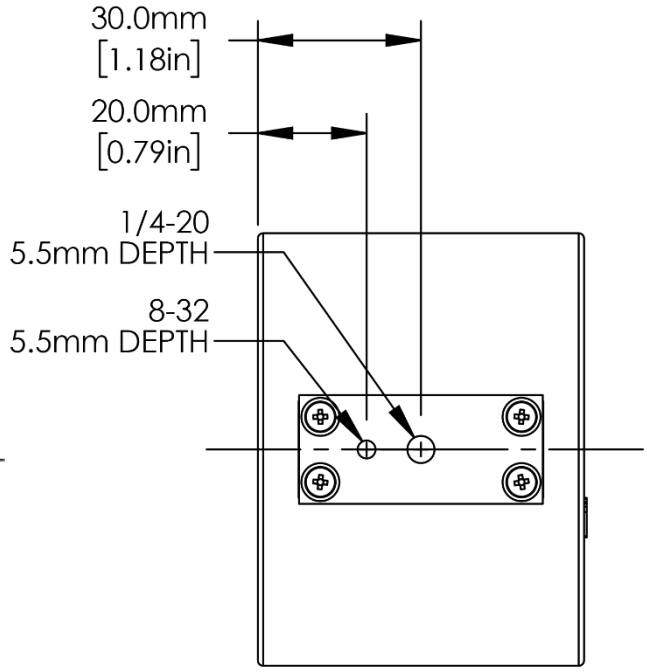
 © 2023 Thorlabs

3.2 安装BP209系列产品

光束轮廓仪底部有一块安装板，带2个螺纹孔。公制型号是1个M4螺孔和1个M6螺孔，英制型号是1个8-32螺孔和1个1/4-20螺孔。



公制版本



英制版本

使用Thorlabs接杆、接杆支架和底座或叉式压块，将BP209系列光束轮廓仪安装在光学平台上。

4 安装

4.1 安装软件

Thorlabs Beam软件可以在Thorlabs网站下载：

http://www.thorlabschina.cn/software_pages/ViewSoftwarePage.cfm?Code=Beam

请检查Thorlabs Beam软件是否有更新，并始终使用最新的软件版本。

Beam软件8.0及以上版本支持BP209、BC106N和BC207系列光束轮廓仪。V8.0以下的软件版本不支持BC207系列产品。

- 将ZIP文件保存到计算机，然后解压。双击setup.exe开始安装Shield Wizards。
- 安装包含2个主要部分——NI-VISA™ Runtime V17.0和Beam Software，包括驱动程序和手册。
- 请仔细阅读许可协议，选择“I agree”并单击‘Next’。
- Windows安全中心会要求您确认安装Thorlabs USB驱动程序。
- 可以选择“Always trust software from Thorlabs GmbH”，这样可以缩短安装时间。当然，如果您不想这样做，请点击“Install”。然后确认进一步安装Thorlabs软件组件。请安装仪器驱动程序以及固件加载驱动程序。
- 所有驱动程序安装好之后，会出现“Read Me”。
- 点击“Next”，然后“Finish”，完成软件安装。

4.2 连接PC

将BP209系列光束轮廓仪连接到计算机的USB 2.0接口。

注意

只能使用随附的USB 2.0电缆。USB 1.1电缆可能导致传输错误和仪器工作异常！

请确认，USB电缆连接到了USB 2.0接口，或使用的USB HUB能够提供足够的功率。因为某些型号可能无法传输指定的最大电流值(500mA)。

将仪器连接到PC后，操作系统会根据光束轮廓仪加载合适的USB驱动程序。

连接后，任务栏会出现一个图标，表示驱动程序正在安装中。

如要确认驱动程序安装是否正确，请在设备管理器中检查存在的仪器：从开始键中选择控制面板，然后进入设备管理器。

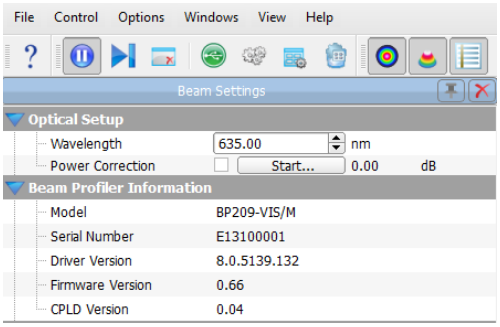
如果没有看到相应条目，请查看故障排除 139 部分。

 © 2023 Thorlabs

4.3 启动应用程序

点击“Programs” → “Thorlabs” → “Thorlabs Beam Application”，或者直接点击计算机上添加的相应图标。

应用启动后会自动识别并连接已接入的仪器，显示在光束设置(Beam Settings)面板中：



通常，Beam软件会自动连接到首先接入的仪器。如果接入了多个光束轮廓仪，并且不想使用当前软件所连接的设备，请点击“仪器连接(Device Connection)”图标 ，并点击所需的设备。

如果刚刚将光束轮廓仪连接到PC，或从PC上卸载过光束轮廓仪，请点击“刷新设备列表(Refresh Device List)”以更新。如果仍然没有看到所需的仪器，请检查USB驱动程序是否已正确安装(请看故障排除 139)。

选好光束轮廓仪之后，软件就会连接此设备，并显示在光束设置面板 26中，在这个面板中可以设置和调节光束轮廓仪。

建议仔细阅读使用光束轮廓仪测量 63部分，以正确设置仪器和应用程序。

首次启动光束轮廓仪软件时，会自动打开显示三个预选窗口：计算结果、2D重建、3D轮廓。否则，将恢复上一次会话的配置(选择的窗口及位置)。请看子窗口 39部分了解每个窗口的详情。

5 工作原理

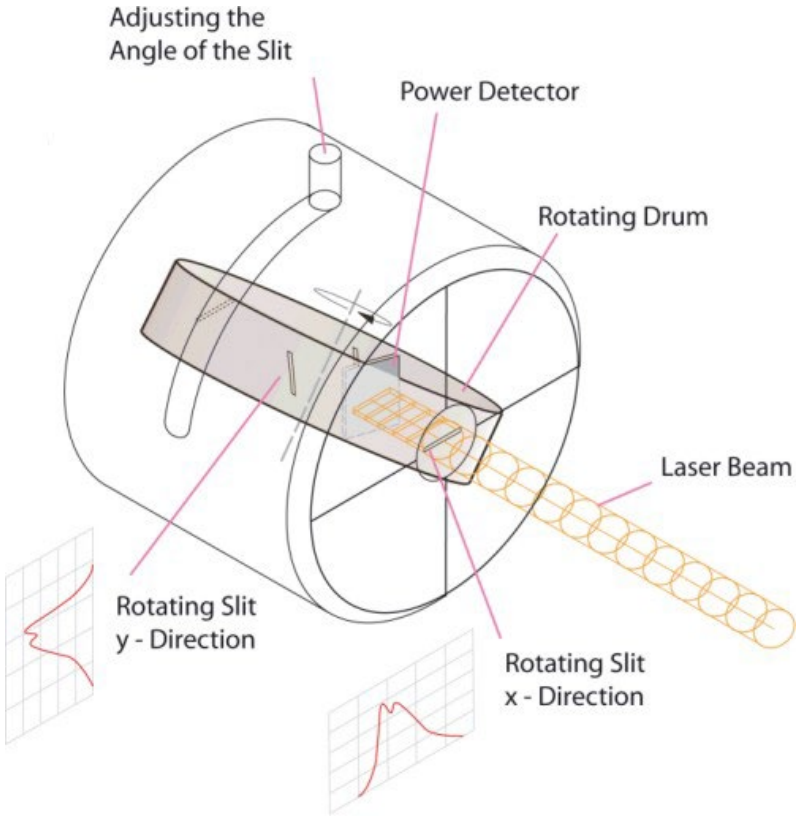
BP209系列产品使用的是狭缝扫描原理，狭缝安装在旋转滚筒的外圈上。转筒配有位置编码器，可以将转筒实际位置的准确信息提供给分析软件。转筒上有两对狭缝(5 µm狭缝适合一般测量，25 µm狭缝适合刀口测量)。

狭缝对相互垂直，一个与旋转轴成+45°，另一个与旋转轴成-45°。扫描轴倾斜45°，这样狭缝的扫描方向分别显示为0° (水平方向)和90° (竖直方向)。扫描方向在仪器正面分别标记为X和Y。

使用旋转安装座，可以让扫描轴在±60°以内倾斜，以对应椭圆光束的长轴和短轴。

除了两对狭缝，转筒还有一个带中性密度(ND)滤光片的孔径。此孔径用于每次旋转时测量积分功率。

请注意，此功率测量读数是单独的积分光束功率测量(ND滤光片)结果，并不是整个扫描的光束轮廓的数学积分结果。

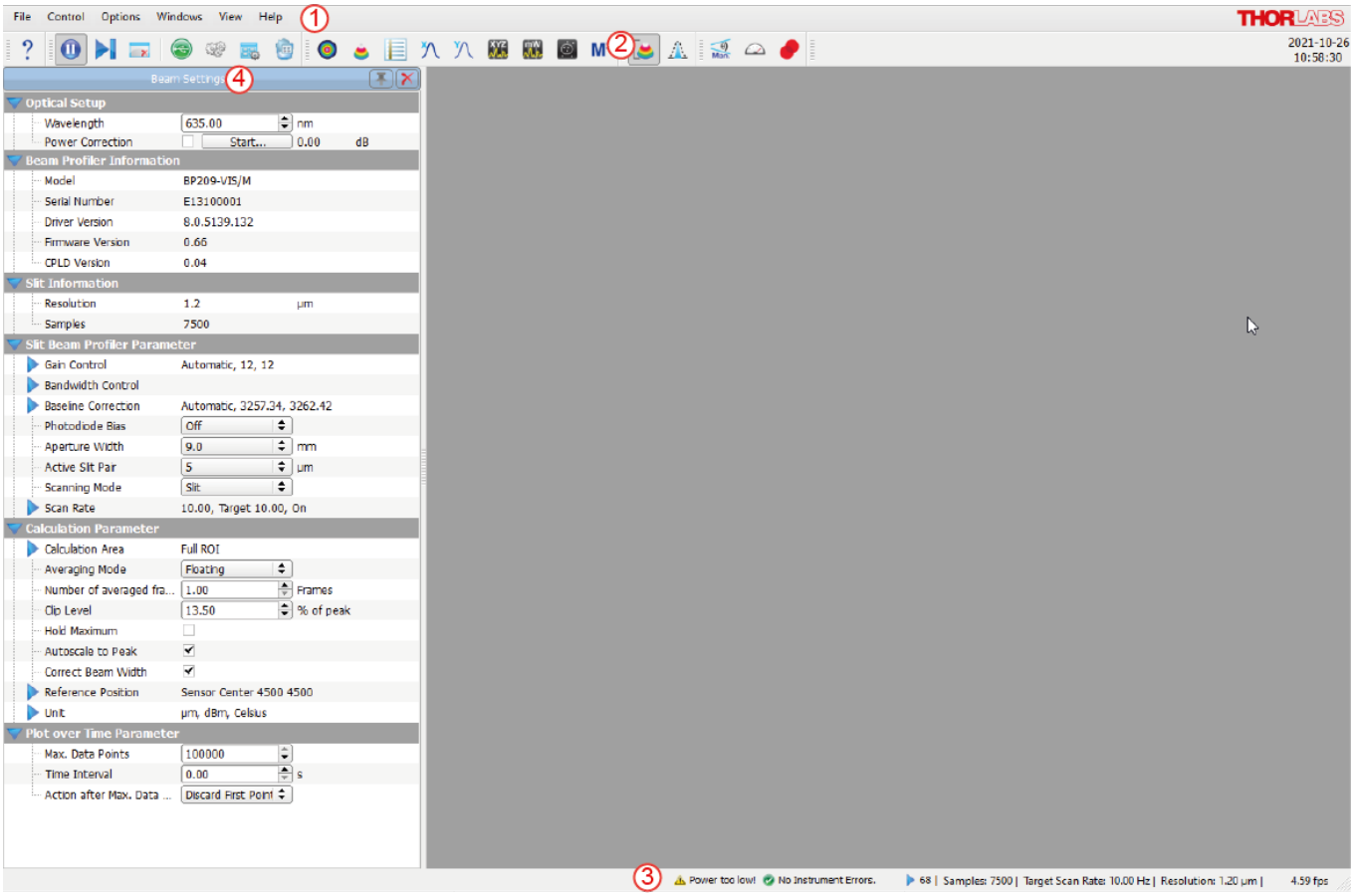


 © 2023 Thorlabs

6 图形用户界面(GUI)

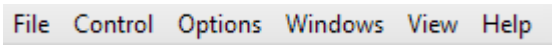
此手册中，对Beam软件的描述是基于以下设置：即使用BP209-VIS/M搭配M2MS扩展装置，通过运行OS Windows® 10的PC测量M^2。

主窗口由菜单栏(1)、工具栏(2)、状态栏(3)和显示多个子窗口的公共框架组成。启动应用程序时，主窗口中会显示一个附加窗口——光束设置 26 (4)面板。可以从主窗口解除对此面板的固定，将其移动到其他显示位置，比如另一个显示器。



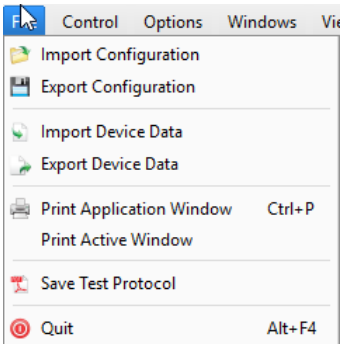
6.1 菜单栏

可以使用菜单栏项目完成所有用户操作。



6.1.1 文件菜单

这个菜单项用于处理文件或打印。



第一块区域中的条目，**导入**和**导出配置(Import** and **Export Configuration)**，对应的是XML文件，这些文件包含有关所选光束轮廓仪及其设置、文件导出参数和应用程序设置的信息。如要将GUI外观和光束轮廓仪设置复制到另一台PC，则需要保存配置文件，将其复制并加载到目标系统上。

第二块区域中的条目，**导入**和**导出设备数据(Import** and **Export Device Data)**，用于导入和导出从光束轮廓仪中生成的原始CSV格式数据。强度值保存到文本矩阵。

有4列：

列	内容
1	X位置(单位为µm)
2	X位置的强度
3	Y位置(单位为µm)
4	Y位置的强度

也可以连续保存。详细信息请看计算结果 48 部分。

打印

打印应用程序窗口(Print Application Window)可以打印光束轮廓仪应用程序的屏幕截图。

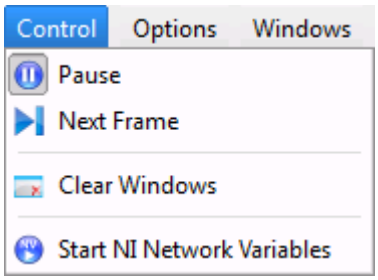
打印当前窗口(Print Active Window)条目将打印光束轮廓仪应用程序当前活动的子窗口。此功能可以打印特定的子窗口。

保存测试报告(Save Test Protocol)会打开一个对话框窗口，可以输入各项数据。点击“保存”，然后点击“关闭”，将包含计算结果和当前投影图像的测试报告保存到指定位置。如果打开了3D轮廓窗口，则3D轮廓截图也会包含在测试报告中。

有关数据导出的详细示例，请看保存测量结果 66 章节。

 © 2023 Thorlabs

6.1.2 控制菜单



使用第一个菜单项启动和暂停光束轮廓仪的连续操作，包括生成测量数据、执行计算以及在输出窗口中显示图形和数值结果。

“下一帧(Next Frame)”开始单次测量并返回暂停状态。

启动GUI或更改工作的光束轮廓仪时，应用程序将自动开始连续工作。暂停连续工作有利于详细分析单个图像。暂停的仪器可以随时重新启动。

“**清空窗口(Clear Windows)**”功能会重置所有窗口的内容，包括子窗口。窗口内容将是仪器接收到的下一个测量结果。此功能在同步重新启动所有绘图和基于时间的测量时可能很有用。

提示

所有光束参数的测量和计算数据的积累都在启动软件时自动开始。“清空窗口” 删除所有累积的数据，并重新开始测量。

开启NI网络变量(Start NI Network Variables)

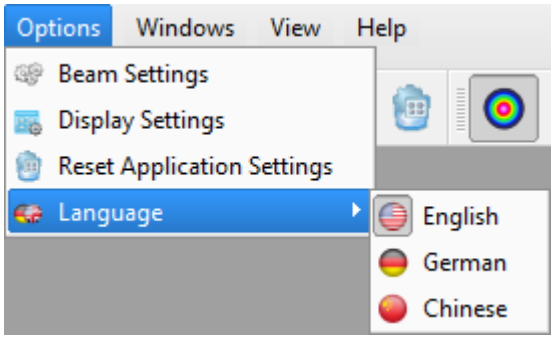
此功能是一个数据接口，用于将下面列出的参数移交给外部程序环境，例如LabVIEW。

- 饱和度(用%表示)
- 总功率
- X轴和Y轴基线
- X轴和Y轴峰值
- X轴和Y轴峰值到参考位置的距离
- X轴和Y轴中心位置到参考位置的距离
- X轴和Y轴Sigma
- X轴和Y轴光束宽度限幅水平
- 椭圆直径最小值和最大值
- X轴和Y轴高斯直径
- 椭圆度
- 用户功率偏移
- 序列号
- X轴和Y轴参考位置

提示

如要使用这个命令，需要额外安装National Instruments®软件(Distributed System Manager, NI CVI Runtime Engine)。

6.1.3 选项菜单



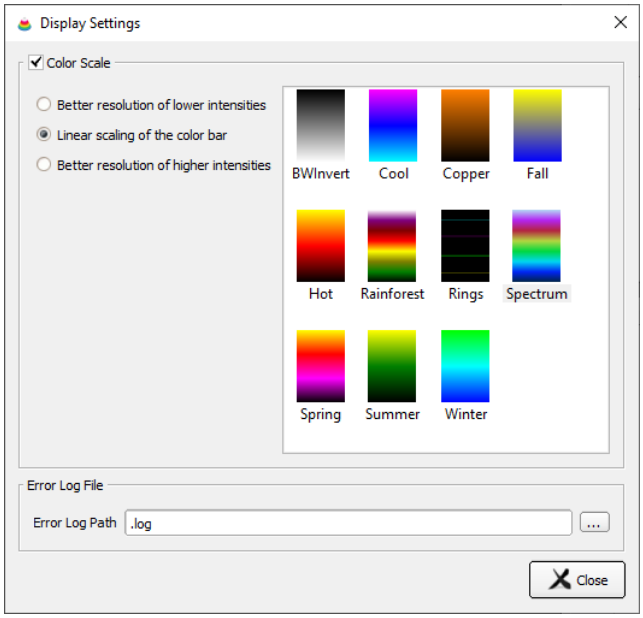
这些条目用于更改设备(光束轮廓仪)和应用程序(GUI)的具体设置，并可以选择语言。

光束设置

光束设置面板包含所有有关光学设置、光束轮廓仪的属性以及光束参数计算总结的重要信息。请看光束设置 26。

显示设置(Display Settings)面板

这里列出了不同样式的**2D重建和3D轮廓**以供选择。



共有3种不同的色标类型:

- 对数色标，可以更好地分辨低强度值
- 线性色标，线性缩放色条
- 平方色标，可以更好地分辨高强度值

用户可配置的色标

如果需要特定的色标，则可以创建自定义色标，启动应用程序时可以自动加载。为此，需要考虑以下问题。

启动应用程序时，从文件夹
...\My Documents\Thorlabs\Thorlabs Beam\LUT

加载有效的*.lut文件时，文件必须满足以下标准:

- 具有9列256行的普通文本文件

 © 2023 Thorlabs

- 值必须用制表符分隔
- 前三列有256个条目
- 后六列只有129个条目
- 每个值分别表示R(ed)、G(reen)和B(lue)的8位强度(0 - 255)

前三列代表用户配置色标的线性色标，中间三列代表低强度值色标(对数色标)，后三列代表高强度值色标(平方色标)。

这样的色标可能看起来如下(前两行不是*.lut文件的内容；仅用于说明展示):

Linear Scale			Logarithmic Scale			Quad Scale		
R	G	B	R	G	B	R	G	B
0	255	0	0	255	0	0	255	0
1	255	0	1	255	0	3	255	0
2	255	0	2	255	0	10	255	0
...		...	...	...	...	...	...	...
127	255	0	240	255	0	254	255	0
128	255	0	255	255	0	255	255	0
129	255	0						
...	...	...						
254	255	0						
255	255	0						

“...”表示中间的值。

将应用设置重置为默认值(Reset Application Settings to Defaults)

此项将所有BEAM应用设置重置为默认值:

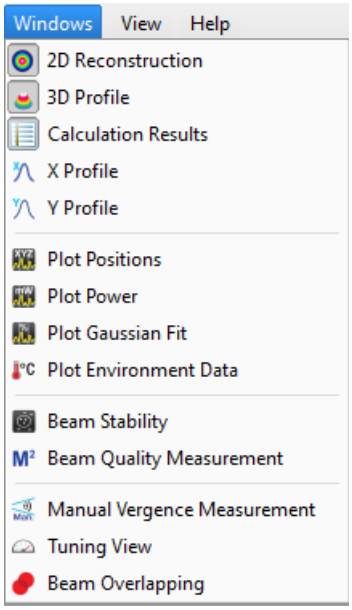
应用设置	默认值	释义
增益控制	自动	增益设置为自动。
带宽控制	125 kHz	仪器设置为连续采集数据。
基线校正	自动	由环境光和杂散光引起的ADC输出信号得到补偿。
孔径宽度	9.0 mm	孔径全宽，用于计算。
有效狭缝对	5 µm	用于测量的狭缝对
扫描模式	狭缝	普通模式，相对于刀口模式
目标扫描速率	10 Hz	扫描速率设定值。
扫描速率校正	启用	启用扫描速率校正，控制回路将保持扫描速率接近目标值。
计算区域预设	自动矩形	软件确定功率水平高于限幅水平的矩形区域。
计算区域限幅水平	1.0 %	如要在自动模式下确定计算区域，需将强度下限设置为峰值强度的1%，以消除噪声。
平均模式	无	无平均
限幅水平	13.50 %	用于计算椭圆和光束宽度的限幅水平设置为基线和峰值强度之差的13.5%。
最大值	禁用	达到数据数量的最大值后开始绘图，获取下一个数据时，弃用第一个数据，加入最新的数据。
自动调节到峰值	启用	显示强度的图表按比例缩放到峰值强度。
校正光束宽度	启用	测量结果经过光束宽度校正。
参考位置	探测器中心	参考位置设置为孔径中心。相对参考位置计算中心位置和峰值位置。
功率单位	mW	所有功率单位都以mW显示。
绘图方法	最新数据	达到数据数量的最大值后开始绘图，获取下一个数据时，弃用第一个数据，加入最新的数据。
绘图间隔	每次测量	每次测量都会把数据绘图
最大数据点	100000	数据达到最大数量时绘图
速度	200 mm/s	位移台移动速度

语言

可以选择应用程序的语言。

 © 2023 Thorlabs

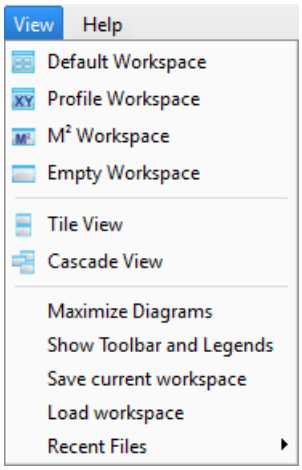
6.1.4 窗口菜单



首次启动GUI时，会打开默认工作区。如要关闭和打开窗口，请切换窗口菜单或工具栏 24 中相应的条目。

点击子窗口右上方的☒可以关闭子窗口。

6.1.5 视图菜单



此菜单项中可以快速选择一些预配置的子窗口(“Workspace”):

- 默认(Default)：设置面板、数值结果、2D重建、3D轮廓
- 轮廓(Profile)：2D重建、3D轮廓、数值结果、X轴和Y轴轮廓
- M²：光束质量测量，X轴和Y轴轮廓
- 空白(Empty)工作区

此外，打开的子窗口可以重新排列，例如拼贴(Tile)和层叠(Cascade)。

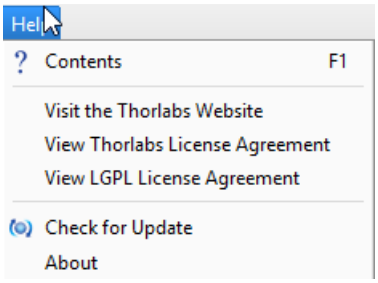
“**最大化图表(Maximize Diagrams)**”同时关闭所有子窗口中的侧面和顶部工具栏，“**显示工具栏和标尺(Show Toolbar and Legends)**”则将其再次打开。

“**保存当前 / 载入工作区 (Save Current / Load Workspace)**”将Beam软件GUI外观保存到随时可加载的ini文件。

“**最近的文件(Recent Files)**”列出了最近使用的工作区文件，以便快速加载常用的工作区。

6.1.6 帮助菜单

点击帮助菜单中的第一项“内容(Contents)”，或按键盘上的“F1”键打开在线帮助文件，其中包含本手册中的所有信息。

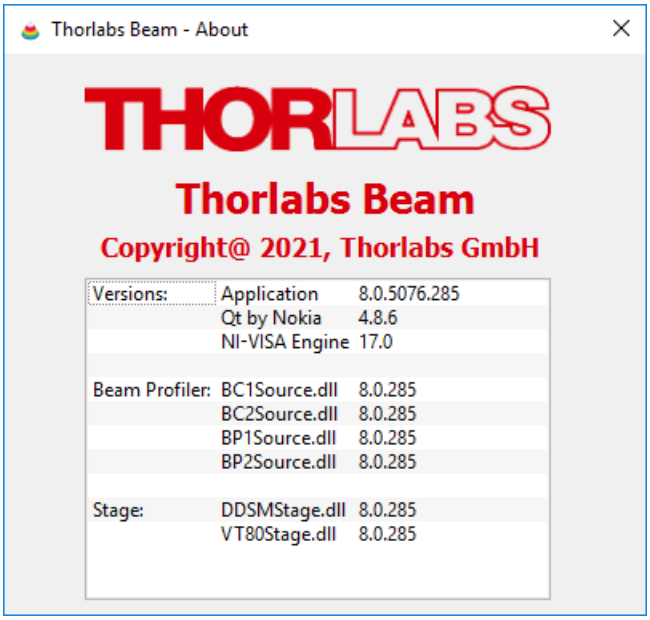


点击链接*访问Thorlabs网站*(*Visit the Thorlabs Website*)，将在浏览器窗口中打开Thorlabs官网。

查看Thorlabs(LPGL)许可证书(*View Thorlabs (LPGL) License Agreement*)将打开安装程序许可文件。

检查更新(*Check for Update*)搜索可用的软件更新。

关于Thorlabs(*About Thorlabs*)显示设备信息和软件版本详情：



如对软件有疑问，请将软件的版本信息(Version)提交给Thorlabs。这样有助于解决您的问题。

 © 2023 Thorlabs

6.2 工具栏

对于最重要的菜单条目，工具栏中还提供了符号。

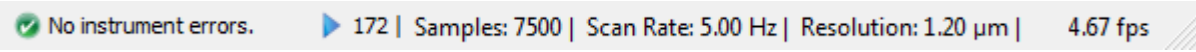


点击工具栏上的符号与点击原始菜单项的效果相同。将鼠标移到图标上时，将显示工具提示。

下方解释了工具栏图标的含义。

- 打开在线帮助文档
- 暂停和开始连续操作设备 18
- 进行一次测量 18
- 清除每个窗口的内容 18
- 打开设备连接 14 对话框
- 恢复光束设置 26 面板(如果未固定或已关闭)
- 打开显示设置 19 面板
- 应用设置重置为默认值 21
- 打开子窗口2D重建 40
- 打开子窗口3D轮廓 42
- 打开子窗口计算结果 45
- 打开子窗口X轴轮廓 43
- 打开子窗口Y轴轮廓 43
- 打开子窗口位置绘图 56
- 打开子窗口功率绘图 57
- 打开子窗口光束稳定性 61
- 打开子窗口光束质量(M^2) 87
- 切换自动调节至峰值开关
- 切换记录最大值开关
- 打开子窗口手动测量聚散度 49
- 打开子窗口调节视图 51
- 打开子窗口光束叠加 53

6.3 状态栏



状态栏显示有关狭缝式光束轮廓仪的重要状态信息

- 错误和警告，请看警告和错误 140 章节。
- 绘图数据点状态，请看绘图 55 部分。
- 采集的样本、扫描速率和目标分辨率等仪器设置。
- 应用的当前刷新率，以每秒帧数(fps)为单位。

6.4 保存设置

GUI的实际设置包括图形显示和仪器的配置，退出程序时，设置自动保存。再次启动Beam软件时，自动加载最近一次的设置。

例外：增益和带宽设置为“自动”时，禁用基线自动校正。

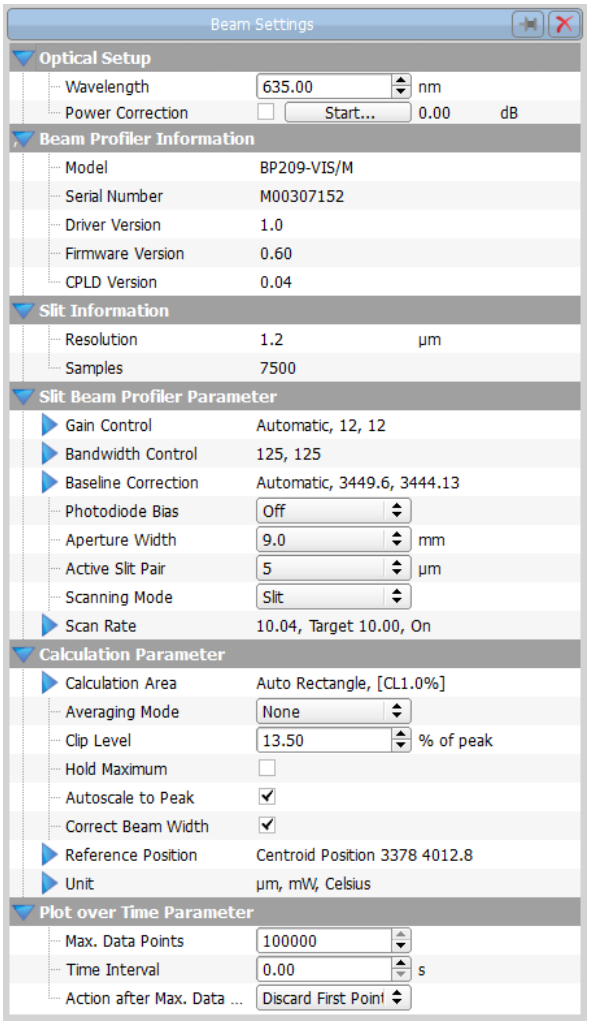
提示

重启Beam软件时，将忽略上次测量的停止状态，因为它总是以连续模式启动。

© 2023 Thorlabs

6.5 光束设置

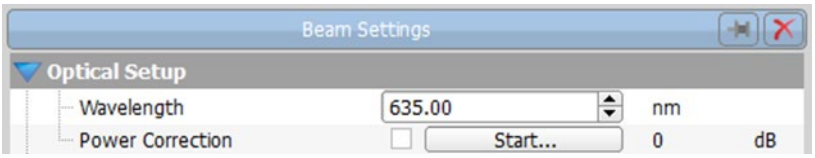
光束设置(Beam Settings)面板可以看到所有重要信息，以及对仪器和计算参数进行的设置。为了方便查看，光束设置主题以可扩展的分组框排列，以便显示或隐藏主题。此外，光束设置面板是唯一可分离出来的子窗口：启动应用程序时，此面板默认显示在主窗口中。可将其拖动并放置在GUI主窗口之内或以外任何方便的位置，例如另一台电脑显示器。分离时，右上角的**图钉**图标从 变为 。点击此图标可将此面板带回GUI框架。面板视图可以通过扩展 或隐藏 主题实现自定义排布。



BP209x光束设置

请仔细阅读本节，并按照设置说明操作，以实现最高测量准确度。

6.5.1 光学设置



光束设置(Beam Settings)面板的这个部分可以

- 设置工作波长 27
- 执行功率校正 28

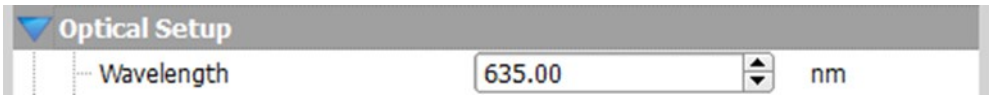
初始设置

首次连接光束轮廓仪时，设置的是以下默认值:

参数	默认值
波长	635 nm (BP209-VIS(/M)) 500 nm (BP209IR1(/M)) 900 nm (BP209-IR2(/M))
功率校正	关

6.5.1.1 波长

输入以nm为单位的工作波长，是正确测量总功率的前提。功率计算基于输入的波长和光束轮廓仪中光电二极管的典型响应度曲线。请看光电二极管典型响应度曲线 148。正确的波长对于获得准确的光束质量(M^2)结果至关重要。



可输入的波长值限制在识别出的光束轮廓仪的特定波长范围。

 © 2023 Thorlabs

6.5.1.2 功率校正

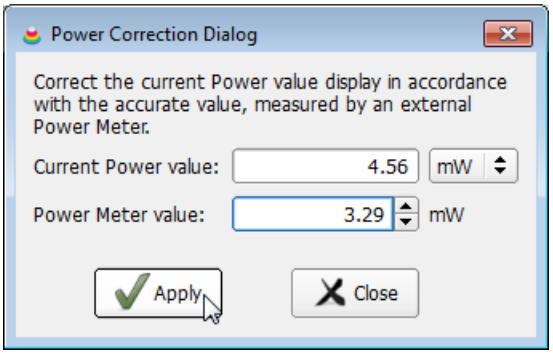
功率校正(Power Correction)部分可以将光束轮廓仪测量的总光束功率调整为参考功率计测量的功率值。

前提条件:

确保工作波长设置正确。



点击'开始(Start)'——出现功率校正对话框(Power Correction Dialog)。



'当前功率值(Current power value)'是光束轮廓仪测量的实际功率。将功率计读数输入'功率计读数(Power meter value)'。点击'应用(Apply)'开始校正，然后点击'关闭(Close)'离开面板。

输入的功率值与仪器的实际测量功率值之差功率将显示为偏移量，此处为-0.161994 dB。



此偏移量(以dB为单位)存储在光束轮廓仪中，每次连接仪器后会自动读取并激活。

提示

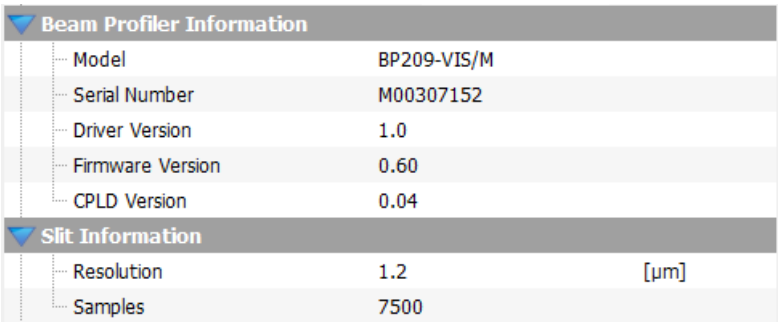
用户校准的功率读数仅在实际波长下才是正确的。如果更改波长，需要再次执行功率校正。

执行功率校正后，偏移量会自动激活，通过复选标记表示。

激活状态保存在软件中。使用同一台仪器重启软件时，会识别偏移量，恢复读数和与上次软件会话相同的激活状态(已激活/未激活)。

如果功率校正未激活，可以尝试激活，让软件检查光束轮廓仪保存的偏移量。如未找到保存的偏移量，则会打开功率校正对话框，询问功率计值。如果识别出偏移量，将立即应用。因此，如果仪器环境发生变化，则建议执行功率校正。

6.5.2 光束轮廓仪信息



光束轮廓仪型号、序列号、驱动、固件和CPLD版本信息都是从BP209系列仪器上读取的，无法更改。除了一般信息，还有一些探测器的重要信息。

分辨率

是给定扫描速率和孔径宽度 32 可达到的分辨率。它受AD转换器的采样率限制。

如果扫描整个孔径(9mm)，则仅当扫描速率> 19 s^{-1}时，分辨率才会受到影响。扫描速率更高时，分辨率范围是1.20 µm - 1.24 µm。

通过将扫描孔径限制为整个宽度的10%(Ø 0.9 mm)，可以实现更高的分辨率，请看其他 32 。使用此选项，分辨率在很大程度上取决于扫描速率，范围从0.124 µm(扫描速率2s^{-1})到1.24 µm(扫描速率20s^{-1})。

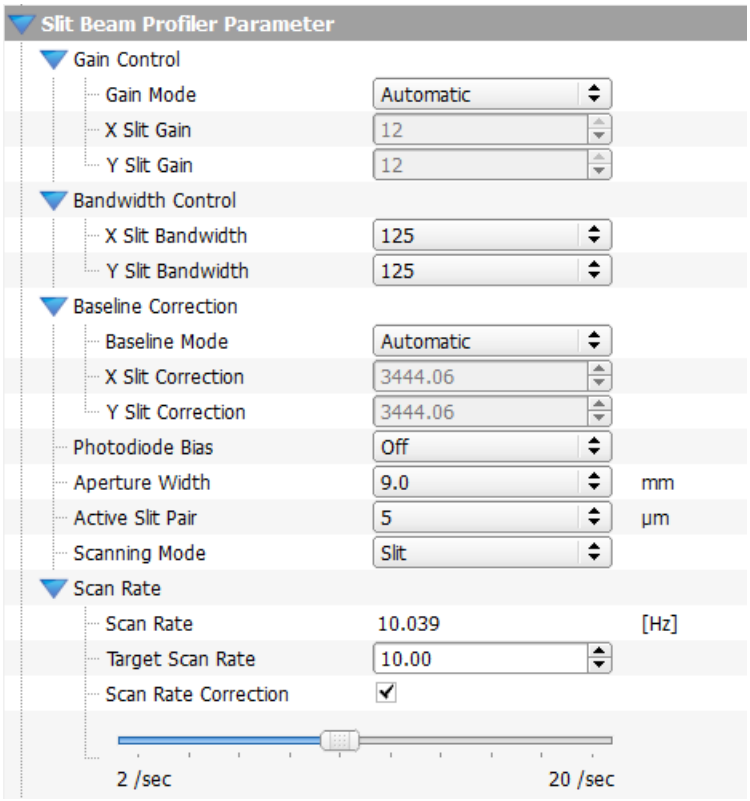
样本数

是用于光束轮廓计算的测量值的数量。它受AD转换器采样率的限制会有所不同，取决于选择的孔径宽度 32 和扫描速率。

 © 2023 Thorlabs

6.5.3 狭缝式光束轮廓仪参数

本节包含光束轮廓仪的一些重要参数，用户可以访问这些参数。请熟悉这些控件的含义，以防调整不当而导致测量结果错误。下面详细说明了这些控件的含义。



有关各个参数的详细信息，将在后续章节中说明。

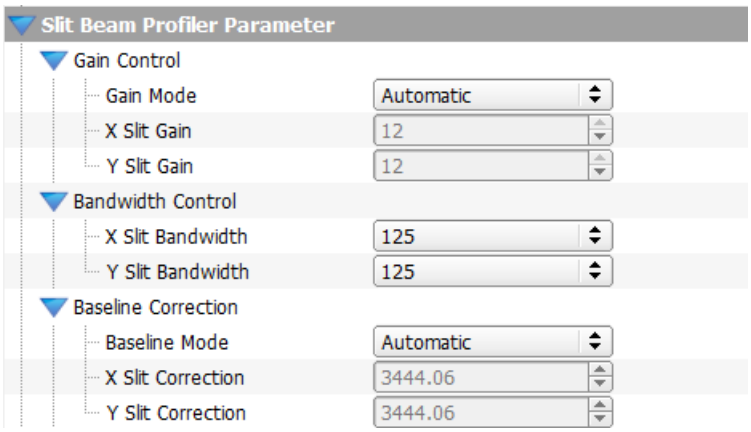
初始设置

初次连接此光束轮廓仪时，设置的是以下默认值：

参数	默认值
扫描速率	10.0 s^{-1}
扫描速率校正	启用
PD偏压	off [1])
孔径宽度	全尺寸(9 mm)
有效狭缝对	5 µm
扫描方法	扫描狭缝式
自动增益指数	打开
狭缝X带宽	125 kHz
狭缝Y带宽	125 kHz
自动基线校正	打开

[1]) BP209-IR2不提供可切换的光电二极管偏压。

6.5.3.1 增益、带宽和基线



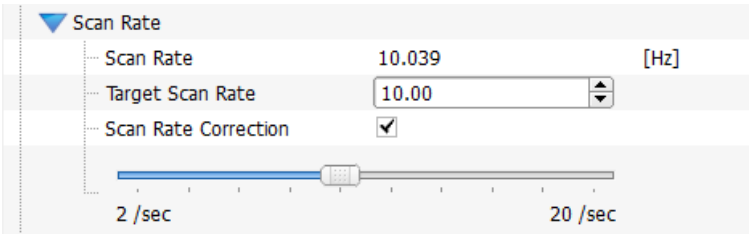
增益(Gain)和带宽(Bandwidth)是光电流放大器的参数。测量小光束直径时，建议使用更高的带宽，以实现高分辨率。如果使用了整个9.0 mm的孔径宽度，则带宽可以在16 kHz到660 kHz之间设置；如果使用0.9 mm孔径测量，则带宽可以在16 kHz到1000 kHz之间设置。

每次启动软件时，增益设置为自动，带宽设置为125 kHz，基线校正(Baseline Correction)设置为自动。这是大多数测量的首选设置。但是，在某些情况下，比如测量脉冲激光时，建议手动更改这些设置。

基线校正

基线是ADC的输出信号，来自光电探测器的暗电流、ADC的输出偏移和噪声。它导致光束轮廓偏离零线。启用自动基线校正，可以得到补偿。建议启用。

6.5.3.2 扫描速率



扫描速率(Scan Rate)

这里显示的是实际扫描速率(转筒旋转速度)

目标扫描速率(Target Scan Rate)

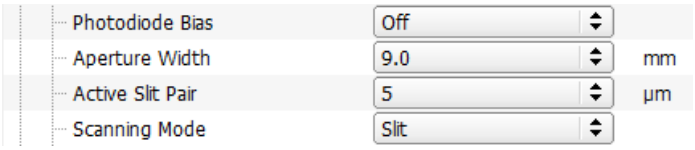
这是转筒的旋转速度，以s^{-1}为单位。输入的值将转换为转筒驱动的控制电压。可以直接写入2到20 s^{-1}之间的数值，也可以点击数字框上的箭头，或移动滑动条输入。

扫描速率校正(Scan Rate Correction)

由于转筒驱动预热，实际转速可能与输入的目标扫描速率不同：设备运行时间越长，驱动器在相同控制电压下运行的速度就越快。启用扫描速率校正，控制回路将保持扫描速率接近目标值。

 © 2023 Thorlabs

6.5.3.3 其他



光电二极管偏压(Photodiode Bias)

给光电二极管施加偏压可以缩短上升时间。将偏压设置为**On**，以测量小光束直径和执行M^2测量。

提示

仅能对BP209-VIS和BP209IR1施加偏压。

孔径宽度

最大孔径为9 mm。如果仅使用10%的孔径进行光束分析，分辨率会提高，这在测量小光束直径，或使用刀口模式 74 时尤其明显。

有效狭缝对(Active Slit Pair)

BP209系列产品有两对狭缝。狭缝对安装在转筒的外圈上，只有有效狭缝对用于光束分析。

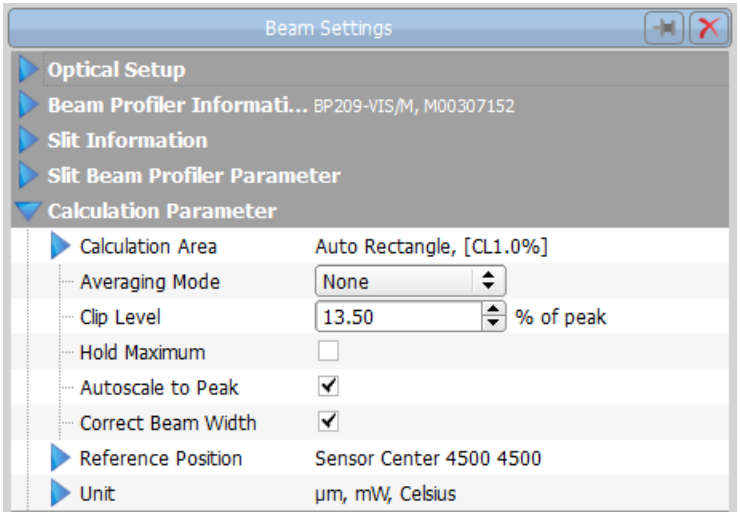
使用5 µm狭缝对，可以采用标准的狭缝扫描法测量小至20 µm的光束直径。如果光束直径小于此直径，则必须采用刀口模式，配合25 µm狭缝对使用。这一点在刀口模式 74 部分会有详细说明。

扫描模式(Scanning Mode)

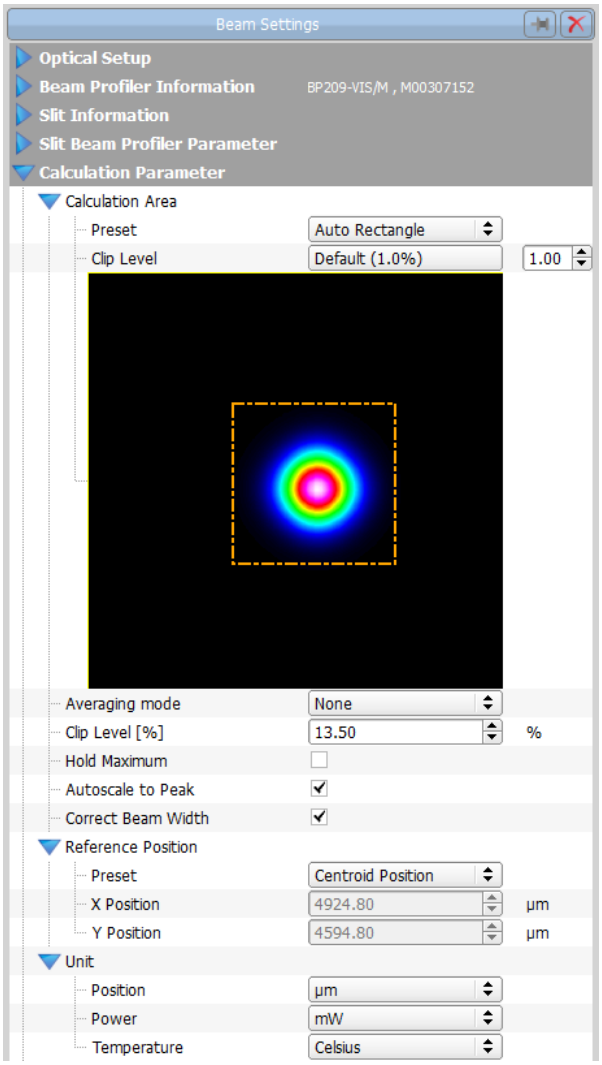
光束直径> 20 µm时，选择狭缝扫描(5 µm有效狭缝对)，光束直径< 20 µm时，选择刀口模式(25 µm有效狭缝对)。

6.5.4 计算参数

光束设置 26 中的这个部分用于设置光束轮廓计算的参数。下方是首次开启Beam软件时，或点击“应用设置重置为默认值 21”图标( )时计算参数部分的视图:



6.5.4.1 计算区域

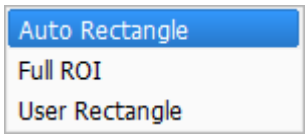


计算区域(Calculation Area)是指整个关注区域(ROI)内的特定区域。虽然ROI是从BP209系列仪器中获取并显示的整个图像区域，但计算区域可以等于或小于ROI，并定义重建区域，用于所有数值计算。

