

技术资料

CNGmass

科氏力质量流量测量系统

用于压缩天然气 (CNG) 的质量流量测量



应用

根据科氏力测量原理，测量完全不受流体物理特性的影响。

- 压缩天然气 (CNG) 的专用流量计
- 流体温度可达 +125 °C (+257 °F)
- 过程压力可达 350 bar (5080 psi)
- 质量流量测量可达 150 kg/min (330 lb/min)

防爆认证:

- ATEX、FM、CSA、NEPSI

与通用过程控制系统的连接接口:

- MODBUS RS485

优势

在不同过程条件下，Promass 系列流量计均可在测量过程中同时完成多个过程变量 (质量、密度、温度) 的测量。

变送器具有下列优点:

- 通过 FieldCare 进行仪表故障诊断
- 极低的功率消耗

Promass 系列传感器历经数百万次试验和测试，具有下列优点:

- 一体式结构设计，节约空间
- 平衡双管测量系统，抗振性强
- 无需考虑前后直管段长度，安装简便

目录

功能与系统设计	3	计量交接测量	11
测量原理	3	计量交接测量变量	11
测量系统	3	适用于计量交接测量、获得标准机构认可、法定计量控制的重 复标定	11
输入	4	计量交接认证	11
测量变量	4	认证过程	11
测量范围	4	设置计量交接模式	11
量程比	4	关闭计量交接模式	11
输出	4	机械结构	12
输出信号	4	设计及外形尺寸	12
报警信号	4	重量	12
负载	4	材料	13
电气隔离	4	材料负载曲线	13
电源	5	过程连接	13
测量单元的电气连接	5	人机界面	14
接线端子分配	5	显示单元	14
供电电压	5	远程操作	15
电缆入口	5	证书和认证	16
电缆规格	5	CE 认证	16
功率消耗	6	C-Tick 认证	16
电源故障	6	防爆认证 (Ex)	16
电势平衡	6	MODBUS 认证	16
性能参数	6	压力设备指令	16
工厂标定的参考操作条件	6	功能安全性	16
最大测量误差	6	其他标准和准则	16
重复性	6	订购信息	17
介质温度的影响	6	附件	17
介质压力的影响	6	文档资料	17
密度	6	注册商标	17
操作条件：安装	7		
安装指南	7		
前后直管段	8		
操作条件：环境	8		
环境温度范围	8		
储存温度	8		
防护等级	8		
抗冲击性	8		
抗振性	8		
电磁兼容性 (EMC)	8		
操作条件：过程	9		
介质温度范围	9		
流体压力范围 (标称压力)	9		
压损 (公制 (SI) 单位)	9		
压损 (英制 (US) 单位)	10		
爆破片 (传感器外壳上)	10		
限流值	10		

功能与系统设计

测量原理

测量系统基于科氏力原理进行测量。科氏力是在旋转运动系统中，做直线运动的物体所受到的力。

$$F_C = 2 \cdot \Delta m (v \cdot \omega)$$

F_C = 科氏力

Δm = 运动物体的质量

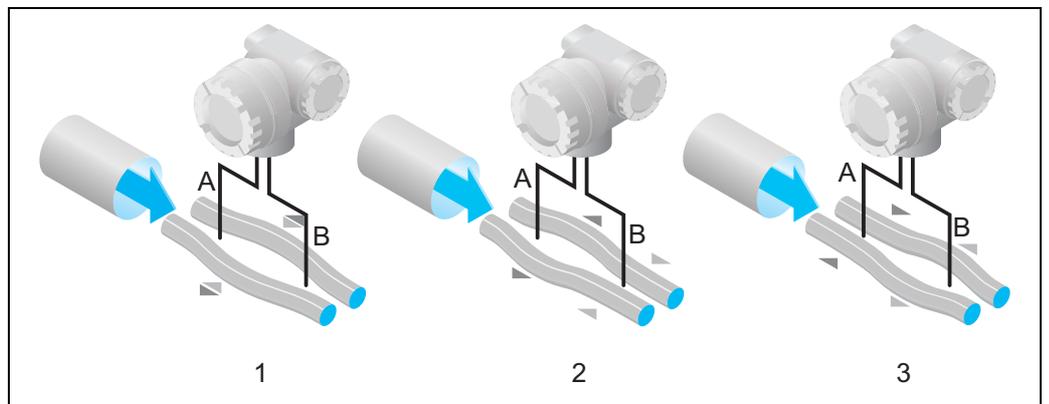
ω = 旋转系统的角速度

v = 旋转或振动系统中物体的径向速度

科氏力大小取决于运动物体的质量 Δm 和其径向速度 v ，即取决于物体的质量流量。质量流量计使用测量管的振动替代旋转系统的恒定角速度 ω 。

当介质以一定的速度流经测量管时，振动的测量管会受到科氏力的影响，产生形变，从而导致测量管两端产生相位差 (参考下图说明)：

- 流体流速为 0，即静止不动时，两根测量管同相振动，无相位差 (1)。
- 流体以一定的流速流经测量管时，由于科氏力的影响，Promass 测量管产生相位差 (2)-(3)。



A0006995

流体的质量流量越大，测量管的相位差 (A-B) 也越大。通过电磁式相位传感器记录测量管前后两端的相位差。CNGmass 为双管振动平衡系统。测量完全不受温度、压力、粘度、电导率和流体特性的影响。

密度测量

两根测量管在各自的共振频率处连续振动。质量改变时，共振系统 (包括测量管和流体) 的密度也会改变，自动改变系统的共振频率。测量管的振动频率是流体密度的函数。基于此关系，微处理器计算出密度信号。

