

质量流量计

一、概述

MFU系列质量流量计是我公司引进国外先进技术，根据科里奥利力原理开发的一种新型的流量仪表，可直接测量封闭管道内流体质量流量，由流量测量传感器和信号转换器两部分组成。

二、工作原理

当一个位于以P为固定点（旋转中心）作旋转运动的管子内的质点做朝向旋转中心或离向旋转中心的运动时，将产生一惯性力，原理如图 1.1:

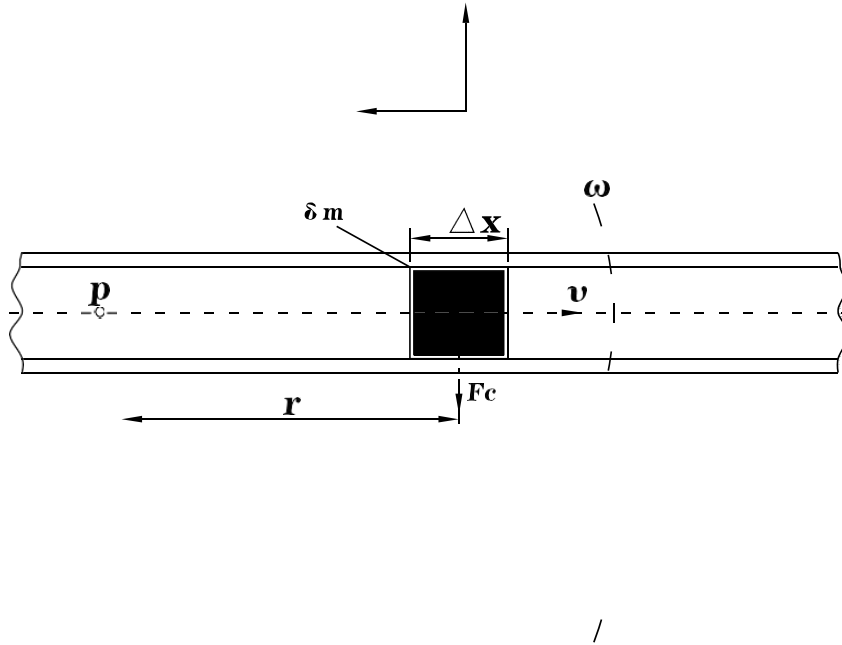


图 1.1

图中质量为 δm 的质点以匀速 v 在管道内向右运动，而管道围绕固定点 P 以角速度 ω 旋转。此时这个质点将获得两个加速度分量：

1、法向加速度 a_r （向心加速度），其量值等于 $\omega^2 r$ ，其方向朝向 P 点。

2、切向加速度 a_t （科里奥利加速度），其量值等于 $2\omega v$ ，方向与 a_r 垂直。

由切向加速度产生的作用力称为科里奥利力，其大小等于 $F_c = 2\omega v \delta m$ 。在图 1.1 中流体 $\delta m = \rho A \times \Delta X$ ，因此科氏力可以表示为：

$$\Delta F_c = 2\omega v \times \delta m = 2\omega \times v \times \rho \times A \times \Delta X = 2\omega \times \delta q_m \times \Delta X$$

式中 A 为管道内截面积

$$\delta q_m = \delta dm / dt = v \rho A$$

对于特定的旋转管道，其频率特性是一定的， ΔF_c 仅取决于 δq_m 。因此直接或间接测量科氏力就可以测量质量流量。科氏原理质量流量计就是根据上述原理工作的。

实际的流量传感器并非实现旋转运动，而代之以管道振动。其原理示意如图 1.2、图 1.3、图 1.4 所示。一个弯管道的两端被固定，在两个固定点的中间位置给管道施加振动力(按管道的谐振频率)，使其以固定点为轴以其自然频率 ω 振动。当管道内没有流体流动时，管道只受外加振动力作用，管道两个半段振动方向相同，没有相位差。当有流体流动时受管道内流动的介质质点科氏力 F_c 的影响（在管道的两个半段科氏力 F_1 、 F_2 大小相等、方向相反图 1.2），管道的两个半段按相反的方向发生扭动，产生相位差（图 1.3、图 1.4），

这一相位差同质量流量成正比。传感器的设计就是把科氏力的测量转为对振动管两侧相位时差的测量，这就是科氏质量流量计的工作原理。

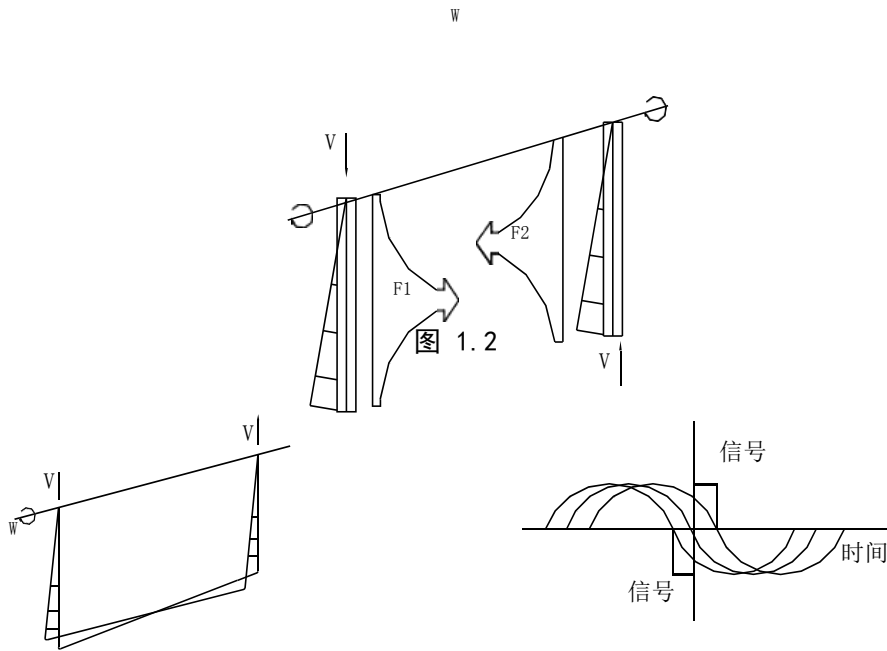


图1.3

图1.4

三、特点

- 1、能够直接测量流体的质量流量（这对能源的计量和化学反应等生产过程检测控制具有重要意义）
- 2、测量准确度高（测量准确度可保证在 0.1%~0.5%）
- 3、应用范围广（除正常的流体测量外还可测量一般流体测量仪表较难测量的工业介质，如非牛顿流体、各种浆液、悬浮液等）
- 4、安装要求不高（对上下游直管段没有什么要求）
- 5、运行可靠、维修率低等

