

介绍

波长范围

MMS 系列  
CGS 系列  
MCS FLEX 系列  
PGS 系列

软件

应用领域

定义和解释

邮箱

www.zeiss.com

# ZEISS 光谱仪模块

## 产品简编、电子元件和软件解决方案



此页的交互信息



产品说明的视频可见  
[youtube.com](https://www.youtube.com)



页面导航  
上一页 | 下一页



我们致力于超越您的期望。

介绍

波长范围

MMS 系列  
CGS 系列  
MCS FLEX 系列  
PGS 系列

软件

应用领域

定义和解释



// 光谱仪模块 SPECTROMETER MODULES  
MADE BY ZEISS

邮箱

[www.zeiss.com](http://www.zeiss.com)

介绍

波长范围

MMS 系列  
CGS 系列  
MCS FLEX 系列  
PGS 系列

软件

应用领域

定义和解释

邮箱



介绍

您的应用是我们的动力


传统的光谱仪（单色仪）由色散介质、出入口狭缝以及产生平行光束的成像元件组成。为了获得光谱，出口狭缝后的检测器必须在色散元件或出口狭缝移动时连续捕捉光线。这种机械运动需要时间且很容易受到干扰。因此，测量时间短和对外部影响的抗干扰性在许多应用尤其工业中是非常有利的。这就是为什么蔡司在70年代末开始开发二极管阵列光谱仪的原因。我们在光谱仪中使用二极管阵列来代替出口狭缝。通过这种替换，可以在瞬间获得一个完整的光谱，而不必移动零件。蔡司光谱仪模块系列的设计致力于将光学机械设计和元件数量减少到最小，同时提供尽可能多适用于各种应用的高效配件。在过去的几年里，蔡司已经开发了大量的光谱仪模块，用于许多不同的应用和需求。这些模块都有一个关键的好处：所有的光谱仪模块的配件都是紧密封装在一起的。

这确保了对机械振动的高度抗干扰性，因而具有很高的可靠性。此外，整个设计是免维护的，即您无需重新校准。高品质光谱仪的基础是蔡司的数学设计、结构（光栅制造和复制）、涂层和材料加工的技术知识。最后，连接技术对确保对诸如振动、特别是温度波动等影响的高度抗干扰性起决定性作用。

蔡司已经开发了如下光谱仪模块系列：

- MMS 一体化微型光谱仪
- CGS 紧凑型光栅光谱仪
- MCS FLEX 多通道光谱仪
- PGS 平面光栅光谱仪



 点击不同的波长范围以获得相应产品的技术参数。

介绍

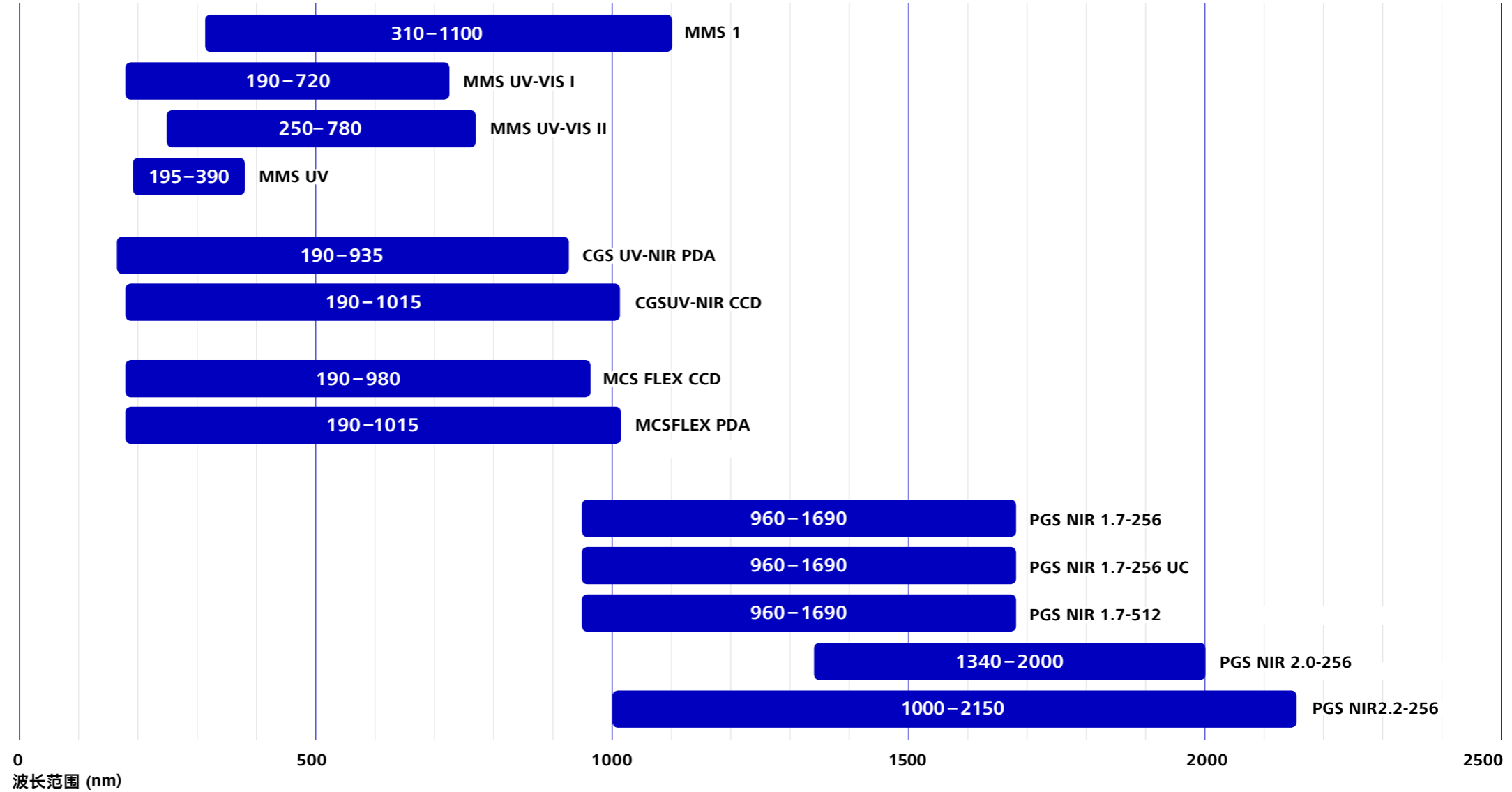
**波长范围**

- MMS 系列
- CGS 系列
- MCS FLEX 系列
- PGS 系列

软件

应用领域

定义和解释



邮箱

介绍

波长范围

**MMS 系列**

- 技术参数
- 现场电子元件

- CGS 系列
- MCS FLEX 系列
- PGS 系列

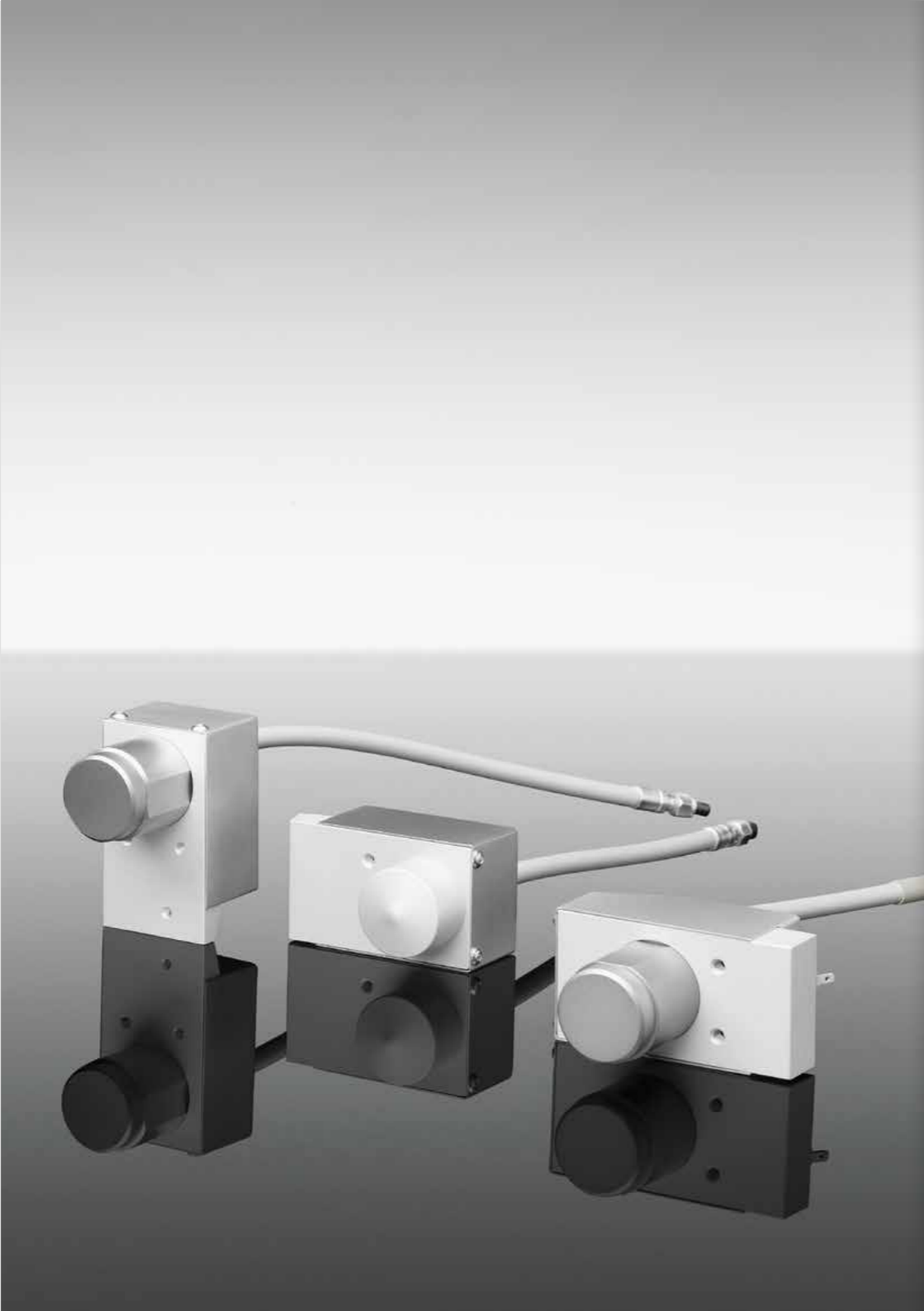
软件

应用领域

定义和解释

邮箱

www.zeiss.com



## MMS 系列

### 一体化紧凑型

结构紧凑的设计在MMS系列的光谱仪中非常重要。小巧的尺寸在各种应用中都十分实用。相比于高分辨率，它的高可重复性是许多应用所必需的。

#### MMS 系列中的光学元件

- 成像光栅
- 光纤截面转换器作为光学输入
- 二极管阵列作为光电输出

这些元件被安排在核心模块附近。根据版本的不同，核心模块会被设计成玻璃元件或钛中空元件。对接口十分重要的两个元件——光纤截面转换器和探测器，都包含在内。

#### 核心模块

在MMS 1上，核心模块是一个类似于透镜的玻璃元件。成像光栅直接重现在玻璃元件上，因此其不能移动，并且能够最佳地防止灰尘和气体。由于光圈较大，光密介质还可以使用较小的光栅，从而减少像差。

在紫外光敏感模块中，由于透射原因，固体玻璃元件被空心管替代，而光栅和探测器则连至其上。整体稳定性不受管道设计的影响；波长的温度漂移已经降低。

#### 光栅

MMS系列中的光栅采用全息闪耀平场光栅以获得最佳效果。在蔡司，这些光栅是使用阈值法制造的，它能实现比正弦光栅更高的效率（对于非偏振光来说）。除了色散功能外，光栅还能对探测器阵列上的入口狭缝成像。通过凹槽密度和弯曲凹槽，可以解决停顿误差，并使焦点曲线变得平整（平场），从而针对平面探测器结构进行优化调整。超过6mm光谱即使在小焦距的情况下也能获得。因此，VIS 和 UV-VIS 版本可以使用相同设计的光栅。原始光栅的最大效率出现在220nm左右。由于光学厚度较大，效率曲线被VIS模块上的折射率所抵消。

#### 光纤截面转换器

光纤束截面转换器进一步优化了光强，光纤束的线性排列形成入口狭缝（狭缝高度h由光纤束的数量确定；狭缝宽度w由光纤直径确定）。狭缝尺寸可根据传感器阵列的像素大小及平场光栅的成像和分散特性进行调整，从而使光强达到理论极限。光纤束截面转换器是光谱仪设计的重要组成部分，因此不能随意的改动。

但是，我们可以改变光纤长度和入口的设计。还必须注意的是，石英光纤（例如在旧版的MMS UV模块（VIS）上使用的石英光纤）在220nm下用深紫外光照射时会形成所谓的曝光中心。这意味着：当用高能光照射时，光纤的透射率降低。这种效应发生得越强烈，并且经常波长越短（光子能量越高），强度越强，亮度时间越长。透射率也可以限制在220 nm至250 nm之间。这种曝光效应只能部分逆转，但可以通过频繁的参考测量进行校正。对于低于225 nm的测量，可以为MMS模块配备耐曝光稳定的光纤。标准模块一般配备厚度为3 mm的WG 225滤光片。

#### 探测器

##### MMS

在MMS系列中，装配有 Hamamatsu S3904-256Q 型硅光电二极管阵列（仅 MMS 1 NIR 增强型光谱仪使用了 Hamamatsu S8381-256Q，以获得更高的 NIR 灵敏度）。这些阵列被封装在较短的特殊机箱内，因此具有非常小的分离角，可实现高效的光栅设计，除此之外，更换探测器时还必须考虑到6 mm的光谱长度。二极管阵列已经被镀上了介质截止滤光膜以抑制二级光谱。

