

技术资料单号：TD9709M Rev. N

发布日期：2013 年 3 月



质量体系认证

GFC 质量流量控制器 操作手册



目 录

1.打开 GFC 质量流量控制器外包装.....	1
1.1检查外包装是否有损坏.....	1
1.2打开包装.....	1
1.3返厂维修.....	1
2.安装	2
2.1 气体管道连接	2
2.2 电气连接.....	2
2.2.1 阀控制配置.....	4
2.2.2 远程 LCD 显示仪.....	4
2.2.3 面板安装显示仪.....	5
3. 操作原理	5
4. 技术参数.....	6
4.1 CE 认证.....	8
4.1 流通能力.....	8
5. 操作说明.....	9
5.1 准备和预热.....	9
5.2 流量信号输出指示.....	10
5.3 超程状态.....	10
5.4 设定点信号.....	10
5.5 控制阀关闭控制	11
5.6 控制阀的测试与吹扫模式.....	12
6. 维护.....	12
6.1 简介.....	12
6.2 流量管路清理.....	13
6.2.1 清理 GFC 入口的过滤网.....	13
6.2.2 GFC17/37/47 控制阀的维护.....	13
7. 校准程序.....	15
7.1 流量校准.....	15

7.2. GFC 质量流量控制器的校准.....	16
7.2.1 连接和初始预热.....	16
7.2.2 零点调整.....	17
7.2.3 量程调整.....	17
7.2.4 线性调整.....	17
7.2.4.1 GFC17/37/47 系列电磁阀解除控制.....	17
7.2.4.2 GFC57/67/77 系列步进阀的开启.....	17
7.2.5 连接和初始预热.....	18
7.2.6 零点调整.....	18
7.2.7 25%流量调整.....	18
7.2.8 50%流量调整.....	18
7.2.9 75%流量调整.....	19
7.2.10 100%流量调整.....	19
7.2.11 控制阀调整.....	19
7.2.11.1 GFC17/37/47 控制阀调整.....	19
7.2.11.2 GFC57/67/77 控制阀调整.....	19
7.2.12 满量程流量调整.....	19
7.2.13 25%流量调整.....	19
7.2.14 50%流量调整.....	20
7.2.15 75%流量调整.....	20
7.2.16 100%流量调整.....	20
7.2.17 LCD 显示刻度.....	20
7.2.17.1 拆卸 LCD 显示器.....	20
7.2.17.2 调整刻度.....	21
7.2.17.3 改变显示小数点.....	21
8. 故障.....	21
8.1 正常状态.....	21
8.2 故障向导.....	22
8.3 技术支持	24
9. 各种气体的转换	24
附录 1 部件图.....	25
附录 2 气体系数表(“K”系数).....	27
附录 3 尺寸图.....	31
附录 4 声明.....	36

1. 打开 GFC 质量流量控制器外包装

1.1 查看外包装是否有损坏

您的 GFC 质量流量控制器使用坚固的防震纸箱包装，以防止运输途中的震动带来的损害。接到货物应首先检查外包装是否有损坏，如有损坏可立即联系运输公司。

1.2 打开质量流量控制器

从顶部打开包装盒，检查是否有隐性的运输损害。请向您的供应商或者直接向 AALBORG®公司递交一份产品损坏报告，以便我们与运输方联系。

当打开仪表包装后，请检查装箱单上所列物品是否齐全。如有缺失请立刻与我们联系。

1.3 返厂维修

请联系供应商的客服部门，如果您的质量流量控制器是从 AALBORG 公司购买的，请直接与我们联系并索取**返厂维修号 (RAN)**，返厂产品如果没有此号一律不予接收。如仪表经测试为非合理的损坏，我们保留收费的权利。

运输费由客户承担，如退回的仪表注为“到付”一律不予接收！

任何检测危险物质（例如：有毒的、带有细菌传染性的、有腐蚀性的或者有辐射的物质等）的仪表，明令禁止返厂清理或维修。如需维修请出示充分的证据以及签署《安全保证书》以确保其安全性。请向客服经理索要安全证明表格。

2. 安装

2.1 气体管道连接

请注意，GFC 气体质量流量控制器不能测量和控制液体。只有清洁的气体才可引入仪表。为了防止污染物被引入传感器，测量不洁净气体前一定要经过过滤。

注意：GFC 质量流量控制器不能被应用于测量氧气，除非经过特殊脱脂清洁。对于由于氧气操作而引起的任何损坏或人身伤害，Aalborg 不承担任何责任。

质量流量控制器的灵敏度是 $\pm 15^\circ$ ，也就是说流量计的气体流量管道应在 $\pm 15^\circ$ 的范围内水平安装。如果仪表需要在其他方向安装则需要重新校准。GFC 最好是安装在一个相对稳定的环境下（例如：温度不会经常性的大幅度的变动，湿度适中）。

在连接气体管道之前应检查包括套圈和过滤装置在内的所有管道系统的部件，并确保连接气体后，被监控气体的流动方向与仪表前方箭头指示的方向一致。

将流量管插入卡套螺纹中，使管道深入并紧靠仪表顶端。依据说明书，卡套螺纹旋转 1.25 圈即可锁紧管道。切勿过度锁紧，这样会严重损害节流元件（RFE）。

除了在清洗或者校准仪器至新流量范围时请不要卸下卡套螺纹。

用氦泄露检测仪或者其他设备对整个系统进行泄露测试。（所有产品在运输前都已经经过渗漏检测，详见本册说明）

2.2 电气连接

操作 GFC 控制器要求一个带有最小 800mA 额定电流的+12VDC（可选+24VDC）电源。电源的输入是通过流量控制器外壳侧面的 15 针“D”型接口。若果 GFC 产品不自带 LCD 显示器，要求使用面板显示器、数字万用表或者其他类似设备观测流量输出信号。

所有 GFC 质量流量控制器都有一个内置的设定点电位计进行流量的本地控制。远程控制则需要一个可变的模拟 0—5VDC（或者 4...20mA）输入信号。

各针脚定义：

1. 0-5VDC 流量信号负极
2. 0-5VDC 流量信号正极
3. 共地端
4. 吹扫（清洗）
5. 供电电源负极
6. 未分配
7. +12VDC（可选+24VDC）电源正极
8. 远程设定点正极
9. 4---20mA 负极
10. 设定点信号负极
11. 远程设定点+5VDC 参考电压
12. 阀门关闭控制
13. +12VDC（+24VDC*）电源输出（负载<100mA）
14. 4---20mA 流量信号输出
15. 接地

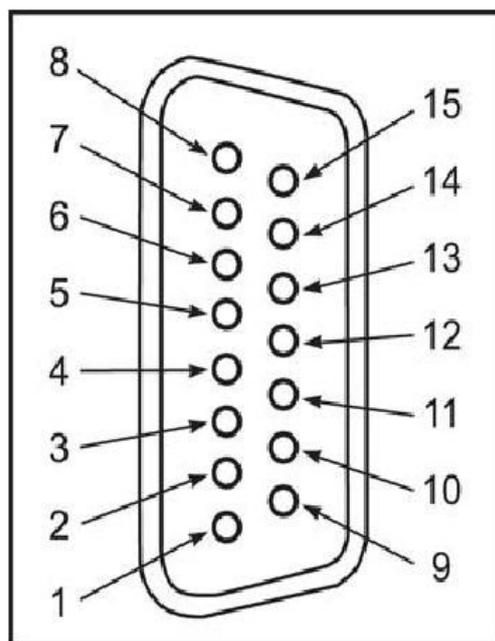


图 2-1 GFC15 针 D 形接口配置

1&2	0-5VDC 输出	5&7	+12VDC（+24VDC*）电源
3&4	吹扫	8&10	0-5VDC 或 4-20mA 远程设定
3&12	阀门关闭控制	9&14	4-20mA 输出
5&13	+12VDC（+24VDC*）电源输出（负载<100mA）	10&11	+5VDC 控制源

*仅 GFC17/37/47 可选择+24VDC 电源

注意：需要连接 24VDC 电源应在订货时注明，否则仪表不能连接 24VDC 电源。

重要提示：

一般来说，所有 D 型接口的编号样式都是标准一致的。但是也会有一些特殊的样式存在，所以您的 D 型接口的编号样式也许会与上图所示每针的次序不一致。因此无论您的接口是否标准都一定要把每个电缆连接到相应的位置上。

在接通或者断开系统中的电缆的时候电源一定要保证是关闭的。

1600mA 的保险丝保护输入电源。一旦发生短路或者电极反接，保险丝会切断传感器电路电源。切断电源，查出故障然后重新连接电源。故障一经排除，请重新安装好保险丝。

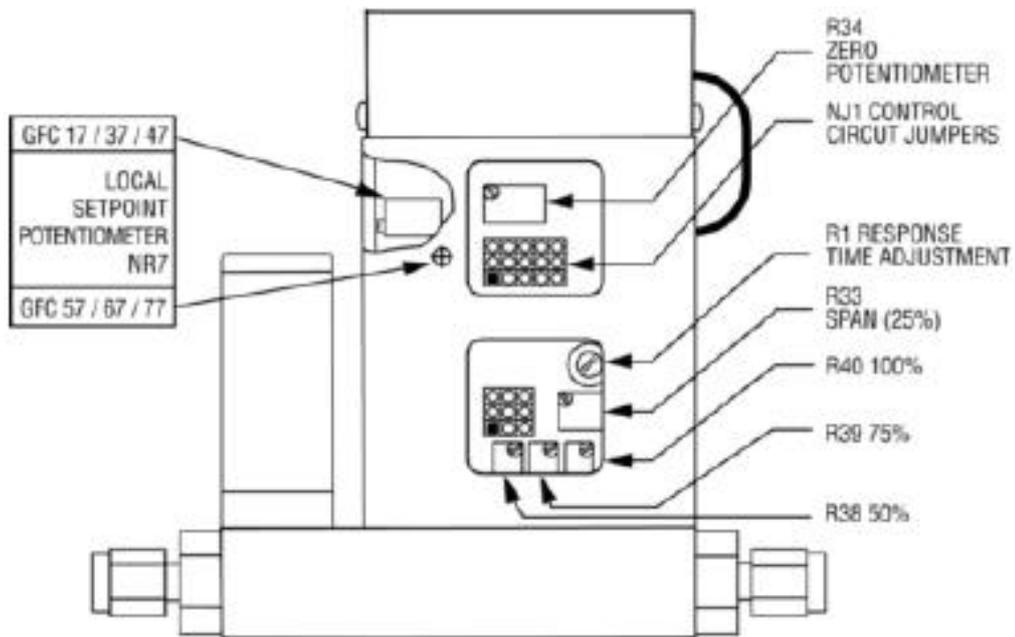


表 2-2 电位器和跳线设置

2.2.1 阀控制配置

共有 3 个基本阀控制选项，(a) 本地或远程控制；(b) 0~5VDC 或 4~20mA 设定信号—*注意：此项只用于远程控制模式；(c) 2%下限切除的激活或关闭（不适用与 GFC57/67/77）。

