

技术资料

Rxn-41 拉曼光谱探头

系统设计与规格参数

应用

Rxn-41 拉曼光谱探头坚固耐用，支持直插安装，无需配备样品处理系统。采用单电缆设计，简化安装过程，消除风险隐患，最大限度降低过程环境中长距离光纤布线所产生的安装成本。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，直接插入低温流体测量时，可选用低温工况优化型 Rxn-41 拉曼光谱探头。

- 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

仪表特点

- 光电光纤连接
- 高纯度蓝宝石玻璃窗口

优势

- 能够满足不同的现场需求
- 密封式探头设计
- 自带“激光器开启”指示灯
- 一路输入/一路输出光纤
- 支持直插安装
- 符合 1 类压力容器安全标准
- 允许在防爆危险区/分类环境中使用



目录

功能与系统设计 3

应用	3
激光安全指示灯	3
Rxn-41 探头	3
过程与探头兼容性	4
安装	4

规格参数 5

温度和压力	5
法兰温度和压力	5
LNG 过程组分和温度规格参数	7
LNG 燃料加注船的 Rxn-41 探头安装参数	8
通用规格参数	9
外形尺寸: 1" 直径探头	10
外形尺寸: 2" 直径探头	11
最大允许照射量 (MPE) : 激光辐射眼部	12
MPE: 激光辐射皮肤	12

证书与认证 13

防爆认证	13
认证和标志	13
防爆危险区图纸	14

功能与系统设计

应用

将设备用于非指定用途会危及人身安全、损坏测量系统并导致质保失效。

激光安全指示灯

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 KFOC1 和 KFOC1B 《技术资料》(TI01641C) 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-41 拉曼光谱探头时，联锁回路必须连接本安型 (IS) 安全栅。

Rxn-41 探头

Rxn-41 探头的组成部件如下图所示。

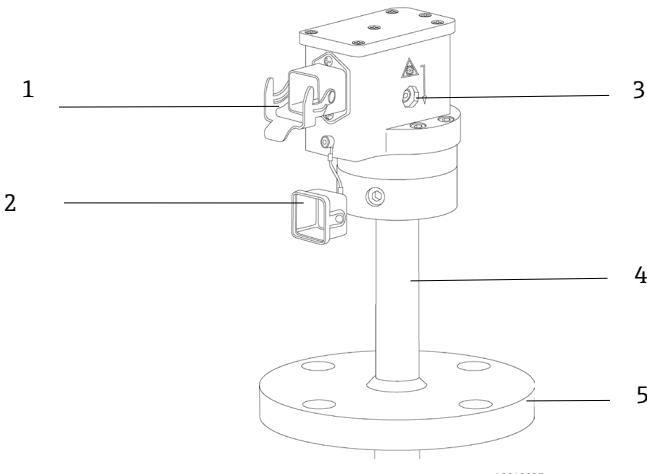


图 1. Rxn-41 探头

图号	说明
1	光电光纤 (EO) 电缆接口
2	EO 接口防尘盖
3	激光发射指示灯
4	探头主体
5	法兰 (选配)

过程与探头兼容性

安装前，验证探头的压力和温度等级及其材料是否与过程条件兼容。

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。

▲ 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。

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。

安装过程中，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	<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。
▲ 小心	<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。
注意	<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>

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。

规格参数

温度和压力

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"或 2"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 2020 标准计算材料和探头几何结构在最高温度条件下的最大压力。
- 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"直径的 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	-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	-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 °C (-40 °F)	70 °C (158 °F)	不适用

法兰温度和压力

探头法兰温度规格参数取决于探头材质。探头法兰的最大额定压力随最高额定温度变化。不同材质的法兰符合不同标准。316L 不锈钢法兰和 C276 合金法兰符合 ASME B16.5-2018 标准。二级钛法兰符合 ASME BPVC VIII.1-2021 (附录 2) 标准。DIN 法兰符合 EN 1092-1:2013-04 标准。