温度测量

监控测量管的温度，可以用来计算温度效应的补偿因子。同时，也可以作为过程温度输出。

测量系统

测量系统包含一台变送器和一个传感器，组成一个整体机械单元。

测量系统



A0006979

输入

测量变量	<ul style="list-style-type: none"> ■ 质量流量 (与振动测量管的相位差成比例) ■ 体积流量 (通过质量流量和密度计算) ■ 流体密度 (与测量管的共振频率成比例) ■ 流体温度 (通过温度传感器测量)
------	---

测量范围 压缩天然气 (CNG) 的量程, 非计量交接应用场合

DN		满量程值 $\dot{m}_{\min(F)} \dots \dot{m}_{\max(F)}$	
[mm]	[inch]	[kg/min]	[lb/min]
08	3/8"	0 ... 30	0 ... 66
15	1/2"	0 ... 80	0 ... 175
25	1"	0 ... 150	0 ... 330



注意!
计量交接应用场合中的量程大小请参考相应的计量交接证书。

量程比 1:100

输出

输出信号	<p><i>脉冲 / 频率输出</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 无源信号 ■ 电气隔离 ■ 集电极开路 ■ max. 30 V DC ■ max. 25 mA ■ 频率输出: 截至频率为 100 ... 5000 Hz, 开 / 关比为 1:1, 最大脉冲宽度为 2 s ■ 脉冲输出: 脉冲值和脉冲极性可选, 脉冲宽度可设定 (0.1 ... 1000 ms) <p><i>状态输出</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 无源信号 ■ 集电极开路 ■ max. 30 V DC ■ max. 25 mA <p><i>MODBUS RS485</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ MODBUS 设备类型: 从设备 ■ 地址范围: 1 ... 247 ■ 支持的功能代码: 03、04、06、08、16、23 ■ 广播: 支持的功能代码为 06、16、23 ■ 物理接口: RS485, 符合 EIA/TIA-485 标准 ■ 支持的波特率: 1200、2400、4800、9600、19200、38400、57600、115200 Baud ■ 信号传输模式: RTU 或 ASCII ■ 响应时间: 典型值为 5 ms
------	---

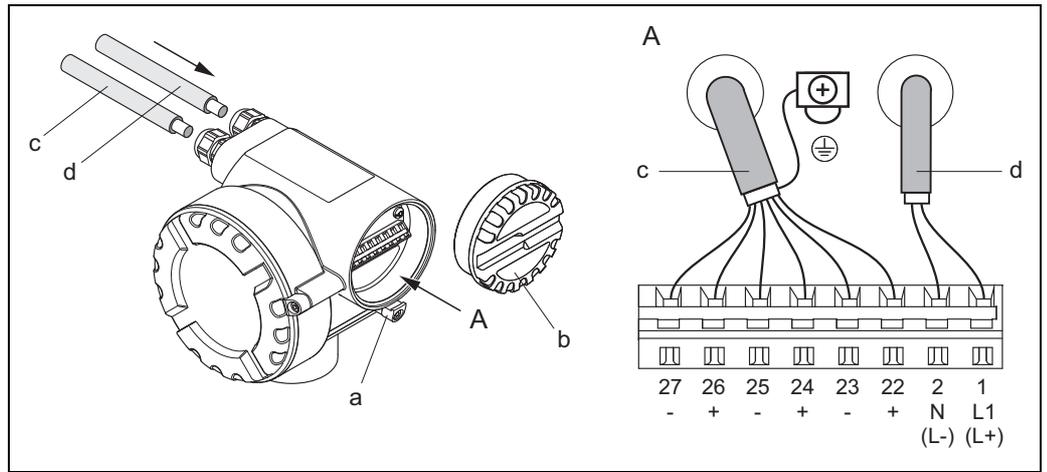
报警信号	<p><i>脉冲 / 频率输出</i></p> <p>系统故障或断电时, 表现为失电状态</p> <p><i>状态输出</i></p> <p>系统故障或断电时, 表现为失电状态</p> <p><i>MODBUS RS485</i></p> <p>系统故障或断电时, 表现为失电状态</p>
------	--

负载 → “输出信号”

电气隔离 所有输出和电源电路均相互电气隔离

电源

测量单元的电气连接



变送器的电气连接示意图，电缆横截面积：max. 2.5 mm² (14 AWG)

A A视图

a 安全锁扣

b 接线腔盖

c 信号电缆：22... 27号端子

(MODBUS RS485输出时，必须连接屏蔽端；频率输出和状态输出时，屏蔽端非强制连接，但推荐连接)

d 供电电缆：20... 28 V AC；10... 30 V DC

— 1号端子：L1接 AC；L+接 DC

— 2号端子：N接 AC；L-接 DC

接线端子分配

订货号	接线端子号 (输出)		
	22 (+) / 23 (-)	24 (+) / 25 (-)	26 (+) / 27 (-)
固定通信模块 (接线端子固定)			
8FF**_*****N	脉冲 / 频率 / 状态输出 2	脉冲 / 频率 / 状态输出 1	MODBUS RS485

供电电压

标称电压：24 V DC (10 ... 30 V DC) / 24 V AC (20 ... 28 V AC)