处于激活的状态时，当设定点小于设定流量范围满量程的 2%时，2%节流项会自动关闭阀的电源。图 2-2 就是三个主阀控制选项的跳线设置。

出厂默认的跳线设置为：本地控制，2%下限切除激活以及 0~5VDC 设定信号。

功能	NJ1	NJ1B	NJ1C	NJ1D	NJ1E
0 - 5 VDC 4 - 20 mA	2-3 1-2	5-6 4-5	8-9 7-8		
本地 远程				11 - 12 10 - 11	
2% 下限切除开 2%下限切除关					13 - 14 14 - 15



图 2-3 阀门控制跳线设置

2.2.2 远程 LCD 显示仪

GFC 质量流量控制器可选一个带有三英尺电缆的远程 LCD 显示仪，可适用于大多数应用场合。其中还配备了用于安装的附件。电缆最远可扩展到 9.5 英尺（3 米）。

2.2.3 面板安装显示仪

GFC 质量流量控制器另一种可选配件是面板安装远程显示仪。

此配置中 LCD 显示仪由 3 英尺长的电缆连接，而且液晶显示屏未包铝制外皮。面板式安装 LCD 显示仪可通过两颗塑胶螺丝固定，可方便嵌入长方形开孔进行面板安装（见图示 2-3）。

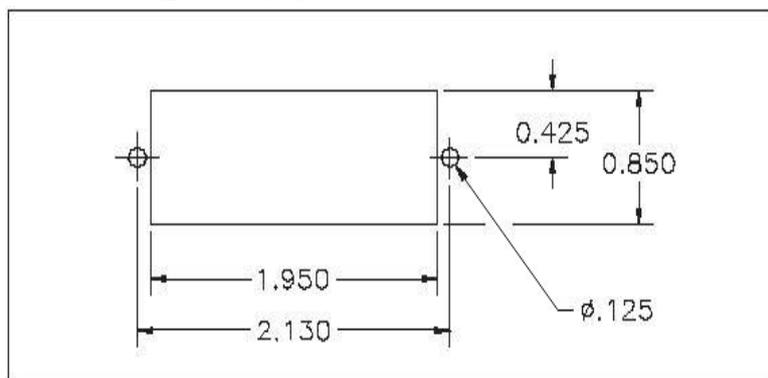


图 2-3LCD 面板式安装直径尺寸

3.操作原理

气体进入流量传感器后被分流成两路，其中一小部分流经一个不锈钢的毛细测量管，其余气体流经主流量管。主流量管和传感器管是根据几何原理设计的，以保证气体在任何一路管道中都处于层流状态。根据流体动力学的原理，两个层流管里的气体流量是成比例的。因此，通过测量传感器管中的气体流量就可得到进入总管道气体的流量。

两个精确的温度感应圈在传感器管两端加热，温度通过管壁直接传入被测气体。当有流量产时，气体从上游将温度带到下游，采用惠斯顿电桥来检测绕组的电阻变化，其测量绕组的电阻值与瞬时流量成线性比例关系。

根据被测气体的质量流量，输出信号。

GFC 系列的质量流量控制器中 GFC17/37/47 内配备了一个电磁比例调节阀，GFC57/67/77 配备一个电动阀。GFC 的闭环控制系统会不断的将质量流量的输出与设定流量相比较。一旦有偏差就会自动调整，使其始终保持设定的流量参数。

4.技术参数

流体介质: 请注意, GFC 质量流量控制器只能测量清洁的气体, 切勿试图用任何一款 GFC 产品测量或控制液体流量。

校准: 在没有特殊说明或要求的情况下, 在标准状况下进行校准【14.7psia(1.01bars)和 70°F(21.1°C)】

工作环境 (以 IEC664 为标准): 安装等级 II; 污染等级 II

精确度:

精度% FS				可选精度 % FS			
型号	GFC 17, 37	GFC 47, 57, 67, 77		型号	GFC 17	GFC 37, 47, 57, 67, 77	
流量范围	2.5-100%	20-100%	0-20%	流量范围	2.5-100%	20-100%	0-20%
精度	±1.5%	±1.5%	±3%	精度	±1%	±1%	REF DATA with ±1%

重复性: ±0.5% 满量程

温度系数: 0.15%满量程/°C

压力系数: 0.01%满量程/psi (0.07bar)

响应时间: GFC17:300ms 时间常数; 在满量程流量的 25%--100%范围内, 约 1 秒达到设定流量的±2%的精度

GFC37/47:600ms 时间常数; 在满量程流量的 25%--100%范围内, 约 2 秒达到设定流量的±2%的精度

GFC57/67/77:1800ms 时间常数; 在满量程流量的 25%--100%范围内, 约 5 秒内达到设定流量的±2%精度

最大气体压力: GFC 17, 37, 47 最大 1000 psig (70 bars).

GFC 57, 67, 77 最大 500 psig (34.5 bars)

推荐压力 20psig(1.4bars)

操作弹性: 40:1

最大压差: 50 psid (345kPa)

气体温度: 32°F--122°F (0°C--50°C)

环境温度: 14°F--122°F (-10°C--50°C)

气体相对湿度: 最高可达 70%

最大内漏: 0.5%FS

泄露率: 氦气测试最大外部泄露率 1×10^{-9} sccs

方位灵敏度：从水平到垂直旋转最大不超过±15度，标准校准是在水平位置。

输出信号：线性 0—5VDC（最小负载电阻 1000ohm）和 4—20mA（回路电阻 0—500ohm）；GFC17/37/47 峰值到峰值的最大干扰为 20mV，GFC57/67/77 峰值到峰值的最大干扰为 100mV

命令信号：模拟信号 0 到 5VDC（最小负载电阻 1000 ohm）或者 4 到 20mA（250Ω 输入阻抗）

可选项 RS232 或 IEEE488 接口请与经销商或 AALBORG 公司联系。

传感器输入电源：+12VDC，最大 800mA；可选+24VDC，最大 650mA。

如果在订货时已经指定电源那么所有配置都将根据指定项设定。

接液材质：

GFC17/37/47/57/67/77: 阳极电镀铝，铜，带 Viton®密封圈的 316 不锈钢，可选 BUNA-N，EPR 或 KALREZ 密封圈。

GFC17S/37S/47S/57S/67S/77S: 带 Viton®密封圈的 316 不锈钢和 416 不锈钢，可选 BUNA-N7，EPR 或 KALREZ 密封圈。

AALBORG 公司不能保证在测量不同介质时流量计各部件的防腐蚀性。客户须根据各型号的接液材质，为特殊气体选择合适的型号。

连接：GFC17/GFC37: 1/4 “卡套，

可选 6mm 卡套，1/4” VCR, 3/8” 或 1/8” 卡套

GFC47: 3/8:” 卡套

GFC57: 3/8:” 卡套

GFC67: 1/2 “卡套

GFC77: 3/4 “FNPT 接口, 可选: 3/4” 卡套

LCD 显示：3 1/2 数字 LCD（最大可视数字为“1999 “），数字高 0.5 英寸。在 GFC17，GFC37，GFC47，GFC57，GFC67，GFC77，铝或不锈钢材质的仪表上，LCD 显示嵌入在仪表上端，为方便读数可将其倾斜 90 度以上。可选远程或面板安装远程读数。

标准读数是用给定气体和流量的直接工程单位（例如：标准升/分钟【slpm】，标准立方厘米/分钟【SCCM】，标准立方米/小时【SCfh】等）在订货时可提出 0—100%LCD 校准刻度。如果您的显示设置是非标准的，请联系经销商或 AALBORG®公司

传感器接口电缆：可选与 GFC 传感器 15 针“D”型接头相匹配的护套电缆。

4.1 CE 认证

GFC 质量流量控制器上遵照下述 CE 测试标准：

EMC 认证采用 89/336/EEC 修订版

排放标准：EN 55011:1991, 组一，等级 B

防干扰标准：EN 55082:1992

4.2 流通能力

流量范围

表一 GFC17 低流量质量流量控制器

型号	编码	毫升/分 [N ₂]	编码	升/分 [N ₂]
	01	10	07	1
	02	20	08	2
	03	50	09	5
	04	100	10	10
	05	200		
	06	500		

表二 GFC37 中流量质量流量控制器

型号	编码	升/分[N ₂]
37	11	15
	30	20
	31	30
	32	40
	33	50

表三 GFC47/57/67/77 高流量质量流量控制器

型号	编码	升/分 [N ₂]
47	40	60
	41	80
	42	100
57	50	200
67	60	500
77	70	1000

*说明：上表中的流量是氮气在标准温度和标准压力状态下【即 70°F (21.0°C)】的流量。其他气体使用附录 2 中的 K 系数作为乘数。

表 IV 压损

型号	流量 [升/分]	最大压损		
		[mm 水]	[psid]	[mbar]
GFC 17	UP to 10	720	1.06	75
GFC 37	15	2630	3.87	266
	20	1360	2.00	138
	30	2380	3.50	241
	40	3740	5.50	379
	50	5440	8.00	551
GFC 47	60	7480	11.00	758
	100	12850	18.89	1302
GFC 57	200	7031	10.00	690
GFC 67	500	8437	12.00	827
GFC 77	1000	10547	15.00	1034