限制计算区域特别有助于：

- 在多束光中仅选择和分析单个光斑
- 杜绝环境光和杂散光
- 降低测量噪声

提供三个预设值选择计算区域：

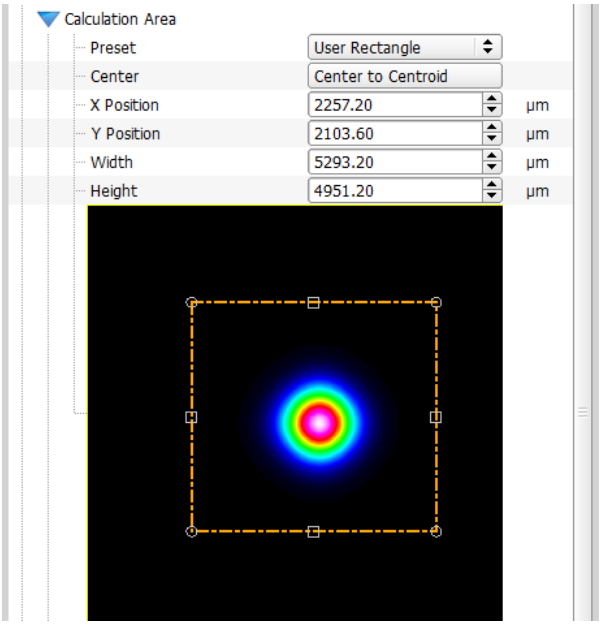


自动矩形(Auto Rectangle)： 软件将自动分析BP209系列仪器中的每个图像，并确定存在可测量功率的区域。功率水平低于限幅水平 34 的区域不包括在进一步的计算中。

全ROI(Full ROI)： 由ROI定义的整个图像区域参与光束计算。

用户自定义矩形(User Rectangle)： 通过用户输入设置的矩形区域定义计算区域。输入描述计算区域位置和大小的像素值，或直接在2D重建窗口中拖入一个矩形。

 © 2023 Thorlabs



选择“用户自定义矩形”时，请输入计算区域的大小和位置值，或拖入用户自定义矩形边界。所有值均以µm为单位，原始点位于整个传感器区域的左上角。X(Y)位置描述用户自定义矩形(椭圆)左(上)边界的位置。

计算区域也可以在2D重建 40窗口中设置并看到。详情请看相应章节。

计算区域的限幅水平

如果计算区域是自动识别的(**自动矩形**)，则计算区域四个方向上的边界均由计算区域限幅水平定义。当所有像素值低于(从峰值看)限幅水平时，设置一个方向上的边界。降低限幅水平会增加计算区域，从而增大4σ直径，但也会增加噪声。对于边缘陡峭的光束轮廓，最佳限幅水平值是1.0%。如果光束轮廓十分平坦，则降低限幅水平可能比较好。

限幅水平默认设置为1%，并且可以在0.01到13.5%的范围内设置。如要快速回到推荐的1.0%限幅水平，只需点击*默认值(Default) (1.0%)*。

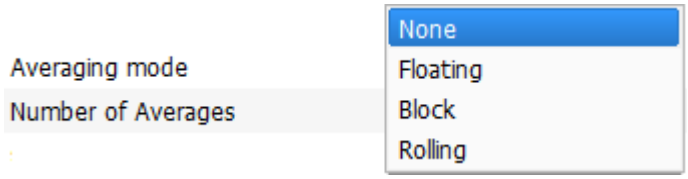


提示 *计算区域的限幅水平*与光束轮廓计算的限幅水平 35不同！

注意

计算区域不得截断光束轮廓中强度较低的部分。否则可能导致计算结果不正确！

6.5.4.2 平均模式



提供三种模式——浮动平均(Floating)、区域平均(Block)和滚动平均(Rolling)。

使用平均模式时，请确定需要平均的帧数，可以设定在1至100之间。

在**浮动平均模式下**，平均值是根据加权上一个平均值和最近一帧计算得出的。例如：浮动平均值由10帧计算出。上一个平均值乘以9，然后加上最近的帧，然后总和除以10，得到新的平均值。

在**区域平均模式下**，累积指定的帧数后再计算并显示平均值。这是最慢的模式。

在**滚动平均模式下**，对指定数量的最新帧数进行平均。例如：滚动平均值由10帧算出。将最近的10帧取平均并显示时。这个值会随着新的一帧而更新。

将帧数设置为大于1的数字可以降噪。

这个选项适合强度波动或光束形状不稳定的光源，或屏幕上的更新速率太高而无法轻松读取数据的情况。也可以利用此选项抑制低强度下光束轮廓仪的噪声。

6.5.4.3 限幅水平

与计算区域限幅水平 34相比，**限幅水平(Clip Level)**参数用于确定光束宽度。它定义了所测光束轮廓暗水平(0%)和峰值水平(100%)之间的相对强度水平，据此确定光束宽度。根据ISO11146标准建议，1/e²的默认值=峰值强度的13.5 %。也可手动输入在5%到95%之间的值。

点击*默认值(1/e²)*以设定标准限幅水平为13.5%。请看附录应用说明 143了解详情。

6.5.4.4 最大值

对于脉冲激光源，建议使用**最大值(Hold Maximum)**功能。后续扫描每个像素，仅最大值会被存储、显示和用于计算。

6.5.4.5 自动调节到峰值

勾选“**自动调节到峰值(Autoscale to Peak)**”，将轮廓的X轴和Y轴坐标范围调节到峰值强度。禁用会将X轴和Y轴轮廓调到AD饱和度的值。

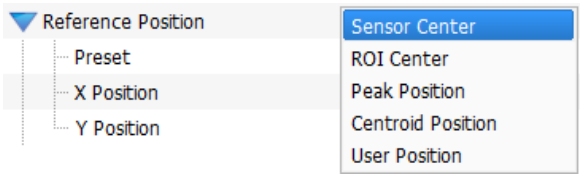
6.5.4.6 校正光束宽度

校正光束宽度(Correct Beam Width)选项是默认勾选的。

校正所有方法(限幅水平13.5%，带或不带高斯拟合)中由于狭缝宽度有限而导致的测量误差。由于这种卷积误差是系统性的，因此可以算出并消除。此功能可提高测量准确度，测量窄光束时尤其如此。

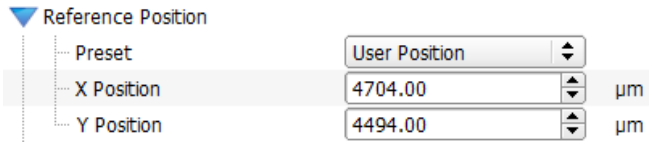
6.5.4.7 参考位置

参考位置(Reference Position)会影响计算结果。峰值位置和中心位置与参考位置有关。参考位置默认设置为探测器中心。在2D重建窗口中显示为灰色十字光标。

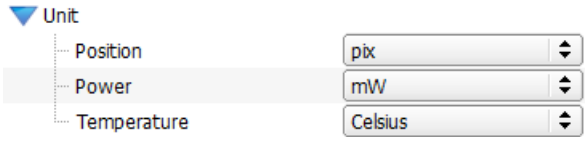


参考位置可以设置为预定义位置(请见上图)，或用户定义的位置。用户定义位置的X坐标和Y坐标应通过数字输入或在2D重建 41(参考位置编辑器)中设置：

 © 2023 Thorlabs



6.5.4.8 单位



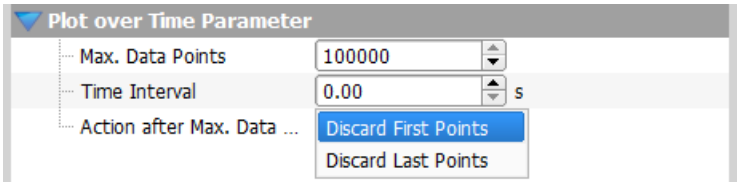
可以在**单位(Unit)**主题中选择Beam软件中显示的测量主题。

位置(Position)单位: **µm**
功率(Power)单位: **mW**或**dBm**
温度(Temperature): **°C**、**°F**或**K**
(温度通过USB(不包含)连接外部的Thorlabs TSP01环境探头测得。)

下表给出了所有单位的概述:

单位	描述
µm	位置、宽度或距离以µm为单位。坐标系的原点(X=0, Y=0)是探测器中心，而不是图像中心！ 正X值位于图像的右侧，正Y值位于图像的顶部。值范围：-4500到+ 4500 µm。
mW	光束的总功率是使用光电二极管总电流的测量值计算出，使用了波长响应曲线和功率校正值。
dBm	将总功率从mW转换为dBm：10 * log (P[mW])。0 dBm = 1 mW
%	相对水平在0到100%之间
度	相对于X轴的角度(以度为单位)，范围为-90到+90度

6.5.5 随时间参数绘图



Beam软件可以显示不同的光束测量图:

位置绘图 56
功率绘图 57
直径绘图 58
高斯拟合绘图 58

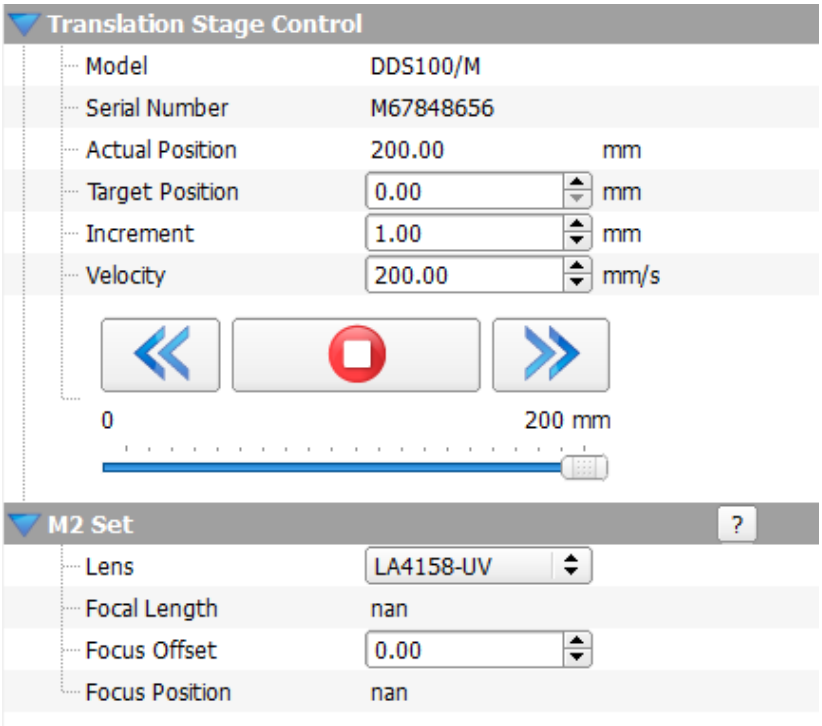
环境数据绘图 60
光束稳定性 61

随时间参数绘图(Plot Over Time Parameter)用于配置这些图:

- 可以定义图中的最大数据点N (N=1到100000)。
- 可以选择两个数据点之间的时间间隔(0到1000 s；默认值=0，即每次测量)。
- 指定达到记录的最大数据点N后执行的操作:
  - “弃用最早数据点(Discard First points)”是指弃用第一个数据集，并将最新数据点添加到图中。换句话说，就是在达到绘图的最大数据点N之后，继续作图并显示最新的N个数据点。
  - “弃用最新数据点(Discard Last points)”是指弃用所有超过N的数据点。换句话说，就是在达到最大数据点数N之后，绘图停止。

6.5.6 位移台控制

如果检测到位移台，比如连接M2MS测量装置并通电时就会出现这种情况，那么，“位移台控制(Translation Stage Control)”和“M²扩展装置(M² set)”就会出现在光束设置面板的末尾位置。本节中的描述假定使用的是Thorlabs DDS100线性位移台，因为M2MS扩展装置 79中使用了此位移台。



用户可以使用此面板手动控制位移台，比较适合粗略设置的M²或发散角测量 115。

实际位置(Actual Position)显示当前位移台的位置。

目标位置(Target Position)：输入一个介于0到200 mm之间的值，然后按键盘上的“Enter”键，位移台将以设置的**速度(Velocity**，请看下方)移动到新位置。

 © 2023 Thorlabs

提示

虽然位移台的平移路径仅为100 mm，但总位移从0到200 mm。这是M2MS 79 M²测量系统扩展装置的机械设计所致。

增量(Increment)：输入增量，用于逐步移动平台。

速度：这是位移台在两个位置(例如，实际位置与目标位置之间)之间移动时的速度。



按下这些按钮可使位移台后退/前进一步，这一步的大小等于**增量**。



按下此按钮中断位移台到目标位置的连续移动。

面板底部的滑动条有两个功能——显示位移台位置，使用鼠标移动滑动条使位移台开始移动。

M²扩展装置

“M² Set”面板可以设置M2MS扩展装置的透镜参数，以便计算透镜前的束腰。透镜类型和焦点偏移由用户选择。软件根据之前在光学设置 27 下设定的波长等提供的信息计算焦距和束腰。

然后根据M2MS内部参数、光束轮廓仪类型、焦点偏移和得出的焦距确定焦点位置。

6.6 子窗口

首次启动应用程序时，会自动打开并排列三个子窗口：

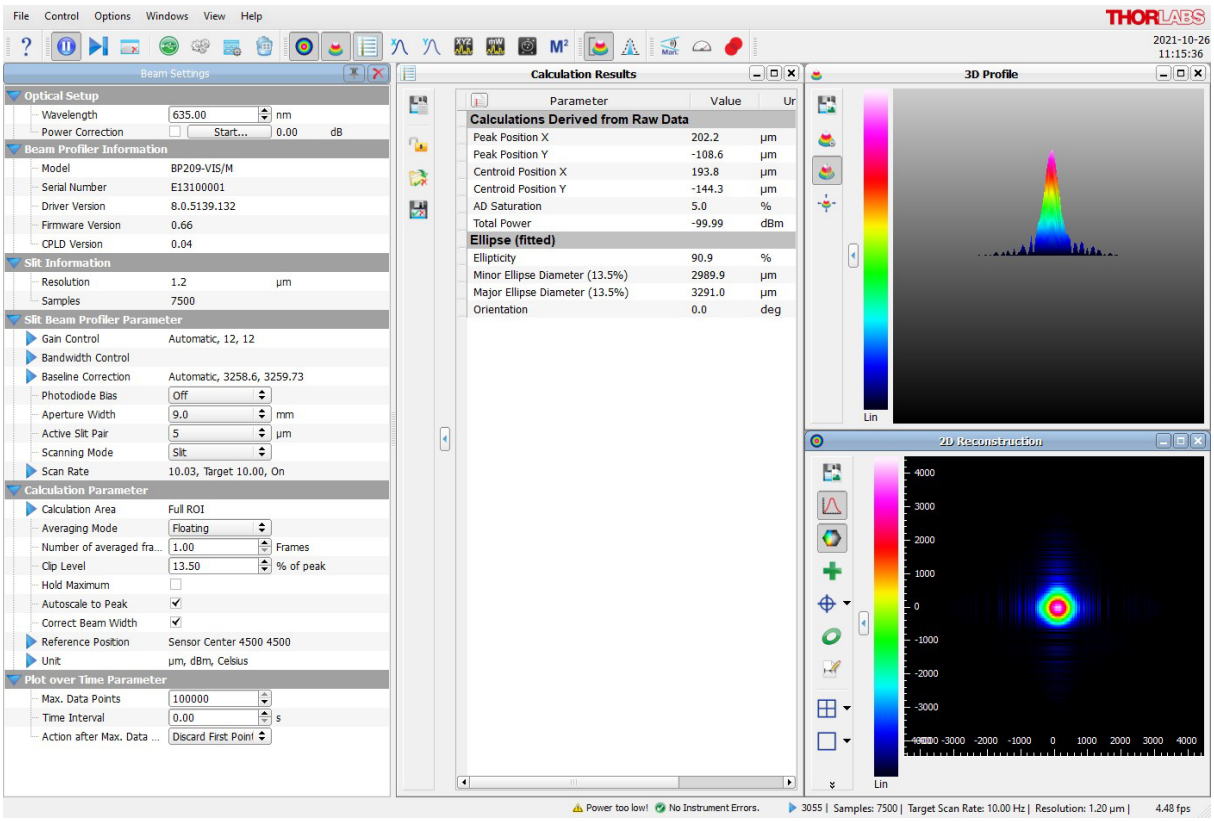
- 2D重建 40
- 3D轮廓 42
- 计算结果 45

应用程序还提供其他窗口：

- X轴轮廓 43
- Y轴轮廓 43
- 位置绘图 55
- 功率绘图 57
- 直径绘图 58
- 高斯拟合绘图 58
- 环境数据绘图 60
- 光束稳定性 61
- 光束质量(M²) 77
- 手动测量聚散度 49
- 调节视图 51
- 光束叠加 53

以上所有窗口都可以通过点击工具栏中图标或在菜单栏的“窗口(Window)”中选择相应条目打开和关闭。其他子窗口可以通过菜单栏 17 访问。

可以根据用户的要求和喜好自行设计Thorlabs Beam软件的布局。所有子窗口的大小和位置都可以灵活调整。下图是布置的子窗口示例：



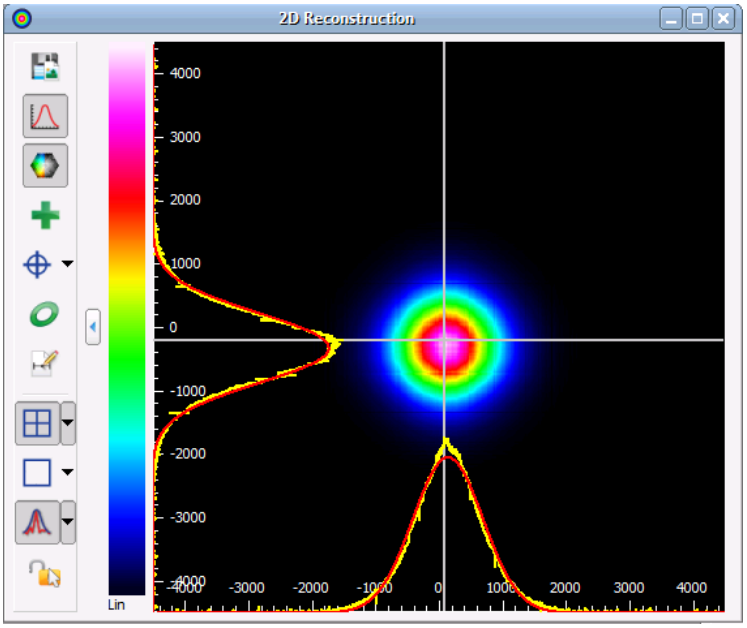
如要关闭子窗口，请取消选择菜单条目或相应的工具栏图标，或单击关闭键“X”。

每个子窗口都可以移动并调整大小。如果关闭子窗口，会保存其大小和位置，并在重新打开时恢复。

当关闭并重新打开GUI应用程序时，主面板将在上一次位置显示相同的子面板。如要自动排列窗口，请使用“视图”菜单中的“拼贴视图”功能。

6.6.1 2D重建

2D重建(2D Reconstruction)图显示的是光束轮廓仪的功率强度分布图像。此窗口可以通过窗口菜单中的菜单项“2D Reconstruction”或工具栏中的按钮 打开或关闭。

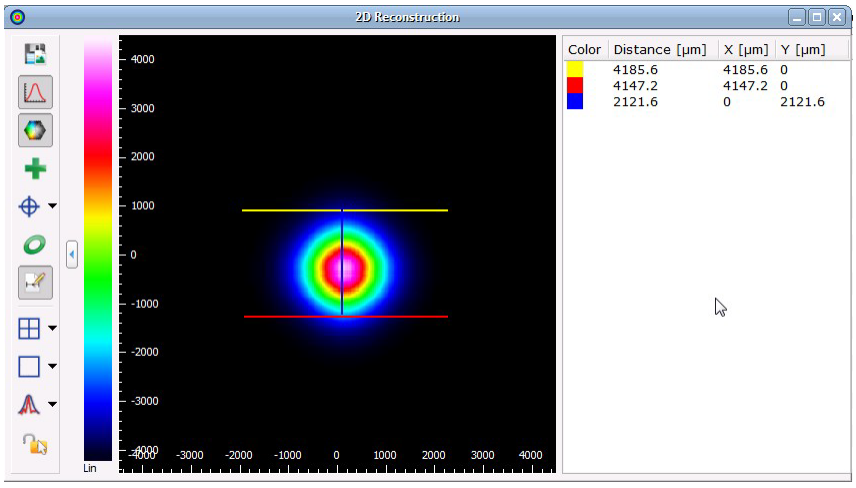


2D图像基于重建，因为狭缝式光束轮廓仪仅提供两个真实横截面(X轴和Y轴轮廓)的测量结果。其余的像素值通过将各个行和列的归一化横截面值相乘来计算，并额外进行了底部限幅，以限制放大的噪声。

提示

请注意，这只是对假定高斯型轮廓的重建，它并没有显示出完整测量的2D横截面。

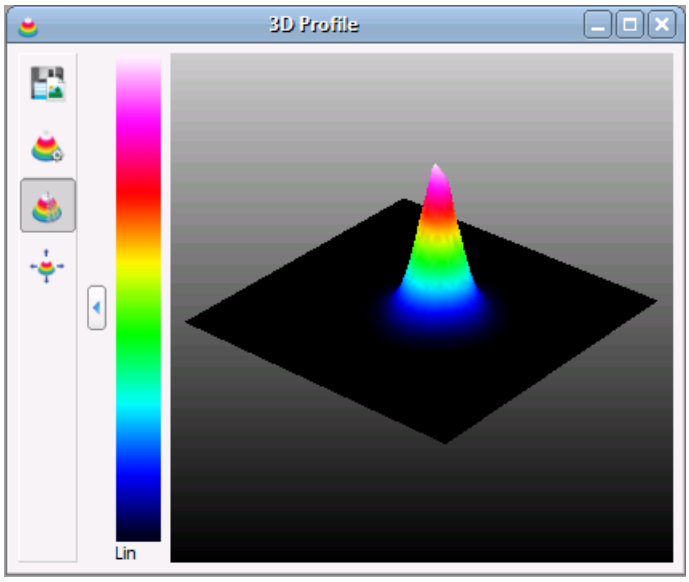
2D重建窗口左侧的工具栏包含以下切换按钮：

工具栏图标	相关动作
保存图表或数据	打开一个对话框，用来设置保存的屏幕截图/图表的属性。
坐标刻度	显示或隐藏x轴和y轴坐标刻度
颜色	将图像的颜色从灰度更改为彩色(请看显示设置 19)。
峰值	使用绿色十字标记峰值位置
中心	使用蓝色圆圈内的蓝色十字标记光束中心
椭圆	使用黄色显示近似的光束椭圆
• Set Reference Position to Sensor Center Set Reference Position to Peak Position Set Reference Position to Centroid Position Set Reference Position to User Position	参考位置会影响计算结果。峰值位置和中心位置与参考位置相关。参考位置可以是探测器中心、峰值位置、中心位置或用户自定义的位置。用户自定义位置可以在参考位置编辑模式或在光束设置 35 中设置。
• Set Calculation Area Automatic Set Calculation Area to Full Size Set Calculation Area by User	计算区域是整个ROI的子区域。它定义了用于所有数值计算的重建区域，可以通过点击切换按钮□实现显示或隐藏此区域的切换。 下拉菜单可以选择自动(Automatic)或全尺寸(Full Size)；另外，它可以由用户自定义。详细信息请看光束设置 33 部分。
插入X轴和Y轴轮廓	将X轴和Y轴轮廓绘制到2D图形中，以显示水平和竖直截面内的功率分布。 这些X轴和Y轴横截面的位置相对于探测器中心固定。
长度测量编辑器	长度测量编辑器会在投影图像旁边打开一个表格。在投影图像中绘制线条时，线条长度会列入表格中。最多可以绘制10个线条。删除某一长度数据既可以通过选择数据并按“DEL”键实现，又可以选择这个数据并通过右键菜单选择“删除距离(Delete Distance)”完成。 

如果窗口高度小于整个工具栏，则下部图标将收集到折叠菜单中，可通过工具栏底部的箭头按钮访问。

 © 2023 Thorlabs

6.6.2 3D轮廓



3D轮廓图展现所测光束的功率密度分布。光束的横截面与X-Y平面平行，而相对功率强度沿Z轴方向显示(伪3D)。此窗口可以通过窗口菜单中的菜单项“3D轮廓”或工具栏中的切换按钮 打开或关闭。

可以使用鼠标移动、旋转和缩放3D轮廓：

旋转： 按住鼠标右键并移动鼠标

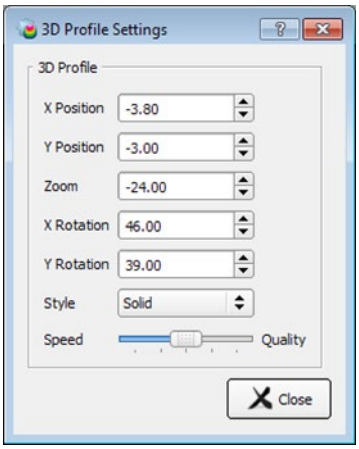
移动： 按住鼠标左键并移动鼠标

缩放： 滚动鼠标滚轮

下表总结了3D轮廓窗口中可用的工具栏图标及其对应的操作。

工具栏图标	相关动作
	打开一个对话框，用来设置保存的屏幕截图/图表的属性。
	打开3D轮廓设置对话框。
	将轮廓外观切换为实心的或网格(默认选项)的。
	将移动、旋转和缩放后的图像重置为默认视图。

位置、大小和旋转角度也会显示在3D轮廓设置(3D Profile Settings)对话框中。可以设定数值以定义3D轮廓外观：

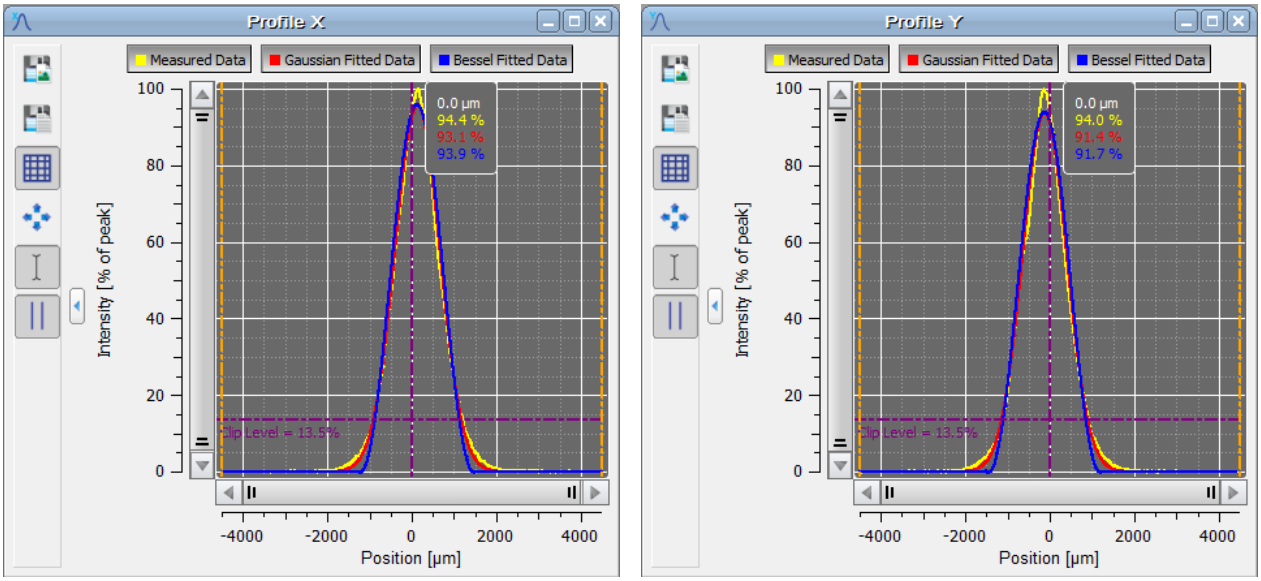


提示

- 如果滑动条“速度-质量(Speed - Quality)”位于最右边，则3D图像以最高质量显示。
- 设置的3D图像质量越高，使用的系统资源越多。根据系统能力不同，软件可能会变慢。

6.6.3 X轴和Y轴轮廓

可以通过窗口(Windows)菜单中的菜单项“X轴轮廓”或“Y轴轮廓”选项，或点击相应的工具栏图标分别打开和关闭这两个窗口。



X轴和Y轴轮廓显示光斑沿坐标轴分布的强度，坐标轴标记在光束轮廓仪的前面板上。

黄色曲线显示测量的轮廓，而红色曲线显示近似的高斯 143 拟合函数，蓝色显示近似的贝塞尔 144 拟合。曲线可以通过切换图表上方相应的按钮显示/隐藏。

如果启用“自动调节到峰值”，则测量的曲线将显示从0到100%的相对强度，其中100%表示所选行/列中X轴和Y轴上的最大强度值。

如果禁用“自动调节到峰值”功能，则X轴和Y轴轮廓将显示峰值幅度，等于相应狭缝对模数转换器的饱和度。

高斯拟合曲线的幅度可能低于或甚至高于测量曲线的峰值强度。

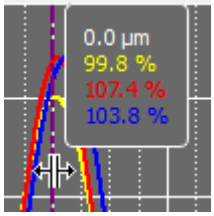
 © 2023 Thorlabs

如果启用“自动调节到峰值”功能(图标)，则会显示选择的限幅水平(默认值13.5%)。

水平刻度以µm为单位显示。

工具栏图标	相关动作
	打开一个对话框，用来设置保存的屏幕截图/图表的属性。
	打开一个对话框，将测量数据保存为XLS或CSV文件。
	切换按钮以在图表中显示网格。默认显示网格。
	还原按钮
	光标模式——切换按钮以显示或隐藏光标。
	显示或隐藏计算区域

光标模式



将鼠标指针移到竖直光标线附近。鼠标指针变为⟛。按住鼠标左键，可以将光标线移动到图表内的某个位置。光标位置的当前数值显示在光标旁边的矩形中，数值的颜色与曲线的颜色对应。

6.6.4 放大和平移图表

所有带有一个滑动块的图表，例如X轴和Y轴轮廓、绘制曲线图、M^2和发散角图，都可以进行X轴和Y轴刻度调整(缩放)以及X轴和Y轴定位(平移)。

放大模式

如要放大图表，请按住鼠标左键绘制一个矩形。右键点击此图以恢复到上一次放大操作。

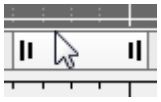
 还原按钮返回以显示完整的图表。

放大图轴



将鼠标光标移至竖直或水平滚动条的边缘。光标变为⇳或⇔。按住鼠标左键，移动鼠标，就可以放大图轴的相应部分。使用还原按钮返回默认视图。

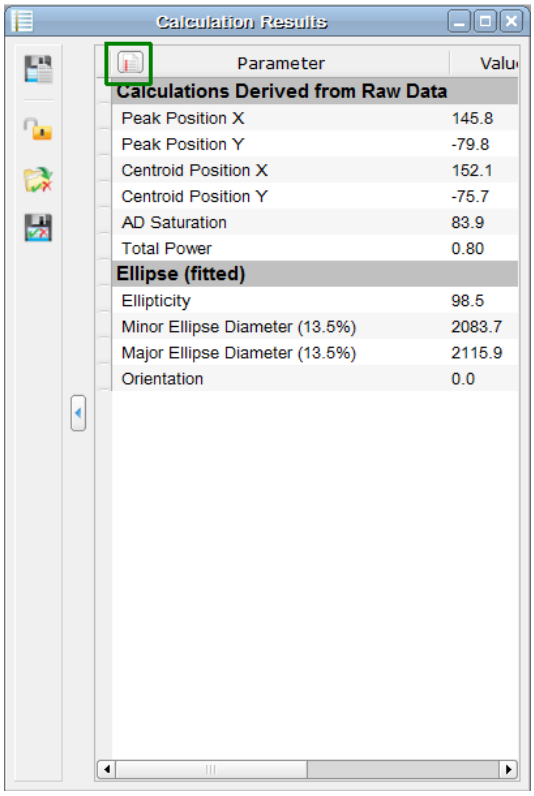
平移图轴



将鼠标指针移至竖直或水平滚动条的中心，然后按住鼠标左键，就可以移动滑块以平移图表。使用还原按钮返回默认视图。

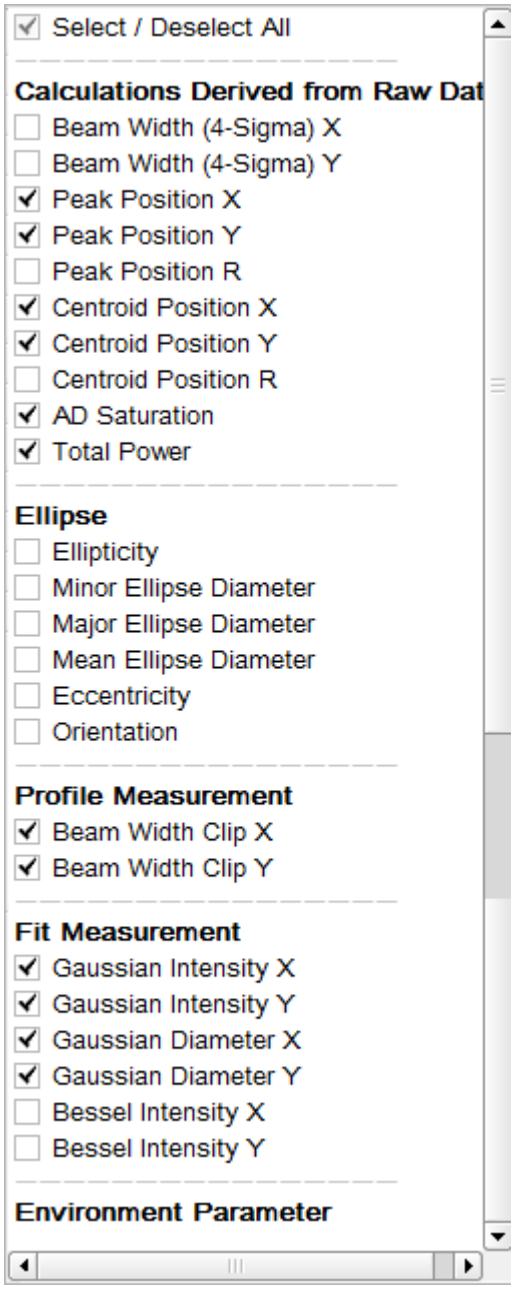
6.6.5 计算结果

此窗口中，计算结果按照基于原始数据的导出结果或拟合椭圆显示。窗口可以通过窗口菜单中的菜单项“计算结果”或工具栏中的切换按钮 打开或关闭。



列的宽度是预定义的，但可以调整。首次启动Beam软件时，此表中将显示如上所示的参数。点击表中绿色方框内的图标 ，以选择或取消选择要计算和显示的参数。启用的计算结果越少，软件的速度性能越高。

 © 2023 Thorlabs



提示

- 即使在计算结果面板中不勾选高斯和/或贝塞尔拟合计算，但如果启用X轴和Y轴轮廓窗口，仍会在窗口中显示相应的拟合曲线。

计算单位可以在光束设置/单位 36中更改。

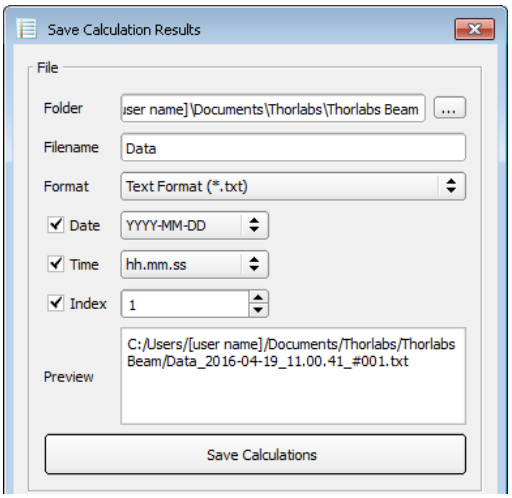
如果计算失败，则此值变为“--”。

有关这些参数的详细信息，请看“应用说明 141”。

处理计算结果和设置

工具栏图标	相关动作
	保存计算结果
	锁定/解锁测试参数
	载入测试参数配置
	保存测试参数配置

保存计算(Save Calculations)会打开一个对话框：



- 选择目标文件夹(请看预览面板)
- 确定文件名
- 选择文件格式(*.txt、*.csv或*.xls)
- 添加日期、时间、索引(选填)
- 点击“保存计算”

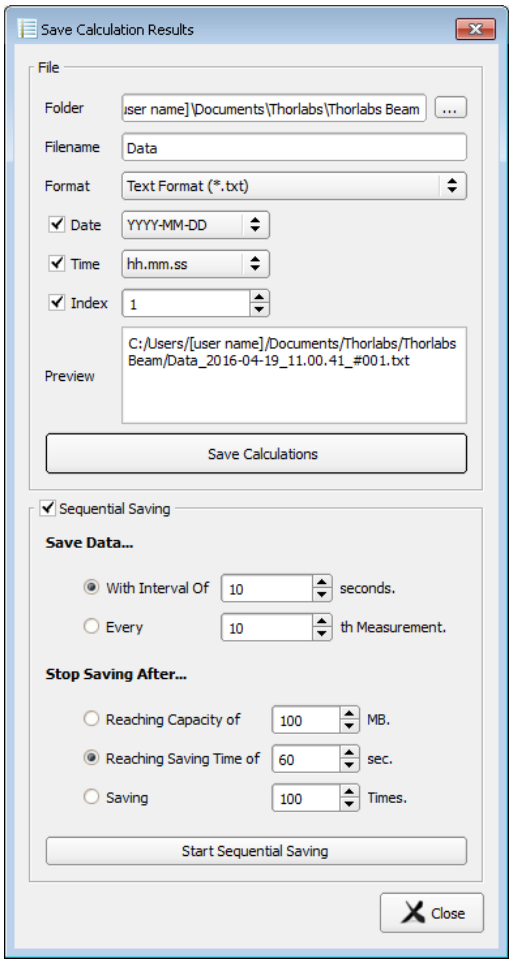
锁定/解锁测试参数；载入/保存测试参数配置

这些功能与Pass / Fail测试 66功能的配置有关。

 © 2023 Thorlabs

连续保存

此功能用于按序连续保存选择的计算结果 45，例如用于长期分析。



- 选择目标**文件夹**(请看预览面板)
- 确定文件名
- 选择导出格式
- 添加日期和/或时间(选填)
- **保存数据(Save Data)……**选择一个

→ 两个记录之间的时间间隔(1到10^6 sec)

或

→ 每n次测量记录一次(n = 1到10^5)

- **在……之后停止保存(Stop Saving after...)**确定何时终止连续保存:

→ 达到一定的文件大小(1到100 MB)之后

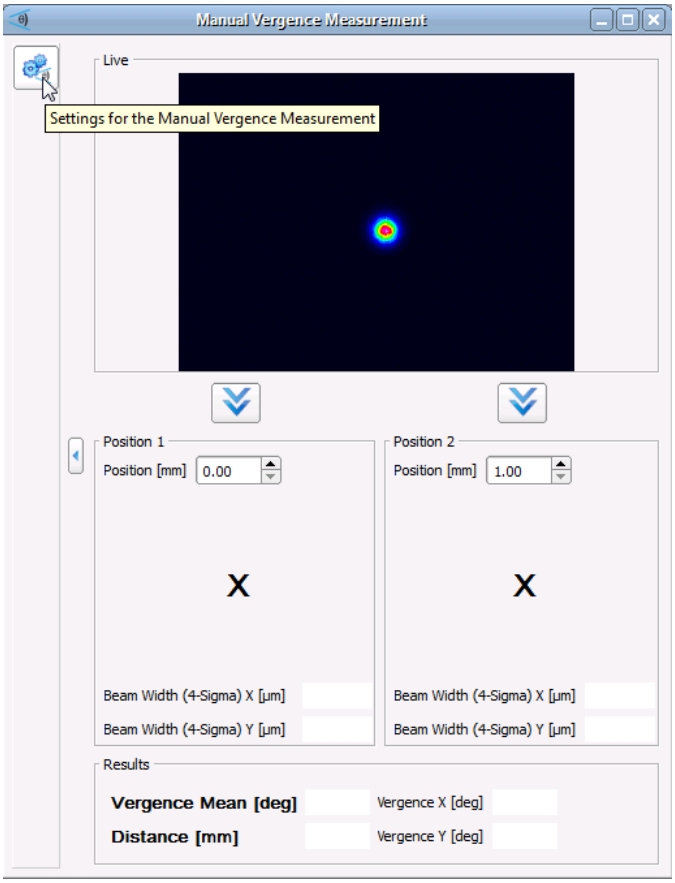
→ 达到一定的记录时间(1到10^6 sec)之后

→ 达到一定数量的数据集(1到10^5)之后

- 点击“开始连续保存”

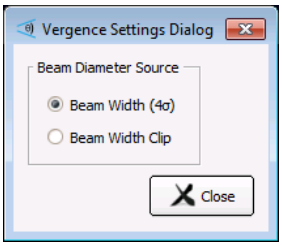
数据集记录到一个文件中,每个新记录都附加到先前记录的数据集上。

6.6.6 手动测量聚散度



聚散度是指光束的发散角或会聚角。手动测量聚散度使用简单的机械装置测量此角度。安装光束轮廓仪，使其沿着光束传播轨迹滑动。可以使用例如Thorlabs M²位移台或RLA系列燕尾导轨与RC系列导轨滑块和接杆组合完成此操作。

通过从菜单栏中选择相应的条目“窗口(Windows) → 手动测量聚散度(Manual Vergence Measurement)”或直接点击图标 打开手动测量聚散度窗口：



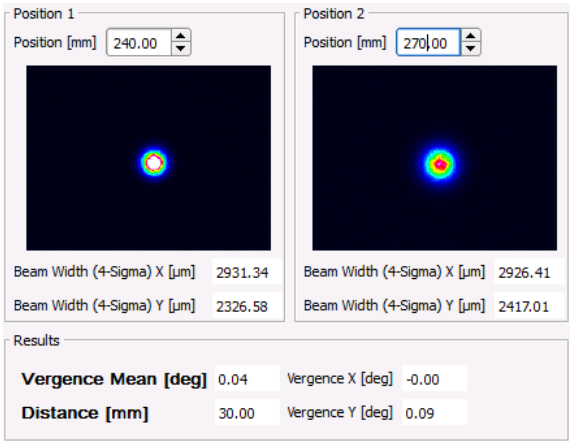
1. 点击左上角的图标，以打开“手动测量聚散度设置”。选择光束直径计算方法。测量光源和光束轮廓仪前面板之间的距离，并将此值以毫米为单位输入“Position 1”，然后点击图标。



2. 软件计算Position 1的光束宽度。



3. 移动光束轮廓仪，再次测量距离，将新距离输入“Position 2”，然后按第二个图标。
4. 软件计算Position 2的光束宽度，并根据输入距离的变化计算并显示X轴和Y轴的聚散度。



提示

光束轮廓仪与光源之间的距离需要手动输入，这两个值的准确度对于聚散度测量的准确性非常重要。

提示

如果将光束轮廓仪与M2MS扩展装置一起使用，则手动测量聚散度变得更加简单：

- 从系统上拆下聚焦透镜。
- 将激光束入射到M2MS-BP209x的通光孔径并对准。
- 在光束设置面板中打开位移台控制 37 主题。
- 使用位移台滑块设置0和200 mm的位置，然后按如上所述操作。

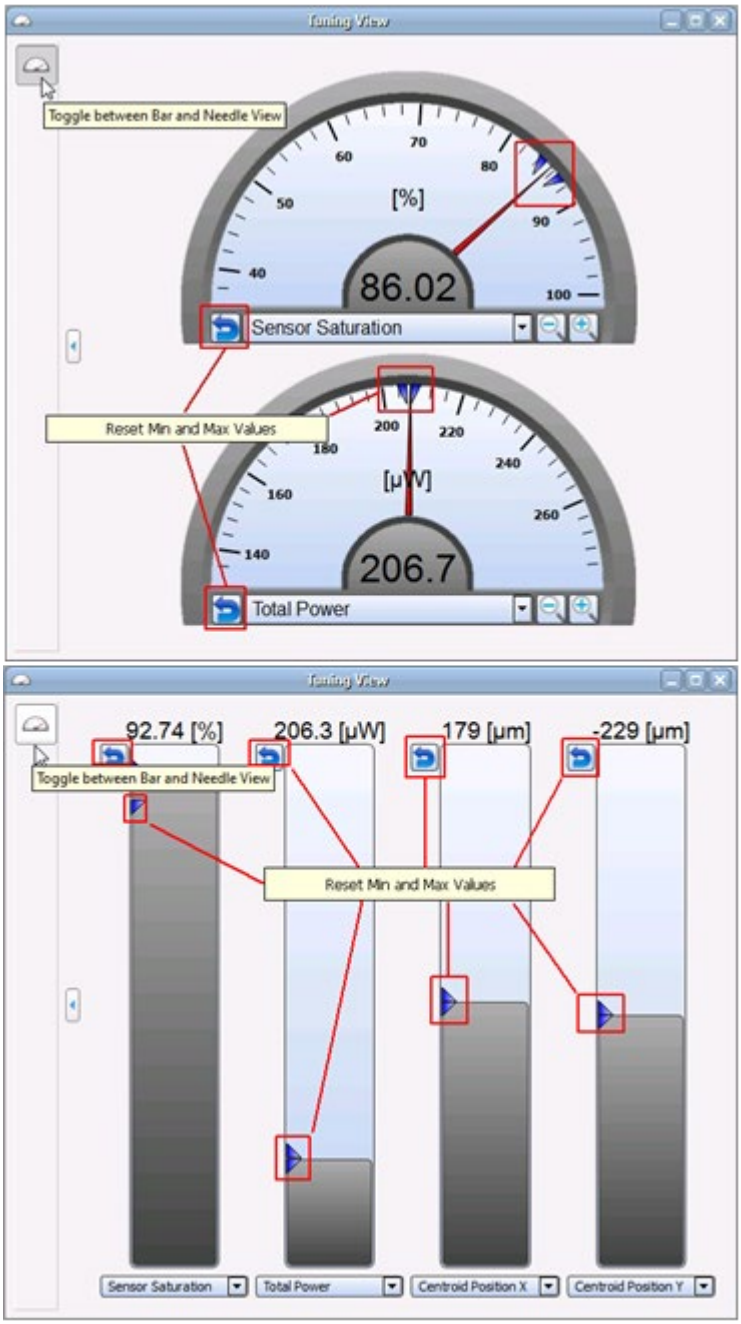
6.6.7 调节视图

调节视图子窗口能够以模拟方式显示可选值，有助于调整光学设置。

从菜单栏选择“窗口(Windows) → 调节视图(Tuning View)”或直接点击图标。调节视图可以显示2个指针刻度或4个条形图。每个刻度或图形可以分配给以下参数之一：

- 传感器饱和度
- 总功率
- 椭圆度
- 光束宽度4σ(X)
- 光束宽度4σ(Y)
- 峰值位置X
- 峰值位置Y
- 中心位置X
- 中心位置Y
- 椭圆直径最小值
- 椭圆直径最大值
- 光束宽度限幅X
- 光束宽度限幅Y