电缆入口

供电电缆和信号电缆 (输出)：

- M20 × 1.5 (8 ... 12 mm / 0.31" ... 0.47") 电缆入口
- ½" NPT、G ½" 螺纹电缆入口

电缆规格

应确保在整个应用范围内兼容电缆的适用温度高于环境温度至少 20°C (68 °F)。建议使用耐高温能力为 +80°C (176 °F) 的电缆。

MODBUS RS485 (A 型电缆)：

- 特性阻抗：120 Ω
- 电缆容抗：< 30 pF/m (< 9.2 pF/ft)
- 线芯横截面积：> 0.34 mm² (AWG 22)
- 电缆类型：双绞电缆
- 回路阻抗：≤ 110 Ω/km (≤ 0.034 Ω/ft)
- 信号阻尼：max. 9 dB，电缆横截面的整个长度上
- 屏蔽层：铜网编织屏蔽层或织网屏蔽层，铝膜屏蔽层

功率消耗 AC: < 4.0 VA
DC: < 3.2 W

启动电流典型值: 24 V DC 标称电压、 $R_i = 0.1 \Omega$

t [ms]	I [A]
0	10.0
0.1	8.0
0.2	7.5
0.5	7.0
1.0	6.0
2.0	4.0
5.0	1.5
10.0	0.125 (操作电流)



注意！
电源内阻抗不得高于 $R_i = 10 \Omega$ 。

电源故障 持续至少 20 ms。
储存所有测量单元和测量点参数。

电势平衡 测量仪表可在防爆区中使用；详细信息请参考单独成册的防爆 (Ex) 手册。

性能参数

工厂标定的参考操作条件 误差极限值符合 ISO/DIS 11631 标准:

- 流体: 水
- 15 ... 45 °C (59 ... 113 °F) ; 2 ... 6 bar (29 ... 87 psi)
- 标定装置符合国际标定标准
- 在操作条件下进行零点标定
- 进行密度校正

最大测量误差 质量流量:
典型值为 $\pm 0.5 \%$ CNG 测量量, 使用工厂标定系数

重复性 质量流量:
典型值为 $\pm 0.25 \%$ CNG 测量量

介质温度的影响 实际过程温度不同于零点校正温度时, 测量误差的典型值为仪表满量程值的 $\pm 0.0003\% / ^\circ\text{C}$

介质压力的影响 以下章节将介绍过程压力较标定压力变化后对质量流量测量的影响可以忽略不计。

密度 $\pm 20 \text{ kg/m}^3 (\pm 0.02 \text{ SGU})$ 或 $\pm 1 \text{ kg/m}^3 (\pm 0.001 \text{ SGU})$, 符合 FDC (现场密度标定) 要求

操作条件：安装

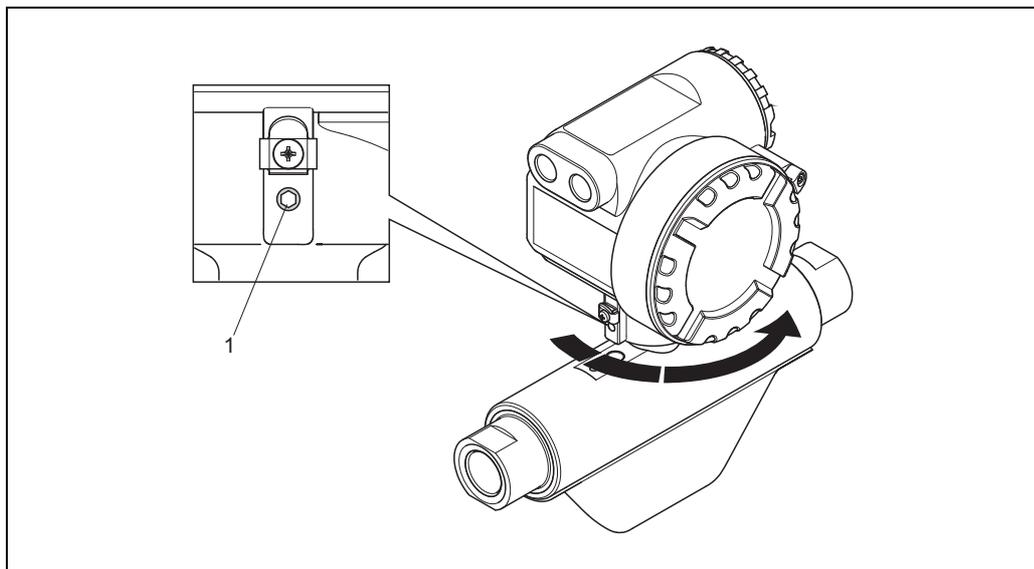
安装指南

安装时，请注意以下几点：

- 安装时，无需使用额外支撑。仪表外壳能抵消外界应力。
- 测量管的高频振动有效确保了测量系统不受管路系统振动的影响。
- 无气穴现象发生时，无需采取预防措施防止管件（阀门、弯头、三通等）引起的振动。

