



山东威尔勒技术服务有限公司

SHANDONG WILLER TECHNOLOGY SERVICES CO.,LTD

WILL-201A

变压器油中气体(多组分)在线监测系统

本说明书和装置可能会有细微改动，请注意合适版本

若工程图纸与说明书不符，请以工程图纸为准

## 前言

感谢您购买本公司的产品！

本手册是关于设备的功能的说明书。在操作之前请仔细阅读本手册，正确使用。

请将本手册妥善保存，以便随时翻阅和操作时参考。

## 注意事项

本手册内容如因功能升级而有修改时，恕不另行通知。

如果您在使用过程中对我们的产品或者服务有任何建议或意见，请与我们联系。

## 警告

- 只有受过培训的专职人员才能进行设备安装调试和操作。
- 接通电源之前请确认设备的电源电压是否与供电电压一致。
- 电源需要有接地端。
- 必须在设备断电的情况下进行接线。
- 未经过培训的人员，不得打开设备外壳。

## 版本说明

| 文档版本说明 |     |       |
|--------|-----|-------|
| 版本号    | 修改人 | 说明    |
| V1.0   |     | 初始版本  |
| V1.1   |     | 第一次修订 |
|        |     |       |
|        |     |       |

# 版权声明

山东威尔勒技术有限公司

我们对本说明书及其中的内容具有全部的知识产权。除非特别授权，禁止复制或向第三方分发。凡侵犯本公司版权等知识产权的，本公司必依法追究其法律责任。

我们定期检查本说明书中的内容，在后续版本中会有必要的修正。但不可避免会有一些错误之处，欢迎提出改进的意见。

我们保留在不事先通知的情况下进行技术改进的权利。

# 联系我们

技术支持及业务联系

电话: 18153452285

邮箱: [sdweierle@163.com](mailto:sdweierle@163.com)

# 目录

|                  |    |
|------------------|----|
| 概述.....          | 1  |
| 1、 产品介绍.....     | 1  |
| 2、 技术指标.....     | 3  |
| 2.1 功能指标.....    | 4  |
| 2.2 监测性能要求.....  | 5  |
| 2.3 外部配置.....    | 4  |
| 2.4 使用环境.....    | 5  |
| 2.5 系统配置.....    | 5  |
| 2.6 设备外形及尺寸..... | 7  |
| 3、 设备安装.....     | 8  |
| 3.1 发货清单.....    | 8  |
| 3.2 货物检查.....    | 8  |
| 3.3 安装准备.....    | 8  |
| 3.4 设备安装.....    | 9  |
| 4、 电缆连接.....     | 9  |
| 4.1 电源线连接.....   | 9  |
| 4.2 通讯线连接.....   | 10 |
| 5、 载气连接.....     | 11 |
| 5.1 载气.....      | 11 |
| 5.2 载气压力调整.....  | 11 |
| 5.3 系统气路检漏.....  | 11 |
| 6、 调试.....       | 11 |
| 6.1 系统初步检查.....  | 11 |
| 6.2 载气压力检查.....  | 12 |
| 6.3 电源检查.....    | 12 |
| 6.4 油路检查.....    | 12 |
| 7、 系统软件.....     | 14 |
| 8、 设备维护.....     | 14 |
| 8.1 日常维护.....    | 14 |
| 8.2 报警维护.....    | 14 |
| 8.3 停机维护.....    | 15 |
| 8.4 其他问题.....    | 15 |
| 9、 注意事项.....     | 15 |

## 概述

变压器油中气体在线监测系统实现了对变压器油样的气相色谱精细分析，具有测量准确、分析快速、实时监控等特点，该监测系统主要是用来测量和分析油浸式电力设备绝缘油中所含微量故障气体情况，能够实时捕捉变压器设备可能存在的潜在性故障信息，确保变压器设备可靠运行,更重要的是能为此类设备的状态检修提供可靠的数据依据。

### 使用说明书主要含有以下内容

- 产品介绍和性能指标。
- 设备的安装和调试。
- 设备维护和注意事项。
- 系统软件说明

## 1、产品介绍

在现代电力工业的设备运行和维护中，安全要求极为严格，在电厂或电站运行的关键变压器，特别是发现已经有异常的变压器上需要进行长期的故障气体、局部放电、绕组变形等多种项目的监测，从测试结果中可以得到初步诊断信息，是电力部门预防控制并保持安全服务和运行成本的重要依据。

