

Enovasense Point 传感器

涂层厚度的非接触式测量

用户手册



本文档版权归 Precitec Optronik GmbH 公司所有。

未经 Precitec Optronik GmbH 公司事先书面许可，不得以违反公司合法利益的方式复制或使⽤。文档仅可用于服务运营上下文中。禁止任何其他用途。与第三方共享此文档必须经过 Precitec Optronik GmbH 公司事先书面批准。

保留对本文档中的描述、数据和数字的技术细节进行更改的权利。

在德意志联邦共和国印制。

翻译版

内容负责方：

Precitec Optronik GmbH

Schleussnerstr.54

D – 63263 Neu-Isenburg (德国)

电话: +49 (0) 6102 / 36 76 -100

传真: +49 (0) 6102 / 36 76 -126

电子邮件: info@precitec-optronik.de

Enovasense

10 rue du Général de Gaulle

F – 94110 Arcueil

电话: +33 (0) 1 46 70 93 96

电子邮件: contact@enovasense.com

版本控制

日期	变化类型
06/2023	重新设计用户手册

目录

1. 概述	6
1.1 关于本用户手册	6
1.2 保修和责任	6
1.3 安全标识	6
1.4 危险等级	7
1.5 其他标识	7
2. 基本安全说明	8
2.1 一般指南	8
2.2 安全准则	9
2.3 计算危险距离	9
2.4 预期用途	17
2.5 运营商和工作人员的义务	17
2.6 设备上的警告标志	18
3. 产品说明	19
3.1 正面	19
3.2 后面	20
3.3 光学探头正面	21
3.4 光学探头背面	22
3.5 技术数据	23
4. 设置和启动指南	24
4.1 步骤 1: 固定探头和控制器	25
4.2 步骤 2: 连接 LEMO 或 M8	26
4.3 步骤 3: 检查光纤 (第 1 端)	27
4.4 步骤 4: 将光纤 (第 1 端) 插入探头	29
4.5 步骤 5: 检查光纤 (第 2 端)	30
4.6 步骤 6: 将光纤 (第 2 端) 插入控制器	30
4.7 步骤 7: 将电源线插到控制器上, 再插到电源上	31
4.8 打开设备	32
4.9 关闭设备	32
4.10 将联锁装置连接到安全回路	33

5. 详细校准周期	35
5.1 配置	35
5.2 校准	38
5.3 安装 Enovasense Suite.....	39
5.4 运行 Enovasense Suite.....	41
5.5 模块管理	42
5.6 SIGNAL TESTING 应用程序	44
5.7 FIND FREQUENCY 应用程序.....	45
5.8 CALIBRATION 应用程序	47
5.9 MEASURE 应用程序.....	49
5.10 系统上的校准位置	49
5.11 系统上的测量位置	49
6. 校准周期快速分步指南	50
7. 维护	53
7.1 光纤	53
7.2 前置镜片	56
7.3 激光	56
8. 附录	57
附录 SIGNAL TESTING	57
附录 FIND FREQUENCY	58
附录 CALIBRATION	59
附录 MEASURE.....	60
附录 RESULTS	61
附录 CALIBRATION MANAGEMENT	62
附录 CONFIGURATION MANAGEMENT	63

1. 概述

1.1 关于本用户手册

本用户手册包含有关产品安全操作的最重要说明。



请遵守本文档中的所有说明和指导。

此外，在使用现场必须遵守当地适用的事故预防条例和守则。

1.2 保修和责任

电子行业产品和服务一般供货条款和条件以及 Precitec Optronik GmbH 公司一般供货条款和条件的修改和限制适用于我们的所有产品。

我们保留出于提高质量，扩大应用范围以及生产相关原因而对设备设计构造进行更改的权利，

拆卸设备将导致所有保修索赔失效。只要在本文档明确说明，则更换磨损以及需要维护或校准的部件不属该情况。

擅自更改设备将导致责任请求权失效。

1.3 安全标识

本用户手册中可能采用了使用以下危险警告标识：



该标识表示可能存在危险情况。如未遵守，则可能导致人身伤害。



激光束 – 警告提醒直接或间接激光辐射。



光辐射 – 警告提醒直接或间接的光辐射。



灼热表面 – 警告提醒接触组件/表面可能会导致受伤。



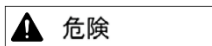
高压危险 – 警告提醒存在触电危险，并警告可能对生命和健康造成直接或潜在危险以及严重的财产损失。



请勿触摸 –表示触摸触点/光学器件表面会导致器件受损/损坏。

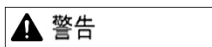
1.4 危险等级

各安全说明均带有一个信号词。每个信号词代表一定的危险等级：



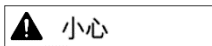
危险

“危险”表示存在危险情况，如果未能避免，将导致死亡或重伤。



警告

“警告”表示存在危险情况，如果未能避免，可能导致死亡或重伤。



小心

“注意”表示存在危险情况，如果未能避免，可能导致轻伤或中等程度的受伤。

1.5 其他标识

本用户手册中可能采用了使用以下指示标识：



重要

用户必须注意/了解的信息，以避免加工/产品使用过程中发生中断。



提示

为用户提供信息，以便能够以最直接和最便捷的方式达到某一操作的预期结果。



前提条件

说明所有组件以及成功完成该操作所必须具备/满足的所有条件。



附加信息

告知用户有关某一需要说明的上下文的附加信息。

2. 基本安全说明

2.1 一般指南

只有遵守本说明才能保证电源正常工作。切勿打开电源外壳。外壳内的电子元件会产生对人体有害的高压。即使在断开网络电源后，某些部件仍然存在高压。因此，电源适配器只能由授权技术人员打开。

擅自打开设备则保修失效。

运行时切勿用潮湿的手操作设备。

切勿将物体插入设备的孔/风扇中。

切勿在设备连接电源时在设备上工作。在这种情况下，应始终将电源开关设置为“0”和/或拔下电源插头。

如果设备发生短路，请拔掉电源线，不要使用设备。

场地要求

请注意，该设备设计在室内环境空气中湿度不高的条件下使用。在室外使用设备会导致严重损坏。

确保您的设备没有直接靠近加热系统或任何其他热源。

确保您的设备处于通风良好的环境中。

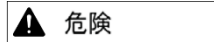
启动操作

在使用设备之前，将其预热一小时至室温，以防止设备中积聚冷凝水。

维护和清洁

如果您想清洁设备，请将其与电源完全断开，切勿使用湿布或清洁剂。使用干布从外部清洁电源。

2.2 安全准则

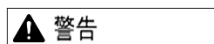


危险

激光束可能造成危险

发射的激光束符合 IEC 60825 的标准的 4 级激光。根据定义，4 级激光可以灼伤皮肤，或者由于观察直射、漫射或间接光束而导致毁灭性和永久性眼睛损伤。此外，这些激光可能会点燃可燃材料，因此可能存在火灾风险。

- 避免眼睛或皮肤暴露在直射或散射的激光下。



警告

触电危险

打开外壳或拆卸组件后，请确保带组件未被遮盖。接触这些组件存在潜在的致命危险。

- 外壳打开时请勿使用本机。
- 请勿对系统进行任何维修，结构性更改或修改（除非在“维护”章节中有特别说明）。

2.3 计算危险距离

根据国际标准 IEC 60825-1 使用 Enovasense 点传感器时应避免的危险距离

标称眼部危险距离 (NOHD)

我们在这里讨论的是标称眼部危险距离（NOHD，国际标准 IEC 60825-1 第 3.65 条），即距离输出孔径的距离，在这个距离之外，光束辐照度或辐射照射仍然低于适当的角膜最大允许照射量（MPE，国际标准 IEC 60825-1 第 3.65 条）。

有 3 种不同类型的曝光案例：直接曝光、镜面反射和漫反射。

根据设备中使用的激光波长，根据标准的 MPE 为：

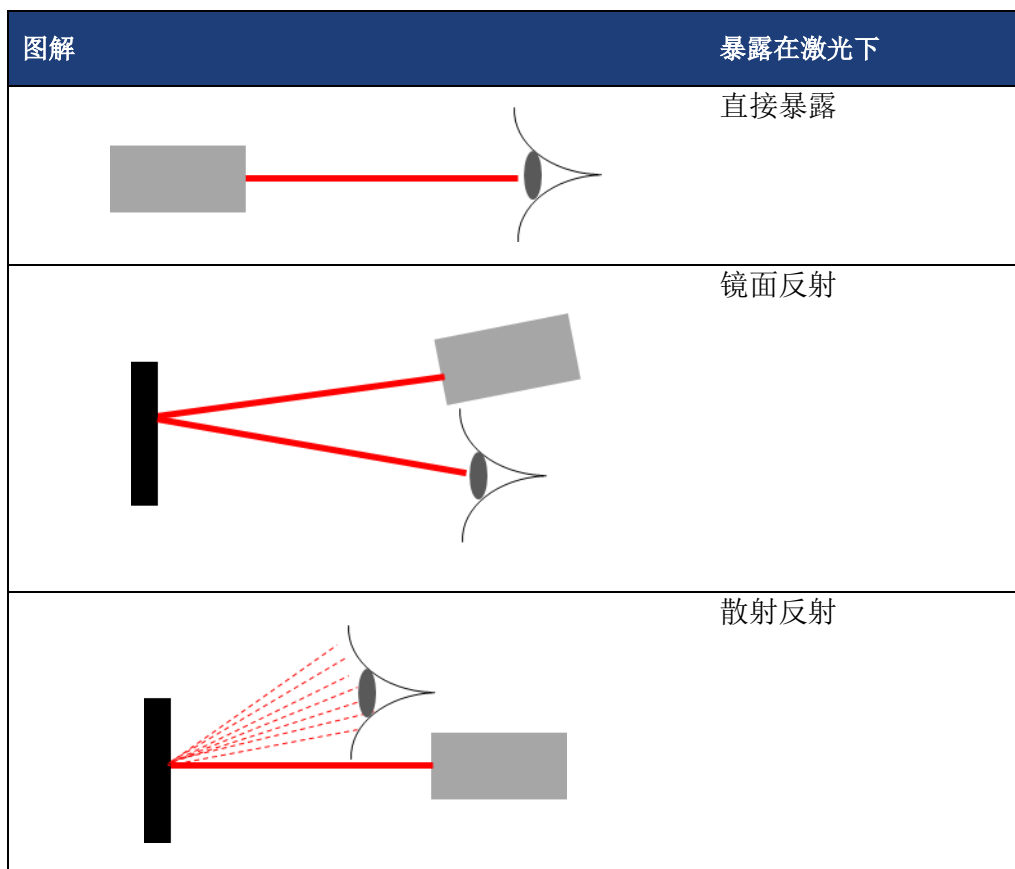
波长 (nm)	MPE (W/m ²)
455	10.1
980	36.7
1450	1000
1550	1000

(EN 60825-1 的附件 A，表 A.1、A.2 和 A.5)

在本文件中，我们对 Enovasense 设备中可用的最大功率水平进行了计算。然而，对于特定的应用，有效的发射功率有可能低于计算所用的功率。在这种情况下，Precitec Optronik GmbH 公司将能够提供更好的计算方法，从而降低 NOHD 值。

参考	最大功率 (W)	平均功率 P (W)	波长 (nm)
C3-W980P10-T33 C3-W980P10-T60	10	5	980
C3-W1550P3-T33 C3-W1550P3-T60	3	1.5	1550
C3-W1550P6-T33 C3-W1550P6-T60	6	3	1550
C3-W1450P1-T33 C3-W1450P1-T60	1	0.5	1450
C3-W445P3-T33 C3-W445P3-T60	3	1.5	445
C3-W445P10-T33 C3-W445P10-T60	10	5	445

在使用 Enovasense 点传感器时，可能会有 3 种暴露在激光功率下的情况：直接暴露、镜面反射和散射反射：



- 直接暴露

如果直接暴露于发散激光束或非聚焦光束下，NOHD 等于：

$$NOHD = \frac{1}{\phi} \left(\sqrt{\frac{4P}{\pi * MPE}} - a \right)$$

a 是光纤输出处光束的直径， ϕ 是其发散度， P 是平均发射功率。

发散激光束和非聚焦光束

前置镜片参考	斑点直径 (mm)	测量距离 (mm)	发散度 ϕ (rad)	输出光纤束直径 a (m)
SP03-FL-WD20-SD2.5	2.5	20	0.016	0.0032
SP03-FL-WD20-SD4.9	4.9	20	1.63	0.0032
SP03-FL-WD20-SD6.5	6.5	20	0.35	0.0032
SP03-FL-WD40-SD3.3	3.3	40	0.016	0.0032
SP03-FL-WD40-SD10.0	10	40	1.63	0.0032
SP03-FL-WD40-SD12.0	12	40	0.35	0.0032

在如果未聚焦光束（小光斑），NOHD 等于：

$$NOHD = \frac{f_0}{b_0} \left(\sqrt{\frac{4P}{\pi * MPE}} \right)$$

f_0 是前置镜片的焦距， b_0 是光纤输出处光束的直径。

聚焦激光束

前置镜片参考	斑点直径 (mm)	测量距离 (mm)	焦距 f_0 (m)	输出光纤束直径 b_0 (m)
SP03-FL-WD20-SD0.3	0.3	20	0.02	0.0032
SP03-FL-WD20-SD0.7	0.7	20	0.04	0.0032
SP03-FL-WD40-SD0.8	0.8	40	0.04	0.0032
SP03-FL-WD40-SD2.3	2.3	40	0.018	0.0032
SP03-FL-WD100-SD8.3	8.8	100	0.1	0.0032
SP03-FL-WD150-SD11.8	11.8	150	0.15	0.0032

