

数据手册 | 技术说明与安装说明书

文件编号: DB-KU-100113-1

创建日期: 2020/11

适用的硬件版本: 1.000

适用的产品序列号: xxx1000



DML02 | DML02_ex 版本:

密度传感器 DLO-M2 | DLO-M2_ex

truedyne[™]

Rethink Sensing



目录

数据手册阅读说明	3
安全提示	3
产品说明	3
安装、调试与拆卸	5
清洁与维修	8
废弃处理	8
产品规格	9
更多内容	14



数据手册阅读说明

用途与保管

- 本数据手册是密度传感器的固定组成部分之一
- 请将本数据手册留存在传感器使用地点附近
- 当需将传感器转交给第三方时，请把本数据手册或手册内必要的相关内容同时交付给第三方
- 使用传感器前请认真阅读本数据手册
- TrueDyne Sensors 公司保留有本数据手册的最终解释和修改权。

⚠ WARNING

Use of the DLO-M2_ex version

This document, in conjunction with the DLO-M2_ex, is valid with the XA safety documentation only.

功能

本数据手册提供有关密度传感器DLO-M2的安全使用及安装等相关信息。

手册中使用的符号及其意义

数据手册中使用以下符号提示危险情况,各标识对应的操作指导如下:

符号	说明
⚠ WARNING	如果未加以避免,则会导致死亡或者严重危害人身安全。
NOTICE	与产品相关的注意事项,不会危及人体的生命安全。
▶	单步操作指导
1. / 2. / 3.	多步操作指导

安全提示

预期用途

- 根据订购的型号,该测量仪器还可以测量爆炸性和易燃性介质。
- 在危险区域使用的测量仪器在铭牌上有特别的EX标记。
- 密度传感器只能用于测量流体的密度。并且只能使用于测量允许的介质。如果需要测量其他液体,请联系我们进行验证。
- 使用前,请先通过铭牌检查该测量仪器是否可以在批准的相关领域(如防爆)中使用。
- 如果不注意使用区域,可能会影响人身安全。因使用不当造成的损害,制造商不承担任何责任。

人员资质

- 请让经过培训的相关资质人员安装和操作密度传感器。

操作安全

- 使用/操作者需注意传感器的无故障运行
- 仅在无技术缺陷且运行安全的状态下运行密度传感器
- 在介质温度升高的情况下,一定要防止意外接触,避免烫伤。
- 不允许擅自对密度传感器进行改造或维修,这可能会导致不可预见的危险。

产品安全

- 本密度传感器符合欧盟一致性声明中所列的相关规定。带有 CE 标志的传感器即表示该传感器经过了 TrueDyne Sensors 公司的验证



产品说明

概述

本密度传感器用于测量液体的密度。通过使用一个微型机电系统 (MEMS) 进行测量，该系统带有 Ω 形微通道 (Ω 芯片)，并且该通道是安装在内部旁路中的。

当测量物质流经密度传感器的旁路时，由于微通道两端存在压降，测量物质会借此进入 Ω 芯片。由该芯片生成测量值信息。接着，该值将作为信号由串口 (RS-485, Modbus) 传输给上级系统。

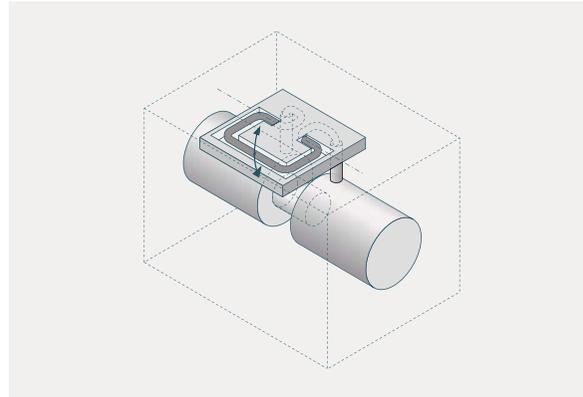
这样，当流量为 $0 \cdots 10 \text{ l/h}$ 时，便可实现密度范围在 $600 \cdots 1000 \text{ kg/m}^3$ (其他选项参见产品规格) 之间的液体的密度测量。

