

微型科氏力质量流量计 使用指导书



1.产品介绍	3
1.1 用途与特点	3
1.2 主要技术指标	3
1.3 工作原理	4
2.快速安装指导	5
2.1 外形及安装尺寸	5
2.2 管路接头形式	5
2.3 电缆连接插头（母头）	6
3.功能操作详解	6
3.1 综述	6
3.2 常用操作	6
3.3 功能操作详解	7
3.3.1 流量设置:	7
3.3.2 启动/停止流量累计:	8
3.3.3 流量累计值清零	8
3.3.4 流量小信号切除	9
3.3.5 流量系数	10
3.3.6 设备轮询参数设置	10
3.3.7 阀门控制	11
3.3.8 环路输出测试	12
3.3.9 屏幕亮度设置	12
3.3.10 PID 参数设置	12
3.3.11 触摸屏校准	13
3.3.12 单位选择	13
3.3.13 零点清除	13
4.注意事项	14
4.1 加装过滤器	14
4.2 使用腐蚀性气体	14
4.3 安装位置问题	14
4.4 阀口密封问题	14
4.5 标定与不同气体的换算	14
5.一般异常情况判断和处理	14
6. 保证、保修与服务	15
6.1 产品保证和保修	15
6.2 保修对使用的要求	15
7.转换系数使用说明	16
附录：气体流量转换系数表	16
附录：通讯协议	19

注：说明书内部的所有图片仅供参考，请以实物为准。

1. 产品介绍

1.1 用途与特点

科氏质量流量控制器 (Coriolis Mass Flow Controller) 可以对流体介质的质量流量进行精确的测量和精密的控制。它们在半导体和集成电路工业、特种材料学科、化学工业、石油工业、医药、环保和真空多种领域的科研和生产中有着重要的作用。其典型的应用场合包括：电子工艺设备，如扩散、外延、CVD、氧化、等离子刻蚀、溅射、离子注入；以及镀膜设备、光纤熔炼、微反应装置、混气配气系统、毛细管测量、气相色谱仪及其他分析仪器。

- ◆直接测量质量流量，精度高
- ◆重复性好，量程比宽
- ◆对流体介质的温度、压力和粘度等不敏感
- ◆测量流体介质广泛
- ◆模拟量输入/输出可使用二次表或流量计算机控制和显示流量

1.2 主要技术指标

1	量程范围	0~300kg/hr
2	准确度	±0.5%FS (气) ±0.25%FS (液)
3	线性	±0.1~0.5%FS
4	重复精度	±0.1%FS
5	工作压差	0.1~0.5MPa (其它可定制)
6	耐压	3.0MPa (其它可定制)
7	工作环境温度	0~70℃ (其它可定制)
8	数字量	RS485 MODBUS 协议
9	供电	DC +24V , 供电电流大于 500mA
10	电气连接	DB15
11	漏率	1×10^{-8} SCCSHe
12	底座材质	316L 不锈钢
13	密封材质	氟橡胶, 丁晴橡胶, 氯丁橡胶
14	气路接头	Φ3, Φ6, Φ10, 1/8" , 1/4" , 3/8"

注意:

气体质量流量计和质量流量控制器出厂通常用氮气标定.

气体质量流量的单位规定为:SLPM (标准升/分)

标准状态规定为： 温度-----262.15K (25℃);
气压-----101325 Pa (760mm Hg)

F.S (Full Scale); 满量程值

液体质量流量计和质量流量控制器出厂通常用 H₂O 标定

液体质量流量的单位规定为： kg/hr (其它可定制)

标准状态规定为： 温度： 273.15K (0℃)
气压： 101325 Pa (760mm Hg)

