

GM-5000 使用说明书



微型空气质量监测仪

119020-00 • 2020年10月24日

目 录

第 1 章 简介	1-1
一般说明	1-1
技术参数	1-2
尺寸	1-3
第 2 章 安装和设置	2-1
仪器包装拆除	2-1
处理	2-1
安全性	2-1
安装	2-1
仪器布局和部件标识	2-3
仪器底部	2-4
电气外壳和连接	2-4
带有可选 OPC 的进样管组件	2-4
可选传感器室组件	2-5
蜂窝 VPN 路由器 / 调制解调器	2-6
WiFi 组件	2-6
BeagleBone Cape 板组件	2-6
排气管 / 排气扇	2-6
运行前准备	2-7
交流电源连接	2-7
GM-5000 与计算机之间的通信	2-8
第 3 章 操作	3-1
用户界面	3-1
主菜单	3-2
校准	3-2
气体校准	3-2
比对测试因数	3-2
恢复默认设置	3-4
硬件校准	3-5
数据	3-5
查看数据	3-6
导出	3-7
导出记录	3-8
导出日志文件	3-9
清除数据	3-10
流式传输数据	3-11
数据流格式	3-12
数据流自定义参数	3-13
服务	3-13
诊断	3-14
固件更新	3-15
设置	3-16

通信设置	3-16
以太网设置	3-18
仪器设置	3-18
第 4 章 校准	4-1
空气质量传感器校准	4-1
校准类型	4-1
使用认证标准气体的校准程序	4-2
所需设备	4-2
校准气路系统	4-3
连接仪器	4-4
在服务模式下运行	4-4
校准空气传感器零点	4-5
校准气体传感器跨度	4-7
比对测试校准程序	4-9
测试点选址	4-10
校准持续时间和频率	4-10
仪器配置	4-11
数据验证和清理	4-12
PM 数据的特殊考虑事项	4-13
创建测试集	4-14
回归分析	4-14
检查回归模型的拟合质量	4-16
恢复默认设置	4-18
硬件校准	4-19
第 5 章 维护	5-1
安全预防措施	5-1
清洁进气和排气滤网	5-1
清洁 / 更换进样口滤网	5-3
清洁 / 更换传感器室滤网	5-3
清洁主机箱	5-4
清洁传感器室内部	5-4
清洁 PID 灯泡	5-5
第 6 章 故障排除	6-1
安全预防措施	6-1
故障排除指南	6-1
警报解码	6-2
第 7 章 维修	7-1
安全预防措施	7-1
固件更新	7-1
更换部件清单	7-2
拆卸电气防护罩	7-2
拆卸底架	7-3
更换冷却空气进气和排气滤网	7-4

更换保险丝	7-4
更换 WiFi 加密狗	7-5
更换排气扇	7-6
更换路由器 / 调制解调器	7-6
更换传感器接口板	7-7
拆卸进样管组件	7-8
更换焊接进样管组件	7-10
更换 OPC 或 OPC 替换组件	7-10
更换电源板	7-11
更换 BeagleBone Cape 板	7-12
更换 PID 灯泡和电极堆	7-13

附录 A 安全性、保修和 WEEE **附录 A-1**

安全性	附录 A-1
安全和设备损坏警报	附录 A-1
保修	附录 A-1
WEEE 合规性	附录 A-2
WEEE 符号	附录 A-2

附录 B 快速参考 **附录 B-1**

附图列表	附录 B-1
附表列表	附录 B-2

附录 C 连接 **附录 C-1**

设置路由器 / 调制解调器	附录 C-1
设置流式传输数据	附录 C-2
与远程服务器通信	附录 C-2

第 1 章

简介

Thermo Scientific GM-5000 微型空气质量监测仪是一种设计用于户外的颗粒物和气体实时监测的系统。该装置设计用于连续无人值守监测，将连续实时数据传输到中央服务器和 / 或数据记录仪。其防风雨外壳可确保在各种环境条件下安全有效地运行。选件包括三脚架和杆式安装硬件。

GM-5000 结合了用于颗粒物测量的激光粒子计数技术以及用于气体测量的电化学传感和光电离检测技术。该仪器使用最先进的光学和电化学传感技术以及过去 25 年持续改进的数据处理技术，对空气中颗粒物和主要气体污染物进行长期、精确的低漂移测量。

Thermo Fisher Scientific 很高兴能够提供这种环境污染监测系统。我们致力于制造具有高质量、高性能和高工艺水平的仪器。如果使用此款监测仪的过程中有任何问题，服务人员将会为您提供帮助。更多详细信息，见第 7 章“维修”。

一般说明 一般说明 GM-5000 是一个完整的污染监测系统，旨在帮助用户进行空气中主要污染物（包括臭氧、一氧化碳、二氧化氮、一氧化氮、二氧化硫、总挥发性有机化合物（TVOC）和颗粒物（PM_{2.5} 和 PM₁₀）的连续测量。它是一款紧凑、坚固且完全独立的仪器，专为快速部署和无人值守操作而设计，可安装在墙壁、支杆或三脚架上。

有关 GM-5000 内部各组件的位置和标识，请参阅本说明书的图 2-4，在本章和后续章节对其进行了描述。

GM-5000 通过加热的垂直进样管采样空气，允许气体污染物和空气动力学直径小于约 40 微米的颗粒物进入分析仪，同时排除较大的碎片和水滴。然后采样气流进入激光光学粒子计数器（OPC），在其中进行颗粒物数量和粒径分布的检测。

在 OPC 后，样气流通过采样风扇和过滤器并进入气体传感器室，在那里通过电化学传感器测量气体污染物的浓度，通过可选光电离检测器（PID）测量 TVOC。GM-5000 可配置气体传感器室、光学粒子计数器或两者兼具。

在通过测量系统后，空气进入仪器机箱，在那里与通过冷却入口进入的空气混合，然后通过冷却风扇从机箱排出。请注意，冷却风扇受软件控制，可以打开和关闭，因此可以根据环境温度的需要调整通过机箱的总空气流量。

GM-5000 必须由专业人员安装，并且通常应通过硬线连接到交流电源，以防止干扰或恶劣天气引起的故障。该仪器可使用通用交流电源输入（100-240 VAC, 50/60 Hz）。交流电源内部连接到 24 VDC 电源，可满足所有内部供电要求。

污染物的实测浓度被发送到仪器内嵌计算机上运行的 Web 服务器，并可以在 Windows PC 的 Web 浏览器上实时显示。操作者可通过浏览器界面访问诊断数据并调整各种运行参数，如本说明书第 3 章“操作”中所述。

测量数据也会存储在 GM-5000 微型 SD 卡内，以便随后下载。除污染物浓度数据外，日志文件还包含与运行条件相关的信息，例如样气流温度和压力、气体检测室的相对湿度、时间和日期戳以及仪器状态。

GM-5000 可安装于世界任何地方，测量城市环境空气中主要污染物的浓度水平。具体检测限和其他性能特征见下方的技术参数表。

技术参数 表 1-1 列出了 GM-5000 的技术参数。

表 1-1. GM-5000 技术参数

测量范围 (可扩展)	NO ₂	500 ppb
	NO	500 ppb
	SO ₂	500 ppb
	O ₃	500 ppb
	CO	50 ppm
	TVOC	40 ppm
	PM _{2.5} /PM ₁₀	1500 μg/m ³
检测限 * (2σ 噪声)	NO ₂	5 ppb
	NO	5 ppb
	SO ₂	5 ppb
	O ₃	5 ppb
	CO	0.020 ppm
	TVOC	5 ppb
	PM _{2.5} PM ₁₀	<1.0 μg/m ³ <1.0 μg/m ³
响应时间 (T ₉₀ , 零点到典型跨度) (1 分钟报告周期)	120 秒 (所有传感器)	
线性 *	满量程的 2% (所有传感器)	
零点漂移 * (24 小时)	NO ₂	< 数值的 5%
	NO	< 数值的 5%
	SO ₂	< 数值的 5%
	O ₃	< 数值的 5%
	CO	< 数值的 2%
	TVOC	< 数值的 5%
重复性 **	数值的 2%	
显示分辨率	SO ₂ 、NO、NO ₂ 、O ₃ 、TVOC ≤ 0.1ppb; CO ≤ 0.01ppm; PM _{2.5} 、PM ₁₀ ≤ 1ug/m ₃	
浓度显示更新间隔	10 秒	
浓度显示平均时间	120 秒	

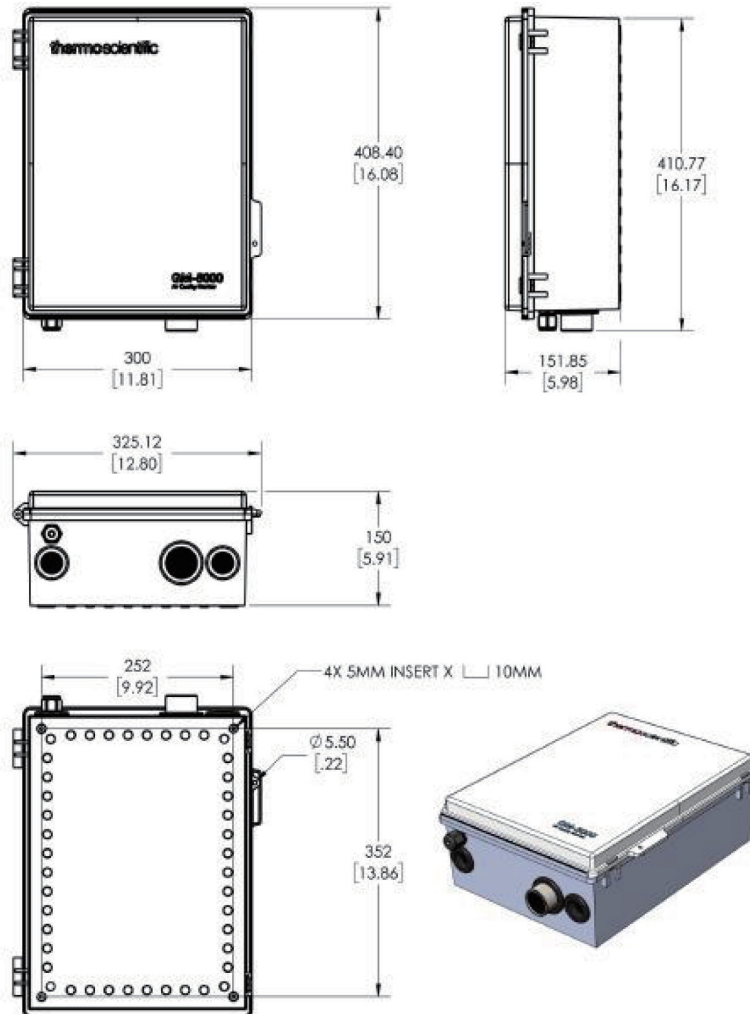
数据记录周期	1 分钟至 1 小时 (报告平均值)
可记录在存储器中的总记录数	>500,000 (一年的数据)
记录的数据	记录编号、浓度、温度、相对湿度、气压、数据标识、时间和日期
诊断数据	临界电压、传感器温度、相对湿度、气压
读数显示	通过 Web 浏览器实现
交流电源	100-240 VAC 50-60 Hz
运行环境	-10 至 45° C (14 至 113° F) , 15 至 90% RH, 无冷凝
储存环境	-20 至 70° C (-4 至 158° F)
尺寸	16 英寸 (406mm) 高 x 12 英寸 (305mm) 宽 x 6 英寸 (152mm) 深
重量	11 lbs.(5 kg)

* 所有技术参数均在受控实验室条件下测量

** 在满量程的 80% 时测量

尺寸

图 1-1
GM-5000 外观和
尺寸



第 2 章 安装和设置

本章包括仪器包装拆除、仪器安装和处理，仪器布局和部件识别、户外安装件和计算机要求。

仪器包装拆除

小心地从运输箱拿出 GM-5000，并取下仪器外部泡沫包装材料。如果订购了仪器的校准盖组件，则可在包装材料内找到。如果订购了 TVOC 传感器，则包装材料内也可能包含灯泡拆卸工具。将仪器放在平坦的表面上，然后打开机箱的前盖，取出所有内部包装材料。接下来，向左滑动门锁并打开较小的黑色传感器室上的铰链门，然后取下在运输过程中用于固定传感器的泡沫衬垫。

取下包装材料后，检查电缆是否松动，并确认电化学传感器和 / 或 TVOC 传感器是否安装紧固。如果没有，请按下传感器的外边缘以紧固，不要接触传感器中心。使用以下程序拆除仪器包装并检查仪器。



设备损坏 请勿触摸电化学传感器的中心，否则可能会造成损坏。如有必要，务必通过外边缘而不是中心来处理传感器。▲



设备损坏 请勿尝试通过前盖或其他外部配件抬起仪器。▲

注 请勿丢弃包装材料。▲

处理

GM-5000 是一种精密的光学 / 电子仪器，应该进行相应的对待。尽管仪器非常坚固，但它不得受到超出规定范围的过度冲击、振动、温度或湿度的影响。

如果 GM-5000 在储存或运输过程中已暴露在低温下，则应注意使仪器在运行前恢复至环境温度。这种做法是必须的，因为水蒸气可能会凝结在内表面上，导致仪器发生故障或读数错误。一旦仪器升温到室温，这种冷凝就会蒸发掉。



设备损坏 运输 GM-5000 时，应使用原厂提供的包装箱和包装材料重新包装。▲

安全性

仔细查看以下信息：

- 阅读并理解本说明书中的所有说明。
- 合格的 Thermo Fisher Scientific 人员可执行本说明书中未明确说明的任何维修或维护事项。如果出现任何问题，请联系工厂。除非“维护”和“维修”章节中所述，否则请勿试图拆卸 GM-5000，因为可能导致仪器保修失效。



警告 只能使用本说明书中描述的电源类型操作 GM-5000。▲

- GM-5000 通常通过“硬线”连接到交流电源，只能由电工或其他合格的人员安装。
- 在连接或断开交流电源之前，请关闭 GM-5000 电源开关。



警告 为了避免损坏仪器，在连接或断开交流电源之前，请确保电源开关处于关闭位置。▲

安装

GM-5000 **必须垂直安装**，进样口向下。这样可防止水和碎屑进入仪器。为了收集有代表性的数据，重

要的是确保要监测的空气能够自由进入箱底的采样入口。

使用位于仪器背面的四个螺纹嵌件，该仪器可以安装在墙壁、支杆或三脚架上。安装螺钉的螺纹尺寸为 M5。有关安装孔详细信息，见图 1-1。安装硬件通常可由标准的 DIN 导轨制造，或者可选的安装工具包可从 Thermo Fisher Scientific 购买。有关建议的安装方式，见下图。

图 2-2
GM-5000 壁式安装

同样，在安装 GM-5000 时，应注意确保入口不被附近的物体阻塞。此外，请确保装置的前门可以不受阻碍地打开，并且可以自由进入机箱底部的电气贯穿件、进样管、冷却入口和排气扇。

在通常的运行条件下，应关闭 GM-5000 机箱的门。机箱上设有开孔，用于增加挂锁，防止未经授权进入装置内部。应只有在需要安装和 / 或维护时才可打开门。



警告 安装仪器时可能会发生人身伤害。可能需要协助。▲

图 2-1
GM-5000 杆式安装

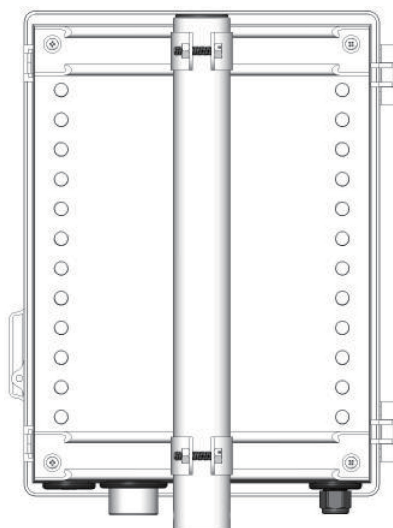


图 2-2
GM-5000 壁式安装

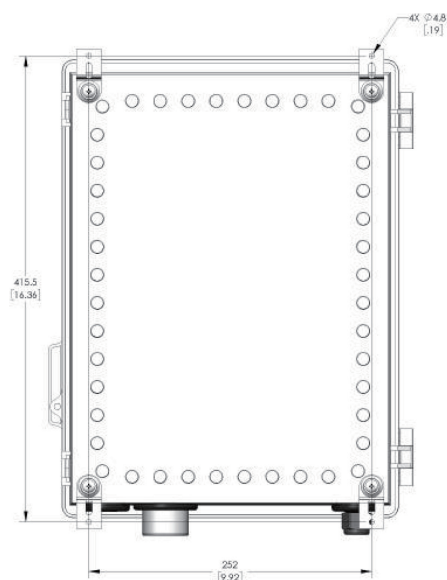
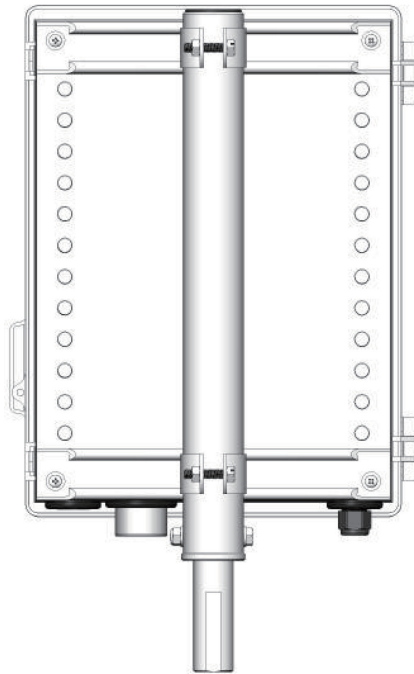


图 2-3
GM-5000 三脚架式
安装

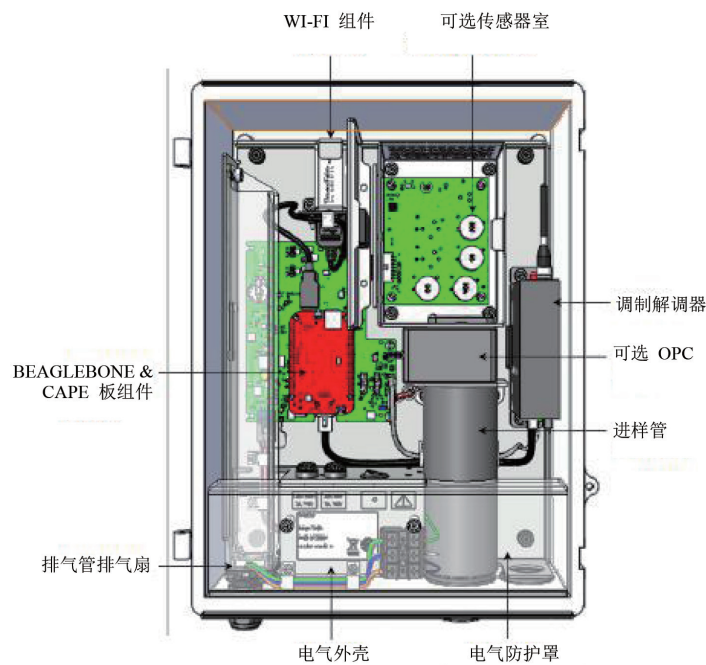


仪器布局和部件标识

用户应熟悉所有内部组件的位置和功能（图 2-4）。请注意，锁定锁门将机箱主体连接到前门，并压缩垫圈以正确密封机箱。如有必要，前门也允许使用挂锁。

合格的 Thermo Fisher Scientific 人员可执行本说明书中未明确说明的任何维修或维护事项。如果出现任何问题，请联系工厂。除非“维护”和“维修”章节中所述，否则请勿试图拆卸 GM-5000，因为可能导致仪器保修失效。

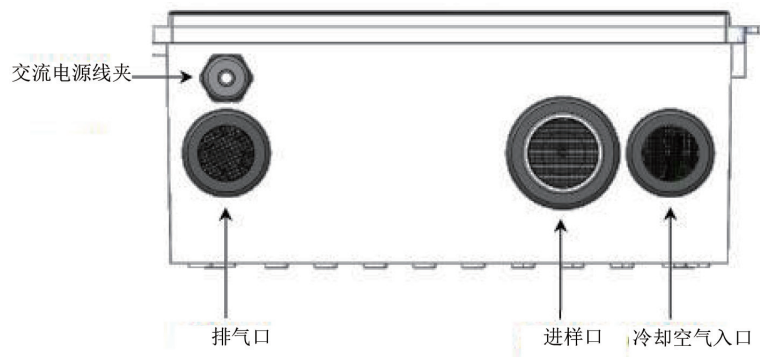
图 2-4
GM-5000 前视图



仪器底部 GM-5000 底部有四个组件；交流电源线夹、仪器排气扇端口、加热进样管和冷却空气入口（图 2-5）。



设备损坏 如果进样管、进气口或排气口堵塞，可能会损坏设备。▲



电气外壳和连接 位于内部下边缘的电气外壳由电气防护罩覆盖，包括主电源开关、保险丝座、交流电接线盒、电源板和 EMI 滤波器（见图 2-4）。输入的交流电源线穿过箱底的水密压盖。然后将零线和火线连接到接线盒，如图 2-6 所示。连接后，拧紧压盖以密封电源线，防止水进入。该仪器在 110 伏电压下的最大电流消耗为 2 安培，所以 18 号或更大功率的电源线是最合适的。请咨询合格的电工以确认是否安装正确。

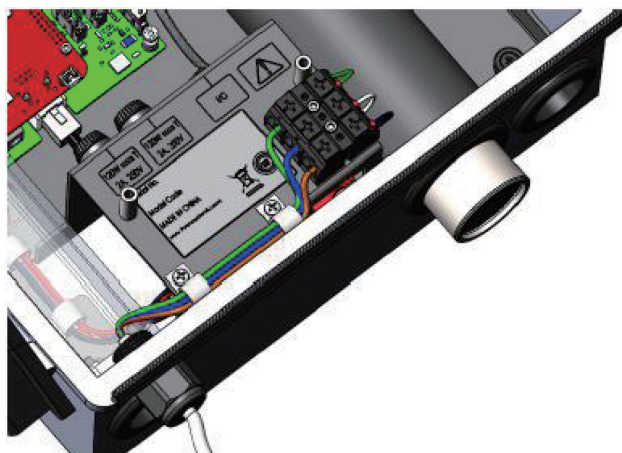


设备损坏 GM-5000 可以由电压为 100–240 VAC、频率在 50 至 60 Hz 之间的任何线路供电。对于电压和频率在此范围内的电源线，不需要进行内部调整或选择。内部 AC-DC 电源装置自动进行调整。▲



设备损坏 如果电源输入或保险丝类型超出规定范围，可能会损坏设备。▲

图 2-6
GM-5000 交流配线
连接



带有可选 OPC 的进样管组件 进样管组件通过箱底伸出，位于 GM-5000 机箱的右下侧（见图 2-4）。入口配有金属丝滤网以防止碎屑进入。进样管被加热，以防止在仪器内部形成冷凝，其尺寸选择性使大于目标尺寸的颗粒掉出而无法进入测量部分。通过位于可选光学粒子计数器（OPC）内部的小型采样风扇将空气样品吸入进样管。如果不存在 OPC，则采样风扇位于 OPC Blank 内部，其尺寸等同于 OPC，并允许系统以与 OPC 存在时相同的方式运行。

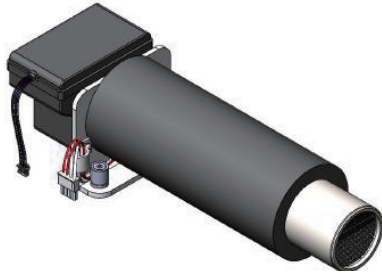
将空气样品吸入进样管后，其将通过可选 OPC。OPC 是一种激光系统，用于检测和测量空气中是否存在 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 颗粒。一旦空气样品通过 OPC，或者如果不存在 OPC 则通过 OPC Blank，那么采样风扇会将空气推入可选传感器室组件（如果已配备）。



设备损坏 如果进样管、进气口或排气口堵塞，可能会损坏设备。▲

图 2-7

GM-5000 进样管组
件和可选 OPC



可选传感器室组件一旦空气样品通过 OPC 或 OPC Blank，采样风扇会将空气推过另一个保护性金属丝滤网并进入可选传感器室组件（如果已配备）。传感器室组件位于 GM-5000 机箱的右上侧，与进样管和 OPC 或 OPC Blank 对齐（见图 2-4）。

传感器室组件包含传感器接口板，其上装有电化学传感器和可选光电离检测器（PID）。根据订购的传感器，这些电化学传感器可连续测量臭氧、一氧化碳、二氧化氮、一氧化氮和二氧化硫，而 PID 将测量 TVOC。空气样品充满传感器室，经过电化学传感器和 PID 并进行测量，然后从传感器室进入 GM-5000 主机箱，在那里与冷却空气混合并排放到大气中。（如果没有传感器室组件，则空气样品直接从 OPC 进入 GM-5000 主机箱。）

