

气体质量流量控制器 (流量计)

S49 32/MT 使用说明 (Ver.1.1)



京制01050063号

北京堀场汇博隆精密仪器有限公司

目 录

1. 特点及应用领域	1
2. S49 系列质量流量控制器(流量计)型号	1
3. 主要技术指标	2
4. 工作原理	3
5. 安装和接线	6
6. 使用方法和操作步骤	12
7. 注意事项	14
8. 故障判断和处理	15
9、附录：气体质量流量转换系数	20

1. 特点及主要应用领域

气体质量流量控制器（流量计）Mass gas flow controller（meter）缩写为MFC(MFM)）是对气体的质量流量进行精密测量和控制的设备。

S49 32/MT 质量流量控制器(流量计)特点:

☆耐压高及适用于真空条件下工作。低压降。工作压力范围宽，气体流量不因温度、压力的变化而变化。

☆阀体采用不锈钢（316L）结构，气密材料采用 VITON®、聚四氟乙烯等。适用于各种耐腐蚀性气体。线路板、阀体、弹簧片、精密电阻和 resistor 等为重要零部件，均执行严格的入厂标准。

☆具有精度高、重复性好、响应速度快、软启动、工作稳定可靠。

☆可任意位置安装。电气操作控制显示，使用方便。易于与电气系统或自动控制系统配合。

☆配合 MT-60 系列流量积算仪，可对气体的瞬时流量和累积流量进行精确计量。

S49 32/MT 质量流量控制器(流量计)主要应用领域:

半导体制造行业的气体流量控制；

分析仪器设备的气体计量与控制；

各种形式的真空镀膜设备；

环境检测与分析设备；

化工、石化、食品、冶金、光纤熔炼等行业气体流量检测和控制；

特种材料表面处理装置与燃烧控制；

混气配气系统和泄露探测系统等。

2. S49 系列质量流量控制器(流量计)型号

S49 32/MT 系列质量流量控制器(流量计)，S49 为质量流量控制器(流量计)产品，32/MT 为本公司此产品设计序列号。

质量流量计用于对气体的质量流量精确测量计量；

质量流量控制器(流量计)不但具有质量流量计的测量计量功能，还具有自动控制气体的质量流量功能。

型式批准证书：2011F215-11

执行 Q/CYHMT0001-2014 企业标准

许可证编号：京制 01050063 号

3. 主要技术指标

质量流量控制器(流量计)流量出厂通常用氮气(N₂)标定。

质量流量单位为：mL/min（毫升/分钟）；（SCCM 行业标准）

L/min（升/分钟）。（SLM 行业标准）

标准状态为：温度----273.15K（0℃）；

气压----101325Pa（760mmHg）

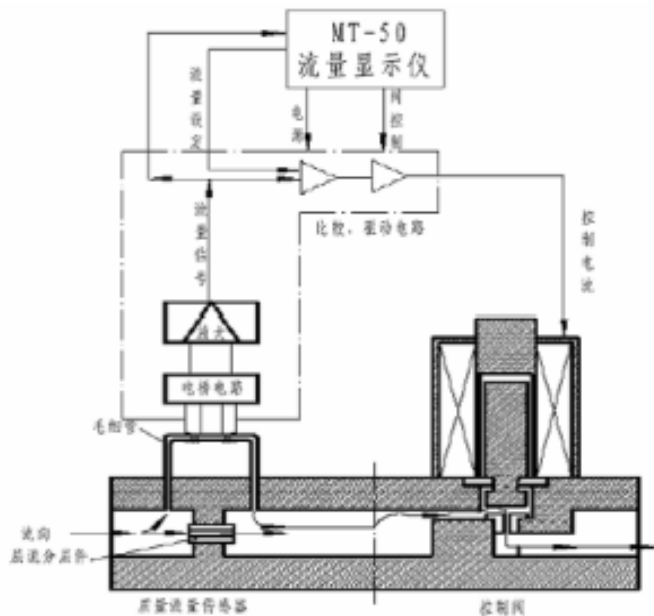
F.S(Full Scale):表示满量程值

表 1 S49 32/MT 质量流量控制器(流量计)技术指标

编号	项目	S49 32/MT
1	流量规格	(5, 10, 30, 50, 100, 200, 300, 500) mL/min (1, 2, 3, 5, 10) L/min