F.S (Full Scale): 满量程值

1.3 工作原理

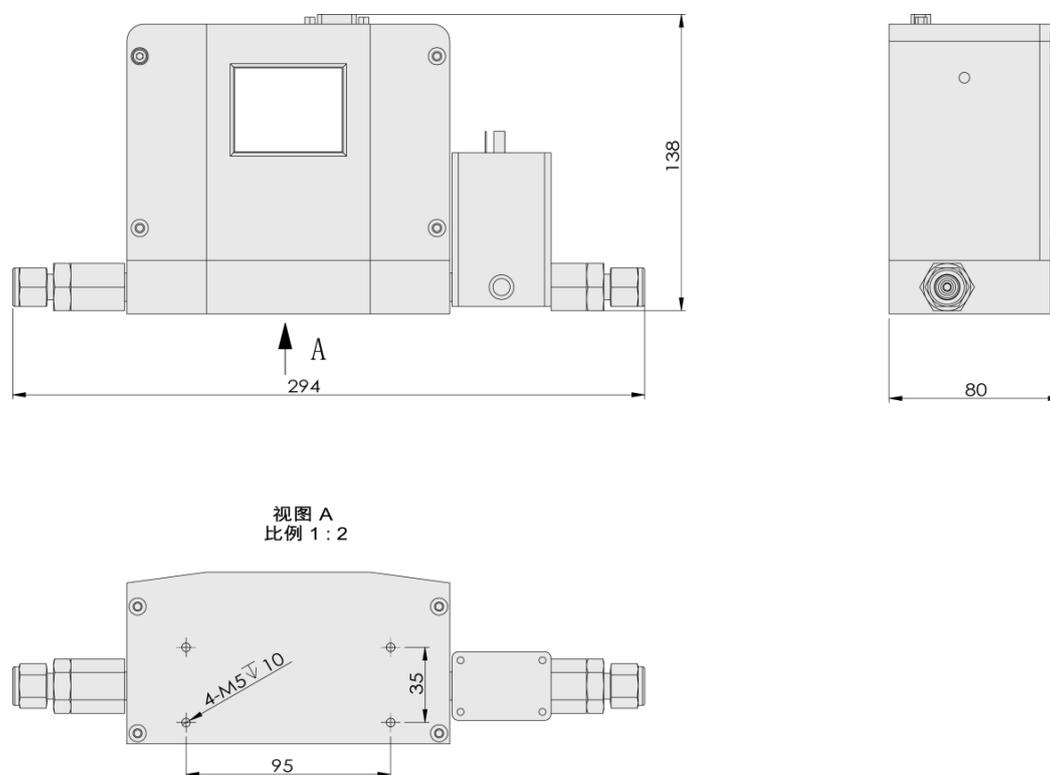
科氏质量流量控制器由流量管、陶瓷震荡器、光电信号拾取器、电阻温度计、电信号处理单元、显示单元和电磁控制阀等组成，信号拾取器 1 位于流量输入端，信号拾取器 2 和 3 位于流量输出端. 信号拾取器 1 和 2 相对于流量管中轴对称。

科氏质量流量控制器开机后流量管被陶瓷震荡器激励做自激振荡，直至平衡。此时三个信号拾取器处将持续产生正弦波电压信号。当流体介质没有流动时，三个流量管信号拾取器所在位置没有相对形变，没有产生科里奥利力，产生的正弦波电压信号相位差为 0。当流体介质流动时，信号拾取器 1 和 2 处产生的科里奥利力方向相反，使流量管产生扭曲运动，从而使信号拾取器 1 和 2 处所产生的正弦波电压信号相位差不为 0，由于相位差和质量流量成正比，根据之前标定的数据计算出质量流量。而信号拾取器 3 用于相位补偿。

流量控制采用 PID 算法控制电磁阀，精确并快速的控制流量管中的流体质量流量达到设定值。

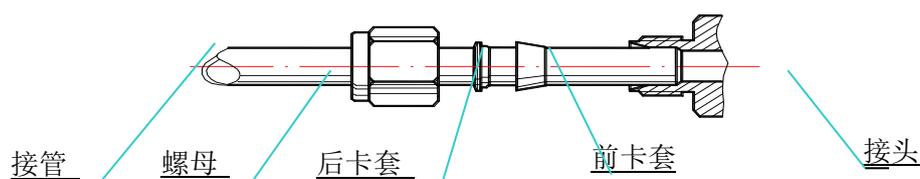
2. 快速安装指导

2.1 外形及安装尺寸



图三、质量流量控制器外形尺寸

2.2 管路接头形式

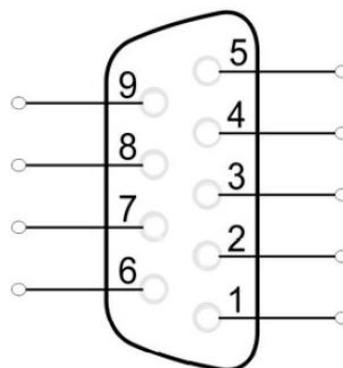


图四、双卡套接头安装示意图

按图四所示安装接管时,在装上前卡套、后卡套、螺母后,先用手将螺母与接头拧紧,再用扳手拧紧(国外进口的 Swagelok 接头要求用扳手旋转 1.25 圈拧紧),以保证不漏气。注意应该使用双扳手操作,用一只扳手卡住接头不动,用另一只扳手旋转螺母。特别是在拆卸接管时必须使用双扳手操作,否则会引起接头松动,影响密封。