Ω 芯片

Ω 芯片的结构是一种振动微机电系统，它是测量系统的核心部件，用于在整个系统中生成传感器信号。这个微系统的重要组成部分是一根硅管 (微通道)，它在真空环境中通过静电起振。为补偿温度效应，集成有一个铂电阻，它可以进行局部的实时温度探测。 Ω 芯片主要由晶体硅和玻璃组成。

密度测量

密度传感器使用 Ω 芯片测量液体密度。当待测液体填充了微通道时，芯片便开始谐振并进行分析。



测量原理 (Ω 芯片)

微通道产生的固有频率取决于质量，并因此取决于微通道内测量物质的密度：测量物质密度越大，固有频率越小。因此固有频率是测量物质密度的一项功能。

$$f \propto \sqrt{\frac{E \cdot I}{\rho_{\text{Tube}} \cdot A_{\text{Tube}} + \rho_{\text{Fluid}} \cdot A_{\text{Fluid}}}}$$

f = 固有频率, $E \cdot I$ = 管刚性, ρ_{Tube} = 管密度, A_{Tube} = 管横截面积, ρ_{Fluid} = 测量物质密度, A_{Fluid} = 测量物质横截面积

常见应用

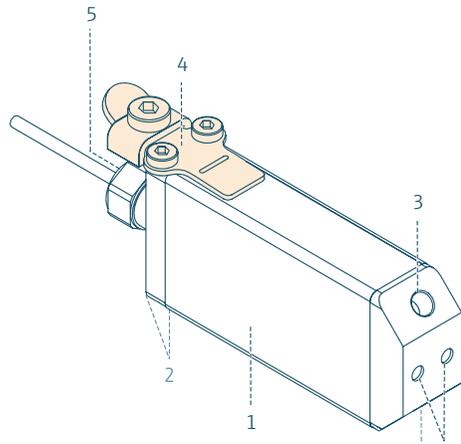
密度传感器可用于直接和间接测量密度。直接通过测得的密度和粘度测量确定产品属性和质量，或根据表和运算法，间接利用测量得到的密度和粘度确定液体混合物的浓度。

密度传感器常用于以下用途：

- 在隔板、涡轮或者挤压设备中结合体积流量测量，可以进行质量测量。这时候，密度传感器会考虑温度和压力的变化。
- 监控和检查E10或者生物柴油等混合燃料的质量。



产品设计



液体密度传感器DLO-M2 | DLO-M2_ex的设计

- 1 密度传感器 DLO-M2(_ex)
- 2 用于机械固定的安装孔 (共6 个 M3 螺纹孔)
- 3 流体接口 (2 个 M5 螺纹孔)
- 4 用M3×8 TORX螺钉夹住接地板。
- 5 通信和电源的电子接口

NOTICE

对于DLO-M2 (非防爆型), 选项4(用M3×8TORX螺钉夹住接地板。) 不适用。即图形中橙色部分。

供货范围

- 密度传感器 (包括运输保险装置)

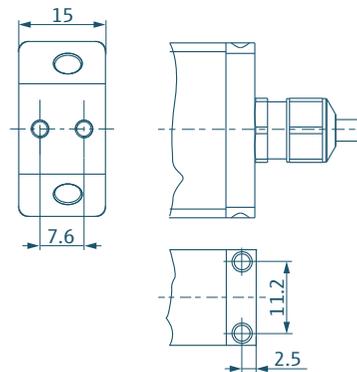
产品识别

通过一个连续的三位序列号识别密度传感器。序列号在传感器外壳外侧, 另外还可通过Modbus协议查看传感器的序列号。

安装、调试和拆卸

密度传感器的机械固定

- ▶ 使用 M3螺栓通过指定的装配孔 (4 mm 深) 固定密度传感器。最大拧紧力矩 30 cNm (典型扭矩值为 15...20 cNm)



