

# ZMD2000

## 密度继电器校验仪

使  
用  
手  
册

武汉智能星电气有限公司

---

## 目 录

一、产品介绍 .....	2
二、功能说明及主菜单.....	5
三、仪器操作方法.....	8
1. 密度继电器校验.....	8
2. 压力表校验.....	15
3. 20℃密度表校验.....	20
4. 电接点阻抗校验.....	21
5. 电接点检测测试.....	23
6. “历史数据”浏览.....	25
7. U 盘存储 .....	27
8. 放气 .....	28
9. 设备信息 .....	29
10. 操作说明.....	29
11. 系统设置、压力校准.....	30
附录一气瓶使用说明.....	30
1. 气瓶放气方法.....	30
2. 气瓶充气方法.....	30

## ZMD2000 密度继电器校验仪

### 一、产品介绍

本产品是一种智能化的 SF6 气体密度继电器校验仪器。该校验仪采用高精度压力传感器及高速率 A/D 转换器, 结合 32 位高性能微处理器能对各种 SF6 气体密度继电器进行性能校验, 能准确测量信号动作时当前温度下的压力值, 自动完成任意环境温度对 20℃时的标准压力换算, 并具有打印、存储和 U 盘转存功能, 同时自动识别测试过程中的故障。本产品携带方便、操作简单、测试精度高、稳定性强、可靠性好, 体现了仪器“智能型”的特点。

仪器具有高精度, 高稳定性, 高可靠性的特点。

#### 1. 概述

##### 1) 进行密度继电器校验的的必要性

SF6 开关是电力系统广泛使用的高压电器, SF6 开关的可靠运行已成为供用电部门最关心的问题之一。SF6 气体密度继电器是用来监测运行中 SF6 开关本体中 SF6 气体密度变化的重要元件, 其性能的好坏直接影响到 SF6 开关的运行安全。现场运行的 SF6 气体密度继电器因不常动作, 经过一段时期后常出现动作不灵活、触点接触不良等现象, 有的还会出现密度继电器温度补偿性能变差, 当环境温度突变时常导致 SF6 密度继电器误动作。因此 DL/T596-2005《电力设备预防性试验规程》规定: 各 SF6 开关使用单位应

定期对 SF6 气体密度继电器进行校验。从实际运行情况看，对现场运行中的 SF6 密度继电器、压力表进行定期校验也是非常必要的。

## 2) 智能型密度继电器校验仪功能特点

- 1) 密度继电器校验仪采用 32 位 ARM 单片机和 TI 公司的高速信号处理芯片进行检测与控制，集成程度高。机电一体化设计，精度高，重复性好，可靠性高。
- 2) 配置了带触摸的大屏幕中文液晶屏人机接口，操作简单、界面美观，所有参数及状态一目了然。
- 3) 自动完成压力测量和 20℃ 值转换，从而完成了压力、温度间的动态自动补偿。并显示被测环境温度下的压力、20℃ 时环境温度下的压力、环境温度。彻底解决了 SF6 气体密度继电器现场校验难的问题。
- 4) 所有测试过程自动由仪器完成，不用人工干预，避免了繁琐的人工气路调节操作。
- 5) 汉字报表式打印测试结果，并对试验结果进行智能分析。
- 6) 能同时存储 150 组试验结果，并具有掉电数据保护功能，可随时查询和打印以前的试验结果。
- 7) 校验过程中无需恒温室，可以在任意有效温度范围内对 SF6 气体密度继电器、压力表进行校验。
- 8) 配有多种型号过渡接头，大多数型号开关的密度继电器不用拆卸即可进行现场校验。
- 9) 校验过程中耗气量极少，不浪费 SF6 气体，测试成本低，对环境无污染。
- 10) 具有在线修改系统时钟的功能。
- 11) 具有在线修改系统压力功能，可以现场修正。
- 12) 核心元器件采用进口元件，性能可靠。
- 13) 能同时测试 2 组报警信号、2 组闭锁信号、1 组超压信号。
- 14) 本产品为便携式工具，使用方便可靠，是 SF6 密度继电器校验的最佳选择。