NOHD 或直接暴露（米）：

波长	455 nm	980 nm					1450 nm	1550 nm
最大功率 前置镜片参考	1W	1W	4W	10W	20W	150W	1W	3W
SP03-FL-WD20-SD0.3	1.56	0.82	1.65	2.60	3.68	10.08	0.16	0.27
SP03-FL-WD20-SD0.7	3.14	1.65	3.29	5.21	7.36	20.16	0.32	0.54
SP03-FL-WD20-SD2.5	15.49	8.03	16.26	25.83	36.61	100.6	1.38	2.53
SP03-FL-WD20-SD4.9	1.17	0.6	1.22	1.94	2.76	7.57	0.10	0.19
SP03-FL-WD20-SD6.5	0.70	0.37	0.74	1.17	1.66	4.58	0.06	0.12
SP03-FL-WD40-SD0.8	3.14	1.65	3.29	5.21	7.36	20.16	0.32	0.54
SP03-FL-WD40-SD2.3	1.41	0.74	1.48	2.34	3.31	9.07	0.14	0.24
SP03-FL-WD40-SD3.3	15.49	8.03	16.26	25.83	36.61	100.6	1.38	2.53
SP03-FL-WD40-SD10.0	1.17	0.6	1.22	1.94	2.76	7.57	0.10	0.19
SP03-FL-WD40-SD12.0	0.70	0.37	0.74	1.17	1.66	4.58	0.06	0.12
SP03-FL-WD100-SD8.3	7.85	4.11	8.23	13.02	18.41	50.4	0.79	1.37
SP03-FL-WD150-SD11.8	11.77	6.17	12.35	19.52	27.61	75.6	1.18	2.04

• **镜面反射**

镜面反射的情况与直接照射的情况一样，尽管有反射系数 R 因为只考虑了能量的反射部分：

$$NOHD = \frac{1}{\phi} \left(\sqrt{\frac{4 * R * P}{\pi * MPE}} - a \right)$$

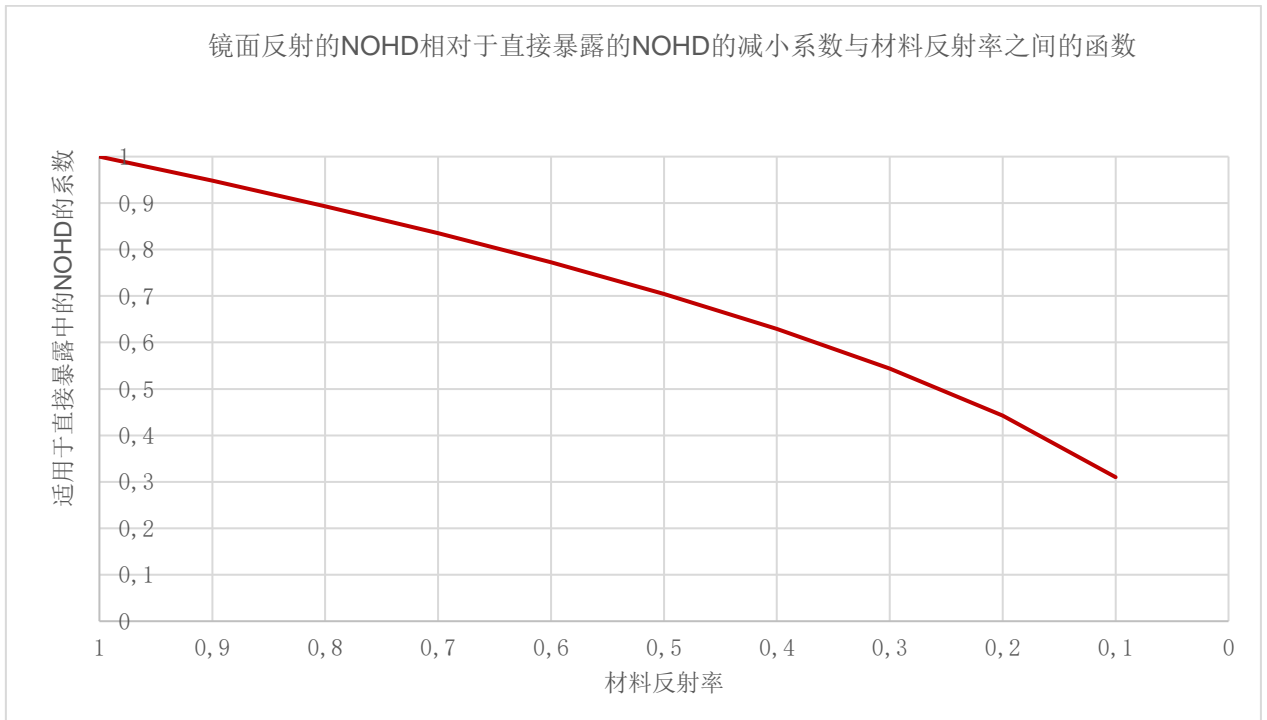
或

$$NOHD = \frac{f_0}{b_0} \left(\sqrt{\frac{4 * R * P}{\pi * MPE}} \right)$$

对于聚焦光束。

对于 100%的反射材料，镜面反射的 NOHD 与直接照射的 NOHD 相等。

然而，材料的反射率越低，镜面反射的 NOHD 就会从以下系数中减少的越多：



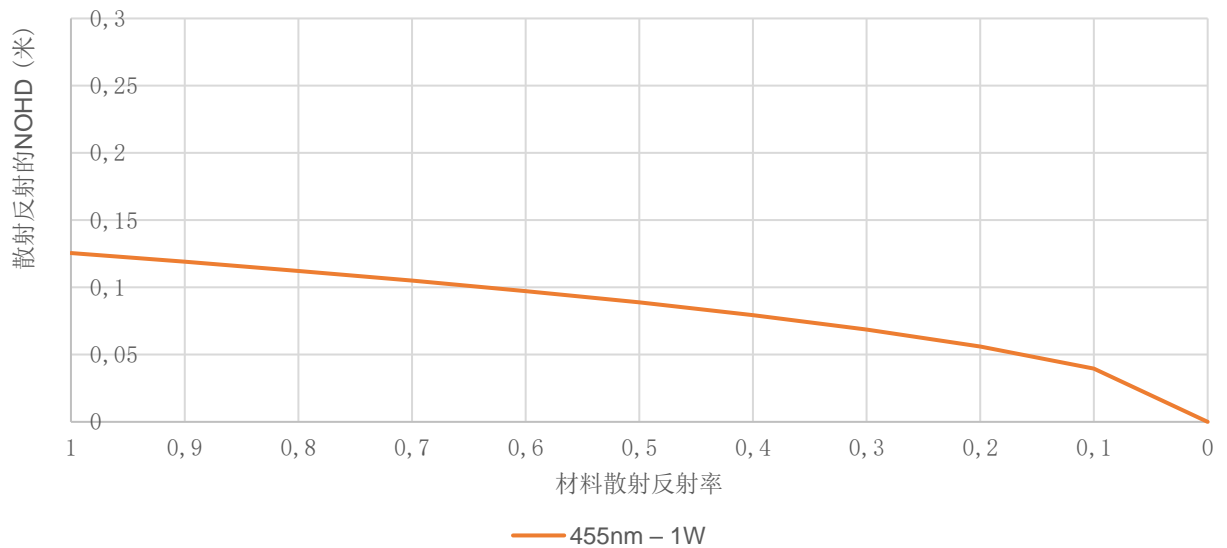
- **散射反射**

在这种情况下，只有一小部分由表面扩散的能量可以到达眼睛。NOHD是：

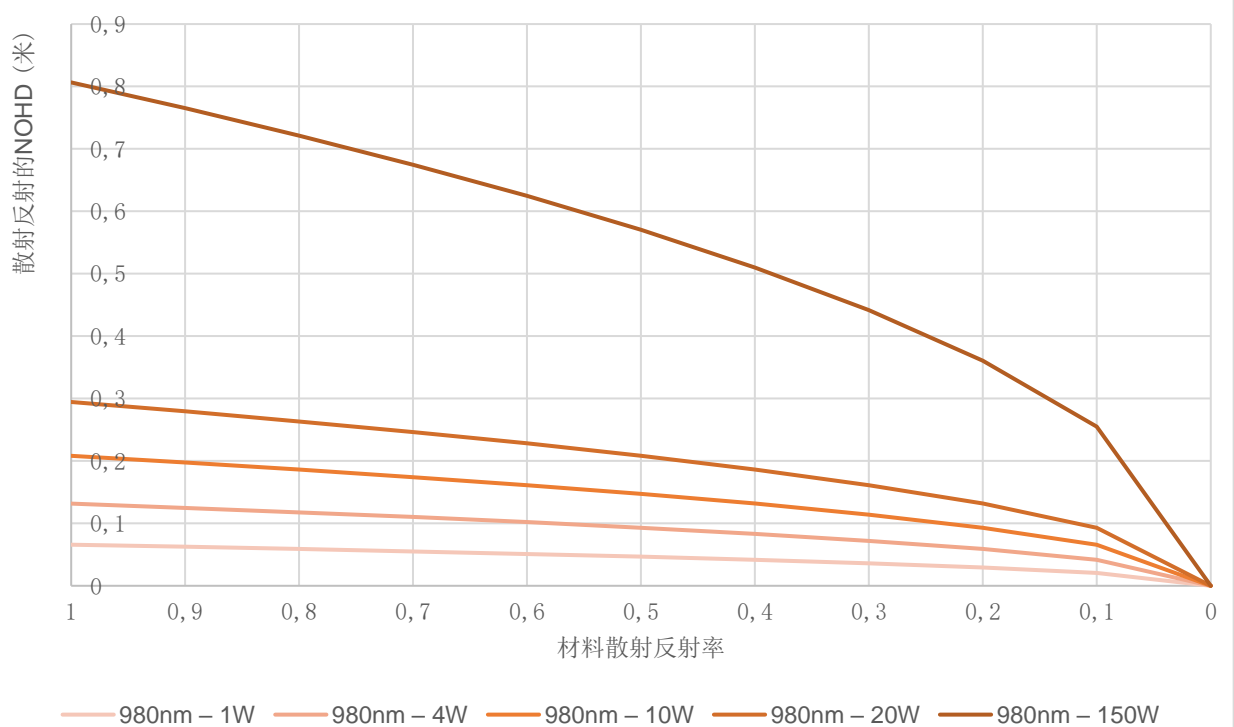
$$NOHD = \left(\frac{\rho * P}{\pi * MPE} \right)^{\frac{1}{2}}$$

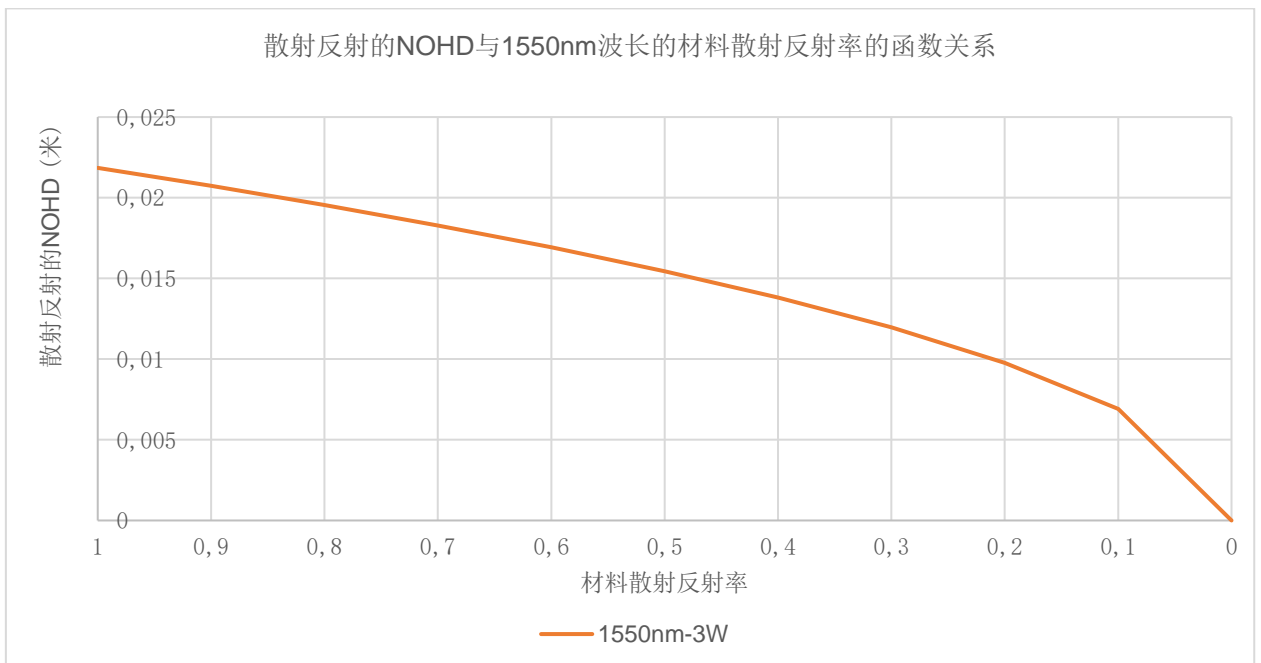
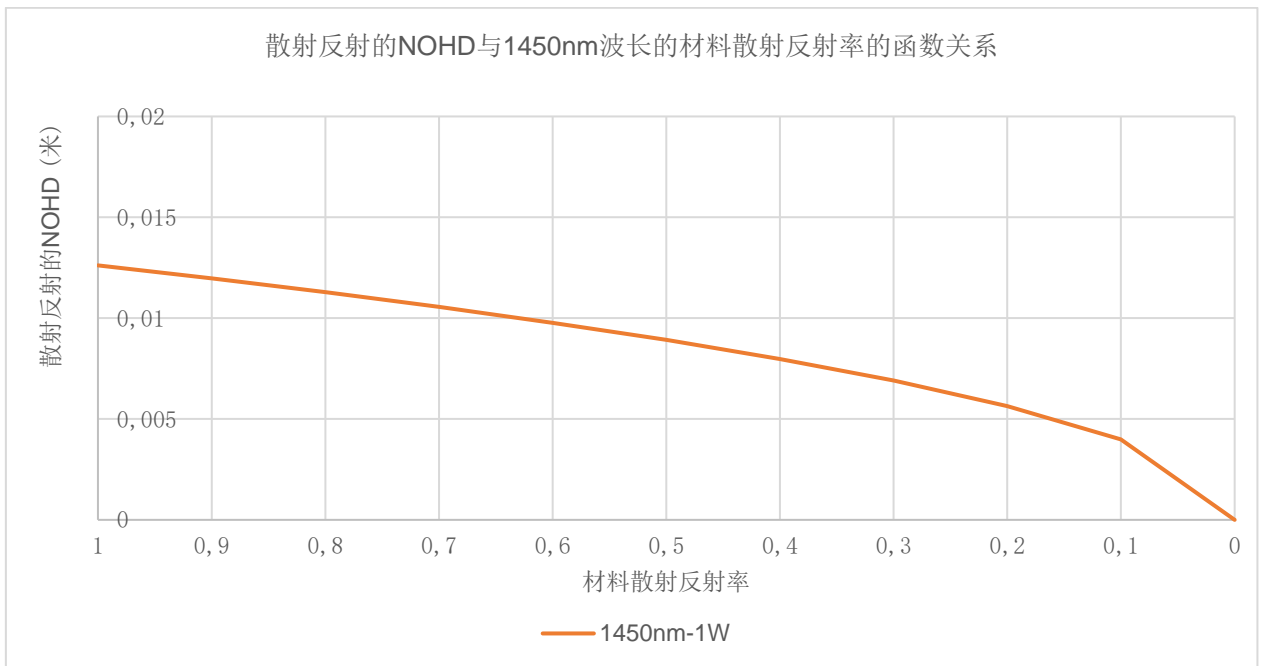
其中 ρ 是表面的漫反射。