通过向上提起盖板时向左滑动盖板门锁，可以清洁或维修传感器室组件。



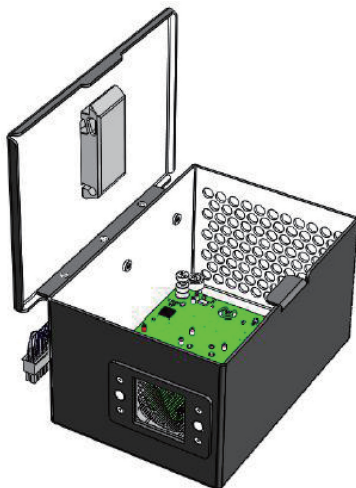
设备损坏 请勿触摸电化学传感器的中心，否则可能会造成损坏。如有必要，务必通过外边缘而不是中心来处理传感器。▲



设备损坏 少量静电会损坏一些内部组件。处理任何内部组件时，必须佩戴正确接地的防静电腕带。▲

图 2-8

GM-5000 可选传感器室组件



蜂窝 VPN 路由器 / 调制解调器

下图中的路由器 / 调制解调器是由 Thermo Fisher Scientific 公司提供的典型版本的代表，但其他版本的路由器 / 调制解调器也可应用于仪器中。本说明书中有关路由器 / 调制解调器的任何引用信息适用于 Thermo Fisher Scientific 版本。

工业蜂窝路由器 / 调制解调器位于 GM-5000 机箱的右侧中央（见图 2-4）。它为蜂窝网络提供可靠的 3G/4G 连接，适用于恶劣的工业应用环境。它还允许用户从仪器远程下载记录的数据，使用户能够发送命令，诊断潜在问题，并对仪器的运行进行持续的远程监测。

图 2-9
路由器 / 调制解调器

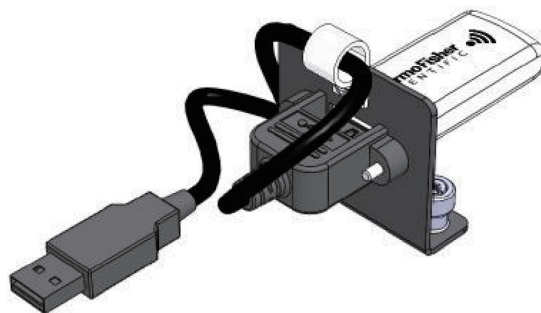


WiFi 组件

WiFi 组件位于 GM-5000 机箱的左上角（见图 2-4）。WiFi 加密狗对 GM-5000 和 Windows PC 提供无线局域网连接。GM-5000 未配备包括显示屏和按钮键的典型用户界面，而是依靠便携式设备的 Web 浏览器与仪器连接。WiFi 加密狗的最大范围约为 20 米。

图形用户界面（GUI）加载到仪器嵌入式计算机上运行的 Web 服务器上，并且不必通过互联网访问，从而与仪器安全连接。浏览器界面实时显示污染物的实测浓度，并使操作者能够访问诊断数据并调整运行参数。有关 GM-5000 用户界面的功能和操作的更多信息，见本说明书的第 3 章“操作”。

图 2-10
WiFi 组件



BeagleBone Cape 板组件

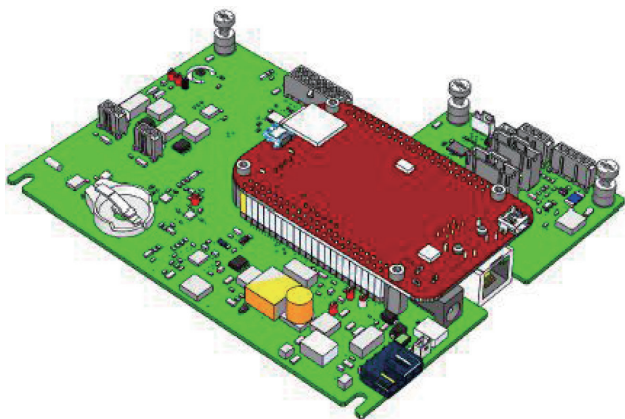
BeagleBone Cape 板组件位于 GM-5000 机箱的左侧中央（见图 2-4）。它包含仪器的嵌入式计算机（用于控制仪器中所有子组件的功能）以及含有浏览器界面的 Web 服务器，该界面可供操作者对仪器进行访问。它还包含存储所有记录数据的微型 SD 卡。



设备损坏 少量静电会损坏一些内部组件。处理任何内部组件时，必须佩戴正确接地的防静电腕带。

图 2-11

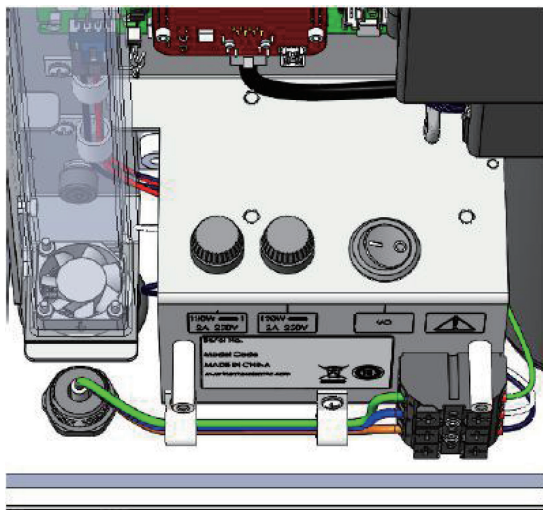
BeagleBone Cape 板



排气管 / 排气扇 排气管位于 GM-5000 机箱的整个左侧，排气（冷却）风扇位于排气管底部的左下角（见图 2-4）。

排气扇的流速高于采样风扇，确保冷却空气通过机箱底部的冷却空气入口吸入仪器。排气管引导冷却空气流过电子器件，然后在那里与分析后的样气混合并通过排气扇从机箱排出。请注意，排气 / 冷却风扇受软件控制，可以打开和关闭，因此可以根据环境温度需要调整通过机箱的总空气流量。

图 2-12
排气管 / 排气扇



运行前准备 开始使用 GM-5000 前，首先必须按照本章前面“安装”部分所述，在墙壁、三脚架或支杆上以合适的方向安装。

交流电源连接 从工厂收到的 GM-5000 未配备交流电源线，因为仪器通常通过“硬线”连接到交流电源中。该仪器在 110 伏电压下的最大电流消耗为 2 安培，所以 18 号或更大功率的电源线是最合适的。请咨询合格的电工以确认是否安装正确。

在连接交流电源前，必须拆卸电气防护罩。请参阅本说明书第 7 章“维修”中的“拆卸电气防护罩”程序（图 7-3）。

输入的交流电源线穿过箱底的水密压盖。然后将零线和火线连接到接线盒，如图 2-13 所示。连接后，

拧紧压盖以密封电源线，防止水进入。

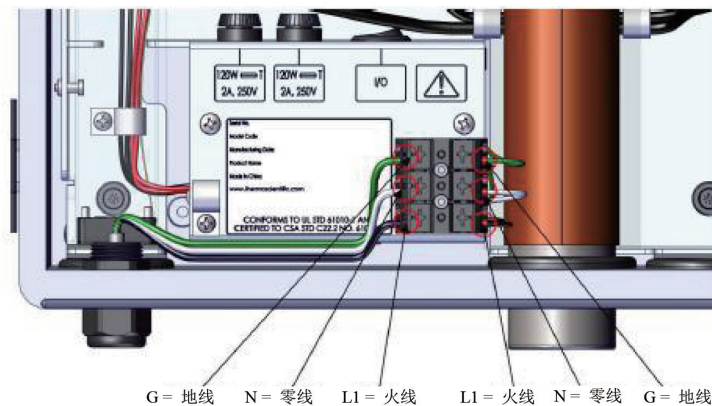


设备损坏 应注意 GM-5000 可以由电压为 100–240 VAC、频率在 50 至 60 Hz 之间的任何线路供电。对于电压和频率在此范围内的电源线，不需要进行内部调整或选择。内部 AC-DC 电源装置将自动进行调整。▲



警告 为了避免损坏仪器，在连接或断开交流电源之前，请确保电源开关处于关闭位置。▲

图 2-13
交流电源连接



GM-5000 与计算机之间的通信

GM-5000 用户界面加载到仪器嵌入式计算机上运行的 Web 服务器上，并通过 WiFi（来自 Windows PC）进行访问。

使用以下程序在 GM-5000 和计算机之间建立 WiFi 连接：

1. 打开 GM-5000 电源开关。
2. 大约 2 分钟后，您将看到 GM-5000 计算机板下侧下边缘上的蓝色 LED 闪烁，伴有稳定的“心跳”模式。这表示系统正常运行。
3. 单击“Windows PC”屏幕右下角的条形符号，打开显示可用无线连接的窗口。
4. 找到与 GM-5000 主机名匹配的设备，该主机名将显示为“thermo-grid-xxxx”，其中“xxxx”是一系列数字和字母，然后单击“连接（Connect）”。
5. 系统会要求您输入密码。默认密码为“thermo-grid”。
6. 输入密码后，您应该会收到一条消息，指示设备已连接。如果收到黄色警告消息提示没有互联网连接，可以忽略该消息。
7. 如果连接完全失败，最好关闭 GM-5000，等待 10 秒钟然后重新打开电源。请注意，在任何给定时间，仅一名用户或一台设备可连接至 GM-5000 WiFi。
8. 建立连接后，打开浏览器窗口（建议打开 Chrome 或 Firefox。）
9. 转至 IP 地址行并输入 192.168.4.1。用户界面应在大约 10 秒内打开。

第 3 章 操作

本章介绍用户界面的功能。

用户界面 用户界面由“导航栏”、“可操作区域”和“状态栏”组成。位于顶部的“导航栏”包括“主页”按钮和“标题字段”。位于中间的“可操作区域”是“主屏幕”和所有其他屏幕的访问位置。“主屏幕”有三个位于左侧的“主菜单”按钮，包括“校准”、“数据”和“服务”，而按钮右侧的主数据表则显示仪器传感器的当前浓度读数。位于底部的“状态栏”包括“后退”按钮、“模式字段”、“状态符号”和“日期/时间”。

主屏幕



“用户界面”包含以下信息：

导航栏：

- 主页按钮：此按钮出现在每个页面上，用户可随时通过此按钮返回到“主屏幕”。如果已显示“主屏幕”，则点击此按钮仅刷新显示内容。
- 标题字段：这是一个在每个屏幕都会显示的文本框，显示仪器型号和当前页面的名称。在某些情况下，还会显示仪器标识符或名称，可在设置菜单中编辑这些信息。

可操作区域：

- 控制按钮：“主屏幕”的可操作区域中有三个按钮，分别链接到三个主菜单：校准、数据和服务。
- 主数据表：主数据表用于显示仪器传感器的当前浓度读数。该表有三列。最左侧列显示正在测量或报告的参数。中间列是测量结果的“实时”显示。此列每 10 秒更新或刷新一次。最右侧列显示每个参数的浓度单位。表格中的行数将有所不同，具体取决于所安装的传感器类型。

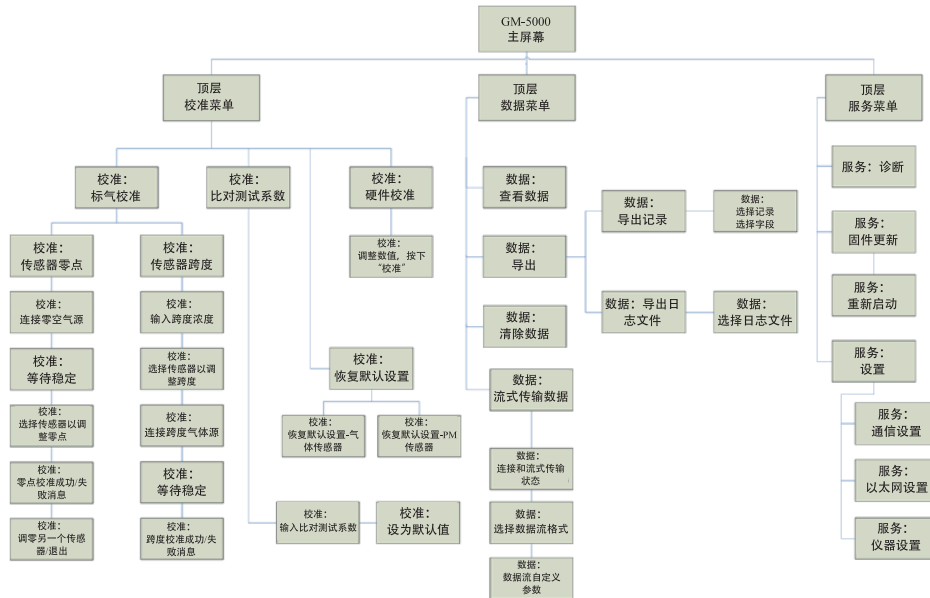
状态栏：

- 后退按钮：将显示页面向后退一步到先前显示的页面。

- 模式字段：这是一个显示仪器当前运行模式的文本框。运行模式也包含在每条数据记录中，操作者可在数据的后处理或分析期间使用。“模式字段”中显示为“运行”和“服务”。请注意，只要仪器处于“服务模式”，排气 / 冷却风扇和采样风扇就会关闭。
- 状态符号：此字段显示表明仪器状态的两个可能的符号之一。如果没有错误，该符号为绿色“√”，如果检测到错误，则为红色“⚠”。
- 时间戳字段：这是一个在每个屏幕上显示的文本框，显示当前日期和时间。

主菜单 位于“主屏幕”上的“主菜单”按钮包含三个子菜单。每个子菜单都包含相关的仪器设置、操作或信息。本章详细介绍了每个子菜单和屏幕。有关更多信息，请参阅相应章节。

图 3-1
GM-5000 主菜单结构



校准 “校准”屏幕允许用户使用零点或跨度气体源来校准气体传感器、使用比对测试过程手动调整截距和斜率、恢复原始出厂校准默认值、或校准“硬件”，即温度、相对湿度和压力传感器。有关如何执行校准的更多说明，见第 4 章“校准”。

主屏幕 > 校准



“校准”屏幕包含以下信息：

- 标气校准：允许用户通过使用零空气和跨度气体来校准气体传感器。
- 比对测试系数：允许用户手动输入校准系数，可使用比对测试数据离线计算出此校准系数，而比对测试数据可通过使用经认证的参比分析仪与 GM-5000 “并排” 放置并运行。
- 恢复默认设置：允许用户将校准系数恢复为原始出厂默认值。
- 硬件校准：允许用户校准 “硬件”，即温度、相对湿度和压力传感器。

标气校准 “标气校准” 屏幕用于通入零空气或跨度气体来启动空气质量传感器的校准。操作者选择 “传感器零点” 来对任何气体传感器或颗粒物传感器进行零点调整，或选择 “传感器跨度” 来对任何气体传感器进行跨度调整。有关执行气体校准的更多信息，见第 4 章 “校准”。

主屏幕 > 校准 > 标气校准



“标气校准” 屏幕包含以下信息：

- 传感器零点：允许用户调整空气质量传感器的零点读数。
- 传感器跨度：允许用户启动气体传感器的跨度校准（颗粒物传感器无法进行跨度调整）。
- 当前值表：该只读表显示了所有传感器的当前 “用户零点” 和 “用户跨度” 值。零点值用浓度表示，跨度值为没有单位的倍增系数。

比对测试系数 “比对测试系数” 屏幕用于手动输入在比对测试校准时离线计算得出的截距和回归系数，即根据已知参比仪器进行校准。

仪器出厂时的默认值如下所示。请注意，如本章后面所述，也可从远程服务器对这些系数进行调整。

有关比对测试校准的详细信息，见第 4 章 “校准”。

主屏幕 > 校准 > 比对测试系数



“比对测试系数”屏幕包含以下信息：

- 设为默认值：允许用户清除比对测试系数，将截距、变量 2 和变量 3 设为零以及将变量 1 设为 1。这基本上禁用了比对测试。
- 保存并退出：允许用户保存并应用对上述比对测试系数的更改，然后退出并返回主“校准”屏幕。
- 取消：允许用户退出此屏幕而不更改比对测试系数，并返回主“校准”屏幕。

恢复默认设置 “恢复默认设置”屏幕用于将校准系数恢复为原始出厂默认值。将删除用户校准中存储在仪器中的任何校准数据。校准值恢复到最初在工厂设置的系数，直到执行新的用户校准。有关恢复默认设置的更多信息，见第 4 章“校准”。

主屏幕 > 校准 > 恢复默认设置



“恢复默认设置”屏幕包含以下信息：

- 恢复默认校准 - 气体传感器：允许用户仅恢复气体传感器的原始出厂校准。
- 恢复默认校准 - PM 传感器：允许用户仅恢复颗粒物传感器的原始出厂校准。
- 取消：允许用户在不对现有校准进行任何更改的情况下中止恢复默认设置过程。

硬件校准 “硬件校准”屏幕用于校准温度、湿度和压力传感器。该屏幕包括五个文本框，其中每个测试框都带有一个操作按钮。

通过将 GM-5000 与已知“良好”仪器放置在同一环境，并输入参比值来校准 5 个传感器。例如，为了校准 GM-5000 压力传感器，操作者要使用高质量、经校准的参比压力计读取大气压力读数，然后在相应的文本框中输入压力计值。单击相应的“校准”或操作按钮，将已知的真实压力读数发送回应用程序，然后应用程序计算可用于校正 GM-5000 压力传感器的跨度调整值。

这些硬件校准最初在工厂执行，除非出现故障或硬件更换，否则通常不需要重复进行。

主屏幕 > 校准 > 硬件校准



“硬件校准”屏幕包含以下信息：

- 传感器室温度：允许用户调整传感器室温度读数，以匹配参比值。
- 传感器室 RH：允许用户调整传感器室相对湿度读数，以匹配参比值。
- 传感器室压力：允许用户调整传感器室压力读数，以匹配参比值。
- 机箱温度：允许用户调整机箱温度读数，以匹配参比值。
- 进样管温度：允许用户调整进样管温度传感器读数，以匹配参比值。

注 该硬件校准将调整报告的读数，以匹配参比仪器，但不会更改或设置实际温度、压力或相对湿度。



数据 “数据”屏幕用于查看和记录浓度和仪器数据。用户可以以表格格式查看数据，将数据导出到文件中，或将实时数据流式传输到外部服务器。可将各种日志文件导出到文件中，其可用于诊断目的。

主屏幕 > 数据



“数据” 屏幕包含以下信息：

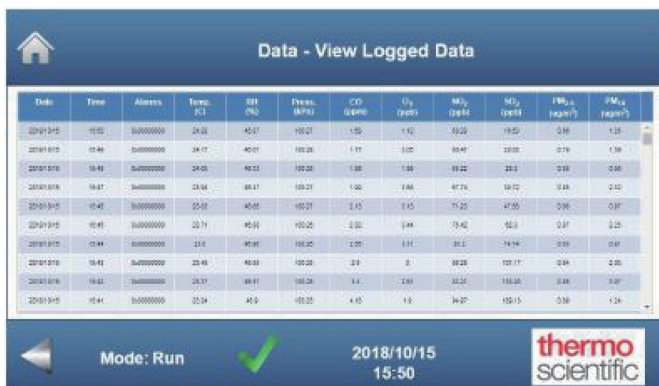
- 查看数据：允许用户查看记录的数据，最新数据位于表格顶部。
- 导出：允许用户将所有记录数据或指定记录数据子集导出为 CSV 格式的文件。用户也可以导出 GUI（图形用户界面）、系统、应用程序或直方图日志文件，这些均可用于诊断目的。
- 清除数据：允许用户从数据库中清除所有记录的数据。
- 流式传输数据：允许用户将实时数据流式传输到其 IP 地址由用户指定的远程服务器上。

查看数据 “查看数据” 屏幕允许用户检索和查看已存储在仪器数据库中的测量数据。这是一个只读表，其中每一行代表一条数据记录。

数据记录按采集的顺序显示，最新记录位于顶部。滚动条允许操作者向下滚动以查看旧记录。

每条记录的格式和内容都是固定的，每条记录包含约 12 个数据字段，如下面的“查看记录数据” 屏幕示例所示。字段的确切数量可能有所不同，具体取决于所安装的传感器。

主屏幕 > 数据 > 查看数据



“查看数据” 屏幕包含以下信息：

横向：

- 日期：年 / 月 / 日
- 时间：24 小时格式
- 警报：显示仪器模式编码数字以及存在的任何警报，如果仪器处于“服务模式”，这些数字将以黄色突出显示，如果出现警报，则将以红色突出显示。
- 温度：传感器室温度，单位为 ° C
- RH：传感器室相对湿度，以“%”表示
- 压力：传感器室大气压，单位为 kPa
- CO：一氧化碳读数，单位为 ppm
- O₃：臭氧读数，单位为 ppb
- NO₂：二氧化氮读数，单位为 ppb
- SO₂：二氧化硫读数，单位为 ppb
- NO：一氧化氮读数，单位为 ppb
- TVOC：TVOC 读数，单位为 ppm
- PM_{2.5}：颗粒物读数，单位为 μg/m³，小于 2.5 微米
- PM₁₀：颗粒物读数，单位为 μg/m³，小于 10 微米

注 温度、RH 和压力反映传感器室内的条件，而不是周围环境。显示的污染物将有所不同，具体取决于仪器配置。▲

导出 “导出” 屏幕允许用户选择要下载到 PC 上的信息类型，即包含各种诊断数据的数据记录或日志文件。选择后，另一个屏幕打开，用户可以在此进一步指定将要导出到文件中的信息。

主屏幕 > 数据 > 导出



“导出” 屏幕包含以下信息：

- 导出记录：允许用户以 CSV 格式将所有数据记录或指定的记录数据子集导出到文件中，该格式可轻松导入 Microsoft Excel 或其他数据分析程序中。

- 导出日志文件：允许用户导出 GUI 日志文件、系统日志文件、应用程序日志文件、直方图日志文件或包含所有日志文件的一组文件，这些均可用于诊断或故障排除目的。

导出记录 “导出记录”屏幕允许用户从数据库下载测量记录并以 CSV 格式保存到个人计算机(PC)或类似设备。当操作者进入到该屏幕时，会看到“单选按钮”类型控件，允许他们选择要下载的记录以及这些记录中包含的信息。

主屏幕 > 数据 > 导出 > 导出记录



“导出记录”屏幕包含以下信息：

- 导出所有记录：将所有数据记录从数据库下载到文件中。
- 导出新记录：下载以前未下载的所有记录。
- 导出所选数量记录：下载指定数量的记录，从最新记录开始，向后计数。
- 导出所选日期范围的记录：下载在规定的日期和时间范围内保存的所有记录。
- 标准字段：允许用户选择标准数据集作为下载记录中包含的信息。标准数据字段包括日期和时间、所有气体传感器和颗粒物传感器测量浓度、温度和压力以及存在的任何警报。
- 扩展字段：允许用户下载比标准字段中所含信息更多的记录。
扩展数据字段包括标准数据字段中的所有信息，以及可用于诊断目的的气体传感器电压读数。
- 校准数据：允许用户下载包含仪器校准历史的记录。维修技术人员可将此类数据用于诊断。此处不包括标准或扩展字段中的任何信息。

如果用户选择了“导出所有记录”或“导出新记录”，则单击“Enter”按钮将数据文件下载到 PC 上。如果操作者选择了“记录数”或“日期范围”选项，则应在附加屏幕中输入记录数或日期范围。然后，按下“导出数据”按钮将指定数据下载到 PC 上。数据文件通常保存在“下载”文件夹中，但文件位置可能有所不同，具体取决于使用的浏览器和 PC 操作系统。

导出所选数量的记录

“导出所选数量的记录”屏幕允许用户输入要导出的记录数，从最新记录开始，向后计数。

主屏幕 > 数据 > 导出 > 导出记录 > 导出所选数量的记录



“导出所选数量的记录” 屏幕包含以下信息：

- 记录的数量：允许用户输入要导出到文件的记录数，从最新记录开始。
- 导出数据：单击此按钮可将选定数量的记录数据导出到 PC 上的文件中。

导出所选日期范围的记录

“导出所选日期范围的记录” 屏幕允许用户选择要在指定时间段内下载的记录数据的子集。

主屏幕 > 数据 > 导出 > 导出记录 > 导出所选日期范围的数据



“导出所选日期范围的记录” 屏幕包含以下信息：

- 数据开始日期 / 时间：允许用户输入要导出的记录数据的起始点。
- 数据结束日期 / 时间：允许用户输入要导出的记录数据的结束点。
- 导出数据：单击此按钮可将选定的记录数据导出到 PC 上的文件中。

导出日志文件 “导出日志文件” 屏幕允许用户下载仪器日志文件并将它们保存到 PC 上。这些文件属于文本文件，以压缩格式导出。解压后，可使用 Microsoft WordPad 或等效程序查看这些文件。在仪器出现任何问题时，日志文件可用于诊断目的。下载到 PC 上后，可通过电子邮件将日志文件发送到服务中心。

当操作者进入到该屏幕时，会看到“单选按钮”类型控件，允许选择要下载的记录日志文件。按下

“Enter” 按钮后，日志文件导出到 PC 上。文件采用 ZIP 格式，通常保存在“下载”文件夹中，但文件位置可能有所不同，具体取决于使用的浏览器和 PC 操作系统。