四、应用领域

质量流量计可以在下述领域中进行监控以满足其配料、混合加工过程和商业计量等方面的需要：化工行业，包括含有化学反应的系统石油行业，包括含水率分析油脂工业，包括植物油、动物油和其它油脂；药品工业、涂料工业、造纸工业、纺织印染工业、燃料行业，包括重油、稠油、水煤浆及其它燃油、润滑油；食品工业，包括溶气饮料、保健饮料及其它流质运输行业，如管道输送液体的计量。

五、技术参数

1、基本参数

名称	参数
适用介质	常规液体、多项流液体、高黏度液体、含固体的浆液、密度较高的气体等
测量项目	瞬时流量、累计流量、温度、密度（各组分百分含量，酒度）等
显示	LCD（或LED）、液晶中文（或英文）
质量流量测量准确度	$\pm [0.2\% + (\text{零点稳定度}/\text{瞬时质量流量} \times 100\%)]$
质量流量测量重复性	$\pm (1/2) \times [0.2\% + (\text{零点稳定度}/\text{瞬时质量流量} \times 100\%)]$
密度测量范围	0.2 g/cm ³ ~3.5g/cm ³
密度测量准确度	$\pm 0.001\text{g}/\text{cm}^3$
温度测量范围	-200~350℃
温度测量准确度	$\pm 1^\circ\text{C}$
压力等级	0~4.0MPa 高压可定制
信号输出	4~20 mA, 0~10 kHz
通讯方式	RS485/MODBUS 或 HART
变送器形式（安装形式）	盘装柜式、现场安装式（分体式、一体式）
材质	测量管 316L, 壳体 304
防爆等级	ExibIIBT4 Gb, ExdibIICT6 Gb
防护等级	IP67
批控继电器触点容量	24V/0.1A
批控继电器触点形式	常开
工作环境温度	0℃~+40℃, (-40℃~+40℃)
工作环境湿度	≤90% RH, 非冷凝

大气压力	86kPa~106kPa
变送器供电要求	电源电压： (24±10%)VDC, (220±10%)VAC
整机功率	< 15W

2、流量范围

型号	口径 (mm)	流量范围 (kg/h)
CFM-003	3	0~150~180
CFM-006	6	0~600~720
CFM-008	8	0~960~1200
CFM-010	10	0~1800~2100
CFM-015	15	0~3600~4500
CFM-020	20	0~6000~7200
CFM-025	25	0~9600~12000
CFM-032	32	0~18000~21000
CFM-040	40	0~30000~36000
CFM-050	50	0~48000~60000
CFM-080	80	0~150000~180000
CFM-100	100	0~240000~280000
CFM-150	150	0~480000~600000
CFM-200	200	0~900000~1200000

六、仪表选型

型号										说明	
CFM	-□	/□	/□	/□	/□	/□	/☑	/□	/□		
仪表类型	H1										一体式
	H2										分体式
耐压	P1										2.5MPa (DN80~DN150)
	P2										4.0MPa (DN15~DN65)
	P3										4.0MPa, 或 30MPa (DN1~DN10)
	P4										特殊定制
公称口径		**									请参考【5.2 流量范围及性能指标】表格中参数→公称口径

温度范围	T1						(-60~200℃)
	T2						(-60~300℃)高温型, (-200~100℃) 低温型
输出类型	01						无
	02						4~20mA, 0~10KHz (脉冲)
	C1						RS485/Modbus
	C2						HART
	C3						无
防爆等级	N						标准型, 不防爆
	E						隔爆型, Exd (ib) IIC T6Gb
精度等级							0.1~0.15%
							0.2%
批量控制							无批量控制功能
							有批量控制功能
供电							V1
							V2

