

多组分气体分析仪 使用说明书

2025 年 01 月

中国船舶集团有限公司第七一八研究所

前言

多组分气体分析仪（以下简称仪器）采用模块化结构设计，能连续自动测量、指示和记录 NH_3 、 HCHO 、 N_2O 、 CO_2 、 CH_4 和 CH_3OH 等气体体积浓度。仪器适用于石油、化工、化肥、空分、冶金、建材、电厂、核电、轻工、制药、环保监测及科研等多种领域。

仪器以标准信号输出，适用于闭环调节或微机自控。仪器稳定性好，测量精度高，抗工艺背景气干扰能力强，结构设计合理；显示直观，操作灵活方便，触屏操作，仪器自动化程度高，支持 RS485 通讯，仪器能适应各种复杂工况。

本说明书从仪器的主要特点，检测原理、性能指标、结构组成、使用说明、校准与安装、传输特性、维护及常见故障处理等方面进行了介绍，并对操作使用方法及标定方法进行了详细描述。因此，使用本仪器前务必仔细阅读本说明书，并在熟悉本产品后方可使用。

有时，为了提高部件及整体的性能和可靠性，会对仪器的硬件或软件稍作些改动，这有可能与指导书中的内容稍有区别，敬请谅解。如有不明之处或在使用中发现任何问题，请致电我公司服务电话。

特别提示：

请勿在没有专业人士或未受过培训人员的指导下随意更改任何参数设置，以免影响测量准确性。

服务☎：

全国统一服务电话：

☒：河北省邯郸市经济开发区世纪大街 6 号 派瑞科技产业园（西区）

版本更新说明

序号	时间	版本号	修改说明
1	2025-01-03	V1.0	使用说明书初版
2	2025-01-18	V1.1	增加热湿分析仪部分的内容

有关说明

本指导书根据安全需要，使用了以下符号，请务必关注使用以下符号的文字，并严格遵守。



表示：未遵守文字要求时，会导致危险情况，可能造成人身伤亡。



表示：未遵守文字要求时，会导致危险情况，可能会导致人身轻度或中度的伤害和仪器损毁。有些事项，虽然使用⚠️注意符号，但由于情况变化，也可能导致重大事故。



表示：虽然不属于「危险」，「注意」，但需要用户遵守的事项。

注意事项

拿到仪器时



- ◆ 仪器严重受损时，请不要使用；
- ◆ 本仪器为精密仪器，操作、运输、保存过程中严禁摔打；
- ◆ 仪器应保持清洁、干燥；

维护、维修时



- ◆ 不得随意分解、改造及变更结构和电路。

保养时



- ◆ 维修仪器需要专业技术人员；仪器运行过程中，请勿检查、检测信号；
- ◆ 不得使用远超仪器量程的标气对设备进行标校，否则会对传感器造成不可逆性损伤；
- ◆ 作业前请摘除手表、戒指等金属部件，请使用已实施了绝缘对策的工具，并谨慎对待内部的集成电路；
- ◆ 严禁随意变更本仪器的设定参数，需要校准本仪器时，请经过培训的人员按标准步骤进行；
- ◆ 请勿自行改造本仪器；

目 录

前 言.....	2
版本更新说明.....	3
有关说明.....	4
目 录.....	6
1 概述.....	7
2 产品描述及适用范围.....	7
3 检测原理.....	8
4 性能指标.....	9
5 分析仪组成.....	9
6 安装.....	11
7 使用说明.....	12
8 传感器寿命.....	20
9 维护及常见故障.....	20
10 产品成套性.....	21

1 概述

1.1 使用须知

本手册详细说明了多组分气体分析仪器（以下简称“仪器”）的正确使用方法，相关人员在操作、使用和维修仪器前必须仔细阅读本手册，并妥善保存以便将来查阅。

1.2 质量保证

本仪器严格按照有关标准进行设计、生产和组装，其组件可溯源，且通过校准并达到其规定的标准。所有新购仪器应在使用前采用标准气体进行校准。

1.3 仪器处理

用户应严格按照所在地国家安全与环境要求处理本仪器及其零部件。

2 产品描述及适用范围

根据不同气体的不同性质，仪器集成多种光谱技术对气体进行分析检测，其中，紫外差分吸收光谱（DOAS）技术，可同时检测 NH_3 和 HCHO ，还可根据需要扩展检测 NO_2 、 NO 等气态污染物；非分散红外光谱技术（NDIR）可同时测量 N_2O 、 CO_2 、 CH_3OH 化合物等；可调谐半导体激光吸收光谱（TDLAS）可对 CH_4 等进行检测。各个传感器技术之间采用模块化组合方式，可根据用户需求进行组合。具有测量精度高、测量速度快、多组分同时检测、抗干扰能力强、检测下限低等诸多优点，可广泛应用于固定污染源排放监测、移动污染源排放监测、工业气体分析、过程测量技术等领域

(1)主要特点：

- 插拔智能化传感器模组，更换方便；
- 彩色液晶显示，工作范围宽，寿命长；
- 多种信号输出、多线制连接；

(2)仪器基本参数

指标	技术参数
检测气体	NH_3 、 HCHO 、 N_2O 、 CO_2 、 CH_4 、 CH_3OH 等（其他气体件技术协议）
检测原理	UV-DOAS/NDIR/TDLAS
检测方式	正压吸入式/泵吸式
显示方式	LCD 全彩液晶显示
电源	220VAC
功耗	$\leq 200\text{W}$
输出信号	RS485（Modbus RTU）
使用环境温度	$0^\circ\text{C}\sim 40^\circ\text{C}$
使用相对湿度	15%~95%RH/无凝结
适用气压范围	$(80\sim 110)\text{ kPa}$