可选下列模块：

模块	光谱范围(nm)
MMS 1	310 – 1100
MMS UV-VIS	190 – 720 或 250 – 780
MMS UV	195 – 390



## MMS 1

### 技术参数

介绍

波长范围

MMS 系列

技术参数  
现场电子元件

CGS 系列

MCS FLEX 系列

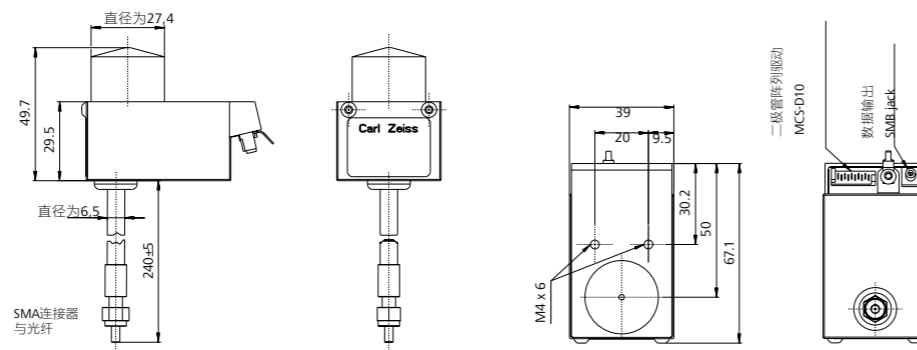
PGS 系列

软件

应用领域

定义和解释

光学入口	入口: 圆	光纤束包含约30根芯径为70 μm的石英玻璃光纤, 设计作为截面转换器 直径: 0.5 mm NA = 0.22 (可接收角的均匀照明) 安装在 SMA 耦合器中
	出口: 线	70 μm x 2500 μm (光学入口)
光栅	平场	366 l/mm (中心)
二极管阵列	制造商: Hamamatsu 型号: S3904-256Q, 安装在特殊机箱内 (S5713) (S8381-256Q 适用于 MMS 1 NIR 增强型) 像素: 256	
光谱范围	310 nm – 1100 nm 规格适用于 360 nm – 900 nm (UV-VIS 增强型) 400 nm – 1000 nm (NIR 增强型)	
波长精度	0.3 nm	
温度漂移	< 0.01 nm/K	
光谱像素间距	$\Delta\lambda_{\text{Pixel}} \approx 3.3 \text{ nm}$	
分辨率	$\Delta\lambda_{\text{FWHM}} \approx 10 \text{ nm}$	
灵敏度	$\approx 10^3 \text{ Vs / J}$	
杂散光	当使用适用于 UV-VIS 增强型的卤素灯, 当使用 GG 495 滤色片在 450 nm 处发生透射时 $\leq 0.8 \%$ 当使用适用于 NIR 增强型的卤素灯, 当使用 GG 695 滤色片在 650 nm 处发生透射时 $\leq 0.2 \%$	
尺寸	截面转换器外机 (外长)	70 x 50 x 40 mm <sup>3</sup> 标准: 240 mm, 可提供长达 1 m

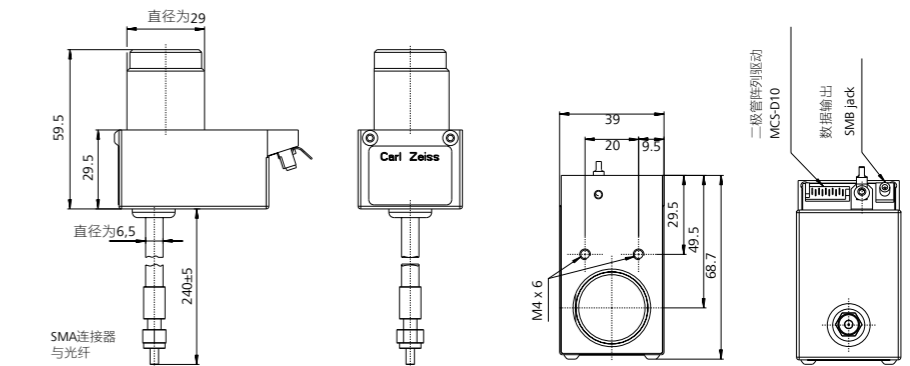


型号	名称	波长范围	特征
224001-9001-000	MMS 1 UV/VIS 增强型	310 – 1100 nm	PDA的外部光纤长度为 240 mm, 256 像素
224001-9011-000	MMS 1 UV/VIS 增强型	310 – 1100 nm	PDA的外部光纤长度为 180 mm, 256 像素
000000-1233-038	MMS 1 NIR 增强型	310 – 1100 nm	S8381PDA的外部光纤长度为 240 mm, 256 像素

## MMS UV-VIS I / UV-VIS II

### 技术参数

光学入口	入口: 圆	光纤束包含约30根芯径为70 μm的石英玻璃光纤, 设计作为截面转换器 直径: 0.5 mm NA = 0.22 (可接收角的均匀照明) 安装在 SMA 耦合器中
	出口: 线	70 μm x 2500 μm (光学入口)
光栅	平场	366 l/mm (中心), 在约 220 nm 处闪耀特性优异
二极管阵列	制造商: Hamamatsu 型号: S3904-256Q, 安装在特殊机箱内 (S5713) 像素: 256	
光谱范围	UV-VIS I UV-VIS II	190-720 nm 规格适用于 220-720 nm 250-780 nm 规格适用于 250-780 nm
波长精度		0.5 nm
温度漂移		$\leq 0.006 \text{ nm / K}$
光谱像素间距		$\Delta\lambda_{\text{Pixel}} \approx 2.2 \text{ nm}$
分辨率		$\Delta\lambda_{\text{FWHM}} \approx 7 \text{ nm}$
灵敏度		$\approx 10^3 \text{ Vs / J}$
杂散光		当使用氙灯, 当借助 NaNO <sub>2</sub> 溶液 (50 g/l) 在 310 nm 处发生透射时 $\leq 0.3 \%$
尺寸	截面转换器外机 (外长)	67 x 60 x 40 mm <sup>3</sup> 标准: 240 mm, 可提供长达 1 m



型号	名称	波长范围	特征
224000-9001-000	MMS UV-VIS I	190 – 720 nm	PDA的外部光纤长度为 240 mm, 256 像素
000000-1410-176	MMS UV-VIS I	190 – 720 nm	PDA的外部光纤长度为 240 mm, 256 像素, 曝光率低
000000-1090-197	MMS UV-VIS II	250 – 785 nm	PDA的外部光纤长度为 240 mm, 256 像素

邮箱

## MMS UV

### 技术参数

介绍

波长范围

#### MMS 系列

技术参数  
现场电子元件

CGS 系列

MCS FLEX 系列

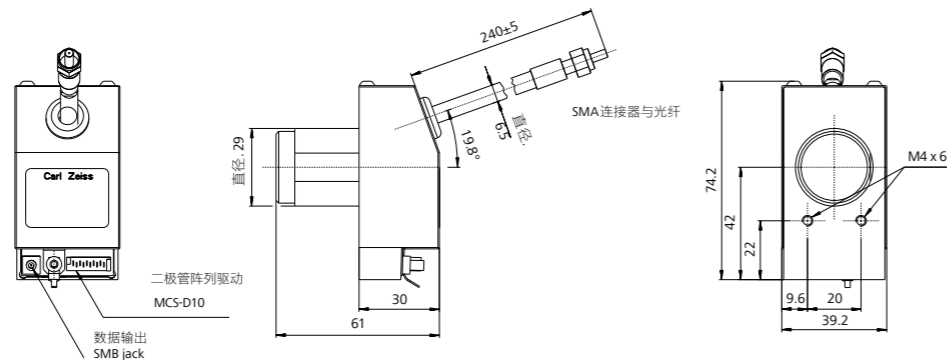
PGS 系列

软件

应用领域

定义和解释

光学入口	入口: 圆	光纤束包含约15根芯径为70 μm的石英玻璃光纤, 设计作为截面转换器 直径: 0.4 mm NA = 0.22 (可接收角的均匀照明) 安装在 SMA 耦合器中
	出口: 线	70 μm x 1250 μm (光学入口)
光栅		平场, 1084 l/mm (中心), 在约 220 nm 处闪耀特性优异
二极管阵列		制造商: Hamamatsu 型号: S3904-256N, 安装在特殊机箱内 (S5713) 像素点: 256
光谱范围		195-390 nm 规格适用于 220-390 nm
波长精度		0.2 nm
温度漂移		< 0.005 nm/K
光谱像素间距		$\Delta\lambda_{\text{Pixel}} \approx 0.8 \text{ nm}$
分辨率		$\Delta\lambda_{\text{FWHM}} \approx 3 \text{ nm}$
灵敏度		$\approx 10^3 \text{ Vs / J}$
杂散光		当使用氙灯, 当借助 NaI 溶液 (10 g/l) 在 240 nm 处发生透射时 $\leq 0.3 \%$
尺寸	截面转换器外机 (外长)	70 x 60 x 40 mm <sup>3</sup> 标准: 240 mm, 可提供长达 1 m



型号	名称	波长范围	特征
224002-9020-000	MMS UV	195 – 390 nm	PDA的外部光纤长度为 240 mm, 256 像素
000000-1392-178	MMS UV	195 – 390 nm	PDA的外部光纤长度为 240 mm, 256 像素, 曝光率低



邮箱

介绍

波长范围

MMS 系列

技术参数  
现场电子元件

CGS 系列  
MCS FLEX 系列  
PGS 系列

软件

应用领域

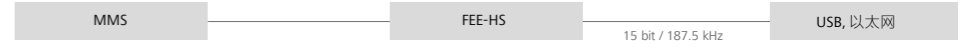
定义和解释

邮箱



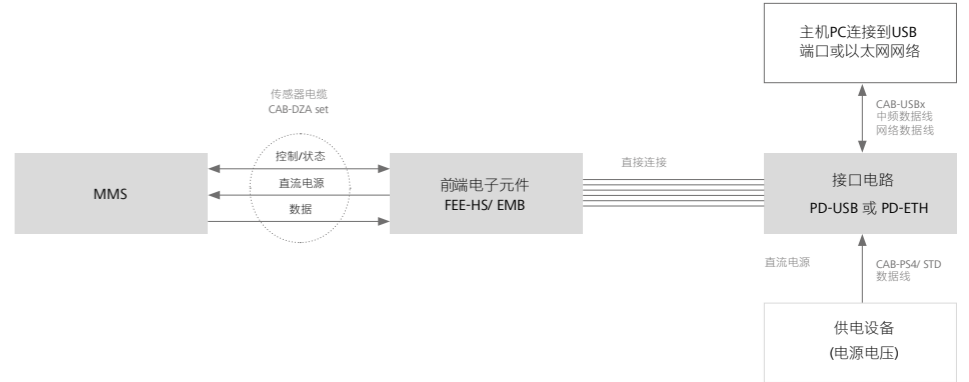
# MMS 现场电子元件

## 配置总览



## USB / 以太网配置

USB和以太网的电子元件可使用标准的PC接口。基于 USB的电子元件通过电源 (自供电) 从外部供电，使用标准 USB 电缆与 PC 连接。我们建议您使用高速USB端口 (USB 2.0或3.0)。所有电子电路板都集成在客户的机盒中，使用时用户须提供外部±12伏直流和+ 5伏直流电源电压。



介绍

波长范围

MMS 系列

**CGS 系列**

技术参数

现场电子元件

MCS FLEX 系列

PGS 系列

软件

应用领域

定义和解释

邮箱

www.zeiss.com



## CGS UV-NIR 系列

### 超乎您的想象

CGS UV-NIR系列光谱仪具有轻便稳固的特点，并且可以根据客户需求使用PDA或CCD探测器进行检测。因此，用户能够使用该类光谱仪进行高质量和高效率的频谱测量。

#### CGS 系列中的光学组件

- 成像光栅
- 光学入口
- CCD 或 PDA 作为探测器

CGS包括成像光栅、光学端口和非制冷薄型背照式探测器（CCD）或硅光电二极管阵列（PDA）。CCD接收器阵列具有电子快门功能，它可以尽可能地将积分时间缩短并达到很高的灵敏度。PDA噪声极低，即使在低照度下也具有高信噪比。光谱仪的核心是闪耀平场光栅，用于光的散射和成像。整个配置在使用CCD探测器的情况下可获得的光谱像素间距为 0.4 nm/像素，在使用PDA的情况下可获得的光谱像素间距为0.7 nm/像素。

根据瑞利准则可实现小于3 nm的光谱分辨率。模块配有固定入射狭缝（可提供不同宽度）的精密 SMA 光纤连接器，能够实现芯型光纤的精密定位，客户可用SMA连接器进行连接。所有光学组件均连至铝制机箱上。

光谱仪模块凭借紧凑、热稳定性高的特点使其成为工业应用的理想选择。它们优异的热稳定性和极少的杂散光确保了测量结果的准确性，即使在恶劣的环境中也同样适用。此外，该模块参考了MMS和MCS光谱仪模块产品系列。

新的光谱仪结合了 MMS 和 MCS 光谱仪的优点：

- 高分辨率
- 高灵敏度
- 非常出色的信噪比
- 高动态范围
- 结构尺寸小

#### 应用领域

由于设计灵活，这款光谱仪的应用广泛，它们可以根据测量原理、应用领域或待分析的材料进行分类。结构小巧实用且几乎不受外界因素影响，因此模块可以安装在离生产非常近的地方。以下模块可应用于大多数的在线检测。