散射反射的NOHD与455nm波长的材料散射反射率的函数关系



散射反射的NOHD与980nm波长的材料散射反射率的函数关系





标称眼部危险区域

NOHA 被定义为光束辐照度或辐射暴露超过适当的角膜最大允许暴露（MPE，国际标准 IEC 60825-1 第 3.64 条）的区域，包括激光束意外误射的可能性。

基本上，Enovasense 的 NOHA 是一个球体，其半径为 NOHD，中心为激光与待测部件之间的撞击点。

然而，在许多情况下，可以以阻挡直接暴露和镜面反射到达操作人员的方式安装探头。在这些精确的情况下，将只考虑散射反射，这将大大减少 NOHD。在验证此计算假设之前，请向 Precitec Optronik GmbH 公司要求对安装进行验证。

如有疑问，请考虑由 3 个 NOHD（直接暴露的 NOHD）中最高的一个定义的 NOHA。

为了在没有风险的情况下使用符合 IEC 60825-1 标准的 Enovasense 设备，任何操作员都须是无法访问此处定义的 NOHA。

更一般地说，NOHA 应使用必要的标记进行限制。

如果操作人员要进入 NOHA，必须配备强制性个人防护装备，如：与激光波长和功率相对应的激光防护眼镜。

可以设计控制站外壳，使整个装置达到 1 级，并且无需任何保护或激光安全方面的专门培训即可使用该设备。请向 Precitec Optronik GmbH 索取此类外壳。

2.4 预期用途

预期用途

- 该设备设计用于以下应用领域：
 - 厚度测量
 - 检测涂层或表面处理是否具备
 - 涂层附着力检测
- 该设备可用作独立设备或作为测量系统的一部分使用。
- 该设备仅可在干燥的环境中使用。
- 设备只能在技术数据中给出的规格范围内运行（指定精度在室温下达到）。



任何不符合预期用途的使用均为违规使用。在这些情况下，后果由用户自负。

可预见的滥用

明确禁止设备用于以下用途：

- 外壳打开时运行
- 维修、更改结构或对系统进行修改
- 无视本手册中的说明使用

2.5 运营商和工作人员的义务




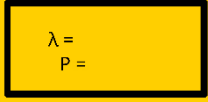
设备运营商有义务只允许符合以下条件的人员在设备上工作：

- 熟悉有关工作场所安全和事故预防的基本规定，并且已经接受过设备操作的培训指导
- 已阅读并理解本用户手册的安全章节并通过签字确认。

必须按照规定和安全说明对工作人员进行培训，并且必须告知其可能存在的危险。

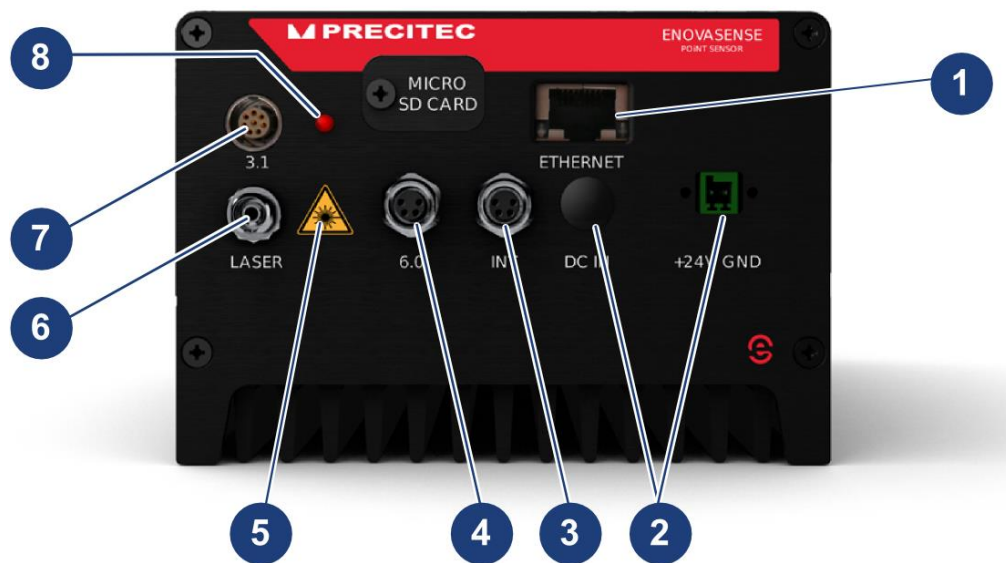
2.6 设备上的警告标志

下表描述了警告标志在设备上的位置：

警告标志	含义	位置
	警告激光束	光纤电缆连接器旁边的设备前面板
	警告激光束	设备背面
	激光等级指示标签	设备外壳，左侧
	平均波长和功率指示	设备外壳，左侧

3. 产品说明

3.1 正面



编号	名称
1	RJ-45 端口
2	电源
3	联锁
4	光学探头 T060 连接器
5	激光警告象形图
6	激光灯连接器
7	光学探头 T033 连接器
8	LED 激光: 打开: 打开激光 关闭: 关闭激光

3.2 后面



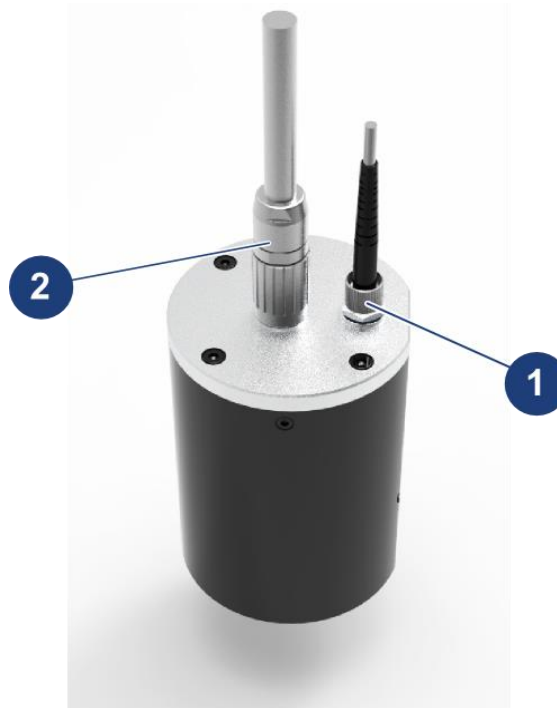
编号	名称
1	序列号和进一步信息
2	激光警告象形图
3	CE 标识
4	制造商铭牌

3.3 光学探头正面



编号	名称
1	前置镜片

3.4 光学探头背面



编号	名称
1	FC/PC 连接器
2	LEMO 连接器

3.5 技术数据

外壳

技术规格	数值
尺寸	20 cm (长) x 12.3 cm (宽) x 8.5 cm (高)
重量	1.7 kg
电源	+24VCC/3A max
使用温度	<35°C

光学探头

技术规格	数值
尺寸	9.3 cm (长) x 6.6 cm (宽) x 6.6 cm (高), T033 6.4 cm (长) x 3.5 cm (宽) x 3.5 cm (高), T060
重量	0.4 kg, T033 0.15 kg, T060
电源	通过 T033 的 LEMO 电缆 通过 T060 的 M8 电缆
使用温度	<35°C

电线 (LEMO 电缆或 M8 电缆)。

技术规格	数值
长度	2 – 20 m
重量	0.04 – 0.4 kg
使用温度	<100°C

光纤

技术规格	数值
长度	2 – 20 m
重量	0.01 – 0.1 kg
使用温度	<100°C
最小曲率半径	50 mm

4. 设置和启动指南

场地条件

请注意，该设备设计在室内环境空气中湿度不高的条件下使用。在室外使用设备会导致严重损坏。

确保您的设备没有直接靠近加热系统或任何其他热源。

确保您的设备处于通风良好的环境中。



在使用设备之前，将其预热一小时至室温，以防止设备中积聚冷凝水。

工作流程

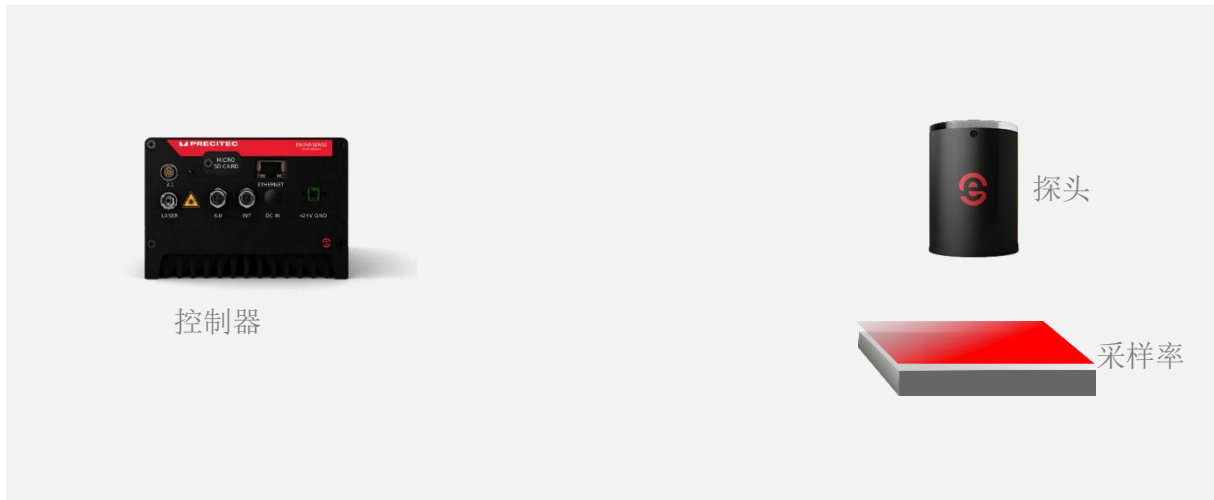
步骤	流程
▼	固定探头和控制器
▼	连接 LEMO 或 M8
▼	检查光纤（第 1 端）
▼	将光纤（第 1 端）插入探头
▼	检查光纤（第 2 端）
▼	将光纤（第 2 端）插入控制器
▼	将电源线插到控制器上，再插到电源上。
▼	打开设备



注意：
认真遵循以下几页对各个步骤的详细描述。

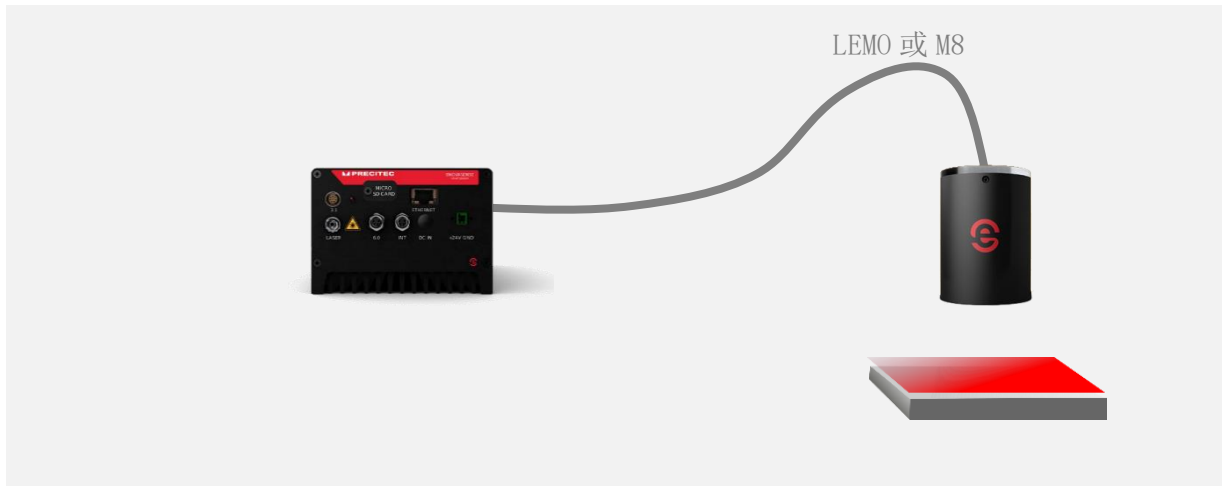
4.1 步骤 1: 固定探头和控制器

将探头（使用螺丝）和控制器固定在其最终使用位置。



4.2 步骤 2: 连接 LEMO 或 M8

对于 T033 探头，将 LEMO（用于 T033）或 M8（用于 T060）电缆从控制器插到光学探头上。



注意：检查公接头上的红点是否与母接头上的红点相对。



对于 T060 探头，请按照引脚方向将 M8 电缆插入控制器和探头。

4.3 步骤3: 检查光纤 (第1端)

