

尊敬的顾客

感谢您使用本公司生产的产品。在初次使用该仪器前，请您详细地阅读使用说明书，将可帮助您正确使用该仪器。



我们的宗旨是不断地改进和完善公司的产品，因此您所使用的仪器可能与使用说明书有少许差别。若有改动，我们不一定能通知到您，敬请谅解！如有疑问，请与公司售后服务部联络，我们会满足您的要求。



由于输入输出端子、测试柱等均有可能带电压，您在插拔测试线、电源插座时，会产生电火花，小心电击，避免触电危险，注意人身安全！

公司地址：	湖北省武汉市东湖新技术开发区高新五路 84 号光谷光机电产业园 6 栋
销售热线：	400-016-1896
售后服务电话：	027-8791 4451（优先响应）
技术支持：	188 2703 7017（微信同号）
E-mail：	uhv@whtgy.com
网 址：	www.whtgy.com

◆ 慎重保证

本公司生产的产品，在发货之日起三个月内，如产品出现缺陷，实行包换。一年（包括一年）内如产品出现缺陷，实行免费维修。一年以上如产品出现缺陷，实行有偿终身维修。

◆ 安全要求

请阅读下列安全注意事项，以免人身伤害，并防止本产品或与其相连接的任何其它产品受到损坏。为了避免可能发生的危险，本产品只可在规定的范围内使用。

只有合格的技术人员才可执行维修。

—防止火灾或人身伤害

使用适当的电源线。只可使用本产品专用、并且符合本产品规格的电源线。

正确地连接和断开。当测试导线与带电端子连接时，请勿随意连接或断开测试导线。

产品接地。本产品除通过电源线接地导线接地外，产品外壳的接地柱必须接地。为了防止电击，接地导体必须与地面相连。在与本产品输入或输出终端连接前，应确保本产品已正确接地。

注意所有终端的额定值。为了防止火灾或电击危险，请注意本产品的所有额定值和标记。在对本产品进行连接之前，请阅读本产品使用说明书，以便进一步了解有关额定值的信息。

请勿在无仪器盖板时操作。如盖板或面板已卸下，请勿操作本产品。

使用适当的保险丝。只可使用符合本产品规定类型和额定值的保险丝。

避免接触裸露电路和带电金属。产品有电时，请勿触摸裸露的接点和部位。

在有可疑的故障时，请勿操作。如怀疑本产品有损坏，请本公司维修人员进行检查，切勿继续操作。

请勿在潮湿环境下操作。

请勿在易爆环境中操作。

保持产品表面清洁和干燥。

一安全术语

警告：警告字句指出可能造成人身伤亡的状况或做法。

小心：小心字句指出可能造成本产品或其它财产损坏的状况或做法。

目录

一、全自动变压器综合测试系统.....	5
1.1 概述.....	5
1.2 测试项目.....	5
1.3 系统技术参数.....	5
二、软件操作说明书.....	6
2.1 画面和菜单的构成.....	6
2.2 主菜单和子菜单.....	6
2.3 软件的使用及说明.....	14
2.4 试验操作.....	15
三、常见问题分析.....	23
3.1 问题一：功率分析仪三相电压不平时。.....	23
3.2 问题二：功率分析仪某相没有电流.....	24
3.3 问题三：功率分析仪做试验时测试台保护跳闸.....	24
3.4 问题四：感应耐压时三相电流不平.....	24
3.5 问题五：感应耐压时三相电压不平.....	24
四、常见故障排除.....	25
4.1 通讯设备故障.....	25
4.2 损耗误差.....	25
4.3 负载校正问题.....	25
4.4 软件无法打开.....	25
4.5 试验输出电压电流不平衡时.....	25
4.6 功率分析仪显示数据乱跳动.....	26
4.7 电容补偿问题.....	26
4.8 面板整体布局图.....	26
1.5 试验项目触摸屏手动操作介绍.....	27
1.6 变压器功率分析仪使用说明书.....	37
1.7 00kVA 感应电动调压器使用说明书.....	58
1.8 YDJ 系列油浸式交流试验变压器.....	62
1.9 中频发电机组 30kVA.....	65
1.10 局部放电测试仪.....	66
1.12 双通道温升直流电阻测试仪.....	87
1.13 全自动温度巡检仪.....	92
1.14 全自动变比组别测试仪.....	105
1.15 绝缘电阻测试仪.....	114
1.16 高压标准电流互感器.....	124
1.17 高压标准电压互感器.....	126

一、全自动变压器综合测试系统 UHV-315

1.1 概述

综合试验台符合 GB/T4776, GB/T5169, GB/4285-1993 等相关国家标准。

该试验台主要是对电力变压器, 配电变压器的空载、负载特性进行试验, 也可对被试变压器进行倍频感应试验, 工频耐压试验, 零序阻抗试验及温升试验。

该装置测量部分由 PLC 进行控制, 数字显示, 空载, 短路等测试数据由单片机同步采样, 避免了传统试验方法中电压, 电流表, 功率表分别读数并由人工计算造成的误差。

1.2 测试项目

- 三相电压有效值
- 三相电流有效值
- 三相有功损耗
- 三相无功损耗
- 三相平均值电压
- 三相电压平均值
- 三相电流平均值
- 总功率
- 空载电流百分比
- 阻抗电压百分比
- 频率
- 功率因数
- 倍频感应试验
- 工频耐压试验
- 变比组别测试
- 电阻测试测试
- 温升试验
- 绝缘电阻试验

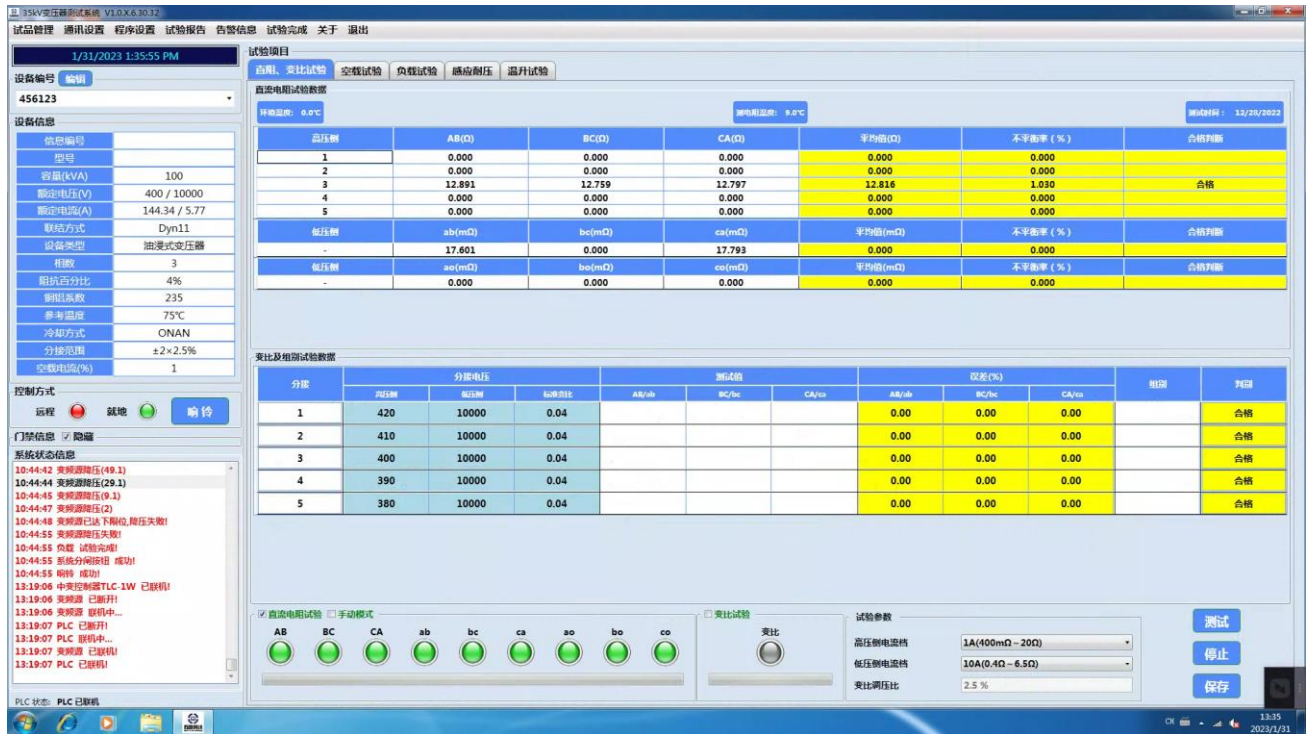
1.3 系统技术参数

项目	测量范围	相对误差
测量电压范围	0.1~4000V	$\pm (0.1\% \text{读数} + 0.1\% \text{量程})$
测量电流范围	0.1~200A	$\pm (0.1\% \text{读数} + 0.1\% \text{量程})$
功率	$U \cdot I$	$\pm (0.1\% \text{读数} + 0.1\% \text{量程})$
功率因数	0.1~0.9999	± 3 个字
供电电源	AC: 380V $\pm 10\%$	50Hz $\pm 2\%$
使用环境	工作温度范围-10~40℃ 相对湿度 30%~90%	

二、软件操作说明书

2.1 画面和菜单的构成

打开软件图标进入系统的主页面如下图所示，包括系统设置、试品信息、系统状态显示、试验实时数据、实验操作区域等



2.2 主菜单和子菜单

最上方显示有 6 个主菜单依次是：试品管理、通讯设置、程序设置、试验报告、告警信息、试验完成功能菜单，如下图：

试品管理 通讯设置 程序设置 试验报告 告警信息 试验完成 关于 退出 调试

2.2.1 试品管理菜单

【试品管理】菜单主要是用来新建一个变压器的文件档案，选择以前的记录文件档案，或者退出软件。

【试品管理】点击此菜单系统会弹出弹框，如下：

序号	设备编号	信息编号	检测完成	测试日期	设备类型	型号	Sr(kVA)	Urh(kV)	Ull(kV)	Irh(A)	Ilr(A)	联结组标号	阻抗电压(%)	空载电流(%)	相数	分接范围	铜铝系数	参考温度(°C)
1	20220817174219726		待检	1/1/0001 12:00:00 AM	油浸式变压器	s13	15000	35000	1000	247.44	8660.25	Dyn11	21.0%	1.0%	3	±2×2.5%	铜235	75
2	20220811163751652		待检	1/1/0001 12:00:00 AM	油浸式变压器		100	400	10000	144.34	5.77	Dyn11	4.0%	1.0%	3	±2×2.5%	铜235	75
3	20220811152617691		待检	1/1/0001 12:00:00 AM	油浸式变压器		400	35000	400	6.6	577.35	Dyn11	4.0%	1.0%	3	±2×2.5%	铜235	75
4	20220808001		待检	1/1/0001 12:00:00 AM	油浸式变压器	S13-M-100/10	100	10000	400	5.77	144.34	Dyn11	4.0%	1.0%	3	±2×2.5%	铜235	75
5	20220805001		待检	1/1/0001 12:00:00 AM	油浸式变压器	s13-m-100/10	100	10000	400	5.77	144.34	Dyn11	4.0%	1.0%	3	±2×2.5%	铜235	75
6	20220116140425659		待检	1/1/0001 12:00:00 AM	油浸式变压器		500	10000	400	28.87	721.69	Dyn11	4.0%	0.5%	3	±2×2.5%	铜235	75

【设备种类】可以选择为：变压器、电抗器、开关柜。

点击【添加】

弹出弹框是用来设定变压器的一些主要参数，主要是变压器铭牌参数，按照名称依次填入。

按照上面的参数填写，有下拉箭头表示有备选，可供选择。

设备参数	
编号	<input type="text"/> 生成
型号	<input type="text"/>
额定容量(kVA)	400
高压侧额定电压(V)	10000
低压侧额定电压(V)	400
高压侧额定电流(A)	23.09
低压侧额定电流(A)	577.35
设备类型	油浸式变压器
相数	三相
联结组标号	Dyn 11
短路阻抗(%)	4%
铜铝系数	铜235
参考温度	75°C
分接范围	±2×2.5%
结构类型	油浸式
冷却方式	ONAN
检测完成	待检

确定 取消

设置方法：

1. 编号：变压器的编号。
2. 型号：变压器的基本型号，如 S11，S13 等。
3. 额定容量：变压器的容量，如 400kVA。
4. 高压侧额定电压：变压器的高压侧额定电压
5. 低压侧额定电压：变压器的低压侧额定电压
6. 高压侧额定电流：变压器的高压侧额定电流，通过额定容量和高压侧额定电压会自动计算得出。
7. 低压侧额定电流：变压器的低压侧额定电流，通过额定容量和低压侧额定电压会自动计算得出。
8. 设备类型：选择变压器试品，可以下拉窗口进行选择。如油浸式变压器等。
9. 相数：可以下拉窗口进行选择，如：三相等

10. 联接组标号：可以下拉窗口进行选择，如：Dyn11。
11. 短路阻抗：变压器短路阻抗，输入数字即可，无需输入%。
12. 铜铝系数：可以下拉窗口进行选择，如：铜 235
13. 参考温度：可以下拉窗口进行选择，如：油边 75℃
14. 分接范围：可以下拉窗口进行选择，如：5 档变压器，调压比为 2.5 时则为 $\pm 2 \times 2.5\%$ 。
15. 结构类型：可以下拉窗口进行选择，如：油浸式。
16. 冷却方式：可以下拉窗口进行选择，如：ONAN。
17. 检测完成：可以下拉窗口进行选择，如：待检。

【删除】可用来删除选择的无用编号。

【修改】修改设置错误的标号对应的参数。

【报告】查询选中编号的报告。

【设备编号/信息编号】也可以根据标号进行查找，然后查看参数或者报告。

2.2.2 通讯设置（常规通讯端口、扩展通讯端口）

【通讯设置】设置界面如下：



【通讯设置】菜单主要设置与外部连接仪器的通讯连接，如图可以调整接入的端口从而可以实现正常的通信。接入端口相同即可与电脑正常通讯。在无厂家指导下，切勿调整通讯端口。

注：功率分析仪连接软件串口 COM11 PLC 与 DIDO 连接网口 TCP/IP

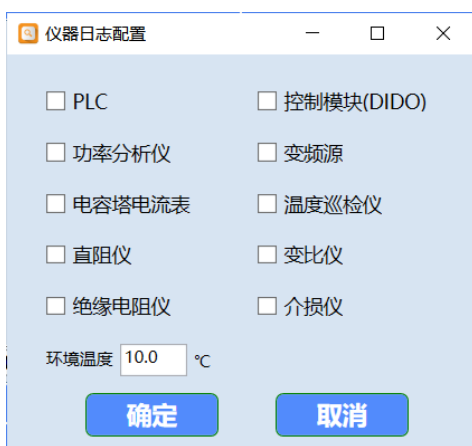
2.2.3 程序设置

进入程序设置界面如下：

- 仪器厂家
- 日志设置
- 档位设置
- 试验设置
- 参数设置
- 低压线阻
- 温升设置
- 变频电源
- 表头设置
- 密码设置
- 系统设置
- 工程模式

【仪器厂家】为我公司调试使用，无厂家指导下切勿调整。

【日志设置】菜单主要是显示通讯及试验日志并记录，方便在出现异常的时候好分析处理。界面如下：



【档位设置】菜单主要用来设置互感器和中间变压器档位，出厂已设置完成，无厂家指导下切勿调整。



【试验设置】菜单栏内分为 2 个子项目设置分别为【系统设置】与【测试部位】设置

【系统设置】主要功能为温升曲线保存路径、客户 ID、固定档位设置与温升计时周期等

【测试部位设置】主要功能为人工设置部分试验项目的测试部位

试验设置

系统设置 测试部位

温升曲线路径 d:\温升曲线

产品 客户-ID 22 产品 PLC-Ver 7

零序CT档位 2500 系统CT档位 300

PLC TcpPort 504 PLC SlaveID 2

开关温升记录周期 720 (注: 每小时记录次数)

电流系数 1.00 电压系数 1.00

功率系数 1.00

确定 取消

试验设置

系统设置 测试部位

接地导通 高压室门与主接地点间,低压室门与主接地点间,变压器室门与主接地点间

耐压测试 合闸线圈,分闸线圈,合闸接触器,控制回路,辅助回路,端口-提升杆

(提示: 测试部位名称需使用','分隔)

确定 取消

【参数设置】的主要功能为设置升压的速度，升压动作的动作时间及步进值

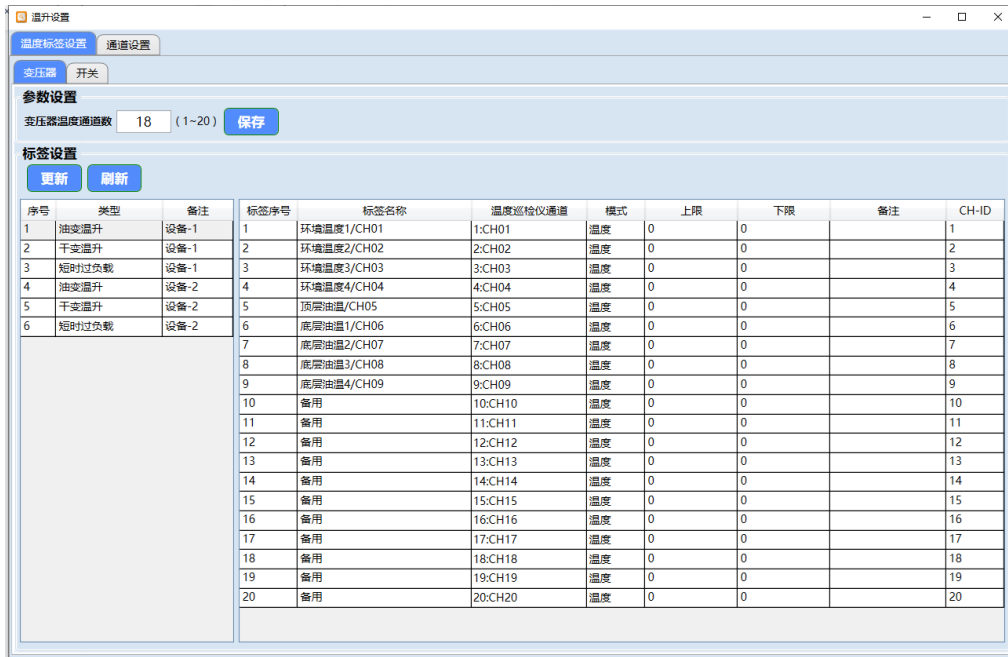


【线路设置】分为低压线路和高压线路设置，其中低压线路设置包含了外接测试线和系统内部的线路电阻，高压设置只需填入外界测试线阻值即可，主要功能为设置采样测量回路的线路电阻修正



温升设置

【温升设置】主要功能为可以人工自由配置温度采集通道



【变频电源】为我公司调试使用，无厂家指导下切勿调整。

【密码设置】为我公司调试使用，无厂家指导下切勿调整。

表头设置

【表头设置】主要功能为实时同步查看读取表头数据，并可实时检测功率分析仪数据进而可以做到差值保护



工程设置

【工程设置】主要功能为可以人工单独控制电气回路的各个元器件动作

工程模式

PLC控制 | PLC参数配置 | 开关控制

控制按钮

PLC 连接状态 - 未连接 PLC 命令置 0

DIDO 读 -> 类型 0x03/read hc | SlaveID 0 | 地址 0 | 长度 1 | 读出数据

DIDO 写 -> 类型 0x05/force si | SlaveID 0 | 地址 0 | 长度 1 | 写入数据

PLC 命令				PLC 反馈							
序号	PLC 地址	PLC 命令	命令返回	序号	点位地址	偏移	反馈名称	反馈类型	状态	数值	
1	0x18	系统分闸按钮	空闲	1	0	0	D_门紧急停	开关量(bit)		0.000	
2	0x19	空载10kV按钮	空闲	2	0	1	D_故障报警	开关量(bit)		0.000	
3	0x1A	负载10kV按钮	空闲	3	0	2	D_RAB	开关量(bit)		0.000	
4	0x3E	单相按钮	空闲	4	0	3	D_RBC	开关量(bit)		0.000	
5	0x1B	电流5A按钮	空闲	5	0	4	D_RCA	开关量(bit)		0.000	
6	0x1C	电流10A按钮	空闲	6	0	5	D_Rab	开关量(bit)		0.000	
7	0x1D	电流25A按钮	空闲	7	0	6	D_Rbc	开关量(bit)		0.000	
8	0x1E	电流50A按钮	空闲	8	0	7	D_Rca	开关量(bit)		0.000	
9	0x1F	电流100A按钮	空闲	9	1	0	D_Ran	开关量(bit)		0.000	
10	0x20	电流200A按钮	空闲	10	1	1	D_Rbn	开关量(bit)		0.000	
11	0x21	高压特性按钮	空闲	11	1	2	D_Rcn	开关量(bit)		0.000	
12	0x22	快速按钮	空闲	12	1	3	D_BB	开关量(bit)		0.000	
13	0x23	中速按钮	空闲	13	1	4	D_空载	开关量(bit)		0.000	
14	0x24	慢速按钮	空闲	14	1	5	D_负载	开关量(bit)		0.000	
15	0x25	RAB按钮	空闲	15	1	6	D_电容补偿	开关量(bit)		0.000	
16	0x26	RBC按钮	空闲	16	2	0	D_CT5A	开关量(bit)		0.000	
17	0x27	RCA按钮	空闲	17	2	1	D_CT10A	开关量(bit)		0.000	
18	0x28	Rab按钮	空闲	18	2	2	D_CT20A	开关量(bit)		0.000	
19	0x29	Rbc按钮	空闲	19	2	3	D_CT50A	开关量(bit)		0.000	
20	0x2A	Rca按钮	空闲	20	2	4	D_CT100A	开关量(bit)		0.000	
21	0x2B	Rao按钮	空闲	21	2	5	D_CT200A	开关量(bit)		0.000	
22	0x2C	Rbo按钮	空闲	22	2	6	D_人门	开关量(bit)		0.000	
23	0x2D	Rco按钮	空闲	23	2	7	D_物门	开关量(bit)		0.000	
24	0x2E	Bbc按钮	空闲								
25	0x2F	人门开按钮	空闲								

【系统设置】设置系统软件各参数，为我公司调试使用，无厂家指导下切勿调整。

2.2.4 试验报告

【试验报告】该试品试验完成后自动生成实验报告，可在试品管理菜单中查询得到。

2.2.5 告警信息

【告警信息】中有各保护动作状态显示，从而可以判断系统是因何原因出现保护。




2.2.6 试验完成

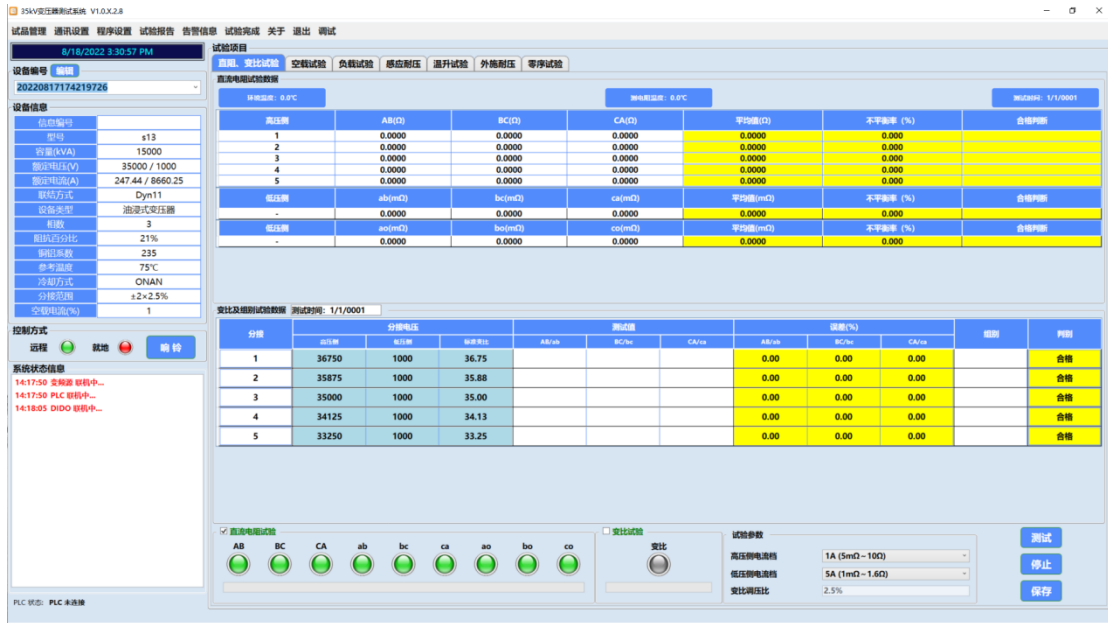
【试验完成】确认后即可生成所有试验数据的报告。

2.2.7 关于

【关于】显示软件版本号

2.3 软件的使用及说明

使用鼠标双击图标  即可进入软件。然后出现主画面。



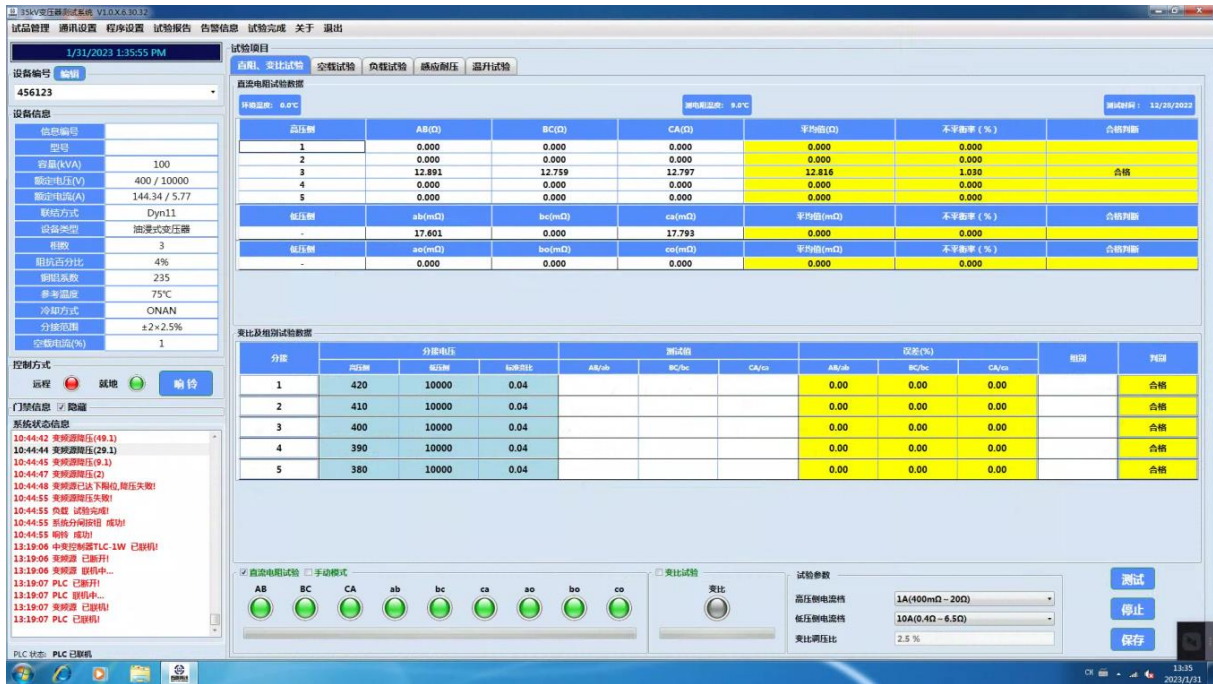
点击开始试验打开或者建立一个试验编号，新建编号按照前文提到的方法依次按要求填入试验变压器的铭牌参数，最后确定即可进入一个变压器参数进入试验。