可选下列模块：

模块	光谱范围 (nm)
CGS UV-NIR CCD	190 – 1015
CGS UV-NIR PDA	190 – 935



介绍

波长范围

MMS 系列  
CGS 系列技术参数  
现场电子元件MCS FLEX 系列  
PGS 系列

软件

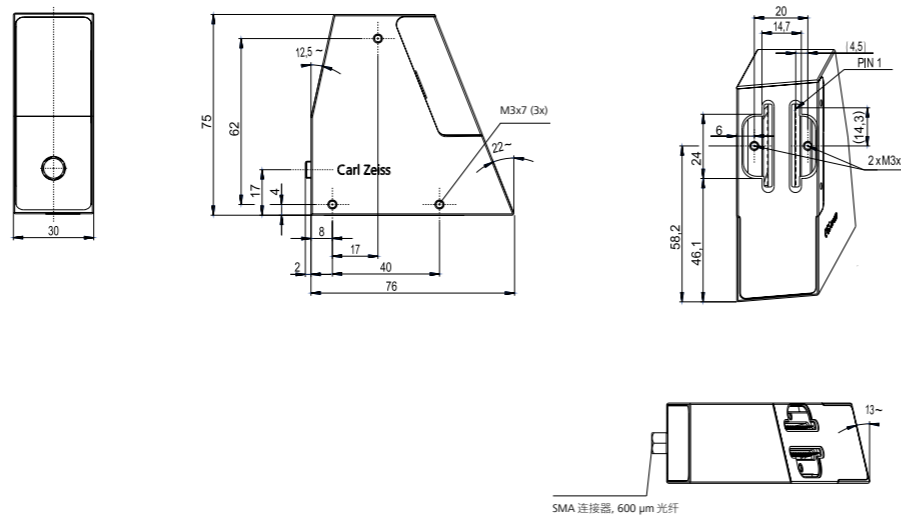
应用领域

定义和解释

## CGS UV-NIR CCD

## 技术参数

光学入口	SMA 连接器 50 $\mu\text{m}$ 透光狭缝 (可根据要求改变) NA = 0.22 (可接收角的均匀照明) 建议用户使用 600 $\mu\text{m}$ 单光纤接口
光栅	平场, 534 l/mm (中心), 在约 230 nm 处闪耀特性优异
光谱范围	190 nm – 1015 nm
使用 50 $\mu\text{m}$ 狭缝的分辨率 (FWHM)	UV-VIS < 2.2 nm NIR < 2.5 nm
杂散光 (ASTM 387-04)	3 AU, 在 240 nm 处使用氙灯 (碘化钠的十进制吸收 ( $A_{10}$ ))
积分时间 (取决于操作电子元件)	$\geq 30 \mu\text{s}$
传感器阵列	Hamamatsu S11156, 薄型背照式 CCD, 2048 像素 探测器高度: 1 mm 像素间距: 14 $\mu\text{m}$
尺寸 (长 x 宽 x 高)	78 x 30 x 75 mm <sup>3</sup>

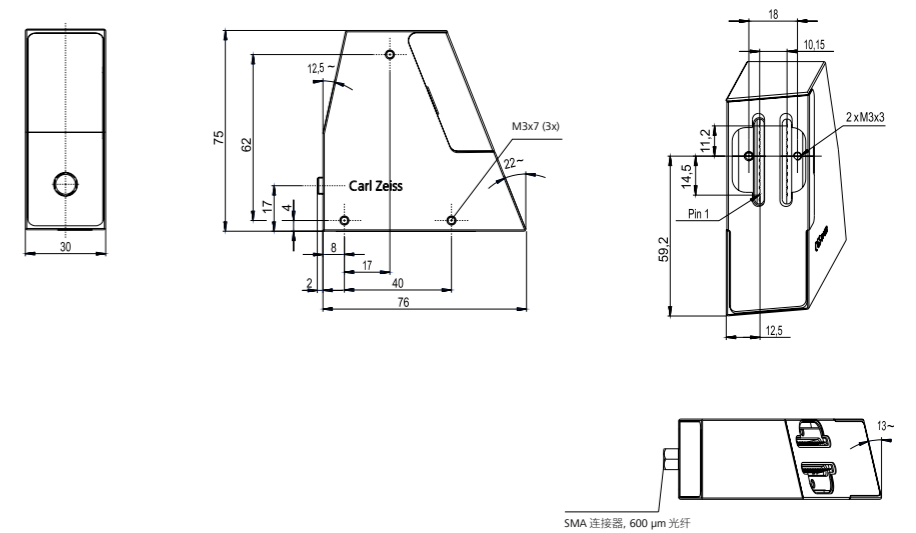


型号	名称	波长范围	特征
000000-1794-791	CGS UV-NIR CCD	190 – 1015 nm	薄型背照式 CCD, 2048 像素

## CGS UV-NIR PDA

## 技术参数

光学入口	SMA 连接器 40 $\mu\text{m}$ 透光狭缝 (可根据要求改变) NA = 0.22 (可接收角的均匀照明) 建议用户使用 600 $\mu\text{m}$ 单光纤接口
光栅	平场, 534 l/mm (中心), 在约 230 nm 处闪耀特性优异
光谱范围	190 nm – 935 nm
使用 50 $\mu\text{m}$ 狭缝的分辨率 (FWHM)	UV-VIS < 2.0 nm NIR < 2.0 nm
杂散光 (ASTM 387-04)	3 AU, 在 240 nm 处使用氙灯 (碘化钠的十进制吸收 ( $A_{10}$ ))
积分时间 (取决于操作电子元件)	$\geq 500 \mu\text{s}$
传感器阵列	Hamamatsu S3903, 1024 像素
尺寸 (长 x 宽 x 高)	78 x 30 x 75 mm <sup>3</sup>



型号	名称	波长范围	特征
000000-2034-897	CGS UV-NIR PDA	190 – 935 nm	Hamamatsu S3903, NMOS 线性图像传感器, 1024 像素

邮箱

介绍

波长范围

MMS 系列  
CGS 系列

技术参数  
现场电子元件

MCS FLEX 系列

PGS 系列

软件

应用领域

定义和解释

邮箱

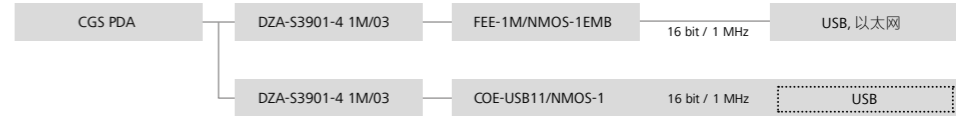
www.zeiss.com



## CGS UV-NIR PDA

### 现场电子元件

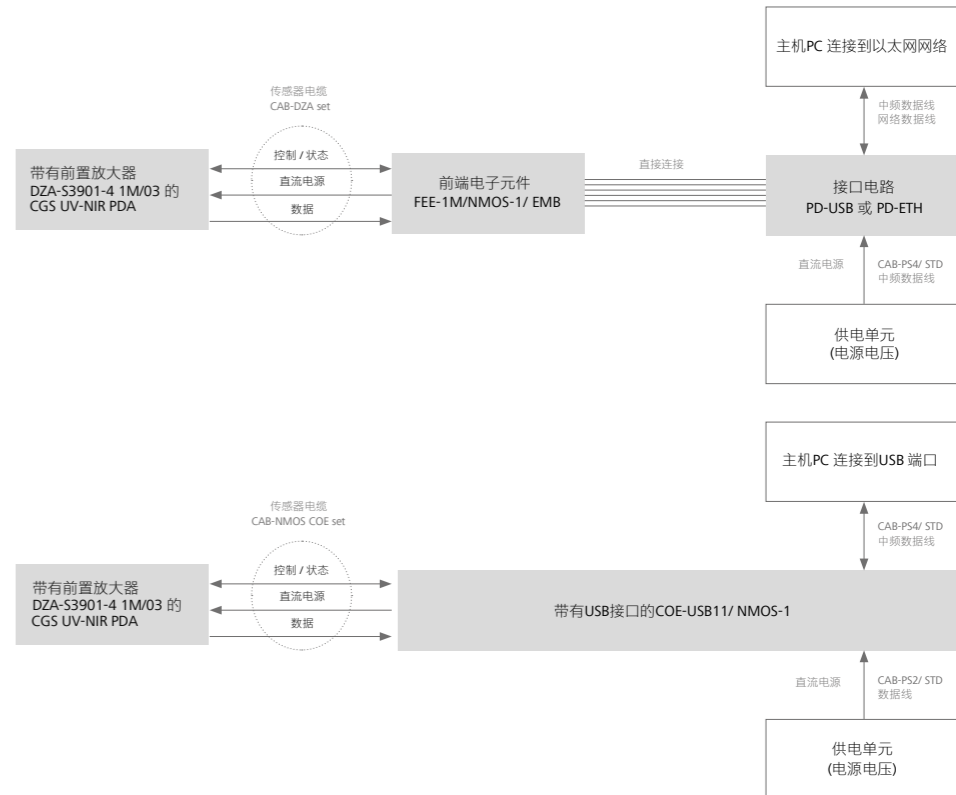
#### 配置总览



#### USB / 以太网配置

USB 和以太网可使用标准 PC 接口。电子元件接口 (USB 和/或以太网) 通过电源 (自供电) 从外部供电。基于 USB 的电子元件使用标准 USB 电缆与 PC 连接。此配置需要高速的 USB 端口 (USB2.0 或 3.0)。

基于以太网的配置需通过标准以太网电缆 (接线电缆) 连接到网络, 或者通过交换机将以太网电缆直接与 PC 或笔记本电脑相连。所有电子电路板都集成在客户的机盒中。使用时用户需要提供外部 + 5 V 直流电源电压。



介绍

波长范围

MMS 系列  
CGS 系列

技术参数  
现场电子元件

MCS FLEX 系列

PGS 系列

软件

应用领域

定义和解释

邮箱

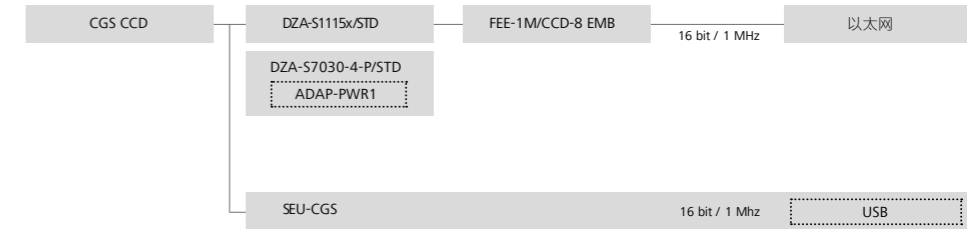
www.zeiss.com



## CGS UV-NIR CCD

### 现场电子元件

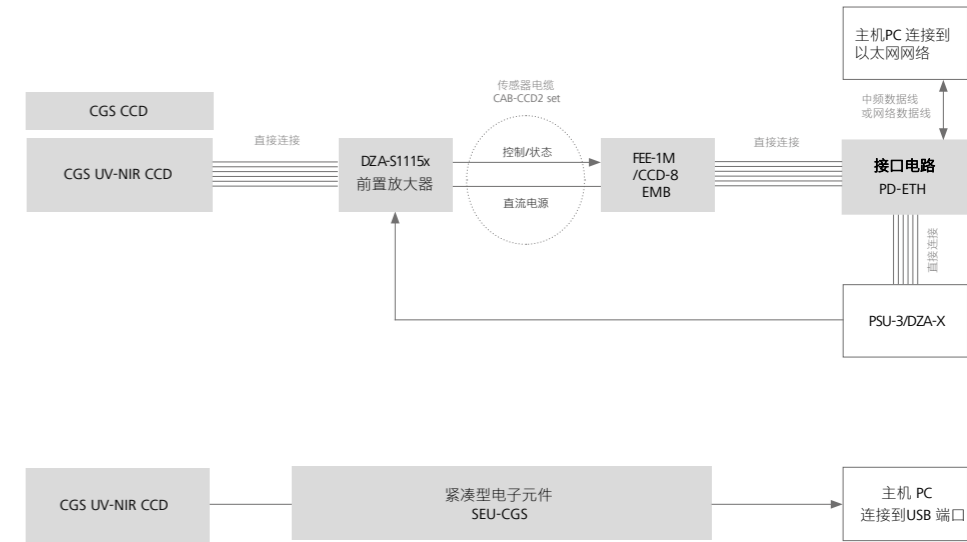
#### 配置总览



#### USB / 以太网配置

USB 和以太网可使用标准 PC 接口。电子元件接口 (USB 和/或以太网) 通过电源单元 (自供电) 从外部供电。基于USB的电子元件通过标准USB 电缆与 PC 连接。此配置需要高速 USB 端口 (USB2.0 或 3.0)。

基于以太网的配置通过标准以太网电缆 (接线电缆), 或通过交换机将以太网电缆直接连接到 PC 或笔记本电脑上。所有电子电路板都集成在客户的机盒中。使用时用户需要提供外部 +5V 直流电源电压。



介绍

波长范围

MMS 系列

CGS 系列

**MCS FLEX 系列**

技术参数

现场电子元件

PGS 系列

软件

应用领域

定义和解释

邮箱

www.zeiss.com



## MCS FLEX 系列

### 势不可挡

MCS FLEX系列除了具有高重复性外，还具有良好的分辨率。光谱仪中的所有光学元件都被固定在核心模块上，以此确保产品结构上的稳定性。

#### MCS FLEX系列中的光学部件

- 成像、像差校正光栅
- 光纤截面转换器或机械式狭缝作为光学输入
- 作为光电输出的光电二极管阵列或制冷薄型背照式CCD

在 MCS FLEX 系列中，根据应用的不同，可提供各类核心模块设计。截面转换器和探测器能轻松按需定制。

#### 核心模块

MCS FLEX 系列光谱仪的核心模块由特殊铝合金制成，以确保热稳定性（热膨胀系数  $\alpha \sim 13 \text{ E-6}$ ）。像差校正光栅、截面转换器或机械式狭缝和探测器均连至核心模块上，坚固耐用且具有出色的稳定性。带有中空模块的MCS FLEX可完全涵盖UV-NIR的光谱范围。

#### 光栅

MCS FLEX 系列的光栅使用了全息闪耀平场光栅。通过附加离子束蚀刻来优化光栅不同波长范围的衍射效率。甚至在长度为 25 nm 的光谱通过光栅的像差校正也可以实现效率优化。光栅使用数值孔径高达 0.22 的光纤作为光学输入。

