

操作手册

Rxn-40 拉曼光谱探头



目录

| | | | |
|----------------------------|-----------|---|-----------|
| 1 文档信息 | 4 | 6 安装 | 17 |
| 1.1 安全图标 | 4 | 6.1 带一体式不锈钢光纤连接外壳的 Rxn-40 探头 .. | 17 |
| 1.2 设备上的图标 | 4 | 6.2 带不可拆卸直角型光纤接头 (EO) 的 Rxn-40 探头 | 17 |
| 1.3 美国出口管制合规 | 4 | 6.3 带定制转接法兰的 Rxn-40 探头 | 17 |
| 1.4 术语表 | 5 | 6.4 防爆危险区安装 | 18 |
| 2 基本安全指南 | 6 | 6.5 过程与探头兼容性 | 19 |
| 2.1 人员要求 | 6 | 6.6 认证和标志 | 20 |
| 2.2 指定用途 | 6 | 7 调试 | 21 |
| 2.3 工作场所安全 | 6 | 7.1 探头验收 | 21 |
| 2.4 操作安全 | 6 | 7.2 探头标定和校验 | 21 |
| 2.5 激光安全 | 7 | 8 操作 | 22 |
| 2.6 维修安全 | 7 | 9 诊断和故障排除 | 23 |
| 2.7 重要防护措施 | 7 | 10 维护 | 24 |
| 2.8 产品安全 | 7 | 10.1 清洁探头的光学窗口 | 24 |
| 3 产品描述 | 10 | 10.2 检查和清洁光纤 | 24 |
| 3.1 Rxn-40 探头 | 10 | 11 维修 | 25 |
| 3.2 标配硬件 | 11 | 12 技术参数 | 26 |
| 3.3 长数据采集区与短数据采集区 | 12 | 12.1 压力和温度规格参数 | 26 |
| 4 产品到货验收和产品标识 | 13 | 12.2 通用规格参数 | 27 |
| 4.1 到货验收 | 13 | 12.3 最大允许照射量 | 28 |
| 4.2 产品标识 | 13 | 12.4 标称危险区 | 29 |
| 4.3 供货清单 | 13 | 12.5 结构材质 | 29 |
| 4.4 证书和认证 | 14 | 13 补充文档资料 | 30 |
| 5 探头和光纤连接 | 15 | 14 索引 | 31 |
| 5.1 FC 电缆总成 | 15 | | |
| 5.2 EO 光纤电缆 | 16 | | |

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 |
| API | 药用活性成分 |
| ASME | 美国机械工程师协会 |
| 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 |
| EXC | 激发 |
| °F | 华氏度 |
| ft. | 英尺 |
| IEC | 国际电工委员会 |
| in. | 英寸 |
| INTLK | 连锁 |
| IPA | 异丙醇 |
| IS | 本质安全 |
| 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 |
| NeSSI | 新取样/传感器方案 |
| nm | 纳米 |
| NOHD | 标称眼损伤距离 |
| NPT | 美国标准管螺纹 |
| PED | 压力设备指令 |
| psi | 磅/平方英寸 |
| 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，必须交由制造商或服务机构处理。

2.2 指定用途

Rxn-40 拉曼光谱探头适用于在实验室或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、催化剂监测、进料和成品监测
- **聚合物：**聚合物反应监测、挤压监测、聚合物共混
- **制药：**活性药物成分（API）反应监测、结晶过程、多晶型分析、混合
- **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. 确保所有连接均正确无误。
2. 确保光电信号电缆完好无损。
3. 确保确保液位足以浸没探头（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



激光辐射

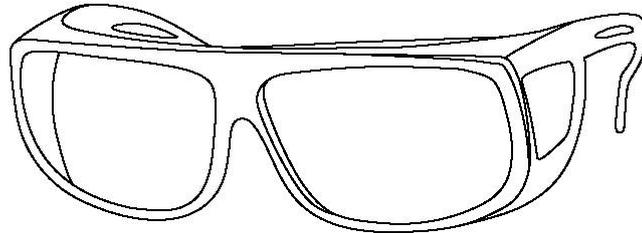
- ▶ 避免暴露于激光束照射下
- ▶ 3B 类激光产品



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

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。有关计算最大允许照射量 (MPE) 和标称眼损伤距离 (NOHD) 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-40 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。

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 I 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

安装好的 Rxn-40 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，激光器将在断路后数毫秒内关闭。

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-40 拉曼光谱探头时，联锁回路必须连接本安型 (IS) 安全栅。

LED 激光指示灯的位置取决于光纤接头总成类型。

- 一体式不锈钢光纤连接外壳：指示灯位于光纤连接外壳上。激光器通电后，LED 指示灯亮起。
- 不可拆卸直角型光纤接头 (EO) 总成：指示灯位于光纤接头总成上。激光器通电后，LED 指示灯亮起。