 © 2023 Thorlabs

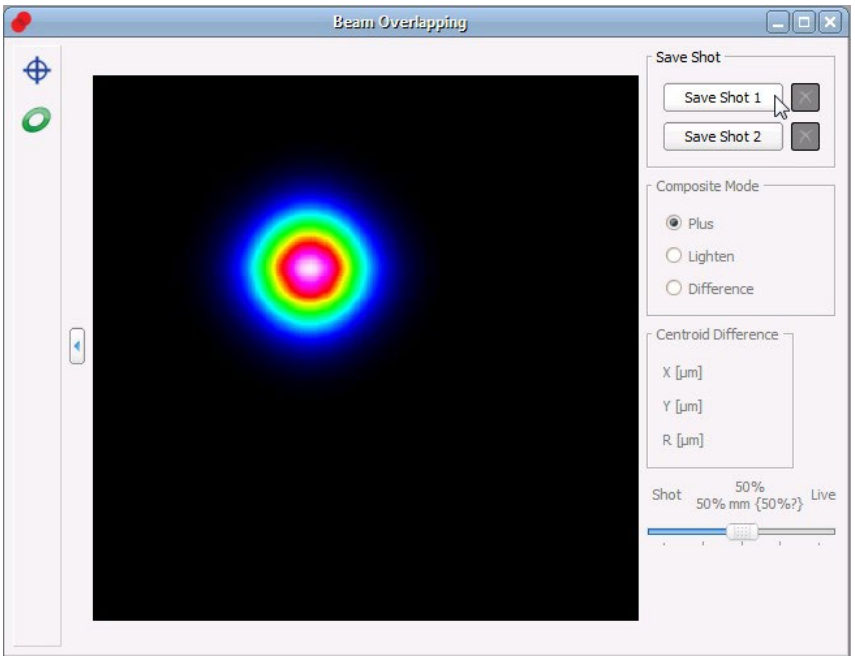


刻度上的最小值和最大值显示为蓝色三角形。可以使用上面标记的按钮将其重置。

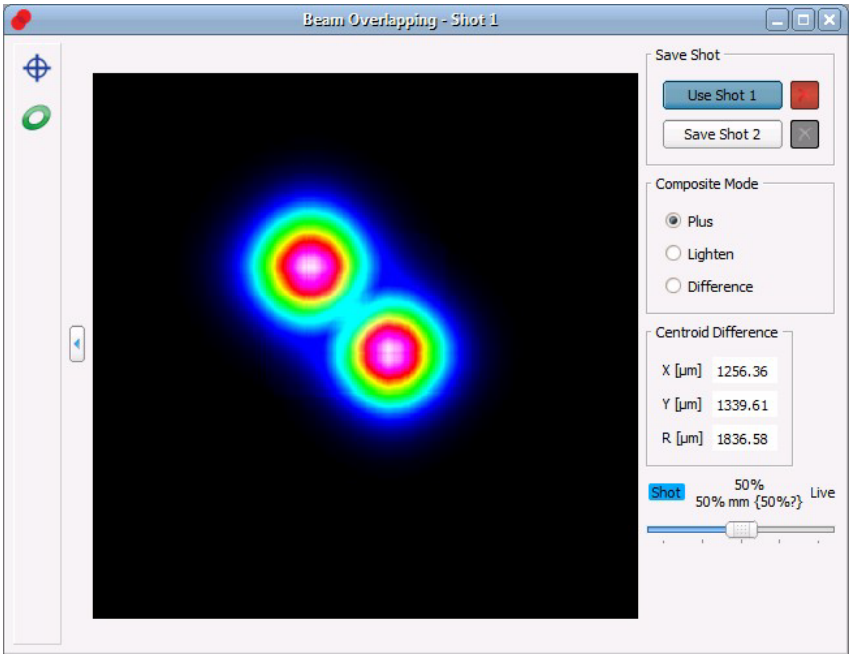
6.6.8 光束叠加

光束叠加(Beam Overlapping)工具用于调整光束的位置。例如，可以调整两个光源，使它们的光斑在某个位置重叠并且同心。

从菜单栏选择“窗口(Windows) → 光束叠加(Beam Overlapping)”或直接点击图标。



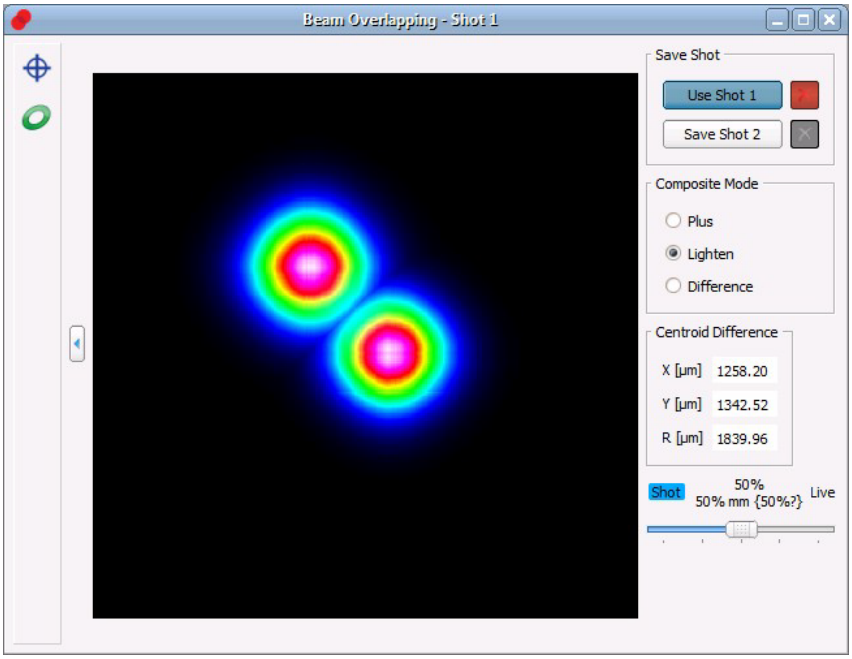
通过点击“保存拍摄1(Save Shot 1)”或“保存拍摄2(Save Shot 2)”拍摄参考位置的快照。软件立即开始将光束轮廓仪中的2D重建实时图像与拍摄的截图叠加在一起。重叠方法可以在“复合模式(Composite Mode)”中选择：



叠加“增强”

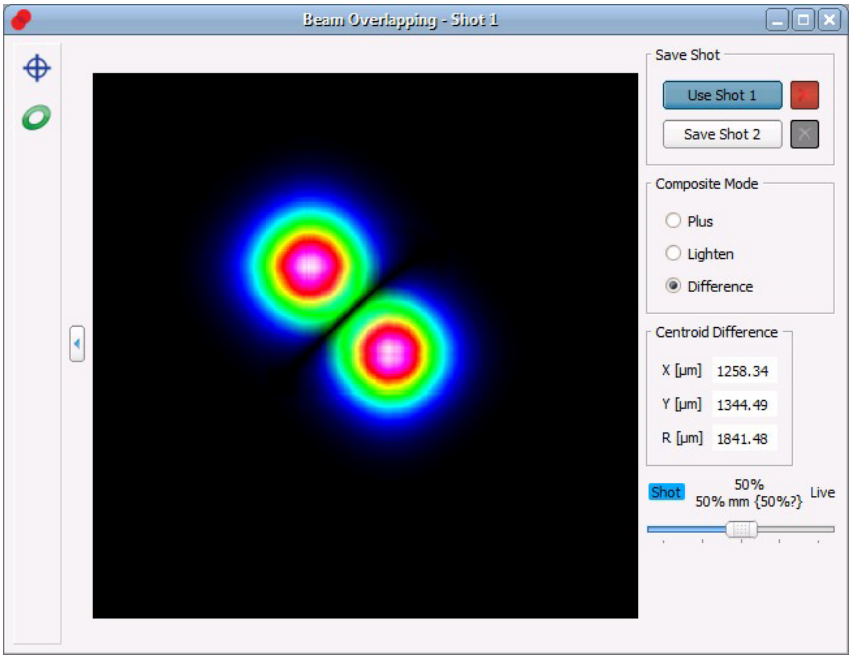
“增强(Plus)”模式增加截图和实时图像的强度。这种模式便于调节，尤其是对于低强度区域的调节。

 © 2023 Thorlabs



叠加"明亮"

“明亮(Lighten)”模式在叠加区域内仅显示强度较高的“像素”；截图和当前光束的强度未增加。



叠加"差值"

最后，“差值(Difference)”模式将强度相减。叠加区域中显示为黑色的区域越多，实时图像就与参考截图重合得越好。

截图和实时图像之间的中心偏移沿X轴和Y轴方向显示，R是这两个中心之间的绝对距离。

为了提高叠加区域的可视化效果，可以按25%的步长(滑动条)给截图和实时图像的强度加权。

6.6.9 绘图

Thorlabs Beam软件提供多个额外的绘图窗口来显示光束的特性:

位置绘图 56
功率绘图 57
直径绘图 58
高斯拟合绘图 58
环境数据绘图 60
光束稳定性 61

可以通过“**窗口(Windows)**”菜单访问所有绘图窗口，工具栏中也有**位置绘图**、**功率绘图**和**光束稳定性**的图标。可以使用“菜单栏 → 控制(Control) → 清空窗口(Clear Windows)”命令或 图标来清空绘图。

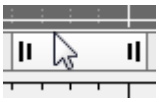
视图功能便于详细分析参数随时间的变化。

- **显示/隐藏**特定参数：相应按钮位于图表上方。
- **缩小**：按住鼠标左键并标记所需的图表区域。
- **撤消缩小**：右键点击图表以重现之前的状态。
- **放大图轴**

  将鼠标光标移至竖直或水平滚动条的边缘。光标变为⇳或⇔。按住鼠标左键，移动鼠标，就可以放大图轴的相应部分。右键点击此图即可返回默认视图。

- **平移图轴**

  将鼠标指针移至竖直或水平滚动条的中心，然后按住鼠标左键，就可以移动滑块以平移图表。使用还原按钮返回默认视图。

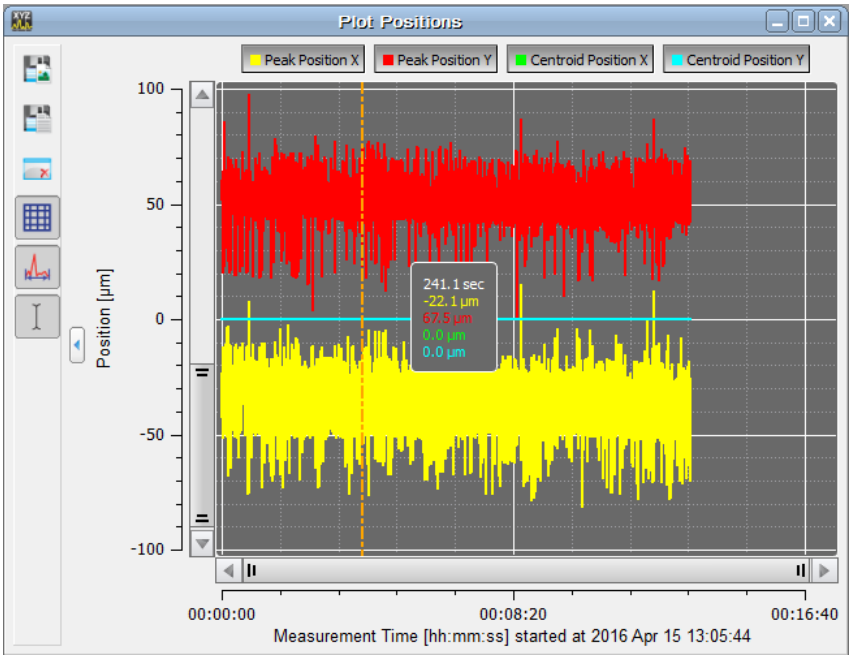
- **自动调节(Autoscale)**：左侧工具栏中的此按钮可将图表返回默认视图(自动调节)。
- **光标模式**：如果鼠标位置靠近竖直光标线，则鼠标光标变为⇼。按住鼠标左键，可以将光标线移动到图表内的某个位置。光标位置的当前数值以与曲线对应的颜色显示在光标旁边的矩形中。

下一节将详细说明各个绘图窗口。

 © 2023 Thorlabs

6.6.9.1 位置绘图

工具栏：，菜单栏：窗口(Windows) → 位置绘图(Plot Positions)

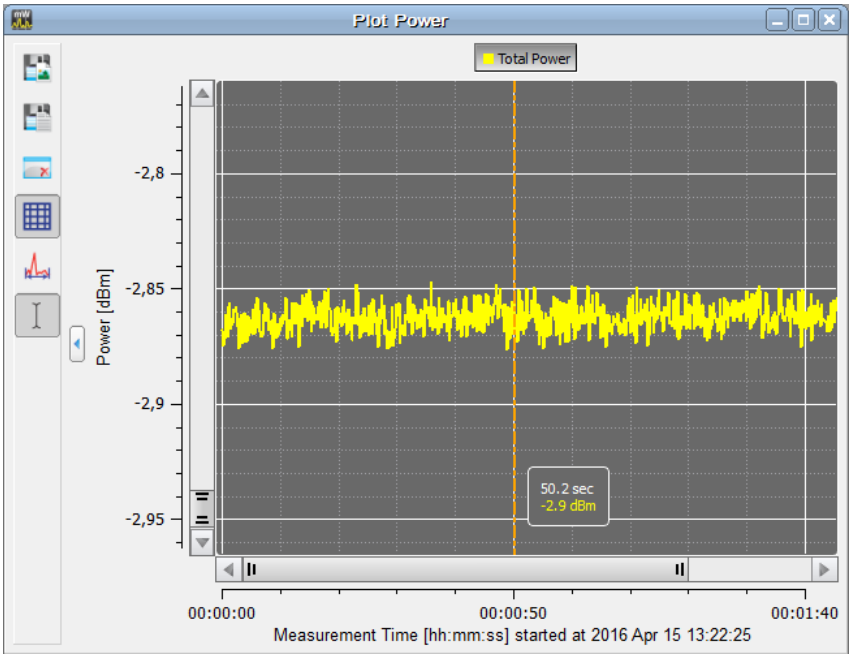


可以显示X轴和Y轴峰值位置以及X轴和Y轴中心位置随时间的变化。

工具栏图标	相关动作
	保存图表或图像：打开一个对话框，用来设置保存的图表或图像的属性。
	保存数据：打开一个对话框，用来设置保存的计算数据的属性。
	清空所有绘图
	显示或隐藏图表中的网格：
	自动调节开关
	显示或隐藏光标

6.6.9.2 功率绘图

工具栏：，菜单栏：窗口(Windows) → 功率绘图(Plot Power)



可以显示光束轮廓仪所测总功率随时间的变化。

提示

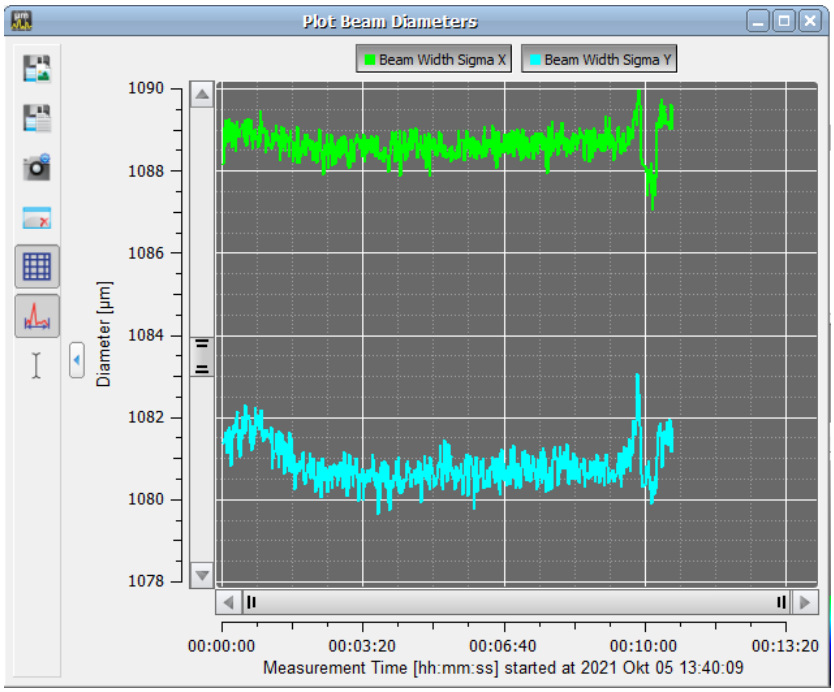
Thorlabs光束轮廓仪的功率显示未针对波长校准，而是基于所用光电二极管的典型响应曲线和手动输入的波长(请看光学配置/波长 27)。

工具栏图标	相关动作
	保存图表或图像：打开一个对话框，用来设置保存的图表或图像的属性。
	保存数据：打开一个对话框，用来设置保存的计算数据的属性。
	清空所有绘图
	显示或隐藏图表中的网格：
	自动调节开关
	显示或隐藏光标

 © 2023 Thorlabs

6.6.9.3 直径绘图

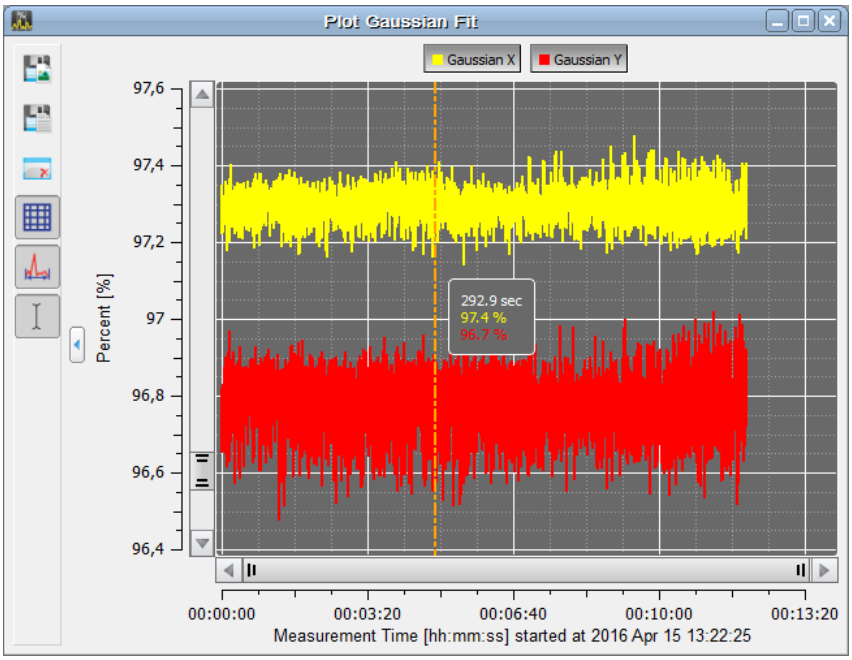
菜单栏：窗口(Windows) → 光束直径绘图(Plot Beam Diameters)



当用户调节设置时，直径绘图窗口显示光束直径随时间的变化，便于监测光束直径的行为。

6.6.9.4 高斯拟合绘图

菜单栏：窗口(Windows) → 高斯拟合绘图(Plot Gaussian Fit)



此窗口绘制高斯强度值曲线(请看计算结果 45)，这些值显示了拟合的决定系数。

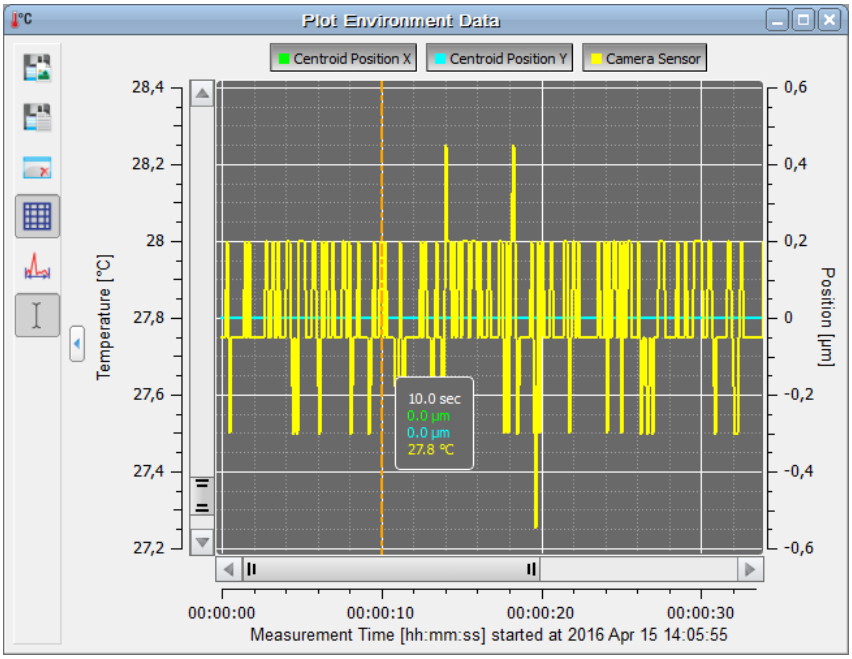
工具栏图标	相关动作
	保存图表或图像：打开一个对话框，用来设置保存的图表或图像的属性。

工具栏图标	相关动作
	保存数据：打开一个对话框，用来设置保存的计算数据的属性。
	清空所有绘图
	显示或隐藏图表中的网格：
	自动调节开关
	显示或隐藏光标

© 2023 Thorlabs

6.6.9.5 环境数据绘图

此窗口可以记录X轴和Y轴中心位置，以及外接Thorlabs TSP01温度传感器读数随时间的变化。

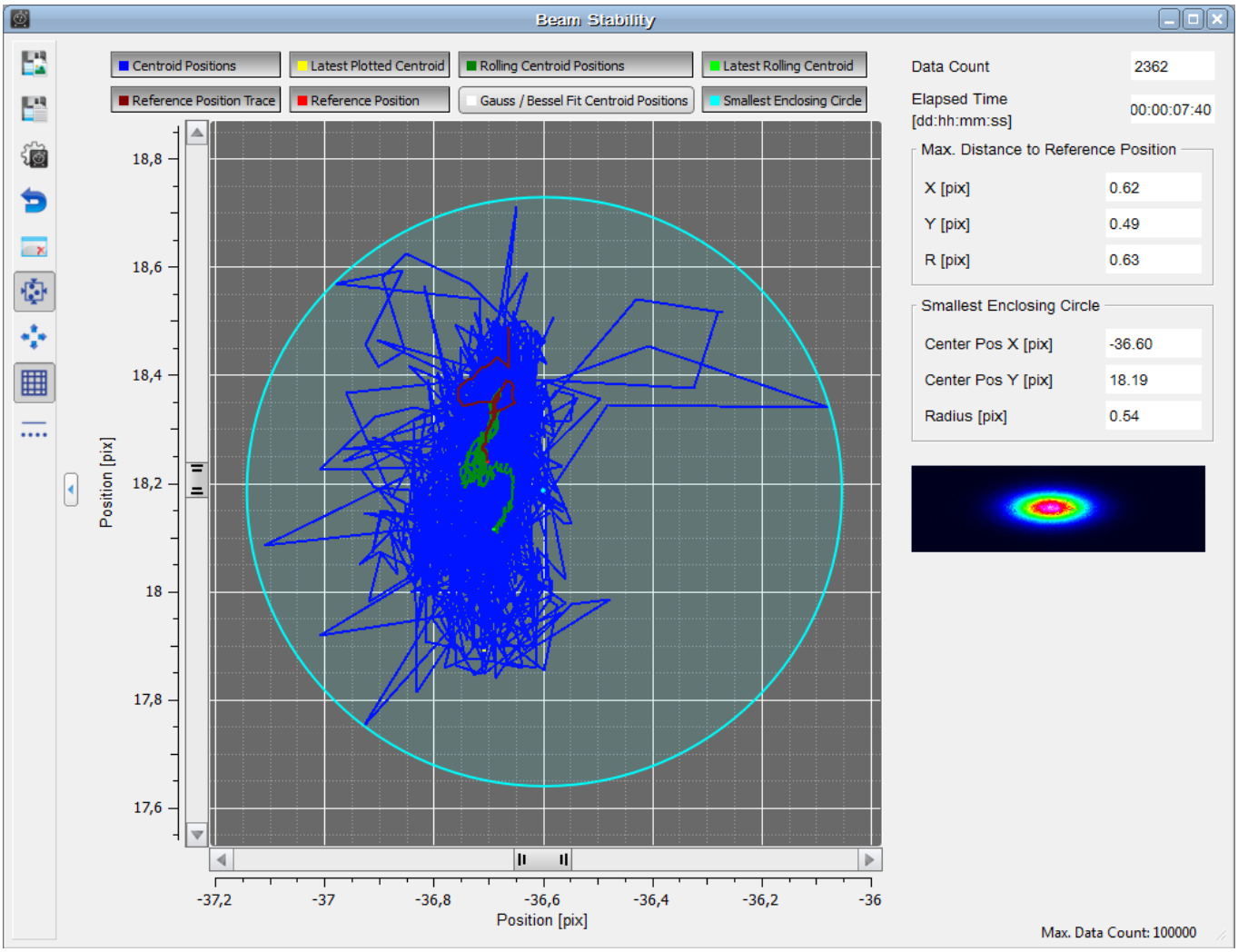


温度坐标轴位于左侧(黄色曲线)，中心位置坐标轴(蓝色和绿色曲线)位于右侧。

工具栏图标	相关动作
	保存图表或图像：打开一个对话框，用来设置保存的图表或图像的属性。
	保存数据：打开一个对话框，用来设置保存的计算数据的属性。
	清空所有绘图
	显示或隐藏图表中的网格
	自动调节开关
	显示或隐藏光标

6.6.9.6 光束稳定性

工具栏：，菜单栏：窗口(Windows) → 光束稳定性(Beam Stability)



此功能采用非常多样化的方式记录光束稳定性与时间的关系。通过启用多个绘图可以在图形显示中操作累积的数据：

Centroid Positions	用蓝线绘制中心位置的轨迹
Latest Plotted Centroid	用黄点表示最新的中心位置
Rolling Centroid Positions	用深绿色线绘制滚动平均中心位置 34 的轨迹
Latest Rolling Centroid	用亮绿色点表示最新的滚动平均中心位置
Reference Position Trace	用深红色线绘制参考位置 62 的轨迹
Reference Position	用亮红色点表示参考位置
Gauss_Bessel Fit Centroid Positions	绘制高斯/贝塞尔拟合中心位置
Smallest Enclosing Circle	在中心位置数据群周围绘制最小闭合圈
Centroid Positions	停止绘图
Centroid Positions	启用绘图

 © 2023 Thorlabs

大多数光束稳定性特征以数字形式给出:

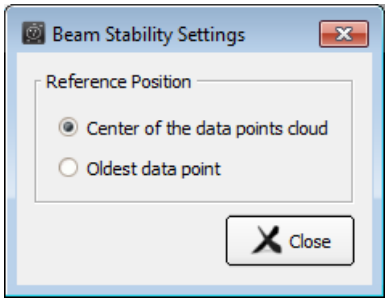
计数(Data Count)：显示的测量结果的实际计数。

运行时间(Elapsed Time)：自上次开始稳定性测量以来的时间。

到参考位置的最大距离(Max. Distance to Reference Position)以距离(X)、距离(Y)和径向距离(R)的形式给出。可以在设置对话框(见表格 62 下方)中将参考位置定义为最早中心位置或中心位置数据群的中心。

工具栏图标	相关动作
	保存图表或图像：打开一个对话框，用来设置保存的图表或图像的属性。
	保存数据：打开一个对话框，用来设置保存的计算数据的属性。
	显示设置对话框(请看下方)
	重置数据：仅清空光束稳定性数据
	停止并重新开始测量，清空所有累积的绘图数据
	设置缩放系数，使所有数据点都位于图表区域内
	缩小到整个探测器区域
	显示或隐藏图表中的网格：
	将结果显示为点或网格

设置对话框



参考位置：用于计算光束稳定性的参考。可以设置为数据群的中心(center of the data points cloud)或最早的数据点(oldest data point)

提示

想要显示的最大数据点数量、达到最大数据点数量后的操作以及两个数据点之间的时间间隔都可以在光束设置/随时间参数绘图 36 中设置。

7 操作说明

7.1 使用光束轮廓仪测量

操作BP209系列扫描式光束轮廓仪的一般准则

为了获得正确可靠的测量结果，建议遵循以下基本准则。

1. 利用安装板 12 上的螺纹将光束轮廓仪安装稳固。
2. 在Beam软件中:
   a. 输入正确的工作波长 27
   b. 执行功率校正 28
3. 确保在指定的功率范围 150 内操作仪器。
4. 对准待测光束，使其垂直于光束轮廓仪的正面。
5. 最大程度地减少进入光束轮廓仪孔径的环境光。

注意

请勿将任何东西插入光束轮廓仪的孔径中！因为没有玻璃或其他保护屏保护细薄的狭缝箔片、电机轴承和/或转筒。
防止灰尘或其他污染物进入孔径！
请保持光束功率低于限定的功率，以免损坏仪器！

软件性能优化

在“设备选择”面板中选择BP209系列仪器后，设备就以连续模式开始测量。如果要详细分析最后一张图像捕获的光束轮廓，可以停止连续测量模式。而且，停止连续采集图像数据后，用户与GUI的交互将更加流畅。

光束轮廓仪的测量速度取决于各种设备设置，比如扫描速率(转筒的旋转速度)、目标分辨率、放大器的增益和带宽。同样，为查看测量结果而打开的子窗口数量，以及待计算的有效数字参数的数量，都可能会降低可用的显示更新率，具体取决于PC的性能。

提示

为了获得准确的测量结果(功率值、M^2结果)，必须输入正确的波长。Thorlabs光束轮廓仪未针对波长校正功率。功率计算基于所用探测器的典型响应度曲线和手动输入的波长(请看光束设置/光学配置 27)。

7.1.1 操作仪器

请确认光束轮廓仪连接到PC，并且已经按照连接PC章节所述正确安装了驱动程序。

启动初始程序后，GUI打开并显示光束设置 26 面板、计算结果 45 、2D重建 40 和3D轮廓 42 。子窗口 39 可以通过菜单栏“窗口(Windows)”或主窗口工具栏中的图标打开和关闭。可以根据需要调整活动窗口的大小和排列方式。

 © 2023 Thorlabs

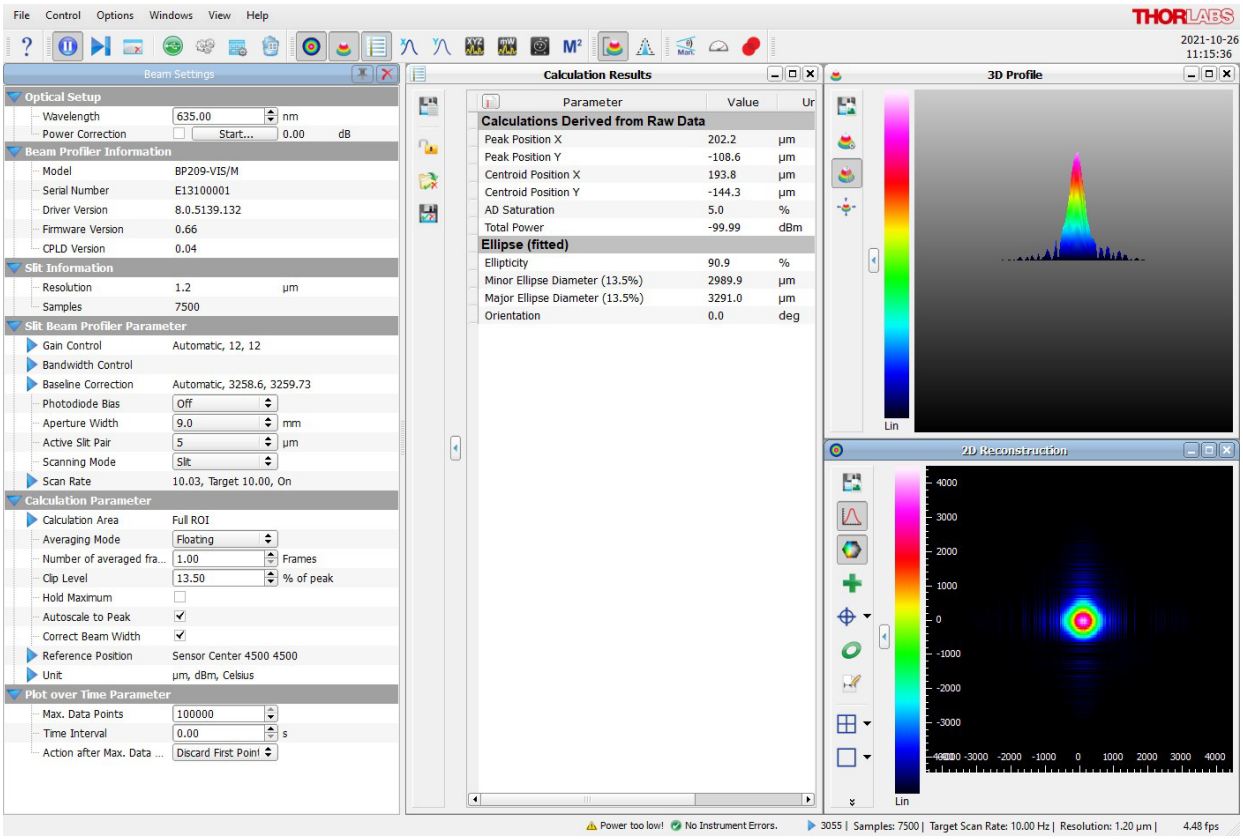
识别出的光束轮廓仪将自动连接，并开始连续采集图像。

如果启动应用程序过程中识别出多个设备，则将连接并启动第一个识别的设备。请看启动应用程序 14部分了解选择不同设备的方法。

如果首次启动Beam软件，请**验证**光学配置 27中的设置。有关硬件设置的更多详细信息，请看狭缝式光束轮廓仪参数 30。

提示

退出BEAM软件时，会保存子窗口的配置。下次打开BEAM软件时，会恢复这些窗口以及它们上次的位置和外观。另外，重启BEAM应用程序时，将恢复最近的设备选择以及最近在设置面板中所做的设置。

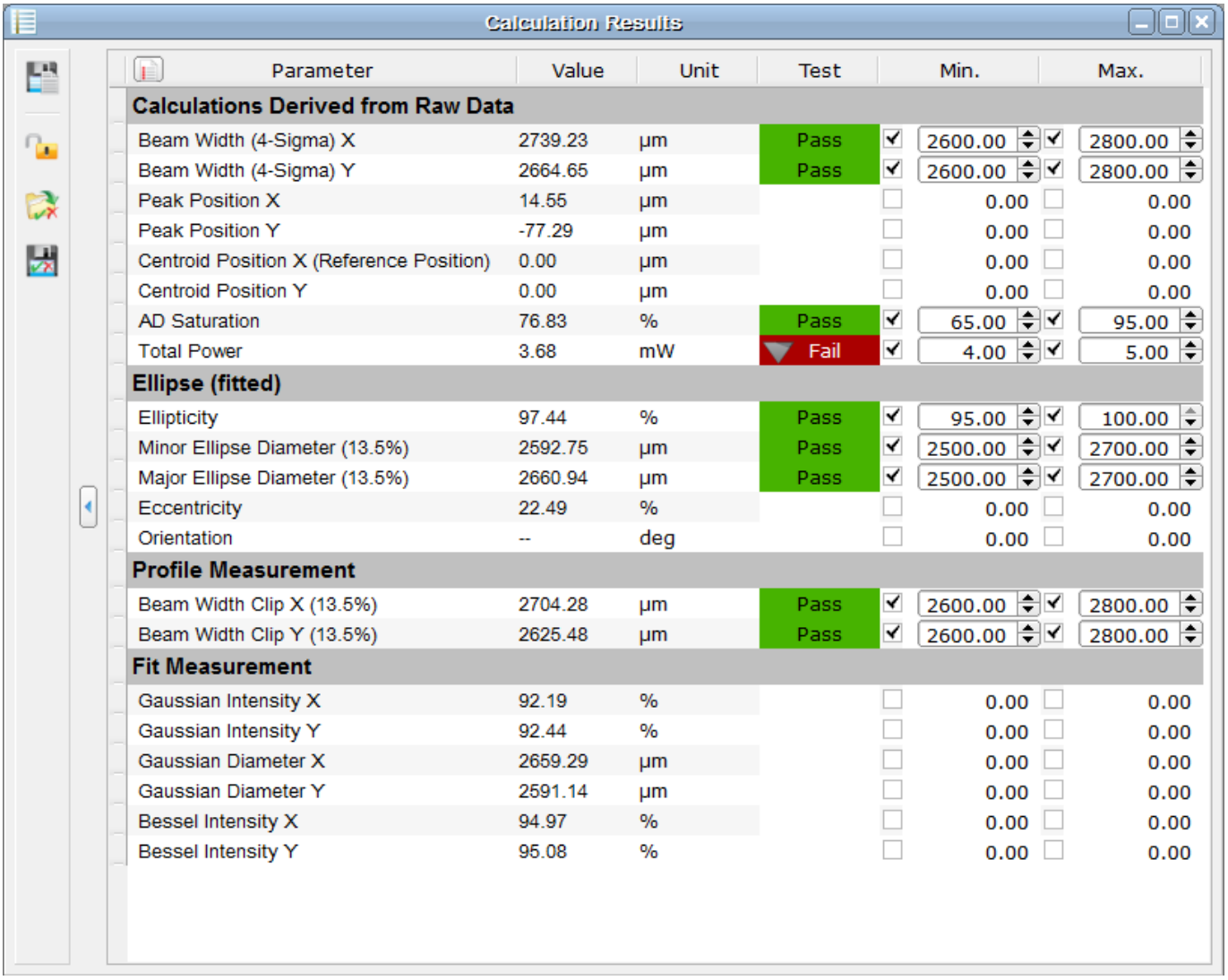


子窗口2D重建 40以灰度或彩色刻度显示整个探测器区域上测得的强度分布，而3D轮廓 42则是在第三个维度(Z轴刻度)上绘制光束强度。数值计算结果显示在相应的计算结果 45窗口。可以通过点击计算结果 45窗口左上角的  图标选择要计算的参数。

子窗口的所有内容，包括可用选项，都在子窗口 39章节有相关说明。

7.1.2 Pass/Fail测试

计算结果面板包含Pass/Fail测试，以便可重复地评估光束。



Parameter	Value	Unit	Test	Min.	Max.
Calculations Derived from Raw Data					
Beam Width (4-Sigma) X	2739.23	µm	Pass	2600.00	2800.00
Beam Width (4-Sigma) Y	2664.65	µm	Pass	2600.00	2800.00
Peak Position X	14.55	µm		0.00	0.00
Peak Position Y	-77.29	µm		0.00	0.00
Centroid Position X (Reference Position)	0.00	µm		0.00	0.00
Centroid Position Y	0.00	µm		0.00	0.00
AD Saturation	76.83	%	Pass	65.00	95.00
Total Power	3.68	mW	Fail	4.00	5.00
Ellipse (fitted)					
Ellipticity	97.44	%	Pass	95.00	100.00
Minor Ellipse Diameter (13.5%)	2592.75	µm	Pass	2500.00	2700.00
Major Ellipse Diameter (13.5%)	2660.94	µm	Pass	2500.00	2700.00
Eccentricity	22.49	%		0.00	0.00
Orientation	--	deg		0.00	0.00
Profile Measurement					
Beam Width Clip X (13.5%)	2704.28	µm	Pass	2600.00	2800.00
Beam Width Clip Y (13.5%)	2625.48	µm	Pass	2600.00	2800.00
Fit Measurement					
Gaussian Intensity X	92.19	%		0.00	0.00
Gaussian Intensity Y	92.44	%		0.00	0.00
Gaussian Diameter X	2659.29	µm		0.00	0.00
Gaussian Diameter Y	2591.14	µm		0.00	0.00
Bessel Intensity X	94.97	%		0.00	0.00
Bessel Intensity Y	95.08	%		0.00	0.00

每个参数都可以设置一个最小值和/或最大值作为标准。
勾选**Min.**或**Max.**列前的复选框，可以将Pass/Fail测试标准设置为“不低于最小值”、“不高于最大值”，同时勾选这两列前的复选框，则可以将其设置为“介于最小值和最大值之间”。
测试结果将显示在**Test**列中，仅针对设置了测试标准的那些参数：

Pass	符合所选的测试标准；测试通过
Fail	低于测试标准**Min.**；测试失败
Fail	高于测试标准**Max.**；测试失败

提示

根据定义，椭圆光束有长轴和短轴。对于Pass/Fail测试，根据椭圆的短轴和长轴直径输入最小值和最大值。按照上面的示例，“通过”范围是：

- 短轴直径必须在**Min.** = 2500与**Max.** = 2700 µm之间
- 长轴直径必须在**Min.** = 2500与**Max.** = 2700 µm之间

仅当同时满足这两个条件时，测试才通过。

 © 2023 Thorlabs

Pass/Fail测试设置与结果处理

工具栏图标	相关动作
	保存计算结果
	锁定/解锁测试参数
	载入测试参数配置
	保存测试参数配置

保存计算结果会打开一个对话框，以输入文件属性(名称、格式、注释)。详情请看计算结果 47部分。

锁定：默认情况下不锁定Pass/Fail测试参数。也可以锁定，以防修改Pass/Fail测试中包含的边界和参数。此外，也可以输入密码保护锁定。

提示

密码只能输入一次，且不能更改！如有疑问，请联系Thorlabs 162寻求解决方案。

载入/保存测试参数配置

计算结果工具栏的**载入**和**保存**按钮可以加载和保存Pass/Fail测试的配置。

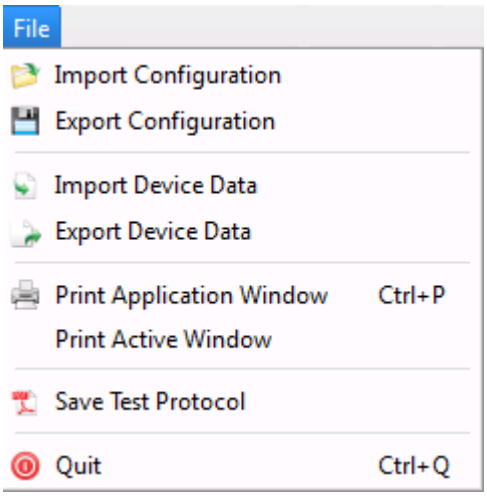
为了在下一次会话中自动重建Pass/Fail测试配置，请将参数保存到测试参数配置文件中。此文件将在下次启动应用程序时加载。如果保存了多个配置文件，则将自动加载最近保存的文件。

如要从文件加载测试参数，请点击“加载测试参数”按钮，然后选择测试参数配置文件。

7.1.3 保存测量结果

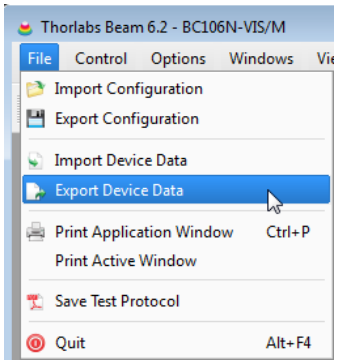
除了保存计算结果 47，Beam软件还可以：

- 导出设备数据 67
- 打印窗口 69
- 保存测试报告

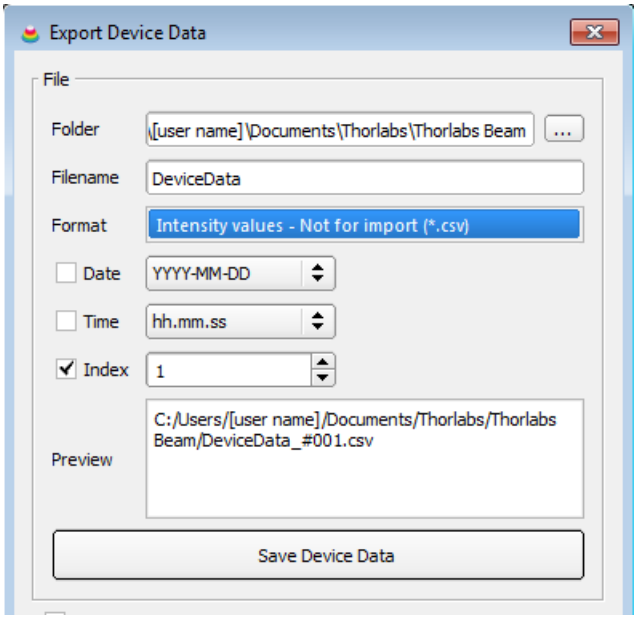


7.1.3.1 导出设备数据

如要将数据导出到以分隔符分离的文本文档或导出图像，请从菜单中选择“文件(File)→导出设备数据(Export Device Data)”。



将打开一个对话框，询问文件类型以及保存文件的路径。



选择所需的路径和文件名

 © 2023 Thorlabs

强度值文本矩阵

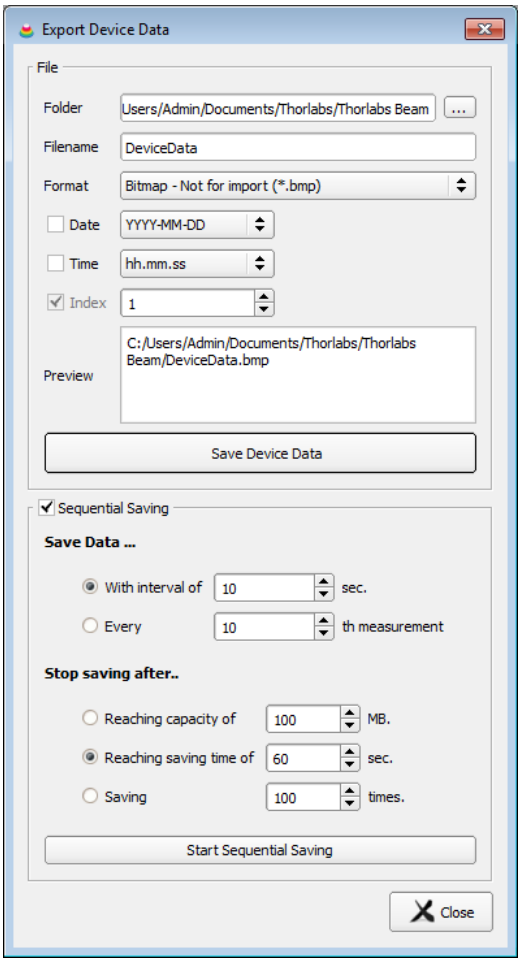
这是CSV(comma separated values)文件格式。注释“Not for import”仅与导入到Beam软件有关：不能导入数据文件重建光束轮廓。

强度值保存到带有文件头的文本矩阵中：

Thorlabs Beam			
Version: 8.0.5152.310			
Date: 26.10.2021			
Time: 11:31:25			
Device: BP209-VIS/M			
S/N: E13100001			
ScanRate [Hz]: 10.0003			
Gain X: 5			
Gain Y: 5			
Bandwidth X [kHz]: 125.002			
Bandwidth Y [kHz]: 125.002			
Base Level X [digits]: 3267.12			
Base Level Y [digits]: 3266.16			
Wavelength [nm]: 635			
Pos X [µm]	X	Pos Y [µm]	Y
0	2.79e+01	0	8.84e+00
120.933	-6.12e+00	120.933	-5.02e+01
241.866	1.09e+01	241.866	1.68e+01

连续保存

可以使用**导出设备数据(Export Device Data)**面板底部的连续保存功能，按序重复导出上述测量数据。此功能为每个数据集生成一个文件，并通过附加递增的索引号来创建扩展文件名。起始索引号可以在1到10000之间自由选择。每次保存测量后，索引加1。



- 选择目标**文件夹**(请看预览面板)
- 输入基本文件名
- 选择导出格式
- 添加日期和/或时间(选填)
- 选中**索引**框并确定起始索引号
- 选中“**连续保存**”框
- 保存数据……选择一个

→ 两个记录之间的时间间隔(1到10^6 sec)

或

→ 每n次测量记录一次(n = 1到10^5)

- 在……之后停止保存确定何时终止连续保存：

→ 达到一定的文件大小(1到100 MB)之后

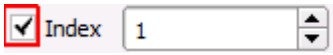
→ 达到一定的记录时间(1到10^6 sec)之后

→ 达到一定数量的数据集(1到10^5)之后

- 点击“开始连续保存”

注意

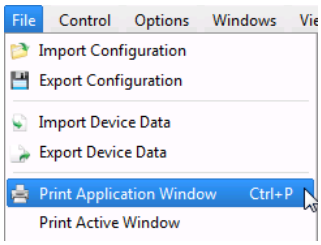
对于连续保存，索引值会附加到所选文件名。确保勾选了“索引”复选框。



选中“**连续保存(Sequential Saving)**”框后，会自动启用索引。

7.1.3.2 打印窗口

选择“文件(File) → 打印应用程序窗口(Print Application Window)"或"文件(File) → 打印当前窗口(Print Active Window)”以打印相应窗口的截图。