#### 截面转换器

光纤截面转换器进一步优化了光强。光纤束的线性排列形成入口狭缝（狭缝高度  $h$  由光纤束的数量决定；狭缝宽度  $w$  由光纤直径决定）。狭缝尺寸可根据传感器阵列的像素大小及平场光栅的成像和分散特性进行调整，从而使光强达到理论极限。光纤截面转换器是光谱仪设计的重要组成部分，因此不能随意的改动。但是，我们可以改变光纤长度和入口的设计。还必须注意的是，石英光纤（例如在旧版的MCS FLEX模块（VIS）上使用的石英光纤）在220 nm下用深紫外光照射时会形成所谓的曝光中心。这意味着：当用高能光照射时，光纤的透射率降低。这种效应发生得越强烈，并且经常波长越短（光子能量越高），强度越强，亮度时间越长。透射率也可以限制在220 nm至250 nm之间。这种曝光效应只能部分逆转，但可以通过频繁的参考测量进行校正。对于低于225 nm的测量，可以为MCS FLEX模块配备耐曝光稳定的光纤。标准模块一般配备厚度为3 mm的WG 225滤光片。

#### 探测器

##### MCS FLEX PDA

MCS FLEX PDA模块使用了 Hamamatsu S3904-1024Q 型硅二极管阵列，该二极管阵列直接镀有介质截止滤光膜，用以抑制二级光谱。

模块	光谱范围(nm)
MCS FLEX PDA	190 – 1015

##### MCS FLEX CCD

MCS FLEX CCD模块使用了 Hamamatsu S7301-1006Q 薄型背照式 CCD 为紫外光提供出色的灵敏度。模块集成了 Peltier 元件来减少暗电流，该元件需要从外部进行控制。在MCS FLEX CCD上，Peltier 元件通过铜片用风冷散热器进行冷却。

模块	光谱范围 (nm)
MCS FLEX CCD	190 – 980



介绍

波长范围

MMS 系列  
CGS 系列  
**MCS FLEX 系列**技术参数  
现场电子元件

PGS 系列

软件

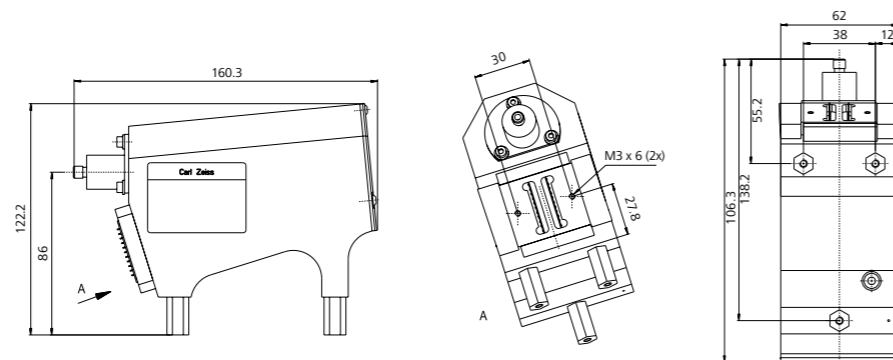
应用领域

定义和解释

**MCS FLEX PDA**

## 技术参数

光学入口	截面转换器
光纤截面转换器	直径: 0.5 mm NA = 0.22 (可接收角的均匀照明) 安装在SMA连接器中
光栅	平场 248 l/mm (中心), 在约 250 nm 处闪耀特性优异
二极管阵列	制造商: Hamamatsu 型号: S 3904-1024Q 像素: 1024
光谱范围	190 – 1015 nm
波长精度	0.5 nm
温度漂移	≤ 0.009 nm /K
平均光谱像素间距	$\Delta\lambda_{\text{Pixel}} \approx 0.8 \text{ nm}$
分辨率	$\Delta\lambda_{\text{FWHM}} \approx 3 - 4 \text{ nm}$
杂散光	使用氙灯在 340 nm 处测得 ≤ 0.1 % (NaNO <sub>2</sub> 溶液透射, 50g/l, 1 cm)
尺寸 L x W x H	160.3 x 62 x 122.2 mm <sup>3</sup>

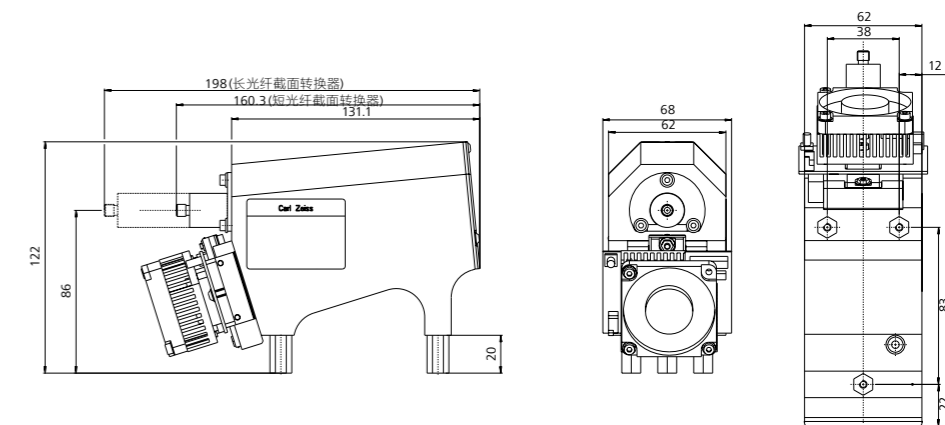


型号	名称	波长范围	特征
000000-1459-276	MCS FLEX UV-NIR	190 – 1015 nm	PDA, 1024 像素

**MCS FLEX CCD**

## 技术参数

光学入口	截面转换器
光纤截面转换器	直径: 0.5 mm NA = 0.22 (可接收角的均匀照明) 安装在SMA连接器中
光栅	平场 248 l/mm (中心), 在约 250 nm 处闪耀特性优异
二极管阵列	制造商: Hamamatsu 型号: S 7031-1006 像素: 1044 x 64
光谱范围	190 – 980 nm
波长精度	0.5 nm
温度漂移	≤ 0.009 nm /K
平均光谱像素间距	$\Delta\lambda_{\text{Pixel}} \approx 0.8 \text{ nm}$
分辨率	$\Delta\lambda_{\text{FWHM}} \approx 3 - 4 \text{ nm (UV-NIR)}$
杂散光	使用氙灯在 340 nm 处测得 ≤ 0.1 % (NaNO <sub>2</sub> 溶液透射, 50g/l, 1 cm)
尺寸 L x W x H	198 x 68 x 122 mm <sup>3</sup> (长截面转换器) 160.3 x 68 x 122 mm <sup>3</sup> (短截面转换器)



型号	名称	波长范围	特征
000000-1423-352	MCS FLEX CCD UV-NIR	190 – 980 nm	Hamamatsu CCD S7031 1024 (1044) x 64 像素 (短截面转换器)
000000-1761-535	MCS FLEX CCD UV-NIR	190 – 980 nm	Hamamatsu CCD S7031 1024 (1044) x 64 像素 (长截面转换器)

邮箱

介绍

波长范围

MMS 系列

CGS 系列

**MCS FLEX 系列**

技术参数

现场电子元件

PGS 系列

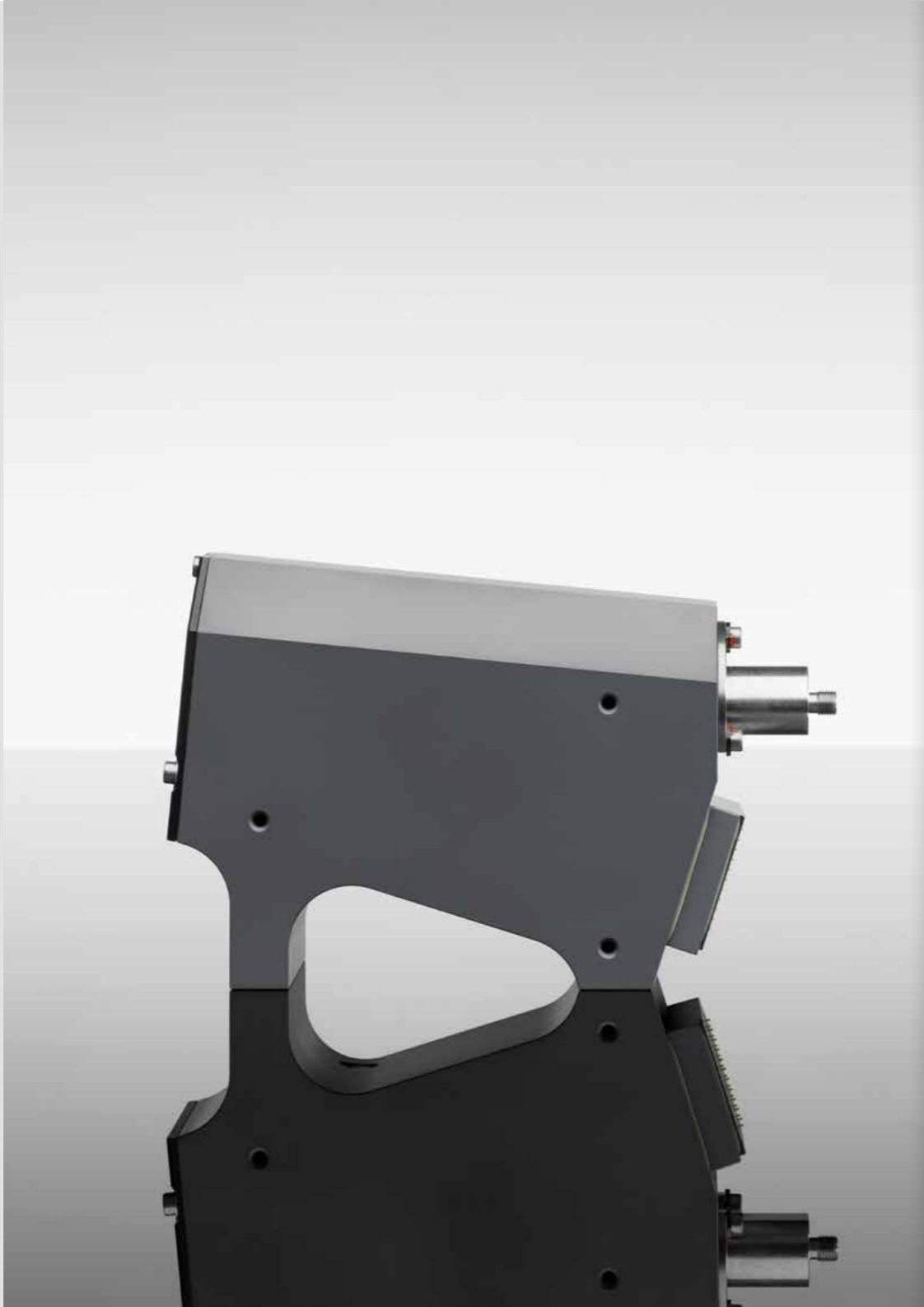
软件

应用领域

定义和解释

邮箱

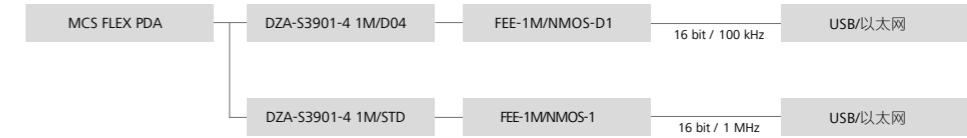
www.zeiss.com



## MCS FLEX PDA

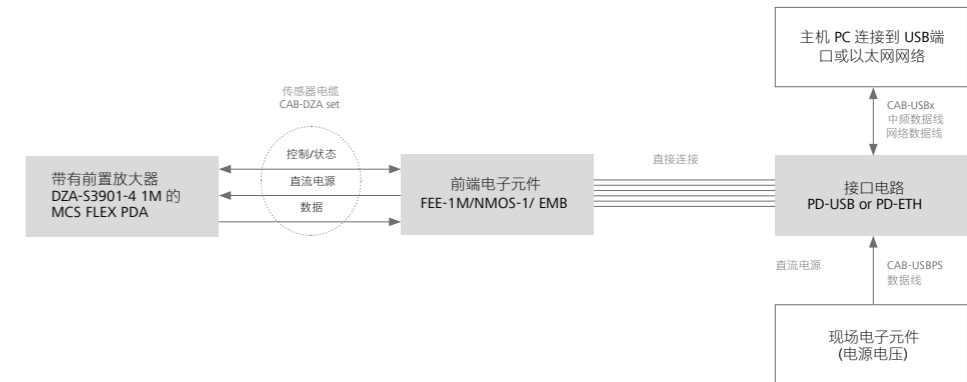
### 现场电子元件

#### 配置总览



#### USB / 以太网配置

USB和以太网的电子元件可使用标准的PC接口。基于 USB的电子元件通过附加电源 (自供电的USB装置) 从外部供电, 使用标准 USB 电缆与 PC 连接。我们建议您使用高速USB 2.0 端口 (兼容标准USB 1.1), 使用高效的FEE-1M 需要高速USB 传输。所有电子电路板都集成在客户的机盒中, 使用时用户需要提供外部 +5 V直流电源电压。



介绍

波长范围

MMS 系列  
CGS 系列  
**MCS FLEX 系列**

技术参数  
现场电子元件

PGS 系列

软件

应用领域

定义和解释

邮箱

www.zeiss.com



# MCS FLEX CCD

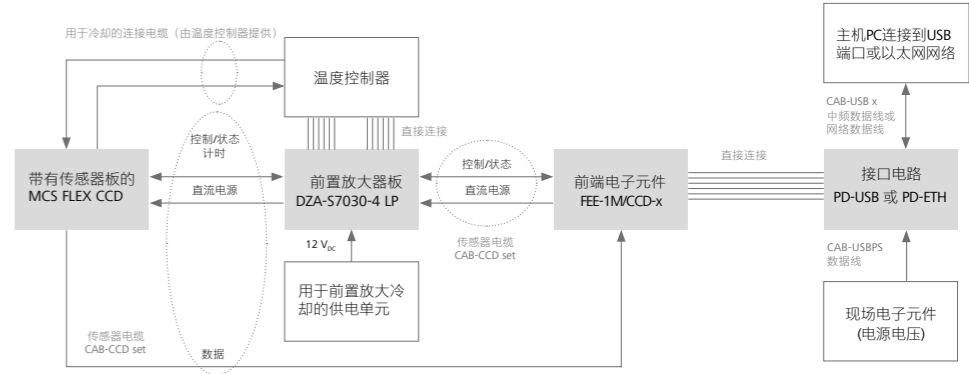
## 现场电子元件

### 配置总览



### USB / 以太网配置

USB和以太网的电子元件可使用标准的PC接口。基于 USB的电子元件通过附加电源 (自供电的USB装置) 从外部供电, 使用标准 USB 电缆与 PC 连接。我们建议您使用高速USB 2.0 端口 (兼容标准USB 1.1)。所有电子电路板都集成在客户的机盒中, 使用时用户需要提供外部 + 5 V直流电源电压。