2	调节阀类型	电磁调节阀
3	调节阀静止状态	常闭
4	准确度	$\pm 1.0\%F.S$
5	线性	$\pm 1.0\%F.S$
6	重复精度	$\pm 0.2\%F.S$
7	响应时间	≤ 4 秒 (T95)
8	工作压差范围	(50~300) kPa; (100~300) kPa(10L/min)
9	耐压	3MPa
10	工作环境温度	(5~45) °C
11	材料	不锈钢 316L
12	标准密封材料	Viton®, EPDM, 或其他由用户指定
13	漏率	$1 \times 10^{-8} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
14	接头	$\Phi 6\text{mm} \sim \Phi 10\text{mm}$, 1/4" Swagelok。1/4" VCR。或其他由用户指定
15	输入输出信号	(0~+5.00) V (输入阻抗 $\geq 100\text{K}\Omega$, 负载输出电流能力 $\leq 3\text{mA}$)
16	供电电源	$\pm 15\text{V}$ ($\pm 5\%$) (+15V 50mA, -15V 200mA)
17	外形尺寸 mm	127 (宽) \times 102 (高) \times 28 (厚)
18	重量 kg	0.8

4. 工作原理



图一 热式质量流量控制器(流量计)的工作原理

质量流量控制器(流量计)由质量流量传感器，分流器通道，流量控制调节阀和放大控制电路等部件组成。

本流量控制器利用流动流体传递热量改变测量毛细管壁温度分布的热传导分布效应而制成，即热分布式流量计（Thermal Profile Flowmeter）。

采用毛细管传热温差量热法原理测量气体的质量流量，可以不受温度压力的影响。将传感器测得的流量信号进行放大，然后与设定的电压进行比较，用所得

的差值信号去驱动控制调节阀门，通过闭环，去控制流过通道的流量使之与设定的流量相等。

分流器在主通道和毛细管间产生层流，控制输出的流量检测电压与流过通道的流量成比例。

与之配套使用的 MT-50 系列流量显示仪备有 $\pm 15\text{V}$ 直流电源，3 位半数字电压表，设定电位器，外设、内设转换和三位阀控开关，调零等。为质量流量计或控制器提供工作电源，设定控制和显示等功能。控制器的设定输入、流量输出信号均为电压形式，量程范围为 $0\sim+5\text{V}$ 。质量流量控制器(流量计)与 MT-50 流量显示仪连接后的工作原理如图 1 所示。

控制器一般与 MT-50，MT-51 或与之相兼容的流量显示仪连接。

如与 MT-51 数字式流量显示仪连接，则构成数字式流量显示控制。该数字式流量显示仪提供 RS-232C 接口，或 RS-485 接口，Modbus 协议，无需附加 A/D, D/A 转换卡，而实现与计算机网络电气连接、以及与组态软件的连接。

如 S49 32/MT 流量控制器直接与计算机连接，则需要用户自行提供电源和 A/D, D/A 转换卡等。

控制操作一般在流量显示仪上进行。当设定与“内”设相连时，由流量显示仪上的设定电位器控制流量。当与“外”设相连时，由用户另外提供的外部 ($0\sim+5$) V 电压控制流量。

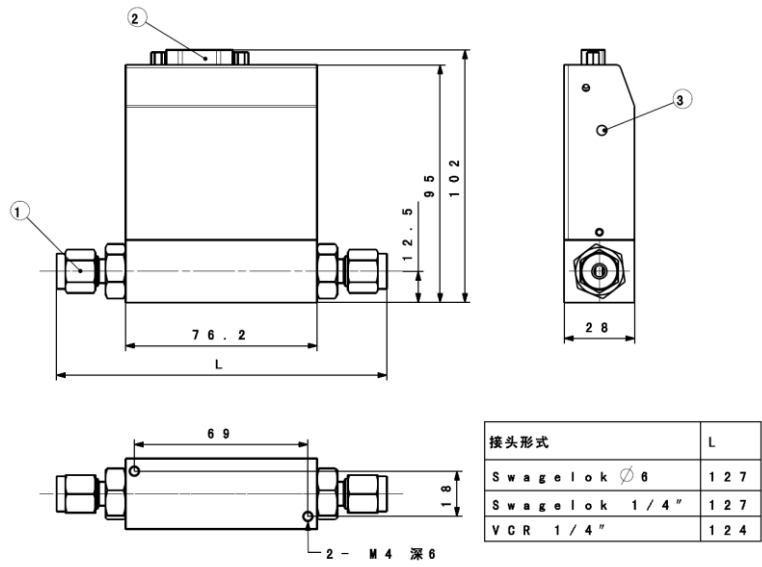
在流量显示仪的显示面板上设置有三位阀门控制开关，当置“关闭”位时，阀门关闭；当置“清洗”位时，阀门开到最大，以便气路清洗，或临时作为流量计使用；当置于“阀控”时，则按设定电位器的数值自动控制流量。（参考流量显示仪的使用说明书）

