

简明操作指南

Rxn-30 拉曼光谱探头



本档为《简明操作指南》，不能用于替代设备配套《操作手册》。

目录

| | | |
|----------|----------------------------|-----------|
| 1 | 文档信息..... | 5 |
| 1.1 | 免责声明..... | 5 |
| 1.2 | 安全图标..... | 5 |
| 1.3 | 图标..... | 6 |
| 1.4 | 美国出口管制合规..... | 6 |
| 2 | 基本安全指南..... | 7 |
| 2.1 | 人员要求..... | 7 |
| 2.2 | 指定用途..... | 7 |
| 2.3 | 工作场所安全..... | 7 |
| 2.4 | 操作安全..... | 8 |
| 2.5 | 激光安全..... | 8 |
| 2.6 | 维修安全..... | 9 |
| 2.7 | 重要防护措施..... | 9 |
| 2.8 | 产品安全..... | 9 |
| 3 | 产品描述..... | 11 |
| 3.1 | Rxn-30 探头..... | 11 |
| 3.2 | 硬件..... | 12 |
| 4 | 到货验收和产品标识..... | 13 |
| 4.1 | 到货验收..... | 13 |
| 4.2 | 产品标识..... | 13 |
| 4.3 | 供货清单..... | 14 |
| 5 | 探头和光纤连接..... | 15 |
| 5.1 | FC 电缆总成..... | 15 |
| 5.2 | EO 光纤电缆..... | 16 |
| 6 | 安装..... | 17 |
| 6.1 | Rxn-30 探头, 带 NPT 四通接头..... | 17 |
| 6.2 | Rxn-30 探头, 带卡套接头..... | 18 |
| 6.3 | 过程与探头兼容性..... | 19 |
| 6.4 | 防爆危险区安装..... | 19 |

| | | |
|----------|---------------------|-----------|
| 7 | 调试..... | 20 |
| 7.1 | 探头到货验收..... | 20 |
| 7.2 | 探头校准和验证..... | 20 |
| 8 | 操作..... | 21 |
| 8.1 | 常规操作..... | 21 |
| 8.2 | 启动过程..... | 21 |
| 8.3 | 性能优化建议..... | 21 |
| 9 | 诊断和故障排除..... | 23 |

1 文档信息

1.1 免责声明

本文档为《简明操作指南》，不能替代设备随箱包装中的《操作手册》。

1.2 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。 |

1.3 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。 |

1.4 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。

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-30 拉曼光谱探头用于气相样品分析。

建议应用领域包括：

- **化工：** 氨气、甲烷、HyCO
- **精炼工艺中的气相流：** 制氢和可再生燃料混合、燃料表征
- **动力和能源：** 整体煤气化联合循环 (IGCC) 发电厂、燃气涡轮机
- **生命科学/食品饮料：** 发酵工艺、废气、挥发成分

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。
- 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，包括穿戴个人防护装备、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

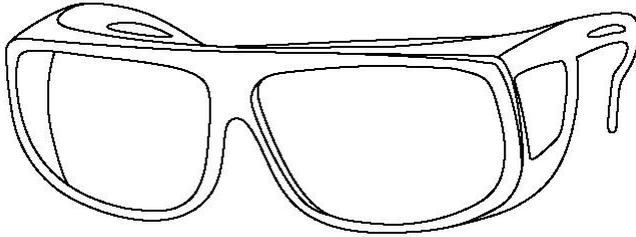
- ▶ 避免暴露于激光束照射下
- ▶ 3B 类激光产品

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。

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-30 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 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

安装好的 Rxn-30 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，将关闭激光器，符合 IEC 60079-28 和 IEC 60825-2 标准要求。

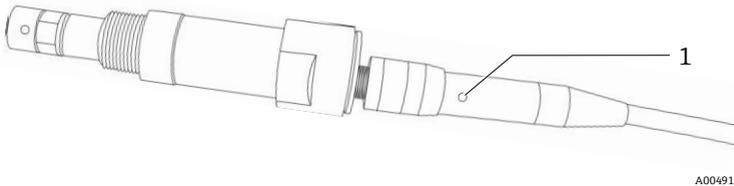
注意

电缆敷设不当会导致电缆永久损坏。

- ▶ 小心操作探头和电缆，确保不会出现扭结。
- ▶ 遵照拉曼光纤电缆《技术资料》(TIO1641C) 的说明安装光纤电缆，确保满足最小弯曲半径要求。

联锁回路为小电流回路。在防爆危险区使用 Rxn-30 拉曼光谱探头时，联锁回路必须连接本安型 (IS) 安全栅。

激光器达到所需通电电压时，LED 指示灯亮起，符合 CFR 第 21 篇第 1 章 J 部分要求。



A0049121

图 2. LED 激光指示灯位置 (1)