介绍

波长范围

MMS 系列  
CGS 系列  
MCS FLEX 系列  
**PGS 系列**  
技术参数  
现场电子元件

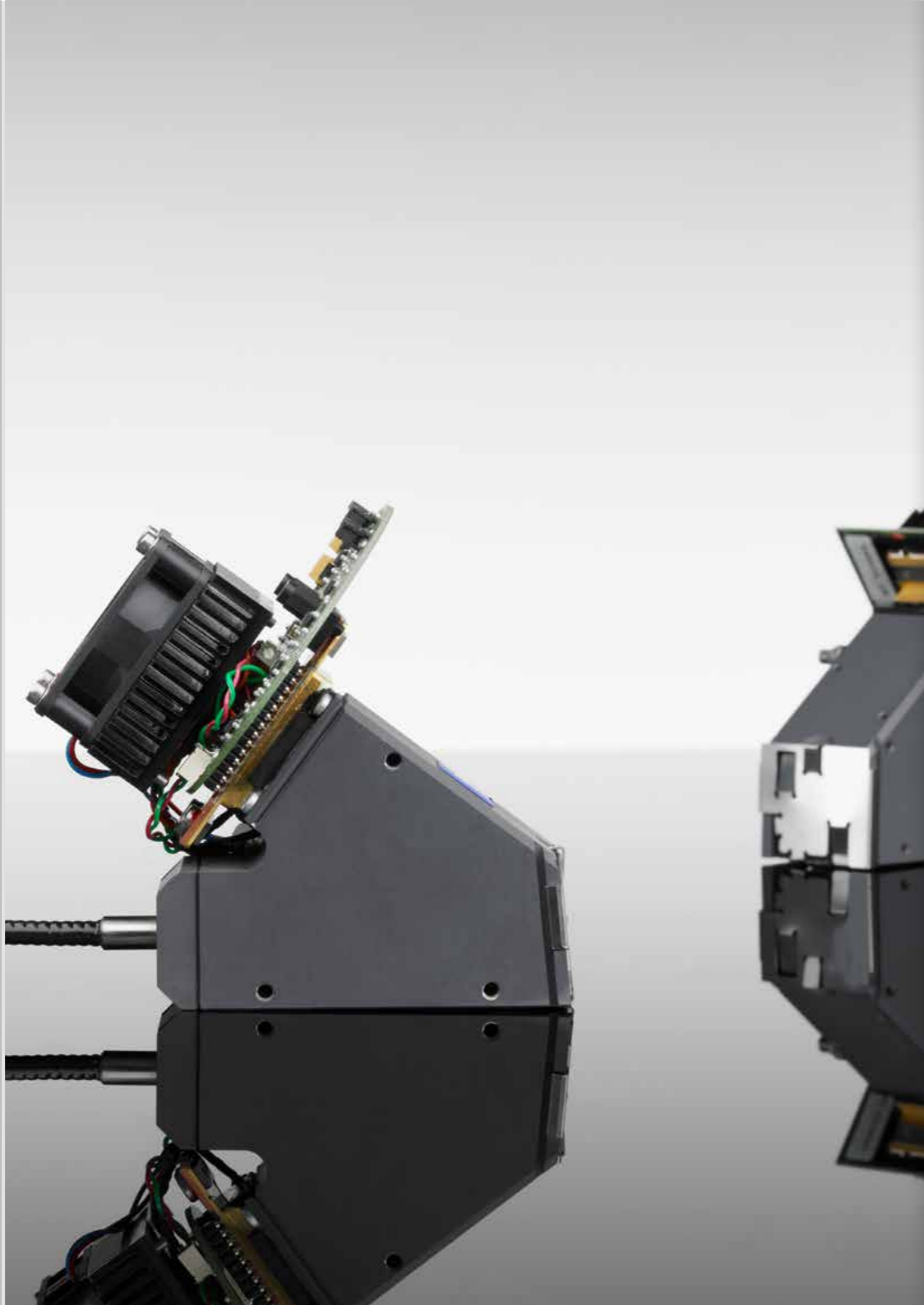
软件

应用领域

定义和解释

邮箱

www.zeiss.com



## PGS 系列 专用于NIR

PGS系列光谱仪专被设计用于NIR 波长范围。在此波长内，探测器使用的材料是 InGaAs（碲化铟镓）。其非球面准直器透镜和聚焦透镜的光学组合，能够对光学成像进行出色的平场校正。光谱仪中的所有光学元件都被紧密牢固地固定在一起，以此确保产品的长期稳定性。

### PGS 中的光学元件

- 闪耀平场光栅
- 非球面透镜
- 单光纤，使用狭缝作为光学输入
- 制冷型 InGaAs 光电二极管阵列作为光电输出

### 核心模块

在PGS系列中，核心模块由铝合金制成（热膨胀系数  $\sim 13E-6$ ）。作为闪耀平场光栅和非球面准直器和聚焦透镜的载体，输入光纤和探测器长期固定在核心模块上，以确保出色的稳定性。

### 光栅

PGS系列中使用的光栅是机械刻划或全息平面光栅。光栅效率的最大值可根据NIR内特定的波长范围进行调整。光栅可选择自由直径，表面经设计可用于捕获数值孔径高达 0.37 光纤的光线。

### 输入光纤

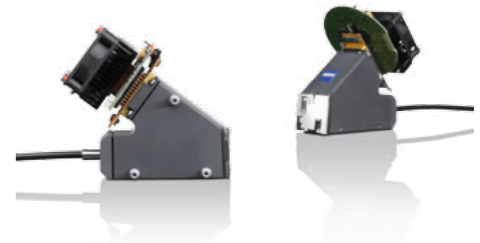
光通常由单晶石英光纤耦合而成，这些光纤直径为  $600\mu\text{m}$ ， $NA = 0.22$ 。光纤末端有一个高度为  $500\mu\text{m}$ （NIR 1.7）和/或  $250\mu\text{m}$ （NIR 2.2）的狭缝，狭缝高度可根据InGaAs阵列的像素高度进行调整。由于InGaAs阵列的检测器高度较低，在某些情况下，用于在入口狭缝处形成较强光的光纤截面转换器是不需要的，例如集成了硅探测器的模块。

### 探测器

InGaAs探测器的使用波段在近红外区域。对于PGS NIR模块，InGaAs阵列的最大检测波长为  $1.7\mu\text{m}$ ，扩展InGaAs的模块的最大检测波长为  $2.2\mu\text{m}$ 。阵列的像素可以是256或512（仅限于  $1.7\mu\text{m}$ ）。对于扩展的InGaAs阵列，可根据波长范围，使用结构分选滤波器以抑制二级光谱。

我们为您提供以下模块

模块	光谱范围 (nm)
PGS NIR 1.7-256 UC	960 – 1690
PGS NIR 1.7-256	960 – 1690
PGS NIR 1.7-512	960 – 1690
PGS NIR 2.0-256	1340 – 2000
PGS NIR 2.2-256	1000 – 2150



介绍

波长范围

MMS 系列  
CGS 系列  
MCS FLEX 系列  
PGS 系列技术参数  
现场电子元件

软件

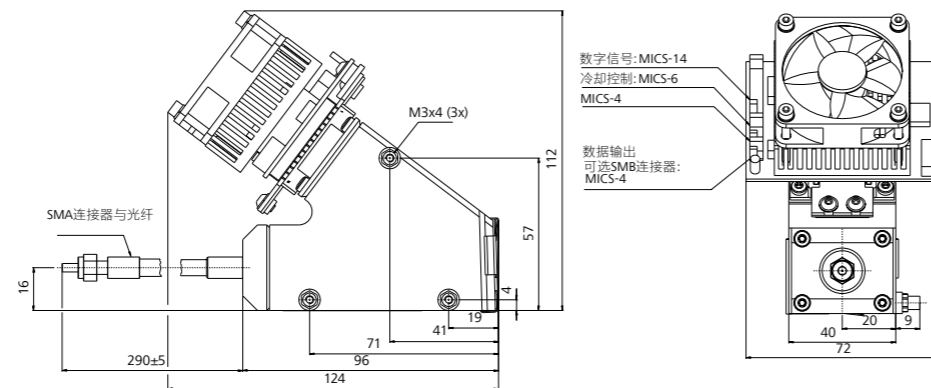
应用领域

定义和解释

## PGS NIR 1.7-512

## 技术参数

光学入口	由石英玻璃光纤组成的光纤束 直径: 0.6 mm 长度: 300 mm NA = 0.22 (可接收角的均匀照明) 安装在 SMA 连接器中
输入: 圆	
输出: 线	狭缝宽度: 80 μm
滤波片	950 nm 的边缘滤波片
光栅	平面光栅, 484 l/mm, 在约 1.2 μm 处闪耀
二极管阵列	制造商: Hamamatsu 型号: S9204 像素: 512
光谱范围	960 – 1690 nm
波长精度	± 1 nm
温度漂移 (10–40°C)	< 0.012 nm/K
平均光谱像素间距	$\Delta\lambda_{\text{Pixel}} \approx 1.5 \text{ nm}$
分辨率	$\Delta\lambda_{\text{FWHM}} \approx 7 \text{ nm}$
杂散光	在 1405 nm 处 (使用卤素灯照射) 以 10 mm 水透射测得 ≤ 0.1 %
重量	约为 590 g
工作温度	0–40 °C (标准, 取决于制冷电子器件)
存储温度	-40 – +70°C
光纤最小弯曲半径 (对于存储和运输而言)	50 mm
操作中最小弯曲半径 (对于波长精度而言)	100 mm

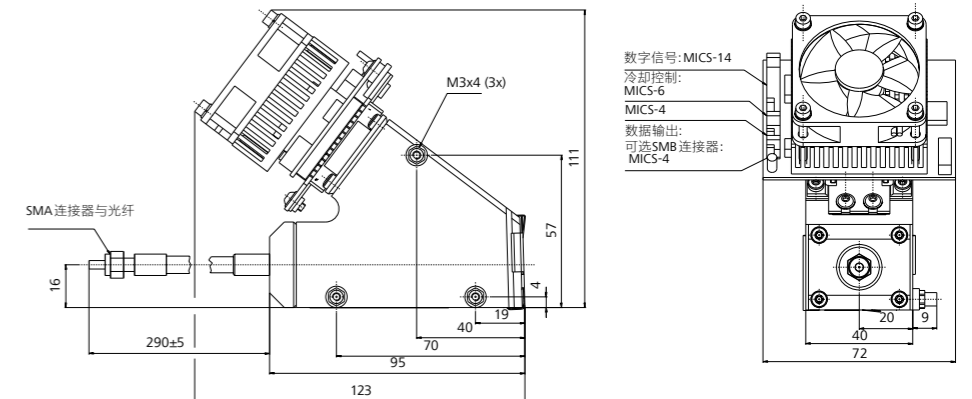


型号	名称	波长范围	特征
000000-1307-412	PGS NIR 1.7 t1-512	960 – 1690 nm	NIR 光谱传感器, Peltier 冷却, InGaAs PDA 高达1.7 μm 512 像素, 色散: 1.5nm/像素, 外部光纤长度300mm

## PGS NIR 1.7-256

## 技术参数

光学入口	由石英玻璃光纤组成的光纤束 直径: 0.6 mm 长度: 300 mm NA = 0.22 (可接收角的均匀照明) 安装在 SMA 连接器中
输入: 圆	
输出: 线	狭缝宽度: 80 μm
滤波片	950 nm 的边缘滤波片
光栅	平面光栅, 484 l/mm, 在约 1.2 μm 处闪耀
二极管阵列	制造商: Hamamatsu 型号: S 9203-256 像素: 256
光谱范围	960 – 1690 nm
波长精度	± 1 nm
温度漂移 (10–40°C)	< 0.012 nm/K
平均光谱像素间距	$\Delta\lambda_{\text{Pixel}} \approx 3 \text{ nm}$
分辨率	$\Delta\lambda_{\text{FWHM}} \approx 8 \text{ nm}$
杂散光	在 1405 nm 处 (使用卤素灯照射) 以 10 mm 水透射测得 ≤ 0.1 %
重量	约为 590 g
操作温度	0–40 °C (标准, 取决于制冷电子器件)
存储温度	-40 – +70°C
光纤最小弯曲半径 (对于存储和运输而言)	50 mm
操作中最小弯曲半径 (对于波长精度而言)	100 mm



型号	名称	波长范围	特征
000000-1381-397	PGS NIR 1.7 t1-256	960 – 1690 nm	NIR 光谱传感器, Peltier 冷却, InGaAs PDA 高达1.7 μm 256 像素, 色散: 3.0nm/像素, 外部光纤长度: 300mm