注意：在“清洗”时，实际气流将超过满量程若干倍，此时流量显示值不准确，还可能出现流量增大显示反而减小的现象，这是由热式质量流量计的特性决定，属于正常现象。对不希望出现大气流“清洗”的场合，用户应自行限制。。

不推荐长时间置“清洗”位，此时阀门开度最大，而利用流量控制器长期做流量计或开启阀使用。因为此时电磁阀、线路等将会流过很大的电流，因而加速其热老化损坏。

5. 安装和接线

5.1 S49 32/MT 系列质量流量控制器(流量计)外形及安装尺寸如图二所示



图二 S49 32/MT 系列质量流量控制器(流量计)外形及安装尺寸

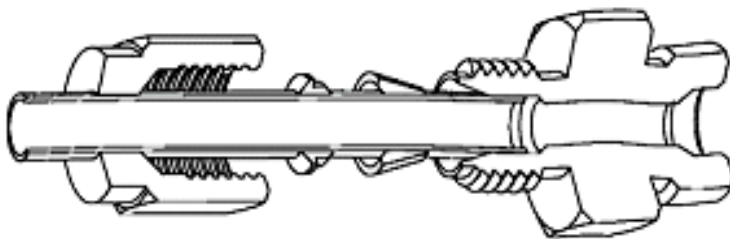
注意：图中标明的高度，是未加电缆插头的高度。

5.2 入口和出口气路接头

可以根据用户的不同需求，选用两种类型：

1. 双卡套（Swagelok）； a. $\Phi 6\text{mm}$ ； b. $\Phi 3$ ； c. $1/4''$ ； d. 或其他。
2. VCR. a. $\Phi 1/4''$ ； b. $\Phi 3/8''$ 。

连接方法如图三，图四所示：



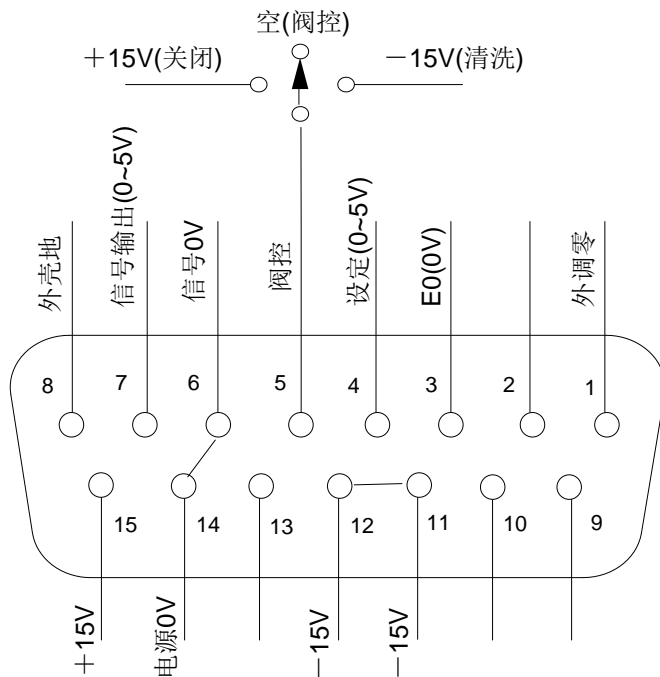
图三 双卡套接头的连接方法



图四 VCR 接头的连接方法

质量流量控制器(流量计)与气路的连接,可以根据不同的要求,选用不同的管件,如金属管,塑料管等等。S49 32/MT 系列质量流量计和流量控制器的缺省连接形式为双卡套,接管尺寸为 $\Phi 6$ 。

