

操作手册

Rxn-20 拉曼光谱探头



目录

1 文档信息	4	6 安装	16
1.1 安全图标.....	4	6.1 防爆危险区安装.....	17
1.2 设备上的图标.....	4	6.2 过程与探头兼容性.....	17
1.3 美国出口管制合规.....	4	6.3 认证和标志.....	18
1.4 术语表.....	5	7 调试	19
2 基本安全指南	6	7.1 探头到货验收.....	19
2.1 人员要求.....	6	7.2 探头标定和验证.....	19
2.2 指定用途.....	6	8 操作	20
2.3 工作场所安全.....	6	8.1 消除石英光纤受激拉曼散射.....	20
2.4 操作安全.....	6	8.2 激发光聚焦.....	20
2.5 激光安全.....	7	9 诊断和故障排除	21
2.6 维修安全.....	7	10 维护	22
2.7 重要防护措施.....	7	10.1 清洁镜头/光学窗口.....	22
2.8 产品安全.....	8	10.2 检查和清洁光纤.....	22
3 产品描述	10	11 维修	23
3.1 Rxn-20 探头.....	10	12 技术参数	24
3.2 探头设计的优势.....	10	12.1 通用规格参数.....	24
3.3 Rxn-20 拉曼光谱探头附件.....	11	12.2 最大允许照射量.....	24
4 产品到货验收和标识	13	12.3 标称危险区.....	26
4.1 到货验收.....	13	13 补充文档资料	27
4.2 产品标识.....	13	14 索引	28
4.3 供货清单.....	13		
4.4 证书和认证.....	14		
5 探头和光纤连接	15		

1 文档信息

1.1 安全图标

安全信息结构	说明
 警告 原因 (/后果) 疏忽安全信息的后果 (适用时) ▶ 补救措施	危险状况警示图标。若未能避免这种危险状况，可能导致人员死亡或严重伤害。
 小心 原因 (/后果) 疏忽安全信息的后果 (适用时) ▶ 补救措施	危险状况警示图标。若未能避免这种危险状况，可能导致人员轻微或中等伤害。
 注意 原因/状况 疏忽安全信息的后果 (适用时) ▶ 措施/提示	可能导致财产受损的状况警示图标。

表 1. 安全图标

1.2 设备上的图标

图标	说明
	激光辐射图标，提醒用户在使用 Rxn 拉曼系统时，应注意暴露于有害可见激光辐射下的风险。
	高压电图标，提醒人员附近有高压电，存在导致人员受伤或财产损失的风险。对于某些行业，高压电指超出设定阈值的电压等级。使用高压电设备和线路时必须遵循特殊安全要求和规程。
	CSA 认证标志表示产品已通过测试，符合相关北美标准的要求。
	WEEE (废弃电气和电子设备) 标志，表示产品不得作为未分类城市垃圾处置，必须送往单独的回收机构进行废弃处理。
	CE 标志，表示产品符合欧洲经济区 (EEA) 内销售产品的相关健康、安全和环保要求。

表 2. 设备上的图标

1.3 美国出口管制合规

Endress+Hauser 的政策严格遵守美国出口管制法律，详细信息请访问美国商务部[工业与安全局](#)网站。

1.4 术语表

术语	说明
ANSI	美国国家标准学会
ATEX	爆炸性环境
°C	摄氏度
CDRH	美国医疗器械和放射健康中心
CFR	美国联邦法规
cm	厘米
CSA	加拿大标准协会
EU	欧盟
EXC	激发
°F	华氏度
FC	光纤通道
ft.	英尺
GMP	优良制造规范
IEC	国际电工委员会
in.	英寸
lbs.	磅
m	米
mm	毫米
MPE	最大允许照射量
MT	机械转接
nm	纳米
NOHD	标称眼损伤距离
PAT	过程分析技术
PTFE	聚四氟乙烯（特氟龙）
WEEE	废弃电气和电子设备

表 3. 术语表

2 基本安全指南

2.1 人员要求

- 仅允许经培训的专业技术人员进行测量系统的安装、调试、操作和维护。
- 执行特定操作的技术人员必须经厂方授权。
- 技术人员必须阅读《操作手册》，理解并遵守其中的各项规定。
- 工厂必须指派一位激光安全管理专员，确保对员工进行全面的 3B 类激光器件操作与安全规程培训。
- 仅允许经培训的授权人员修复测量点故障。对于本文档中未列举的维修操作，必须直接交由制造商或服务机构处理。

2.2 指定用途

Rxn-20 拉曼光谱探头适用于在实验室、工艺开发或制造环境中进行固体或半固体介质测量。

建议应用领域包括：

- **聚合物：**挤出粒料质量、结晶度、密度、原材料
- **制药：**结晶度、多晶型、造粒、混合均匀度、含量均匀度、包衣、压片
- **化工：**成品质量、混合杂质、结晶度、原材料
- **食品和饮料：**固态乳品、肉类和鱼类成分质量

禁止设备用于非指定用途，否则会危及人员和整个测量系统的安全，导致质保失效。

2.3 工作场所安全

用户有责任且必须遵守下列安全标准的要求：

- 安装指南
- 当地电磁兼容性标准和法规

产品通过电磁兼容性 (EMC) 测试，符合国际工业应用的适用标准要求。

仅正确连接分析仪的产品符合电磁兼容性 (EMC) 要求。

2.4 操作安全

进行测量点整体调试之前：

1. 检查并确认所有连接均正确。
2. 确保光电信号电缆完好无损。
3. 禁止使用已损坏的产品，并采取保护措施避免误操作。
4. 将受损产品标识为故障产品。

在操作过程中：

1. 如果无法修复故障，必须停用产品，并采取保护措施避免误操作。
2. 使用激光设备时，务必遵守当地激光安全规范要求，包括穿戴个人防护设备、禁止非授权用户使用设备等。

2.5 激光安全

Rxn 拉曼光谱分析仪采用 3B 类激光器，符合下列标准：

- [美国国家标准学会 \(ANSI\) Z136.1](#)，美国激光安全标准
- [国际电工委员会 \(IEC\) 60825-1](#)，激光产品安全要求 - 第 1 部分



