

操作手册

Rxn-41 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 安装指南.....	16
1.2 设备上的图标.....	4	6.2 防爆危险区安装.....	17
1.3 美国出口管制合规.....	4	6.3 过程与探头兼容性.....	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 探头校准和验证.....	19
2.2 指定用途.....	6	8 操作.....	20
2.3 工作场所安全.....	6	9 诊断和故障排除.....	21
2.4 操作安全.....	6	10 维护.....	22
2.5 压力安全.....	7	10.1 探头检查.....	22
2.6 激光安全.....	7	10.2 清洁探头的光学窗口.....	22
2.7 维修安全.....	7	10.3 检查和清洁光纤.....	22
2.8 重要防护措施.....	8	10.4 内部冲洗和加压.....	22
2.9 产品安全.....	8	11 维修.....	23
3 产品描述.....	11	12 技术参数.....	24
3.1 Rxn-41 探头.....	11	12.1 压力和温度规格参数.....	24
3.2 探头设计的优势.....	11	12.2 液化天然气 (LNG) 过程成分和温度规格参数.....	25
4 到货验收和产品标识.....	12	12.3 通用规格参数.....	27
4.1 到货验收.....	12	12.4 最大允许照射量.....	28
4.2 产品标识.....	12	12.5 结构材质.....	29
4.3 供货清单.....	12	13 补充文档资料.....	30
4.4 证书与认证.....	13	14 索引.....	31
5 探头和光纤连接.....	14		
5.1 EO 光纤电缆.....	14		
5.2 FC 电缆总成.....	15		

1 文档信息

1.1 安全图标

信息结构	含义
 警告 原因 (/后果) 不遵守安全指南的后果 ▶ 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) 不遵守安全指南的后果 ▶ 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 不遵守安全指南的后果 ▶ 补救措施/说明	可能导致财产受损的状况警示图标。

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。
	ATEX 标志，表示产品已通过 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。

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。Rxn-41 的出口管制分类编号是 EAR99。

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	本安型
kg	千克
lb	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

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-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

在进行整个测量点调试之前：

- 检查并确认所有连接均正确。
- 确保光电信号电缆完好无损。
- 确保确保液位足以浸没探头（适用时）。
- 禁止使用已损坏的产品，并采取保护措施避免误操作。
- 将受损产品标识为故障产品。

在操作过程中：

- 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。
- 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 压力安全

产品压力等级基于探头的参照标准。产品压力等级是否包含接头和法兰取决于探头配置。此外，产品压力等级还可能受到螺栓紧固/密封材料和相关步骤的影响。

计划将 Endress+Hauser 探头安装到用户管道或采样系统中时，用户有责任了解压力等级限制条件，从而选择合适的接头、螺栓、密封件以及密封接头对准和装配步骤。

如果未能满足密封接头的压力等级限制条件，或者未能遵守螺栓紧固/密封操作方面的公认良好惯例，皆由用户自行承担。承担责任。

2.6 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

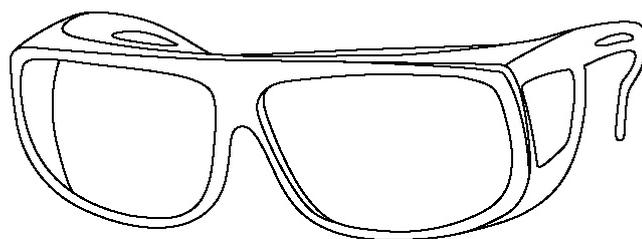
激光束可以引燃一些物质，例如挥发性有机化合物。

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。

对于 532 nm 和 785 nm 激发波长，请使用 OD3 或更大的激光护目镜。

对于 993 nm 激发波长，请使用 OD4 更大的激光护目镜。



A0048421

图 1. 激光护目镜

请查询最新版的激光安全使用标准 ANSI Z136.1 或 IEC 60825-14，详细了解如何采取适当的防范措施并设置合理的管控程序，以应对激光及其危害。参见《技术参数》→ ，了解计算最大容许照射量 (MPE) 和标称眼损伤距离 (NOHD) 的相关参数。

关于激光安全计算的更多信息，请参见 Rxn-41 拉曼光谱探头《安全指南》(XA02784C)。

2.7 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。

2.8 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或光亮面，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。

2.9 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》第 21 卷 (21 CFR) 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。