针对此部分的检查, 需要一个光纤显微镜 (不包括在内)。这部分检查为建议, 并非强制。



 危险

激光束可能造成危险

发射的激光束符合 IEC 60825 的标准的 4 级激光。根据定义, 4 级激光可以灼伤皮肤, 或者由于观察直射、漫射或间接光束而导致毁灭性和永久性眼睛损伤。

- 为了保护眼睛, 在使用光纤显微镜之前, 请确保光纤未连接到控制器并且设备未连接电源。



取下橙色光纤一端的保护帽。切勿触摸光纤的白色端 (当取下盖子时), 防止灰尘进入。将此端插入光纤显微镜 (右)。不需要拧紧。



一只手保持光纤插入, 另一只手按住光纤显微镜的开关按钮 (左)。观察光纤显微镜。如果需要, 旋转目镜以调整焦距 (右)。



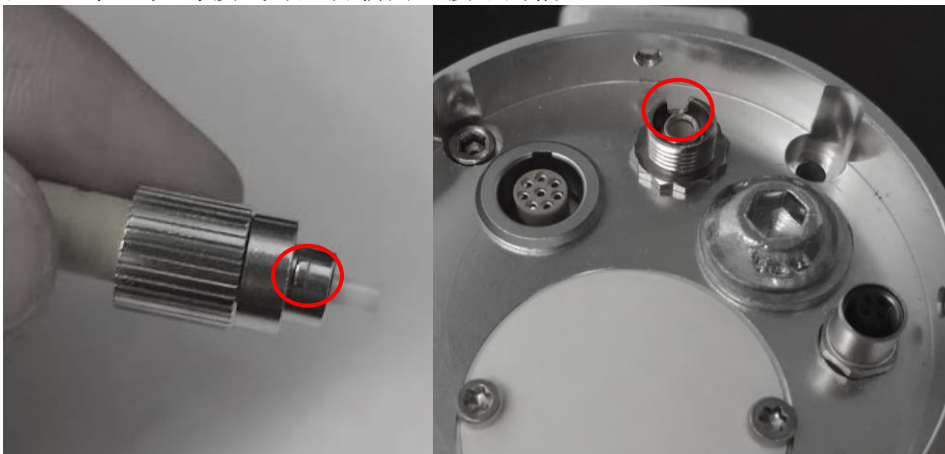
当聚焦正常并显示清晰图像时，请按照 7.1 节判断光纤状态并在必要时进行清洁。

4.4 步骤 4: 将光纤 (第 1 端) 插入探头

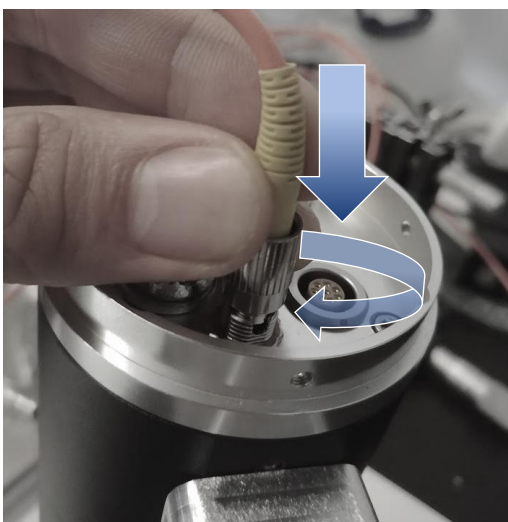


取下探头 FC/PC 接头上的保护帽, 插上刚刚用光纤显微镜检查过的光纤端。确保光纤的白色端未被碰触并且无灰尘, 直到完全插入探头。

注意: 检查光纤接线片是否朝向连接器的槽口。



将光纤推入连接器并拧紧:



4.5 步骤 5: 检查光纤 (第 2 端)



 危险

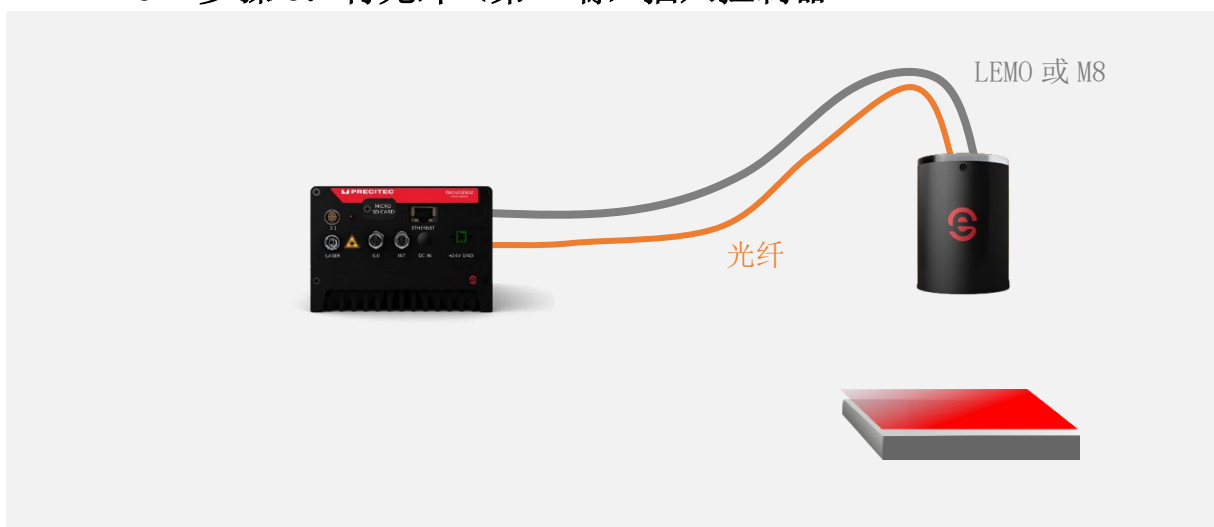
激光束可能造成危险

发射的激光束符合 IEC 60825 的标准的 4 级激光。根据定义，4 级激光可以灼伤皮肤，或者由于观察直射、漫射或间接光束而导致毁灭性和永久性眼睛损伤。

- 为了保护眼睛，在使用光纤显微镜之前，请确保光纤未连接到控制器并且设备未连接电源。

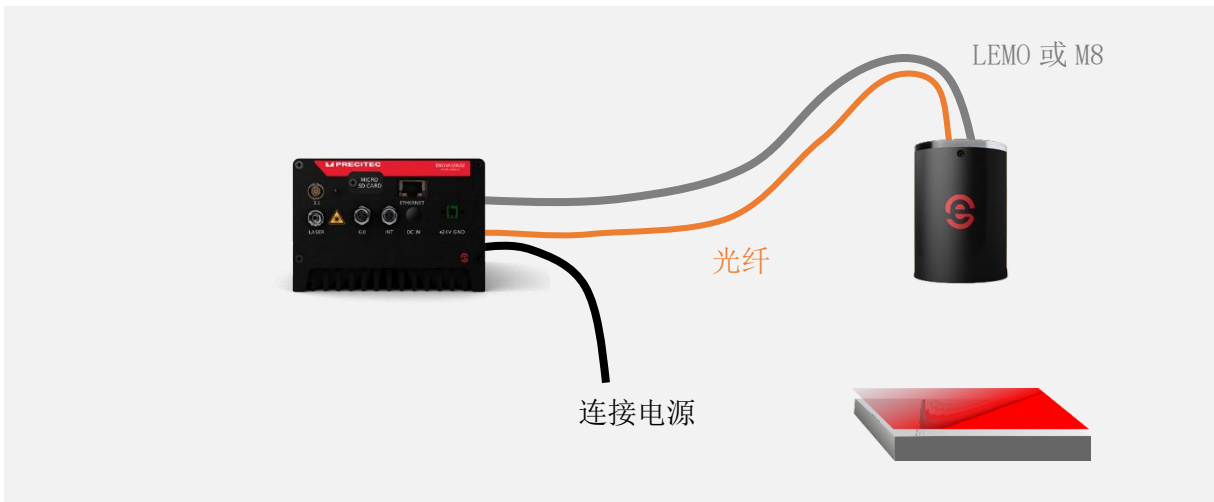
取下橙色光纤第二端的保护帽。按照步骤 3 中的描述，使用光纤显微镜检查这一端。如有必要，请按照第 7.1 节中的说明使用 Kimtech 湿巾进行清洁。

4.6 步骤 6: 将光纤 (第 2 端) 插入控制器



按照与步骤 4 中相同的说明进行操作，并按照相同的警告将另一端插入控制器 FC/PC 连接器。

4.7 步骤 7: 将电源线插到控制器上, 再插到电源上。



4.8 打开设备

说明

打开设备：

1. 打开 Enovasense 设备的电源。
2. 启动计算机。



 危險

激光束可能造成危險

发射的激光束符合 IEC 60825 的标准的 4 级激光。根据定义，4 级激光可以灼伤皮肤，或者由于观察直射、漫射或间接光束而导致毁灭性和永久性眼睛损伤。此外，这些激光可能会点燃可燃材料，因此可能存在火灾风险。

- 避免眼睛或皮肤暴露在直射或散射的激光下。

4.9 关闭设备


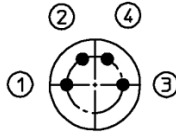

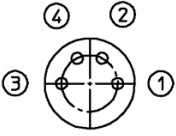
说明

要在软件关闭后关闭设备：

1. 正确关闭软件和计算机。
2. 关闭 Enovasense 设备的电源。

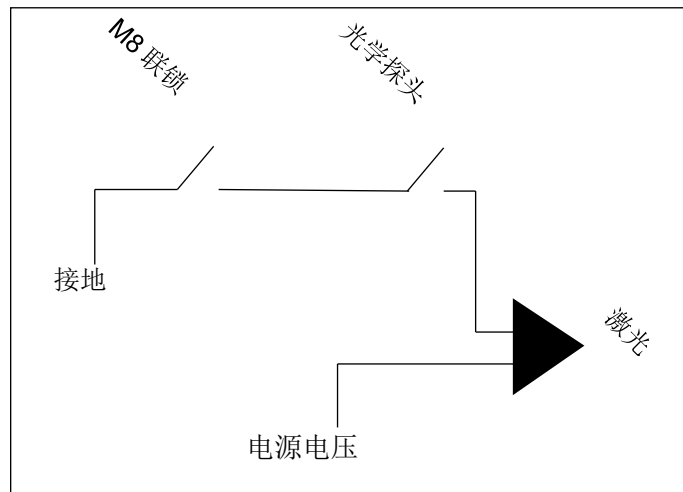
4.10 将联锁装置连接到安全回路

如果您的设备配备了用于将设备集成到安全回路的互锁连接器 M8 – 4 极 – 母头，您需要在其上插入一个 4 极公头连接器。

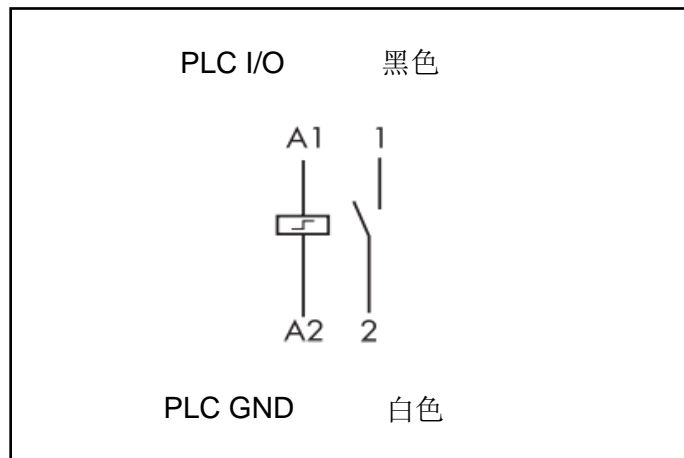
图解	引脚分配
	<p>male connector 4 poles</p>  <p>1 = braun brown 2 = weiß white 3 = blau blue 4 = schwarz black</p>
	<p>female connector 4 poles</p>  <p>1 = braun brown 2 = weiß white 3 = blau blue 4 = schwarz black</p>

必须将黑色和白色连接在一起，蓝色和棕色连接在一起才能解锁安全。

电气图



24 V 控制器：要使用像 PLC 这样的 24 V 控制器，您需要使用继电器。



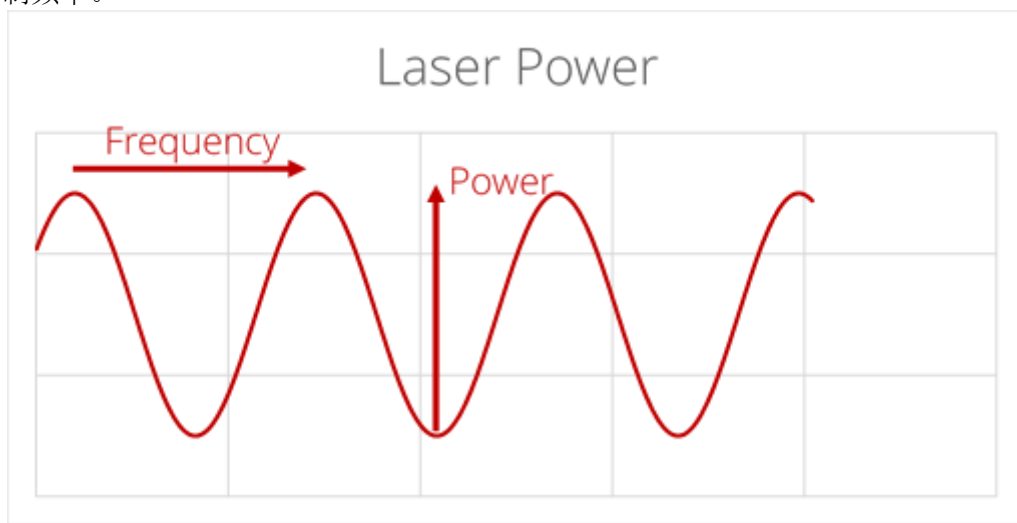
5. 详细校准周期

5.1 配置

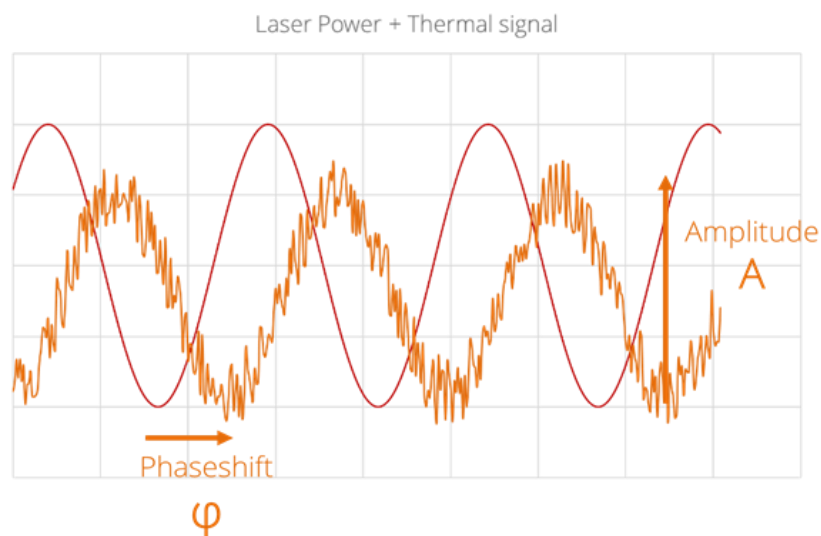
本节介绍配置中设置的关键参数集。这些参数可能会根据应用程序而有变化。该设备需要针对各种涂层进行不同的配置。如果配置不佳，Enovasense 设备测量的准确性将不会达到最佳。如有任何问题，您可以就这些参数的设置与我们联系。