5.操作说明

5.1 准备和预热

假定质量流量控制器已经正确安装完毕并按照第二部分的说明完成了所有渗漏测试。关闭气源，通过 15 针“D”型接口连接电源。使用至少带有 800mA 电源容量的+12 到+15VDC 电源（GFC17/37/47 可用 +24VDC 650mA 电源），让质量流量控制器预热 15 分钟。

GFC 传感器的电源初始开启的时候，流量输出信号的显示会略高于正常输出。这是因为 GFC 传感器还没有达到最低操作温度。这种情况会在几分钟内自动调节，传感器最终会显示为零。

如果在 15 分钟预热后，显示仍然是小于±3%满量程，通过视窗调整零点电位计【R34】。在调零之前，最好断开气源以确保仪表里没有泄漏。

GFC17/37/47 注意事项

注意：如果控制阀长时间处于自动或者吹扫模式，控制阀表面会慢慢升温，使用时注意不要触碰到控制阀以免被烫伤。

控制阀在自动或者吹扫模式下，当没有气体通过传感器时，不要长时间运行 GFC17/37/47。如果这样做，严重时可导致 2%满量程精度的偏移。

5.2 流量信号输出读数

流量信号输出可以显示在 LCD 显示器、远程面板仪表、数字万用表或者其他显示设备上，如图 2.1 所示。

如果与 GFC 质量流量控制器一同订购了 LCD 显示器，所观察的读数直接用工程单位显示。例如：0 到 10sccm 或者 0 到 100slpm(可选 0—100%显示)，工程单位在流量传感器前面的标签上标明。

0—5VDC 和 4—20mA 模拟信号输出在 GFC 传感器侧面的 15 针“D”型接口有相应的针与其相连接。

默认的校准值为 0—5VDC 输入/输出信号。如果 GFC 的流量显示是用 4—20mA 输出信号，已按 0—5VDC 输入信号进行标定，则实际流量的精度将在规定范围以内（满刻度的 1.5%），而总数可能在满刻度的 2.5%范围以内。可选的 4—20mA 输出信号标定可在订货时提出。

可选 RS232 或 IEEE488 接口，请联系经销商或者 AALBORG 公司。

5.3 超程状态

如果发生质量流量控制器的流量大于最大流量的 10%就可能发生“超程”的情况。超程状态下仪表读数不能确定是精确的还是线性的。流量必须恢复到最大流量范围的 110%以内。一旦流量低于校准范围超程状态就会消失。在高于最大校准流量 110%时操作仪表会延长恢复时间。

5.4 设定点信号

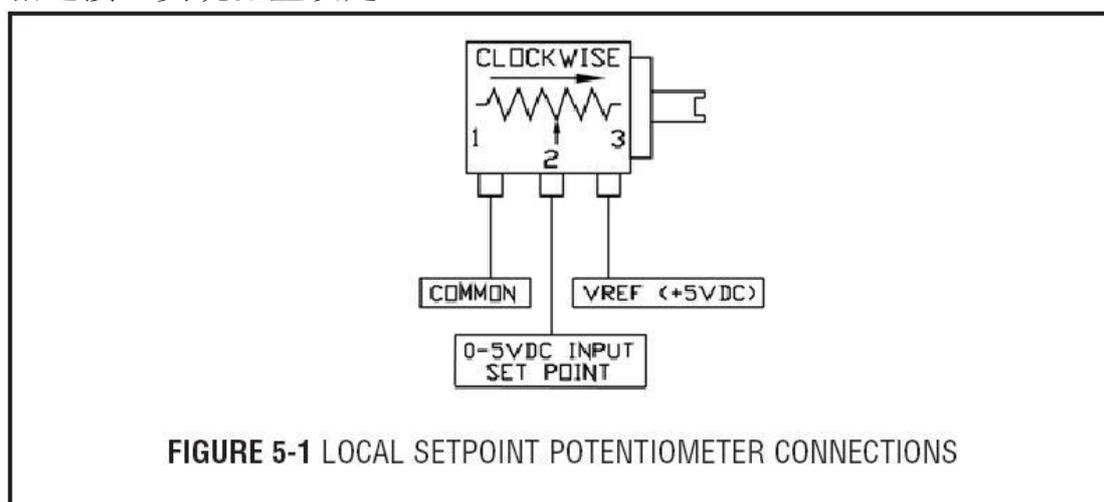
GFC 质量流量控制器有一个内置的电磁阀（GFC17/37/47）或者电动阀（GFC57/67/77），用户可自行设定流量（在特殊安装型号范围以内）。在断电的情况下，电磁阀一般处于常闭状态。

步进电动阀可以一直保持在 GFC 断电时的状态。例如，如果电动阀处于开启吹扫的状态，断开电源后仍然处于开启模式。为了避免电源的储运损耗，用户应当在断电的同时切断流量。当 GFC57/67/77 接通电源后，无论设定点和阀处于什么状态，电动阀在前 10 秒都会自动关闭。

可本地或远程控制设定点。设定点可选模拟的 0—5VDC 或 4—20mA 参考电压（默认的跳线设置为 0—5VDC），这一电压 0 到 100% 满量程质量流量的线性表现。改变设定点的响应时间为 1 秒（GFC17），2 秒（GFC37/47），5 秒（GFC57/67/77）在满量程流量的 25%--100% 范围内，达到设定流量的±2%的精度。

GFC 质量流量控器的本地流量控制，是用一个内置于电磁阀同侧的设定点电位计实现的。传感器供电后，用一个绝缘的螺丝刀调整设定点，直到达到理想的控制点。【显示器仅仅显示瞬时流量，设置点不分开显示】

GFC 的远程控制需要提供一个模拟参考信号，GFC 的第 11 针是一个调整好的恒定的+5VDC 输出信号。这个信号与本地设定点的电位计相连接，实现流量设定。



推荐使用的电位电阻在 5K 到 100Kohm 之间，至少能选转 10 圈以上，通过旋转电位计来控制所需的流量百分比。

也可选择一个 0—5VDC 或者 4—20mA 模拟信号直接设定和控制 GFC 传感器的连接（见图 2-1），根据制定的跳线设置选择适当的信号。

5.5 阀的开闭控制（NPN 集电极开路）

在流量控制阀关闭和再次开启的时候，很有必要重新设定流量和保持这个设置。将 15 针“D”型接口中的针脚 12 与针脚 3 接通来关闭阀（不改变设定点）。当针脚 12 接通针脚 3 时，电磁阀断电，因此无论设定状态如何，电磁阀都将处于常闭状态。电动阀是通过仪表上部的绿灯点亮来提示将其关闭。

反之，当没有连通或者针脚 12 与控制阀断开，则阀保持激活。当 12 针脚保持“浮空”时，阀将保持激活。当可编程控制器和类似装置的 DC 输出口有信号时，这一特点和 NPN 集电极开路开关相一致。

最简单关阀控制的方式是在 3 针和 GFC 质量流量控制器 12 针之间安装一个拨动开关。拨动此开关就会激活或关闭电磁阀。

5.6 控制阀的测试/清洗

有时，用纯净干燥的氮气等中性气体清洗流量系统是非常必要的。无论设定点的数值是多少，将测试、清洗针（15 针”D”型接口的针脚 4）接地，就可以完全打开控制阀。

注意：即使切断电源，控制阀也处于打开状态。为了关闭电动控制阀，应该连接针脚 3 和针脚 12。

6. 维护

6.1 简介

质量流量控制器只能用于清洁的或者经过过滤的气体，不适用于液体。因为 RTD 传感器是由一个小的毛细不锈钢管构成，阻碍物或者气体结晶物很容易将毛细管堵塞。并且其他的一些管路也很容易被阻塞，因此，应该特别小心，不要将任何潜在的流量阻塞物引进管道。为了保护位于流量传感器入口的 50 微米（GFC17）、60 微米（GFC37/47）过滤器，这个过滤网和过滤管道除需要不定期的清洗外，没有其他维护要求。不要将仪器置于震动、过热、腐蚀性环境以及过度的射频或磁性干扰的地方。

如果需要定期校准，一定要有专业人员和专用设备来操作（详情请见第 7 部分），建议将产品返厂维修或者校准。

注意：为了保护服务人员，测量有毒的，带有细菌的，可感染的，有腐蚀性的或者有辐射性气体的仪表，在进行维护之前必须进行彻底的清洗及中和。

6.2 流量管清洗

观察流量管的进口和出口末端是否有可能会堵塞流量管道的碎片。用镊子小心的清除这些碎片，然后从入口端吹进低压空气或氮气。如果流量管仍然有阻塞物，请将仪表返回 AALBORG®公司维修。

不要试图拆开传感器，这样会导致校准无效

6.2.1 清理 GFC 17 系列入口过滤网

拧出仪器进口卡套螺纹的螺丝。注意，进口卡套是与限流元件（RFE）相连的

限流元件（RFE）置于传感器内，是一个精密的流量分割器。将进口气体根据设定好的数据分配到传感器和主流量管道内。在不同的质量流量控制器中使用不同的限流元件，其选择取决于仪表的气体 and 流量范围。