如果安装了PDF生成软件，则屏幕截图也可以打印为PDF文件。

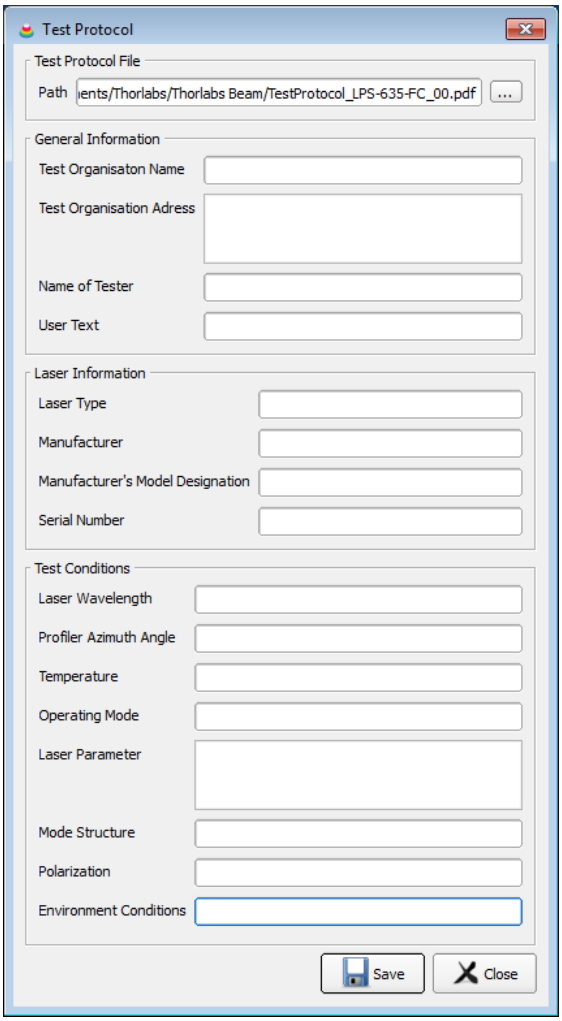
 © 2023 Thorlabs

7.1.3.3 保存测试报告

如要将测试报告保存为pdf格式，请选择“文件(File) → 保存测试报告(Save Test Protocol)”。



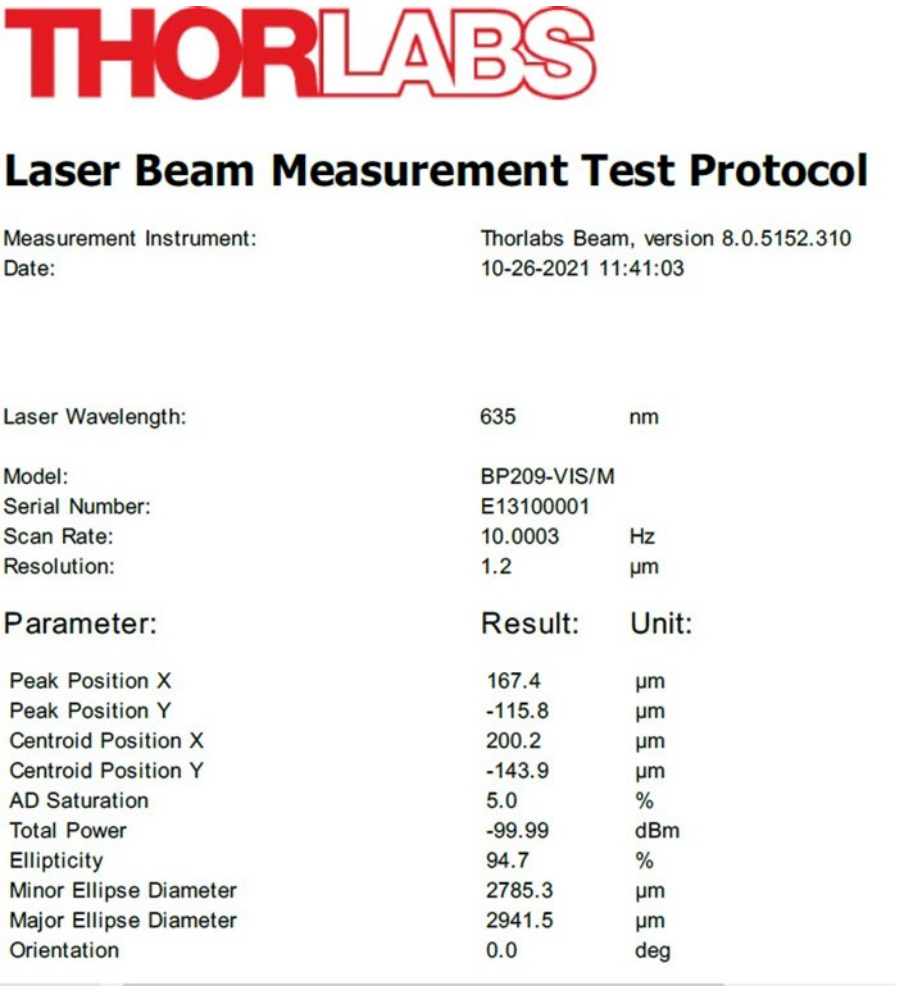
打开一个对话框：



这里可以输入其他信息，以便与测试报告一起保存。

测量结果将保存到压缩的测试报告中。它包含光束轮廓仪数据和设置以及选择的数值计算结果 45。如果打开了2D重建和3D轮廓窗口，这些图表也将包括在内。

例如：



THORLABS

Laser Beam Measurement Test Protocol

Measurement Instrument:	Thorlabs Beam, version 8.0.5152.310
Date:	10-26-2021 11:41:03

Laser Wavelength:	635	nm
Model:	BP209-VIS/M	
Serial Number:	E13100001	
Scan Rate:	10.0003	Hz
Resolution:	1.2	µm

Parameter:	Result:	Unit:
Peak Position X	167.4	µm
Peak Position Y	-115.8	µm
Centroid Position X	200.2	µm
Centroid Position Y	-143.9	µm
AD Saturation	5.0	%
Total Power	-99.99	dBm
Ellipticity	94.7	%
Minor Ellipse Diameter	2785.3	µm
Major Ellipse Diameter	2941.5	µm
Orientation	0.0	deg

 © 2023 Thorlabs

7.1.4 脉冲激光源

虽然一般使用Thorlabs BC207系列相机式光束轮廓仪测量脉冲激光束的轮廓，但BP209系列光束轮廓仪也可用于这类应用。

可以使用与CW激光器相同的方法测量具有高重复率和短脉冲持续时间的脉冲激光源。飞秒激光器是一个典型实例，重复频率高达100 MHz，脉冲持续时间低于100 fs。

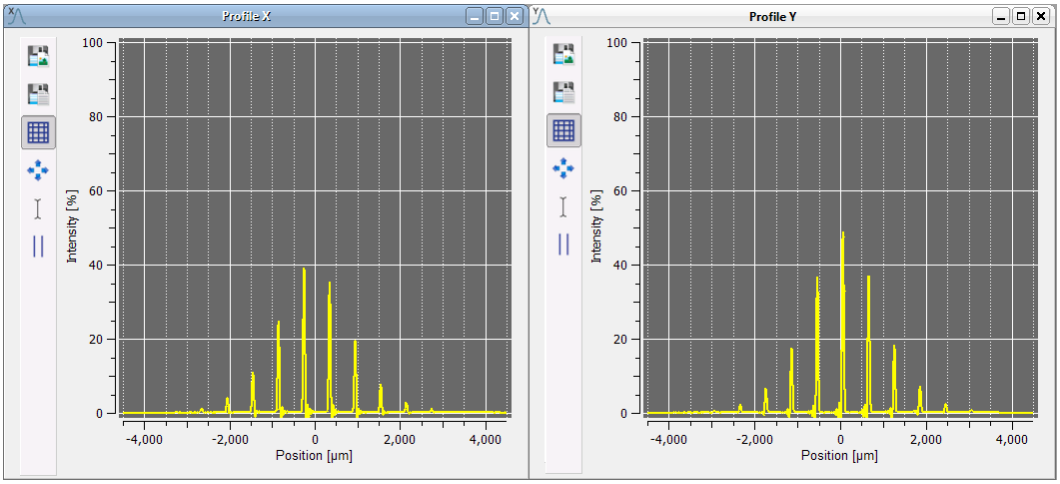
在这种情况下，光电二极管电流放大器由于带宽有限而“看不到”脉冲序列，把它当作CW信号。如果重复频率的量级是数十kHz，则情况会有所不同。下面给出了2个示例，用于说明如何更好地设置光束轮廓仪。

使用的激光系统

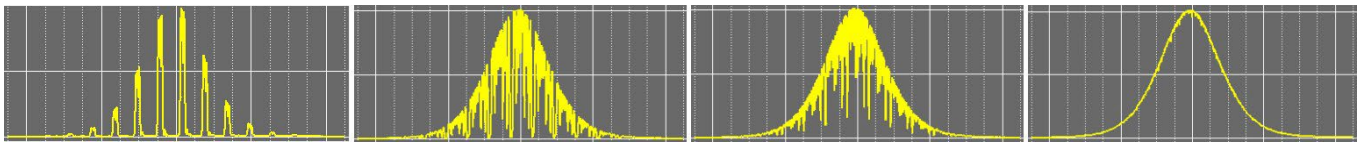
- Thorlabs LPS-635-FC带尾纤和可调准直器的激光二极管
- QCW模式的Thorlabs ITC4001控制器(f_{rep} = 1kHz，t_{pulse} = 100µs)

扫描速率设置

扫描速率可以在2.0至20 Hz之间设置，因此不能设置为等于脉冲重复频率。在上述情况下，如果将扫描速率设置为10Hz，则每100个脉冲扫描一次。由于重复频率高，因此还将显示之前和之后的脉冲：



如果设置扫描速率，让脉冲在每次X轴和Y轴扫描时产生错位(即，脉冲重复频率不是扫描速率的整数倍)，打开记录最大值 功能，软件将累积后续几个脉冲的峰值强度，最后显示光束轮廓——但是，这是多个后续脉冲的平均轮廓。



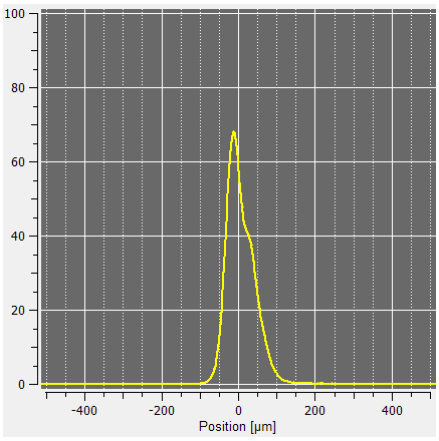
提示

用户应该决定何时可以考虑完成包络线形状的平滑处理。

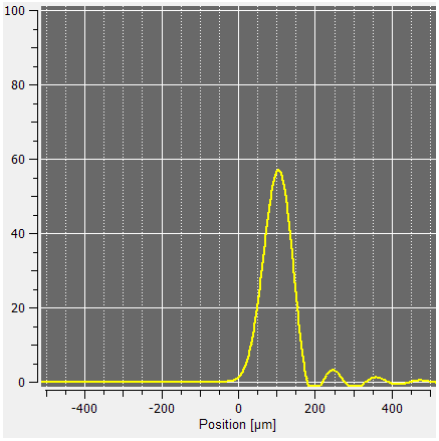
带宽设置

建议手动设置带宽。这是测量CW信号时同样适用的准则——光束直径越小，所需的带宽就越高：因为狭缝扫描小光束直径时会导致光电二极管的电流脉冲较短。如果将带宽设置得太低，则会延迟光电二极管电流的上升沿，且下降沿会过冲。这就人为降低了峰值幅度。

下面130 µm光束的X轴轮廓说明了这一点：

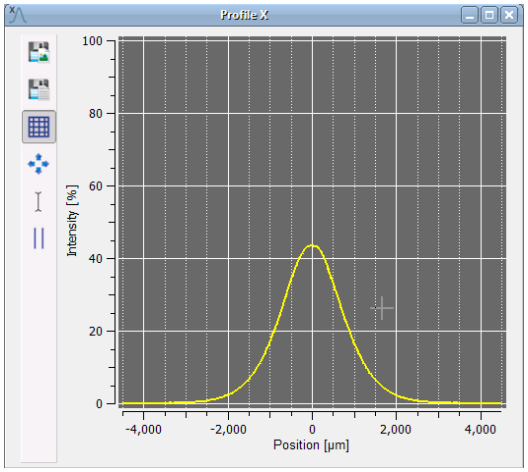


Bandwidth - 125 kHz

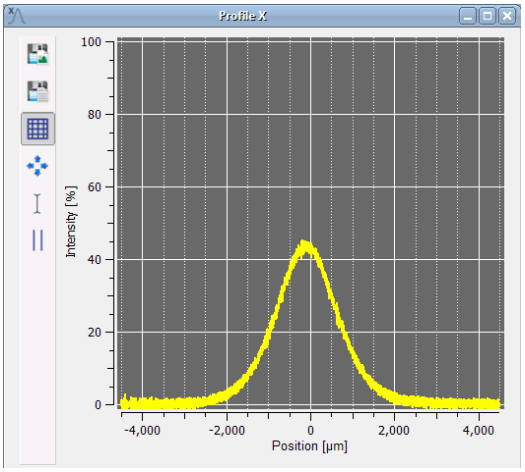


Bandwidth - 16 kHz

在较大的光束直径下，带宽较高会导致噪声水平更高——这点在下面这个约3 mm的光束测量中可以看出：



Bandwidth 16 kHz



Bandwidth - 125 kHz

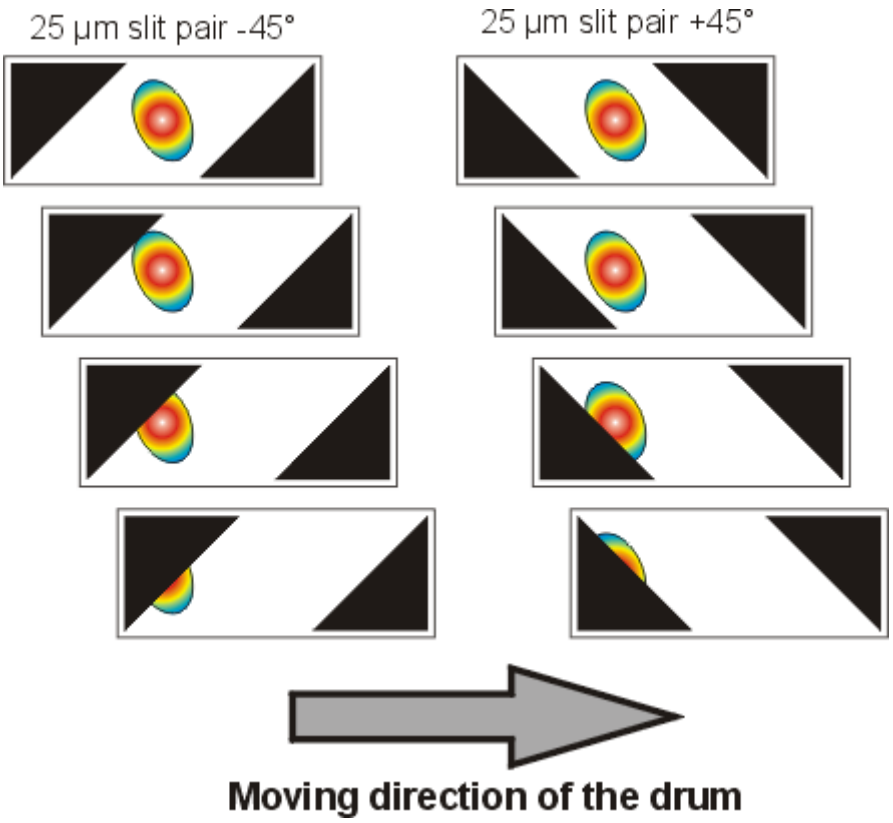
增益指数

对于脉冲激光器，建议手动设置增益指数，以免放大器饱和。

 © 2023 Thorlabs

7.1.5 刀口模式

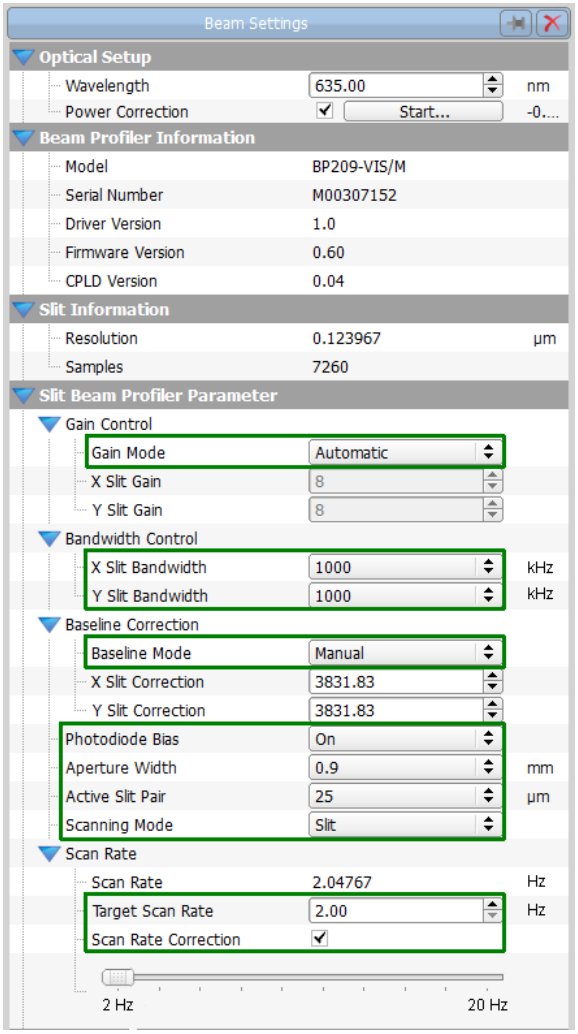
使用5 µm狭缝对，可以采用标准的狭缝扫描法测量最小为20 µm的光束直径。对于直径小于20 µm的光束，BP209提供与25 µm狭缝对配合使用的刀口模式。由于光束直径小于狭缝宽度，因此在扫描过程中，光束的不同部分会通过狭缝并入射到光电二极管上。这样，测得的功率从零增加到总光束功率，短暂地保持在此水平，随后又下降到零。



由于可以精确知道转筒的位置，因此可以以良好的分辨率重建X轴和Y轴方向上的原始光束轮廓。

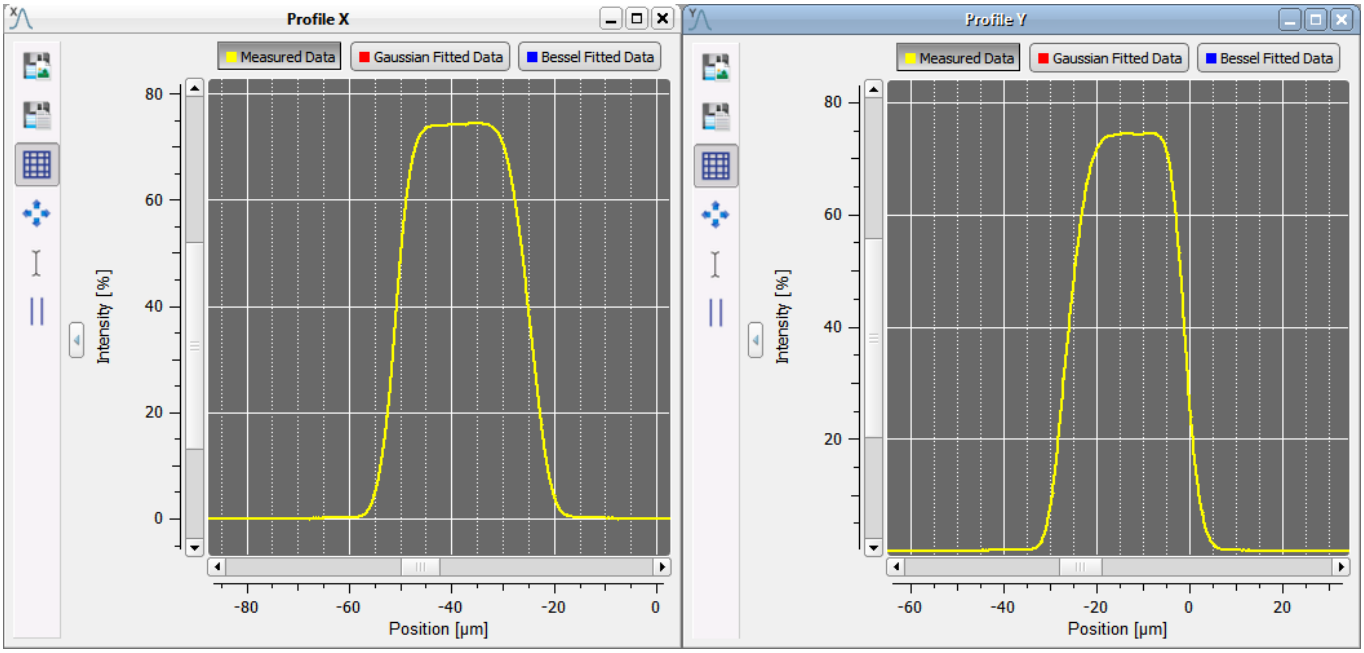
刀口模式需要良好的光束对准——光束应尽可能靠近中心入射到探测器。此外，必须将光束轮廓仪设置为最大分辨率，即最小扫描速度和最大带宽。

准备



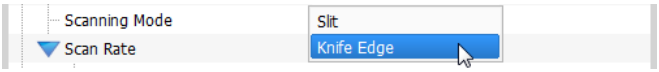
- 将增益模式(Gain Mode)设置为“**自动(Automatic)**”。
- 将X轴和Y轴狭缝带宽(Slit Bandwidth)设置为“**1000 kHz**”。
- 将基线模式(Base Line Mode)设置为“**手动(Manual)**”。
- 将光电二极管偏压(Photodiode Bias)设置为“**On**”——可以缩短光电二极管的上升/下降时间。
- 将孔径宽度(Aperture Width)设置为“**0.9 mm**”——软件仅使用探测器中心的Ø0.9 mm区域进行计算。
- 将有效狭缝对(Active Slit Pair)设置为“**25 µm**”。
- 将扫描模式(Scanning Mode)设置为“**狭缝(Slit)**”，用于对准。
- 将扫描速率(Scan Rate)设置为“**2 Hz**”。
- 启用扫描速率校正。

启用X轴和Y轴轮廓。

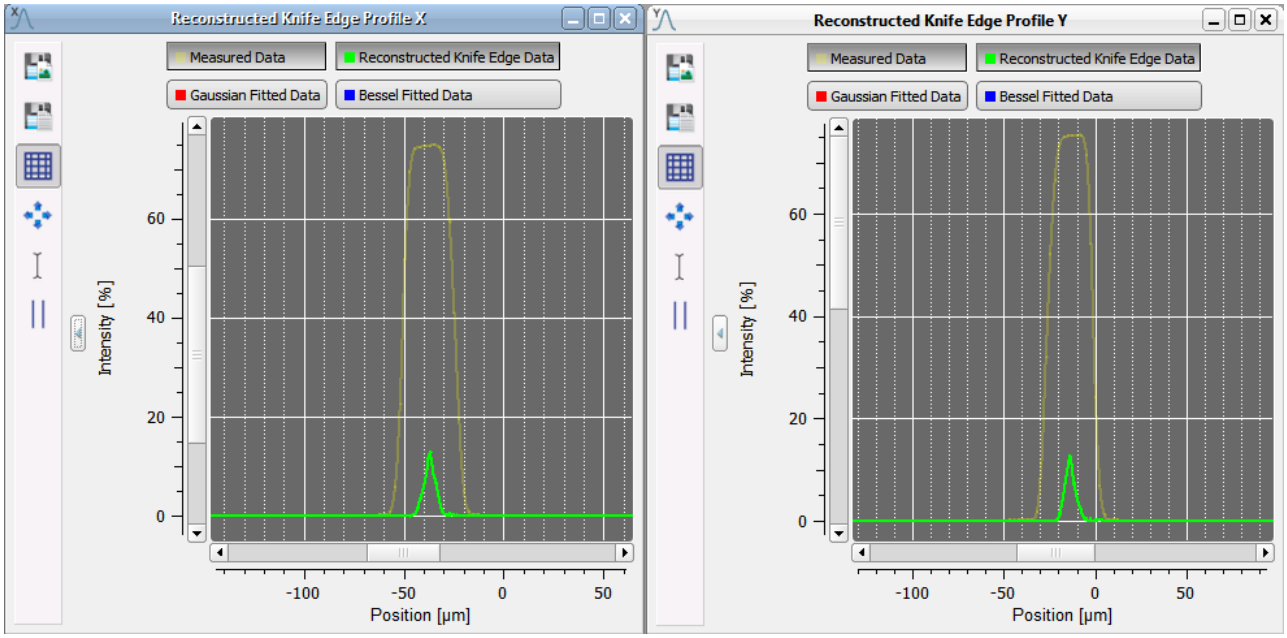


禁用高斯和贝塞尔拟合并放大轮廓。正确对准时轮廓的幅度最大并且顶端平坦。顶端平坦是由于光束尺寸较小并且使用了25 µm狭缝(请看上面的屏幕截图)。然后在设备设置对话框中将扫描模式切换到刀口模式：

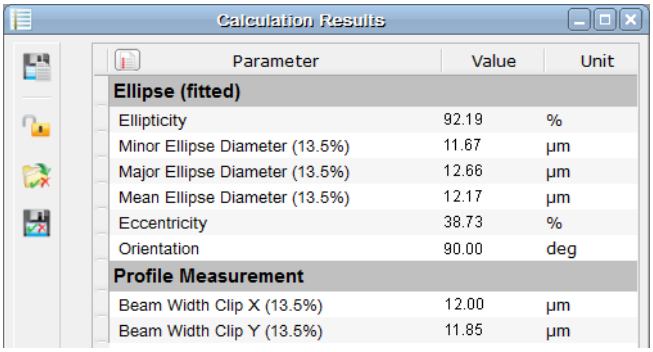
 © 2023 Thorlabs



出现两个新的子窗口(它们最初可能会相互重叠)，显示X轴和Y轴的重构刀口轮廓(绿色曲线)，以及使用常规狭缝扫描法获得的测量数据(暗黄色曲线):



数字结果窗口显示光束参数:



Parameter	Value	Unit
Ellipse (fitted)		
Ellipticity	92.19	%
Minor Ellipse Diameter (13.5%)	11.67	µm
Major Ellipse Diameter (13.5%)	12.66	µm
Mean Ellipse Diameter (13.5%)	12.17	µm
Eccentricity	38.73	%
Orientation	90.00	deg
Profile Measurement		
Beam Width Clip X (13.5%)	12.00	µm
Beam Width Clip Y (13.5%)	11.85	µm

7.2 测量光束质量(M²)

光束质量(Beam Quality)面板可以通过菜单栏的**窗口(Windows)**或点击工具栏 M² 图标打开。

7.2.1 概述

M^2值是衡量光束质量的重要指标。这个规格在激光行业中广泛使用，它的测量方法在ISO 11146标准中也有相应的说明。它在描述真实激光束的发散度和聚焦能力(最小聚焦直径)时特别有用。

有关光束质量的更多详细信息，请看M²理论 130。

光束质量

根据**ISO 11146**标准执行的光束传播测量使用单个参数来描述光束质量，这个参数可以是**衍射极限倍因子M^2**或**光束质量$K = 1/M^2$**(也称为*光束质量因子*或*光束传播因子*)。

虽然光束质量K与质量水平成正比(K=1最佳，K越小表示质量越差)，但它的倒数M^2(M^2=1最佳，M越大，表示质量越差)更常用。

请不要混淆光束质量(**K≤1**)和衍射极限倍因子(M^2=1)。

衍射极限

最小束腰直径的理论极限值d_0被称为**衍射极限**，它与波长λ和光束发散角θ相关，束腰不能小于这个值。

M^2表示所测光束的衍射极限与理想高斯光束衍射极限的接近程度。数学公式表示为光束参数乘积d_0*θ。对于质量较差的光束， d_0*θ的乘积随因数M^2增大。

$$d_0\theta \rightarrow M^2 d_0\theta$$

这里，d_0是焦点处的束腰，θ是发散角。

M^2也可以表示为

- 所测光束的束腰直径d_0与理想高斯光束(TEM_{00})的束腰直径之比(在相同的发散角θ下)。
- 所测光束的发散角θ与理想高斯光束(TEM_{00})的发散角之比(在相同的束腰直径d_0下)，

光束质量较差是光束不均匀等激光缺陷导致的，以致出现更高的横模。

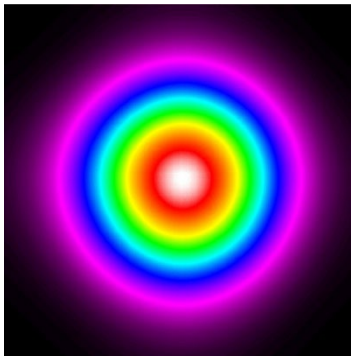
 © 2023 Thorlabs

如何测量光束质量

如果仅存在基模TEM_{00}(具有理想的高斯形状)，则具有衍射极限束腰尺寸的理想光束质量(K=1, M^2=1)是可能实现的。较高模态的存在会降低光束质量，从而导致束腰直径较大。通常，非高斯光束轮廓易于发现这种失真现象。

但是在许多情况下，多个高阶模式以一定方式分布，也能产生近似高斯形状的光，不过光束质量却很差。

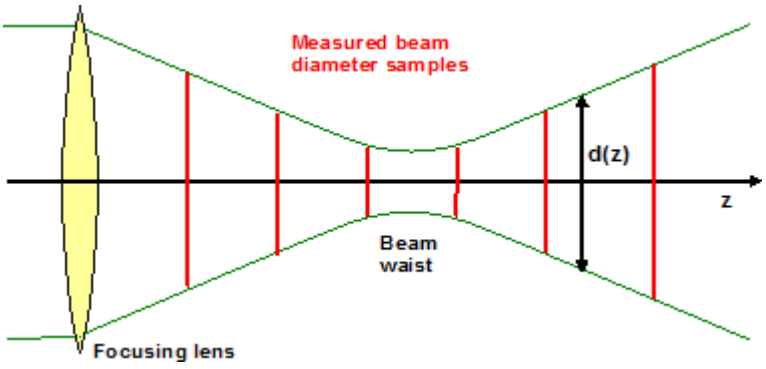
以下示例显示了具有近乎完美的高斯形状的光束，但同时具有多种模式，以至于光束质量较差 M^2 = 1.79。



提示

近高斯形状并不表示光束质量高！因此，光束轮廓仪单次测量的光束形状无法正确表征光束质量。

虽然单次光束轮廓分析结果不能衡量光束质量，但Thorlabs光束轮廓仪是可以精确测量光束质量的。这需要根据ISO11146标准，通过测量光束传播特性实现，即主要就是测量光束直径d(z)沿光束传播轴z的变化。



配合M2MS扩展装置使用时，用软件在z轴的几个不同位置处测量并存储光束直径及其他参数。

除了得知**衍射极限倍因子M^2**之外，Thorlabs光束传播测量还确定了光束的以下参数：

- 束腰宽度d_{0x}，d_{0y}
- z轴束腰位置z_{0x}，z_{0y}
- 瑞利范围z_{Rx}，z_{Ry}
- 发散角θ_x，θ_y
- 腰斑的不对称性
- 发散角不对称性

- 像散

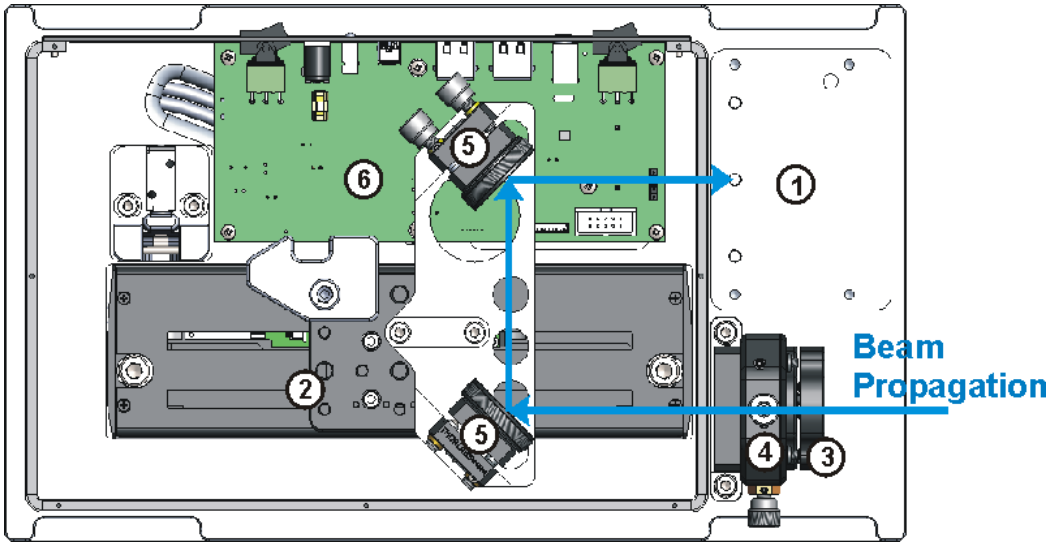
提示

Thorlabs的光束质量测量工具能够处理连续波光源和某些脉冲光源！更多有关脉冲激光源的信息，请看脉冲激光源 72。

7.2.2 M2MS工作原理

Thorlabs M2MS M²测量系统是一款设计紧凑的仪器，包括测量光束质量所需的所有组件：

① 光束轮廓仪(下图中未显示)
② Thorlabs DDS100线性位移台
③ 镀不同增透膜的透镜，用于分析不同的波长
④ 透镜定心组件(X-Y移动安装座)
⑤ 2块倾斜安装的反射镜
对准激光器(下图中未显示)
⑥ 集成控制电子设备(位移台控制器，USB 2.0集线器和用于对准激光器的驱动器)



待测光束透过聚焦透镜(3)，打在两个倾斜安装的反射镜(5)上，然后离开外壳射向光束轮廓仪的入射孔径(1)。位移台通过控制软件逐步移动，以这种方式改变聚焦透镜和光束轮廓仪之间的路径长度。使用两个反射镜让位移台的最大行程(100 mm)增加了一倍，因此最终的路径长度范围为200 mm。选择透镜的焦距时，使束腰接近位移台行程范围的中间位置。

M²测量期间，位移台沿光束传播方向逐步移动。在每个位置都测量光束的几何形状。根据测量结果，软件可以计算光束参数和光束质量。

反射镜出厂时已对准；无需重新调整。

为了精确对准光束，设备提供了对准激光器。请看光束对准 88部分了解详情。

 © 2023 Thorlabs

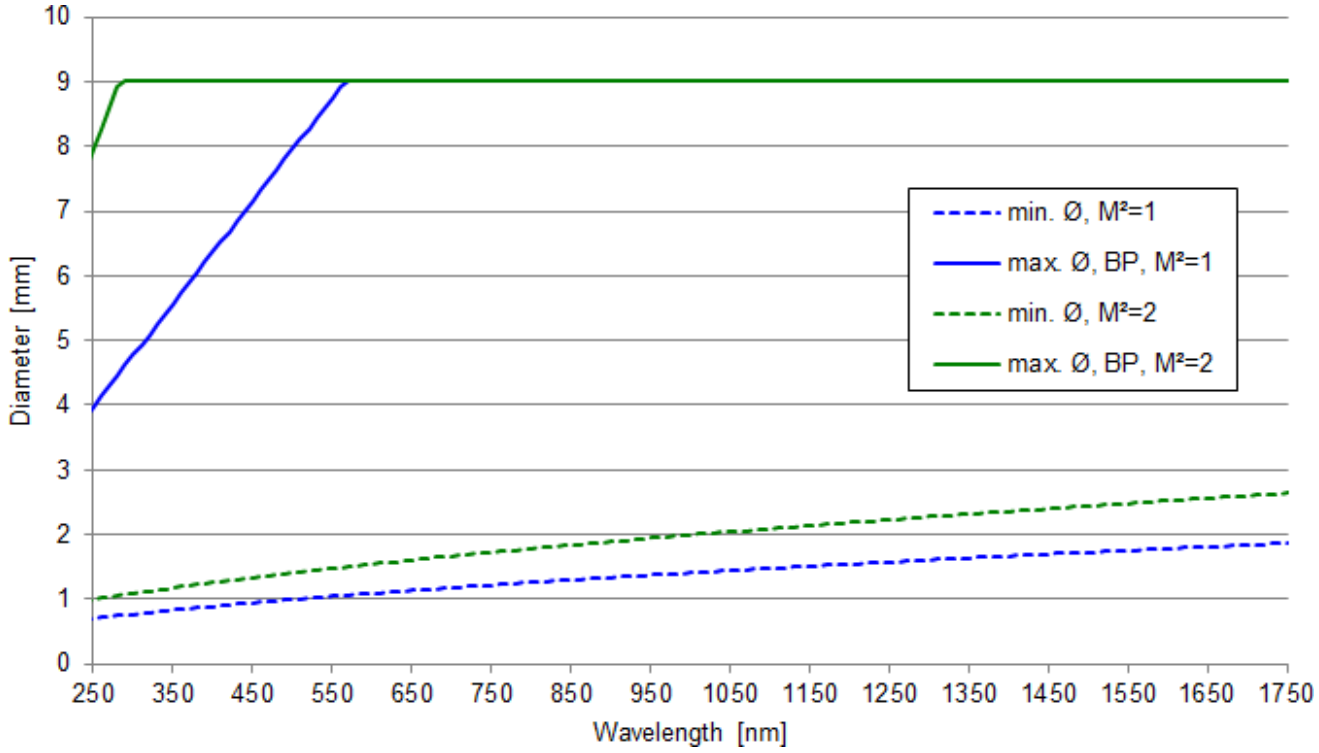
7.2.3 光束直径要求

光束质量测量基于确定聚焦光束的束腰直径和束腰前(后)光束会聚(发散)程度。

理想的高斯光束具有最佳的聚焦能力，因此可能达到最小光束直径且$M^2=1$。最小绝对束腰直径随透镜焦距的增大而增大。换句话说，对于给定的焦距，束腰直径越小，M^2越接近1。

最小束腰直径随波长而增加(在恒定的M^2下)。

光束轮廓仪的性能限制了光束直径测量的范围，请看技术数据 145。初始(未聚焦)光束直径不得超过可测量的最大光束直径，束腰直径必须大于最小光束直径。下图说明了在$M^2=1$和$M^2=2$时，对初始光束直径的要求随波长的变化(随M2MS系统提供焦距为250 mm的透镜)：



BP209系列光束直径要求

7.2.4 M²测量系统扩展装置

M²测量系统扩展装置是一个自动化的平台，兼容Thorlabs的BP209和BC207以及上一代BC106N系列光束轮廓仪，并可扫描Z轴上的光束，从而使光束轮廓仪获得M²值。我们提供适用于BC207系列和BP209系列光束轮廓仪的安装转接件。有关其他转接件等信息，请看M2MS网页。



M2MS M²测量系统扩展装置，带用于BC207系列和BP209系列光束轮廓仪的转接件以及对准激光器

© 2023 Thorlabs

7.2.5 带BP209狭缝式光束轮廓仪的M²测量系统

M2MS-BP209测量系统特性：

- 准确测量M^2
- 测量发散角、束腰直径、瑞利范围和像散
- 兼容CW和准CW脉冲激光源
- 测量周期短
- 完全符合ISO11146标准



7.2.6 搭建M2MS

M2MS测量系统经过出厂对准。光束轮廓仪转接件可将光束轮廓仪的入射孔径稳固且可重复地对准M2MS。这样可以简化搭建过程。

提示

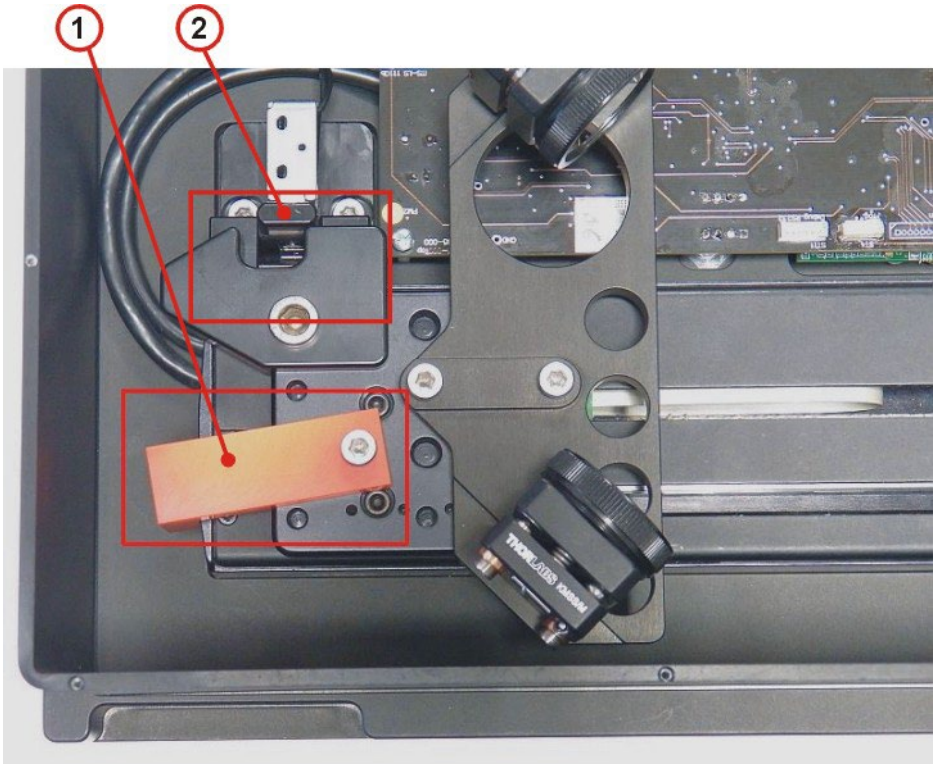
强烈建议使用M2MS配件盒中随附的四个导轨夹块将M2MS正确固定到光学平台上。为了确保安装正确，请先从M2MS底板上卸下橡胶脚。

运输锁和止动闩

为了避免运输过程中损坏位移台，我们在发货时已将其锁定。给位移台通电之前，必须卸下运输锁；如果需要再次运输，必须重新安装运输锁。此外，DDS100位移台通过螺线管控制的止动闩固定在初始位置，止动闩是图片中的左挡块(2)。此挡块可在断电时固定位移台，通电时释放位移台。

拆下运输锁

1. 使用0.05英寸六角扳手(M2MS随附)拆下固定顶盖的4颗螺丝，然后卸下顶盖。
2. 使用配件盒随附的3 mm球形起子拧下固定红色挡块(1)的M4螺丝，然后拆下挡块。将挡块和固定螺丝放在安全的地方。



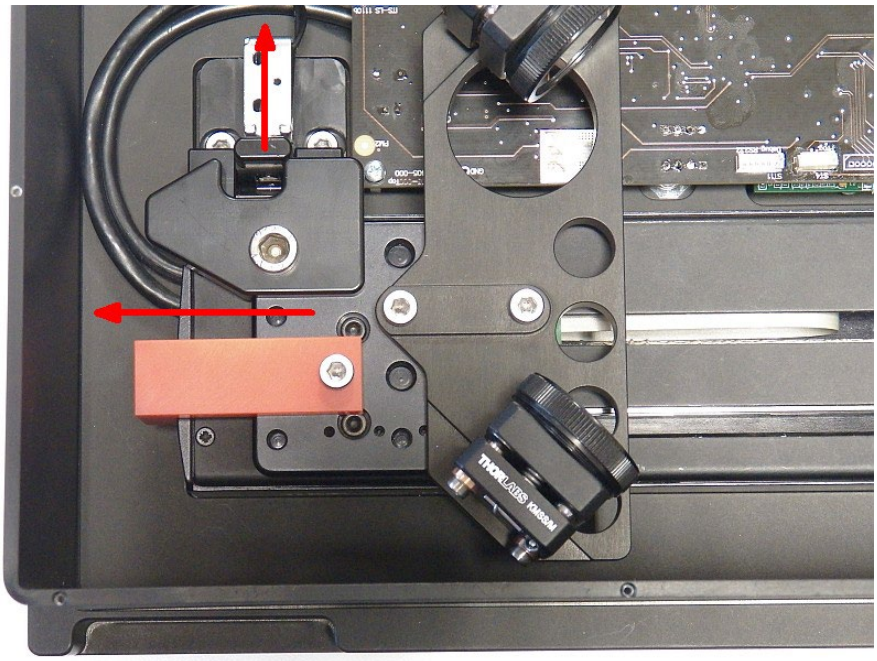
1 - 运输锁
2 - 电磁端点闩

3. 盖上M2MS的顶盖。

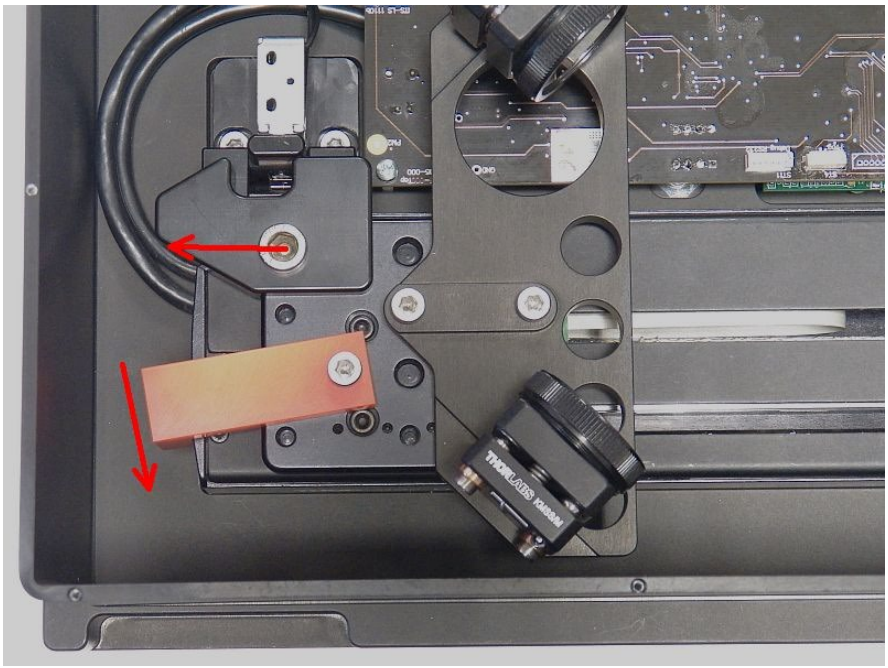
 © 2023 Thorlabs

安装运输锁

1. 关闭电源。
2. 使用0.05英寸六角扳手(M2MS随附)拆下固定顶盖的4颗螺丝，然后卸下顶盖。
3. 如下图所示掰动止动闩，并将位移台的平台靠在左挡块上。然后安装运输锁；先不要拧紧固定螺丝。



4. 推动平台抵住左挡块，逆时针旋转运输锁，然后拧紧螺丝。



5. 放回顶盖并使用4颗螺丝固定。现在，M2MS已可以运输。

7.2.6.1 安装光束轮廓仪

请按照此处说明安装光束轮廓仪：

将BP209系列光束轮廓仪安装到BP209安装转接件上：



使光束轮廓仪前部牢牢抵在前侧挡块表面，并使用随附的M6(公制系统)或1/4英寸(英制系统)六角螺丝固定。

使用M2MS底板上的定位销将已安装的光束轮廓仪卡入凹槽中：

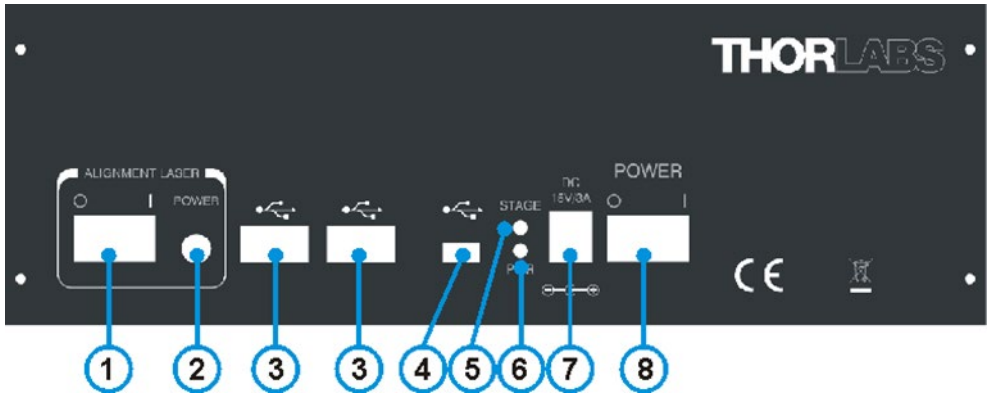


使用随附的M4x10六角螺丝固定。

 © 2023 Thorlabs

7.2.6.2 连接M2MS与PC

M2MS包含带位移台控制器的集成控制电子设备、USB 2.0集线器和用于对准激光器的电流源。



① 切换以启用对准激光器
② 对准激光器的输出接口
③ USB 2.0集线器输出口(到光束轮廓仪)
④ USB 2.0输入口(从PC连接)
⑤ 黄色指示灯“位移台启动”
⑥ 绿色指示灯“开机”
⑦ 直流电源输入口
⑧ M2MS电源开关

注意!

将M2MS连接到电源之前，请确保已拆下运输锁 83!。否则，可能会损坏位移台驱动!

注意!

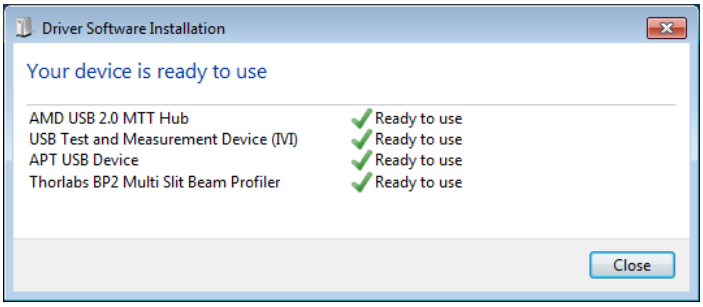
强烈建议仅使用提供的USB电缆将光束轮廓仪和控制电脑连接到M2MS。

使用非随附的USB电缆可能会导致USB连接不稳定。

注意!

安装Beam软件之前，请不要将M2MS连接到计算机!