2.4 试验操作

本系统一共设置有 7 个试验项目，直阻变比试验/空载试验/负载试验/感应耐压试验/温升试验/外施耐压试验/零序试验（由于每台设备客户需求不同，所以试验项目也略有增减）

2.4.1 直阻变比试验

功能：测量变压器的直流电阻值、电压比及联接组别号。用鼠标点击**试验项目/直阻变比试验**即可进入到试验窗口。



直阻变比试验界面如上所示，从主界面上看主要分为几个区域：

- 直流电阻试验数据：根据试品选择电流档位，当选定一个档位的某一项后，点击直流电阻测试即可测量。然后点击保存即可。
- 变比及组别试验数据：暂无

2.4.2 空载试验

功能：在空载情况下测量变压器的空载电流百分比以及变压器的空载百分比。用鼠标点击试验项目/空载试验即可进入到试验窗口。



空载试验界面

空载试验主界面如上所示，从主界面中可以依次看到有几个区域：

- **空载试验数据区域：**最上方为高压输出区域，用来观察三相有效值电压、平均值电压、试验频率、有效电流、有功功率。中间为电源输出区域，通过表头采样调压器输出电流、电压值，下方为试验记录区域：主要功能为软件判稳并锁定实验数据
- **试验参数区域：**设定试验电压，保护电压，保护电流等。
- **试验执行区域：**单三相选择，电流电压档位选择，中间变档位显示，升压，降压，分合闸，测试、停止，锁定，保存等。
- **试验状态显示区域：**显示相应的试验及调压器状态。

空载试验操作

新建文件

首先第一步是新建一个或者从历史档案中找到一个所需的变压器档案，步骤如下：

➤ 手动模式

开始试验：

在设置好各项参数后，系统会根据试品参数自动切换到高压特性或低压特性试验界面。

低压特性操作：选择手动控制，点击测试，选择相应电流档位，点击合闸，点击升压按钮至试验所需电压，点击锁定，点击保存，点击解锁，点击降压至调压器回零位再点击停止即可

高压特性操作：选择手动控制，点击测试，选择相应电流，电压、中间变档位，点击合闸，点击升压按钮至试验所需电压，点击锁定，点击保存，点击解锁，点击降压至调压器回零位再点击停止即可

升压按钮是用来升高调压器输出的电压，按钮的模式是点击升压按钮即可升压，松开升压动作停止。。

降压按钮是用来降低调压器输出的电压，按钮的模式是点击降压按钮即可降压，松开降压动作停止。

当执行完各开关操作后，即可点击升压按钮进行升压操作，观看监控窗口采集的数据，升到指定的试验电压即可。采集到想要数据时点击锁定、保存，当记录完数据后即可解锁，进行降压（注意变频器速率调制最大）。点击**停止**图标即可。

➤ 自动模式

首先第一步是新建一个或者从历史档案中找到一个所需的变压器档案，操作区域点击测试按钮即可

2.4.3 负载试验

功能：变压器阻抗电压百分比测量以及变压器负载损耗。实验项目点击负载实验即可进入操作界面，如下：



负载试验界面

负载试验主界面如上所示，从主界面中可以依次看到有几个区域：

- 负载试验数据区域：最上方为高压输出区域，用来观察三相有效值电压、平均值电压、试验频率、有效电流、有功功率。中间为电源输出区域，通过表头采样调压器输出电流、电压值，下方为试验记录区域：主要功能为软件判稳并锁定实验数据
- 试验参数区域：设定试验电流，保护电流，保护电压，试验温度，试品高低压直阻等。
- 试验执行区域：单三相选择，电流电压档位选择，中间变档位显示，升压，降压，分合闸，测试、停止，锁定，保存等。
- 试验状态显示区域：显示相应的试验及调压器状态。
- 电容补偿操作区域：手动投切电容。

负载试验操作

新建文件

首先第一步是新建一个或者从历史档案中找到一个所需的变压器档案，步骤如下：

➤ 手动模式

开始试验：

在设置好各项参数后，系统会根据试品参数自动切换到高压特性或低压特性试验界面。

低压特性操作：选择手动控制，点击测试，选择相应电流档位，点击合闸，点击升压按钮至试验所需电电流，点击锁定，点击保存，点击解锁，点击降压至调压器回零位再点击停止即可

高压特性操作：选择手动控制，点击测试，选择相应电流，电压、中间变档位，点击合闸，点击升压按钮至试验所需电流，点击锁定，点击保存，点击解锁，点击降压至调压器回零位再点击停止即可

升压按钮是用来升高调压器输出的电压，按钮的模式是点击升压按钮即可升压，松开升压

动作停止。。

降压按钮是用来降低调压器输出的电压，按钮的模式是点击降压按钮即可降压，松开降压动作停止。

当执行完各开关操作后，即可点击升压按钮进行升压操作，观看监控窗口采集的数据，升到指定的试验电流即可。采集到想要数据时点击锁定、保存，当记录完数据后即可解锁，进行降压（注意变频器速率调制最大）。点击**停止**图标即可。

➤ 自动模式

首先第一步是新建一个或者从历史档案中找到一个所需的变压器档案，操作区域点击测试按钮即可

2.4.4 感应耐压试验

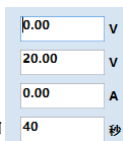
功能：对变压器采用二次加压而一次得到高压的试验方法来检测被试品匝间绝缘。实验项目点击负载实验即可进入操作界面，如下：

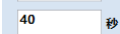
感应试验界面

感应耐压试验主界面如上所示，从主界面中可以依次看到有几个区域：

● **感应耐压试验数据区域**：最上方为高压输出区域，用来观察三相有效值电压、平均值电压、试验频率、有效电流、有功功率。中间为电源输出区域，通过表头采样调压器输出电流、电压值，机组输出电流、电压值；下方为试验记录区域：主要功能为软件判稳并锁定实验数据

- **试验参数区域**：设定试验电压，保护电压，保护电流等。
- **试验执行区域**：单三相选择，电流电压档位选择，中间变档位显示，升压，降压，分合闸，测试、停止，锁定，保存等。
- **试验状态显示区域**：显示相应的试验及调压器状态。
- **试验结果数据区域**：显示相应的试验数据。
- **机组监测及操作窗口**；实时监测机组状态，手动启停机组。



图中  的方框标识根据功能可以用键盘键入数值，图中可以键入

试验的电压值，保护的电压值，保护的电流值（一般保护电压值是所需电压的 1.1 倍，保护电流值比所需的电流档位小 0.1A），耐压时间设定。



感应试验操作

➤ 手动模式

开始试验：

在设置好各项参数，确认没有问题后可以进行试验，进入界面后首先点击**测试按钮**，再择电流档位和电压档位，点击合闸后点击发电机合闸，然后选择升降压和右侧的变频器速率调节最后达到所需电压。

升压按钮是用来升高调压器输出的电压，按钮的模式是点击升压按钮即可升压，松开升压动作停止。。

降压按钮是用来降低调压器输出的电压，按钮的模式是点击降压按钮即可降压，松开降压动作停止。

当执行完各开关操作后，即可点击升压按钮进行升压操作，观看监控窗口采集的数据，升到指定的试验电压即可。采集到想要数据时点击锁定、保存，当记录完数据后即可解锁，进行降压（注意变频器速率调制最大）。点击**停止**图标即可。

特别注意是开始试验前设置好时间

当执行完各开关操作后，即可点击升压按钮进行升压操作，观看监控窗口采集的数据，升到指定的试验电压即可。然后点击**计时**图标，会出现一个数字计时器，当计时器到达设定时间时试验自动停止，开始降压，等降到最低点即可点击**停止**图标即可停止试验

2.4.6 温升试验

功能：检测规定状态下变压器绕组、铁芯和变压器油的温升。用鼠标点击**试验项目/温升试验**即可进入，画面如下：



试验操作部分

➤ 手动模式

先点击电阻测试按钮，进入界面如下：

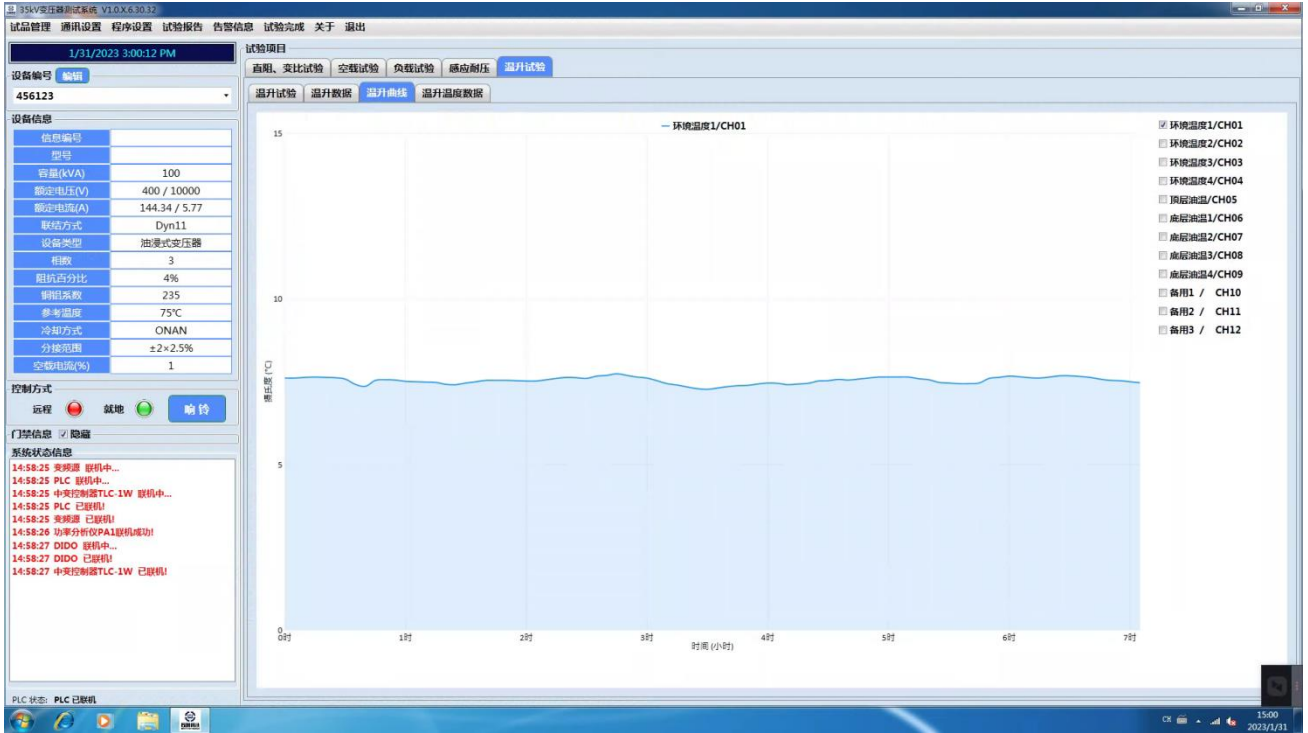


选择测电阻模式选择冷态电阻，点击同步冷态电阻即可或者选择相应电流档位，选择冷态电阻点击测试，保存，停止亦可获取冷态电阻值。

和负载试验步骤一样，升到额定电流后点击计时

当执行完各开关操作后，即可点击升压按钮进行升压操作，观看监控窗口采集的数据，升到指定的试验电流即可。然后点击计时按钮，时间会开始计时，每隔 15 分钟会记录一次温度数据，待达到指定温度且稳定一定时间后，可以进行降压，然后点击**停止**图标即可结束试验。

其中有个温度曲线按钮，点击可以查看各路温度信号的实时温度，有两种模式，表格模式更为直观比较，显示界面如下：



表格模式

时间	电压(V)	电流(A)	功率(W)	环境温度1/CH01	环境温度2/CH02	环境温度3/CH03	环境温度4/CH04	环境温度5/CH05	环境温度1/CH06	环境温度2/CH07	环境温度3/CH08	环境温度4/CH09	备用1 /
2022-12-28 10:10:57	32.37	0.480	8	7.6	7.6	7.6	7.7	7.9	7.7	7.6	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:11:02	31.77	0.470	8	7.6	7.6	7.6	7.7	7.9	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:11:07	31.13	0.460	8	7.6	7.6	7.5	7.7	7.8	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:11:12	30.51	0.450	7	7.6	7.6	7.5	7.7	7.8	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:11:17	30.07	0.440	7	7.6	7.6	7.4	7.6	7.7	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:11:22	29.70	0.440	7	7.6	7.6	7.4	7.6	7.6	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:11:27	29.32	0.430	7	7.6	7.6	7.3	7.6	7.5	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:13:47	0.04	0.000	0	7.4	7.5	7.5	7.5	7.6	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:16:17	0.03	0.000	0	7.4	7.5	7.6	7.4	7.8	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:17:08	395.06	5.770	1248	7.5	7.4	7.6	7.6	7.9	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:17:13	395.13	5.770	1249	7.6	7.4	7.7	7.6	7.9	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:17:18	395.09	5.770	1249	7.6	7.4	7.7	7.6	7.8	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:17:23	395.06	5.770	1249	7.5	7.4	7.5	7.5	7.8	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:17:28	395.14	5.770	1251	7.5	7.4	7.5	7.5	7.8	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:17:34	395.06	5.770	1251	7.5	7.4	7.5	7.5	7.8	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:17:38	395.10	5.770	1251	7.5	7.4	7.5	7.5	7.8	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:17:43	395.11	5.770	1251	7.4	7.4	7.5	7.5	7.8	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:17:49	395.08	5.770	1251	7.4	7.3	7.5	7.4	8.0	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:17:54	395.05	5.770	1252	7.5	7.4	7.4	7.5	8.1	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:17:59	394.98	5.770	1252	7.5	7.4	7.4	7.5	8.1	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:18:04	395.00	5.770	1253	7.5	7.4	7.4	7.6	8.0	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:18:09	395.08	5.770	1253	7.5	7.4	7.5	7.6	8.1	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:18:14	395.08	5.770	1254	7.5	7.4	7.5	7.5	8.1	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:18:19	395.02	5.770	1253	7.5	7.4	7.5	7.5	8.0	7.7	7.7	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:18:24	394.88	5.770	1253	7.5	7.4	7.5	7.5	7.9	7.7	7.8	1999.9	1999.9	1999.9
2022-12-28 10:18:29	395.00	5.770	1254	7.5	7.5	7.5	7.6	8.0	7.7	7.8	1999.9	1999.9	1999.9

曲线模式

当温升结束后，点击实验停止，点击电阻测试，选择相应电流档位，点击测电阻模式，选择热态电阻

测试，点击测试即可开始 24 组热态电阻测试，测试完成后点击保存，停止退出即可。



点击温升计算即可，得出相应试验数据，如下：



三、常见问题分析

3.1 问题一：功率分析仪三相电压不平时。

分析：（1）检查操作台“单/三相”旋钮是否选择正确。

（2）仪器参数设置“三表法”及“双表法”是否选择正确。

（3）取下测试线不带被试变压器时，看三相电压是否平衡，如平衡判定被试变压器存在匝间绝缘问题。

（4）测量进功率分析仪的电压桩头是否平衡，如平衡判断仪器电压采样模块损坏，与厂家电话沟通。

3.2 问题二：功率分析仪某相没有电流

分析：（1）测量对应的输出线是否有电流输出，如没有电流检查输出线是否接触良好，被试变压器抽头是否接触良好，无虚接。

（2）例如仪器 A 相无电流时，仪器电流采样端子把 IA 与 IB 调换，Ia 与 Ib 调换，如仪器 A 相依然无电流，判定仪器电流采样模块损坏，与厂家电话沟通。

3.3 问题三：功率分析仪做试验时测试台保护跳闸

分析：（1）取下接在被试变压器的输出线，空升电压，看测试台是否跳闸，如不跳闸，判断被试变压器存在匝间短路。如继续跳闸检测输出线绝缘是否存在问题或输出线有相间短路情况。

3.4 问题四：感应耐压时三相电流不平

分析：（1）感应耐压时某一相电流比另外两相大，或升压时电流随着电压升高持续攀升或出现跳闸时，取下输出线，空升无电流及无跳闸现象及可判断被试变压器对应的一相存在匝间短路。

3.5 问题五：感应耐压时三相电压不平

分析：（1）取下输出线后，空升三相电压平衡，说明被试品存在匝间短路问题。

（2）取下输出线后，空升三相电压依旧不平衡，用万用表测量输出线三相电压是否平衡，如平衡用万用表测量输出柜内 1000V/100V 三相电压互感器，输入解决。（3）取下输出线后，空升三相电压依旧不平衡，柜内的 1000V/100V 三相电压互感器也依旧不平，检查发电机输出是否平衡，如不平衡联系厂家维修发电机组。

四、常见故障排除

4.1 通讯设备故障

电脑软件下方有电脑状态，显示系统状态正常即为通讯正常，如果出现通讯未连接，则有可能是通讯设置或者串口不对应问题。先打开通讯设置，看下仪器通讯的端口，然后检查电脑串口转换器接线有没有松动，电脑接口是否与仪器设置对应，或者换一个 COM 口试一试。

◆特别注意：更换串口时请关闭电源后插拔。

4.2 损耗误差

一般会出现损耗误差都是电流电压互感器的档位不同导致的误差，当出现损耗误差的时候可以先进行同一台变压器同一档位的测试，进行 5-6 次，测试数据偏差应该在 1 个点以内。一般软件由于所设置的参数不一样也会导致软件内部推荐的电流档位不合适。如：非晶变压器的空载电流百分比都会比较小，如果在参数设置是填写成 S7 或者 S9，则不同电流档位测量的误差就会偏大。

4.3 负载校正问题

负载校正有两种方法，国标公式法和温度系数法，如果怀疑负载数据有问题或者要与其他公司测试数据进行比较时，是需要先确定所选的电流电压档，确定所选的校正方法统一，这是前提。油变的校正温度是 75 度，干变 120 度，测量电阻温度和环境温度进行区别。进行对比时要注意这几个关键点。

在不同厂家测试线截面积和长度都不同，有些厂家并没有减去这段线损。所以因不同厂家的数据对比时会影响到测量数据的精确性。

4.4 软件无法打开

双击桌面无法打开软件，可能是软件使用时间到了，在由于部分软件可能没有注册，所以在用软件是如果出现软件还剩多少次数时请将关于软件里面可以看到关于软件的信息，将 ID 后面的数字记下并与我们公司联系。

4.5 试验输出电压电流不平衡时

首先确定输出到变压器上的输出线的电压，电流与功率分析仪上面的数据是不是统一的，确定仪器测量没有问题。如果仪器没有问题的话就确定哪一个电流档位，查找对应的输出主接触器，看接触器是否合上，对应电压是否正常，是否有触头有问题；如果主回路输出正常则查看仪器后面的电压电流经过反算后是否和一次电流一样，一样则仪器没有问题，查看互感器输出对应档位的二次信号是否正常。

4.6 功率分析仪显示数据乱跳动

一般情况下面有两种可能：1. 主三相四线电源在跳动，由于厂房公用一个变压器，并且有一些设备在频繁启动时，给电网带来的波动，会导致变压器负载过大，输出会波动比较大，从而导致我们调压器输出波动比较大 2. 测量系统的地线虚接或者断开，由于我们仪器测量电压需要一个中心点，我们的中心点要接可靠的地，因此如果接地不好会导致测量电压是虚值，向量图会偏差，因此功率会测量有所偏差和电压的不平衡。

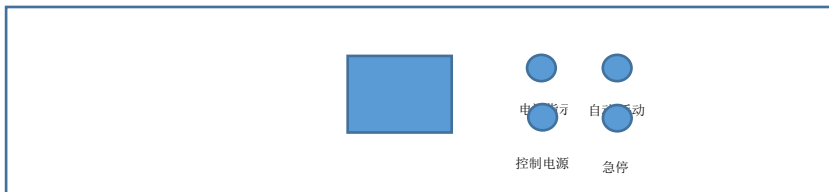
4.7 电容补偿问题

一般电容补偿不可过补，过补会导致调压器有回流，并且会跳闸。一般做负载实验时，先要算出对应所需容量的电容，如果投的电容过多会导致合闸时会出现过流保护，电容补偿只能用做负载时使用，不可用作空载，在做实验前先要确认电容投切是否在复位状态。

4.8 面板整体布局图

试验操作台可进行上位机全自动模式操作，即可通过选择自动/手动操作模式进行全机械式按钮式手动操作

1.4.1 操作台面板图



面板上有两排操作按钮：

控制电源：打开与关掉控制电源。

电源指示：指示电源是否打开。灯亮代表控制电源接通可进行合闸控制，灯未亮表示控制电源未接通。

自动/手动：自动为电脑软件操作，手动为触摸屏手动操作

急停：断开控制电源，系统断电分闸。

1.4.2 各元器件功能简介



- ◆ 调压器输出电流显示
- ◆ 特性电流显示（仅做保护用）
- ◆ 低压电容补偿电流显示
- ◆ 工频试验电压
- ◆ 工频试验电流
- ◆ 工频泄露电流
- ◆ 过流保护
- ◆ 感应试验电压
- ◆ 感应试验电流

1.5 试验项目触摸屏手动操作介绍

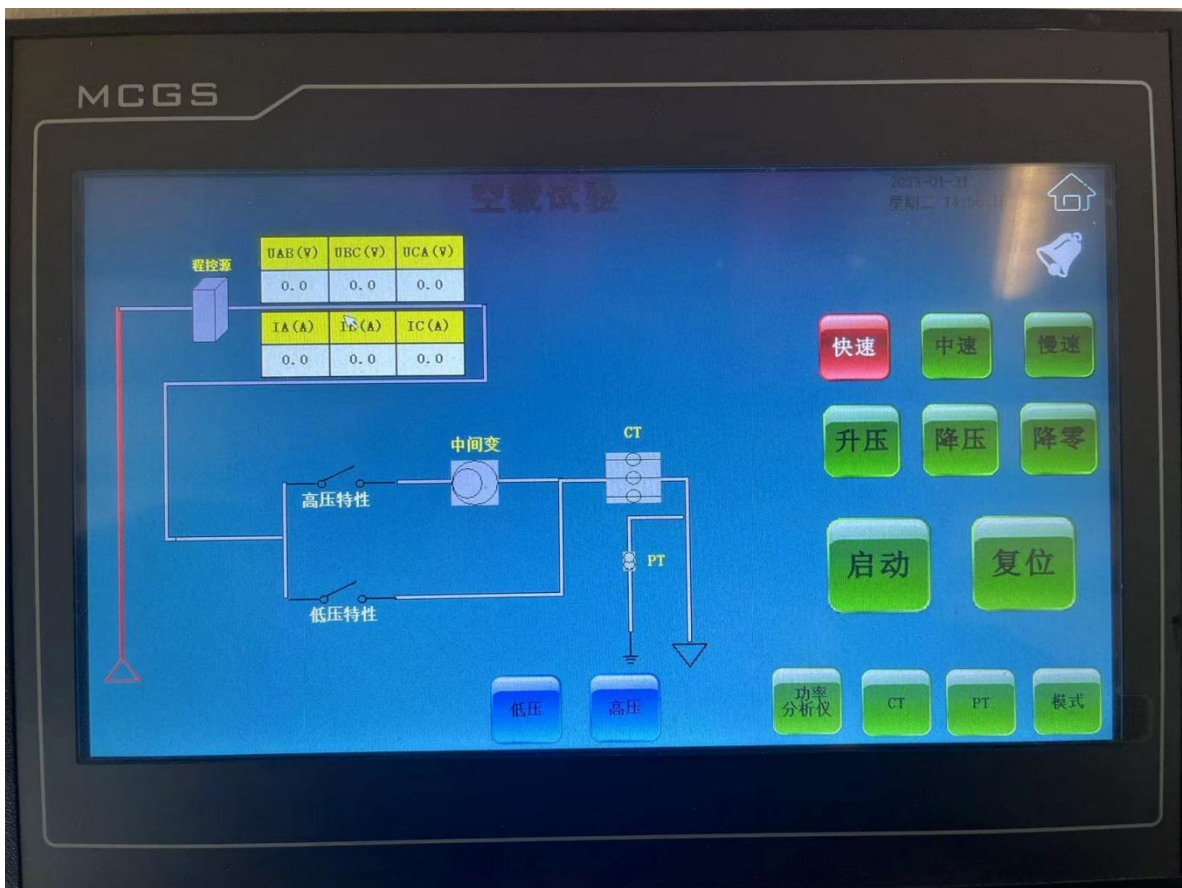
1.5.1 主界面介绍

主界面显示如下图：

主界面为试验项目选择和工厂设置界面，试验项目一共分为 5 个，分别为：空载试验、负载实验、工频试验、感应试验、零序试验。五个试验项目分别对应应有不同的试验操作界面。各试验间相互互锁，只有结束其他试验后方可进行其他试验。

1.5.2 空载试验

空载试验界面如下所示：



如图左侧区域系统一次回路图示，导通回路及开关动作后会有颜色改变的区分。各图标所指示含义如下：
调压器：调压器图标颜色变化表示变频电源已经启动。

低压特性开关：低压特性开关图标导通表示调压器直接输出。手触图标会做合闸动作。

高压特性开关：高压特性开关图标导通表示经过中间变输出。手触图标会做合闸动作。

UAB(V)/UBC(V)/UCA(V)：调压器输出线电压有效电压值。

IA(A)/IB(A)/IC(A)：调压器输出电流有效电流值。


中间变：中间变压器图标颜色变化表示中间变压器输入接通，中变有输出进切换柜。中间变压器的档位可以通过中变控制器进行手动切换。1档对应4kV, 2档对应7kV, 3档对应11kV, 四档对应22kV。