七、外形尺寸

一) 分体式流量计传感器外形示意图和安装尺寸表

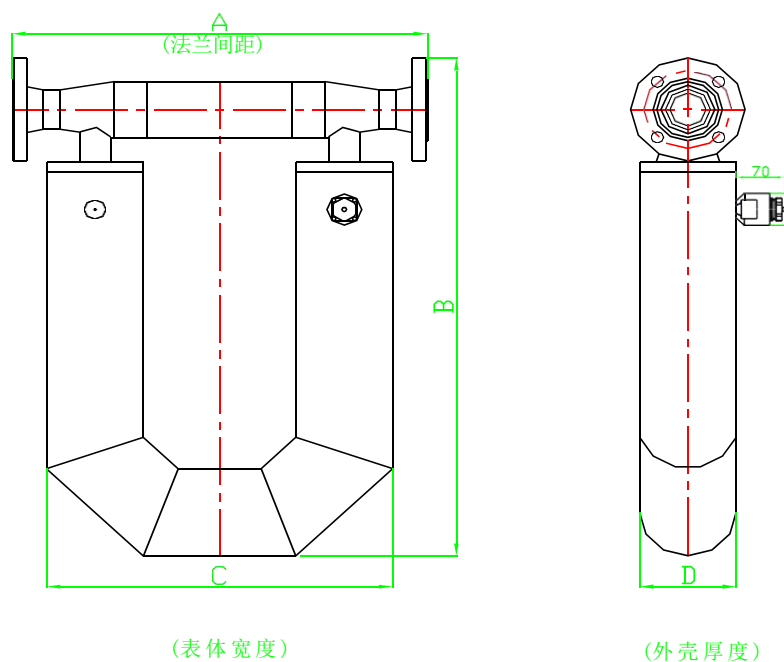


图 2.4 分体式传感器

安装尺寸表

规格	A (法兰间距)	B (整体高度)	C (表体宽度)	D (外壳厚度)
	mm	mm	mm	mm
MFU-010	410	366	350	75
MFU-015	416	369	350	75
MFU-020	540	530	468	108
MFU-025	540	539	468	108
MFU-032	544	590	468	108
MFU-040	600	666	500	140
MFU-050	606	707	500	140
MFU-080	860	958	779	219
MFU-100	950	1094	830	273
MFU-150	1300	1350	1144	324
MFU-200	1300	1380	1144	400

(二) 标准一体式质量流量计外形示意图和安装尺寸表

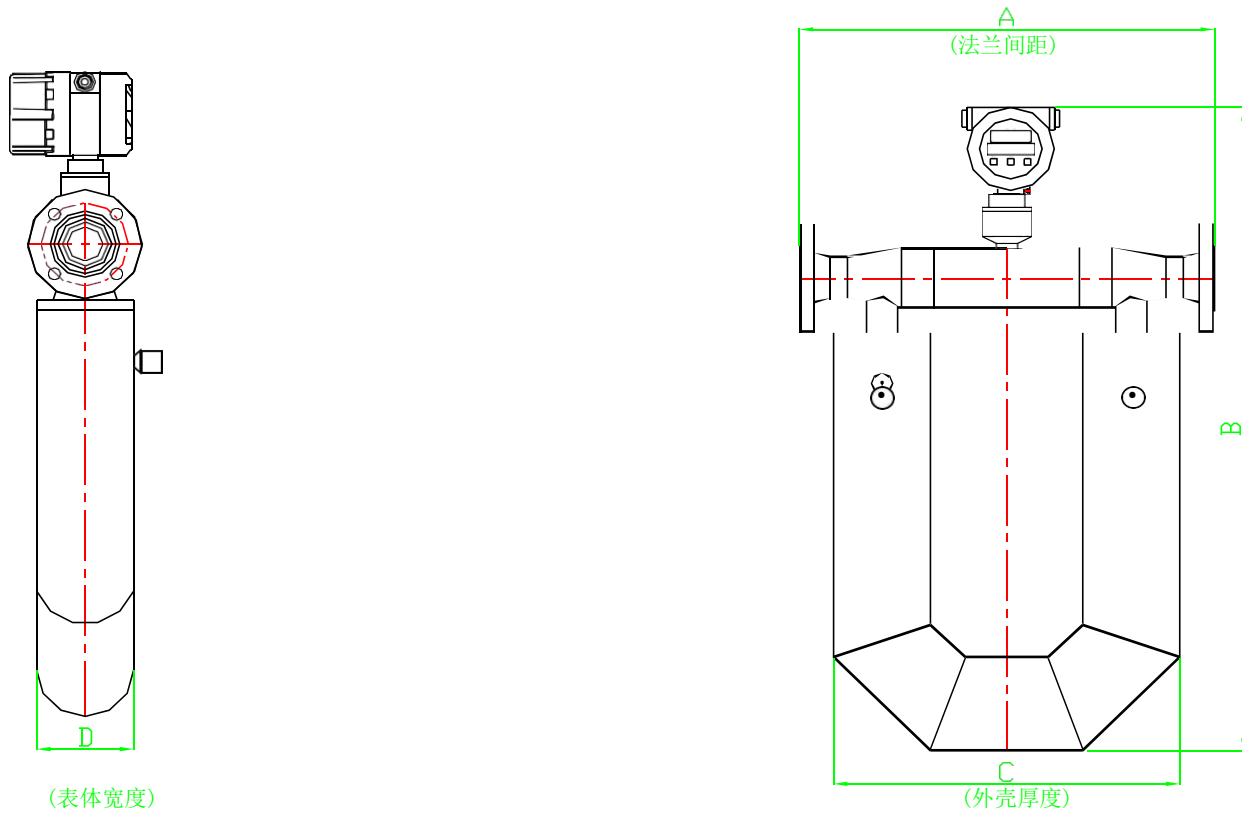


图 2.5 标准一体式

安装尺寸表

规格	A (法兰间距)	B (整体高度)	C (表体宽度)	D (外壳厚度)
	mm	mm	mm	mm
MFU-010	450	590	380	60
MFU-015	456	590	380	60
MFU-020	540	750	468	108
MFU-025	540	770	468	108
MFU-032	545	810	468	108
MFU-040	600	930	500	140
MFU-050	606	955	500	140
MFU-080	870	1177	780	220
MFU-100	950	1314	830	273
MFU-150	1300	1570	1144	324
MFU-200	1300	1600	1144	400