## 2.技术指标

工作电压：锂电池、或 AC220V/50Hz。

仪器功率：4W。

仪器精度：0.15 级。

压力显示分辨率：0.0001Mpa。

压力校验范围：0~1.0Mpa。

环境温度显示分辨率：0.1℃。

环境温度测量范围：-50℃~150℃，分辨率 0.1℃。

工作湿度：90%RH。

校验对象：单报警/闭锁/超压、报警+闭锁+超压的任意组合。

压力类型：绝对压力、相对压力

显示方式：800×600 图形彩色液晶屏。

操作方式：电阻触摸屏。

打印机型：高速热敏微型打印机。

打印方式：汉字报表式打印。

存储容量：可同时存储 150 次试验结果。

外形尺寸：主机：365 mm×300 mm×220mm。

附件箱：400 mm×370 mm×200mm。

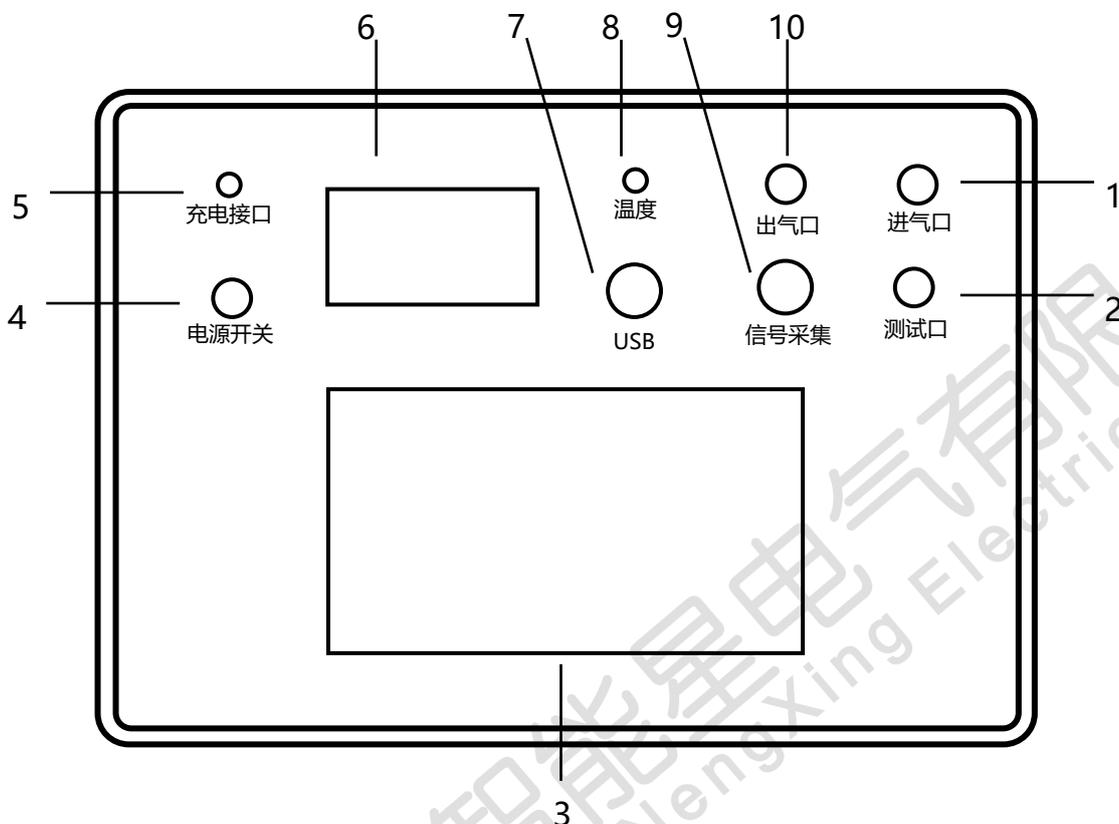
SF6 气体密度显示方式：被测环境下的压力、20℃时的等效压力。

仪器重量：3kg。

## 3.执行标准

序号	标准名称
1	DL/T 259-2012 六氟化硫气体密度继电器校验规程
2	DL/T 596-2005 电力设备预防性试验规程
3	GB/T 22065-2008 压力式六氟化硫气体密度控制器
4	GB/T 11287-2000 电气继电器

#### 4. 面板结构



- |            |          |            |
|------------|----------|------------|
| 1. 进气口     | 2. 测试口   | 3. LCD 显示屏 |
| 4. 电源开关    | 5. 充电接口  | 6. 打印机     |
| 7. USB 接口  | 8. 温度传感器 |            |
| 9. 接点信号采集口 | 10. 出气口  |            |

## 二、功能说明及主菜单

### 1. 开机主界面说明

打开面板上电源开关，仪器进入开机画面，初始化完成后仪器显示如图 1 所示主界面。该界面显示“密度继电器”、“压力表”、“密度表”、

“电接点阻抗”、“电接点检测”、“历史数据”、“(设置&校准)”、“U 盘存储”、“放气”等 9 个功能。点击功能可进入功能项下级界面。



图1 主界面

其中的功能项“(设置&校准)”是主界面的子界面，点击该功能后显示如图 2 界面。



图2 主界面的子界面

该子界面中，显示“系统设置”、“压力校准”、“设备信息”、“操作说明”、“(返回主界面)”等 5 个功能。

## 2.功能项说明

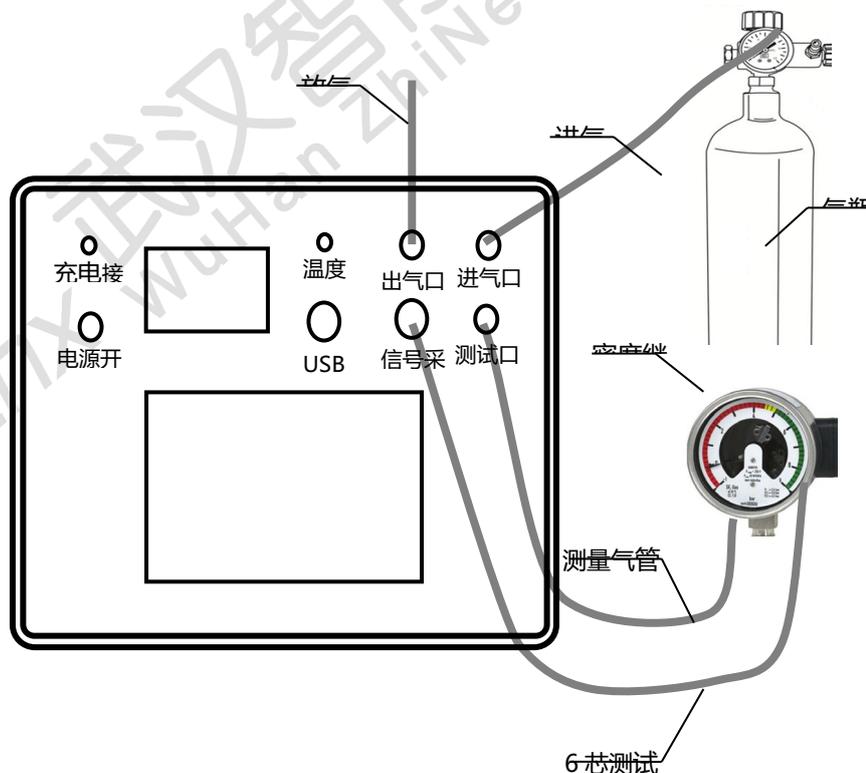
- 1) “密度继电器”功能：对 SF6 密度继电器进行闭锁值、报警值、超压值等的 P20 压力值进行验证测试；在压力值测试时，还可以进行电接点阻抗的验证。
- 2) “压力表”功能：指常温压力表的校验，最多可以同时 6 个压力点的校验。
- 3) “密度表”功能：指 P20 压力表的校验，最多可以同时 6 个压力点的校验。
- 4) “电接点阻抗”功能：对 SF6 密度继电器的电接点阻抗进行验证。
- 5) “电接点测试”功能：对 SF6 密度继电器有什么类型的电接点进行检测。
- 6) “历史数据”功能：可以详细查看保存的密度继电器测试数据。
- 7) “U 盘存储”功能：能够通过 U 盘导出保存的密度继电器测试数据。
- 8) “放气”功能：将管路中残存的测试气体从出气口释放。
- 9) “参数设置”功能：用于仪器参数的设置操作。（生产厂家使用）
- 10) “压力校准”功能：用于对压力传感器参数进行校准。
- 11) “设备信息”功能：显示仪器的出厂信息。
- 12) “操作说明”功能：查看仪器的简要操作说明。