CT：CT图标颜色变化表示电流互感器已接通（电流互感器一二次档位已合闸）。

PT：PT图标颜色变化表示电压互感器已接通（电压互感器一二次档位已合闸）。

：代表试品。

右侧为操作图标，手触图标后会有相应的动作，各图标含意如下：

：返回指令。触动后返回主界面。

：响铃指令。触动后警铃会动作，试验前可做响铃警示。

低压：低压特性开关图标导通表示调压器直接输出。

高压：高压特性开关图标导通表示经过中间变输出。

快速：升压速率，选择后升压为快速模式，步进幅值较大。用于试验升压前期进行快速接近试验值。

中速：升压速率，选择后升压为中速模式，步进幅值适中。在快接近试验值进行小幅度升压，接近试验值。

慢速：升压速率，选择后升压为慢速模式，步进幅值较小。进行输出电压电流值细调。

升压：变频电源输出电压值/电流值调整升高。

降压：变频电源输出电压值/电流值调整降低。

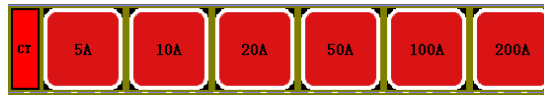
降零：变频电源输出电压值/电流值调整降到零位（理论输出 0V）。用于试验数据获取到后直接降到零位，然后分闸。

启动：变频电源启动，直接调整变压源电压/电流值，系统回路即有输出。各仪表及功率分析仪通讯联接完成。触摸屏可以读取各仪器仪表数据。

复位：系统功能复位，系统线路均回复到初始状态。

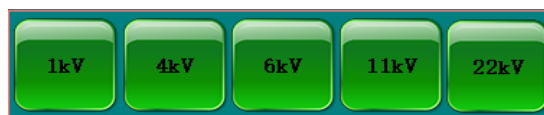
如上图所示，功率分析仪测量数据均有显示，点击联机按钮后即可读取功率分析仪数据。

CT: 电流互感器档位选择。互感器档位如下图：



触控即可选择所需试验合闸的电流档位。

PT: 电压互感器档位选择。互感器档位如下图：



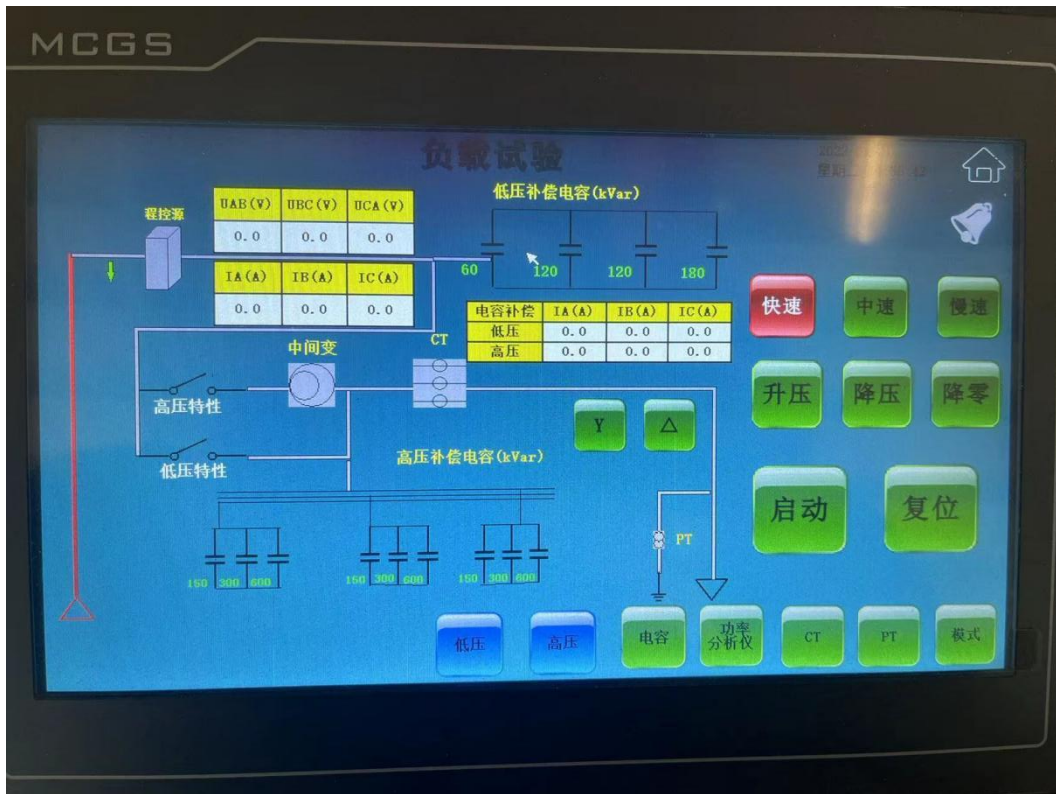
触控即可选择所需试验合闸的电压档位。

模式：测量模式的选择。本系统提供三种测量模式，分别位：单相、三表、双表。可根据所做试验选择对应模式。模式选择界面如下：



1.5.3 负载试验

负载试验界面如下所示：



如图左侧区域系统一次回路图示，导通回路及开关动作后会有颜色改变的区别。各图标所指示含义如下：

调压器：调压器图标颜色变化表示变频电源已经启动。

低压特性开关：低压特性开关图标导通表示调压器直接输出。手触图标会做合闸动作。

高压特性开关：高压特性开关图标导通表示经过中间变输出。手触图标会做合闸动作。

UAB(V)/UBC(V)/UCA(V)：调压器输出线电压有效电压值。

IA(A)/IB(A)/IC(A)：调压器输出电流有效电流值。

中间变：中间变压器图标颜色变化表示中间变压器输入接通，中变有输出进切换柜。中间变压器的档位可以通过中变控制器进行手动切换。1档对应4kV，2档对应7kV，3档对应11kV，四档对应22kV。

CT：CT图标颜色变化表示电流互感器已接通（电流互感器一二次档位已合闸）。


PT：PT图标颜色变化表示电压互感器已接通（电压互感器一二次档位已合闸）。


低压电容补偿（kVar）：指示接通补偿的电容组数，颜色变化表示接通。

高压电容补偿（kVar）：指示接通补偿的电容组数，颜色变化表示接通。

：代表试品。

右侧为操作图标，手触图标后会有相应的动作，各图标含意如下：

:返回指令。触动后返回主界面。

:响铃指令。触动后警铃会动作，试验前可做响铃警示。

低压: 低压特性开关图标导通表示调压器直接输出。

高压: 高压特性开关图标导通表示经过中间变输出。

快速: 升压速率，选择后升压为快速模式，步进幅值较大。用于试验升压前期进行快速接近试验值。

中速: 升压速率，选择后升压为中速模式，步进幅值适中。在快接近试验值进行小幅度升压，接近试验值。

慢速: 升压速率，选择后升压为慢速模式，步进幅值较小。进行输出电压电流值细调。

升压: 变频电源输出电压值/电流值调整升高。

降压: 变频电源输出电压值/电流值调整降低。

降零: 变频电源输出电压值/电流值调整降到零位（理论输出 0V）。用于试验数据获取到后直接降到零位，然后分闸。

启动: 变频电源启动，直接调整变压器电压/电流值，系统回路即有输出。各仪表及功率分析仪通讯联接完成。触摸屏可以读取各仪器仪表数据。

复位: 系统功能复位，系统线路均回复到初始状态。

Y: 表示高压单相电容接法为星接，组合后三相线电压为 8kV

▲: 表示高压单相电容接法为角接，组合后三相线电压为 $8kV/\sqrt{3}$

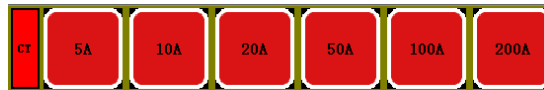
电容: 补偿电容容量选择，根据试验计算，投切合适电容组。电容界面如下:



低压补偿电容为三组：触控即可投切

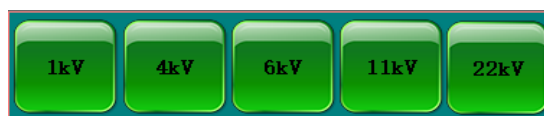
高压补偿电容为六组：触控即可投切

CT: 电流互感器档位选择。互感器档位如下图:



触控即可选择所需试验合闸的电流档位。

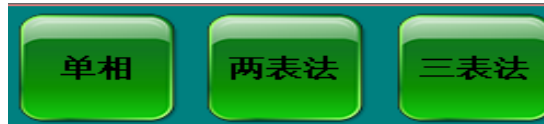
PT: 电压互感器档位选择。互感器档位如下图:



触控即可选择所需试验合闸的电压档位。

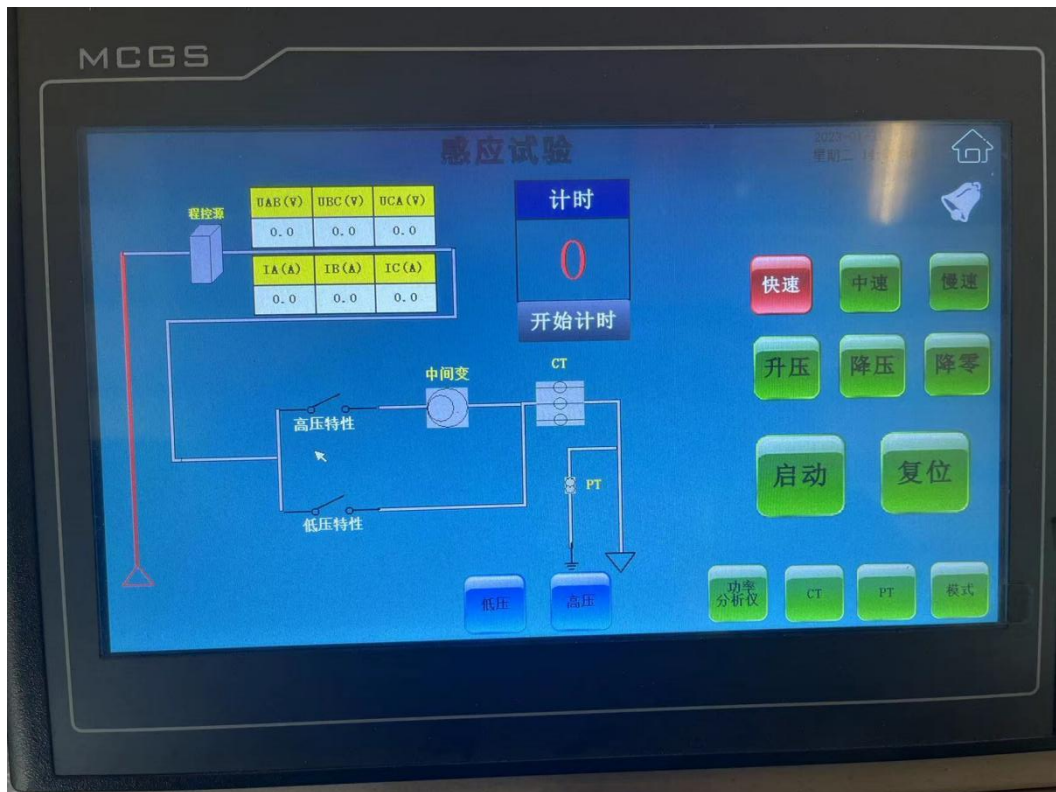
模式: 测量模式的选择。本系统提供三种测量模式，分别位：单相、三表、双表。可根据所做试验选择对

应模式。模式选择界面如下：



1.5.5 感应试验

感应试验界面如下所示：



如图左侧区域系统一次回路图示，导通回路及开关动作后会有颜色改变的区别。各图标所指示含义如下：

调压器：调压器图标颜色变化表示变频电源已经启动。

低压特性开关：低压特性开关图标导通表示调压器直接输出。手触图标会做合闸动作。

高压特性开关：高压特性开关图标导通表示经过中间变输出。手触图标会做合闸动作。

UAB(V)/UBC(V)/UCA(V)：调压器输出线电压有效电压值。

IA(A)/IB(A)/IC(A)：调压器输出电流有效电流值。


中间变：中间变压器图标颜色变化表示中间变压器输入接通，中变有输出进切换柜。中间变压器的档位可以通过中变控制器进行手动切换。1 档对应 4kV, 2 档对应 7kV, 3 档对应 11kV, 四档对应 22kV。


CT：CT 图标颜色变化表示电流互感器已接通（电流互感器一二次档位已合闸）。

PT: PT 图标颜色变化表示电压互感器已接通（电压互感器一二次档位已合闸）。

: 代表试品。

右侧为操作图标，手触图标后会有相应的动作，各图标含意如下：

: 返回指令。触动后返回主界面。

: 响铃指令。触动后警铃会动作，试验前可做响铃警示。

低压：低压特性开关图标导通表示调压器直接输出。

高压：高压特性开关图标导通表示经过中间变输出。

快速：升压速率，选择后升压为快速模式，步进幅值较大。用于试验升压前期进行快速接近试验值。

中速：升压速率，选择后升压为中速模式，步进幅值适中。在快接近试验值进行小幅度升压，接近试验值。

慢速：升压速率，选择后升压为慢速模式，步进幅值较小。进行输出电压电流值细调。

升压：变频电源输出电压值/电流值调整升高。

降压：变频电源输出电压值/电流值调整降低。

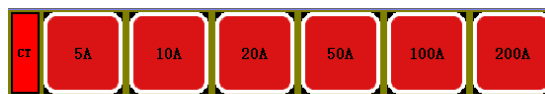
降零：变频电源输出电压值/电流值调整降到零位（理论输出 0V）。用于试验数据获取到后直接降到零位，然后分闸。

启动：变频电源启动，直接调整变压器电压/电流值，系统回路即有输出。各仪表及功率分析仪通讯联接完成。触摸屏可以读取各仪器仪表数据。

复位：系统功能复位，系统线路均恢复到初始状态。

计时/开始计时：点击开始计时后时间会开始计时，到达 40S 后会闪烁提示降压。

CT: 电流互感器档位选择。互感器档位如下图：



触控即可选择所需试验合闸的电流档位。

PT: 电压互感器档位选择。

触控即可选择所需试验合闸的电压档位。


模式：测量模式的选择。本系统提供三种测量模式，分别为：单相、三表、双表。可根据所做试验选择对应模式。模式选择界面如下：


此界面为我公司测试界面，在设备出厂时已经进行设置完毕，客户不得自行修改。

1.5.2 触摸屏操作介绍

1.5.2.1 空载试验操作

① 从主界面中选择【空载试验】进入空载试验界面。

② 根据试品参数选择对应高低压档位，本系统调压器直接输出电压为最大 1000V，当试验电压低于 1000V 时选择【低压】或者触按  图标进行合闸。当试验电压高压 1000V 时选择【高压】或者

触按  图标进行合闸。一般空载试验为低压测额定电压，以此进行参考。试验电流档位通过变压器的空载电流百分比进行初步计算，以此为参考电流档位选择。

③ 选择合适【CT】及【PT】档位。根据试品参数计算试验电压和电流来进行选择。

④ 选择合适测量方式；试品为单相变压器时选择【单相】，试品为三相变压器时可根据需求选择【三表法】或者【双表法】。

⑤ 触控 ，起响铃警示。

⑥ 触控【启动】按钮，变频电源启动输出。

⑦ 选择合适调速档位，开始阶段可以选择【快速】调节，在接近时调整为【中速】，最后用【慢速】细调，直到最接近目标值。

⑧ 接近目标值后可以手动操作功率分析仪进行数据锁定及保存。也可通过触摸屏【功率分析仪】进入功率分析仪界面。点击【联机】按钮后即可读取功率分析仪数据。如试验电压不够精确可再次调节。直至达到理想值。


⑨ 当获取试验数据无问题后，直接点击【降零】按钮，待降零完成后，点击【复位】即可完成断电分闸。


1.5.2.2 负载试验操作

① 从主界面中选择【负载试验】进入负载试验界面。

② 试验前需通过计算得到负载试验时的试验电压及试验电流。

③ 根据算出的试验电压及电流来判断是否需要电容补偿以及高低压补偿容量。具体手动计算方法见附录。

④ 根据试品参数选择对应高低压档位，本系统调压器直接输出电压为最大 1000V，当试验电压低于 1000V 时选择【低压】或者触按  图标进行合闸。当试验电压高压 1000V 时选择【高压】或者触

按  图标进行合闸。试验的电流为试品变压器高压侧额定电流，以此来选择电流档位。试验的电压通过试品变压器的负载阻抗进行计算得到，以此参考选择电压互感器档位。

⑤ 选择合适【CT】及【PT】档位。根据试品参数计算试验电压和电流来进行选择。

⑥ 选择合适测量方式；试品为单相变压器时选择【单相】，试品为三相变压器时可根据需求选择【三表法】或者【双表法】。

⑦ 触控 ，敲响铃警示。

⑧ 触控【启动】按钮，变频电源启动输出。

⑨ 选择合适调速档位，开始阶段可以选择【快速】调节，在接近时调整为【中速】，最后用【慢速】细调，直到最接近目标值。


⑩ 接近目标值后可以手动操作功率分析仪进行数据锁定及保存。也可通过触摸屏【功率分析仪】进入功率分析仪界面。点击【联机】按钮后即可读取功率分析仪数据。如试验电压不够精确可再次调节。直至达到理想值。

11 当获取试验数据无问题后，直接点击【降零】按钮，待降零完成后，点击【复位】即可完成断电分闸。

1.5.2.3 工频试验操作

① 从主界面中选择【工频试验】进入负载试验界面。

② 试验前需根据试验电压设置【试验电压保护值】及【泄露电流保护值】

③ 选择【高压合闸】或者点击 。

④ 触控 ，敲响铃警示。

⑤ 触控【启动】按钮，变频电源启动输出。

⑥ 选择合适调速档位，开始阶段可以选择【快速】调节，在接近时调整为【中速】，最后用【慢速】细调，直到最接近目标值。



⑦ 接近目标值后点击【开始计时】，时间 0S 开始计时，当显示 60S 时会闪烁提醒试验完成。

⑧ 当计时 60S 开始闪烁后，直接点击【降零】按钮，待降零完成后，点击【复位】即可完成断电分闸。

1.5.2.4 感应试验操作

① 从主界面中选择【感应试验】进入感应试验界面。

② 根据试品参数选择对应高低压档位，本系统调压器直接输出电压为最大 1000V，当试验电压低于

1000V 时选择【低压】或者触按  图标进行合闸。当试验电压高压 1000V 时选择【高压】或者触按  图标进行合闸。一般感应试验为低压测额定电压两倍，以此进行参考。试验电流档位通过变压器的空载电流百分比进行初步计算，以此为参考电流档位选择。一般空载电流会比感应试验电流大少许。

③ 选择合适【CT】及【PT】档位。根据试品参数计算试验电压和电流来进行选择。

④ 选择合适测量方式；试品为单相变压器时选择【单相】，试品为三相变压器时可根据需求选择【双表法】。

⑤ 触控 ，起响铃警示。

⑥ 触控【启动】按钮，变频电源启动输出。

⑦ 选择合适调速档位，开始阶段可以选择【快速】调节，在接近时调整为【中速】，最后用【慢速】细调，直到最接近目标值。

⑧ 接近目标值后点击【开始计时】，时间 0S 开始计时，当显示 40S 时会闪烁提醒试验完成。

⑨ 当获取试验数据无问题后，直接点击【降零】按钮，待降零完成后，点击【复位】即可完成断电分闸。

1.6 变压器功率分析仪

1.6.1 功能特性

- 1、可测量变压器的空载电流、空载损耗、短路电压、短路（负载）损耗。
- 2、可进行变压器谐波测试。
- 3、仪器内部自动进行量程切换，允许测量电压、电流范围宽，接线简单。
- 4、做三相变压器的空载、负载试验时，仪器能自动判断接线是否正确，并显示三相电压、电流的向量图。
- 5、单机可以完成 100KVA 以下的配电变压器全电流下的负载实验的测量；在三分之一额定电流下可完成 250KVA 以下的配电变压器的负载试验的测量（在三分之一的额定电流下，仪器可换算到额定电流下的负载损耗参数）。
- 6、所有测试结果均自动进行相关校正。仪器可自动进行诸如：波形校正、温度校正、非额定电压校正、非额定电流校正等多种校正，使测试结果准确度更高。
- 7、320x240 大屏幕、高亮度的液晶显示，全汉字菜单及操作提示实现友好的人机对话，触摸按键使操作更简便，宽温液晶带亮度调节，可适应冬夏各季。
- 8、仪器可以由用户预设 40 组被试品参数，而且这些参数可以根据需要随时删除和增加，使用非常方便。
- 9、自带实时电子钟，自动记录试验的日期、时间利于实验结果的保存、管理。
- 10、面板式热敏打印机，可现场快速打印试验结果。
- 11、数据（试品设置、测量结果、测试时间等）具备掉电存贮及浏览功能，可以存储 500 组实验结果，能与计算机联机传送数据。
- 12、允许外接电压互感器和电流互感器进行扩展量程测量，可测量任意参数的被试品。

1.6.2 主要技术指标

1、环境条件

温度：-5℃~40℃

相对湿度：<95%（25℃）

海拔高度：<2500m

外界干扰：无特强震动、无特强电磁场

供电电源：220VAC±15%，45Hz~55Hz

2、测量范围

电压：1~100V

电流：0.1~5A

频率：45Hz~65Hz

3、测试精度

电压、电流、频率：测量精度 0.2 级

功率：测量误差 $< \pm 0.5\%$ ($\text{Cos}\Phi > 0.2$)， $< \pm 1.0\%$ ($0.05 < \text{Cos}\Phi < 0.2$)

4、绝缘强度

- 1) 电压、电流输入端对机壳的绝缘电阻 $\geq 100\text{M}\Omega$ 。
- 2) 工作电源输入端对外壳之间承受工频 2KV（有效值），历时 1 分钟实验。

1.6.3 面板说明

面版图如下图 1 所示：

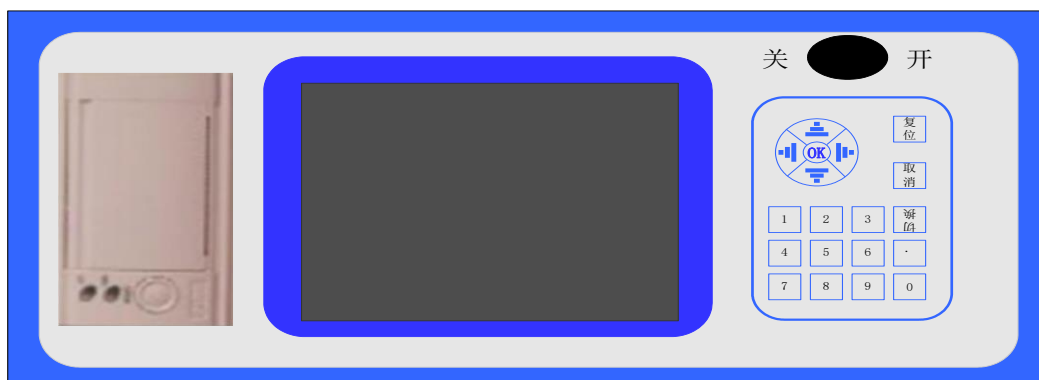


图 1 面版图

面版从左至右为：

打印机、液晶屏、电源开关、键盘。

背板图如下图 2 所示：

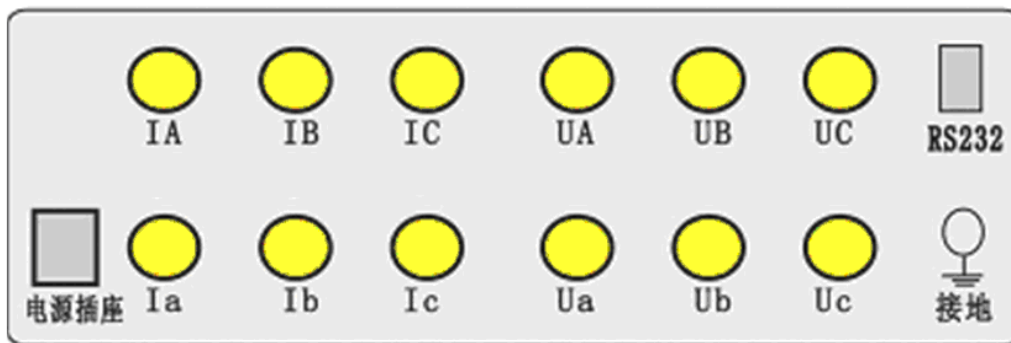


图2 背板图

背板上从左至右分别为：工作电源插座、三相试验电流输入、三相试验电压输入、通讯口、接地柱。

1.6.4 操作说明

1、键盘使用方法

“OK”键选择当前的输入，“取消”可以消除刚才的错误输入，“↑”“↓”“←”“→”则可以方便的实现光标的移动。“切换”键为备用键。键盘的下方为0~9的数据键，在数据输入时，通过这些数字键可以方便的输入数据。

2、主界面介绍

主界面如下图所示，由8个模块组成。



图3 功率分析仪开机主界面

- 1) 空载试验：在该菜单中可以测定单相变压器、三相变压器的空载损耗。
- 2) 负载试验：在该菜单中可以测定单相变压器、三相变压器的负载损耗。
- 3) 谐波测试：在该菜单中对变压器进行谐波分析。
- 4) 试品参数：对预设的变压器参数进行修改、增加、删除等操作。

- 5) 数据浏览：对存储的数据进行浏览，删除等管理。
- 6) 系统设置：设置当前的系统时间、系统参数等。
- 7) 系统帮助：在该项中可以查看各种试验的接线图。
- 8) 厂家设置：该功能为厂家生产调试用。

3、试品参数的管理操作

- 1) 在主界面中，通过键盘的方向键使光标移动到试品参数菜单，然后按 OK 键，进入试品参数的管理操作选择界面如下：

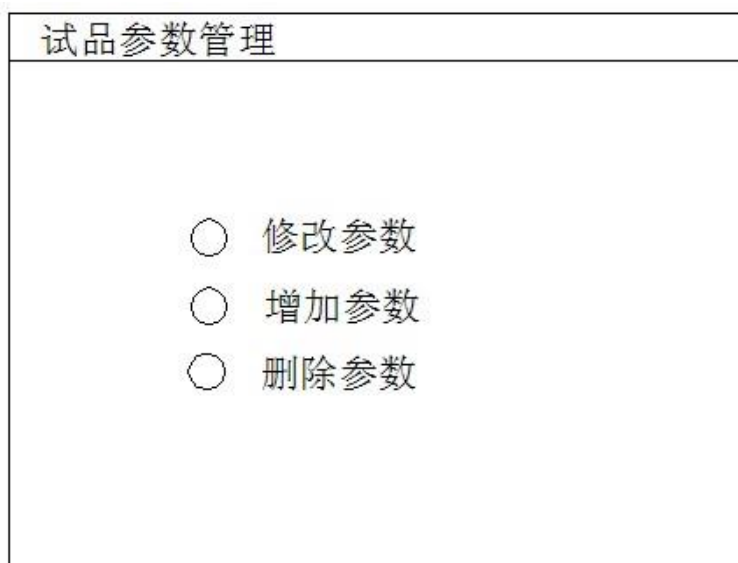


图 4 试品参数管理界面

- 2) 在上面的界面中选择增加参数，出现下面的增加试品参数页面：

增加参数		编号 S0900315	
UN1	10.0KV	IN1	18.186A
UN2	400V	IN2	454.7A
PT1	1.000	CT1	1.000
PT2	1.000	CT2	1.000
T1	10°C	T2	75°C
R1	2.849 Ω	R2	4.178m Ω
T0	10°C		
[确定]		[取消]	
高压侧额定电压			