(三) 三角形质量流量计外形示意图和安装尺寸表（一体式）

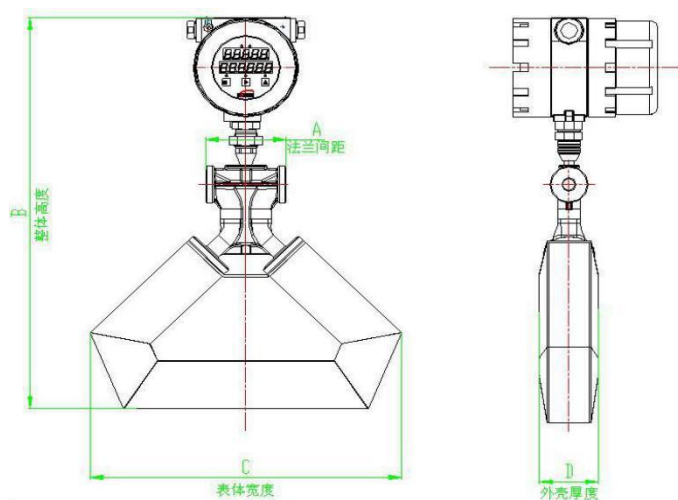


图 2.6 MFU-015/ MFU-010

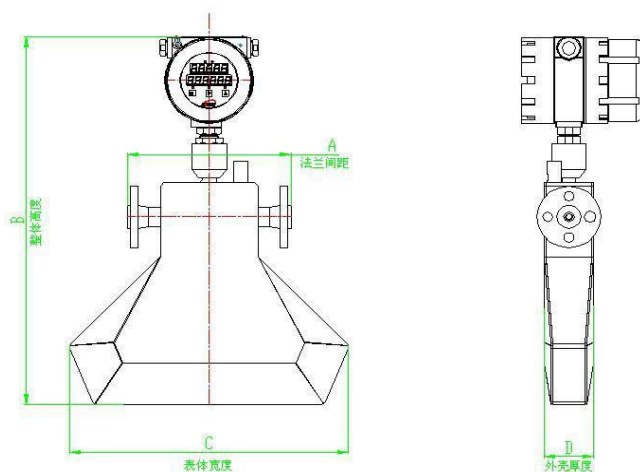


图 2.7 MFU-008/ MFU-006/ MFU-003

安装尺寸表

规格	A (法兰间距)	B (整体高度)	C (表体宽度)	D (外壳厚度)
	mm	mm	mm	mm
MFU-015	95	540	405	70.5
MFU-010	95	525	370	70.5
MFU-008	232	565	395	70.5
MFU-006	232	550	360	70.5
MFU-003	178	420	250	54

(四) 三角形质量流量计外形示意图和安装尺寸表（分体式）

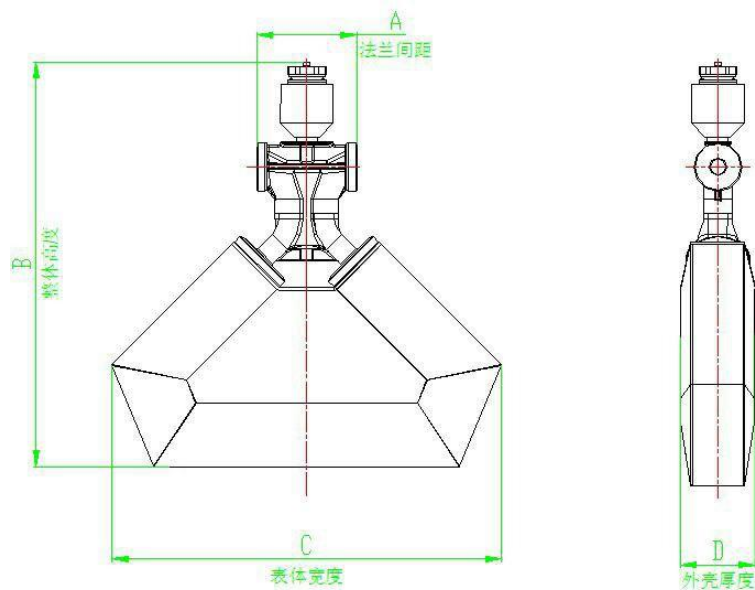


图2.8 MFU-015/ MFU-010

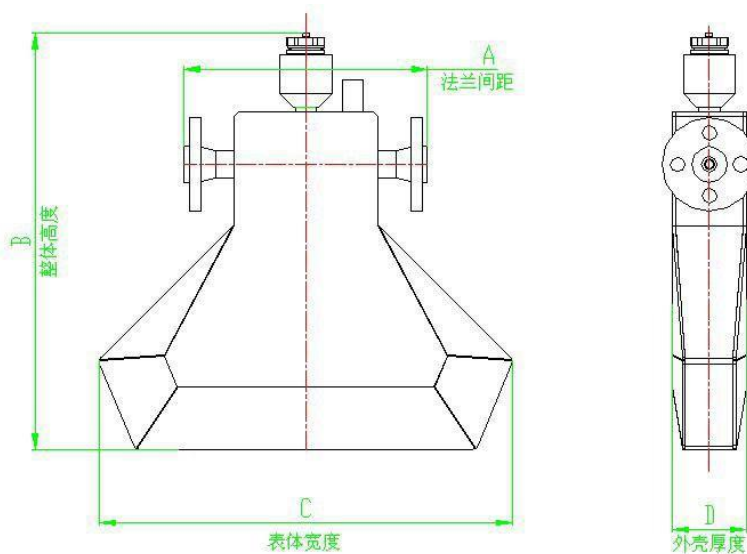


图2.9 MFU-008/ MFU-006/ MFU-003

安装尺寸表

规格	A (法兰间距)	B (整体高度)	C (表体宽度)	D (外壳厚度)
	mm	mm	mm	mm
MFU-015	95	410	405	70.5
MFU-010	95	395	370	70.5
MFU-008	232	435	395	70.5
MFU-006	232	420	360	70.5
MFU-003	178	290	250	54

八、安装示意图



九、安装

（一）传感器安装的基本要求

- 1、MFU 质量流量计传感器安装应使传感器流向标识与流体流向一致。
- 2、科氏质量流量计是根据测量管振动原理测量的流量仪表，因此传感器安装时应考虑相关管路做坚固的支撑，避免仪表及相关管路产生震动。
- 3、若强烈的管道振动不可避免时，建议用柔性管将管道系统与仪表传感器隔离。
- 4、安装时连接法兰面应相互平行，使两个法兰的中心位于同一轴线，避免产生附加应力。
- 5、测量液体流量时应尽可能使流体流向从下至上，同时应避免仪表安装在管路最高处，防止管路气体聚集影响仪表的正常工作。

