

技术资料

Turbimax CUS51D

浊度和悬浮固体浓度传感器



应用领域

Turbimax CUS51D 广泛应用于各类污水处理应用。

- 出水口的浊度测量
- 活性污泥和回流污泥的悬浮固体浓度测量
- 污泥处理过程中的悬浮固体浓度测量
- 污水处理厂出水口的可过滤物质的浊度测量

优势

- 多种传感器测量原理（90°或 135°散射光、四脉冲光束），用户灵活按需选择。
- 传感器通过出厂标定（福尔马肼）。所有备选应用模式均通过预标定（例如活性污泥），调试快速简单。
- 标准通信方式（采用 Memosens 技术），传感器“即插即用”。
- 智能型传感器内存储所有特征参数和标定值。
- 用户可以选择实验室标定或现场标定，最多 5 个标定点。

目录

功能与系统设计	3
测量原理	3
测量系统	7
输入	9
测量变量	9
测量范围	10
电源	10
电气连接	10
性能参数	11
参考操作条件	11
最大测量误差	11
重复性	11
出厂标定	11
漂移	11
检测限	11
应用	11
安装	12
安装指南	12
管道	13
环境条件	14
环境温度范围	14
储存温度范围	14
防护等级	14
过程条件	14
过程温度范围	14
过程压力范围	14
最小流量	14
机械结构	15
外形尺寸	15
重量	16
材质	16
过程连接	16
证书与认证	16
CE认证	16
NAMUR	16
设备安全	16
订购信息	17
供货清单	17
产品主页	17
Configurator 产品选型软件	17
附件	17
安装支架	17
安装支座	18
压缩空气清洗系统	18
电缆	18

功能与系统设计

测量原理

在浊度测量过程中，射向介质的光束遇到不透光颗粒时（例如：固体颗粒），光束将改变原来的传播方向。这一过程被称之为光的散射。

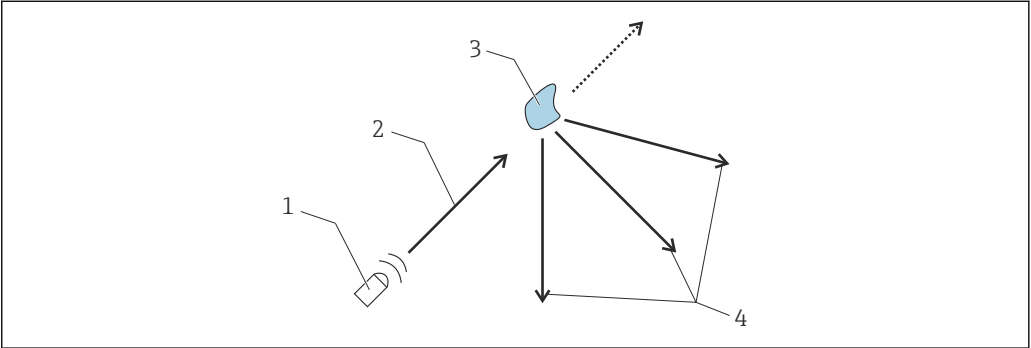


图 1 光的散射原理示意图

- 1 光源
- 2 光束
- 3 颗粒
- 4 散射光

入射光在多个方向上发生散射，即向各个方向传播。下列两个角度上的散射光对浊度测量的影响较大：

- 90°散射光，主要用于测量饮用水中的浊度。
- 135°散射光则用于更高颗粒浓度的测量。

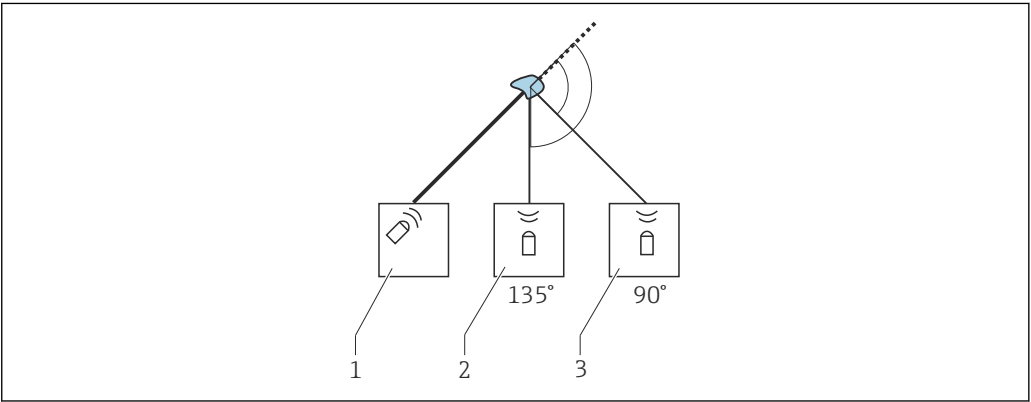
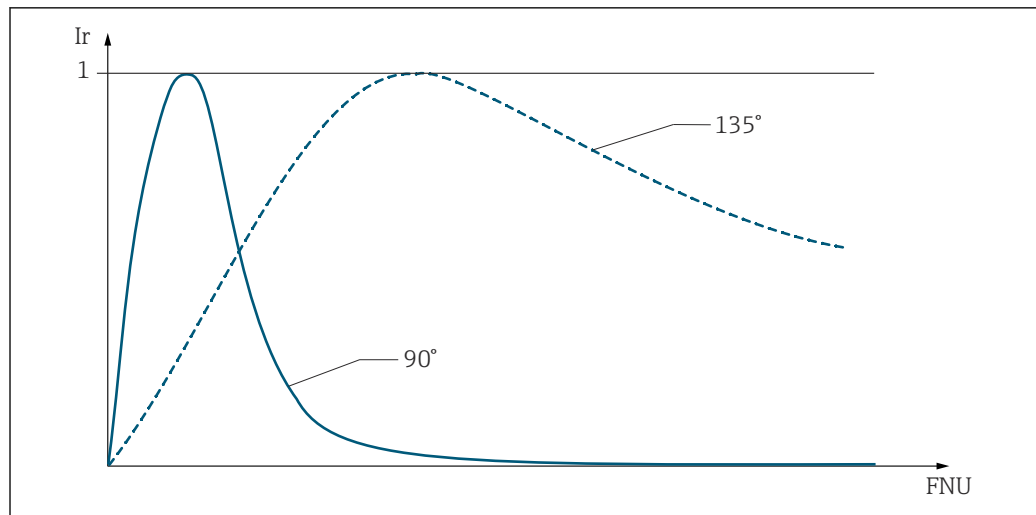


图 2 浊度传感器的测量原理示意图

- 1 光源
- 2 135°光接收器
- 3 90°光接收器

介质中的固体颗粒浓度较低时，大部分光线沿 90°方向散射，135°方向上的散射光较少。随着介质中的固体颗粒浓度升高，两者的比例发生改变（135°散射光增加，90°散射光减少）。