### 三、仪器操作方法

#### 1. 密度继电器校验

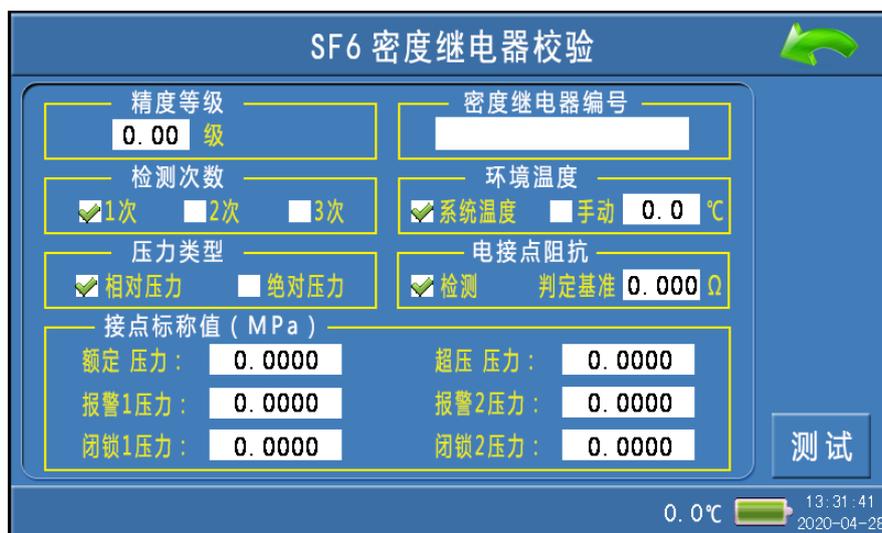
##### 1.1 接线方式

现场校验 SF6 密度继电器时请按下图的方式使用仪器配置的配件连接好气路与线路。进气管连接仪器进气口与气瓶，放气管连接放气口，测量气管连接仪器的测试口，并通过公共接头和过渡接头与待检测的 SF6 密度继电器连接，公共接头与过渡接头见附录二。六芯测试线连接仪器与接线柜上相应的测试点，根据测试目标，把配备的六芯测试线一头与仪器面板上的信号接口相连接，带鳄鱼夹的那头根据测试信号分别与密度继电器的接线柜上的信号插座对接，不使用的鳄鱼夹需闲置，不要与其它鳄鱼夹接触。



## 1.2 参数设置

在主界面上，点击“密度继电器”，则进入“密度继电器校验”的参数设置输入界面。



点击右上角的“返回”，则返回到主界面。

**精度等级：**是用于设置密度继电器的准确度等级值，点击输入处，可以输入有效的等级值。

**检测次数：**是用于设置充放气的循环次数，可在 1、2、3 之间选择。

**压力类型：**是用于设置密度继电器的压力值类型，有“相对压力”、“绝对压力”之间选择。

**环境温度：**是用于选择系统采集温度的方式，有“系统温度”、“手动”两个选项。“系统温度”是指由系统自带的传感器检测环境温度；“手动”是指由用户用红外测温仪测试密度继电器的内部温度，然后手动输入。

**电接点阻抗：**是用于选择测试“接点电阻”的选项、以及设置电阻值的

“判定基准”参数。如果选择了“检测”选项，则会在密度继电器精度值测试完成后、继续测试电接点的电阻值。点击“判定基准”参数输入处，可以输入电阻值的“判定基准”参数。