图 5 增加试品参数页面

上图中，编号一栏为变压器的编号，编号的长度为 7 位，前两位代表变压器类型，后五位代表变压器容量（运行输入的最大容量值为 63000），单位为 KVA，如变压器类型为 S9，容量为 315KVA，则其编号一栏应输入：0900315。

数据的输入方法如下（以 Un1 为例，输入值为 35.00）：使用方向键把光标移动到 Un1 后的数据输入栏中，通过数字键盘直接输入 35.00，输入完成后按 OK 键即可。注意在光标停留在 Un1 后的输入栏时，屏幕最下方提示“高压侧额定电压”（屏幕最下方总是提示当前光标输入栏的参数意义）。

- 3) 在图 4 中选择修改参数，出现下面的选择变压器编号页面：



图 6 选择变压器编号页面

通过方向键选择预修改其参数的编号，然后按 OK 键进入试品参数修改页面，参数修改页面与图 5 相同。

- 4) 在图 4 种选择删除参数，则出现图 6 的选择变压器编号页面，选定编号后，按 OK 键将删除该编号的变压器参数配置。

4、空载试验过程介绍

- 1) 根据变压器类型参考后面对应的接线图进行正确接线，然后接通功率分析仪的工作电源。
- 2) 在主界面中选择空载试验，则显示空载试验设置界面如下图：

空载试验设置		型号容量: S0900315	
变压器类型	<input type="radio"/> 单相	<input checked="" type="radio"/> 三相	
测试方法	<input checked="" type="radio"/> 双表法		<input type="radio"/> 三表法
低压侧额定电压	400.0V		
低压侧额定电流	454.7A		
电压互感器变比	1.000		
电流互感器变比	1.000		
<input type="button" value="开始试验"/>		<input type="button" value="退出试验"/>	

图 7 空载试验设置页面

该页面保存上次试验时的设置值，检查、修改该页面中的设置值使其与当前试验变压器一致。

注：在我司某些版本的仪器中，为了简化外部的接线，仪器内部已经接成了双表法或三表法，此时该界面的测试方法不可选择，仪器的接线也只能按双表法或三表法的接线方法。

- 3) 在图 7 中，光标选择“开始试验”，按 OK 键进入如下的空载试验测试数据页面：

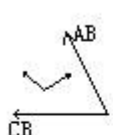
双表法空载试验		09-02-09 10:13:36			
		AB	CB	CA	
	U(V)	238.68	237.84	238.08	
	U _m (V)	238.74	237.57	237.83	
I(A)	0.6909	0.4969	0.6706		
U ₀ (V)	238.20	I ₀ (A)	0.6195		
P _{ab} (KW)	0.0544	P _{bc} (KW)	0.1581		
P _s (KW)	0.2125	d	-0.0007		
P ₀ (KW)	0.8403	I ₀ %	0.1803		
COS Φ	0.655	F(Hz)	49.987		
<input type="button" value="锁定"/>		<input type="button" value="保存"/>		<input type="button" value="打印"/>	
<input type="button" value="退出"/>					

图 8 空载试验测试数据页面

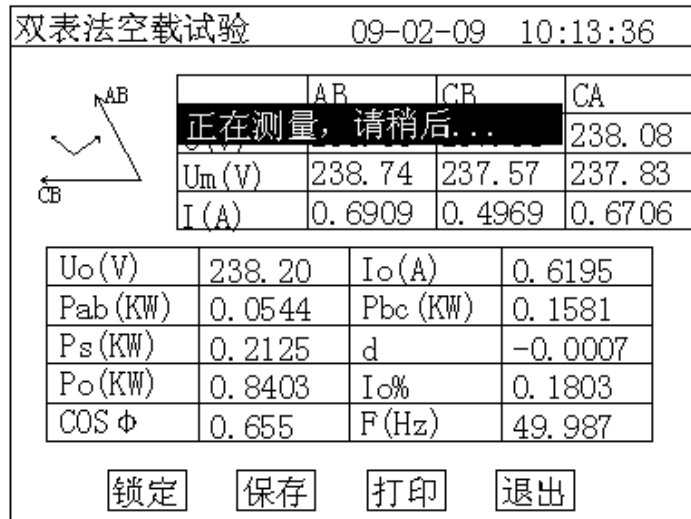


图 9 空载损耗正在测量计算页面

图 8 完整的显示了空载试验的所有测试结果： U_o (V) 为三相线电压的平均值， P_s (KW) 为当前电压下的实测功率， d 为电压波形畸变系数， P_o (KW) 为校正后的空载损耗， $I_o\%$ 为空载电流百分比。左上侧为试验电压、电流的向量图，如果接线错误，该页面提示“接线错误，请关机检查”；通过调压器缓慢增加试验电压，当 U_o (V) 等于空载试验的额定电压时，停止升压。移动光标到“锁定”按钮，长按 OK 键将出现图 9 正在测量的提示，此时保持调压器不动，当图 9 中的正在测量的提示消息消失后，当前测试结果已经被锁定，然后“锁定”按钮变为“重测”按钮，此时请迅速操作调压器降压至零位。在该页面的“保存”把当前的结果保存到随机的存储器上；“打印”则通过打印机打印当前的测试结果。

注意：升压的过程中，要时刻关注 U_o 与 I_o ，除避免过压外，更要提防试品异常时试验电流过大损坏仪器或被试品。

- 4) 在图 8 中按“重测”则将重新对当前变压器进行测试，按“退出”则退回到图 3 系统功能的主界面。

5、负载试验过程介绍

- 1) 根据变压器类型参考后面对应的接线图进行正确接线，然后接通功率分析仪的工作电源。
- 2) 在主界面中选择负载试验，则显示负载试验设置界面如下图：

负载试验设置		型号容量: S0900400	
变压器类型	<input type="radio"/> 单相	<input checked="" type="radio"/> 三相	
测试方法	<input checked="" type="radio"/> 双表法		<input type="radio"/> 三表法
低压侧额定电压	400.0V		
低压侧额定电流	577.35A		
高压侧额定电压	35.00KV		
高压侧额定电流	6.600A		
电压互感器变比	100.00		
电流互感器变比	8.000		
<input type="button" value="开始试验"/>		<input type="button" value="退出试验"/>	

图 10 负载试验设置页面

该页面保存上次试验时的设置值，检查、修改该页面中的设置值使其与当前试验变压器一致，尤其要注意检查编号的后 5 位所代表的容量值、高压侧额定电流、电流互感器变比等，避免设定值错误或者试验电流超量程。

注：在我司某些版本的仪器中，为了简化外部的接线，仪器内部已经接成了双表法或三表法，此时该界面的测试方法不可选择，仪器的接线也只能按双表法或三表法的接线方法。

- 3) 在图 9 中选择“开始试验”，进入负载试验测试数据界面：

双表法负载试验		09-02-09 10:45:33			
		AB	CB	CA	
	U(V)	279.50	279.08	279.34	
	Um(V)	279.57	278.79	279.09	
	I(A)	0.9028	0.6585	0.8411	
Uav(V)	279.31	I ₀ (A)	0.8008		
P _{ab} (KW)	0.0605	P _{bc} (KW)	0.2333		
P _s (KW)	0.2938	Z _t (Ω)	0.000		
P _t (W)	151.52	UK%	63.431		
COSΦ	0.603	F(Hz)	50.00		
<input type="button" value="锁定"/>		<input type="button" value="保存"/>		<input type="button" value="打印"/>	
<input type="button" value="退出"/>					

图 11 负载试验测试数据页面

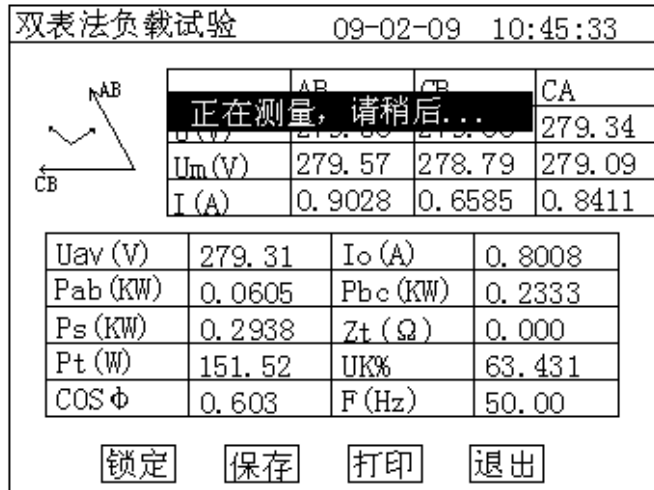


图 12 负载损耗正在测量计算页面

图 11 显示负载试验时当前温度下的所有测试数据：U_{av} (V) 为当前三相电压的平均值，I_o (A) 为三相电流的平均值，P_s (KW) 为当前电压下的实测功率，P_t (KW) 为当前温度下校正到额定电流时的复载损耗，Z_t (Ω) 为当前温度下的短路阻抗，U_k% 为当前温度下的短路电压百分比。

左上侧为试验电压、电流的向量图，如果接线错误，该页面提示“接线错误，请关机检查”；通过调压器缓慢增加试验电压，当 I_o (A) 等于负载试验的试验电流时，停止升压。移动光标到“锁定”按钮，长按 OK 键将出现图 12 正在测量的提示，此时保持调压器不动，当图 12 中的正在测量的提示消息消失后，当前测试结果已经被锁定，然后“锁定”按钮变为“重测”按钮，此时请迅速操作调压器降压至零位。

注意：升压的过程中，要时刻关注 U_{av} 与 I_o，除避免过压外，更要提防试品异常时试验电流过大损坏仪器或被试品。

- 4) 在图 10 种选择“温度校正”，显示温度校正界面：



图 13 负载结果温度校正页面

该页面的参数设置值为上次试验的设置值，检查、修改使其与当前被试品一致，本仪器提供两种温度校正算法：温度系数法和国标公式法，这两种算法的公式见后面附录。

在该页面的“保存”把当前的结果保存到随机的存储器上；“打印”则通过打印机打印当前的测试结

果。

6、谐波测试

空载试验时，由于变压器铁芯的励磁曲线是非线性曲线，通过变压器的空载电流将有一定的谐波分量，谐波分量的多少与试验电源的容量有关。谐波试验即是在做完空载试验或负载试验后，不改变试验接线的情况下，测量此时通过变压器的电压、电流的谐波分量的情况。

- 1) 先按前述的过程进行空载试验或负载试验，试验完成后，不改变接线与调压器输出电压，在系统的主界面上选择谐波试验，将出现下面的谐波分量列表页面：

双表法谐波试验						
	09-02-09 11:23:33					
	AB%	CB%	CA%	Ia%	Ib%	Ic%
01	100.	100.	100.	100.	100.	100.
02	0.02	0.02	0.02	0.31	0.31	0.31
03	0.20	0.20	0.20	5.11	5.11	5.11
04	0.01	0.01	0.01	0.17	0.17	0.17
05	0.64	0.64	0.64	7.20	7.20	7.20
06	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05
07	1.44	1.44	1.44	1.59	1.59	1.59
08	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
09	0.09	0.09	0.09	0.33	0.33	0.33
Σ%	1.77	1.77	1.77	9.02	9.02	9.02

图 14 谐波分量列表页面

列表中的值为各谐波分量相对于基波的百分比，本系统共分析到第 31 次谐波，第一个页面显示 1~9 次谐波的相对值，按“↑”“↓”键可以进行上下翻页以显示其他谐波分量的值，按“7”可打印谐波结果，具体打印的谐波次数可以在系统设置内更改。

页面最下方一栏显示所有谐波的和相对于基波的百分比。

- 2) 在图 12 页面中长按 OK 键，出现下面的频谱图页面：

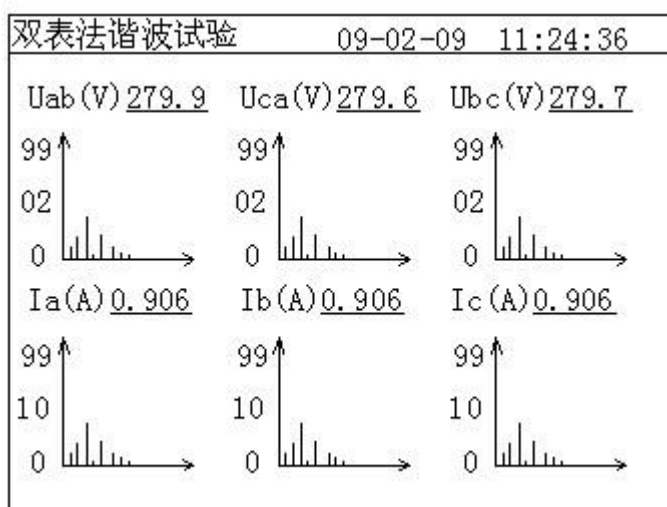


图 15 谐波分量频谱图页面

7、系统设置说明

- 1) 在主界面中选择“系统设置”，择显示下面的界面：

系统设置		
日期：	09年 02月 09日	
时间：	14时 16分 33秒	
三表法显示：	<input type="radio"/> 相电压	<input checked="" type="radio"/> 线电压
U ₀ 显示：	<input checked="" type="radio"/> 有效值	<input type="radio"/> 平均值
打印谐波数	<u> 0 </u>	
<input type="button" value="取消"/>		<input type="button" value="确定"/>

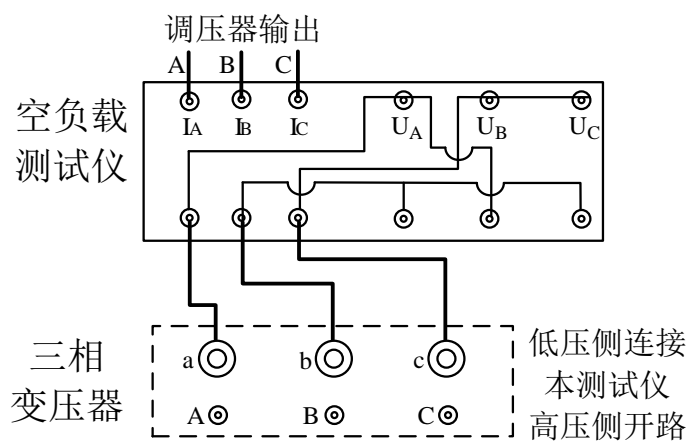
图 16 系统设置界面

- 2) 在上图中可以修改系统的日期时间；
其中“三表法电压显示”决定着图 8 和图 10 中显示的电压为相电压还是线电压；
“空载 U₀ 电压显示”决定着图 8 中的空载试验是三相电压平均值 U₀ 的意义，根据这里的选择其是三相有效值 U 的平均值还是三相电压平均值 U_m 的平均值。
注：在我司某些版本的仪器中，如果内部已经接成了双表法，则这里的设置对结果没有影响。
有些版本的仪器中也没有 U₀ 意义的选项，此时 U₀ 为三相有效值的平均值。