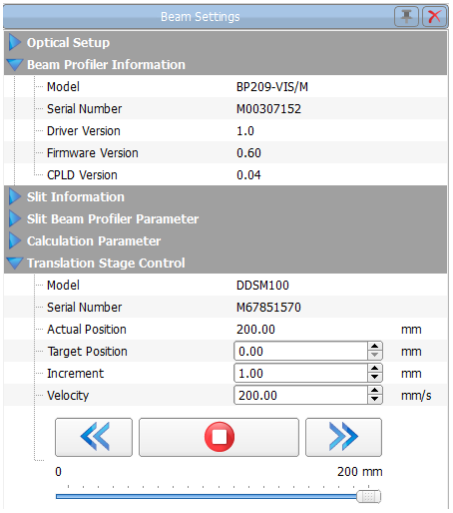
1. 拆下运输锁 83。
2. 将电源线连接到交流电源，并将其输出端插入直流插孔(7 86)。
3. 使用BP209系列狭缝式光束轮廓仪时，用提供的带转角USB 2.0电线将其连接到USB集线器其中的一个输出口(3)。
4. 打开M2MS(8)。绿色的**通电(Power On)**指示灯点亮。
5. 使用随附的3 m长USB 2.0电缆将M2MS连接到PC；暂时不要启动BEAM软件。
6. PC的操作系统识别出所连的新硬件并执行驱动程序安装：



提示

前三个条目(“AMD USB2.0 MTT Hub”、“USB Test and Measurement Device (IVI)”和“APT USB Device”)是M2MS扩展装置的硬件组件。

7. 启动Beam软件。它应该自动连接到光束轮廓仪和位移台。这可以在光束设置(Beam Settings)面板中看到：



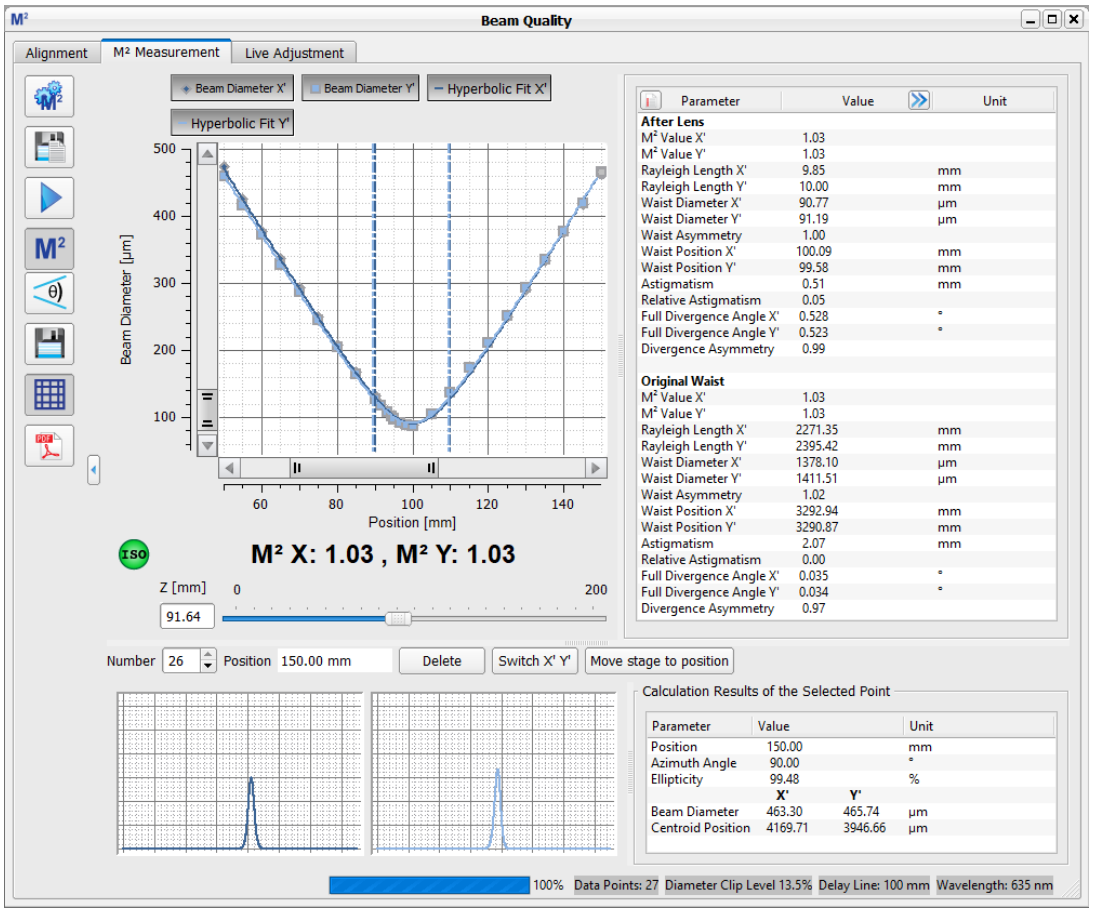
8. 启动Thorlabs Beam软件后，位移台完成初始化并自动归位。也就是说它在**位移台选择(Stage Selection)**选项中被识别出来，并移动到200 mm的位置(如果没有到这个位置的话)。这可能需要几秒钟。点击设备选择窗口 14 中的“刷新位移台列表(Refresh Stage List)”按钮，可以手动强制初始化。识别出位移台并从其EEPROM中读取序列号之后，在设备选择窗口中双击DDS100(/M)按钮。

7.2.7 测量M²

使用M2MS和BP209系列光束轮廓仪开始测量光束质量之前，需要将待测激光束对准M2MS测量系统。在位移台的每个位置处，光束中心都应对准光束轮廓仪孔径的中心，这一点很重要。请仔细阅读以下部分并按照说明操作。

请通过M²图标打开M²测量面板以进入对准和测量GUI。

如要准备和执行M²测量，请点击窗口左侧的M²图标。顶部面板显示对准 88 选项、M²测量 87 选项和实时调整 144 选项。请先对准您的系统。



7.2.7.1 光束对准

为什么要对准光束？

光束轮廓仪具有确定的入射孔径，因此移动位移台时，必须确保激光束保持在孔径内。理想情况下，在位移台移动期间，光束中心保持在孔径中心——这是正确测量光束质量的前提。

M2MS测量系统的内部组件在出厂时都已经过对准。完全平行于位移台移动方向进入M2MS的光束在位移台移动期间将保持在光束轮廓仪孔径的中心。换句话说，就是光束对准仅取决于光源的位置。通常情况下，光源的输出光束是开放的。为了将待测光束引导到M2MS中，需要两个可调反射镜的组合，Thorlabs提供多种此类产品。

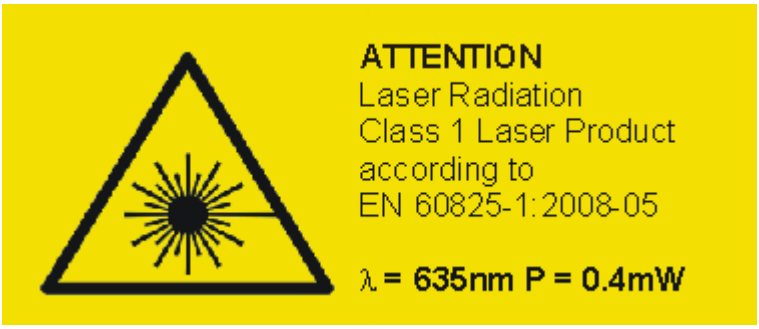
在软件向导的引导下，光束对准过程分为三个步骤：

1. 粗略对准 89：通过辅助激光器(随货附带)确定待测激光输出孔径的正确位置。
2. 光束对准 92：无需聚焦透镜的情况下，待测激光的对准使光斑偏移和指向角最小。
3. 对准聚焦透镜 96 以使光斑偏移和指向角最小。

7.2.7.1.1 粗略对准

对于粗略对准，Thorlabs提供的配件盒中附带对准激光器。这个步骤是将对准激光器安装在M2MS上，替代光束轮廓仪，如下所述。让出射光束通过光束轮廓仪孔径的中心进入M2MS并平行于位移台移动方向。对准光束是反向定向的——实际上，它离开光束轮廓仪，被位移台的两个反射镜反射到激光源的出射孔径中心(请看M2MS工作原理 79的图纸)。

警告 使用对准激光器时请小心！



- 从M2MS底座上拆下光束轮廓仪及其转接件。
- 将对准激光器安装到光束轮廓仪的位置，并将其3.5 mm的插头插入对准激光器的输出接口(2) 86。
- 确保M2MS已打开并连接到控制电脑，Beam软件已启动，位移台已初始化。
- 从磁性支架上取下聚焦透镜。
- 打开对准激光器。
- 对准光学系统，使对准激光器的光斑对准光源的中心。

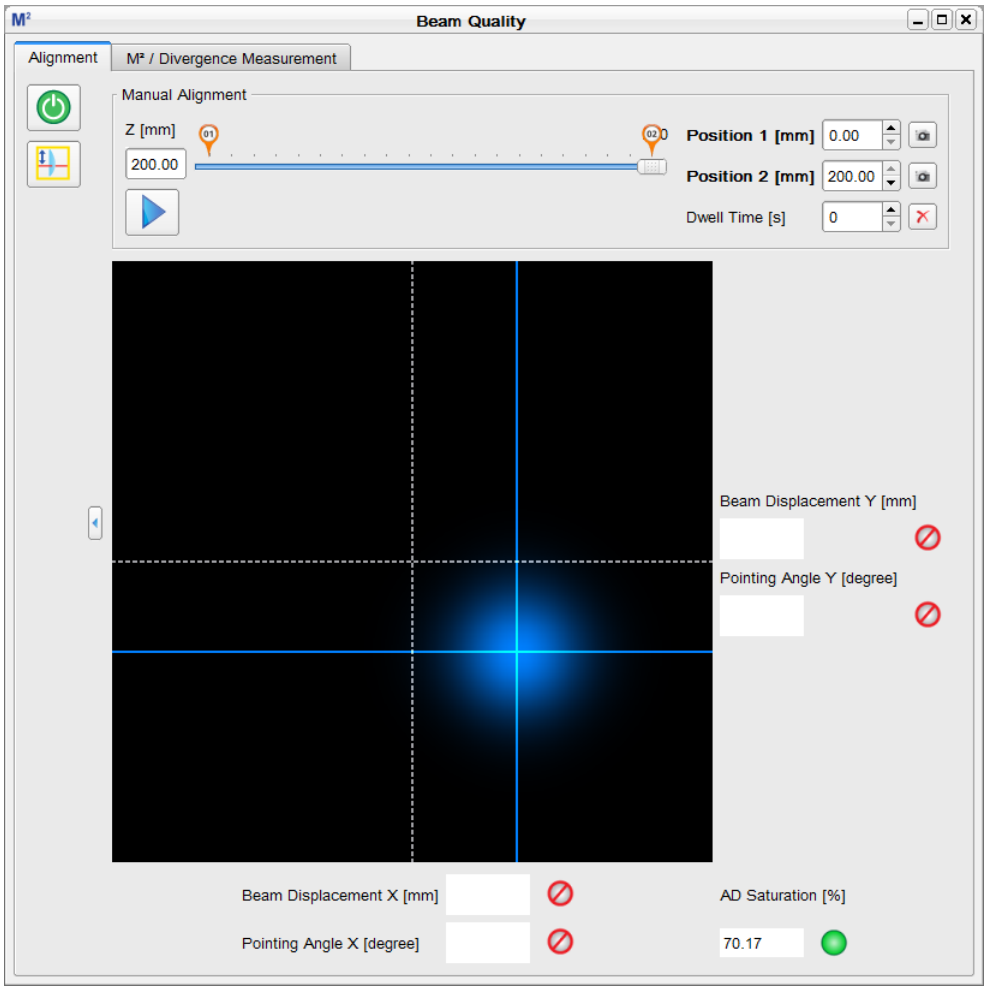
7.2.7.1.2 精确对准

粗略对准后，需要使用M²测量面板的**对准(Alignment)**功能精调待测光束。这个分两个步骤。

准备

- 关闭对准激光器，并换上光束轮廓仪
- 确认BP209光束轮廓仪连接了M2MS USB 2.0输出端口(③，连接PC 86部分)。
- 拆下聚焦透镜(请看M2MS工作原理 79章节图纸中的③)。
- 确认BP209系列光束轮廓仪可以被Beam软件识别(工具栏 设备选择 87)。如果无法自动识别，请按**刷新**设备列表 14按钮。
- 确保可以识别位移台并初始化。如果不能，请按刷新位移台列表按钮 87识别出位移台后，双击DDS100按钮。位移台初始化并移动至200 mm的位置。
- 启动待测激光器。
- 从菜单“窗口(Windows)” → “M²光束质量测量(M² Beam Quality Measurement)”或点击M²按钮打开M²子窗口，然后切换到对准选项。

 © 2023 Thorlabs


M²
Beam Quality
Alignment
M² / Divergence Measurement
Manual Alignment
Z [mm]
200.00
Position 1 [mm]
0.00
Position 2 [mm]
200.00
Dwell Time [s]
0
Beam Displacement Y [mm]
Pointing Angle Y [degree]
Beam Displacement X [mm]
Pointing Angle X [degree]
AD Saturation [%]
70.17

指示灯和图标说明

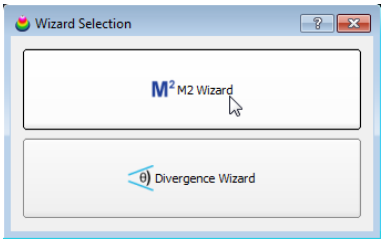
	启动对准向导 92
	启动聚焦透镜对准向导 96
Z [mm]	此框显示位移台的实际位置；初始化后 = 200 mm。
Position 1 (2) [mm]	可以直接输入数值表示位移台移动时左右两端的位置。
	左右两端位置的标记。除了用数字输入位置，也可以拖动标记来移动。
	点击这些拍摄(capture)按钮时，位移台移动到设定的位置(如果尚未到达此位置)，并拍摄光束中心位置(琥珀色十字准线)。截图将一直保留到位移台回到恰当位置为止。
	此按钮启动位移台循环移动模式，让位移台在位置1和2之间连续移动。可以输入在两端位置的停留时间。在循环模式下，软件会自动拍摄左右两端位置的光束中心(黄色十字准线)。
停留时间	输入所需的时间[秒]。点击图标禁用停留时间。
	实际光束位置中心的十字准线。
	探测器中心的十字准线。
光斑偏移	位置2和1 [mm]之间X(Y)轴方向上的中心偏移。第二次拍摄后方框内会显示第一个数值。
指向角	光轴与位移台移动方向之间在X(Y)轴方向上的角度[°]。第二次拍摄后方框内会显示第一个数值。
 对准成功指示	 对准失败  对准到可以正确测量光束质量(偏移 < 0.65 mm，指向角 < 0.35°)  对准良好(偏移 < 0.35 mm，指向角 < 0.15°)
AD饱和度 (AD Saturation)	显示光束轮廓仪AD转换器的电流饱和度。为了实现正确的光束对准，此值必在40-95 %之间。数字字段右侧的绿灯表示在“良好”范围。

© 2023 Thorlabs

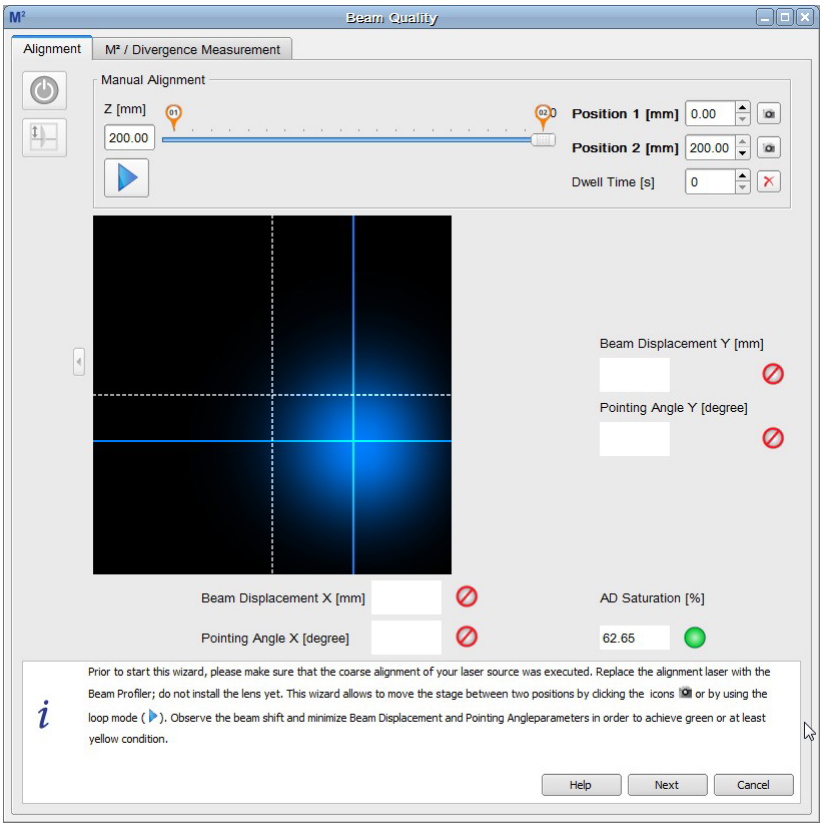
提示

请确保旋转安装座竖直放置，以使BP209系列产品的Y轴位于垂直方向。

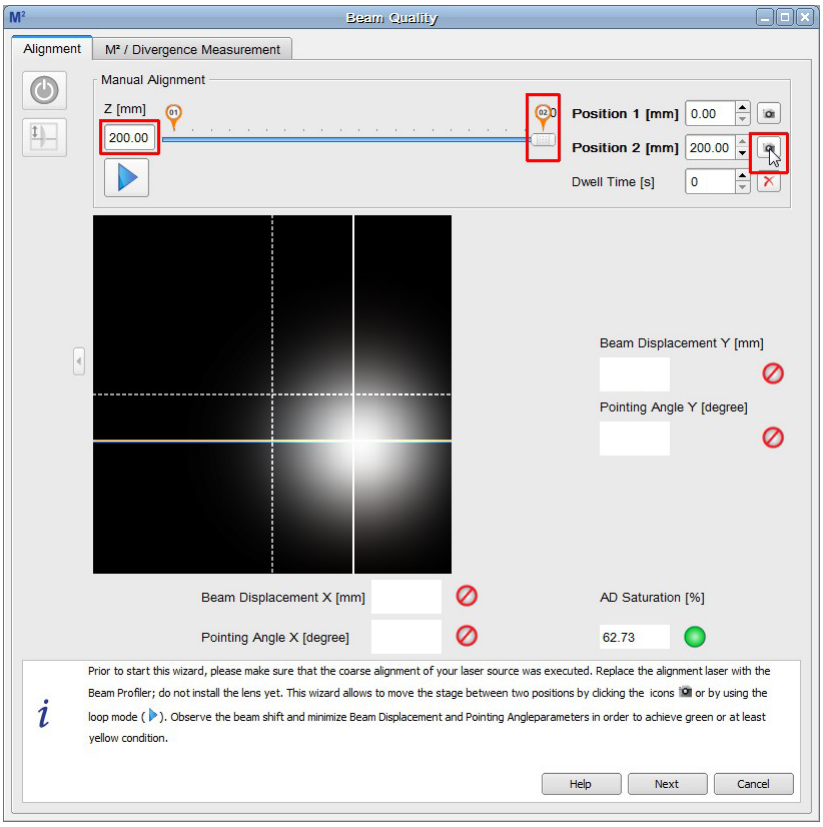
请按**启动向导(Start Wizard)**按钮。系统将要求您选择是要测量M^2还是发散角。请做出选择：



启动向导：

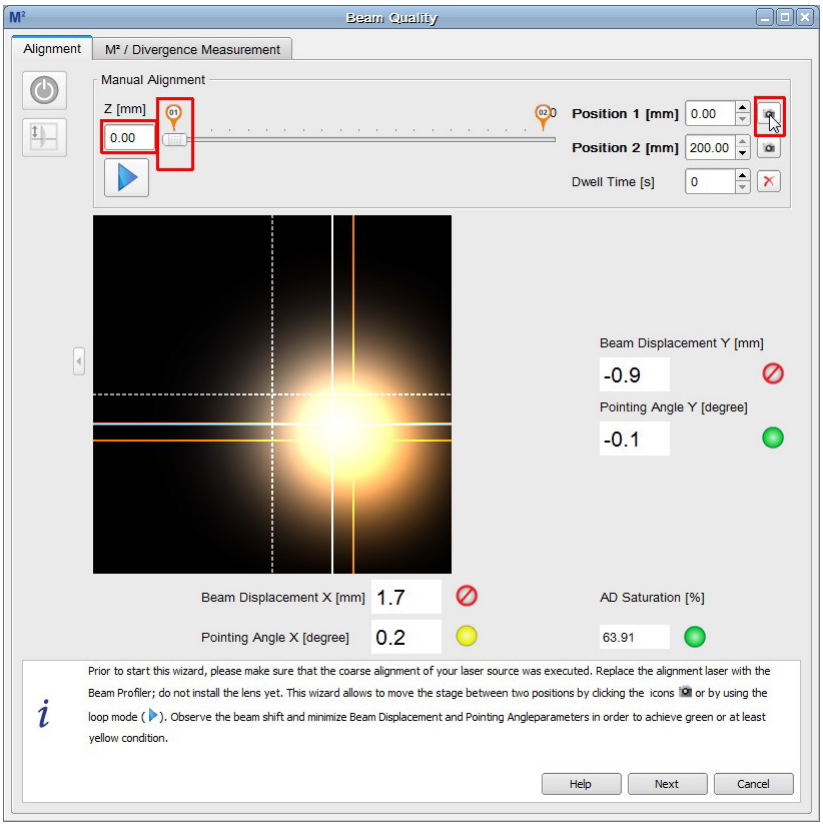


- 为了对准成功，必须调整光功率水平，使AD饱和度介于40 - 95 %之间。数字字段右侧的绿灯表示在“良好”范围。对准期间，此状态不得更改！
- 初始化后，位移台位于Position 2 (200 mm)。点击Position 2的拍摄按钮——拍摄中心，十字准线颜色变为琥珀色。由于此时由蓝色十字准线标记的实际光束中心位于相同的位置，因此准线的颜色显示为白色：



Position 2拍摄的中心

- 点击Position 1拍摄按钮(0 mm)。位移台移动到Position 1，并拍摄第二张中心位置：

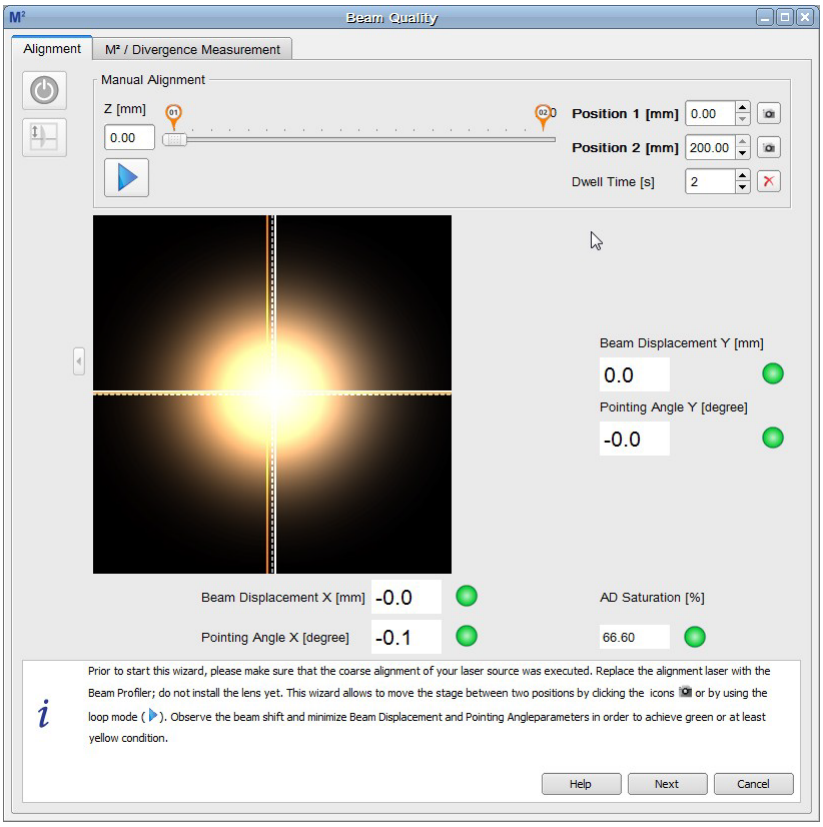


Position 1拍摄的中心

- 现在，光斑偏移和指向角的数值都已显示出来。

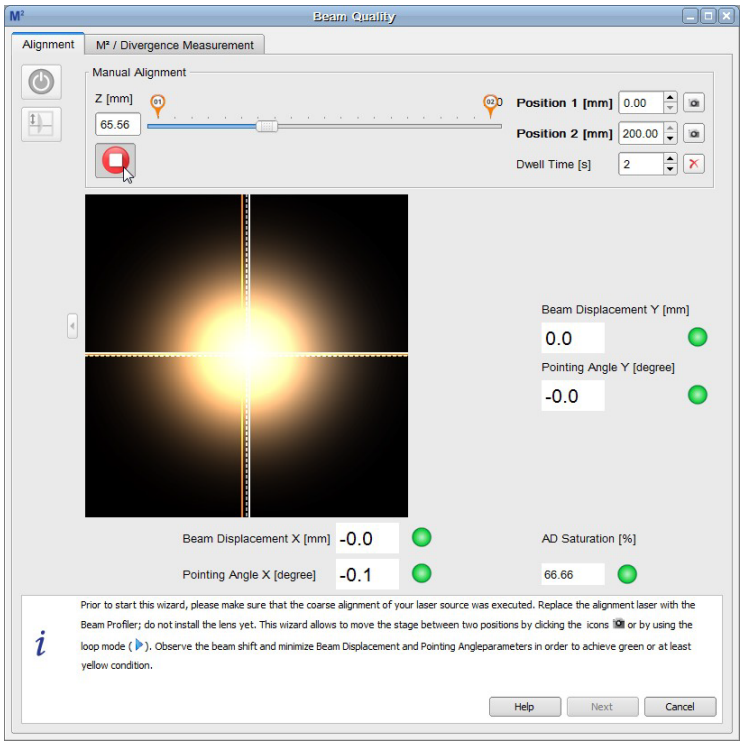
 © 2023 Thorlabs

- 调节您的激光源对准光束位置。随后点击Position 1和2的拍摄按钮，观察对准并优化，直到四个对准标准都满足(灯泡必须至少为黄色)：



对准良好的光束位置

- 如要在两个位置之间切换，可以通过软件自动控制位移台在两个停止位置之间的移动。只需按下循环按钮▶并输入一个适当的停留时间值即可。位移台开始循环移动，在停止位置停留指定的时间。停留期间可以重新对准。但请记住，对准指示数值仅在下一此运动之后才会更新。

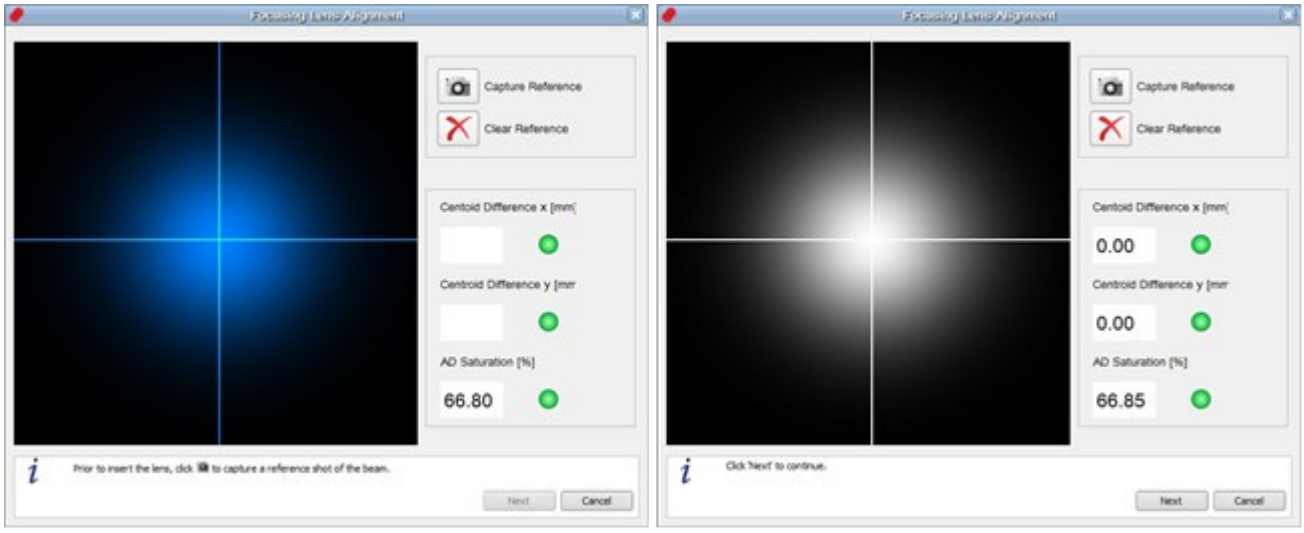


对准移动循环

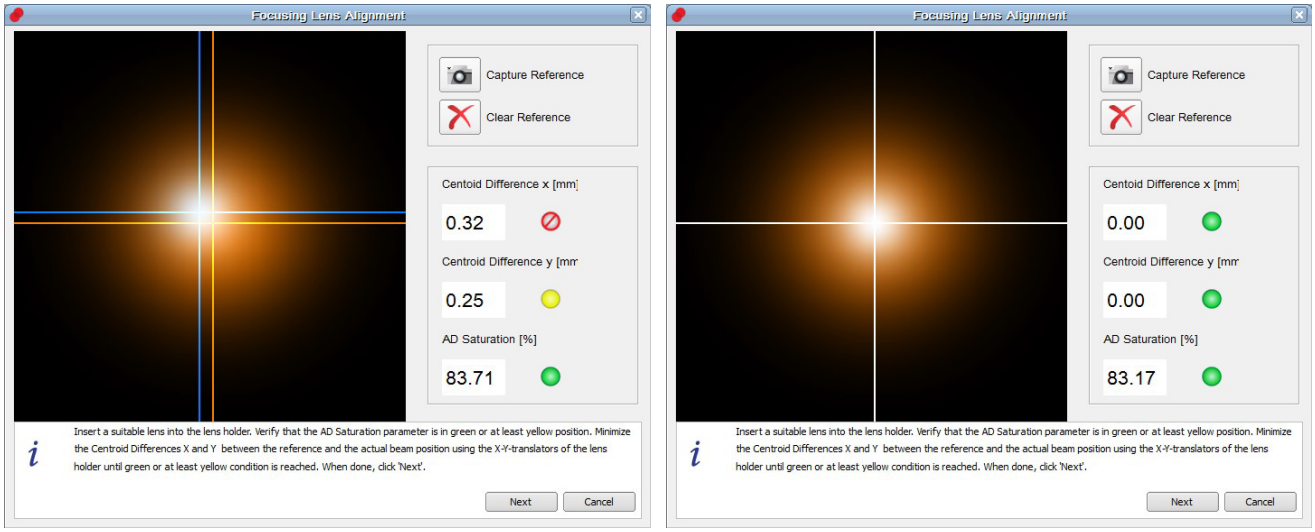
- 点击 按钮终止循环。
- 完成之后，点击**下一步(Next)**以继续。

 © 2023 Thorlabs

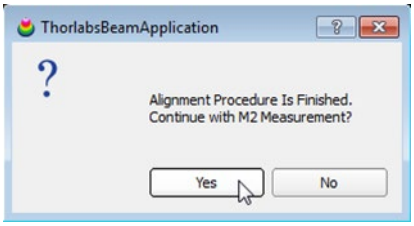
- 完成光束对准之后，向导会指导您对准聚焦透镜。首先，拍摄没有透镜时的光束位置，然后点击“下一步(Next)”。



- 确认聚焦透镜的支架居中(CXY1平移安装座上的刻线与透镜支架上的刻线应对准)，然后将已安装的聚焦透镜放回磁性支架。
  - 确保AD饱和度旁边的圆点仍处于绿色或至少黄色状态。
  - 观察实际的光束位置，并利用透镜支架的X-Y平移安装座调节，减小与参考位置的差异，直到指示器变为绿色或至少黄色。

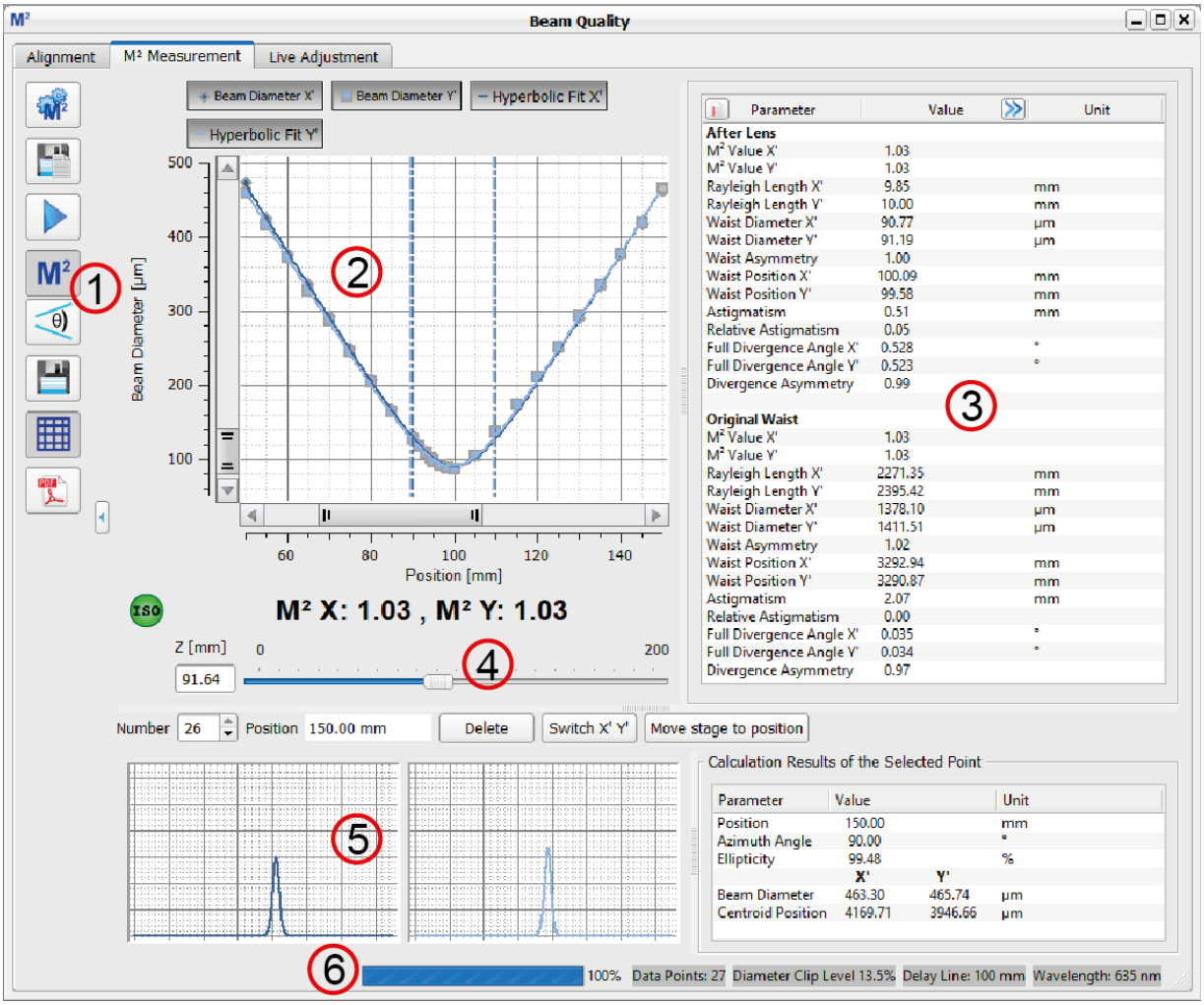


- 然后点击“下一步(Next)”完成聚焦透镜对准。
- 选择是否要继续M^2测量：



7.2.7.2 M²测量面板

本节涉及M²测量及其设置。点击**光束质量测量**窗口的“M²测量(M² Measurement)”，进入M²测量部分。



M²面板分为6个子面板：

1. 工具栏：

	M²设置	打开M²测量的设置 99
	自动保存数据	M²测量期间保存光束轮廓仪数据 103
	开始/停止	开始/停止M²测量
	M²	切换到M²测量
	发散角	切换到发散角测量
	保存数据	成功测量M²后启用此按钮，可以保存绘图数据。
	网格	禁用/启用图中的网格
	PDF测试报告	将M²测量结果保存到PDF文件中

 © 2023 Thorlabs

2. M²图表

测量数据绘制在图表中。图表上方的4个按钮可以配置显示：

- **光束直径X'(Y')(Beam Diameter X'(Y'))**按钮显示/隐藏各个位置的测量数据显示
- **双曲线拟合(Hyperbolic Fit X'(Y'))**按钮显示/隐藏测量数据点的曲线拟合。

测量完成后，显示X轴和Y轴的结果。左侧有一个指示图标，显示测量是否成功且符合ISO标准。也可以查看M²故障排除 111 部分。

工具栏和图表之间的按钮 将图表扩展到整个M²窗口。

3. 数值结果

此区域中会详细显示光束质量的测量结果。请看M²测量结果 106 部分了解更多详情。显示的参数可以通过子面板3左上角的图标进行配置。

4. 位置栏

M²图表下方的位置栏显示位移台的实际位置，如之前在**对准**选项所示。

5. 个别数据点

在此子面板的标题中选择想要测量的数据点的**序号(Number)**。对于选择的点，会显示位移台位置和光束的X轴和Y轴轮廓。右表**所选数据点的计算结果(Calculation Results of the Selected Point)**，包含以下信息：

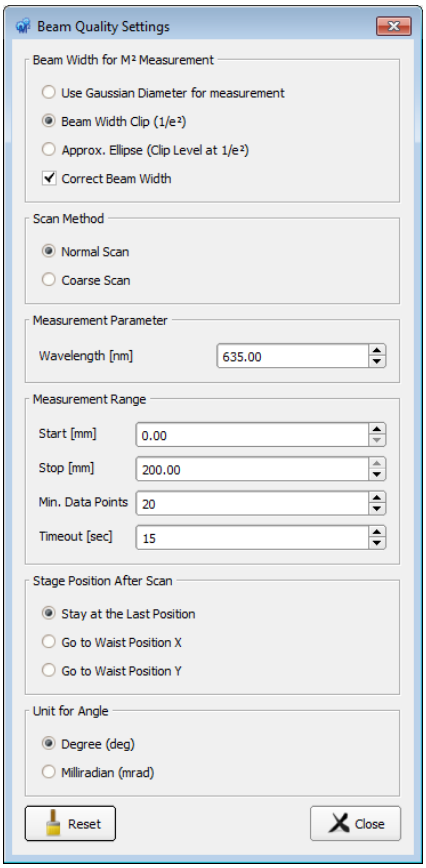
参数	释义
Position	以mm为单位显示位移台的Z轴实际位置。
Azimuth Angle [deg]	显示的值无关紧要，始终等于0°。
Ellipticity	拟合椭圆光束的椭圆度(请看应用说明 142)
Beam Diameter X' [µm] Beam Diameter Y' [µm]	根据设置 99，基于高斯拟合、近似椭圆或光束宽度限幅(1/e²)显示光束直径。 坐标系始终与光束轮廓仪前面板上标记的狭缝坐标相关。
Centroid Position X' Centroid Position Y'	光束中心位置与光束轮廓仪前面板上标记的狭缝坐标相关。

6. 状态栏

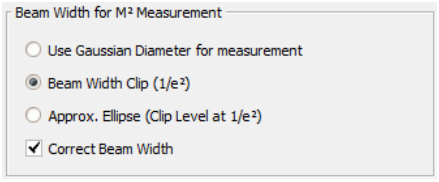
- 测量进度条
- 所测数据点总数
- 用于M²测量的光束宽度设置
- 延迟线：测量范围(开始位置和停止位置之间的差异)
- 光束质量计算的波长设置

7.2.7.3 M²设置

为了成功可靠地执行测量，恰当的测量设置至关重要。点击进入**M²测量设置**对话框。



光束宽度(Beam Width)



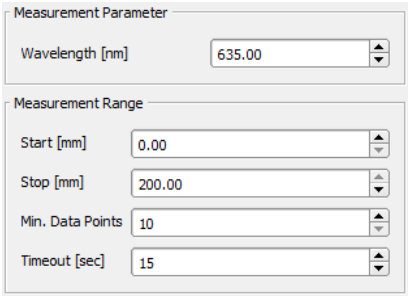
高斯直径(Gaussian Diameter)：确定光束宽度之前，使用高斯曲线拟合光束轮廓。高斯拟合可以减少噪声和/或不稳定的光束形状对结果的影响。

光束宽度限幅(Beam Width Clip (1/e²))：这是ISO标准11146-3中指定的值。如果标准的光束轮廓仪操作使用了不同的限幅水平，这个值会被M²测量初始化覆盖。

校正光束宽度(Correct Beam Width)：默认启用此选项。由于狭缝宽度有限，所以出现了所谓的卷积误差(模糊的光束形状)，光束直径较小的位置处尤其如此，这样会人为增加光束宽度。由于这种卷积误差是系统性的，因此可以算出并消除。此功能可提高测量准确度，测量窄光束时尤其显著。

测量参数(Measurement Parameters)

为了正确测量M²，必须设置波长。如果激光波长未知，请使用光谱仪测量波长。



注意

请不要使用激光的标称波长，而要使用实际(测量)值！此输入值的准确性会显著影响测量的准确性。

测量范围(Measurement Range)

测量范围确定开始位置和停止位置之间的距离，换句话说，就是测量过程中位移台的行程。行程范围可以从5 mm到位移台的整个长度。

最小数据点(Min. Data Points)是将要测量的Z轴位置(最小)数量。实际数量还取决于**扫描方法**。

超时时间(Timeout)是直到可以从光束轮廓仪中检索到有效数据为止的等待时间(例如在慢速移动的情况下)。

扫描方法(Scan Method)



软件提供两种不同的扫描方法：**正常扫描(Normal Scan)**和**粗略扫描(Coarse Scan)**。

粗略扫描仅将位移台从**Start**位置移动到**Stop**位置(或反向，具体取决于开始测量之前的位置)。

记录的光束宽度数量等于输入的**数据点(Data Points)**数量。

 © 2023 Thorlabs

正常扫描遵循符合ISO标准的测量。ISO标准要求

"*...至少要执行十次测量。大约一半的测量值应分布在束腰两侧的一个瑞利长度内，且大约一半的测量值应分布在距束腰的两个瑞利长度以上。*"

第一次运行正常扫描是针对输入的**数据点**执行的，换句话说，就是像粗略扫描一样。计算初步瑞利长度是为了评估测量的数据点是否满足ISO标准。如果是，则应用双曲线拟合。如果不是，则第二轮运行将在两侧的瑞利长度内和/或超过瑞利长度的两倍添加其他测量值。

对于M^2测量，强烈建议运行正常扫描。粗略扫描适合初次估算束腰位置或其他初步测量。

重置(Reset)

Reset 恢复M^2 设置的默认设置：

参数	默认设置
光束宽度	光束宽度限幅($1/e^2$)
波长	635 nm
超时时间	15 sec
Start	0 mm
Stop	200 mm
最小数据点	10
扫描方法	正常扫描

设备设置(Device Settings)

请务必将光束轮廓仪的增益和基线校正设置为Auto；带宽为125 kHz(请看狭缝式光束轮廓仪参数 31)。

7.2.7.4 保存M²测量结果

除了标准功能“保存M²测量结果 101”，在M²测量过程中，Thorlabs Beam软件还提供自动保存光束轮廓数据 103。

7.2.7.4.1 保存M²测试结果

光束质量测量结果可以通过两种不同的方式保存：

1. 保存测试结果

将测量数据另存为CSV(默认)。打开保存测试报告 70 对话框，选择所需的路径、文件名和文件格式(csv、txt或xls)，填写所需的字段，然后点击保存。下面是一个示例：

```
Thorlabs Beam M² Data Export

Date MM-DD-YYYY;11-26-2021
Time HH:MM:SS;10:54:00

Beam Profiler
Model;BP209-VIS/M
Serial Number;E13100001
Profiler Azimuth Angle ;[deg];
Wavelength;[nm];635
Resolution;[µm];1.2
Beam Quality Measurement;M2
Beam Diameter Measure Method;Beam Width Clip (1/e²)

* * * * * * * * * *
After Lens Measurement Results
* * * * * * * * * *
Parameter;Unit;Result;
M²x'; ;1.04;
M²y'; ;1.02;
Rayleigh Length X';mm;9.87;
Rayleigh Length Y';mm;9.93;
Beam Waist Diameter X';µm;90.95;
Beam Waist Diameter Y';µm;90.62;
Beam Waist Asymmetrie; ;1.00;
Beam Waist Position X';mm;100.03;
Beam Waist Position Y';mm;99.53;
Astigmatism;mm;0.50;
Relative Astigmatism; ;0.05;
Divergence Angle X';deg;0.528;
Divergence Angle Y';deg;0.523;
Divergence Asymmetry;%;0.990;

* * * * * * * * * *
Original Waist Measurement Results
* * * * * * * * * *
Parameter;Unit;Result;
M²x'; ;1.04;
M²y'; ;1.02;
Rayleigh Length X';mm;2285.08;
Rayleigh Length Y';mm;2402.58;
Beam Waist Diameter X';µm;1384.02;
Beam Waist Diameter Y';µm;1409.73;
Beam Waist Asymmetrie; ;1.02;
Beam Waist Position X';mm;3293.34;
Beam Waist Position Y';mm;3310.23;
Astigmatism;mm;16.89;
Relative Astigmatism; ;0.01;
Divergence Angle X';deg;0.035;

* * * * * * * * * *
BEAM DIAMETERS
* * * * * * * * * *
Z;X';Y';
50.00;471.15;459.40;
55.00;425.52;416.97;
60.00;380.29;368.98;
65.00;335.77;328.49;
70.00;291.98;286.33;
75.00;251.01;246.20;
80.00;209.62;205.21;
85.00;167.97;164.72;
90.00;131.09;126.84;
91.56;119.92;117.03;
93.26;109.48;106.03;
94.45;102.75;99.88;
94.96;99.77;98.60;
95.00;99.76;98.54;
96.66;92.50;90.40;
98.36;88.47;88.12;
100.00;88.32;87.39;
105.00;105.29;104.62;
110.00;135.69;136.43;
115.00;171.95;173.59;
120.00;211.35;212.34;
125.00;250.96;252.08;
130.00;291.89;292.67;
135.00;333.19;336.36;
140.00;373.92;378.09;
145.00;419.07;421.80;
150.00;467.34;466.33;
```

 © 2023 Thorlabs

2. 保存测试报告

将测量数据另存为*.pdf文件。打开保存测试报告 70 对话框，填写所需的字段，然后点击保存。M²测量结果将出现在PDF文档中。

M² Test Protocol

General Information: The test has been performed in accordance with ISO 11146.