2.9.1 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。

2.9.2 激光发射指示灯

安装状态下的 Rxn-41 探头作为联锁回路的组成部分。如果光缆出现断路故障，激光器将在断路后数毫秒内关闭。

注意

电缆敷设不当会导致电缆永久损坏。

- ▶ 小心操作探头和电缆，确保其不会扭结。
- ▶ 遵照 *拉曼光纤电缆《技术资料》(TI01641C)* 安装光纤电缆，确保满足最小完全半径要求。

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。

探头上有激光发射指示灯。激光器通电后，LED 指示灯亮起。

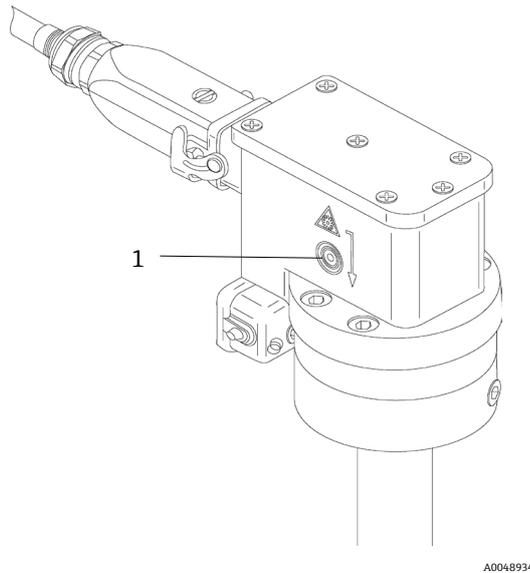


图 2. 激光联锁指示灯位置 (1)

2.9.3 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。只有带 ATEX 标记的 Rxn-41 探头通过 ATEX 防爆认证，允许在欧洲以及接受 ATEX 认证设备的其他国家使用。



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。



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。

只有带 JPN 标记的 Rxn-41 通过日本防爆认证要求。



A0053030

图 5. JPN 产品认证标签

Rxn-41 拉曼光谱探头已根据“UKSI 2016:1107 法规 42: 用于潜在爆炸性环境的设备和防护系统”进行评估，并符合防爆场合安装图 (4002396) 的要求。



A0045928

图 6. UKCA 产品认证标签

参见 Rxn-41 拉曼光谱探头《安全指南》(XA02784C)，了解有关使用条件和应用所需合适标记的更多信息。

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。

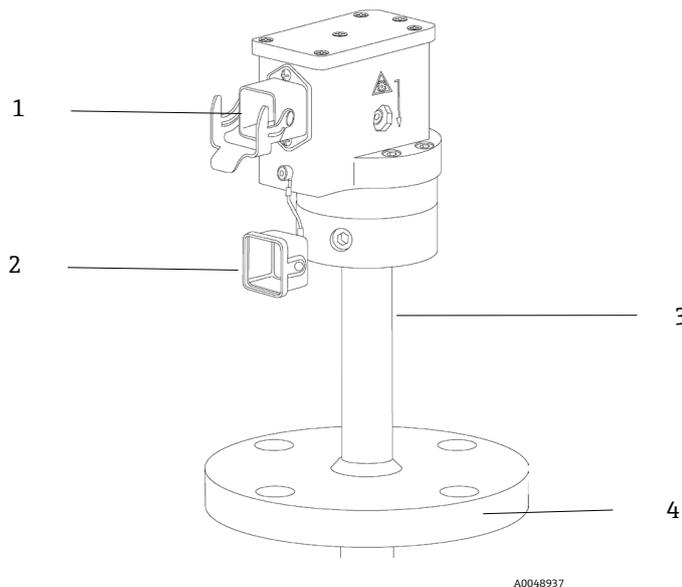


图 7. Rxn-41 探头

图号	说明
1	光电光纤 (EO) 电缆接口
2	光电光纤 (EO) 电缆接头防尘罩
3	探头主体
4	法兰 (选配)

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
- 根据 ASME B31.3 工艺管道标准设计和评定
- 提供多种选项，满足不同站点需求
- 允许在防爆危险区中使用
- 通过加拿大 CRN 认证，允许在 13 个省和地区安装。

4 到货验收和产品标识

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. 检查供货清单中的物品是否完整，有无缺失。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。确保遵守允许环境条件要求。参见《技术参数》中列举的规格参数 → 。