随着现代科技的快速发展尤其是以微控制器主导的嵌入式系统 SOC 引入，在线监测设备的性能提升和装机数量正在稳步提高。在线监测设备的功能不断改善、性能的不断优化，而产品成本在逐步下降，价格同步的下降使得智能在线监测设备的广泛应用成为可能。由于通讯技术的发展使得在线监测的结果能够快速传递到远距离智能分析和控制中心，当故障出现时不但能及时自动报警，而且可以从初步诊断结果来判断故障类型，及时采取必要的应对措施，更突显了实时监测的重要作用。近年来在国内外各大电力部门快速的推广应用已经证明，在线检测技术对电力设备的充分利用，提高效益，寿命使用延长以及降低运行维护费方面都起了直接的作用。

自从 1960 年以来，世界电力工业广泛使用离线实验室的通用气相色谱法，应用于对变压器油中溶解的特征气体进行测量和分析，作为电力部门的设备是否正常运行的重要依据。但离线的方法，由于其测量周期较长，脱气过程误差较大，测试方法影响因素多等问题，难以满足安全生产和状态检修的要求。因此，变压器油中多种故障气体的在线监测系统的

应用就成为迫切的需求。

变压器油中气体在线监测系统就是根据电力用户的紧迫需求，针对变压器内部的过热和放电等故障所开发的监测设备，该设备弥补了离线测试周期长的不足，可以在线定时的长期监测油浸式变压器的运行状态，检测的结果及时上传到后台的监控系统。

公司经过十多年的不间断反复研究，结合其生产高压设备方面的专业优势，在综合研究国内外各种在线监测技术特点的基础上，应用目前先进的气相色谱分析和故障诊断技术，开发出领先水平的新型变压器油中气体在线监测系统。

新型变压器油中气体在线监测系统的组成分为三部分：变压器油中气体在线监测装置（简称装置）+后台监控系统+电缆等连接部件。

变压器油中气体在线监测系统是集控制、测量分析技术于一体的精密分析设备。整个系统分为油气分离，混合气体分离，数据分析处理，远程传输控制四大部分。设备可以测量反映变压器故障信息的七种特征气体——氢气（ $H_2$ ）、一氧化碳（ $CO$ ）、二氧化碳（ $CO_2$ ）、甲烷（ $CH_4$ ）、乙烷（ $C_2H_6$ ）、乙烯（ $C_2H_4$ ）、乙炔（ $C_2H_2$ ），还可以根据客户的需要增加微水的监测。

变压器油中气体在线监测系统工作原理：系统首先进行充分的油循环，保证所取分析的油样能反映变压器内部的真实油样；变压器中油样通过充分的循环后再获取少量油样，进入油气分离装置，由真空装置抽取真空将特征气体与被检测油样分离，被分离后的特征气体进入色谱柱进行气体组分的分离，在载气的推动下经过气体传感器，将气体浓度值转换成的电压信号，此电压信号通过高精度 A/D 转换器转换成数字序列信号，并通过 RS485 通讯线上传到后台控制系统进行详尽的分析、存储和显示。基本工作原理示意图如下：