技术原理

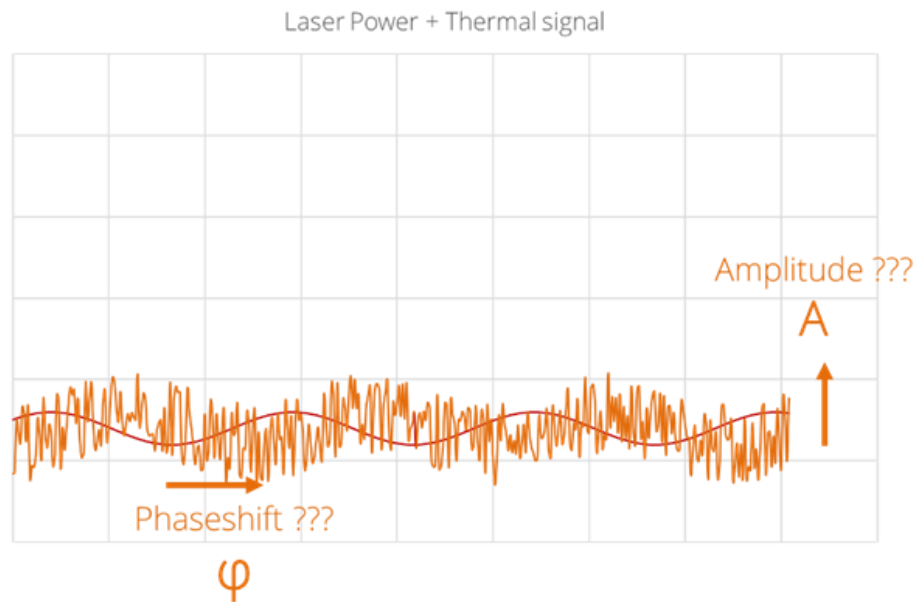
Enovasense 设备中使用的激光经过调制。因此，为了正确测量，您必须确定要使用的激光功率和调制频率。



这种调制的目的是在涂层中产生热波。通过红外传感器，我们可以观察到热波产生的热信号，并测量两个物理量：相移和振幅。



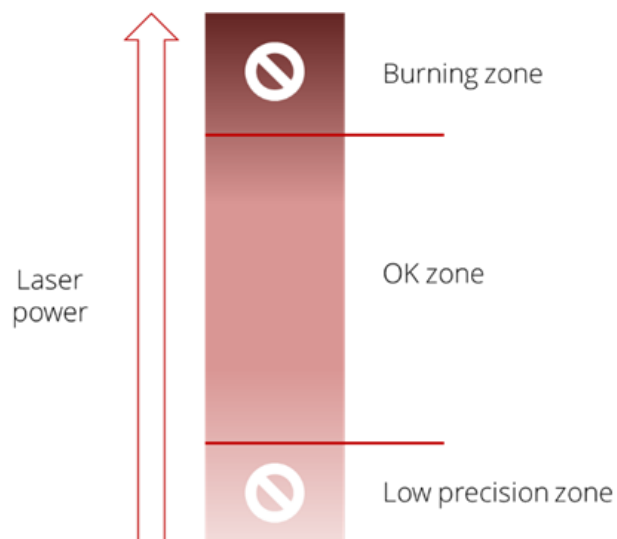
对于给定的频率，我们可以测量热信号与激光功率之间的相移和振幅比。如果功率太弱（即激光功率调制的振幅太低），热信号的振幅也会很低，从而导致信噪比 (SNR) 较低。相移和振幅比的测量将不太准确，这将影响厚度测量。



注意：如果功率太高，激光会损坏样本。

激光功率调谐

对于特定的涂层，我们不知道最佳功率是多少。必须谨慎做出此决定，以保护涂层避免烧损。必须逐渐增加激光功率才能进行精确测量。如有任何疑问，请联系我们。



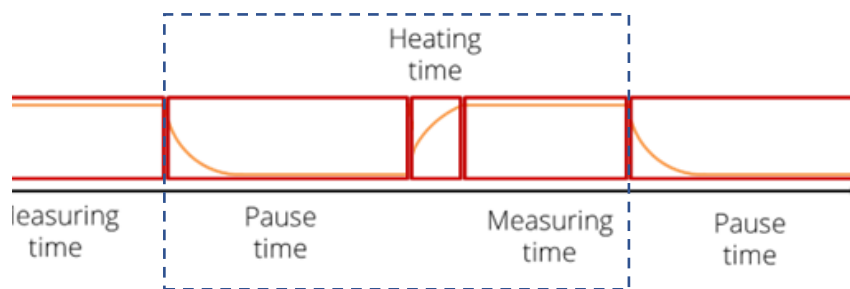
频率调谐

我们需要确定对于一个特定的涂层，哪个频率允许我们对其进行测量。大多数时候，一个频率就足以测量厚度，但在某些情况下，可能需要两个或三个频率来进行测量。我们提供一个应用程序来帮助您选择频率的数量和值。但是，不管是什么应用程序，频率都不能低于 5 Hz 和高于 5000 Hz。

测量时间调谐

配置的三个参数将影响测量的持续时间：

- 暂停时间或冷却时间：这是两次测量之间的时间。在两次测量之间，让样本冷却下来十分有用。
- 加热时间：这是激光刚刚加热样本并且测量时间还没有开始的时间。
- 测量时间：这是进行测量的时间。



5.2 校准

通过校准可将相移或/和振幅值（使用特定配置测量）转换为厚度值。该应用程序允许使用相移和振幅作为校准输入。由于相移随环境参数（例如样本温度）的变化较小，建议首先仅使用相移，然后在需要时使用振幅，因为仅相移证明并不足够。



注意：

始终针对给定配置进行校准。如果要更改配置的元素，则必须创建新的校准。

要进行校准，您需要足够批次的样本。事实上，必须有两个批次：一个示教批次和一个测试批次。第一个批次用于校准 Enovasense 设备。第二个批次用于进行测试校准。

每个批次由样本组成，其厚度值是用另一种方法（显微切割、永久显微镜、X 射线等）测量得出。样本必须遵守一定的规则才能进行准确校准：

- 示教批次必须至少要有 **3 个不同厚度的样本**。
- 示教批次样本的厚度必须有实际意义。如果要使用点传感器测量 $5 - 40 \mu\text{m}$ ，则在 $50 - 100 \mu\text{m}$ 之间校准没有用。
- 示教批次的样本厚度必须覆盖您要测量的整个范围。如果想使用点传感器测量 $5 - 40 \mu\text{m}$ ，必须至少有 3 个样本，分别为 $5 \mu\text{m}$ 、 $20 \mu\text{m}$ 和 $40 \mu\text{m}$ 。
- 测试批次的样本厚度必须在校准范围内。如果想使用点传感器测量 $5 - 40 \mu\text{m}$ ，则不得使用 $50 \mu\text{m}$ 的样本测试校准。

下表总结了所有的规则。

	Learning batch			Testing batch			
Case 1	5 μm	20 μm	40 μm	7 μm	30 μm	50 μm	✗ Sample 50 μm in the testing batch has a thickness higher than the learning set
Case 2	5 μm	20 μm	40 μm	3 μm	30 μm	35 μm	✗ Sample 3 μm in the testing batch has a thickness smaller than the learning set
Case 3	5 μm	20 μm	40 μm	7 μm	30 μm	35 μm	✓
Case 4	5 μm	6 μm	40 μm	7 μm	30 μm	35 μm	✗ Two samples of the learning batch have approximately the same thickness value
Case 5	5 μm		40 μm	7 μm	30 μm	35 μm	✗ There are only 2 samples in the learning batch

5.3 安装 Enovasense Suite

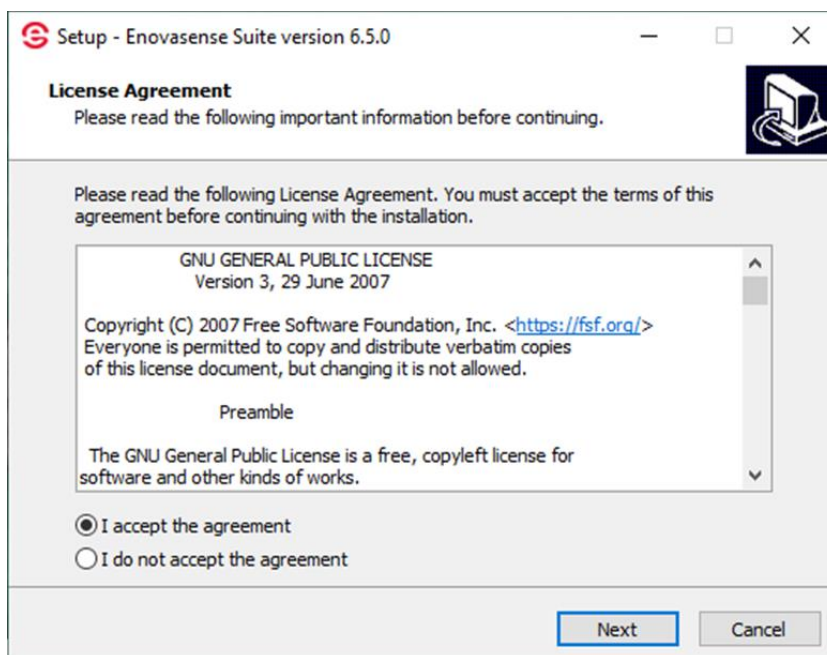
要求

要安装 Enovasense 套件应用程序，需要以下条件：

- Windows OS (7/8/10/11)
- Installer ENOVASENSE_SUITE_setup.exe
- 系统管理员权限

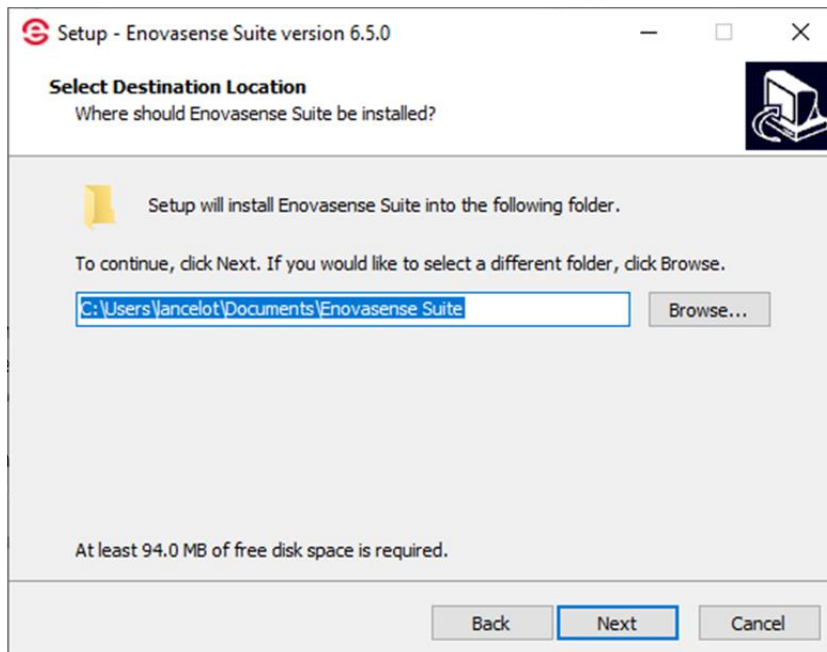
说明：安装 Enovasense Suite

- 1.启动 ENOVASENSE_SUITE_setup.exe 应用程序并接受用户帐户控制提示。
- 2.选择一种语言，然后接受许可协议。



- 3.选择一个目录来安装 Enovasense Suite。请注意，该应用程序需要在安装目录中具备写入权限才能正常工作。建议安装在 Documents 路径或 Enovasense Suite 具有写入权限的任何路径。

在此示例中，应用程序安装在 Documents 文件夹中：



结果：该应用程序将自行解压缩，然后将根据 Enovasense Suite 的要求为系统的所有用户安装 Python 3.9。

4.安装完成后，启动 Enovasense Suite。



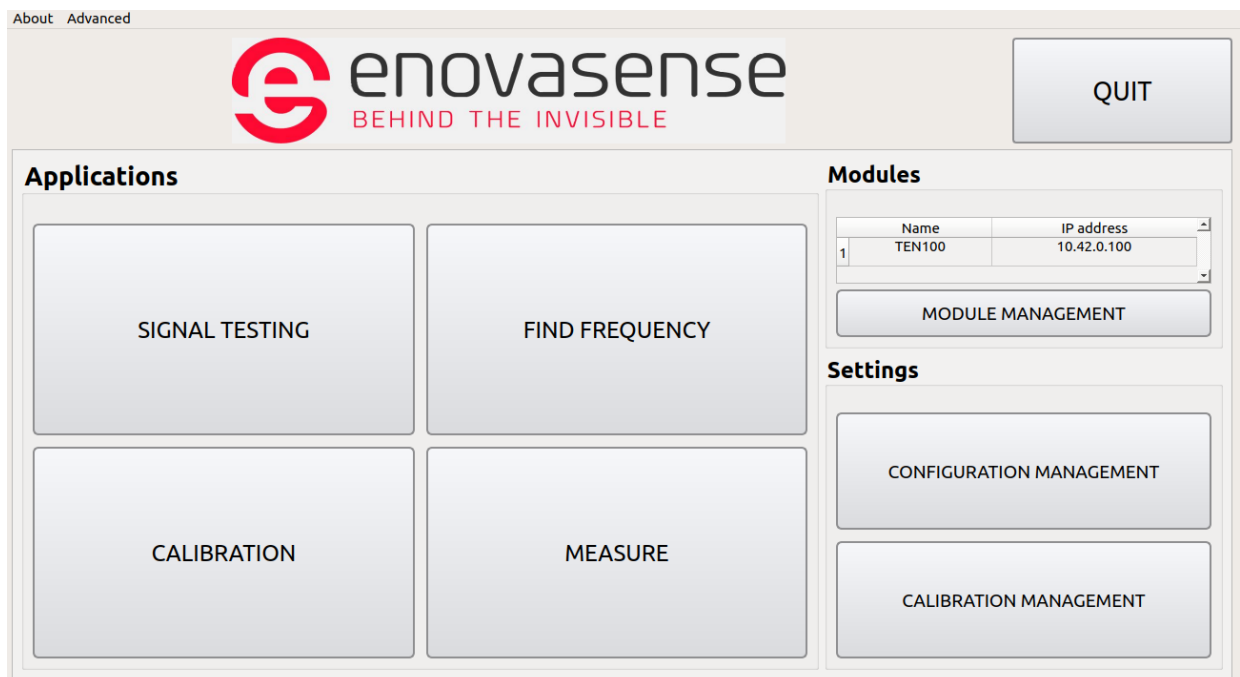
注 意：
如果您在尝试启动 Enovasense Suite 时出现“python39.dll missing”错误，请尝试重新安装 Python 3.9。安装程序可从“DRIVER_UTILS”文件夹中的 Enovasense Suite 安装路径获得。