5.3 质量流量控制器(流量计)的接线



图五 DB15/F 孔型 插座接口定义图

S49 32/MT 系列质量流量控制器(流量计)的接线插头, 考虑到其兼容性, 主要采用 DB-15/F 孔型插座, 其接线方法如图五所示。

信号 0V, 电源地 (0V) 在流量控制器内是连在一起的, 其与 0V (E0 大电流, 即阀 0V 线) 在流量控制器内并没有连接。在直流电源处, $\pm 15V$ 电源 0V, +5V 信号 0V 应连在一起, 并与流量控制来的“信号 0V”, “电源地 (0V)”, “0V (E0 大电流)” 三条线相连。

“大地 (Earth)” 是外壳接地线, 其与阀流量计金属底座是通过第 8 脚 (孔型插座) 在内部连在一起的, 其应与控制电缆金属屏蔽网连接, 以实现屏蔽一体。应在直流电源处采取有效屏蔽、隔离等措施, 防止干扰信号串入流量计系统。

将“大地 (Earth)” 线与直流供电电源 0V 直接或通过大电容实现一点接地 (应避免存在的多处接地, 防止接地回路形成), 形成零、地等电位, 也是有效抵抗干扰的方法之一。应避免金属外壳等由于安装原因带有较强的干扰源, 防止可能形成的强的地电流回路, 而烧毁流量控制器内部线路!!! 应掌握一点接地原则, 采用绝缘、隔离等方法, 防止接地回路形成。

5.4 质量流量控制器(流量计)与计算机或 PLC 的连接方法

需用设备:

计算机或 PLC;

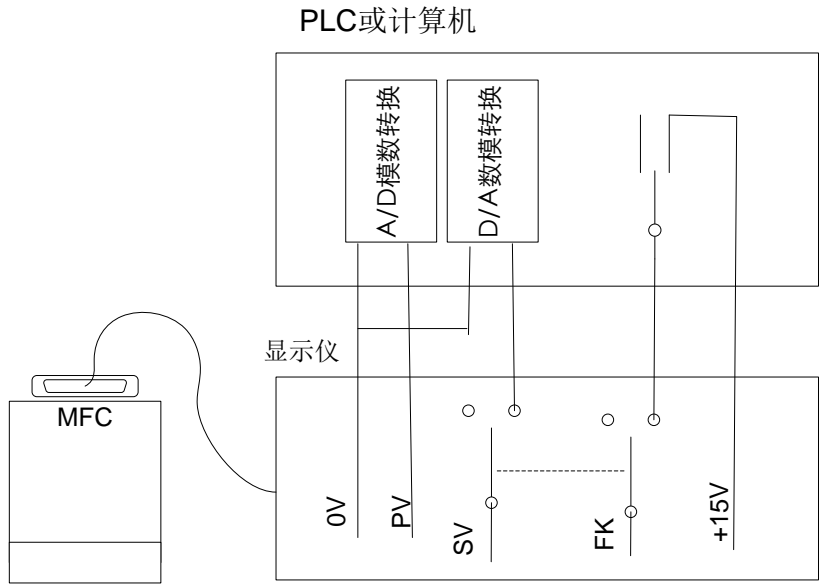
A/D (模数), D/A (数模) 转换卡或转换模块, 每台流量控制器各配置一个通道;

常开式继电器, 两个, 用于控制调节阀的开闭;

显示仪或高稳定性高抗干扰能力的 $\pm 15V$ 电源;