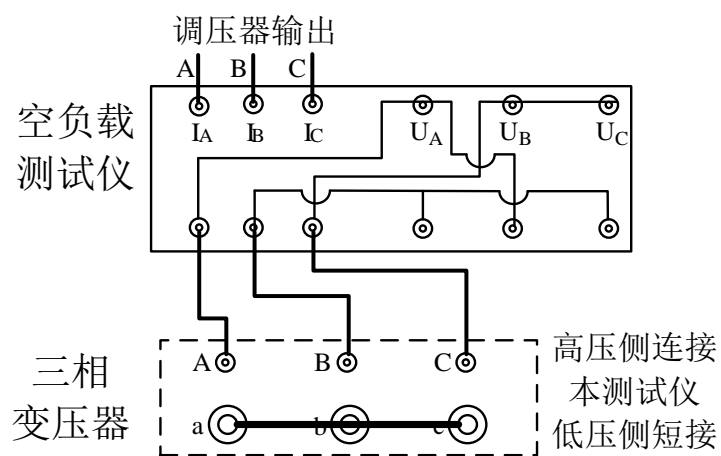
1.6.5 附录

1、试验接线图

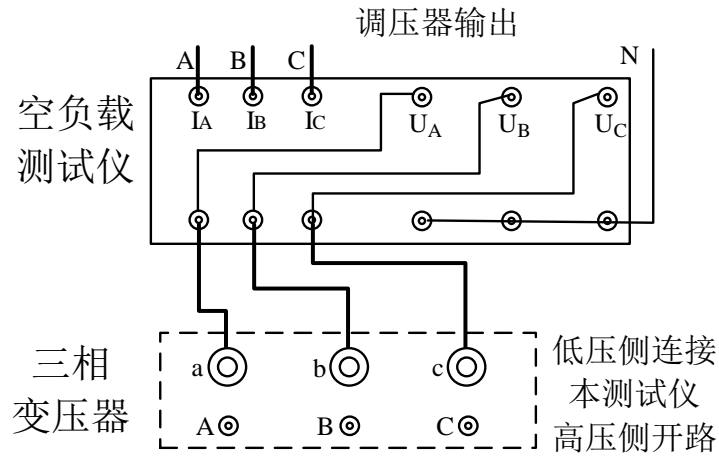
1) 双表法空载试验接线图



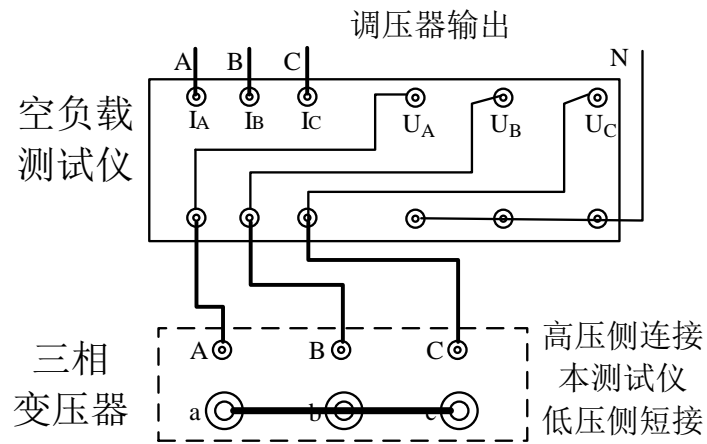
2) 双表法负载试验接线图



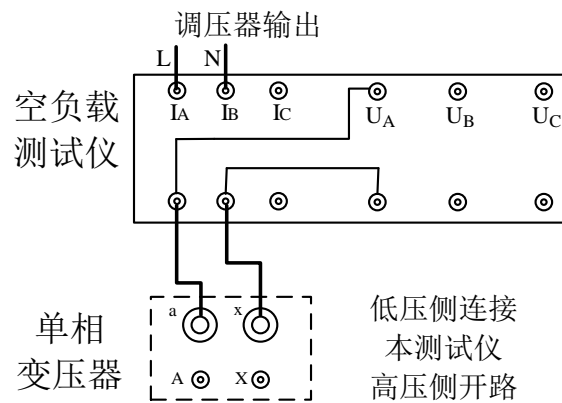
3) 三表法空载试验接线图



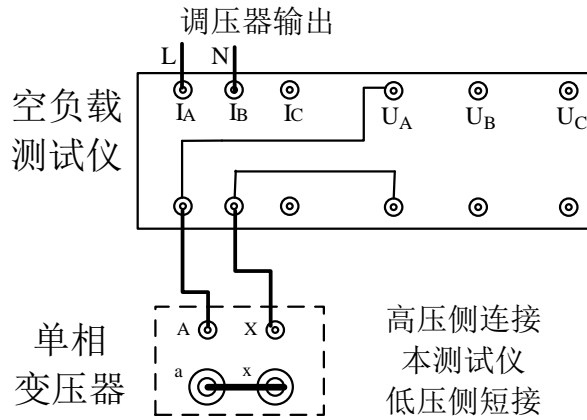
4) 三表法负载试验接线图



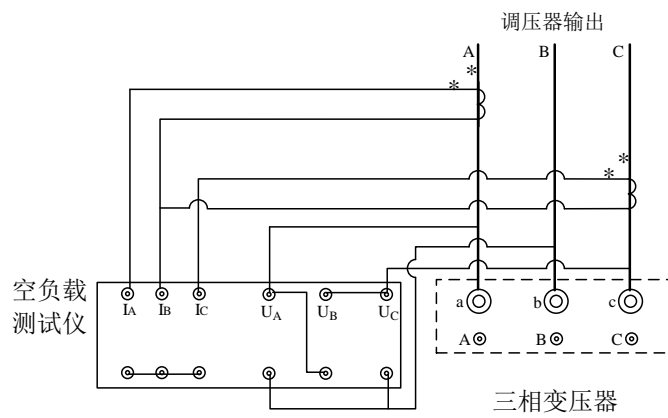
5) 单相变压器空载试验接线图



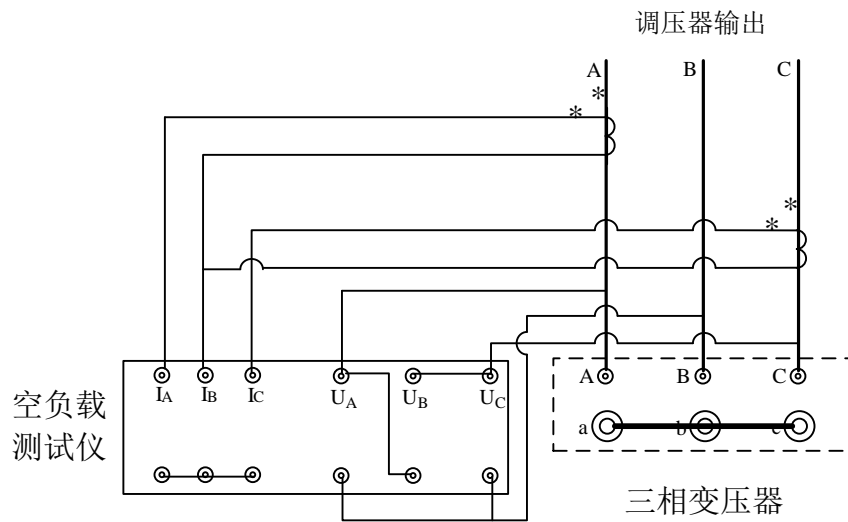
6) 单相变压器负载试验接线图



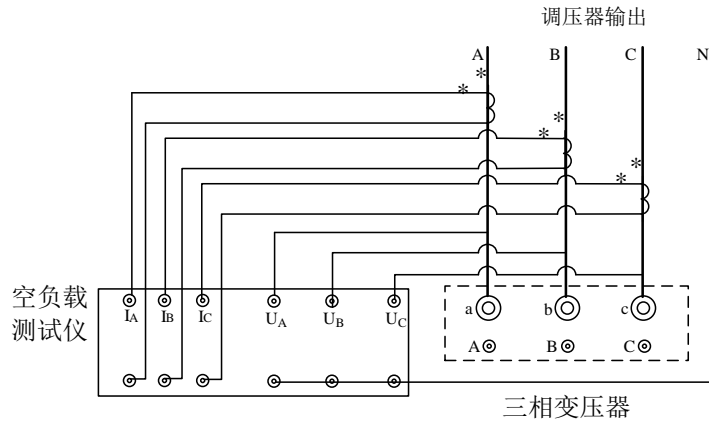
7) 使用 CT 时双表法空载试验接线图



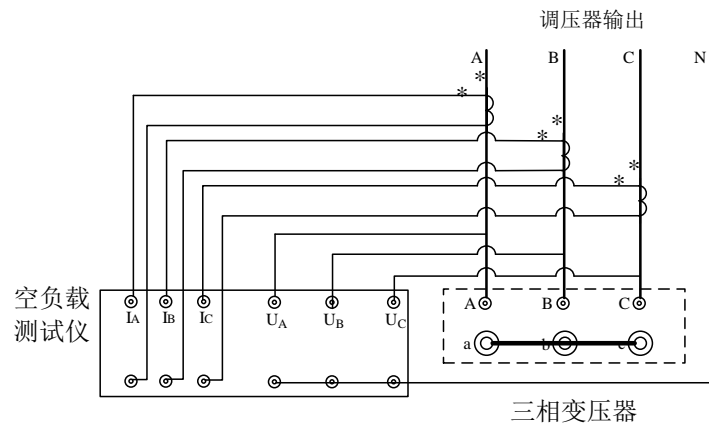
8) 使用 CT 时双表法负载试验接线图



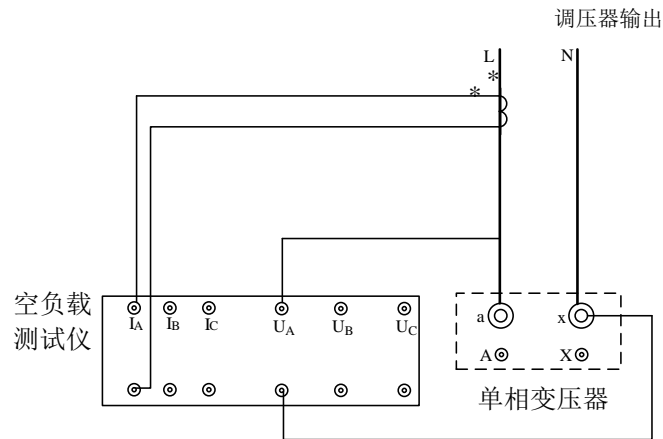
9) 使用 CT 时三表法空载试验接线图



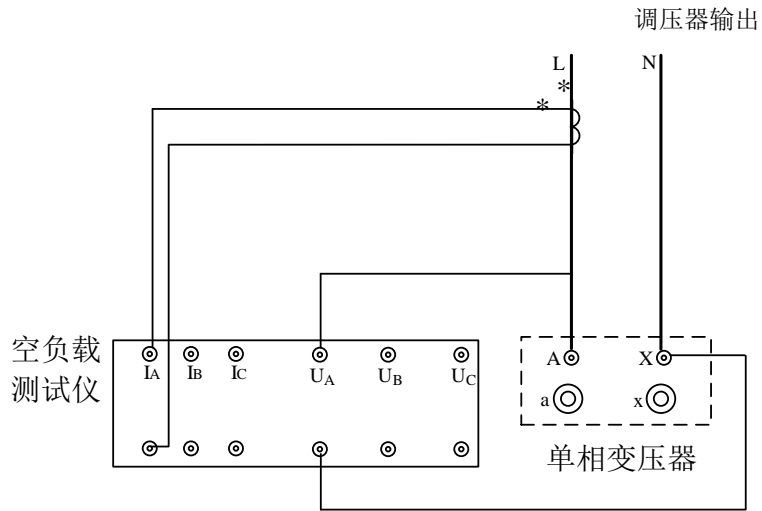
10) 使用 CT 时三表法负载试验接线图



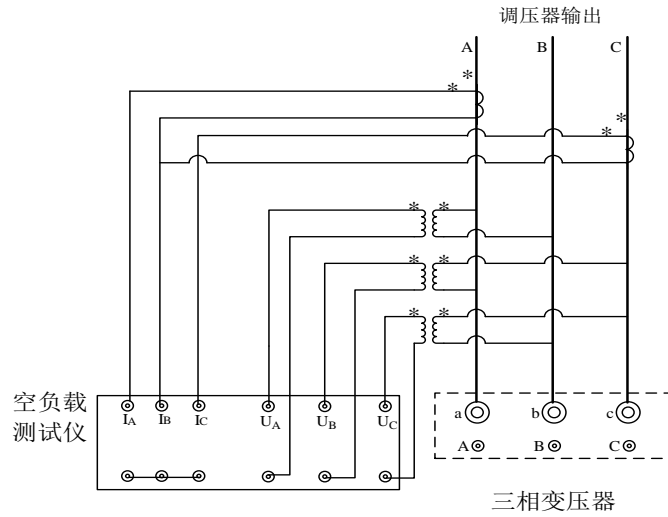
11) 使用 CT 时单相变压器空载试验接线图



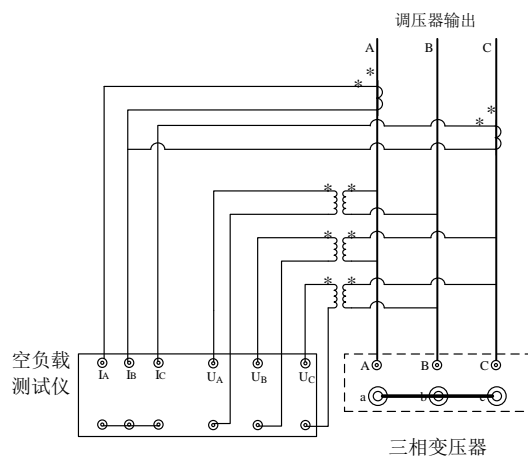
12) 使用 CT 时单相变压器负载试验接线图



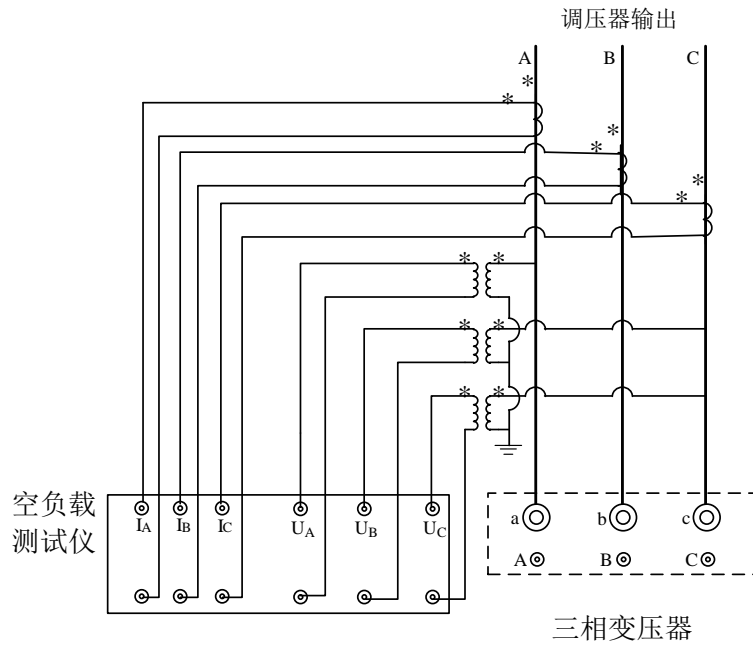
13) 使用 CT、PT 时双表法空载试验接线图



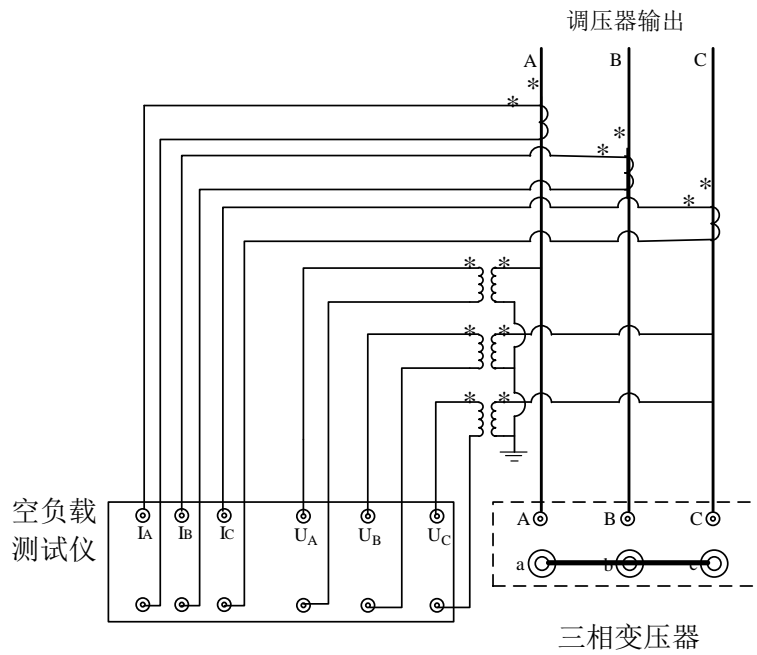
14) 使用 CT、PT 时双表法负载试验接线图



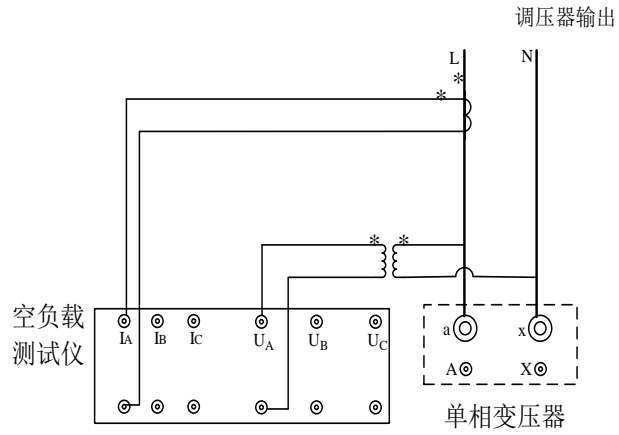
15) 使用 CT、PT 时三表法空载试验接线图



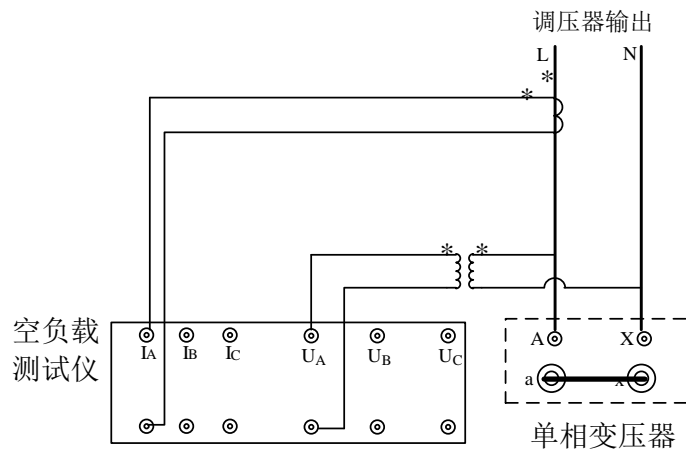
16) 使用 CT、PT 时三表法负载试验接线图



17) 使用 CT、PT 时单相变压器空载试验接线图

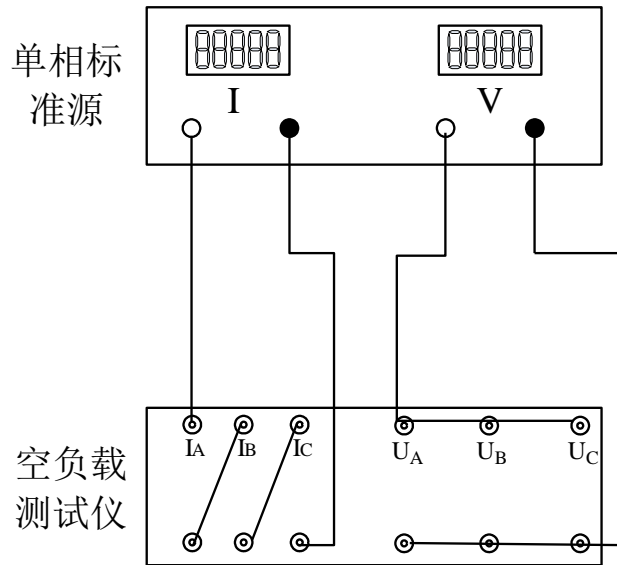


18) 使用 CT、PT 时单相变压器负载试验接线图

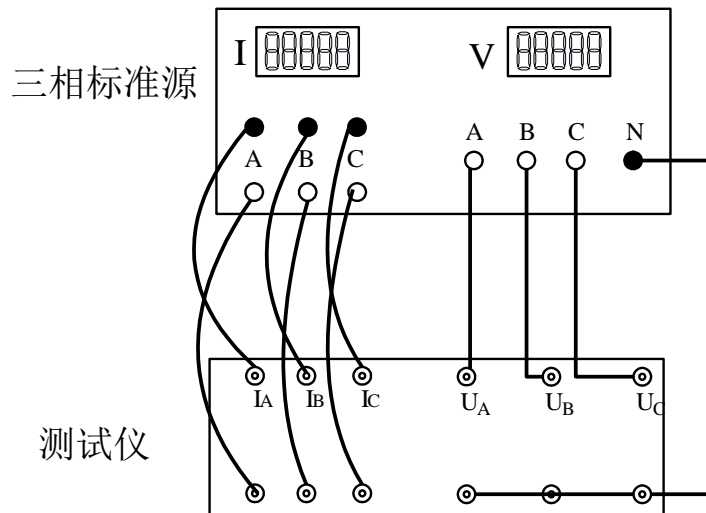


2、仪器检定方法

- 1) 所需仪器：误差小于 0.1% 的标准源，该标准源可以提供至少一路电压与一路电流；
- 2) 接线图：功率分析仪与标准源的接线图如下：



单相标准源与仪器接线图



三相源与仪器接线图

- 3) 接通功率分析仪的电源，进入空载试验的数据页面图 8，检定该页面下的实测电压、电流以及实测功率 P_m (KW) 与标准源的输入值之间的误差。
- 4) 测量时仪器内部同步跟踪电压通道的频率（整周期测量以保证精度），因此在检定电流时，需要保证电压通道一定的电压输入（检定电流通道时，给电压通道提供 100V 的电压即可）。

3、显示结果说明及理论计算公式

◇ 负载试验温度换算公式

$$\text{阻抗电压百分比: } u_{kt} \% = \sqrt{u_k^2 + \left(\frac{P_k}{10S_n}\right)^2 \times (k_t^2 - 1)} \times 100\%$$

短路阻抗: $z_t = u_{kt} \times \frac{u_n^2}{S_n}$

温度系数法换算公式为: $P_{kt} = K_t P_k$

国标公式法换算公式为: $P_{kt} = \frac{P_k + \sum I_n^2 R_T (K_t^2 - 1)}{K_t}$

上述公式符号含义:

t —校正的目标温度, 也即 75 或 120

T —当前环境温度

t_R —测量电阻时的温度

K_t —当前环境温度换算到 t (75 或 120) 度的温度系数, $K_t = \frac{235+t}{235+T}$

K_R —将测量电阻时的温度换算到当前环境温度 T 的温度系数, $K_R = \frac{235+T}{235+t_R}$

U_o —实测三相电压有效值的平均值, $U_o = (U_{ab} + U_{bc} + U_{ca})/3$

I_o —实测三相电流有效值的平均值, $I_o = (I_a + I_b + I_c)/3$

P'_k —实测变压器总损耗功率, 两表法 $P'_k = P_{ab} + P_{bc}$, 三表法 $P'_k = P_a + P_b + P_c$

u_k —当前温度下阻抗电压百分比, $u_k = (U_o / U_n) * (I_n / I_o)$

P_k —当前温度下, 折算到额定电流的总损耗功率, $P_k = P'_k * (I_n / I_o)$

U_n —施加电压测的额定电压, 若电压从高压侧施加则为 U_{n1} , 若电压从低压侧施加则为 U_{n2} 。

I_n —施加电压侧的额定电流, 若电压从高压侧施加则为 I_{n1} , 若电压从低压侧施加则为 I_{n2} 。

S_n —所测变压器的额定容量 (单位为 KVA)。

U_{n1} / U_{n2} —分别表示被测变压器高压侧和低压测的额定电压。

I_{n1} / I_{n2} —分别表示被测变压器高压侧和低压测的额定电流。

$\sum I_n^2 R$ —被测试变压器高、低压侧三相绕线的电阻损耗 (单位: W); “Y” 与 “D” 型接法的电

阻损耗 = $1.5 I_n^2 R_x$ 。“Yn” 型接法的电阻损耗 = $3 I_n^2 R_{xn}$, 其中 R_x ——人工键入高/低压侧的线电阻,

R_{xn} ——人工键入高/低压侧的相电阻 ($x = 1$ 或 2)。

$\Sigma I_n^2 R_T$ ——折算到当前温度的变压器绕线电阻损耗， $\Sigma I_n^2 R_T = K_R * \Sigma I_n^2 R$ 。

4、常见故障排除

- ◇ 开机无显示：先关机，打开背板上 AC 220V 插座的保险丝盒，检查保险丝是否烧断，可更换保险。
- ◇ 屏幕突然黑屏：可按复位键，重新开始测量。
- ◇ 测量及运算结果不正确：检查外部接线，是否按说明书操作，是否有接触不良或接错线；相关参数设置不正确。
- ◇ 测量电压正常而电流显示为零，请检查该电流档保险管是否熔断。
- ◇ 双表法接线时提示接线错误，请对照说明书仔细检查现场接线，如果确认接线无误，请调换调压器 A/C 两相再试，以便确定是否现场的三相电源相序错误。
- ◇ 空载试验的结果跳动较大，请注意试验电源需要与车间行吊等大功率冲击型设备所使用的电源分开。

1.7 感应电动调压器 100kVA

1.7.1 基本原理与用途

油浸式感应调压器的特点是：无触点调节，使用寿命长，过载能力强，适用于各种性质的负载。感应调压器能在带负荷情况下，无极、平滑、连续的调节输出电压。主要用于：电机试验、变压器试验、发电机励磁、电炉控温等。在机械、电力、化工、通讯、冶炼等行业得到广泛应用。

1.7.2 工作条件

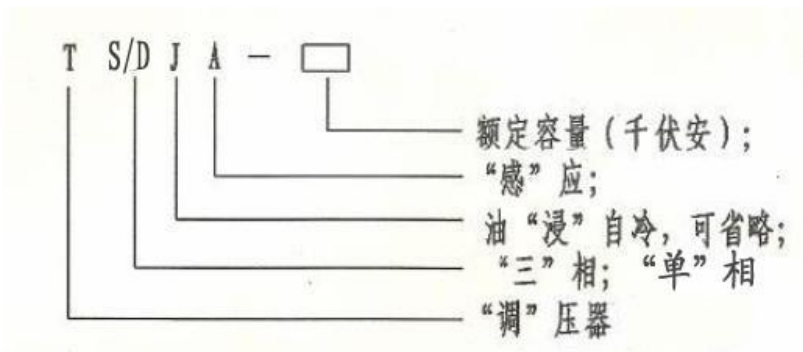
在下列条件下，本产品能长期连续运行。

1. 海拔高度不超过 3000 米
2. 周围介质温度不高于 +40℃ 不低于 -25℃
3. 空气相对湿度不超过 85%
4. 不含有化学腐蚀性气体及蒸汽的环境中
5. 无爆炸性危险的气体中

6. 本产品的温升标准为：油面温升 55℃（在周围介质温度为 40℃ 时，油面最高温度不允许超过 95℃），绕组温升 65℃，硅钢片温升 80℃。

1.7.3 型号含义

调压器型号含义如下：



1.7.4 技术指标

- 容量范围：50~2000KVA
输入电压：380V
输出电压：0~650V（其他电压可特殊定做）
频率：50/60HZ
效率：96%
抗电强度：2000V / 60S < 10mA
绝缘电阻：> 20MΩ
环境温度：-25℃~+40℃
相对湿度：< 95%
温升：< 55℃

噪声：<85dB

1.7.5 工作原理

本产品结构类似一般立式绕线转子异步发动机，由于它处于堵转状态下工作，因此其工作原理类似于感应电机与变压器。调压器上装有涡轮传动机构，借以使转子产生角位移或使转子制动。当转子的相对角位置改变后，对于单相调压器来说改变了定子绕组与转子绕组间的交链磁通，使次级绕组感应电势改变，对于三相调压器来说，改变定子绕组与转子绕组上的感应电势相位，并借自耦式线路联接而使输出电压获得平滑无极的变化。

1. 三相调压器的一次绕组可以放置在定子中，亦可放在转子中，由设计决定。一次绕组与二次绕组间的联接为图 1 (a) 所示：

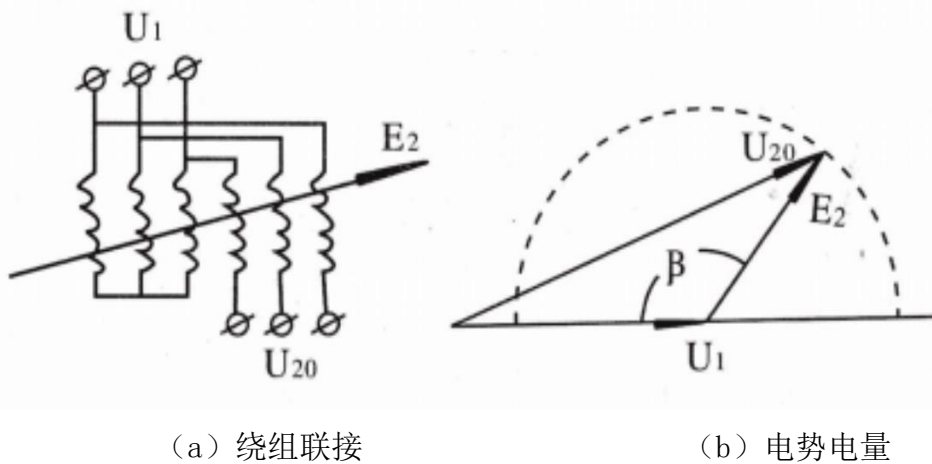


图 1

图中：U₁-----输入电压：
 E₂-----二次绕组的感应电势：
 U₂₀-----空载输出电压：
 β -----两绕组的相对角位移：

当三相外施电压加在一次绕组上后，在铁心及气隙中产生了均匀的旋转磁场，它以相同的频率切割二次绕组。当转子与定子绕组间的相对轴线位置改变后，感应电势的大小虽然不变但二个绕组间感应电势的相位发生了变化。空载输出电压乃为一次电压与二次感应电势的矢量和，它按下式随不同的角位移（180° - β）而平滑的改变。

$$U_{20} = \sqrt{U_1^2 + E_2^2 + 2U_1 E_2 \cos(180^\circ - \beta)}$$

U₂₀ 的变化轨迹如图 1 (b) 中虚线所示。

除了图 1 所示的接法外，三相调压器尚可按图 2 (a) 方式联接。

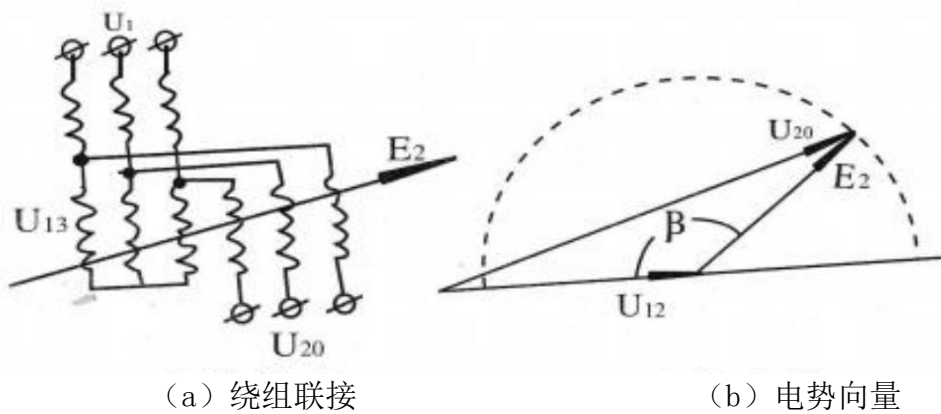


图 2

2. 单相调压器的一次绕组也可以放置在定子或转子中，由设计决定，单相调压器的工作原理与三相调压器不同。在铁心及气隙中产生的磁场是脉动的而非旋转的，并且也是不均匀分布的。当转子与定子绕组间的轴线位置改变后，二次绕组上的感应电势随着磁链的不同而改变，但相位并不产生位移。

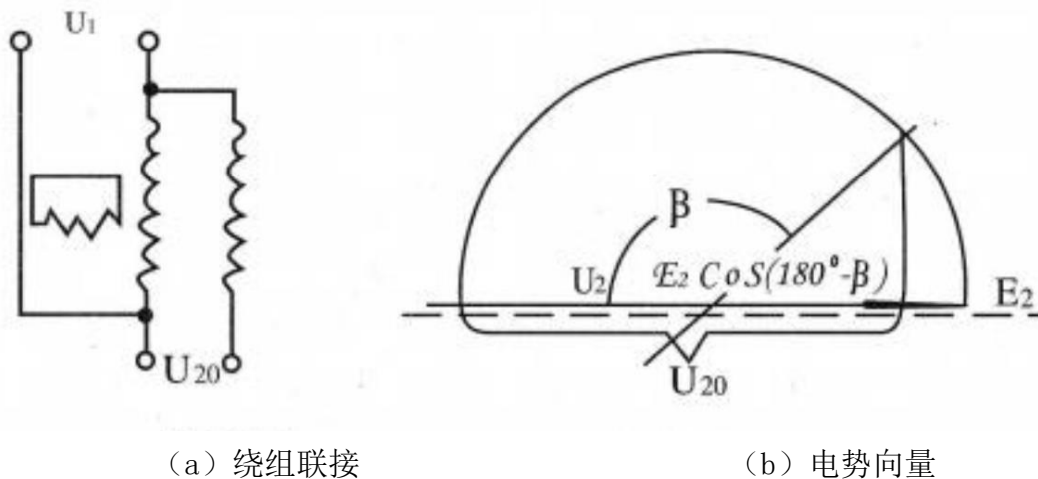


图 3

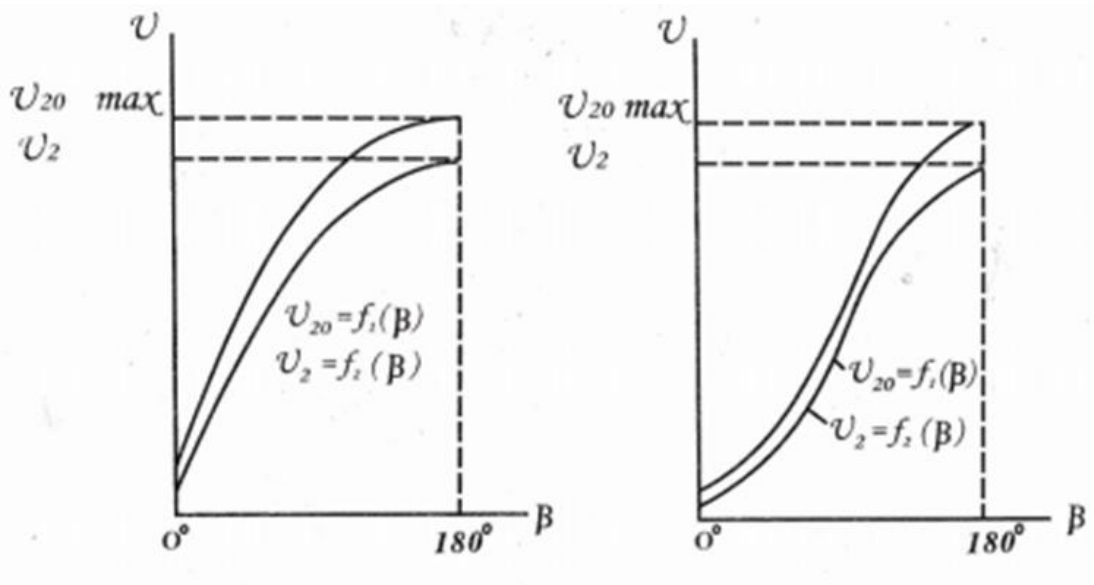
当绕组的联接如图 3 (a) 所示时，空载输出电压按下式计算，并随着不同的角位移 ($180^\circ - \beta$) 而平滑的改变。

$$U_{20} = U_1 + E_2 \cos(180^\circ - \beta)$$

式中： E_2 系指二次绕组上的最大感应电势。

E_2 的变化轨迹如图 3 (b) 中虚线所示。与一次绕组排列在一起的尚有补偿绕组（又称短路绕组），用来补偿当 $0 < \beta < 180^\circ$ 之间时，由于负载电流产生的磁势，从而减少调压器在负载下的较大电压降。

3. 调压器的输出电压特性如图 4 所示。



(a) 三相调压器特性

图 3

(b) 单相调压器特性

图中： $f_1(\beta)$ -----空载输出电压特性曲线：

$f_2(\beta)$ -----额定负载阻抗下输出电压特性曲线：

U_{20max} -----空载输出电压的最高值

U_2 -----输出电压的额定值

4. 因受电磁和结构设计的限制，负载电压从零开始调节的调压器空载输出下限电压往往有一个比较小的起始值。

1.8 交流试验变压器 YDJ-20kVA/100kV

是根据机电部《油浸式交流试验变压器》标准在原同类产品基础上经过大量改进后而生产的。YDJ 系列轻型交流高压油浸式交流试验变压器是在 DL801S 系列油浸式交流试验变压器的基础上按照国家标准《ZBK-41006-89》经过改进后而生产的一种新型产品。本系列产品具有体积小、重量轻、结构紧凑、功能齐全、通用性强和使用方便等特点。特别适用于电力系统、工矿企业、科研部门等对各种高压电气设备、电器元件、绝缘材料进行工频或直流高压下的绝缘强度试验。是高压试验中必不可少的重要设备。

1.8.1 产品结构

YDJ 系列油浸式交流试验变压器

采用单框芯式铁芯结构。初级绕组绕在铁芯上，高压绕组在外，这种同轴布置减少了漏磁通，因而增大了绕组间的耦合。产品的外壳制成与器芯配合较佳的八角形结构，整体外形显得美观大方。其外部结构图见图 1，内部结构图见图 2。