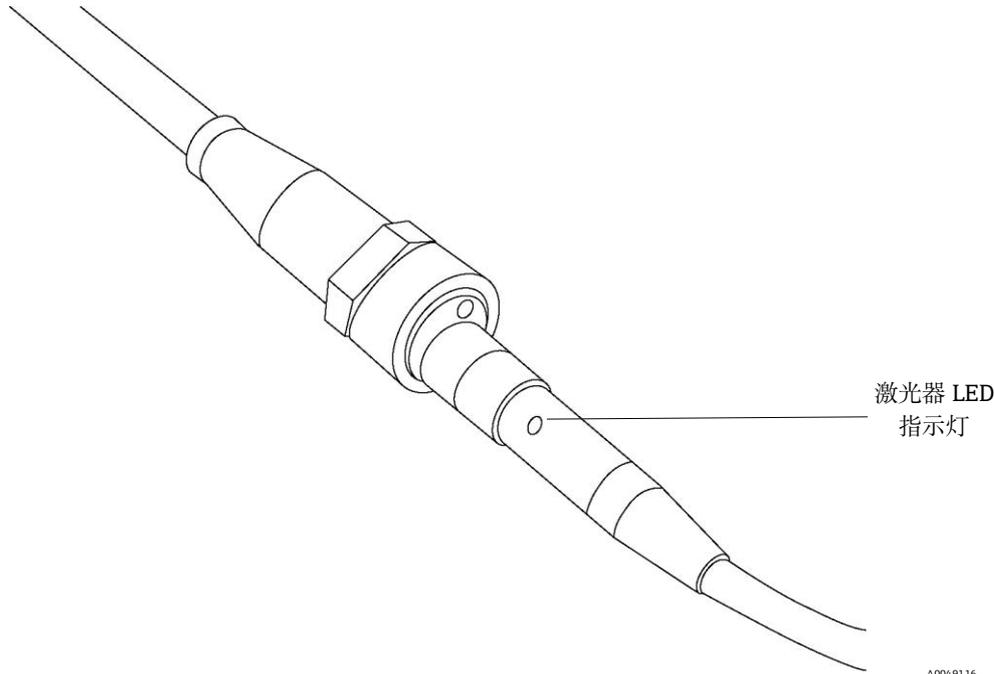


图 2. 一体式不锈钢光纤连接外壳上的 LED 激光指示灯

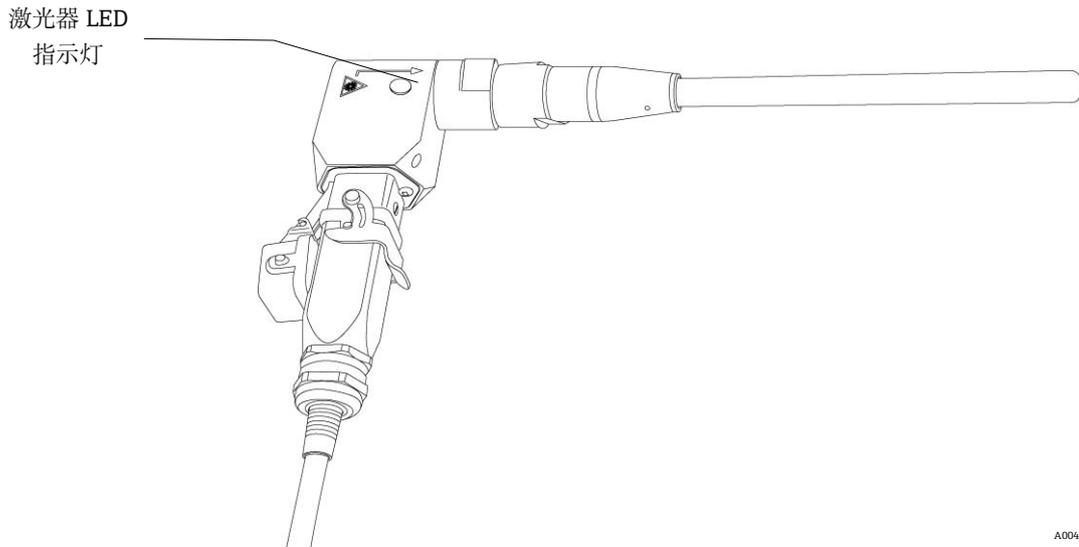


图 3. 直角型光纤接头 (EO) 总成上的 LED 激光指示灯

A0049117

2.8.3 防爆认证

Rxn-40 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-40 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 4. 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-40 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 5. 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-40 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-40 探头

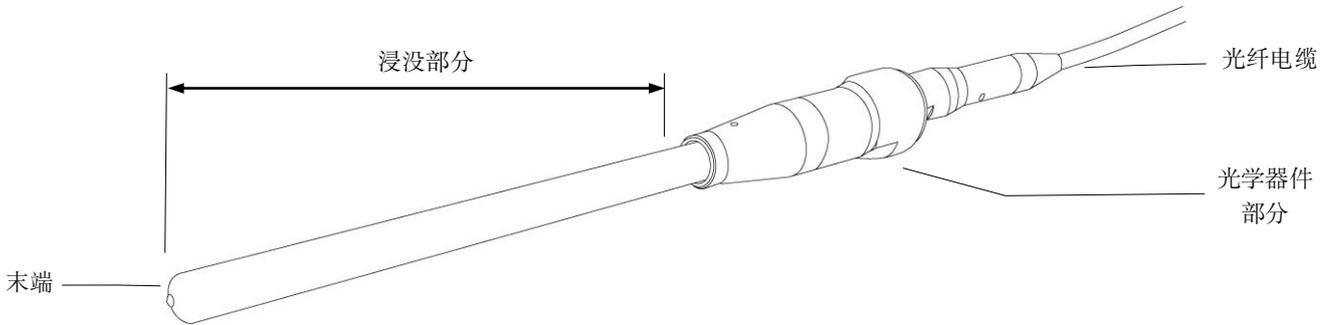
Rxn-40 拉曼光谱探头基于美国凯撒拉曼技术，适用于在实验室或加工厂进行浸入式液体样品分析。探头能够进行化学成分的实时在线测量，兼容 532 nm、785 nm 或 993 nm 激发光源波长的 Endress+Hauser Rxn 拉曼光谱分析仪。

