BA02190C/28/ZH/02.22
70199509

操作手册

Rxn-41 拉曼光谱探头

Endress+Hauser
People for Process Automation

目录

1 文档信息 4

1.1 安全图标 4

1.2 设备上的图标 4

1.3 美国出口管制合规 4

1.4 术语表 5

2 基本安全指南 6

2.1 人员要求 6

2.2 指定用途 6

2.3 工作场所安全 6

2.4 操作安全 6

2.5 激光安全 7

2.6 维修安全 7

2.7 重要防护措施 7

2.8 产品安全 7

3 产品描述 10

3.1 Rxn-41 探头 10

3.2 探头设计的优势 10

4 产品到货验收和标识 11

4.1 到货验收 11

4.2 产品标识 11

4.3 供货清单 11

4.4 证书和认证 12

5 探头和光纤连接 13

5.1 EO 光纤电缆 13

5.2 FC 电缆总成 14

6 安装 15

6.1 安装指南 15

6.2 防爆危险区安装 16

6.3 过程与探头兼容性 17

6.4 认证和防爆标志 18

7 调试 19

7.1 探头验收 19

7.2 探头标定和验证 19

8 操作 20

9 诊断和故障排除 21

10 维护 22

10.1 探头检查 22

10.2 清洗探头的光学窗口 22

10.3 检查和清洁光纤 22

10.4 内部冲洗和加压 22

11 维修 23

12 技术参数 24

12.1 压力和温度规格参数 24

12.2 通用规格参数 25

12.3 最大允许照射量 26

13 补充文档资料 28

14 索引 29

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。若未能避免危险状况，会导致人员致命或严重伤害。
⚠ 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。若未能避免这种状况，会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。
C US	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	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
API	药用活性成分
ATEX	爆炸性环境
BPVC	锅炉和压力容器法规
°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
DIN	德国标准化协会
EO	光电
EU	欧盟
°F	华氏度
ft.	英尺
IEC	国际电工委员会
in.	英寸
IPA	异丙醇
IS	本质安全
kg	千克
lbs.	磅
LED	发光二极管
m	米
mbar	毫巴（压力单位）
mm	毫米
MPE	最大允许照射量
nm	纳米
PAT	过程分析技术
psi	磅/平方英寸
QbD	质量源于设计
RD	红色
WEEE	废弃电气和电子设备
YE	黄色

表 3. 术语表

2 基本安全指南

2.1 人员要求

- 仅允许经过专门培训的技术人员执行测量系统的安装、调试、操作和维护工作。
- 执行特定操作的技术人员必须经工厂厂方授权。
- 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-41 拉曼光谱探头适用于在加工厂进行浸入式液体样品分析。

建议应用领域包括:

- **化工:** 反应过程监测、混合、进料和成品监测
- **聚合物:** 聚合物反应监测、聚合物共混
- **制药:** 药用活性成分（API）反应监测、结晶、多晶体、药物生产装置操作
- **石油和天然气:** 碳氢化合物特性分析

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. 确保流体液位高度满足探头的浸入式分析要求（适用时）。
4. 禁止使用已损坏的产品，并采取保护措施避免误操作。
5. 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，美国激光安全使用标准
- 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。

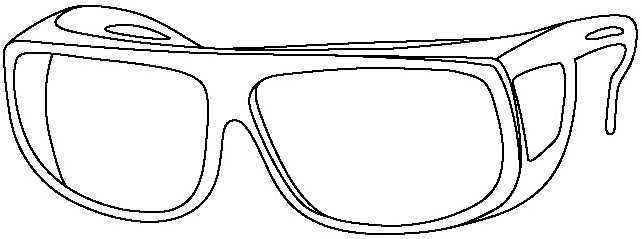

图 1. 激光护目镜

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。有关计算最大允许照射量（MPE）的相关参数，参见本文档第 12 章→ 🗎。

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-41 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，防止引起漫反射。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。

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。必须遵守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 Rxn 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

安装状态下的 Rxn-41 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 152.4 mm (6 in.)。