从进口连接处将 RFE 小心的卸下，就会看见这个 50 微米的过滤网，通过进口卡套推出过滤网。根据需要清扫或者更换元件。如果用酒精清洗，在安装之前必须晾干。

重新安装 RFE 和进口卡套，避免 RFE 任何形式的扭曲和变形。安装前，请确认 O 型圈上没有灰尘。

注意：如果拧的过紧会使 RFE 变形或损坏。

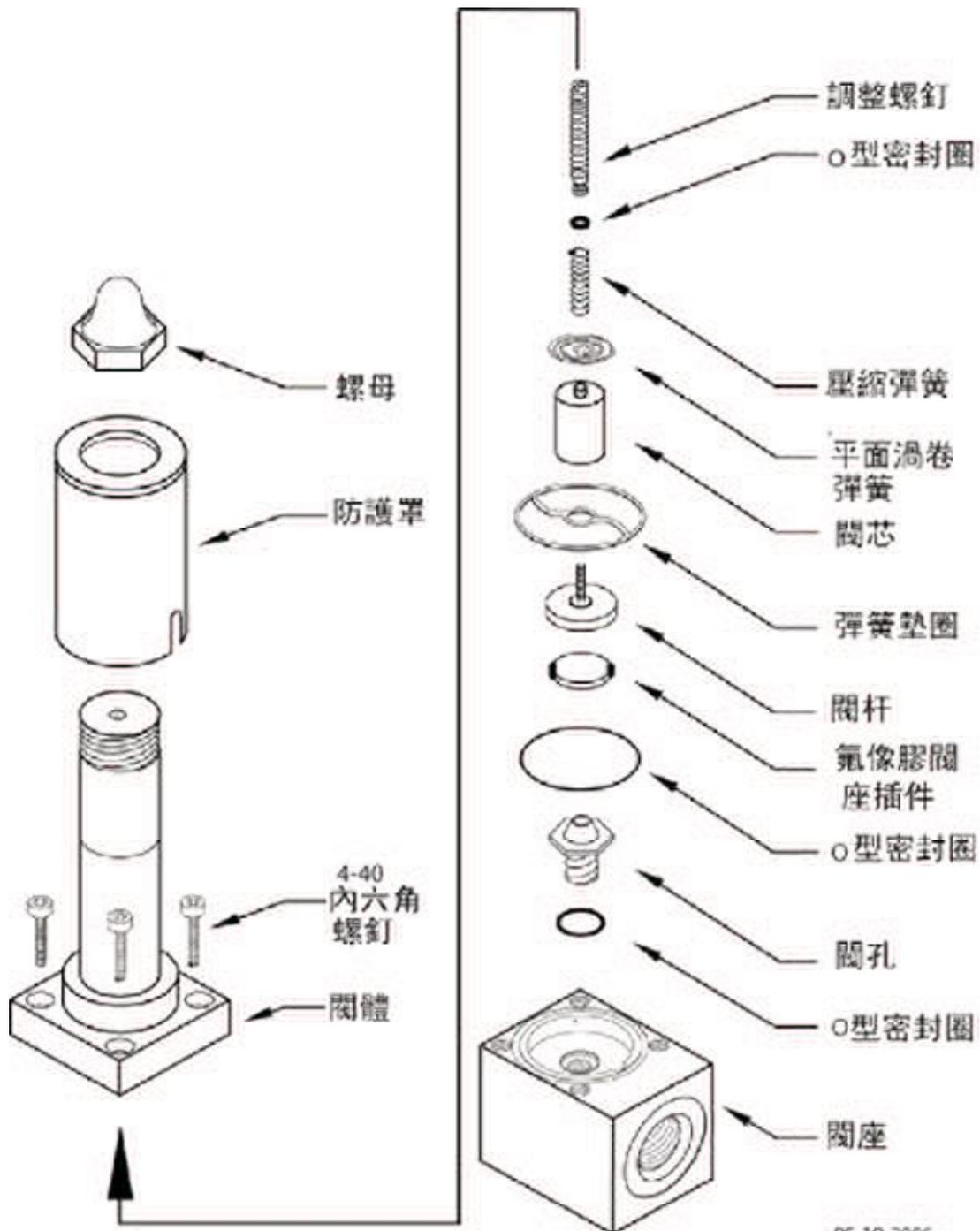
建议在重新安装后至少要校准一个点。（详见第 7 章）

不建议自行拆装或者维修 GFC37, GFC47, GFC57, GFC67, GFC77 等型号的产品。拆装之后需要重新校准。

6.2.2 GFC17/37/47 控制阀的维护

电磁阀由 316 和 416 不锈钢以及 VITON®(可选 EPR 或 KALREZ®)O 型圈密封组成。除了定期清洗，不需要其他维护。

建议在重新安装后至少要校准一个点。（详见第 7 章）



05-19-2006

各种腐蚀性气体也许会需要经常更换 VITON O 型圈及阀内的密封。一定要用有弹性的材质，能应用于指定的气体，欲知可选的密封材质请与经销商或者 AALBORG®公司联系。

将 GFC 设定为清洗/吹扫模式（见表 2-1），用一个干净的经过过滤的中性气体例如氮气来清洗。[另外一种方法是：将控制阀完全打开，摘下控制阀顶端的塑料帽，将固定螺丝逆时针拧开。见 7.3 节，阀的调整]。

7.校准程序

如本章所述，拆下工厂安装校准封条和/或者对仪表的任何调整，会使一些校准保障失效。

7.1 流量校准

AALBORG®公司的流量校准实验室，采用精密的仪器和严格的操作程序为质量流量计和控制器提供专业的校准服务，可用 NIST 溯源校准，也可用标准的设备在客户现场校准。

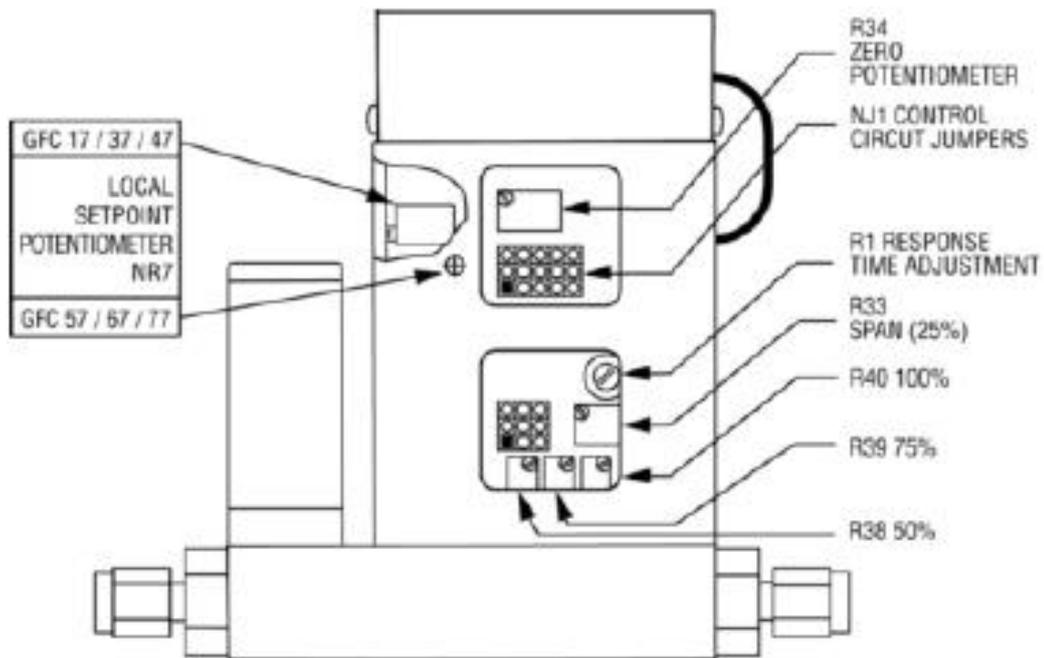
工厂校准使用可溯源 NIST 标准的精确容积式校验设备。

校准一般都是用干燥的氮气，也可以根据气体系数表（见附录 2）中的 K 系数之间的关系，使用其他适合的气体。除氮气外都要选择和固定气体特征相近似的气体来进行校准。当发现参照气体的热力性能与研究中实际气体相似时，建议进行该操作。合适的系数应重新计算—见第九章

校准质量流量控制器的标准操作应是用干燥氮气。最好是根据流量控制器的实际操作条件来校准。无毒和无腐蚀的指定气体可在指定的工况条件下校准。如有需要请向经销商或者 AALBORG®公司咨询价格。

推荐使用的流量校准设备的精度是被校准的流量控制器的精度的至少四倍以上。校准所用的仪器包括一个流量校准设备和一个经过鉴定高灵敏度的万用表（±0.25%或更好的系统精度），绝缘（塑料）螺丝刀，安装在质量流量控制器的上游的流量整流器（例如：测量针阀），干燥经过滤氮气（或其他适合的参照气体）的压力调节源

气体及周围温度，进口出口压力应与实际操作条件相一致。



校准电位计及跳线位置图（GFC 背面）

7.2 GFC 质量流量控制器的校准

此部分介绍的所有调节都是在仪表外部进行的，不需要拆卸仪表的任何零件。

GFC 质量流量控制器可能需要在出厂校准范围内重新进行校准/检查。需要线性调整或者改变流量范围，请按 7.2.4 的操作步骤进行。改变流量范围需要更换限流元件（RFE）和电磁阀阀孔（见图 VI）更多信息请向您的经销商或 AALBORG® 公司咨询。

7.2.1 连接和初始预热

在 GFC 质量流量控制器的 15 针“D”型连接器上连接万用表，0—5VDC 用针脚 1 和针脚 2 输出（4---20mA 用针脚 9 和针脚 14 输出）-（见图 2-1）

当用远程设定点控制流量时，相对应的标准信号源也应被连接到 15 针“D”型接口的针脚 8 和针脚 10 上-（见图 2-1）。至少在开始校准程序 30 分钟前，打开质量流量控制器。

7.2.2 调零

关闭进入质量流量控制器的的气体，确定没有渗漏到仪表中，然后暂时断开气源。

在零流量时，用万用表和绝缘螺丝刀，通过读取窗调整 zero 电位【R34】到 0VDC（或各自为 4mA）。

7.2.3 量程调整

重新连接气源。调整控制点到 100%满量程流量。观察流量校准设备的流量，如果偏差小于满量程读数的±10%，通过读取窗用绝缘螺丝刀调整 SPAN 电位【R33】的设置，以消除偏差。如果偏差大于满量程读数的±10%，仪表可能存在故障。

发生故障信号的原因可能为：

- 传感器管堵塞或者污染.
- GFC 传感器或者气体管和配件有渗漏.
- 除氮气外的气体，在气体系数表中重新检查合适的”K”系数.
- 温度和/或压力修正错误.