旋转变送器外壳

变送器外壳可逆时针旋转 360°。



1 = 内六角螺丝

A0006921

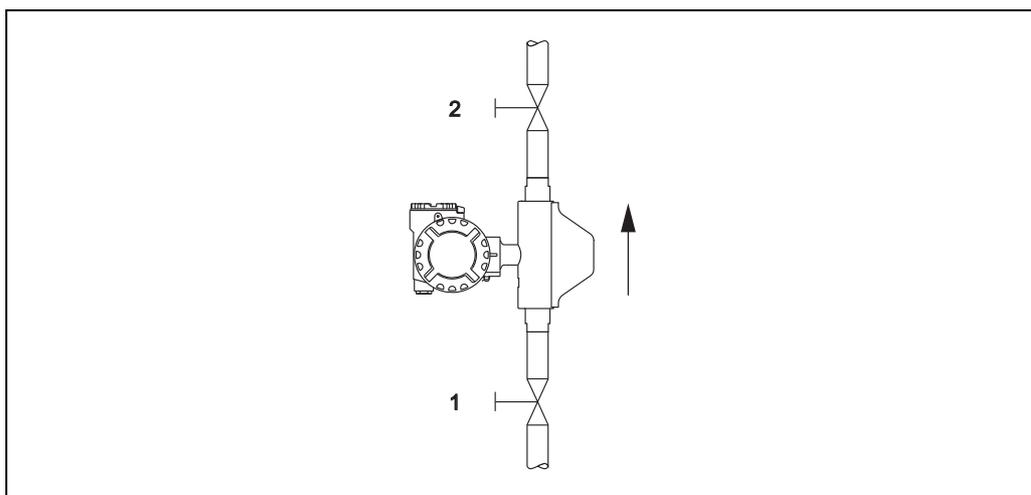
零点校正

所有测量仪表均在世界上最先进的标定装置上遵循严格的出厂标定。标定信息记录在铭牌上。标定在参考操作条件下 (→ 6) 进行。

因此，**无需**进行 CNGmass 的零点校正！

需要进行零点校正时，请注意以下几点：

- 仅在稳定压力环境下进行零点校正。
- 流量为零时，进行零点校正。通过传感器上游侧或下游侧的截止阀操作，或通过系统中已有阀门和节流件操作。
 - 正常操作状态 → 阀 1 和 阀 2 均打开
 - 带过程压力的零点校正 → 阀 1 打开 / 阀 2 关闭
 - 不带过程压力的零点校正 → 阀 1 关闭 / 阀 2 打开
- 启动 SECURITY 功能或有故障报警信息时，**不可**进行零点校正。



零点校正和截止阀

前后直管段

无前后直管段安装要求。

操作条件：环境

环境温度范围

传感器和变送器：
-40 ... +60 °C (-40 ... +140 °F)



注意！

- 在阴凉处安装。避免阳光直射，在气候炎热的地区中使用时，尤为需要注意。

储存温度

-40 ... +80 °C (-40 ... +175 °F)，推荐储存温度为 +20 °C (+68 °F)

防护等级

传感器和变送器的标准防护等级：IP 67 (NEMA 4X)

抗冲击性

符合 IEC 68-2-31 标准和 EN 60721 (Cl. 2M3) 标准

抗振性

符合 IEC 68-2-31 标准和 EN 60721 (Cl. 2M3) 标准

电磁兼容性 (EMC)

符合 IEC/EN 61326 标准

操作条件：过程

介质温度范围 -50 ... +125 °C (-58 ... +257 °F)

流体压力范围 (标称压力) 测量管、过程连接: max. 350 bar (5080 psi)

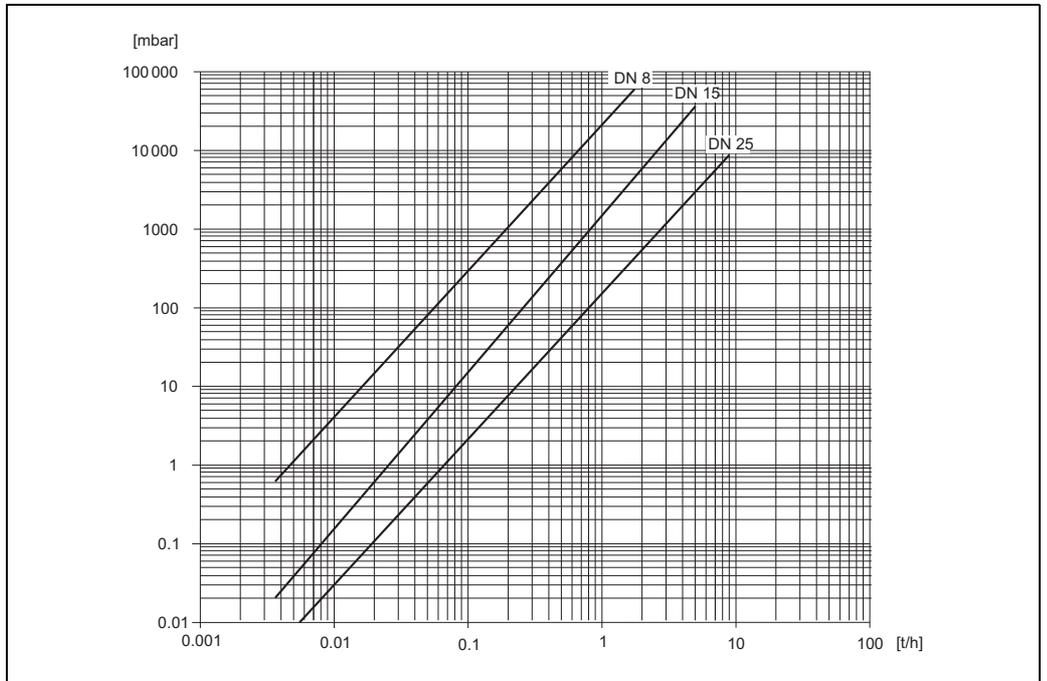
压损 (公制 (SI) 单位) 压损大小取决于流体特性和流量大小。
参考下表估算压损大小：

$$\Delta p = K \cdot v^{0.25} \cdot \dot{m}^{1.85} \cdot \rho^{-0.86}$$

A0013550

Δp = 压损 [mbar]
 v = 动粘度 [m²/s]
 \dot{m} = 质量流量 [kg/s]
 ρ = 密度 [kg/m³]
 K = 常数 (取决于测量管的标称口径)