法兰额定参数与探头额定参数可能有所不同。带法兰的探头额定参数应取探头和法兰额定参数中的较小值。任何静压或其他测试都应在受限部件的额定压力下进行测试。

对于低温工况 (例如液化天然气)，建议使用带 316L 不锈钢法兰的 1"混合金属探头。

结构材质	最低温度	最高温度	精度等级	最大工作压力
ASME B16.5-2018 法兰额定参数				
316L 不锈钢 (低温工况)	-196 °C (-320 °F)	70 °C (158 °F)	150	14.5 barg (210 psig)
			300	37.9 barg (549 psig)
			600	75.8 barg (1099 psig)
316L 不锈钢	-30 °C (-22 °F)	120 °C (250 °F)	150	12.8 barg (185 psig)
			300	33.4 barg (484 psig)
			600	66.9 barg (970 psig)
C276 合金 (低温工况)	-196 °C (-320 °F)	70 °C (158 °F)	150	18.8 barg (272 psig)
			300	51.6 barg (748 psig)
			600	103.2 barg (1496 psig)
C276 哈氏合金	-30 °C (-22 °F)	150 °C (300 °F)	150	15.8 barg (229 psig)
			300	50.3 barg (729 psig)
			600	100.3 barg (1454 psig)
ASME BPVC VIII.1-2021 (附录 2) 法兰额定参数				
二级钛	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	150	10.2 barg (148 psig)
			300	26.6 barg (387 psig)
			600	53.2 barg (773 psig)
DIN EN 1092-1:2013-04 法兰额定参数				
316L 不锈钢	-196 °C (-320 °F)	70 °C (158 °F)	10	9.6 barg (139 psig)
			16	15.4 barg (223 psig)
			25	24.1 barg (349 psig)
			40	38.7 barg (561 psig)
316L 不锈钢	-30 °C (-22 °F)	120 °C (250 °F)	10	9.0 barg (130 psig)
			16	14.5 barg (210 psig)
			25	22.7 barg (329 psig)
			40	36.4 barg (527 psig)

LNG 过程组分和温度规格参数

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 探头优化配置:

- 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 °C (93 K)...-156 °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

如果选择此探头配置, 尾流频率计算结果表示, 湍流工况下 220 mm (8.67 in) 无支撑长度探头满足 ASME PTC 19.3 TW 2016 的强度和可用性要求, 适用于密度 < 500 kg/m³ (31.21 lb/ft³) 的典型 LNG 液流 (流量不超过下表中的规定值)。

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)
355.6mm (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)