机械固定尺寸, 单位为 mm

密度传感器的流体连接

- 如果流量 >10 l/h, 建议将传感器安装在一个旁路管道中, 以使通过密度传感器的流量 <10 l/h。
- 可将旁路管道通入收集容器或者通回主管道中。

⚠ WARNING

安装在危险的工艺条件和爆裂的管道中时会危害人身安全

- ▶ 在安装密度传感器之前, 需先给管道减压并排空管道内的液体。
- ▶ 小心高温。
- ▶ 必要时以机械方式固定液体密度传感器。

NOTICE

微通道堵塞

- ▶ 必要时可在密度传感器前面安装过滤器, 以避免微通道堵塞。

NOTICE

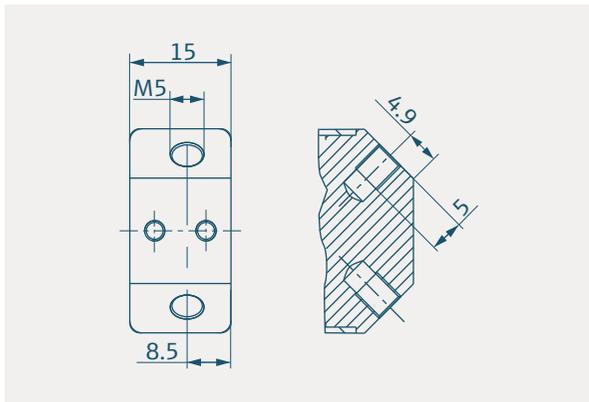
如果是安装在旁路中的, 测量信号会有延迟

- ▶ 注意时间延迟, 例如开环过程控制。

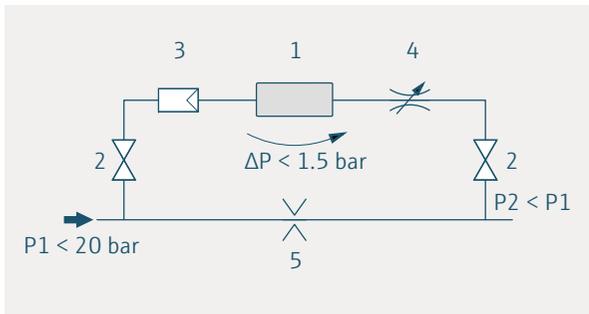
1. 移除传感器的所有外包装。
2. 移除流体连接上的运输保险装置。



- 使用 M5 连接件（螺纹深度 5 mm）通过流体接口将密度传感器安装到管道中，流体的两个接口没有规定进出口，可以自定义进出口，另外注意所使用的连接件的型号。



流体安装尺寸，单位为mm



安装示例：1 = 密度传感器；2 = 阀门；3 = 过滤器；4 = 节流阀；5 = 隔板

安装、调试与拆卸

密度传感器的电气连接

⚠ WARNING

错误的电气连接可能导致人员伤亡

- ▶ 只能由受到过相应培训的专业人员执行电气连接作业。
- ▶ 注意遵循有效的国家安装规定。
- ▶ 遵守当地的作业保护规定。

⚠ WARNING

需有电流保护的保险丝保护装置

- ▶ 通过外部电路连接保险丝进行过电流保护 ($I_{max} = 500 \text{ mA}$)。

⚠ WARNING

在有爆炸危险地区的使用规范

注意DLO-M2（非防爆型）没有能在有爆炸危险区域使用的相关证明

- ▶ 当不得不在有爆炸危险区域使用时，需确保含有防爆保护。
- ▶ 将密度传感器连接到更高级别的系统。在这样做时，请注意电缆分配，详情请参阅P12“电缆分配”