警告

激光辐射

- ▶ 避免暴露于激光束照射下
- ▶ 3B 类激光产品

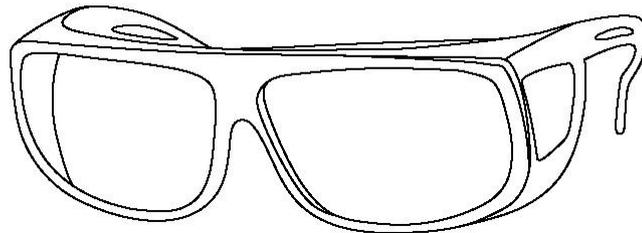


小心

激光束可以引燃一些物质，例如挥发性有机化合物。

引燃机制分两种，包括直接将样品加热至燃点，以及将污染物（例如灰尘）加热至引燃样品的临界温度点。

由于肉眼几乎无法看到辐射，激光类设备还会带来其他安全隐患。务必注意激光的初始方向和可能散射路径。激发波长达到 532 nm 和 785 nm 时，建议使用光密度值不小于 OD3 的激光护目镜；激发波长达到 993 nm 时，建议使用光密度值不小于 OD4 的激光护目镜。



A0048421

图 1. 激光护目镜

应对激光和相关危害时，请查询最新版美国激光安全标准 ANSI Z136.1 或 IEC 60825-14，详细了解如何采取合适的防范措施以及设置合理的管控程序。有关计算标称眼损伤距离 (NOHD) 和最大允许照射量 (MPE) 的相关参数，参见本文档第 12 章 → 图。

2.6 维修安全

如需从过程端拆下过程探头进行维修，请遵守所在公司的安全指南要求。维修设备时，务必穿戴防护设备。

2.7 重要防护措施

- 禁止将 Rxn-20 拉曼光谱探头用于非指定用途。
- 禁止直视激光束。
- 禁止使用激光束照射任何镜面/光亮面，或可能造成漫反射的表面。反射激光束的危害等同于直射激光束。
- 安装后未使用的探头必须安装防护盖或堵头。
- 务必使用激光束阻隔防护装置，避免出现激光散射辐射。
- 始终固定探头，防止其指向周围人员。禁止随意操作工作中的探头。

2.8 产品安全

产品设计满足所有现行安全要求，出厂前已完成测试，可以安全使用。产品符合相关法规和国际标准的要求。与分析仪相连的设备也必须符合适用分析仪安全标准。

Endress+Hauser 拉曼光谱系统的安全特性如下文所述，满足美国政府 [《美国联邦法规》](#) (CFR) 第 21 卷第 1 章 J 部分 ([美国医疗器械和放射健康中心](#) (CDRH) 负责监管) 以及 IEC 60825-1 标准 ([国际电工委员会](#)负责监管) 的要求。

2.8.1 CDRH 和 IEC 合规

Endress+Hauser 确认 Endress+Hauser 的拉曼光谱分析仪符合 CDRH 与 IEC 60825-1 标准规定的设计与制造要求。

Endress+Hauser 的拉曼光谱分析仪已在 CDRH 完成注册登记。禁止非法改装 Rxn2 或 Rxn4 拉曼光谱分析仪或附件，否则会引发危险的辐射暴露。Endress+Hauser 确认产品符合联邦法规要求，但非法改装会导致合规失效。

2.8.2 激光安全联锁

安装好的 Rxn-20 探头作为联锁回路的组成部分。如果光纤电缆出现断路故障，激光器将立即关闭。

注意

小心处理探头和电缆。

光纤电缆不得缠绕扭结，敷设时的最小弯曲半径要求为 75 mm (2.96 in.)。

▶ 电缆敷设不当会导致电缆永久损坏。

探头的电压等级满足本安防爆要求。探头安装在外壳中时，可在外壳盖上配备选配联锁开关，确保打开外壳后会触发激光联锁开关，从而在数毫秒时间内关闭激光。

2.8.3 激光发射指示灯

除了 Rxn2/Rxn4 拉曼光谱分析仪 (混合配置) 主仪表上的 CDRH 认证指示灯外，Rxn-20 探头上还配备了 CDRH 认证电气激光发射指示灯。

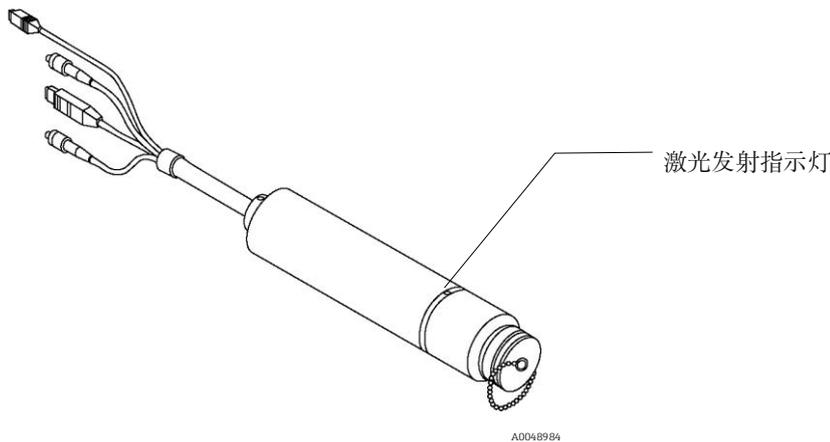


图 2. Rxn-20 探头上的激光发射指示灯位置

2.8.4 防爆认证

Rxn-20 拉曼光谱探头已通过第三方机构防爆认证，符合欧洲议会和欧洲理事会 2014 年 2 月 26 日颁布的 2014/34/EU 指令第 17 条的要求。Rxn-20 拉曼光谱探头已通过 ATEX 防爆认证，在欧洲地区以及其他认可 ATEX 防爆认证的国家均可使用。



图 3. ATEX 防爆认证标志

如果采用 Rxn-20 防爆危险区安装图 (3000272) 中的安装方式，Rxn-20 拉曼光谱探头还能满足[加拿大标准协会](#)的防爆认证要求，适用于美国和加拿大地区。

对于带 CSA 认证标志的产品：如果 CSA 标志两侧分别带“C”和“US”字样，表示产品同时适用于加拿大和美国市场；如果 CSA 标志仅带“US”字样，表示产品仅适用于美国市场；如果 CSA 标志上无“C”和“US”字样，表示产品仅适用于加拿大市场。



图 4. CSA 认证标志 (美国和加拿大防爆认证)

遵照 Rxn-20 防爆危险区安装图示 (3000272) 安装后，Rxn-20 探头还可满足[国际电工委员会](#)爆炸性环境用设备认证体系 (IECEX) 要求。

3 产品描述

3.1 Rxn-20 探头

Rxn-20 拉曼光谱探头基于美国凯撒拉曼技术，针对大体积测量优化设计，适合在实验室或加工厂对固体和半固体介质进行表征化拉曼光谱测量，支持免调焦和定量分析。Rxn-20 探头兼容 785 nm 激发光源波长的 Endress+Hauser Rxn2/Rxn4 拉曼光谱分析仪（混合配置）。