▶ 电缆敷设不当会导致电缆永久损坏。

联锁回路为小电流回路。在防爆危险区使用 Rxn-41 拉曼光谱探头时，联锁回路必须连接本安型（IS）安全栅。

探头上有激光联锁指示灯。激光器通电后，LED 指示灯亮起。

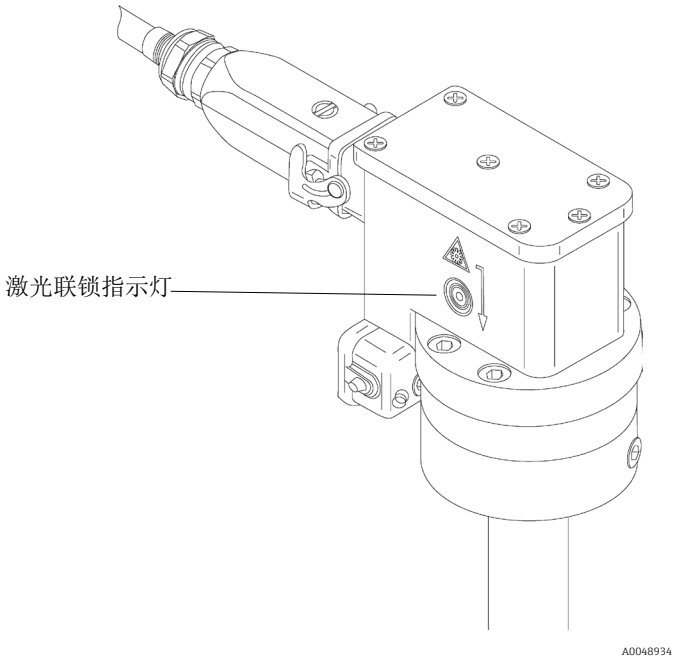

图 2. 激光联锁指示灯位置

2.8.3 防爆认证

Rxn-41 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-41 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。

A0048935

图 3. ATEX 防爆认证标志

如果采用防爆危险区安装图（4002396）中的安装方式，Rxn-41 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。

A0048936

图 4. CSA 认证标志（美国和加拿大防爆认证）

如果采用防爆危险区安装图（4002396）中的安装方式，Rxn-41 拉曼光谱探头还能满足国际电工委员会防爆电气产品认证体系（IECEx）要求。

3 产品描述

3.1 Rxn-41 探头

Rxn-41 拉曼光谱探头基于美国凯撒拉曼技术，能够直插安装在中试车间或工艺过程中的大型反应罐中使用。这款探头兼容 532 nm、785 nm 或 993 nm 激发光源波长的 Endress+Hauser 拉曼光谱分析仪，允许在防爆危险区中使用。

Rxn-41 探头特别适用于化工厂和精炼厂的批量或连续生产过程，同时也可安装在制药厂的搪玻璃反应罐中进行高效样品分析，作为采用过程分析技术（PAT）分析仪的“质量源于设计”（QbD）解决方案的组成部分。