邮箱

## 介绍

## 波长范围

MMS 系列  
CGS 系列  
MCS FLEX 系列  
**PGS 系列**

技术参数  
现场电子元件

## 软件

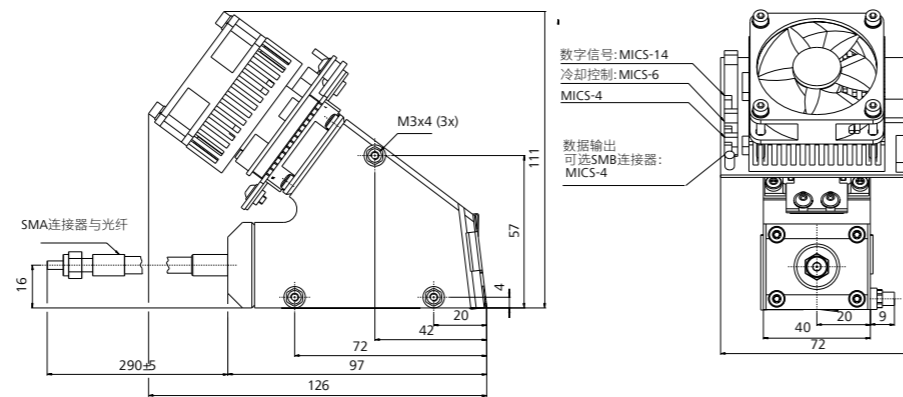
## 应用领域

## 定义和解释

## PGS NIR 2.0-256

## 技术参数

光学入口	由石英玻璃光纤组成的光纤束 直径: 0.6 mm 长度: 300 mm NA = 0.22 (可接收角的均匀照明) 安装在 SMA 连接器上 狭缝宽度: 80 μm
输入: 圆	
输出: 线	
滤波片	1350 nm 边缘滤波片
光栅	平面光栅, 484 l/mm, 在约 1.2 μm 处闪耀
二极管阵列	制造商: Hamamatsu 型号: G 9206 像素: 256
光谱范围	1340 – 2000 nm
波长精度	± 1 nm
温度漂移 (10–40°C)	< 0.012 nm/K
平均光谱像素间距	$\Delta\lambda_{\text{Pixel}} \approx 3 \text{ nm}$
分辨率	$\Delta\lambda_{\text{FWHM}} \approx 8 \text{ nm}$
杂散光	在 1405 nm 处 (使用卤素灯照射) 以 10 mm 水透射测得 ≤ 0.1 %
重量	约为 590 g
工作温度	0 – 40°C (标准, 取决于制冷电子器件)
存储温度	-40 – +70°C
光纤最小弯曲半径 (对于存储和运输而言)	50 mm
操作中最小弯曲半径 (对于波长精度而言)	100 mm

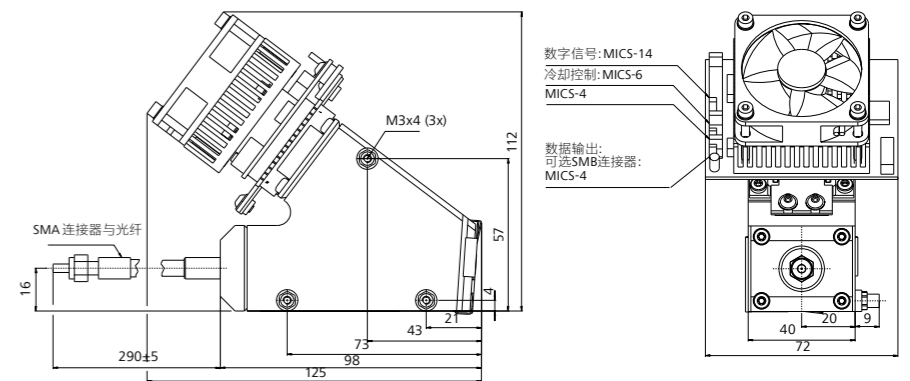


型号	名称	波长范围	特征
000000-1396-757	PGS NIR 2.0 t2	1340 – 2000 nm	NIR 光谱传感器, Peltier 冷却 扩展型 InGaAs PDA 高达 2.2 μm 256 像素, 色散: 1.5nm/像素, 外部光纤长度: 300mm

## PGS NIR 2.2-256

## 技术参数

光学入口	由石英玻璃光纤组成的光纤束 直径: 0.6 mm 长度: 300 mm NA = 0.22 (可接收角的均匀照明) 安装在 SMA 连接器上 狭缝宽度: 80 μm
输入: 圆	
输出: 线	
滤波片	950 nm 边缘滤波片
探测器上的二阶滤波器	是
光栅	平面光栅, 300 l/mm, 在约 1.3 μm 处闪耀
二极管阵列	制造商: Hamamatsu 型号: G 9206 像素: 256
光谱范围	1000 – 2150 nm
波长精度	± 1 nm
温度漂移 (10–40°C)	< 0.012 nm/K
平均光谱像素间距	$\Delta\lambda_{\text{Pixel}} \approx 5 \text{ nm}$
分辨率	$\Delta\lambda_{\text{FWHM}} \approx 16 \text{ nm}$
杂散光	在 1405 nm 处 (使用卤素灯照射) 以 10 mm 水透射测得 ≤ 0.1 %
重量	约为 590 g
工作温度	0 – 40°C (标准, 取决于制冷电子器件)
存储温度	-40 – +70°C
光纤最小弯曲半径 (对于存储和运输而言)	50 mm
操作中最小弯曲半径 (对于波长精度而言)	100 mm



型号	名称	波长范围	特征
000000-1332-256	PGS NIR 2.2 t2	1000 – 2150 nm	NIR 光谱传感器, Peltier 冷却 扩展型 InGaAs PDA 高达 2.2 μm 256 像素, 色散: 5nm/像素, 外部光纤长度: 300mm

## 邮箱

介绍

波长范围

MMS 系列  
CGS 系列  
MCS FLEX 系列  
**PGS 系列**

技术参数  
现场电子元件

软件

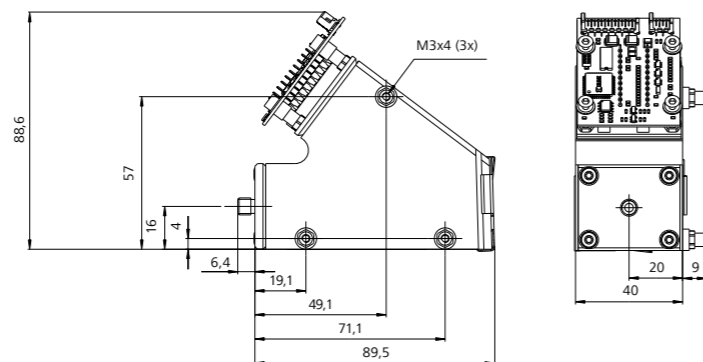
应用领域

定义和解释

## PGS NIR 1.7-256 UC

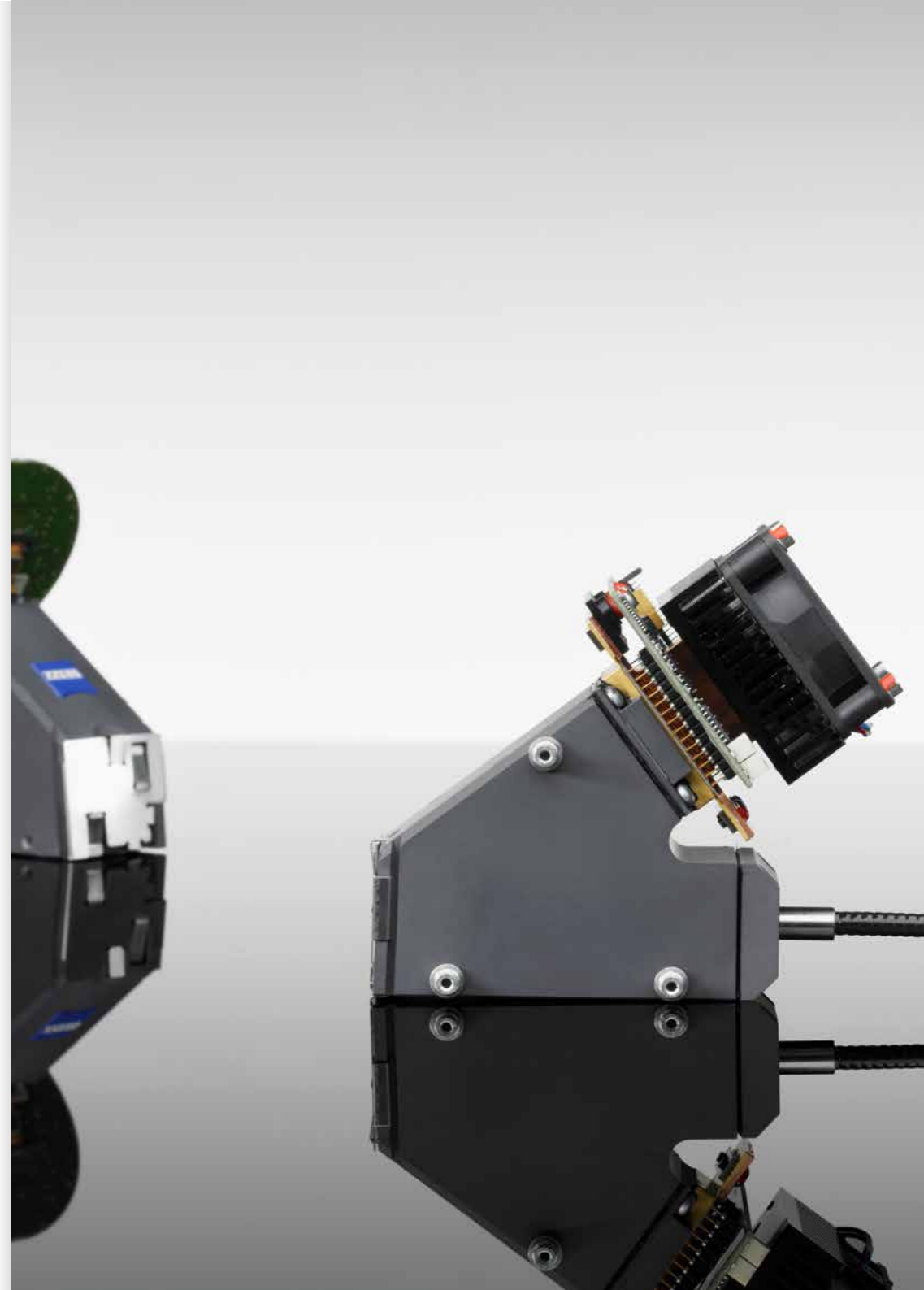
### 技术参数

光学入口	输入: 圆	FSMA 905 使用芯径 $\geq 600 \mu\text{m}$ 的近红外光波导 NA = 0.22 - 0.37
	输出: 线	狭缝宽度: $80 \mu\text{m}$
滤波片		950 nm 边缘滤波片
光栅		平面光栅, 484 l/mm, 在约 $1.2 \mu\text{m}$ 处闪耀
二极管阵列		制造商: Hamamatsu 型号: G9211-01SPL 像素: 256
光谱范围		960 - 1690 nm
波长精度		$\pm 1 \text{ nm}$
温度漂移(10-40°C)		$< 0.012 \text{ nm/K}$
平均光谱像素间距		$\Delta\lambda_{\text{Pixel}} \approx 3 \text{ nm}$
分辨率		$\Delta\lambda_{\text{FWHM}} \approx 8 \text{ nm}$
杂散光		在 1405 nm 处 (使用卤素灯照射) 以 10 mm 水透射测得 $\leq 0.1 \%$
重量		约为 590 g
工作温度		0 - 40°C (标准, 取决于制冷电子器件)
存储温度		-40 - +70°C



型号	名称	波长范围	特征
000000-2109-070	PGS NIR 1.7-256 UC	960 - 1690 nm	NIR 光谱传感器, 无冷却 扩展型 InGaAs PDA 高达 $1.7 \mu\text{m}$ 256 像素, 色散: $3 \text{ nm/像素}$ , 外部光纤长度: 300 mm

邮箱



介绍

波长范围

- MMS 系列
- CGS 系列
- MCS FLEX 系列
- PGS 系列**

- 技术参数
- 现场电子元件

软件

应用领域

定义和解释

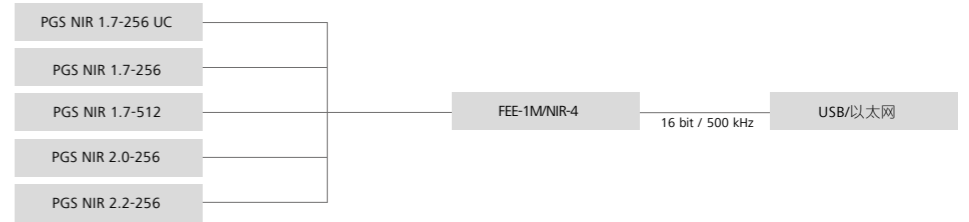
邮箱



# PGS

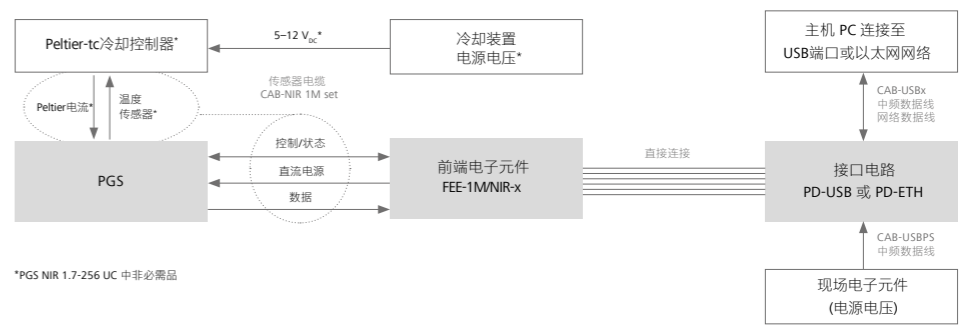
## 现场电子元件

### 配置总览



### USB / 以太网配置

USB和以太网电子器件可使用标准PC接口，基于USB的电子元件通过附加电源（自供电的USB装置）从外部供电，使用标准USB电缆与PC连接。我们建议您使用高速USB 2.0 端口（兼容标准USB 1.1），使用高效的FEE-1M 需要高速USB 传输。所有电子电路板都集成在客户的机盒中。