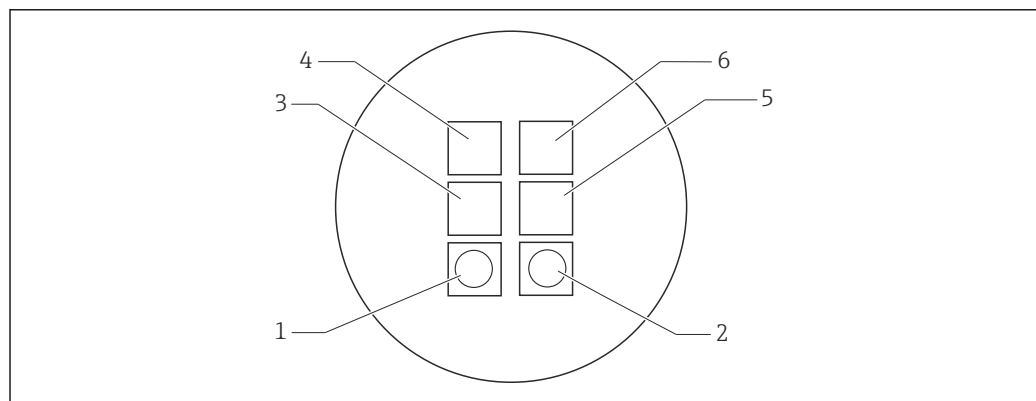


A0030849

图 3 不同颗粒浓度下的信号分布曲线图

Ir 相对光强
FNU 浊度单位

CUS51D 浊度传感器配备两套并排放置、独立工作的传感器单元。它们针对具体应用分别进行信号分析，确保获取稳定的测量值。



A0030845

图 4 光源和光接收器的布局图

1、2 光源 1 和 2
3、5 135°光接收器
4、6 90°光接收器

由于配备两个光源，每个光源均带一个 90°和一个 135°散射光接收器，浊度传感器可进行广泛的浊度和悬浮物浓度测量。

- 当客户选定一项应用（例如**活性污泥**）后，传感器即会自动激活最适合当前测量任务的测量法（例如：使用两个光源进行 90°散射光测量）。
- 双传感器系统（两个光源，每个光源带两个光接收器）可有效补偿污垢导致的测量误差（四光束脉冲光测量→ 图 4）。



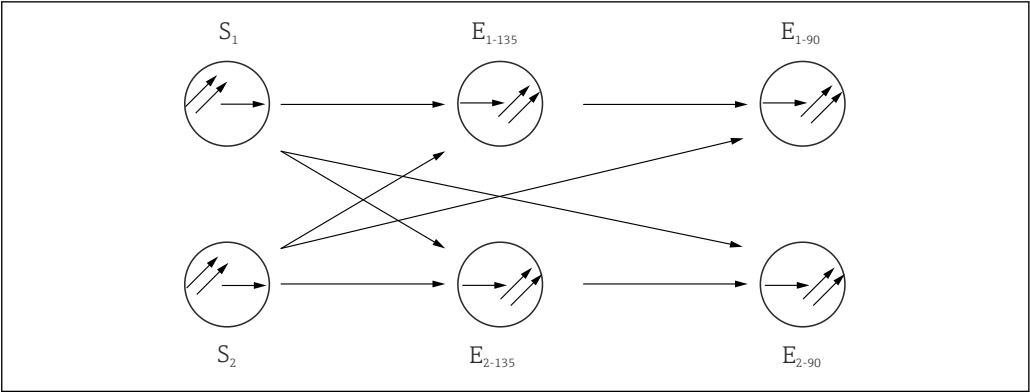
不同型号的传感器的量程各不相同，分别适用不同的应用场合。

测量方法

四脉冲光束测量方法

该测量方法需要使用两个光源和四个光接收器。长使用寿命的 LED 发光二极管用作单色光源。LED 光源交替发射脉冲光，每路脉冲光均会生成四路散射光信号，接收器接收散射光。

这样就消除了干扰对测量的影响，例如外来光线、LED 光源老化、窗口污染和介质吸收。根据所选应用类型对散射光信号进行相应的处理。传感器中存储信号类型、数量和计算结果。



A0030847

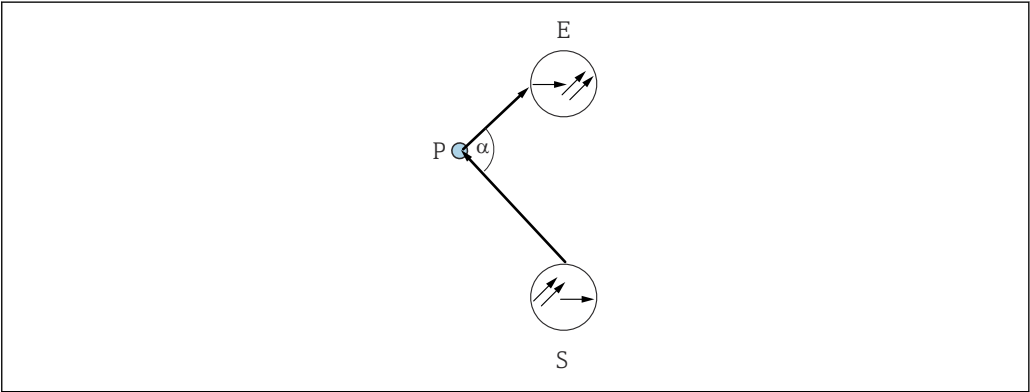
图 5 四波束脉冲光测量

$S_1 S_2$ 光源
 E_{90} 90°散射光接收器
 E_{135} 135°散射光接收器

90°散射光测量方法

测量波长为 860 nm，符合 ISO 7027 / EN 27027 标准。

光源发射的光束碰到介质中的固体颗粒后发生散射。散射光强度由光源 90°方向的散射光接收器测量，由此测定介质浊度。



A0030852

图 6 90°散射光测量

S 光源
 E 接收器
 P 颗粒

135°背向散射光测量方法

光源发射的光束碰到介质中的固体颗粒后发生散射。散射光接收器测量此类背向散射光，散射光接收器与光源并排放置。基于背向散射光强度测定介质的浊度。此测量方法可用于高浊度测量。