为了提高采样灵活性，Rxn-20 探头可选浸没式和非接触式采样光学器件。Rxn-20 探头自带螺纹式光挡保护帽，可确保操作安全性。

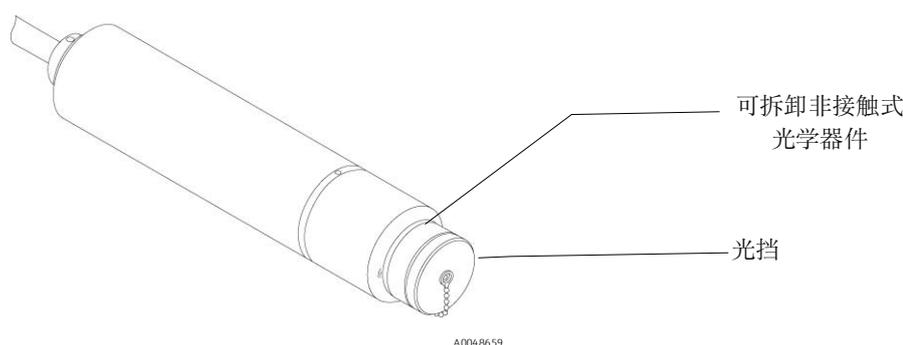


图 5. 不锈钢材质的 Rxn-20 探头

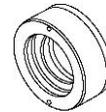
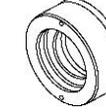
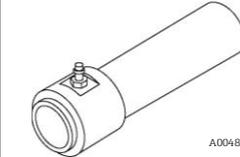
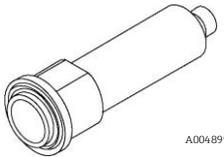
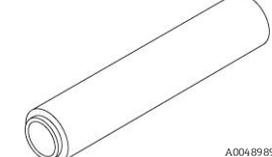
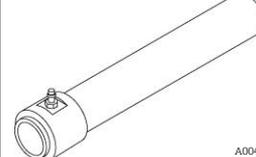
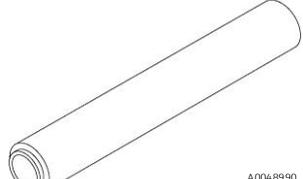
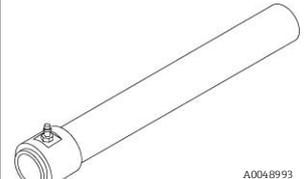
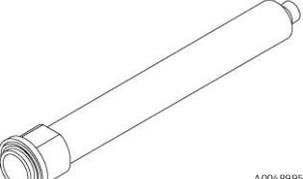
3.2 探头设计的优势

Rxn-20 探头解决了传统光谱过程分析技术（PAT）系统早前面临的诸多限制，能够实现表征化分析。

- **测量表征化：**激光光斑直径更大，单次测量测定的样品量更高。
- **出色的测量再现性：**探头提供大景深，确保消除不同测量轮次之间因样品布置小幅变化带来的拉曼信号偏差，并可获取景深信息。
- **优良的模型转换能力：**结合仪表设计、标定协议和出色的测量再现性，支持同一 GMP 车间环境中不同标度和单位之间的转换。
- **实现无损测量：**超低能量密度，避免固态样品出现热变或损坏/形态变化。

3.3 Rxn-20 拉曼光谱探头附件

探头兼容下列附件，能够满足不同应用场合的需求。

光斑尺寸	镜头转接环 直径 38.1 mm (1.50 in.)	镜筒：不可吹洗 直径 31.8 mm (1.25 in.)， 适配密封样品腔室	镜筒：可吹洗 直径 25.4 mm (1.00 in.)	浸没式光学器件 直径 25.4 mm (1.00 in.)
	316 不锈钢、 PTFE	铝合金 6061-T651， 黑色阳极氧化膜	316 不锈钢， 带 303 不锈钢倒钩接头	316 不锈钢、Kalrez 橡胶、 PTFE、蓝宝石
1 mm (0.04 in.)	 *	X	X	X
1.5 mm (0.06 in.)	 *	X	X	X
3 mm (0.12 in.)				
4.7 mm (0.19 in.)				X
6 mm (0.24 in.)				

*兼容采用 76.2 mm (3.00 in.) 镜筒的小样品腔室 (安装在探头主体和镜头转接环之间)

表 4. Rxn-20 探头附件

3.3.1 Rxn-20 探头，带镜头转接环

安装镜头转接环后，Rxn-20 探头即可以 1...6 mm (0.04...0.24 in.) 光斑尺寸进行测量。通常而言，大尺寸镜头具备更优良的对焦容差，可以实现对非均质固料层或样品的免调焦测量。小尺寸镜头能够对小粒径固料或浑浊介质进行表征化测量。

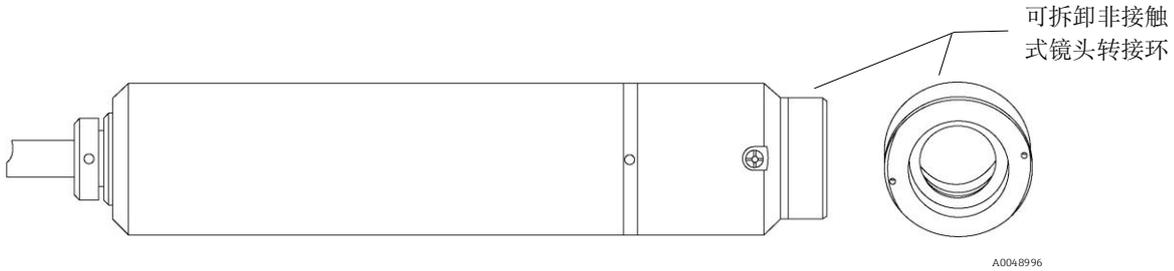


图 6. Rxn-20 探头，带镜头转接环

3.3.2 Rxn-20 探头，带镜头转接环和镜筒

Rxn-20 探头和非接触式镜头可以加装可吹洗/不可吹洗镜筒附件，能够接入相应的低流量气体，防止镜头因沾染被测材料变得模糊。可吹洗镜头附件连接 Rxn-20 探头与包衣机或其他必须保持镜头清洁度的批量加工应用。不可吹洗镜筒附件兼容样品腔室，便于实验室分析操作。