故障排除见第（8）章，如果上述情况经校正后仍然存在，请将仪表返厂维修，见第（1）章

此时校准完毕。但是建议应在 0---100%间多校准几个点，例如 25%，50%和 75%处。如果出现差异，请根据 7.2.4 的步骤进行线性调整。

7.2.4 线性调整

本章所有调整都是在仪表外部完成，不需要拆除任何零件

7.2.4.1 GFC17/37/47 电磁阀解除控制

将阀调整为清洗模式.本步骤基本上绕过了质量流量控制器的控制部分。这时此仪表仅可当作流量计使用。

7.2.4.2 打开 GFC57/67/77 的电动阀

将 15 针 D 型接口中的针脚 4 与针脚 3 相连将阀设定为“清洗“模式

注意：如果 GFC17/37/47 的控制阀长时间处于自动（控制）或者打开模式，可能会变热甚至烫手。所以在操作控制阀的时候尽量避免与控制阀直接接触。

7.2.5 连接与初始预热

在质量流量控制器上，连接万用表的 15 针 D 形接口的针脚 1 和 2 输出 0...5VDC（针脚 9 和 14 输出 4...20mA）--见图 2-1

如果重新校准到一个新的流量范围或者不同的气体，在开始线性化程序之前，需要清除 J1A，J1B 和 J1C 上的所有跳线。

在校准程序开始至少 30 分钟前，打开质量流量控制器

7.2.6 调零

关闭质量流量控制器的气体源，确定没有渗漏到仪表中，然后暂时断开气源。

在零流量时，用万用表和绝缘螺丝刀，通过读取窗调整 zero 电位【R34】到 0VDC（或各自为 4mA）。

7.2.7 25%流量调节

重新连接气源，用流量调节阀将流量调整为 25%满量程。用流量校准设备检查显示的流量，用绝缘螺丝到通过读取窗调整电位计【R33】，直到流量计的读数为 1.25VDC ± 63mV（或者 8mA ± 0.25mA）

线性函数	J1A (50%)	J1B (75%)	J1C (100%)
减少	1 - 2	4 - 5	7 - 8
增加	2 - 3	5 - 6	8 - 9

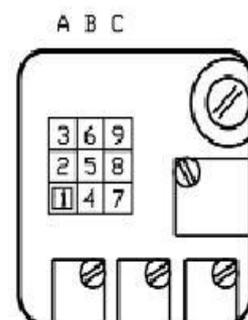


图 7-2 校准电位和跳线

7.2.8 50%流量调节

用流量调节阀将流量调高至 50%满量程。用流量校准设备检查显示的流量，输出流量计的读数应为 2.50VDC ± 63mV（或者 12mA ± 0.25mA）如果读数不在此范围之内，将跳线置于【J1A】适当调节信号的高低。用绝缘螺丝到通过读取窗调整电位计【R38】直到读数在范围之内。

7.2.9 75%流量调节

用流量调节阀将流量调高至 75%满量程。用流量校准设备检查显示的流量，输出流量计的读数应为 $3.75\text{VDC} \pm 63\text{mV}$ （或者 $16\text{mA} \pm 0.25\text{mA}$ ）如果读数不在此范围之内，将跳线置于【J1B】适当调节信号的高低。用绝缘螺丝到通过读取窗调整电位计【R39】直到读数在范围之内。

7.2.10 100%流量调节

用流量调节阀将流量调高至 100%满量程。用流量校准设备检查显示的流量，输出流量计的读数应为 $5.00\text{VDC} \pm 63\text{mV}$ （或者 $20\text{mA} \pm 0.25\text{mA}$ ）如果读数不在此范围之内，将跳线置于【J1C】适当调节信号的高低。用绝缘螺丝到通过读取窗调整电位计【R40】直到读数在范围之内。

重复 7.2.7 到 7.2.10 至少一次

7.2.1 控制阀调整

7.2.11.1 GFC17/37/47 控制阀的调整

停止“清洗”模式（设定控制阀为关闭状态）。调整为进口压力 5psig，出口为大气压。如果出现小流量，顺时针旋转电磁阀顶部的螺丝，直到通过 GFC 的流量刚好停止。

7.2.11.2 GFC57/67/67 控制阀的调整

不要调整 GFC57/67/67 的电动阀，这些电动阀是在出厂时调整过的。

7.2.12 满量程流量调整

完全打开位于 GFC 上游的流量调节阀。将进口压力调整到 20psig(GFC47 调整到 25 psig)。用一个+5VDC（100%满量程）参考设定点。用校准器测量流量。按照需要调整 R33 到预期达到的满量程流量。【在控制模式下，顺时针旋转 R33 会降低流量，相反逆时针旋转 R33 会升高经过 GFC 的流量。】

7.2.13 25%流量调节

将设定点调到 1.25VDC 控制 25%满量程的流量。检查流量校准设备的流量，如果不是在 $\pm 0.75\%$ 满量程的范围内，重新调整电位计【R33】，直到流量输出值正确。

7.2.14 50%流量调节

将设定点调到 2.50VDC 控制 50%满量程的流量。检查流量校准设备的流量，如果不是在±0.75%满量程的范围内，重新调整电位计【R38】，直到流量输出值正确。

7.2.15 75%流量调节

将设定点调到 3.75VDC 控制 75%满量程的流量。检查流量校准设备的流量，如果不是在±0.75%满量程的范围内，重新调整电位计【R39】，直到流量输出值正确。

7.2.16 100%流量调节

将设定点调到 5.00VDC 控制 100%满量程的流量。检查流量校准设备的流量，如果不是在±0.75%满量程的范围内，重新调整电位计【R40】，直到流量输出值正确。

步骤 7.2.13 到 7.2.16 至少重复一次

表 II GFC 电磁阀阀孔选型表

型号	流量 [N 2]
OR.020	10 to 1000 sccm
OR.040	1 to 5 slpm
OR.055	5 to 10 slpm
OR.063	10 to 15 slpm
OR.094	20 to 50 slpm
OR.125	50 to 100 slpm

7.2.17 LCD 显示刻度值

在客户需要的情况下，例如在重新校准流量范围或者改变工程单位的时候，就需要重新调整 LCD 显示仪的刻度值。

7.2.17.1 拆卸 LCD 显示器

从 GFC 或安装面板上小心拿下 LCD,拿掉连接电缆侧的铝外壳。将 LCD 显示器从铝外壳中抽出。

7.2.17.2 调整刻度值

用数字万用表与 15 针 D 型接口的 0---5VDC 或 4---20mA 信号相连，在 GFC 上设置流量为满量程流量（5VDC 或 4—20mA）。维持满量程流量，在 LCD 电路板上调整电位计【R3】达到预期的满量程读数

7.2.17.3 修改小数位数

在 LCD 显示器上修改小数位数，只需在 8 针插板上跳线到相应的位置即可。编码印在连接器的侧面。小数的设定只能为一种跳线方式。

跳線位置	最大可顯示的讀數
"0"	1999
"1"	199.9
"2"	19.99
"3"	1.999

8.故障排除

8.1 通常情况

质量流量控制器在制作和装配过程中，对无数的质量控制点进行了彻底检查。并根据客户给定的气体或者混合气体的流量和压力进行校准。

为防止运输途中的损坏，产品包装时非常小心。如果您的仪表不能正常使用，请先查看是否存在下列情况：

- 是否所有电缆都正确连接？
- 在安装后是否有泄漏？
- 电源是否与要求的一致？当几台仪器使用一个电源时，应选择合适的电源功率。
- 连接器的插脚是否正确接触？当与其他设备替换后，要仔细检查电缆和连接器的针脚是否正确。
- 通过仪表的压差是否合适？

8.2 故障排除指南

现象	可能原因	处理方法
没有读数或输出	没有电源 保险烧毁 入口过滤网堵塞 传感器堵塞 电路板损坏 阀调整错误	检查电源连接 断开电源，排除断短路或检查电源极性，重新安装保险。 直接清洗或拆下清洗或更换 直接清洗或拆下清洗或返回工厂更换 返回工厂更换 重新调整阀门（见 7.2.4）
流量读数与设定点不一致	气源压力不足 入口过滤网堵塞 接地问题	调整到适当的压力值 直接清洗或拆下清洗或更换 信号与电源的地是否存在电势差
不响应设定点	气源压力不足 电缆连接故障 设定点太低（<2%量程） 阀调整错误	调整到适当的压力值 检查电缆连接或更换 重新调整设定点或取消下限切除功能（见 2.2） 重新调整阀门（见 7.2.4）
不稳定或不回零	气体泄露 电路板损坏	检查泄露并解决 返回工厂更换
没有流体通过或阀门关闭时输出满刻度值	传感器损坏 气体泄露	返回工厂更换 检查泄漏并解决

校准有误	气体仪表与校准仪表不符	选用合适的校准器
	气体混合物变更	参见 附录 2 的 K 系数表
	气体泄漏	检查泄漏并解决
	PC 板缺陷	返回工厂更换
	RFE 变脏	清洗干净或拆开去除阻塞物
	传感器管堵塞	清洗干净或拆开去除阻塞物或返厂更换。
	进口过滤器堵塞	清洗干净或拆开去除阻塞物
	传感器安装不当	检查传感器安装是否倾斜或变更，通常仪器校准是在水平位置。
GFC 阀门在阀开位置不工作	阀门调节不当	重新调节阀门（见第 7.2.4 章）
	PC 板缺陷	返回工厂更换
	压差太高	降低压差到正常水平
	进口气压不足	适当调整
GFC 阀门在阀闭位置不工作	阀门调节不当	重新调节阀门（见第 7.2.4 章）
	PC 板缺陷	返回工厂更换
	电缆或连接器故障	检查电缆和连接器或更换
	阀孔堵塞	拆开去除阻塞物或返厂更换

推荐最好的处理方式是返回工厂处理，详细返厂程序见 1.3 节。

8.3 技术支持

Aalborg®公司提供电话技术支持，将有专门的维修技术人员为您服务。技术支持请拨打电话：845-770-3000.电话支持时请提供您所使用仪表的序列号和型号代码。

9.转换系数

转换系数即 K 系数，气体的密度与热焓值决定 K 系数，对双原子气体：

$$K_{\text{gas}} = \frac{1}{d \times C_p}$$

where d = gas density (gram/liter)
C_p = coefficient of specific heat (cal/gram)