主屏幕 > 数据 > 导出 > 导出日志文件



“导出日志文件” 屏幕包含以下信息：

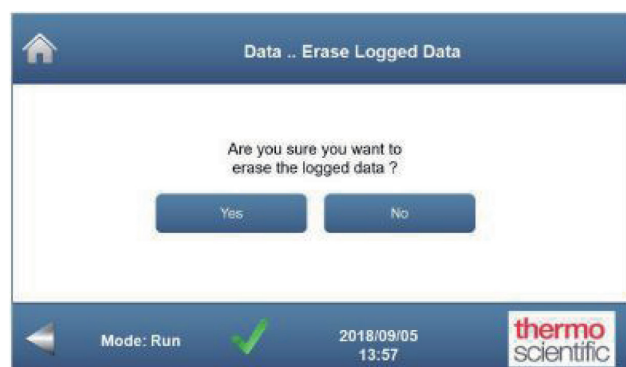
- 导出所有日志文件：将所有四类日志文件下载到相同文件夹中。
- 导出 GUI 日志文件：下载日志文件内容包含与 GUI（图形用户界面）运行相关的错误。
- 导出系统日志文件：下载日志文件内容包含操作系统产生的错误。
- 导出应用程序日志文件：下载日志文件内容包含 GM-5000 特定信息，如警报、错误、更新和状态变化。
- 导出直方图日志文件：下载日志文件内容包含光学粒子计数器（OPC）生成的详细粒径分布数据和诊断信息。这些日志文件有助于理解粒子计数器产生的任何性能错误。

清除数据

“清除数据” 屏幕是一个简单的双按钮屏幕，允许用户从数据库中删除所有记录的测量数据或取消操作。操作者也可以通过选择“后退”按钮或“主页”按钮来取消此操作。此操作仅删除测量数据，而不是包含诊断信息的日志文件。

GM-5000 具有较大的内存容量，因此很少需要清除数据。此外，请注意，清除的文件无法恢复，因此在清除文件前，请将可能有价值的任何数据下载到 PC 上。

主屏幕 > 数据 > 清除数据



“清除数据”屏幕包含以下信息：

- 是：确认用户决定清除存储在 GM-5000 数据文件中的所有数据。点击“是”将永久删除所有保存的测量数据。
- 否：取消删除操作，使用户返回上一屏幕。

流式传输数据

“流式传输数据”屏幕允许用户查看当前连接状态，启动或中断连接，以及开启和关闭数据流式传输功能。当数据流处理器处于“开启”状态时，仪器在每个采样周期结束时将一组数据发送到远程服务器。为了建立连接并流式传输数据，需要在“服务菜单”下的“通信设置”屏幕上输入服务器名称 / 地址和 TCP 端口。有关流式传输数据设置的更多信息，请参阅附录 C “连接”。

此外，可以在“服务菜单”下的“仪器设置”屏幕上设置“报告间隔”，即数据点流式传输到服务器的频率。默认值为每 5 分钟一次。有关这两个屏幕的更多信息，请参阅本章后面的“服务”部分。

主屏幕 > 数据 > 流式传输数据



“流式传输数据”屏幕包含以下信息：

- 连接状态：“连接状态”字段显示 GM-5000 与远程服务器之间的当前连接状态。该状态为“已连接”、“已断开连接”或“尝试连接”。“开始”和“停止”单选按钮用于启动或中断与远程服务器的连接。请注意，仅在单击“保存”按钮时，单选按钮选择才生效。例如，选择“停止”单选按钮，然后单击“保存”，即可断开现有连接。如果勾选了“开机时自动启动”，则 GM-5000 将在通电时自动尝试与远程服务器建立连接。如果使用数据流式传输功能，则应勾选“自动启动”框，仪器将在断电或其他运行中断后自动重新连接至服务器。
- 流式传输状态：“流式传输状态”字段用于开启和关闭自动数据流式传输，以及显示当前设置。同样，仅在单击“保存”按钮时，对单选按钮选择的更改才生效。例如，选择“停止”单选按钮，然后单击“保存”，即可使仪器停止自动流式传输数据。在断电时，将自动“保持”GM-5000 流式传输状态。例如，如果将流式传输设为“开启”，则在断电或重新启动后，其仍处于“开启”状态。请注意，在大多数安装中，连接状态为“已连接”，并将流式传输设为“开启”。但是，在一些情况下，GM-5000 可能连接至远程服务器，但操作者想将“流式传输状态”设为“关闭”位置。这样做通常是为了使远程服务器能够进行数据轮询或使服务器和 GM-5000 能够在双向“对话”中交换数据，且不会因新数据记录而中断。有关与远程服务器通信的更多信息，请参阅附录

C “连接”。

- 数据流格式：点击此按钮将打开另一个屏幕，操作者可以在此选择通过流式传输功能发送到远程服务器的数据字符串或数据包的格式 / 内容。
- 保存：提交对该屏幕进行的任何更改。
- 退出：取消任何更改，使用户返回上一屏幕，且不提交更改。

数据流格式 “数据流格式 / 选择格式选项” 屏幕提供“单选按钮”选择列表，允许操作者选择流式传输数据记录或数据包的所需内容。如下所述，有三个预定义数据格式选项。操作者也可以选择创建仅包括在设置时指定的字段的自定义数据记录。

标准记录包括日期、时间、仪器名称、所有温度读数、RH、压力、警报以及报告的所有传感器读数（单位：浓度）。每个数据点前面都有一个标签，且字段用逗号隔开。

比对测试记录包括与标准记录相同的所有字段，但它们也包括称为“实际值”的其他浓度读数，反映了在比对测试校准关闭时仪器会报告的数值。这些本质上是仅使用工厂校准值并根据传感器电压计算出的浓度。“实际值”是很有价值的信息，因为可以将它们与参比数据进行比较，并用于回归分析，以计算比对测试系数，如第 4 章“校准”所述。

详细记录包括比对测试记录中的所有数据字段加上气体传感器电压读数。这些电压读数有时可用于诊断和故障排除，或一些云计算系统可将其用于通过交替算法离线计算污染物浓度。

主屏幕 > 数据 > 流式传输数据 > 数据流格式



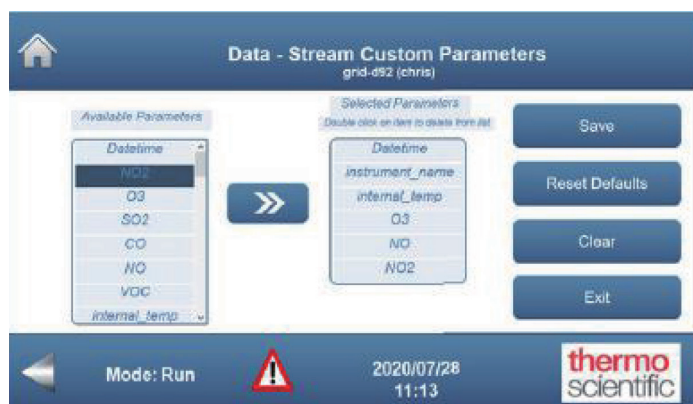
“数据流格式” 屏幕包含以下信息：

- 单选按钮检查表：当屏幕打开时，将“勾选”或选择当前有效格式。选择所需选项，然后单击“保存”按钮，即可更改数据流格式。
- 自定义选择：此按钮将打开另一个屏幕，允许用户创建数据流式传输功能所使用的数据包的自定义版本。
- 保存：此按钮将登记或提交对单选按钮选择的更改，也将关闭该屏幕。
- 退出：此按钮将取消任何更改并关闭屏幕。

数据流自定义参数

“自定义参数”屏幕允许操作者创建仅包括特定应用所需的特定参数的数据流。在以下示例中，操作者已创建自定义格式，其中仅包括日期和时间、仪器名称、内部温度以及臭氧、NO 和 NO₂ 浓度读数。其他传感器的读数仍将记录在 GM-5000 内部数据库中，但不包括在流式传输数据中。通过将参数集减至仅包括所需项目，操作者可尽量减少蜂窝数据的使用，并简化数据处理。

主屏幕 > 数据 > 流式传输数据 > 数据流格式 > 自定义选择



“自定义参数”屏幕包含以下信息：

- 可用参数：此滚动框包含可在流式传输数据中的所有参数的列表。
- 所选参数：此滚动框包含所选择到流式传输数据中的所有参数的列表。通过在“可用参数”列表中突出显示所需项目并单击双箭头（>>）符号，即可添加新参数。
- 保存：“保存”按钮将登记或提交在“所选参数”列表中进行的更改，并关闭“自定义参数”屏幕。如果不保存的情况下退出，则该列表将恢复到打开屏幕时存在的版本。
- 重置默认设置：此按钮将设置“所选参数”列表，使其包括所有可用参数。然后，将询问用户是否确认选择。
如果用户确认选择，则将保存该列表，并关闭“自定义参数”屏幕。
- 清除：此按钮将删除“所选参数”列表中的所有条目，使操作者重新创建一个新列表。
- 退出：此按钮将在不保存“所选参数”列表的情况下关闭“自定义参数”屏幕。已进行且未保存的任何更改将丢失。

服务 “服务”屏幕允许用户查看诊断信息（如电压和温度）、设置 WiFi 和蜂窝通信参数、将新固件更新加载到仪器上、设置日期和时间以及设置记录和流式传输数据的报告间隔。

主屏幕 > 服务



“服务” 屏幕包含以下信息：

- 诊断：为用户提供各种环境和电气诊断信息，包括温度、相对湿度和压力读数，以及从关键电路获取的电压测量值。如果这些参数中的任何一个超出预定的工厂警报限值，将以红色突出显示。
- 固件更新：允许用户通过 WiFi 连接、以太网加载新固件或使用包含蜂窝调制解调器的 VPN 远程加载新固件。
- 设置：可用于访问附加服务屏幕，此类屏幕可用于配置通信、设置静态以太网地址或调整仪器设置。

诊断 “诊断” 屏幕（如下所示）包括两个“只读”表，提供有关仪器运行条件的信息，包括各种环境和电气诊断信息。如果这些参数中的任何一个超出预定的工厂警报限值，将以红色突出显示。由于该屏幕可能包含比其他屏幕更多的信息，因此使用小号字体和多个表格来对格式稍作更改。

主屏幕 > 服务 > 诊断



“诊断” 屏幕包含以下信息：

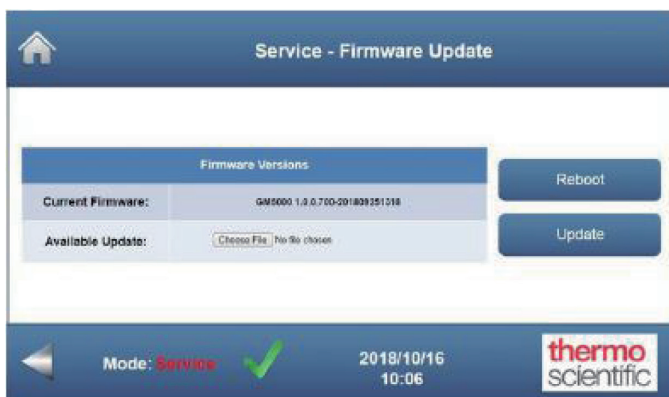
- 环境状况：显示位于分析仪各组件上不同类型传感器的实时测量数据。
- 仪器温度：显示仪器机箱内的当前温度（单位：°C）。

- 入口温度：显示当前进样口温度（单位：°C）。
- 传感器温度：显示当前传感器室温度（单位：°C）。
- 传感器湿度：显示当前传感器室相对湿度。
- 传感器压力：显示当前传感器室压力（单位：kPa）。
- OPC 激光：显示当前 OPC 激光状态（开启或关闭）。
- OPC 风扇：显示当前 OPC 风扇状态（开启或关闭）。
- OPC 状态：显示当前 OPC 操作状态（正常或失败）。
- 电气状态：显示从分析仪电路板获取的实时电压测量值。如果这些参数中的任何一个超出可接受范围，将以红色突出显示。可将此类信息用于诊断。

固件更新 “固件更新”屏幕用于将最新固件版本加载到仪器上。可在 Thermo Fisher Scientific 网站上找到固件更新版本并将其下载到 PC 上。用户必须选择“可用更新”行中的“选择文件”，选择包含更新固件的文件。然后，用户单击“更新”按钮，开始安装过程。PC 到 GM-5000 的文件传输完成后，将出现一个弹出窗口，通知用户传输已完成。用户需根据屏幕上的提示操作。然后，仪器将自行重新启动，以安装并激活新固件。虽然在查看 GUI 时可能并不明显，但仪器连接可能断开了两次。整个更新过程至少需要 10 分钟才能完成。非常重要的一点是，不要关闭分析仪电源或中断该过程。

注 固件更新至少需要 10 分钟才能完成，并且在启动过程后不应中断。非常重要的一点是，在该过程中，不要关闭分析仪电源。在固件更新过程完成后，才能重新建立与分析仪的连接。▲

主屏幕 > 服务 > 固件更新



“固件更新”屏幕包含以下信息：

固件版本：

- 当前固件：显示仪器中安装当前固件版本号。
- 可用更新：在选择包含新固件的文件后，显示更新期间即将加载的固件版本号。
- 重新启动：允许用户在不关闭仪器的情况下重新加载操作系统。有时需要在固件更新或更改通信设置后执行此操作。
- 更新：开始更新和安装新固件版本。

设置 “设置”屏幕可用于访问三个附加屏幕，允许操作者调整通信设置、以太网参数以及影响 GM-5000 配置和运行的其他控件。

主屏幕 > 服务 > 设置



“设置”屏幕包含以下信息：

- 通信设置：此按钮将打开输入屏幕，允许用户配置本地 WiFi 连接和与远程服务器的和 HTTP 连接。
- 以太网设置：“以太网设置”按钮将打开输入屏幕，允许操作者设置 GM-5000 以太网连接的静态 IP 地址。这不是典型的应用场景，但该屏幕允许仪器在必要时加入现有网络。请注意，仪器仅带有一个以太网端口，因此，在没有其他硬件的情况下，不能同时连接内部调制解调器 / 路由器和以太网。
- 仪器设置：“仪器设置”按钮可用于访问附加设置屏幕，允许用户为仪器分配名称和位置、设置记录或流式传输数据的报告间隔、设置时区以及设置当前日期和时间。

通信设置 “通信设置”屏幕允许用户设置各种参数，以配置与 GM-5000 的通信。操作者可以通过 WiFi、以太网电缆或使用连接至互联网服务提供商（ISP）的无线 3G/4G 路由器通过互联网来连接 GM-5000。有关路由器 / 调制解调器的更多信息，请参阅附录 C “连接”。

为实现“本地”运行，操作者通常使用 WiFi 将 PC 或类似设备连接至 GM-5000。在该模式下使用时，GM-5000 充当服务器，并创建其自己的本地网络，操作者可通过从计算机 WiFi 列表中显示的可用 WiFi 连接列表中选择相应的 SSID 号来加入该网络。在任何给定时间，仅一台设备可连接至 GM-5000 服务器，因此，GM-5000 和 PC 本质上正在创建 1:1 专用网络，使 PC 可访问仪器设置和数据。

通过互联网连接时，可通过两种方式利用远程服务器。可通过简单的 HTTP 连接将数据流式传输到远程服务器，或通过虚拟专用网络（VPN）提供安全连接。GM-5000 配备开放 VPN 客户端，因此，如果需要 VPN 连接，则远程服务器必须运行开放 VPN 客户端程序。此时，不支持其他 VPN 系统。

在流式传输模式下使用时，GM-5000 将未加密数据直接发送到服务器，在此处可将其格式化，并放入文本文件中。使用流式传输数据要求仅在“数据服务商设置”列填写“服务器名称 / 地址”和

“TCP 端口” 字段。应注意，简单的 HTP 连接允许服务器与 GM-5000 之间进行一些有限的双向通信。双向通信命令集见附录 C “连接”。

当启用 VPN 时，允许远程访问用户界面，访问方式与通过 WiFi 连接的方式相同，仅通过蜂窝调制解调器连接服务器。使用 VPN 时，需要填写“数据服务器设置”列下的所有字段。

如果对该“通信设置”屏幕进行了任何更改，在用户按下“Enter”按钮后，需要重新启动仪器。使用位于下文所述“更新”屏幕上的“重新启动”按钮，即可开始重新启动。

主屏幕 > 服务 > 设置 > 通信设置



“通信设置” 屏幕包含以下信息：

WiFi 设置：

- SSID/ 主机名：在文本框中显示当前 SSID/ 主机名，并允许用户输入新的 SSID/ 主机名。如果分配新的 SSID/ 主机名，则将提示用户输入和确定当前密码或创建新 WiFi 密码。更改密码时需小心。无法通过远程连接恢复丢失的密码。请注意，在 GM-5000 中，SSID 或 WiFi 名称与主机名或节点名相同。对于大多数网络系统来说，这并不常见。
- WiFi 通道：允许用户从下拉列表中选择 WiFi 通道。请注意，并非所有 WiFi 通道均适用于所有系统或所有国家。
- WiFi 密码：允许用户为 SSID/ 主机名创建新 WiFi 密码。请注意，SSID/ 主机名密码和 WiFi 密码始终相同。
- WiFi 密码（确认）：用户再次输入新密码来确认。更改密码时需小心。无法通过远程连接恢复丢失的密码。
- IP 地址：显示 GUI 的当前 IP 地址。允许用户输入新的 IP 地址。一般情况下不推荐更改 IP 地址，但在某些情况下可能需要更改。
- 国家：允许用户从下拉列表中选择 GM-5000 所在国家。

3G/4G- 数据服务器设置：

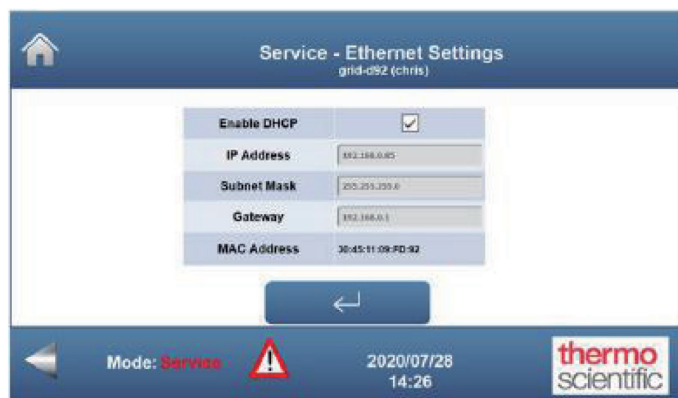
- 服务器名称 / 地址：用户输入远程服务器的域名或 IP 地址。

- TCP 端口：用户输入远程服务器的 TCP 端口。
- 先前的 OVPN 文件：显示加载的最后一个 OVPN 文件的名称。OVPN 文件包含加入特定开放 VPN 网络所需的开放 VPN 证书。如果从未设置 VPN，则该字段将显示“不适用”。
- 打开 VPN 配置文件：此按钮允许用户浏览 PC 并选择在 GM-5000 上加载的 OVPN 文件。OVPN 文件必须由开放 VPN 服务器生成，并对 GM-5000 进行了基本配置，以连接该特定服务器。将提示用户从连接的 PC 中选择配置文件。
- 启用 VPN：用户勾选此框以启用与 VPN 的连接。

重要事项 一旦用户输入或更改上述任何设置，必须单击“Enter”按钮来接受（确认）新的设置。单击“Enter”按钮后，需要重新启动仪器。“重新启动”按钮位于此“服务菜单”的“固件更新”屏幕上。▲

以太网设置 “以太网设置”屏幕用于向 GM-5000 分配静态 IP 地址。对于大多数应用，这并不是必需的，但可用于一些应用中，其中操作者需使 GM-5000 加入具有预定义 IP 地址的现有网络中。

主屏幕 > 服务 > 设置 > 以太网设置



“以太网设置”屏幕包含以下信息：

- 启用 DHCP：此复选框将启用或禁用动态主机配置协议（DHCP）。当启用 DHCP 时，GM-5000 允许网络或路由器分配 IP 地址。这属于“正常”或常用配置。当禁用 DHCP 时，复选框下方的文本框必须填有正确的信息，以向 GM-5000 分配所需 IP 地址。
- IP 地址：此文本框允许用户输入在 GM-5000 加入无 DHCP 的本地网络时将使用的静态 IP 地址。
- 子网掩码：此文本框允许用户手动设置将应用于本地网络的子网掩码。
- 网关：此文本框允许用户手动输入用于访问互联网的网关设备的 IP 地址。
- MAC 地址：这是一个不可编辑的文本框，将显示硬件的媒体访问控制地址（MAC 地址）。这是一种唯一标识符，常用于各种网络技术，包括 GM-5000 以太网和 Wi-Fi 系统。

仪器设置 “仪器设置”屏幕允许用户为仪器分配名称、ID 和位置，设置记录和流式传输数据的报告间隔，设置时区以及设置当前日期和时间。

主屏幕 > 服务 > 设置 > 仪器设置



“仪器设置” 屏幕包含以下信息：

- 仪器名称、ID 或位置：用户输入仪器名称、ID 或位置。可以使用除逗号“，”之外的任何可打印字符。此名称将显示在数据文件的各行。
- 报告间隔（分钟）：允许用户选择报告间隔（以分钟为单位），即数据记录在内部存储器中或流式传输到外部服务器的频率。选择为每分钟一次到每小时一次。默认设置为每 5 分钟一次。报告的数据与时钟时间相协调，例如，5 分钟间隔将在 1:00、1:05、1:10 等处报告。请注意，在此时间段内，所有浓度读数以及传感器室温度、相对湿度和压力均报告平均值。
- 时区：用户从下拉列表中选择时区。
- 当前日期（年 / 月 / 日）：用户设置当前日期。
- 当前时间（时：分）：用户设置当前时间（24 小时格式）。

用户输入所有必需信息后，单击“Enter”按钮即可接受该信息。

第 4 章 校准

本章介绍了用于校准 GM-5000 空气质量传感器和校准温度、相对湿度和压力传感器的程序和选项。

与所有空气质量监测仪一样，GM-5000 需要对空气质量传感器进行初始和定期校准。准确校准对于确保从气体和颗粒物传感器获得正确的读数至关重要，而不正确或不合适的校准可能会影响性能。校准频率取决于空气监测计划的需要以及诸如测试点的天气条件变化等因素。作为一般准则，在初始安装时需要校准，然后每两到三个月进行一次校准。根据气候和准确度要求，基于操作者对信号稳定性的观察，可以随时间增加或减少重新校准的频率。

除气体和颗粒物传感器外，GM-5000 还具有温度、湿度和气压传感器。这些传感器在出厂时使用参比仪器进行了校准，通常不需要任何调整或定期维护。但是，本章仍包含了在必要时调整这些传感器读数的说明。

空气质量传感器校准

GM-5000 气体传感器已在工厂使用无污染的零空气和一系列含有已知浓度臭氧、一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫和其他测试气体进行了正常运行测试。传感器对每种测试气体的定量响应已经过验证，并记录在分析仪的非易失性存储器中。颗粒物（PM）传感器也在制造时使用聚苯乙烯小球气溶胶和 NIST 可追踪气溶胶参比分析仪进行了校准。

虽然仪器响应已在工厂经过验证，但 Thermo Fisher Scientific 建议操作者进行定期校准，以确保最佳性能。确切的校准方法和频率取决于设备和人员资源以及用户对空气质量数据的准确度、精度和分辨率的预期。在某些情况下，使用非常有限的校准程序就可以提高数据质量，而其他应用可能需要更频繁和广泛的校准工作。

校准类型

有两种普遍接受的方法来校准 GM-5000 中的空气质量传感器。

第一种方法是使用认证标准气体进行校准。使用经认证的气瓶或参比气瓶进行校准是大多数传统的空气质量监测计划所采用的校准方法。对于气体传感器，这涉及到对 GM-5000 通入无污染物的“零空气”，然后是一系列含有已知污染物浓度水平的跨度气体。在许多情况下，跨度气体混合的标准可以追溯到美国国家标准与技术研究所（NIST）或可以证明其准确度的其他组织。对于 PM 传感器，该方法略有不同。在校准颗粒物传感器时，仪器通入无颗粒零空气，但无跨度调整步骤。在撰写本文时，没有涉及用于 PM 传感器的跨度调整步骤，因为并没有实际的方法可在现场产生已知浓度的测试气溶胶。

第二种校准方法是通过比对测试校准。在比对测试计划中，GM-5000 在一套可靠的参比分析仪附近长时间运行，有时将此时间称之为“学习周期”。学习周期可长达一个月，但通常为 2 周左右。从参比分析仪和 GM-5000 中收集的数据经过后处理，以确定原始传感器读数和真实污染物浓度之间的关系。该分析也可能考虑温度和湿度等可能影响传感器读数的其他因素的影响。对于 GM-5000，使用常见电子表格程序和 / 或其他数据分析软件中的简单多元回归工具进行比对测试分析。回归分析会生成一组校准系数，可通过软件界面加载到 GM-5000 中，或通过 HTP 界面由远程服务器以编程方式上传。校准后，仪器将重新安装到计划的测试点，分析仪的嵌入式软件使用保存的校准系数来解释传

感器输出并计算每种污染物的浓度。对于运行大量监测仪的监测网络，与使用气瓶相比，比对测试是一种更有效的校准方法，因为它允许同时校准多个装置。

选择使用哪种校准方法通常取决于设备的可用性、所需时间的考虑以及操作者的知识和经验。

在运行仅包含几台仪器的小型监测网络时，任何一种校准方法都可以产生高质量的数据，并且工作量和投资大致相同。但是，如果运行较大的网络，则可能优选通过比对测试校准，因为这样每个装置所需的时间和资源较少。比对测试校准的优点是：其允许操作者用已知的可靠参比设备定期校准 PM 传感器，并且还可以更好地补偿温度和湿度变化的影响。使用经认证的气体进行校准可提供有关传感器实际灵敏度的更多信息，提高可追溯性，并包括交叉干扰的自动调整。