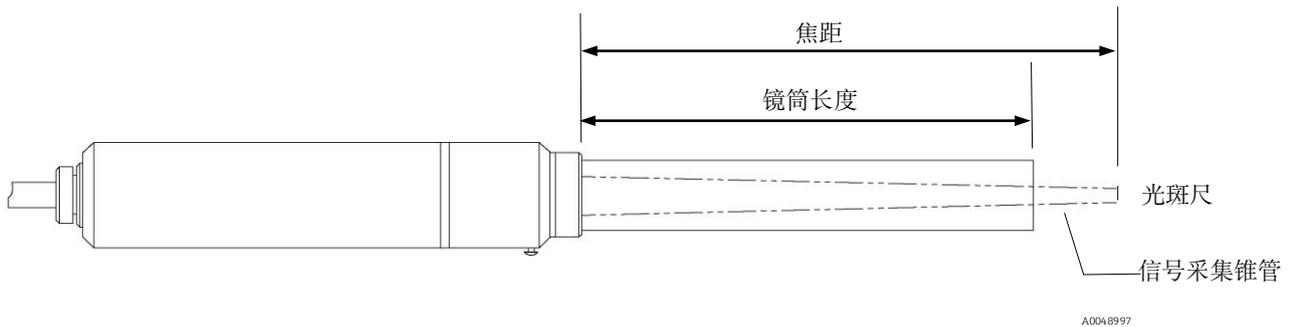


图 7. Rxn-20 探头，带镜头转接环和不可吹洗镜筒

3.3.3 Rxn-20 探头，带镜头转接环和浸没式光学器件

Rxn-20 镜头转接环的其他选配附件包括浸没式光学器件，可以直接接触泥浆和固料（原位或离线）。

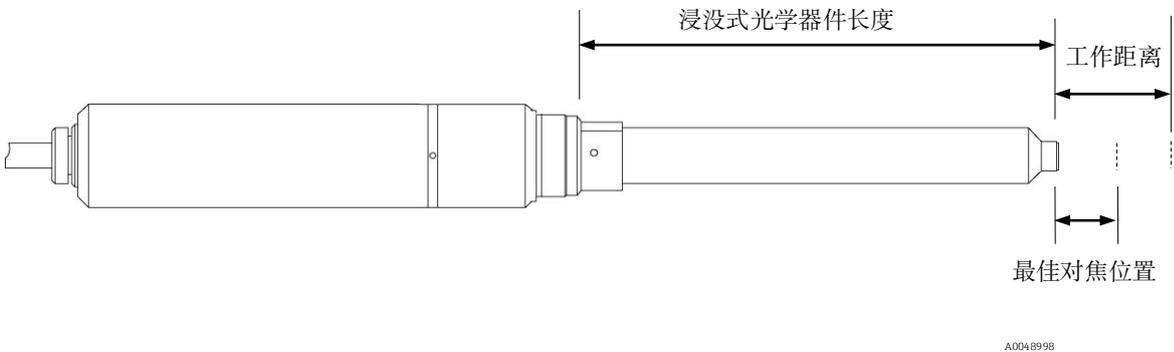


图 8. Rxn-20 探头，带镜头转接环和浸没式光学器件

4 产品到货验收和标识

4.1 到货验收

1. 检查并确认外包装完好无损。如存在外包装破损，请立即告知供应商。问题尚未解决之前，务必妥善保管外包装。
2. 检查并确认包装内的物品完好无损。如物品已被损坏，请立即告知供应商。问题尚未解决之前，务必妥善保管物品。
3. 检查订单的完整性，确保与供货清单完全一致。比对供货清单和订单。
4. 使用抗冲击和防潮包装存放和运输产品。原包装具有最佳防护效果。必须符合环境条件的指定要求。

如有任何疑问，请咨询 Endress+Hauser 当地销售中心。

注意

包装不当会导致探头在运输过程中损坏。

4.2 产品标识

4.2.1 标签

探头/位号牌上至少会标识下列信息：

- Endress+Hauser 品牌
- 序列号

在空间允许的情况下，还会标识下列信息：

- 产品标识（例如 Rxn-20）
- 扩展订货号
- 制造商信息
- 探头关键功能参数（例如材质、波长、焦深）
- 安全图标和认证信息（如适用）

逐一比对标签/位号牌和订货单，确保信息一致。

4.2.2 制造商地址

Endress+Hauser
371 Parkland Plaza
Ann Arbor, MI 48103 USA

4.3 供货清单

供货清单包括：

- Rxn-20 探头（订购配置）
- *Rxn-20 拉曼光谱探头《操作手册》*
- Rxn-20 探头的产品性能证书
- 当地符合性声明（可选）
- 防爆认证证书（可选）
- Rxn-20 探头选配附件（可选）
- 材质证书（可选）

如有任何疑问，请咨询供应商或 Endress+Hauser 当地销售中心。

4.4 证书和认证

证书和认证的详细信息参见 *Rxn-20 拉曼光谱探头《安全指南》*。

5 探头和光纤连接

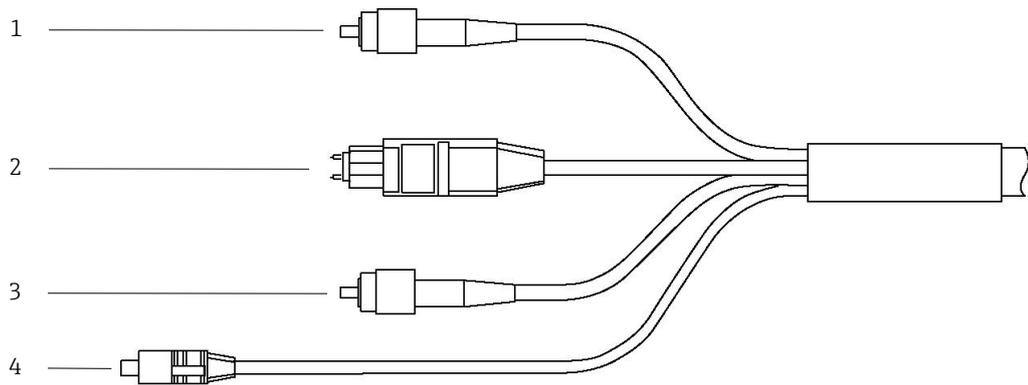
Rxn-20 探头通过集束光纤电缆连接 Rxn 拉曼光谱分析仪（混合配置）。标准光纤电缆长度：3 m (9.84 ft.)、10 m (32.81 ft.) 或 15 m (49.21 ft.)。也可选购自定义长度电缆。