2.3 电缆连接插头（母头）

1. RS485-A
2. 4~20mA/0~5V 流量输出
3. 4~20mA/0~5V 设定输入
4. 信号地
5. 空
6. RS485-B
7. +15V/24V 电源正
8. 电源地
9. 大地



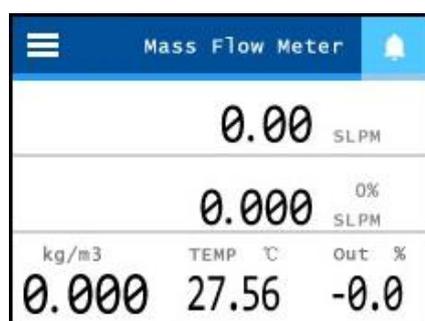
3. 功能操作详解

3.1 综述

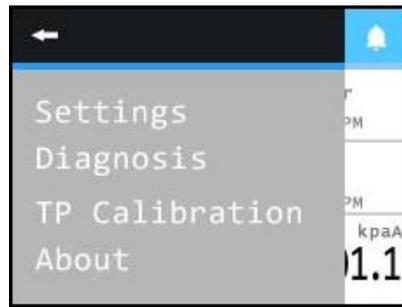
CR 系列流量计使用 320x240 分辨率的 LCD 显示器，直观清晰的显示出多种有用的流量数据，包括：瞬时流量、设定流量等。该流量计具有不同的显示画面，它取决于定货的型号，如流量计或控制器、电流输出或电压输出等。ACU20FD 具有统一的主显示画面、气体选择画面（特定气体时本画面可能无效）、校准画面、设备信息等。

3.2 常用操作

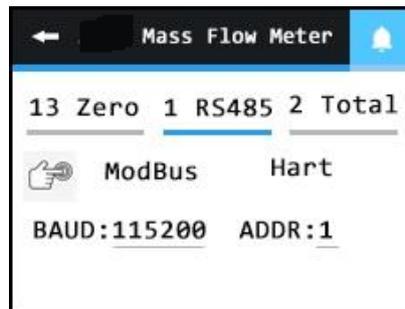
- (1) 上电后进入主显示界面



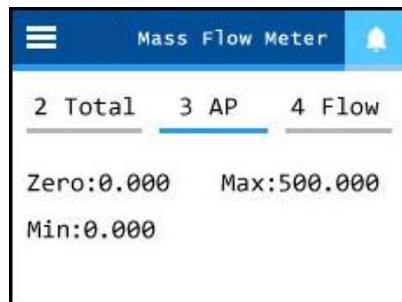
- (2) 单击左上角“下拉按钮”进入下拉菜单，单击左上角“返回按钮”可返回主界面



(3) 单击“Settings”按钮进入设置菜单



(4) 单击对应的标签进入该选项，例如“3 AP”标签

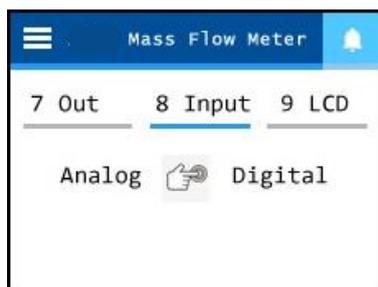


(5) 设置之后可通过单击左上角的“下拉按钮”返回

3.3 功能操作详解

3.3.1 流量设置:

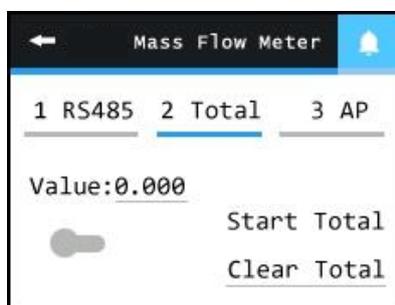
(1) 设置界面选中“8 Input”标签



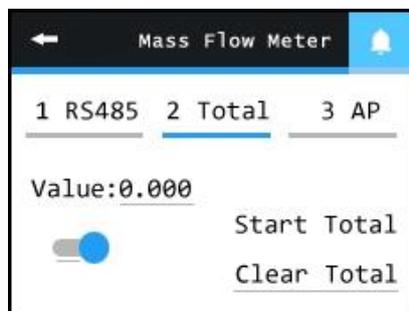
(2) 单击选定流量设定方式即可。

3.3.2 启动/停止流量累计:

(1) 设置界面选中“2 Total”标签，单击“Start Total”。
若累计功能处于停止状态，显示如下画面

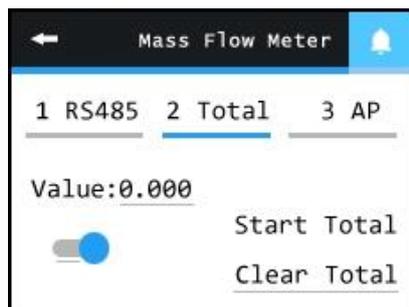


若累计流量计已经启动，则显示如下画面

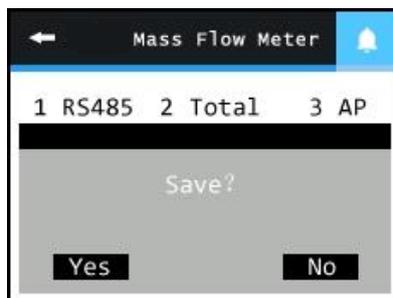


3.3.3 流量累计值清零

(1) 设置界面选中“2 Total”标签，单击“Clear Total”