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

探头标签上注明了下列信息：

- Endress+Hauser 品牌
- 产品标识（例如 Rxn-41）
- 序列号

位号牌采用固定安装方式，并且注明了下列信息：

- 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）

逐一比对探头和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

供货清单如下：

- 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，敬请咨询供应商或当地销售中心。

4.4 证书与认证

证书和认证的详细信息参见 *Rxn-41 拉曼光谱探头《安全指南》 (XA02784C)*。

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) 光纤电缆：长度以 5 m (16.4 ft.) 为单位递增，不超过 200 m (656.2 ft.)，取决于实际应用的长度限制
- 光纤通道 (FC) 电缆总成：长度以 5 m (16.4 ft.) 为单位递增，不超过 50 m (164.0 ft.)，取决于实际应用的长度限制

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

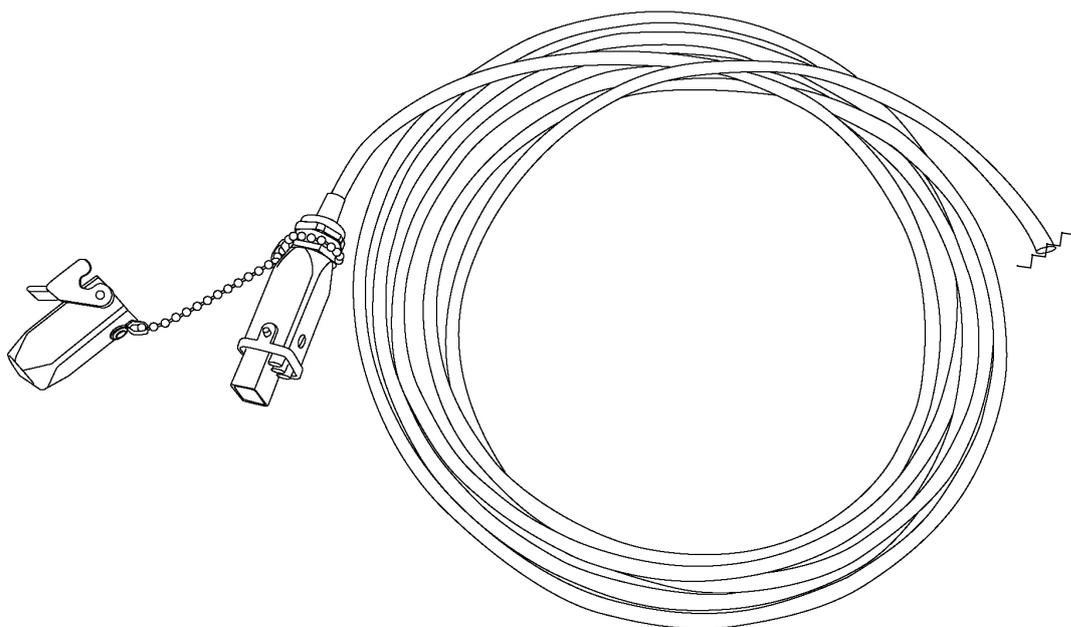
必须由 **Endress+Hauser** 专业工程师或经过特别培训的技术人员执行探头与光纤电缆的连接操作。