外形尺寸	482mm*133.5mm*380mm (公差: ±5mm)
------	--------------------------------

(3)仪器形式

待测气体包含 NH₃、HCHO、N₂O、CO₂、CH₄、CH₃OH 等六种气体，其中 NH₃、HCHO 采用 UV-DOAS 检测原理，此部分分析仪包括控制箱和加热箱两部分，控制箱主要完成光源驱动、温控器控制、数据采集和处理和浓度输出等功能。加热箱完成气体伴热，使箱内温度控制在设定温度，保证测量结果的准确性。

N₂O/CO₂ 采用 NDIR 检测原理，这两种气体传感器放置于一个 3U 机箱内。内部含电源模块、传感器模块、主控板等，实现 N₂O 和 CO₂ 气体的采集与检测。

CH₄/CH₃OH 分别采用 TDLAS 和 NDIR 检测原理，这两种气体传感器放置于一个 3U 机箱内。内部含电源模块、传感器模块、主控板等，实现 CH₄ 和 CH₃OH 气体的采集与检测。

3 检测原理

3.1 紫外差分光谱技术 (UV-DOAS)

根据紫外差分吸收原理，抽取需要检测的气体经过气室，氘灯（或氙灯）发出的紫外光经过气室后，被气体中的相关组分吸收。由光谱仪获取被吸收后的紫外光谱，分析气体的特征吸收峰，反演出气体中所含的被测气体组分浓度。

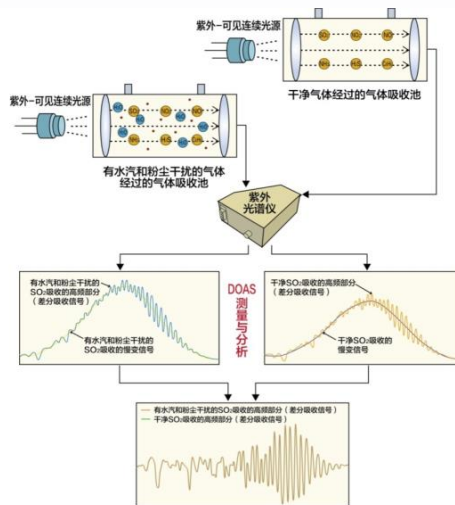


图 3.1 DOAS 原理图

3.2 非分散红外光谱技术 (NDIR)

模块采用非分散红外吸收法原理，由宽波段红外辐射光源、气室、探测器和信号控制与处理电路等组成，通过探测气体吸收前后的光强衰减分析气体浓度。模块采用高性能宽波段红外辐射光源和原创设计的新型多次反射型长光程红外气室，实现了高稳定性和低检出限，气室内壁不影响光学过程，因而光程更加稳定，测量结果更加可靠。

3.3 可调谐半导体激光吸收光谱 (TDLAS)

可调谐半导体激光吸收光谱（TDLAS）技术是利用半导体激光器波长调谐特性，获得被测气体的特征吸收光谱范围内的吸收光谱，从而对特定气体进行定量分析。当特定波长的激光穿过被测气体时，会对激光产生吸收效应，据此可以检测出相应气体的浓度。系统采用谐波调制技术，大大提高了检测灵敏度。

具体工作流程是通过电流驱动电路驱动激光器，温度控制电路控制激光器工作温度，使之输出中心波长在气体吸收范围的连续光谱，实现激光器的波长调制。仪器探测光通过气室后的出射光强，通过锁相放大器解调出一次谐波和二次谐波，之后反演得出所测气体浓度。

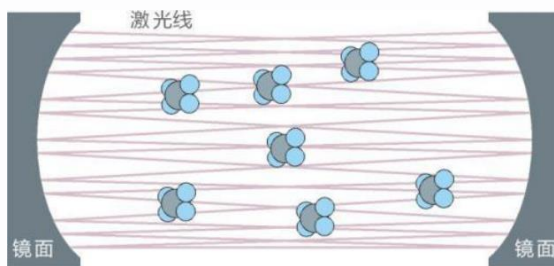


图 3.2 可调谐激光吸收光谱原理

4 性能指标

表 4.1 仪器检测性能指标

检测气体	NH ₃	HCHO	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	CH ₃ OH
量程	1000ppm	1000ppm	500ppm	25%	2000ppm	2000ppm
分辨率	0.1ppm	0.1ppm	0.1ppm	0.01%	0.1ppm	0.1ppm
误差	±2%FS					
重复性	≤2%					
响应时间	≤60s					
零点漂移	±2%FS@24h					
量程漂移	±2%FS@24h					