5.4 运行 Enovasense Suite

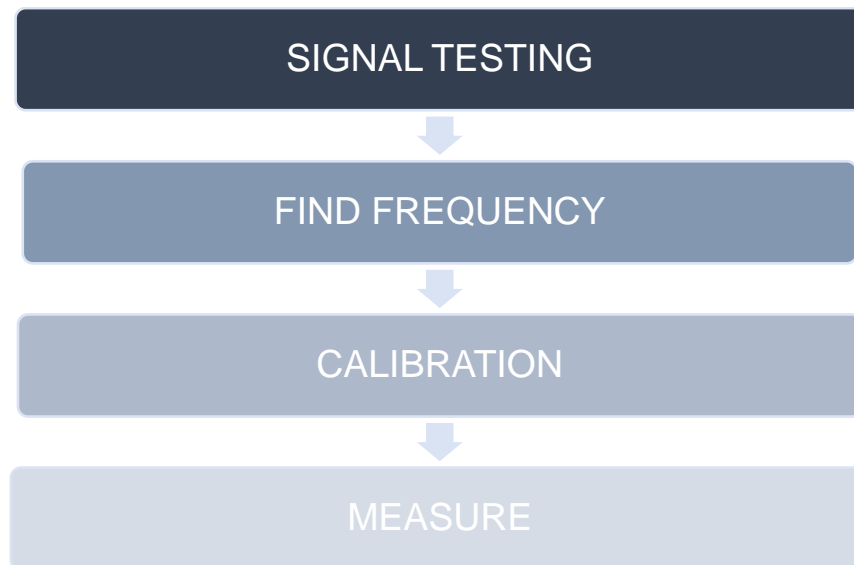
要启动 Enovasense Suite，请单击桌面左上角的图标 LAUNCHER。



出现以下窗口：



每个按钮都是一个应用程序，用于配置或测量 Enovasense 模块。Enovasense Suite 的基本用途遵循以下不同的步骤：



配置应用程序

通过 **SIGNAL TESTING** 可调整激光功率和测量时间。

FIND FREQUENCY 是一个按频率测量频率的应用程序。可为您的应用程序选择最佳频率。

校准应用程序

CALIBRATION 是校准设备所需的所有测量的应用程序。

测量应用程序

MEASURE 是测量应用程序。可通过使用之前创建的所有校准进行测量。

以下主题将说明如何从开始到测量的校准过程。为了更好地理解本教程，您应该按照附录 **MEASURE** 循序渐进地进行示教。

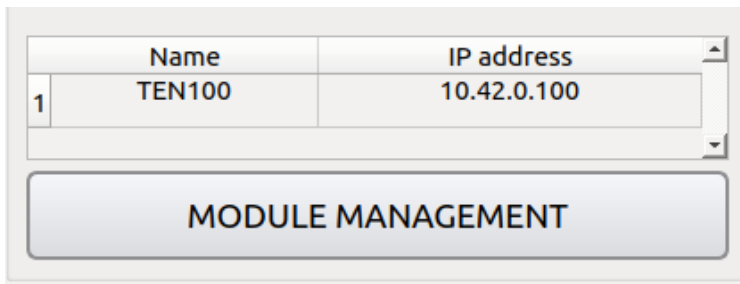
在遵循指南学习之前，建议按照上面的解释准备好示教批次。

将其中一个样本放在探头下。探头和样本之间的测量距离必须为标称值。

5.5 模块管理

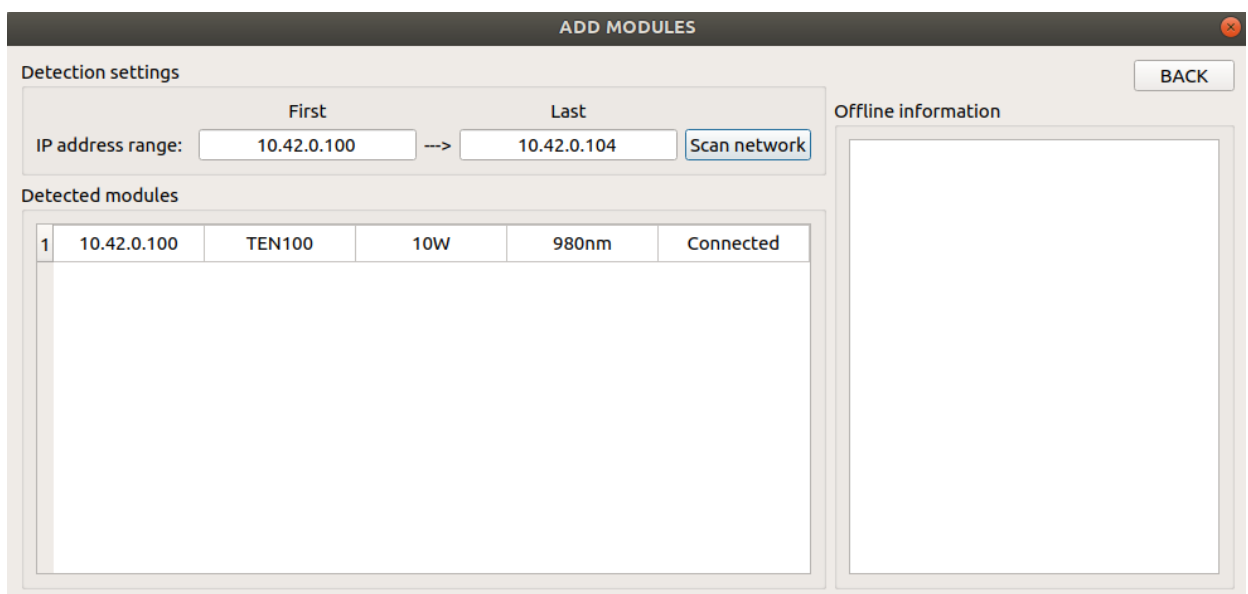
您现在需要在要使用的探头模块和计算机之间建立连接。通过以太网电缆物理连接后，进入 **Enovasense Suite** 的启动器。

在软件启动器中，连接的模块出现在右侧面板中：



要添加或删除模块，请单击模块管理。

选择连接的探头模块的 IP 范围，然后单击扫描网络。出现检测到的模块。



双击模块以连接或断开连接。

然后按 **Back**。

通常情况下，这种模块配置应该从一个软件保持到另一个软件。在所有软件中，都可以重新打开此窗口以仔细检查正确的模块是否仍然连接。

5.6 SIGNAL TESTING 应用程序

可通过该应用程序调整激光器的功率。

- 如果校准要用于具有不同激光功率的多个设备/探头（例如：3 W 模块和 10 W 模块），请选中“watts”复选框以创建便携式配置。使用“watts”设置的一个前提是，制造商在模块内正确设置了功率法则。如果您不知道这是否已完成，请不要使用“watts”设置。
- 从低电压开始，通常为 0.02 V（或功率），并将频率保持在 40 Hz。暂时将暂停时间设为 10000 毫秒。
- 将第一个平均厚度的样本放在探头下方。
- 按 **START** 开始测量，等待图表出现（进行了一次测量），然后按 **STOP** 停止测量。
- 查看代表热信号的红色图表：是嘈杂还是清晰？如果看不到与代表激光的蓝色图表相同的形状，则将电压增加 0.1 最大值。在红色热信号不够清晰时重复此步骤。在每个步骤中，均必须检查样本以确保没有被激光损坏。
- 当功率足够大时，必须检查稳定性是否准确。为此，将暂停时间设置为 10000 毫秒，然后按 **START** 按钮启动测量系列。“*phaseshift stability*”字段中的值是正在进行的测量系列的标准偏差。必须等待至少 10 次测量才能获得相关值。大约 0.3° 的值通常就足够了，但是要取决于应用。
- 增加激光功率：按 **STOP** 按钮，增加电压值，然后按 **START**。



注 意：
在每个步骤中，均必须检查样本以确保没有被激光损坏。在新应用程序中，仅以较小的增量 (<0.1 V) 增加电压。

- 如果稳定性不够或激光在烧毁样本，则需要降低电压并以 0.5 秒为步长增加测量持续时间。

当选择了激光功率和正确的频率后，将暂停时间减少到所需的较低值，然后按 **EXPORT...** 并保存此配置。使用有意义的名称。不要使用现有名称命名配置，也不要名称中使用特殊字符或空格。按 **BACK** 返回到 **LAUNCHER** 窗口并启动 **FIND FREQUENCY** 应用程序。

5.7 FIND FREQUENCY 应用程序

通过此应用程序可选择最佳使用频率。

- 加载之前保存在 *SIGNAL TESTING* 中的配置。当配置加载器窗口打开时，选择所需的配置。

此时应该出现加载配置的参数。如果您正确加载配置，则值名称、*振幅*、*测量持续时间*、*加热持续时间和暂停时间*与 *SIGNAL TESTING* 中保存的相同。通过此应用程序可测量具有不同频率的样本。在扫描中使用的频率显示在右侧面板上。您可以使用 X 按钮删除不需要的频率。

- 为将要在 *样本名称* 中测量的样本命名。我们建议您提供一个可识别的名称，并带有与厚度相关的参考。例如，`sample_1_5 µm / sample_2_6.5 µm`。不要在样本名称字段中使用空格（“ ”），因为会阻止导出后正确重新导入绘图；使用下划线（“_”）代替。

提示：按厚度升序对样本进行排序。鉴于频率选择是可视化的，这将使选择变得更容易。

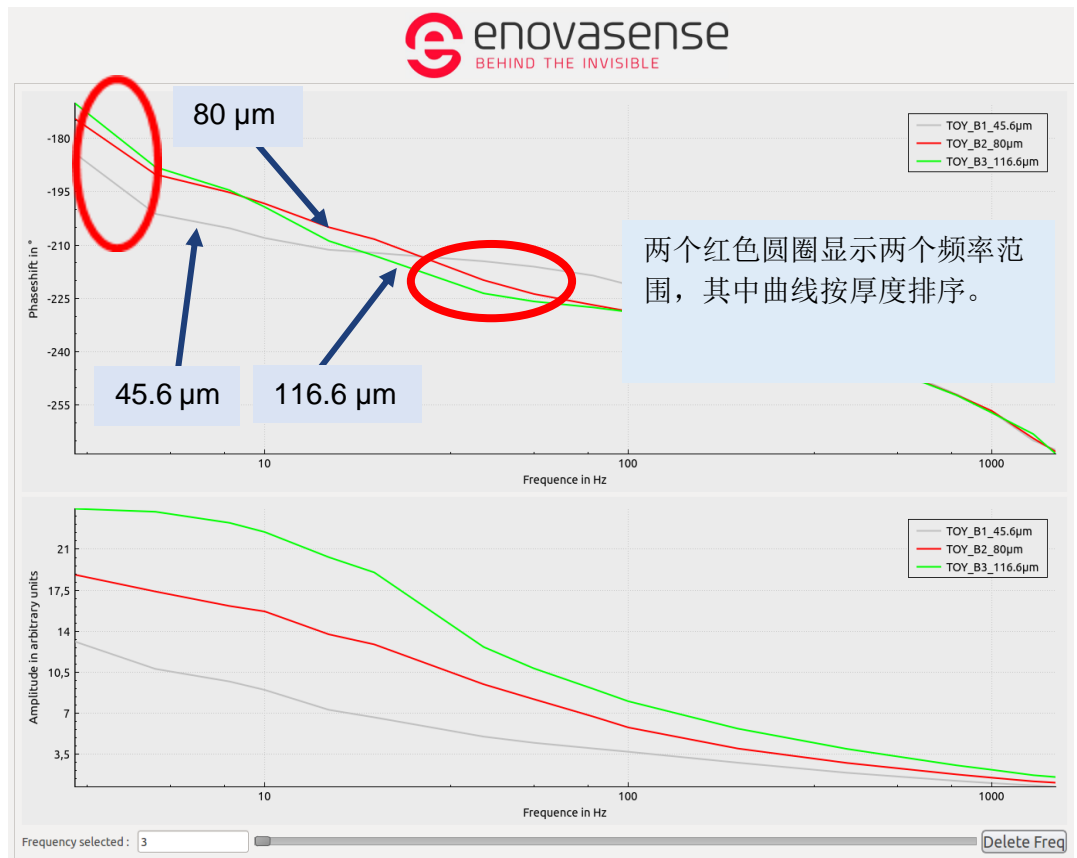
- 将样本放在探头下。
- 启动测量。完成后，您将看到相移曲线和幅度曲线。

检查测量是否没有损坏样本。在此步骤中，在同一点进行了多次测量。即使一次测量不会损坏样本，连续多次测量也会局部烧毁样本。如果是这种情况，您必须增加 *Pause time*，让样本冷却下来。

- 移动样本并启动另一次测量。不要忘记更改样本名称！提示：仅在样本名称末尾添加“_2”。例如，“`sample_1_5µm`”/“`sample_1_5µm_2`”。