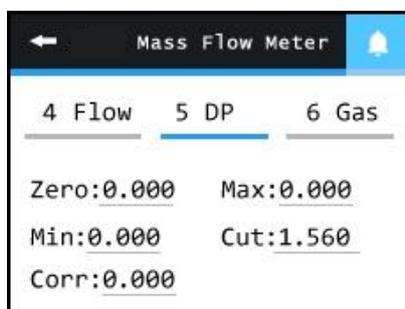


(2) 单击 “Yes”，清零后返回设置界面，单击 “No” 直接返回主界面。

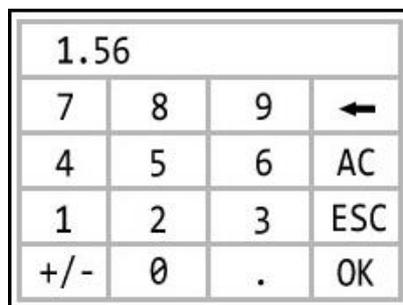


3.3.4 流量小信号切除

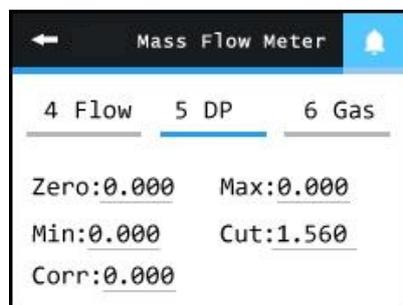
(1) 设置界面选中 “5 DP” 标签



(2) 单击 “Cut” 进入输入界面

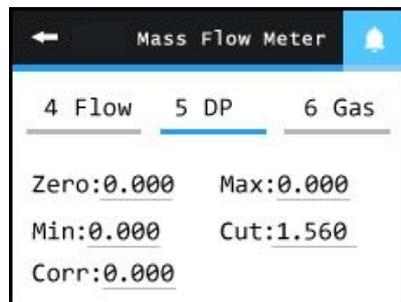


(3) 输入数据后单击 “OK”，数据保存并返回 “5 DP” 标签

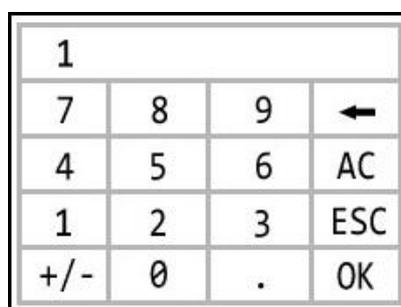


3.3.5 流量系数:

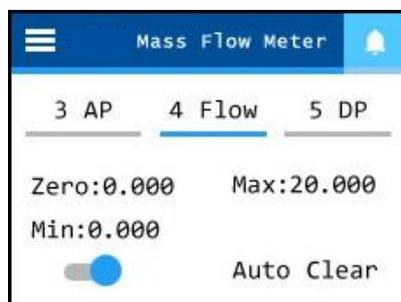
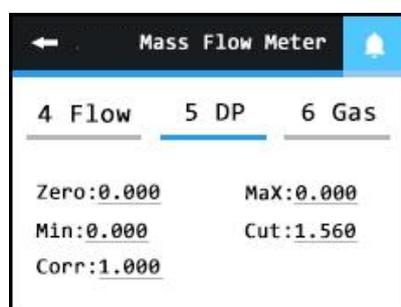
- (1) 设置界面选中“5 DP”标签



- (2) 单击“Corr”进入输入界面

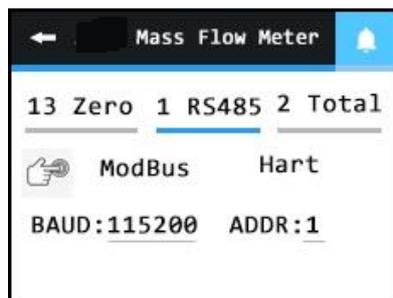


- (3) 输入数据后单击“OK”，数据保存并返回“5 DP”标签

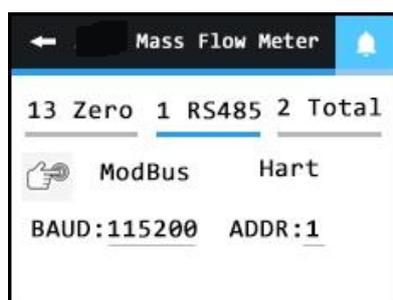


3.3.6 设备轮询参数设置:

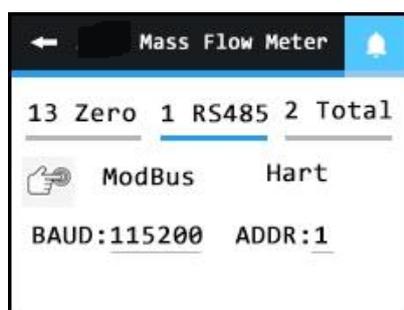
- (1) 设置界面选中“1 RS485”标签



(2) 单击“ModBus”选择 Modbus 协议

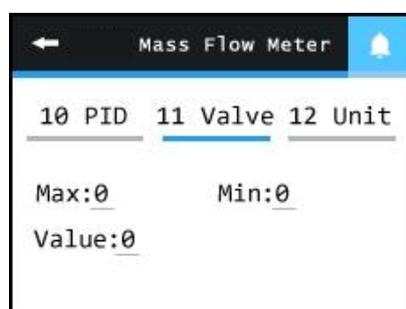


(3) 单击“BAUD”进行波特率设置，单击“ADDR”进行设备地址设置



3.3.7 阀门控制:

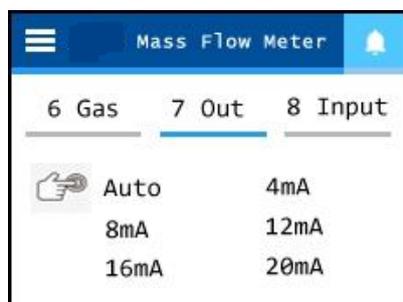
(1) 设置界面选中“11 Valve”标签



(2) 单击“Max”设置阀控最大值，单击“Min”设置阀控最小值

3.3.8 环路输出测试:

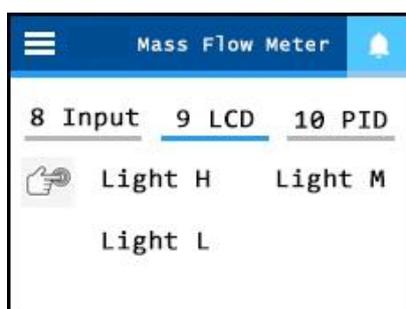
(1) 设置界面选中“7 Out”标签



(2) 选中“Auto”则输出电流为实际流量所对应的电流，选中其他值则输出电流为选定值

3.3.9 屏幕亮度设置:

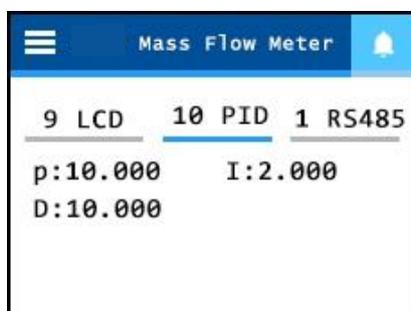
(1) 设置界面选中“9 LCD”标签



(2) 单击不同选项进行亮度高、中、低调节。

3.3.10 PID 参数设置:

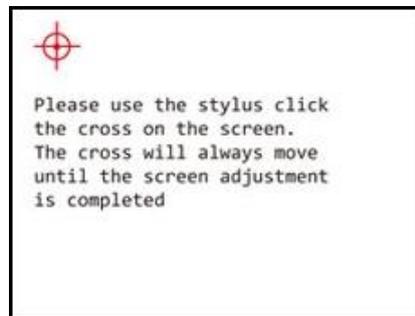
(1) 设置界面选中“10 PID”标签



(2) 单击“P”、“I”或“D”可对参数进行设置。

3.3.11 触摸屏校准:

- (1) 在下拉菜单中单击“TP Calibration”



- (2) 依次单击“红点”即可完成校准

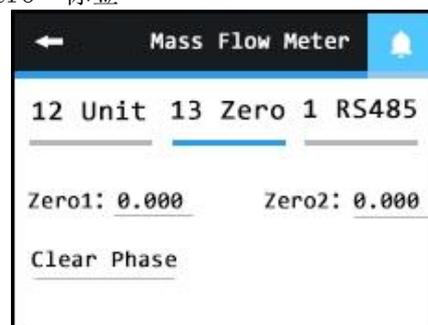


3.3.12 单位选择:

- (1) 设置界面选中“12 Unit”标签
- (2) “↑”表示上翻页，“↓”表示下翻页，可以直接单击选择显示单位，也可以通过单击“↑”和“↓”之间的数字显示单位

3.3.13 零点清除:

- (1) 设置界面选中“13 Zero”标签



- (2) 单击“Clear Phase”后选择“save”即可对零点流量进行清除

4. 注意事项

4.1 加装过滤器

使用气体必须净化，切忌粉尘、液体和油污。必要时加装过滤器，如果流量计出口接有液体源瓶，应在流量计出口加装单向阀，防止液体回流损坏流量计。

4.2 使用腐蚀性气体

流量计通道采用的材料为：SUS 316L(00Cr17Ni14Mo2), SUS 417J1 (00Cr30Mo2)，氟橡胶等耐蚀材料。在用户系统无汽水、低泄露、勤清洗、使用得当的条件下，可以用于控制一般的腐蚀性其他使用强腐蚀性气体和有机溶剂气体时，应在定货时声明。使用特殊腐蚀性气体，所有密封材料都要作相应改变。