NOTICE

RS-485 点对点连接

- ▶ DLO-M2防爆型采用的是RS-485点对点连接。
- ▶ 在客户端，必须有一个330 Ω的终端电阻。

串行接口是基于“Modbusoverse-rialline”规范。

密度传感器的系统集成

密度传感器在ModbusRTU传输模式下通过数据线将测量数据发送到读出系统。串行ModbusRTU接口的一般设置如下：

NOTICE

- ▶ 根据规范v1.1b3实现ModbusRTU协议
- ▶ Modbus寄存器引用起始值为0
- ▶ 对于传感器，典型的响应时间为10~20 ms

默认设置:

波特率	19200 BAUD
数据位	8
奇偶校验	Even
字节序	1-0-3-2
停止位	1 bit
Modbus 地址	247
FlowControl	None (0)
传输协议	Modbus RTU (protocol)
温度单位	°C
压强单位	bar



密度单位	kg/m ³
相对温度单位	℃
相对温度	15 [℃]
相对压强单位	bar
相对压强	1.01325 [bar]
最低浓度	0 [%]
最高浓度	100 [%]

支持以下ModbusRTU功能

代码	名称	说明
0x01	读取线圈	读取单个或多个线圈
0x03	读取存储寄存器	读取连续的存储寄存器模块
0x04	读取输入寄存器	读取单个或多个连续的寄存器
0x05	写入单个线圈	写入单个线圈
0x06	写入单个寄存器	写入单个寄存器
0x0F	写入多个线圈	写入多个连续线圈

0x10 写入多种寄存器 写入多种连续的寄存器

NOTICE

不支持以下 Modbus RTU 功能

- ▶ 0x02 读取离散输入
- ▶ 0x07 读取异常状态
- ▶ 0x08 诊断
- ▶ 0x0B 读取Comm Event计数器
- ▶ 0x0C 读取 Comm Event Log

有读/写权限的 Modbus RTU 寄存器信息

名称	地址	数据类型	选项/ 输入
波特率	4912	UINT8	3: 9600 4: 19200 5: 38400 6: 57600 7: 115200
奇偶校验	4914	UINT8	0: None / 2 stop bits 1: Even / 1 stop bit 2: Odd / 1 stop bit 3: None / 1 stop bit
字节序	4915	UINT8	0 = 0-1-2-3 1 = 3-2-1-0 2 = 2-3-0-1 3 = 1-0-3-2
Modbus地址	4910	UINT8	1 - 247
设备标签	4901	STRING16	

温度单位	2109	UINT8	0: °C 1: K 2: °F 3: °R
压强值	5185	FLOAT32	
压强单位	2130	UINT8	0: bar abs 1: bar gauge 2: psi abs 3: psi gauge 4: kPa abs 5: kPa gauge
密度单位	2107	UINT8	0: g/cm ³ = g/cc 1: Reserved 2: kg/l = g/cm ³ 3: kg/m ³ 4: lb/ft ³ 5: lb/gal 6: Reserved 7: Specific gravity
输入访问代码	2177	UINT16	

NOTICE

比重(SG)是以当前温度进行计算的。

$$SG = \frac{\rho_{\text{medium}}(T)}{\rho_{\text{water}}(T)}$$

具有读取权限的Modbus RTU寄存器信息:

名称	地址	数据类型	选项/输入
密度	2013	FLOAT32	



浓度	2598	FLOAT32	
温度	2017	FLOAT32	
压强	2089	FLOAT32	
存储器版本	100	UINT8	
序列号	101	STRING14	
软件版本	108	UINT16	
软件构建	109	UINT16	
设备标识	1	UINT16	
软件版本 (字符串)	1021	STRING6	
软件访问操作权限	2178	UINT8	0: Operator 1: Administrator