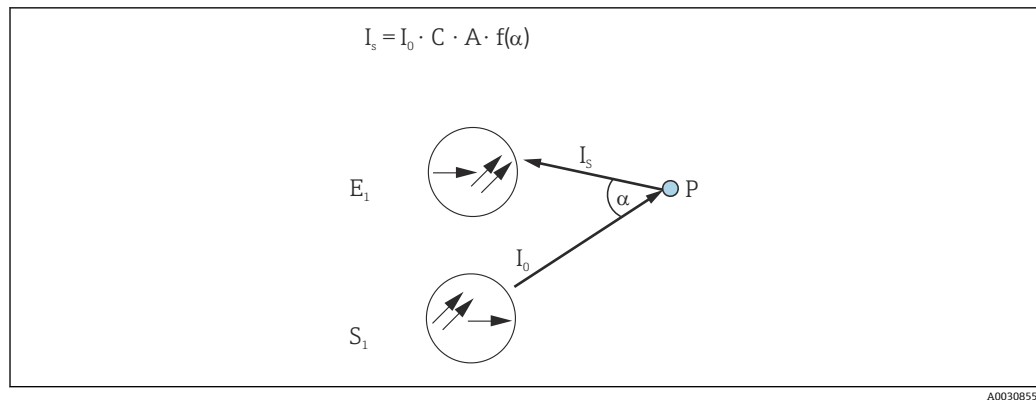


图 7 背向散射光测量原理

I_0 发射光强度
 I_s 散射光强度
 A 几何系数
 C 浓度
 P 颗粒
 $f(\alpha)$ 角度系数

传感器监测

连续监测光学信号，并进行信号的合理性分析。一旦出现偏差，变送器立即触发错误报警。需要用户主动开启此功能。

与 Liquiline M 变送器的传感器检测系统配套使用，还可以检测以下故障状态：

- 出现极高或极低的异常测量值
- 违规超限测量值

应用

应用领域

适用范围 (模式)	应用领域/使用范围	单位	补偿* 1)
福尔马肼	工业水、污水处理厂出水口	FNU / NTU	
高岭土	可过滤物质、工业水、污水处理厂出水口、低浓度活性污泥	mg/l; g/l; ppm; %	
二氧化硅	二氧化硅、矿物质（砂石）	g/l; ppm; %	X
二氧化钛	二氧化钛（白色物质）	g/l; ppm; %	X
薄污泥	稀污泥；介于活性污泥和清水之间	g/l; ppm; %	
活性污泥	活性污泥池和类似介质	g/l; ppm; %	X
剩余污泥	污水处理中的常见污泥，浓度为 5...50 g/l（活性污泥、回流活性污泥等）	g/l; ppm; %	X
污泥，常规	各种常规污泥，从清水到高浓度污泥（例如增稠机中的脱水污泥） 0 g/l...50 g/l	g/l; ppm; %	X
消化污泥	消化污泥（黑色均质污泥）	g/l; ppm; %	

1) 四光束脉冲光的污染补偿

注意

以下应用中存在多重散射：福尔马肼、高岭土和薄污泥

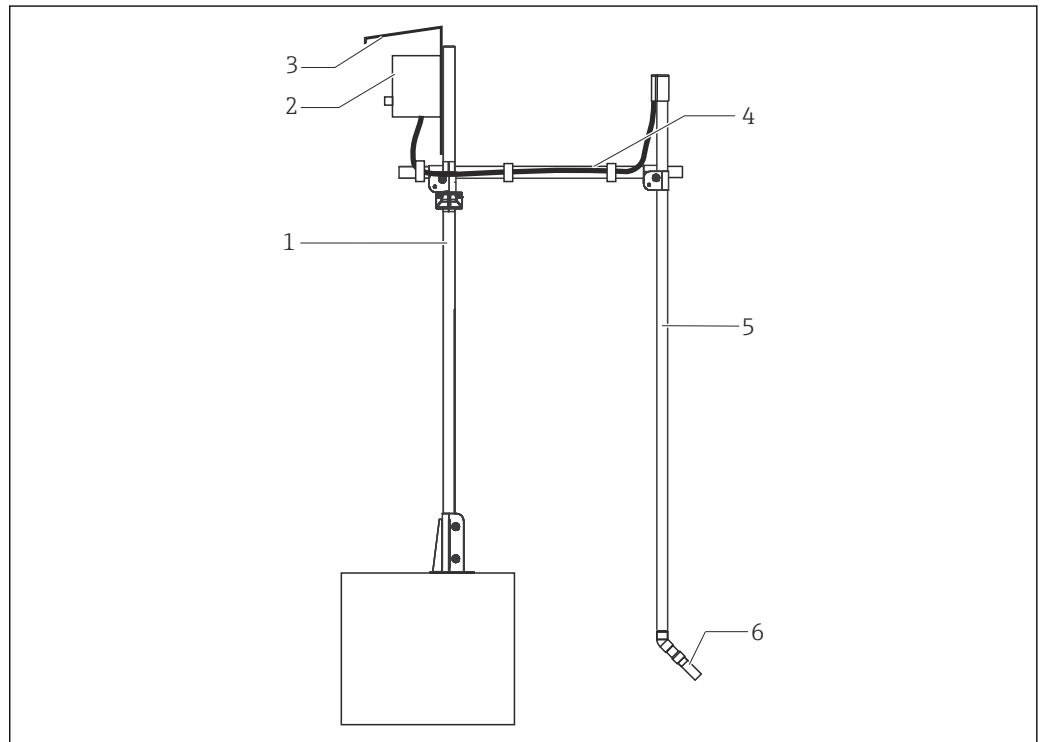
如果超过设定工作范围，即使浊度或悬浮物浓度增大，传感器上显示的测量值会减小。在强吸收介质中（例如深色介质），显示工作范围会减小。

► 在强吸收介质中（例如深色介质），应事先通过实验确定工作范围。

测量系统

整套测量系统包括：

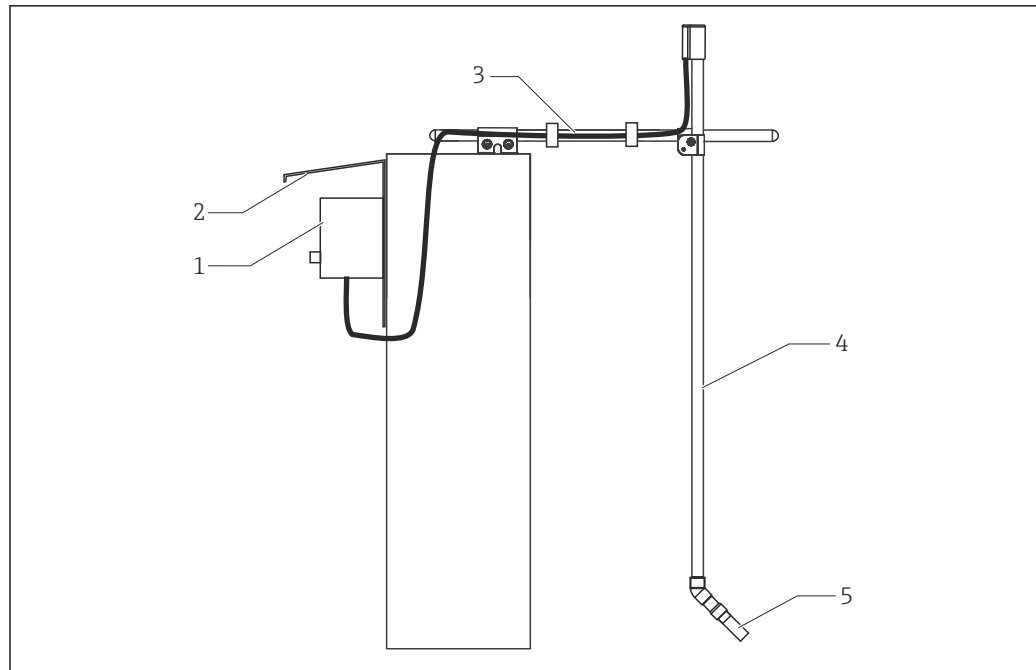
- Turbimax CUS51D 浊度传感器
- Liquiline CM44x 多通道变送器
- 安装支架：
 - Flexdip CYA112 安装支架和 Flexdip CYH112 安装支座或
 - 可伸缩式安装支架，例如：Cleanfit CUA451