注意

必须由 **Endress+Hauser** 专业工程师或经过特别培训的技术人员执行探头与光纤电缆的连接操作。

- ▶ 除非经过专业人员培训，用户自行连接探头与光纤电缆会导致产品损坏，造成质保失效。
- ▶ 在探头和光纤电缆连接方面如需更多帮助，请咨询 **Endress+Hauser** 当地服务代表。

集束光纤电缆通过以下方式连接 Rxn-20 探头与分析仪：



A0048999

图 9. Rxn-20 探头集束光纤电缆

#	名称	说明
1	激发光纤	光纤通道 (FC) 电缆，提供光纤激光辐射输出
2	采集光纤	机械转接结构 (MT) 光纤，用于采集拉曼散射光
3	标定光纤	光纤通道 (FC) 电缆，提供光纤自动标定源输出
4	激光联锁接头	电气联锁回路接头；如果光纤破损，将关闭激光器

表 5. Rxn-20 探头集束光纤电缆

有关分析仪连接的详细信息，参见 Rxn2 或 Rxn4 拉曼光谱分析仪《操作手册》。

6 安装

安装设备前，确认各探头的激光功率不会超过防爆危险区设备评估（4002266）或同等标准的规定。

必须遵守 3B 类激光产品的眼部和皮肤安全预防措施（参见 EN-60825/IEC 60825-14 标准），如下表所列。

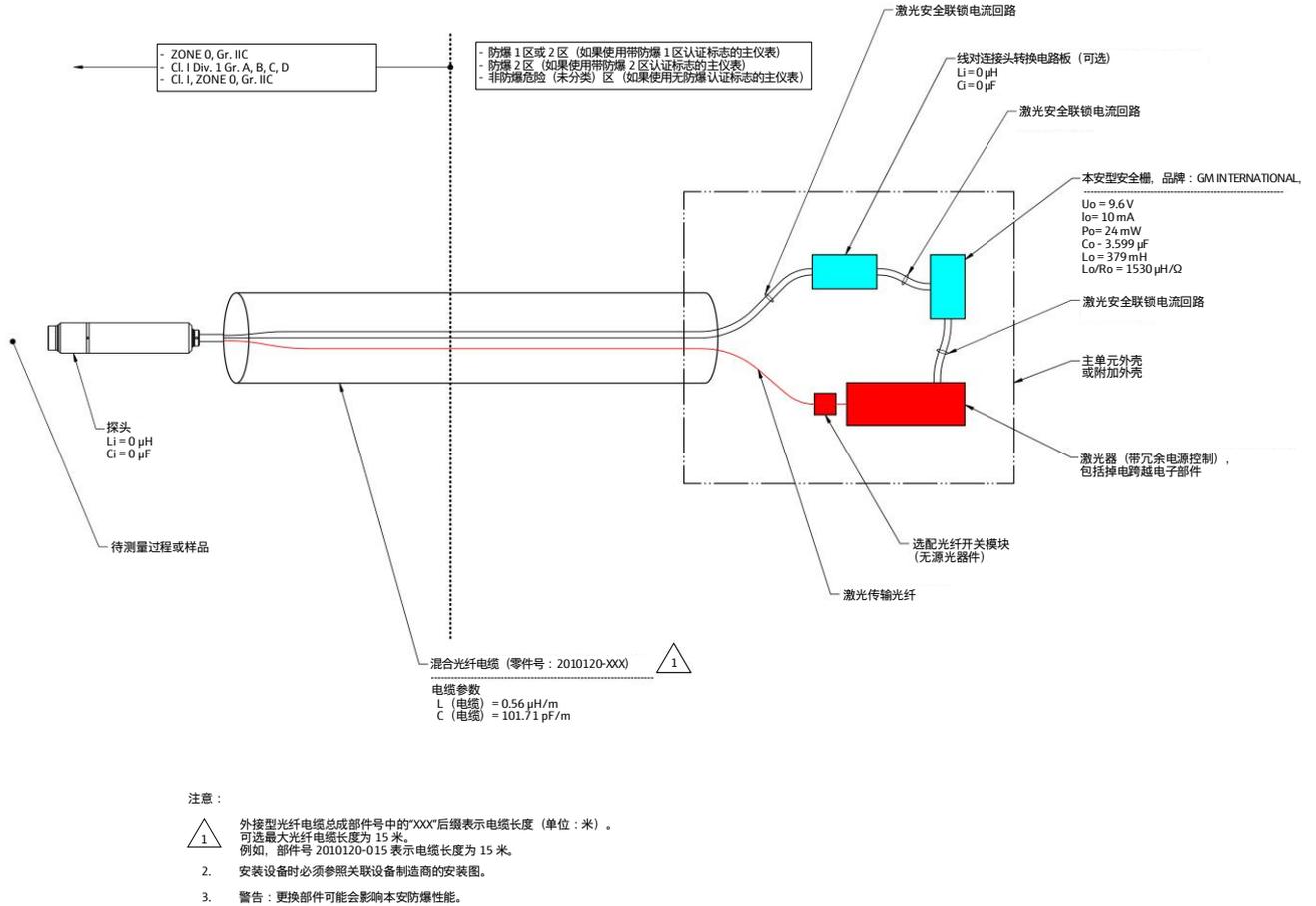
 警告	必须遵守激光产品的安全预防措施。 <ul style="list-style-type: none">▶ 未安装在样品腔室中使用时，探头必须始终安装防护盖，或者将探头指向漫反射靶，禁止指向人。
 小心	如果有杂散光进入未使用的探头，将影响所使用探头采集的数据，导致标定失败或测量误差。 <ul style="list-style-type: none">▶ 未使用的探头必须始终安装防护盖，防止杂散光进入。
 注意	安装探头时应多加注意，确保探头能够测量样品或相关区域。

6.1 防爆危险区安装

探头适合安装在防爆危险区使用。必须严格遵照 Rxn-20 防爆危险区安装图示 (3000272) 安装探头。

注意

原位安装探头时，用户必须消除探头安装位置光纤电缆上的应力影响。



A0050249

图 10. Rxn-20 防爆危险区安装图示 (3000272, 版本 X2)