- ▶ 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连设计。

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连锁装置）连接 Rxn-41 探头与分析仪。



A0048938

图 8. 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：

- 电气联锁接头
- 黄色 (YE) 激发光纤，用于激光器输出
- 红色 (RD) 采集光纤，用于光谱仪输入

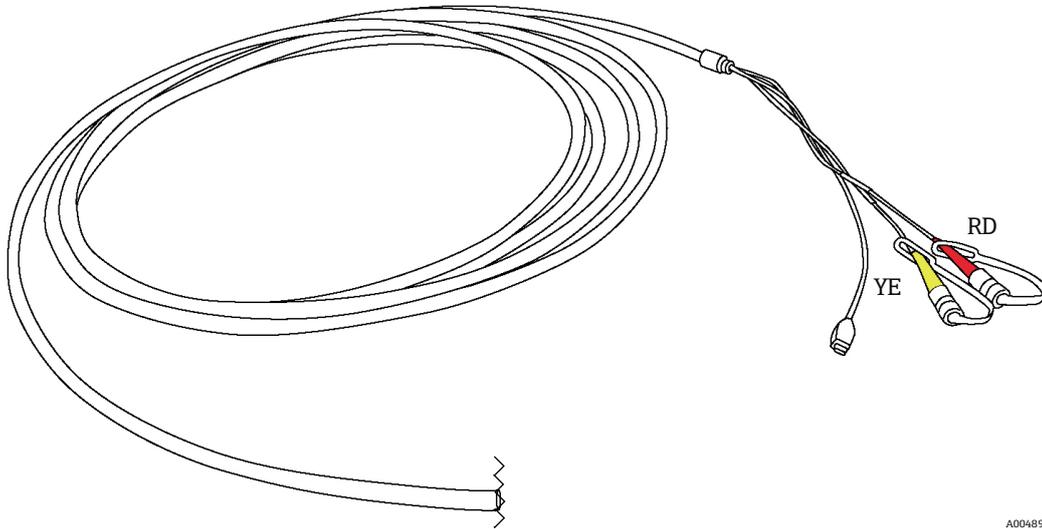


图 9. 带分析仪专用连接头的 FC 电缆总成

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。请参见每个探头上标记的防爆等级以及安全文档了解探头类型，确认安装所允许的最大激光功率。

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。

<p>警告</p>	<p>探头具有特定密封边界。</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 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。 ▶ 额定参数包括接头、法兰、螺栓或密封圈的限制条件。安装人员必须理解这些限制条件，并运用合适的硬件和装配规程执行安全密封连接。 <p>必须遵守激光产品的安全预防措施。</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 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。
<p>小心</p>	<p>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，导致校准失败或测量误差。</p> <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。
<p>注意</p>	<p>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。</p>

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。
- 安装时，应遵循良好的惯例，并选择适用于安装和服务评级的合规螺栓和密封件。