5 分析仪组成

NH₃/HCHO 分析仪组成见 7.3 节内容。以下为 N₂O/CO₂ 和 CH₄/CH₃OH 分析仪组成介绍。

5.1 外形尺寸及组成

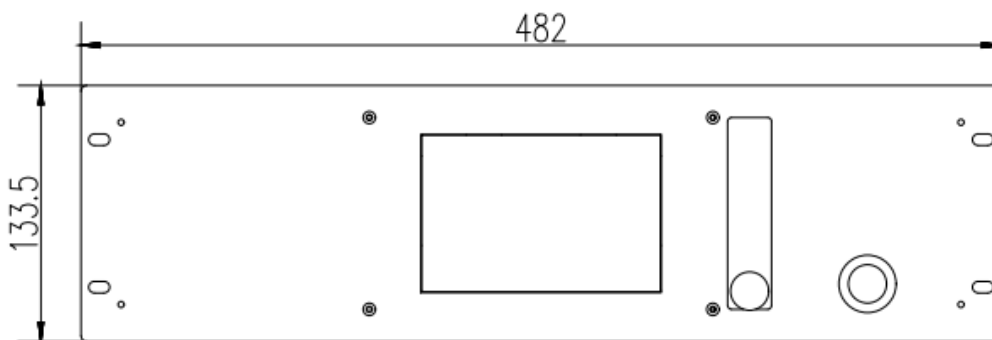


图 5.1 仪器正面尺寸图

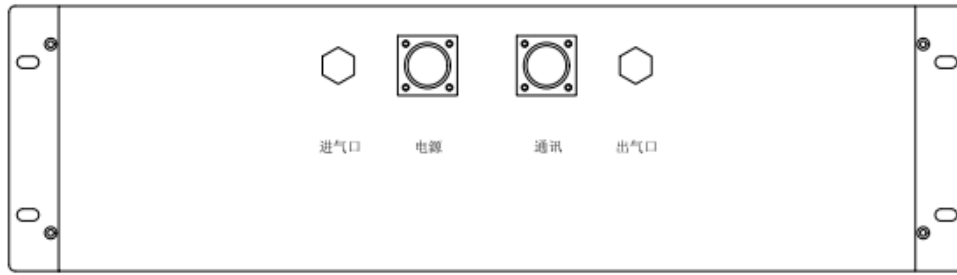


图 5.2 仪器背面图

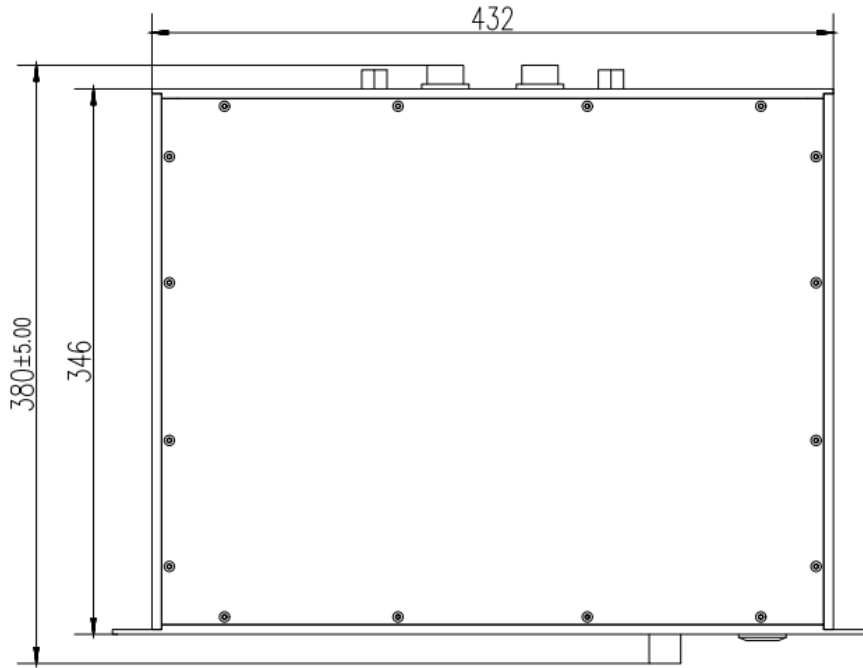
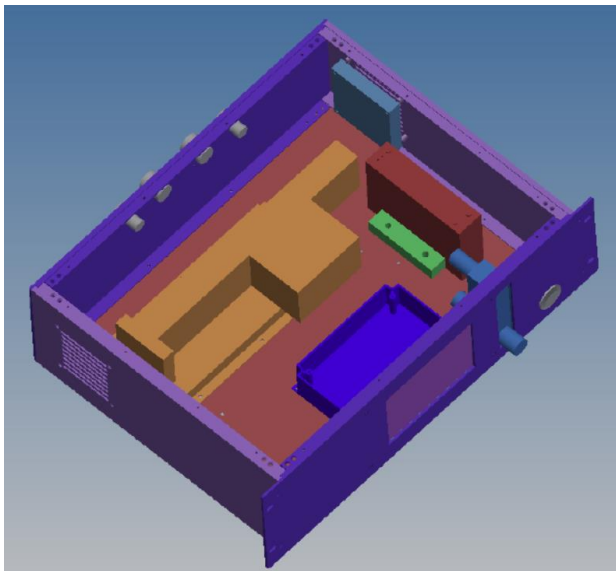
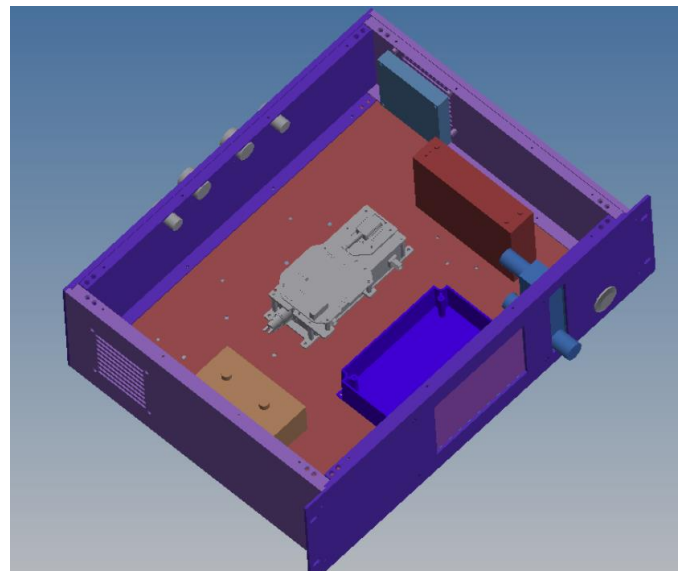