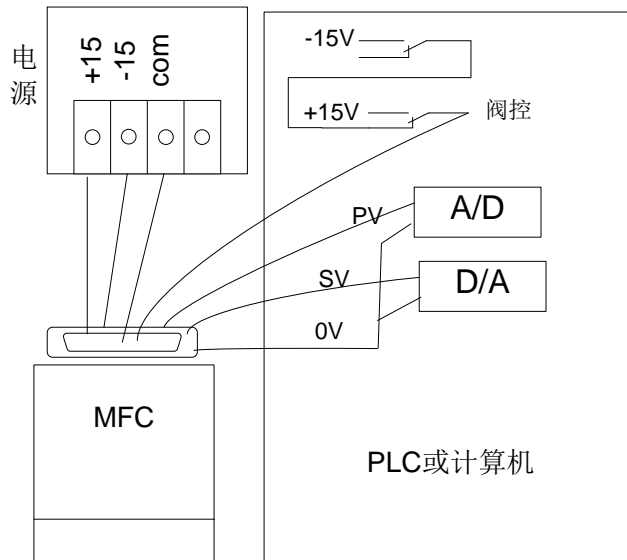
抗干扰能力的电缆线。

a. 通过流量显示仪与计算机的连接方法，见图六



图六 通过流量显示仪于计算机连接

b. 直接与计算机的连接方法，见图七



图七 直接与计算机的连接

5.5 零点的调节

在使用的过程当中，有可能发生零点偏移，可进行零点偏移的调节。

零点的调节可以两种方式进行调节：

- 在流量显示仪仪表盘上的调零或其他外部调整机构进行调节，叫做外调零。
- 一种可以从流量控制器上的调零孔进行调节，叫做内调零。

调零孔的位置在流量控制器上侧面的小孔，内有调零电位器。

注意：

- ◆调零时,流量控制器中不得有气流流动,应将阀控开关打在“关闭”位置;
- ◆调零必须在开机预热 15 分钟以后进行,以待流量计零点的稳定;
- ◆除调零电位器外,不得轻易调整其它电位器。

6. 使用方法和操作步骤

S49 32/MT 质量流量控制器(流量计)要与流量显示仪或计算机、或 PLC 配合使用,这里,结合 MT-50 系列流量显示仪,说明 S49 32/MT 质量流量控制器(流量计)的使用方法和操作步骤:

6.1 开机前的准备工作

6.1.1 用我公司提供的电缆线将质量流量计和流量显示仪连接。

6.1.2 选择设定信号的来源。信号的来源可选择内部和外部,选择设定信号来源的接口设在流量显示仪的后面板上。如果将设定端子与内设相连时,从流量显示仪上获得设定信号。如果从其他设备上得到设定信号,则需要将信号源与设定相连接。

6.2 开机操作

接通电源后,先预热 15 分钟,再通气工作,以保证测量的准确度。

比如:通电时,将阀控开关置于“关闭”位置并将设定电位器调到零,待零点稳定后,将阀控开关转到“阀控”位,然后再将设定流量调到您需要的值,实际流量将跟踪设定值而改变。

6.3 清洗与关闭功能

将阀控开关置为“清洗”位,阀将打开到最大,如果气路上下游存在工作压力,将会有很大的气流通过,此功能可用于吹洗管路,或用于排除 MFC 内部及其管路残存的其他气体。清洗时的气流量可达该控制器额定满量程流量的几倍至几

十倍。清洗后，应打阀“关闭”，然后才能进行正常“阀控”操作；不得直接转置“阀控”位，因为此操作不能保证阀控正常动作。

将阀控开关置为“关闭”位，阀将关死，而没有气流通过。

6.4 外部控制和与计算机 D / A 转换器连接

若流量设定使用外部信号，应将设定选择开关打至“外”，并从显示仪上的外控信号插座接入（0~+5.00）V 和“0 电平”（信号地）上即可。也可直接与计算机的 D/A 转换器连接，实现自动控制。注意，流量设定的输入阻抗大于 10K Ω 。

6.5 流量检测和与计算机 A/D 转换器的连接

若用户检测流量输出信号（0~+5）V 时，将线引至外控信号插座的“流量检测”和“0 电平”线上即可，也可直接与计算机的模数转换器连接，+5.00V 输出电压对应 MFC 满量程额定流量值。注意，流量检测输出电流负载能力不得大于 3mA。