(二) 传感器安装方式

为保证测量的可靠性，仪表的安装方式要考虑以下几个因素：

1、当质量流量计测量液体时，壳体应向下安装。如图 2.1 所示，防止气体聚集在传感器振管。

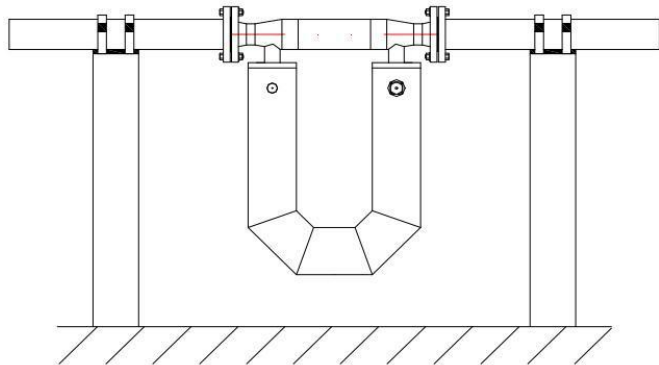


图 2.1

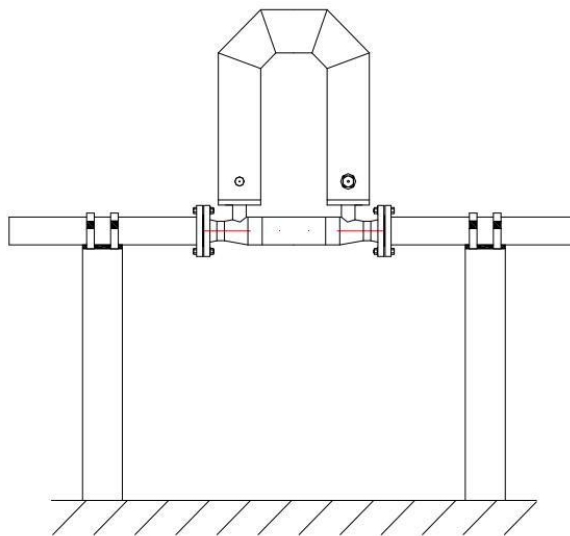


图 2.2

2、当质量流量计测量气体时，壳体应向上安装，如图 2.2 所示，防止液体聚集在传感器振管内。

3、当测量的介质是悬浊液时，传感器应采用侧立式安装。如图 2.3 所示。介质的流动方向是自下而上通过传感器流动。

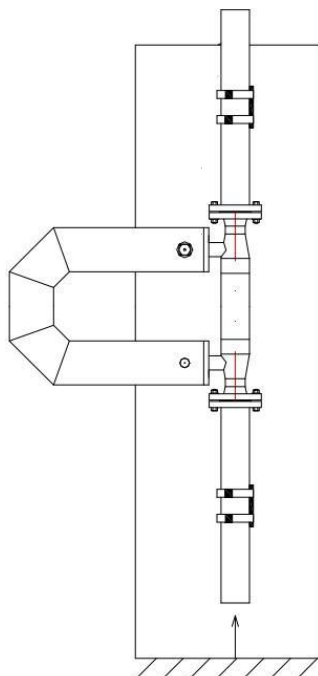


图 2.3

十、调试

转换器面板如下图：

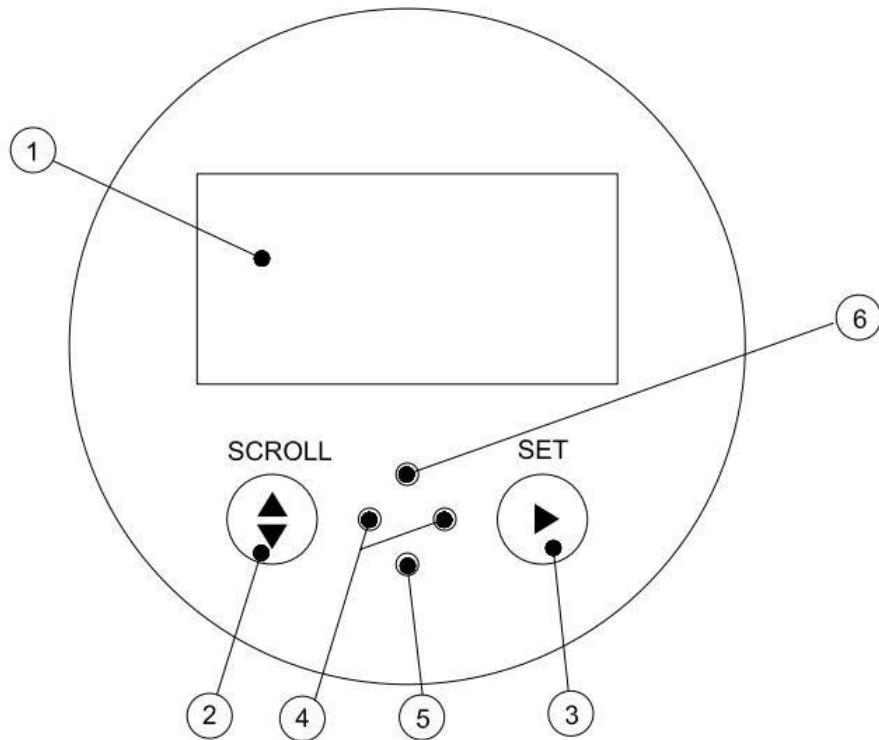


图2 仪表面板图

①测量显示窗

测量显示窗是 128*64 点阵 OLED 显示器，用四排字符分别显示仪表测量参数、仪表工作参数以及仪表设置参数。正常工作状态下显示器可分页显示瞬时质量流量测量值及其流量积算值；瞬时体积流量测量值及其积算值；密度测量值；温度测量值以及仪表工作状态参数。在设置状态下显示器可显示各参数设定值，并可在显示提示下修改并重新设置仪表工作参数。