图 5.3 仪器俯视图



a. N2O/CO2 分析仪内部图



b. CH4/CH3OH 分析仪内部图

图 5.4 分析仪内部图

5.2 仪器接线

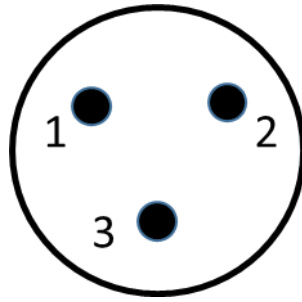


图 5.5 电源航插示意图

表 5.1 接线端子定义

序号	描述
1	AC220V-L
2	AC220V-N
3	PGND

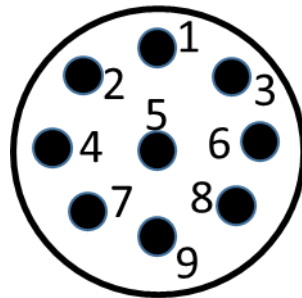


图 5.6 通信航插示意图

表 5.2 接线端子定义

序号	描述
1	RS485A
2	RS485B
3	预留
4	预留
5	预留
6	预留
7	预留
8	预留
9	预留

(注：通信配置按具体技术协议)

6 安装

6.1 开箱须知

开箱后取出箱内包装袋，从仪器附件袋中取出装箱清单，并根据清单上的项目和数量，检查箱内所装仪器、附件和有关技术文件的完整性。根据产品合格证或仪器上的标牌，检查仪器的测量对象和量程范围与订货要求的一致性。

仪器在厂内装配检验后，为了防止仪器内部和气路管道的污染，所有管口均被密封起来，在仪器安装结束前，不要打开机箱，所有管口的密封塞更不准随意去掉。**仪器如单独使用，需配置过滤器。**

仪器的所有备件和附件的数量见本说明书中第七章，附件备件均放在一塑料口袋中，开箱时切不可遗失。

6.2 安装地点的选择

合理正确地选择仪器的安装地点，对用好仪器非常重要，所以选择的安装地点必须符合如下几个原则：

仪器的安装地点与实际测量点必须尽可能地接近，以免测量管道过长使仪器产生不必要的滞后或由于冷凝水的积聚而堵塞测量管道；

仪器要避免太阳光、锅炉火或其它辐射的直接照射；

仪器安装点的旁边必须考虑可供放置标准气瓶的位置，有利于气路管道的连接和供操作人员调校仪器的空间；

仪器安装地点必须符合本说明书中有关影响量的额定工作范围即使用条件的规定；

安装地点必须有利于电源电缆、信号和接地线的连接，仪器的信号电缆可以长达数百米接到控制室内。

6.3 仪器的嵌入式安装

嵌入式安装形式一般是将仪器装在控制柜内时采用。控制柜安装仪器的这一面铁板厚度不得小于3mm。

嵌入式安装时电缆紧固螺钉安装在机箱的后面，测量气体入口和出口接头安装在机箱的后面。注意指示牌上标记符号与实际的气体入口和出口相一致。

7 使用说明

系统包含 NH₃/HCHO 分析仪、N₂O/CO₂ 分析仪和 CH₄/CH₃OH 分析仪三种型号。下面对三种仪器的使用方法分别进行介绍。

7.1 N₂O/CO₂ 分析仪操作说明

屏幕使用 LCD 显示屏进行显示，可实时监测状态，设备正常开机后，主要界面及描述如下：

表 7.1 仪器界面说明

序号	界面名称	界面描述	备注
1	实时浓度显示界面	开机预热等待传感器上电稳定	
2	设备信息显示界面	显示温湿度等参数	
3	校准界面	对气体进行校准	

(1) 监测

接通仪器电源，点击前面板开机按钮，仪器开始启动，进入实时浓度显示界面，如图 7.1 所示。在此界面可以读取 N₂O 和 CO₂ 的实时浓度。点击设备参数，进入设备信息显示界面，如图 7.2 所示。设备信息显示界面可对仪器内部温度、湿度和气体流量进行测量，并对设备运行状态进行故障代码显示。故障代码说明如表 7.2。



图 7.1 实时浓度显示界面



图 7.2 设备信息显示界面

(2)校准

点击校准进入校准页面，如图 7.3 所示。点击右箭头，进入 CO₂ 校准页面，如图 7.4 所示。



图 7.3 N2O 校准界面



图 7.4 CO2 校准界面

表 7.2 故障代码说明

序号	故障代码	代码含义	备注
1	0x00000000	正常	
2	0x00000001	N ₂ O传感器故障	
3	0x00000010	CO ₂ 传感器故障	
4	0x00000011	N ₂ O和CO ₂ 传感器故障	

零点校准前需对仪器通入高纯氮气或洁净空气，保证仪器数据处于零点状态。点击零点校准，进入确认零点校准界面，如图 7.5 所示，点击“是”，则进行零点校准，点击“否”，则回到校准界面。其他标定界面以此类推。

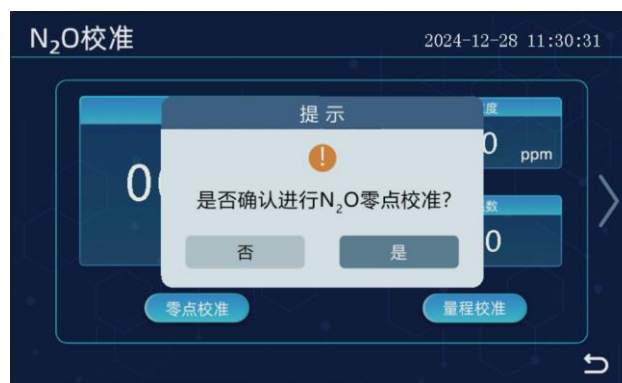


图 7.5 零点校准确认界面

量程校准前需对仪器通入量程标气，然后在标气浓度处输入对应的量程标气，点击“标气浓度”数字显示框处，进入标气浓度输入界面，如图 7.6 所示。通过键盘输入浓度后，点击回车确认，待实时值稳定后，点击“量