DN		K
[mm]	[inch]	
08	3/8"	2.46 · 10 ⁸
15	1/2"	3.13 · 10 ⁷
25	1"	6.60 · 10 ⁶



甲烷压损示意图 (200 bar (2900 psi), 20 °C (68 °F))

压损 (英制 (US) 单位)

压损大小取决于标称管径大小和流体特性。

Endress+Hauser 的 “Applicator” PC 操作软件可用于计算英制 (US) 单位的压损。“Applicator” 软件中包含仪表的所有重要参数，以优化测量系统的设计。

“Applicator” PC 操作软件可用于计算：

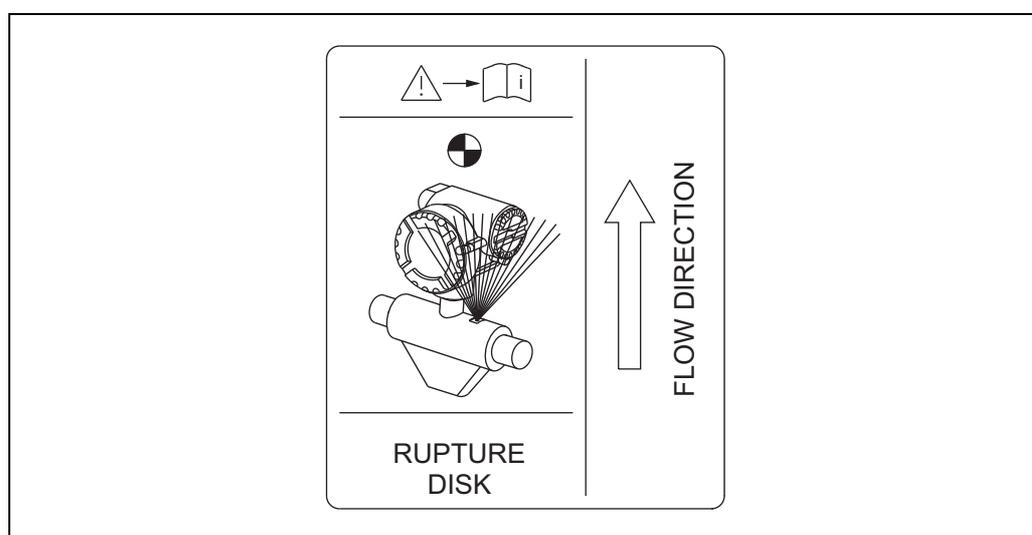
- 与流体物理特性 (粘度、密度等) 相匹配的流量计标称口径
- 测量点下游侧的压损值
- 质量流量转换成体积流量等
- 同时显示不同测量仪表的测量参数
- 确定测量范围

“Applicator” PC 操作软件可在 IBM 兼容的 Windows PC 机中运行。

爆破片 (传感器外壳上)

外壳上爆破片的爆破压力为 10 ... 15 bar (145 ... 218 psi)。

爆破片上粘贴有说明标签。爆破片弹出，标签即损坏，便于目视监控。



爆破片指示标签 (RUPTURE DISK)

限流值

→ 4, “测量范围”

计量交接测量

CNGmass 是压缩天然气 (CNG) 质量流量测量的专用流量计，可用于计量交接测量。

计量交接测量变量

质量流量

适用于计量交接测量、获得标准机构认可、法定计量控制的重复标定

所有流量计的现场标准应用可被认可。设备只有获得法定计量控制机构认可，才能用于法定的计量控制。在设备上使用铅封，保证其认可状态。

计量交接认证

以下是获得相关计量控制机构的认可：

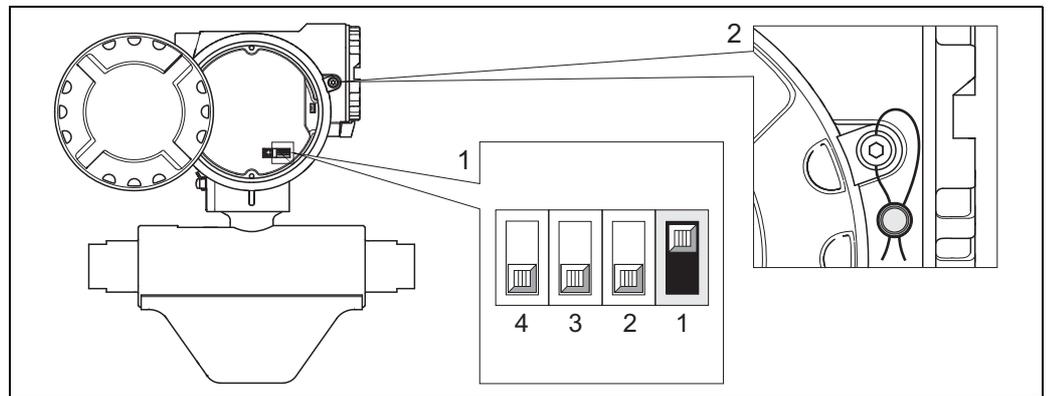
- | | | | | | |
|-------|----|---------|------|--------|-----|
| ■ PTB | 德国 | ■ METAS | 瑞士 | ■ NTEP | 美国 |
| ■ NMi | 荷兰 | ■ BEV | 澳大利亚 | ■ MC | 加拿大 |

认证过程

认证过程符合国际标准和法规的要求。

设置计量交接模式

进行计量交接测量时，必须锁定流量计。因此，必须参考下图 (1) 设置开关 1 的位置。通过 LED 状态指示灯 (→ 14) 进行确认。安装外壳盖并铅封安全锁扣 (2)，必须由授权人员进行此操作。