3 产品描述

3.1 Rxn-30 探头

Rxn-30 拉曼光谱探头基于美国凯撒拉曼技术，能够在实验室或制炼厂实现可靠气相介质测量。探头兼容 532 nm 激发光源波长的 Endress+Hauser Rxn 拉曼光谱分析仪。

Rxn-30 探头支持多种安装方式，最大限度提高了安装和取样灵活性。安装方式包括直插安装、侧插安装以及安装在取样回路中。探头兼容 NeSSI（新取样/传感器方案）和滑流。此外，Rxn-30 探头可安装在防爆危险区/分类环境中。

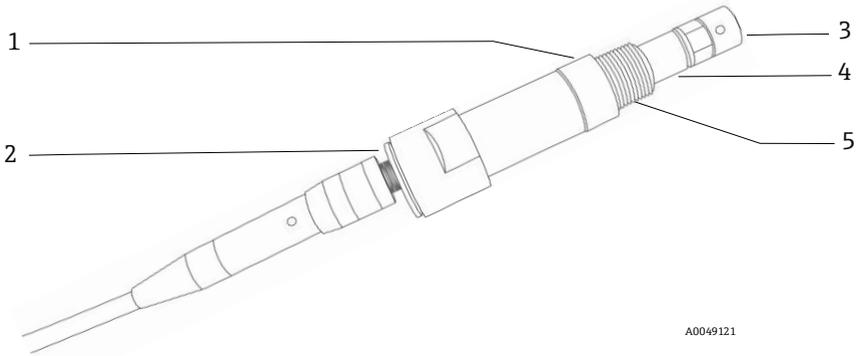


图 3. Rxn-30 探头

| 图号 | 说明 |
|----|-------------------|
| 1 | 兼容 1"直径卡套 |
| 2 | 接头/电缆接口 (连接状态) |
| 3 | 逆反射组件 |
| 4 | 样气端口，位于烧结式金属过滤器下方 |
| 5 | ½" NPT 接口螺纹 |

3.2 硬件

3.2.1 标配硬件

Rxn-30 的标配硬件如下：

- Rxn-30 气相介质探头
- 样品管拆卸和更换用扳手，方便清洗内部样品和光学窗口表面
- 污染气体过滤器，用于“脏污”样品环境和部分防爆危险区/分类场合（20 微米烧结滤网）

3.2.2 其他附件

Rxn-30 探头通过光纤电缆连接 Rxn 拉曼光谱分析仪。光纤长度以 5 m (16.4 ft) 为单位递增，满足不同应用场合的需求。参见 [探头和光纤连接](#) → ，了解有关光纤电缆总成的更多信息。

Rxn-30 探头通过以下任一工业级选配附件安装在样品流或容器中使用：

- ½" NPT 四通接头
- 1"卡套接头

4 到货验收和产品标识

4.1 到货验收

- 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。
- 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。
- 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。
- 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。

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-30 探头
- *Rxn-30 拉曼光谱探头《操作手册》*
- Rxn-30 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-30 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。

5 探头和光纤连接

Rxn-30 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
- 光电 (EO) 光纤电缆

此外还提供选配 EO 延长光纤电缆。

光纤电缆长度以 5 m (16.4 ft) 为单位递增，满足不同应用场合的需求。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》。连接时，确保满足以下条件（如适用）：

- 激光联锁装置已连接安全指示灯以及任何合适的安全系统（例如吹洗系统）。
- 各通道均已安装远程联锁连接头。

注意

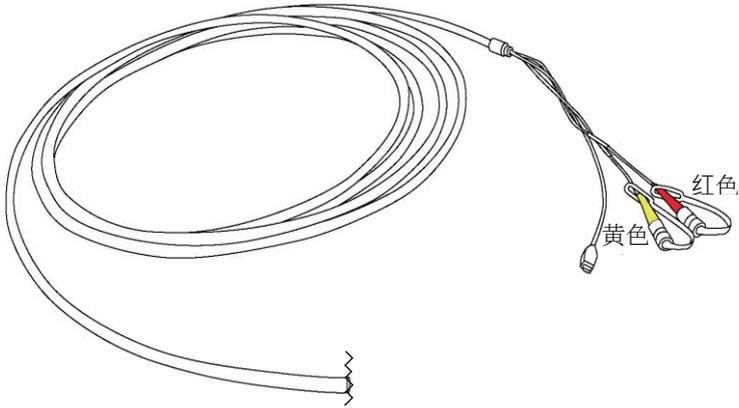
必须由 Endress+Hauser 专业工程师或经过特别培训的技术人员执行探头与 FC 电缆总成或 EO 光纤电缆的连接操作。