A0051207

图 8 测量系统示例，使用浸入式安装支架

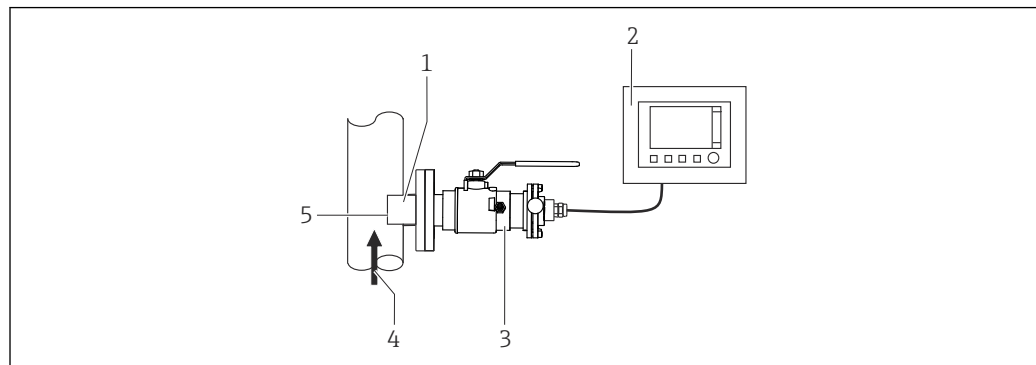
- 1 Flexdip CYH112 安装支座（主工艺管道）
- 2 Liquiline CM44x 多通道变送器
- 3 防护罩
- 4 Flexdip CYH112 安装支座（横管）
- 5 Flexdip CYA112 污水安装支架
- 6 Turbimax CUS51D 浊度传感器



A0030856

图 9 测量系统示例，使用浸入式安装支架

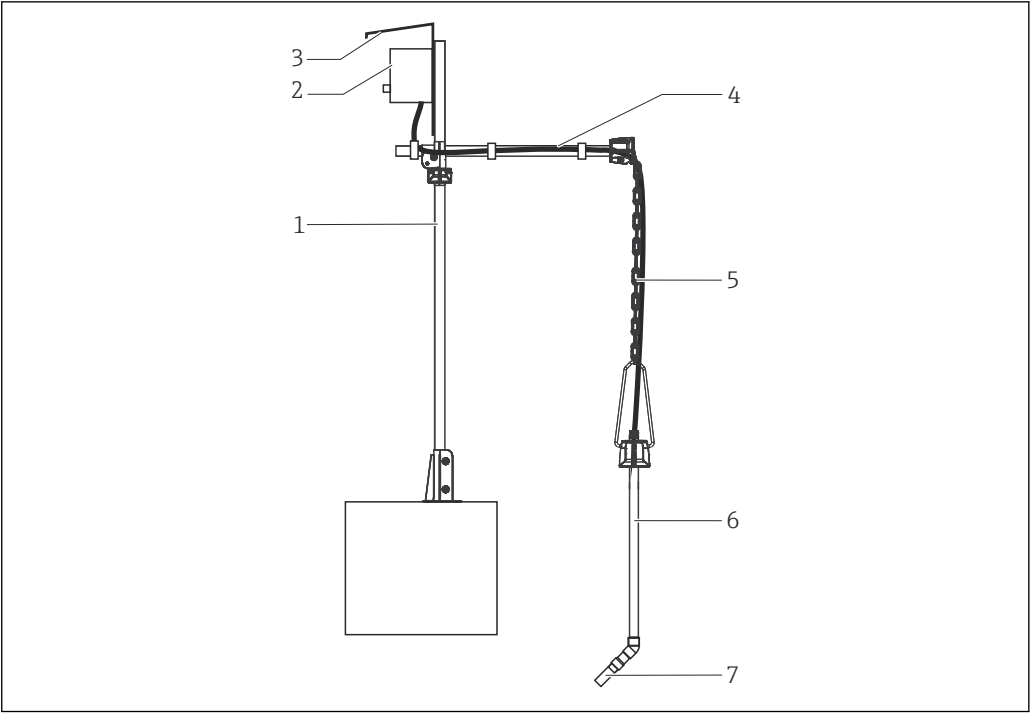
- 1 Liquiline CM44x 多通道变送器
- 2 防护罩
- 3 Flexdip CYH112 安装支座（横管）
- 4 Flexdip CYA112 污水安装支架
- 5 Turbimax CUS51D 浊度传感器



A0030843

图 10 测量系统示例，使用可伸缩式安装支架

- 1 Turbimax CUS51D 浊度传感器
- 2 Liquiline CM44x 多通道变送器
- 3 Cleanfit CUA451 可伸缩式安装支架
- 4 流向
- 5 光学窗口

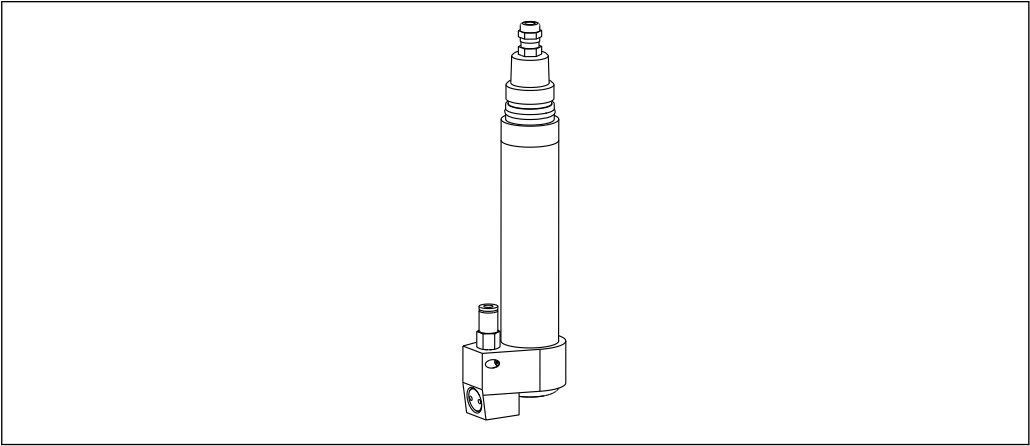


A0051208

图 11 测量系统示例，使用浸入式安装支架，带链条式安装支座

- 1 Flexdip CYH112 安装支座（主工艺管道）
- 2 Liquiline CM44x 多通道变送器
- 3 防护罩
- 4 Flexdip CYH112 安装支座（横管）
- 5 Flexdip CYH112 安装支座链条
- 6 Flexdip CYA112 污水安装支架
- 7 Turbimax CUS51D 浊度传感器