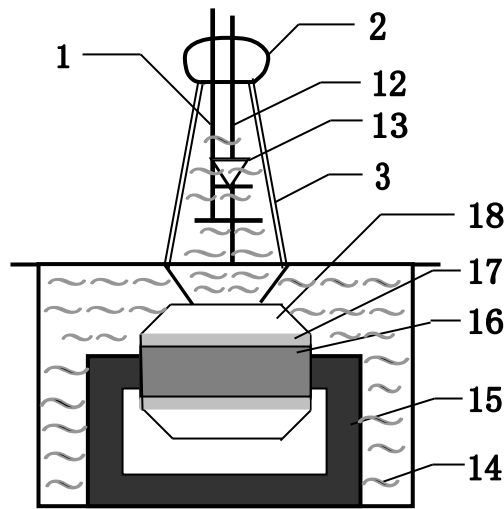
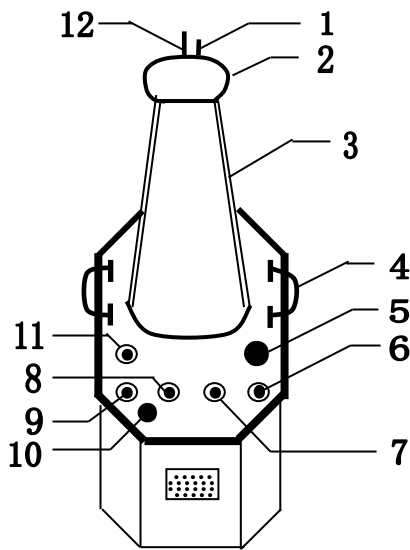


图 1: 单台试验

图 2: 单台油浸式交流试验变压器内部结构图

变压器外部结构示意图

1—短路杆 2—均压球 3—高压套管 4—变压器提手 5—油阀 6、7—一次压输入 a、x 8、9—测量端子 E、F 10—变压器外壳接地端 11—高压尾 X 12—高压输出 A 13—高压硅堆 14—变压器油 15—铁芯 16—一次低压绕组 17—测量绕组 18—二次高压绕组

在油浸式交流试验变压器

中，a、x 为低压输入端子，E、F 为仪表测量端子，A、X 为高压输出。YDJ 系列中无高压硅堆。

1.8.2 工作原理

YDJ 系列油浸式交流试验变压器

为单相变压器，联结组标号 I . I . 用工频 220V(10kVA 以上为 380V)电源接入(为本公司生产的油浸式交流试验变压器配套专用设备，详细资料请见其具体使用说明书)系列操作箱(台)，经操作箱内自偶调压器(50kVA 以上调压器外附)调节至 0~200V(或 0~400V)电压输出至 YDJ 油浸式交流试验变压器的初级绕组，根据电磁感应原理，在油浸式交流试验变压器高压绕组可获得试验所需的高电压。

2.1. 单台油浸式交流试验变压器的工作原理图见图 3

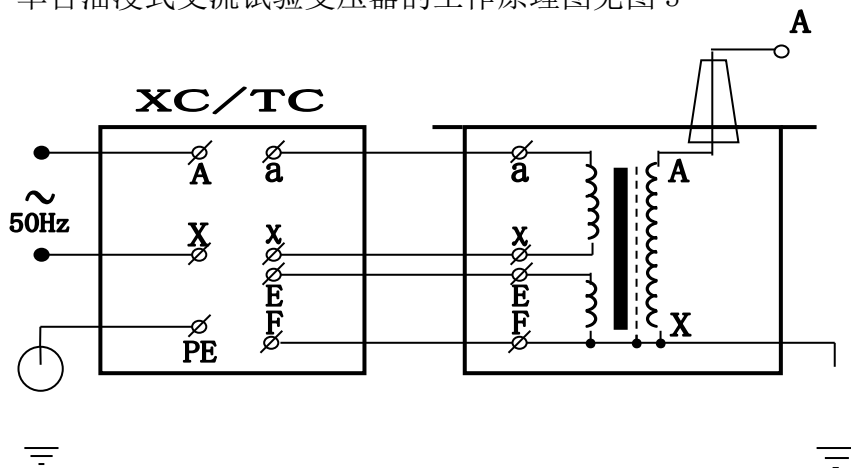


图 3: 单台油浸式交流试验变压器原理图

2.2. 单台油浸式交流试验变压器的工作原理图见图 4，图中高压套管中装有高压硅堆，串接在高压回路中作半波整流，以获得直流高电压。当用一短路杆将高压硅堆短接时，可获得工频高电压，作为交流输出状态；取消短路杆时，作为直流输出状态。

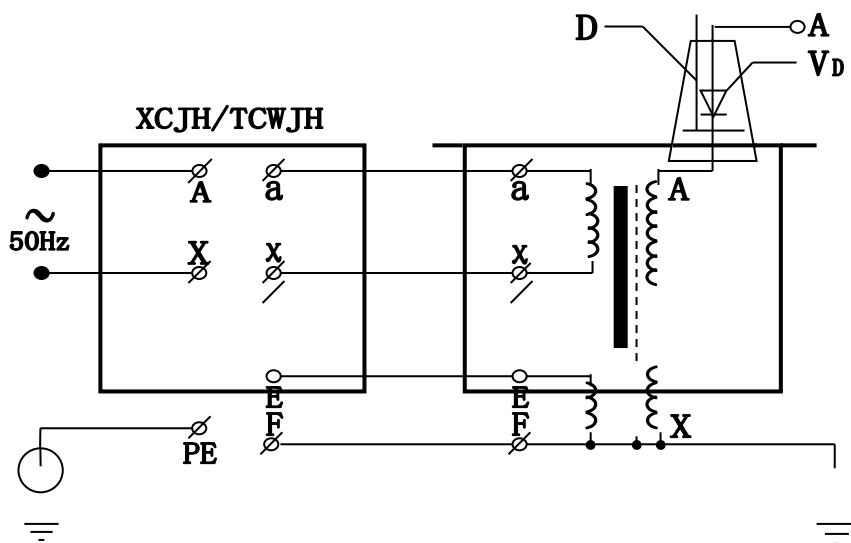


图 4: 单台交流油浸式交流试验变压器原理图

图中: D—短路杆

V_D —高压硅堆

图中: P—容量(kVA)

V—电压(kV)

G_1 、 G_2 —绝缘支架

油浸式交流试验变压器高压套管中的高压硅堆未画出，其原理与上图相同。

1.8.3 使用方法

3.1. 油浸式交流试验变压器做被试品的工频耐压试验使用接线原理图见图 6。

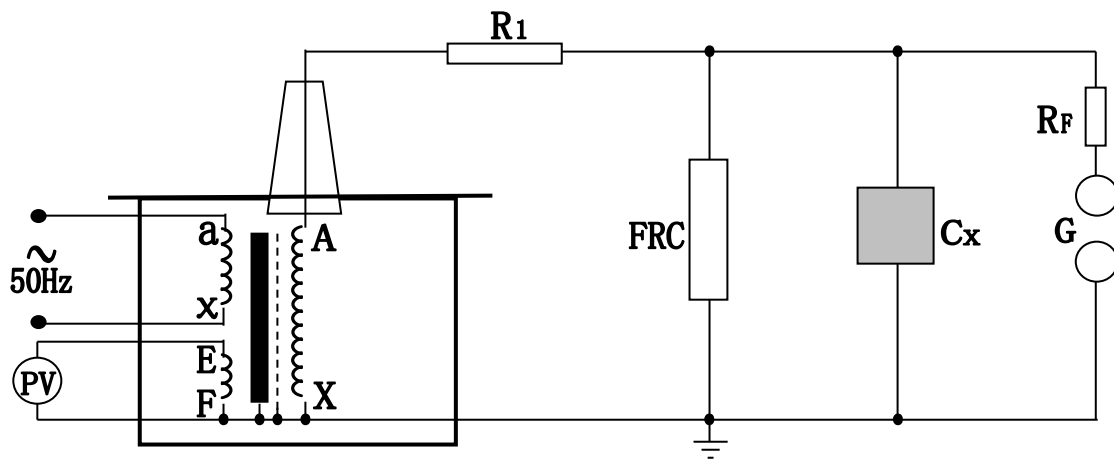


图 6: 被试品工频耐压试验接线图

图中： R_1 —限流电阻 FRC—阻容分压器 R_f —球间隙保护电阻
G—球间隙 C_x —被试品

注：高压尾必须可靠接地

工频耐压试验中限流电阻 R_1 应根据油浸式交流试验变压器的额定容量来选择。如高压侧额定输出电流在 100~300mA 时，可取 0.5~1 Ω/V (试验电压)；高压侧额定输出电流为 1A 以上时，可取 1 Ω/V (试验电压)。常用水电阻作为限流电阻，管子长度可按 150kV/m 考虑，管子粗细应具有足够的热容量(水阻液配制方法：用蒸馏水加入适量硫酸铜配制成各种不同的阻值)。

球间隙及保护电阻：当电压超过球间隙整定值时(一般取试验电压的 110%~120%)，球间隙放电，对被试品起到保护作用。球间隙保护电阻可按 1 Ω/V (试验电压)选取。

在工频耐压试验中，低电压侧测量电压(仪表电压)不是非常准确的，其原因是由于油浸式交流试验变压器存在着漏抗，在这个漏抗上必然存在着压降或容升，使试品上的电压低于或高于低压侧测量电压表上反映出来的电压。工频耐压试验时，被试品上的电压高于油浸式交流试验变压器的输出电压，也就是所谓容升现象。感应耐压试验时，油浸式交流试验变压器的漏抗必然存在着压降。为了准确测量被试品上所施加的电压，因此常在高压侧接入 FRC 阻容分压器来测量电压(见图 6)。

1.9 中频发电机组 30kVA

1.9.1 主要技术指标

1. 额定容量：30kVA，
2. 额定输入电压：三相四线 380V/50Hz
3. 输入电流：45.5A
4. 输出电流：22.5A
5. 励磁电压：172V/44A
6. 额定输出电压：三相 800V/150Hz
7. 额定转速：1480r/min
8. 功率因素：0.8
9. 输出电压波形畸变率： $\leq 2\%$

1.9.2 设备维修及保养

1. 使用前拆除发生器引线，清除套管及器身脏污，保持器身表面干燥清洁；
2. 按照上图接好试验线路（注意此时连接试品线应该断开）；
3. 准备工作和安全措施就绪，按“启动”按钮，（此时若设备不能启动，有可能调压器没有回到零位，缓慢向回调节调压器旋钮听见轻轻喀嚓一响即可，再起动力）缓慢调节调压器旋钮，直到电压达到 800V 为止，无负荷试一次设备后，将调压器回零；
4. 若设备工作正常把输出线接上被试品；
5. 重复第 3 步骤即可。

1.10 局部放电测试仪

1.10.1 概述

多通道局部放电检测仪是我公司针对传统的局放仪示波管亮度低、寿命短的问题，新研制的数字式液晶显示局部放电检测仪。

本仪器保持了成熟型号产品检测灵敏度高，试样电容覆盖范围大，适用试品范围广，输入单元（检测阻抗）配备齐全，频带组合多（九种）的优点。操作、及结构安装形式与以往型号完全兼容，便于已有系统设备的升级改造。

产品特点

- ◆ 局部放电信号经数字化处理后，采用液晶显示器替代传统的示波管显示。
- ◆ 操作与传统的模拟式局部放电测试仪器完全相同，简单易学。
- ◆ 自由选择椭圆、直线、正弦显示方式
- ◆ 采用数字开窗技术，可避免干扰对测量的影响。
- ◆ 任意相位开窗，单窗、双窗任选，椭圆 150 度旋转。
- ◆ 可对当前放电图谱作定格保存处理，静态对局部放电脉冲进行观测、分析。
- ◆ 可对当前放电图谱进行保存，实现测试结果的可追溯性。

1.10.2 主要技术指标

1、可测试品的电容量范围：6 PF--250 μ F

2、检测灵敏度（见表一）

表一

序号	调谐电容	单位	灵敏度（微微库）（不对称电路）
1	6-25-100	微微法	0.02
2	25-100-400	微微法	0.04
3	100-400-1500	微微法	0.06
4	400-1500-6000	微微法	0.1
5	1500-6000-25000	微微法	0.2
6	0.006-0.025-0.1	微法	0.3
7	0.025-0.1-0.4	微法	0.5

8	0.1-0.4-1.5	微法	1
9	0.4-1.5-6.0	微法	1.5
10	1.5-6.0-25	微法	2.5
11	6.0-25-60	微法	5
12	25-60-250	微法	10
7R	电阻		0.5

3、放大器频带：

①低端：10KHZ、20KHZ、40KHZ 任选

②高端：80KHZ、200KHZ、300KHZ 任选

4、放大器增益调节：粗调六档，档间增益 20 ± 1 db；

细调范围 >20 db。

5、时间窗：

①窗宽：可调范围 $15^\circ \sim 150^\circ$ ；

②窗位置：每一窗可旋转 $0^\circ \sim 170^\circ$ ；

③两个时间窗可分别或同时打开。

6、放电量表：

数字表头：以 $3\frac{1}{2}$ LED 数字表显示 0-100.0 误差 $< \pm 5\%$ (以满刻度计)

7、椭圆时基：

①频率 50HZ、100HZ、150HZ、200HZ、400HZ。

②椭圆旋转：以 30° 为一档，可作 120° 旋转。

③显示方式：椭圆——直线——正弦

8、试验电压表：

① 量程：100KV（可扩展）

② 显示： $3\frac{1}{2}$ 数字电压表指示

精度：优于 $\pm 5\%$ （以满刻度计）

9、内零标功能

10、有 A、B、C 三个信号输入通道

11、体积：500*500*210（宽*深*高）mm³

12、重量：约 16kg。

1. 10. 3 系统工作原理

本机的局部放电测试原理是高频脉冲电流测量法（即 ERA 法）。

试品在试验电压下产生局部放电时，放电脉冲信号经耦合电容 C_a 送入输入单元，由输入单元拾取得脉冲信号，经低噪声前置放大器放大、滤波放大器选择所需频带及主放大器放大（达到所需幅值）后，送至采集卡由微处理器采集并显示。

试验电压分压后输出至数字电压表显示。

整个系统的工作原理可参看方框图（图 1）

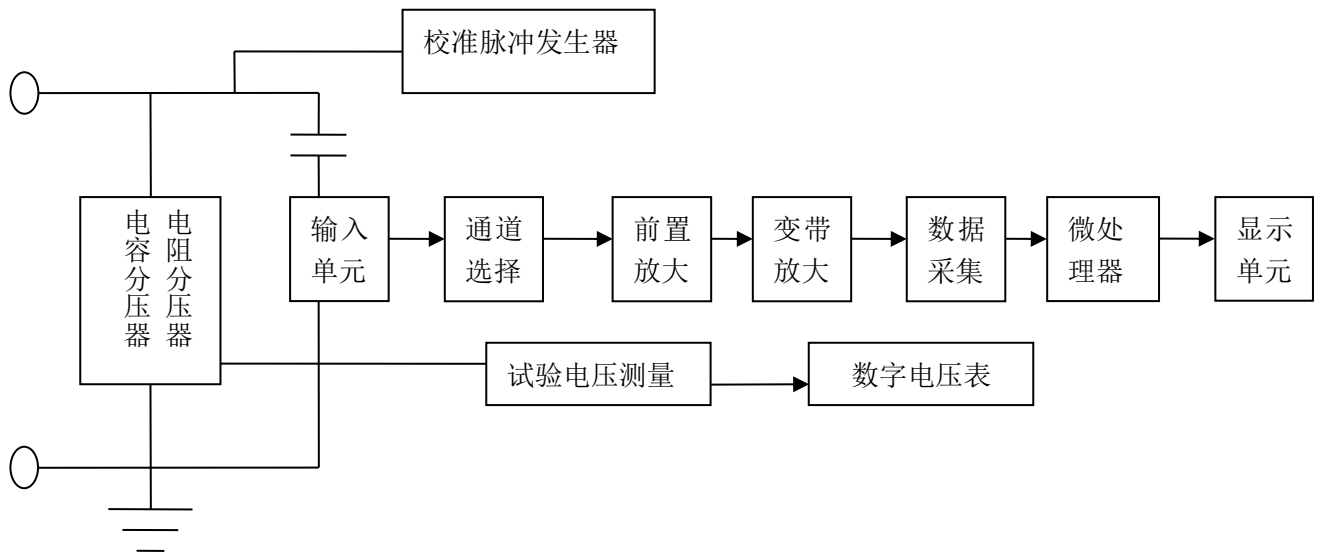
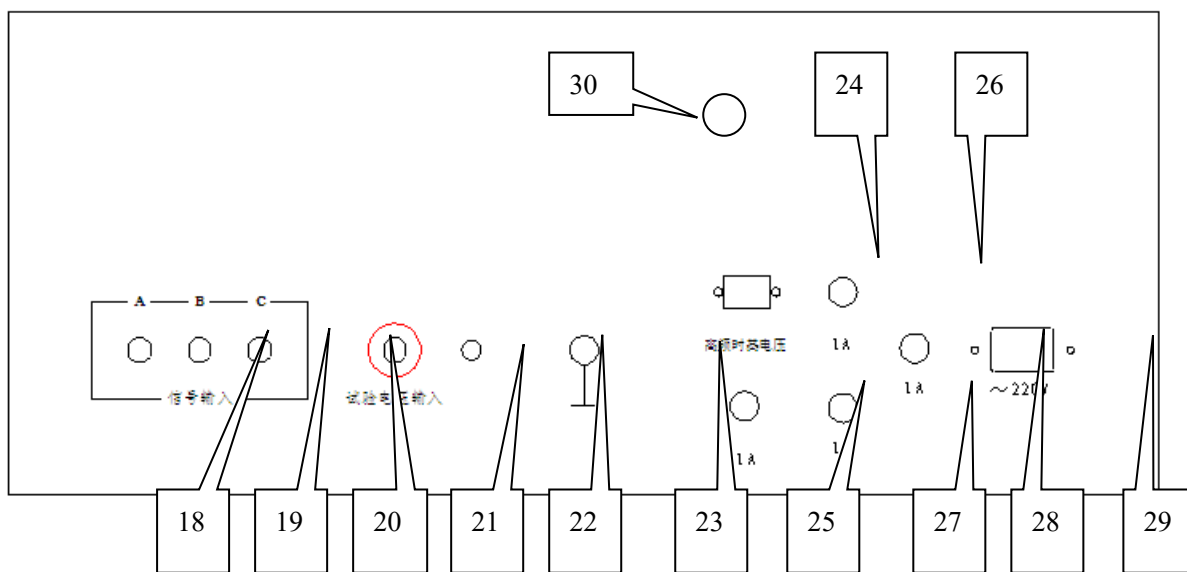
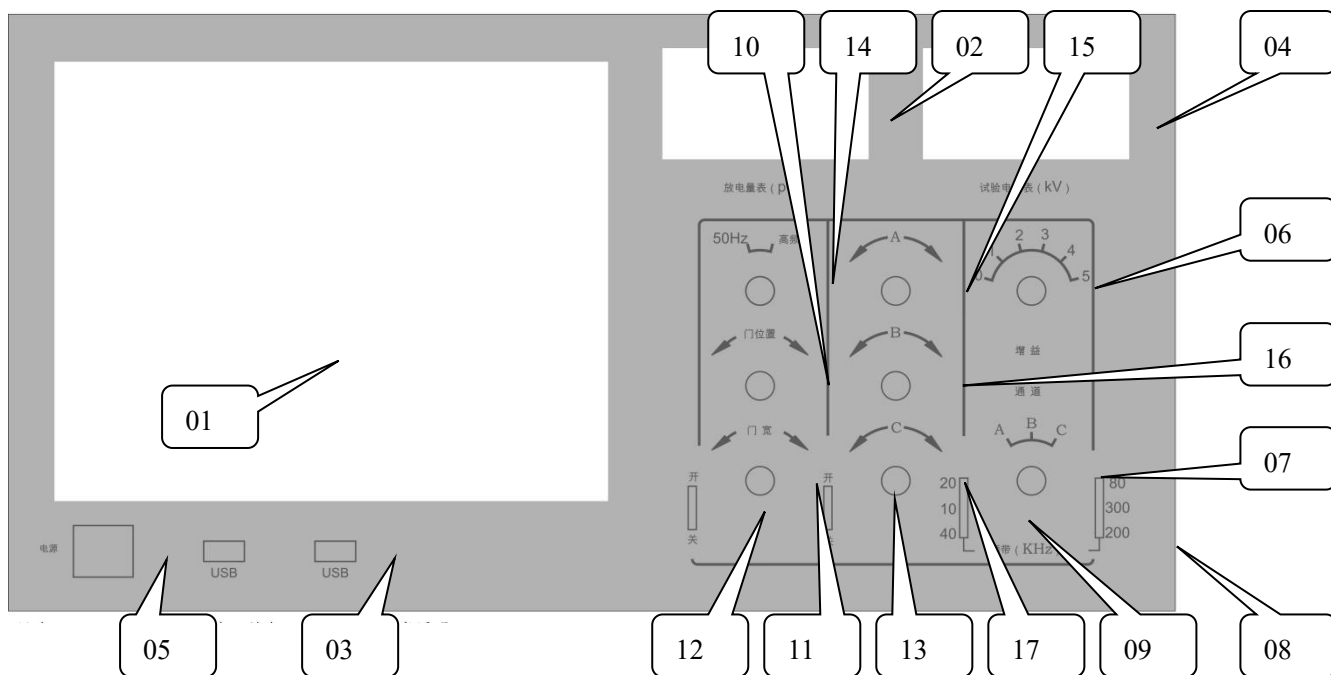


图 1

1. 10. 4 结构说明

1、面板说明

本仪器为标准机箱结构，仪器分前面板及后面板两部分，各调节元件的位置及功能见下图说明。

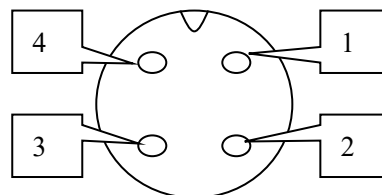


- | | |
|----------------|----------------|
| 1、显示屏 | 2、数字表头，显示放电量读数 |
| 3、USB 接口 | 4、试验电压显示表头 |
| 5、电源开关 | 6、放大器增益粗调 |
| 7、A、B、C 通道选择开关 | 8、频带高端选择 |
| 9、频带低端选择 | 10、窗位置调节 |
| 11、窗宽度调节 | 12、右窗通断 |

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 13、左窗通断 | 14、时基选择 |
| 15、放大器增益细调 A | 16、放大器增益细调 B |
| 17、放大器增益细调 C | 18、放大器输入插座 A |
| 19、放大器输入插座 B | 20、放大器输入插座 C |
| 21、试验电压输入插座（通过分压器！） | 22、试验电压调节电位器 |
| 23、接地螺栓 | 24、高频时基电压输入插座 |
| 25、电源保险丝 | 26、电源保险丝 |
| 27、电源保险丝 | 28、主电源保险丝 |
| 29、主电源插座 | 30、485 接口 （注 1） |

注 1：485 接口说明

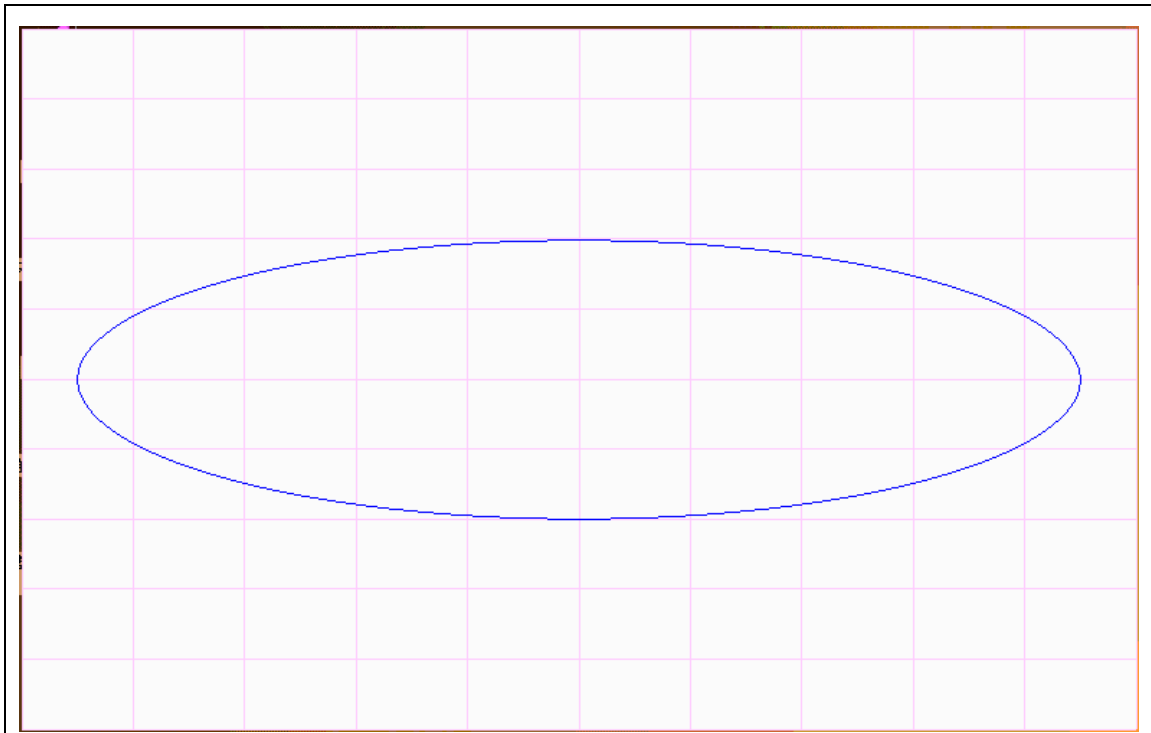
- 1: 485-A
- 2: 485-A
- 3: GND
- 4: +5V



2、界面说明

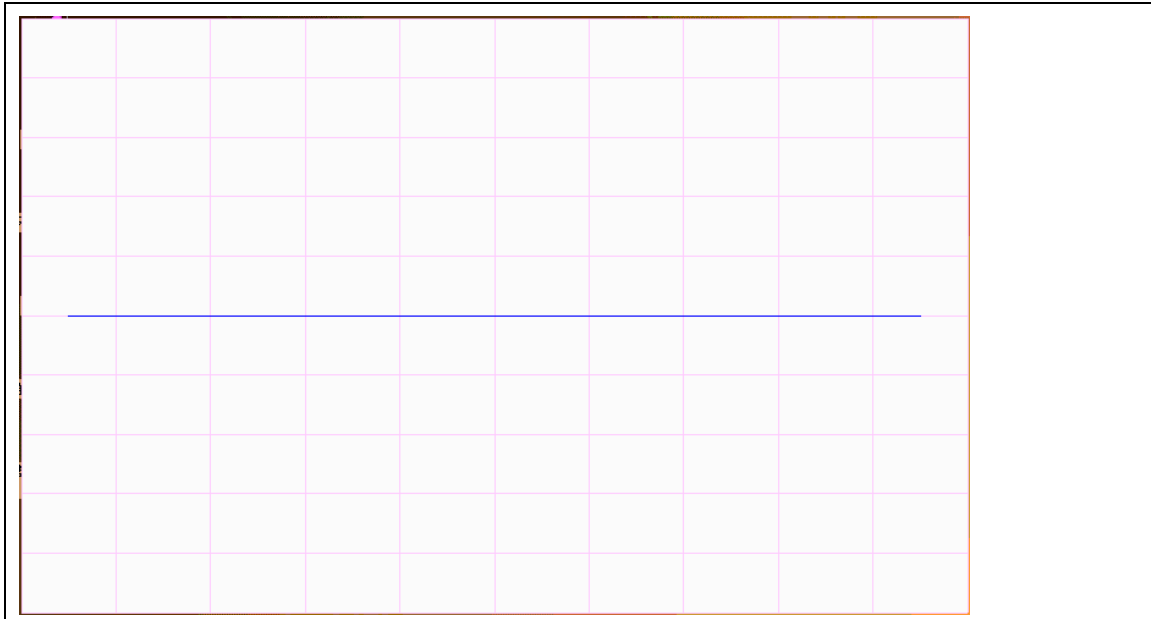
显示方式、触发周期（即高频方式）、0 相位标识、图谱保存、椭圆旋转角度、定格、网格、垂直刻度系数等功能通过触摸屏（也可外接鼠标）选择，操作界面如下图：