**接点标称值：**是用于输入需要测试的接点信号类型对应的 P20 压力值。

（具体说明如下：

**额定压力：**是指密度继电器正常工作需求下的最大压力。该值是作为充气与放气之间的切换点。

**报警 1 压力：**是用于输入“报警点 1 的标称值”参数。

**闭锁 1 压力：**是用于输入“闭锁点 1 的标称值”参数。

**报警 2 压力：**是用于输入“报警点 2 的标称值”参数。

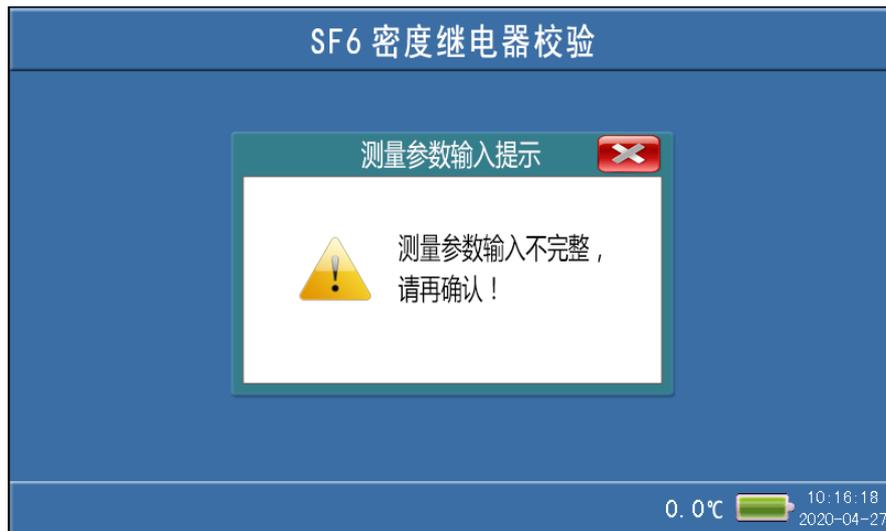
**闭锁 2 压力：**是用于输入“闭锁点 2 的标称值”参数。

**超压压力：**是用于输入“超压点的标称值”参数。

**注：**测试时，必须输入“额定压力”、以及其 5 种压力中的一种或多种的组合。

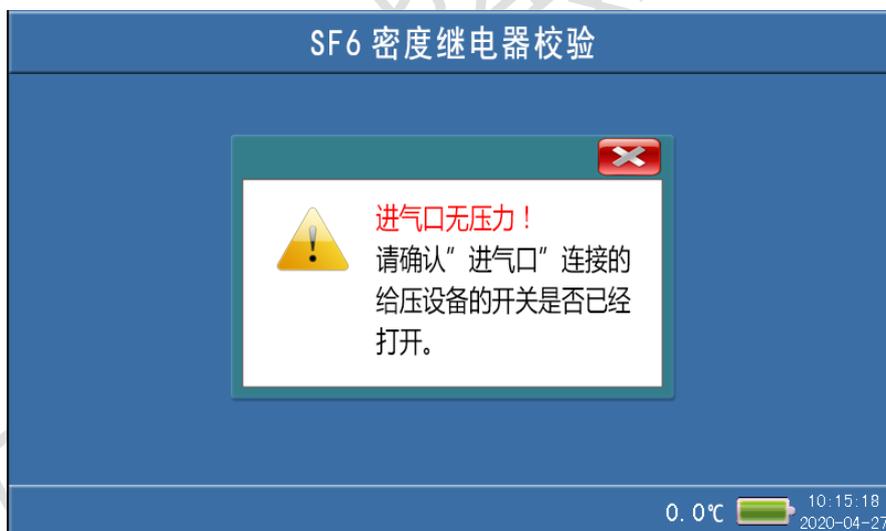
### 1.3 测量操作

如果参数设置不完整，点击“测试”后会有以下提示。点击返回设置界面，将参数设置完整后再进行测试。



参数设置好以后，点击“测试”，系统会按设定的参数开始检测。

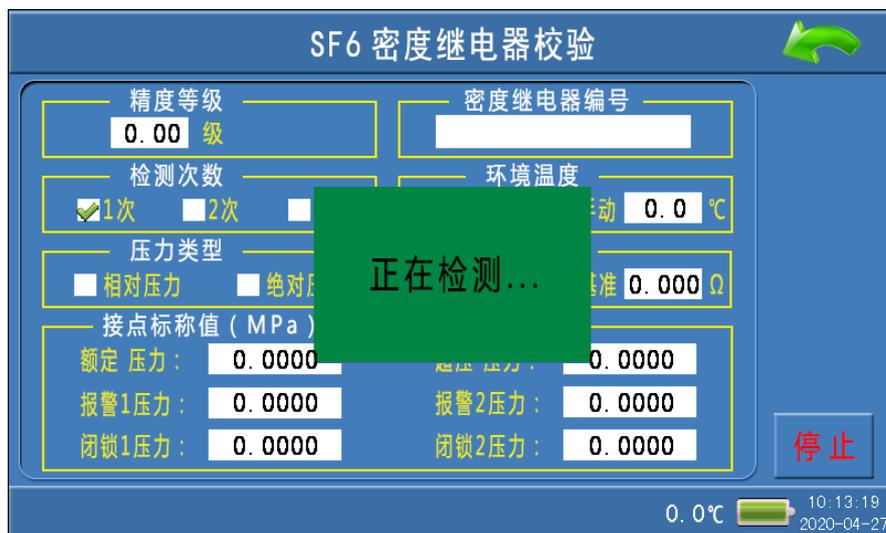
开始测试时，如果外界气路无压力，则会有以下提示。点击返回设置界面，请再次确认气路是否有压力输出。



参数设置好、及确认外界气路无误以后，点击“测试”，系统会按设定的参数开始检测。测试过程中，界面中提示“正在检测...”。

在测试过程中，如需要停止该次检测，可以点击“停止”可关闭气阀停止检测，并返回到“参数设置”界面，同时将管路中的压力释放、等待重新

启动测试。



在检测的过程中会有电磁阀开启或关闭的声音，升压到预设的上限压力值转为降压时放气管上会有短暂急速的放气声。

项目全部测试完成后，会显示校验结果。在“校验结果”界面中，点击“向上”、“向下”，可以查看全部的测试数据。

#### 1.4 测试结果数据说明

**SF6 密度继电器校验基本原理：**密闭容器中的气体压力随温度的变化而变化，通常把 20℃时 SF6 的压力值作为标准值。在现场校验时，一定环境温度下测量到的 SF6 压力值均要换算到其对应 20℃时的等效压力值，从而判断密度继电器的性能。

**闭锁上切值：**在环境温度下，当 SF6 密度继电器为零压力时，给 SF6 密度继电器一定的速度缓慢充气，当 SF6 密度继电器的闭锁继电器动作时，记录当前的环境温度下的压力值，并换算成 20℃时的等效压力值，这个 20℃

时的等效压力值就是 SF6 密度继电器的闭锁上切值。

**报警上切值：**继续给 SF6 密度继电器以一定的速度缓慢充气，当密度继电器的报警继电器动作时，记录当前的环境温度下的压力值，并换算成 20℃ 时的等效压力值，这个 20℃ 时的等效压力值就是 SF6 密度继电器的报警上切值。

**报警下切值：**在环境温度下，当 SF6 密度继电器内压力大于报警上切值时，以一定的速度缓慢放气，当 SF6 密度继电器的报警继电器动作时，记录当前环境温度下的压力值，并换算成 20℃ 时的等效压力值，这个 20 度时的等效压力值就是 SF6 密度继电器的报警下切值。

**闭锁下切值：**继续给 SF6 密度继电器以一定的速度缓慢放气，当 SF6 密度继电器的闭锁继电器动作时，记录当前的环境温度下的压力值，并换算成 20℃ 时的等效压力值，这个 20℃ 时的等效压力值就是 SF6 密度继电器的闭锁下切值。

**P20 误差值：**上切 P20 值（或下切 P20 值）与标称值的差值。

**切换差：**上切 P20 值与下切 P20 值的差值。

## P20 压力测试结果界面

SF6 密度继电器校验 _ 压力参数										
		精度等级:								
报警 1 (MPa)	上切值 1	Pt	1次	2次	3次	平均值	Pt误差值	切换差	判定	
		P20								
	下切值 1	Pt								
		P20								
闭锁 1 (MPa)	上切值 1	Pt								
		P20								
	下切值 1	Pt								
		P20								