在某些情况下，建议组合使用两种校准方法。例如，在实验室或服务中心运行气体校准，以验证初始设计，然后在部署时在现场运行比对测试校准。但是，请注意，如果使用两种类型的校准，则必须首先运行气体校准。如果在比对测试校准后运行气体校准，则会导致比对测试校准所产生的校准因数无效。

当依赖于比对测试时，强烈建议在参比分析仪处至少永久安装一个 GM-5000，以充当部署到远程位置的装置的替代品或质控设备。如果质控设备提供的读数因天气变化而开始偏离参比分析仪的读数，则假设经历相同天气模式的其他 GM-5000 装置将表现出类似行为。

使用认证标准气体的校准程序

使用以下程序应用经认证的参比气瓶校准 GM-5000 空气质量传感器。

用标准气体进行校准的过程与校准参比空气质量监测仪非常类似。仪器通电，允许预热并完全稳定 12 至 24 小时。然后向仪器提供一系列标准气体混合物，从无污染的零空气开始，接着是一种或多种“跨度”气体，其含有将监测的已知浓度的每种气体。当分析仪对每种标准气体作出响应时，根据需要记录和 / 或调整响应以使读数达到预期值。

当使用标准气体进行校准时，请注意，使用通常用于参比分析仪的干燥零空气和跨度气体将不会获得良好结果。

GM-5000 中使用的电化学传感器对湿度的突然变化非常敏感，它们需要样气或校准气体具有一定的湿度，才能正确运行。为了获得良好的校准结果，应在与当前环境条件类似的 RH 水平下向分析仪输送零空气和跨度气体。

所需设备 需要下列设备来校准 GM-5000 空气传感器。

零空气输送系统，如 Thermo Scientific 111iQ，能够提供至少 10 LPM 的洁净零空气，不含可对安装的传感器产生可检测响应的污染物。必须在大气温度和相对湿度下输送气体。

配备臭氧发生器的跨度气体稀释和输送系统，例如 Thermo Scientific 146iQ 动态气体校准器。在 5 至 10 LPM 下所需的臭氧浓度为 100 至 300 ppb。

压缩气瓶，其中含有已知浓度的适当气体，具体取决于所安装的传感器。典型跨度气体源如下：CO

(空气平衡)、SO₂ (空气平衡)、NO₂ (空气平衡)、NO (氮气平衡) 和异丁烯 (空气平衡)。对于 TVOC 传感器所采用的光电离技术, 首选校准气体为异丁烯。气瓶气体浓度必须与跨度输送系统适当匹配, 以便跨度气体可以以下列浓度输送到分析仪: 2 至 20 ppm CO、100 至 300 ppb NO₂、100 至 500 ppb SO₂、100 至 500 ppb NO 和 1 至 5 ppm 异丁烯。

6 mm 外径 PTFE 管。

GM-5000 校准盖组件 (部件号 118625-00), 包括 Nafion 湿度交换器, 可增加校准气体的湿度。(该附件可作为独立于 GM-5000 的单项产品, 从 Thermo Fisher Scientific 处订购。)

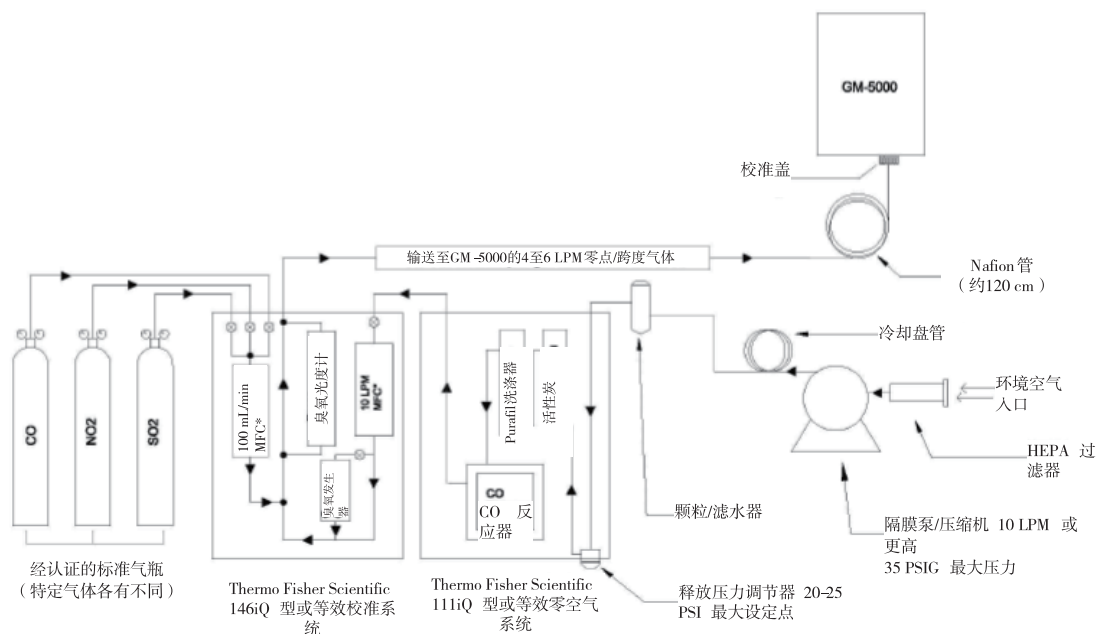
校准气路系统 为了使用参比气体校准 GM-5000, 首先需要向仪器的进样口输送 5 到 10 LPM 的清洁、无颗粒和无污染的“零空气”持续约 15 分钟, 以便使仪器清洁和稳定。

分析仪完全稳定后, 可以按照本章后面的分步说明设置传感器零点或背景读数。为了避免由于湿度和/或温度的突然变化而导致读数错误, 必须在与当前环境条件匹配的温度和湿度下输送零空气。这可以通过在气体输送系统中使用基于 Nafion 的湿度稳定管来实现。Nafion 是一种改性聚四氟乙烯聚合物, 对水具有高度渗透性, 但通常大气的其他常见成分不能透过。此类 Nafion 管可作为“所需设备”部分所述的校准盖组件的一部分, 从 Thermo Fisher Scientific 购得。

在为所有气体和 PM 传感器建立零或背景读数之后, 将通过向零空气流添加已知量的 CO、SO₂、NO₂、NO、异丁烯和臭氧来设定气体传感器跨度。在可能的范围内, 跨度气体的流速应与零空气的流速相匹配。与零调整一样, 重要的是将气流保持在环境温度和湿度下。

建议的校准气体输送系统设计如下图 4-1 所示。用于构建这种类型系统的组件可从 Thermo Fisher Scientific 购得。

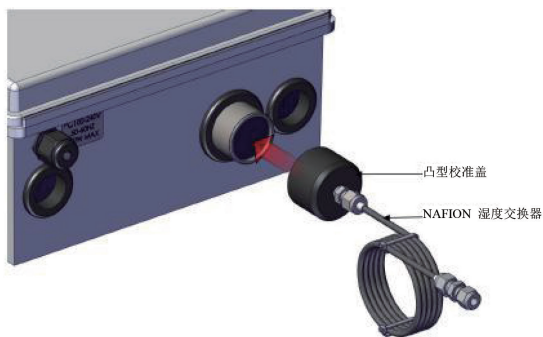
图 4-1
校准流程图



连接仪器 将校准设备连接到 GM-5000,如图 4-1 所示。将 PTFE 管从气体输送系统连接至校准盖组件湿度交换器盘管部分的接头上。以最快的速度在进样管组件上滑动校准盖。校准盖内部包含一个O形圈,可将其固定到位,无需使用工具或紧固件。

从气体输送系统输出气体并确保有气流。最低流速为 5 LPM。请注意,由于没有排气口,5 LPM 的气体将全部流入分析仪。

图 4-2
安装校准盖



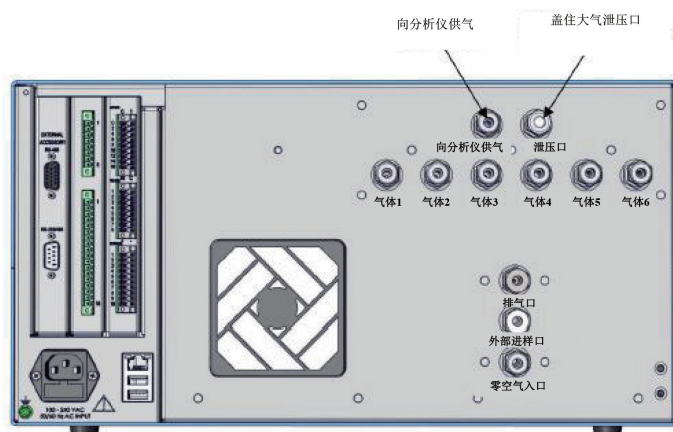
在服务模式下运行

应注意,在“正常”运行条件下,环境空气通过两个进气口(即进样口和冷却空气入口)进入 GM-5000。允许通过冷却空气入口进入的空气与气体传感室内的样气流混合。为了防止在使用零点和跨度气体进行校准时出现此类混合,GM-5000 必须在用户屏幕底部“状态栏”所示的“服务模式”下运行。在这种情况下,通过单击“主屏幕”上的“校准”按钮来启动“服务模式”。只要用户仍在“校准菜单”中,仪器就会处于“服务模式”。

在将仪器置于“服务模式”时,采样风扇和冷却风扇将关闭,这将增加校准气体在传感器室内的停留时间,并防止校准气体与环境空气混合。由于采样风扇将在校准期间关闭,必须在正向流量和压力条件下向进样口输送校准气体。也就是说,校准系统不得包括环境泄压口,其常见于使用泵进行采样的仪器中。此外,请注意,如果校准气体由稀释校准器(如 Thermo Fisher Scientific 146 型)供应,则通常在校准装置背面设有大气泄压口,在与 GM-5000 一起使用时应盖住该泄压口(图 4-3)。

在校准期间或在运行实验(如校准检查或线性测试)时,仪器不应退出“服务模式”(即校准菜单)。如果仪器在校准或测试期间退出“服务模式”,请重新进入“服务模式”,然后等待 15 分钟至系统稳定。

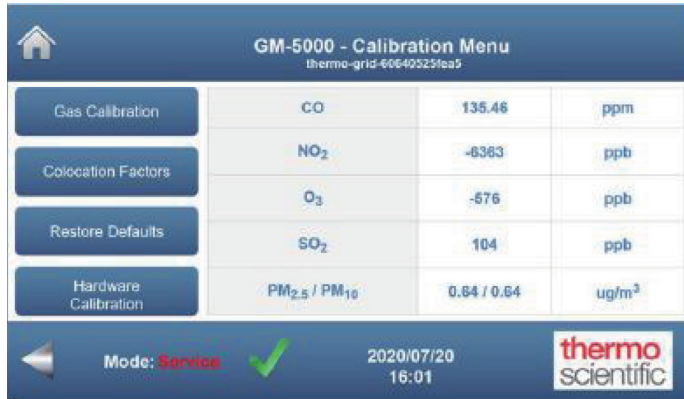
图 4-3
正确盖住的稀释校准器背面的大气泄压口



校准空气传感器零点

使用以下程序将空气传感器读数调为零。请注意，一旦输送无污染的零空气，每个传感器必须依次调零。

1. 在“主屏幕”中，选择“校准 > 气体校准”。您将看到警告屏幕，提示您运行气体校准将导致所有比对测试系数无效，您可以选择继续或取消。



2. 在“气体校准”屏幕中，选择“传感器零点”。



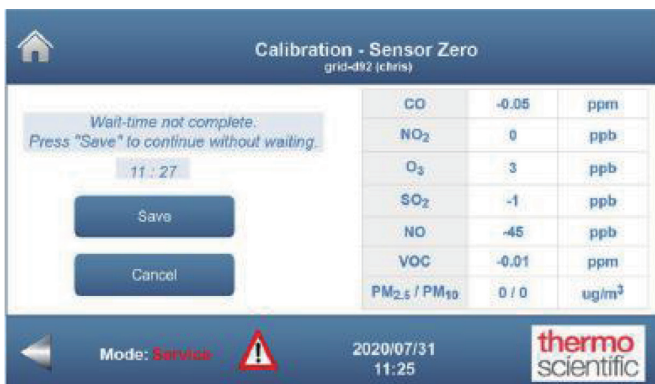
3. 然后提示用户连接无污染的零空气源。完成后，选择“准备就绪”。



4. 然后提示用户等待 15 分钟以使仪器稳定，同时显示倒计时计时器。15 分钟后，选择“保存”。



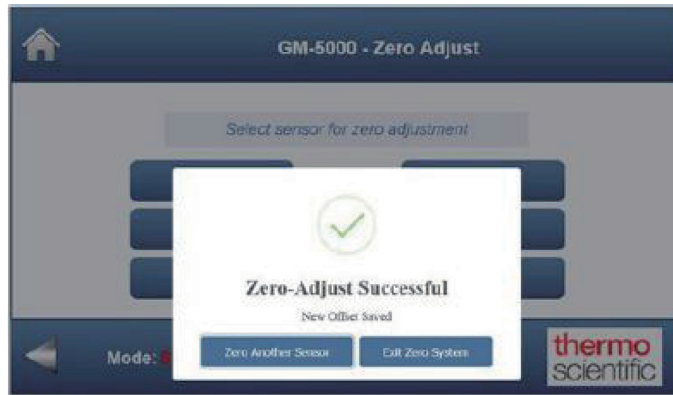
如果用户在选择“保存”之前没有等待满 15 分钟，则会出现另一个屏幕，显示等待时间尚未完成的消息，且倒计时计时器继续倒数。如果至少经过了 2 分钟，“保持”按钮处于活动状态，用户可以选择“保存”而无需等待满 15 分钟，但不建议这样做，因为这可能会对校准质量产生负面影响。等待满 15 分钟后，选择“保存”。



5. 选择要设置为零的传感器。请注意，按钮将根据仪器配置而变化。



6. 然后将通知用户校准是否成功或者失败。然后选择“调零另一个传感器”或“退出调零系统”到“校准屏幕”。



校准气体传感器跨度 使用以下程序调整气体传感器读数，以匹配输入的跨度气体浓度。

注 每个气体传感器必须单独进行跨度校准，颗粒物（PM）传感器无法进行跨度校准。跨度屏幕将有所不同，具体取决于仪器配置。▲

1. 在“主屏幕”中，选择“校准 > 气体校准”。您将看到警告屏幕，提示您运行气体校准将导致所有比对测试系数无效，您可以选择继续或取消。



2. 在“气体校准”屏幕中，选择“传感器跨度”。



3. 在显示的表格中输入所有气体的跨度浓度。只有使用的跨度浓度与自上次校准不同时才需要重新输入跨度浓度。输入跨度浓度后，选择“**准备就绪**”。



4. 接下来，选择 **CO**、**NO₂**、**SO₂**、**NO**、**VOC** 或 **Ozone**，取决于需要调整的传感器。



5. 然后将提示用户连接所选气体传感器的跨度气体源。完成后，选择“**准备就绪**”。



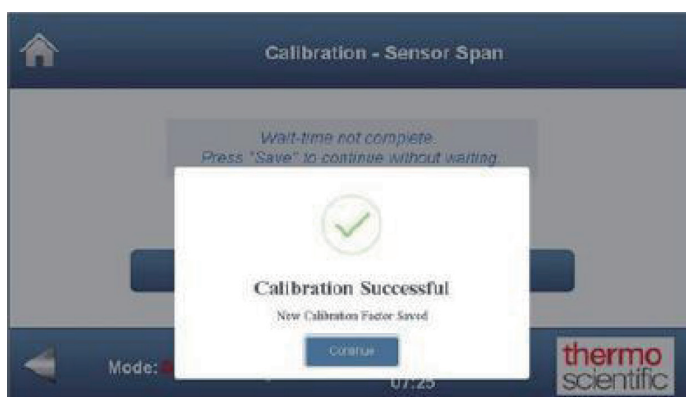
6. 然后将提示用户等待 15 分钟以使仪器稳定，同时显示倒数计时器。15 分钟后，选择“**保存**”。



如果用户在选择“保存”之前没有等待满 15 分钟，则会出现另一个屏幕，显示等待时间尚未完成的消息，且倒计时器继续倒数。用户仍然可以“保存”而无需等待满 15 分钟，但不建议这样做，因为这可能会对校准质量产生负面影响。等待满 15 分钟后，选择“保存”。



7. 然后将通知用户校准是否成功或者失败。然后选择继续返回顶级“校准”菜单。



比对测试校准程序

如上所述，比对测试校准涉及同时使用 GM-5000 和已知参比设备长时间（称为学习周期）收集数据。在学习周期完成后，保存的数据用于开发数学模型，描述传感器读数与通过参比仪器确定的“真实”浓度之间的关系。在理想情况下，在学习周期内收集的数据将包括污染水平、温度和湿度的多种

变化，因此，作为分析的一部分，可包括采样条件的影响。

在开发出有效的数学模型后，可将其用作一类校准系统，基于原始传感器数据、温度和湿度“预测”每种污染物的准确浓度水平。只要传感器处于稳定状态，以及只要条件类似于在学习周期内经历的条件，该模型就应提高传感器读数的准确度。

对于大型监测网络，通过比对测试进行校准比使用参比气体进行校准更有效。通过比对测试进行校准可能准确度更高，因为校准计算基于大量数据，这些数据很可能是在不同温度、湿度水平和污染物浓度下进行测量得到的。

比对测试的缺点包括需要“离线”数据分析的专业知识、访问参比空气质量监测站的要求、以及在部署仪器前需要数周来收集数据。通过比对测试更新校准也可能带来物流方面的挑战，因为每个 GM-5000 将需要停用，运输到参比分析仪处，进行校准，然后返回监测位置。

在使用比对测试进行空气监测的应用中，有多种不同的方法可用于开发将原始传感器读数转换为最终浓度读数的校准模型。一些用户（如将 GM-5000 集成到现有云计算系统中的用户）可能希望收集原始传感器数据并使用其自己的机器学习工具或其他分析工具来推导校准关系。对于这些用户，传感器电压读数在 GM-5000 扩展记录导出文件中可用，或可通过选择“详细”数据流格式使用数据流式传输获取它们。

以下讨论和说明旨在假设操作者使用内置在 GM-5000 固件中的多元线性回归校准模型。如果需要替代校准模型，请联系 Thermo Fisher Scientific 获得指导。

测试点选址 为了更有效地进行比对测试校准，必须仔细选择和设置校准现场。必须在与 GM-5000 正常运行时相似的环境条件下完成学习周期。

实际上，位置的选择通常只限于少量建立的空气质量监测点，其中安装了一套完整的参比仪器。但是，如果有多个站点可供选择，操作员选择的站点应尽量位于与预定 GM-5000 监测点大致相同的地域区域和空气污染区。

关于校准现场的环境，最好校准区域没有大障碍物，使 GM-5000 分析仪尽可能靠近参比分析仪采样口，并将 GM 分析仪采样口安装在距离表面至少 1.5 米的位置。不应将仪器放置在建筑物附近，因为建筑物周围发生的不可预测的气流会干扰采样和污染物分布，特别是对于 PM 测量。通常，宽阔平坦的屋顶是空气采样和校准站点的良好位置。

校准持续时间和频率 计算学习周期的正确持续时间并没有一套特定规则。典型的持续时间可能从一周到一个月不等，大多数校准均至少需要两周的数据收集时间。由于空气质量传感器受温度、湿度和交叉干扰的影响，学习周期应包括各种污染物浓度、温度和湿度。天气、风向和污染水平的变化通常会影响校准结果，但显然是无法计划的。

综上所述，应理解在一个季节确定的比对测试校准系数可能在同年另一个季节表现不佳。因此，例如，如果在夏季中期进行最后一次校准，仪器的读数在冬季中期可能不准确，反之亦然。如果监测计划完全依赖于比对测试校准，则校准过程通常应每三到四个月重复一次，如果测试位置受季节性影响较大，则

应更频繁地进行校准。

如果由于成本或运输条件限制而无法频繁重新校准，则可以在参比点对一个或两个 GM-5000 分析仪进行长期比对测试。这些装置可用作质控设备，提供有关网络中的其他 GM-5000 分析仪如何响应天气变化的指南。例如，如果永久位于参比点的 GM-5000 在天气突然变化后开始提供比参比读数高的读数，则安装在大致相同的区域内的其他 GM-5000 装置可能也会如此。

仪器配置 参比监测系统必须包括使用 GM-5000 测量的每个参数的分析仪。只有当参比仪器数据质量较好时，校准才能有很好的准确性，因此必须根据制造商指南和当地法规进行全面维护和校准。应记录在学习周期内参比仪器出现的任何校准活动或测量问题，以便可以从分析中排除可疑数据。

确保 GM-5000 时钟和时区的设置与参比仪器相匹配，且时钟同步。为了保持数据同步，参比仪器上的平均时间设置必须与 GM-5000 配置相匹配。由于 GM-5000 在每个报告周期结束时报告的浓度值代表在该时间内所取的平均值，因此，参比仪器的平均时间设置应与 GM-5000 报告周期相匹配。

在学习周期内，建议报告周期为 5 到 15 分钟。报告周期长于 15 分钟可能掩盖可有助于提供更准确校准的详细信息，但使用短于 5 分钟的报告周期则会生成大数据集，需要更多的内存和工作才能处理，且不提供任何显著的性能优势。如果参比分析仪的报告周期或平均时间无法更改，则应更改 GM-5000 报告周期，以与参比数据相匹配。

在许多情况下，在相同 AQMS 点运行的不同参比分析仪可能具有不同的报告周期。例如，气体的常见报告周期 5 分钟，而颗粒物则为 15 分钟。在这种情况下，GM-5000 应配置为与参比分析仪中的最短采样周期相匹配，在该示例中为 5 分钟。然后，使用平均技术或其他技术对 GM-5000 提供的数据进行后处理，以与 PM 分析仪所使用的较慢采样速率相匹配，并使数据源实现时间配准。

如果将通过流式传输到远程服务器来收集比对测试数据，则确保将 GM-5000 数据流处理器配置为可发送“比对测试”或“详细”记录。“标准”格式不包括比对测试分析所需的估计浓度读数（标记为“实际值”）。“实际值”反映了在比对测试校准关闭时仪器会报告的数值。换一种方式来说，标记为“实际值”的浓度读数是使用在工厂时加载的校准系数以及使用本章前面所述的“气体校准”程序创建的任何校准调整计算得出的估计浓度值。

在比对测试设置中需考虑的最后一项为测量单位。GM-5000 测量单位如下：CO 和 VOC 为百万分率（ppm），SO₂、NO₂、NO 和 O₃ 为十亿分率（ppb），颗粒物为微克/立方米（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）。GM-5000 单位无法更改，因此，如果参比分析仪以不同的单位报告，则必须在计算校准系数之前将参比测量值转换为与 GM-5000 相匹配。

如其他部分所述，可使用 GUI“数据 - 导出”菜单下载存储在 GM-5000 板上存储器中的数据记录。可采用标准格式或扩展格式导出数据。标准格式仅包括最终浓度读数、时间戳和基本环境数据，因此不适用于校准。扩展格式包括传感器电压、估计浓度（称为“实际值”）以及比对测试校准所需的其他信息。当从 GUI 中导出数据时，将以可在 Excel 中轻松打开的“CSV”文件格式自动保存数据。导出的数据文件将包含约 30 列，顶行带有标签，每个报告周期有一行数据。

也可以使用数据流式传输功能捕获在学习周期内收集的 GM-5000 数据。在每个测量周期结束时，数

据流式传输功能向通常通过互联网连接的外部服务器发送报告。可采用四种不同的格式发送流式传输数据记录，即标准、详细、比对测试和自定义格式。标准格式适用于正常的日常运行，不包括校准所需的数据。比对测试格式和详细格式均包括设置标准比对测试校准所需的信息，而详细格式还添加了传感器电压读数等其他信息。流式传输记录的实际文件格式将取决于服务器的设置，因此流式传输记录可能或不能轻松通过 Excel 导入。

当仅运行几台仪器时，可轻松使用通过 GUI 从 GM-5000 存储器下载的数据。以下说明基于该方法编写。

下载参比数据的确切程序将有所不同，具体区别取决于仪器制造商和 / 或使用的数据记录器。根据制造商的说明下载参比数据，并以 CSV 或可通过 Excel 导入的文本文件格式保存。确保参比仪器的数据文件包括日期和时间戳，以便可以配准参比分析仪和 GM-5000 的数据集。

数据验证和清理 在运行任何比对测试分析前，验证数据集很重要，以确保参比数据上的时间戳与 GM-5000 的数据相匹配，并确保每列包含相同数量的数据点。为了运行准确的分析，参比数据集和 GM-5000 文件中的开始和结束时间以及总点数必须完全匹配。检查两个数据集也很重要，以确保无丢失或重复记录。应删除“标记”为校准或校准检查的任何参比数据以及 GM-5000 的相应数据。继续操作前，应检查并校正或删除标有错误代码的任何数据。如果列中包含空格或非数值数据，则不执行 Excel 中的回归分析功能，所以一定要仔细检查任何此类问题。