程校准”，进入量程校准确认界面，如图 7.7 所示。会出现是否进行量程标定的提示，点击“是”，完成量程标定流程。其他标定界面以此类推。



图 7.6 标气浓度输入界面

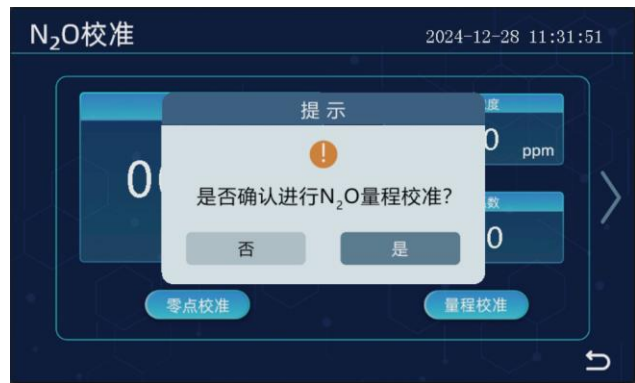


图 7.7 校准相关界面

7.2 CH₄/CH₃OH 分析仪操作说明

屏幕使用 LCD 显示屏进行显示，可实时监测状态，设备正常开机后，主要界面及描述如下：

表 7.3 仪器界面说明

序号	界面名称	界面描述	备注
1	实时浓度显示界面	开机预热等待传感器上电稳定	预热时间20min左右
2	设备信息显示界面	显示温湿度等参数	
3	校准界面	对气体进行校准	

(1) 监测

接通仪器电源，点击前面板开机按钮，仪器开始启动，进入实时浓度显示界面，如图 7.8a 所示。在此界面可以读取 CH₄ 和 CH₃OH 的实时浓度。点击右侧测量气体模式，可在单 CH₄、单 CH₃OH 和 CH₄ 和 CH₃OH 混合三种模式下切换，点击 CH₄+CH₃OH 图标则进行混合气体模式检测，如图 7.8b。

需要特别注意的是，CH₄ 和 CH₃OH 分别采用 TDLAS 和 NDIR 进行浓度检测，但这两种气体存在交叉干扰，针对此情况设备已设计去除交叉干扰的补偿算法，但为了使测量更加准确，因此建议用户选择合适的模式进行使用。

点击设备参数，进入设备信息显示界面，如图 7.9 所示。设备信息显示界面对仪器内部温度、湿度和气体流量进行测量，并对设备运行状态进行故障代码显示。故障代码说明如表 7.4。



a. 单 CH₄ 检测模式 b. CH₄ 和 CH₃OH

图 7.8 实时浓度显示界面



图 7.9 设备信息显示界面

表 7.4 故障代码说明

序号	故障代码	代码含义	备注
1	0x00000000	正常	
2	0x00000001	CH ₄ 传感器故障	
3	0x00000010	CH ₃ OH传感器故障	
4	0x00000011	CH ₄ 和CH ₃ OH传感器故障	

(2)校准

点击校准进入校准页面，如图 7.10 所示。点击右箭头，依次进入单气 CH₃OH 和混气 CH₃OH 校准页面，如图 7.11 和图 7.12 所示。



图 7.10 N2O 校准界面



图 7.11 单气 CH3OH 校准界面



图 7.12 混气 CH3OH 校准界面

零点校准前需对仪器通入高纯氮气或洁净空气，保证仪器数据处于零点状态。点击零点校准，进入确认零点校准界面，如图 7.13 所示，点击“是”，则进行零点校准，点击“否”，则回到校准界面。其他标定界面以此类推。

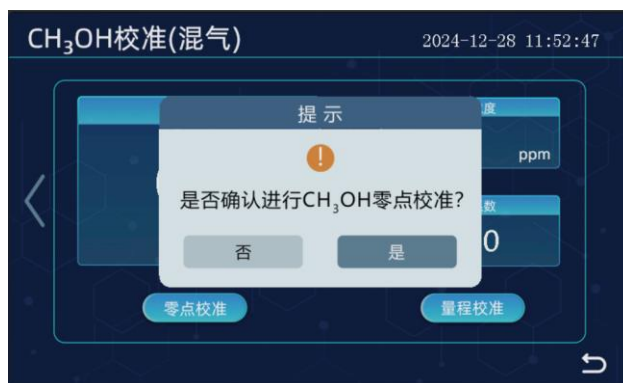


图 7.13 零点校准确认界面

量程校准前需对仪器通入量程标气，然后在标气浓度处输入对应的量程标气，点击“标气浓度”数字显示框处，进入标气浓度输入界面，如图 7.14 所示。通过键盘输入浓度后，点击回车确认，待实时值稳定后，点击“量程校准”，进入量程校准确认界面，如图 7.15 所示。会出现是否进行量程标定的提示，点击“是”，完成量程标定流程。其他标定界面以此类推。