6.2 过程与探头兼容性

安装前，用户必须检查探头的温度和压力规格参数以及材质是否满足实际工况要求。

必须通过适用于容器或管道的常见密封技术 (例如卡套螺纹) 安装探头。

警告

探头安装在高温或高压工况中使用时，必须采取附加安全预防措施，防止设备损坏或安全危害。

强烈建议使用符合当地安全标准的防爆裂装置。

- ▶ 用户自行确定是否需要使用防爆裂装置，并确保在安装过程中将其连接至探头。

6.3 认证和标志

Endress+Hauser 针对 Rxn-20 探头提供各类认证，符合下列标准要求。选择所需认证后，探头或探头位号牌上带有相应标志。

类型	说明
ATEX 标志和安装	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 订购过程中可以选择 ATEX 认证。可选防爆等级： II 2/1 G Ex ia op is IIA / IIB / IIB + H2 / IIC T3 / T4 / T6 Ga ▪ 订购前，必须确定具体探头/实际应用的防爆等级要求。用户必须完成下列准备工作之一： <ul style="list-style-type: none"> ○ 与采购部门合作确定防爆等级要求 ○ 向 Endress+Hauser 提供一份完整的防爆危险区设备评估报告（4002266）。 ▪ Endress+Hauser 根据用户提供的信息为 Rxn-20 探头添加防爆等级信息。对于因客户提供信息不准确导致的问题，Endress+Hauser 概不负责。 <p> 警告</p> <p>在 ATEX 防爆区中，仅允许使用 ATEX 认证型探头。</p>
北美防爆标志和安装	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 订购过程中可以选择 CSA 认证。可选防爆等级： Ex ia op is IIA / IIB / IIB + H2 / IIC T3 / T4 / T6 Ga Cl. I, Zone 0 AEx ia op is IIA / IIB / IIB + H2 / IIC T3 / T4 / T6 Ga Cl. I, Div. 1, Gr. A-D T3/T4/T6 ▪ 订购前，必须确定具体探头/实际应用的防爆等级要求。用户必须完成下列准备工作之一： <ul style="list-style-type: none"> ○ 与采购部门合作确定防爆等级要求 ○ 向 Endress+Hauser 提供一份完整的防爆危险区设备评估报告（4002266）。 ▪ Endress+Hauser 根据用户提供的信息为 Rxn-20 探头添加防爆等级信息。对于因客户提供信息不准确导致的问题，Endress+Hauser 概不负责。 ▪ 在北美防爆危险区中使用的探头套件带 CSA 标志，遵照 Rxn-20 防爆危险区安装图示（3000272）安装可满足本安防爆要求。 <p> 警告</p> <p>在 CSA 防爆区中，仅允许使用 CSA 认证型探头。</p>
IECEX 防爆标志和安装	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 订购过程中可以选择 IECEX 认证。可选防爆等级： Ex ia op is IIA / IIB / IIB + H2 / IIC T3 / T4 / T6 Ga IECEX ITS 14.0015X ▪ 订购前，必须确定具体探头/实际应用的防爆等级要求。用户必须完成下列准备工作之一： <ul style="list-style-type: none"> ○ 与采购部门合作确定防爆等级要求 ○ 向 Endress+Hauser 提供一份完整的防爆危险区设备评估报告（4002266）。 ▪ Endress+Hauser 根据用户提供的信息为 Rxn-20 探头添加防爆等级信息。对于因客户提供信息不准确导致的问题，Endress+Hauser 概不负责。 ▪ 在 IECEX 防爆危险区中使用的探头套件将带有 IECEX 标志，遵照 Rxn-20 防爆危险区安装图示（3000272）安装的设备视为满足本安防爆要求。 <p> 警告</p> <p>在 IECEX 防爆区中，仅允许使用 IECEX 认证型探头。</p>

表 6. 认证和标志

7 调试

出厂后，Rxn-20 探头可以直接连接 Rx2/Rxn4（混合配置）拉曼光谱分析仪使用。探头无需额外校准或调节。必须由 Endress+Hauser 专业工程师执行探头与 Rxn2/Rxn4 拉曼光谱分析仪（混合配置）的连接操作。

请遵照以下指南要求调试探头。

注意

不同应用场合对探头的安装和使用参数有不同的要求。

- ▶ 具体要求参见相关 ATEX、CSA 或 IECEx 防爆证书。

7.1 探头到货验收

进行产品到货验收，详细信息参见第 4.1 节 → 

此外，收到产品后先拆除运输包装并检查蓝宝石光学窗口，然后再将产品安装到过程中。如果发现光学窗口有明显裂痕，请联系供应商。

7.2 探头标定和验证

探头和分析仪使用前必须进行标定。

操作步骤参见 Rxn2 或 Rxn4 拉曼光谱分析仪《操作手册》：

- 执行分析仪内部标定；包括光轴校正、全波段标定或全激光波段标定，具体取决于分析仪状态
- 执行探头标定；需要带适用光纤转接头的标定附件（HCA）
- 进行探头校验；对照标准参考样品校验标定结果
- 查看标定和校验报告

Raman RunTime 软件要求必须执行分析仪内部和探头标定，否则不允许采集光谱数据。探头验证并非强制性步骤，但强烈建议执行。

登陆 Endress+Hauser 公司网站的“资料下载”区，下载 Rxn2 或 Rxn4 拉曼光谱分析仪《操作手册》：

<https://endress.com/downloads>

8 操作

Rxn-20 探头用于在实验室或加工厂进行大体积固体和半固体介质测量。Rxn-20 探头兼容 785 nm 激发光源波长的 Endress+Hauser Rxn2/Rxn4 拉曼光谱分析仪（混合配置）。

探头集束光纤输出的激发激光入射至样品，并由另一根集束光纤采集样品散射光。集束光纤将探头连接至分析仪。

Rxn-20 探头照亮大片表面区域，无需根据表面光洁度单独调节探头。工作原理如下。

8.1 消除石英光纤受激拉曼散射

激光经石英光纤传输，产生拉曼散射。如果此类散射光进入光谱仪，会对样品拉曼光谱造成干扰。使用超长光纤电缆传输激光时，干扰问题尤为明显。在激光从集束激发光纤输出之后以及入射至样品之前，Rxn-20 探头能够消除其中夹杂的硅酸盐拉曼散射光。在激光进入集束采集光纤之前，探头也能够消除样品散射的激光。因此，即使使用超长光纤电缆，通过 Rxn-20 探头采集到的光谱也不会含有石英光纤受激拉曼散射。

8.2 激发光聚焦

标准配置的 Rxn-20 探头能够将激发光聚焦在 6 mm (0.24 in.) 直径的光斑上，进行大面积定点取样。Rxn-20 探头提供大尺寸激发光斑和多束采集光纤，实现异质固体介质的轴向和侧向取样。这样，除了表面外，探头还可提供更深层介质的信息，这对于测量异质固体介质而言非常有帮助，例如片剂、胶囊、固体食物和珠状聚合物。