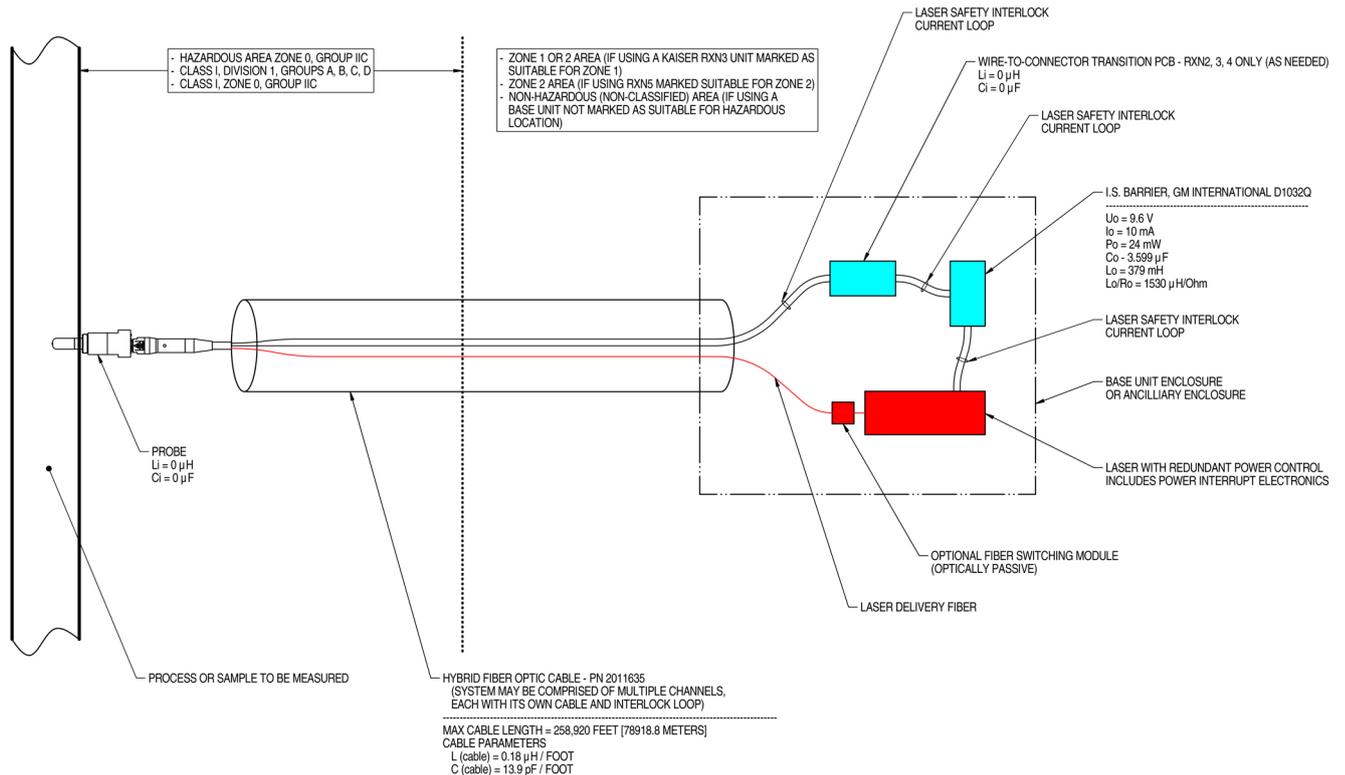
6.2 防爆危险区安装

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。

安装前，验证探头防爆场合标记是否适合其安装位置的气体分组、温度等级和防爆区域划分（Zone 或 Division 体系）。有关在潜在爆炸性环境中使用或安装产品的用户责任的更多信息，请参见 IEC 60079-14。

注意

现场安装探头时，用户必须确保安装位置的应力消除措施符合光纤弯曲半径规范。



NOTES:

- CONTROL EQUIPMENT CONNECTED TO THE ASSOCIATED APPARATUS MUST NOT USE OR GENERATE MORE THAN 250 VRMS OR VDC.
- INSTALLATION IN THE U.S. SHOULD BE IN ACCORDANCE WITH ANSI/ISA RP12.6 "INSTALLATION OF INTRINSICALLY SAFE SYSTEMS FOR HAZARDOUS (CLASSIFIED) LOCATIONS" AND THE NATIONAL ELECTRICAL CODE® (ANSI/NFPA 70) SECTIONS 504 AND 505.
- INSTALLATION IN CANADA SHOULD BE IN ACCORDANCE WITH THE CANADIAN ELECTRICAL CODE, CSA C22.1, PART 18, APPENDIX J18.
- ASSOCIATED APPARATUS MANUFACTURER'S INSTALLATION DRAWING MUST BE FOLLOWED WHEN INSTALLING THIS EQUIPMENT.
- FOR U.S. INSTALLATIONS, THE PROBE MODELS RXN-30 (AIRHEAD), RXN-40 (WETHEAD) AND RXN-41 (PILOT) ARE APPROVED FOR CLASS I, ZONE 0 APPLICATIONS.
- NO REVISION TO DRAWING WITHOUT PRIOR CSA APPROVAL.
- WARNING: SUBSTITUTION OF COMPONENTS MAY IMPAIR INTRINSIC SAFETY.

A0049010

图 10. 防爆危险区安装图 (4002396 X6 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。

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、IECEX、JPN 或 UKCA 防爆证书。

7.1 探头到货验收

执行 *到货验收* →  中介绍的到货验收步骤。

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 探头校准和验证

使用前必须校准探头和分析仪。关于内部仪器校准的更多信息，参见 Rxn2 或 Rxn4 拉曼光谱分析仪《操作手册》。

测量和更换光学器件之前，必须执行强度校准。使用带合适光学转接头的拉曼校准附件（HCA）执行探头校准。所有附件信息和校准说明参见 *拉曼校准附件《操作手册》（BA02173C）*。

Raman RunTime 软件要求必须执行内部系统校准，否则不允许采集光谱数据。

校准后，根据拉曼位移标准执行 Raman RunTime 通道验证。建议验证校准结果（非强制性要求）。关于如何根据拉曼位移标准进行验证，也可参见校准附件《操作手册》。

建议的校准和认证顺序如下：

1. 光谱仪和激光波长的内部分析仪校准
2. 使用合适校准附件进行系统强度校准
3. 使用合适标准材料进行系统功能验证

有关探头、光学器件和采样系统的相关问题，联系当地销售中心。

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+Hauser Rxn 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	<ol style="list-style-type: none"> 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。 如需要，彻底清洁光学窗口后再使用探头。参见 探头检查 → ④。
		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，激光器 LED 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。
		过程材料黏附于探头窗口	拆下探头并清洁窗口
3	探头上的激光器 LED 指示灯不亮	光纤组件损坏或 Rxn-41 探头联锁损坏	<ol style="list-style-type: none"> 检查光纤是否有损坏迹象。 确保探头正确连接到光纤。 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（如适用）。
		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	<ol style="list-style-type: none"> 断开探头，检查窗口内部区域是否存在水汽或冷凝液。 查看光学窗口内部区域是否存在水汽或冷凝液。 检查是否存在光谱偏差。 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	分析仪和探头之间的光纤连接存在污染物（尘粒、灰尘颗粒或其他）	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 拉曼光谱分析仪和探头《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。
		探头顶部分存在污物	
		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	探头发生物理损坏	联系当地服务代表将受损产品返厂。