注意：上面公式中的 d 和 C_p 通常是指在标准状况下（1ATM@25°C）。

如果质量流量控制器的流量范围保持不变，通过 K 系数可以根据标准气体流量计算当前气体的流量。

$$K = \frac{Q_a}{Q_r} = \frac{K_a}{K_r}$$

where Q_a = mass flow rate of an actual gas (sccm)
Q_r = mass flow rate of a reference gas (sccm)
K_a = K factor of an actual gas
K_r = K factor of a reference gas

例如：如果我们使用氮气标定 1000sccm 流量，想知道测量氧气时的流量，那么氧气的流量是：

$$Q_{O_2} = Q_a = Q_r \times K = 1000 \times 0.9926 = 992.6 \text{ sccm}$$

where K = relative K factor to reference gas (oxygen to nitrogen)

附录 2 K 系数表

注意：K 系数是一近似值，当精度要求大于+/- 5 -10%时不再适用。

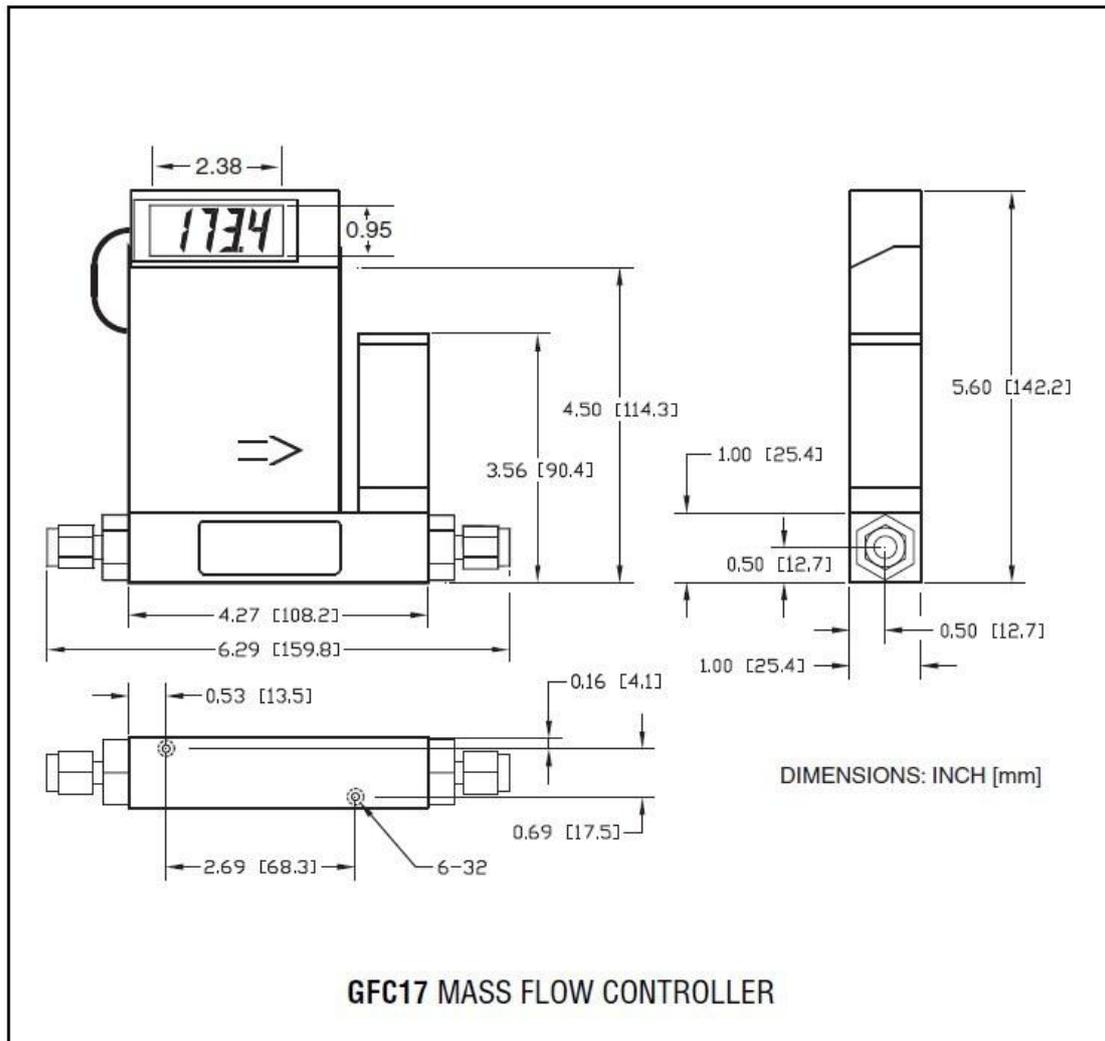
ACTUAL GAS	K FACTOR Relative to N2	Cp [Cal/g]	Density [g/l]
Acetylene C ₂ H ₂	.5829	.4036	1.162
Air	1.0000	.240	1.293
Allene (Propadiene) C ₃ H ₄	.4346	.352	1.787
Ammonia NH ₃	.7310	.492	.760
Argon Ar	1.4573	.1244	1.782
Argon AR-1 (>10 L/min)	1.205	.1244	1.782
Arsine AsH ₃	.6735	.1167	3.478
Boron Trichloride BCl ₃	.4089	.1279	5.227
Boron Trifluoride BF ₃	.5082	.1778	3.025
Bromine Br ₂	.8083	.0539	7.130
Boron Tribromide Br ₃	.38	.0647	11.18
Bromine PentaTrifluoride BrF ₅	.26	.1369	7.803
Bromine Trifluoride BrF ₃	.3855	.1161	6.108
Bromotrifluoromethane (Freon-13 B1) CBrF ₃	.3697	.1113	6.644
1,3-Butadiene C ₄ H ₆	.3224	.3514	2.413
Butane C ₄ H ₁₀	.2631	.4007	2.593
1-Butene C ₄ H ₈	.2994	.3648	2.503
2-Butene C ₄ H ₈ CIS	.324	.336	2.503
2-Butene C ₄ H ₈ TRANS	.291	.374	2.503
Carbon Dioxide CO ₂	.7382	.2016	1.964
Carbon Dioxide CO ₂ -1 (>10 L/min)	.658	.2016	1.964
Carbon Disulfide CS ₂	.6026	.1428	3.397
Carbon Monoxide CO	1.00	.2488	1.250
Carbon Tetrachloride CCl ₄	.31	.1655	6.860
Carbon Tetrafluoride (Freon-14)CF ₄	.42	.1654	3.926
Carbonyl Fluoride COF ₂	.5428	.1710	2.945
Carbonyl Sulfide COS	.6606	.1651	2.680
Chlorine Cl ₂	.86	.114	3.163
Chlorine Trifluoride ClF ₃	.4016	.1650	4.125
Chlorodifluoromethane (Freon-22)CHClF ₂	.4589	.1544	3.858
Chloroform CHCl ₃	.3912	.1309	5.326
Chloropentafluoroethane(Freon-115)C ₂ ClF ₅	.2418	.164	6.892
Chlorotrifluoromethane (Freon-13) CClF ₃	.3834	.153	4.660
CyanogenC ₂ N ₂	.61	.2613	2.322
CyanogenChloride ClCN	.6130	.1739	2.742
Cyclopropane C ₃ H ₅	.4584	.3177	1.877