Date (MM-DD-YYYY):	11-26-2021	Time:	11:18:13

Information Concerning Testing and Evaluation:

Thorlabs Beam, Version 8.1.5190.321

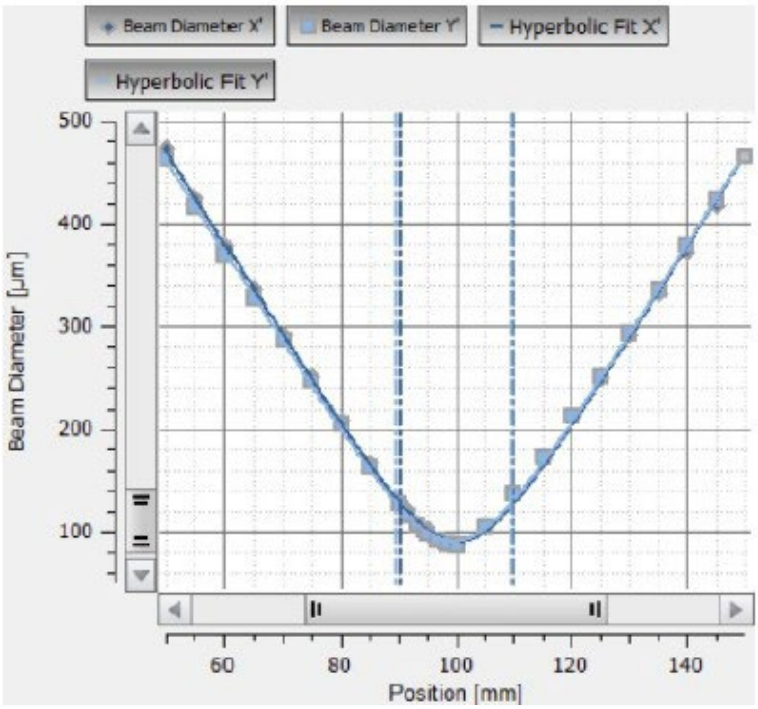
Measurement Method:	Clip Level at 1/e²	Model:	BP209-VIS/M
Serial Number:	E13100001	Profiler Azimuth Angle:	
Wavelength:	635 nm	Scan Range:	50.00 - 150.00 mm
Min. Data Points:	20		

After Lens Results:

Parameter:	Result:	Unit:
M² Value X'	1.03	
M² Value Y'	1.03	
Rayleigh Length X'	9.82	mm
Rayleigh Length Y'	9.94	mm
Waist Diameter X'	90.50	µm
Waist Diameter Y'	90.79	µm
Waist Asymmetry	1.00	
Waist Position X'	100.09	µm
Waist Position Y'	99.53	µm
Astigmatism	0.56	mm
Relative Astigmatism	0.06	
Full Divergence Angle X'	0.53	°
Full Divergence Angle Y'	0.52	°
Divergence Asymmetry	0.99	

Original Waist Results:

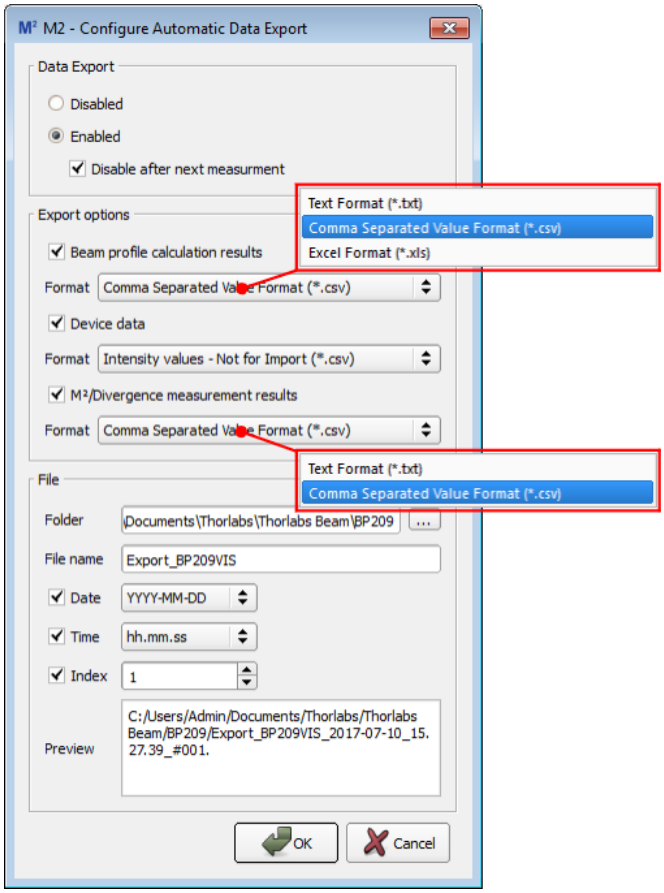
Parameter:	Result:	Unit:
M² Value X'	1.03	
M² Value Y'	1.03	
Rayleigh Length X'	2268.76	mm
Rayleigh Length Y'	2403.28	mm
Waist Diameter X'	1375.60	µm
Waist Diameter Y'	1412.14	µm
Waist Asymmetry	1.03	
Waist Position X'	3300.25	µm
Waist Position Y'	3308.48	µm
Astigmatism	8.23	mm
Relative Astigmatism	0.00	
Full Divergence Angle X'	0.03	°
Full Divergence Angle Y'	0.03	°
Divergence Asymmetry	0.97	



7.2.7.4.2 M²测量期间保存光束轮廓仪数据

M²测量期间，位移台每个位置处的光束轮廓计算结果、设备数据和M²测量结果可以自动保存。

如要配置此自动数据导出，请点击M²面板左侧工具栏中的图标。打开一个对话框：



数据导出(Data Export)

选择**启用(Enable)**，激活自动导出过程。工具栏图标变为，GUI底部的状态栏显示为



数据自动导出过程一直持续，直到选中**禁用(Disable)**选项，则自动导出过程停止。如果数据只保存一次，请选中复选框



选择**下次测量禁用(Disable after next measurement)**，在第一次运行M²测量后停止自动导出。

 © 2023 Thorlabs

导出选项(Export Options)

此处可以通过选中相应的框来选择要导出的数据。

光束轮廓计算结果(Beam Profile Calculation Results)可以另存为.csv、*.txt或*.xls文件。保存单个文件；位移台在每个位置的数据都将附加到现有文件中。导出文件包含文件头(有关Beam软件版本的信息、测量开始的时间以及有关所用光束轮廓仪的信息)和所有计算结果(请看计算结果 45；选项“全选”)。此文件的命名形式是通过在基本文件名后附加字符串“data”而形成的。

启用**设备数据(Device Data)**后，在位移台每个位置，将从光束轮廓仪检索到的强度值保存到单独的文件中。有关设备数据和文件格式，请看导出设备数据 67部分。此文件的名称是通过在基本文件名后附加字符串“device”而形成的。

启用**M^2/发散角测量结果(M^2/Divergence Measurement Results)**，M^2测试结果也可以以*.txt或*.csv格式保存；请看保存M^2测试结果 101部分。

文件(File)

- 选择用于自动导出数据的目标文件夹。
- 选择一个文件名。
- 添加日期(选用)
- 添加时间(选用)
- 添加索引(选用)。索引必须手动设置！
- 预览框(Preview)显示文件名的前缀以及所选的选项。

完成之后，点击**OK**。现在，可以开始具有自动导出数据功能的M^2测量了。

使用自动导出数据功能的文件命名

光束轮廓计算结果	
Export_BP209VIS_2017-07-10_15.29.12_#001_Data.csv	
带日期、时间和手动索引的前缀	“Data”代表光束轮廓计算结果

设备数据	
Export_BP209VIS_2017-07-10_15.29.12_#001_Device_2017-07-10_15.29.22_#001.csv	
带日期、时间和手动索引的前缀	“Device”代表导出的设备数据(此处：光束的强度值)。紧跟着是单独的时间和相应位移台位置的自动索引

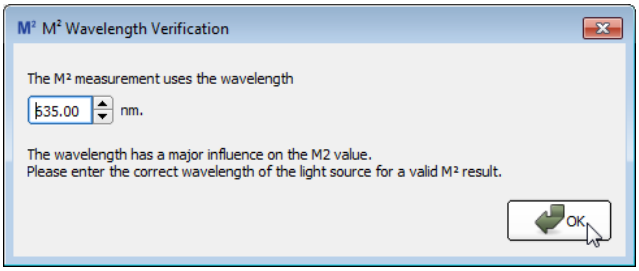
M^2/发散角测量结果	
Export_BP209VIS_2017-07-10_15.29.12_#001_Results.csv	
带日期、时间和手动索引的前缀	“Results”代表M^2测试结果

7.2.7.5 运行M²测量

开始测量之前，请确保满足以下条件：

- 光束已正确对准——理想情况下，在整个扫描范围内，光束中心应对准探测器中心。本手册的光束对准 88部分描述了达到这个要求的方法。
- 光束直径应符合光束直径要求 80。
- 待测激光器的确切波长是已知的，因为波长值会影响M²测量结果。
- 尽可能避免反射和干扰。
- 激光系统已预热——取决于光源，此过程可能需要长达1个小时。
- 激光输出在空间和时间上都是稳定的。

点击**开始(Start)**按钮开始测量。
系统将提示确认激光波长：



验证波长，然后点击**OK**。

运行测量时，大多数按钮和选项都被禁用，比如M²测量设置和工具栏。这是特意设定的，防止测量期间更改任何设置。

点击**停止(Stop)**按钮可以随时中断测量。

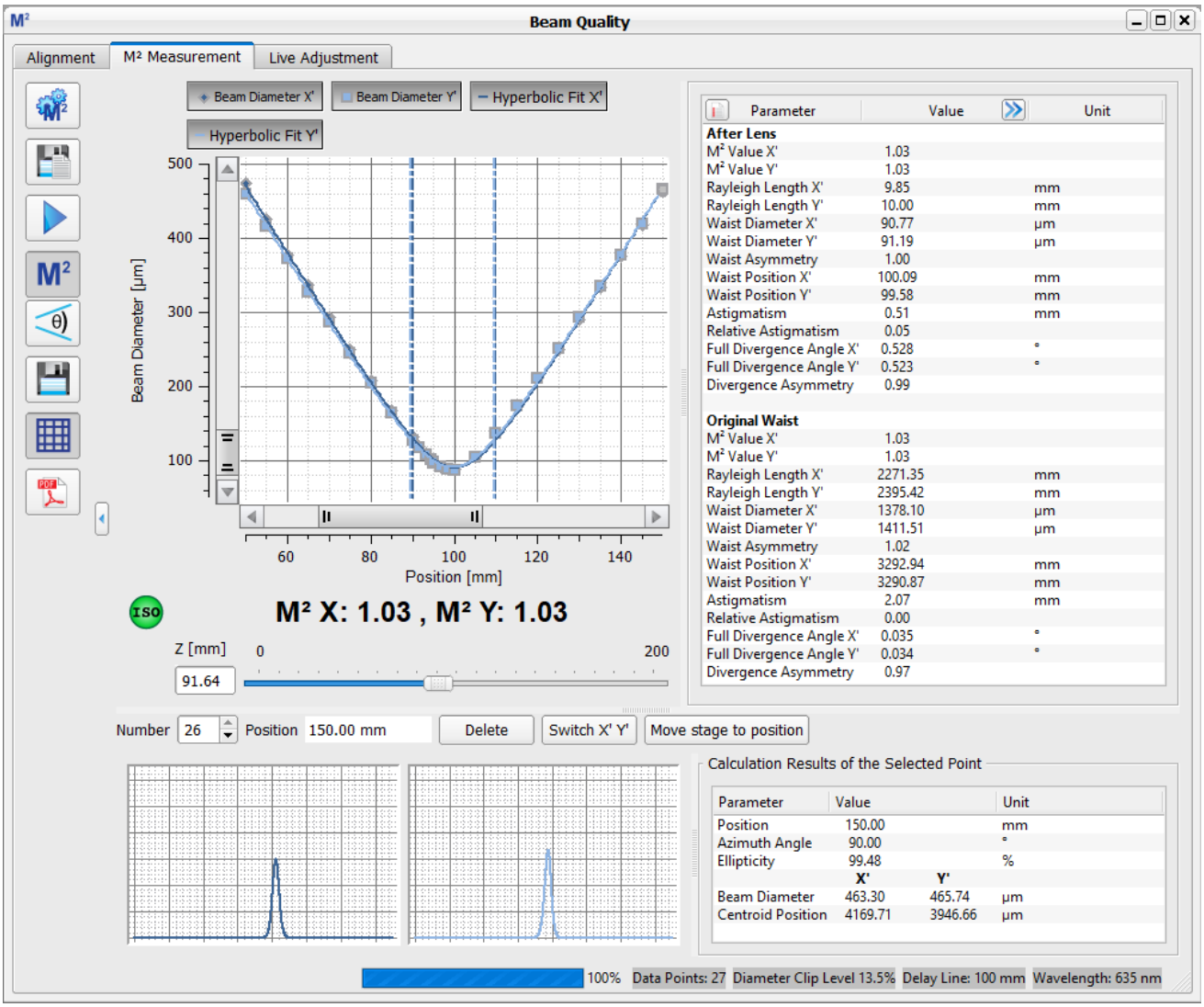
开始测量后，曲线图的X轴将适应用户定义的扫描范围，例如50到125 mm。Y轴自动调节到记录的光束宽度。

如果使用**正常扫描(Normal Scan)**，当精确扫描添加其他数据点时，图表上的刻度会放大。完成此步骤后(在测量结束时)，会再次显示整个扫描范围。

 © 2023 Thorlabs

7.2.7.6 M²测量结果

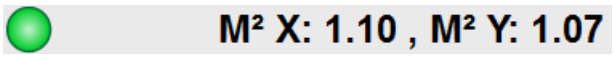
成功测量M²之后，会出现如下所示的**光束质量测量**窗口。



绿灯表示测量成功，并且符合ISO 11146标准：



如果使用了不同于ISO的光束宽度标准(请看M²设置 99)，则显示测量成功而没有ISO标注：



通常，X'轴和Y'轴与实验坐标系(即X轴和Y轴)不一致。此外，X'的M²值独立于Y'的M²值。对于高度椭圆的光束，比如半导体激光器的光束，M²X'和M²Y'的差异将比本示例大得多。

图例

- X'轴光束直径
- Y'轴光束直径
- X'轴双曲线拟合
- Y'轴双曲线拟合

这些值也显示在图表旁边的完整结果列表中：

Parameter	Value	Unit
After Lens		
M^2 Value X'	1.03	
M^2 Value Y'	1.03	
Rayleigh Length X'	9.85	mm
Rayleigh Length Y'	10.00	mm
Waist Diameter X'	90.77	µm
Waist Diameter Y'	91.19	µm
Waist Asymmetry	1.00	
Waist Position X'	100.09	mm
Waist Position Y'	99.58	mm
Astigmatism	0.51	mm
Relative Astigmatism	0.05	
Full Divergence Angle X'	0.528	°
Full Divergence Angle Y'	0.523	°
Divergence Asymmetry	0.99	
Original Waist		
M^2 Value X'	1.03	
M^2 Value Y'	1.03	
Rayleigh Length X'	2271.35	mm
Rayleigh Length Y'	2395.42	mm
Waist Diameter X'	1378.10	µm
Waist Diameter Y'	1411.51	µm
Waist Asymmetry	1.02	
Waist Position X'	3292.94	mm
Waist Position Y'	3290.87	mm
Astigmatism	2.07	mm
Relative Astigmatism	0.00	
Full Divergence Angle X'	0.035	°
Full Divergence Angle Y'	0.034	°
Divergence Asymmetry	0.97	

M^2 X'和M^2 Y'是X'/Y'轴的M^2值，根据测量数据点的双曲线拟合计算得出。

瑞利长度(Rayleigh Length) X'(Y')是从束腰位置X'(Y')到光轴上光束直径比束腰直径大√2倍的位置的计算距离[mm]。也可以查看M^2理论 130 部分。

束腰直径(Waist Diameter) X'(Y')是焦点处X'(Y')方向的光束直径。这是从曲线拟合计算出的最小光束直径[µm]。这个值可能与测得的最小光束宽度不同。

腰斑的不对称性(Waist Asymmetry)代表束腰位置的椭圆度，通过计算X'和Y'轴方向上束腰直径的比率所得。腰斑的不对称性为1.0表示圆形光斑。

$$waist\ asymmetry = \frac{d_{0y}}{d_{0x}}$$

束腰位置(Waist Position) X'(Y')是束腰(最小光束直径)的Z轴上的位置。这是从曲线拟合得出计算值(以mm为单位)。这个值可能与测得最小光束宽度的位置不同。

 © 2023 Thorlabs

像散(Astigmatism)是因为X扫描方向上的束腰在Z轴上对应的位置不同于Y扫描方向上的束腰。因此，最小光斑直径的位置z_{0x}和z_{0y}之间存在差异。

$$astigmatism_abs = z_{0y} - z_{0x}$$

相对像散由像散值除以X和Y轴瑞利长度的平均值计算得出。

$$astigmatism_rel = \frac{Z_{01_Y} - Z_{01_X}}{(Z_{R1Y} - Z_{R1X}) \div 2}$$

全发散角(Full Divergence Angle)在M²理论 130说明部分。

发散角的不对称性(Divergence Asymmetry)是Y轴和X轴上发散角的比率。这个比率的值不等于1.0则表示光束椭圆度随Z轴位置而变化，例如，椭圆光束被聚焦成圆形光斑时。

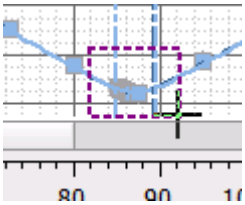
$$divergence\ asymmetry = \frac{\theta_y}{\theta_x}$$

提示

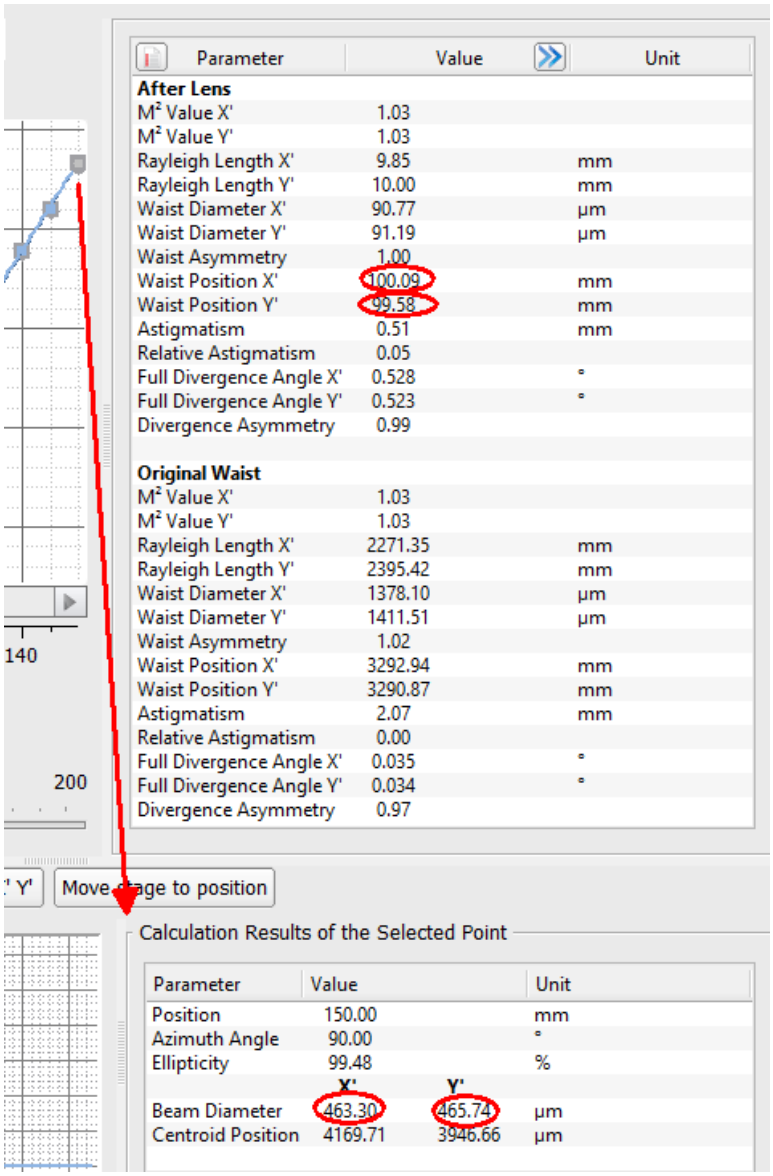
所有结果均根据所用的拟合计算得出！

显示Z轴某个位置的结果

测量完成后，Z轴某个位置计算的光束直径、光束中心位置(X'和Y')和光束椭圆度可以从图表中查询到。如需查询，将鼠标指针移到测量曲线上。为了方便查看，可以绘制一个矩形框来放大曲线：



鼠标指针一旦碰到测量点，形状就会更改为。点击这个点。对应的位置和计算值将显示在**所选数据点的计算结果(Calculations Results of the Selected Point)**面板：



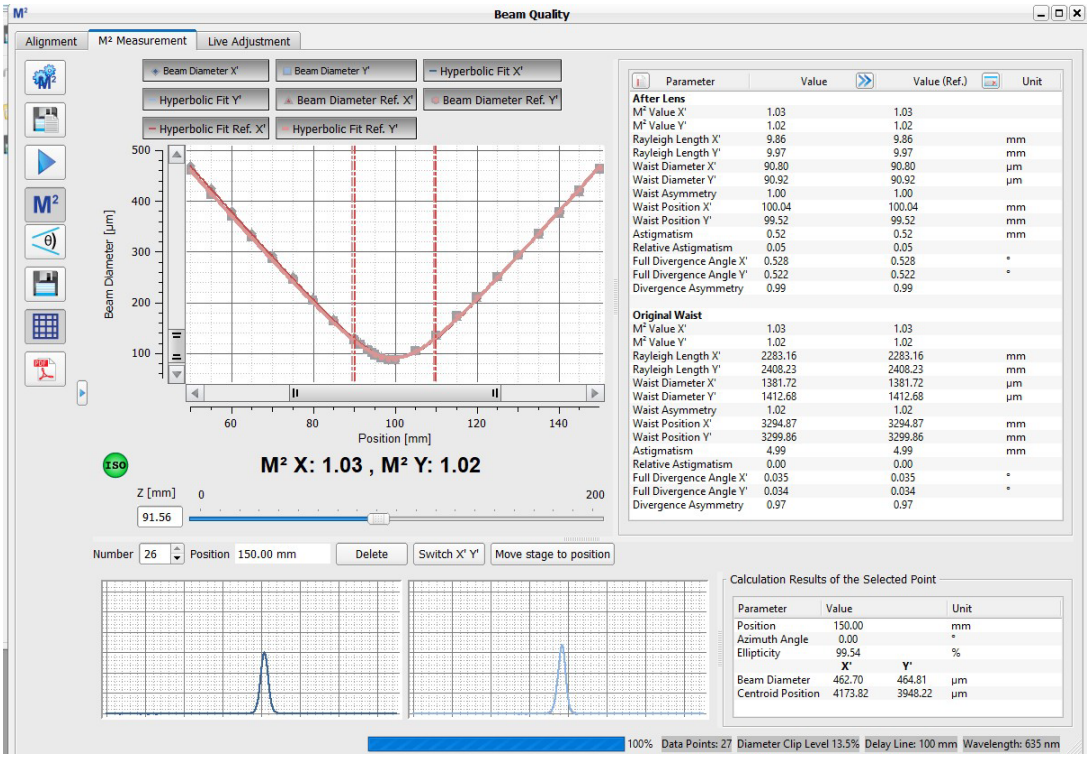
提示

与**结果(Results)**面板相比，此处显示的结果是从所测数据点计算出来的，没有双曲线拟合。因此，实际束腰显示的直径值可能与X'(Y')束腰直径不同。

 © 2023 Thorlabs

参考测量

M²测量完成后，可以保存结果并随后用作参考。只需点击 按钮，当前测量结果就成为参考值。此外，参考数据以不同的颜色显示到图表中。



参考图例：

- X'轴光束直径参考值
- Y'轴光束直径参考值
- X'轴双曲线拟合参考值
- Y'轴双曲线拟合参考值

点击清除图标 可以删除参考数据。

请参考保存M²测试结果 101

7.2.7.7 M²故障排除

以下是可能发生的典型问题示例以及解决这些问题的相应建议。

❑ 不管位移台处于什么位置，光束都没有打在探测器上。

执行正确的光束对准 88。

❑ 测量期间发生超时错误。

当光束轮廓仪在设置的超时时间内未传送有效图像时，便会发生超时错误。这可能是由于：

- 光电二极管的饱和。可以降低入射光功率，或者在可能的情况下使用焦距更长的透镜；这样可以增大焦斑直径，从而降低焦点的功率密度。
- 光束功率太低。
- 光束尺寸太小，无法计算椭圆(如果选择限幅水平椭圆作为光束宽度)。可以使用焦距更长的透镜来增大光斑。
- 光束在孔径之外。对准光束，请看光束对准 88。

❑ 已执行M²测量，但显示 ISO 图标，未显示M2结果

确保正确执行了设备设置 30。

❑ M²值与预期值差很多。

例如，光束具有近高斯强度分布，且M²值大于1.1：

- 检查设置的波长(请看M²设置 99)
- 检查**计算区域**的限幅水平：
  - 如果所选的限幅水平过高，则可能会切断光束，并且测得的光束区域可能小于实际光束的延伸范围。这会导致束腰太小和M²太小(甚至低于1)。
  - 如果所选的限幅水平太低，则计算区域和测量会捕获光束及光束周围的噪声。然后，测得的光束宽度大于实际光束宽度，从而导致M²增大。

❑ M²小于1.0

M²值<1.0从物理角度看是不可能的，但也许是因为

- 计算区域太小(限幅水平太高)
- 测量结果的准确性。应该考虑5%的误差。
- 波长设置不正确。将波长设置为正确的值，之后M²结果将得到校正，无需重新测量。

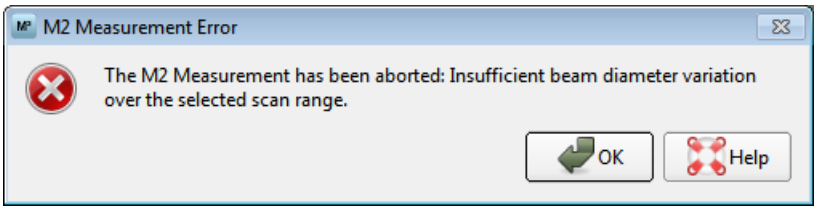
❑ 光束轮廓看起来是扭曲的(特别是在位移台的末端位置)。

即使期望激光器产生M² = 1.0的高斯光束，此光束仍然会受到激光器和光束轮廓仪之间每个光学元件的影响。例如，聚焦透镜可能装斜了，或者产生高度畸变，从而导致像差和光束质量下降。

滤光片和反射镜表面被污染的情况下，也可能影响光束轮廓。请根据制造商的说明清洁表面。

 © 2023 Thorlabs

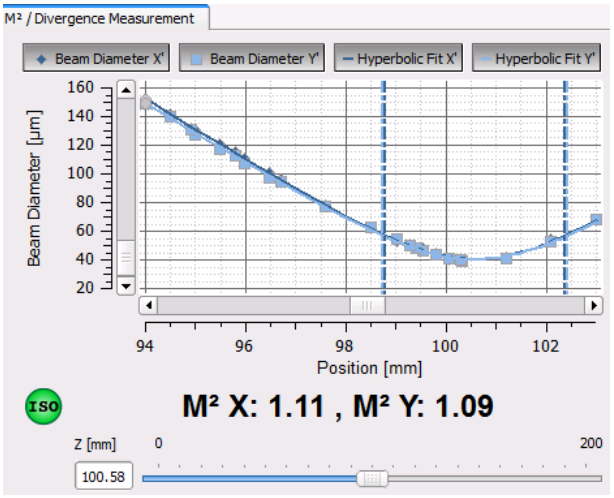
❑ 错误信息



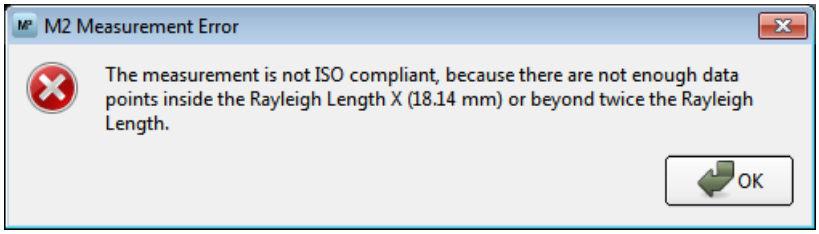
“M2测量已中止：所选扫描范围内的光束直径变化不足。”

软件无法在两倍的瑞利长度内找到足够的测量点。

- 加大测量范围 99。
- 选择焦距较短的聚焦透镜。
- 经验之谈：在扫描范围内，光束直径在束腰一侧的变化至少不低于1:2.5的比率——请看以下示例。



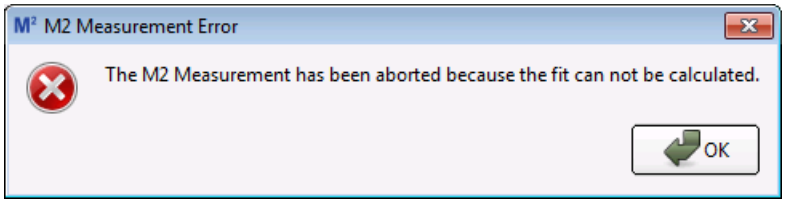
❑ 错误信息



“此测量不符合ISO标准，因为瑞利长度X(Y)(xx mm)内或瑞利长度的两倍以上的位置没有足够的数据点。”

- 软件无法以所需的分辨率测量。
- 增加数据点的最小数量(请看M²设置 99)。
- 如果错误消息仍然存在，请同时增大扫描范围。

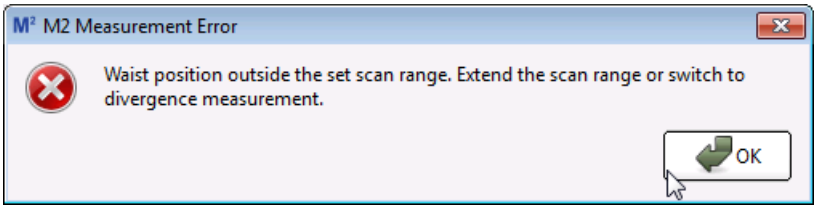
❑ 错误信息



“由于无法计算拟合，M2测量已中止。”

- 不能根据测量的数据点计算双曲线拟合。可能的原因是，例如，束腰距离扫描范围较远，或者未使用聚焦透镜。
- 将M²设置重置为默认设置——将扫描范围设置为最大。
- 检查设置以确保束腰在扫描范围内。
- 如果未使用聚焦透镜，则只能测量发散角！

❑ 错误信息



“束腰位置超出扫描范围。扩大扫描范围或切换到发散角测量。”

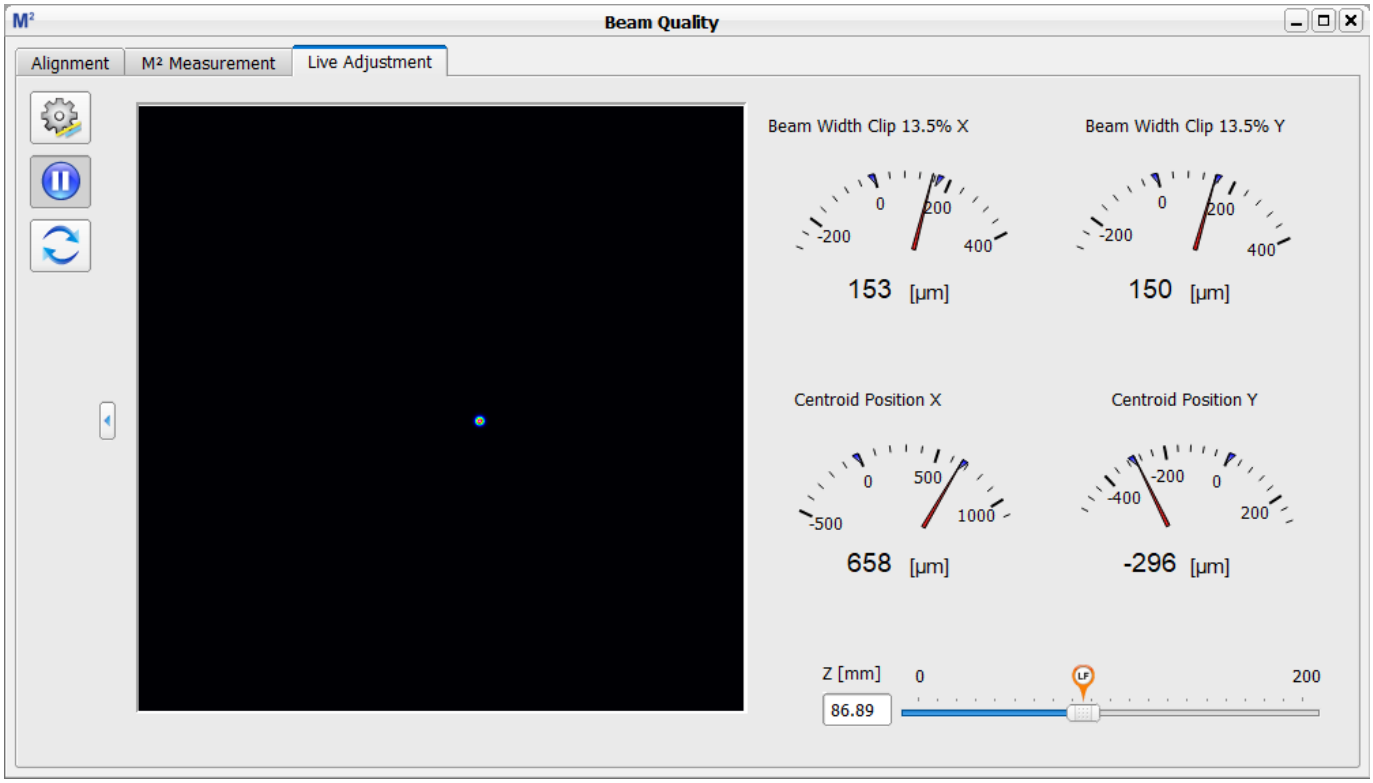
- 根据测得的数据点计算双曲线拟合导致束腰位置超出扫描范围。通常，如果束腰靠近扫描终点位置，则会发生这种情况。扩大扫描范围。
- 将M²设置重置为默认设置——将扫描范围设置为最大。

 © 2023 Thorlabs

7.2.7.8 实时调整

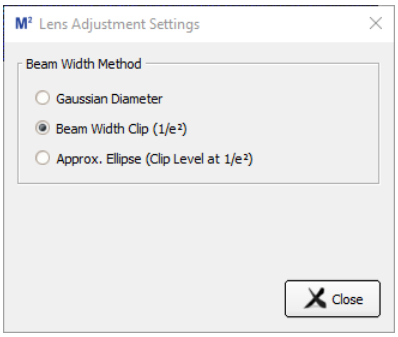
打开实时调整面板并点击“开始(start)”，M²位移台将移动到根据输入参数计算得出的透镜焦平面。此时，可以调整激光系统，例如优化准直，直到焦平面中的光束宽度达到最小值。

随着位移台移动到焦平面，面板右下角的Z滑块会在透镜焦距(LF)图标下方移动。



右侧面板显示了X轴和Y轴的光束宽度和中心位置。

光束宽度：显示的光束宽度根据设置面板中所选的设置计算得出，而通过左侧图标可打开此窗口的设置面板。



中心位置：显示的中心位置用于在调整过程中持续观察光束位置。

右下角的滑块有助于调整Z轴。

7.2.8 发散角测量

发散角测量通过测量光束传播轴上不同点的光束直径来计算未聚焦的会聚或发散光束的发散角。测量数据会经过线性拟合。

这种测量技术与光束质量(M^2)测量非常相似，因此可以使用相同的硬件，但不使用聚焦透镜。

发散角测量是光束质量77测量装置的一项功能，并且也使用M2MS扩展装置。

请通过M^2图标打开M^2测量面板以进入对准和发散角测量GUI。

如要准备和执行发散角测量，请取消选中窗口左侧的M^2图标。此操作可将界面切换到发散角测量窗口。

7.2.8.1 光束对准

为什么要对准光束？

光束轮廓仪具有确定的入射孔径，因此移动位移台时，必须确保激光束保持在孔径内。理想情况下，在位移台移动期间，光束中心保持在孔径中心——这是正确测量光束质量的前提。

M2MS测量系统出厂时已经过对准。完全平行于位移台移动方向进入M2MS的光束在位移台移动期间将保持在光束轮廓仪孔径的中心。换句话说，就是光束对准仅取决于光源的位置。通常情况下，光源的输出光束是开放的。为了将待测光束引导到M2MS中，需要两个可调反射镜的组合，Thorlabs提供多种此类产品。

在软件向导的引导下，光束对准过程分为两个步骤：

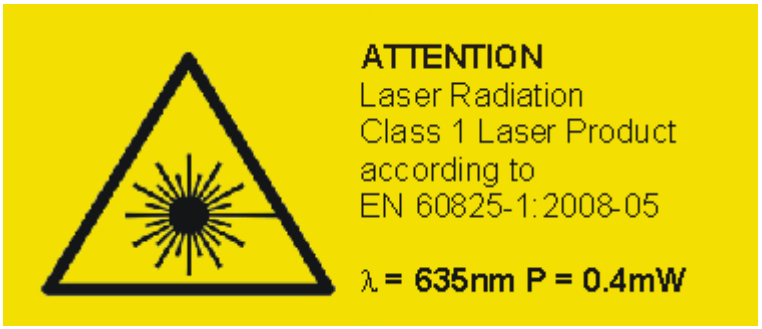
1. 粗略对准116：通过辅助激光器(随货附带)确定待测激光输出孔径的正确位置。
2. 精确对准116：待测激光的对准使光斑偏移和指向角最小。

 © 2023 Thorlabs

7.2.8.1.1 粗略对准

对于粗略对准，Thorlabs提供的配件盒中附带对准激光器。这个步骤是将对准激光器安装在M2MS上，替代光束轮廓仪，如下所述。让出射光束通过光束轮廓仪孔径的中心进入M2MS并平行于位移台移动方向。对准光束是反向定向的——实际上，它离开光束轮廓仪，被位移台的两个反射镜反射到激光源的出射孔径中心(请看M2MS工作原理 79 的图纸)。

警告 使用对准激光器时请小心！



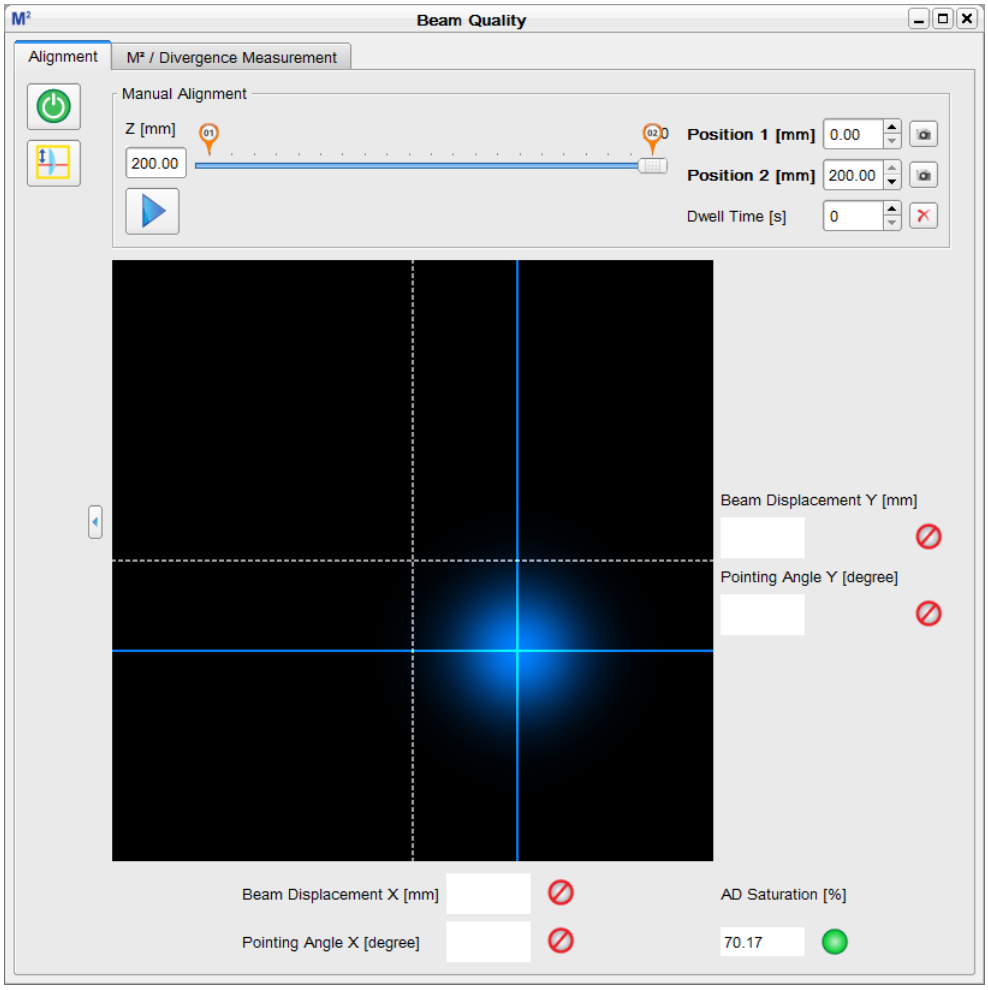
- 从M2MS底座上拆下光束轮廓仪及其转接件。
- 将对准激光器安装到光束轮廓仪的位置，并将其3.5 mm的插头插入对准激光器的输出接口(2) 86。
- 确保M2MS已打开并连接到控制电脑，Beam软件已启动，位移台已初始化。
- 从磁性支架上取下聚焦透镜。
- 打开对准激光器。
- 对准光学系统，使对准激光器的光斑对准光源的中心。

7.2.8.1.2 精确对准

粗略对准后，需要使用M²测量面板的**对准(Alignment)**功能精调待测光束。这个分两个步骤。

准备

- 关闭对准激光器，并换上光束轮廓仪。
- 确认BP209光束轮廓仪连接到M2MS的1个USB 2.0输出口(连接PC 86 章节中的③)。
- 拆下聚焦透镜(请看M2MS工作原理 79 章节图纸中的③)
- 确认BP209系列光束轮廓仪可以被Beam软件识别(工具栏 设备选择 87)。如果无法自动识别，请按**刷新**设备列表**(Refresh Device List)** 14 按钮。
- 确认可以识别位移台并初始化。如果不能，请按刷新位移台列表按钮 87 识别出位移台后，双击DDS100按钮。位移台初始化并移动至200 mm的位置。
- 启动待测激光器。
- 从菜单“窗口(Windows)” → “M²光束质量测量(M² Beam Quality Measurement)”或点击M²按钮打开M²子窗口，然后切换到对准选项。



 © 2023 Thorlabs

指示灯和图标说明

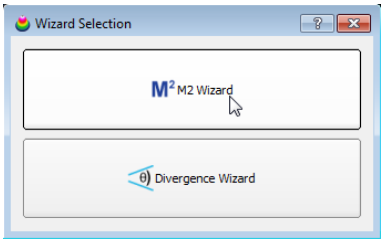
	启动对准向导 92
	启动聚焦透镜对准向导 96
Z [mm]	此框显示位移台的实际位置；初始化后 = 200 mm。
Position 1 (2) [mm]	可以输入位移台移动时左右两端的位置。
	左右两端位置的标记。除了用数字输入位置，也可以拖动标记来移动。
	点击这些**拍摄(capture)**按钮，位移台移动到设定的位置(如果尚未到达此位置)，并拍摄光束中心位置(琥珀色十字准线)。截图将一直保留到位移台回到恰当位置为止。
	此按钮启动位移台循环移动模式，让位移在位置1和2之间连续移动。可以输入在两端位置的停留时间。在循环模式下，软件会自动拍摄左右两端位置的光束中心(黄色十字准线)。
停留时间	输入所需的时间[秒]。点击图标 禁用停留时间。
	实际光束位置中心的十字准线。
	探测器中心的十字准线。
光斑偏移	位置2和1 [mm]之间X(Y)轴方向上的中心偏移。第二次拍摄后方框内会显示第一个数值。
指向角	光轴与位移台移动方向之间在X(Y)轴方向上的角度[°]。第二次拍摄后方框内会显示第一个数值。
 对准成功指示	 对准失败  对准到可以正确测量光束质量(偏移 < 0.65 mm，指向角 < 0.35°)  对准良好(偏移 < 0.35 mm，指向角 < 0.15°)
AD饱和度 (AD Saturation)	显示光束轮廓仪AD转换器的电流饱和度。为了实现正确的光束对准，此值必在40-95 %之间。数字字段右侧的绿灯表示在“良好”范围。

7.2.8.1.3 发散光束对准向导

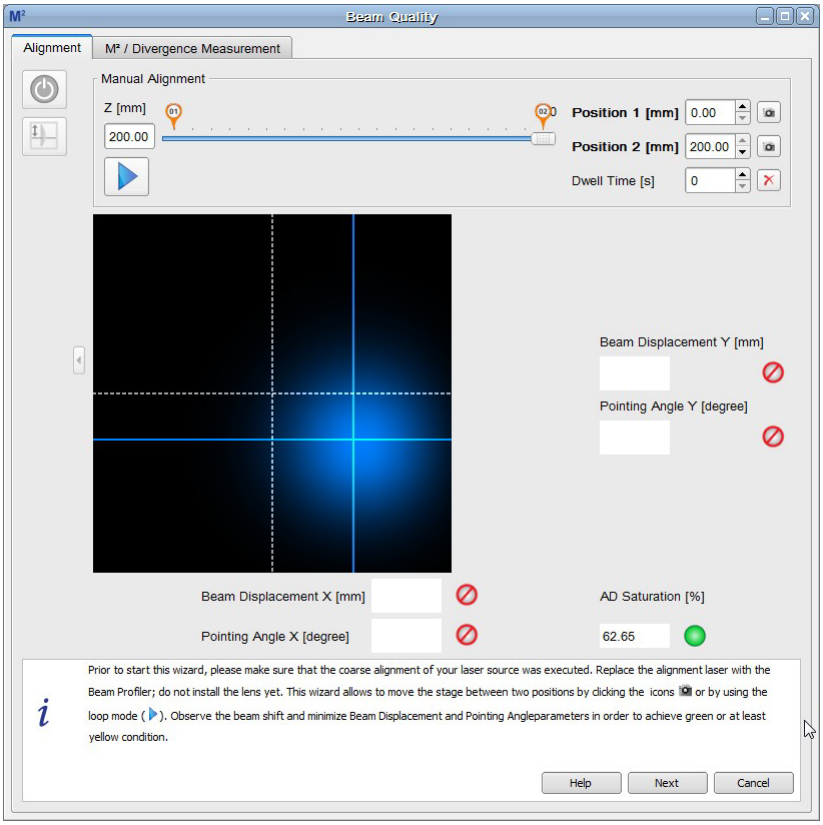
提示

请确保旋转安装座竖直放置，以使BP209系列产品的Y轴位于垂直方向。

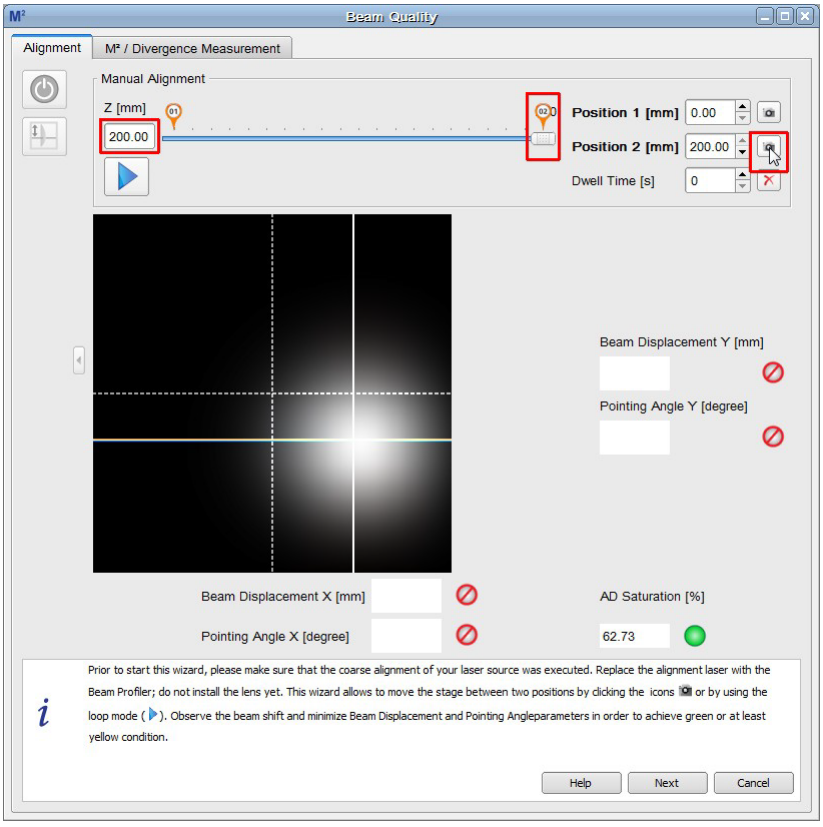
请按**启动向导(Start Wizard)**按钮。系统将要求您选择是要测量M^2还是发散角。请做出选择：



启动向导：

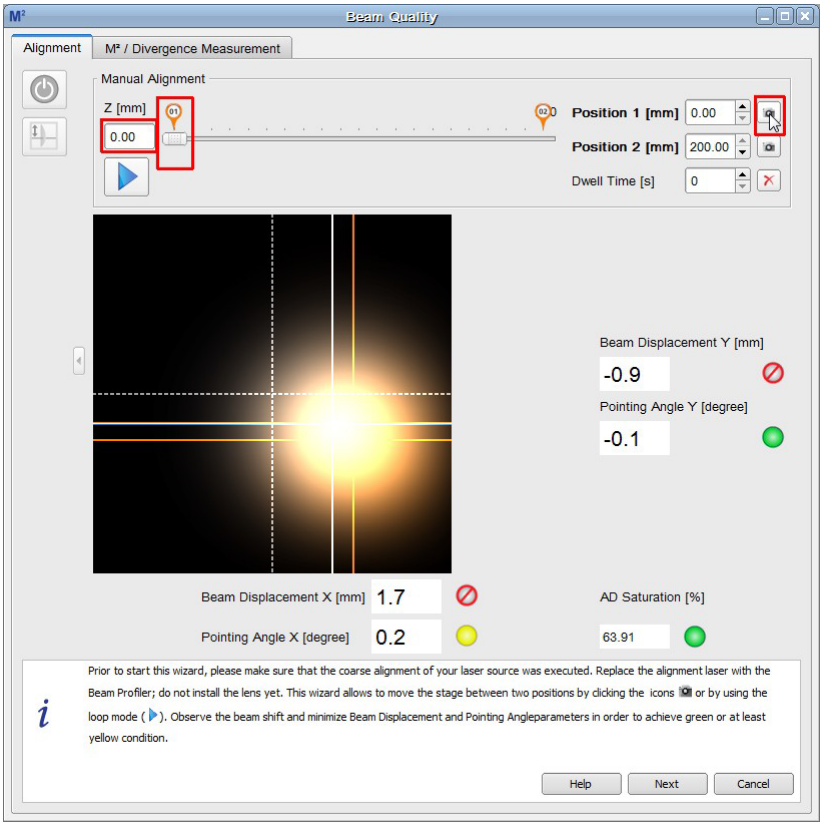


- 为了对准成功，必须调整光功率水平，使AD饱和度介于40 - 95 %之间。数字字段右侧的绿灯表示在“良好”范围。对准期间，此状态不得更改
- 初始化后，位移台位于Position 2 (200 mm)。点击Position 2的拍摄按钮 ——拍摄中心，十字准线颜色变为琥珀色。由于此时由蓝色十字准线标记的实际光束中心位于相同的位置，因此准线的颜色显示为白色：