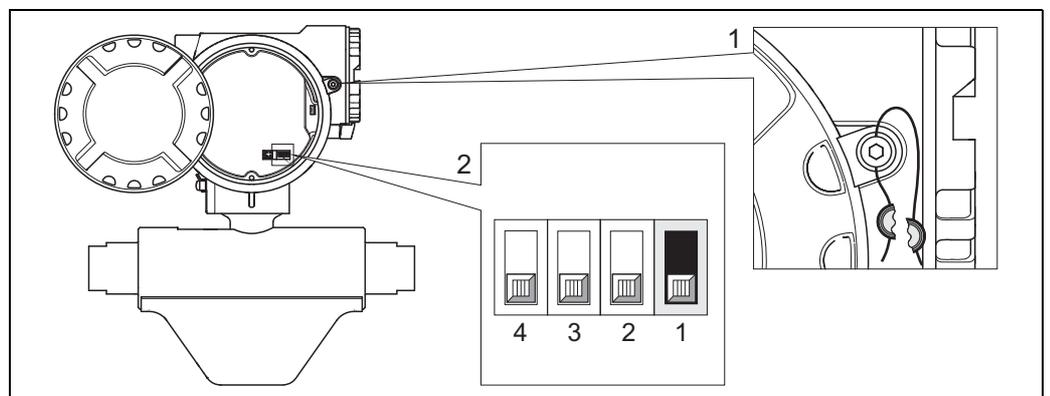


锁定开关

关闭计量交接模式

重新复位流量计，退出计量交接模式。

首先，开启并拆除安全锁扣 (1) 上的铅封部件。仅允许授权人员进行此操作。随后，打开外壳盖。设置开关 1 的位置，如下图 (2) 所示。通过 LED 状态指示灯 (→ 14) 进行确认。

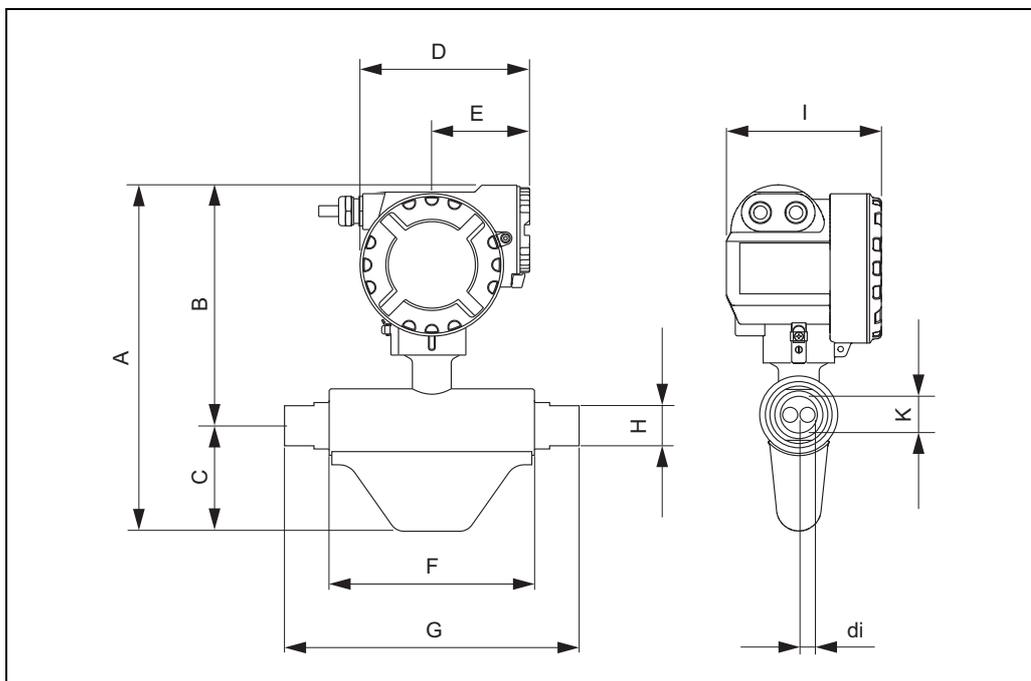


解锁开关

机械结构

设计及外形尺寸

一体式现场型外壳 (非危险区域、II2G / 1 区防爆场合)



A0006968

公制 (SI) 单位

DN	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	di
08	308	208	100	160	92	150	214	32	139	G½"	3.87
15	308	208	100	160	92	193	267	41	139	G¾"	6.23
25	313	208	105	160	92	244	316	46	139	G1"	8.8

单位: mm

英制 (US) 单位

DN	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	di
3/8"	12.1	8.2	3.9	6.3	3.6	5.9	8.4	1.3	5.5	G½"	0.152
½"	12.1	8.2	3.9	6.3	3.6	7.6	10.5	1.6	5.5	G¾"	0.245
1"	12.3	8.2	4.1	6.3	3.6	9.6	12.4	1.8	5.5	G1"	0.346

单位: inch

重量

口径 (DN): mm (inch)	08 (3/8")	15 (½")	25 (1")
重量: kg (lb)	6.4 (14.1)	8.3 (18.3)	9.3 (20.5)