LNG 燃料加注船的 Rxn-41 探头 安装参数

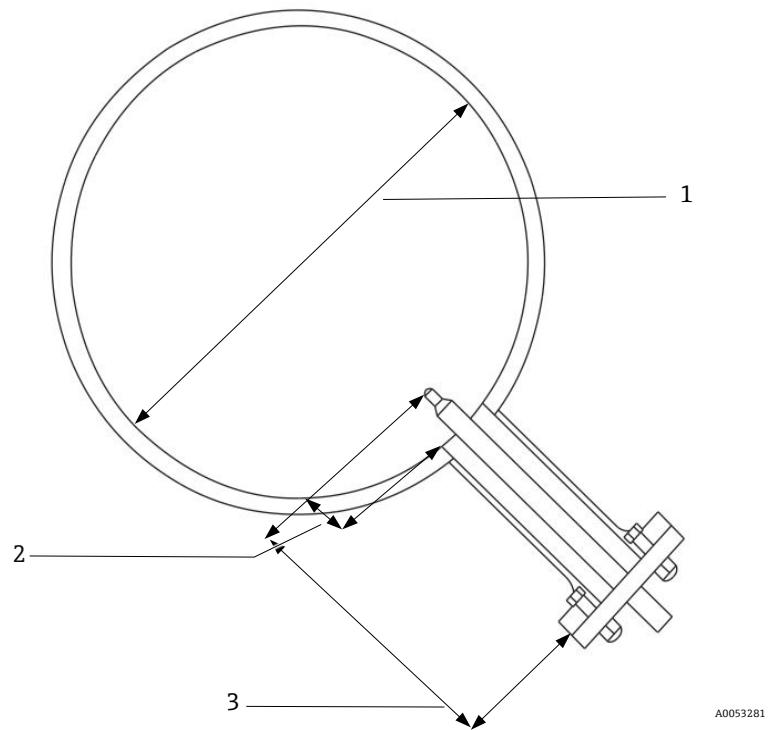


图 2: *LNG* 燃料加注船的 *Rxn-41* 探头安装参数

图号	说明
1	管道内径
2	裸露长度
3	无支撑长度

通用规格参数

Rxn-41 探头的一般规格参数如下。

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	
环境温度	非爆炸性环境: -30...150 °C (-22...302 °F) 爆炸性环境: T4: -20...70 °C / -4...158 °F T6: -20...65 °C / -4...149 °F 限制为正常环境温度 IEC 60079-0 (韩国)	
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)	
(EO) 直角连接头的 IEC 60529 防护等级	IP65	
(EO) 不锈钢直型连接头的 IEC 60529 防护等级	IP65	
(EO) 直角连接头的北美 Type 防护等级	Type 13 ¹	
结构材质:	探头主体	<ul style="list-style-type: none"> ■ 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)
接液部件材质	窗口	高纯度蓝宝石玻璃
探头浸入深度	C276 哈氏合金	<ul style="list-style-type: none"> ■ 25.4 mm (1 in) Rxn-41: 最大 3040 mm (120 in) ■ 60.3 mm (2 in) Rxn-41: 最大 4550 mm (179.1 in)
	316L 不锈钢	<ul style="list-style-type: none"> ■ 25.4 mm (1 in) Rxn-41: 最大 3040 mm (120 in) ■ 60.3 mm (2 in) Rxn-41: 最大 4550 mm (179.1 in)
	二级钛	25.4 mm (1 in) Rxn-41: 最大 350 mm (13.78 in)
探头浸入直径	C276 哈氏合金	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	25.4 mm (1 in) 60.3 mm (2 in 标称值; 实际外径为 2.38 in)
	二级钛	25.4 mm (1 in)
耐化学腐蚀性	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)

¹ 这是 UL 50E Type 13 符合性自我声明，并不构成 UL 认证或 UL 标志使用授权。所有光纤电缆规格参数请参见拉曼光纤电缆 KFOC1 和 KFOC1B 《技术资料》*(TI01641C)*。

外形尺寸: 1"直径探头

1"直径 Rxn-41 探头及其末端的尺寸参数如下。

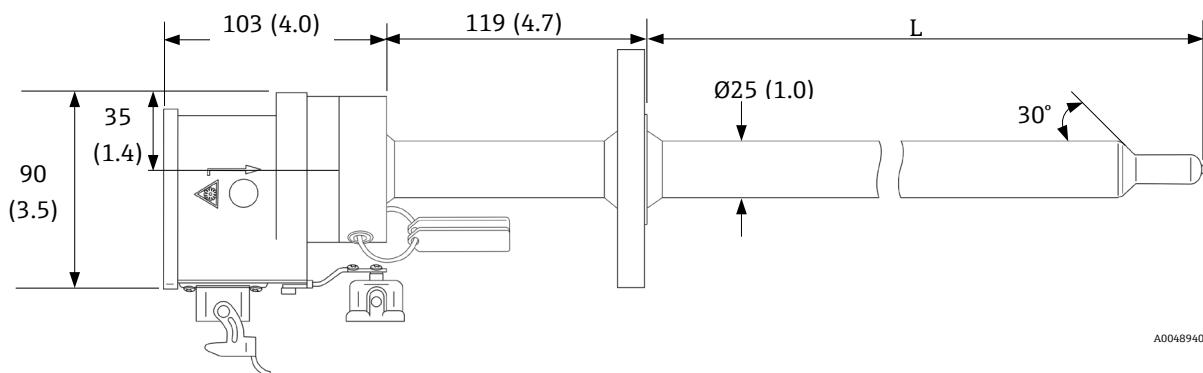


图 3. 1"直径 Rxn-41 探头; 单位: mm (in)
 L = 浸入深度, 取决于规格参数

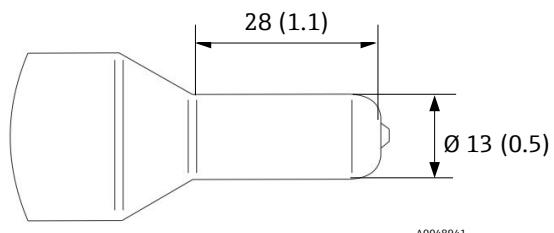


图 4. 1"直径 Rxn-41 探头末端; 单位: mm (in)