NOTICE

液体密度传感器内是不含压强传感器的。

打开密度传感器

- ▶ 给传感器供电，当传感器开启后，密度传感器在初始化完成后自动启动。

拆卸密度传感器

⚠ WARNING

因有害健康的测量物质导致威胁到人和环境

- ▶ 确保松开流体连接时不会流出对健康或环境有害的测量物质。

清洁与维护

- ▶ 确保当机械紧固件通过改变其位置而松开时，危险物质的残留物不会从密度传感器中逸出。

1. 断开与传感器相连的电气连接电缆
2. 松开流体连接端口
3. 松开机械紧固零件

清洁与维修

当执行外壳清洁作业时

NOTICE

清洁剂选用不当可能损坏传感器及其外壳

- ▶ 不要使用高压蒸汽
- ▶ 只使用允许的清洁剂。
- ▶ 需用的外壳清洁剂如下
 - 柔性皂液
 - 甲基或异丙醇溶液
 - 水

当执行微型通道清洁作业时

NOTICE

清洁不当可能损坏传感器内部微型通道

- ▶ 仅使用允许的清洁剂进行清洁

1. 使用允许的清洁剂进行冲洗

需用清洁剂如下:

- 异丙醇(IPA)、乙醇、石油醚(例如。石油80至110)，丙酮和正己烷

2. 用干燥的空气进行风干，直到微通道中没有更多的清洁剂
3. 用密度传感器内填充密度值已知的液体。如果测得的密度值与额定密度值存在较大偏差，则表明在微通道内仍有清洁剂残留物

废弃处理

密度传感器的废弃处理

⚠ WARNING

处理不当可能导致有害的测量物质危害到人和环境

- ▶ 确保密度传感器和所有空腔内不存在对健康或环境有害的测量残留物质。
- ▶ 将密度传感器组件进行回收利用。这时需注意有效的国家规定。



产品规格

常规参数

测量变量 温度、密度和由此推导出的变量
(比如标准密度、浓度等)

许用测量物质

NOTICE

不注意可能会损坏传感器微通道

不含颗粒的(<30 μm) 碳氢化合物, 比如:

- 汽油 E5 / E10 / E85
- 柴油 B7 / B10 / XTL
- Jet-A1 (also F-35 or JP-8)
- M100 (甲醇)
- 异丙醇
- OME* (合成燃料)
- LPG*

水溶液例如:

- AdBlue®*
- 乙醇混合溶液*

对于表中没有提到的其他测量物质, 可以在经过单独验证后可使用。*代表可选

测量性能

最大测量偏差

- 密度: ±0.5 kg/m³
- 温度: ±0.3 °C

实际偏差 (受温度影响)

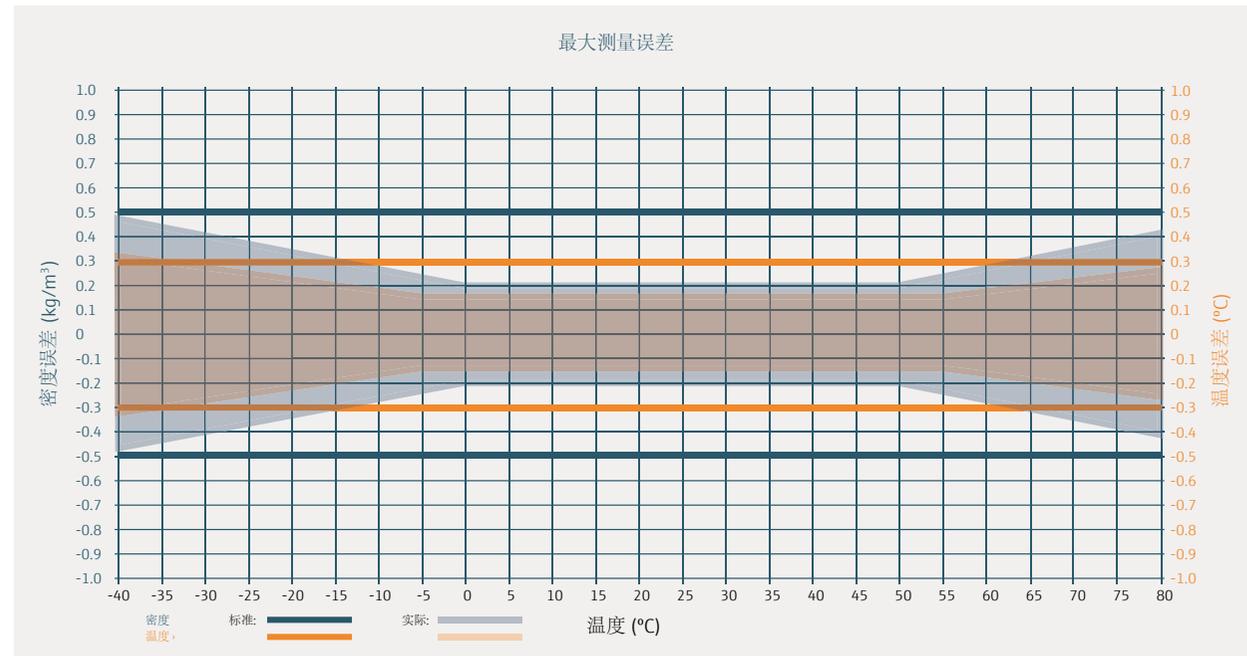
- 密度: ±0.2 或 [0.0075 × abs(T-25°C)]
(当偏差值>0.2)
- 温度: ±0.15 或 ±[0.005 × abs(T-25°C)]
(当偏差值 >0.15)