可选其他激发光斑尺寸。关于取样附件，参见第 3.3 节 → 。

更多使用说明参见相关 Rxn2 或 Rxn4 拉曼光谱分析仪《操作手册》。

9 诊断和故障排除

参见下文中的 Rxn-20 探头故障排除表。如果探头损坏，评估前应将探头与过程隔离，并关闭激光器。如需帮助，请咨询当地服务代表。

故障描述		可能的原因	操作
1	信号或信噪比大幅下降	镜头/光学窗口上存在污染物	1. 从过程端小心地拆除探头，清除污染物并检查探头顶部的镜头/光学窗口。 2. 如需要，彻底清洁镜头/光学窗口后再使用探头。参见第 10.1 节 → 。
		光纤出现裂纹，但结构仍然完整	验证光纤状况，并联系当地服务代表进行更换。
2	信号彻底丢失，但激光器处于通电状态，激光发射指示灯亮起	光纤损坏，但联锁线芯完好	确保所有光纤连接牢固。验证光纤状况，并联系当地服务代表进行更换。
3	探头上的激光发射指示灯不亮	光纤总成损坏	检查光纤是否有损坏迹象。联系当地服务代表进行更换。
		激光联锁线缆断开	确保分析仪处已正确连接探头/通道的激光联锁线缆和远程联锁连接头。
4	激光功率或采集效率降低	光纤连接部位存在污染物	小心清洁分析仪上的探头光纤末端。 有关清洁指南和新探头启动步骤，参见相关 Rxn 拉曼光谱分析仪《操作手册》。
		镜头转接环与镜筒或浸没式光学器件搭配错误	选择合适的镜头转接环和镜筒或浸没式光学器件，以满足光斑尺寸需求。可接受搭配参见表 4。
5	激光发射指示灯熄灭	光纤破损	联系服务代表进行维修或更换光纤电缆。
6	分析仪上的激光联锁机制导致激光关闭	激光联锁机制已启动	检查所有连接光纤电缆通道上是否有光纤破损，确保各通道均已连接远程联锁连接头。
7	光谱信号中存在无法识别的光谱带或光谱模式	光纤出现裂纹，但结构仍然完整	验证可能的原因，联系当地服务代表将受损产品返厂。
		探头/镜头顶部存在污染物	
		探头内部光学器件因泄漏受到污染	
8	其他原因不明的探头性能劣化	探头或附件发生物理损坏	联系当地服务代表将受损产品返厂。

表 7. 故障排除

10 维护

10.1 清洁镜头/光学窗口

使用镜头抹布沾上水基镜头清洗液轻轻擦掉镜头转接环或探头光学窗口上的污染物。如需更深入清洁，使用镜头抹布沾上异丙醇轻轻擦掉污染物。

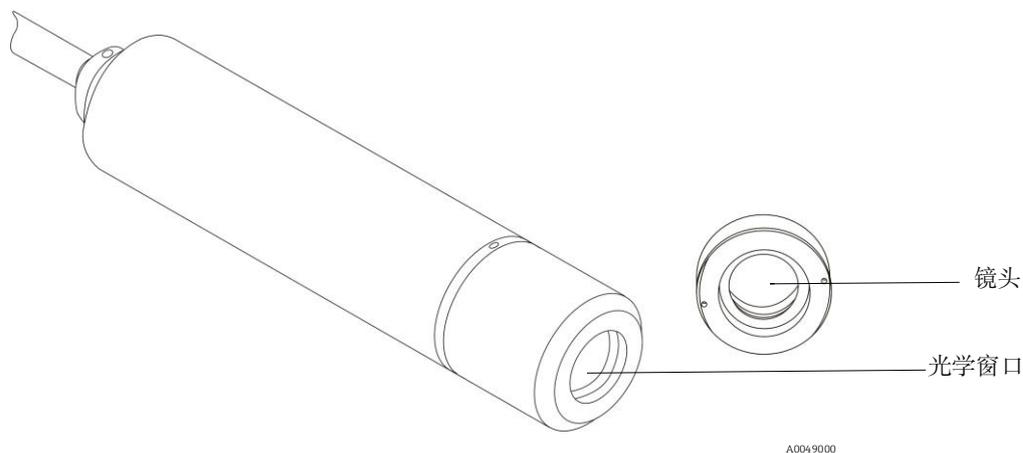


图 11. Rxn-20 探头光学窗口和镜头

10.2 检查和清洁光纤

集束光纤接头必须洁净且无碎屑和油脂，确保达到最佳性能。如需清洁，请参阅 Rxn2 或 Rxn4 拉曼光谱分析仪《操作手册》，仅允许清洁激发光纤和标定光纤末端。

11 维修

对于本文中未列举的维修操作，必须直接交由制造商或服务机构处理。如需技术服务，登陆公司网站 (<https://www.endress.com/contact>) 查询当地销售渠道列表。

产品必须返厂维修或更换时，遵循服务机构规定的所有去污步骤。



警告

返厂前必须对接液部件正确执行去污操作，否则会导致人员重伤或死亡。

为了保证产品快速、安全、专业地返厂，请联系当地服务机构。

如需了解其他产品返厂信息，访问以下网址并选择相应的市场/地区：

<https://www.endress.com/en/instrumentation-services/instrumentation-repair>

12 技术参数

12.1 通用规格参数

项目		说明
探头最大激光功率		< 499 mW
兼容波长		785 nm
取样接口	温度	10...40°C (50...104 °F)
	压力	环境条件
	相对湿度	20...80 %, 无冷凝
探头尺寸	长度	209.55 mm (8.25 in.), 不含镜头转接环 312 mm (12.29 in.), 含光纤弯曲半径
	直径	48 mm (1.89 in.)
	重量	约 2 lbs. (含电缆)
结构材质	探头主体	316L 不锈钢
	光学窗口	光学级材质
	光纤电缆	设计: PVC 护套 (专利结构设计) 连接头: FC、MT 和电气连接头
光纤电缆	长度	标准长度为 3 m (9.84 ft.)、10 m (32.81 ft.) 或 15 m (49.21 ft.) 可选自定义长度
	最小弯曲半径	75 mm (2.96 in.)
	温度	-40...70°C (-40...158 °F)
焦点处标称光束直径	标准	6 mm (0.24 in.)
	可选	4.7 mm (0.19 in.)、3 mm (0.12 in.) 或 1 mm (0.04 in.)