Rxn-40 探头体积紧凑，支持多种安装方式。Rxn-40 探头可选自锁螺母、卡套和法兰过程连接，可安装在流通池中并且兼容 NeSSI（新取样/传感器方案）。用户可以选择下列探头配置，根据实际工况进行定制，提高采样灵活性：

- 带/不带法兰过程连接的 Rxn-40 探头
- 迷你型 Rxn-40 探头

3.1.1 不带法兰过程连接的 Rxn-40 探头

不带法兰过程连接的 Rxn-40 探头的标准浸入深度为 152 mm、305 mm 或 457 mm (6 in.、12 in.或 18 in.)。

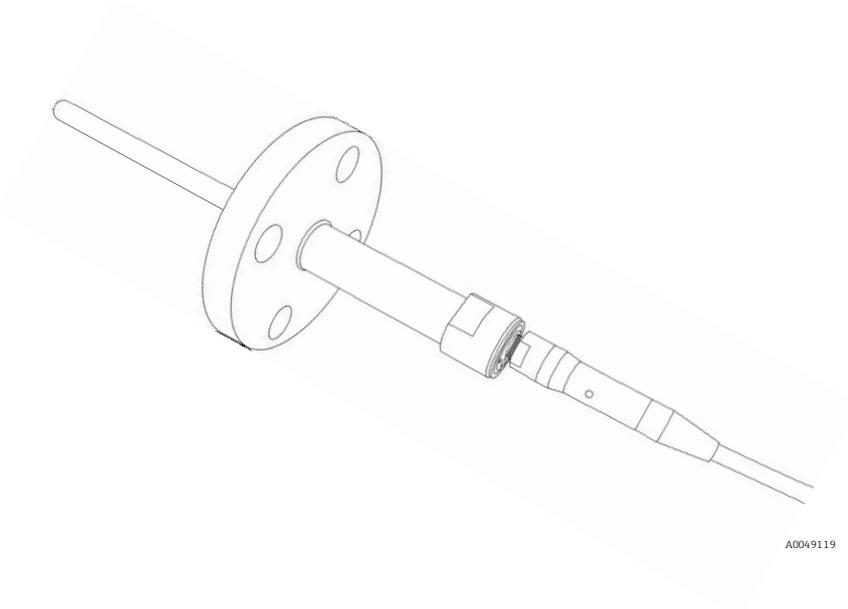


A0049118

图 6. Rxn-40 探头，不带法兰过程连接

3.1.2 带法兰过程连接的 Rxn-40 探头

对于带法兰过程连接的 Rxn-40 探头，可选购符合 ASME B16.5 和 DIN EN1092 标准的 B 系列法兰。



A0049119

图 7. 带法兰过程连接的 Rxn-40 探头

3.1.3 迷你型 Rxn-40 探头

迷你型 Rxn-40 探头的浸入深度为 36 mm (1.42 in.)。

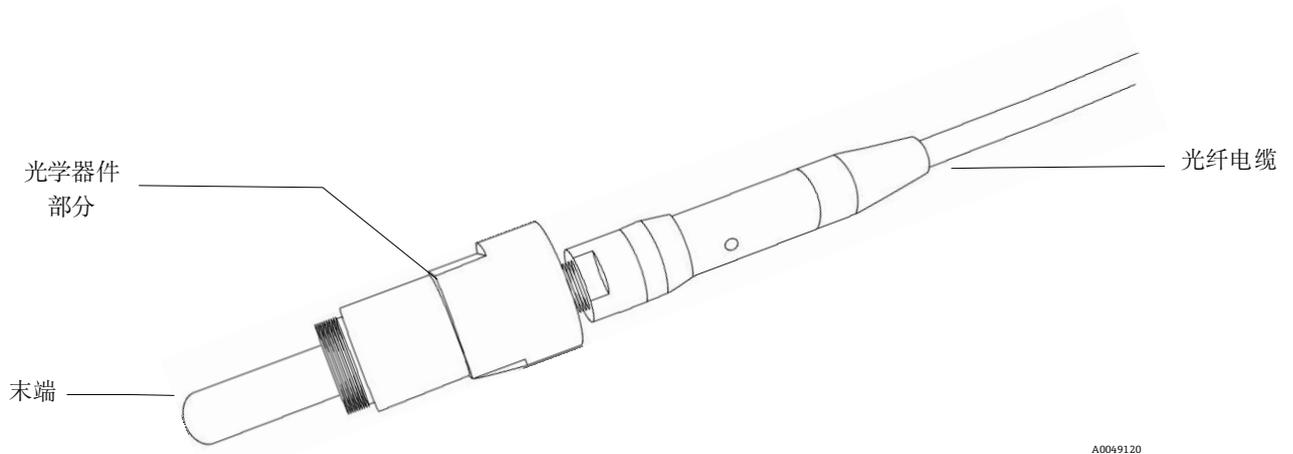


图 8. 迷你型 Rxn-40 探头

3.2 标配硬件

Rxn-40 探头的标配硬件中不含光纤电缆。光纤电缆需单独购买。

新安装时需要使用以下任一附件。根据所用的分析仪选择合适的连接头。

1. 一体式不锈钢光纤连接外壳：光纤连接外壳包含激发/采集光纤、激光安全联锁接头和联锁 LED 指示灯。
2. 不可拆卸直角型光纤连接头 (EO) 总成：光纤连接头总成包含激发/采集光纤、激光安全联锁接头和联锁 LED 指示灯。

3.3 长数据采集区与短数据采集区

取决于所选产品型号，Rxn-40 探头提供短 (S) 数据采集区或长 (L) 数据采集区。

短数据采集区通常适用于非透明样品（例如粉末、凝胶、浆料和漆料）。

长数据采集区更适用于透明样品（例如碳氢化合物和溶剂），能够利用整条有效焦柱实现信号强度最大化。