6.6 阀控功能

当阀开关置于“阀控”位时，此时可通过“设定信号”正常控制气体质量流量。

6.6 外接阀控

在 MT-50 流量显示仪上，确保打“阀控”位置，即阀控线悬空时，此时用户也可通过外控信号插座上的“阀控制”线控制阀门。

阀控线接+15V 时，阀门关闭；

阀控线接-15V 时，处于清洗状态；

阀控线悬空时，阀门处于自动控制状态。

参见 MT-50 流量显示仪的使用说明书。

6.7 关机 断电源后，气流自动截止。推荐先关气，后断电源。

7. 注意事项

7.1 工作介质

本产品切忌液体和油污，不能使用在液体介质中工作，只能使用在气体工作介质中。

气体必须是洁净、干燥的，没有微粒和潮气。否则，须在气路中加装过滤器、干燥器等，使之符合要求。要注意保持控制器的气路洁净，一旦被污染，将严重影响产品的准确度。

7.2 耐压和工作压差

超出控制器指标规定的过高的压力，会导致泄漏乃至爆裂的严重后果。

须保持控制器进出气口两端的工作压差，保持在指标范围之内，否则，可能会导致控制测量不准确，乃至失灵。在过高的气压差下，可能会导致实际气流偏大或阀无法关闭。在过低的气压差下，可能会导致实际气流偏小。

要注意管路和气源内阻对工作压差的影响，在使用大流量的质量流量控制器(流量计)尤其注意管路粗细是否合适以及保证气源。

管路连接时，注意不要导致气路污染及不通畅，连接应密实，无漏气。

7.3 安装位置问题

安装控制器时尽可能保持安装面水平。

但在需要时，也可以任意位置安装，安装位置对本产品影响不大。非水平位安装时，应检查零点，可能会出现零点偏移，重新调整零点后，即可正常工作。

我厂可根据用户订货时注明的安裝位置要求进行出厂标定。

7.4 阀的截止密封问题

本产品的控制阀为电磁调节阀，不能当作截止阀使用，因为不能保证达到截止阀的截止密封作用。若用户有截止密封的要求，应另行配置截止阀。

7.5 使用腐蚀性气体和有机溶剂气体问题

本控制器可用于控制一般的腐蚀性气体，但要求用户保证系统低泄漏、不发生凝结反应、无微粒、无水汽，及时清洗，使用得当等。

控制器通道材料为：SUS 316L (00Cr17Ni14 Mo2)、SUS 417J1 (00Cr30Mo2) 耐蚀不锈钢，密封材料为聚四氟乙烯、氟橡胶等耐蚀材料。

若用户有在强腐蚀性气体和有机溶剂气体使用要求时，应在定货时声明，以便更改相应耐蚀密封材料。

7.6 标定和不同气体的换算

本控制器出厂用氮气 (N_2) 标定。

质量流量的单位规定为：mL/min (毫升/分) (SCCM 行业标准)

L/min (升/分) (SLM 行业标准)

标准状态规定为：温度 0°C ；

气压 101325Pa (760mmHg)

用户使用其它气体时，可以通过附录一的转换系数进行换算，将质量控制器显示出的流量读数，与某使用气体的转换系数相乘，即得该被测气体在标准状态下的质量流量。

如果用户使用混合气体，可以通过附录二介绍的方法，计算出混合气体的转换系数。

8. 故障判断和处理

8.1 一般检查：

在控制器新安装或发生故障时，应进行一般检查。

- 1) 检查气源压力，检查气路是否通畅，检查工作气压差是否能够保证。
- 2) 通电前检查，接线是否正确，包括所有地线是否连接好。注意：±15V 电源接错，会烧毁控制器。
- 3) 通电检查，打开插头盖，检查各点电位：±15V 电源电压、设定电压、输出信号电压、外调零电压、阀控电压、所有地电平。

8.2 典型故障判断和处理

表 4 故障判断和处理一览表

序号	故障现象	可能原因	检查及处理方法
1	无气流流过 输出电压 0V	1.1 阀控开关关闭	确认阀控开关，在“阀控”或“清洗”位
		1.2 无设定信号	检查“内外”开关的状态，设定电位器。测量设定电压。
		1.3 气路不通或气压差小	检查气源压力、气路通畅、有无泄漏。
		1.4 过滤器堵塞	更换过滤器
		1.5 控制器内部故障	检查是否有阀电压，无阀电压，修理电路板，有阀电压，换阀。
		1.6 内部通道故障	检查通道
2	无气流，	2.1 零点偏差	断开外调零，调整调零电位器