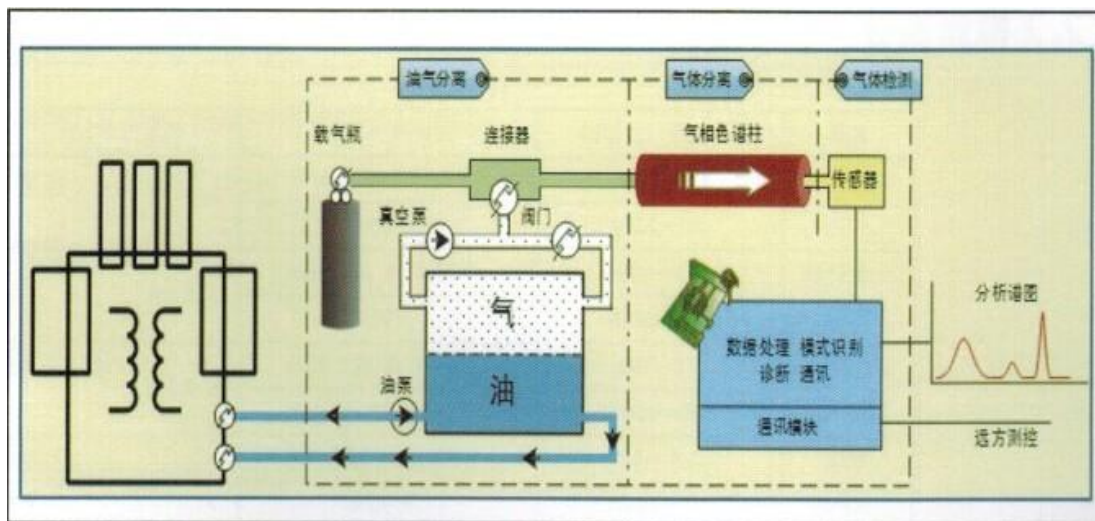


图 1 基本工作原理

变压器油中气体在线监测装置具备快速采样分析的特点，系统最短可在 2 小时以内完成一个完整的采样分析。最长检测周期可任意设定。

变压器油中气体在线监测装置和智能控制器可以实现 N:1 远距离测控通讯方式，同一智能控制器连接是各监测设备的数据由智能控制器统一分析处理和保存，保存的数据可以和电力系统内部其他的 SCADA 系统共享。

智能控制器可以在同一基站同一通道中控制多台变压器油中气体在线监测装置工作。

变压器油中气体在线监测装置，可以在变压器运行状态下直接安装，无需停电安装。该设备于变压器本体的安装十分简单，所需的油路连接仅限于进油管道和出油管道，进油管道和出油管道都是通过法兰和变压器的预留孔相连。

## 2、技术指标

### 2.1 功能指标

检测周期：最小 2 小时，最长检测周期任意设定；

数据存储：≥10 年；

脱气方式：动态顶空；

报警设定：各气体浓度超限报警；

输出结果：氢气（H<sub>2</sub>）、一氧化碳（CO）、二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、乙烷（C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>）、乙烯（C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>）、乙炔（C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>）和总烃数值及其浓度谱图，三比值、大卫三角形等初步诊断结果、历史数据趋势图等，微水等按照客户需求选配；

通信方式：RS485，RJ45 等；

通信协议：MODBUS、IEC61850 等。

## 2.2 监测性能要求

### 2.2.1 测量误差要求

测量误差需符合表 1 中测量误差限值要求。

表 1 全组分油中溶解气体在线监测装置技术指标

| 检测参量                             | 检测范围 (μL/L) | 测量误差限值                       |
|----------------------------------|-------------|------------------------------|
| 氢气 H <sub>2</sub>                | 2-20        | ±2 μL/L 或±30% <sup>[1]</sup> |
|                                  | 20-2000     | ±15%                         |
| 乙炔 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> | 0.5-5       | ±0.5 μL/L 或±15%              |
|                                  | 5-1000      | ±15%                         |
| 甲烷 CH <sub>4</sub>               | 0.5-10      | ±0.5 μL/L 或±15%              |
|                                  | 10-1000     | ±15%                         |
| 乙烷 C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | 0.5-10      | ±0.5 μL/L 或±15%              |
|                                  | 10-1000     | ±15%                         |
| 乙烯 C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | 0.5-10      | ±0.5 μL/L 或±15%              |
|                                  | 10-1000     | ±15%                         |
| 一氧化碳 CO                          | 25-100      | ±25 μL/L 或±30%               |
|                                  | 100-5000    | ±30%                         |
| 二氧化碳 CO <sub>2</sub>             | 25-100      | ±25 μL/L 或±30%               |
|                                  | 100-15000   | ±30%                         |
| H <sub>2</sub> O                 | 1~100       | ±1 μL/L 或±15%                |

注：测量误差限值取两者较大值。

### 2.2.2 测量重复性要求

在重复性条件下，6 次测试结果的相对标准偏差 RSD≤5%。

### 2.2.3 最小检测周期

装置最小检测周期小于等于 2 小时。

### 2.2.4 载气使用次数要求

载气使用次数大于等于 400 次/每瓶,若选配载气发生器则无需再更换气瓶。

## 2.3 外部配置

设备尺寸：650×500×1300mm，110kg。

后台监控屏（选配）：800×600×2260mm，55kg。

RS-485 通讯电缆：铠装式阻燃全屏蔽双绞电缆，4 芯。

光纤/以太网：多模（IEC61850 选配）。

进出油管：专用紫铜管，Φ6×1。

进出油阀：专业测量后工程配套。

空调：根据工程需求选配。

载气发生器：根据工程需求选配。

## 2.4 使用环境

工作电源：AC220V±15%，50Hz±1Hz，800VA 或 1200VA（根据工程选配伴热电缆）。

检测油温：0℃~100℃。

环境温度：-40℃~+65℃。

相对湿度：5%~95%（产品内部，无凝露、无结冰）。

大气压力：80kPa~110kPa。

最大风速：35m/s（离地面 10m 高、10min 平均风速、户外）。

最大日温差：25℃（户外）。

日照强度：0.1W/cm<sup>2</sup>（风速 0.5m/s、户外）。

覆冰厚度：10mm（户外）。

防护等级：IP55。

## 2.5 系统配置

- 变压器油中气体在线监测装置：1 套；
- 后台监控电脑（含系统监控软件包）：1 套（根据工程需要选配）；
- 后台监控屏：1 面（根据工程需要选配）；
- 通讯电缆：1 套；
- 电源电缆：1 套；
- 专用配套油管、进出油法兰：1 套；
- 空调：1 套（根据工程需要选配）；
- 载气发生器：1 套（根据工程需要选配）。