图 7.14 标气浓度输入界面

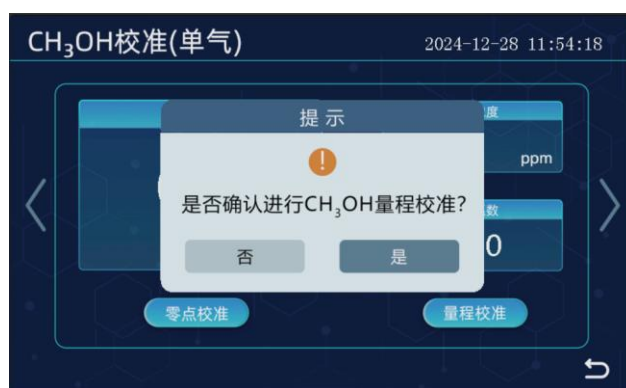


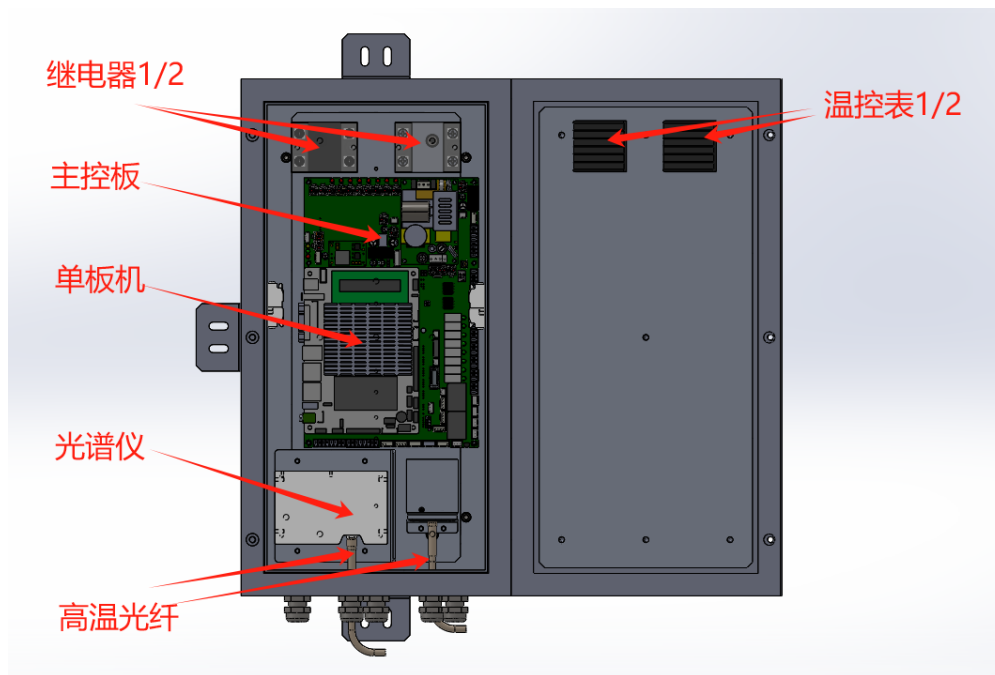
图 7.15 校准相关界面

7.3 NH₃/HCHO 分析仪

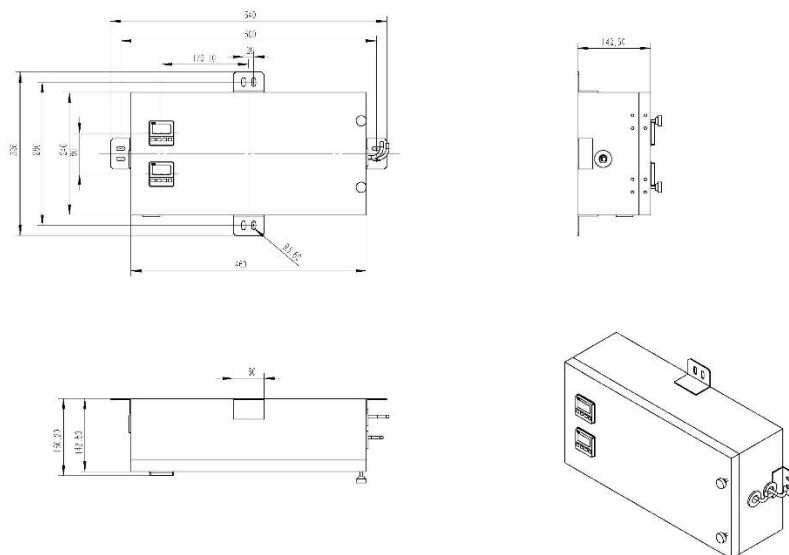
7.3.1 仪器组成

高温的氨气和甲醛测量模块分为控制箱和加热箱。控制箱主要完成光源驱动、温控器控制、数据采集和处理 and 浓度输出等功能。

控制模块的设计图和尺寸如下图所示。其中温控器 1 和温控器 2 分别对控制箱内和加热箱内温度进行控制；高温检测控制板是氨气、一氧化氮和二氧化氮的核心；紫外光源和光谱仪搭配加热箱内的气室共同完成气路搭建和浓度信号获取；光纤完成信号传输；电气接口主要包含供电和信号输出等。