有效焦柱表示能够采集到大部分拉曼信号的样品量，如图 10 所示。

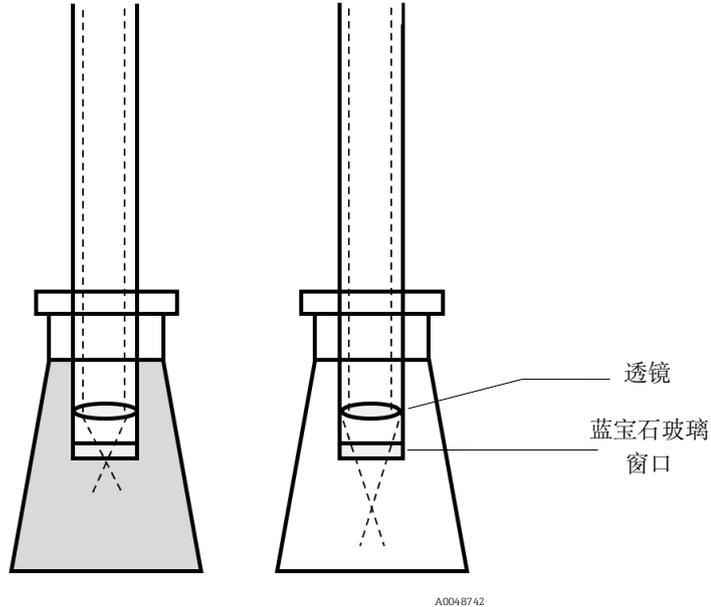


图 9. 短 (左) 数据采集区与长 (右) 数据采集区

焦面上的光谱数据采集效率最高。

注意

焦点在工厂设置，用户无法调节。

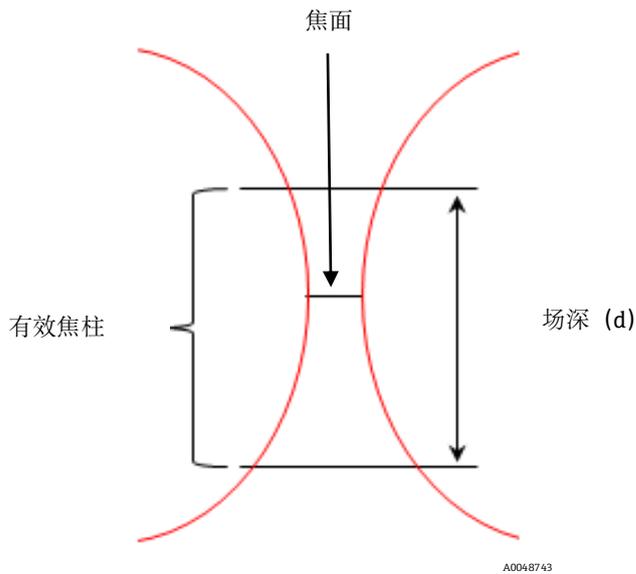


图 10. 有效焦柱

4 产品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。参见第 12 章 → 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-40）
- 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/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-40 探头（订购配置）
- *Rxn-40 拉曼光谱探头《操作手册》*
- Rxn-40 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-40 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-40 拉曼光谱探头《安全指南》*。

5 探头和光纤连接

Rxn-40 探头通过以下任一方式连接 Rxn 拉曼光谱分析仪：

- 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
 - 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
- 选配 EO 公转母延长光纤电缆长度以 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。
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