## 2.6 设备外形及尺寸



图 2 现场安装示意图

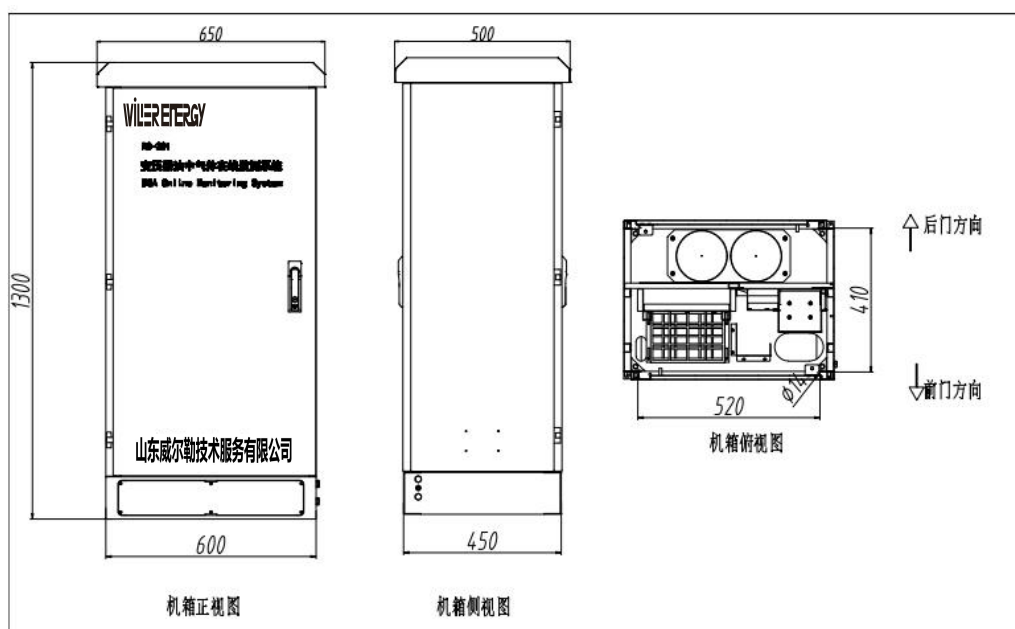


图3 装置尺寸图

## 3、设备安装

### 3.1 发货清单

以下是标准配置发货清单，特殊要求根据合同执行。

- 变压器油中气体在线监测装置 1 台或多台。
- 后台监控电脑（根据工程需要选配，含软件狗 1 只）。
- 系统监控软件 1 份。
- 空调（根据工程需要选配）
- 载气发生器（根据工程需要选配）
- 油管、阀门及连接法兰。
- 电源电缆、通讯电缆。
- 用户说明书 3 份。
- 随机附件，安装螺丝等。
- 产品合格证。
- 出厂检验报告。

### 3.2 货物检查

为保证安装的顺利进行，用户在收到货物后，务必请对照发货清单对货物进行核实清点确认，对于出现的问题请及时与我公司销售部门联系，以确保现场安装时顺利进行。

### 3.3 安装准备

为保证安装工作的顺利进行，请在安装前做好准备工作

- 变压器阀门选择：变压器油中气体在线监测装置的油循环回路从变压器抽取油样、脱气后随即将油样重新返回变压器因而取油、回油的位置对于准确分析油中气体含量至关重要。总的来说，从一个阀门取出变压器油样后，应从另一个阀门返回变压器内。而变压器上选取的进样阀位置应能够保证获取变压器的典型油样。一般建议从变压器中部取油，以便获取的油样比较干净而且是变压器主循环回路的油样。变压器上可以利用的阀门有：注油阀，排空阀，辅助阀门，冷却回路阀门，取样阀等等。选择其中两个，进油口取下部位置，出油口取上部位置，使油形成回路。在位置确认后，要对阀门的状态进行确定，必须保证阀门能可靠的关闭和