通过对每个样本进行 2 或 3 次测量，可以了解样本的不均匀性是否严重。

- 更改样本并根据需要对示教批次的所有样本重复该过程。
- 将数据保存在“Save graphs”中。



- 测量完所有样本后，可以分析结果。目标是确定哪个频率的厚度值顺序正确，并有最大幅度的曲线分离。有可能没有一个频率能正确地对厚度进行排序。在这种情况下，必须选择一个以上的频率。两个频率的组合可以给出正确的厚度排序。请记住，相移需要明确地分开。在同样的条件下，可以选择第三个频率。

彼此太接近的频率（如：40 Hz 和 50 Hz）很可能包含相同数量的信息，因此有这两个频率的配置不会有什么效率。

- 选择哪些原始数据用于校准。相移是更好的选择，因为更稳定并且不依赖于工作环境。
- 单击“Generate Configuration”并选择所需的频率。保存修改后的配置。
- 退出 FIND FREQUENCY。



提示：

使用底部的滑块在不同的频率之间移动条，更好地识别每个频率。

5.8 CALIBRATION 应用程序

通过该应用程序可校准 Enovasense 设备。

- 加载从 FIND FREQUENCY 导出的先前配置。
- 对示教批次中的每个样本重复以下步骤。
 - 将样本放在探头下。
 - 如果要测量多个图层，请调整目标数量。
 - 在目标字段中输入目标厚度。厚度为 20.7 μm 时必须输入厚度编号“20.7”。
 - 单击 **ADD** 按钮。测量结束后，原始数据绘制在图表上。如果您使用多个频率，您可以使用 **Input Number** 按钮更改绘图。
 - 移动样本并对相同的厚度至少进行 5 次测量。

注意:如果进行了错误的测量或影响了错误的目标，可以使用绘图下方的滑块将其删除。红点标记选择了哪个测量。如果单击 **Delete** 按钮，测量将从数据中删除。

- 测量示教批次中的所有样本后，单击 **Train**。该算法将找到原始数据和目标厚度之间的相关性。当该过程结束时，将在一个新窗口中显示所有结果。
- **ANNEX Results** 中对结果分析进行解释。
- 请随时将结果发送给我们，我们可以就校准质量向您提供反馈。
- 如果校准不充分，请退出 **Results** 窗口并重新启动训练。10 次后，如果结果不充分，则应更改频率或频率数。
- 如果校准良好，请保存。
- 退出 **CALIBRATION**。

结果：点传感器已准备好测量厚度。

神经网络优化建议

神经网络的优化需要考虑输入数据、神经网络参数和性能标准。

输入/输出数据参数在“Training data”窗口的标题中有详细说明，例如：[行数] [输入数] [输出数]

Training data		
20	1	1
-198.2250242	7.7	
-199.6041502	12.4	
-198.7166014	10.8	
-200.4783602	15.4	

可在 calibration management>Advanced parameters 窗口中访问神经网络参数。

Neural network advanced settings - Enovasense

MAE target : 0.00000

Number of the hidden layers: 1

Neurons of the hidden layers: 2

Iteration number: 1000

Epoch per iteration: 500

MAE improvement between two loop: 0.000000

Normalization: MINMAX

OK

Cancel

最后，网络训练完成后会显示性能评估标准。

下表解释了正确实现高性能神经网络所需的最小参数。

输入/输出数据			神经网络的最小参数				
行数	输入数	输出数	MAE 目标	隐藏层的 神经元	隐藏层的 数量	迭代数量	每次迭代的训练周 期数
2 至 50	1	1	0	2	1	500	500
		2	0	3	1	500	500
	2	1	0	3	1	1000	1000
		2	0	4	2	1000	1000

5.9 MEASURE 应用程序

用于测量的应用程序。

- 选择配置/校准并调整暂停时间。
- 要进行测量，请将样本放在探头下方，然后按 **Start**。结果绘制在图表上，并显示在标签 **Thickness** 中。

如果再次单击 **Start**，将显示新的厚度，但平均值和标准偏差可能不准确。

要正确使用平均值和标准偏差：

- 选择配置/校准。
 - 将测量次数更改为至少 10 次测量。
 - 在测量之间设置足够长的暂停时间，以便在两次测量之间移动样本（建议：如果可能，暂停时间约为 10 秒）。
 - 重置以前的测量值。
 - 单击 **START**。
- 测量结束后，移动样本并等待下一次测量。根据需要重复此过程。



注意：

不得使用其他校准来测量样本。

如果激光功率不同，可能会损坏样本。

5.10 系统上的校准位置

存储校准的目录位于“<安装目录>\CALIBRATIONS”。每个校准都是一个目录。

校准目录包含以下文件：

- “config”:包含配置参数，如“Configuration management”软件中所述。
- “data”:包含校准测量值以及在校准期间输入的目标。
- “fbf”:包含使用“Save graphs”按钮在“Find frequency”软件中以校准名称保存的频率曲线。
- “network”:包含神经网络（经过训练的校准）系数。
- “infos”:包含神经网络训练和使用中使用的若干参数。
- “test”:包含测试批次。

5.11 系统上的测量位置

系统使用 MEASURE 应用程序进行的测量位于“Desktop\SAVE”，桌面是指当前用户的桌面。每天都会创建一个名为“yyyy-mm-dd.csv”的新文件，其中“yyyy”是当前年份，“mm”是当前月份，“dd”是当前日期。

该文件包含以下字段：日期、时间、进行测量的模块的 IP 地址、使用的配置、测量的厚度值、相移、振幅以及用户在测量时在 MEASURE 应用程序的“comments”部分中输入的注释。

6. 校准周期快速分步指南

SIGNAL TESTING		
	Add module(s)	
		双击每个模块。
		要连接吗? 是
		返回
	Voltage / Power: 逐步升高以增加信号, 同时检查它是否烧毁。	
	Heating time / Measuring time / Pause time	
	START: 至少运行 10 个数据点。	
	STOP	
	当移相稳定性令人满意时: EXPORT	
		名称: 选择的名称
		OK
	BACK	
FIND FREQUENCY		
	Manage modules... 检查是否加载了正确的模块。	
	Load Configuration: 选择刚刚创建的配置。	
	Frequencies: 调整频率数 (#Freqs) 和频率值。	
	Sample name: 为传感器下的样本提供一个文本名称。此文本将出现在图例中。	
	START 启动频率扫描。	
	重复扫描所有样本。	
	Save graphs	
		显示当前配置名称。如果要将其保存为特定名称, 应为图形系列命名。
		Save (或 Save and replace)
		OK

	Generate configuration	
		选择要保留的频率。
		显示当前配置名称。如果想将其保存为特定名称并创建一个新的配置文件夹，请命名。
		Save (或 Save and replace)
	BACK	
CALIBRATION	Manage modules... 检查是否加载了正确的模块。	
	Select a configuration: 选择前面步骤中生成的配置。	
	调整目标数量 (#Targets): 对于 1 个厚度 (1 层), 将其保持在 1。	
	使用 1 个目标值调整要执行的测量次数 (#Targets) (例如扫描同一区域的不同点)。	
	将正确的样本放在光学探头下, 然后 ADD 。	
	对不同的样本重复操作。	
	TRAIN	
	SAVE & BACK	
	SAVE...	
	OK	
	BACK	
MEASURE		
	Manage modules... 检查是否加载了正确的模块。	
	Configuration: 针对每个模块, 选择在前面的步骤中生成的配置/校准。	
	调整 2 次测量之间的 Pause time 。	
	调整有关将保存到 SAVE csv 文件中的即将进行的测量的 Comments 。	
	调整每个测量会话的 Number of measurements 。对于不间断测量, 按减号 (-) 按钮多次以显示“Inf”值。	



START

7. 维护

目的

本章列出了设备保持正常工作状态或发生故障时恢复所需的操作。

维护活动

允许对设备进行以下维护和维修操作：

- 清洁光纤
- 清洁光学探头的前置镜片



严禁对系统进行本用户手册中未描述的维修、结构更改或修改。Precitec Optronik GmbH 对因非授权人员安装或程序不当造成的损坏不承担任何责任。



危險

激光束可能造成危險

发射的激光束符合 IEC 60825 的标准的 4 级激光。根据定义，4 级激光可以灼伤皮肤，或者由于观察直射、漫射或间接光束而导致毁灭性和永久性眼睛损伤。此外，这些激光可能会点燃可燃材料，因此可能存在火灾风险。

- 避免眼睛或皮肤暴露在直射或散射的激光下。



警告

触电危險

打开外壳或拆卸组件后，请确保带电组件未被遮盖。接触这些组件存在潜在的致命危险。

- 外壳打开时请勿使用本机。
- 请勿对系统进行任何维修，结构性更改或修改（除非在“维护”章节中有特别说明）。

7.1 光纤

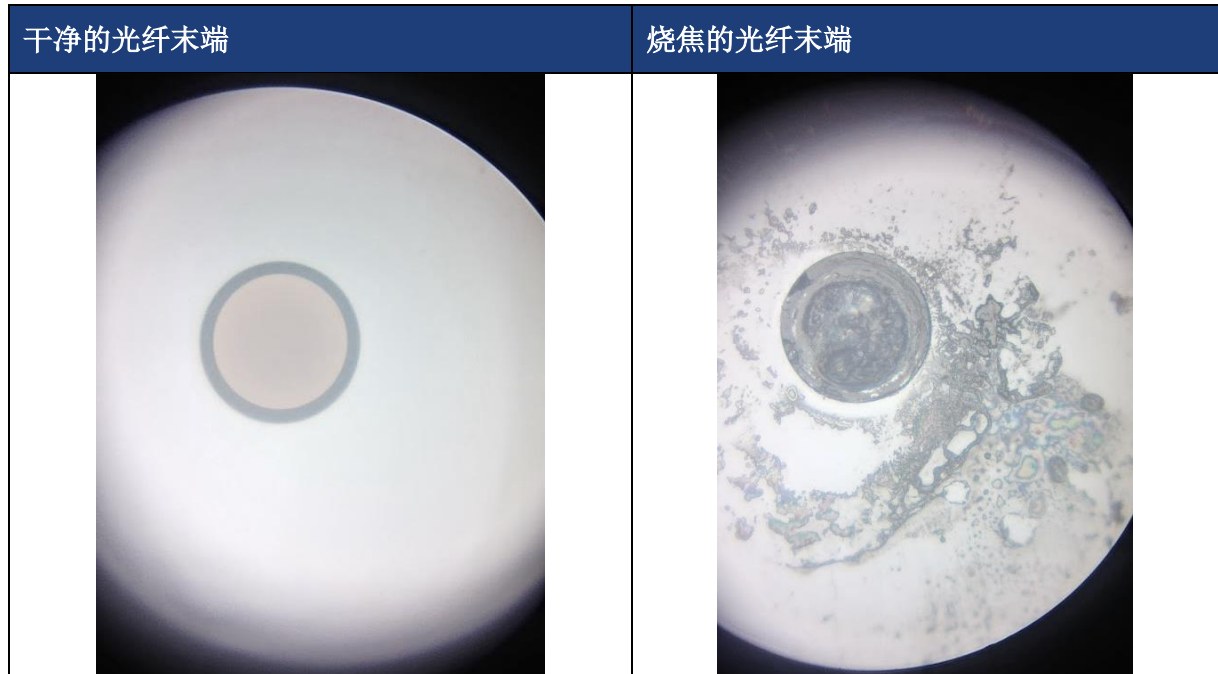
连接控制器和探头的光纤为标准光纤，两端通过 FC/PC 标准连接。

建议尽可能少地断开光纤与探头和/或控制器的连接，以避免在光纤端部出现灰尘沉积。实际上，万一在该连接器上大量沉积灰尘，在重新连接后，可能会在激光束启动期间自燃，从而损坏光纤末端。

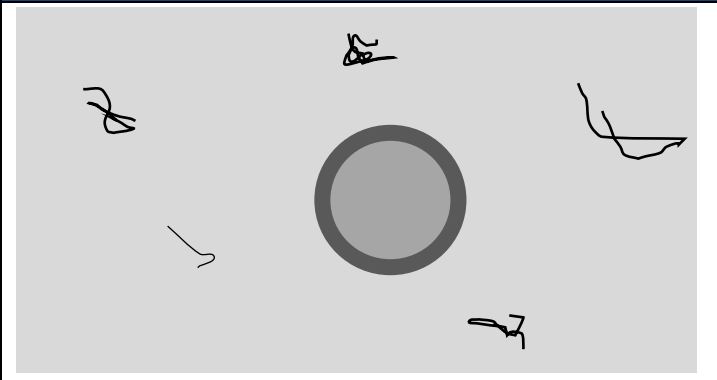
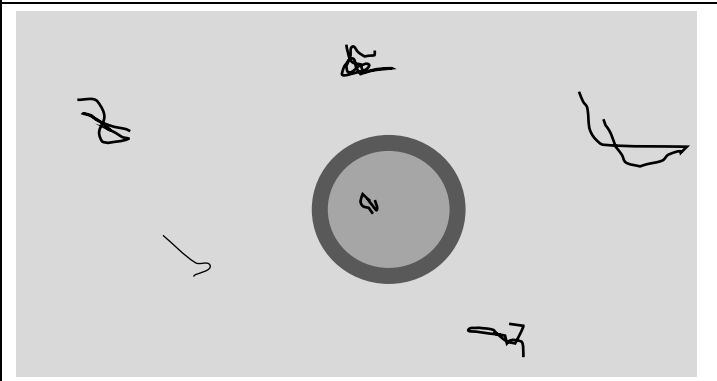
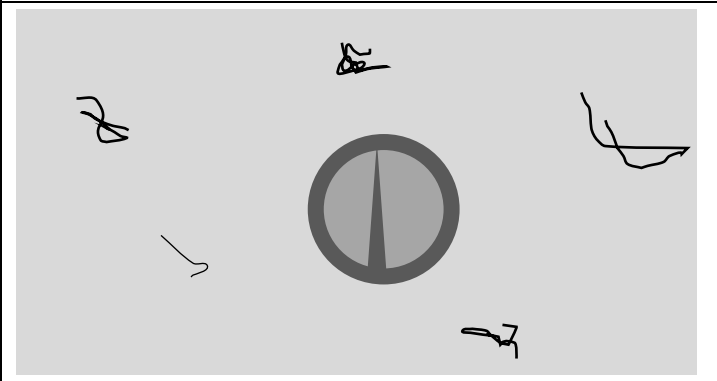
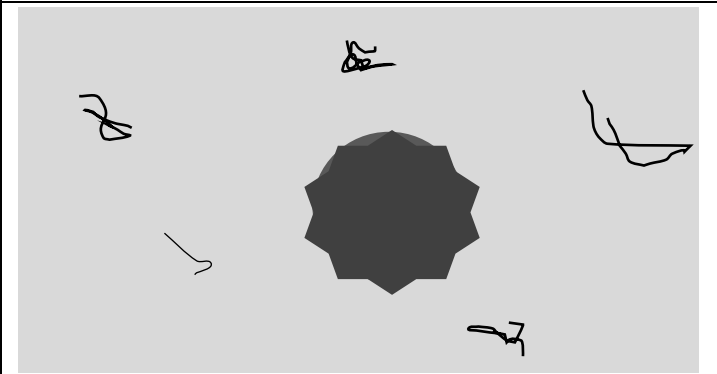
尽管如此，如果需要断开/重新连接光纤，例如将系统元素集成到另一个配置中，强烈建议遵循以下预防措施：