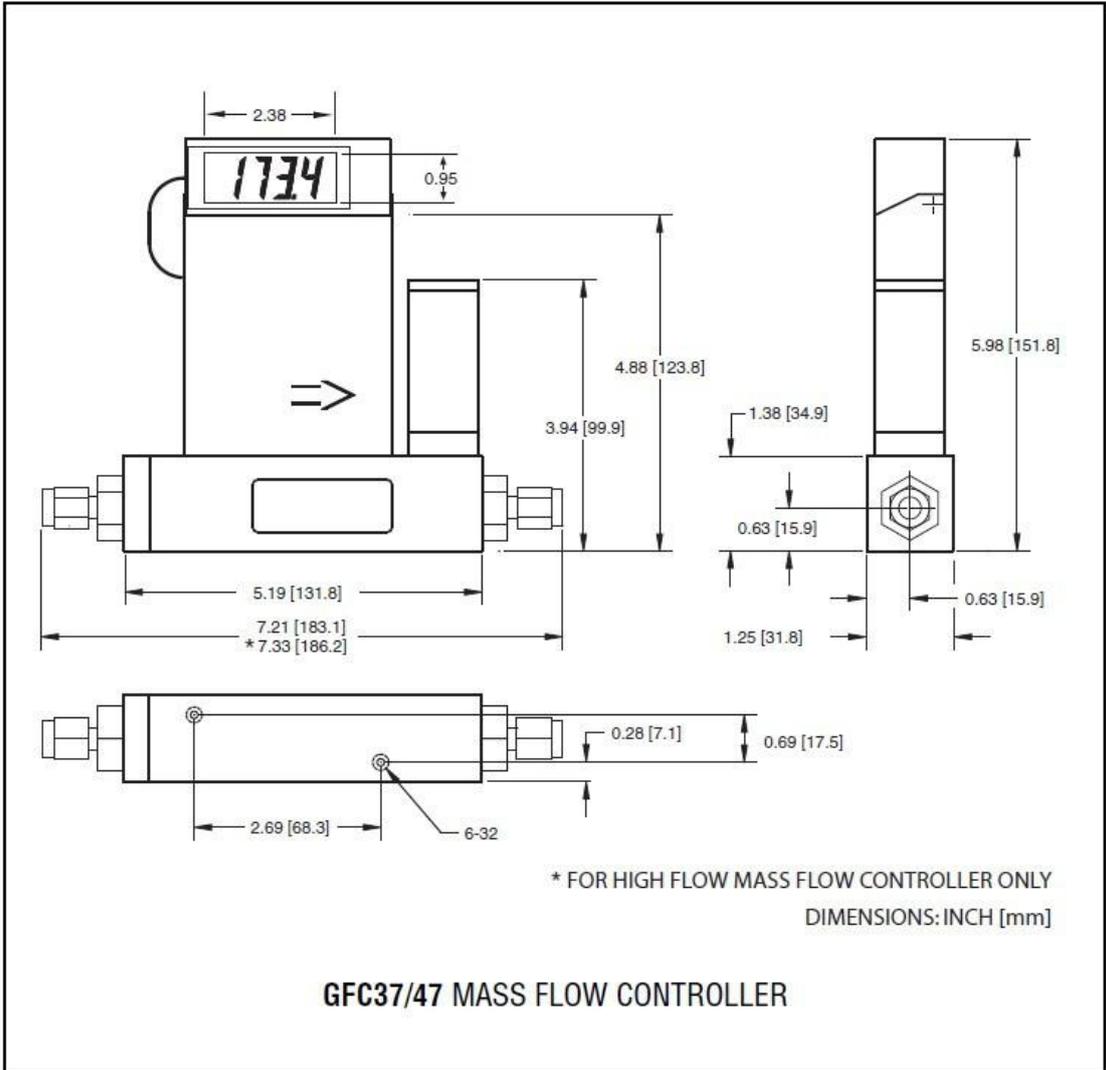
ACTUAL GAS	K FACTOR Relative to N2	Cp [Cal/g]	Density [g/l]
Deuterium D2	1.00	1.722	1.799
Dibromodifluoromethane CBr2F2	.1947	.15	9.362
Dichlorodifluoromethane (Freon-12) CCl2F2	.3538	.1432	5.395
Dichlorofluoromethane (Freon-21) CHCl2F	.4252	.140	4.592
Dichloromethylsilane (CH3)2SiCl2	.2522	.1882	5.758
Dichlorosilane SiH2Cl2	.4044	.150	4.506
Dichlorotetrafluoroethane(Freon-114)C2Cl2F4	.2235	.1604	7.626
1,1-Difluoroethylene (Freon-1132A) C2H2F2	.4271	.224	2.857
Dimethylamine (CH3)2NH	.3714	.366	2.011
Dimethyl Ether (CH3)2O	.3896	.3414	2.055
2,2-Dimethylpropane C3H12	.2170	.3914	3.219
Ethane C2H6	.50	.420	1.342
Ethanol C2H6O	.3918	.3395	2.055
Ethyl Acetylene C4H6	.3225	.3513	2.413
Ethyl Chloride C2H5Cl	.3891	.244	2.879
Ethylene C2H4	.60	.365	1.251
Ethylene Oxide C2H4O	.5191	.268	1.965
Fluorine F2	.9784	.1873	1.695
Fluoroform (Freon-23) CHF3	.4967	.176	3.127
Freon-11 CCl3F	.3287	.1357	6.129
Freon-12 CCl2F2	.3538	.1432	5.395
Freon-13 CClF3	.3834	.153	4.660
Freon-13B1 CBrF3	.3697	.1113	6.644
Freon-14 CF4	.4210	.1654	3.926
Freon-21 CHCl2F	.4252	.140	4.592
Freon-22 CHClF2	.4589	.1544	3.858
Freon-113 CCl2FCClF2	.2031	.161	8.360
Freon-114 C2Cl2F4	.2240	.160	7.626
Freon-115 C2ClF5	.2418	.164	6.892
Freon-C318 C4F8	.1760	.185	8.397
Germane GeH4	.5696	.1404	3.418
Germanium Tetrachloride GeCl4	.2668	.1071	9.565
Helium He (= <10/Lmin)	1.454	1.241	.1786
Helium He-1 (>50 L/min)	2.43	1.241	.1786
Helium He-2 (>10-50 L/min)	2.05	1.241	.1786
Hexafluoroethane C2F6 (Freon-116)	.2421	.1834	6.157
Hexane C6H14	.1792	.3968	3.845
Hydrogen H2-1 (= <10/Lmin)	1.0106	3.419	.0899
Hydrogen H2-2 (>10-100 L)	1.35	3.419	.0899
Hydrogen H2-3 (>100 L)	1.9	3.419	.0899

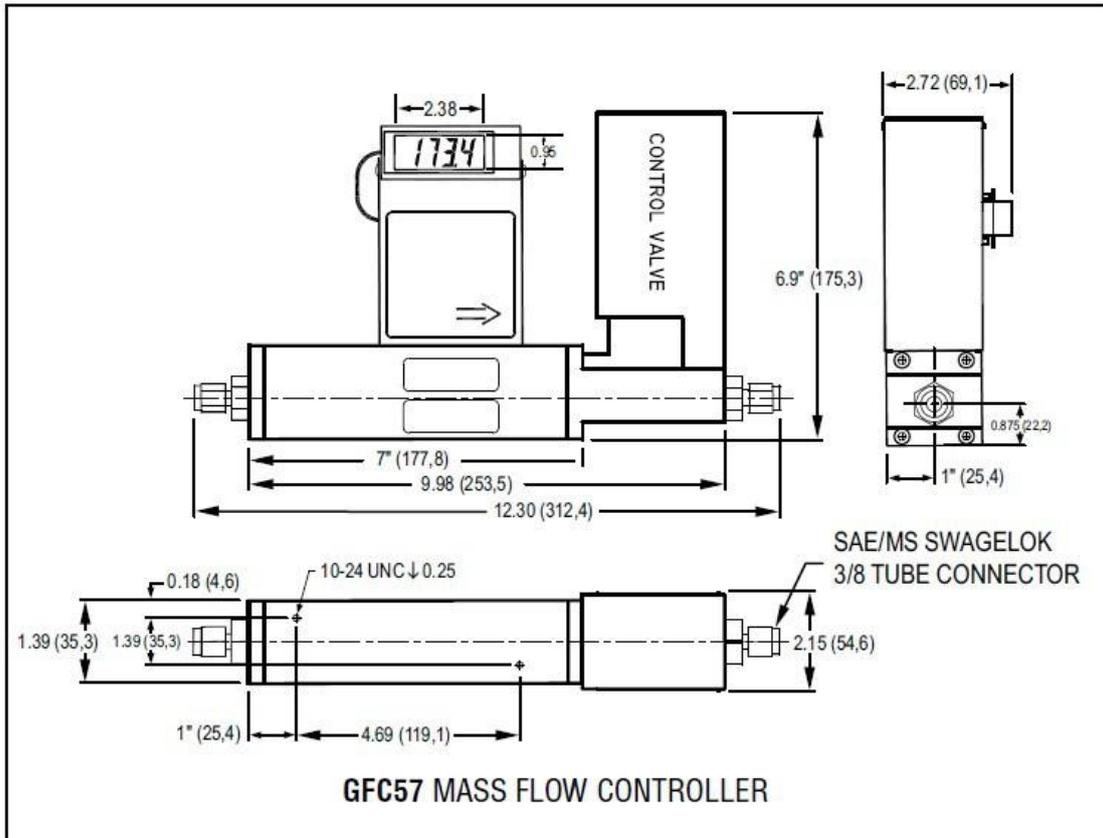
ACTUAL GAS	K FACTOR Relative to N ₂	Cp [Cal/g]	Density [g/l]
Hydrogen Bromide HBr	1.000	.0861	3.610
Hydrogen Chloride HCl	1.000	.1912	1.627
Hydrogen Cyanide HCN	.764	.3171	1.206
Hydrogen Fluoride HF	.9998	.3479	.893
Hydrogen Iodide HI	.9987	.0545	5.707
Hydrogen Selenide H ₂ Se	.7893	.1025	3.613
Hydrogen Sulfide H ₂ S	.80	.2397	1.520
Iodine Pentafluoride IF ₅	.2492	.1108	9.90
Isobutane CH(CH ₃) ₃	.27	.3872	3.593
Isobutylene C ₄ H ₆	.2951	.3701	2.503
Krypton Kr	1.453	.0593	3.739
Methane CH ₄	.7175	.5328	.715
Methane CH ₄ -1 (>10 L/min)	.75	.5328	.715
Methanol CH ₃	.5843	.3274	1.429
Methyl Acetylene C ₃ H ₄	.4313	.3547	1.787
Methyl Bromide CH ₃ Br	.5835	.1106	4.236
Methyl Chloride CH ₃ Cl	.6299	.1926	2.253
Methyl Fluoride CH ₃ F	.68	.3221	1.518
Methyl Mercaptan CH ₃ SH	.5180	.2459	2.146
Methyl Trichlorosilane (CH ₃)SiCl ₃	.2499	.164	6.669
Molybdenum Hexafluoride MoF ₆	.2126	.1373	9.366
Monoethylamine C ₂ H ₅ NH ₂	.3512	.387	2.011
Monomethylamine CH ₃ NH ₂	.51	.4343	1.386
Neon NE	1.46	.246	.900
Nitric Oxide NO	.990	.2328	1.339
Nitrogen N ₂	1.000	.2485	1.25
Nitrogen Dioxide NO ₂	.737	.1933	2.052
Nitrogen Trifluoride NF ₃	.4802	.1797	3.168
Nitrosyl Chloride NOCl	.6134	.1632	2.920
Nitrous Oxide N ₂ O	.7128	.2088	1.964
Octafluorocyclobutane(Freon-C318)C ₄ F ₈	.176	.185	8.397
Oxygen O ₂	.9926	.2193	1.427
Oxygen Difluoride OF ₂	.6337	.1917	2.406
Ozone	.446	.195	2.144
Pentaborane B ₅ H ₉	.2554	.38	2.816
Pentane C ₅ H ₁₂	.2134	.398	3.219
Perchloryl Fluoride ClO ₃ F	.3950	.1514	4.571
Perfluoropropane C ₃ F ₈	.174	.197	8.388
Phosgene COCl ₂	.4438	.1394	4.418
Phosphine PH ₃	.759	.2374	1.517