开启。同时提供给公司阀门尺寸，公司根据此尺寸设计加工用于油管连接的法兰。

- 确定安装现场、安装位置场地：即具体决定变压器油中气体在线监测设备安装位置，安装位置与主变的法兰接口的距离以就近为佳。同时要注意保障安全距离，现场设备安装必须符合电力系统设备安装规范要求。
- 制作变压器油中气体装置柜箱实际放置的安装基础。
- 制作电缆槽沟：制作用于变压器油中气体在线监测装置到后台监控系统之间通讯电缆所用的电缆沟、敷设电源电缆的电缆沟、油管保护、信号线缆保护的通道。

## 3.4 设备安装

### 3.4.1 设备安装

在需要施工的水泥地基上按图纸打出固定底座的固定孔，将变压器油中气体在线监测设备的底座用附件中的固定螺丝固定在水泥地上，使之牢固。变压器油中气体在线监测设备要与主变的地网用接地线连接，保证可靠接地，并符合《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》中华人民共和国国家标准 GB50169-92。

### 3.4.2 法兰、油管和传感器安装

#### 3.4.2.1 油管的安装

- 用卷尺丈量设备到主变法兰进出油管的长度，将油管留合适长度切割好。
- 将已割好的油管穿入保护套内，穿油管时注意油管两端端口用绝缘胶带封住，杜绝杂物进入管中。

#### 3.4.2.2 法兰的安装

- 拆下主变上的法兰盖板：将阀门关闭；拧松盖板对角螺丝，用扳手轻轻敲击盖板，观察里面残余油样流出情况，如果流量越来越小为正常，再把螺丝全部松掉，拆下盖板。
- 装密封圈：用干净的布将法兰接触面及出油口处清理干净，确保无异物；观察密封圈槽，将密封圈放在主变法兰或油管法兰带槽位置；如没有卡槽，把密封圈用胶或油固定在油管法兰合适的对接面上，注意防止移位。
- 根据主变进出油法兰的位置确定油管法兰的安装方向；将油管法兰和现场进出油法兰装配（球阀和碟阀）好，而对于针型阀还需要将取油阀罩拧紧，固定法兰装好对角螺丝，均匀的将各个螺丝拧紧。