4.3 安装位置问题

本控制器安装时最好保持安装面水平，但对位置并不特别敏感，可以任意位置安装，非水平位置安装时若发现零点偏移，可以调整零点后在工作。

4.4 阀口密封问题

质量流量控制器的电磁阀是调节阀，不是截止阀，不能当截止阀使用，用户应另配截止阀。特别是用户使用腐蚀性气体，通常应该在质量流量控制器进出气口各加一个截止阀，以保证工作安全。长期工作后，如果控制器阀口的漏气率在 2%F.S 以内，是属于正常情况。如果漏气大于满量程的 2%，则应进行维修。

4.5 标定与不同气体的换算

本流量质量控制器出厂通常用氮气(N₂)标定。如果要求用使用气体标定，需要在订货时与销售人员进行特别申明。

用氮气标定的流量控制器用户使用其它气体时，可以通过附录的转换系数进行换算。

5. 一般异常情况判断和处理

现象	可能原因	处理方法
开机后无气流流过	气源未开，气路不通	接通气源，开通气路
	没有设定目标流量	参照操作详解 3.4
	过滤器堵塞	更换过滤器
	调节阀故障	检查阀线圈是否断，*清洗调节阀
	电路故障	维修电路
	零点偏差	参照操作详解 3.4
流量控制不稳定	传感器故障	更换传感器

	电路故障	维修电路
	阀门污染	清洗阀门, 更换密封件
	气源压强太低或不稳	提高气源气压, 稳定气源压强
在阀门关闭的情况下, 仍有较大的流量流过	调节阀故障	重新调整调节阀
	入口气压过高	降低入口气压
	通道堵塞	清洗 MFC 通道
流量显示不能达到满量程值	设定目标流量低于满量程	检查设定值
	其它电路故障	维修电路
不通气时零点不稳,	电路故障	维修电路
	传感器故障	更换传感器

6. 保证、保修与服务

6.1 产品保证和保修

6.1.1 本公司生产的 MFC/MFM 产品在出货一年以内, 如果用户按照说明书要求使用, 并且产品没有遭受物理损害、污染、改装或翻新, 我们保证产品的材料、加工和性能的质量, 若有问题, 免费维修。

6.1.2 用户收到货物后, 有责任检查及核对货物, 并通过传真、电话或电子邮件的方式及时通知本公司销售部有关收货情况。

6.1.3 保修期内, 产品必须由本公司或授权的服务中心修理, 否则, 产品的保修是无效的。

6.1.4 在一年保修期以内, 维修是免费的。如果保修期过了, 在维修前将会通知用户需要更换的部件及维修费用。维修后, 在 90 天以内对修理的部分进行保修, 保修件包括易损件 (四氟或密封圈等)。

6.1.5 用户使用过有毒、有污染或腐蚀性气体的产品, 如果没有出示清除污染及净化处理的证明, 本公司将不负责修理或保修。

6.2 保修对使用的要求

6.2.1 气体必须洁净且没有颗粒物, 没有液体, 这就要求在 MFC/MFM 的上游气路中安装 $30\ \mu\text{m}$ 的过滤器。

6.2.2 输入的气体压力必须符合产品的耐压标准, 不能超过该产品要求的最大压力。

6.2.3 产品的使用气体必须与用户订货选择的密封材料相适应, 用户有责任按照可用的安全规章使用每种气体。不正确的使用产品会使保修无效, 由于不正确的使用所导致的损害不能归咎于本公司。

6.2.4 对电子线路的要求: 必须小心按规定连接系统的接线, 不正确的接线会导致产品内部电路板的永久损坏。MFC 电源需要电压波动小于 5mV 的高抗干扰稳压电源。

6.2.5 气路的连接: 必须仔细的安装密封管件, 保证所有的密封管件经过单独检查并且没有划痕。

6.2.6 禁止自行拆开 MFC/MFM。如果自行拆卸造成损坏, 则本公司承诺的保修无效。

6.3 服务

本公司的产品工程师将会帮助您解决关于操作、标定、机电连接、工作条件要求、气体转换等方面的问题。我们提供技术支持与维护, 提供产品的使用培训。

7. 转换系数使用说明

质量流量控制器、质量流量计出厂时一般用 N_2 标定，实际使用中如果是其他气体，必要时可进行读数修正，方法是以流量显示仪显示的流量乘以流量转换系数，如是单组份气体。其转换系数可在我厂产品技术说明书中查得；如是多组份气体（假定是由 n 种气体组成），请按下列公式计算其转换系数 C ：