- ▶ 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。
- ▶ 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-30 探头与分析仪：

- 电气联锁连接头
- 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

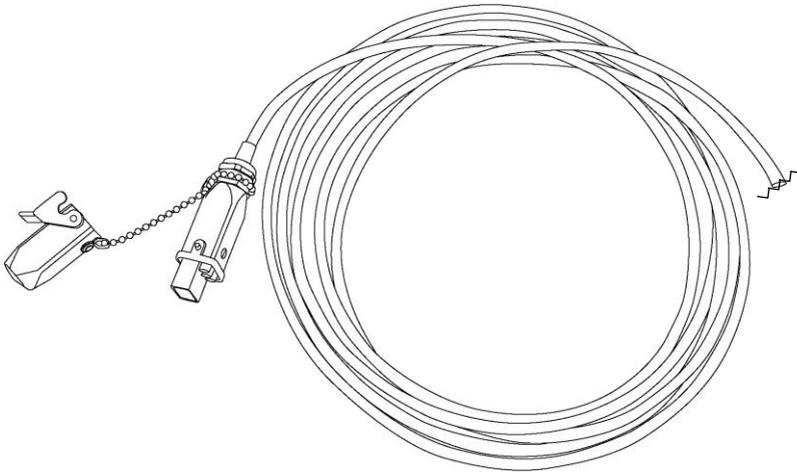


A0048939

图 4. 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连锁装置）连接 Rxn-30 探头与分析仪。



A0048938

图 5. 带分析仪专用连接头的 EO 光纤电缆

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）。

Rxn-30 探头通过以下任一工业级附件安装在样品流或容器中使用：

- 1/2" NPT 四通接头
- 1"卡套接头

使用任一接头时，均应确保样气端口位于介质流或相关区域中。

6.1 Rxn-30 探头，带 NPT 四通接头

Endress+Hauser 提供带标准 NPT 转接头的选配定制 1/2" NPT 四通接头，适用于 1/4" 不锈钢管（部件号：70187793，不随箱提供）。其提供四个 1/2" NPT 端口。第四端口可以连接温度或压力传感器以及冷凝液排放系统，或者也可安装堵头。

连接探头与四通接头时，在 Rxn-30 探头的 NPT 螺纹上缠绕特氟龙胶带。

注意

连接头内的电缆过度扭结会导致光纤断路，使 Rxn-30 无法正常工作。

- ▶ 使用卡套接头替代螺纹接头可以有效解决这一问题。

在此接头或任何其他 NPT 接头上拧紧 Rxn-30 时，注意不要扭转连接头内的电缆。尽量将接头螺纹旋入保持固定状态的 Rxn-30。或者在接头上拧紧 Rxn-30 时，确保电缆整体与探头同步旋转。

注意

如果需要反复拆装探头，NPT 互连接头并非首选探头接口。

- ▶ 这种情况下建议使用卡套接头。参见 *Rxn-30 探头，带卡套接头* → 

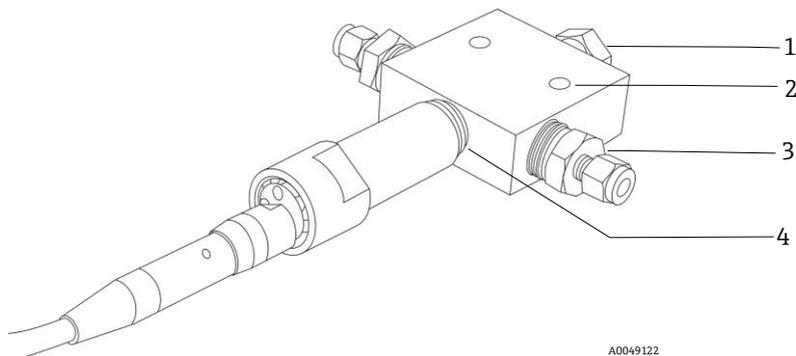


图 6. Rxn-30 探头，安装有 12.7 mm (1/2 in.)NPT 四通接头

| 图号 | 说明 |
|----|--------------------------------|
| 1 | 未使用端口的 1/2" NPT 堵头 |
| 2 | (2 个) 1/4" 安装孔 |
| 3 | (2 个) 1/2" NPT...1/4" 不锈钢管卡套接头 |
| 4 | 1/2" NPT Rxn-30 接头 |