#### 3.4.2.3 排空

- 缓慢地打开变压器上取样口的油阀，放适量油以便挤走油管中的空气和杂物，然后将此油管接到主设备的进油接口处，注意对接后的密封性能，防止有漏油现象。

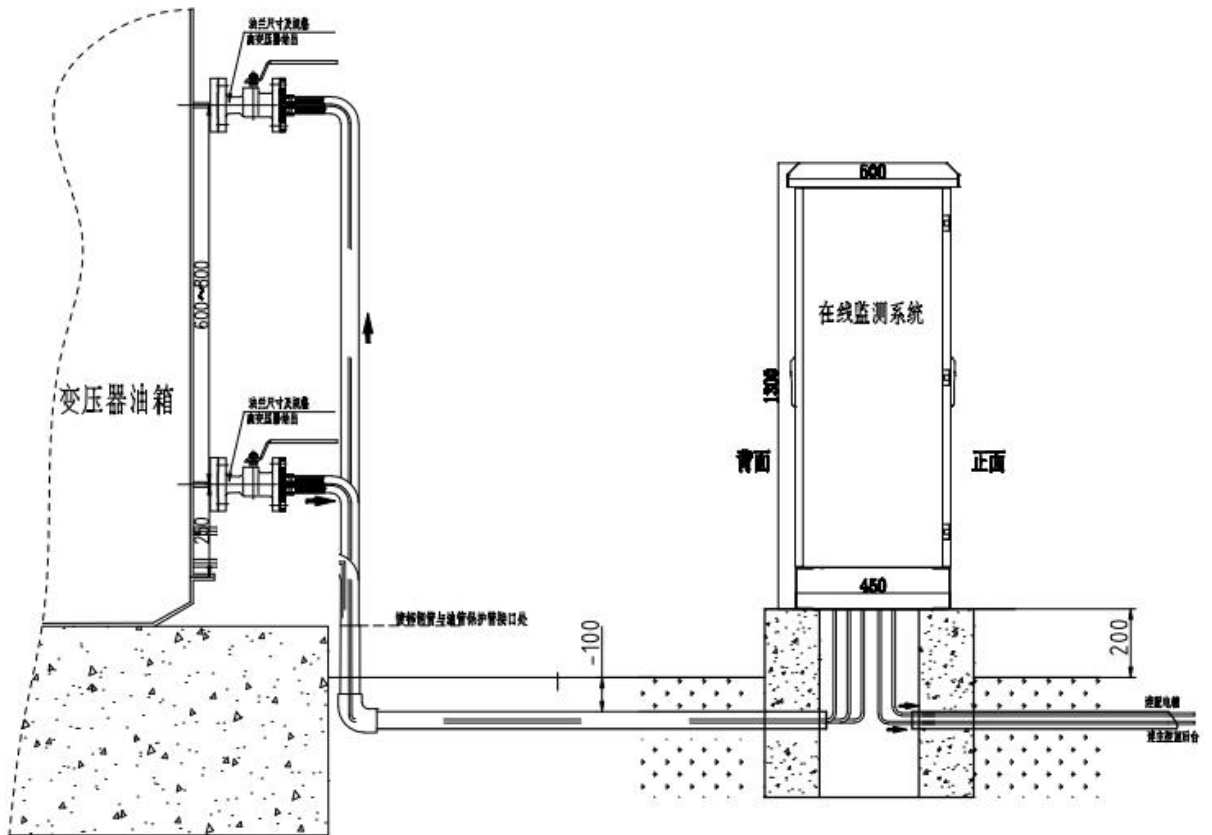


图 4 系统安装示意图

## 4、电缆连接

### 4.1 电源线连接

变压器油中气体在线监测装置电源由电站控制室或变压器周围配电箱提供，功耗不大于 800VA（不带伴热）。

将电源电缆中的导线用剥线钳剥开 6mm，将剥开的线芯拧成股，接到变压器油中气体在线监测设备内“接线端子 1”上的“L”、“N”、“G”上，如下图所示（注：接线端子 1 的 1、2 脚为 L, 3、4 脚为 N, 5、6、7、8 脚为 G）。

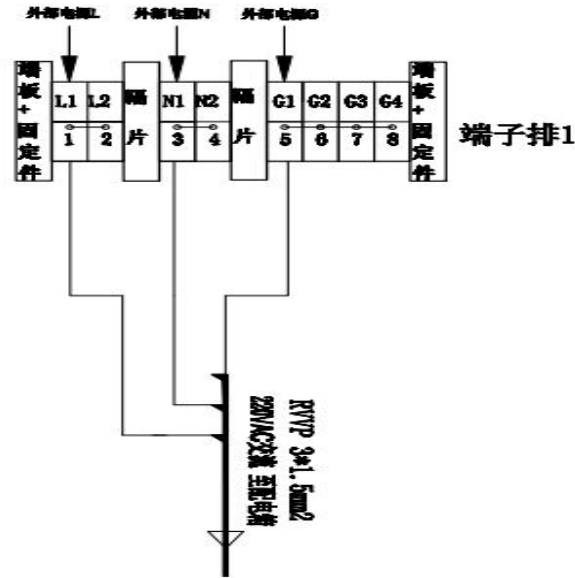


图5 电源接线端子定义图

## 4.2 通讯线连接

将通讯电缆中两种不同颜色的导线用剥线钳剥开 6mm，将剥开的线芯拧成股，接到变压器油中气体在线监测设备内“接线端子 2”上的“485+”、“485-”，电缆的屏蔽层接“485G”上，并注意“485+”、“485-”的颜色（注：接线端子 2 的 1、2 脚为 485+，3、4 脚为 485-，5、6 脚为 485G）。