NOTICE

密度测量精度会受压强影响

默认情况下, 密度传感器校准为 1bar (abs)。在较高的压力下, 密度传感器显示的密度比实际值低。在压力偏差 Δp 的情况下, 密度偏差 Δρ 为:

$$\Delta\rho = (0.07 \pm 0.02) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3 \cdot \text{bar}} \cdot \Delta p$$



最大测量误差 (密度/温度) 随温度的变化情况



- ▶ 注意压强对密度测量精度的影响
- ▶ 必要时可以根据压强对密度测量值进行纠正

$$\rho_{\text{Fluid}} = \rho_{\text{mess}} + \Delta\rho$$

此时, ρ_{Fluid} 是指实际工作压强下的实际密度, ρ_{mess} 是指由密度传感器测得的密度。

- ▶ 可订制选项: 将默认的压强校准为所需的工作压强 (范围在 1—20 bar (绝对压强))

重复性

- 密度: $\pm 0.1 \text{ kg/m}^3$
- 温度: $\pm 0.05 \text{ }^\circ\text{C}$

温度条件

允许的介质温度 -40 to +60 °C

允许的环境温度 -40 to +60 °C

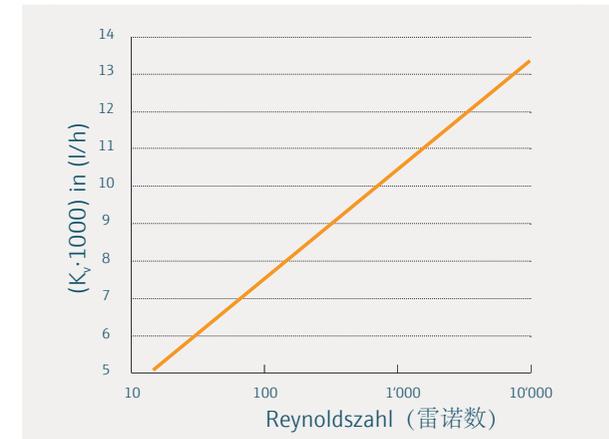
允许的存放温度 -40 to +60 °C

应用范围

密度测量范围 600 to 1000 kg/m^3
(可选 0 to 1200 kg/m^3)