传感器，带压缩空气清洗系统



A0031105

图 12 带清洗单元的 Turbimax CUS51D 传感器

输入

测量变量

- 浊度
- 悬浮固体浓度
- 温度

测量范围

CUS51D-**C1		适用范围
浊度	0.000...4000 FNU 最大显示范围为 9999 FNU	福尔马肼
悬浮物浓度	0...5 g/l	高岭土 可过滤物质
温度	-20 ... 80 °C (-4 ... 176 °F)	

CUS51D-**D1		适用范围
浊度	0.000...4000 FNU 最大显示范围为 9999 FNU	福尔马肼
悬浮物浓度	0 ... 300 g/l (0 ... 2.5 lb/gal) 0...30 %	悬浮物浓度取决于所选应用（参见列表）
温度	-20 ... 80 °C (-4 ... 176 °F)	

i 悬浮物浓度的测量范围：

测量固体时，有效量程很大程度上取决于当前介质，可能与推荐工作范围有所不同。严重不均匀介质可能导致测量波动，从而减小测量范围。

电源

电气连接

可选连接方式：

- 通过 M12 插头连接（传感器类型：整体电缆，M12 插头）
- 传感器电缆直接连接变送器的输入信号接线端（传感器类型：带整体电缆，末端安装有线鼻子）

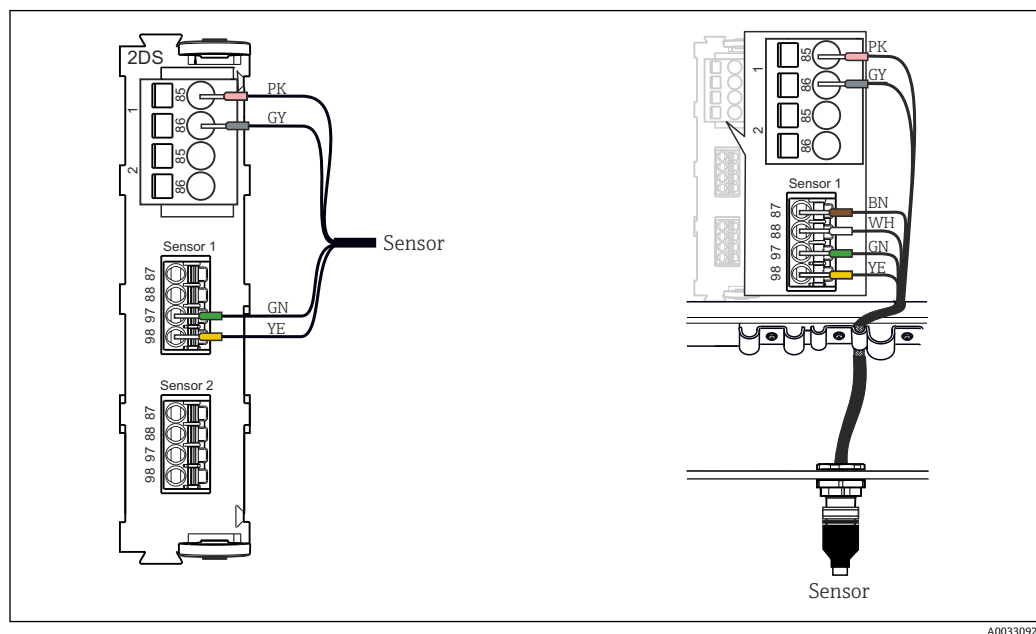


图 13 传感器直接连接输入接线端（左图），或通过 M12 插头连接（右图）

电缆长度不超过 100 m (328.1 ft)。

性能参数

参考操作条件	20 °C (68 °F), 1013 hPa (15 psi)												
最大测量误差	浊度	小于测量值的 2%或 0.1 FNU（取两者中的较大值）。											
	悬浮物浓度	小于测量值的 5%或量程上限的 1%（取两者中的较大值）； 适合在指定测量范围内标定的传感器。											
	 测量误差已考虑测量回路中传感器和变送器的测量不确定性。但是，不包含标液本身的误差。  测量悬浮物浓度时，当前介质状况直接影响实际测量误差，使其不同于指定误差参数。介质极度不均一会导致测量结果波动，增大测量误差。												
重复性	小于读数值值的 0.2%												
出厂标定	FNU、NTU 符合应用表 标准：三点												
漂移	传感器受电子部件控制，几乎无漂移。												
检测限	<table border="1"> <thead> <tr> <th>适用范围</th><th>测量范围</th><th>检测限</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">福尔马肼</td><td>0...50 FNU</td><td>0.006 FNU</td></tr> <tr> <td>0...4000 FNU</td><td>0.4 FNU</td></tr> <tr> <td>高岭土</td><td>0...5000 mg/l</td><td>0.85 mg/l</td></tr> </tbody> </table>		适用范围	测量范围	检测限	福尔马肼	0...50 FNU	0.006 FNU	0...4000 FNU	0.4 FNU	高岭土	0...5000 mg/l	0.85 mg/l
适用范围	测量范围	检测限											
福尔马肼	0...50 FNU	0.006 FNU											
	0...4000 FNU	0.4 FNU											
高岭土	0...5000 mg/l	0.85 mg/l											
应用	出厂时，传感器已完成福尔马肼模式标定。所有其他应用均使用参考样品进行预标定，并需要根据相应应用进行标定。 最多允许 5 点标定。												

清水应用	推荐工作范围	CUS51D	
		C1	D1
福尔马肼	0...4000 FNU	X	X
高岭土	0...5 g/l	X	X
二氧化硅	5...100 g/l		X
二氧化钛	0.2...150 g/l		X