(a)内部组成图



(b)尺寸图

图 7.16 高温氨气检测控制模块设计图

高温 UVDOAS 模块主要包括高温过滤器、高温气动阀、以及高温吸收池，以及在高温加热盒之外的单向阀。高温加热盒的原理示意图、设计图及尺寸如下图所示：

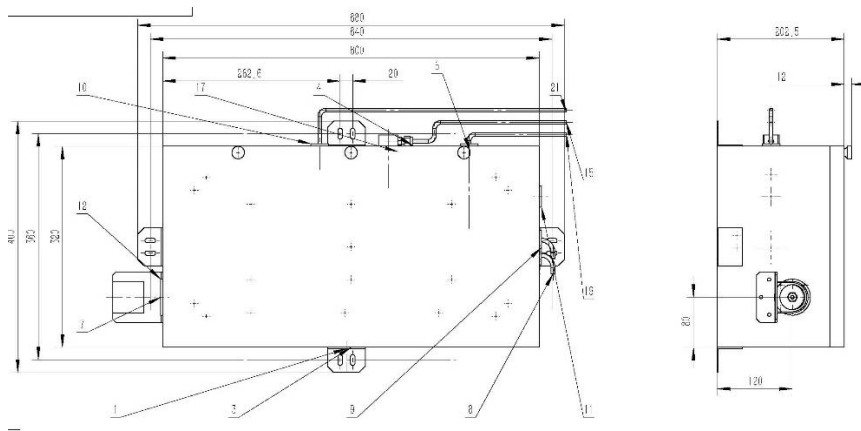
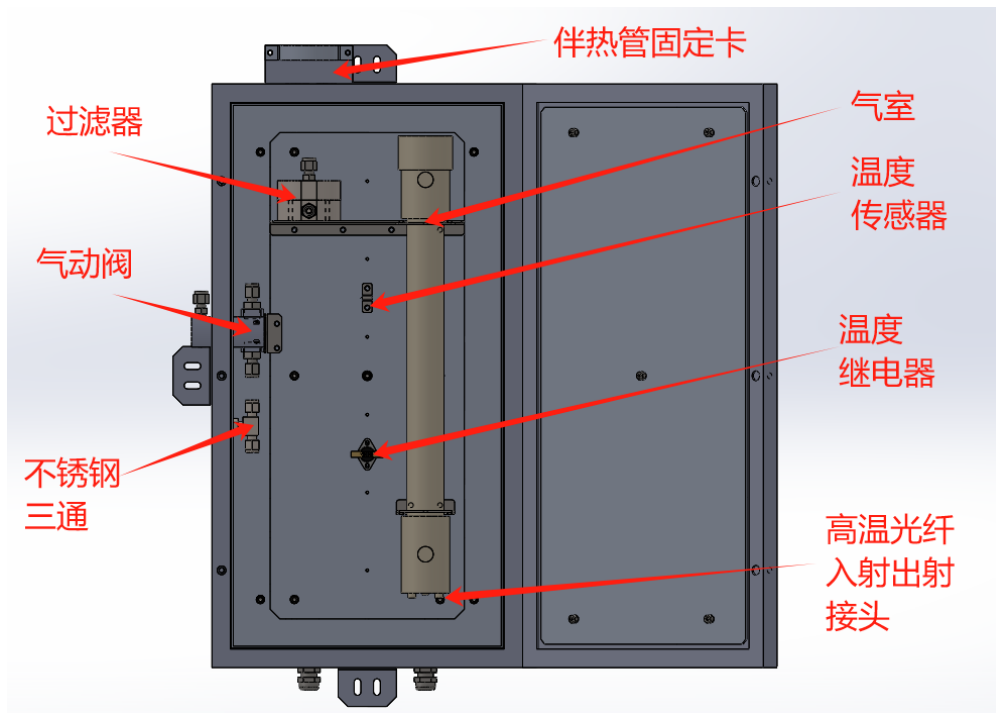
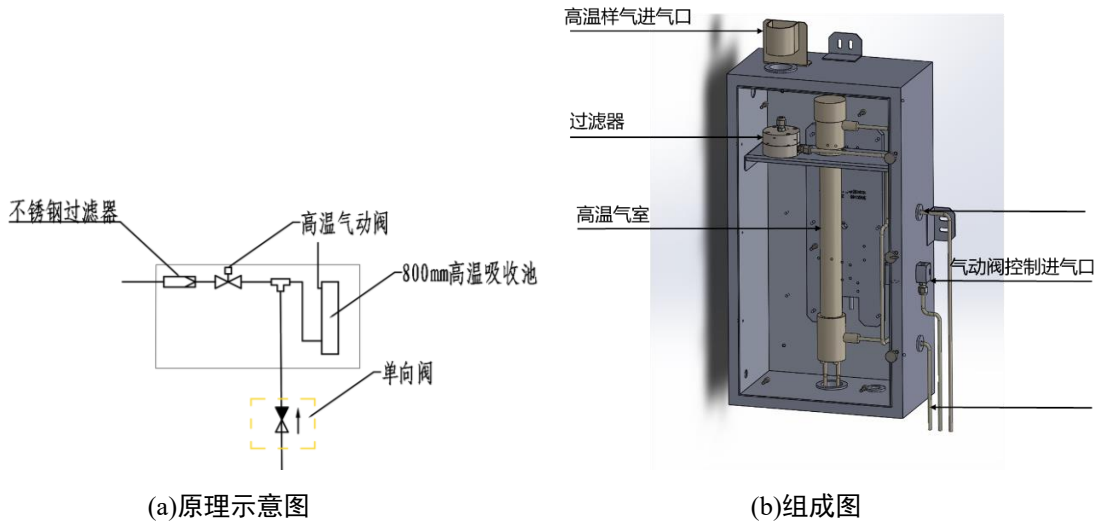


图 7.17 高温检测原理示意图

表 7.5 部件及功能说明

序号	部件名称	功能说明
1	加热箱	内置气动阀、过滤器、高温气室、测温元件、温度继电器，外接高温光纤，外置电磁阀，与气动阀联动，接通时可完成零气、标气校准。
2	控制箱	内置主控板、温度继电器、温控表、工控机、紫外氙灯光源、微型光谱仪，完成控制气体的加热、气动控制、温度测量、光谱解析、数据输出等。
3	电磁阀	为气动阀提供一定压力的气体，控制其开启和关闭。
4	气动阀	切换正常采样和反吹状态。
5	高温管线	完成紫外光束的发射接收之传导。

样气进入高温 UVDOAS 模块后，首先经过不锈钢过滤器，高温气动阀是常开型，直接进入高温吸收池进入后级系统。单向阀用于气体截止，防止样气进入标定气路。当设备进入标定状态时，驱动高温气动阀关闭阀门状态，标定气体经单向阀进入高温盒，标定管路设计长大概 1m 左右，用于对标气进行升温，防止标定气体与样气温差过大，导致标定数据与实测数据出现差异。