直接浸入低温流体测量时，可选用低温工况优化型 Rxn-41 探头。

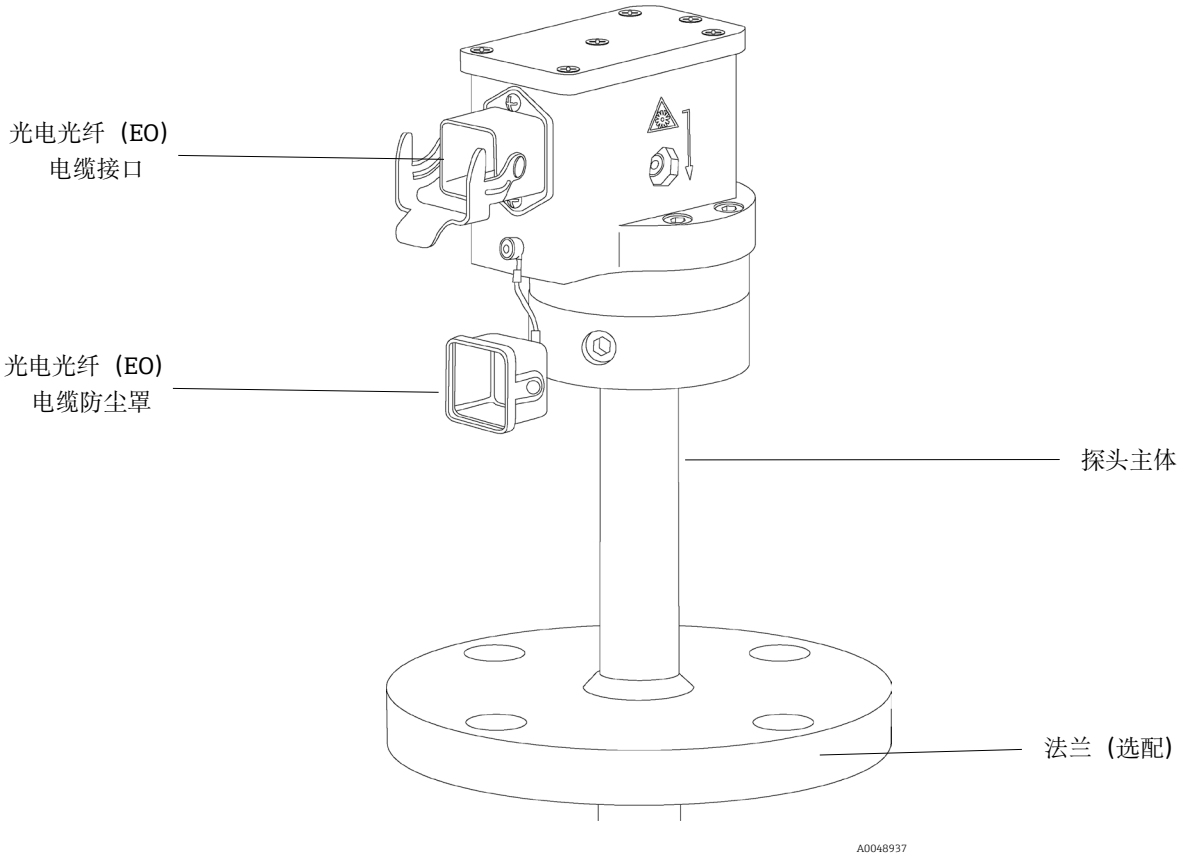

图 5. Rxn-41 探头

3.2 探头设计的优势

与传统探头相比，Rxn-41 探头具有下列优势:

- 密封探头和光学器件设计，支持接液测量
- 光学焦点固定不变，保证长期测量稳定性和超高信背比
- 自带“激光器开启”指示灯
- 耐受极端化学腐蚀、温度和压力工况
- 符合 1 类压力容器安全标准
- 能够满足不同的现场需求
- 允许在防爆危险区中使用

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-41）
- 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）

逐一比对探头/位号牌上的信息和订单，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-41 探头（订购配置）
- *Rxn-41 拉曼光谱探头《操作手册》*
- Rxn-41 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）
- 材质证书（可选）
- Rxn-41 探头选配附件（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-41 拉曼光谱探头《安全指南》*。

5 探头和光纤连接

Rxn-41 探头通过以下任一方式连接 Rxn 拉曼光谱分析仪:

- 光电（EO）- EO 光纤电缆
- 光纤通道（FC）- EO 光纤转接头，适用于非嵌入式系统

有关分析仪连接的详细信息，参见 Rxn 拉曼光谱分析仪《操作手册》。

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。

Rxn-41 探头的光纤接口采用直角型/直型设计。

如需更长电缆或在电缆导管中安装，可选用 EO 延长电缆。

5.1 EO 光纤电缆

EO 光纤电缆通过一个坚固耐用的连接头（其中包含激发光纤、采集光纤和激光电气联锁装置）连接 Rxn-41 探头与分析仪。

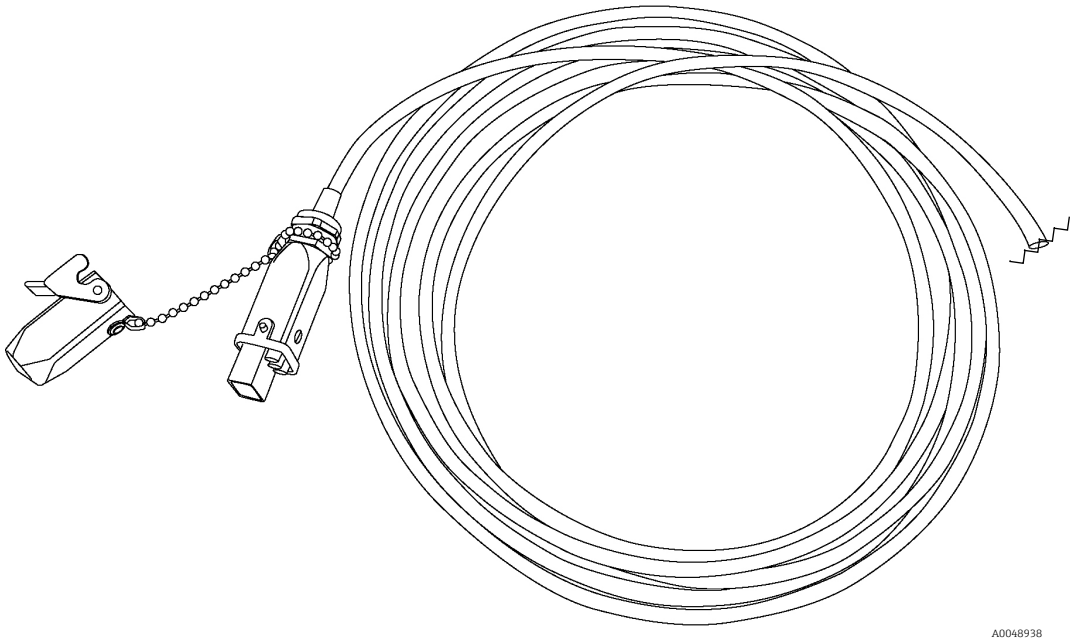

图 6. 带分析仪专用连接头的 EO 光纤电缆

5.2 FC 电缆总成

FC 电缆总成通过下列方式连接分析仪:

- 电气联锁连接头
- 黄色（YE）激发光纤，用于激光输出
- 红色（RD）采集光纤，用于光谱输入

然后使用 FC - EO 光纤转接头将 FC 电缆连接至 Rxn-41 接头。

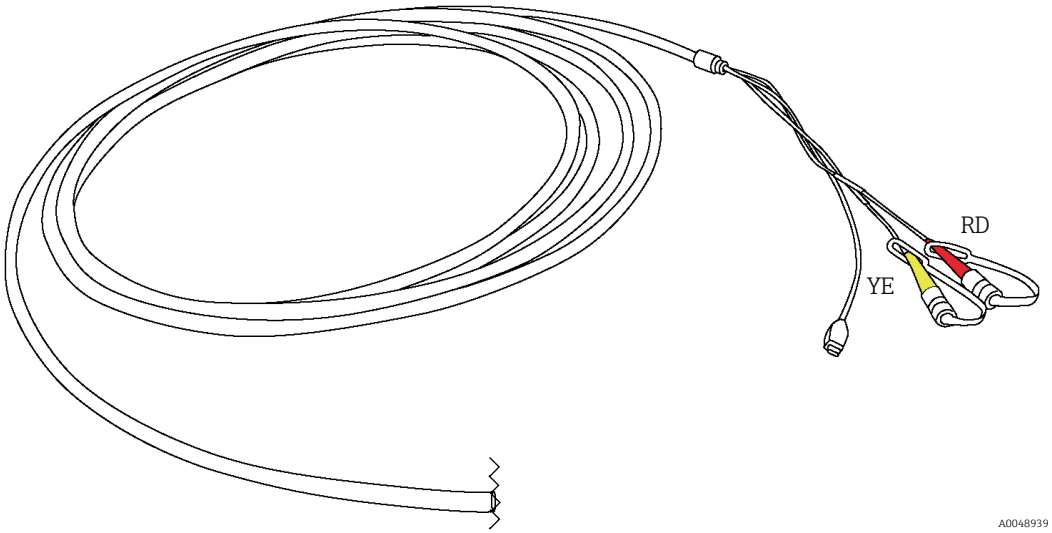

图 7. 带分析仪专用连接头的 FC 电缆总成

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	**探头具有特定密封边界。** ▶ 只有在指定密封表面（轴、法兰等）实现真正密封，才能达到探头的设定耐压值。 **必须遵守激光产品的安全预防措施。** ▶ 未安装在样品室中使用时，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。** ▶ 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，确保探头能够测量流动样品或相关样品区域。**

6.1 安装指南

Rxn-41 探头直插安装在过程流和反应罐中使用，安装指南如下：

- 安装带不可拆卸直角型光纤连接头（EO）的探头时，建议在安装时从探头上断开光纤电缆。
- 确保激光联锁装置已连接安全指示灯以及其他安全系统，例如合适的液位传感器或吹洗装置。
- Rxn-41 探头上无任何需要接地的带电部件。用户应自行考虑探头安装方面的其他因素，确定是否需要接地。