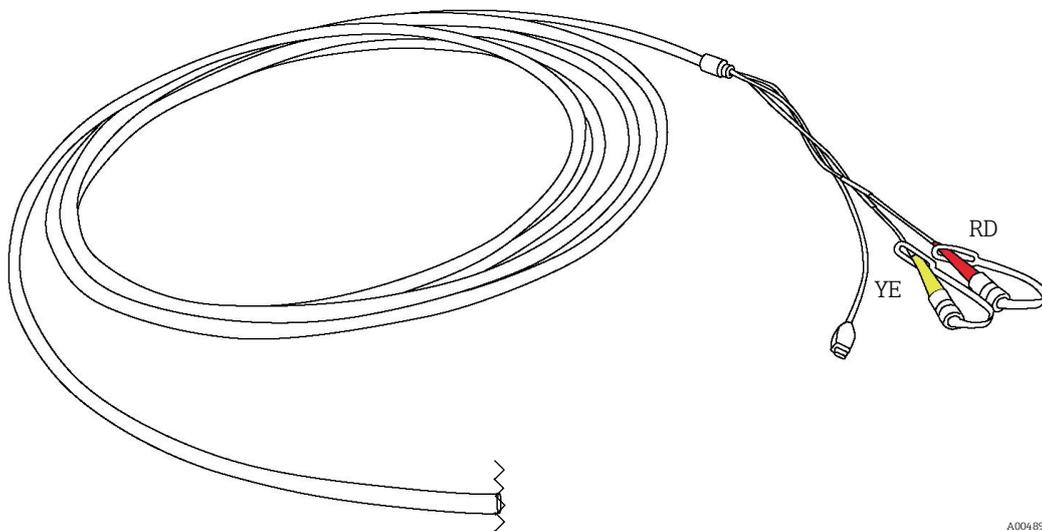
必须由 Endress+Hauser 专业工程师或经过特别培训的技术人员执行探头与 FC 电缆总成或 EO 光纤电缆的连接操作。

- ▶ 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。

5.1 FC 电缆总成

FC 电缆总成通过以下方式连接 Rxn-40 探头与分析仪：

- 电气连锁连接头
- 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



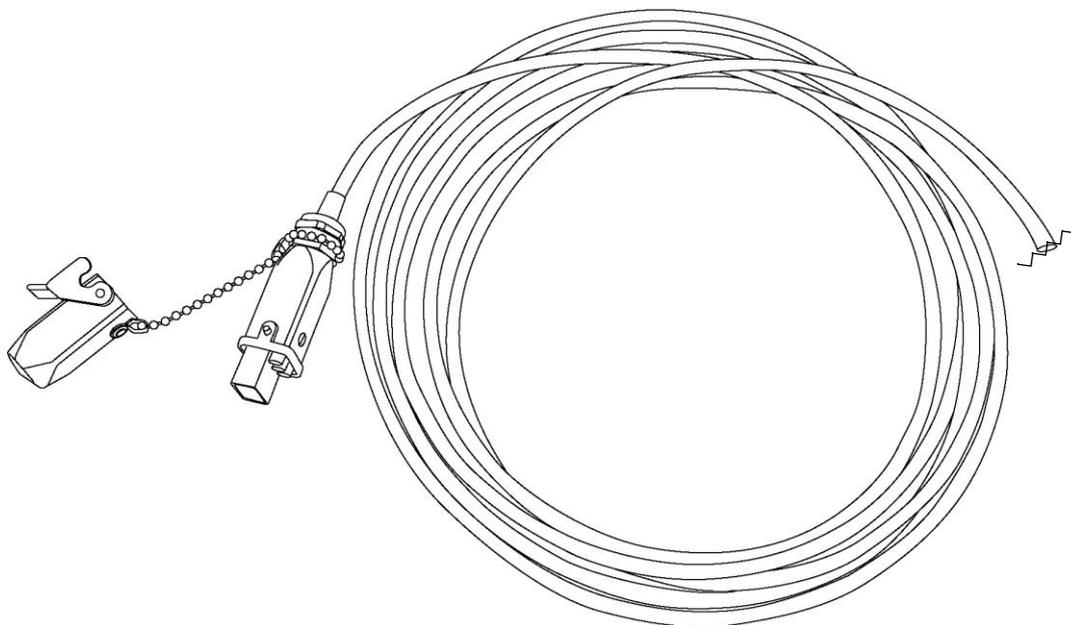
A0048939

图 11. 带分析仪专用连接头的 FC 电缆总成

5.2 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-40 探头与分析仪。

如需更长电缆或在电缆导管中安装，可选用 EO 延长电缆。



A0048938

图 12. 带分析仪专用连接头的 EO 光纤电缆

6 安装

安装设备前，应确认最大激光功率输出不超过防爆危险区设备评估（4002266）或同等标准的规定。如需帮助，请咨询当地服务代表。

必须注意 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）。另外注意以下几点：

| | |
|------------------|--|
| <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。 <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，导致标定失败或测量误差。</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> <p>接头内的电缆过度扭结会导致光纤断路，使 Rxn-40 探头无法正常工作。</p> |

6.1 带一体式不锈钢光纤连接外壳的 Rxn-40 探头

在样品接口处安装带集成不锈钢光纤连接外壳的 Rxn-40 探头时，务必注意不要使电缆过度扭结，否则可能会导致光纤断路，使得 Rxn-40 无法正常工作。常见探头安装方式如下文所述。

6.1.1 探头与接口组合安装

现场安装用于 Rxn-40 探头和一体式光纤连接外壳的 NPT（螺纹）接口时，将探头主体和光纤电缆固定，然后将接口旋转安装到探头上。固定完成后，将接口和连接的探头安装至样品区。