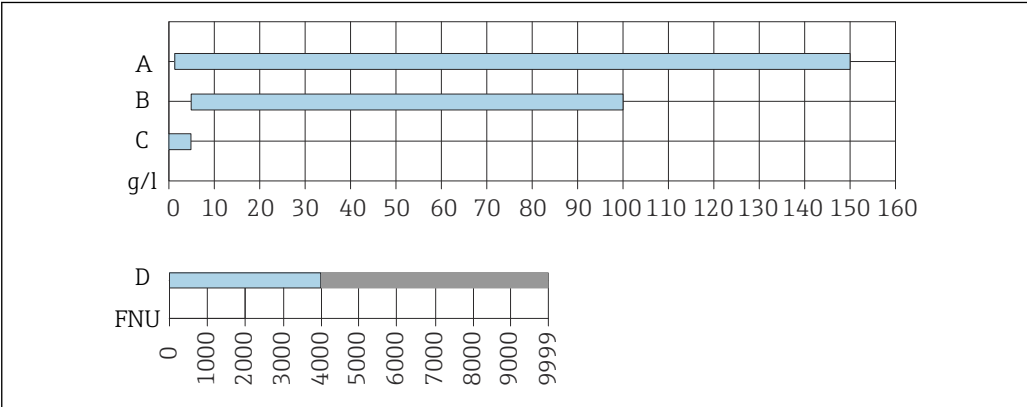
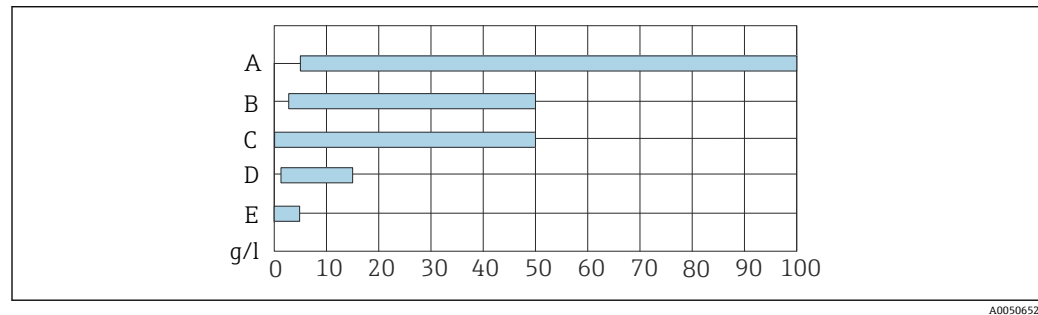


图 14 清水应用

- A 二氧化钛
- B 二氧化硅
- C 高岭土
- D 福尔马肼

固体应用	推荐工作范围	CUS51D	
		C1	D1
薄污泥	0...5 g/l		X
活性污泥	2...15 g/l		X
剩余污泥	3...50 g/l		X
污泥, 常规	0...50 g/l		X
消化污泥	5...100 g/l / 300 g/l		X



A0050652

图 15 固体应用

- A 消化污泥
 B 剩余污泥
 C 污泥, 常规 (主要用于 SBR 应用)
 D 活性污泥 (仅适用于 TS > 2 g/l)
 E 薄污泥

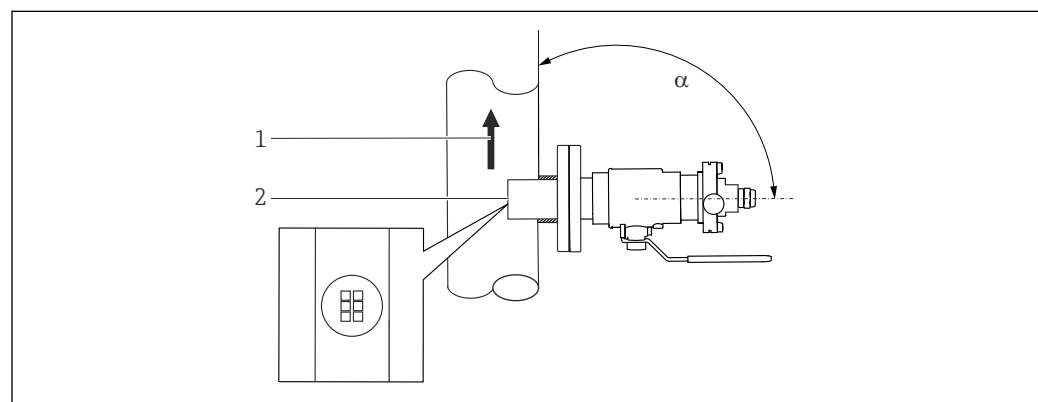
i 测量悬浮固体浓度时, 当前介质状况直接影响实际测量误差, 使其不同于指定误差参数。介质极度不均一会导致测量结果波动, 增大测量误差。

安装

安装指南

安装方式:

- 使用 Cleanfit W CUA451 可伸缩式安装支架安装
- 使用 Flexdip CYA112 污水安装支架和 Flexdip CYH112 安装支座
- 使用 Flowfit CYA251 流通式安装支架