注意：仪表工作参数的改变会改变仪表的原工作状态。参数设置及改动必须由专业人员在授权状态进行，以避免引起测量误差，保证测量安全。

正常工作状态下仪表显示格式如下：

质量流量：	kg/h
XXXXXX	
Σ XXXXXXXX	kg
密度： XXXXX	kg/m ³
体积流量：	m ³ /h
XXXXXX	↓
Σ XXXXXXXX	m ³
温度： XXXX	°C
DP	XXXXXX
F0	XXXXXX
Z1:	XX
Z2:	XX

第一页显示质量流量测量单位、质量流量测量值、质量流量累积量、密度测量值。质量流量的显示单位、质量累积流量的显示单位、密度的显示单位是在参数设置时选择的。

第二页显示体积流量测量单位、体积流量测量值、体积流量累积量、温度测量值。体积流量的显示单位、体积累积流量的显示单位、温度的显示单位是在参数设置时选择的。

第三页显示仪表工作参数，包括测量相位差值（DP 值）、振管工作频率（F0）、零点校验值（Z1）、动态零点校验值（Z2）。相位差值的测量单位为 us、频率显示单位为 Hz、零点校验值的显示单位为 us。

操作翻页键【V】下翻页，操作设置键【SET】上翻页。当无翻页操作时显示器会停留在当前页。

② 【V】 翻页键

在测量状态下按下【V】键可以下翻显示页。

若同时长时间与【SET】键一起按下则转换器进入参数设置状态。在设置状态下操作翻页键，可对操作项目进行翻页。为了保护仪表工作安全，进入参数设置状态需要输入密码。仪表参数设置会在后续章节进行说明。

③ 【SET】 设置键

在测量状态下按下【SET】键可以上翻当前显示页。

若同时长时间与【SET】键一起按下则转换器进入参数设置状态。在设置状态下可改变设置数。设置数的变化规律如下：每按下一次设置数在原有数字状态下按 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 . - 的顺序变化。设置确认：一般情况下同时按下翻页键【V】及设置键【SET】就可完成确认操作，有提示状态下可以将光标移到确认选择项目（是、否），直接用设置键【SET】进行确认。

④ 仪表按键工作状态指示灯，分别表示翻页键及设置键的工作状态，该按键成功操作时对应的指示灯亮，否则说明操作不成功。

⑤ 仪表通讯状态状态指示灯，当与外部有通讯进行时灯亮。

⑥ 仪表工作状态指示灯，当仪表工作出现异常时指示灯亮。

1. 用户工作参数设置及调整

仪表工作参数的设置及调整一般出厂时已经按用户的要求设置完成，用户一般不必在现场进行重新调整。只有在下列情况下可进行现场参数调整：

测量单位修改；输出信号项目选项调整及量程调整；测量参数报警值的设定及调整；仪表零点调整及累积量的清零；仪表通讯参数的调整等。

(1) 进入用户工作参数的设置状态

退出
测量参数设置
显示设置
信号输出设置
控制设置

在测量状态下同时按下【√】【SET】键直到屏幕显示用户密码输入界面，正确输入用户密码仪表就会进入工作参数设置状态，参数设置界面如左图：

用户参数设置共有四项。包括测量参数设置、显示设置、信号输出设置以及控制设置。用翻页键【√】选择设置项目，用设置键【SET】确认，即可进入选择项目的设置状态。若选择退出项目确认，则返回上一级菜单。

(2) 测量参数设置

用户测量参数设置共有两项，包括仪表测量单位设置以及测量量程设置。

测量单位设置：测量单位设置内容分别如下：

质量流量测量单位	g/s、kg/s、t/s、g/m、kg/m、t/m、g/h、kg/h、t/h
质量流量累计单位	k、kg、t
体积流量测量单位	mL/s、L/s、m ³ /s、mL/m、L/m、m ³ /m、mL/h、L/h、m ³ /h
体积流量累计单位	mL、L、m ³
温度测量单位	°C、F、K

测量量程设置：可分别设置质量流量测量、体积流量测量、密度测量、温度测量的上下限。测量量程的设置对测量结果不产生影响，只是用来确定4-20mA电流输出信号及频率输出信号所对应的测量范围。

(3) 显示设置

仪表显示设置主要包括两项内容，一是测量显示格式设置（或者为测量分辨率设置），二是显示语言设置。

测量显示分辨率设置：一般测量显示分辨率满足上限量程的1/10000即可。测量显示分辨率的提高并不意味着测量准确度的提高，过高的显示分辨率的设置会造成显示值不稳，无法正常读数。

显示语言有两种，即中文与英语。

(4) 信号输出设置

MFT-525 有三路输出信号。包括脉冲频率输出信号、当量脉冲输出信号以及 4-20mA 电流输出信号。信号输出设置就是设置对应的测量参数以及信号参数。如下表：

信号输出设置	脉冲信号输出 1	输出信号选择
		输出频率上限设置
	脉冲信号输出 2	输出信号选择
		脉冲当量设置
	电流输出设置	输出信号选择
		电流调整

脉冲信号输出 1 可在质量流量信号输出、体积流量信号输出、密度测量信号输出、温度信号测量输出项目中选择一项；输出频率上限可在 1-10kHz 范围内选择。一般出厂时频率信号设置为质量流量信号，上限频率一般设置为 10kHz。

脉冲信号输出 2 一般作为当量流量信号输出，可设置流量当量值，其设置单位一般为 kg/l、g/l、t/l，则每累计一个设置的当量值就会输出一个脉冲信号。例如脉冲当量设置为 1kg/l，则累积流量每增加 1kg，仪表就会输出一个当量脉冲。