外形尺寸: 2"直径探头

2"直径 Rxn-41 探头及其末端的尺寸参数如下。

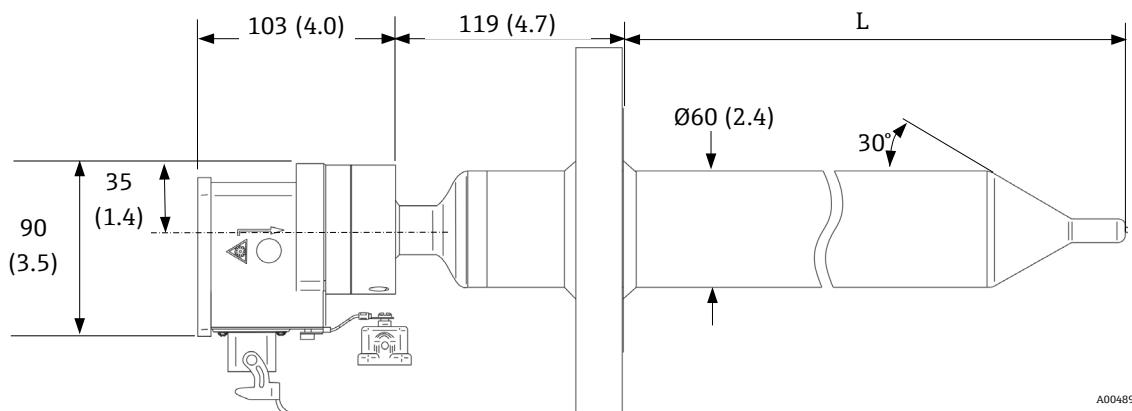


图 5. 2"直径 Rxn-41 探头; 单位: mm (in)
L = 浸入深度, 取决于规格参数

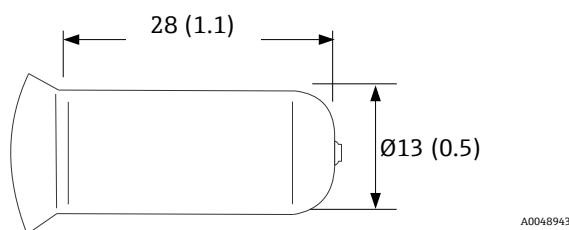


图 6. 2"直径 Rxn-41 探头末端; 单位: mm (in)