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 清洁探头的光学窗口

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。清洁过程中务必小心操作，确保清洁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棉签擦拭表面。

注意

- ▶ 溶剂包括试剂级丙酮、100%异丙醇 (IPA) 和去离子水。对于其他可能使用的溶剂，请联系当地服务代表。
 - ▶ 禁止将溶剂滴到固定部件背面。
4. 使用新的干纱布将表面擦干。
 5. 如需要，使用更多溶剂重复步骤 3 和步骤 4。
 6. 使用干净的压缩空气进行吹扫，清除棉签纤维残留。
 7. 检查表面，确认清洁效果。如需要，重复上述操作步骤。

强烈建议在清洁过程中用显微镜进行确认，查看是否存在污渍、棉签纤维残留等，防止干扰信号叠加至本底光谱信号。

10.3 检查和清洁光纤

光纤接头 (FC 或 EO) 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 拉曼光谱分析仪或光纤电缆的《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。

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，请登陆官方网站 (<https://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"直径的 Rxn-41 探头可选低温工况优化型号。附加规格参数包括：

- 基于 ASME B31.3 标准计算材料和探头几何结构在最高额定温度下的最大压力。
- 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 °C (32...212 °F) 的水冲击。
- 温变率不超过 30 °C/min (54 °F/min)。

部件	结构材质	最低温度	最高温度	最大工作压力
1" Rxn-41 探头	316L 不锈钢	-30 °C (-22 °F)	120 °C (248 °F)	141.5 barg (2053 psig)
	C276 哈氏合金	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	186.6 barg (2707 psig)
	二级钛材	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	144.1 barg (2090 psig)
2"直径 (标称) 的 Rxn-41 探头	316L 不锈钢	-30 °C (-22 °F)	120 °C (248 °F)	49.7 barg (721 psig)
	C276 哈氏合金	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	68.8 barg (998 psig)
	二级钛材	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	51.5 barg (747 psig)
1"直径的 Rxn-41 探头 (低温工况优化型号)	C276 哈氏合金	-196 °C (-320.8 °F)	70 °C (158 °F)	213.7 barg (3100 psig)
	混合金属材质 (C276 哈氏合金 (末端) /316L)	-196 °C (-320.8 °F)	70 °C (158 °F)	158.6 barg (2300 psig)
电缆和接头	电缆: PVC 护套 (专利结构设计) 接头: 光电接头 (专利设计)	-40 °C (-40 °F)	70 °C (158 °F)	不适用

12.2 液化天然气 (LNG) 过程成分和温度规格参数

已经确定最适合在 LNG 燃料加注船上进行液化天然气 (LNG) 测量和计量交接的 Rxn-41 探头具体配置:

- 混合金属材质 (C276 哈氏合金 (末端) /316L 主体)
- ASME B16.5 突面法兰, 公称直径 2", 压力等级 Cl. 150
- 220 mm (8.67 in) 无支撑长度, 适用于内径小于等于 254.0 mm (10.0 in) 的管道
- 240 mm (9.45 in) 无支撑长度, 适用于内径大于等于 254.0 mm (10.0 in) 的管道
- 低温工作范围: $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ (93 K)... $-156\text{ }^{\circ}\text{C}$ (117 K)
- 25.4 mm (1.0 in) 建议裸露长度, 适用于内径小于 152.4 mm (6.0 in) 的管道
- 76.2 mm (3.0 in) 建议裸露长度, 适用于内径大于 152.4 mm (6.0 in) 的管道

对于上述探头配置, 伴流频率应力计算结果表明: 在湍流工况条件下, 220 mm (8.67 in) 无支撑长度探头满足 ASME PTC 19.3 TW-2016 标准的强度和可维修性要求。这适用于密度小于 500 kg/m^3 (31.21 lb/ft^3) 的典型 LNG 流, 最大流量如下规定。

下表列举了用于 50.88...250.0 mm (2...10 in) 内径配管的 220 mm (8.67 in) 探头, 以及用于 304.8...355.6 mm (12...14 in) 内径配管的 240 mm (9.45 in) 探头的最大介质流量。