13:42:42  
2020-04-27

### 1.5 测试结果数据操作

**打印:** 点击“打印”，可选择打印当前测试结果。

**保存:** 点击“保存”，可选择保存当前测试结果。

**返回:** 点击右上角“返回”，如果数据没有保存，会提示保存后再退出；如果已经保存，则直接返回到密度继电器校验参数设置界面。

### 1.6 结束校验

校验结束后，为保证校验执行人员安全，需严格按照以下步骤拆除气路和连接线。

1) 关闭气瓶上所有阀门。

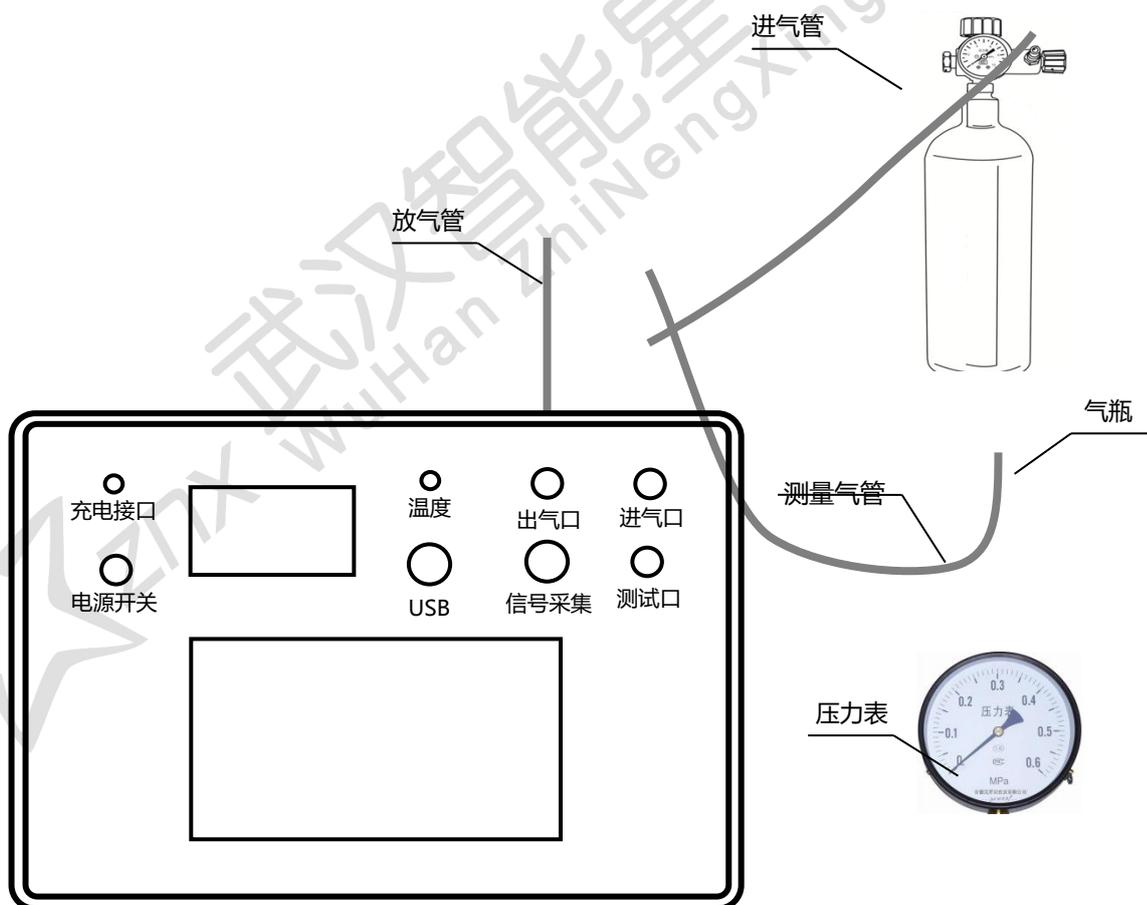
- 2) 按面板上的“放气”按钮，放净管路中的残余气体。
- 3) 关闭电源，拔掉气管，拔掉信号线。