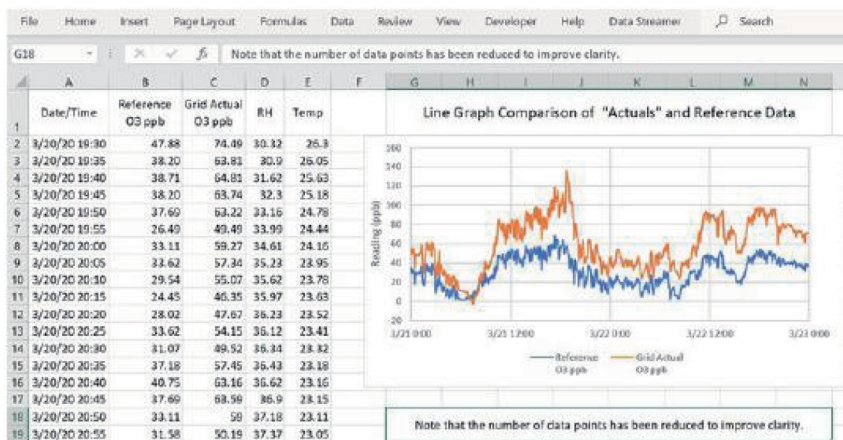
为了确保数据的有序性，在验证数据集后，应将每个测量参数的数据加载到单独工作表中。对于当前进行的分析，必须按特定顺序组织数据列。建议将时间和日期戳放在 A 列，参比浓度放在 B 列，GM-5000 “实际值”放在 C 列，GM-5000 传感器温度放在 D 列，GM-5000 RH 数据放在 E 列。显示一个传感器数据的建议组织布局的示例电子表格如下图 4-4 所示。将为每个测量参数设置相同数据表或选项卡。

图 4-4
Excel 回归分析的建议数据布局

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Date/Time	Reference O3 ppb	GM-5000 "Actual" O3 ppb	RH	Sensor Temp			
1								
2	3/20/20 19:30	47.88	74.49	30.32	26.3			
3	3/20/20 19:35	38.20	63.81	30.9	26.05			
4	3/20/20 19:40	38.71	64.81	31.62	25.63			
5	3/20/20 19:45	38.20	63.74	32.3	25.18			
6	3/20/20 19:50	37.69	63.22	33.16	24.78			
7	3/20/20 19:55	26.49	49.49	33.99	24.44			
8	3/20/20 20:00	33.11	59.27	34.61	24.16			
9	3/20/20 20:05	33.62	57.34	35.23	23.95			
10	3/20/20 20:10	29.54	55.07	35.62	23.78			
11	3/20/20 20:15	24.45	46.35	35.97	23.63			
12	3/20/20 20:20	28.02	47.67	36.23	23.52			
13	3/20/20 20:25	33.62	54.15	36.12	23.41			
14	3/20/20 20:30	31.07	49.52	36.34	23.32			
15	3/20/20 20:35	37.18	57.45	36.43	23.18			
16	3/20/20 20:40	40.75	63.16	36.62	23.16			
17	3/20/20 20:45	37.69	63.59	36.9	23.15			
18	3/20/20 20:50	33.11	59	37.18	23.11			
19	3/20/20 20:55	31.58	50.19	37.37	23.05			
20	3/20/20 21:00	31.58	54	37.53	23.01			
21	3/20/20 21:05	21.39	39.43	37.82	22.97			
22	3/20/20 21:10	34.13	59.43	37.93	22.93			
23	3/20/20 21:15	24.45	47.39	38.05	22.92			
24	3/20/20 21:20	37.06	63.3	38.16	22.9			

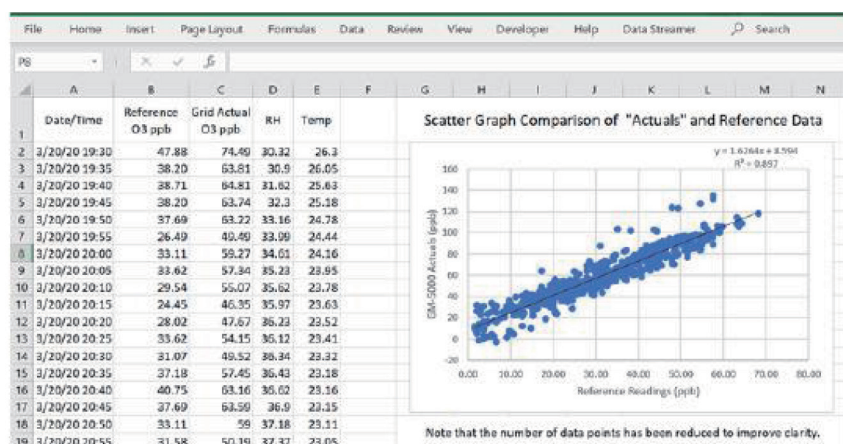
在设置包含参比数据和 GM-5000 “实际” 数据的工作表后，创建显示两个数据集关系的图表很有用。使用工厂校准数据生成 GM-5000 “实际” 值，如果一切正确运行，则两个数据集之间应存在明显的相关性，即使在进行比对测试校准前也是如此。使数据可视化的一种简单方法为创建折线图，其中参比数据和 GM-5000 “实际值” 相互叠加。如下图所示，两条线应显示类似的形状，且峰谷相互跟随。如果两条线并非至少形状类似，则表明数据集存在问题。

图 4-5
GM-5000 “实际值”
与参比测量值叠加的
折线图



通过生成散点图（参比数据为横（X）轴，GM-5000 实际值为纵（Y）轴），也可以获得对原始数据集的更多定量理解。添加线性趋势线和最佳拟合方程有助于操作者将 GM-5000 如何仅基于工厂校准运行可视化。斜率 1.0 理论上表明“完美”跨度设置，截距 0.0 表明“完美”零点设置。在这种情况下，约 1.6 的斜率表明 GM-5000 对臭氧响应过度，截距 8.6 表明 GM-5000 将提供较小的正读数，即使在不存在臭氧时也是如此。R 平方值或相关系数以及趋势线周围的可见散点解释了温度、RH 和交叉干扰等因素对 GM-5000 读数有何影响。虽然不完全正确，但略低于 0.90 的 R 平方值表明约 GM-5000 读数的 90% 变化可归因于目标污染物浓度的实际变化，约 10% 的变化可归因于干扰。如果温度和 RH 变化是明显干扰，则多元回归校准应增加该值。

图 4-6
显示 GM-5000 “实际值”
与参比测量值
相关性的散点图



PM 数据的特殊 考虑事项

在设置比对测试校准时，PM_{2.5} 和 PM₁₀ 通道与用于气体测量通道的设置略有不同。GM-5000 数据库不包括一个名为 PM 数据“实际值”的字段。每个 PM 通道均包括一个称为“原始数据”的字段，以代替“实际值”，其中包含 AlphaSense 光学粒子计数器所报告的估计 PM 浓度。当计算 PM 传感器的校准系数时，使用这些“原始数据”值很重要。这些值将位于导出的数据文件的最后两列。

除使用“原始数据”代替“实际值”之外，工作表设置和 $PM_{2.5}$ 回归计算与气体传感器所使用的相同。

PM_{10} 通道校准以类似方式进行，但需要执行一个附加步骤。除在校准计算中使用原始 PM_{10} 数据之外，需要计算称为“ PM_{delta} ”的新参数。 PM_{delta} 代表直径在 2.5 到 10 微米之间的颗粒物的浓度。请注意，根据公认定义， PM_{10} 包括平均气体动力学直径在 0 到 10 微米之间的所有粒子。为了提高校准准确度，GM-5000 校准程序将一组校准系数应用于直径在 0 到 2.5 微米之间的粒子，将第二组校准系数应用于直径在 2.5 到 10 微米之间的粒子，我们在此将其称为 PM_{delta} 。

为了计算 PM_{delta} 值，创建新列，从 PM_{10} 数据列中减去 $PM_{2.5}$ 数据列。必须对 GM-5000 和参比分析仪进行该计算。然后，使用 PM_{delta} 数据代替 PM_{10} 数据，以便随后进行回归分析。

请注意，术语 PM_{delta} 并未得到空气质量界的普遍认可，但在此处使用，以强调我们正在使用代表 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 之间差值的数据。

显示 PM_{10} 测量通道典型校准数据设置的示例电子表格如下所示。请注意，突出显示的各列填有计算值，代表当时 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 浓度之间的差值 (delta)。

图 4-7
显示通过减法计算
 PM_{delta} 值的 PM_{10} 数
据的 Excel 布局

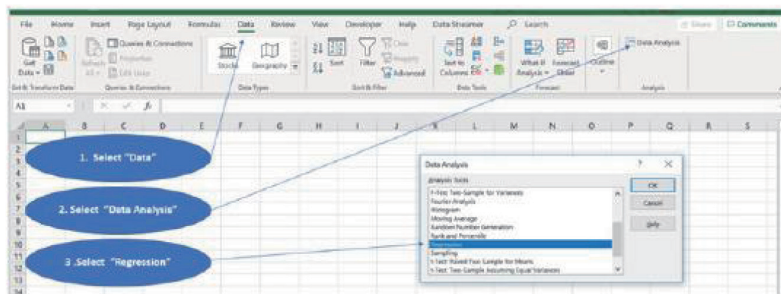
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Date/Time	Ref $PM_{2.5}$	Ref PM_{10}	Ref PM_{delta}	GM-5000 $PM_{2.5}$	GM-5000 PM_{10}	GM-5000 PM_{delta}	Temp	RH				
2	4/20/20 0:05	18	29	11	8.03	15.01	6.98	22.74	48.91				
3	4/20/20 0:10	18	26	8	8.51	16.84	8.33	22.74	49.05				
4	4/20/20 0:15	18	24	6	8.48	19.41	10.93	22.74	49.27				
5	4/20/20 0:20	16	24	8	8.41	16.98	8.57	22.73	49.45				
6	4/20/20 0:25	18	25	7	9.66	14.65	5.09	22.71	49.49				
7	4/20/20 0:30	20	28	8	8.96	14.09	5.13	22.68	49.66				
8	4/20/20 0:35	17	30	13	8.8	14.36	5.56	22.54	49.85				
9	4/20/20 0:40	15	31	16	9.1	14.22	5.12	22.62	49.94				
10	4/20/20 0:45	19	29	10	9.21	16.09	6.88	22.58	50.21				
11	4/20/20 0:50	26	30	4	9	14.87	5.87	22.55	50.3				
12	4/20/20 0:55	27	31	4	9.68	16.02	6.34	22.52	50.51				
13	4/20/20 1:00	24	32	8	9.49	14.81	5.32	22.47	50.41				
14	4/20/20 1:05	23	33	10	9.65	15.21	5.56	22.45	50.56				

创建测试集 当进行回归分析或其他类型的统计建模时，将数据集随机分成两组是很常见的。较大数据集（称为训练集）通常包含 80% 到 85% 的总数据，用于模型开发。较小子集（称为测试集）放在一边，在部署前，用作测试数据，以验证模型。虽然这对于某些类型的建模来说是常见的做法，但对于时间序列数据来说通常不是很有用，在这种情况下不推荐使用。如果需要测试数据集，则我们建议将比对测试周期延长几天，并留出最后两天或三天的数据，用作测试集。

回归分析 在验证和组织 GM-5000 和参比数据后，可以使用 Excel 数据“分析工具库”中的回归分析函数确定比对测试系数。如下图所示，选择“数据”菜单，再选择“数据分析”子菜单，然后向下滚动至“回归”，即可找到回归函数。

如果“数据分析”未出现在顶层“数据”菜单中，则需要安装“分析工具库”。“分析工具库”是一种插件，可在 Excel 的“文件选项”菜单下找到，但在典型安装时不会加载。有关安装可选“插件”的更多信息，请参阅 Microsoft Excel 帮助系统或 Microsoft 网站。

图 4-8
如何找到 Excel 回归
分析函数



当选择“数据分析”菜单下的“回归”时，将看到与以下图 4-9 和 4-10 所示对话框类似的对话框。参比数据（示例中的 B 列）为因变量，应将其选作“输入 Y 范围”。“实际”传感器读数、传感器温度和传感器 RH（C、D 和 E 列）为自变量，应将其选作“输入 X 范围”。确保不勾选“常数为零”。

在“输出选项”下，建议勾选“输出范围”框，然后选择数据右侧的单元格。回归输出会粘贴到以下单元格中以及选择用于“输出范围”的单元格右侧。虽然残差图有时可能提供有用诊断，但通常无需打印或绘制残差或正态概率。

在正确填写“输入”和“输出”框后，单击“确定”按钮，Excel 将进行回归分析。

图 4-9
对 GM-5000 气体传
感器数据进行多元线性
回归分析的建议设置

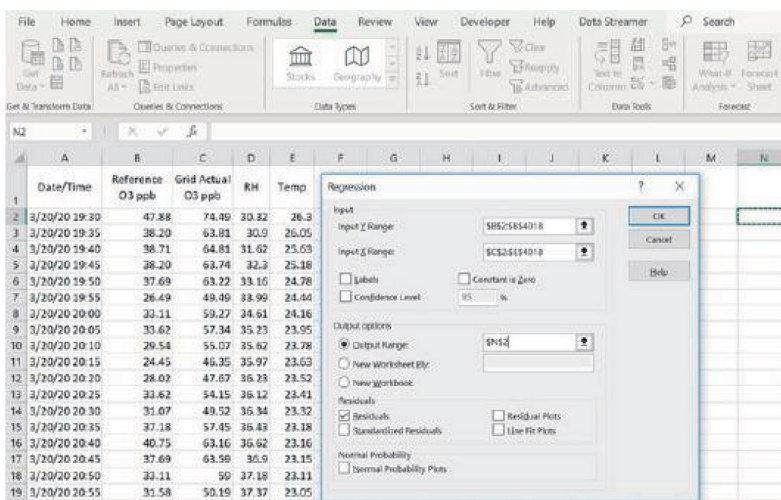
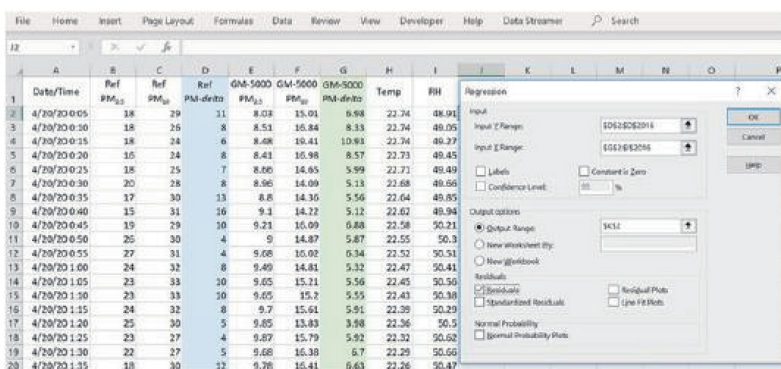


图 4-10
使用根据 PM_{2.5} 和
PM₁₀“原始”值计算
出的 PM_{delta} 读数进行
多元线性回归分析的建
议设置



回归计算完成后（需花费几秒），Excel 将提供如图 4-11 所示的输出表。其中包括截距和三个系数。变量 1 (Var_1) 对应于“实际”传感器读数，变量 2 (Var_2) 对应于温度，变量 3 (Var_3) 对应于 RH。应将这些变量转移到 GM-5000 “校准 - 比对测试系数” 菜单，如图 4-12 所示。请注意，使用 PM_{delta} 值计算出的系数将用于标有 PM_{10} 的行。有关使用“比对测试系数”屏幕的详细信息，见第 3 章“操作”。

图 4-11

显示将转移到 GM-5000 的系数位置的标
准回归输出

图 4-12

突出显示多元回归系数的 GM-5000 GUI 比
对测试屏幕。请注意，
在标有“ PM_{10} ”的行
中输入 PM_{delta} 系数

检查回归模型的拟合质量

回归分析完成后，最好返回并通过查看 Excel 的“回归统计”框来验证模型的质量，然后使用原始“实际值”、温度、RH 和系数生成新的“校正”数据集。如果一切正常，则“校正”数据列应与原始参比数据非常匹配。

首先处理回归统计，R 平方值（判定系数）解释了输入变量（实际值、温度和 RH）对输出（参比数据）变化的解释程度。如上所述，如果 R 平方为 0.8，则意味着输出变量中 80% 的变化由输入变量解释。因此，R 平方越高，由输入变量解释的变化越多，模型越好。Excel 输出中的“复相关系数 R”是相关系数，简单来说，是 R 平方的平方根。

R 平方统计的一个问题为其通常会随着变量的增加而增加，即使这些变量对输出变量无实际影响。与标准 R 平方不同，调整后的 R 平方添加了来自于不改进现有模型拟合性的变量的补偿。由于比对测试校准使用多个变量，建议使用调整后的 R 平方来判断校准模型的“拟合优度”。没有关于调整后的 R 平方可接受的规则，但一般而言，对于大多数参数，我们期望达到 0.85 或更好的值。

如果传感器受目标污染物以外的其他污染物的影响，或目标污染物浓度过低，不能使用 GM-5000 传感器进行可靠测量，则通常会出现低于 0.85 的值。例如，在大多数环境中，典型 SO₂ 浓度均低于 SO₂ 传感器的检测限，因此，尝试通过比对测试进行校准会生成拟合不良的模型，且调整后的 R 平方值远低于 0.5。

虽然调整后的 R 值是一个很好的拟合统计指标，但生成和绘制“校正”数据集有时可以提供对校准的更直观理解。为了生成校正数据集，我们只需使用原始 GM-5000 数据，以及如下方程中的截距、Var_1、Var_2 和 Var_3 系数，以生成与原始参比数据非常匹配的新数据列。

$$\text{校正值} = \text{截距} + (\text{Var}_1 \times \text{实际值}) + (\text{Var}_2 \times \text{温度}) + (\text{Var}_3 \times \text{RH})$$

在创建“校正”数据集后，就可以返回并绘制新的折线图和 / 或与原始数据验证中使用的图表一样的散点图。由于正在使用用于生成模型的相同数据对模型进行测试，因此折线图应显示或多或少重叠的参比数据和校正数据，散点图应生成斜率接近 1.0 且截距接近 0 的一条线。

显示如何将“校正数据”样本集与参比读数进行比较的示例工作表见图 4-13 和图 4-14。

图 4-13

显示“校正” GM-5000 读数与参比测量值重叠的 Excel 折线图

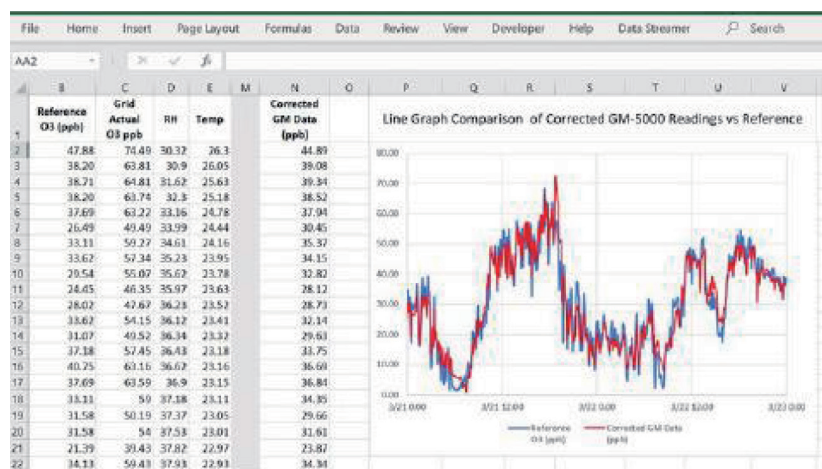
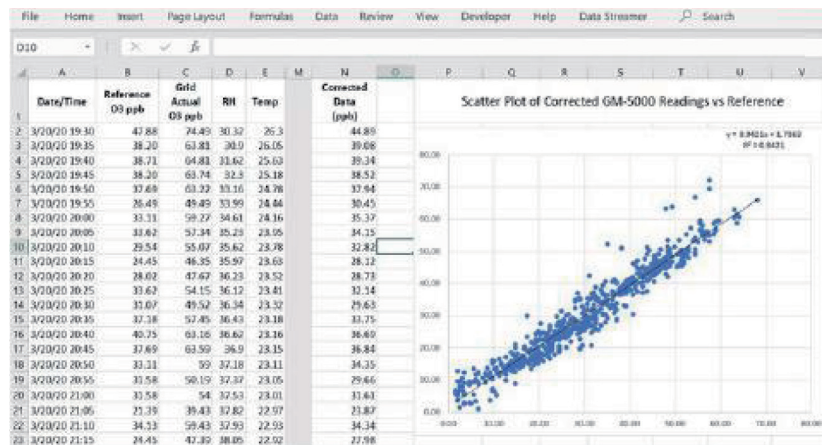


图 4-14

显示“校正” GM-5000 读数与参比测量值之间的相关性的 Excel 散点图



如果将原始数据子集放在一边，用作“测试集”，则可将上述用于生成“校正数据”的相同程序用于模

拟实际校准。如果所示方程在用于测试集时与参比数据良好匹配，则应有信心认为比对测试校准程序成功。

恢复默认设置 如果由于某种原因需要将所有气体校准系数和比对测量因数重置回原始出厂默认值，则可以使用以下程序。当前的所有用户校准设置都将被删除，无法恢复。

注 PM（颗粒物）传感器和气体传感器可分别恢复到默认校准值。也就是说，用户可以恢复一种类型传感器的默认值，而无需恢复其他类型传感器的默认值。▲

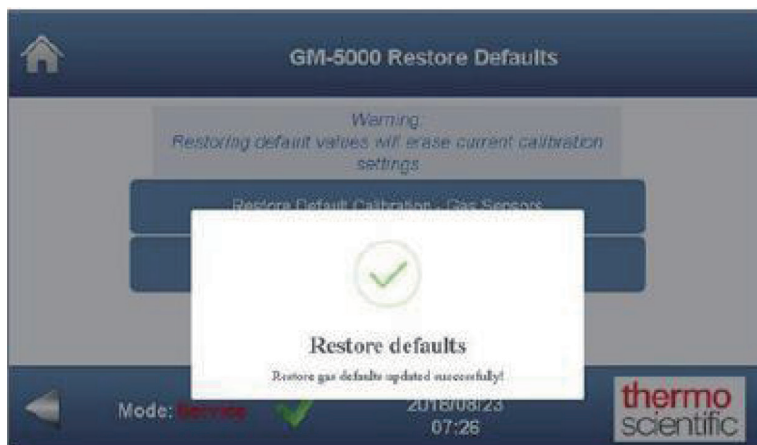
1. 在“主屏幕”中，选择“校准 > 恢复默认设置”。



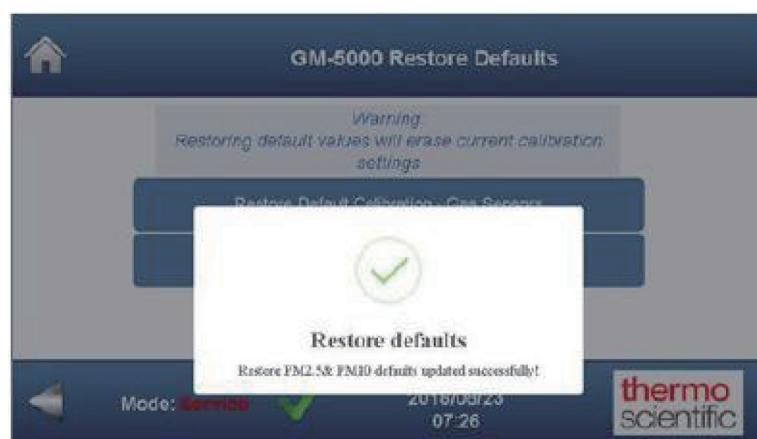
2. 接下来，选择要恢复气体传感器或 PM 传感器的默认校准。



3. 然后通知用户已经为所选择的一组传感器成功恢复了默认值。



4. 将再次出现“恢复默认设置”屏幕，用户可以选择恢复另一组传感器上的默认校准值，或选择“主页”按钮返回“主屏幕”。

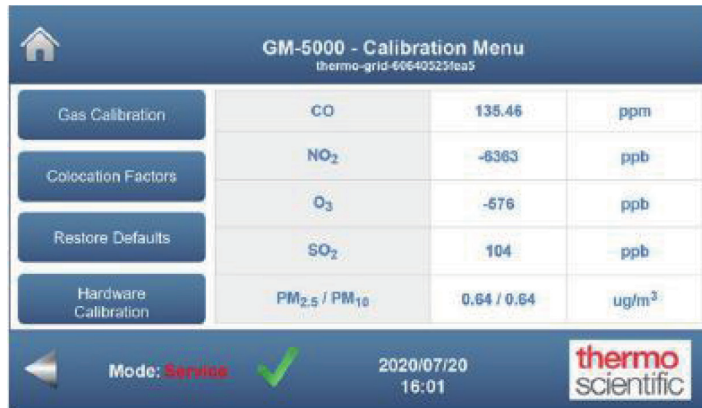


硬件校准 GM-5000 硬件传感器包括位于传感器室内的温度、相对湿度和压力传感器，以及 GM-5000 主机箱内和进样管的温度传感器。

无需对这些传感器进行定期校准，但是，如果发现这些传感器的读数与参比仪器不一致，可以使用以下程序来设置校正系数，这些校正系数将有效地校准传感器以符合参比仪器的标准。