椭圆方式：



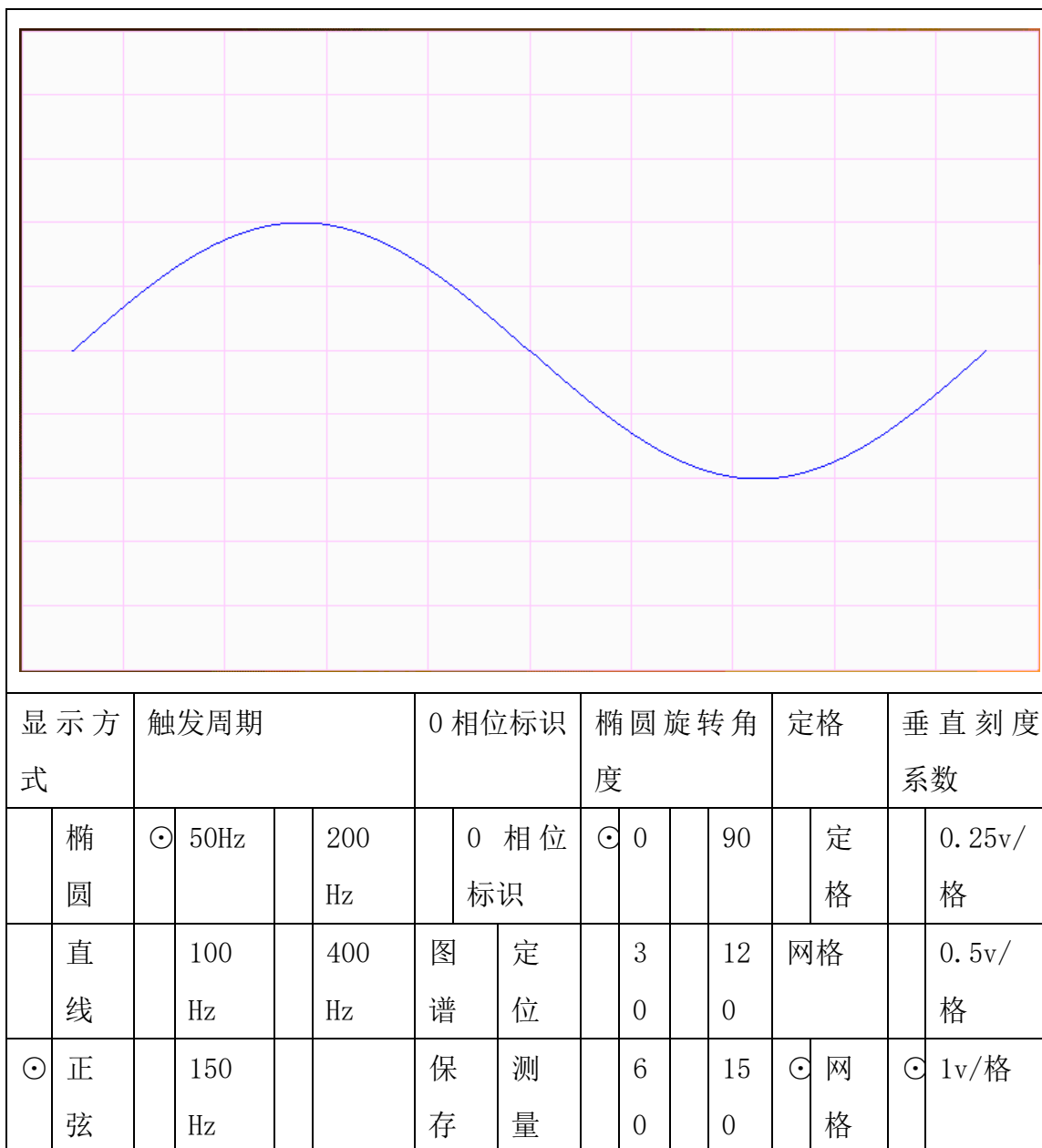
显示方式		触发周期		0 相位标识		椭圆旋转角度		定格		垂直刻度系数					
<input checked="" type="radio"/>	椭圆	<input checked="" type="radio"/>	50Hz		200 Hz	0 相位标识		<input checked="" type="radio"/>	0		90		定格		0.25v/格
	直线		100 Hz		400 Hz	图	定		3		12	网	格		0.5v/格
	正弦		150 Hz			保	测		6		15	<input checked="" type="radio"/>	网	<input checked="" type="radio"/>	1v/格
						存	量		0		0		格		

直线方式:



显示方式		触发周期		0 相位标识		椭圆旋转角度		定格		垂直刻度系数					
<input type="checkbox"/>	椭圆	<input checked="" type="radio"/>	50Hz		200 Hz	<input type="checkbox"/>	0 相位标识	<input checked="" type="radio"/>	0		90	<input type="checkbox"/>	定格		0.25v/格
<input checked="" type="radio"/>	直线		100 Hz		400 Hz	<input type="checkbox"/>	图谱定位	<input type="checkbox"/>	3		12	<input type="checkbox"/>	网格		0.5v/格
<input type="checkbox"/>	正弦		150 Hz			<input type="checkbox"/>	保存测量	<input type="checkbox"/>	6		15	<input checked="" type="radio"/>	网格	<input checked="" type="radio"/>	1v/格

正弦方式：



3、触摸屏选项说明

显示方式：椭圆（默认）、直线、正弦

触发脉冲周期：50Hz（默认）、100Hz、150Hz、200Hz、400 Hz

0° 相位标识：在显示图形上标出 0° 相位的位置

起始相位选择： 0° 、 30° 、 60° 、 90° 、 120° 、 150° 、 180°

图谱保存：将当前图谱保存为图片格式

定格：图形静止显示一个触发周期，不动态刷新

网格：开、关

垂直刻度系数：0.5v/格、1v/格、2v/格

图谱保存、读取方法：单击“保存”按钮，“保存”按钮变暗，重新变亮说明保存完成。读取需使用鼠标，将鼠标移动至屏幕下方，出现“开始”菜单，在“开始”栏右边为正在运行的程序，将鼠标指向图标后，点右键选择“关闭”，即可显示“桌面”菜单，双击桌面的“采集图片”文件夹，打开后即为保存的图谱文件。

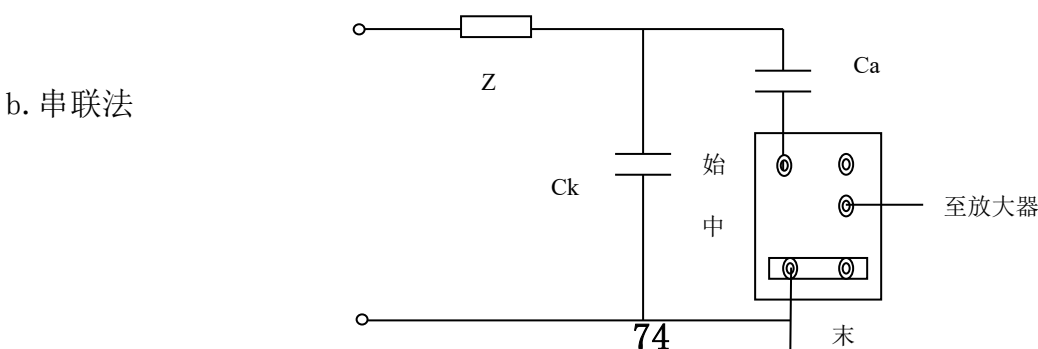
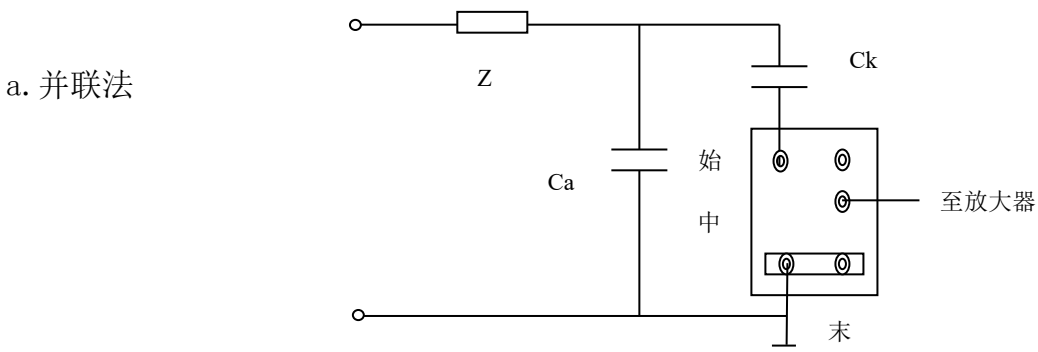
1. 10. 5 操作说明

(一) 试验准备

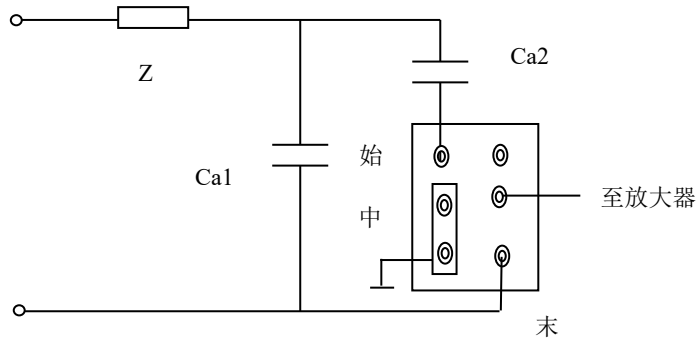
检查试验场地的接地情况，将本仪器后部的接地螺栓用粗铜线（最好用编织铜带）与试验场地的接地线妥善相接，输入单元的接地短路片也要妥善接地。如果使用输入单元的测量电压功能，必须记住不能将初级末端接地。

根据试验电容 C_a 、耦合电容 C_k 的大小，选取合适序号的输入单元（见表一），表一中调谐电容量系指从输入单元初级绕组两端看到的电容（按 C_a 与 C_k 的串联粗略估算）。

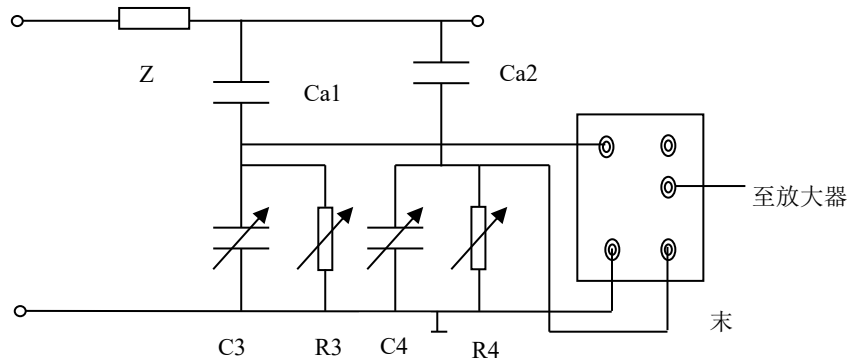
输入单元应尽量靠近被测试品，输入单元插座，经 8 米长电缆与后面板上放大器输入插座相接。试品接入单元的方法主要有以下几种：



c. 平衡法



d. 桥式接法



图中：Ca——试品 Ck——耦合电容 Z——高压保护电阻

R3、C3、R4、C4——桥式接法中平衡调节阻抗

在高压端接上电压表电阻或电容分压器，其输出经测量电缆接到后面板试验电压输入插座。

在未加试验电压的情况下，将校正脉冲发生器的输出接试品两端。

(二) 使用步骤

开机准备：将显示方式置于“椭圆”（默认）。

放量校正：按图接好线后，在未加试验电压前用校正脉冲发生器予以校正。

注意：测量盒应尽量靠近试品高压端。

然后，调节放大器增益旋钮，使该注入脉冲高度适当（示波屏上高度 2 cm 以下），使数字电压表读数值与注入已知电量相符。调定后，放大器细调旋钮的位置不能再改变，需保持与校正

时相同。

去掉校正脉冲发生器与试验回路的连接。

测试操作：接通高压试验回路电源，缓缓升高试验电压，注意第一次出现持续放电，当放电量超过规定的最低值时电压即为局部放电起始电压。通过操作“起始相位选择”（椭圆旋转）按钮开关，使放电信号处于椭圆最有利于观察之处。

在规定的试验电压下，观察到放电脉冲后，调节放大器粗调旋钮（注意细调旋钮不可变动！）。使屏幕显示放电脉冲高度在 0.2~2cm 之间（数字表的 PC 读数有效数字不能超过 120.0），则数字表头的读数乘以或除以 10（粗调开关换档倍率）即为放电量值读数。

注意：本仪器使用数字表头显示放电量，其满度值定为 100.0 超过该值即为过载，不能保证精度，超过该值需拨动增益粗调开关转换到低增益档。

测试中会出现各种干扰，对于固定相位的干扰，可通过时间窗设置避开。合上开关左、右窗控制开关，用一个或两个时间窗并通过改变椭圆上加亮区域的位置与宽度，使其避开干扰脉冲，用时间窗设置可以分别测量两个半波内的放电量。

附：局部放电试验中的局放和干扰图例

局部放电的波形和识别图谱

A1 前言

局部放电电气检测的基本原理是在一定的电压下测定试品绝缘结构中局部放电所产生的高频电流脉冲。在实际试验时，应区分并剔除由外界干扰引起的高频脉冲信号，否则，这种假信号将导致检测灵敏度下降和最小可测水平的增加，甚至造成误判断的严重后果。

在某一既定的试验环境下，如何区别干扰信号，采取若干必要的措施，以保证测试的正确性，就成为一个较重要的问题。目前行之有效的办法是提高试验人员识别干扰波形的能力，正确掌握试品放电的特征、与施加电压及时间的规律。经验表明：判断正确与否在很大程度上取决于测试者的经验。掌握的波形图谱越多，则识别和解决的方法也越快越正确。目前，有用计算机进行频谱分析帮助识别，但应用计算机的先决条件同样需要预知各种干扰波和试品放电波形的特征。现根据我国多年来的实际经验和国外曾经发表过的一些图谱，汇编成文，供参考。应该指出，所介绍的放电波形，多属处理成典型化的图形，不可能包含全部可能发生的内容。

A2 局部放电的干扰、抑制及识别的方法

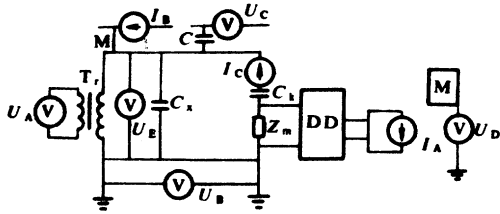


图 A1 干扰及其进入试验回路的途径

Tr—试验变压器；Cx—被试品；Ck—耦合电容器；Zm—测量阻抗；

DD—检测仪；M—邻近试验回路的金属物件；UA—电源干扰；

UB—接地干扰；UC—经试验回路杂散电容 C 耦合产生的干扰；

UD—悬浮电位放电产生的干扰；UE—高压各端部电晕放电的干扰；

IA—试验变压器的放电干扰；IB—经试验回路杂散电感 M 耦合产生的辐射干扰；

IC—耦合电容器放电的干扰

A2.1 干扰类型和途径

干扰将会降低局部放电试验的检测灵敏度，试验时，应使干扰水平抑制到最低水平。干扰类型通常有：电源干扰、接地系统干扰、电磁辐射干扰、试验设备各元件的放电干扰及各类接触干扰。这些干扰及其进入试验回路的途径见图 A1。

a. 电源干扰。检测仪及试验变压器所用的电源是与低压配电网相连的，配电网内的各种高频信号均能直接产生干扰。因此，通常采用屏蔽式电源隔离变压器及低通滤波器抑制，效果甚好。

b. 接地干扰。试验回路接地方式不当，例如两点及以上接地的接地网系统中，各种高频信号会经接地线耦合到试验回路产生干扰。这种干扰一般与试验电压高低无关。试验回路采用一点接地，可降低这种干扰。

c. 电磁辐射干扰。邻近高压带电设备或高压输电线路，无线电发射器及其它诸如可控硅、电刷等试验回路以外的高频信号，均会以电磁感应、电磁辐射的形式经杂散电容或杂散电感耦合到试验回路，它的波形往往与试品内部放电不易区分，对现场测量影响较大。其特点是与试验电压无关。消除这种干扰的根本对策是将试品置于屏蔽良好的试验室。采用平衡法、对称法和模拟天线法的测试回路，也能抑制辐射干扰。

d. 悬浮电位放电干扰。邻近试验回路的不接地金属物产生的感应悬浮电位放电，也是常见的一种干扰。其特点是随试验电压升高而增大，但其波形一般较易识别。消除的对策一是搬离，二是接地。

e. 电晕放电和各连接处接触放电的干扰。电晕放电产生于试验回路处于高电位的导电部分，例

如试品的法兰、金属盖帽、试验变压器、耦合电容器端部及高压引线等尖端部分。试验回路中由于各连接处接触不良也会产生接触放电干扰。这两种干扰的特性是随试验电压的升高而增大。消除这种干扰是在高压端部采用防晕措施(如防晕环等),高压引线采用无晕的导电圆管,以及保证各连接部位的良好接触等。

f. 试验变压器和耦合电容器内部放电干扰。这种放电容易和试品内部放电相混淆。因此,使用的试验变压器和耦合电容器的局部放电水平应控制在一定的允许量以下。

A2.2 识别干扰的基本依据局部放电试验的干扰是随机而杂乱无章的,因此难以建立全面的识别方法,但掌握各类放电时的时间、位置、扫描方向以及电压与时间关系曲线等特性,有助于提高识别能力。

a. 掌握局部放电的电压效应和时间效应。局部放电脉冲波形与各种干扰信号随电压高低、加压时间的变化具有某种固有的特性,有些放电源(干扰源)随电压高低(或时间的延长)突变、缓变,而有些放电源却是不变的,观察和分析这类固有特性是识别干扰的主要依据。

b. 掌握试验电压的零位。试品内部局部放电的典型波形,通常是对称的位于正弦波的正向上升段,对称地叠加于椭圆基线上,而有些干扰(如高电位、地电位的尖端电晕放电)信号是处于正弦波的峰值,认定椭圆基线上试验电压的零位。也有助于波形识别。但须指出,试验电压的零位是指施加于试品两端电压的零位,而不是指低压励磁侧电压的零位。目前所采用的检测仪中,零位指示是根据高压电阻分压器的低压输出来定的,电阻分压器的电压等级一般最高为50kV。根据高电位、地电位尖端电晕放电发生在电压峰值的特性,也可推算到试验电压的零位,只要人为在高压端设置一个尖端电晕放电即可认定。高压端尖端电晕放电的脉冲都严格地叠加于正弦波的负峰值。

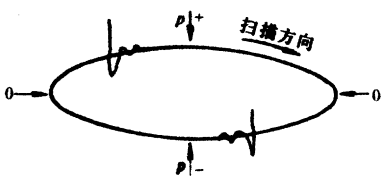


图 A2 椭圆基线扫描方向识别

c. 根据椭圆基线扫描方向。放电脉冲与各种干扰信号均在时基上占有相应的位置(即反映正弦波的电角度),如前所述,试品内部放电脉冲总是叠加于正向(或反向)的上升段,根据椭圆基线的扫描方向,可确定放电脉冲和干扰信号的位置。方法是注入一脉冲(可用机内方波),观察椭圆基线上显示的脉冲振荡方向(必要时可用X轴扩展)即为椭圆基线的扫描方向,从而就能确定椭圆基线的相应电角度,如图A2所示。

d. 整个椭圆波形的识别。局部放电测试，特别是现场测试，将各种干扰抑制到很低的水平通常较困难。经验表明，在示波屏上所显示的波形，即使有各种干扰信号，只要不影响识别与判断，就不必花很大的精力将干扰信号全部抑制。

A3 局部放电的基本图谱

A3.1 基本图谱，见表 A1。

表 A1 局部放电的基本图谱

类型	放电模型	典型放电响应波形	放电量与试验电压的关系
1	<p>金属或碳 介质 气隙 金属或碳</p>		<p>放电量(pC)</p> <p>试验电压(kV)</p> <p>熄灭 起始</p> <p>最小可测水平</p>
2	<p>金属或碳 介质 气隙 金属或碳</p>		<p>放电量(pC)</p> <p>试验电压(kV)</p> <p>>30 min</p> <p>>24 h</p> <p>最小可测水平</p>
3	<p>金属或碳 介质 放电 金属或碳 介质 金属或碳</p>		<p>放电量(pC)</p> <p>试验电压(kV)</p> <p>最小可测水平</p>
4	<p>金属或碳 气隙 金属或碳</p>		<p>放电量(pC)</p> <p>试验电压(kV)</p> <p>3000</p> <p>2000</p> <p>1000</p> <p>100</p> <p>5 10</p> <p>15 min</p>
5	<p>金属或碳 介质 气隙 金属或碳</p>		<p>放电量(pC)</p> <p>试验电压(kV)</p> <p>>10 min</p> <p>最小可测水平</p>
6	<p>金属或碳 液体 介质 金属或碳 液体 介质 金属或碳</p>		<p>放电量(pC)</p> <p>试验电压(kV)</p> <p>1 min</p>

续表

类型	放电模型	典型放电响应波形	放电量与试验电压的关系
7	<p>金属或碳 介质 气隙 金属或碳</p>		<p>放电量(pC)</p> <p>试验电压(kV)</p> <p>最小可测水平</p>
8	<p>金属或碳 介质(1) 金属或碳 表面放电 介质(2) 金属或碳</p>		<p>放电量(pC)</p> <p>试验电压(kV)</p> <p>最小可测水平</p>

A3.2 基本图谱说明, 见表 A2。

表 A2 局部放电的基本图谱说明

类型	放电模型	放电响应	放电量与试验电压的关系
1	绝缘结构中仅有一个与电场方向垂直的气隙	放电脉冲叠加于正及负峰之前的位置, 对称的两边脉冲幅值及频率基本相等, 但有时上下幅值的不对称度 3:1 仍属正常	起始放电后, 放电量增至某一水平时, 随试验电压上升放电量保持不变。熄灭电压基本相等或略低于起始电压
2	绝缘结构中仅有一个与电场方向垂直的气隙	放电脉冲叠加于正及负峰之前的位置, 对称的两边脉冲幅值及频率基本相等, 但有时上下幅值的不对称度 3:1 仍属正常	起始放电后, 放电量增至某一水平时, 随试验电压上升放电量保持不变。熄灭电压基本相等或略低于起始电压, 若试验电压上升至某一值并维持较长时间(如 30min), 熄灭电压将会高于起始电压, 且放电量将会下降; 若试验电压维持达 1h, 熄灭电压会更大于起始电压, 并且高于第一次(30min 时)的值, 放电量也进一步下降
3	(1) 两绝缘体之间的气隙放电 (2) 表面放电	放电脉冲叠加于正及负峰之前的位置, 对称的两边脉冲幅值及频率基本相等, 但有时上下幅值的不对称度 3:1 仍属正常。放电刚开始时, 放电脉冲尚能分辨, 随后电压上升, 某些放电脉冲向试验电压的零位方向移动, 同时会出现幅值较大的脉冲,	起始放电后, 放电量随电压上升而稳定增长; 熄灭电压基本相等或低于起始电压

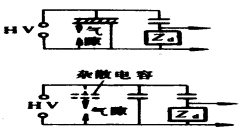
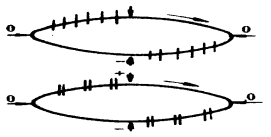
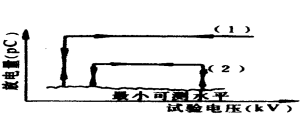
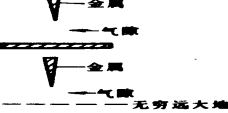
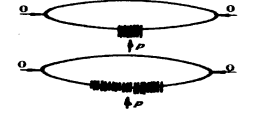

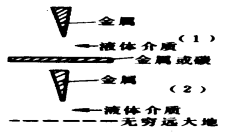
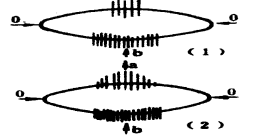

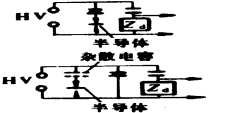
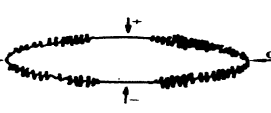

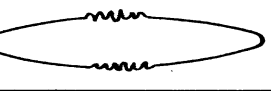
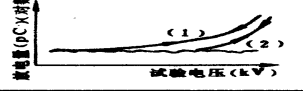
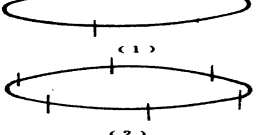
		脉冲分辨 率逐渐下降，直至不能分辨	
4	绝缘结构内含有各种不同尺寸的气隙(多属浇注绝缘结构)	放电脉冲叠加于正及负峰之前的位置，对称的两边脉冲幅值及频率基本相等，但有时上下幅值的不对称度3:1仍属正常。放电刚开始时，放电脉冲尚能分辨，随后电压上升，某些放电脉冲向试验电压的零位方向移动，同时会出现幅值较大的脉冲，脉冲分辨率逐渐下降，直至不能分辨	若试验电压上升或下降速率较快，起始放电后，放电量随试验电压上升而稳定增长，熄灭电压基本相等或略低于起始放电电压。如在某高电压下维持一定时间(如15min)，放电量会逐渐下降，熄灭电压会略高于起始电压(因浇注绝缘局部放电会导致气隙内壁四周产生导电物质)
5	绝缘结构内仅含有一个扁平的气隙(多属电机绝缘)		起始放电后，放电量随试验电压上升稳定增长。如电压上升及下降速率较快，熄灭电压等于或略低于起始电压；如在某高电压下持续一段时间(如10min)，熄灭电压和起始电压的幅值会降低，幅值略有上升
6	绝缘结构为液体与含有潮气的纸板复合绝缘。电场下，纸板会产生气泡，导致放电，进一步使气泡增多		如在某一高电压下持续1min，放电量迅速增长，若立即降压，则熄灭电压等于或略低于起始电压；若电压维持1min以上再降压，放电量会随电压逐渐下降。如放电熄灭后立刻升压则起始放电电压幅值将大大低于原始的起始及熄灭电压。若将绝缘静止一天以上，则其起始、熄灭电压将会复原
7	绝缘结构中仅含有一个气隙，位于电	放电脉冲叠加于电压的正及负峰值之前，两边的幅值	放电一旦起始，放电量基本不变，与电压上升无关。熄灭电压等于或