Position 2拍摄的中心

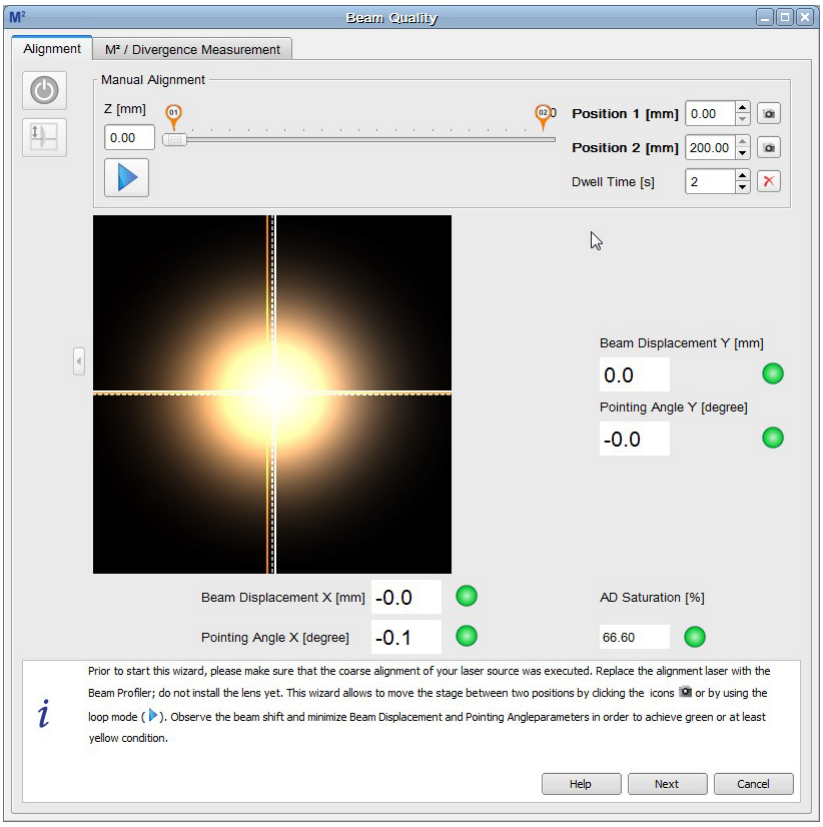
- 点击Position 1拍摄按钮(0 mm)。位移台移动到Position 1，并拍摄第二张中心位置：



Position 1拍摄的中心

- 现在，光斑偏移和指向角的数值都已显示出来。

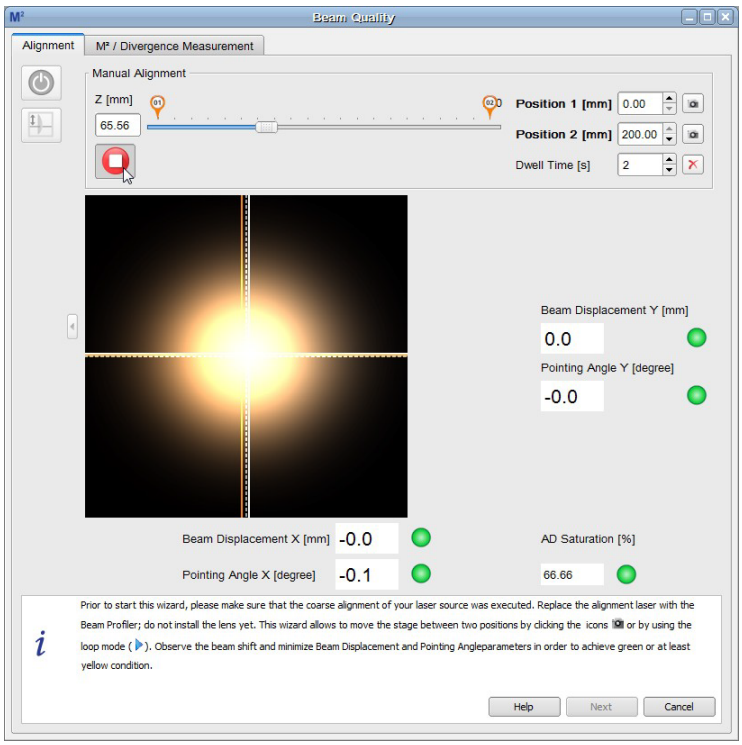
- 调节您的激光源对准光束位置。随后点击Position 1和2的拍摄按钮，观察对准并优化，直到四个对准标准都满足(灯泡必须至少为黄色)：



对准良好的光束位置

- 如要切换位置，可以通过软件自动控制位移台在两个停止位置之间的移动。只需按下循环按钮 并输入一个适当的停留时间值即可。位移台开始循环移动，在停止位置停留指定的时间。停留期间可以重新对准。但请记住，对准指示数值仅在下一次运动之后才会更新。

 © 2023 Thorlabs

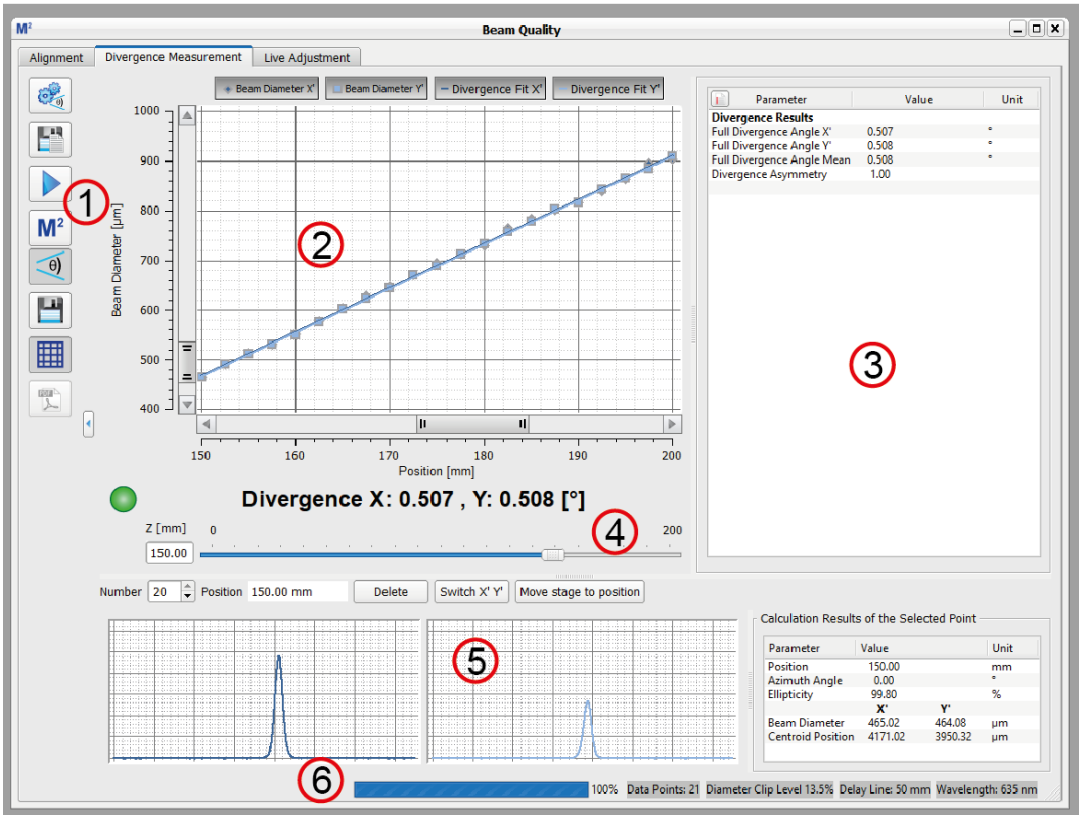


对准移动循环

- 点击 按钮终止循环。
- 完成之后，点击**下一步(Next)**以继续。

7.2.8.2 发散角测量面板

发散角测量面板(Divergence Measurement Panel)是M²测量窗口的一部分：



发散角测量面板分为6个子面板：

1. 工具栏：

	发散角设置	打开发散角测量 125 的设置
	自动保存数据	M²测量期间保存光束轮廓仪数据 103
	开始/停止	开始/停止发散角测量
M²	M²	切换到M²测量
	发散角	切换到发散角测量
	保存数据	成功测量发散角后启用此按钮，可以保存绘图数据。
	网格	禁用/启用图中的网格
	PDF测试报告	将发散角测量结果保存到PDF文件中

2. 发散角图表

测量数据绘制在图表中。图表上方的4个按钮可以配置显示：**光束直径X'(Y')(Beam Diameter X'(Y'))**按钮显示/隐藏各个位置的测量数据显示。**发散角拟合(Divergence Fit X'(Y'))**按钮显示/隐藏测量数据点的曲线拟合。

测量完成后，在图表下方显示X轴和Y轴的发散角结果。左侧有一个指示图标，显示测量是否成功。

工具栏和图表之间的红色标记按钮将图表扩展到整个发散角窗口。

 © 2023 Thorlabs

3. 数值结果

此区域中会详细显示光束质量的测量结果。详情请看发散角测量结果127部分。

4. 位置栏

发散角图表下方的位置栏显示位移台的实际位置，如之前在对准89选项所示。

5. 个别数据点

在此子面板的标题中选择想要测量的数据点的**序号(Number)**。对于选择的点，会显示位移台位置和光束的X轴和Y轴轮廓。右表**所选数据点的计算结果(Calculation Results of the Selected Point)**，包含以下信息：

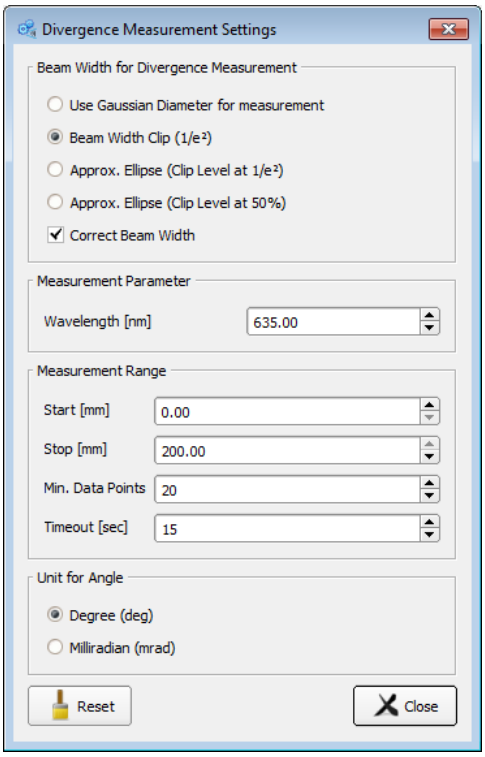
参数	释义
Position	以mm为单位显示位移台的Z轴实际位置。
Azimuth Angle [deg]	显示的值无关紧要，始终等于0°。
Ellipticity	拟合椭圆光束的椭圆度(请看应用说明142)
Beam Diameter X' [µm] Beam Diameter Y' [µm]	根据设置99，基于高斯拟合、近似椭圆或光束宽度限幅($1/e^2$)显示光束直径。 坐标系始终与光束轮廓仪前面板上标记的狭缝坐标相关。
Centroid Position X' Centroid Position Y'	光束中心位置与光束轮廓仪前面板上标记的狭缝坐标相关。

6. 状态栏

- 测量进度条
- 所测数据点总数
- 用于发散角测量的光束宽度设置
- 延迟线：测量范围(开始位置和停止位置之间的差异)
- 波长设置(与发散角计算无关)

7.2.8.3 发散角测量设置

为了成功可靠地执行测量，恰当的测量设置至关重要。点击 进入**发散角测量设置**。



光束宽度(Beam Width)

光束宽度的计算是在两种可能的限幅水平下基于椭圆的近似计算。测量开始时，通过平均10帧数据确定一个参考角。然后使用此角度评估所有后续帧和椭圆。

测量参数(Measurement Parameters)

波长与发散角测量无关。

测量范围(Measurement Range)

确定从起点到终点的距离，测量过程中在这个范围内移动位移台。Start必须至少比Stop小5 mm且≥ 0 mm。Stop的有效值为

5 mm < Stop < 位移台长度。

提示

建议设置> 40 mm的扫描范围，以确保更高的准确度。最好是对整个位移台长度扫描。

超时时间(Timeout)是直到可以从光束轮廓仪中检索到有效数据为止的等待时间(例如在慢速移动的情况下)

扫描后的位移台位置(Stage Position After Scan)

与发散角测量无关。

角度单位(Angle Unit)

可以选择度或毫弧度。

重置(Reset)

Reset 恢复发散角设置的默认设置：

参数	默认设置
光束宽度	光束宽度限幅($1/e^2$)
Start	0 mm
Stop	200 mm
最小数据点	10
超时时间	15 sec

设备设置(Device Settings)

请务必将光束轮廓仪的增益和带宽(请看狭缝式光束轮廓仪参数 31)设置为Auto。

 © 2023 Thorlabs

7.2.8.4 保存发散角测量结果

除了标准功能“保存发散角测量结果”外，Thorlabs Beam软件还可以在执行发散角测量时自动保存光束轮廓数据。

详情请看保存M²测量结果 101。

提示

发散角测量结果不能保存为PDF测试报告，只能保存为CSV、TXT或XLS文件。

7.2.8.5 运行发散角测量

发散角测量旨在测量低发散或会聚光束的传播。因此，测量需要去除任何会在扫描范围内产生束腰的聚焦元件。

开始测量之前，请确保：

- 光束已正确对准——理想情况下，在整个扫描范围内，光束中心应对准探测器中心。请看光束对准 115章节了解对准光束的信息。
- 尽可能避免反射和干扰。
- 激光系统已预热——取决于光源，此过程可能需要长达1个小时。
- 激光输出在空间和时间上都是稳定的。

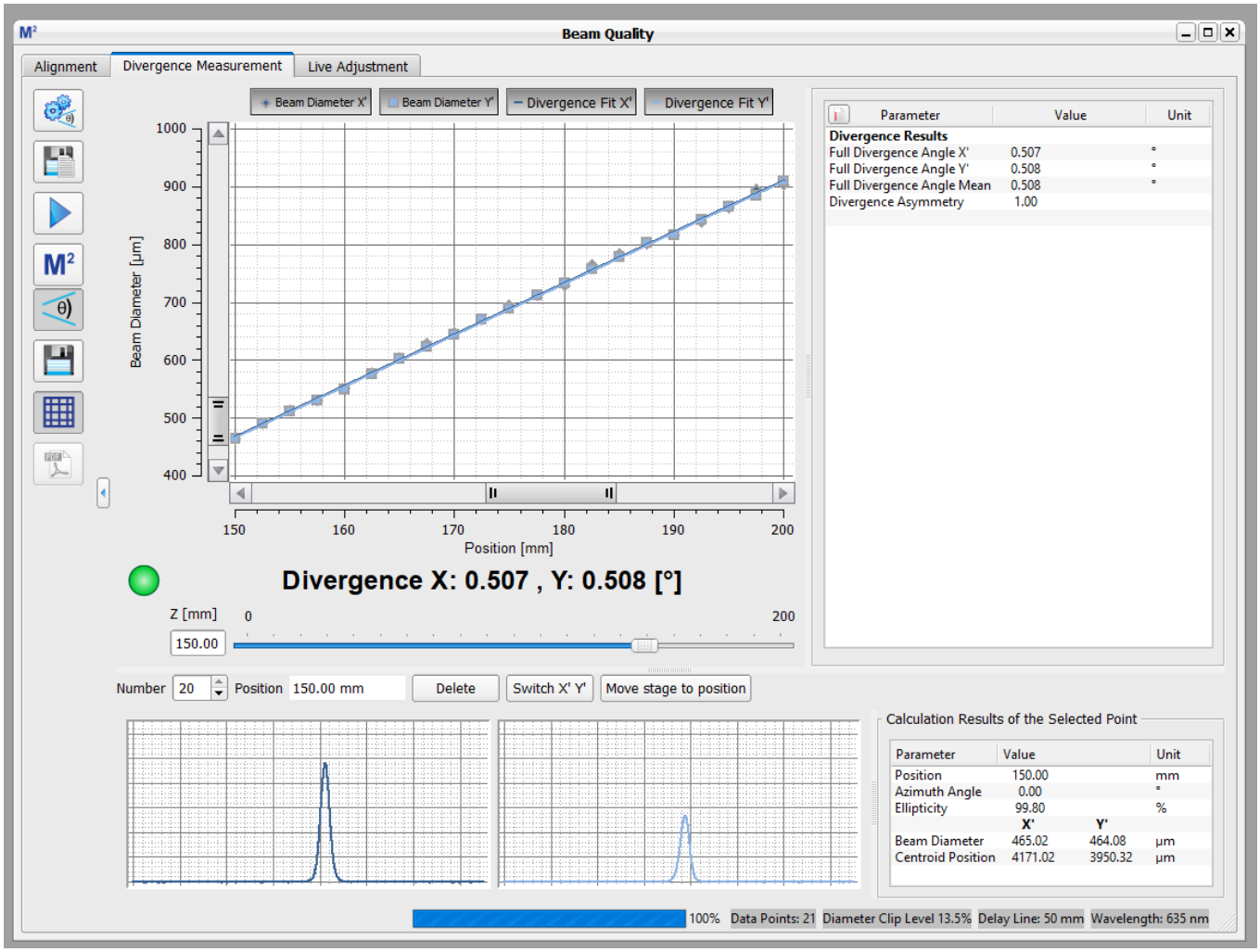
点击**开始(Start)**按钮▶开始测量。

运行测量时，大多数按钮和选项都被禁用，比如发散角测量设置和工具栏。这样可以防止在测量过程中修改设置。

如有必要，可以点击**Stop**按钮⏹中断测量。

开始测量后，曲线图的X轴将适应用户定义的扫描范围，例如0到120 mm。Y轴自动调节到记录的光束宽度。

7.2.8.6 发散角测量结果



绿灯表示测量成功。



这些值也可以在完整的**结果**列表中找到。

Parameter	Value	Unit
Divergence Results		
Full Divergence Angle X'	0.507	°
Full Divergence Angle Y'	0.508	°
Full Divergence Angle Mean	0.508	°
Divergence Asymmetry	1.00	

负值表示会聚光束，正值表示发散光束。

提示

所有结果均根据所用的线性拟合计算得出！

全发散角X'(Y')(Full Divergence Angle X'(Y'))在M²理论 130一章中有说明。

发散角的不对称性(Divergence Asymmetry)是Y轴和X轴扫描方向上发散角比率。这个比率的值不等于1.0则表示光束椭圆度随Z轴位置而变化，例如，椭圆光束被聚焦成圆形光斑时。

$$divergence\ asymmetry = \frac{\theta_y}{\theta_x}$$

 © 2023 Thorlabs

参考测量

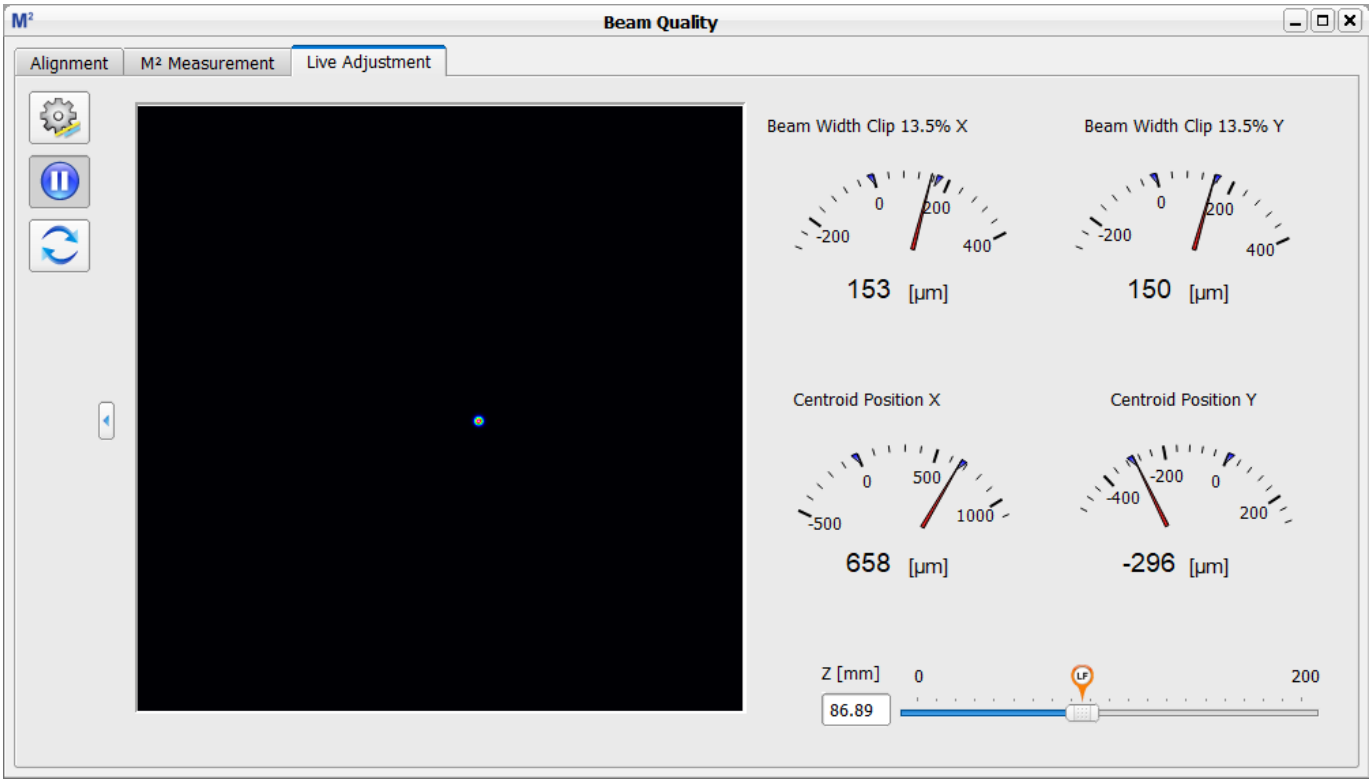
可以保存实际的测量结果，之后用作参考，这与M²测量结果 110 一样。

7.2.8.7 实时调整

同M²测量一样，发散角测量面板也提供激光器系统的实时调整选项。

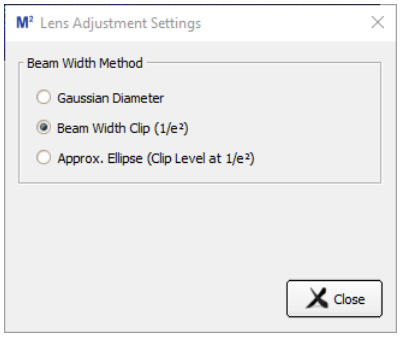
打开实时调整面板并点击“开始(start)”，M²位移台将移动到根据输入参数计算得出的透镜焦平面。此时，可以调整激光系统，例如优化准直，直到焦平面中的光束宽度达到最小值。

随着位移台移动到焦平面，面板右下角的Z滑块会在透镜焦距(LF)图标下方移动。



右侧面板显示了X和Y轴的光束宽度和中心位置。

光束宽度：显示的光束宽度根据设置面板中所选的设置计算得出，通过左侧图标可打开此窗口的设置面板。



中心位置：显示的中心位置用于在调整过程中持续观察光束位置。

右下角的滑块有助于调整Z轴。

 © 2023 Thorlabs

7.2.9 M²理论

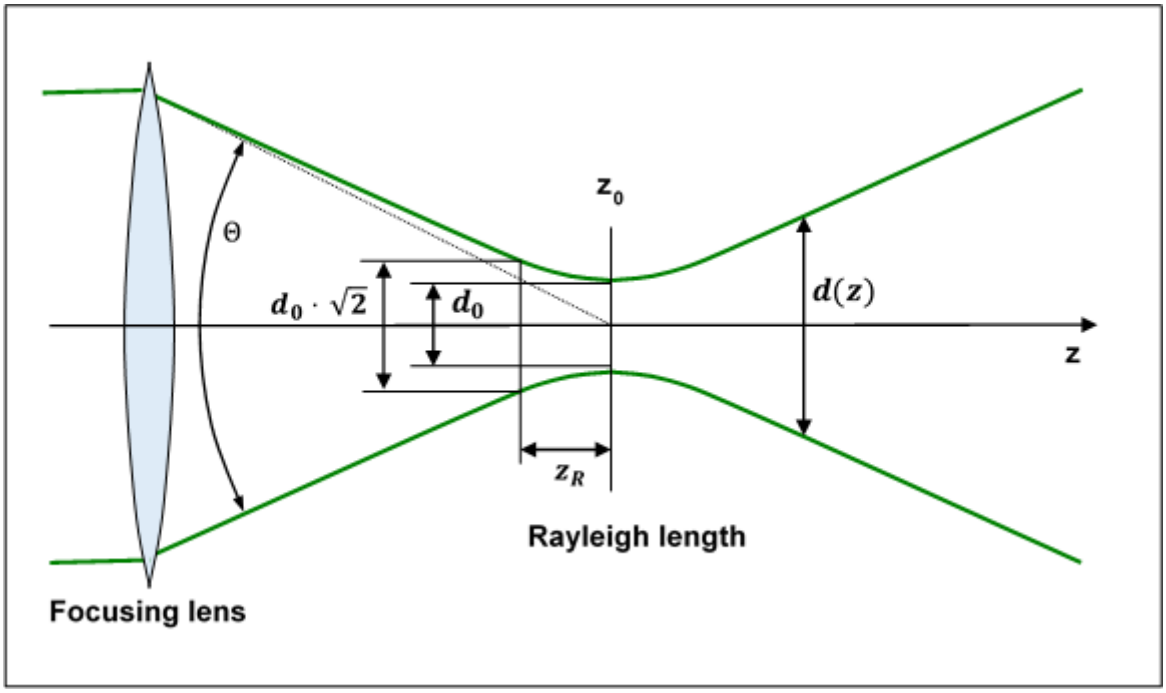
到束腰位置的距离***z***越长，聚焦激光束的直径***d(z)***越大，可以使用下式计算：

$$d(z) = d_0 \sqrt{1 + \left(\frac{z}{z_R}\right)^2}$$

其中

d_0	束腰直径
z_R	瑞利长度
λ	波长

此方程式是假设束腰位置为零的情况。否则***z***必须替换为***(z-z₀)***



瑞利长度z_R是从束腰位置到光束直径是束腰√2 = 1.41倍的位置之间的距离。

从***d(z)***的方程式可以看出，光束直径随***z***在远场中($z >> z_R$)呈线性增大。可以通过以下公式计算全发散角Θ

$$\Theta \approx \frac{d(z;\, z \gg z_R)}{z} = \frac{d_0}{z_R}$$

对于基模为TEM_{00}(高斯光束形状)的激光束，理论上可以证明瑞利长度为：

$$z_{R_G} = \frac{\pi d_{0_G}^2}{4\lambda}$$

因此，对于给定的波长，高斯光束的最小直径(在束腰)与发散角的乘积 $d_{0_G} \cdot \Theta_G$ (又称为“光束参数乘积”，BPP)是恒定的：

$$d_{0_G}\Theta_G = \frac{4\lambda}{\pi}$$

对于混合模(MM)光束，即具有比基模TEM_{00}高阶的模的光束，光束直径和发散角的乘积还要乘以M^2倍。

$$d_{0_{MM}}\Theta_{MM} = M^2 d_{0_G}\theta_G = M^2\frac{4\lambda}{\pi}$$

最后，衍射极限倍因子M^2的计算公式为

$$M^2 = \frac{\pi}{4\lambda}d_{0_{MM}}\Theta_{MM}$$

瑞利长度则为

$$z_{R_{MM}} = \frac{\pi d_{0_{MM}}^2}{M^2\lambda}$$

衍射极限倍因子M^2的倒数称为光束传播因子或光束质量K。

$$K = \frac{1}{M^2}$$

下表说明了理想高斯光束和非理想光束之间的差异。

参数	**高斯光束**	**混合模光束**
衍射极限倍因子M^2	1	> 1
光束传播因子 = 光束质量K	1	< 1
束腰(给定透镜下)	最小	较大
束腰d_0处的发散角θ	窄	较宽

M^2 > 1的非理想高斯光束的成因

优先使用高斯光束，因为它的发散角最小且能达到最小聚焦直径。与高斯形状的差异可能是由于

- 高阶模态的存在
- 激光器中增益介质不均匀导致的幅度和相位失真
- 异常光的存在

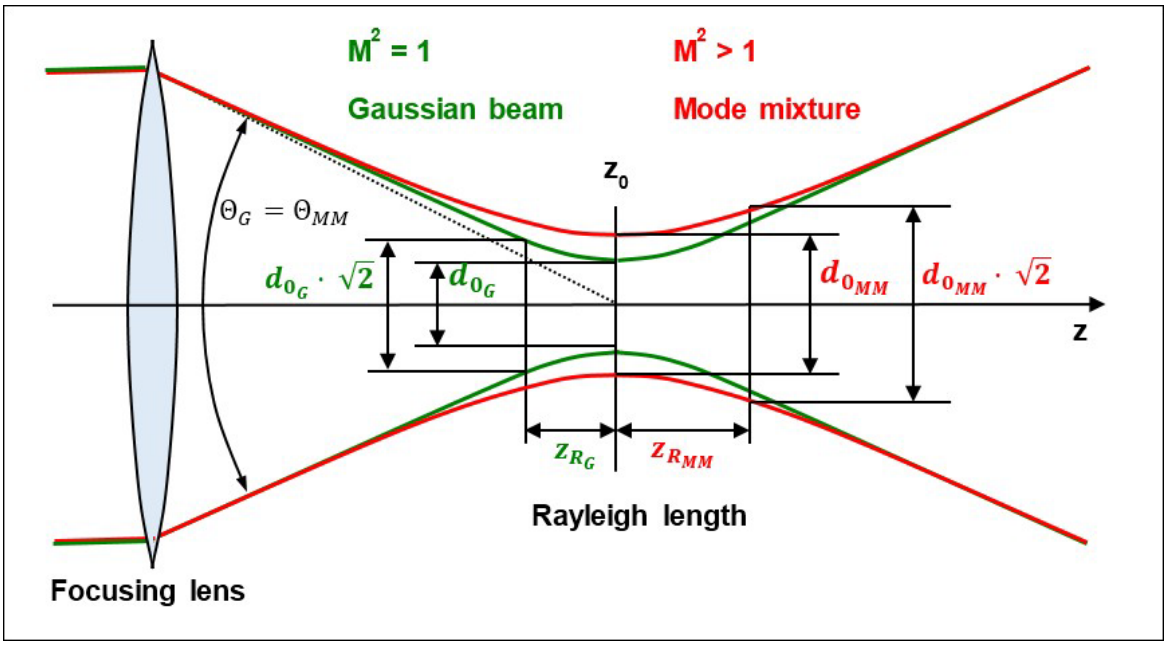
使用相同的聚焦透镜时，这些失真导致束腰更大，从而降低了焦点处可以实现的最大功率密度。

基模TEM_{00}(理想的高斯光束)与混合模光束之间的传播比较

在给定发散角(即已知透镜的焦距)的情况下，仅基模会产生理论上可达到的最小束腰(绿色曲线)。如果光束质量变差(红色曲线)，则束腰增大。如果发散角固定，则混合模光束束腰为基模高斯光束束腰的M^2倍。

$$d_{0_{MM}}(\Theta_{MM} = \Theta_G) = M^2 \cdot d_{0_G}$$

 © 2023 Thorlabs



z_0处相应的功率密度降为$1/(M^2)^2$。同时，瑞利长度增大为基模的M^2倍。

$$z_{R_{MM}}(\Theta_{MM} = \Theta_G) = \frac{\pi d_{0_{MM}}^2}{M^2 \cdot 4\lambda} = M^2 \frac{\pi d_{0_G}^2}{4\lambda} = M^2 \cdot z_{R_G}$$

8. 自行编写应用程序

如要自行编写应用程序，需要特定的仪器驱动程序和一些可在不同编程环境中使用的工具。驱动程序和工具在安装软件的过程中已安装到计算机，无法在安装包中找到。

本节中介绍了在Windows® 8.1和Windows® 10(32位和64位)系统中，如何找到驱动和在不同编程环境中所需的文件。

为了完全支持64位LabView版本，安装包提供了两个安装程序组件，即32位和64位组件：

- 对于Windows® 8.1(32/64位)和Windows® 10(32/64位)：安装“Thorlabs Beam VXIpnp Instrument Driver (32bit)”
- 对于Windows® 8.1(64位)和Windows® 10(64位)：安装“Thorlabs Beam VXIpnp Instrument Driver (64 bit)”

也就是说，32位VXIpnp驱动程序可同时用于32位和64位操作系统，而64位驱动程序则需要64位操作系统。

提示

Beam软件和驱动程序包含32位和64位应用程序。在32位系统中，仅将32位应用程序安装到

```
C:\Program Files\...
```

在64位系统中，仅将64位应用程序安装到

```
C:\Program Files\...
```

而在以下位置可以找到必要的32位组件

```
C:\Program Files (x86)\...
```

下表是特定编程环境所需文件的概览。

编程环境	所需文件
C, C++, CVI	*.h (header file) *.lib (static library)
C#	.net wrapper dll
Visual Studio	*.h (header file) *.lib (static library) or .net wrapper dll
LabView	*.fp(功能面板)和 NI VISA仪器驱动程序。 除此之外，*.llb容器文件还提供了LabVIEW驱动程序。 **提示：**只有在识别出LabVIEW安装程序后，才能安装LabVIEW驱动程序和组件。

提示

上述所有环境还需要NI VISA仪器驱动程序dll！

NI-VISA Runtime安装过程中，将创建一个包含文件的系统环境变量`VXIPNPPATH`。它存储驱动程序安装位置的信息，通常存储在`C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\WinNT\`。

这就是安装NI-VISA Runtime系统后需要重新启动系统的原因：这个环境变量对于安装应用程序软件组件是必需的。

下一节中将详细介绍Beam软件驱动程序支持的所有硬件的上述文件的位置。

 © 2023 Thorlabs

8.1 32位操作系统

提示

根据VPP6(Rev6.1)标准，32位VXIpnp驱动程序的安装包括WINNT和GWINNT框架。

VXIpnp仪器驱动程序：

C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\WinNT\Bin\TLBP2_32.dll

提示

所有开发环境都需要此仪器驱动程序！

Header file

C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\WinNT\include\TLBP2.h

Static Library

C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\WinNT\lib\msc\TLBP2_32.lib

Function Panel

C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\TLBP2.fp

VXIpnp仪器驱动程序在线帮助：

C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\Manual\TLBP2.html

NI LabVIEW驱动程序

LabVIEW驱动程序是32位驱动程序，仅兼容32位NI-LabVIEW 8.5及以上版本。

C:\Program Files\National Instruments\LabVIEW xxxx\Instr.lib\TLBP2…
…\TLBP2.llb

(带有驱动程序和示例的LabVIEW容器文件。“LabVIEW xxxx”代表实际的LabVIEW安装文件夹。)

python驱动程序

C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\Examples\Python

.net wrapper dll

C:\Program Files\Microsoft.NET\Primary Interop Assemblies…
…\Thorlabs.TLBP2_32.Interop.dll
C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\VisaCom\…
…\Primary Interop Assemblies\ Thorlabs.TLBP2_32.Interop.dll

C语言示例

项目文件：

C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\Examples\…
…\CVI Sample\CSample.prj

源文件：

C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\Examples\…
…\CVI Sample\CSample.c

可执行的样本演示：

C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\Examples\…
…\CVI Sample\CSample.exe

C#示例

解决方案文件：

C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\Examples…
…\MS VS 2012 CSharp Demo\DotNet_Sample\Thorlabs.BP2_CSharpDemo…
…\Thorlabs.BP2_CSharpDemo.sln

项目文件：

C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\Examples …
…\MS VS 2012 CSharp Demo\DotNet_Sample\Thorlabs.BP2_CSharpDemo…
…\Thorlabs.BP2_CSharpDemo.csproj

可执行的演示示例：

C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\Examples …
…\MS VS 2012 CSharp Demo\DotNet_Sample\Thorlabs.BP2_CSharpDemo…
…\output\Thorlabs.BP2_CSharpDemo.exe

LabView示例

C:\Program Files\National Instruments\LabVIEW xxxx\Instr.lib\TLBP2…
…\TLBP2.llb

(带有驱动程序和示例的LabVIEW容器文件。“LabVIEW xxxx”代表实际的LabVIEW安装文件夹。)

Python示例

C:\Program Files\IVIFoundation\VISA\WinNT\TLBP2…
…\Examples\Python\TLBP2_Sample.py

 © 2023 Thorlabs

8.2 64位操作系统

提示

根据VPP6(Rev6.1)标准，64位VXIpnp驱动程序的安装包括WINNT、WIN64、GWINNT和GWIN64框架。这意味着64位驱动中也包含32位驱动程序。

在64位操作系统中，64位应用程序安装在

"C:\Program Files"

而32位的文件在

"C:\Program Files (x86)"

下面列出了两者的安装位置。

VXIpnp仪器驱动程序：

```
C:\Program Files (x86)\IVI Foundation\VISA\WinNT\Bin\TLBP2_32.dll
C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\Win64\Bin\TLBP2_32.dll
C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\Win64\Bin\TLBP2_64.dll
```

提示

所有开发环境都需要此仪器驱动程序！

Header file

```
C:\Program Files (x86)\IVI Foundation\VISA\WinNT\include\TLBP2.h
C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\Win64\include\TLBP2.h
```

Static Library

```
C:\Program Files (x86)\IVI Foundation\VISA\WinNT\lib\msc…
…\TLBP2_32.lib
C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\Win64\lib\msc\TLBP2_32.lib
C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\Win64\Lib_x64\msc\TLBP2_64.lib
```

Function Panel

```
C:\Program Files (x86)\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\TLBP2.fp
```

VXIpnp仪器驱动程序在线帮助：

```
C:\Program Files (x86)\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\…
…\Manual\TLBP2.html
```

NI LabVIEW驱动程序

LabVIEW驱动程序兼容32位和64位NI-LabVIEW2009及以上版本。

```
C:\Program Files\National Instruments\LabVIEW xxxx\Instr.lib\TLBP2…
…\TLBP2.llb
```

(带有驱动程序和示例的LabVIEW容器文件。“LabVIEW xxxx”代表实际的LabVIEW安装文件夹。)

python驱动程序

```
C:\Program Files (x86)\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\Examples\Python
```

.net wrapper dll

C:\Program Files (x86)\Microsoft.NET\Primary Interop Assemblies…
…\Thorlabs.TLBP2_32.Interop.dll
C:\Program Files (x86)\IVI Foundation\VISA\VisaCom\…
…\Primary Interop Assemblies\Thorlabs.TLBP2_32.Interop.dll
C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\VisaCom64\…
…\Primary Interop Assemblies\Thorlabs.TLBP2_64.Interop.dll

C语言示例

项目文件：
C:\Program Files (x86)\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\Examples\…
…\CVI Sample\CSample.prj
源文件：
C:\Program Files (x86)\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\Examples\…
…\CVI Sample\CSample.c
可执行的演示示例：
C:\Program Files (x86)\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\Examples\…
…\CVI Sample\CSample.exe

C#示例

解决方案文件：
C:\Program Files (x86)\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\Examples…
…\MS VS 2012 CSharp Demo\DotNet_Sample\Thorlabs.BP2_CSharpDemo…
…\Thorlabs.BP2_CSharpDemo.sln
项目文件：
C:\Program Files (x86)\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\Examples …
…\MS VS 2012 CSharp Demo\DotNet_Sample\Thorlabs.BP2_CSharpDemo…
…\Thorlabs.BP2_CSharpDemo.csproj
可执行的演示示例：
C:\Program Files (x86)\IVI Foundation\VISA\WinNT\TLBP2\Examples …
…\MS VS 2012 CSharp Demo\DotNet_Sample\Thorlabs.BP2_CSharpDemo…
…\output\Thorlabs.BP2_CSharpDemo.exe

LabView示例

C:\Program Files (x86)\National Instruments\LabVIEW xxxx\In-
str.lib\TLBP2…
…\TLBP2.llb
(带有驱动程序和示例的LabVIEW容器文件。“LabVIEW xxxx”代表实际的LabVIEW安装文件夹。)

Python示例

C:\Program Files (x86)\IVIFoundation\VISA\WinNT\TLBP2…
…\Examples\Python\TLBP2_Sample.py

 © 2023 Thorlabs

9 保养和维修

请保护好光束轮廓仪，避免受到不利环境条件的影响。光束轮廓仪不防水。

注意

为了避免损坏仪器，请勿将其置于喷雾、液体或溶剂中！

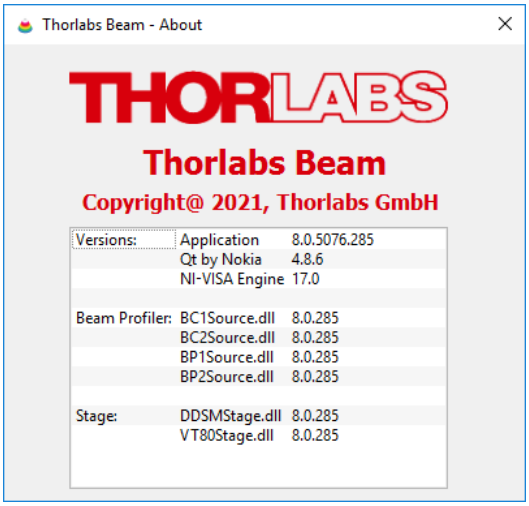
此仪器不需要用户自己定期维护。

BP209系列产品的模块均不允许用户自己维修。如果发生故障，请先联系Thorlabs 162。如有必要，我们将为您提供所需的退运信息。

请不要取下盖子！

9.1 版本及其他信息

帮助(Help) → 关于Thorlabs(About Thorlabs)显示有关Beam软件的数据。



如需帮助，请告知应用程序的软件版本。这样有助于找出错误。

9.2 清洁

光束轮廓仪转筒上的部件(狭缝)不能经受机械撞击。请勿尝试使用薄纸、棉签或压缩空气清洁狭缝，否则可能会损坏狭缝。如果看见污染物，请与我们联系。本手册的末尾 162可查询我们在全球的分支机构。

可以使用无绒湿布清洁仪器的外表面。

9.3 故障排除

❑ 软件安装失败

需要管理员权限才能在电脑上安装Beam软件，否则无法安装。如果在安装软件时遇到问题，请与系统管理员联系。

❑ 无法识别光束轮廓仪

如果启动Beam软件后未识别仪器，则菜单栏中的设备设置按钮会被划掉( )。

- 检查是否已连接BP209系列仪器。
- 检查USB电缆。确保使用的是随附的仪器电缆。
- 检查驱动程序是否安装正确。
- 检查绿色LED是否点亮——LED熄灭表示未加载光束轮廓仪的固件。

请看连接PC 13部分了解详情。

可以拔出并将光束轮廓仪重新连接到其他USB端口，或使用其他USB电缆。等待几秒钟，直到绿色LED点亮。然后在设备选择面板中点击“**刷新设备列表(Refresh Device List)**”。请看启动应用程序部分了解更多详情。

❑ 结果和图形未更新

- 设备处于暂停模式。通过点击菜单栏中的Start 按钮恢复设备。
- 启用了**最大值(Max Hold)** ——通过点击最大值图标 关闭最大值模式。
- “**平均次数(Average over frame)**”可能很高，请在光束设置 34面板确认此值。

 © 2023 Thorlabs

9.3.1 警告和错误

一旦检测到不合适的测量条件，警告和错误消息就会出现在状态栏中。因此，请始终注意状态栏，以防测量错误。下面显示了一些示例：



❑ **扫描速度不稳定！**

释义 检测到的转筒转速与设定值不同。无法正确测量。

解决办法 如果刚更改了扫描速率，可能会出现此警告——转筒的惯性推迟了达到新设定值的时间。达到设定值后，警告消失。如果仍然存在，则光束轮廓仪可能已损坏，需要返厂维修——请联系Thorlabs 162 获取退回说明。

❑ **设备处于暂停模式**

释义 在菜单栏中按下暂停 或下一 按钮。

解决办法 在菜单栏中按开始 按钮。

注意

一旦状态栏中显示错误或警告，所计算的光束参数就不可靠！

10 应用说明

本章包含有关光束轮廓测量方法的一些背景信息。

光束轮廓可以通过多种不同的参数来表征。我们旨在提供一种软件，根据ISO11146-1标准测量所有常用的光束参数。

以下各节会详细说明测量的参数。

10.1 坐标系

实验坐标系

实验坐标系(即参考坐标系)基于转筒真实的X和Y坐标方向，与前面板上的标记一致。

转换坐标系

转换后的坐标系基于计算的光束轴(椭圆拟合或4σ光束直径的短轴和长轴)。

10.2 原始数据测量

实验(或参考)坐标系

4σ光束宽度是光束在**X轴**和**Y轴**(中心)上的宽度，由二阶矩计算得出：

$$d_{\sigma x} = 4*\sigma_x \qquad d_{\sigma y} = 4*\sigma_y$$

此处，σ_x和σ_y分别是水平或竖直边缘分布的标准偏差：

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum[(y-y_{centroid})^2 * p(x,y)]}{Sum_Intensity}} \qquad \sigma_x = \sqrt{\frac{\sum[(x-x_{centroid})^2 * p(x,y)]}{Sum_Intensity}}$$

以及

$$\sigma_{xy} = \sqrt{\frac{\sum[(x-x_{centroid})*(y-y_{centroid})*p(x,y)]}{Sum_Intensity}}$$

提示

4σ光束宽度测量不符合ISO11146！显示的结果仅供参考！

根据ISO11146-3，对于狭缝式光束轮廓仪，光束直径应在$1/e^2$的限幅水平下定义，而对于相机式光束轮廓仪，应采用4σX'和4σY'光束宽度。

峰值位置

X, Y：相对于参考位置最先找到强度(AD值)最高的像素位置。

 © 2023 Thorlabs

$$R = \sqrt{X^2+Y^2}$$

是峰值位置像素点距参考位置(=传感器中心)的刻度盘距离。

中心位置：

X, Y和**R**位置(一阶矩)相对于上述参考位置在所有像素上计算得出。

$$X= SUM\ [x * p(x,y)] / I \qquad Y= SUM\ [y * p(x,y)] / I$$

其中：

p(x,y)	位置(x,y)的强度；
I	总强度；
SUM	整个区域中像素的总和

AD饱和度(AD Saturation)

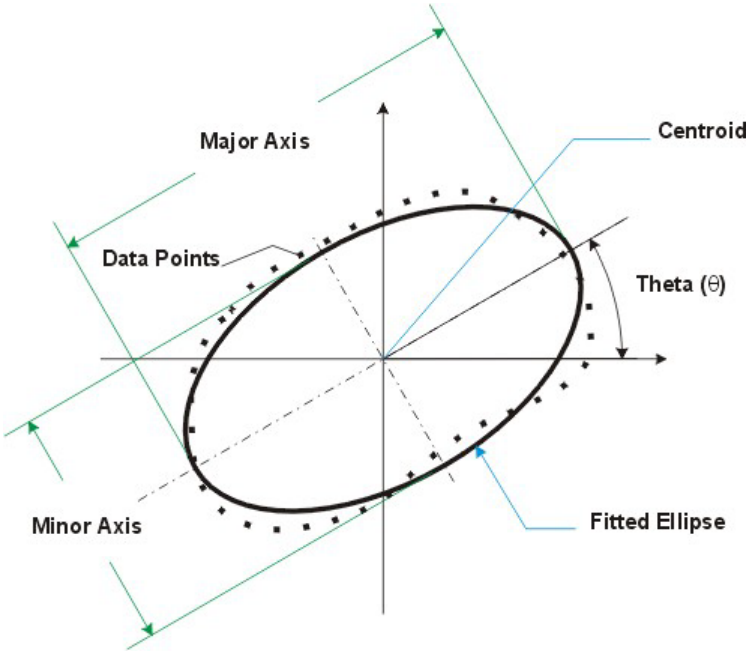
仪器中AD转换器的饱和度。为了获得良好的SNR(信噪比)，饱和度应不低于40%且不高于95%。