使用以下程序校准 GM-5000 硬件。

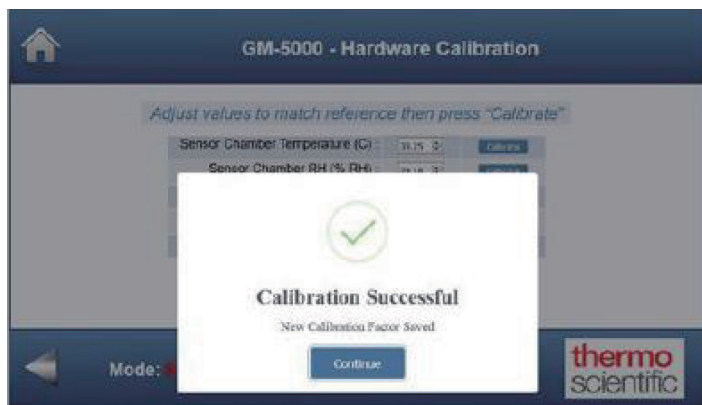
1. 在“主屏幕”中，选择“校准 > 硬件校准”。



2. “硬件校准”屏幕显示出来，其中显示了可以校准的五个传感器的当前读数。



3. 然后，用户可以通过使用向上和向下箭头来改变传感器的显示读数以匹配已知参比仪器的读数。
选择相应传感器读数旁边的“校准”。



4. 用户选择“继续”返回上一屏幕。对这些传感器读数进行所有必要调整后，选择“取消”或“主页”按钮返回“主屏幕”。

第 5 章 维护

本章介绍了应对仪器执行的定期维护程序，以确保正常运行。由于使用程度和环境条件差异很大，因此应经常检查组件，直到确定适当的维护计划。

安全预防措施 在开始执行本章的任何程序之前，请阅读安全预防措施。



触电危险 务必关闭交流电源，并遵循组织的安全挂牌标识，以消除触电风险。▲

设备损坏 少量静电会损坏一些内部组件。处理任何内部组件时，必须佩戴正确接地的防静电腕带。有关适当的安全预防措施的更多信息，见第 7 章“维修”。▲

**清洁进气和
排气滤网** 用以下任一方法清洁进气和排气扇滤网。

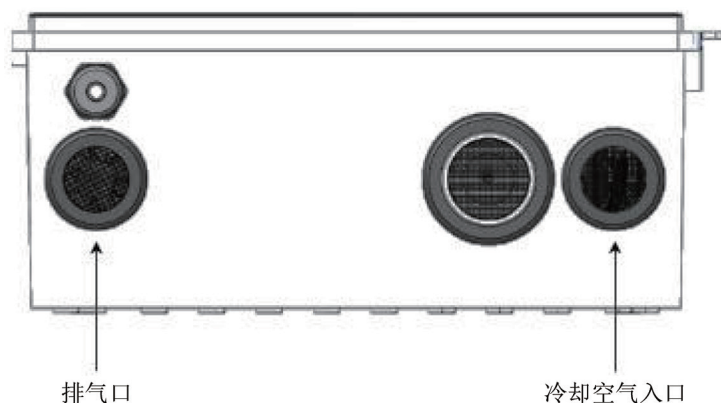
方法 1:

所需设备:

小软毛刷
低压压缩空气源

1. 清洁排气滤网的一种方法是使用小软毛刷从机箱外侧将碎屑从滤网中扫开，然后使用排气扇将碎屑吹走。无需关闭仪器电源开关或断开交流电源即可完成此程序。
2. 类似地，小软毛刷可以用来清洁冷却空气进气滤网，除了靠风扇把碎屑吹走，低压压缩空气可以从机箱内侧吹走碎屑。必须使用低压，以免将滤网从垫圈上松动。要做到这一点，需要拆卸电气防护罩。按照本说明书第七章“维修”中的“拆卸电气防护罩”程序（图 7-3），从机箱上拆下电气防护罩。

图 5-1
清洁进气和排气滤网
方法 1



方法 2:

所需设备:

M3 扳手

装有去离子水或蒸馏水的喷水瓶

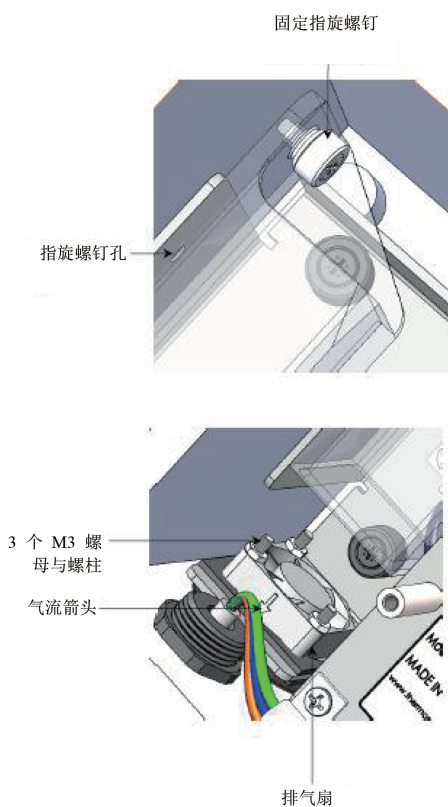
低压压缩空气源

1. 关闭电源开关并断开交流电源。
2. 按照本说明书第七章“维修”中的“拆卸电气防护罩”程序（图 7-3），从机箱上拆下电气防护罩。
3. 松开排气管上的固定指旋螺钉，将其向上滑动约 1 英寸，然后将其从肩部螺钉上拉下。
4. 轻轻地从 BeagleBone Cape 板上拔下白色风扇连接器，然后将电线从电缆支架底部滑出。
5. 使用 M3 扳手，松开并卸下将风扇固定到底架的三个 M3 螺母。
6. 从三个安装螺柱上卸下风扇。
7. 使用喷水瓶，将水喷洒在排气滤网和进气滤网上，去除任何碎屑，注意不要在机箱内积水。
8. 使用低压压缩空气来干燥滤网，从机箱内部施加空气并将水从底部吹出。必须使用低压，以免将滤网从垫圈上松动。
9. 将风扇重新安装到三个安装螺柱上，确保气流箭头指向下方（离开机箱）。
10. 将三个 M3 螺母拧回安装螺柱，直到用手拧紧为止。然后使用 M3 扳手，将螺母拧紧相等的圈数，直到垫圈被轻微压住为止。不要拧得过紧。
11. 按相反顺序执行步骤 1-3 以完成此程序。

图 5-2

清洁进气和排气滤网

方法 2



清洁 / 更换进样口滤网

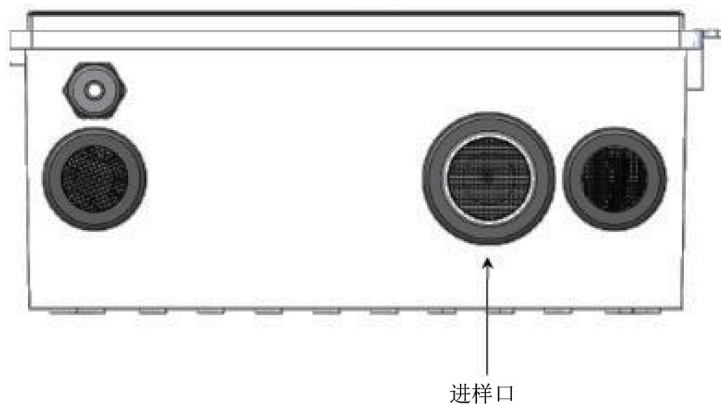
使用以下程序清洁和更换进样口滤网。

所需设备：

牙签
去离子水或蒸馏水
低压压缩空气源（可选）

1. 关闭电源开关，让进样管冷却。
2. 使用牙签，小心地从进样管的末端拆卸粗（20 目）金属丝滤网。（滤网压入凹槽，因此可能需要用力一些。）
3. 用水彻底清洁滤网，然后使用低压压缩空气源干燥或风干。如有必要，请更换滤网。
4. 通过将清洁后的滤网或新滤网压入进样管末端的凹槽中重新安装。
5. 重新打开仪器电源开关。

图 5-3
清洁 / 更换进样口滤网



清洁 / 更换传感器室滤网

使用以下程序清洁和更换传感器室滤网。

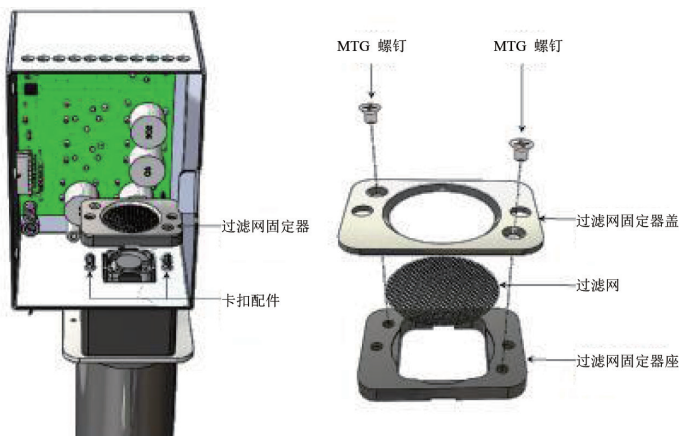
所需设备：

一字螺丝刀
1 号十字螺丝刀
去离子水或蒸馏水
低压压缩空气源（可选）

1. 关闭电源开关并断开交流电源。
2. 向左滑动门锁并向上提以打开传感器室的盖子。
3. 将一字螺丝刀插入过滤网固定器组件的插槽中，然后轻轻地将其从安装螺柱上撬下。
4. 使用十字螺丝刀卸下两个螺钉，然后取下过滤网固定器盖。从过滤网固定器底座上取下 30 目金属丝滤网。如有必要，请擦拭过滤网固定器部件。
5. 用水彻底清洁滤网，然后使用低压压缩空气源干燥或风干。如有必要，请更换滤网。
6. 将清洁后的滤网或新滤网重新安装到过滤网固定器底座中，然后安装盖子并用两个十字头螺钉固定。将过滤网固定器压回到其安装螺柱上，直至其锁定到位。

7. 关闭传感器室盖，重新连接交流电源并打开仪器电源开关。

图 5-4
清洁 / 更换传感器
室滤网



清洁主机箱 使用以下程序清洁主机箱。

所需设备：

无绒布

去离子水或蒸馏水

低压压缩空气源（可选）

1. 关闭电源开关并断开交流电源。
2. 按照本说明书第七章“维修”中的“拆卸电气防护罩”程序（图 7-3），从机箱上拆下电气防护罩。
3. 机箱外部可以用无绒布和水擦拭干净。
4. 使用压缩空气，轻轻吹掉电子器件或任何其他内部组件上积聚的灰尘。（更多信息，见“清洁传感器室内部”。）
5. 使用无绒布和水清洁机箱门内侧和机箱内壁（可触及的地方）。使其风干。请勿弄湿任何电子器件或电线。
6. 将电气防护罩重新安装到支座上。
7. 重新连接交流电源并打开仪器电源开关。

清洁传感器室 内部

如果仪器在多尘环境下运行，必要时，请使用以下程序清洁传感器室内部。

所需设备：

低压压缩空气源

透明胶带

设备损坏 少量静电会损坏一些内部组件。处理任何内部组件时，必须佩戴正确接地的防静电腕带。▲



1. 关闭电源开关。
2. 向左滑动门锁并向上提以打开传感器室的盖子。
3. 使用压缩空气，轻轻吹掉电子器件或传感器室内积聚的灰尘。



警告 请勿将压缩空气直接吹到气体传感器的表面。▲

4. 使用一块透明胶带，清除每个传感器顶部积聚的灰尘。将胶带轻轻放在传感器的顶部中心，但不要施加压力。
5. 关闭传感器室盖，并打开仪器电源开关。

清洁 PID 灯泡

PID 灯泡需要定期清洁，因为在正常运行时灯窗上会形成沉积物，降低 PID 的灵敏度和性能。清洁频率取决于 PID 所在位置的空气质量及其他环境条件。随着用户在使用 PID 方面获得更多的经验，可制定清洁计划，但初始建议清洁频率为每 3 个月一次。使用以下程序清洁 PID 灯泡。

所需设备：

灯泡拆卸工具

棉签或无绒软实验室湿巾

氧化铝粉末

乳胶手套

镊子（按需）



警告 必须使用干净的工具在干净的表面上执行灯泡清洁程序。避免用裸露的手指触碰灯窗以及电池组件的金属部分。这些部分上遗留的指纹可能对传感器运行产生不利影响。建议戴乳胶手套，托住灯泡的玻璃主体或灯窗边缘。▲



警告 仅使用灯泡拆卸工具处理 PID 灯泡和电极堆。螺丝刀等其他工具可能损坏 PID 模块，导致保修无效。▲



警告 使用非常细的氧化铝粉末清洁灯泡。应在通风良好的区域进行清洁。请勿吸入粉末，避免接触皮肤、眼睛和衣服。可根据要求从 Thermo Fisher Scientific 处获取化学品安全技术说明书 (MSDS)。▲

1. 关闭电源开关。
2. 向左滑动门锁并向上提以打开传感器室的盖子。
3. 轻轻地用力均匀地从传感器板的“SEN7”位置上将 PID 模块拔下。
4. 在干净的表面，将灯泡拆卸工具的卡舌插入 PID 模块的侧槽中，将其向内挤压，直至电极堆和灯泡从 PID 体中分离。在此过程中，将手指轻轻按压在电极堆上，有助于防止其丢失。

图 5-5
灯泡拆卸工具



图 5-6
拆卸灯泡



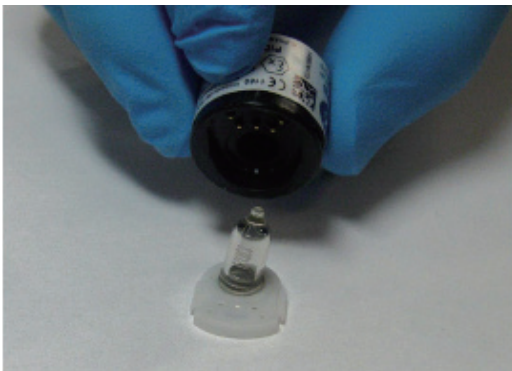
5. 灯泡应与电极堆一起取出，但偶尔会卡在传感器体内，需要使用镊子小心取出。在拆卸灯泡时，如果灯泡后的小弹簧弹出，将它放回传感器体内。
6. 此时，检查电极堆的下面。电极应具有光泽和金属质感。如果受到腐蚀，应更换电极堆。
7. 清洁灯泡时，打开氧化铝粉末，将其少量滴在干净的棉签或实验室湿巾上。稍稍用力以圆周运动的方式使用此棉签或湿巾擦亮灯窗。请勿用裸露的手指触摸灯窗。此过程通常需 15 至 30 秒左右完成，当灯窗干净时，可能会听到“吱吱”的声音。

图 5-7
清洁灯泡



8. 使用另一个干净的棉签或实验室湿巾擦除灯窗上的残余氧化铝粉，直至其干净。
9. 重新组装 PID 模块时，将电极堆朝下放在平面上，然后旋转灯泡并向下推入密封区，直至紧靠电极正面。

图 5-8
重新组装灯泡



10. 小心地将 PID 主体放在灯泡和电极堆上，不要影响放好的灯泡，确保方向正确，然后用力将 PID 主体压向电极堆，使其两翼与 PID 体啮合。啮合后，应听到两声微弱的咔哒声。
11. 将 PID 模块重新安装在传感器板上时，握住边缘，将 3 个插销与板位置“SEN7”中的插座对齐，用力按压，直至 PID 模块平放在传感器板上。关闭传感器室盖。

重新打开电源开关，让 GM-5000 预热 30 分钟。根据本说明书第 4 章“校准”的说明校准 VOC 通道。

第 6 章 故障排除

本章介绍的故障排除指南旨在帮助判断和识别仪器问题。

安全预防措施 在执行本章中列出的任何操作之前，请阅读附录 A “**安全性、保修和 WEEE**” 中的安全预防措施。

故障排除指南 表 6-1 提供了一般故障排除信息，并指出了在遇到仪器问题时应执行的检查。表格还列出了 GM-5000 特定故障排除信息，并提供有关如何解决警报状况的建议。

可通过几种方式通知用户出现警报状况。如果使用用户界面，则“服务菜单”下的“诊断”屏幕会以红色突出显示处于警报状况的参数。此外，“数据菜单”下的“查看数据”屏幕包含名为“警报”的一列，对于每个记录数据点，其包含表示仪器是否处于“服务模式”（以黄色突出显示）或是否处于警报状况（以红色突出显示）的十六进制数字。记录数据或流式传输数据文件中也包含相同的“警报”列。有关这些十六进制数字的解码方法，请参阅本章结尾处的图 6-1。

表 6-1. GM-5000 故障排除指南

问题	可能原因	措施
仪器无法启动（内部电路板上的 LED 指示灯未亮起）	没电了	检查电源线是否已正确连接到接线盒，是否已连接到电源，并且电源可用。
	保险丝烧断或未装	断开电源并使用电压表检查保险丝。
	开关损坏或接线连接断开	检查所有接线连接。
没有来自 GM-5000 的数据流	无线调制解调器与主机设备无通信	检查仪器是否通电。
		检查是否在“通信设置”屏幕中正确设置“服务器名称 / 地址”和“TCP 端口”字段。
		检查是否与蜂窝服务提供商正确连接。
		检查调制解调器和电路板上的电缆连接情况。
		将调制解调器连接至个人计算机，查看是否可以建立互联网连接。
用已知良好的调制解调器（如可用）替换该调制解调器。		
无法获取 WiFi 信号	没有来自 GM-5000 的 WiFi 信号	检查仪器是否通电。
		检查 WiFi 加密狗和电路板上的电缆连接情况。 用已知良好的 WiFi 加密狗（如可用）替换该 WiFi 加密狗。
	连接设备未接收 WiFi 信号。	确认接收信号的设备 WiFi 已启用。
		检查通过有线以太网连接（而不是调制解调器）是否在“通信设置”屏幕中正确进行 WiFi 设置。
低响应或响应速度慢	样气未到达分析仪	检查进样口和传感器室滤网是否未堵塞。如有必要，进行清洁 / 更换。
		检查样气湿度是否超过 15% RH。

第 7 章 维修

本章介绍了应在仪器上执行的维修程序，以确保仪器正常运行，并说明如何更换 GM-5000 子组件。

安全预防措施 在开始执行本章的任何程序之前，请阅读安全预防措施。



维修程序要求在 GM-5000 与交流电源断开的情况下进行，并且只能由合格人员遵照安全挂牌标识完成。断开 GM-5000 内部接线盒的电线来断开交流电源是不可接受的方法，可能会对人员造成严重伤害并损坏设备。▲

本说明书中的维修程序仅由合格的维修代表人员执行。▲



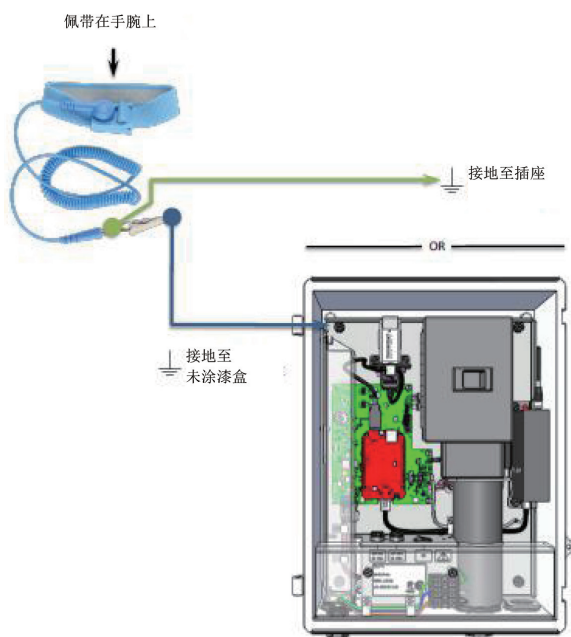
如果未根据制造商规定的方法操作该设备，该设备提供的保护可能会受到损害。▲



设备损坏 少量静电会损坏一些内部组件。处理任何内部组件时，必须佩戴正确接地的防静电腕带。▲

注 如果没有防静电腕带，请务必在接触任何内部组件之前触摸仪器底架。拔出仪器插头时，底架不再接地。▲

图 7-1
正确接地的防静电
腕带



注 如图所示，接地至未涂漆盒或插座。▲

固件更新 新版本的仪器软件定期在公司网站上发布：

www.thermofisher.com/GM5000

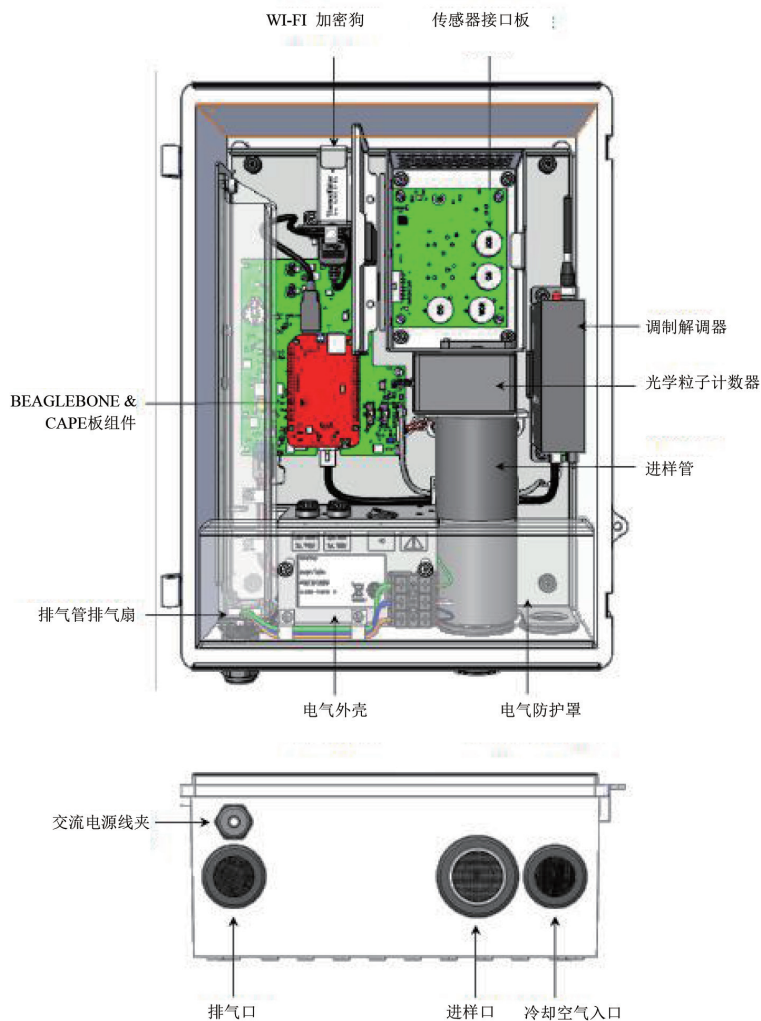
更换部件清单

如需完整的备品备件清单，请访问公司网站：

www.thermofisher.com/GM5000

请参阅图 7-2 以确定各组件位置。

图 7-2
GM-5000 组件布局
前视图和底视图



拆卸电气防护罩

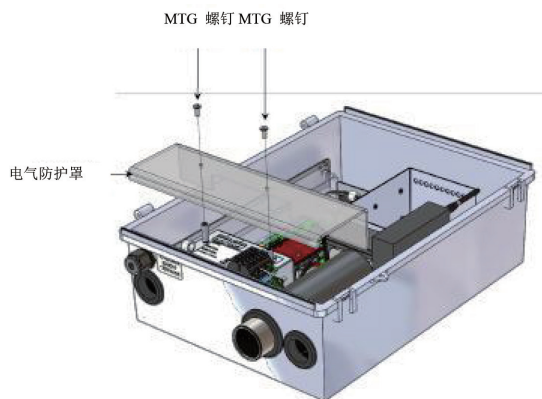
某些维修程序和连接交流电源线操作需要拆卸电气防护罩后才能进行。使用以下程序拆卸电气防护罩。

所需设备：

2 号十字螺丝刀

1. 使用 2 号十字螺丝刀，松开 2 个 M4 十字头螺钉并将它们放在一边。
2. 将电气防护罩滑出 GM-5000 机箱以将其卸下。
3. 要重新安装防护罩，请将其滑入 GM-5000 机箱的底部，并将底架上的两个支座对准孔。
4. 使用十字螺丝刀安装先前卸下的两颗 M4 螺钉，然后拧紧直到贴合。

图 7-3
拆卸电气防护罩



拆卸底架 大多数维修程序可以在 GM-5000 机箱内完成,但某些程序需要从机箱上拆下底架才能完成。使用以下程序卸下底架。

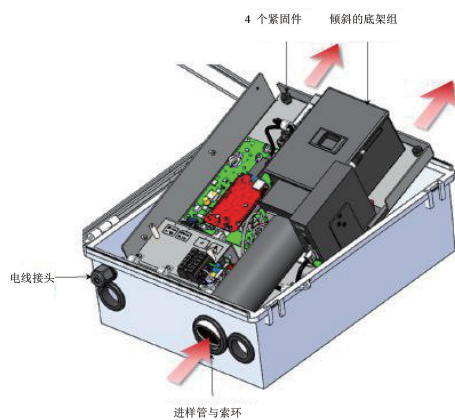
所需设备:

扳手

2 号十字螺丝刀

1. 关闭电源开关并断开交流电源。
2. 按照本章前面的“拆卸电气防护罩”程序(图 7-3),从机箱上拆下电气防护罩。
3. 按下接线盒卡舌,从接线盒上拔下交流电源线。
4. 将电源线从底架下的两个电缆支架中滑出。使用可调扳手,松开电线接头上的螺母,从机箱中拔下交流电源线。
5. 松开排气管上的固定指旋螺钉,将其向上滑动约 1 英寸,然后将其从肩部螺钉上拉下(见图 7-2)。
6. 使用 2 号十字螺丝刀,松开 4 个紧固件。
7. 将底架向机箱顶部提起,同时以一定角度将底架从机箱中拉出(图 7-4)。
8. 当底架顶端离开机箱时,将进样管从索环滑出,以完全从机箱中卸下底架。
9. 按相反的顺序执行以上步骤,将底架安装到主机箱中。请注意,在接合紧固件之前,可能需要稍用力才能将底架推向索环。

图 7-4
拆卸底架



更换冷却空气进气和排气滤网

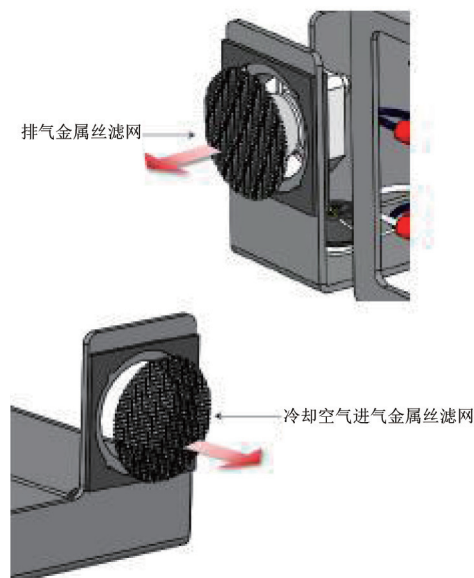
使用以下程序更换冷却空气进气和排气滤网。

所需设备：

牙签

1. 按照本章前面的“拆卸底架”程序（图 7-4），从机箱上拆下底架。
2. 使用牙签，从排气扇下方的垫圈上取下粗（20 目）金属丝滤网，然后从进样口垫圈上取下细（100 目）金属丝滤网（图 7-5）。
3. 将新滤网重新安装在如上所述的适当位置，按压到垫圈中。如有必要，可以稍微抬起内部垫圈边缘，以便更好地将金属丝滤网固定到位。
4. 按照本章前面的“拆卸底架”程序（图 7-4），将底架重新安装回机箱。

图 7-5
更换冷却空气进气和
排气滤网



更换保险丝

使用以下程序更换保险丝。

所需设备：

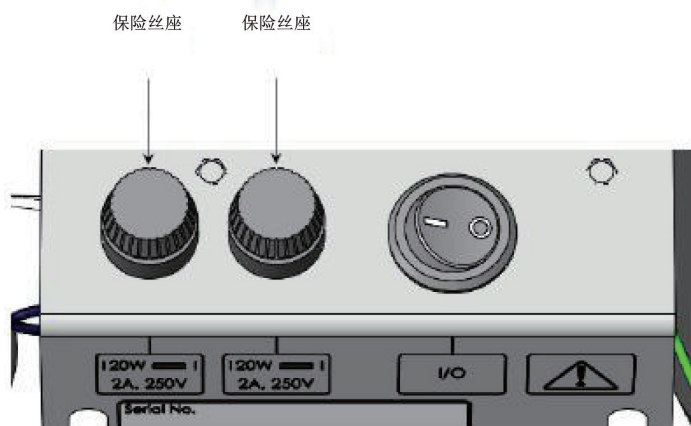
无

1. 关闭电源开关并断开交流电源。
2. 保险丝座位于电气外壳的顶部。若要打开，按下保险丝座同时逆时针旋转（图 7-6）。
3. 取下熔断的保险丝，将新保险丝插入保险丝座的卡舌之间。
4. 按下并顺时针旋转保险丝座，将保险丝重新安装到保险丝座主体中，直至其锁定到位。

注 如果熔断任何一个保险丝，则需要同时更换两个保险丝。▲

5. 重新连接交流电源并打开仪器电源开关。

图 7-6
更换保险丝



更换 WiFi 加密狗

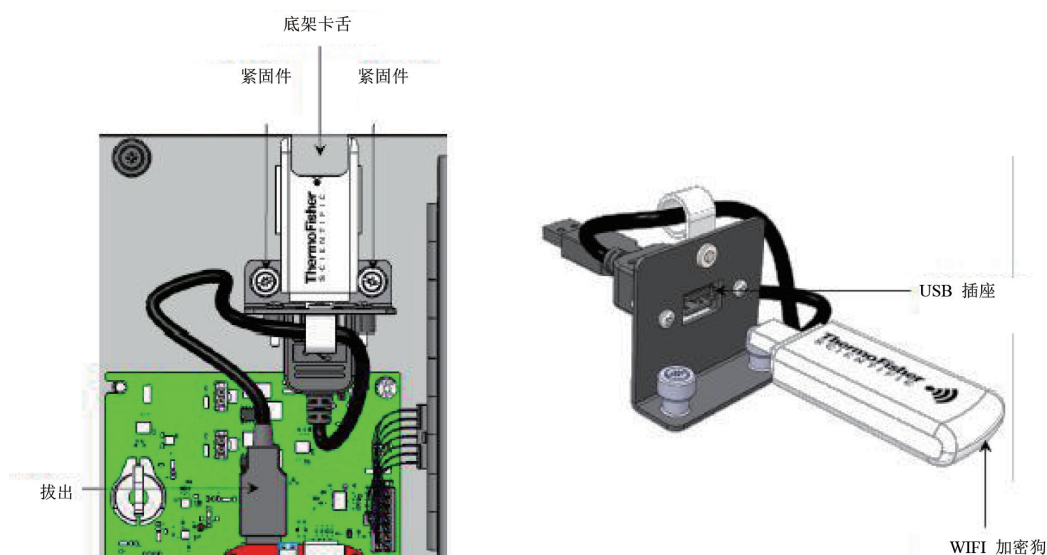
使用以下程序更换 Wi-Fi 加密狗。

所需设备：

1 号十字螺丝刀

1. 关闭电源开关并断开交流电源。
2. 从 BeagleBone Cape 板上拔下 USB 电缆（图 7-7）。
3. 使用 1 号十字螺丝刀，松开将 WiFi 支架固定到底架的 2 个紧固件。
4. 从 USB 插座拔下 WiFi 加密狗，然后丢弃。
5. 将新的 WiFi 加密狗插入 USB 插座，Thermo Fisher Scientific 标识朝上。
6. 使用十字螺丝刀将 WiFi 支架重新安装到底架上。请注意，WiFi 加密狗的末端位于底架上的卡舌下方。
7. 将 USB 电缆插入 Beaglebone 板，WiFi 符号朝下。
8. 重新连接交流电源并打开仪器电源开关。

图 7-7
更换 WiFi 加密狗



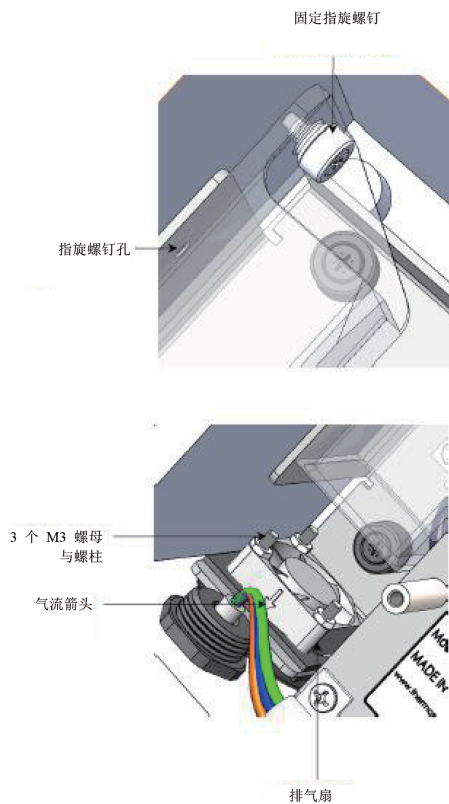
更换排气扇 使用以下程序更换排气扇。

所需设备：

M3 扳手

1. 关闭电源开关并断开交流电源。
2. 按照本章前面的“拆卸电气防护罩”程序（图 7-3），从机箱上拆下电气防护罩。
3. 松开排气管上的固定指旋螺钉，将其向上滑动约 1 英寸，然后将其从肩部螺钉上拉下（图 7-8）。
4. 轻轻地从 BeagleBone Cape 板上拔下白色风扇连接器，然后将电线从电缆支架底部滑出。
5. 使用 M3 扳手，松开并卸下将风扇固定到底架的三个 M3 螺母。
6. 从三个安装螺柱上卸下风扇。
7. 将新风扇安装到三个安装螺柱上，确保气流箭头指向下方（离开机箱）。
8. 将三个 M3 螺母拧回安装螺柱，直到用手拧紧为止。然后使用 M3 扳手，将螺母拧紧相等的圈数，直到垫圈被轻微压住为止。不要拧得过紧。
9. 按相反顺序执行步骤 1-3 以完成风扇更换程序。

图 7-8
更换排气扇



更换路由器 / 调制解调器 使用以下程序更换路由器 / 调制解调器。

所需设备：

1 号十字螺丝刀

1. 关闭电源开关并断开交流电源。
2. 断开以太网电缆与调制解调器的连接，然后从调制解调器上拔下电源线的绿色连接器（图 7-9）。
3. 使用 1 号十字螺丝刀，松开调制解调器支架上的紧固件，然后将其从底架中卸下。
4. 使用十字螺丝刀，拆卸将调制解调器固定到支架上三个螺钉。
5. 从新调制解调器中拆除未使用的绿色连接器。使用十字螺丝刀和上一步骤中的螺钉，将调制解调器安装到支架上。
6. 如有必要，从旧调制解调器上拆下天线，将其安装在新调制解调器的电源插座上。
7. 按相反顺序执行步骤 1-3 以完成路由器 / 调制解调器更换程序。

图 7-9
更换路由器 / 调制解调器



更换传感器接口板

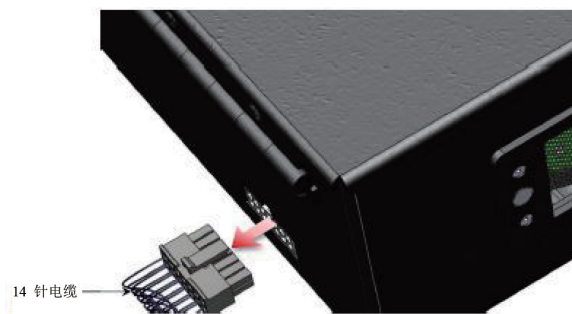
使用以下程序更换传感器接口板。

所需设备：

1 号十字螺丝刀

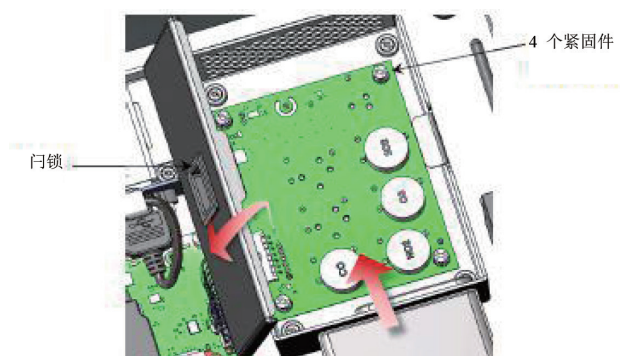
1. 关闭电源开关并断开交流电源。
2. 从传感器室侧面断开 14 针传感器接口电缆。

图 7-10
断开传感器接口电缆



3. 向左滑动门锁并向上提以打开传感器室的盖子（图 7-11）。
4. 使用 1 号十字螺丝刀，松开将传感器接口板固定到传感器室的 4 个紧固件，然后卸下电路板。

图 7-11
更换传感器接口板



5. 按相反顺序执行上述步骤以安装新传感器接口板。请勿将紧固件拧得过紧。

拆卸进样管组件

该程序包括卸下和重新安装进样管组件，这需要更换焊接的进样管组件、OPC（光学粒子计数器）或 OPC 替换组件。

所需设备：

1 号十字螺丝刀

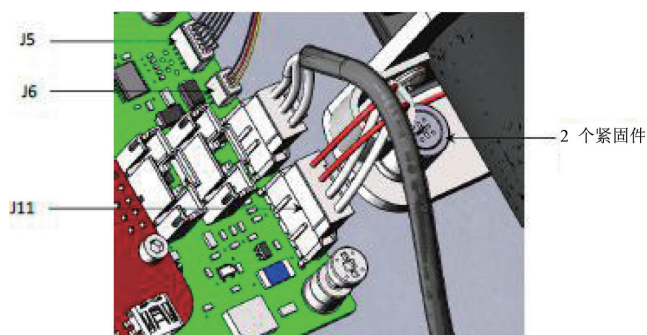
1. 关闭电源开关并断开交流电源。
2. 按照本章前面的“拆卸电气防护罩”程序（图 7-3），从机箱上拆下电气防护罩。
3. 从传感器室（如果已安装）侧面断开 14 针传感器接口板电缆。

图 7-12
断开传感器接口电缆



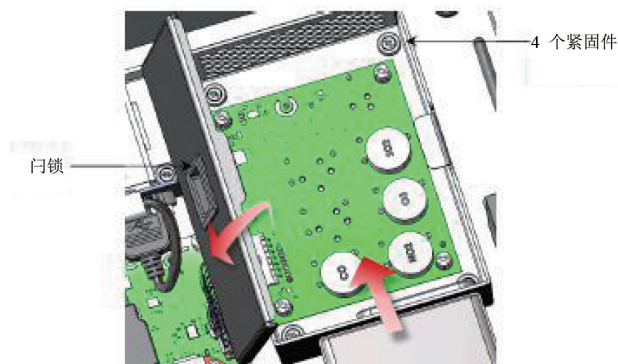
4. 从 beaglebone cape 板上的 J11 上断开 4 针加热器接头。小心地从 J5 断开 OPC 电缆或从 J6（无论安装哪个）断开 OPC 替换组件电缆（图 7-13）。
5. 使用 1 号十字螺丝刀，松开将进样管组件固定到底架的 2 个紧固件。可能需要对泡沫绝缘材料进行一些压缩以接触紧固件。

图 7-13
从 BeagleBone
Cape 板断开连接



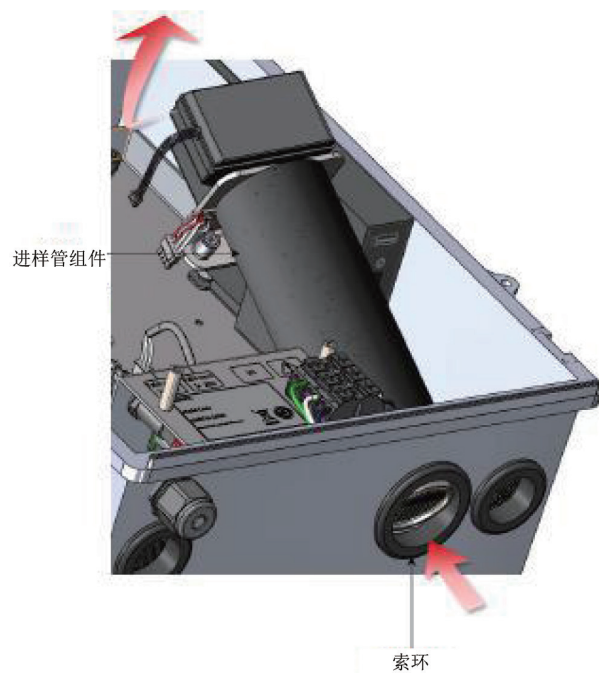
6. 向左滑动门锁并向上提以打开传感器室的盖子（如果已安装）。
7. 使用十字螺丝刀，松开将传感器室固定到底架的 4 个紧固件，从进样管另一端开始将其卸下。

图 7-14
取出传感器室



8. 将进样管组件向上滑出索环，然后将其从底架中取出。
9. 将进样管组件滑回到索环中，然后部分拧紧 2 个紧固件。将加热器重新连接至 J11。将 OPC 电缆重新连接至 J5 或将 OPC 替换组件电缆重新连接至 beaglebone cape 板上的 J6（无论安装哪个）。

图 7-15
更换进样管组件



10. 重新安装传感器室（如果配备），首先将开口一侧放在 OPC 或 OPC 替换风扇上，然后推动另一端直到它与底座齐平。拧紧 4 个紧固件以将传感器室固定到位，然后关闭传感器室盖。
11. 拧紧 2 个紧固件以将进样管固定到底架。
12. 重新连接 14 针传感器接口板电缆至传感器室（如果已安装）侧面连接器。
13. 重新连接交流电源并打开仪器电源开关。

更换焊接进样管组件

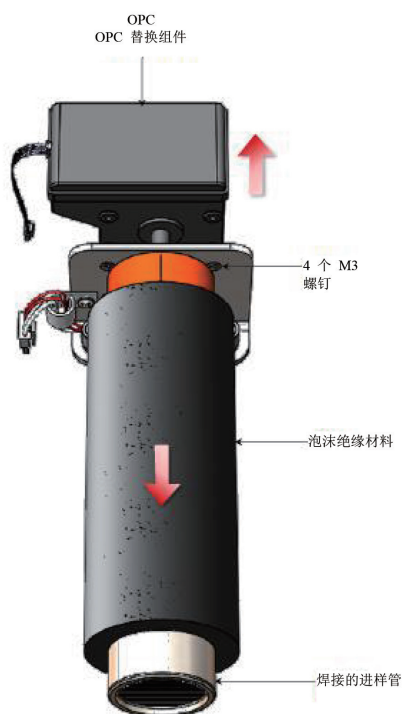
使用以下程序更换焊接进样管组件。

所需设备：

1 号十字螺丝刀

1. 按照本章前面的“拆卸进样管组件”程序，从底架中拆卸进样管组件。
2. 小心地将泡沫绝缘材料从进样管上的法兰上滑下，露出 OPC 或 OPC 替换组件安装螺钉，然后用十字螺丝刀卸下这 4 个螺钉，将组件分开（图 7-16）。
3. 使用 4 个 M3 螺钉将 OPC 或 OPC 替换组件（无论哪个）连接到焊接的进样管，并拧紧直到贴合。请注意，必须确定 OPC 或 OPC 替换组件的方向，以使电线与进样管加热器电线从同一侧出来。
4. 将泡沫绝缘材料滑到进样管上的合适位置，使其与法兰齐平。
5. 将进样管组件滑回到机箱索环中，然后部分拧紧 2 个紧固件。将加热器重新连接至 J11，然后将 OPC 电缆重新连接至 J5，或将 OPC 替换组件电缆重新连接至 Beaglebone cape 板上的 J6。
6. 按照本章前面的“拆卸进样管组件”程序重新安装进样管组件。

图 7-16
更换焊接进样管组件
或 OPC



更换 OPC 或 OPC 替换组件

使用以下程序更换 OPC 或 OPC 替换组件。

所需设备：

1 号十字螺丝刀

1. 按照本章前面的“拆卸进样管组件”程序，从底架中拆卸进样管组件。

2. 小心地将泡沫绝缘材料从进样管上的法兰上滑下，露出 OPC 或 OPC 替换组件安装螺钉，然后用十字螺丝刀卸下这 4 个螺钉，将组件分开（图 7-16）。
3. 使用 4 个 M3 螺钉将 OPC 或 OPC 替换组件（无论更换哪一组件）连接到焊接的进样管，并拧紧直到贴合。请注意，必须确定 OPC 或 OPC 替换组件的方向，以使电线与进样管加热器电线从同一侧出来
4. 将泡沫绝缘材料滑到位，使其与法兰齐平。
5. 将进样管组件滑回到机箱索环中，然后部分拧紧 2 个紧固件。将加热器重新连接至 J11，然后将 OPC 电缆重新连接至 J5，或将 OPC 替换组件电缆重新连接至 Beaglebone cape 板上的 J6。
6. 按照本章前面的“拆卸进样管组件”程序重新安装进样管组件。

更换电源板

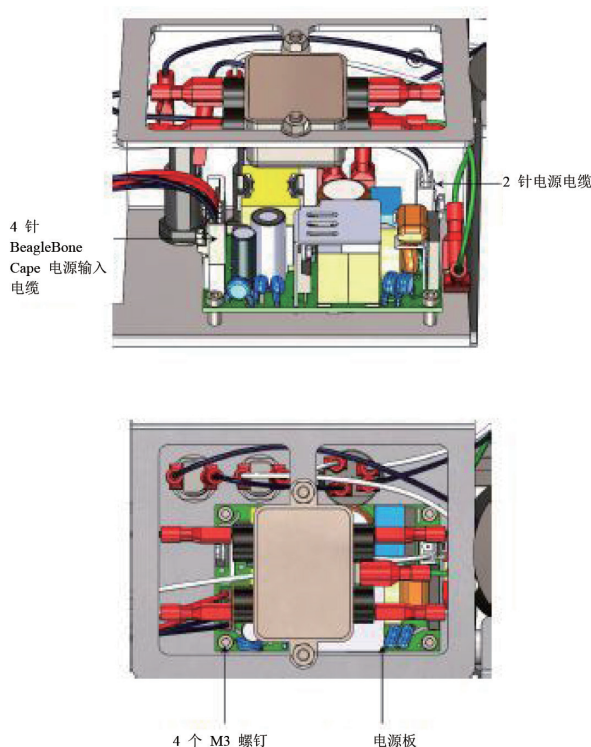
使用以下程序更换电源板。

所需设备：

M3 长柄六角扳手

1. 按照本章前面的“拆卸底架”程序（图 7-4），从机箱上拆下底架。
2. 将底架立起，以进入电气外壳。
3. 断开 4 针 BeagleBone Cape 电源输入电缆，并从主电源板中断开 2 针电源电缆。
4. 使用 M3 六角扳手卸下将电源板安装到底架的 4 个 M3 螺钉。

图 7-17
更换电源板



5. 在新电源板的适当位置重新连接这两条电缆。
6. 使用六角扳手和 4 个 M3 螺钉将新电源板安装在其支座上。拧紧直到贴合。

7. 按照本章前面的“拆卸底架”程序（图 7-4），将底架重新安装回机箱。

更换 BeagleBone Cape 板

使用以下程序更换 BeagleBone Cape 板。

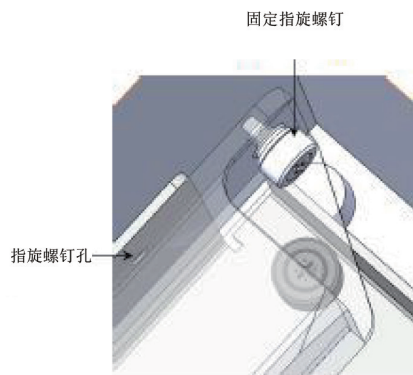
所需设备：

一字螺丝刀，1/8 英寸

注 此程序只能由合格的 Thermo Fisher Scientific 维修技术员执行。▲

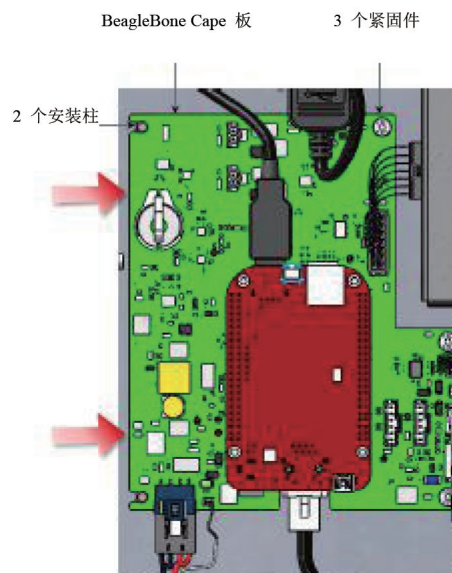
1. 关闭电源开关并断开交流电源。
2. 松开排气管上的固定指旋螺钉，将其向上滑动约 1 英寸，然后将其从肩部螺钉上拉下。

图 7-18
取出排气管



3. 小心地从 Beaglebone cape 板上断开所有电缆组件。共有 7 或 8 个连接器，具体取决于分析仪中安装的选件。
4. 使用一字螺丝刀，松开将 Beaglebone cape 板固定到底架的 3 个紧固件。将电路板滑出 2 个安装柱并将其卸下。

图 7-19
更换 BeagleBone
Cape 板



5. 以相同的方式安装新的 BeagleBone Cape 板，首先将 2 个板槽引导至安装柱中，然后使用一字螺丝刀重新固定紧固件。请勿拧得过紧。
6. 将所有电缆组件重新连接到板上的相应连接器，如下所示：
 - J3 连接到传感器接口板（如果已安装）
 - J5 连接到光学粒子计数器（如果已安装）
 - J6 连接到 OPC 替换组件（如果已安装）
 - J9 连接到路由器 / 调制解调器
 - J11 连接到进样管加热器
 - J12 连接到电源板
 - J13 连接到排气扇
 - BeagleBone USB 端口连接到 WiFi 支架组件
 - BeagleBone 以太网端口连接到路由器 / 调制解调器
7. 按相反顺序执行步骤 1 和 2 以完成 Beaglebone cape 板更换。