**小心：在没有放气情况下严禁拔下进气口插头！**

## 2. 压力表校验

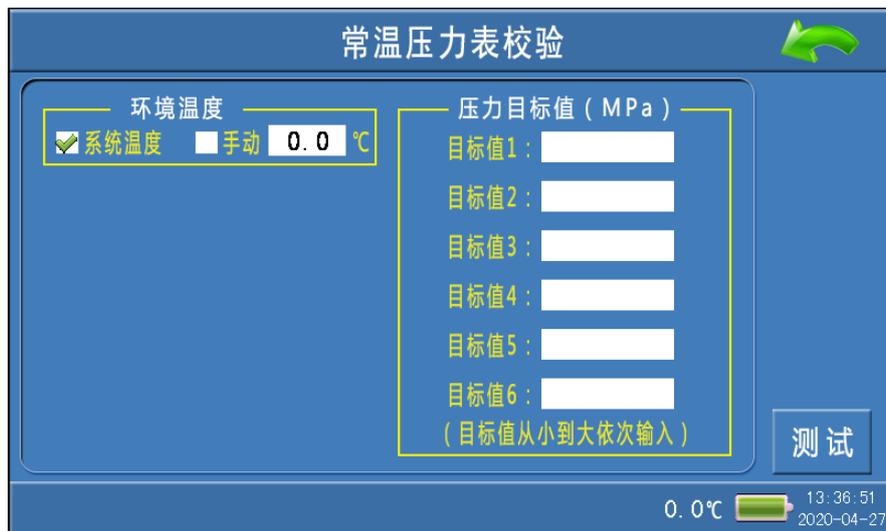
### 2.1 接线方式

常温压力表校验接线如图所示，进气管连接仪器进气口与气瓶，放气管连接放气口，测量气管通过过渡接头和公共接头将仪器面板上的测试口和待校验的压力表连接。



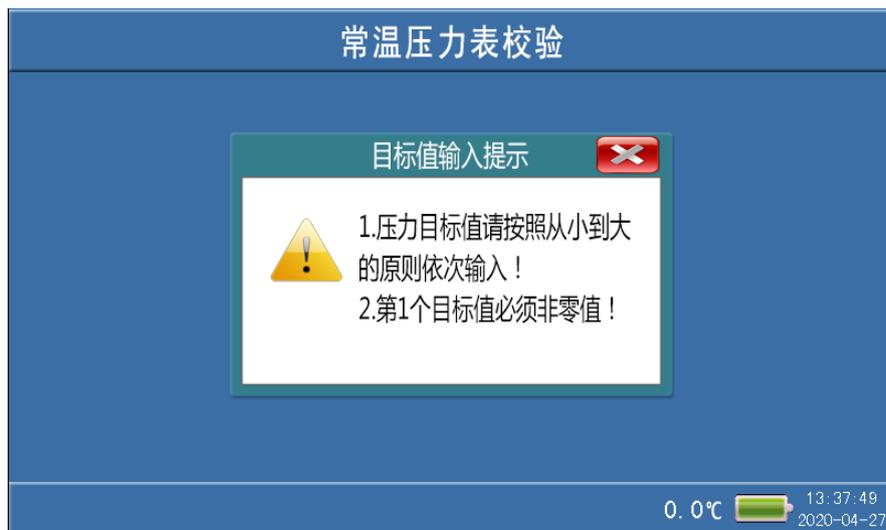
## 2.2 参数设置

在主界面上，点击“压力表”，则进入“常温压力表校验”的参数设置界面。



**环境温度：**是用于选择系统采集温度的方式，有“系统温度”、“手动”两个选项。“系统温度”是指由系统自带的传感器检测环境温度；“手动”是指由用户用红外测温仪测试密度继电器的内部温度，然后手动输入。

**压力目标值：**此值为预设的压力测试点，最多可设置六组，设置时应当从小到大依次设置，若设置有误，点击“测试”会有下图所示的错误信息提示。正确设置压力目标值后，点击“测试”进入常温压力表校验界面，点击右上角“返回”则返回主界面。



## 2.3 测量操作

下图为设置了三组压力值测试点的试验。



点击“测试”进入常温压力表校验界面，如下图：



在参数设置界面预设几组测试点则在该界面的 1、2、3 组中就会相应的出现几组默认 0.0000 的数值（如果设置了 6 组压力测试值，则 1~6 组均显示 0.0000 的数值）。“启动”项为自动充气升压到预设点，“微充”、“微放”项为手动充放气，“输入值 Pt”项为手动输入待测压力表的显示值，“确定”项为一组测试点检测完成，计算并显示出误差值 Pt，测试完成后、可打印校验结果。

点击“启动”开始检测，第一组的当前值 Pt 升压到预设的第一组测试点值 0.200MPa 时停止升压，在充气的过程中状态栏上会提示“1 次测试中”，达到预设点压力值时显示“1 次加压完成”。



在该界面中，点击1次测试的“输入值 Pt”数值输入区域，可以修改输入值 Pt 的数值。输入待测压力表的显示值后，点击“确定”第一组测试完成。



再点击“启动”将开启第2组检测，操作流程与第一组相同，预设的三组测试完成后结果下图所示。



此时点击“打印”对测试结果进行打印操作；点击右上角“返回”则返回到压力表校验参数设置界面。

结束校验操作与密度继电器结束校验操作相同。

### 3. 20℃密度表校验

#### 3.1 接线方式

与“常温压力表校验”接线方式一致。

#### 3.2 参数设置、测量操作

在主界面上，点击“密度表”，则进入“20℃密度表校验”的参数设置界面。

20℃密度表校验操作流程与常温压力表校验完全一样，只是在界面上有所差异，唯一区别是在当前值项上同时显示 20℃时的等效压力值。

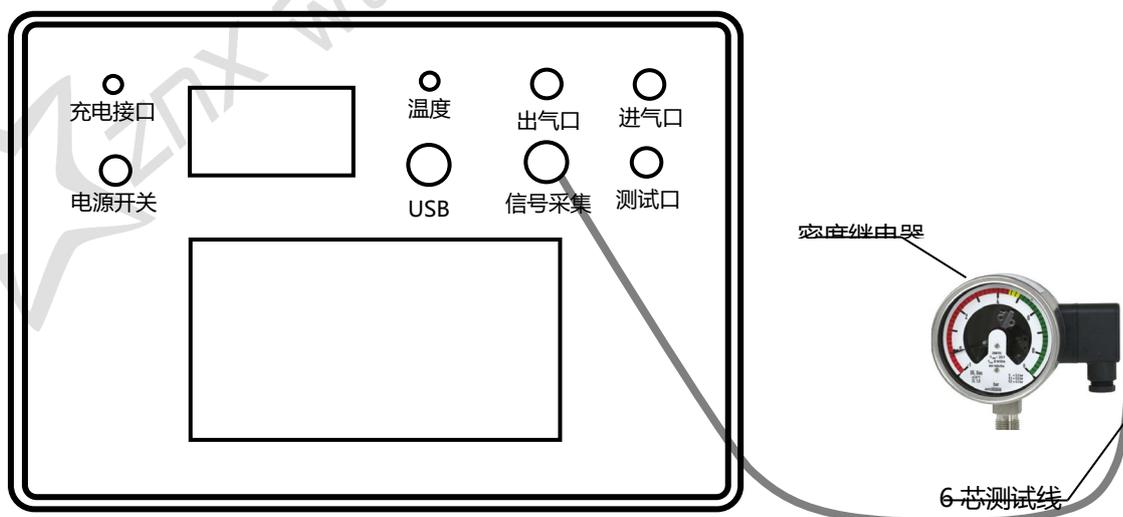


结束校验操作与密度继电器结束校验操作相同。

## 4. 电接点阻抗校验

### 4.1 接线方式

六芯测试线连接仪器与接线柜上相应的测试点，根据测试目标，把配备的六芯测试线一头与仪器面板上的信号接口相连接，带鳄鱼夹的那头根据测试信号分别与密度继电器的接线柜上的信号插座对接，不使用的鳄鱼夹需闲置，不要与其它鳄鱼夹接触。