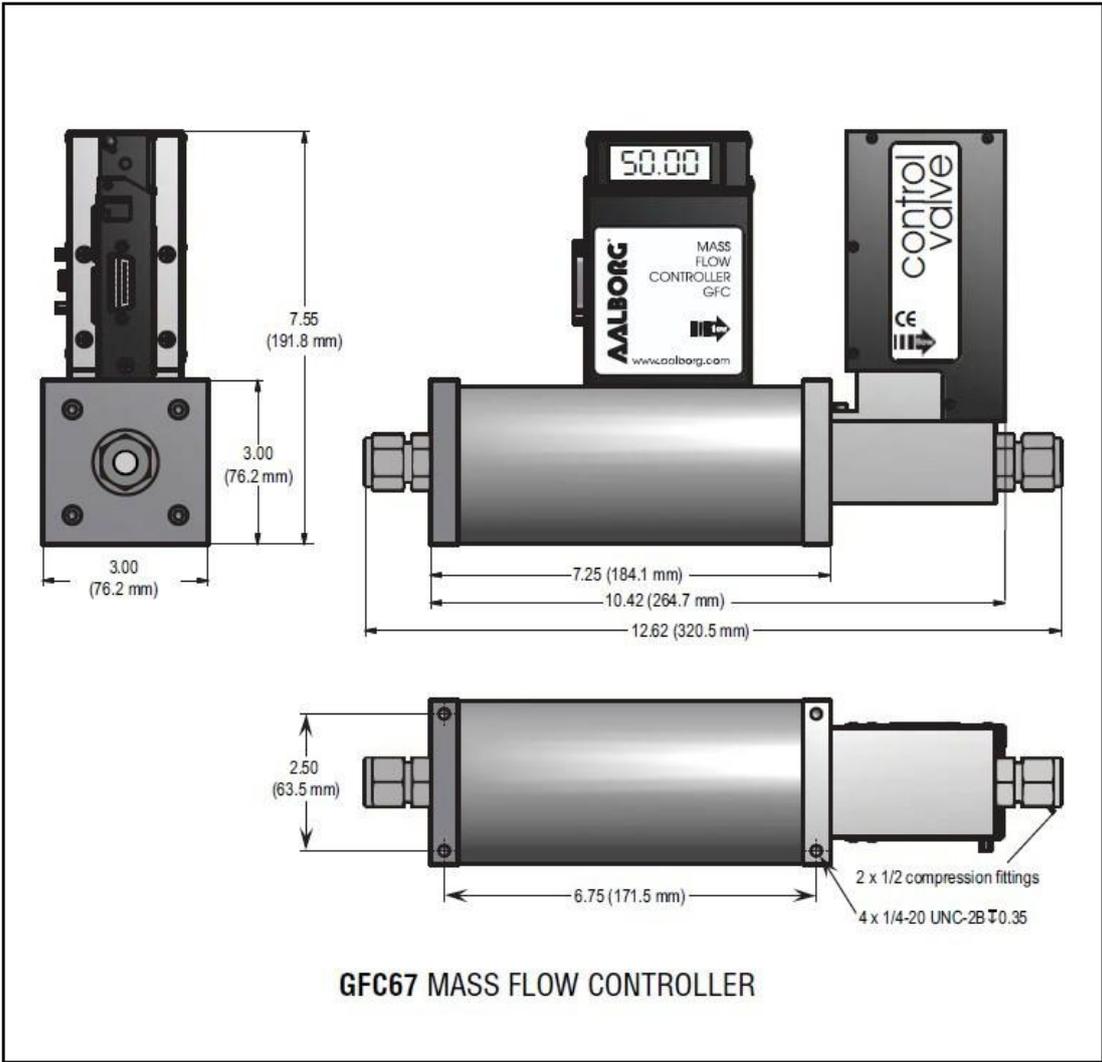
ACTUAL GAS	K FACTOR Relative to N2	Cp [Cal/g]	Density [g/l]
Phosphorous Oxychloride POCl ₃	.36	.1324	6.843
Phosphorous Pentafluoride PF ₅	.3021	.1610	5.620
Phosphorous Trichloride PCl ₃	.30	.1250	6.127
Propane C ₃ H ₈	.35	.399	1.967
Propylene C ₃ H ₆	.40	.366	1.877
Silane SiH ₄	.5982	.3189	1.433
Silicon Tetrachloride SiCl ₄	.284	.1270	7.580
Silicon Tetrafluoride SiF ₄	.3482	.1691	4.643
Sulfur Dioxide SO ₂	.69	.1488	2.858
Sulfur Hexafluoride SF ₆	.2635	.1592	6.516
Sulfuryl Fluoride SO ₂ F ₂	.3883	.1543	4.562
Tetrafluoroethane (Forane 134A) CF ₃ CH ₂ F	.5096	.127	4.224
Tetrafluorohydrazine N ₂ F ₄	.3237	.182	4.64
Trichlorofluoromethane (Freon-11) CCl ₃ F	.3287	.1357	6.129
Trichlorosilane SiHCl ₃	.3278	.1380	6.043
1,1,2-Trichloro-1,2,2 Trifluoroethane (Freon-113) CCl ₂ FCF ₂	.2031	.161	8.36
Triisobutyl Aluminum (C ₄ H ₉) ₃ Al	.0608	.508	8.848
Titanium Tetrachloride TiCl ₄	.2691	.120	8.465
Trichloro Ethylene C ₂ HCl ₃	.32	.163	5.95
Trimethylamine (CH ₃) ₃ N	.2792	.3710	2.639
Tungsten Hexafluoride WF ₆	.2541	.0810	13.28
Vinyl Bromide CH ₂ CHBr	.4616	.1241	4.772
Vinyl Chloride CH ₂ CHCl	.48	.12054	2.788
Xenon Xe	1.44	.0378	5.858

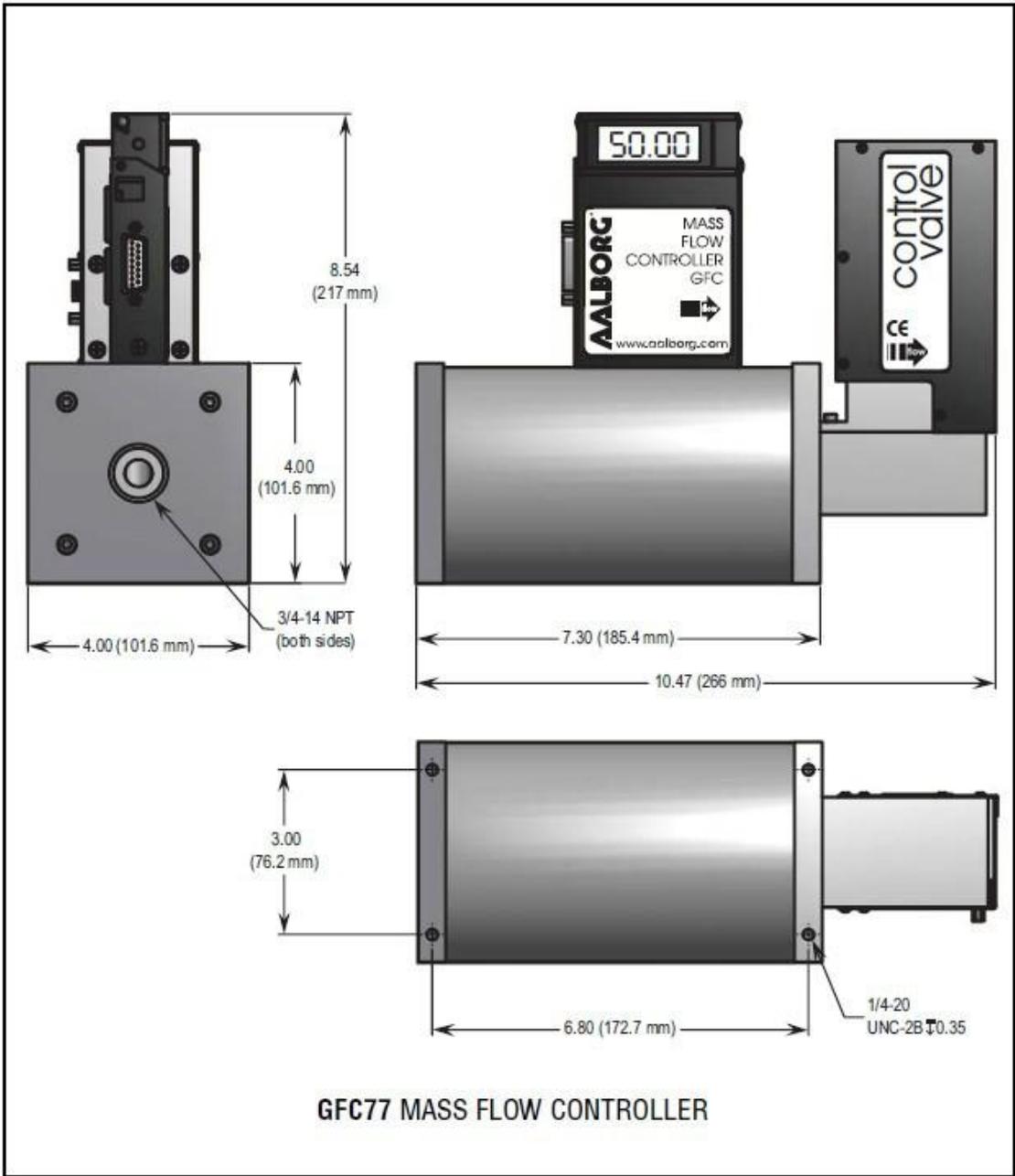
附录 3 尺寸图











附录 4

保 证

Aalborg®质量流量系统的部件和工艺自购买之日起保质期为一年。如果校准封口完整及客户选择的材质与所用气体兼容，校准保质期为 6 个月。气体在压力的作用下会对仪器和操作者有一定的潜在危险，客户在操作过程中应对仪器有最基本的了解，而且所有操作和控制都应在本手册提及的范围内，如进行了任何反向操作，本保证自动失效。有缺陷的产品由 Aalborg®公司依据情况决定维修或者更换，运费由客户承担。如果仪器因意外事故或误用而损坏，或者被除 Aalborg®公司及授权维修处以外的其他工厂维修过，本保证将失效。此保证书是唯一明确说明 Aalborg®公司的权利和义务的凭证。

北京卡米特测控技术有限公司

北京海淀区西三旗金达园写字楼 B 座一层 100085 中国.北京

Tel.: +86 10 6295 0464 / 6295 0465 Fax: +86 10 6295 0466 www.comity-tec.com