材料

变送器外壳:
粉末压铸铝

传感器外壳:
外表面耐酸碱腐蚀, 不锈钢 1.4301/304

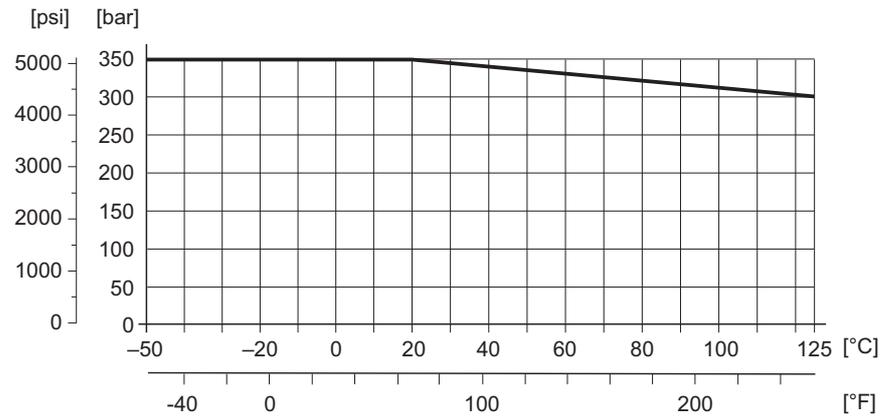
过程连接:
不锈钢 1.4404/316

测量管:
不锈钢 1.4435/316L

材料负载曲线

CNGmass 的过程连接

连接部分材料: 1.4404/316



A0006993

过程连接

BSP (G) 柱形内螺纹符合 ISO 228-1 标准, 密封表面符合 DIN 3852-2/ISO 1179-1 标准:

- DN 08: G 1/2"
- DN 15: G 3/4"
- DN 25: G 1"