最大允许照射量 (MPE) :
激光辐射眼部

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。可能还需要考虑校正系数 (C_A), 如下表所示。

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

MPE: 激光辐射皮肤

参见 ANSI Z136.1 标准中的表格, 计算激光辐射皮肤最大允许照射量。

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

证书与认证

防爆认证

防爆认证如下表所示。

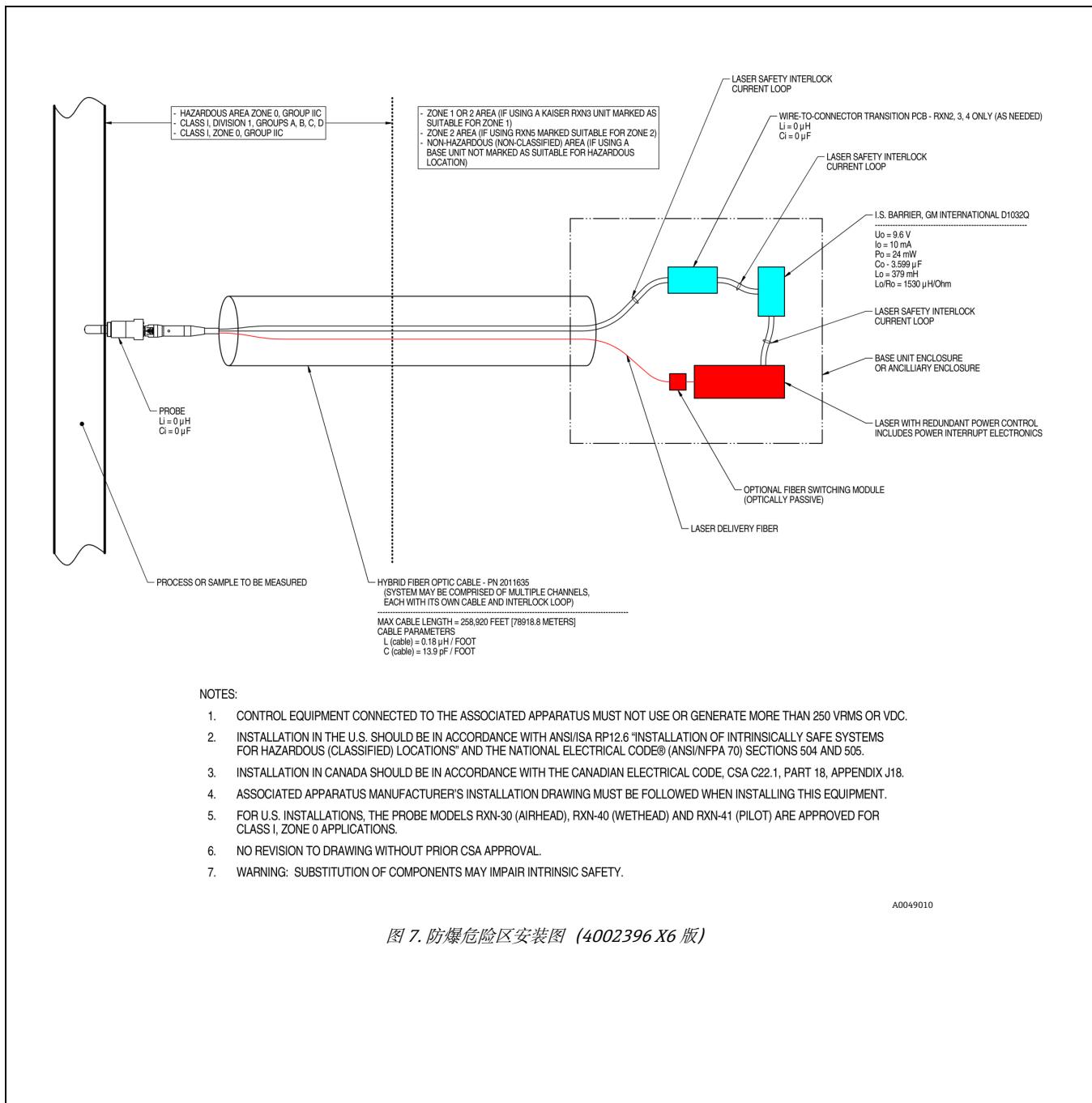
类型	说明
防爆认证	<p>ATEX 防爆体系 Rxn-41 拉曼光谱探头已通过第三方机构防爆认证，符合欧洲议会和欧洲理事会 2014 年 2 月 26 日颁布的 2014/34/EU 指令第 17 条的要求。Rxn-41 拉曼光谱探头已通过 ATEX 防爆认证，在欧洲地区以及其他认可 ATEX 防爆认证的国家均可使用。</p> <p>IECEx 防爆体系 遵照防爆危险区安装图示安装后，Rxn-41 探头还可满足国际电工委员会 (IEC) 爆炸性环境用设备认证体系要求。</p> <p>北美防爆体系 如果采用防爆危险区安装图中的安装方式，Rxn-41 拉曼光谱探头还能满足加拿大标准协会防爆认证要求，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。</p>

认证和标志

Endress+Hauser 的 Rxn-41 探头可选多项认证。购买时，确保选择所需认证，确保获得带合适标志的探头位号牌。选择所需认证后，探头或探头位号牌上将带有相应标志。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)*。

防爆危险区图纸

防爆危险区安装图如下所示。



www.addresses.endress.com