粘度测量范围 (选购项)	0.3 to 5 mPa s (可选 0.3 to 50 mPa s)
测量液体压强	0 to 20 bar (abs) 爆破 (极限) 压强 80 bar (abs)
许用粒度	最大. 30 μm
待测溶液流速	0 to 10 l/h
振动	振动由于微通道工作频率高的原因, 小于20kHz的振动对测量精度没有影响。
入口和出口	测量通道的进出口顺序对测量精度没有影响
	NOTICE 许用指的是在传感器的测量精度范围内
流量对测量误差的影响	NOTICE 为确保无缺陷运行, 流速 (Q) 一般不允许超过 10 l/h
单位	[K_v]= m^3/h , [Q]=l/h, [Δp]=bar, [ρ]= kg/m^3 , [η]= mPa s

流量系数与雷诺数的关系



流量系数与雷诺数的关系 ($K_v(Re) = [1.28 \ln(Re) + 1.60] \pm 10\%$)

确定流量系数 ($K_v \cdot 1000 \text{ l/m}^3$) 可借助雷诺数 (Re) 通过流量/压力损失条件表读取流量系数。

通过 Q, ρ 和 η 确定 Re $Re \cong \frac{Q \cdot \rho}{2 \cdot \eta}$

通过 Δp 确定 Q $Q = K_v \cdot 1000 \text{ l/m}^3 \sqrt{\frac{\Delta p}{1 \text{ bar}} \cdot \frac{1000 \text{ kg/m}^3}{\rho}}$

通过 Q 确定 Δp $\Delta p = \left(\frac{Q}{K_v \cdot 1000 \text{ l/m}^3} \right)^2 \cdot \frac{\rho}{1000}$



计算	如果未提供所需的因数，比如 Q，则需要多个迭代步骤。
响应时间	<ul style="list-style-type: none"> 记录密度的测量速率至少为30 Hz。由于内部处理和过滤的结果，最大组延迟为1秒。 温度记录的测量速率为2 Hz。由于内部处理和过滤的结果，最大组延迟为2.5秒。

环境条件	
气候等级	尚未定义
电磁兼容性	EMC 2014/30/EU (EN 61326-1)
抗振&抗冲击性	尚未定义
防护等级	IP54 (IEC 60529)

材料

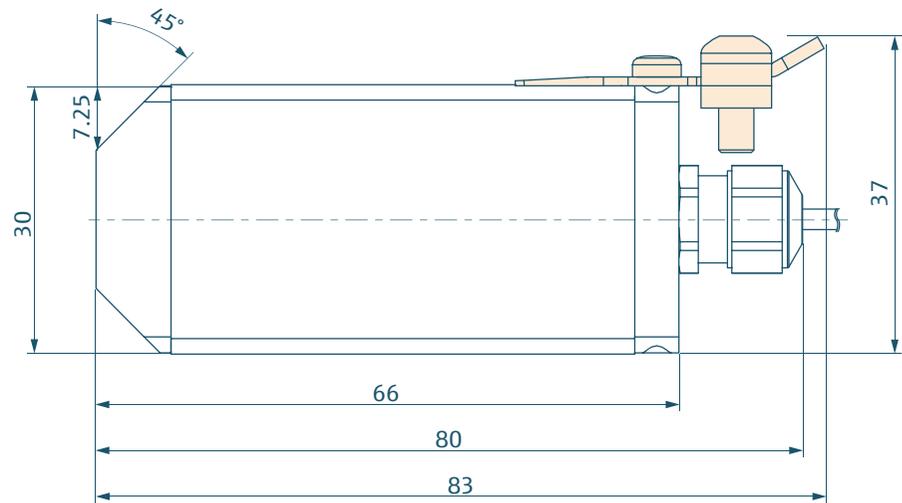
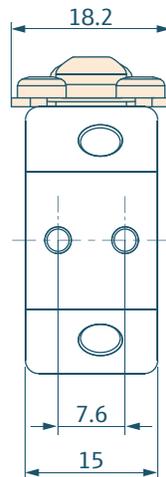
外壳	<ul style="list-style-type: none"> 不锈钢: <ul style="list-style-type: none"> - 1.4404 (316L) - 1.4542 (AISI/SUS 630)
内部材料	<ul style="list-style-type: none"> 不锈钢: <ul style="list-style-type: none"> - 1.4542 (AISI/SUS 630) BOROFLOAT® 33 glass 硅 环氧树脂