	输出电压不为零	2.2 电源供电故障	测量控制器插头处 $\pm 15V$ 电源对零电压值，
		2.3 线路故障	检查线路有无开路，短连及错误。
		2.4 控制器内电路故障	更换线路板或传感器
3	有气流，能控制， 无流量输出电压	3.1 流量信号线路不通	检查接线，测量流量信号对零电压。
		3.2 显示仪故障	测量显示仪插头处流量信号对零电压。如有电压，则显示仪故障。
		3.3 控制器内电路故障	测量控制器插头处流量信号对零电压。如无电压，则控制器内电路故障。
4	有气流，有显示，不能控制	4.1 地电平不正常	检查所有地线是否正确连接，有无开路。
		4.2 设定信号不能调节	测量设定信号能否调节，是否接线错误或故障。
		4.3 零点严重偏差	断开外调零，关闭调零
		4.4 强电磁干扰	在无干扰环境测试应正常。改善电磁干扰。

		4.5 控制器内电路故障	更换电路板
5	阀有较大漏气	5.1 零点偏差	断开外调零，调整调零电位器为零或略微正偏。
		5.2 设定电压不能到零	测量设定电压是否到零。可能设定电位器损坏。
		5.3 关闭信号故障	分别打“阀控”和“关闭”，测量其电压是否正常。
		5.4 出入口气压差太大	减小气压差
		5.5 阀门污染	清洗阀门，更换密封件
		5.6 控制器内部故障	更换电路板或修整电磁阀
6	气流控制不稳定	6.1 气源压力不稳	稳定气源压力，出入口压差在规定之内。
		6.2 气路内阻过大	畅通管道，大流量要加粗管道，提高气源供气能力。
		6.3 设定信号不稳	用示波器测量设定信号的稳定性，并测量±15V 电源对零电压值和稳定性。
		6.4 外调零信号不稳	断开外调零信号

		6.5 控制器内故障	更换线路板，清洗通道，维修电磁阀
7	有气流，无显示。 不能调节控制	7.1 传感器故障	修理传感器及线路，清洗传感器通道。
8	高频干扰流量控制	8.1 供电系统地线、零线连接或机壳接地有问题	检查接地或绝缘隔离，接地系统注意一点接地。
		8.2 信号电平连接点问题	检查信号及零电平连接线点，杜绝线路干扰串入。
		8.3 空间电磁场干扰	远离干扰源及屏蔽隔离。
9	流量控制不正常	9.1 零点偏差	断开外调零，调整调零电位器
		9.2 电源供电故障	测量控制器插头处 $\pm 15V$ 电源对零电压值，
		9.3 气路或气压差不正常	检查气源压力及压差，气路有无堵塞、污染，有无泄漏。
		9.4 设定信号不正常	测量设定信号电压值。
		9.5 控制器内部故障	更换传感器，电路
10	实际气流值与显示值偏差过大	10.1 控制器与显示量程或单位不匹配	匹配控制器与显示仪。 显示仪设定和显示电压范围是否为 $(0\sim+5)V$

		10.2 零点偏差	调整调零电位器
		10.3 气源或气压差不正常	检查气源压力，出入口气压差。
		10.4 控制器污染	清洗传感器通道
11	无气流，零点不稳或慢漂移	11.1 外调零信号不稳	断开外调零
		11.2 控制器内部故障	维修或更换传感器及电路

[注意] 控制器内部故障，应由专业维修人员修理，或送回本厂修理。

9、附录：气体质量流量转换系数

附录一 气体质量流量转换器系数表

气 体	比热 (卡/克℃)	密度 (克/升 0℃)	转换系数
空气 Air	0.24	1.293	1.006
氩气 Ar	0.125	1.7837	1.415
砷烷 AsH ₃	0.1168	3.478	0.673
三溴化硼 BBr ₃	0.0647	11.18	0.378
三氯化硼 BCl ₃	0.01217	5.227	0.43
三氟化硼 BF ₃	0.1779	3.025	0.508
硼烷 B ₂ H ₆	0.502	1.235	0.441
四氯化碳 CCl ₄	0.1297	6.86	0.307
四氟化碳 CF ₄	0.1659	3.9636	0.428