注意!
使用符合 DIN 3869 标准的成型密封圈垫或带塑料边的铜环或钢密封圈。

人机界面

显示单元

LED 状态指示灯

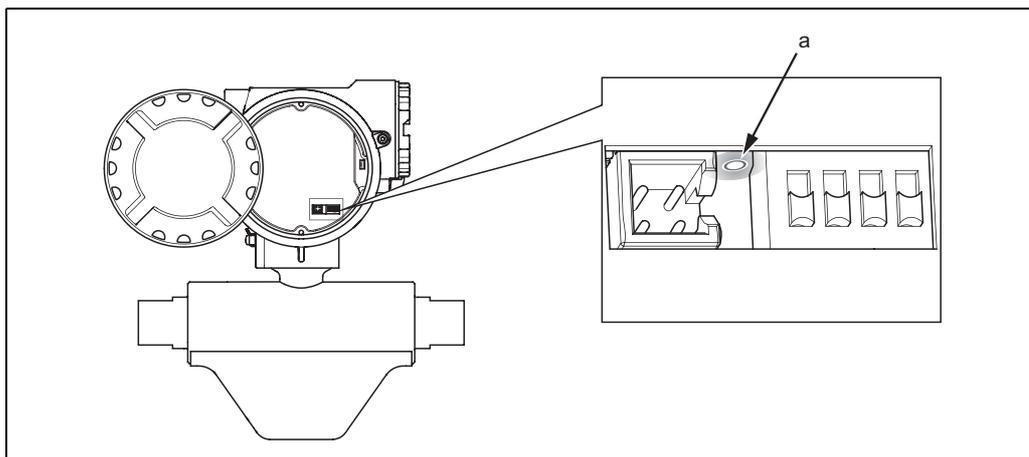
流量计的电子面板上有一个发光二极管 (LED)，便于快速进行仪表的故障诊断：

- 状态输出未被设置成故障输出或故障提示时。
- 无法通过 Fieldtool 操作软件进行仪表故障诊断时。



警告！

注意防爆！在防爆场合中使用时，请勿打开电子接线腔。在防爆区中无法进行此类故障诊断。



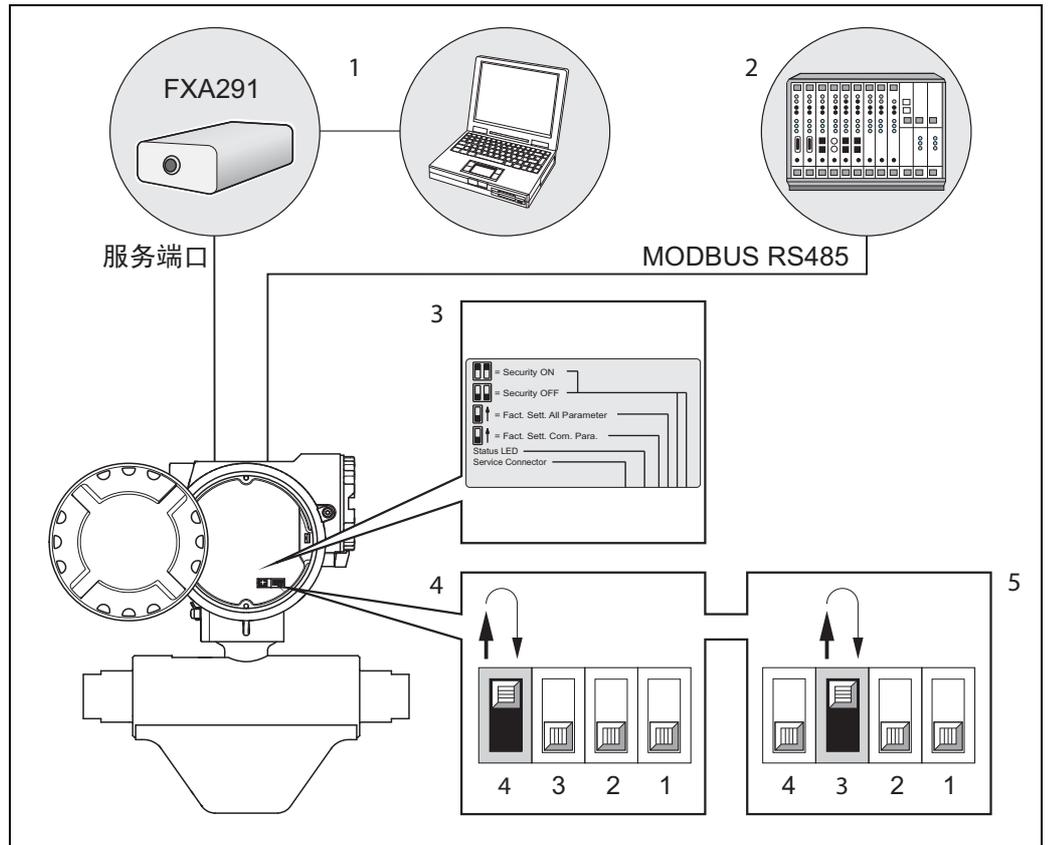
通过发光二极管 (a) 进行仪表故障诊断

A0006980

LED 发光二极管的状态	测量系统的状态
LED 绿灯亮起	测量系统正常 (OK)，启动漏电保护功能
LED 绿灯闪烁 (每秒 1 次)	测量系统正常 (OK)，测量中
LED 指示灯熄灭	测量系统不工作
LED 红灯闪烁 (每秒 3 次)	— 无法操作 — 仪表故障 (故障信息)
LED 红灯 / 绿灯闪烁 (每秒 1 次)	— 无法操作，可能是无法在特殊应用场合中工作 — 未发出提示信息
LED 红灯 / 绿灯闪烁 (每秒 3 次)	正在进行零点校正
LED 绿灯 / 橙灯闪烁 (约 3 秒)	启动计量交接模式
LED 红灯 / 橙灯闪烁 (约 3 秒)	退出计量交接模式
LED 红灯闪烁 / (暂停) / 绿灯闪烁 (约 3 秒)	SW(软件)升级中

远程操作

可通过下列方法进行仪表组态设置和调试：



MODBUS RS485 设备的操作方法

- 1 组态设置 / 操作程序：通过手操器 *FXA291* 操作 (例如: *FieldCare*)
- 2 通过 *MODBUS RS485* 过程控制系统操作
- 3 状态指示标签：用于指示不同 *DIP* 开关的位置及其功能
- 4 通过流量计内部的 *DIP* 开关 (4) 操作：
DIP 开关 (4) 向上放置，仪表复位至 *MODBUS RS485* 的通信参数的缺省设置值 (返回时，*DIP* 开关 (4) 向下放置)。
- 5 通过流量计内部的 *DIP* 开关 (3) 操作：
DIP 开关 (4) 向上放置，仪表复位至 *MODBUS RS485* 的通信参数的缺省设置值 (返回时，*DIP* 开关 (3) 向下放置)。



注意！

DIP 开关需在指定位置上稳定放置至少 2 s，直至有相应的动作发生。参数设置需要几分钟时间，直至仪表重新启动过程完成，此时橙色发光二极管闪烁。仪表复位期间，请勿切断电源。

证书和认证

CE 认证	测量系统符合 EC 准则的法律要求。 Endress+Hauser 确保贴有 CE 标志的仪表均通过了所需的相关测试。
C-Tick 认证	测量系统符合“澳大利亚通讯和媒体管理局”(ACMA) 制定的 EMC 标准。
防爆认证 (Ex)	Endress+Hauser 销售中心可根据用户需要提供相应的 Ex 防爆证书 (ATEX、NEC/CEC 等)。防爆手册单独成册，请单独订购。
MODBUS 认证	测量仪表符合 MODBUS/TCP 一致性要求和系统测试要求，符合“MODBUS/TCP 一致性测试标准，2.0 版”。测量仪表通过了所有测试，并获得了密歇根大学的“MODBUS/TCP 一致性测试实验室”的认证。
压力设备指令	标称口径小于或等于 DN 25 (1") 的仪表符合 EC 指令 97/23/EC (压力设备指令) 的 3(3) 章要求，并基于工程实践经验设计和制造。
功能安全性	SIL 2: 符合 IEC 61508/IEC 61511-1 (FDIS) 标准
其他标准和准则	<ul style="list-style-type: none"> ■ EN 60529 外壳防护等级 (IP 代号) ■ EN 61010-1 测量、控制及实验室使用电气设备的安全规则 ■ IEC/EN 61326 “A 类电磁发射要求” 电磁兼容性 (EMC 要求) ■ EN 60721 抗振性和抗冲击性 ■ OIML R139 计量交接测量的适用性

订购信息

CNGmass 的详细产品订购信息请参考流量计《选型手册》。

附件

Endress+Hauser 提供多种类型的变送器和传感器附件，以满足不同用户的需求。



注意！

附件的详细订购信息请咨询 Endress +Hauser 当地服务机构。

文档资料

- 流量测量技术 (FA005D)
- CNGmass 的《操作手册》和《仪表功能描述》(BA123D)
- ATEX (II2G) 防爆文档 (XA115D)
- FM, CSA (Div. 1) 防爆文档 (XA116D)
- NEPSI (1 区、21 区) 防爆文档 (XA123D)

注册商标

MODBUS®

MODBUS 组织注册商标

HistoROM™, S-DAT®, FieldCare®, Fieldcheck®, Applicator®

Endress+Hauser Flowtec AG, Reinach, CH 的注册商标或正在注册中的商标

广州麦图流体工业设备有限公司
MaituFlow Guangzhou Industrial Equipment Co., Ltd

地址：广州市海珠区工业大道中270号203房

电话：020-61196733

传真：020-61139117

邮箱：13826157744@163.com

网址：<http://www.MaituFlow.com>

Endress+Hauser 
People for Process Automation