A0051206

图 16 使用可伸缩式安装支架安装

- 1 流向
 2 光学窗口

安装角度 α 不得超过 $90^\circ \rightarrow$ 图 16, 图 12。推荐安装角度为 75° 。传感器的光学窗口必须与流向平行。

需要手动控制安装支架的伸缩动作时，介质压力不得超过 2 bar (29 psi)。

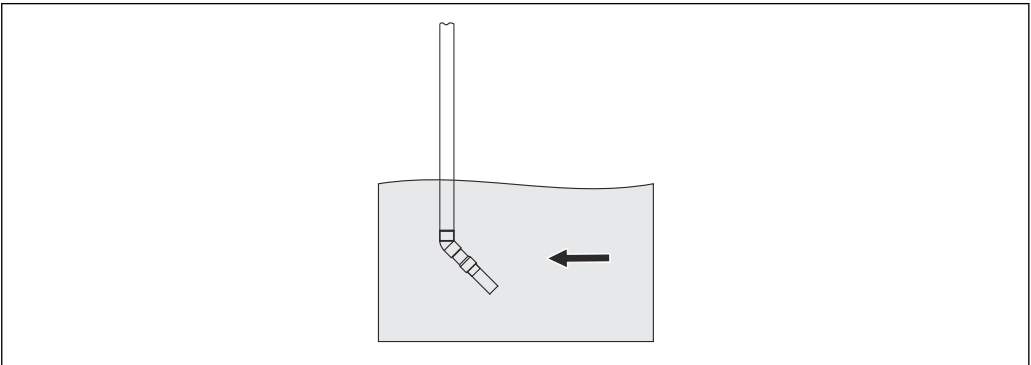


图 17 使用污水安装支架安装

箭头指向与介质流向一致。安装角度为 45° (推荐角度) 或 90° 。

- 在敞口池中安装传感器时，应避免光学窗口周围出现气泡积聚。
- 如需在强曝气池中使用传感器，传感器的安装角度为 90° ，以减小气泡效应。

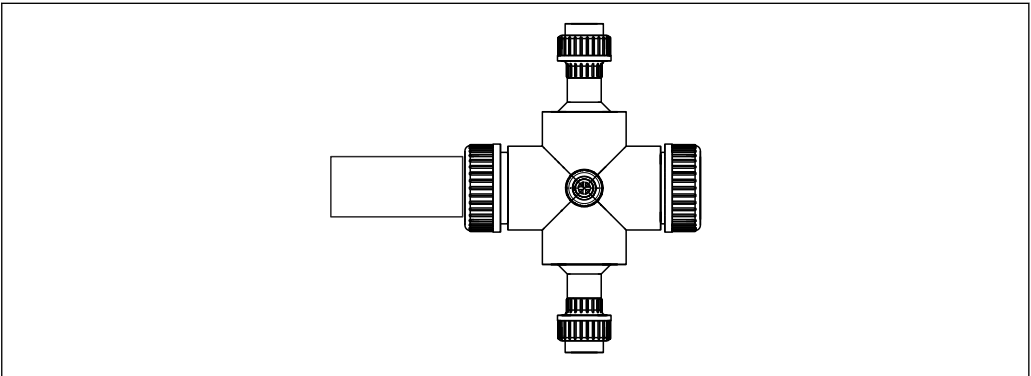


图 18 使用 CYA251 流通式安装支架安装

安装角度为 90° 。进行小于 200 FNU 的浊度测量时，安装支架内表面的背向散射会导致测量值失真。

管道

下图介绍了传感器在管道上的各种安装位置，并标识该安装位置是否合理。

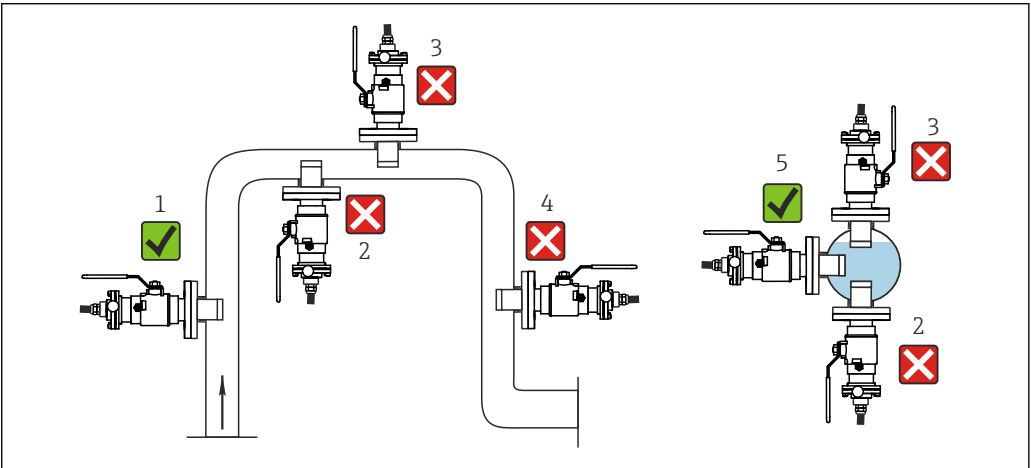


图 19 安装方向和安装位置 (使用 CUA451 可伸缩式安装支架)

- 反光材质（例如不锈钢）的管道的管径不得小于 100 mm (3.9 in)。建议现场标定。
- 将传感器安装在流体状况稳定的位置处。
- 最佳传感器安装位置是上行管道（1）。传感器可以安装在水平管道中（5）。
- 禁止将传感器安装在可能产生气体聚集或易生成气泡的位置处（3），或易出现沉积的位置处（2）。
- 避免在下行管道上安装传感器（4）。
- 进行低于 200 FNU 的浊度测量时，管壁的背向散射会导致测量值失真。为此，建议对测量值进行偏置量校正。
- 禁止在减压管段后方安装管件，避免脱气。

环境条件

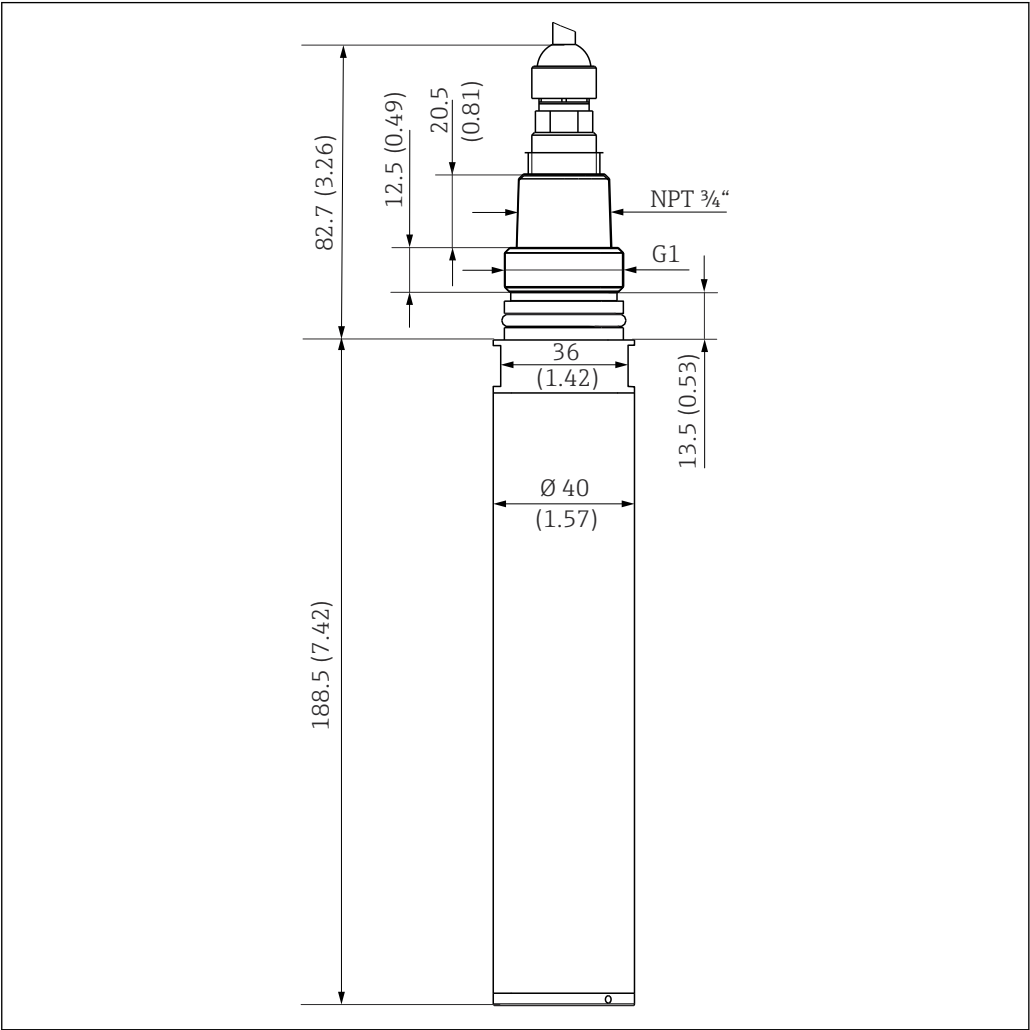
环境温度范围	-20 ... 60 °C (-4 ... 140 °F)
储存温度范围	-20 ... 70 °C (-4 ... 158 °F)
防护等级	■ IP 68 (1.83 m (6 ft) 水柱, 24 小时) ■ IP 66 ■ Type 6P

过程条件

过程温度范围	-5 ... 50 °C (23 ... 122 °F) 在短时期内（1 小时），最高 80 °C (176 °F)
过程压力范围	0.5 ... 10 bar (7.3 ... 145 psi) (绝压) 压缩空气清洗系统 主要压力: 1.5 ... 2 bar (21.8 ... 29 psi) 绝压
最小流量	无最小流量要求。  测量易于形成沉积的固体时，确保介质已经充分混合。