将通讯电缆的另一端与智能控制器连接，注意标有“485+”的线接端子的第一脚，“485-”接端子的第二脚，如下图所示。

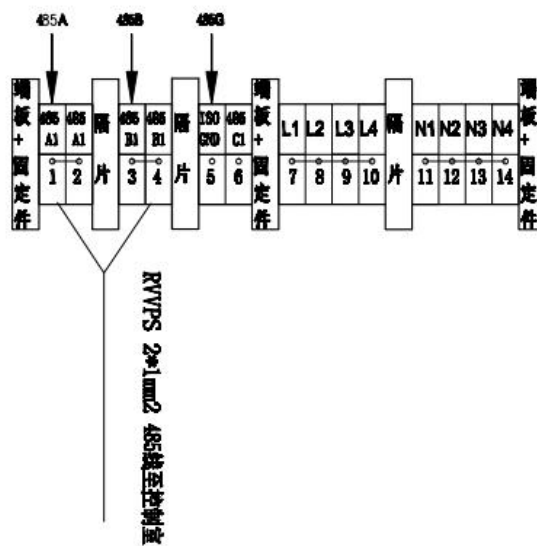


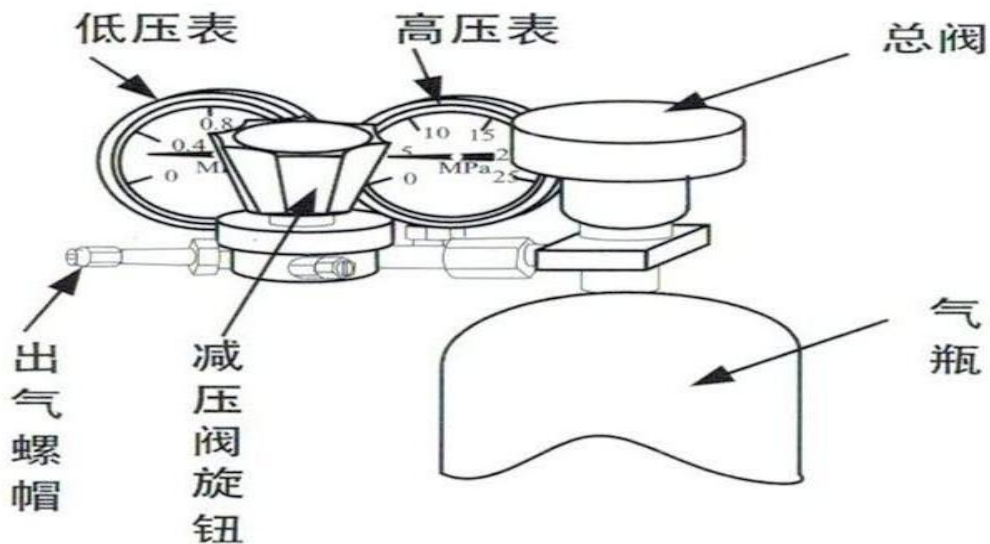
图6 通讯接线端子定义图

## 5、载气连接

### 5.1 载气

设备需要配备 2 瓶高纯度的载气。用一备一，以保证设备连续运行约二年。高压表指示当载气的压力下降到 1Mpa 时，可以认为此瓶载气已经用完，装置会自动警示，需要更换另一满瓶载气。更换的方式是需要把二瓶气体的放置位置对换固定后，再重新接上气路。

### 5.2 载气压力调整



先将载气瓶上总阀逆时针方向旋转一圈，然后顺时针方向缓慢调节减压阀旋钮，使低压表指针指示数慢慢上升至 0.4MPa。

### 5.3 系统气路检漏

采用泄漏检测剂或肥皂液涂在气路连接处，查看是否有气泡产生。若有气泡产生，则对接头重新进行紧固，直至无气泡产生为止。注意：不要使泄漏检测剂或肥皂水滴到变压器油中气体在线监测装置箱内的任何元件上，检漏完毕需擦干泄漏检测剂或肥皂液。

## 6、调试

### 6.1 系统初步检查

电缆、气路及油路安装完后，进行一次全面检查，使油管上所有的阀均处在打开的状态，并且没有漏油现象。在电源电缆送电以前，用万用表 20k 电阻档测量一下变压器油中气体在线监测装置箱内“接线端子 1”的 L、N 的回路电阻，万用表应该显示为“1.”无短路。确认无问题后方可进行设备上电。

## 6.2 载气压力检查

查看载气的低压表指针是否指示在 0.4MPa 位置，若非，请缓慢调节减压阀使低压表指针指示在 0.4MPa 处。

## 6.3 电源检查

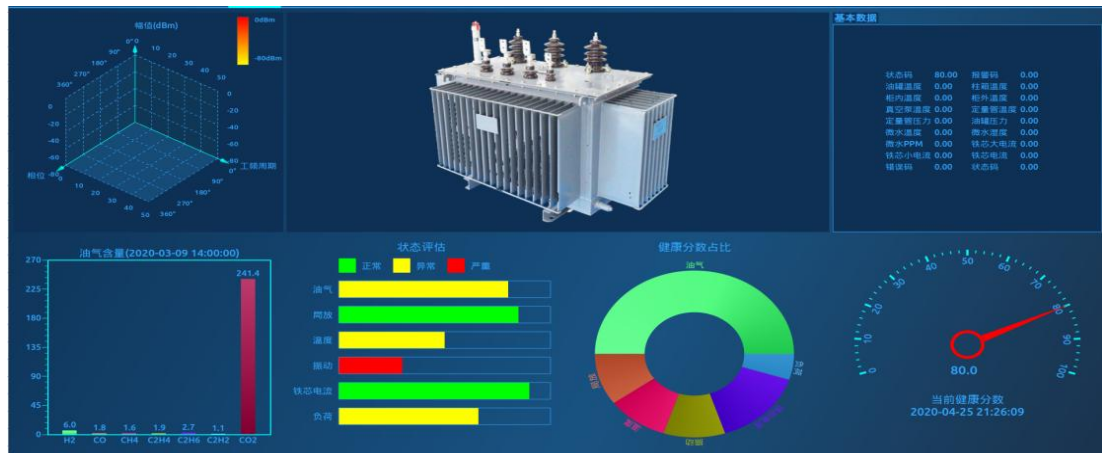
对本监测设备上电，此时监测装置内部电路板上的电压电源 LED 指示灯亮，证明系统电源正常。