更换 PID 灯泡和电极堆

PID 模块包含两个需更换的易损件，即电极堆和 PID 灯泡。如果传感器的响应性和灵敏度大大降低，且在清洁灯泡后并未明显提高，则可能需要更换电极堆和 / 或 PID 灯泡。其他迹象可能是对潮湿样气的异常高的响应。使用以下程序更换电极堆和 PID 灯泡。

所需设备：

灯泡拆卸工具

乳胶手套

镊子（按需）



警告 必须使用干净的工具在干净的表面上执行 PID 模块维修程序。避免用裸露的手指触碰灯窗以及电池组件的金属部分。这些部分上遗留的指纹可能对传感器运行产生不利影响。建议戴乳胶手套。托住灯泡的玻璃主体或灯窗边缘。▲



警告 仅使用灯泡拆卸工具处理 PID 灯泡和电极堆。螺丝刀等其他工具可能损坏 PID 模块体，导致保修无效。▲

1. 关闭电源开关。
2. 向左滑动门锁并向上提以打开传感器室的盖子。
3. 轻轻地用力均匀地从传感器板“SEN7”位置上拔出 PID 模块。
4. 在干净的表面，将灯泡拆卸工具的卡舌插入 PID 模块的侧槽中，将其向内挤压，直至电极堆和灯泡从 PID 体中分离。在此过程中，将手指轻轻按压在电极堆上，有助于防止其丢失。

图 7-20
灯泡拆卸工具

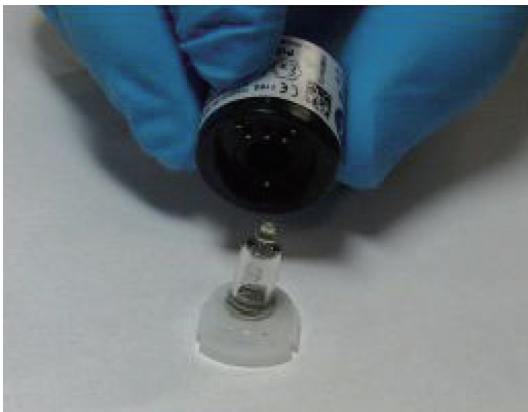


图 7-21
拆卸电极堆和灯泡



5. 灯泡应与电极堆一起取出，但偶尔会卡在传感器体内，需要使用镊子小心取出。在拆卸灯泡时，如果灯泡后的小弹簧弹出，将它放回传感器体内。
6. 重新组装包含新灯泡和 / 或电极堆的 PID 模块时，将电极堆朝下放在平面上，然后旋转灯泡并向下推入密封区，直至紧靠电极正面。

图 7-22
重新组装包含新灯泡
和 / 或电极堆 PID
模块



7. 小心地将 PID 体放在灯泡和电极堆上，不要影响放好的灯泡，确保方向正确，然后用力将 PID 体推向电极堆，使其两翼与 PID 体啮合。啮合后，应听到两声微弱的咔哒声。
8. 将 PID 模块重新安装在传感器板上时，握住边缘，将 3 个插销与板位置“SEN7”中的插座对齐，用力按压，直至 PID 模块平放在传感器板上。关闭传感器室盖。

重新打开电源开关，让 GM-5000 预热 30 分钟。根据本说明书第 4 章“校准”的说明校准 VOC 通道。




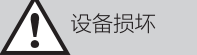
附录 A

安全性、保修和 WEEE


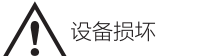
安全性 使用仪器前请仔细阅读以下信息。本说明书提供了关于如何操作仪器的具体信息，但是，如果未根据制造商规定的方法使用仪器，该设备提供的保护可能会受到损害。

安全和设备损坏警报 本说明书包含重要信息，提醒您注意潜在的安全隐患和设备损坏风险。请参阅本说明书中可能会出现的以下类型的警报。

安全和设备损坏警报描述

警报	描述
	◀如果忽视警告，将会造成死亡或严重的人身伤害。▲
	◀如果忽视警告，危险或不安全的做法可能导致严重的人身伤害。▲
	◀如果忽视警告，危险或不安全的做法可能导致轻微到中度的人身伤害。▲
	◀如果忽视警告，危险或不安全的做法可能导致财产损失。▲

本说明书中的安全和设备损坏警报

警报	描述
	◀只能使用本说明书中描述的电源类型操作 GM-5000。▲
	◀为了避免损坏仪器，在连接或断开交流电源之前，请确保电源开关处于关闭位置。▲
	◀安装仪器时可能会发生人身伤害。可能需要协助。▲
	◀如果未根据制造商规定的方法操作该设备，该设备提供的保护可能会受到损害。▲
	◀本说明书中的维修程序仅由合格的维修人员执行。▲
	请勿尝试通过盖子或其他外部配件抬起该分析仪。▲
	调整应仅由仪器维修技术员执行。▲

保修 卖方保证，产品的运行或性能基本上符合卖方公布的质量标准，并且在经过适当培训人员正常、正确和有意使用的情况下，在产品文档、公布的质量标准或包装说明书规定的时间内，不会出现材料和工艺上的缺陷。如果卖方的产品文档、公布的质量标准或包装说明书中未指定一段时间，则保修期为自设备运输到买方之日起的一（1）年，所有其他产品（“保修期”）为九十（90）天。卖方同意在保修期内，由卖方选择修理还是更换有缺陷的产品，以便使该产品基本上符合上述公布的质量标准；但（a）

买方应在发现缺陷后立即以书面形式通知卖方，该通知应包括产品型号和序列号（如适用）以及保修索赔的详细信息；(b) 在卖方审查后，卖方将向买方提供服务数据和 / 或退货授权书（“RMA”），其中可能包括生物危害净化程序和其他产品特定的处理说明；以及 (c) 如果适用，买方可以将有缺陷的产品退还给卖方，并由买方预付所有费用。更换部件是新的还是翻新的由卖方选择。所有更换的部件均为卖方财产。修理或更换的产品应根据卖方销售条款和条件的交货规定运输给买方。消耗品（包括但不限于灯、保险丝、电池、灯泡和其他此类消耗品）明确排除在本保修范围外。

尽管如此，由卖方提供的由卖方从原始制造商或第三方供应商处获得的产品并不由卖方担保，但卖方同意向买方转让卖方可能从原始制造商或第三方供应商处获得的此类产品的任何保修权，只要此类转让获得原始制造商或第三方供应商的允许。

在任何情况下，卖方均无义务全部或部分进行所需的维修、更换或更正，包括 (i) 正常磨损；(ii) 意外、灾难或不可抗力事件；(iii) 买方滥用、过失或疏忽；(iv) 以非设计方式使用产品；(v) 产品外部的原因，例如但不限于电源故障或电源浪涌；(vi) 不正确地存放和处理产品或 (vii) 将产品与非卖方提供的设备或软件结合使用。如果卖方确定买方要求保修服务的产品不在本保修范围内，则买方应按卖方当时的时间和材料费率向卖方支付或补偿调查和回应此类请求的所有费用。

如果卖方提供修理服务或更换部件，这些服务或更换部件不在本保修书所提供的保修范围之内，则买方应按卖方当时的时间和材料费率向卖方支付费用。任何安装、维护、修理、服务、重新安置、更改、或由任何个人或实体（而不是卖方）对产品进行的任何修改，未经卖方事先书面批准，或使用卖方不支持的任何更换部件，应立即停止并取消有关产品的所有保修服务。

本保修声明所规定的维修或更换有缺陷产品的义务应为买方在有缺陷产品发生时的唯一补偿。除本保修声明中明确规定外，卖方不对产品提出任何其他明示或暗示、口头或书面保证，包括但不限于对适销性或适用于任何特定用途的所有暗示性保证。卖方不保证产品无任何差错或达到任何特定结果。

WEEE 合规性


此产品遵循欧盟的废弃电子电气设备 (WEEE) 指令 2002/96/EC。标记下列符号：



Thermo Fisher Scientific 与每个欧盟成员国的回收 / 处理公司有一个或多个协议，此产品应通过他们进行处理或回收。有关 Thermo Fisher Scientific 遵守这些指令的更多信息，您所在国家 / 地区的回收商以及可能有助于检测符合 RoHS 指令的物质的 Thermo Fisher Scientific 产品的信息，请访问：www.thermoscientific.com/WEEERoHS。

WEEE 符号

以下符号和描述标识了仪器上和相关文档中使用的 WEEE 标记。

符号	描述
	适用于 2002/96/EC (WEEE) 指令所规定的电气和电子设备以及 2005 年 8 月 13 日以后投放市场的电气和电子设备的标识。▲

附录 B

快速参考

附图列表

图 1-1GM-5000 外观和尺寸	1-3
图 2-2GM-5000 壁式安装	2-2
图 2-1GM-5000 杆式安装	2-2
图 2-2GM-5000 壁式安装	2-2
图 2-3GM-5000 三角架式安装	2-3
图 2-4GM-5000 前视图	2-3
图 2-6GM-5000 交流配线连接	2-4
图 2-7GM-5000 进样管组件和可选 OPC	2-5
图 2-8GM-5000 可选传感器室组件	2-5
图 2-9 路由器 / 调制解调器	2-6
图 2-10WiFi 支架组件	2-6
图 2-11BeagleBone Cape 板	2-7
图 2-12 排气管 / 排气扇	2-7
图 2-13 交流电源连接	2-8
图 3-1GM-5000 主菜单结构	3-2
图 4-1 校准流程图	4-3
图 4-2 安装校准盖	4-4
图 4-3 正确盖住的稀释校准器背面的大气泄压口	4-4
图 4-4Excel 回归分析的建议数据布局	4-12
图 4-5GM-5000 “实际值”与参比测量值叠加的折线图	4-13
图 4-6 显示 GM-5000 “实际值”与参比测量值相关性的散点图	4-13
图 4-7 显示通过减法计算 PM_{delta} 值的 PM_{10} 数据的 Excel 布局	4-14
图 4-8 如何找到 Excel 回归分析函数	4-15
图 4-9 对 GM-5000 气体传感器数据进行多元线性回归分析的建议设置	4-15
图 4-10 使用根据 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} “原始”值计算出的 PM_{delta} 读数进行多元线性回归分析的建议设置	4-15
图 4-11 显示将转移到 GM-5000 的系数位置的标准回归输出	4-16
图 4-12 突出显示多元回归系数的 GM-5000 GUI 比对测试屏幕。请注意，在标有“PM10”的行中输入 PMdelta 系数	4-16
图 4-13 显示“校正”GM-5000 读数与参比测量值重叠的 Excel 折线图	4-17
图 4-14 显示“校正”GM-5000 读数与参比测量值之间的相关性的 Excel 散点图	4-17
图 5-1 清洁进气和排气滤网方法 1	5-1
图 5-2 清洁进气和排气滤网方法 2	5-2
图 5-3 清洁 / 更换进样口滤网	5-3

图 5-4 清洁 / 更换传感器室滤网	5-4
图 5-5 灯泡拆卸工具	5-5
图 5-6 拆卸灯泡	5-6
图 5-7 清洁灯泡	5-6
图 5-8 重新组装灯泡	5-6
图 6-1 警报解码	6-2
图 7-1 正确接地的防静电腕带	7-1
图 7-2 GM-5000 组件布局前视图和底视图	7-2
图 7-3 拆卸电气防护罩	7-3
图 7-4 拆卸底架	7-3
图 7-5 更换冷却空气进气和排气滤网	7-4
图 7-6 更换保险丝	7-5
图 7-7 更换 WiFi 加密狗	7-5
图 7-8 更换排气扇	7-6
图 7-9 更换路由器 / 调制解调器	7-7
图 7-10 断开传感器接口电缆	7-7
图 7-11 更换传感器接口板	7-8
图 7-12 断开传感器接口电缆	7-8
图 7-13 从 BeagleBone Cape 板断开连接	7-8
图 7-14 取出传感器室	7-9
图 7-15 更换进样管组件	7-9
图 7-16 更换焊接进样管组件或 OPC	7-10
图 7-17 更换电源板	7-11
图 7-18 取出排气管	7-12
图 7-19 更换 BeagleBone Cape 板	7-12
图 7-20 灯泡拆卸工具	7-13
图 7-21 拆卸电极堆和灯泡	7-14
图 7-22 重新组装包含新灯泡和 / 或电极堆 PID 模块	7-1

附表列表

表 1-1. GM-5000 技术参数	1-2
表 6-1. GM-5000 故障排除指南	6-1

附录 C

连接

设置路由器 / 调制解调器

如本说明书第 3 章“操作”中所述，可以使用流式传输功能将数据实时导出到其 IP 地址由用户指定的远程服务器上。通常使用无线路由器 / 调制解调器通过 3G/4G 蜂窝服务将数据记录传输到云服务器。

Thermo Fisher Scientific 为 GM-5000 提供可选 Robustel R3000 路由器 / 调制解调器，但也可以使用其他制造商的路由器 / 调制解调器。如果使用替代路由器，则此处的一些说明可能不适用。在那种情况下，如需其他帮助，请咨询路由器制造商。在所有情况下，均需要一个蜂窝数据账户，并在路由器 / 调制解调器中安装互联网服务提供商（ISP）和用户标识模块（SIM）卡。经销商或用户负责设置账户并购买 SIM 卡，因为每个国家和地区都有不同的蜂窝 ISP 和蜂窝系统。

在安装 SIM 卡后，将 GM-5000 通电。几分钟后，路由器侧面标有 PPP 的 LED 应亮起，应在“信号强度”指示器上至少设置一个 LED。

如果不能连接，最常见的问题为调制解调器 / 路由器的接入点名称（APN）设置。许多路由器均具有自动检测功能，但根据地区的不同，它们可能并不总是有效，需要从 ISP 获取特定的 APN 设置。使用专用调制解调器 / 路由器的界面，关闭“自动 APN 选择”，然后输入正确的 APN。更多详细信息，请参阅调制解调器说明书。

如果已从 Thermo Fisher Scientific 处购买 Robustel R3000，我们建议采用以下设置程序。将需要笔记本电脑和以太网电缆。

1. 关闭 GM-5000，从调制解调器中断开内部以太网电缆。
2. 关闭 PC 或笔记本电脑的 Wifi 连接，并从建筑网络中断开以太网端口。此时，计算机应无法连接至互联网。
3. 使用标准以太网电缆将 GM-5000 调制解调器连接至计算机的以太网端口。
4. 在将笔记本电脑连接至调制解调器的以太网端口后，重新打开 GM-5000，向调制解调器供电。
5. 重新启动计算机，确保识别到调制解调器。
6. 在笔记本电脑上打开浏览器，转至 IP 地址 192.168.0.1，打开调制解调器 / 路由器界面。默认用户名和密码均为“admin”。
7. 打开界面后，单击“界面”，然后单击“链路管理器”。找到 WWAN1，单击，然后参阅包含 APN 设置的“WWAN 设置”部分。
8. 关闭“自动 APN 选择”，在“自动”选择正下方的文本框中输入正确的 APN，然后单击“提交”按钮。
9. 最后，在界面页顶部，单击“保存并应用”，然后单击“重新启动”，重新启动调制解调器。重启后，可能需要等待 5 分钟，让路由器连接至 ISP。

请注意，ISP 可能提供一个以上的可能 APN，您可能需要逐个尝试，直至找到所连接的 APN。如上所述，正确连接后，路由器侧面标有 PPP 的 LED 应亮起，应在“信号强度”指示器上至少设置一个 LED。如果正确连接，还应能够从 Windows“命令提示符”中“ping”google.com 或任何其他互联网地址，并获得回复，或可以在浏览器上打开新选项卡并连接至网站，以验证路由器是否运行。

如果无法连接，在几分钟后调制解调器上的信号强度 LED 将闪烁。这意味着 APN 不正确或信号太弱。如果认为 APN 正确，则调制解调器天线可能存在问题。

在得知路由器 / 调制解调器可以通过笔记本连接至 ISP 后，可以重新建立调制解调器与 GM-5000 的以太网连接，并循环供电，所有设备均应自动连接。此时，应查看调制解调器的 PPP LED 是否亮起。

设置流式传输数据

继续前，请参阅本说明书第 3 章“操作”中的“数据”子菜单下的“流式传输数据”部分。

GM-5000 图形用户界面 (GUI) 中有两个屏幕可用于设置流式传输数据功能。首先，在“服务菜单”下，选择“设置”，然后选择“通信设置”。在“3G/4G 数据服务器设置”下的屏幕右侧，输入用于接收数据的服务器的 IP 地址和端口号。该地址应是云供应商提供的静态 IP 地址。还需要设置 TCP 端口。将端口 6666 用作默认端口，但可以将其更改为其他端口。但是，请勿使用 0 到 1024 之间的端口，因为这些端口均已预约。需要将云服务器设为监听在此输入的另一端口号。

为了使对此“通信设置”屏幕所做的更改生效，需要重新启动仪器。重新启动仪器时，选择“服务菜单”下的“固件更新”。在“固件更新”屏幕，单击“重新启动”按钮，等待重新启动过程完成。

重新启动后，返回“主菜单”，选择“数据”，然后选择“流式传输数据”。在“流式传输数据”屏幕，勾选“开机时自动启动”复选框、“开始”按钮和“开启”按钮。(根据固件版本，可能没有“开启”按钮。)然后单击“保存”按钮，接受更改。

请注意，在一些情况下，GM-5000 可能连接至远程服务器，但操作者想将“流式传输状态”设为“关闭”位置。这样做通常是为了使远程服务器能够进行数据轮询或使服务器和 GM-5000 能够在双向“对话”中交换数据，且不会因新数据记录而中断。

流式传输需几分钟才能开始，但是，如果一切正确，应自动连接至服务器并开始发送数据。在此期间，“流式传输数据”屏幕上的“连接状态”字段应显示“尝试连接”，然后显示“已连接”。

如果是第一次使用流式传输数据功能，我们建议通过下载在笔记本电脑上模拟服务器的免费程序启动该功能。我们已成功使用一个此类程序，名为“Hercules”(从 HW-Group.com 获取)。使用 Hercules 时，通过 Wifi 将笔记本电脑连接至 GM-5000，然后将笔记本电脑 IP 输入 GM-5000 通信屏幕，并如上所述开始流式传输。如果一切正常运行，则流式传输数据应显示在 Hercules 服务器窗口。如果不知道计算机的 IP 地址，打开“Windows”菜单的“Windows PowerShell”，输入“ipconfig”命令，即可找到该地址。

计算机的本地 IP 地址将标记为“IPv4 地址”，并出现在标有文本“以太网适配器局域连接”的模块中。

与远程服务器通信

从固件版本 1.2 开始，GM-5000 流式传输连接是双向的，因此可以将少量的命令和数据请求从服务器发送回 GM-5000。该系统主要旨在允许服务器设置或修改用于比对测试校准的系数。这些基于文本的命令分为三类：设置、获取及其他。

以“设置”开始的命令用于向 GM-5000 发送信息，例如，更改校准参数或设置日期和时间。以“获

取”开始的命令用于从 GM-5000 接收信息，例如，检索传感器的气体浓度，或获取仪器中安装的固件版本。“其他”命令不属于“设置”或“获取”类别，如重新启动命令。基于文本的命令列表及其简短描述见下表。

表 C-1. GM-5000 流式传输命令

“设置”命令：	描述：
设置 colo_var1 < 气体类型 >< 浮点值 >; 示例：设置 colo_var1 co 1.65;	将特定气体的比对测试校准“Variable_1”设为 < 浮点值 > 中所示的数值。 有关比对测试校准和“Variable_1”定义的描述，见第 4 章。
设置 colo_var2 < 气体类型 >< 浮点值 >; 示例：设置 colo_var2 co 0.55;	将特定气体的比对测试校准“Variable_2”设为 < 浮点值 > 中所示的数值。 有关比对测试校准和“Variable_2”定义的描述，见第 4 章。
设置 colo_var3 < 气体类型 >< 浮点值 >; 示例：设置 colo_var3 co 0.15;	将特定气体的比对测试校准“Variable_3”设为 < 浮点值 > 中所示的数值。 有关比对测试校准和“Variable_3”定义的描述，见第 4 章。
设置 colo_intercept < 气体类型 >< 浮点值 >; 示例：设置 colo_var3 co 3.6;	将特定气体的比对测试校准“截距”设为 < 浮点值 > 中所示的数值。 有关比对测试校准和“截距”定义的描述，见第 4 章。
设置日期“年/月/日”；	设置系统日期。
设置时间“时：分：秒”；	设置系统时间。
设置 stream_status (开启 关闭)； 示例：将 stream_status 设为“关闭”；	开启或关闭数据流式传输。
设置 stream_format (标准 详细 比对测试 自定义)； 示例：将 stream_format 设为“详细”；	选择将流式传输到服务器的数据字符串的格式。四种格式可用。
设置 instrument_name < 仪器名称 >;	设置仪器名称，最长 32 个字符。
“获取”命令：	描述：
获取日期；	返回系统日期（年/月/日）。
获取时间；	返回系统时间（时：分：秒）。
获取传感器；	返回包含每个传感器的浓度读数、温度、RH、压力、时间和日期的字符串。
获取 colo_var1 < 气体类型 >;	返回特定气体的比对测量校准“Variable_1”的当前值。 有关比对测试校准和“Variable_1”定义的描述，见第 4 章。
获取 colo_var2 < 气体类型 >;	返回特定气体的比对测量校准“Variable_2”的当前值。 有关比对测试校准和“Variable_2”定义的描述，见第 4 章。
获取 colo_var3 < 气体类型 >;	返回特定气体的比对测量校准“Variable_3”的当前值。 有关比对测试校准和“Variable_3”定义的描述，见第 4 章。
获取 colo_intercept < 气体类型 >;	返回特定气体的比对测量校准“截距”的当前值。 有关比对测试校准和“截距”定义的描述，见第 4 章。
获取版本；	返回当前固件版本号。
获取 pm_readings；	返回“工厂值”和最近保存的记录中 PM _{2.5} 和 PM ₁₀ 的完全校准浓度值。 完全校准值包括使用比对测量进行的调整。
获取 report_interval；	返回报告间隔周期（单位：分钟）。

“获取”命令:	描述:
获取 stream_status;	返回数据流式传输功能的当前状态（开启或关闭）。
获取 stream_format;	返回流式传输数据记录的当前格式选择（标准、详细、比对测试或自定义）。
获取 stream_config;	返回数据流式传输功能的完全配置，包括设为“开启”或“关闭”、报告间隔和报告格式。
获取 stream_data <n>;	返回仪器数据库中的最新“n”数据记录。格式包括流式传输设置中规定的标准、详细、比对测试或自定义。 示例：获取 stream_data 50; 返回最近的 50 条记录。
获取 colocation_settings;	返回每个测量污染物的截距、Var_1、Var_2、Var_3 的当前值。这些是比对测量校准中使用的系数。
获取 current_readings;	返回“实时”浓度读数，每 10 秒更新一次。包括 CO、O ₃ 、NO ₂ 、SO ₂ 、NO、VOC、PM ₁₀ 和 PM _{2.5} 。
获取仪器名称;	返回仪器名称。
“其他”命令:	描述:
重新启动:	向系统发出重新启动命令。重新启动将导致连接丢失。

< 气体类型 > = NO|CO|O₃|SO₂|NO₂|VOC

< 浮点值 > = 小数数值

用分号 (;) 结束是可选

赛默飞世尔科技

上海

上海市浦东新区新金桥路27号3,6,7号楼
邮编 201206
电话 021-68654588*2570

生命科学产品和服务业务

上海市长宁区仙霞路99号21-22楼
邮编 200051
电话 021-61453628 / 021-61453637

北京

北京市东城区北三环东路36号环球贸易
中心C座7层/8层
邮编 100013
电话 +86 10 8794 6888

广州

广州国际生物岛寰宇三路36、38号合景
星辉广场北塔204-206 单元
邮编 510000
电话 020-82401600

成都

成都市临江西路1号锦江国际大厦1406 室
邮编 610041
电话 028-65545388*5300

沈阳

沈阳市沈河区惠工街10号卓越大厦3109 室
邮编 110013
电话 024-31096388*3901

武汉

武汉市东湖高新技术开发区高新大道生物园路
生物医药园C8栋5楼
邮编 430075
电话 027-59744988*5401

南京

南京市中央路201号南京国际广场南楼1103室
邮编 210000
电话 021-68654588*2901

西安

西安市高新区科技路38号林凯国际大厦
1006-08单元
邮编 710075
电话 029-84500588*3801

昆明

云南省昆明市五华区三市街6号柏联广场写字
楼908单元
邮编 650021
电话 0871-63118338*7001

欲了解更多信息，请扫描二维码关注我们的微信公众账号

赛默飞世尔科技在全国有共21个办事处。本资料中的信息，说明和技术指标如有变更，恕不另行通知。



赛默飞
官方微信



赛默飞
化学分析

热线 800 810 5118
电话 400 650 5118
www.thermofisher.com

ThermoFisher
SCIENTIFIC