基本公式： $C=0.3106N/\rho$ (C_p)

其中： ρ ——为气体在标准状态下的密度

C_p ——为气体的定压比热

N ——为气体的分子构成系数（与该气体分子构成的组份有关，见下表）

气体分子构成	举 例	N 取值
单原子分子	Ar He	1.01
双原子分子	CO N2	1.00
三原子分子	CO ₂ NO ₂	0.94
多原子分子	NH ₃ C ₄ H ₈	0.88

对于混合气体： $N=N_1(\omega_1/\omega_T)+N_2(\omega_2/\omega_T)+\dots+N_n(\omega_n/\omega_T)$

导出公式：

$$C = \frac{0.3106[N_1(\omega_1/\omega_T) + N_2(\omega_2/\omega_T) + \dots + N_n(\omega_n/\omega_T)]}{\rho_1 C_{p1}(\omega_1/\omega_T) + \rho_2 C_{p2}(\omega_2/\omega_T) + \dots + \rho_n C_{pn}(\omega_n/\omega_T)}$$

其中：

$\omega_1 \dots \omega_n$ ——为相应气体的流量

ω_T ——为混合气体的流量

$\rho_1 \dots \rho_n$ ——为相应气体在标准状态下的密度（数值见气体转换系数表）

$C_{p1} \dots C_{pn}$ ——为相应气体的定压比热（数值见气体转换系数表）

$N_1 \dots N_n$ ——为相应气体的分子构成系数，取值见气体分子构成系数表

说明：1) 标准状态为：压力—101325Pa (760mmHg)，温度—273.15K (0℃)。

2) 气体质量流量转换系数表中未列出的气体的有关参数，可以向厂家咨询。

附录：气体流量转换系数表

气体	代号	比热 (卡 / 克℃)	密度 (克/升 0℃)	转换系数
Air 空气	008	0.2400	1.2930	1.006
Ar 氩气	004	0.1250	1.7837	1.415
AsH ₃ 砷烷	035	0.1168	3.4780	0.673
BBr ₃ 三溴化硼	079	0.0647	11.1800	0.378
BCl ₃ 三氯化硼	070	0.1217	5.2270	0.430
BF ₃ 三氟化硼	048	0.1779	3.0250	0.508
B ₂ H ₆ 硼烷	058	0.5020	1.2350	0.441

CCl ₄	四氯化碳	101	0.1297	6.8600	0.307
CF ₄	四氟化碳	063	0.1659	3.9636	0.420
CH ₄	甲烷	028	0.5318	0.7150	0.719
C ₂ H ₂	乙炔	042	0.4049	1.1620	0.581
C ₂ H ₄	乙烯	038	0.3658	1.2510	0.598
C ₂ H ₆	乙烷	054	0.4241	1.3420	0.481
C ₃ H ₄	丙炔	068	0.3633	1.7870	0.421
C ₃ H ₆	丙烯	069	0.3659	1.8770	0.398
C ₃ H ₈	丙烷	089	0.3990	1.9670	0.348
C ₄ H ₆	丁炔	093	0.3515	2.4130	0.322
C ₄ H ₈	丁烯	104	0.3723	2.5030	0.294
C ₄ H ₁₀	丁烷	111	0.4130	2.5930	0.255
C ₅ H ₁₂	戊烷	240	0.3916	3.2190	0.217
CH ₃ OH	甲醇	176	0.3277	1.4300	0.584
C ₂ H ₆ O	乙醇	136	0.3398	2.0550	0.392
C ₂ H ₅ Cl ₃	三氯乙烷	112	0.1654	5.9500	0.278
CO	一氧化碳	009	0.2488	1.2500	1.000
CO ₂	二氧化碳	025	0.2017	1.9640	0.737
C ₂ N ₂	氰气	059	0.2608	2.3220	0.452
Cl ₂	氯气	019	0.1145	3.1630	0.858
D ₂	氘气	014	1.7325	0.1798	0.998
F ₂	氟气	018	0.1970	1.6950	0.931
GeCl ₄	四氯化锗	113	0.1072	9.5650	0.267
GeH ₄	锗烷	043	0.1405	3.4180	0.569
H ₂	氢气	007	3.4224	0.0899	1.010
HBr	溴化氢	010	0.0861	3.6100	1.000
HCl	氯化氢	011	0.1911	1.6270	1.000
HF	氟化氢	012	0.3482	0.8930	1.000
HI	碘化氢	017	0.0545	5.7070	0.999
H ₂ S	硫化氢	022	0.2278	1.5200	0.844
He	氦气	001	1.2418	0.1786	1.415
Kr	氪气	005	0.0593	3.7390	1.415
N ₂	氮气	013	0.2468	1.2500	1.000
Ne	氖气	002	0.2464	0.9000	1.415
NH ₃	氨气	029	0.5005	0.7600	0.719
NO	一氧化氮	016	0.2378	1.3390	0.976
NO ₂	二氧化氮	026	0.1923	2.0520	0.741
N ₂ O	一氧化二氮	027	0.2098	1.9640	0.709
O ₂	氧气	015	0.2196	1.4270	0.992
PCl ₃	三氯化磷	193	0.1247	6.1270	0.358
PH ₃	磷烷	031	0.2610	1.5170	0.691
PF ₅	五氟化磷	143	0.1611	5.6200	0.302
POCl ₃	三氯氧磷	102	0.1324	6.8450	0.302