表 8. 通用规格参数

12.2 最大允许照射量

最大允许照射量 (MPE) 指不会导致眼部或皮肤损伤的激光辐射暴露最大限值。MPE 基于激光波长 (λ , 单位: 纳米)、暴露持续时间 (单位: 秒 (t)) 和涉及能量 (单位: $\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$ 或 $\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$) 计算。

可能还需要考虑校正系数 (C_A)，如下表所示。

波长 λ (nm)	校正系数 C_A
400...700	1
700...1050	$10^{0.002(\lambda-700)}$
1050...1400	5

表 9. 不同波长对应的校正系数 C_A

12.2.1 激光辐射眼部最大允许照射量 (MPE)

ANSI Z136.1 标准列举了测定激光辐射眼部最大允许照射量的方法。请参考标准，计算 Rxn-20 探头发出激光辐射的 MPE 值，以及光纤破损（可能性极低）所产生激光辐射的 MPE 值。

激光辐射眼部最大允许照射量				
波长 λ (nm)	暴露持续时间 t (s)	MPE 计算		MPE, 其中 $C_A = 1.4791$
		(J·cm ⁻²)	(W·cm ⁻²)	
785	10 ⁻¹³ ...10 ⁻¹¹	1.5 $C_A \times 10^{-8}$	-	2.2 × 10 ⁻⁸ (J·cm ⁻²)
	10 ⁻¹¹ ...10 ⁻⁹	2.7 $C_A t^{0.75}$	-	输入时间 (t) 并计算
	10 ⁻⁹ ...18 × 10 ⁻⁶	5.0 $C_A \times 10^{-7}$	-	7.40 × 10 ⁻⁷ (J·cm ⁻²)
	18 × 10 ⁻⁶ ...10	1.8 $C_A t^{0.75} \times 10^{-3}$	-	输入时间 (t) 并计算
	10...3 × 10 ⁴	-	$C_A \times 10^{-3}$	1.4971 × 10 ⁻³ (W·cm ⁻²)

表 10. 激光辐射眼部最大允许照射量 (785 nm 波长激光)

12.2.2 激光辐射皮肤最大允许照射量 (MPE)

ANSI Z136.1 标准列举了测定激光辐射皮肤最大允许照射量的方法。请参考标准，计算 Rxn-20 探头发出激光辐射的 MPE 值，以及光纤破损（可能性极低）所产生激光辐射的 MPE 值。

激光辐射皮肤最大允许照射量				
波长 λ (nm)	暴露持续时间 t (s)	MPE 计算		MPE, 其中 $C_A = 1.4791$
		(J·cm ⁻²)	(W·cm ⁻²)	
785	10 ⁻⁹ ...10 ⁻⁷	2 $C_A \times 10^{-2}$	-	2.9582 × 10 ⁻² (J·cm ⁻²)
	10 ⁻⁷ ...10	1.1 $C_A t^{0.25}$	-	输入时间 (t) 并计算
	10...3 × 10 ⁴	-	0.2 C_A	2.9582 × 10 ⁻¹ (W·cm ⁻²)

表 11. 激光辐射皮肤最大允许照射量 (785 nm 波长激光)

12.3 标称危险区

Rxn-20 探头可选下列对焦光学器件配置。根据外形尺寸计算标称危险区。

激光光斑尺寸 (直径) (b_0)	光学器件焦距 (f_0)	标称眼损伤距离 (NOHD) 计算方程
1 mm (0.04 in.)	35 mm (1.38 in.)	$L_{\text{NOHD}} = (f_0/b_0)(4\Phi/\pi\text{MPE})^{1/2}$ <p>Φ = 激光器功率输出, 单位: W</p>
1.5 mm (0.06 in.)	50 mm (1.97 in.)	
3 mm (0.12 in.)	125 mm (4.93 in.)	
4.7 mm (0.19 in.)	200 mm (7.88 in.)	
6 mm (0.24 in.)	250 mm (9.84 in.)	

表 12. 计算标称危险区

有关计算标称眼损伤距离的相关分析仪信息, 参见 Rxn2 或 Rxn4 拉曼光谱分析仪《操作手册》。

13 补充文档资料

配套文档资料的查询方式:

- 在智能手机/平板电脑上使用 Endress+Hauser Operations App
- 登陆 Endress+Hauser 公司网站的“资料下载”区: <https://endress.com/downloads>

文档资料代号	文档资料类型	文档资料名称
KA01547C	简明操作指南	Rxn-20 拉曼光谱探头 《简明操作指南》
XA02747C	安全指南	Rxn-20 拉曼光谱探头 《安全指南》
TI01631C	技术资料	Rxn-20 拉曼光谱探头 《技术资料》

表 13. 补充文档资料

14 索引

- CDRH 合规, 5, 8
- IEC 合规, 5, 7, 8, 16
- MPE
 - 激光辐射皮肤, 25
 - 激光辐射眼部, 25
- Raman RunTime, 19
- Rxn 拉曼光谱分析仪 (混合配置) , 8, 10, 15, 19, 20
- 安全, 7
 - 操作, 6
 - 产品, 8
 - 工作场所, 6
 - 基本, 6
 - 激光, 7, 8
 - 皮肤, 16, 25
 - 维修, 7
 - 眼部**, 7, 16, 25
- 标定附件, 19
- 出口管制合规, 4
- 电气连接, 6
- 防爆, 9, 16, 17, 18
- 附件, 11, 12, 13
- 光纤电缆
 - 标定, 15
 - 采集, 15
 - 激发, 15
 - 激光联锁, 15
 - 清洁, 22
 - 温度, 24
 - 长度, 15, 24
 - 最小弯曲半径, 8, 24
- 规格
 - 激光功率, 16, 24
 - 温度, 24
 - 相对湿度, 24
 - 压力, 24
 - 长度, 24
 - 直径, 11, 24
 - 重量, 24
- 激光联锁, 21
- 技术参数, 24
- 人员要求, 6
- 认证, 8, 9, 13, 14
 - ATEX, 5, 9, 18, 19
 - CSA, 5, 9, 19
 - IECEX, 5, 7, 8, 9, 16, 18, 19
 - 北美, 18
 - 防爆, 9, 18
 - 合规, 5, 8
- 术语表, 5
- 探头
 - 安装, 16, 17
 - 保护帽, 7, 10
 - 标定, 19
 - 操作, 20
 - 故障排除, 21
 - 接口, 12
 - 结构材质, 24
 - 浸没式光学器件, 12
 - 镜筒, 12
 - 镜头/光学窗口, 22
 - 镜头转接环, 12
 - 其他文档, 27
 - 验收, 13
 - 验证, 19
 - 指定用途, 6
- 图标, 4
- 维修, 23
- 转接头, 19

www.addresses.endress.com