尺寸

尺寸	30 x 66 x 15 mm ³ (不含电缆、电缆接头和保护性接地的连接件)
重量	<200 g
测量微通道尺寸	160 x 200 μm (500 nl)

流体接口

流体接口端口	2 x M5 螺纹孔，与侧面和正面呈 45°角
--------	-------------------------



尺寸单位: mm
(橙色部分只有 DLO-M2_防爆型才有)



电气接口

电缆设计	固定线缆, 线缆型号: KS-Li-9YD11Y 4xAWG 28, 制造产商: : Kabel Sterner
电缆长度	3 m (可选 30 m)
电缆外径	2.3 mm
芯线直径	4 x AWG 28

电平调节

数字通信线路和电源在同一根 COM-Mon屏蔽电缆内

- 单向通讯, RS-485

NOTICE

对于DLO-M2_防爆型

- ▶ 须在客户端添加330Ω的终端电阻

对于 DLO-M2_非防爆型

- ▶ 建议在客户端添加150Ω的终端电阻

电源供应

最大上限电流: 26mA,
最大功率: 350 mW.

NOTICE

对于 DLO-M2_防爆型

- ▶ 电源:
9.4 V to 13.3 V (典型
电压: 12 V)

⚠ WARNING

For DLO-M2_ex XA, observe safety notes

- ▶ Zener barriers
(supply and RS485)

介电强度

参考电位(GND)连接到外壳和接地连接(见产品设计).电源电路、通信接口和GND之间没有电偶隔离。

电缆分配

电缆颜色分配

黄色	RS485 B, D1
绿色	RS485 A, D0
棕色	GND
白色	V _{DD} (supply voltage)

证书与资质

CE 标识

密度传感器满足 EC 准则的法律要求。TrueDyne Sensors AG 通过在传感器上印有CE标志确认密度传感器检测合格。

IECEX, ATEX 防爆验证

⚠ WARNING

DLO-M2防爆型才有

根据版本, 产品符合以下法规与指导

		DLO-M2	DLO-M2_ex
ATEX	2014/34/ EU(L96/309)		✓
LVD	2014/35/ EU(L96/357)	✓	✓
EMC	2014/30/EU (L96/79)	✓	✓
RoHS	2011/65/ EU(L174/88)	✓	✓

产品符合以下标准

	DLO-M2	DLO-M2_ex
EN 61010-1: 2010	✓	✓
EN IEC 60079-0: 2019		✓
EN 60079-11: 2012		✓
EN 61326-1: 2013	✓	✓
EN 61326-2-3: 2013	✓	✓
EN 50581: 2012	✓	✓



法律限制

工业领域

出于法律的原因，以下工业领域该密度传感器可能不适用：

- 军事（军事领域的任何应用，包括飞机、汽车或者军事建筑。不包括地面加油时的燃料输送和燃料运送。）
- 航空航天（任何类型飞机项目中的应用。不包括地面加油时的燃料输送和燃料运送。）
- 燃料电池（在固定或移动式燃料电池中使用）
- 医疗产品（用于人类医疗用途的物品或物质 - 不涉及医疗器械行业）



更多内容

网站: <https://hongsensor.com>

通过我们的网站你可以了解到:

更多的产品信息:

- 液体粘度传感器
- 气体密度传感器
- 激光测距传感器

线上商店:

- 1688
- 淘宝
- 百度爱采购
- 中国供应商
- 其他B2B平台

更多平台账号:

- bilibili
- 知乎
- CSDN
- 电子发烧友



<https://hongsensor.com>



公众号&联系我们



传感器事业部

为了更精确的测量

-  400-999-3848
-  support@hkaco.com
-  hkaco.com
-  广东省广州市高新技术产业开发区科学大道99号科汇金谷三街2号701室