电流输出信号为 4-20mA 电流信号，可在质量流量信号输出、体积流量信号输出、密度测量信号输出、温度信号测量输出项目中选择一项。

输出电流调整是在实验室进行的，调整时需要准确测量输出电流值，并分别调整零点电流值（4mA）及上限电流值（20mA）满足准确度要求，则可保证输出信号的准确性。

注意：频率信号输出及电流信号输出是对应设置的测量值量程的。设置信号输出时，必须确认设置的量程是否合适。电流输出信号的调整出厂前已由厂家调整完毕，使用时用户不得改动调整数据。

(5) 控制设置

控制设置包括：输入信号设置、零点调整、累积量清零、驱动幅度调整、通讯地址设置、通讯波特率设置等。

零点调整：零点调整就是零点校验。仪表零点出厂时已经调整好。MFT-525 型转换器具有现场零点自动调整功能，一般使用状态下用户不必进行现场零点调整。但是由于仪表安装过程产生的应力等有可能使仪表零点发生变化、介质的使用温度与标定时温度有较大的变化等，都会使零点发生变化。因此为了保证仪表的使用精度，一般情况下仪表安装后正式投入使用时应对仪表的零点进行现场调整。现场零点调整的要点如下：

流量计预热运行，用被测介质湿润传感器使其温度接近正常工作温度；然后停止介质流动（关闭流量计两侧阀门），确保传感器处在满管状态；等待 3~5 分钟，确保流体完全停止流动状态；采取措施保证管路及传感器处在静止状态，防止管路振动等影响正确的调零过程。零点校正操作应在此状态下进行。零点校正过程约需几十秒时间。

累积量清零：仪表累积量一般情况下是不必清零的，两个时间段累积量之差就是这个时间段的流量累积量。仪表对流量累积量具有断电保存功能，以防仪表断电丢失流量计量数据。

累积量的清零会完全丢失原来的流量记录数据，只有在对流量累积量需要特殊处理时才需要进行流量累积量清零操作。

驱动幅度调整：MFT-525 具有驱动幅度调整功能。设置此功能是为了适应不同规格传感器的驱动需要。共设置了 5 档幅度调整。

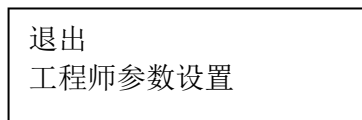
注意：仪表出厂时是在确定的驱动幅度状态下进行的调整，用户不得随意更改驱动幅度。驱动幅度的更改可能影响仪表零点的变化，若更改了驱动幅度必须重新进行零点调整。

通讯地址及波特率设置：仪表的通讯地址可在 1-250 范围进行设置，通讯波特率可在显示波特率范围内进行选择。

仪表校对与调整（工程师参数设置）

仪表的校对与调整必须在实验室进行。实验测试结果数据是仪表调整的依据。随意改变仪表系数及仪表调整系数会带来仪表使用的不正常。

在测量状态下同时按下〔V〕〔SET〕键直到屏幕显示用户密码输入界面，正确输入工程师密码仪表就会进入工程师参数设置状态，参数设置界面如下图：



选择工程师参数调整，并进行确认就可以进入工程师参数设置状态。工程师参数设置主要包括仪表系数设置及测量调整参数设置。列表如下：

工程师参数设置	仪表系数设置	流量系数 FC
		流量温度系数 FT
		密度系数 K1
		密度系数 K2
		密度温度系数 DT
		密度流速系数 FD
	流量调整参数设置	小信号切除值
		流量测量方向设置
		流量测量线性调整
		流量自动零点调整
		流量测量斜率调整
		流量测量零点调整
		流量测量阻尼调整
		压力系数设置
	其他调整参数设置	密度测量斜率调整
		密度测量零点调整
		密度测量阻尼调整
		参考密度值设置
		温度测量斜率调整
		温度测量零点调整
		温度测量阻尼调整
常用温度值设置		

详细说明如下：

1 仪表系数设置

仪表系数设置共有六项，流量系数 FC、流量温度系数 FT、密度系数 K1、密度系数 K2、密度温度系数 DT、密度流速系数 FD。其中 FT 参数、DT 参数、的默认值为 4.26，FD 参数的默认值分别为 1。

注意：仪表系数的设置是在仪表出厂时根据仪表标定的结果进行的，包括流量系数的设置、密度系数的设置、温度系数的设置等。随意改动仪表系数设置会带来仪表工作的不正常。

2 流量调整参数设置

流量测量调整参数包括小信号切除值设置、流量测量方向、流量测量线性化调整、零点自动调整设置、流量测量斜率调整、流量测量零点调整、流量测量阻尼设置、压力系数设置等。

3 小信号切除致设置

为了防止零点漂移产生的测量值对用户监视的干扰，一般流量测量仪表都设置有小信号切除值设置。仪表零点漂移值小于设定的切除值时仪表显示为零。

4 流量测量方向设置

科里奥利质量流量计可以实现双向测量。为了满足用户计量要求设置了测量方向设置项。可实现单项、双向、绝对值测量，详细说明如下表：

设置数	说明	正向流量	反向流量	累计
0	双向测量	正常输出信号	正常输出信号	正向累计加、反向累计减运算
1	正向测量	正常输出信号	无信号输出	正向累计加、反向不做累计运算
2	反向测量	无输出信号	正常输出信号	反向累计减、正向不做累计运算
3	绝对值测量	正常输出信号	正常输出信号	均进行累计加运算

注意：流量调整参数设置，部分项目是在仪表出厂时根据仪表标定的结果进行的，包括流量测量线性化调整、流量测量斜率调整、流量测量零点调整、压力系数调整等。随意改动上述设置会带来仪表工作的不正常。

5 其他调整参数设置

其他调整参数共有八项，密度测量斜率调整、密度测量零点调整、密度测量阻尼调整、参考密度值设置、温度测量斜率调整、温度测量零点调整、温度测量阻尼调整、常用温度值设置。