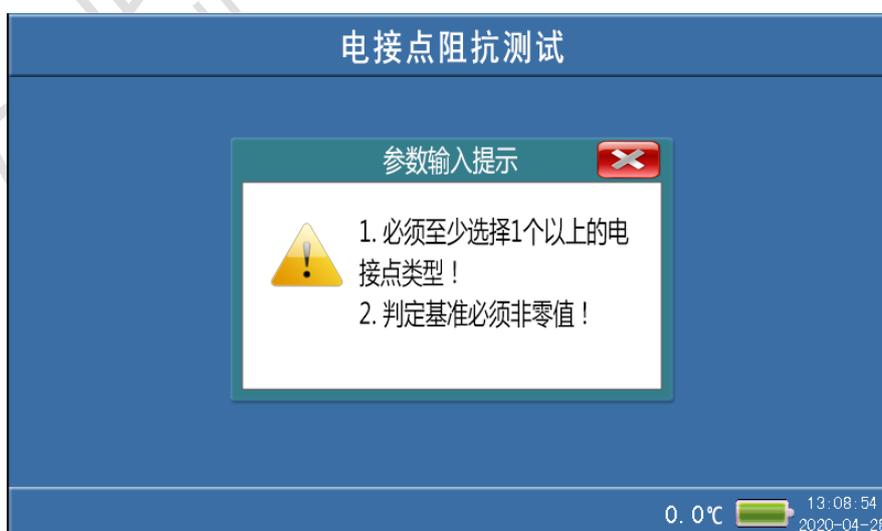


## 4.2 参数设置、测量操作

在主界面上，点击“电接点阻抗”，则进入“电接点阻抗校验校验”的界面。



测试前，先选择需要校验的电接点类型（默认选择了“报警1”、“闭锁1”两种电接点类型），再设置阻抗的“判断基准”值。如果没有选择电接点类型、或者阻抗“判定基准”设置为0时，点击“启动”会有下图所示错误信息提示。



参数设置好、及确认无误以后，点击“启动”，系统会自动开始检测。测试过程中会有电磁阀开启或关闭的声音。全部电接点测试完成后，会显示校验结果（包括：电接点的阻抗值，阻抗值的判定等）。

电接点阻抗校验						
电接点类型	阻抗测试结果 ( $\Omega$ )				判定基准 ( $\Omega$ )	结果判定
	1次	2次	3次	平均值		
报警1	0.689	0.692	0.705	0.695	1000	合格
闭锁1	0.756	0.730	0.742	0.743		合格
闭锁2						
报警2						
超压						

启动

0.0°C 13:13:30  
2020-04-28

此时点击“打印”对测试结果进行打印操作；点击右上角“返回”则返回到主界面。

## 5. 电接点检测测试

### 5.1 接线方式

与“密度继电器校验”接线方式一致。

### 5.2 参数设置

在主界面上，点击“电接点测试”，则进入“电接点检测”测试界面。



**Pt 起始值：**是用于设置加压的起始压力值。

**Pt 终点值：**是用于设置加压的最大值，该值是作为充气与放气之间的切换点。

**Pt 测试值：**是用于显示测量气管中的实时压力值。

**P20 测试值：**是用于显示测量气管中的实时压力的 P20 值。

**环境温度：**是用于选择系统采集温度的方式，有“系统温度”、“手动”两个选项。“系统温度”是指由系统自带的传感器检测环境温度；“手动”是指由用户用红外测温仪测试密度继电器的内部温度，然后手动输入。

**电接点状态：**充气或放气过程中，当电接点的状态有变化(ON→OFF、或 OFF→ON)时，电接点类型下方会提示标识。

### 5.3 测试操作

参数 (Pt 起始值、Pt 终点值、环境温度等) 设置好以后，点击“测试”，系统会开始充气加压。

充气过程中，当有电接点的状态变化时(ON→OFF、或 OFF→ON)，电接点类型下方会有提示标记（表明检测到该类型的电接点），同时发出一声“滴”的提示音。此时，暂停充气，需要点击“测试”继续检测下一个电接点。

当充气到 Pt 终点值后，之前检测到的全部的电接点提示标记会被清除，便于放气过程中检测到电接点变化时再次提示。到达 Pt 终点值后，系统自动进入放气减压动作。

放气过程中，操作与电接点提示与充气过程中一致。

当放气到 Pt 起始值后，之前检测到的全部的电接点提示标记会被清除，最后自动释放测量气路中的压力。至此，整个测试过程完成。

结束校验操作与密度继电器结束校验操作相同。

## 6. “历史数据” 浏览

主界面上，点击“历史数据”则进入“密度继电器校验记录”索引界面。



组数	编号	时间	次数	结论
001	000000000001	2020-01-01 12:00	1	合格
002	000000000001	2020-01-01 12:20	3	合格
003	000000000002	2020-01-01 13:00	3	合格

0.0°C 15:01:49  
2020-04-28

该界面能够同时显示 6 条校验记录，当有 6 条以上的记录时，点击右侧的“向上”、“向下”箭头，向前、向后浏览其他组记录。

点击右上角“返回”则返回到主界面。

## 6.1 浏览操作

点击某组记录的长方形区域，可以选中该组记录（记录的最左侧点亮圆形标识）。

该状态下，可以对改条记录进行具体操作。



**格式化：** 点击“格式化”则可以删除所有的历史记录。

**打印：** 点击“打印”则打印当前选中的校验记录。

**删除：** 点击“删除”则删除当前选中的校验记录。

查看：再次点击已经选中的记录，则进入记录详细数据查看界面。

密度继电器校验记录 _ 压力参数									
编号：				/		精度等级：			
报警 1 (MPa)	上切值1	Pt	1次	2次	3次	平均值	Pt误差值	切换差	判定  合格
		P20							
	下切值1	Pt							
		P20							
闭锁 1 (MPa)	上切值1	Pt	1次	2次	3次	平均值	Pt误差值	切换差	判定  合格
		P20							
	下切值1	Pt							
		P20							