SiCl ₄ 四氯化硅	108	0.1270	7.5847	0.284
SiF ₄ 四氟化硅	088	0.1692	4.6430	0.348
SiH ₄ 硅烷	039	0.3189	1.4330	0.599
SiH ₂ Cl ₂ 二氯氢硅	067	0.1472	4.5060	0.412
SiHCl ₃ 三氯氢硅	147	0.1332	6.0430	0.340
SF ₆ 六氟化硫	110	0.1588	6.5160	0.264
SO ₂ 二氧化硫	032	0.1489	2.8580	0.687
TiCl ₄ 四氯化钛	114	0.1572	8.4650	0.206
WF ₆ 六氟化钨	121	0.0956	13.2900	0.215
Xe 氙气	006	0.0397	5.8580	1.415

附录：通讯协议

物理层：RS485

通讯协议：MODBUS 协议

传输格式：8 位数据，1 个停止位，无校验，RTU 模式。

波特率：115200bps

注：本协议所有浮点数均是符合 IEEE 标准的单精度浮点数。

以下以设备地址 1 为例，说明各功能命令格式：

1. 读取瞬时流量：（数值为设备寄存器地址 16 开始的 1 个浮点数）

PC 发送命令：TX:01 03 00 10 00 02 C5 CE

设备地址	读命令	起始地址		读寄存器数量		CRC	
		高	低	高	低	低	高
01	03	00	10	00	02	C5	CE

PC 接收回应：RX:01 03 04 XX XX XX XX XX XX（注：XX 为根据读取的实际数值变化的数值）

设备地址	读命令	上传字节数	读取的实际数值				CRC	
			低		高		低	高
01	03	04	XX	XX	XX	XX	XX	XX

2. 读取累积流量：（数值为设备寄存器地址 26 开始的 1 个浮点数）

PC 发送命令：TX:01 03 00 1A 00 02 E5 CC

设备地址	读命令	起始地址		读寄存器数量		CRC	
		高	低	高	低	低	高
01	03	00	1A	00	02	E5	CC

PC 接收回应：RX:01 03 04 XX XX XX XX XX XX（注：XX 为根据读取的实际数值变化的数值）

设备地址	读命令	上传字节数	读取的实际数值				CRC	
			低		高		低	高
01	03	04	XX	XX	XX	XX	XX	XX

3. 设定控制方式：从地址 116 开始的 1 个浮点数，代表采用什么控制方式（27 模拟方式，28 数字方式，默认 27），注：在写入数值时，写入 25 时为模拟方式、写入 26 时为数字方式，系统会自动加 2；

(1)、设定控制方式为数字控制方式

PC 发送命令：TX:01 10 00 74 00 02 04 00 00 41 D0 C4 B4

设备地址	写命令	起始地址		读寄存器数量		写入字节数	浮点数 26				CRC	
		高	低	高	低		低	高	低	高		
01	10	00	74	00	02	04	00	00	41	D0	C4	B4

(2)、设定控制方式为模拟控制方式

PC 发送命令：TX:01 10 00 74 00 02 04 00 00 41 C8 C4 BE

设备地址	写命令	起始地址		读寄存器数量		写入字节数	浮点数 25				CRC	
		高	低	高	低		低	高	低	高		
01	10	00	74	00	02	04	00	00	41	CB	C4	BE

4、设定流量（数字控制方式下有效，数值为设备寄存器地址 106 开始的 1 个浮点数，计量单位为默认单位）

PC 发送命令：TX:01 10 00 6A 00 02 04 XX XX XX XX XX XX（注：XX 为根据读取的实际数值变化的数值）

设备地址	写命令	起始地址		读寄存器数量		写入字节数	设定数值				CRC	
		高	低	高	低		低	高	低	高		
01	10	00	6A	00	02	04	XX	XX	XX	XX	XX	XX

5、修改设备地址（数值为设备寄存器地址 120 开始的 1 个浮点数）

PC 发送命令：TX:01 10 00 78 00 02 04 XX XX XX XX XX XX（注：XX 为根据读取的实际数值变化的数值）

设备地址	写命令	起始地址		读寄存器数量		写入字节数	设定数值				CRC	
		高	低	高	低		低	高	低	高		
01	10	00	78	00	02	04	XX	XX	XX	XX	XX	XX