管道内径	推荐探头插深	最大线性流量	最大体积流量
220 mm (8.67 in) 无支撑长度			
50.8 mm (2.0 in)	25.4 mm (1.0 in)	14 m/s (46 ft/s)	100 m ³ /hr (26,430 gal/hr)
101.6 mm (4.0 in)	25.4 mm (1.0 in)	14 m/s (46 ft/s)	400 m ³ /hr (105,600 gal/hr)
152.4 mm (6.0 in)	76.2 mm (3.0 in)	14 m/s (46 ft/s)	900 m ³ /hr (237,750 gal/hr)
203.2 mm (8.0 in)	76.2 mm (3.0 in)	14 m/s (46 ft/s)	1600 m ³ /hr (422,670 gal/hr)
254.0 mm (10.0 in)	76.2 mm (3.0 in)	14 m/s (46 ft/s)	2500 m ³ /hr (660,420 gal/hr)
240 mm (9.45 in) 无支撑长度			
304.8 mm (12.0)	76.2 mm (3.0 in)	12.5 m/s (40.8 ft/s)	3293.3 m ³ /hr (870,000 gal/hr)
355.6 mm (14.0 in)	76.2 mm (3.0 in)	12.5 m/s (40.8 ft/s)	4474.4 m ³ /hr (1,182,000 gal/hr)

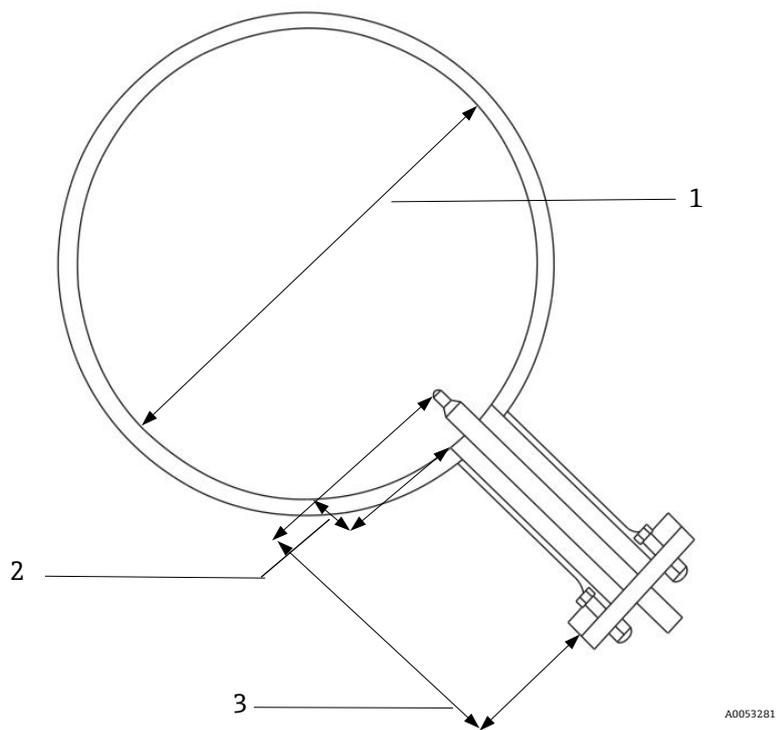


图 11. LNG 燃料加注船的 Rxn-41 探头安装参数

图号	说明
1	管道内径
2	裸露长度
3	无支撑长度

12.3 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
与探头出口之间的工作距离		短: 0 mm (0 in) 长: 3 mm (0.12 in)
探头浸入深度	C276 哈氏合金	<ul style="list-style-type: none"> 1"直径的 Rxn-41: 最大 3040 mm (120 in) 2"直径的 Rxn-41: 最大 4550 mm (179.1 in)
	316L 不锈钢	<ul style="list-style-type: none"> 1"直径的 Rxn-41: 最大 3040 mm (120 in) 2"直径的 Rxn-41: 最大 4550 mm (179.1 in)
	二级钛材	1"直径的 Rxn-41: 最大 350 mm (13.78 in)
探头浸入直径	C276 哈氏合金	<ul style="list-style-type: none"> 25.4 mm (1 in) 60.3 mm (2 in 标称值; 实际外径为 2.38 in)
	316L 不锈钢	<ul style="list-style-type: none"> 25.4 mm (1 in) 60.3 mm (2 in 标称值; 实际外径为 2.38 in)
	二级钛材	<ul style="list-style-type: none"> 25.4 mm (1 in)
耐化学腐蚀性		<ul style="list-style-type: none"> 取决于结构材质
法兰	类型	<ul style="list-style-type: none"> ASME B16.5 DIN EN1092 B 型法兰 (通过特殊选型订购)
	直径	最小 38.1 mm (1.5 in), 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)
	连接	专利光电接头 (EO)
	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 lb)
	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