## 6.4 油路检查

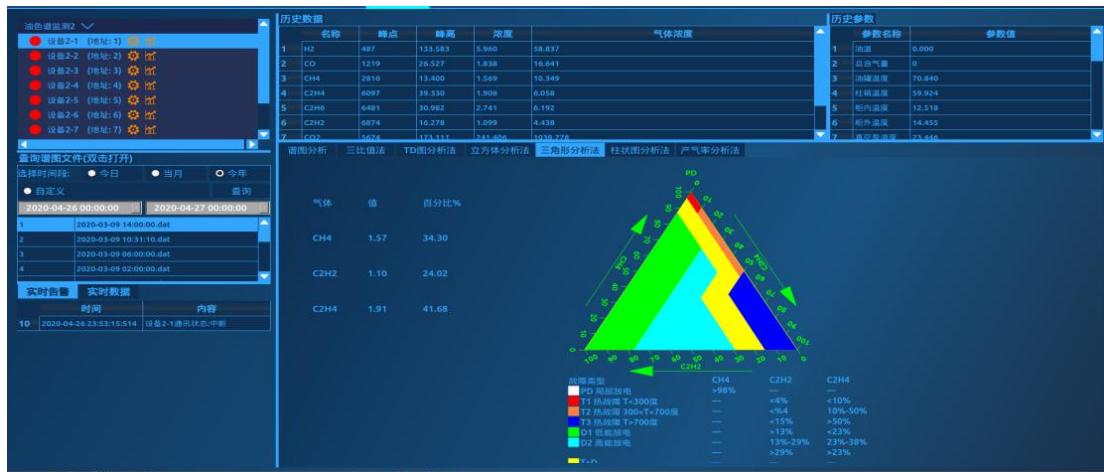
启动油循环。设备上电后，通过后台监控上位机的操作应用界面，启动设备进入强制油循环调试程序。油循环程序的主要目的是检查系统油路有无漏油问题，系统是否能启动正常。

## 7、软件系统

WILL-6000+ 变压器在线监测系统专门为变压器监测开发的一款功能强大、集成度高的自动化系统，总结了数百套工业自动化系统成功应用的基础之上，面向电力自动化和工业自动化当前及未来发展趋势，全新设计的新一代自动化应用平台。支持变压器油中气体、铁芯接地等多种状态量监测。实时记录及存储数据，同时可生成报表、曲线、谱图等关键分析模块，综合分析，采用多种分析模型及诊断方法，可对变压器进行全面故障预警与诊断。







## 8、设备维护

### 8.1 日常维护

设备在没有断电的情况下是全自动运行的，维护量很少，只要按时记录本监测系统内部气瓶上高压表的数据，比较两次的的数据，数据变化量小于 1MPa 为正常，若有大的变化，说明系统存在气体的泄漏问题，需要检查漏点。

设备有欠压报警功能，在设备安装调试时可以根据需要在出厂时设置欠压报警值（建议设置成 1MPa，以使设备欠压报警时不会停运设备），当设备监测到载气压力值小于此设定值时会在软件界面提示压力报警，请在报警后及时更换载气。

### 8.2 报警维护

系统有自检功能，检测到设备异常时会自动进行报警。若发生设备报警，请及时与我公式售后服务部门联系。

### 8.3 停机维护

变压器或者变压器辅助部分检修、变压器油做滤油处理，或不需要系统运行时，必须停止采样分析运行，在智能控制器上通过监控软件停止系统采样，同时关闭油路上的阀门。

### 8.4 其他问题

请与公司售后服务部门联系。

## 9、注意事项

- 使用当地公用电网规定的标准电压和频率，功率满足系统要求。
- 系统要有正确可靠的接地，不可悬空或旁接。
- 严格按照使用说明书操作，不可擅自更改装置原有的设计。
- 装置需要拆卸保养时要有专业人员进行。

**在遇到下列情况时，切断电源，请及时与我公司售后服务部门联系**

- 液体侵入到装置内部时。
- 通电后装置不能正常工作，装置不能上电。
- 系统报警状态稳定存在，并提示系统异常报警。