6.2 防爆危险区安装

在防爆危险区使用时，必须遵照防爆危险区安装图（4002396）安装探头。

注意

现场安装探头时，用户必须消除探头安装位置光纤电缆上的应力影响。

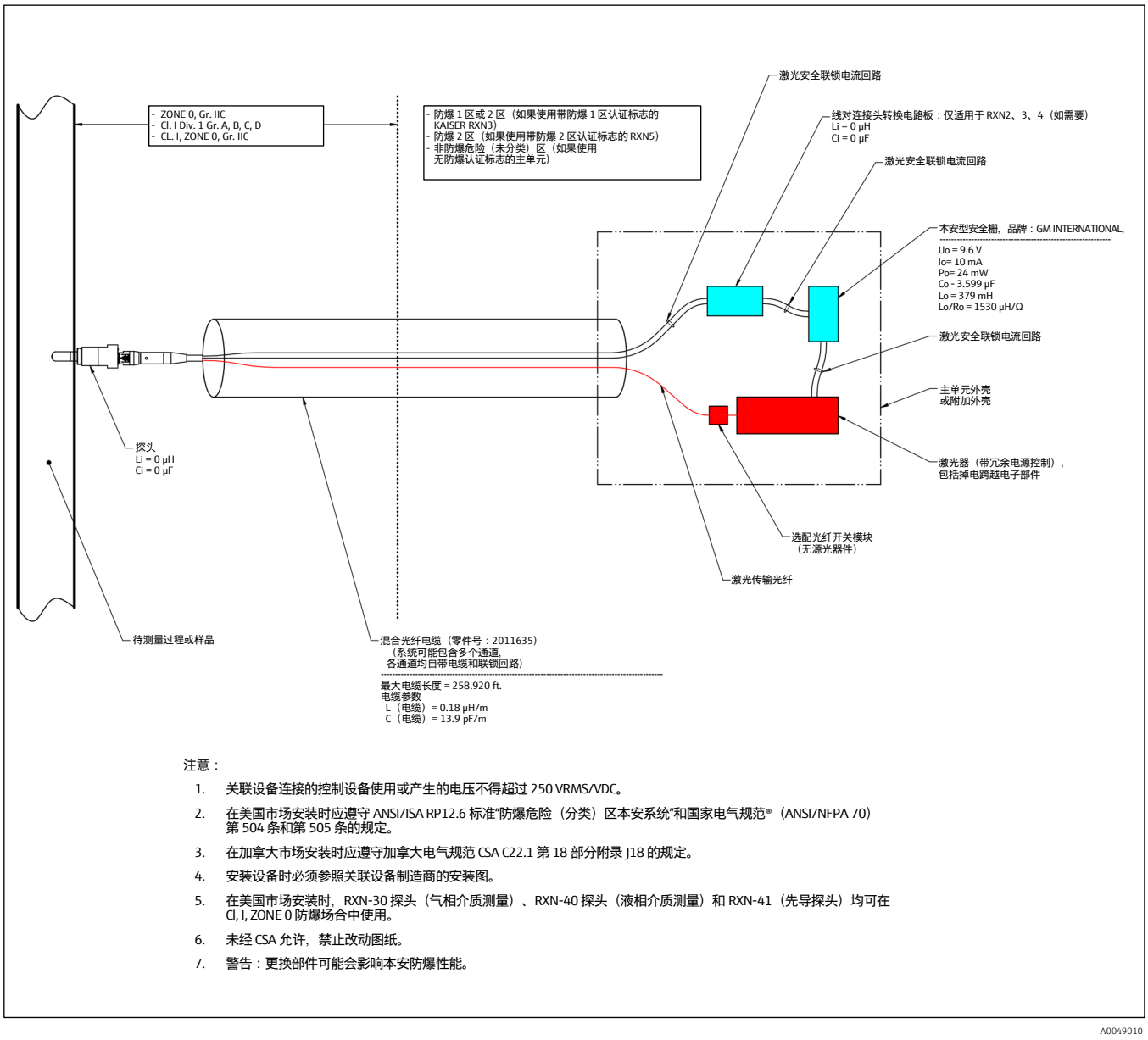

图 8. 防爆危险区安装图（4002396 X5 版）

6.3 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（例如法兰、卡套螺纹）安装探头，并且遵守当地安装规范要求。