12.4 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。

12.4.1 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 探头发出的激光辐射的 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	$10^{-13}\dots 10^{-11}$	1.0×10^{-7}	-
	$10^{-11}\dots 5 \times 10^{-6}$	2.0×10^{-7}	-
	$5 \times 10^{-6}\dots 10$	$1.8 t^{0.75} \times 10^{-3}$	-
	$10\dots 30,000$	-	1×10^{-3}

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		C_A
		$(J\cdot cm^{-2})$	$(W\cdot cm^{-2})$	
785 和 993	$10^{-13}\dots 10^{-11}$	$1.5 C_A \times 10^{-8}$	-	532: $C_A = 1.000$ 785: $C_A = 1.479$ 993: $C_A = 3.855$
	$10^{-11}\dots 10^{-9}$	$2.7 C_A t^{0.75}$	-	
	$10^{-9}\dots 18 \times 10^{-6}$	$5.0 C_A \times 10^{-7}$	-	
	$18 \times 10^{-6}\dots 10$	$1.8 C_A t^{0.75} \times 10^{-3}$	-	
	$10\dots 3 \times 10^4$	-	$C_A \times 10^{-3}$	

12.4.2 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		C_A
		($J \cdot cm^{-2}$)	($W \cdot cm^{-2}$)	
532、785 和 993	$10^{-9} \dots 10^{-7}$	$2 C_A \times 10^{-2}$	-	532: $C_A = 1.000$
	$10^{-7} \dots 10$	$1.1 C_A t^{0.25}$	-	785: $C_A = 1.479$
	$10 \dots 3 \times 10^4$	-	$0.2 C_A$	993: $C_A = 3.855$

12.5 结构材质

材质	版本号			
	C276 哈氏合金 [UNS N10276; Hastelloy C276]	316L [UNS S31603]	混合 C276/316L	钛 [UNS R50400]
接液部件	C276 哈氏合金	316L 不锈钢	C276 哈氏合金/ 316L 不锈钢	二级钛材
	高纯度蓝宝石	高纯度蓝宝石	高纯度蓝宝石	高纯度蓝宝石
非接液部件	C276 哈氏合金	316L 不锈钢	316L 不锈钢	二级钛材
	316/316L 不锈钢	316/316L 不锈钢	316/316L 不锈钢	316/316L 不锈钢
	303/304 不锈钢	303/304 不锈钢	303/304 不锈钢	303/304 不锈钢
	无氧铜	无氧铜	无氧铜	无氧铜
	耐高温树脂	耐高温树脂	耐高温树脂	耐高温树脂

13 补充文档资料

配套文档资料的查询方式:

- 通过 Endress+Hauser 移动应用程序: www.endress.com/supporting-tools
- 登陆 Endress+Hauser 公司网站的“资料下载”区: www.endress.com/downloads

本文档为全套文档资料的组成部分, 其中包括:

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》
BA02173C	操作手册	拉曼校准 《操作手册》

14 索引

CDRH 合规, 5, 8

IEC 合规, 5, 7, 8, 16, 18, 23

MPE

激光辐射皮肤, 29

激光辐射眼部, 28

安全, 8

操作, 6

产品, 8

工作场所, 6

基本, 6

激光器, 7

皮肤, 16, 18, 23, 29

维护, 7

眼部, 16, 18, 23, 28

出口管制合规, 4

电气连接, 6

防爆危险区, 9, 11, 17, 22

附件, 12, 19

光纤电缆

EO, 5, 14

FC, 15

激光联锁, 15

清洁, 22

最小弯曲半径, 8

规格参数

激光功率, 16, 21

温度, 24

压力, 24

激光联锁, 14, 15, 16, 21

技术参数, 24

人员要求, 6

认证, 8, 9, 11, 12, 13

ATEX, 5, 9, 19

CSA, 5, 9, 19

IECEX, 5, 7, 8, 9, 16, 19

北美, 4

防爆危险区, 9, 11, 17, 22

合规, 5, 8

术语表, 5

探头

安装, 6, 9, 10, 16, 17

不带法兰过程连接, 29

操作, 20

冲洗, 22

带法兰过程连接, 29

故障排除, 21

检查, 22

结构材质, 29

迷你型, 29

其他文档, 30

清洁光学窗口, 22

校准, 19

验收, 12, 19

验证, 19

指定用途, 6

图标, 4

维修, 23

转接头, 19

www.addresses.endress.com