气 体	比热 (卡/克℃)	密度 (克/升 0℃)	转换系数
甲烷 CH_4	0.5318	0.715	0.719
乙炔 C_2H_2	0.4049	1.162	0.581
乙烯 C_2H_4	0.3658	1.251	0.598
乙烷 C_2H_6	0.4241	1.342	0.481
丙炔 C_3H_4	0.3633	1.781	0.421
丙烯 C_3H_6	0.3659	1.877	0.398
丙烷 C_3H_8	0.399	1.967	0.348
丁炔 C_4H_6	0.3515	2.413	0.322
丁烯 C_4H_8	0.3723	2.503	0.294
丁烷 C_4H_{10}	0.413	2.593	0.255
戊烷 C_5H_{12}	0.3916	3.219	0.217
甲醇 CH_3OH	0.3277	1.43	0.584
乙醇 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	0.3398	2.005	0.392
三氯乙烷 $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$	0.1654	5.95	0.278
一氧化碳 CO	0.2488	1.25	1.00
二氧化碳 CO_2	0.2017	1.964	0.737
氰气 C_2N_2	0.2608	2.322	0.452
氯气 Cl_2	0.1145	3.163	0.858
氘气 D_2	1.7325	0.1798	0.998
氟气 F_2	0.197	1.695	0.931

气 体	比热 (卡/克℃)	密度 (克/升 0℃)	转换系数
四氯化锗 GeCl_4	0.1072	9.565	0.267
锗烷 GeH_4	0.1405	3.418	0.569
氢气 H_2	3.4224	0.0899	1.01
溴化氢 HBr	0.0861	3.61	1.00
氯化氢 HCl	0.1911	1.627	1.00
氟化氢 HF	0.3482	0.893	1.00
碘化氢 HI	0.0545	5.707	0.999
硫化氢 H_2S	0.2278	1.52	0.844
氦气 He	1.2418	0.1786	1.415
氪气 Kr	0.0593	3.739	1.415
氮气 N_2	0.2486	1.250	1.00
氖气 Ne	0.2464	0.90	1.415
氨气 NH_3	0.5005	0.76	0.719
一氧化氮 NO	0.2378	1.339	0.976
二氧化氮 NO_2	0.1923	2.052	0.741
一氧化二氮 N_2O	0.2098	1.964	0.909
氧气 O_2	0.2196	1.427	0.992
三氯化磷 PCl_3	0.1247	6.127	0.358
磷烷 PH_3	0.261	1.517	0.691
五氟化磷 PF_5	0.1611	5.62	0.302

气 体	比热（卡/克℃）	密度（克/升 0℃）	转换系数
三氯氧磷 POCl_3	0.1324	6.845	0.302
四氯化硅 SiCl_4	0.127	7.5847	0.284
四氟化硅 SiF_4	0.1692	4.643	0.348
硅烷 SiH_4	0.3189	1.433	0.599
二 氯 氢 硅 SiH_2Cl_2	0.1472	4.506	0.412
三氯氢硅 SiHCl_3	0.1332	6.043	0.34
六氟化硫 SF_6	0.1588	6.516	0.264
二氧化硫 SO_2	0.1489	2.858	0.687
四氯化钛 TiCl_4	0.1572	8.465	0.206
六氟化钨 WF_6	0.0956	13.29	0.215
氙气 Xe	0.0379	5.858	1.415

附录二 气体质量流量转换系数使用说明

质量流量控制器(流量计)/质量流量计出厂时一般用 N_2 标定，实际使用中如果是其它气体，必要时可进行读数修正。方法是以流量显示仪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查得；如果多组份气体（假定由 n 种气体组成），请按下列公式计算其转换系数 C：

基本公式： $C = 0.3106N / (\rho \times C_p)$

其中： ρ 为气体的密度

C_p 为气体的定压比热

N 为一固定系数（与该气体的组份有关）

对于混合气体：

$$N = N_1 (\omega_1 / \omega_T) + N_2 (\omega_2 / \omega_T) + \cdots + N_n (\omega_n / \omega_T)$$

导出公式：

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

其中： $\omega_1 \cdots \omega_n$ 为相应气体的流量

$\omega_T \cdots$ 为混合气体的流量

$\rho_1 \cdots \rho_n$ 为相应气体的密度（数值见附录一）

$C_{p1} \cdots C_{pn}$ 为相应气体的定压比热（数值见附录一）

$N_1 \cdots N_n$ 为相应气体的分子构成系数, 取值见下表.

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 N ₂	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

说明： 标准状态为：压力 101325Pa（760mmHg）温度 0℃。

2014. 07. 23