机械结构

外形尺寸



A0030853

20 外形尺寸示意图；单位：mm (in)

压缩空气清洗系统

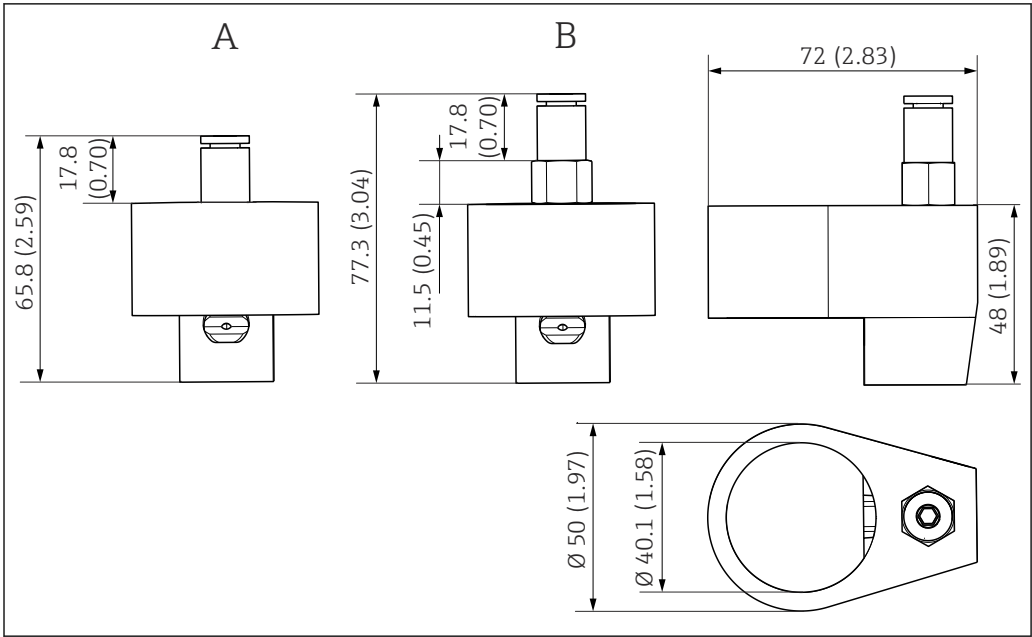


图 21 压缩空气清洗系统的外形尺寸；单位：mm (in)

- A 类型：6 mm (0.24 in)
B 类型：6.35 mm (0.25 in)

重量	约 0.7 kg (1.5 lb)，不含电缆		
材质	传感器	不锈钢 1.4404 (AISI 316 L)	
		不锈钢 1.4571 (AISI 316 Ti)	
	光学窗口	蓝宝石	
	O 型圈	EPDM	
过程连接	G1 和 NPT ¾"		
	压缩空气清洗系统		
	6 mm (0.24 in)或 8 mm (0.31 in)或 6.35 mm (0.25 in) (¼")		

证书与认证

产品证书与认证的最新信息进入产品主页查询 (www.endress.com)：

1. 点击“产品筛选”按钮，或在搜索栏中直接输入基本型号，选择所需产品。
2. 打开产品主页。
3. 选择资料下载。

CE认证	产品符合欧共体标准的一致性要求。因此，遵守 EU 准则的法律要求。制造商确保贴有CE标志的仪表均成功通过了所需测试。	
NAMUR	NE 21	
设备安全	■ IEC 61010-1 ■ cCSAus 认证	

订购信息

供货清单

供货清单包括:

- 传感器, 1 支
- 《操作手册》, 1 本

产品主页

www.endress.com/cus51d

Configurator 产品选型软件

1. 进入产品主页, 点击**配置**按钮。
 2. 选择 **Extended 选型**。
 - ↳ Configurator 产品选型软件新窗口打开。
 3. 在各订购选项中选择所需选型代号, 根据实际需求配置设备。
 - ↳ 生成有效完整的设备订货号。
 4. 点击**接受**: 将配置完成的产品添加至购物车中。
-  不少产品支持用户下载选定产品型号的 CAD 或 2D 图纸。
5. **CAD**: 打开此选项卡。
 - ↳ 显示图纸窗口。在不同视图进行选择。下载选定格式的图纸文件。

附件

以下为本文档发布时可提供的重要附件。

此处列出的附件兼容文档资料介绍的产品。

1. 不同产品组合面临不同的应用限制。
确保测量点与应用相配, 相关工作由测量点操作人员负责。
2. 请注意文档资料中的所有产品信息, 特别是技术参数。
3. 未列举附件的详细信息请联系 **Endress+Hauser** 服务部门或当地销售中心。

安装支架

FlowFit CUA120

- 转接法兰, 用于安装浊度传感器
- 产品主页上的 Configurator 产品选型软件: www.endress.com/cua120



《技术资料》TI096C

Flexdip CYA112

- 浸入式安装支架, 用于水和污水测量
- 模块化安装支架系统, 用于在敞口池、明渠和敞口罐中安装传感器
- 材质: PVC 或不锈钢
- 产品主页上的 Configurator 产品选型软件: www.endress.com/cya112



《技术资料》TI00432C

Cleanfit CUA451

- 可伸缩式安装支架, 手动操作, 不锈钢材质, 带截止球阀, 用于安装浊度传感器
- 产品主页上的 Configurator 产品选型软件: www.endress.com/cua451



《技术资料》TI00369C

Flowfit CYA251

- 连接: 参见产品选型表
- 材质: PVC-U
- 产品主页上的 Configurator 产品选型软件: www.endress.com/cya251



《技术资料》TI00495C

安装支座**Flexdip CYH112**

- 模块化安装支座系统，用于在敞口池、明渠和罐体中安装传感器和安装支架
- 适用于 Flexdip CYA112 安装支架（水和污水测量专用）
- 安装支座可以安装在地面、平台、墙壁上，或直接安装在护栏上
- 可选不锈钢型安装支座
- 产品主页上的 Configurator 产品选型软件: www.endress.com/cyh112



《技术资料》TI00430C

压缩空气清洗系统**CUS51D 的压缩空气清洗系统**

- 接头: 6 mm (0.24 in) 或 8 mm (0.31 in) (公制) , 或 6.35 mm (0.25 in)
- 材质: POM/V4A
- 消耗量: 50 l/min (13.2 gal/min)
- 6 mm (0.24 in) 或 8 mm (0.31 in) 订货号: 71110782
- 6.35 mm (0.25 in) 订货号: 71110783

压缩机

- 适用压缩空气清洗系统
- 230 V AC, 订货号: 71072583
- 115 V AC, 订货号: 71194623

电缆**Memosens 电缆 CYK11**

- 延长电缆，适用于 Memosens 数字式传感器
- 产品主页上的 Configurator 产品选型软件: www.endress.com/cyk11



《技术资料》TI00118C



71644222

www.addresses.endress.com