6.2 Rxn-30 探头，带卡套接头

安装 Rxn-30 探头时也可使用 1"卡套接头，可以自行采购或由 Endress+Hauser 供应 (部件号: 71675522)。

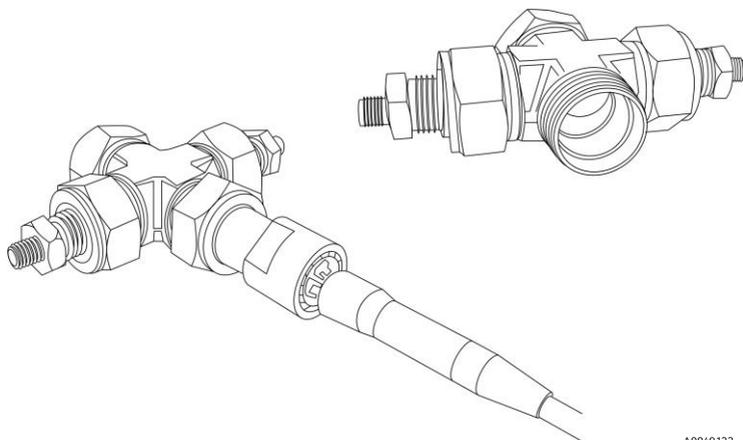


图 7. Rxn-30 探头，安装有 25.4 mm (1 in.) 标准卡套接头

6.3 过程与探头兼容性

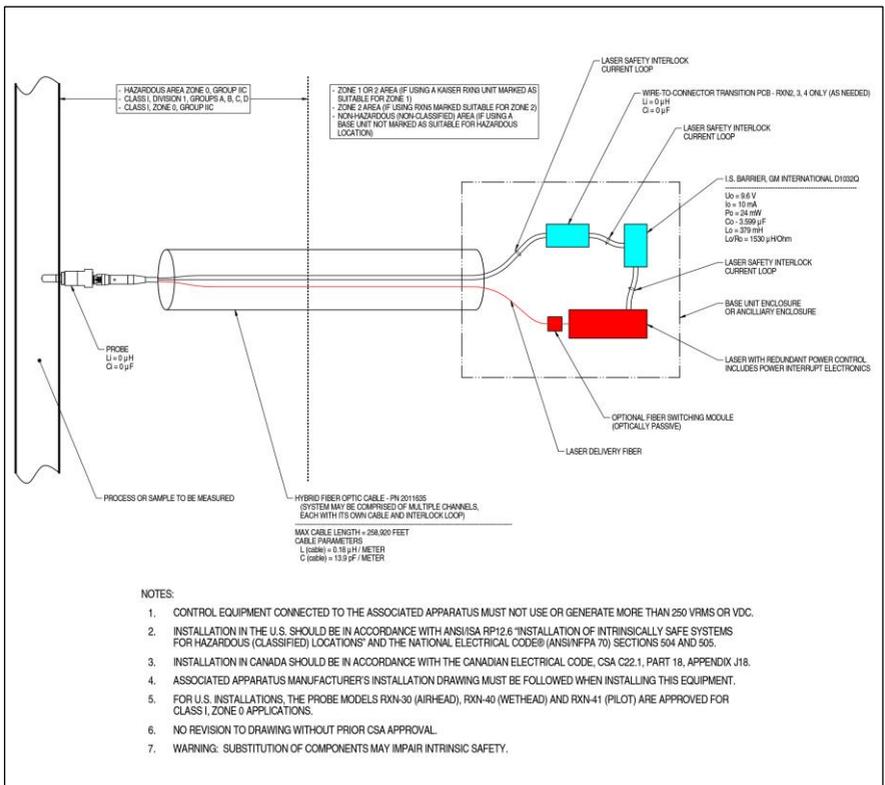
安装前，用户必须检查探头的温度和压力规格参数以及材质是否满足实际工况要求。

6.4 防爆危险区安装

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。



A0049010

图 8. 防爆危险区安装图 (4002396 X5 版)