⚠ 警告

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。

⚠ 警告

如果所安装探头采用钛金属材质，用户应知晓撞击或过度摩擦会产生火花，或者导致火灾。

▶ 安装及使用钛金属探头时，用户必须确保采取预防措施，避免发生安全事故。

6.4 认证和防爆标志

Endress+Hauser 针对 Rxn-41 探头提供各类认证，符合下列标准要求。探头或探头位号牌基于所需认证制造和标识。

类型	说明
ATEX 防爆标志及安装要求	▪ 用户可以选购 ATEX 防爆标志。可选标志: II 2/1 G Ex ia op is IIA / IIB / IIB + H2 / IIC T3 / T4 / T6 Ga ▪ 订购前，必须确定特定探头/应用场合的防爆标志。用户需要自行完成以下事项之一: ○ 与采购部门共同确定所需防爆标志或 ○ 向 Endress+Hauser 提供防爆危险区设备评估报告（4002266）的完整副本。 ▪ Endress+Hauser 将根据用户提供的信息标识 Rxn-41 探头。对于因客户提供信息不准确导致的问题，Endress+Hauser 概不负责。 警告 **在 ATEX 认证规定的工况中，仅允许使用 ATEX 防爆探头。**
北美防爆标志及安装要求	▪ 用户可以选购 CSA 防爆标志。可选标志: 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, B, C, D T3/T4/T6 ▪ 订购前，必须确定特定探头/应用场合的防爆标志。用户需要自行完成以下事项之一: ○ 与采购部门共同确定所需防爆标志或 ○ 向 Endress+Hauser 提供防爆危险区设备评估报告（4002266）的完整副本。 ▪ Endress+Hauser 将根据用户提供的信息标识 Rxn-41 探头。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，遵照防爆危险区安装图（4002396）安装可满足本安防爆要求。 警告 **在 CSA 认证规定的工况中，仅允许使用 CSA 防爆探头。**
IECEx 防爆标志及安装要求	▪ 用户可以选购 IECEx 防爆标志。可选标志: Ex ia op is IIA / IIB / IIB + H2 / IIC T3 / T4 / T6 Ga IECEx ITS 14.0015X ▪ 订购前，必须确定特定探头/应用场合的防爆标志。用户需要自行完成以下事项之一: ○ 与采购部门共同确定所需防爆标志或 ○ 向 Endress+Hauser 提供防爆危险区设备评估报告（4002266）的完整副本。 ▪ Endress+Hauser 将根据用户提供的信息标识 Rxn-41 探头。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带 IECEx 标志，遵照防爆危险区安装图（4002396）安装可满足本安防爆要求。 警告 **在 IECEx 认证规定的工况中，仅允许使用 IECEx 防爆探头。**

表 4. 认证和防爆标志

7 调试

出厂后，Rxn-41 探头可以直接连接 Rxn 拉曼光谱分析仪使用。探头无需额外校准或调节。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 Rxn 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、全波段标定和/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拉曼标定附件（HCA）
- 进行探头验证；对照标准参考样品验证标定结果
- 查看标定和验证报告

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 Rxn 拉曼光谱分析仪《操作手册》：
https://endress.com/downloads

8 操作

Endress+Hauser Rxn-41 浸入式拉曼探头采用密封结构设计，用于在中试车间或工艺过程中*原位采集*液相样品的拉曼光谱数据。Rxn-41 系列探头兼容 532 nm、785 nm、993 nm 激发光源波长的 Endress+HauserRxn 拉曼光谱分析仪。

更多使用说明参见相关 Rxn 拉曼光谱分析仪《操作手册》。

登陆 Endress+Hauser 公司网站的“资料下载”区，下载 Rxn 拉曼光谱分析仪《操作手册》：
https://endress.com/downloads

9 诊断和故障排除

参见下文中的 Rxn-41 探头故障排除表。如果探头损坏，评估前应将探头与过程流隔离，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	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光学窗口。 2. 如需要，彻底清洁光学窗口后再使用探头。参见第 10.2 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，激光联锁指示灯亮起	光纤损坏，但联锁线芯完好	确保所有光纤连接牢固。
3	探头上的激光联锁指示灯不亮	光纤总成损坏	检查光纤是否明显损坏。联系当地服务代表进行更换。
		光纤电缆的 EO 接头未牢固连接/锁定	确保探头和分析仪上的 EO 接头连接牢固且已锁定。
		远程联锁连接头断开	确保分析仪背面的转锁式远程联锁连接头（在 EO 光纤接头旁边）已连接。
4	信号不稳定，光学窗口背面存在污染物	光学窗口密封失效	1. 查看光学窗口内部区域是否存在水汽或冷凝液。 2. 检查是否有液体进入探头，以及探头主体部分是否存在样品流体（例如腐蚀、残留物）。 3. 检查是否存在光谱偏差。 4. 如果发现上述任一情况，联系当地服务代表，将探头返厂处理。
5	激光功率或采集效率降低	光纤连接部位存在污染物	小心清洁探头上的光纤末端。 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》。
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	检查连接光纤电缆通道上是否存在断路，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。
		探头顶部存在污物	
		探头内部光学部件因泄漏受到污染	
8	其他原因不明的探头性能劣化	探头发生物理损坏	联系当地服务代表将受损产品返厂。

表 5. 故障排除

10 维护

10.1 探头检查

用户应自行确认过程探头的受腐蚀程度，并设定合适的检查间隔时间来验证探头完整性。

10.2 清洗探头的光学窗口

如果 Rxn-41 探头的光学窗口沾上样品、灰尘或指纹印，则必须进行清洗。清洗过程中务必小心操作，确保清洗工作不会进一步污染光学窗口表面。

对于所有其他维护工作，建议在制造商的场所进行 Rxn-41 探头维修。

清洁 Rxn-41 探头的光学窗口:

1. 确保激光器**关闭**或激光器与分析仪的连接断开。
2. 使用干净的压缩空气吹扫表面，清除所有松动颗粒物。
3. 使用**略微**沾上合适溶剂的纱布擦拭表面。溶剂包括试剂级丙酮、100%异丙醇（IPA）、去离子水等。

   禁止将溶剂滴到固定部件背面。
4. 使用干纱布将表面擦干。
5. 如需要，使用更多溶剂重复清洗，并使用干纱布将表面擦干。
6. 使用干净的压缩空气进行吹扫，清除纱布纤维残留。
7. 检查表面，确认清洗效果。

   强烈建议在清洗过程中用显微镜进行确认，查看是否存在污渍、纱布纤维残留等，防止干扰信号叠加至本底光谱信号。
8. 如需要，重复上述操作步骤。

10.3 检查和清洁光纤

EO 光纤连接头表面必须洁净且无碎屑和油脂，确保达到最佳性能。如需清洁，查看相关 Rxn 拉曼光谱分析仪《操作手册》。

10.4 内部冲洗和加压

安装在防爆危险区中使用的探头均应每隔 5 年左右进行一次内部冲洗和加压。通常在现场使用特殊工具进行维护。详细信息联系当地服务代表。

11 维修

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。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 压力和温度规格参数

Rxn-41 探头的温度和压力规格参数取决于探头尺寸和材质。1 英寸直径的 Rxn-41 探头可选低温工况优化型号。
此外:

- 最大工作压力基于 ASME BPVC VIII.1 UG-28(c)规范计算，即最大额定温度条件下材质和探头结构的最大耐压值。
- 最大工作压力未考虑探头安装到过程系统中所用的任何接头或法兰的耐压值。这些因素需要单独评估，可能导致探头的最大额定工作压力降低。
- 最小工作压力：所有探头的最小额定工作压力均为 0 bara（全真空）。然而，除非另有注明，否则探头不满足高度真空工况下的低释气率要求。
- 探头能够耐受 0...100 ℃ (32...212 ℉)的水冲击。
- 温变率不超过 30 ℃/min (54 ℉/min)。

部件	结构材质	最低温度	最高温度	最大工作压力
1 英寸直径的 Rxn-41 探头	316L 不锈钢	−30 ℃ (−22 ℉)	120 ℃ (248 ℉)	77.0 barg (1120 psig)
	C276 哈氏合金	−30 ℃ (−22 ℉)	150 ℃ (302 ℉)	98.5 barg (1420 psig)
	二级钛	−30 ℃ (−22 ℉)	150 ℃ (302 ℉)	76.0 barg (1100 psig)
2 英寸直径（标称）的 Rxn-41 探头	316L 不锈钢	−30 ℃ (−22 ℉)	120 ℃ (248 ℉)	42.7 barg (620 psig)
	C276 哈氏合金	−30 ℃ (−22 ℉)	150 ℃ (302 ℉)	66.1 barg (960 psig)
1 英寸直径的 Rxn-41 探头（低温工况优化型号）	C276 哈氏合金	−196 ℃ (−320.8 ℉)	70 ℃ (158 ℉)	111.0 barg (1610 psig)
	混合金属材质（C276 哈氏合金（末端）/316L）	−196 ℃ (−320.8 ℉)	70 ℃ (158 ℉)	87.5 barg (1270 psig)
电缆和连接头	电缆：PVC 护套（专利结构设计） 连接头：光电连接头（专利设计）	−40 ℃ (−40 ℉)	70 ℃ (158 ℉)	不适用