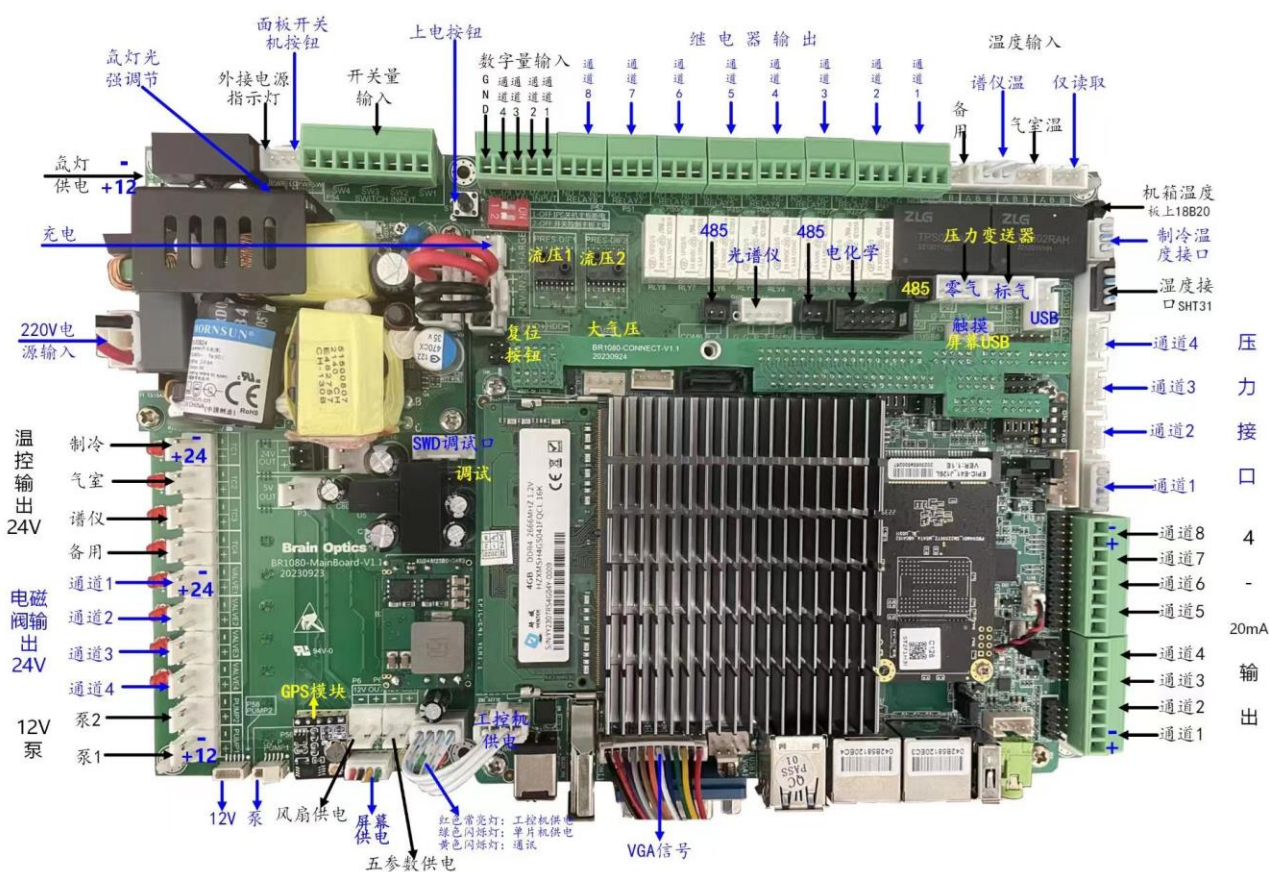


图 7.18 主控图各部件功能图

7.3.2 操作说明

(1) 运行前检查

系统上电测试前主要检查以下几方面：

- a. 系统应可靠接地；
- b. 光纤应连接牢固并且弯曲半径大于 15cm；
- c. 气体管路连接完成后，进行气体泄露检查无问题；

c.系统的排气出口应该用气管导出室外。

(2)预热

启动仪器进行大约 2h-3h 的暖机运转，在线分析仪以连续运转为原则，除长时间不使用的情况之外，请保持电源处于接通状态。

(3)标定与测量

进行通气时，一般标气和零气流量控制在(0.5~1.5)L/min，样气流量控制在(1.0±0.05) L/min。

分析仪出厂前已经过准确标定，原则上初次使用时无需标定。但由于标气之间的系统误差，随着分析仪内部电子元器件及光学器件的老化，分析仪参数将会缓慢漂移，影响测量准确性，因此为了保证分析仪能够得到稳定而且准确的数据，在初次使用及使用过程中，每隔一定的周期，需要对分析仪进行校准。

校准是对分析仪进行调零和标定，调零时需要通入零气（氮气），标定时需要通入相应量程的量程浓度气体。分析仪测量的参数为氨气、一氧化氮、二氧化氮、氨气；标定时通入相应浓度的标准气体。通过工控机或上位机进行气体标定，具体校准方法见系统使用说明书或咨询厂家。

8 传感器寿命

仪器所用传感器的预期寿命一般为5年，使用环境也对使用寿命有影响。

仪器内部传感器通信异常或传感器本身发生故障时，会有故障码。

故障具体原因详见“故障检修”。

9 维护及常见故障

9.1 日常维护

仪器在正常运行过程中，保证仪器的正常工作条件是用好仪器的关键所在，对于仪器本身还应注意下列日常维护工作。

必须经常检查仪器的气样入口是否被污染，管道是否被堵塞等；

每过一定的时间间隔对仪器进行一次零点和终点的校准；

每隔一定的时间间隔还需对系统进行密封性检查。

9.2 故障检修

表 9.1 故障检修内容

序号	故障现象	排除方法
1	开机无显示	检查总电源是否接通
		显示器与电路板是否接通
		更换显示器或主控板卡
		通知生产厂修理
2	指示不稳定	检查气路是否通畅，气路是否有粉尘类污染物
3	仪器正常，信号输出端无输	接线是否完好

	出	更换主控板卡
4	向仪器通入测量气体后，指示值不符合要求	如刚通入气体，不达到仪器响应时间或预热时间不够
		检查气路密封性
		检查各路电压是否正常
		检测气室带入了污染物
5	仪器出现漂移	未校准仪器
		工况不符合仪器要求
		检测气室带入了污染物
		传感器受到损伤

10 产品成套性

表 10.1 产品成套性

类别	名称	数量
主机	分析仪	1 台
文件资料	使用说明书	1 套
	检测报告	
	出厂测试报告	