6 参考密度值设置

参考密度值设置是为了实现气体流量测量时的标准体积流量的换算。设置了参考密度体积流量的换算将按设置的参考密度实现。正常使用时此项应设置为 0。

7 常用温度值设置

常用温度值设置是为了防止温度测量传感器损坏时出现的温度测量值的不准可能给测量带来大的测量误差而设置的。正常状态下测量温度补偿是根据温度测量值进行的，非常状态下将按设置的常

用温度值进行补偿。一般常用温度设置为 20℃。

注意：其他调整参数设置，部分项目是在仪表出厂时根据仪表标定的结果进行的，包括密度测量斜率、零点调整、温度测量斜率、零点调整等。随意改动上述设置会带来仪表工作的不正常。

十一、接线方式

① 电源线接入

仪表电源使用 24VDC 电源或 220VAC 电源。电源功率要求不小于 7W。接线盒内电源接线端子及信号接线端子是分开安装的并做了明确标记，请按标记将电源线连接到仪表电源接线端即可。

仪表电源分为 24VDC 电源及 220VAC 电源，两种电源不通用。因此用户订货时应明确提出采用的电源形式。仪表内部电源输入端有防电源极性接错保护装置，但为了安全接线时请注意电源线的极性。电源接入时注意不要接错在信号接线端子。

② 输出脉冲信号的连接

转换器的脉冲信号输出方式为集电极开路无源信号输出方式。一般接线时应在信号接收侧提供相应的电源及信号检测电阻。当电源电压为 24VDC 时信号检测电阻的阻值一般选择 3-5kΩ/0.25W（此时信号传输电流约为 8-5mA）。采用无源信号输出方式是为了提高信号传输的抗干扰能力。

接线如下图（图中右侧为信号接收侧）

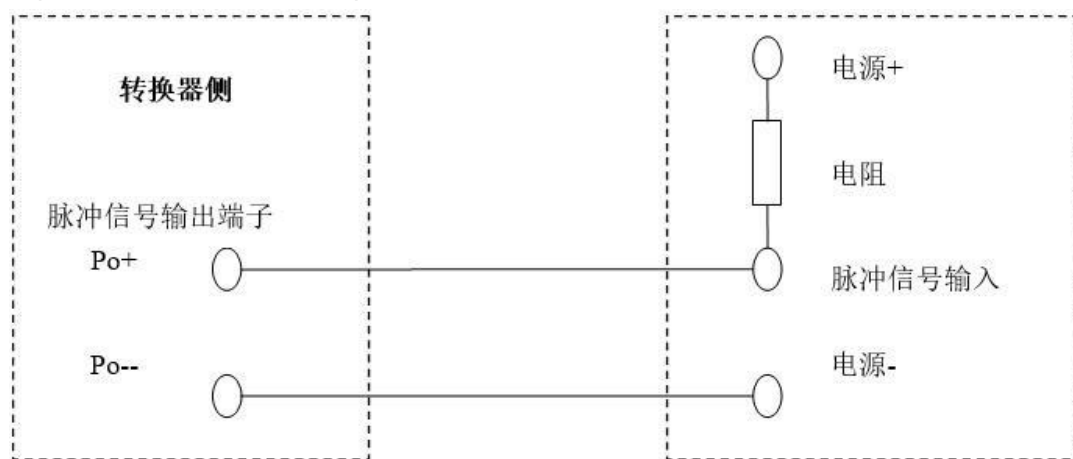


图 6 脉冲信号输出接线图（无源输出）

③ 电流信号的连接

电流输出信号为无源信号，采用电流输出信号时需要外部提供电源，电流输出是两线制。信号的接线如下图：

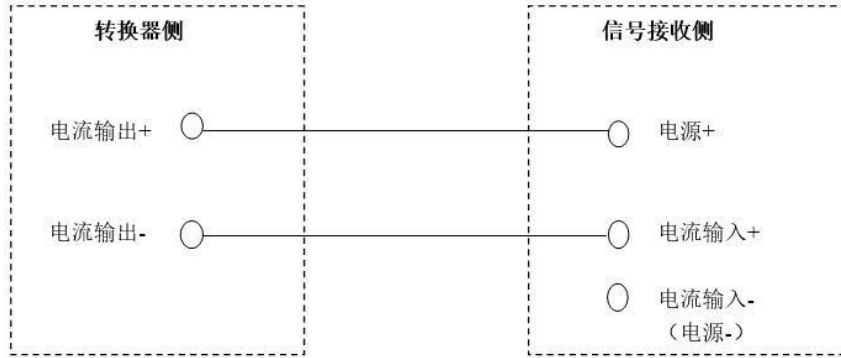


图 7 脉冲信号输出接线图（无源输出）

当需要输出 1~5VDC 电压信号时可在信号接收侧接入 250 欧标准电阻进行电流/电压转换。如下图：

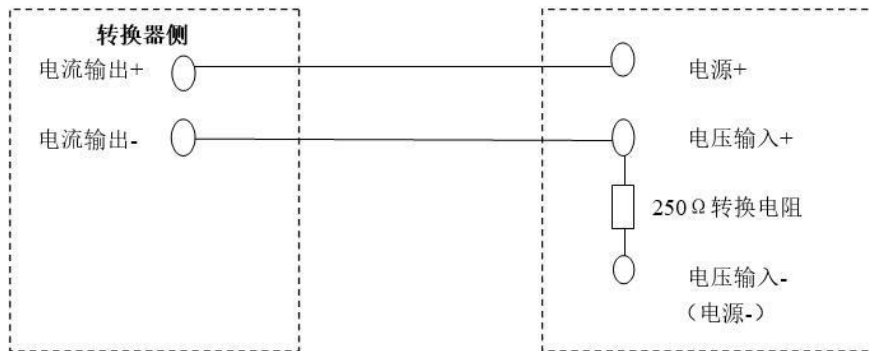


图 8 电压信号转换接线图