\*PGS NIR 1.7-256 UC 中非必需品

介绍

波长范围

MMS 系列  
CGS 系列  
MCS FLEX 系列  
PGS 系列

软件

应用领域

定义和解释

邮箱

# 软件解决方案

## 专为工艺流程控制设计的软件

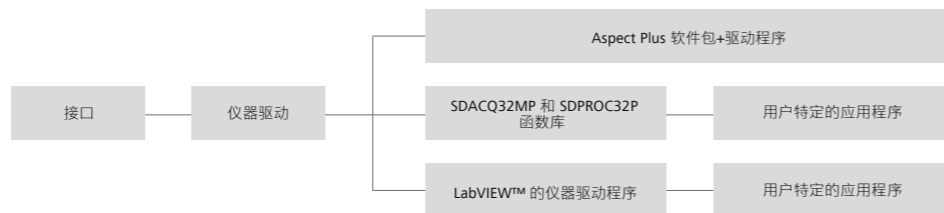


这是一款基于模块化的软件产品，用于获取和处理光谱数据，可以满足客户的个性化需求，并可灵活调整以适应不同的硬件配置。对于各种运行的电子设备，设备驱动程序可用于Windows 2000, XP 和 Vista。

通用型的Aspect Plus 程序包功能全面，可搭配计算机总线的驱动程序使用。并且提供了SDACQ32MP 函数库的软件接口，以确保轻松集成到客户特定的应用程序中。

该接口直接支持 C / C ++ / Visual Basic 和 Delphi，以及在 LabVIEW™ 编程环境中的 LabVIEW™ 仪器驱动程序。通过使用 SDPROC32 函数库进行数据捕获、配置和参数输入，结合完善的菜单结构，可以进行数据采集。

SDACQ32MP函数库能解决设备驱动程序的问题，并能提供独立于硬件的函数集，用于实现现场电子元件的配置和光谱数据的捕获。



# 用于光谱分析的模块化软件包

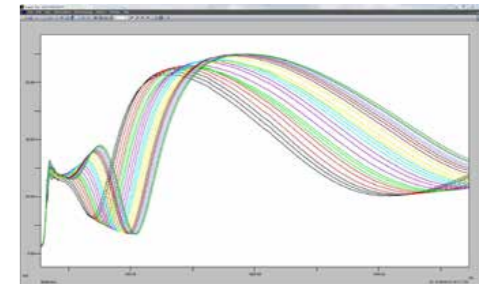
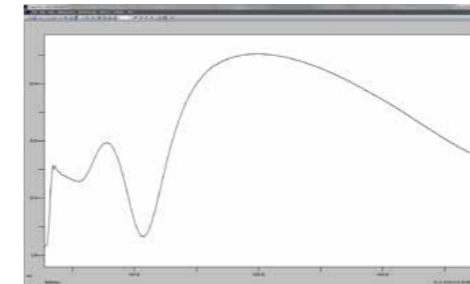
## Aspect Plus

概述

Aspect Plus是一款复杂而灵活的模块化光谱分析软件，适用于MS-Windows操作系统，可作为附加组件提供特殊选项。使用Aspect Plus可以对ZEISS光谱仪采集的光谱进行测量和分析。从测量的整个过程到数据传输具有功能全面，简化分析的优点。

优势

- 提供多种语言（英语、法语、德语、意大利语、葡萄牙语、西班牙语），其他语言将随后发布
- 可同时控制多台光谱仪
- 支持通过标准化化学计量学软件，如 GRAMS、UNSCRAMBLER® 或 UCAL，来创建校准（化学计量学模型）
- 用于尽可能消除边缘光谱的过滤功能
- 通过 OPC 通信将其集成至生产线监测中
- 根据需要使用预定产品或创建用户定制产品
- 计算、评估和集成至更高级的处理环境中
- 通过数字输入/输出控制结果



型号	名称	特征
263259-5020-026	Aspect Plus	Windows 光谱仪软件
000000-1242-401	Aspect Plus driver for PCs and USBs	Aspect Plus 可用于 Windows 2000 和 XP 系统，控制 tec5 的电子元件

介绍

波长范围

- MMS 系列
- CGS 系列
- MCS FLEX 系列
- PGS 系列

软件

应用领域

定义和解释

这些光谱仪的应用领域因其灵活的设计而多种多样。它们可以根据测量原理，应用领域或待分析的材料进行分类。结构紧凑实用且几乎不受外界因素影响，这使其能够被直接集成至生产工艺流程中。我们可以为以下几种应用提供在线检测。

测量原理:

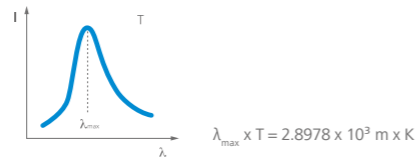
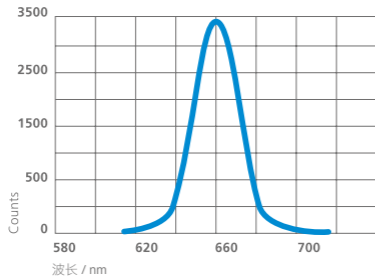
1. 发射光谱
2. 漫反射
3. 镜面反射
4. 透射率 - 吸收率
5. 白光干涉

发射光谱

部分光源需要进入光谱仪以确定光源的发射光谱。在许多情况下，由于光谱仪的高灵敏度，耦合光纤束只需要靠近光源就可以进行测量。另外，可用消色差凸透镜对光谱进行优化。

例如:

- 监测照明系统(老化的)
- 确定LED或(可调节)激光器的波长
- 冷发光、荧光
- 监测太阳光谱、燃烧、放电或等离子体
- 根据维恩位移定律确定温度T，如: 3000 K  $\leftarrow$  > 966 nm



邮箱

要求

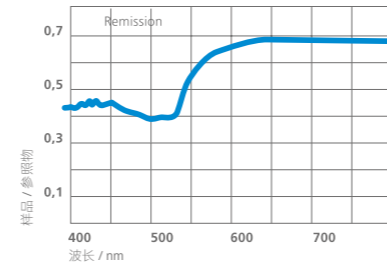
模块尺寸需要很高的波长精度，才能通过亚像素分辨率精确地检测出光源发射光谱的波长，例如LED(校准)。光谱仪模块并不适用于分析包含许多相近谱线的发射光源。

漫反射

通过对漫反射(来自粗糙表面)的测量可以获得表面颜色的信息。除了光谱仪之外，光谱传感器的光源和位置(与表面法线的角度)也很重要。在大多数情况下，使用带宽波段较宽的发射光源，例如卤素灯光源。在这种情况下，通常只要将光纤截面转换器入口贴近待测表面，而无需额外的光学元件。

例如:

- 各种表面(材料)的颜色测量
- 镀膜工艺监测
- 纸张质量检测。



要求

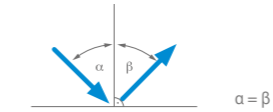
专为颜色测量技术而开发的光谱仪模块，需要保证其高重复性和常见分辨率下的高光强。

镜面反射

镜面反射是漫反射的特例，是指来自“光滑”低散射表面的定向反射光，检测时除了要有传感器之外，还需要光源。值得注意的是，表面的反射率很大程度上取决于α角。在0°C以下，一个简单的检测装置需使用一个特殊的导光管，该导光管的功能是提供光源并且将其传输到探测器上。

例如:

- 普通涂层
- 金属或介电涂层表面的低反射涂层
- 椭圆仪
- 测定肉和香肠中的脂肪含量
- 测定谷物、食品和纤维素中的水分含量
- 识别可回收和处理的塑料



要求

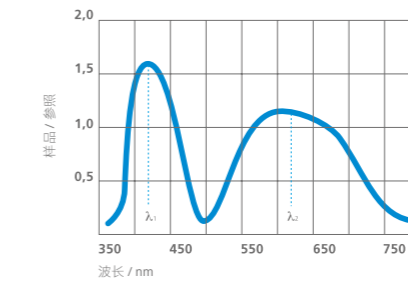
大多数的反射光谱无法呈现出特别清晰的结构。因此，绝对波长精度通常比高光谱分辨率要重要得多。

白光干涉

干涉是白光在光学透明介质上辐射的结果，因为特定波长的光程差是光学涂层厚度的整数倍  $n \times d$  ( $\lambda_1, \lambda_2$ : 端点的位置; 距离: 一个周期)。如果已知折射率n，则可以确定几何膜厚d。光纤接口可以轻松集成到显微镜或镀膜工艺中的法兰。反之: 如果已知膜厚d，就可以确定色散  $n(\lambda)$ 。

例如:

- 对光刻材料和介电涂层进行膜厚测量



E.g. MMS 1,  $n = 1.5$   
 $d_{max} \approx 25 \mu m, d_{min} \leq 0.2 \mu m$        $2 n \times d = \lambda_1 \times \lambda_2 / (\lambda_1 - \lambda_2)$

要求

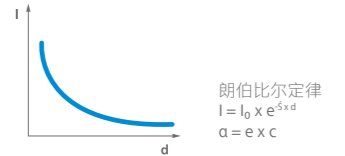
为了精确地确定厚度，高波长的绝对精度也至关重要。最大可测厚度与光谱分辨能力(两个干涉最大值的间隔)相匹配，最小测量厚度与采集的光谱范围相匹配(至少显示半个周期)。必须知道光谱的绝对强度才能测量更薄的涂层(检测小于半周期)。

透射率

厚度为d的材料射线图像提供了光谱的吸收常数信息  $\alpha(\lambda)l_0$ : 辐射强度,  $I(d)$ : 透射强度)。通过光纤连接到光源和光谱仪模块的浸入式探头是测量液体浓度c的最简单的方法。根据消光系数  $\epsilon$ , 浓度与吸收常数相关。另外，建议设置准直光路，或者可以使光纤截面转换器入口直接与待测物体接触。

例如:

- 检测滤光片(颜色滤光片, 干涉滤光片)
- 确定液体的浓度
- 确定饮料中的糖和酒精含量
- 在石化行业中实施质量检测



要求

在许多情况下，例如对于MMS模块来说，良好的波长精度和高动态分辨率远比高光谱分辨率重要。

## 介绍

## 波长范围

MMS 系列  
CGS 系列  
MCS FLEX 系列  
PGS 系列

## 软件

## 应用领域

## 定义和解释

## 术语的定义和解释

在选择光谱仪时最重要的标准之一是光谱仪覆盖的光谱范围，首先确定所需的波段。此外，光谱仪的另外两个重要标准，一是光谱，二是和强度相关的(动态)分辨率，动态分辨率通常没有明确定义。

## 光谱分辨率

以下四个术语指的是“光谱”分辨率:

1. 瑞利准则 -  $\Delta\lambda_{\text{Rayleigh}}$  (DIN 标准)
2. 线宽，大部分是半宽或半峰全宽-  $\Delta\lambda_{\text{FWHM}}$
3. 亚像素分辨率 (也称为: 软件分辨率)
4. 像素间距 -  $\Delta\lambda_{\text{像素}}$

从不同的应用中产生了一个定义: 光谱仪主要用于执行三种不同的工作。当然, 这些任务可能有重复:

1. 从光谱中分离出两条或以上的谱线, 来分析化合物
2. 确定线性—通常决定线宽或带宽 (FWHM 或  $1/e^2$ -宽度)
3. 测量谱线的峰值波长和最大强度, 例如确定发射光谱。

## 光谱分辨率

瑞利准则主要与相邻两条谱线/DIN有关。这给出了两条谱线的光谱距离 $\Delta\lambda_{\text{Rayleigh}}$ 的确切值, 以确保每一条谱线是互相分离的。每条谱线的光谱宽度 $\Delta\lambda_{\text{Line}}$  (见上文) 必须明显小于它们的距离, 这是光谱分辨率的唯一重要定义。

如果 $\Delta I_{\text{decrease}} \geq 19\%$ 。  
则两条谱线  $I_{\text{max},1} = I_{\text{max},2}$  是分离的

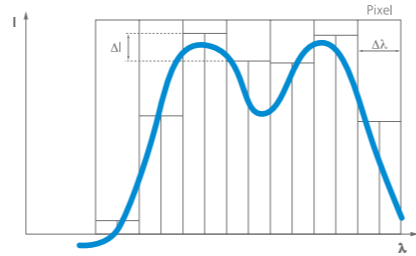
## 谱线宽度

光谱仪中谱线的增宽必须小于谱线本身的光谱宽度, 才能测得谱线的宽度 $\Delta\lambda_{\text{line}}$ 。重要的是要知道光谱仪中的增宽 $\Delta\lambda_{\text{FWHM}}$ 。这个性质与瑞利准则有关。

$$\Delta\lambda_{\text{FWHM}} = \lambda_2(I_{\text{max}}/2) - \lambda_1(I_{\text{max}}/2)$$

$$\Delta\lambda_{\text{FWHM}} \approx 0.8 \times \Delta\lambda_{\text{Rayleigh}}$$

## 邮箱



## 波长精度

为了确定单个谱线在一定精度 $\Delta\lambda_{\pm}$ 下的绝对光谱位置 $\lambda$ , 需要至少具有该绝对波长精度 $\Delta\lambda_{\pm}$ 的光谱仪。该参数取决于采集元件(像素或狭缝/检测器)的位置精度和/或以重复性为特征的该位置的稳定性(见下文)。相反, 绝对波长精度仅能间接取决于光谱仪的色散和聚焦特性, 并不是传统意义上的“分辨率”。光谱传感器的稳定性(或可重复性)取决于机械稳定性和温度 - 波长漂移。前者对于光谱仪模块几乎没有影响, 而漂移则几乎可以忽略不计。