6.1.2 探头安装到预装接口上

如果已经安装用于连接探头的 NPT 接口，将光纤电缆的不锈钢外壳连接至探头前应在接口上旋转安装探头。固定完成后，将光纤电缆外壳安装到探头上。

6.1.3 探头和卡套螺母接口

通过选配卡套螺纹部件（例如自锁螺母）安装探头时，将探头安装至接口前应使用光纤电缆连接探头主体。使用卡套螺纹部件时，安装过程中无需转动探头。

6.2 带不可拆卸直角型光纤接头（EO）的 Rxn-40 探头

安装带不可拆卸直角型光纤接头（EO）总成的 Rxn-40 探头时，建议安装过程中从探头上断开光纤电缆。

6.3 带定制转接法兰的 Rxn-40 探头

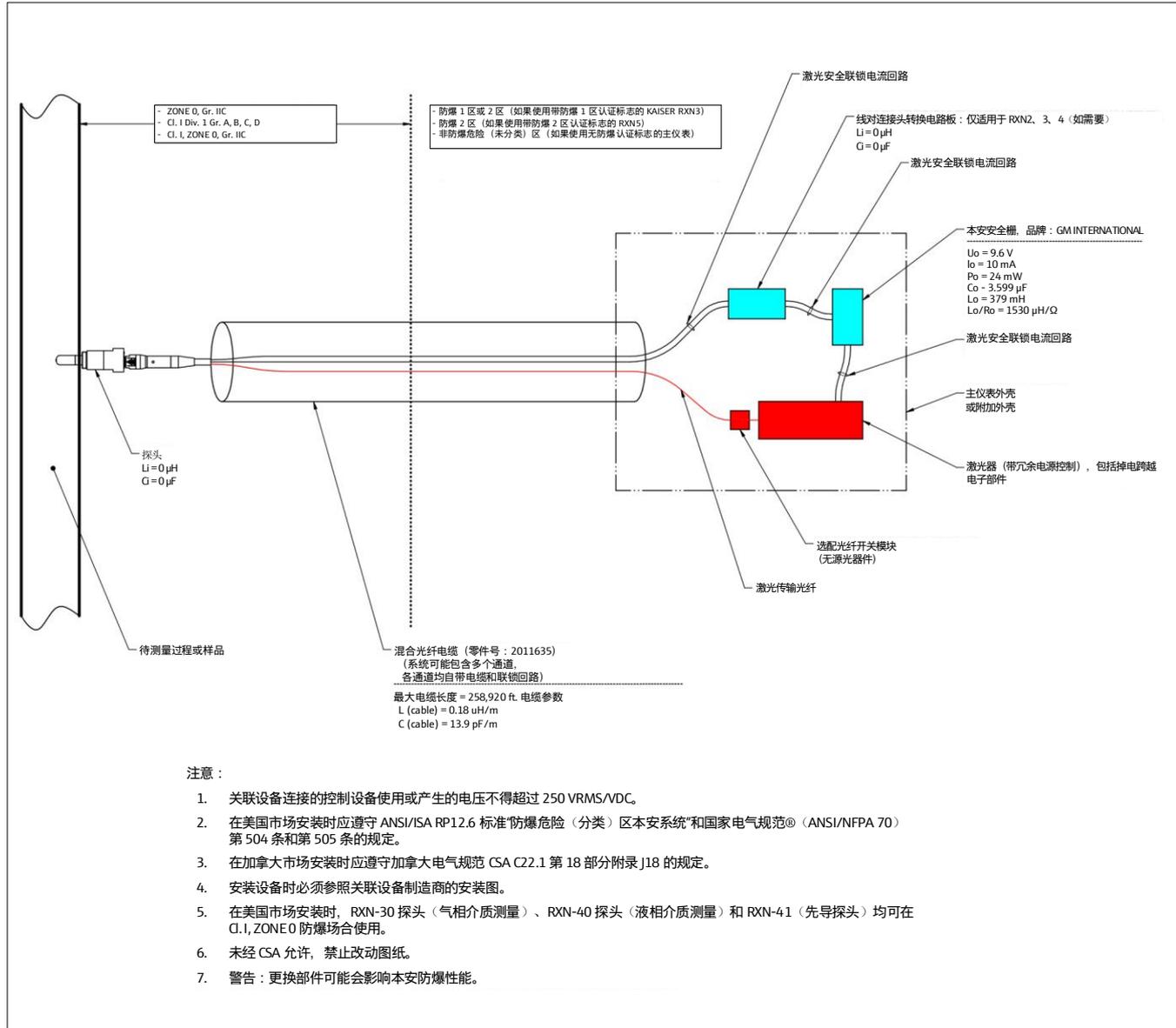
Rxn-40 探头可通过多种定制 ASME 和 DIN 法兰安装在样品流或容器中使用，根据所需规格参数定制。

6.4 防爆危险区安装

探头直接安装在滑流送料器、排放阀、反应罐、循环回路、混料联储以及入口或出口管网中。必须严格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。



A0049010

图 13. 防爆危险区安装图 (4002396 X5 版)