表 6. 压力和温度规格参数

12.2 通用规格参数

项目		说明
激光波长		532 nm、785 nm 或 993 nm
光谱范围		探头光谱范围取决于所用分析仪的光谱范围
探头最大激光功率		< 499 mW
结构材质 接液部件	探头主体	• C276 哈氏合金或 316L 不锈钢 • 可选购二级钛材质探头 • 可选购混合金属材质探头（316L 不锈钢、C276 哈氏合金）
	光学窗口	高纯度蓝宝石
探头浸入深度	C276 哈氏合金	• 1 英寸直径的 Rxn-41 探头：最大 3040 mm (120 in.) • 2 英寸直径的 Rxn-41 探头：最大 4550 mm (179.1 in.)
	316L 不锈钢	• 1 英寸直径的 Rxn-41 探头：最大 3040 mm (120 in.) • 2 英寸直径的 Rxn-41 探头：最大 4550 mm (179.1 in.)
	二级钛	1 英寸直径的 Rxn-41 探头：最大 350 mm (13.78 in.)
探头浸入直径	C276 哈氏合金	• 25.4 mm (1 in.) • 60.325 mm (2 in.标称；实际外径为 2.38 in.)
	316L 不锈钢	• 25.4 mm (1 in.) • 60.325 mm (2 in.标称；实际外径为 2.38 in.)
	二级钛	25.4 mm (1 in.)
pH 范围		0...14
相对湿度		最高 95 %，无冷凝
法兰	类型	可选购符合 ASME B16.5 或 DIN EN1092 标准的 B 系列法兰
	直径	最大 305 mm (12 in.)
光纤电缆 （单独出售）	设计	PVC 护套（专利结构设计）
	接头	光电连接头（专利设计）
	最小弯曲半径	152.4 mm (6 in.)
	长度	EO 电缆的长度以 5 m (16.4 ft.)为单位递增，可选长度范围为 5...200 m (16.4...656.2 ft.) 取决于具体应用
	拉拔强度	204 kg (450 lbs.)
	阻燃性	认证：CSA-C/US AWM I/II、A/B、80C、30V、FT1、FT2、VW-1、FT4 阻燃等级：AWM I/II A/B 80C 30V FT4

表 7. 通用规格参数

12.3 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：$J \cdot cm^{-2}$ 或 $W \cdot cm^{-2}$）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 8. 不同波长对应的校正系数 C_A

12.3.1 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-41 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	
		($J \cdot cm^{-2}$)	*($W \cdot cm^{-2}$)*
532	10^{-13}…10^{-11}	1.0×10^{-7}	-
	10^{-11}…5×10^{-6}	2.0×10^{-7}	-
	5×10^{-6}…10	$1.8\ t^{0.75} \times 10^{-3}$	-
	10…30,000	-	1×10^{-3}

表 9. 激光辐射眼部最大允许照射量（532 nm 波长激光）

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
		($J \cdot cm^{-2}$)	*($W \cdot cm^{-2}$)*	
785 和 993	10^{-13}…10^{-11}	$1.5\ C_A \times 10^{-8}$	-	2.2×10^{-8} ($J \cdot cm^{-2}$)
	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} ($J \cdot cm^{-2}$)
	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} ($W \cdot cm^{-2}$)

表 10. 激光辐射眼部最大允许照射量（785 nm 或 993 nm 波长激光）

12.3.2 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-41 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)*	
532、785 和 993	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 x 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（532 nm、785 nm 或 993 nm 波长激光）

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
KA01560C	简明操作指南	Rxn-41 拉曼光谱探头《简明操作指南》
XA02784C	安全指南	Rxn-41 拉曼光谱探头《安全指南》
TI01673C	技术资料	Rxn-41 拉曼光谱探头《技术资料》

表 12. 补充文档资料

14 索引

CDRH 合规, 5, 7, 8
IEC 合规, 5, 7, 8, 15
MPE
  激光辐射皮肤, 27
  激光辐射眼部, 26
Raman RunTime, 19
安全, 7
  操作, 6
  产品, 7
  工作场所, 6
  基本, 6
  激光, 7, 8
  皮肤, 15, 27
  维修, 7
  眼部, 7, 15, 26
出口管制合规, 4
电气连接, 6
防爆危险区, 9, 10, 16, 18, 22
附件, 11, 19
光纤电缆
  EO, 5, 13
  FC, 13, 14
  激光联锁, 14
  清洁, 22
  长度, 25
  最小弯曲半径, 8, 25
规格参数
  激光功率, 15, 21
  深度, 25
  湿度, 25
  温度, 24
  压力, 24
  直径, 25
激光联锁, 8, 13, 14, 15, 21
技术参数, 24
人员要求, 6
认证, 8, 9, 10, 11, 12
  ATEX, 5, 9, 18, 19
  CSA, 5, 9, 19
  IECEx, 5, 7, 8, 9, 15, 18, 19
  北美, 4, 18
  防爆危险区, 9, 10, 16, 18, 22
  合规, 5, 7, 8
术语表, 5
探头
  安装, 6, 9, 15, 16, 18
  标定, 19
  操作, 20
  冲洗, 22
  故障排除, 21
  检查, 22
  结构材质, 25
  清洗光学窗口, 22
  验收, 11, 19
  验证, 19
  指定用途, 6
图标, 4
维修, 23
转接头, 19

www.addresses.endress.com

Endress+Hauser
People for Process Automation