## 色散

$\Delta\lambda_{\text{像素}}$ (= $\Delta\lambda_{\text{狭缝}}$ )和光谱分辨率无关。相反, 它是二极管阵列光谱仪的线性色散。像素色散和光谱分辨率与入口狭缝的宽度和成像特性有关: 如果入口狭缝的成像大约为 3 像素, 则 $\Delta\lambda_{\text{Rayleigh}}$  大致为像素色散的三倍:

$$\Delta\lambda_{\text{Rayleigh}} \approx 3 \times \Delta\lambda_{\text{像素}}$$

## 二极管阵列光谱仪的特点(DAS)

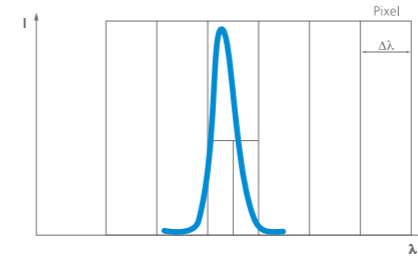
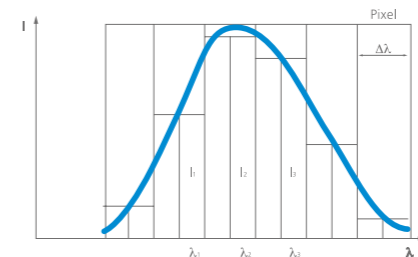
## 光谱分辨率

由像素的确切位置和/或辐射光的波长决定, 分辨率不同于具有移动部件的单色仪/光谱仪。分辨率的定义是“两条谱线的光谱距离”, 取决于这些谱线在像素中的相对位置:

如果两条相邻的谱线以这样的方式在像素上成像, 使得最小值落在中间像素( $I_3$ )处, 最大值在两个相邻像素( $I_1, I_3$ )之间, 且如果 $I_2 < 0.81 \times I_1$  ( $I_3$ ), 可以认为这两条谱线刚刚被分开。 $\Delta\lambda$ 正好是 $2 \times \Delta\lambda_{\text{像素}}$ 。

最大值的位置与所显示像素的中心波长相对应。

然而, 如果谱线的最大值成像在两个像素 ( $I_1, I_2$ ) 的分界线上, 则需要四个像素来明显减小像素强度。两个像素表现出大致相同的强度, 因此仅在下一个像素 ( $I_3$ ) 中显示减小到81%。在这种情况下, 实际最大值间隔少于三个像素。然而, 由于二极管阵列仅采集像素色散步长的离散值, 所以DAS显示的光谱距离为 $3 \times \Delta\lambda_{\text{像素}}$ 。一次评估总共需要四个像素。



## 亚像素分辨率

测定峰值波长 $\lambda_{\text{max}}$  (和/或峰值强度 $I_m$ ) 需要将待测量的谱线成像到至少三个像素上。每个像素具有三个强度值 $I_{1,2,3}$ 和对应像素 $\lambda_{1,2,3}$ 的中心波长, 该谱线可以, 比方说使用抛物线进行修改。抛物线方程的顶点提供了峰值波长和峰值强度的信息。这种方法的精度主要取决于中心波长的绝对精度。原则上, 这个波长可以由几乎任何精度的二极管阵列光谱仪确定。如有必要, 可以单独校准每个像素。但是, 稳定性也至关重要。否则, 波长参数仅在下次冲击或温度变化前保持有效。

如果选择DAS的成像 (和色散), 使得亮的像素点少于三个, 则不能进行极值确定。这导致了一个悖论: 一种看似有利的情形: 出口处的谱线很窄, 会导致更大的不准确性。例如, 如果一条谱线成像于仅一个像素, 则光谱不确定度为 $\Delta\lambda_{\text{像素}}$ 。

抛物线方程  
 $I(\lambda) = a \times \lambda^2 + b \times \lambda + c$

系数:  
 $a = (I_3 + I_1 - 2 I_2) / 2 \Delta\lambda^2$   
 $b = (I_3 - I_1) / 2 \Delta\lambda - 2a \times \lambda_2$   
 $c = I_2 - a \times \lambda_2^2 - b \times \lambda_2$

最大处  $\lambda_{\text{max}} = -b / 2a$

上述方程假定系数a, b, c波长场近似相等, 即  $\lambda_{i+1} - \lambda_i = \Delta\lambda \approx$  常数

## 确定半值宽度

抛物线拟合还能提供半值宽度的定性信息。要对抛物线进行拟合, 需要将 $I_{\text{max}}/2$ 插入到抛物线方程中。抛物线所得的半值宽度信息与高斯拟合的半值宽度仅有略微的偏离。

由DAS显示的半值宽度取决于谱线与各个像素的相对位置, 并且是在该位置具有1个像素周期长度的周期函数, 我们的参数是基于“最坏情况”的值。

与高斯曲线和洛伦兹曲线拟合的更合适但也更复杂的是, 他们更符合实际的光谱分布。这些还有一个好处, 即计算出的半值宽度不依赖于像素的相对位置。

$$\Delta\lambda_{\text{FWHM}} = 2[(b/2a)^2 - (c - I_{\text{max}}/a)]^{1/2}$$

## 强度分辨率

测量强度时需要考虑以下特性:

相对性:

- 最小可检测的变化
- 信号的稳定性
- 检测范围或动态
- 线性

绝对性:

- 最低可探测光量或灵敏度

介绍

波长范围

MMS 系列  
CGS 系列  
MCS FLEX 系列  
PGS 系列

软件

应用领域

定义和解释

精度

测量的最小变化量和稳定性之间相互影响。其本质上是由设备内部的噪音决定的。因为大多数的光谱仪都致力于保证稳定一个的“光路”。无论尺寸大小，尽可能精准的测量数值是最重要的。对于光谱仪模块的参数，例如，选择 10ms 的集成时间并在超过20次光谱采集后计算标准差Δσ，由此计算出的测量精度ΔI可以用于确定强度。

$$\Delta I = I_{\text{Noise}} = \Delta \sigma$$

动态范围和强度变化

动态范围可理解为饱和度 $I_{\text{sat}}$ 和噪声 $I_{\text{noise}}$  ↔ Δσ 之间的关系，并对应于信噪比  $S / N$ 。(暗电流会降低可用范围)， $S / N$ 不仅取决于探测器，还依赖于提供了较小步长并可合适的信号分离为该步长的数字化。

$$\text{动态} = S/N = I_{\text{sat}} / I_{\text{noise}}$$

当然，链中最薄弱的环节决定了所必需的信噪比。使用一个14位转换器对应16384步或增量，噪音Δσ= 1，信号(完全控制)实际上可以分为16384步。因此，最小的可测量变化是饱和信号的1/16384。4个计数的噪声存在4个计数的不确定性，即仅可以测量饱和信号的4/16384作为确定的变化和/或可以将信号有意义地分成4096个步骤。这里需要注意的是，只有当探测器被调整到同样高的水平时，更高的动态范围才有用：所以我们建议您使用高水准的光源，以便体验到蔡司光谱仪的高灵敏度给您带来的便利。

$$\text{动态} = \text{Range ADC}/\Delta\sigma$$

线性

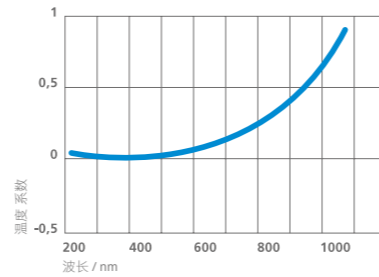
这些陈述只适用于理想的探测器线性和连接的电子元件，即所测量的电荷是否线性地依赖于辐照强度。因此要获得定量信息，就必须规定允许的偏差。幸运的是，现代半导体探测器在许多范围内都表现出近乎完美的线性行为，然而，在达到饱和(非线性的极端情况)之前，供电量的增加(强度的信息载体)不再与撞击光敏材料的光子的数量成线性关系，因此线性范围小于动态范围。

外部的影响

如图所示，温度T的变化不会引起灵敏度的变化。在1100 nm 范围内，灵敏度甚至随着温度的升高而增加。在- 50到+ 50°C 的温度范围内，即使对于InGaAs光电二极管阵列，灵敏度在1至1.55μm范围内变化小于1%。只有在规定范围之外，不同的涂层才会产生更强的温度影响。(温度下降会降低波段边缘的灵敏度。)

所使用的光电二极管阵列未显示信号噪声比有任何改变。只有暗电流  $I_{\text{dark}}$  随温度升高而增大，导致动态范围减小。这就是为什么探测器——尤其是InGaAs二极管阵列经常需要冷却的原因。这里值得注意的是，要检测的光源质量也会受到波动的影响，因此光源的不稳定性往往是限制因素。

$$I_{\text{dark}}(T+7K) = 2I_{\text{dark}}(T)$$



灵敏度

“最小可检测的变化量”是一个相对的参数。要确定光的最小可检测量是很困难的。或者，需要多少光子才能让检测电子检测到变化？难点在于确定光源的光强和耦合效率。这些也取决于波长：首先，因为所有元件都有波长相关的效率，包括耦合；其次，因为灵敏度测量的带宽相当重要。最简单的情况是光源带宽很窄，这大多数激光器都具有的。如果带宽明显小于光谱仪的带宽，变化至少是明显的。例如用红色的HeNe激光器测试，MMS模块超过 10<sup>13</sup>计数/Ws。

杂散光

指定杂散光值仅适用于测量指令。光谱仪模块的杂散光值由三种不同的光源确定，以确定杂散光和/或杂光的不同光谱成分：用于UV范围的氙灯和用于VIS-NIR范围的卤素灯。

杂散光量是由GG495或KG3滤光片测量的值与最大有用的信号之间的比值确定的。因此给出的杂散光是针对短波范围给出的，表明在光谱仪模块中，基本的杂散光比例来自近红外光谱。值得一提的是，因为这些光谱“远程”组件可以很容易地被滤掉。对于PGS NIR而言，杂散光的值可降低到0.1% (使用卤素灯在1450 nm处测量，用RG 850滤光片和10mm 吸水量来测量)。

杂散光会影响动态范围，因为杂散光会导致全动态范围不再可用。辐射的变化仅与杂散光比例有关：例如，如果杂散光比例是1 per mill，则10%的有效辐射的变化意味着改变杂散光的量为10<sup>-4</sup>。如果不使用致因辐射，则可以通过滤波进一步降低比例。在上述的例子中，10<sup>2</sup>的改变量导致的总改变为10<sup>-7</sup>。测量微小的变化是有局限性的，因为噪音通常要大得多。因此，如果知道信号的比例，就可以“计算出”杂散光的比例。

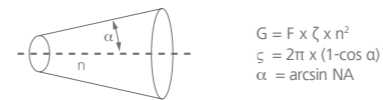
光学接口

接口必须用机械和光学来定义。SMA插件连接(几乎在所有型号上使用)是光纤中的一个有用的机械接口，可以形成清晰的接口以及定义良好的光纤束集光效率。

集光效率

光的集光效率G是光的入射表面F以及光的空间角ζ的乘积，因此必须要观察计算指数n。第一个因子对应于光纤(束)截面。第二个因子是数值孔径(NA)的值。

在MMS系列中,通过计算得到G=0.157mm²sr.



为了对现有光源(光纤、灯、成像系统)进行最优修改，建议先确定相应的集光效率。通过与MMS 的集光效率进行比较，可以估计出后续的耦合效率。前提是必须观察到4%菲涅尔反射损耗(玻璃光纤的指数跳跃)。

透射增加

假设光束是圆的，那么与传统的狭缝相比，通过使用光纤截面转换器(CSC)可以实现透射率  $\eta_{\text{FF, QSW}}/\eta_{\text{FF, Spalt}}$  的增加。可以使用通过QSW透射的光与通过矩形狭缝透射的光的比率来计算。

对于CSC，通过填充因子的透射部分是  $\eta_{\text{FF, QSW}}$ 。填充因子被定义为相对于照射的整个表面 $A_{\text{app}}$ 的光学有效表面 $A_{\text{eff}}$ 。在QSW的情况下， $A_{\text{eff}}$ 是光纤束横截面的直径 $d_{\text{fiber}}$ 和狭缝处的光纤数N，狭缝宽度的表面b和狭缝高度h的乘积。整个表面是圆形表面，直径 $d_{\text{slit}} = h$ 。

$$\eta_{\text{FF, CSC}} = N \times d_{\text{fiber}}^2 / d_{\text{slit}}^2$$

$$\eta_{\text{FF, slit}} = 4 \text{ b}/(\pi \times d_{\text{slit}})$$

$$\eta_{\text{FF, CSC}} / \eta_{\text{FF, slit}} = 16 \text{ (MMS)}$$

二极管阵列光谱仪的优化

除了选择高效的元件(闪耀光栅，光纤截面转换器，二极管阵列)之外，色散，成像特性，入口狭缝，像素尺寸和像素距离也必须良好匹配。光敏感度至关重要，对于单色光而言，光谱分辨率需要超过2个像素。近似的光栅图像比例为1:1，例如，入口狭缝应该是2到3个像素宽。如果更多像素被照亮，则信噪比和灵敏度会变差(1个像素捕获的带宽太窄)。如果少于3个像素点被照亮，则波长精度会变差。这就是为什么在MMS模块上QSW选择的是70μm单根光纤，25μm的像素宽度，因为在此条件下结果是几乎是完美的。光纤的数量值为像素高度与单根光纤外径的比值。

获得您的绝对信赖  
是我们的终极目标

介绍

---

波长范围

---

MMS 系列

CGS 系列

MCS FLEX 系列

PGS 系列

---

软件

---

应用领域

---

**定义和解释**

// 光谱仪模块 SPECTER MODULES  
MADE BY ZEISS

邮箱

---

[www.zeiss.com](http://www.zeiss.com)



介绍

---

波长范围

---

MMS 系列  
CGS 系列  
MCS FLEX 系列  
PGS 系列

---

软件

---

应用领域

---

定义和解释

---

邮箱

[www.zeiss.com](http://www.zeiss.com)



**Carl Zeiss Spectroscopy GmbH**

Carl-Zeiss-Promenade 10  
07745 Jena

Phone : + 49 3641 64-2838

Telefax: + 49 3641 64-2485

E-Mail : [info.spectroscopy@zeiss.com](mailto:info.spectroscopy@zeiss.com)

[www.zeiss.com/spectroscopy](http://www.zeiss.com/spectroscopy)

**卡尔蔡司（上海）管理有限公司**

地址：中国（上海）自由贸易试  
验区美约路60号（200131）

电话：+86 21 2082 1306

传真：+86 21 5048 1193

邮箱： [info.spectroscopy.cn@zeiss.com](mailto:info.spectroscopy.cn@zeiss.com)