- 光纤断开后，立即将提供的保护帽套在光纤末端和连接器上。切勿在没有保护帽的情况下断开光纤末端或光纤连接器。
- 使用光纤显微镜检查重新连接前的光纤状态（参见下面的解释图）。
- 在重新连接之前，在光纤的每一端和每个连接器上使用光纤清洁系统进行清洁。

光纤显微镜上干净和烧焦的光纤末端示例：



纤维末端的特征性纤维显微镜视图:

图解	说明
	<ul style="list-style-type: none"> • 光纤干净。 如果两端均如此，则可以使用光纤。
	<p>X 光纤污染。 使用 Kimtech 擦拭布等光学擦拭布清洁光纤末端。然后用纤维显微镜重新检查。</p>
	<p>XX 光纤断裂。 需要更换光纤。</p>
	<p>XX 光纤烧焦。 需要更换光纤。</p>

7.2 前置镜片

测量探头前置镜片可拆卸，可以轻松拆卸和重新安装。遵守以下规则：


- 建议不要用手触摸，以免损坏或污染。尽管保持前置镜片的清洁十分重要，但在一般情况下，前置镜片的完美清洁并不是影响测量工作质量的关键因素。
- 建议使用光学擦拭器（例如 **Kimtech** 擦拭布）定期清洁前镜头，并避免接触灰尘或重复的残留物。
- 如果探头掉落，与任何光学元件一样，都可能发生断裂或裂纹。需要联系 **Precitec Optronik GmbH** 进行更换。

7.3 激光

Enovasense 控制器中的激光二极管在连续使用时的 **MTBF**（平均故障前时间）为 **11.4** 年。因此，不必经常更换。

8. 附录

附录 SIGNAL TESTING

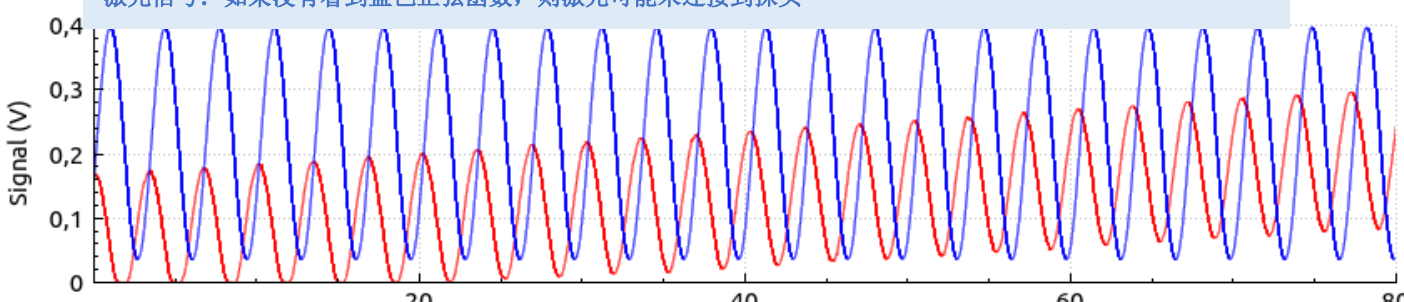


SIGNAL_TESTING

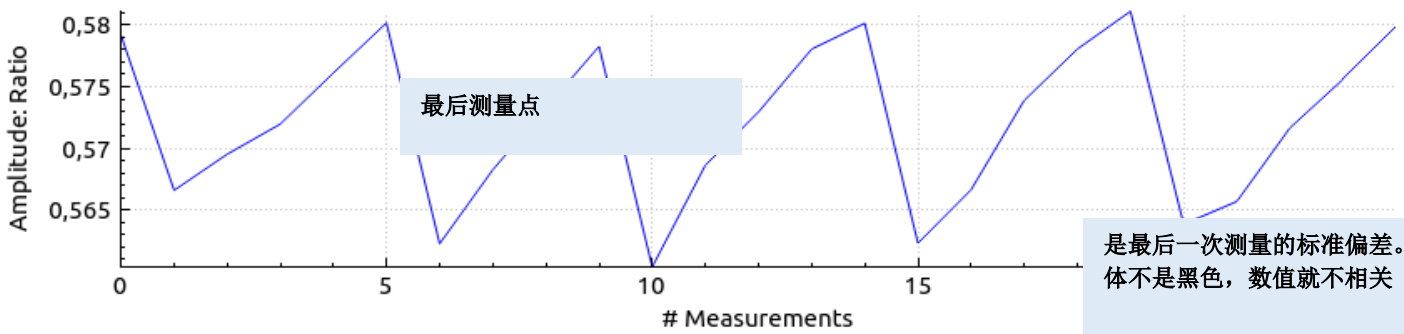
enovasense
BEHIND THE INVISIBLE

BACK
返回启动器

激光信号: 如果没有看到蓝色正弦函数, 则激光可能未连接到探头



热信号: 如果在看到蓝色正弦函数的同时没有看到红色正弦函数, 则可能发送的功率不足



Amplitude

TEN100 (10.42.0.100) Add modules

Frequency: 300 Hz
设置调制频率

Voltage: 0.35 V watts?
设置电压或功率

Heating time: 60 ms
Measuring time: 80 ms
Pause time: 10000 ms
调整时间参数

Phaseshift: -71.31
Phaseshift stability: 0.071868
相移的最后一个值

LOAD...

Amplitude

加载配置

EXPORT...

导出配置

START
启动测量

STOP
停止正在进行的测量

RESET
重置绘图

相移和振幅之间的变化图

附录 FIND FREQUENCY

相移图

enovasense
BEHIND THE INVISIBLE

BACK

Manage modules...

No serial (192.168.0.100)

Configuration parameters

Name: BK50
 Amplitude: 0.44 V
 Measure duration: 3000 ms
 Heating duration: 100 ms
 Pause time: 100 ms

Frequencies

#	Freq	X
1	5 Hz	X
2	8 Hz	X
3	10 Hz	X
4	15 Hz	X
5	20 Hz	X
6	40 Hz	X
7	55 Hz	X
8	80 Hz	X
9	100 Hz	X

Load configuration

Generate configuration

Measure

Sample Name: JH088_MAJ_E5Dessous_100622

START **STOP**

Graphs management

Load older graphs **Delete selected graph**

Save graphs **Clear graphs**

Frequency selected:

Delete Freq

测量期间使用的频率

加载配置

输入样本的名称。将用作绘制图例中的标签。

删除所选曲线在绘图上

清除绘图。如果清除绘图，则会加载基本配置。如有必要，请重新加载您的配置。

选择频率并保存配置

振幅图

选择的频率 (Hz)

选择频率的滑块

删除所选频率



BACK

原始数据

Signal: Arbitrary Units

Npts

已选择数据

1

DELETE

DELETE ALL

删除所选数据

删除全部数据

选数据的滑块

启动测量

Input number: 1

如果您使用多个频率, 可以更改显示。

TEN100 (10.42.0.100)

Manage modules...

加载以前的配置

2008_QC720

输入目标厚度

0.00 μm

Frequencies: 300

Amplitude: 0.35 V

#Targets: 1

- 1 +

选择目标值的数量

#Measurements: 1

AC

启动 Enovasense 算法以校准设备

TRAIN

SAVE...

保存并导出数据和校准。



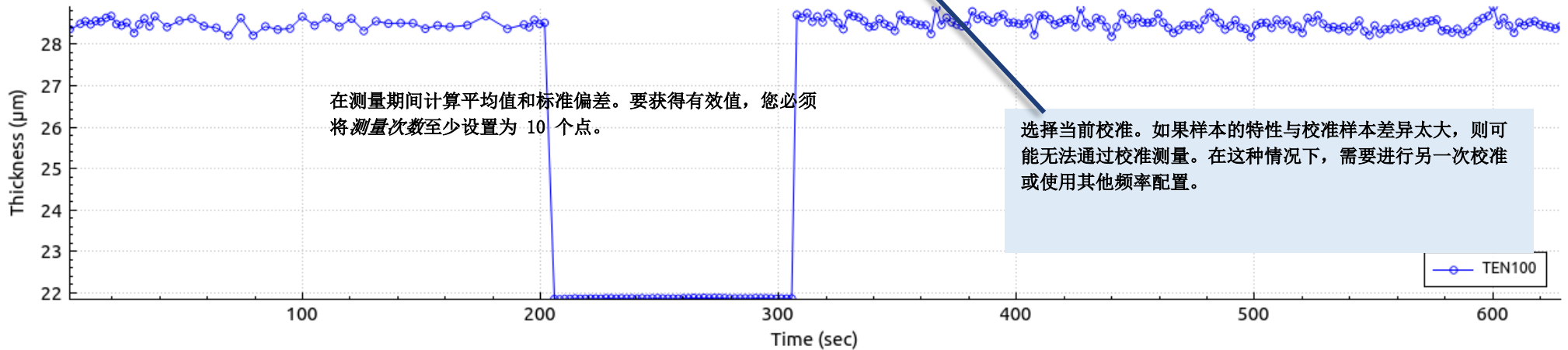
BACK

Manage modules... Server Management

如果想获得准确的平均值和标准偏差，请更改暂停时间以留出足够的时间来移动样本。

Module	Status	Last measure	Average	Stdev	Configuration	Pause time	Comments
1 TEN100 (10.4...	Waiting	28.43 μm	27.183 μm	2.7 μm	2808_QC72I	2000	

显示测量厚度



在测量期间计算平均值和标准偏差。要获得有效值，您必须将测量次数至少设置为 10 个点。

选择当前校准。如果样本的特性与校准样本差异太大，则可能无法通过校准测量。在这种情况下，需要进行另一次校准或使用其他频率配置。

Number of measurements:

更改测量次数。

START

STOP

RESET

启动测量如果进行不止一次测量，则将完成所有测量。

在正在进行的测量之后停止测量。

重置测量和电流校准。

附录 CALIBRATION MANAGEMENT

选择校准

test

Training data

Test data

175 2 1
-68.6554 10.71 16.3
-69.3638 12.04 16.3
-68.8605 13.57 16.3
-69.5101 14.97 16.3
-68.7576 16.44 16.3
-68.7477 17.53 16.3
-69.2933 17.52 16.3
-69.032 16.37 16.3
-68.6532 14.72 16.3
-69.2936 13.3 16.3
-68.8246 12.05 16.3
-69.4294 11.5 16.3
-69.1171 10.18 16.3
-69.2397 8.68 16.3
-69.3709 8.02 16.3
-69.0508 6.55 16.3
-69.0462 5.49 16.3
-69.5639 5.52 16.3
-69.3859 3.34 16.3
-69.224 0 16.3
-69.5997 0 16.3
-69.3599 1.76 16.3
-69.5006 3.96 16.3
-69.9266 5.19 16.3
-69.4896 5.39 16.3
-70.2014 6.5 16.3
-69.216 7.9 16.3
-69.1959 9.01 16.3
-69.7977 9.66 16.3
-69.4618 11.03 16.3

256 2 1
-98.296 0 0
-98.296 1.16867 0
-98.296 2.33733 0
-98.296 3.506 0
-98.296 4.67467 0
-98.296 5.84333 0
-98.296 7.012 0
-98.296 8.18067 0
-98.296 9.34933 0
-98.296 10.518 0
-98.296 11.6867 0
-98.296 12.8553 0
-98.296 14.024 0
-98.296 15.1927 0
-98.296 16.3613 0
-98.296 17.53 0
-94.0848 0 0
-94.0848 1.16867 0
-94.0848 2.33733 0
-94.0848 3.506 0
-94.0848 4.67467 0
-94.0848 5.84333 0
-94.0848 7.012 0
-94.0848 8.18067 0
-94.0848 9.34933 0
-94.0848 10.518 0
-94.0848 11.6867 0
-94.0848 12.8553 0
-94.0848 14.024 0
-94.0848 15.1927 0

BACK

SAVE

DELETE...

EXPORT...

Sort data

TRAIN

TEST

Use test data

在 CALIBRATION 应用程序中测量的原始数据。

测试数据允许对校准进行过程控制。该原始数据必须相关，这意味着在目标厚度范围内分布良好。

启动校准训练。

在测试数据上应用校准。

如果要使用测试数据，请选中该按钮。

可以删除当前校准。


可以使用另一个名称将当前校准导出到另一个应用程序。

注意：要进行测量，您需要一个与校准同名的配置。

打开窗口设置一些训练参数。

附录 CONFIGURATION MANAGEMENT

CONFIG - Envasense Suite



test

Number of frequencies: 1

Frequencies: 40 Hz

Laser emission mode: Volts Watts

Amplitude: 0.02 Volts

Optical power: 0.08 Watts

Laser threshold: 0.04 Volts

Power weights for each frequency: 1

Measure duration: 1000 ms

Heating time: 100 ms

Pause time: 100 ms

Select NN: 1 0

Signal cutoff frequency: 2000 Hz

Reference cutoff frequency: 15000 Hz

BACK

SAVE

DELETE...

NEW...

保存修改

删除配置（和相关校准）

使用“NEW”按钮创建新配置。可以复制另一个配置或使用默认配置。

注意：修改配置可能会影响系统测量的相移和振幅，从而使相关的校准失效。