7 调试

出厂后，Rxn-30 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* → 图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。有关内部仪表校准的更多信息，参见 Rxn5 拉曼光谱分析仪《操作手册》。

收集测量值之前、首次安装后以及执行任何维修操作后，必须按照贵公司 SOP 规定的间隔时间要求对探头执行强度校准。使用与应用相关的合适校准气体成分。遵循 *RunTime* 《操作手册》(BA02180C) 中的校准说明。

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，强烈建议使用校准气体的拉曼光谱执行 Raman RunTime 通道验证，从而确认校准结果（并非强制性要求）。有关验证说明，也可参见 *RunTime* 《操作手册》(BA02180C)。

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

下文未列举的附加信息参见 Rxn 拉曼光谱分析仪《操作手册》。

8.1 常规操作

Endress+Hauser Rxn-30 拉曼探头用于在实验室或制炼厂 *原位* 采集气相样品的拉曼光谱数据。Rxn-30 系列探头兼容 532 nm 激发光源波长的 Endress+Hauser Rxn 拉曼光谱分析仪。

8.2 启动过程

在合适的情况下，首先使用激发激光照射 Rxn-30 探头，随后再采集拉曼光谱数据。这样，探头的内部光学表面会产生本底淬灭效应。启动指南：

- 如果探头已“变暗”数小时，建议启动过程至少持续一小时。
- 如果探头已“变暗”较长时间（数天或数周），建议启动过程持续一到三天。

在涉及低浓度或低压样气的应用场合，本底/基线淬灭效应会降低，相应的信噪比（SNR）指标也会得到显著提升。

8.3 性能优化建议

Rxn-30 探头属于精密光学仪器，必须小心处理和操作，确保达到最优性能。注意下列建议和预防措施：

- 使 Rxn-30 探头的样品端保持洁净。样品端的内部光学器件上有灰尘或冷凝液积聚时，污染物的拉曼特征数据会叠加到光谱上，甚至盖过正常信号，使得被测气体样品特征变弱。
- 如果探头污染程度达到了必须清洁的水平，参见 *Rxn-30 拉曼光谱探头《操作手册》* 中的拆卸和清洁指南。或者，也可将 Rxn-30 寄回 Endress+Hauser 进行清洁。
- 烧结式金属污染物过滤器通常安装在探头的气体样品端口，可以满足脏污环境或防爆场合使用要求。需要时可拆除过滤器，一定程度上提高对于气体样品浓度变化的响应速度。参见 *Rxn-30 拉曼光谱探头《操作手册》* 中的过滤器套件安装指南。
- 水平安装 Rxn-30。此安装方式可防止污染物或冷凝液积聚在光学表面，避免探头性能受到影响。

- 保持电缆与 Rxn-30 的连接状态。光纤连接在探头上，连接头内部带折射率匹配凝胶。如果拆除连接头，裸露在外的凝胶会吸附污染物，导致数据吞吐量降低以及探头由于激光灼烧毁损。

拆除连接头后，建议清洁光纤电缆和 Rxn-30 光纤接口上残留的旧耦合凝胶。为了完成清洁工作，必须部分拆卸 Rxn-30 输入端。重新连接前，必须重新涂抹新耦合凝胶。仅允许由经过工厂培训的服务人员执行上述操作。

- 禁止扭转 Rxn-30 探头的连接电缆。如果需要探头安装至 NPT 螺纹接头，遵照 *Rxn-30 拉曼光谱探头《操作手册》* 中的 NPT 螺纹四通接头安装指南，确保内部光纤的连接完好无损。

9 诊断和故障排除

参见下文中的 Rxn-30 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"> 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 <i>Rxn-30 拉曼光谱探头《操作手册》</i>。 |
| | 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 基线相比安装时有所上升 | 探头光学窗口或逆反射组件上有污染物 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 关闭受污染探头的激光器。 2. 彻底清洁光学窗口后再使用探头。 3. 如果基线继续上升，请联系当地服务代表。 |
| 4 信号强度过高 | 检测器饱和度过高。样品气压可能增大。 | 检查并确认样品气压在原始安装状态的允许范围内。 |
| 5 探头上的激光器 LED 指示灯不亮 | 光纤总成损坏 | 检查光纤是否有损坏迹象。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。 |
| 6 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"> 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。 |

| 故障描述 | | 可能的原因 | 操作 |
|------|----------------------|-----------------|---|
| 7 | 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》。 |
| 8 | 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。 |
| 9 | 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 | |
| 10 | 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。 |

www.addresses.endress.com