6.5 过程与探头兼容性

安装前，用户必须确认探头的温度和压力等级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。

6.6 认证和标志

Endress+Hauser 针对 Rxn-40 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 标志和安装 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 订购时可以选择 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-40 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"> ▪ 订购时可以选择 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-40 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，遵照防爆危险区安装图（4002396）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"> ▪ 订购时可以选择 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-40 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。 ▪ 根据 IECEX 防爆区域划分标准，探头套件将带有 IECEX 标志，遵照防爆危险区安装图示（4002396）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 4. 认证和标志

7 调试

出厂后，Rxn-40 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肉眼可见的裂痕，请联系供应商。

7.2 探头标定和校验

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 软件要求必须执行内部分析仪和探头标定，否则不允许采集光谱数据。探头校验并非强制性步骤，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

Endress+Hauser Rxn-40 浸入式拉曼探头采用紧凑的密封结构设计，用于在实验室或加工厂原位采集液相样品的拉曼光谱数据。Rxn-40 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-40 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。 |
| 3 | 探头上的激光器 LED 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 | <ol style="list-style-type: none"> 查看光学窗口内部区域是否存在水汽或冷凝液。 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）。 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 | 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。 |
| | | 探头顶部分存在污物 | |
| | | 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 清洁探头的光学窗口

如果 Rxn-40 探头的光学窗口沾上样品、灰尘或指纹印，则必须进行清洁。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-40 探头维修。

清洁 Rxn-40 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。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. 使用干棉签将表面擦干。
5. 如需要，使用更多溶剂重复清洁，并使用干棉签将表面擦干。
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。

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。

8. 如需要，重复上述操作步骤。

10.2 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》。

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://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-40 探头的温度和压力规格参数取决于探头材质。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。
- 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 |
|---------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| Rxn-40 探头 | 316L 不锈钢 | -30 °C (-22 °F) | 120 °C (248 °F) | 68.5 barg (990 psig) |
| | C276 哈氏合金 | -30 °C (-22 °F) | 280 °C (536 °F) | 74.0 barg (1070 psig) |
| | 二级钛 | -30 °C (-22 °F) | 300 °C (572 °F) | 29.0 barg (420 psig) |
| 迷你型 Rxn-40 探头 | 316L 不锈钢 | -30 °C (-22 °F) | 120 °C (248 °F) | 68.5 barg (990 psig) |
| | C276 哈氏合金 | -30 °C (-22 °F) | 150 °C (302 °F) | 74.0 barg (1070 psig) |
| | 二级钛 | -30 °C (-22 °F) | 150 °C (302 °F) | 29.0 barg (420 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 |

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 | |
| 工作湿度 | 相对湿度不超过 95%，无冷凝 | |
| 探头主体吹洗 | 氮气 | |
| 探头主体气密性 | 氮吹洗泄漏率 < 1×10^{-7} mbar·L/s | |
| 耐化学腐蚀性 | 取决于结构材质 | |
| 窗口材质 | 高纯度蓝宝石 | |
| 与探头出口之间的工作距离 | 短: 0 mm (0 in.) 长: 3 mm (0.12 in.) | |
| 焦距 (f_0) | 9 mm (0.35 in.) | |
| 波束直径 (bo) | 5 mm (0.20 in.) | |
| 探头浸入深度 | 不带法兰过程连接的 Rxn-40 探头 | 标准长度: 152、305 或 457 mm (6、12 或 18 in.) 二级钛: 150...350 mm (5.9...13.8 in.) |
| | 带法兰过程连接的 Rxn-40 探头 | 150...380 mm (5.9...15.0 in.) |
| | 迷你型 Rxn-40 探头 | 36 mm (1.42 in.) |
| 浸没轴外径 | 不带法兰过程连接的 Rxn-40 探头 | 12.7 mm (0.5 in.) 标准直径; 支持自定义直径 |
| | 带法兰过程连接的 Rxn-40 探头 | 12.7 mm (0.5 in.)、19.05 mm (0.75 in.) 或 25.4 mm (1 in.) 标准直径; 支持自定义直径 |
| | 迷你型 Rxn-40 探头 | 12.7 mm (0.5 in.) 标准直径; 支持自定义直径 |
| 光纤电缆长度 (电缆单独出售; 长度取决于实际应用) | FC 电缆的长度以 5 m (16.4 ft.) 为单位递增, 可选长度范围为 5...50 m (16.4...164.0 ft.) 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.) EO 公转母延长电缆的长度以 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.) | |
| 光纤电缆阻燃性 | 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)，参照下表或最新版 ANSI Z136.1 标准确定。

| 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-40 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} |

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 | $10^{-13} \dots 10^{-11}$ | $1.5 C_A \times 10^{-8}$ | - | $2.2 \times 10^{-8} (J \cdot cm^{-2})$ |
| | $10^{-11} \dots 10^{-9}$ | $2.7 C_A t^{0.75}$ | - | 输入时间 (t) 并计算 |
| | $10^{-9} \dots 18 \times 10^{-6}$ | $5.0 C_A \times 10^{-7}$ | - | $7.40 \times 10^{-7} (J \cdot cm^{-2})$ |
| | $18 \times 10^{-6} \dots 10$ | $1.8 C_A t^{0.75} \times 10^{-3}$ | - | 输入时间 (t) 并计算 |
| | $10 \dots 3 \times 10^4$ | - | $C_A \times 10^{-3}$ | $1.4971 \times 10^{-3} (W \cdot cm^{-2})$ |