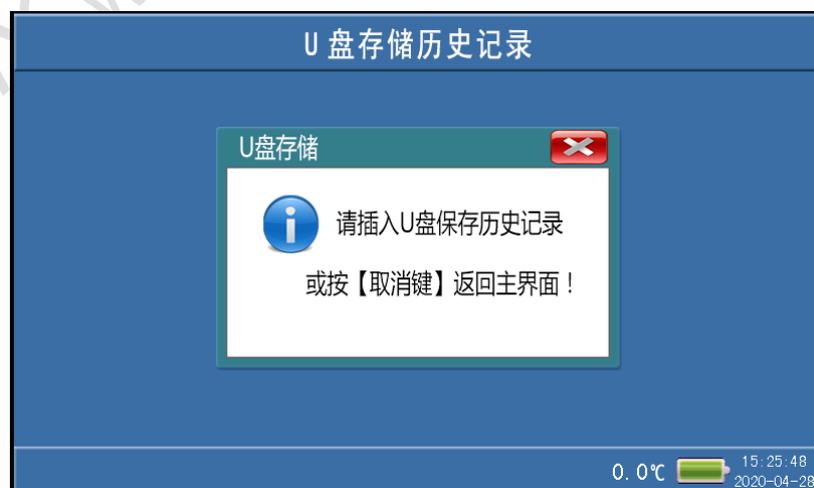
点击“打印”则打印该组校验记录。

点击右侧的“向上”、“向下”箭头，向前、向后浏览该组的其他类型压力值的数据（包括电接点阻抗的校验数据）。

点击右上角“返回”则返回到“密度继电器校验记录”索引界面。

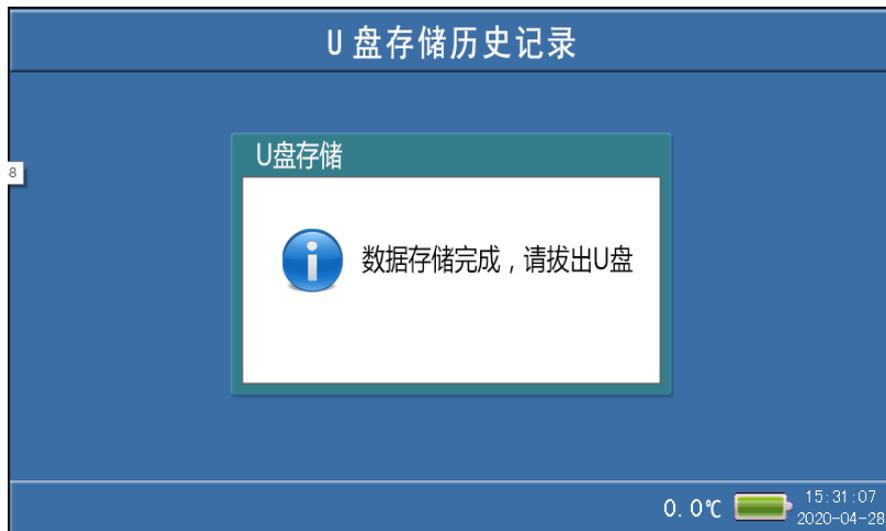
## 7. U 盘存储

主界面上，点击“U 盘存储”则进入“U 盘存储历史记录”界面。



点击返回到主界面。

插入 U 盘后，系统会自动将历史数据打包成文件“mddata.csv”保存到 U 盘中，数据传输完成后，提示拔出 U 盘。



此时，将 U 盘拔出。数据存储完成。

## 8.放气

使用气瓶加压测试时，在校验结束后，为保证校验执行人员安全，需先关闭气瓶上所有阀门，然后点击主界面上“放气”，直至放净管路中的残余气体。

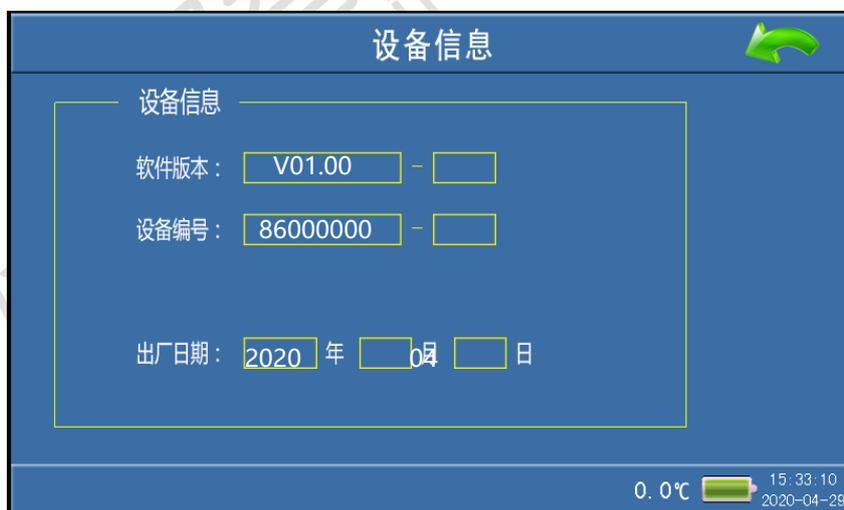
（当点击“放气”，如果出气口的放气声响很弱时，表明已经放净管路中的残余气体）



**小心：在没有放气情况下严禁拔下进气口插头！**

## 9. 设备信息

点击主界面的子界面中的“设备信息”，可以查看该设备的硬件版本、软件版本、出厂日期等信息。



## 10. 操作说明

点击主界面的子界面中的“操作说明”，可以查看校验测试时的接线方式、

参数设置、及实际操作等的简要说明。

## 11. 系统设置、压力校准

系统设置、压力校准在出厂时已经设置、校准好，用户不必再修正。以免影响系统的检测精度。

### 附录一 气瓶使用说明

#### 1. 气瓶放气方法

第一步：在进行测试前需检查气瓶内有无气体，先将减压阀门关闭，再打开总阀门，压力表的指示值即为瓶内压力值（如瓶内气体低于 1MPa 时，需对气瓶进行充气后放可使用）。

第二步：测试准备完毕后，将仪器所配备进气管与气瓶连接好，依次打开总阀门，减压阀门，即可使用。测试完毕后，首先关闭总阀门，利用仪器的快速排气功能将管路内的残余气体排净，再关闭减压阀门，最后才能拔气路中的连接线。

#### 2. 气瓶充气方法

第一步：关闭气瓶的总阀门和减压阀，使用活动扳手扭开灌气口，将附件中的充气转接头一端与灌气口相连，另一端接气源，依次打开气瓶总阀门和气源阀门，观察气瓶上的压力表，压力值上升表示在正充气。

第二步：充满后，依次关闭气源阀门和气瓶总阀门，拧掉充气转接头，再将气瓶灌气口拧紧。