总功率

总功率通过转筒中的ND滤光片 15 测得(光电二极管电流与典型的波长响应度有关)。

10.3 椭圆(拟合)

使用设置的限幅水平，光束形状拟合椭圆。



直径(限幅水平)包含了短轴(**最小**)长度、长轴(**最大**)长度以及它们的算术**平均**值。

椭圆度和**离心率**在ISO 11146-1中定义为

$$Ellipticity = \frac{d_{min}}{d_{max}} \qquad Eccentricity = \frac{\sqrt{d_{max}^2 - d_{min}^2}}{d_{max}}$$

其中，d_{min} = 近似光束椭圆的短轴长度，d_{max} = 近似光束椭圆的长轴长度。

方向表示椭圆长轴与水平X轴之间的夹角θ。范围：-90° < θ ≤ 90°。

10.4 X-Y-轮廓测量

限幅水平(xx%)的光束宽度

光束宽度是两点之间的距离，在这两点之间，捕获的光束轮廓被X轴或Y轴从中心平分，并且两侧强度下降到峰值功率的某个百分比。这个百分比称为限幅水平。

首选的限幅水平是50%(半高全宽)和13.53%(恰好$1/e^2$)。由于Beam软件支持可变的限幅水平，因此光束宽度始终与带括号的限幅水平一起显示。

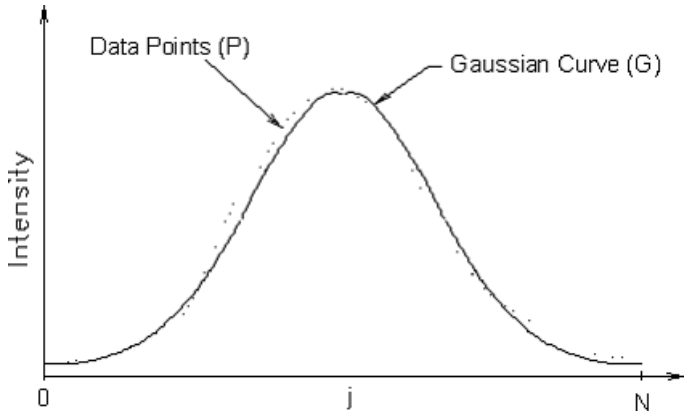
提示

请注意，“光束宽度”始终是直径，而不是光束的半径。

10.5 高斯拟合测量

激光器和光纤输出等相干光源的光束轮廓或多或少接近高斯的分布。如果聚焦高斯光束，它会聚到束腰，然后再发散。

高斯拟合通过最小二乘法来将光束的X轴和Y轴截面轮廓拟合为高斯形状。换句话说，就是高斯拟合表示捕获的测量数据到高斯分布的近似。



高斯强度是高斯拟合光束轮廓的强度分布。

高斯直径是高斯拟合轮廓在$1/e^2$强度限幅水平的宽度。

 © 2023 Thorlabs

10.6 贝塞尔拟合

贝塞尔光束最重要的特性之一就是它是无衍射的。也就是说，与高斯光束不同，它们的形状在传播过程中不会改变，并且它们沿传播方向没有最高强度的位置，即没有焦点。它的分布可以通过第一类贝塞尔函数来描述。

理想的贝塞尔光束是不存在的，但是可以通过使用锥透镜、狭窄的环形孔径或轴对称衍射光栅聚焦高斯光束来获得比较近似的贝塞尔高斯光束。有些阶跃折射率光纤的输出也可以具有接近贝塞尔光束的轮廓。

贝塞尔拟合将给定的光束轮廓近似为贝塞尔函数分布。

11 附录

11.1 BP209系列产品技术数据

型号	BP209-VIS(/M)	BP209IR1(/M)	BP209-IR2(/M)
光束轮廓仪规格			
波长范围	200 - 1100 nm	500 - 1700 nm	900 - 2700 nm
探测器类型	Si，紫外增强版	InGaAs	InGaAs扩展版
孔径	9 mm		
扫描方法	扫描狭缝式，刀口式		
狭缝尺寸	5 µm和25 µm		
最小光束直径	2.5 µm		
最大光束直径	9 mm [1])		
采样分辨率	0.12 - 1.24 µm (取决于扫描速率)		
扫描速率	2.0 - 20.0 s^{-1} (连续可变)		
光功率范围	1 µW - 10 W (取决于光束直径和型号)		
放大器带宽	16 - 1000 kHz in 11 steps (@ -1dB)		
采样频率	0.2872 - 2.0 MHz		
动态范围	78 dB (放大器可切换)		
光电二极管偏压	0 / -1.5 V (可切换)		0 V
信号数字化	15位		
尺寸	Ø 79.5 mm x 60 mm (包含旋转安装座)		
最低脉冲重复频率	10 Hz [2])		
软件			
显示的参数和特性	X-Y-轮廓、中心位置、峰值位置、伪3D轮廓、 光束宽度限幅 / 二阶矩(4σ) 、高斯拟合应用、 彩色显示的Pass/Fail测试		
符合标准	ISO 11146 (光束宽度、发散角和光束传播系数)		
通用系统要求	Windows® 8.1及以上，USB 2.0高速接口		
M^2分析系统			
兼容的M^2选项	M2MS M^2测量系统		
符合标准	ISO 11146		
测量参数 [3])	M^2、束腰宽度、束腰位置、瑞利长度、发散角、光束指向、 腰斑不对称性、像散		
通用			
工作温度	5 °C - 35 °C		
储存温度	-40 °C - 70 °C		
达到额定准确度的预热时间	15 min		

[1]) BP209-VIS(/M)、BP209IR1(/M)：Ø9 mm下光束直径误差<10%
BP209-IR2(/M)：Ø9 mm、光束发散角<5°时光束直径误差<20%
[2]) 使用M^2选项时300 kHz
[3]) 使用M^2选项

所有技术数据都在23 ± 5°C且相对湿度45 ± 15%时有效。

 © 2023 Thorlabs

11.2 M2MS-BP209技术数据

型号	M2MS-BP209VIS-AL	M2MS-BP209VIS-AL/M	M2MS-BP209VIS	M2MS-BP209VIS/M
M2MS完整系统规格				
光束轮廓仪	BP209-VIS	BP209-VIS/M	BP209-VIS	BP209-VIS/M
波长范围	250 - 600 nm		400 - 1100 nm	
光束直径范围	20 µm - 9 mm (在光束轮廓仪入射孔径处)			
功率范围	1 µW - 10 W，取决于光束直径			
位移台	DDS100/M			
行程范围	100mm			
速度 (最大)	500 mm/s			
有效位移范围	200 mm，-100 mm - +100 mm (距焦点)			
透镜焦距	250 mm			
光轴高度	70 mm (无额外支脚)			
M^2测量范围	1.0 - 无上限			
典型的M^2准确度	±5 %，取决于光学元件和对准			
不确定度为5%时可接受的光束直径	20 µm - 4.5 mm (在光束轮廓仪入射孔径处)			
可探测的最小发散角	<0.1 mrad			
适用光源	CW和脉冲光源≥300 kHz			
典型测量时间	15 - 30 s，取决于光束形状和设置			
通用				
尺寸	300 mm x 175 mm x 130mm			
重量	4.6kg			

型号	M2MSBP2I	M2MSBP2I/M	M2MS-BP209IR2	M2MS-BP209IR2/M
M2MS完整系统规格				
光束轮廓仪	BP209IR1	BP209IR1/M	BP209-IR2	BP209-IR2/M
波长范围	500 - 1700 nm		900 - 2700 nm	
光束直径范围	20 µm - 9 mm (在光束轮廓仪入射孔径处)			
功率范围	1 µW - 10 W，取决于光束直径			
位移台	DDS100/M			
行程范围	100mm			
速度(最大)	500 mm/s			
有效位移范围	200 mm，-100 mm - +100 mm (距焦点)			
透镜焦距	250 mm			
光轴高度	70 mm (无额外支脚)			
M^2测量范围	1.0 - 无上限			
典型的M^2准确度	±5 %，取决于光学元件和对准			
不确定度为5%时可接受的光束直径	20 µm - 4.5 mm (在光束轮廓仪入射孔径处)			
可探测的最小发散角	<0.1 mrad			
适用光源	CW和脉冲光源≥300 kHz			
典型测量时间	15 - 30 s，取决于光束形状和设置			
通用				
尺寸	300 mm x 175 mm x 130mm			
重量	4.6kg			

11.3 M2MS扩展装置技术数据

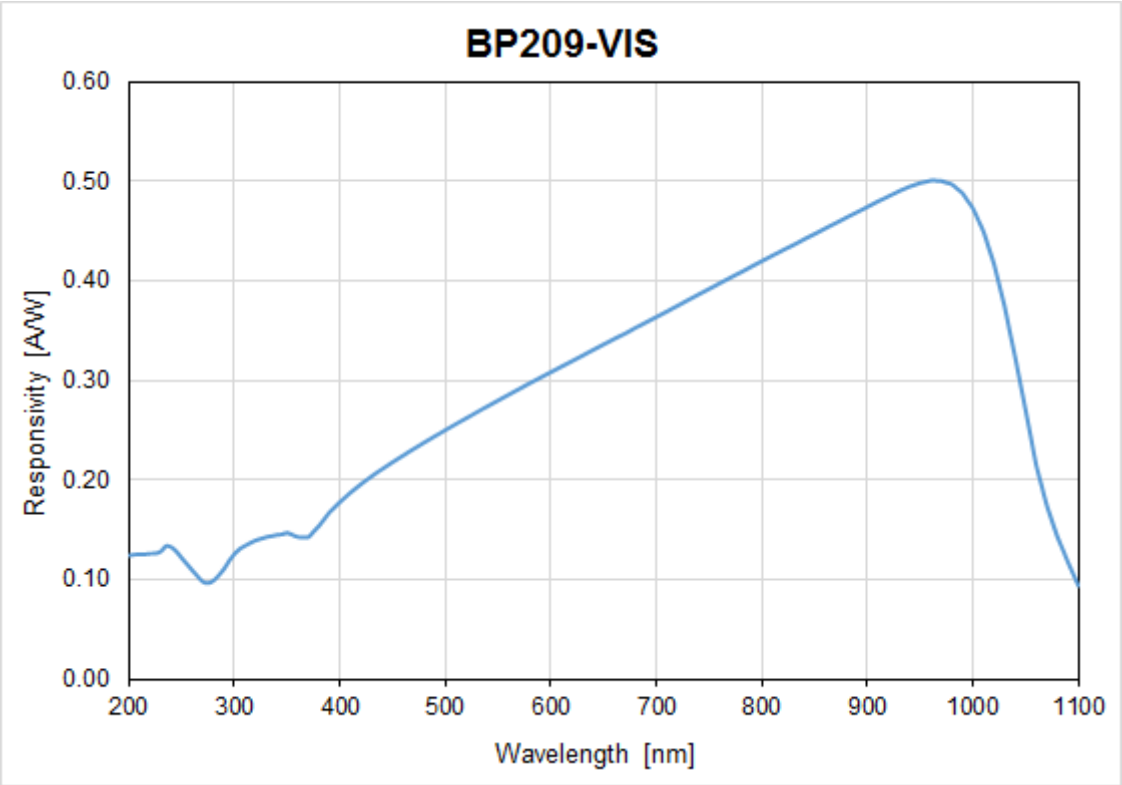
型号	M2MS	M2MS-AL
M2MS扩展装置通用规格		
波长范围	400-2700 nm [1)]	250-600nm [1)]
光束轮廓仪兼容性	BC207系列、BP209系列	
位移台	DDS100/M	
行程范围	100mm	
速度 (最大)	500 mm/s	
有效位移范围	200 mm，-100 mm - +100 mm (距焦点)	
透镜焦距	250 mm	
光轴高度	70 mm (无额外支脚)	
M^2测量范围	1.0 - 无上限	
典型的M^2准确度	±5 %，取决于光学元件和对准	
可探测的最小发散角	<0.1 mrad	
适用光源	CW，脉冲	
尺寸	300 mm x 175 mm x 109mm (无光束轮廓仪时)	
典型测量时间	15 - 30 s，取决于光束形状和设置	

[1)] 取决于光束轮廓仪类型

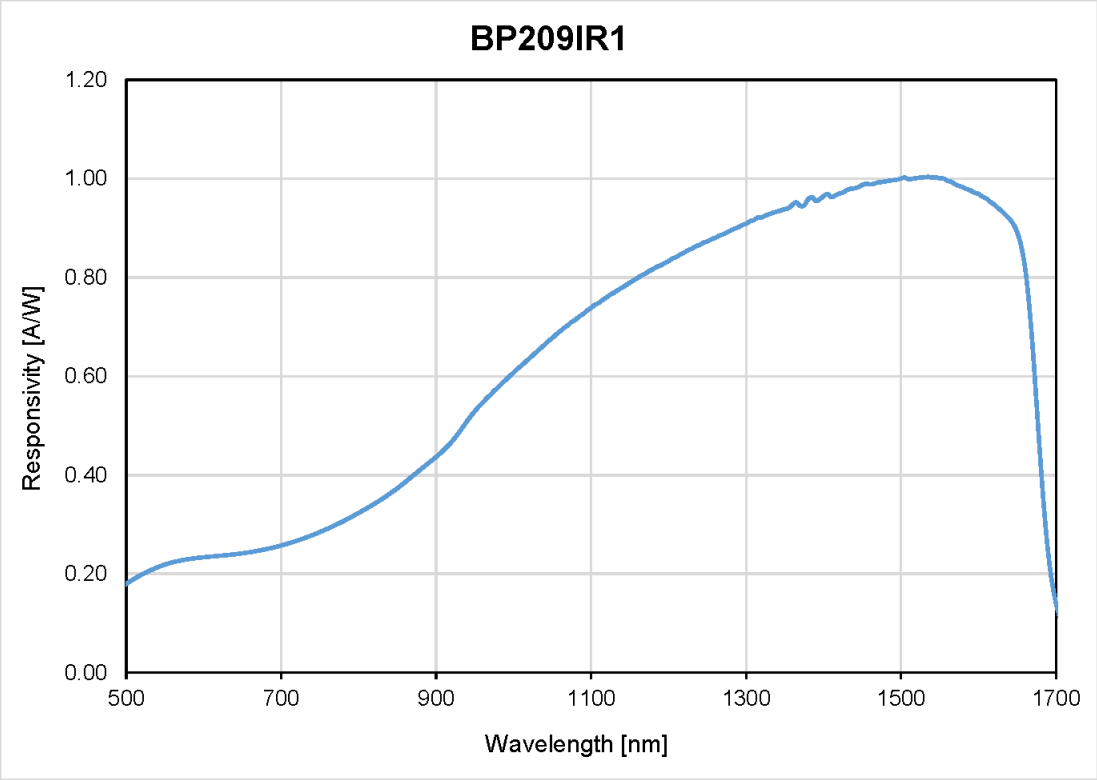
 © 2023 Thorlabs

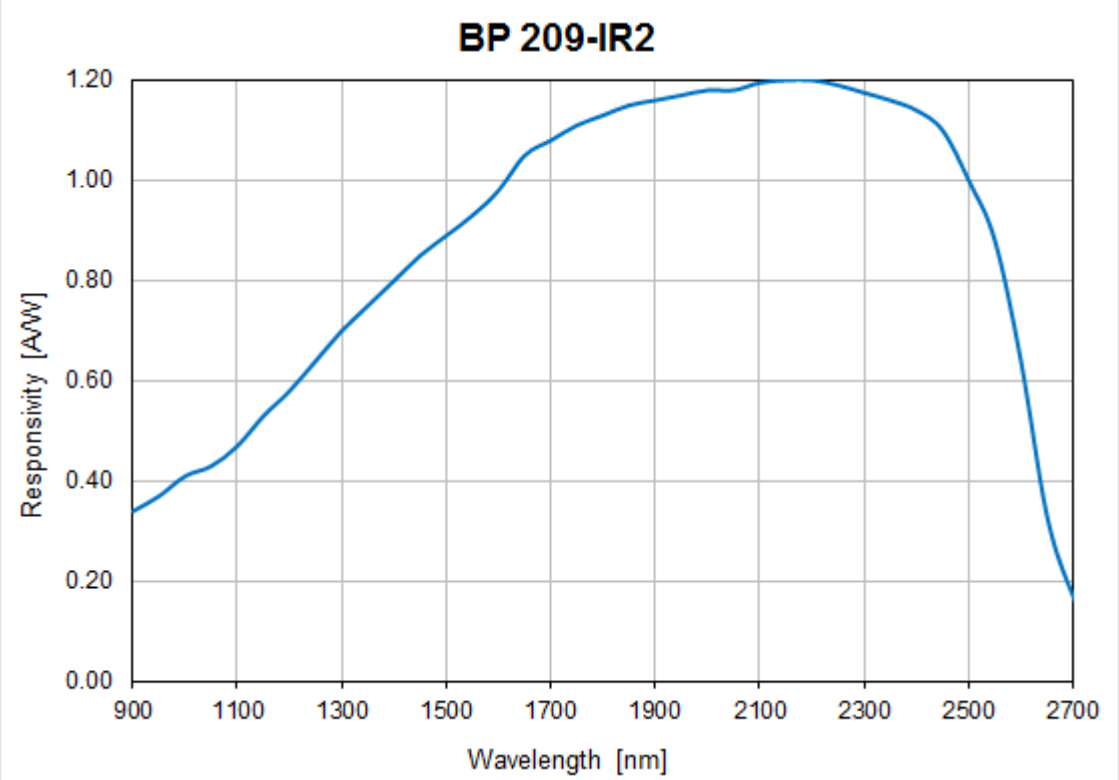
11.4 光电二极管典型响应度曲线

下面的图表显示了BP209系列产品中所用光电二极管的典型响应度曲线图。



典型响应度 - UV增强型Si光电二极管



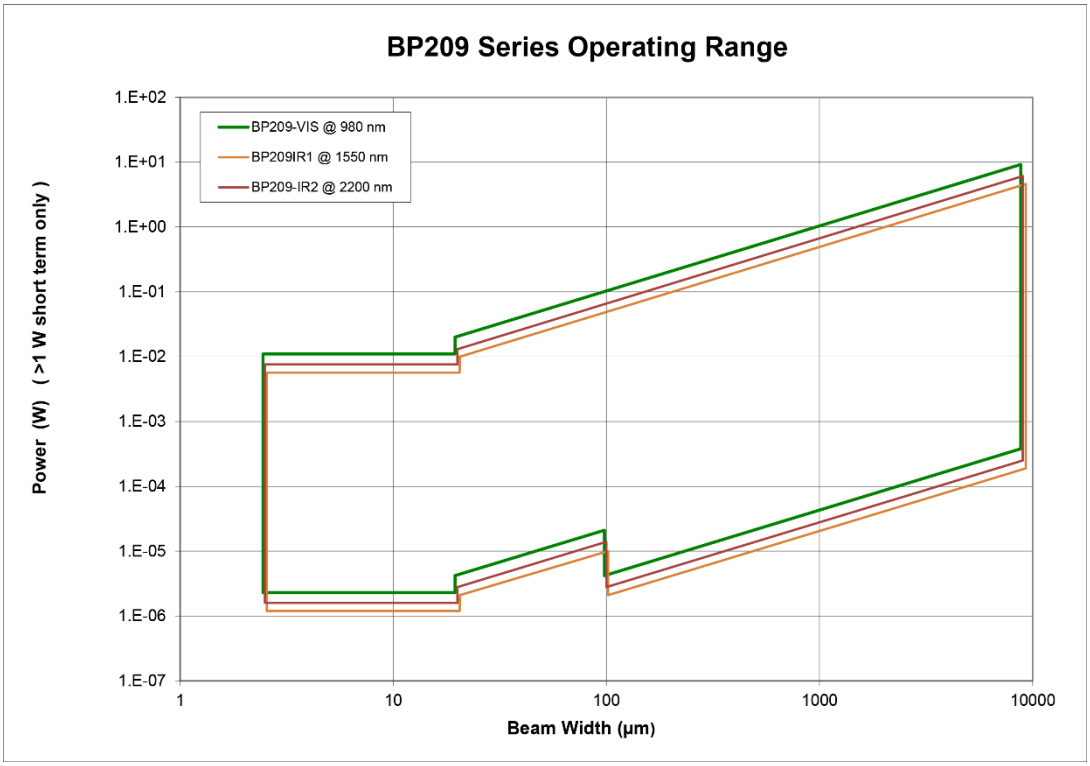


典型响应度 - InGaAs扩展版光电二极管

 © 2023 Thorlabs

11.5 功率范围

可用的最大入射功率取决于光束直径和波长：光束宽度越小，最大入射功率越低，这是因为光电二极管最大功率密度的限制。下图显示了最大响应度的波长下允许的入射功率范围(BP209-VIS ~ 980 nm；BP209IR1 ~ 1550nm；BP209-IR2 ~ 2200nm)：



提示

请注意，这些工作功率范围适用于在扫描狭缝或刀口模式下使用狭缝进行的测量；测量总功率时，这些限制可能会降低。扫描狭缝模式将一部分光束功率传输到光电探测器，而在刀口模式下，<Ø20µm的未衰减全光束都传输到光电探测器。除了两对狭缝之外，转筒还包含一个带有中性密度(ND)滤光片的孔径，每旋转一次，即可使整体衰减的光束到达光电探测器。衰减的全光束的功率可能会超出探测器的工作范围。在这种情况下，状态框中将显示错误消息。但是，如果通过狭缝传输的功率落在图中所示的限制范围内，仍然可以使用狭缝测量光束形状。

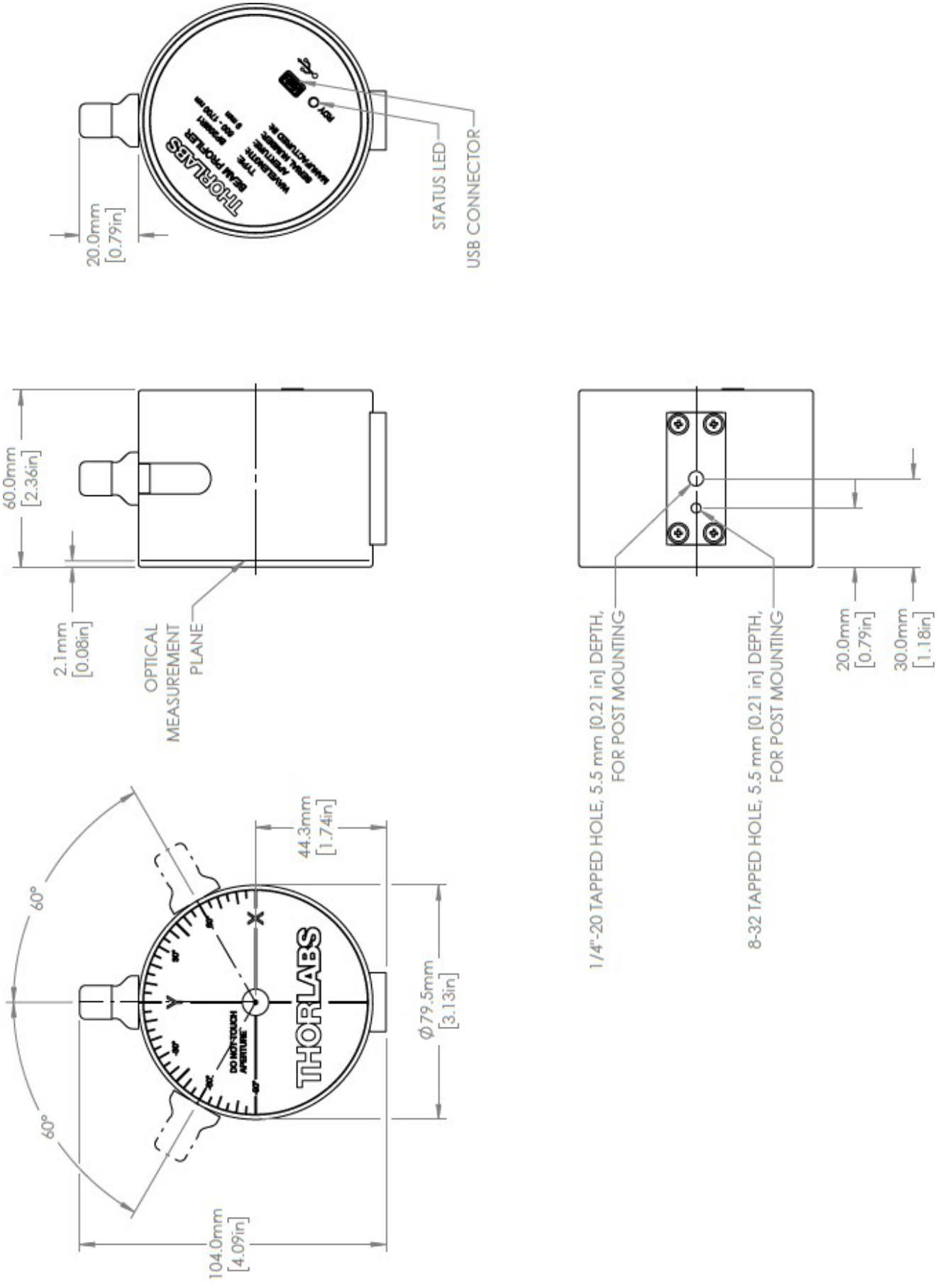
11.6 初始设置

BP209系列产品首次与BEAM软件一起使用时，将应用以下初始设置：

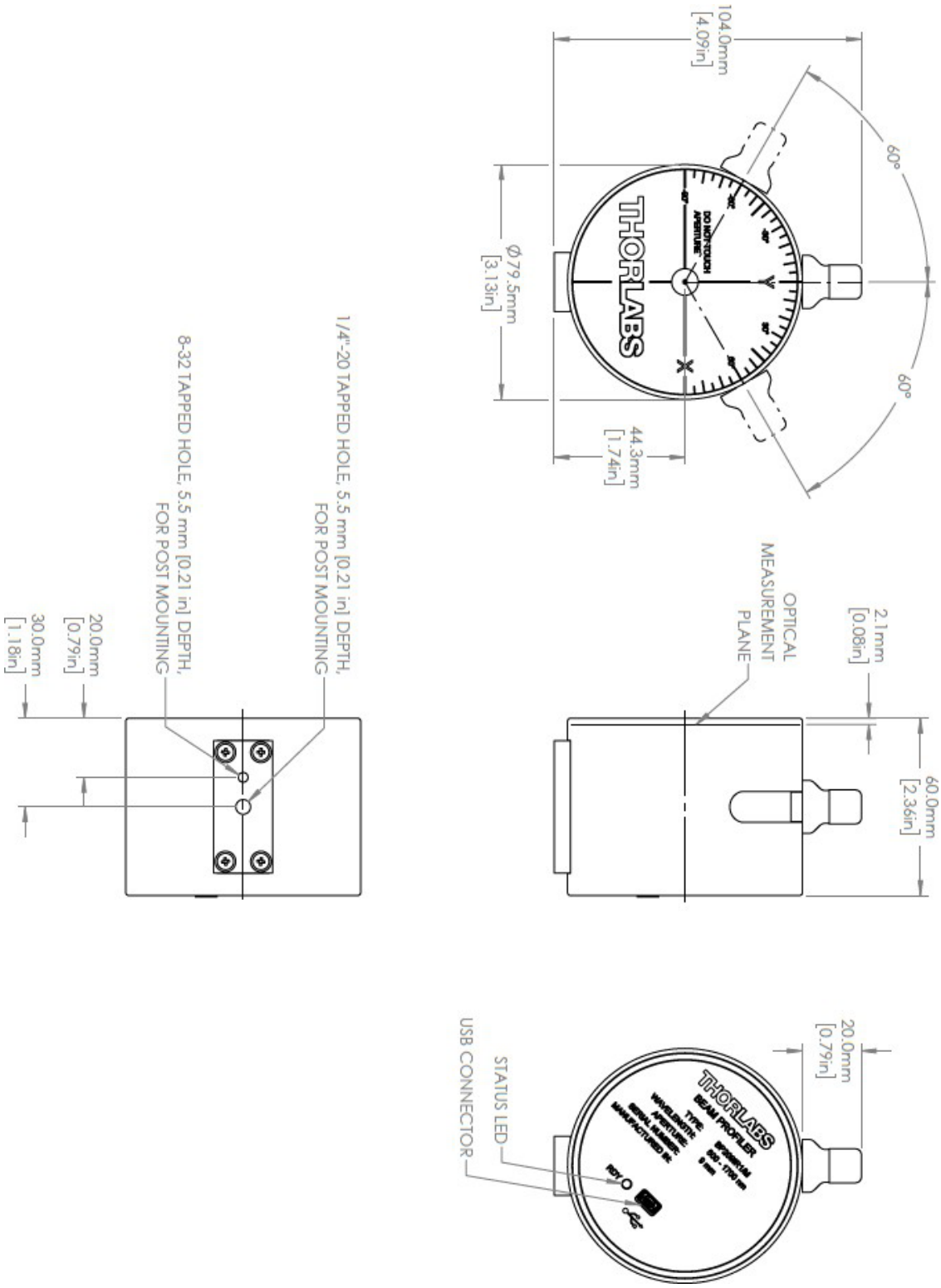
参数	默认值
扫描速率	10.0 1/s
扫描速率校正	启用
波长	635 nm (BP209-VIS) 900 nm (BP209IR1，BP209-IR2)
光电二极管偏压(Photodiode Bias)	关闭
孔径宽度	全尺寸 (9 mm)
有效狭缝对	5 µm
扫描方法	扫描狭缝式
增益和带宽控制	
自动增益指数	打开
狭缝X带宽	125 kHz
狭缝Y带宽	125 kHz
自动基线校正	0

© 2023 Thorlabs

11.7 BP209图纸



BP209系列图纸——英制版本



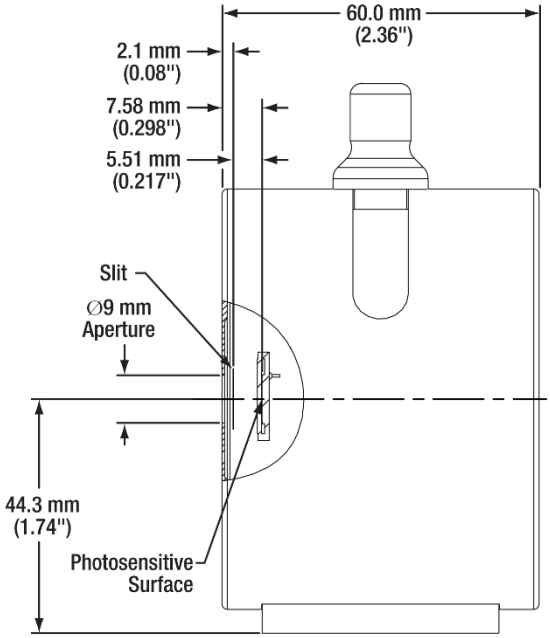
BP209系列图纸——公制版本

 © 2023 Thorlabs

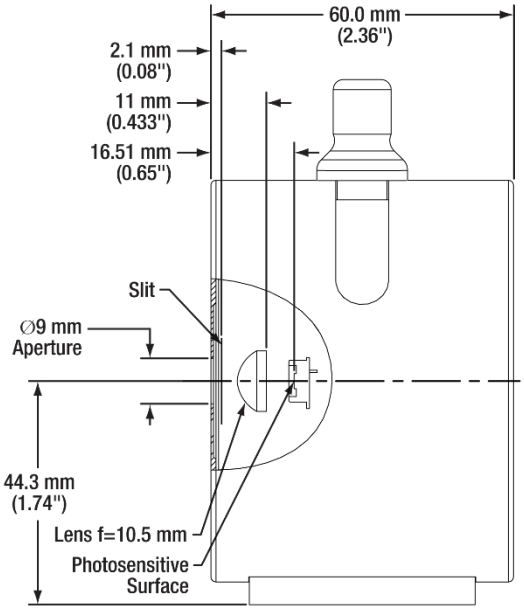
11.8 狭缝和光电二极管的位置

任何时候都要求整个光束功率进入入射孔径，经狭缝扫描并被光电二极管探测。特别是对于发散光束，操作员需要知道这些元件的位置和距离。

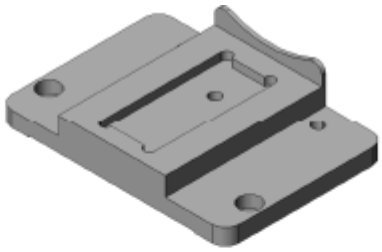
BP209-VIS

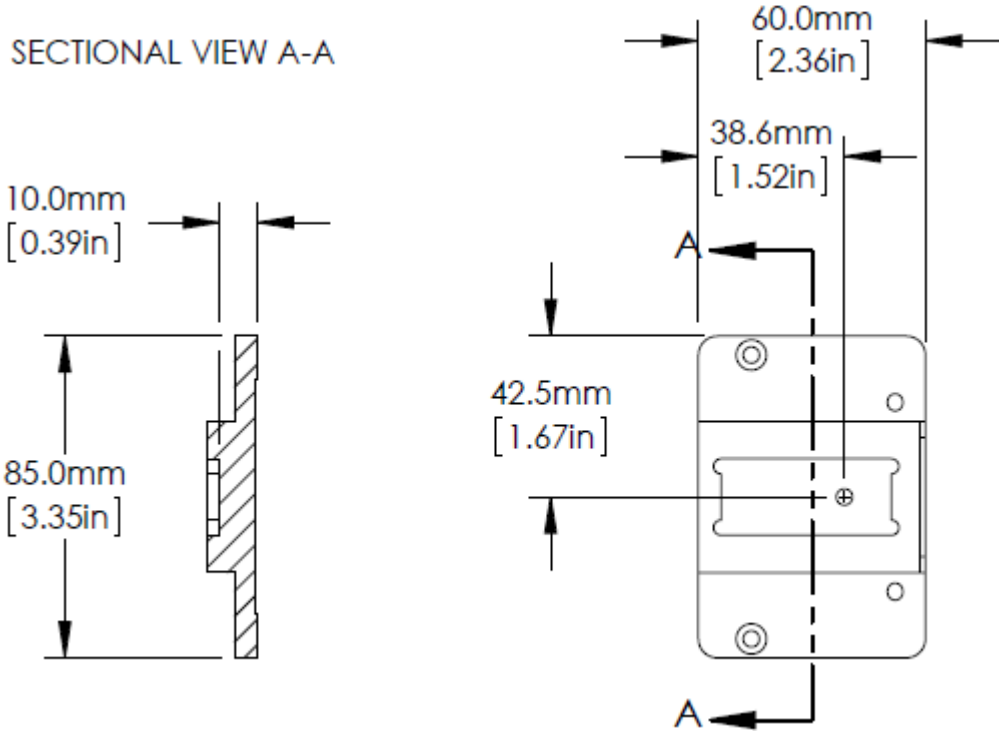


BP209IR1和BP209-IR2在狭缝和光电二极管之间使用非球面准直透镜：



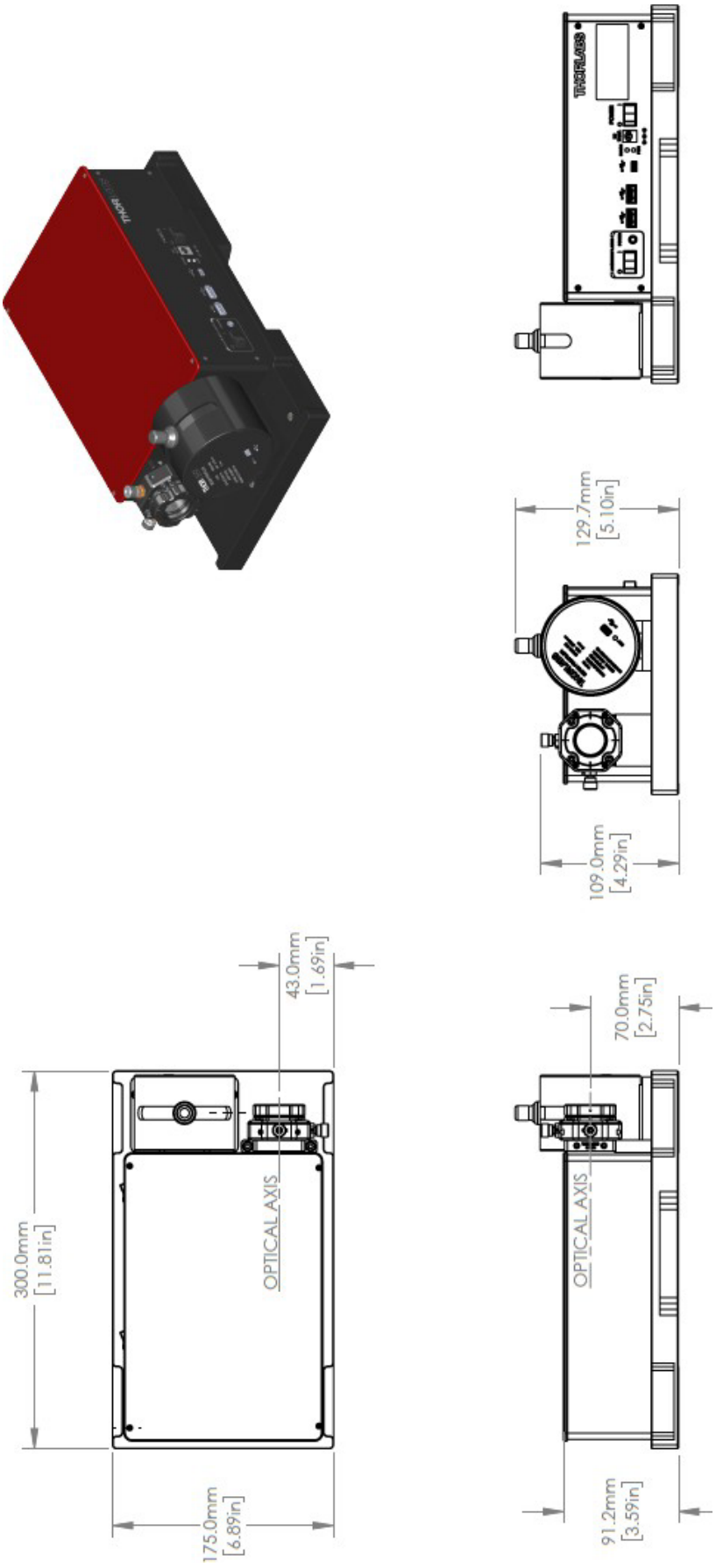
11.9 BP209安装转接件图纸





 © 2023 Thorlabs

11.10 M2MS-BP209图纸



11.11 与旧版硬件的兼容性

Beam软件向下兼容以下已停产的硬件组件：

- BC106-UV、BC106-VIS (相机式光束轮廓仪)

电学连接以及机械设置应按照此硬件相应文档中的描述操作，而使用方法请参照本手册。

旧版文档可以从Thorlabs手册存档中下载，即www.thorlabschina.cn/manuals.cfm。打开此页面并输入所需的产品型号；请注意拼写正确。

© 2023 Thorlabs

11.12 缩略语列表

本手册中使用了以下缩略语：

2D 2维

3D 3维

ADC 模拟数字转换器

AL 铝

AR 增透

BC 光束轮廓仪相机式

CA 计算区域

cw 连续光(连续光源)

GUI 图形用户界面

ND 中性密度

PC 个人计算机

FPS 帧每秒

ROI 关注区域

USB 通用串行总线

UV 紫外(波长范围)

VIS 可见(波长范围)

11.13 安全事项

注意

在任何系统中集成此设备的安全问题都由系统组装者负责。

本使用说明书中有关操作安全和技术数据的所有声明仅在正确操作设备时才适用。

禁止在有爆炸危险的环境中使用光束轮廓仪！为了防止光束轮廓仪过热，请勿遮盖仪器。

只有将设备正确包装到包括塑料泡沫套在内的完整原始包装中，才能退回享受维修服务。如有必要，可以要求更换包装。维修时请交给有资质的人员！

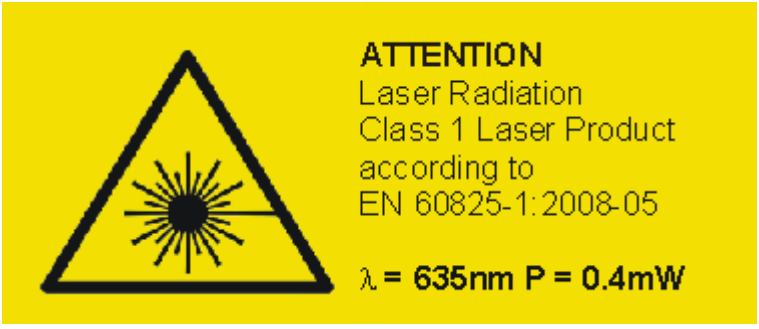
给用于操作光束轮廓仪的电脑通电前，请确保三芯主电源线的保护导体正确连接到了插座的保护接地触点！接地不当会导致电击，损害健康，甚至造成死亡！

只能使用Thorlabs提供的经过适当防护且低电阻的USB线来操作设备。

未经Thorlabs书面同意，不得更改单个组件或使用非Thorlabs提供的组件。请勿将任何物品塞入光束轮廓仪前中间的孔径中！因为孔径中没有覆盖玻璃，这样可能会损坏细小的狭缝，破坏电动机的轴承和/或阻塞转筒。

警告

M2MS(-AL) M^2测量系统带有由M2MS(-AL)内部驱动器供电的对准激光器。使用此激光器时请小心！



 © 2023 Thorlabs

11.14 认证与合规

EU Declaration of Conformity

in accordance with EN ISO 17050-1:2010

We: Thorlabs GmbH

Of: Münchner Weg 1, 85232 Bergkirchen, Deutschland

in accordance with the following Directive(s):

2014/30/EU	Electromagnetic Compatibility (EMC) Directive
2011/65/EU	Restriction of Use of Certain Hazardous Substances (RoHS)

hereby declare that:

Model: ***BP209 Series***

Equipment: ***Slit Beam Profiler (Visible or Infrared)***

is in conformity with the applicable requirements of the following documents:

EN 61326-1	Electrical Equipment for Measurement, Control and Laboratory Use - EMC Requirements	2013

and which, issued under the sole responsibility of Thorlabs, is in conformity with Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council of 8th June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment, for the reason stated below:

does not contain substances in excess of the maximum concentration values tolerated by weight in homogenous materials as listed in Annex II of the Directive

I hereby declare that the equipment named has been designed to comply with the relevant sections of the above referenced specifications, and complies with all applicable Essential Requirements of the Directives.

Signed: *On:* 22 November 2019

Name: Bruno Gross

Position: General Manager

EDC - BP209 Series -2019-11-22

CE

11.15 寄回设备

只有将这类精密设备正确包装到完整的原始包装(包括完整的装运及固定封闭设备的纸板插件)中寄回，才能享受维修服务。如有必要，可以要求更换包装。维修时请交给有资质的人员！

11.16 生产商地址

Manufacturer Address Europe
Thorlabs GmbH
Münchner Weg 1
D-85232 Bergkirchen
Germany
Tel: +49-8131-5956-0
Fax: +49-8131-5956-99
www.thorlabs.de
Email: europe@thorlabs.com

EU-Importer Address
Thorlabs GmbH
Münchner Weg 1
D-85232 Bergkirchen
Germany
Tel: +49-8131-5956-0
Fax: +49-8131-5956-99
www.thorlabs.de
Email: europe@thorlabs.com

11.17 质保

根据Thorlabs通用销售条款 (可以在以下网址中查看)中的规定，BP209系列产品的质保期都是24个月，从发货之日开始计算。

通用销售条款：

https://www.thorlabs.com/Images/PDF/LG-PO-001_Thorlabs_terms_and_%20agreements.pdf

和

https://www.thorlabs.com/images/PDF/Terms%20and%20Conditions%20of%20Sales_Thorlabs-GmbH_English.pdf

11.18 免责声明和版权

Thorlabs会竭尽所能编好本文档。但对于其中所含信息的内容、完整性或质量，我们不承担任何责任。本文档的内容会定期更新和调整，以反映产品的最新状态。

版权所有。未经Thorlabs事先书面许可，不得将本文档整体或部分复制、传递或翻译为另一种语言。版权所有 © Thorlabs 2023。保留所有权利。

请参考质保161下链接的一般销售条款。

11.19 Thorlabs全球联系方式

如需了解技术支持或销售的最新联系方式，可以访问我们的网站
https://www.thorlabschina.cn/locations.cfm。



USA, Canada, and South America
Thorlabs, Inc.
sales@thorlabs.com
techsupport@thorlabs.com

UK and Ireland
Thorlabs Ltd.
sales.uk@thorlabs.com
techsupport.uk@thorlabs.com

Europe
Thorlabs GmbH
europe@thorlabs.com

Scandinavia
Thorlabs Sweden AB
scandinavia@thorlabs.com

France
Thorlabs SAS
sales.fr@thorlabs.com

Brazil
Thorlabs Vendas de Fotônicos Ltda.
brasil@thorlabs.com

Japan
Thorlabs Japan, Inc.
sales@thorlabs.jp

China
Thorlabs China
chinasales@thorlabs.com

Thorlabs '报废'政策(WEEE)



Thorlabs遵守欧洲共同体的WEEE(报废电子电气设备指令)和相应国家法律的规定，EC所有最终用户都可以将2005年8月13日之后出售的"报废"附件I类电气和电子设备退还给Thorlabs，且无需支付任何处理费用。符合条件的设备带有打叉的"带轮垃圾桶"标志(见右图)，出售对象是EC内的公司或机构且目前为其所有，并且设备仍保持完整，未拆分且未受污染。如需更多信息，请联系Thorlabs。用户一般可以自行处理废弃物，但"报废"设备必须退还给Thorlabs或交给专门的废弃物回收公司。请勿将其丢弃在垃圾箱或公共垃圾处理场所。用户有责任在处置设备之前删除存储在设备上的所有私人数据。

索引

*****

2D Reconstruction 40
3D Profile 42

A

Accessories 6
Acronyms 158
AD Saturation 141
Application Note 141
ASCII Text File 66
Astigmatism 106

B

Beam Diameter 141
Beam Overlapping 53
Beam quality measurement 77
Beam Waist 106
Beam Width 141
Beam Width Clip 143

C

Calculation Results 45
Cannot Connect 139
Centroid Position 141
Certifications and Compilances 160
Child Windows 39
Cleaning 138
Connection to the PC 13
Coordinate systems 141

D

Data Export 66
Default Value 63
Device Selection 14, 63
Device Settings 30
Divergence Angle 106
Divergence Assymetry 106
Divergence Display 123
Divergence Measurement 115, 126
Divergence Results 127
Divergence Settings 125
Driver Installation 13
Duster Spray 138

E

Eccentricity 142
Ellipse fit 142
Ellipticity 142
Error Messages 139
Errors 140
Export a PDF Test Protocol 66

F

Factory device settings 30

G

Gaussian beam 130
Gaussian Diameter 143
Gaussian Intensity 143
General Information 6
Guidelines for Operation 63

I

Image Export 66

K

K factor 130
Knife Edge Mode 74

L

Lab System 141
List of Acronyms 158

M

M^2 Display 97
M^2 Error Messages 111
M^2 Measuremen 87, 97, 105
M^2 Measurement Results 106
M^2 Settings 99
M^2 Theory 130
Maintenance and Repair 138
Manual Vergence 49
Measurement
MaxHold function 72

 © 2023 Thorlabs

Microsoft Excel File 66
Mode mixture beam 130
Mounting plate 12

N

NI-VISA 13
Numeric Results 45

O

Operating the Instrument 63
Ordering Codes 6
Orientation 142

P

Pass/Fail Test 65
Peak Position 141
Performance Optimization 63
Photodiode 148, 154
Plot Beam Stability 61
Plot Gaussian Fit 58
Plot Positions 56
Plot Power 57
Plots 55
Position 154
Power ranges 150
Power too high 140
Power too low 140
Preview Image 63
Program Start 14
Pulsed Laser Sources 72

R

Raw Data Measurements 141
Rayleigh length 106, 130
Region of Interest 63
Requirements 7
ROI 63
Rotation mount 11
RS232 86

S

Safety 159
Save Measurement Results 66
Save Settings 25
scan axis 15
Sensitivity 148
Slit 154
slit scanning beam profiler 15
Software Installation 13
Start the Application 14
Status Bar 140
synchronization 72

T

Technical Data 145
TEM00 130
Test Protocol 66
Time-Out 111
Times-diffraction-limit factor M2 130
Total Power 141
Transformed System 141
Troubleshooting 111, 139
Tuning View 51

U

USB Connection 13
USB Driver Installation 13
USB Hub 13
USB to Serial converter 86

V

Version and other Informations 138

W

Waist Assymetry 106
Waist diameter 130
Warnings 140
Wavelength 63, 130
Wavelength Response 148

X

X / Y Profile 43
X and Y axis 11



THORLABS

www.thorlabschina.cn