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-40 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 $C_A = 1.4791$ |
| | | $(J \cdot cm^{-2})$ | $(W \cdot cm^{-2})$ | |
| 532、785 和 993 | $10^{-9} \dots 10^{-7}$ | $2 C_A \times 10^{-2}$ | - | $2.9582 \times 10^{-2} (J \cdot cm^{-2})$ |
| | $10^{-7} \dots 10$ | $1.1 C_A t^{0.25}$ | - | 输入时间 (t) 并计算 |
| | $10 \dots 3 \times 10^4$ | - | $0.2 C_A$ | $2.9582 \times 10^{-1} (W \cdot cm^{-2})$ |

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)

12.4 标称危险区

参照下表计算探头末端的标称危险区。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》。

| 波束直径 (b_0) | 焦距 (f_0) | 标称眼损伤距离 (NOHD) 计算方程 |
|-----------------|-----------------|--|
| 5 mm (0.20 in.) | 9 mm (0.35 in.) | $L_{NOHD} = (f_0 / b_0) (4\Phi / \pi MPE)^{1/2}$ <p>Φ = 激光器功率输出，单位：W</p> |

表 12. 计算标称危险区

12.5 结构材质

| 探头类型 | 配置 | | |
|---------------------------------|---|----------------------|-------------------|
| | C276 哈氏合金 [UNS N10276; Hastelloy C276] | 316L [UNS S31603] | 钛 [UNS R50400] |
| Rxn-40, 带或不带法兰过程连接, 非接液部件 | C276 哈氏合金 | 316L 不锈钢 | 二级钛 |
| | 303 不锈钢 | 303 不锈钢 | 303 不锈钢 |
| | 无氧铜 | 无氧铜 | 无氧铜 |
| | 耐高温树脂 | 耐高温树脂 | 耐高温树脂 |
| 迷你型 Rxn-40, 非接液部件 | 303 不锈钢 | 303 不锈钢 | 303 不锈钢 |
| | 无氧铜 | 无氧铜 | 无氧铜 |
| Rxn-40, 带或不带法兰过程连接, 接液部件 (接触样品) | C276 哈氏合金 | 316L 不锈钢 | 二级钛 |
| | 高纯度蓝宝石 | 高纯度蓝宝石 | 高纯度蓝宝石 |
| 迷你型 Rxn-40, 接液部件 (接触样品) | C276 哈氏合金 | 316L 不锈钢 | 二级钛 |
| | 高纯度蓝宝石 | 高纯度蓝宝石 | 高纯度蓝宝石 |

表 13. 结构材质

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 |
|----------|--------|------------------------|
| KA01555C | 简明操作指南 | Rxn-40 拉曼光谱探头 《简明操作指南》 |
| XA02749C | 安全指南 | Rxn-40 拉曼光谱探头 《安全指南》 |
| TI01655C | 技术资料 | Rxn-40 拉曼光谱探头 《技术资料》 |

表 14. 补充文档资料

14 索引

- CDRH 合规, 5, 7, 8
- IEC 合规, 5, 7, 8, 17
- MPE
 - 激光辐射皮肤, 29
 - 激光辐射眼部, 28
- Raman RunTime, 21
- 安全, 7
 - 标称危险区, 29
 - 操作, 6
 - 产品, 7
 - 工作场所, 6
 - 激光, 7, 8
 - 皮肤, 17, 29
 - 维修, 7
 - 眼部, 7, 17, 28
- 出口管制合规, 4
- 电气连接, 6
- 防爆, 9, 18, 20
- 附件, 13, 21
- 光纤电缆
 - EO, 15, 16
 - FC, 15
 - 激光联锁, 11, 15
 - 清洁, 24
 - 长度, 27
 - 阻燃性, 27
 - 最小弯曲半径, 8
- 规格参数
 - 波束直径, 27
 - 光谱范围, 27
 - 激光功率, 23, 27
 - 焦距, 27
 - 深度, 11, 27
 - 湿度, 27
 - 温度, 26
 - 压力, 26
 - 直径, 27
- 激光联锁, 8, 11, 15, 16, 23
- 技术参数, 26
- 焦面, 12
- 人员要求, 6
- 认证, 8, 9, 13, 14
 - ATEX, 5, 9, 20, 21
 - CSA, 5, 9, 21
 - IECEX, 5, 7, 8, 9, 17, 20, 21
 - 北美, 4, 20
 - 防爆, 9, 18, 20
 - 合规, 5, 7, 8
- 术语表, 5
- 数据采集区, 12
- 探头
 - 安装, 9, 10, 17, 18, 20
 - 标定, 21
 - 不带法兰过程连接, 10, 27, 29
 - 操作, 22
 - 带法兰过程连接, 10, 27, 29
 - 故障排除, 23
 - 结构材质, 29
 - 迷你型, 11, 27, 29
 - 其他文档, 30
 - 清洁光学窗口, 24
 - 校验, 21
 - 验收, 13, 21
 - 指定用途, 6
- 图标, 4
- 维修, 25
- 转接头, 17, 21

www.addresses.endress.com