	极的表面与介质内部气隙的放电响应不同	不尽对称，幅值大的频率低，幅值小的频率高。两幅值之比通常大于 3 : 1，有时达 10 : 1。总的放电响应能分辨出	略低于起始电压
8	(1) 一簇不同尺寸的气隙，位于电极的表面，但属封闭型 (2) 电极与绝缘介质的表面放电，气隙不是封闭的	放电脉冲叠加于电压的正及负峰值之前，两边幅值比通常为 3 : 1 有时达 10 : 1；随电压上升，部份脉冲向零位方向移动，放电起始后，脉冲分辨率尚可；继续升压，分辨率下降，直至不能分辨	放电起始后，放电量随电压的上升逐渐增大，熄灭电压等于或略低于起始电压。如电压持续时间在 10min 以上，放电响应会有些变化

A4 干扰波的基本图谱

A4.1 基本图谱，见表 A3。

表 A3 干扰波的基本图谱

类型	干扰源	典型干扰波形	干扰波形的电压特性
9	 <p>杂散电容</p>		
10	 <p>金属 气隙 金属 气隙 无穷远大地</p>		
11	 <p>金属 (1) 液体介质 金属或碳 金属 (2) 液体介质 无穷远大地</p>		
12	 <p>半导体 杂散电容 半导体</p>		
13			
14			

续表

类型	干 扰 源	典型干扰波形	干扰波形的电压特性
14			
15			

A4.2 基本图谱说明, 见表 A4。

表 A4 干扰波的基本图谱说明

类型	干 扰 源	放 电 响 应	放电量与试验电压的关系
9	悬浮电位放电: 在电场中两悬浮金属物体间, 或金属物与大地间产生的放电	波形有现两种情况: (1) 正负两边脉冲等幅、等间隔及频率相同 (2) 两边脉冲成对出现, 对与对间隔相同, 有进会在基线往复移动	起始放电后有 3 种类型: (1) 放电量保持不变, 与电压有关, 熄灭电压与起始电压完全相等 (2) 电压继续上升, 在某一电压下放电突然消失; 电压继续上升后再下降, 会在前一消失电压下再次出现放电 (3) 随电压上升, 放电量逐渐减小, 放电脉冲随之增加
10	针尖对平板或大地的气体介质	较低电压下产生电晕放电, 放电脉冲总叠加于电压的峰值位置。如位于负峰值处, 放电源处于高电位; 如位于正峰处, 放电源处于低电位。这可帮助判断电压的零位	起始放电后电压上升, 放电量保持不变, 惟脉冲密度向两边扩散、放电频率增加, 但尚能分辨; 电压再升高, 放电脉冲频率增至逐渐不可分辨
11	针尖对平板或大地的液体介质	较低电压下产生电晕放电, 放电脉冲总叠加于电压的峰	一簇较大的脉冲起始电压较低, 放电量随电压上升增加; 一簇较小

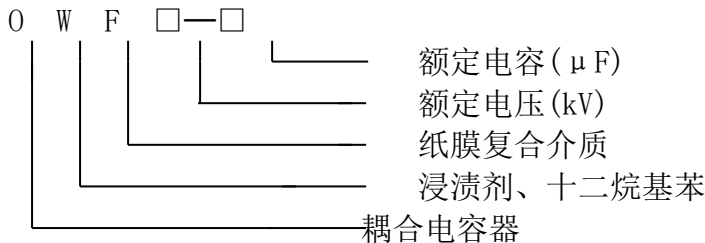
		<p>值位置。如位于负峰值处，放电源处于高电位；如位于正峰处，放电源处于低电位。这可帮助判断电压的零位</p> <p>一对脉冲对称的出现在电压正或负峰处，每一簇的放电脉冲时间间隔均各自相等。但两簇的幅值及时间间隔不等，幅值较小的一簇幅值相等、较密</p>	<p>的脉冲起始电压较高，放电量与电压无关，保持不变；电压上升，脉冲频率密度增加，但尚能分辨；电压再升高，逐渐变得不可分辨</p>
12	<p>试品内部、试验回路中导电部分的接触不良</p>	<p>两簇脉冲位于试验电源零位的不规则的干扰脉冲，基本等幅，与电压成比例</p>	<p>放电量与电压成比例，有时接触处完全导通时会使干扰自行消除</p>
13	<p>回路中设备的铁芯磁饱和产生的干扰。其原因为： (1) 磁密过高 (2) 与回路的电容发生谐振 (3) 检测仪频带在低限下频率的不稳定性</p>	<p>带有低频振荡的脉冲出现于时间基线上，振荡周期大于检测仪的分辨率</p>	<p>干扰脉冲幅值随电压上升，电压回零，脉冲即消失，与电压持续时间无关</p>
14	<p>(1) 单个可控硅干扰脉冲 (2) 6 极水银整流器干扰 (3) 旋转电机干扰 (4) 荧光灯产生的干扰</p>	<p>响应特性的范围很宽，常有： (1) 波形的位置上可以完全不规则或间断 (2) 一个电压周波可出现 1、2、3、4、6 或 12 根间断彼此相等的单独脉冲 (3) 试验电压与仪器电源的周波不很同步，干扰脉冲会在椭圆基线作定向等速移动</p>	<p>放电量与电压无关，电压降为零时，脉冲依然存在。受电源切断、短路、叠加负荷的影响，具有严格的时间对应关系，但不规则</p>
15	<p>调制或非调制的干扰波形有： (1) 与无线电波调制 (2) 调幅高频 (3) 与检测频段相近的超声波干扰</p>	<p>通常来源于高频设备，如感应加热器、超声波发生器等</p>	

1.11 无局放耦合电容器

1.11.1 用途

无局部放电耦合电容器(以下简称“电容器”)用于高压电气设备的局部放电测量。

1.11.2 型号意义



1.11.3 使用环境条件

- 3.1 使用地区海拔高度不超过 1000m, 环境空气温度范围为-25—+45℃。
- 3.2 产品使用时, 其环境空气相对湿度应不大于 80%。

1.11.4 主要技术性能

- 4.1 电容器在额定电压 U_N 下可连续运行 1 小时。
- 4.2 电容器容量偏差范围:-5—+10% C_N 。
- 4.3 电容器介质损耗角正切值:在 20℃ $_N$, 0.9—1.1 U_N 下不大于 0.002。
- 4.4 电容器短时工频耐压值为 1.1 U_N 。
- 4.5 电容器在标称值 100%电压下的局部放电量:≤5PC

1.11.5 主要结构

- 5.1 电容器由外壳、端盖、芯子、浸渍剂、扩张器、底座或支撑架、低压座组成。
- 5.2 外壳为真空浸胶环氧套管
- 5.3 芯子由若干元件串联连接组成, 元件采用全纸或纸膜复合, 芯子经真空干燥后浸以优良绝缘油。
- 5.4 电容器浸渍后加有一定油压, 由扩张器对温度变化引起的油体积变化进行补偿, 以保证在最低工作温度下电容器内部不出现负压。

1.11.6 主要规格及技术参数

表 1

序号	型号	额定电压 kV	额定电容 PF	外形尺寸 $\phi \times H$ mm	重量 kg
1	O W F 60—0.001	60	1000	160×740	13
2	O W F 120—0.0005	120	500	160×900	28
3	O W F 100—0.001	100	1000	160×900	28
4	O W F 120—0.001	120	1000	160×900	28

注:1. 根据用户要求, 耦合电容器可配低压臂电容器成为电容分压器供工频或冲击电压测量用。
根据用户不同要求, 外形尺寸可能有变化, 表中尺寸仅供参考。

1.11.7 验收

用户可对电容器作验收检查, 项目如表 2

表 2

序号	试验项目	要求
1	外观检查	无破坏、无损伤、无漏油
2	工频耐压	无击穿、无闪烁、电容器标称值电

		压的 1.1 倍。
3	局放试验	按电容器标称值 80% 电压下 < 5PC
4	电容量测量	容量偏差不大于 -5 - +10% C _N
5	损耗角正切值测量	0.0020 (20℃, 0.9-1.1U _N 下)

1.11.8 贮存使用和维护

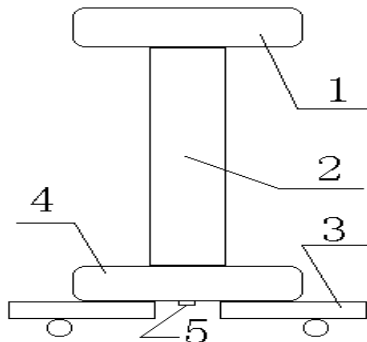
- 8. 1 电容器应贮存于无易燃、易爆及腐蚀性气体存在的室内。
- 8. 2 电容器应经常保持干燥和清洁，电容器应经常擦拭，防止油污灰尘堆积和凝水。
- 8. 3 电容器使用时按有关规范装配和接线。

8. 3. 1 使用、安装与接线

- ① 将底座支撑架安装于电容器下法兰，用螺丝固定好。
- ② 将均压罩通过螺钉固定在电容器上方。
- ③ 高压端子在均压罩上，通过螺钉固定高压引线。
- ④ 低压端子在电容器下方通过引线和输入单元的初级始端相连接。
- ⑤ 底座上有接地螺钉，通过接地裸线进行可靠连接。

1.11.9 外型图

1、均压罩 2、电容器本体 3、底座支撑架 4、底座法兰 5、低压端输出



1.12 双通道温升直流电阻测试仪

1.12.1 产品概述

变压器的直流电阻是变压器制造中半成品、成品出厂试验、安装、交接试验及电力部门预防性试验的必测项目，能有效发现变压器线圈的选材、焊接、连接部位松动、缺股、断线等制造缺陷和运行后存在的隐患。为了满足变压器直流电阻快速测量的需要，公司利用自身技术优势研制了双通道温升直流电阻测试仪。该仪器采用全新电源技术，具有体积小、重量轻、输出电流大、双通道测量，实时采样等特点。整机由单片机控制，自动完成自检、数据处理、显示、打印等功能，具有自动放电和放电指示功能。仪器测试精度高，操作简便，可实现变压器直阻的快速测量。

1.12.2 安全措施

- 2.1 使用本仪器前一定要认真阅读本手册。
- 2.2 仪器的操作者应具备一般电气设备或仪器的使用常识。
- 2.3 本仪器户内外均可使用，但应避开雨淋、腐蚀气体、尘埃过浓、高温、阳光直射等场所。
- 2.4 仪表应避免剧烈振动。
- 2.5 对仪器的维修、护理和调整应由专业人员进行。
- 2.6 测试完毕后一定要等放电报警声停止后再关闭电源，拆除测试线。
- 2.7 测量无载调压变压器，一定要等放电指示报警音停止后，切换档位。
- 2.8 在测试过程中，禁止移动测试夹和供电线路。

1.12.3 功能特点

- 仪器输出电流大，测量范围宽，体积小，重量轻，操作简单；
- 双通道测量，同时测量两个电阻值；
- 温升试验，每隔 30 秒打印一次数据，操作方便；
- 具有完善的保护电路，可靠性强；
- 具有音响放电报警功能，放电指示清晰，减少误操作。

1.12.4 技术参数

输出电流	20A、10A、5A、2A
测量范围	20A: 100 $\mu\Omega$ ~ 2 Ω 10A: 200 $\mu\Omega$ ~ 4 Ω 5A: 1m Ω ~ 8 Ω 2A: 2m Ω ~ 200 Ω
分辨率	0.1 $\mu\Omega$
测量精度	\pm (0.2%读数+2 字)
外形尺寸	390mm×235mm×245mm
仪器重量	13kg

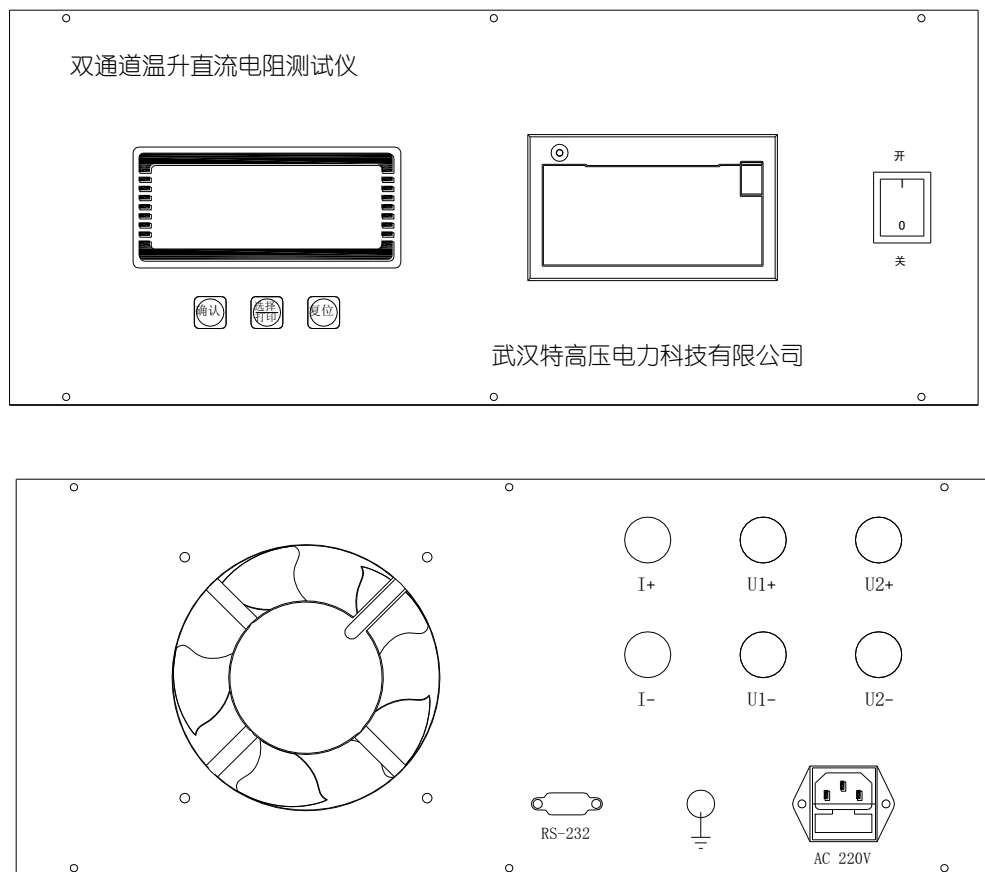
1.12.5 使用条件

环境温度 -10℃~50℃

环境湿度 $\leq 85\%RH$
 工作电源 $AC220V \pm 10\%$
 电源频率 $50 \pm 1Hz$

1.12.6 面板介绍

仪器面板见图一。



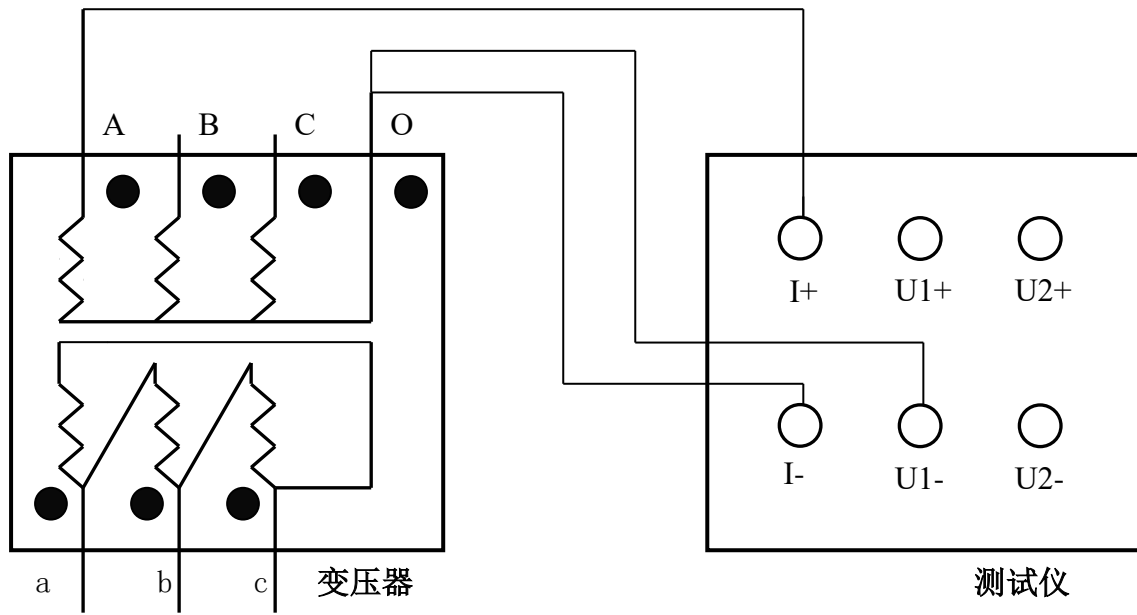
图一

- 6.1 电源开关：整机电源输入口，带有交流插座，保险仓和开关。
- 6.2 \perp 接地柱，为整机外壳接地用，属保护地。
- 6.3 U1+、U1-：电压通道 1 输入端子。
- 6.4 U2+、U2-：电压通道 2 输入端子。
- 6.5 I+、I-：电流输出端子。
- 6.6 显示器：192×64 点阵液晶显示器，显示电流和电阻值。
- 6.7 打印机：打印电阻值结果。
- 6.8 复位键：整机回到初始状态，切断输出电流。
- 6.9 选择键：在初始状态预置输出电流，显示电阻值后，按此键可打印电阻值。
- 6.10 确认键：确认选定选项的功能。

1.12.7 操作说明

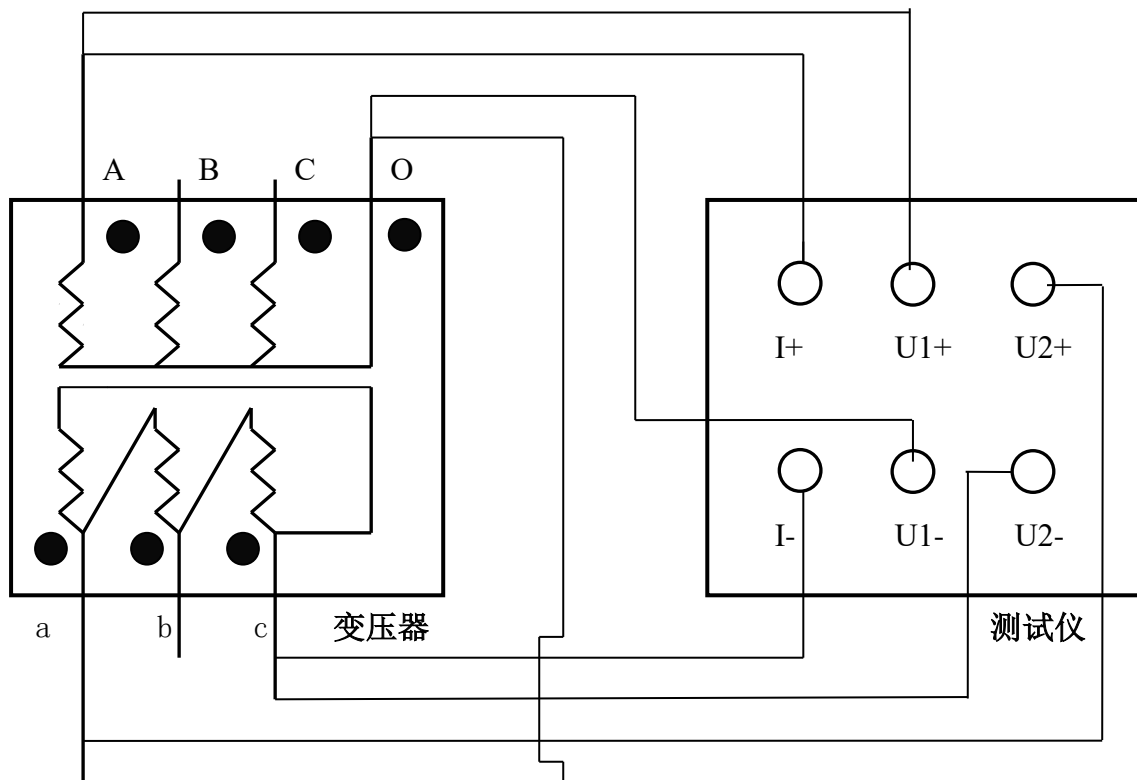
7.1 接线：把被测试品通过专用电缆与本机的测试接线柱连接，连接牢固，同时把地线接好。

A、单通道测量接线方法，如图二。



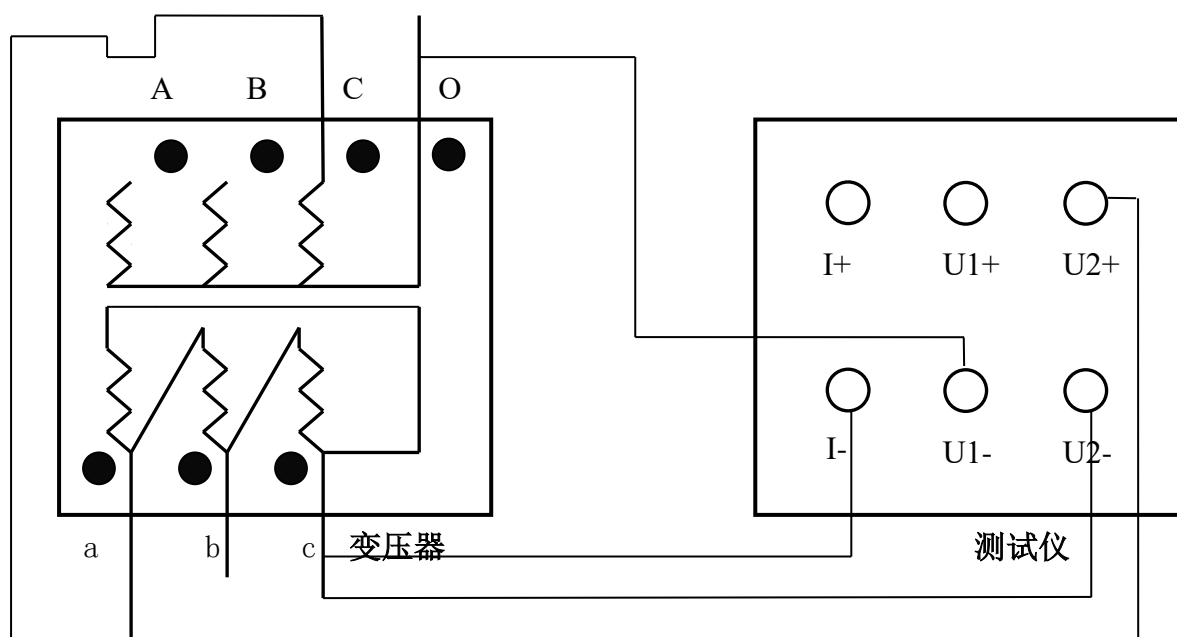
图二 单通道测量接线图

B、双通道测量的接线方法，如图三



图三 双通道测量高压 R_{A0} 、低压 R_{ac} 接线图

C、助磁法接线见图四（适用于 $Y_{(N)}-d-11$ 联接组别）。



图四 助磁法测量低压 R_{ac} 、高压 R_{A0} 的接线方法

7.2 电流选择：打开电源开关（开关上 I 为开，0 为关）显示欢迎界面后，显示初始状态，这时可通过选择键上下选择要修改的选项，被选中的项目反白显示，然后按确认键，要修改的值反白显示，再按选择键可修改相应的值，如“测试电流”选项每按一次选择键会依次显示 5A、10A、20A、2A。“测试通道”选项有：双通道、通道 1、通道 2。“测试方式”选项有：常规、温升。当测试方式选为温升试验时打印机每隔 30 秒自动打印一次测试数据。修改完参数，按确认键，重新回到选择测试选项。

测试电流：20A
测试通道：双通道
测试方式：温升
开始测试

7.3 测试：选择到“开始测试”选项后，按下确认键，屏幕左上方提示“正在充电”，这时说明进入测试状态，首先对变压器进行充电同时显示电流值，当电流稳定后提示“正在测试”几秒后，就会显示所测阻值。（屏上会同时显示所选电流值与所测得的电阻值， $I = \text{“ ” A}$ ； $R = \text{“ ” } \Omega / \text{m}\Omega / \text{u}\Omega$ ）。

正在充电	00: 00: 01
$I = 20.06 \text{ A}$	

正在测试	00: 00: 21
测试电流 $I = 20.06 \text{ A}$	
测试电阻 $R1 = 8.333 \text{ m}\Omega$	
$R2 = 8.333 \text{ m}\Omega$	

7.4 测试完毕后，按“复位”键，仪器电源将与绕组断开，液晶显示“正在放电”并显示此时的放电电压，同时蜂鸣器报警，当显示屏显示回到初始状态，放电音响结束后，可重新接

线，进行下次测量或拆下测试线与电源线结束测量。

正在放电

$$U = 0.016 \text{ V}$$

1.12.8 注意事项

1. 在测无载调压变压器倒分接前一定要复位，放电结束后，报警声停止，方可切换分接点。
2. 在拆线前，一定要等放电结束后，报警声停止，再进行拆线。
3. 如果测试线没接好，仪器会自动提示“测试线未接好”。这时须检查线路是否有正确或没接牢固，然后按复位键重新测量。
4. 助磁法三条线的短接点在放电完毕后拆线时，可能有剩余电流，拆除时可能会打火放电，此属正常现象

1.13 全自动温度巡检仪

1.13.1 概述

触控数据记录仪以其丰富的显示画面、灵活的操作方式以及强大的记录、运算、控制和管理功能，在各行各业中获得了极其广泛的应用。本产品吸纳了各种国内外数据记录仪的优点，应用最新的显示技术、微电子技术、数据存储和通讯技术，是一款功能齐全、操作方便、精确可靠、高性价比的产品。

本产品在配置彩色液晶触摸屏显示。可以接收多种类型的电流、电压和电阻信号，实现温度、湿度、压力、液位、流量、成分以及力、力矩、位移等物理量的显示、记录、越限监控、报表生成、数据通讯以及流量累计等功能。

本产品主要由触控液晶屏、多种处理器为核心的主板、主电源、外供变送器电源、数据采集板、信号输出板、大容量 FLASH 等构成：

- (1) 根据应用要求选择，可配备不同类型的智能数据采集控制板，。
- (2) 内置大容量 FLASH，可通过 U 盘快速将 FLASH 中的数据转储到计算机中。内置的 FLASH 的容量为 70M 或更多至 2G 字节，8 通道时若 10 秒记录一次可记录 720 小时，最快 1 秒记录一次所有通道的数据。
- (3) 数字显示界面、棒图显示画面、实时（历史）曲线画面、报警数据页面。
- (4) 历史曲线读数光标功能。
- (5) 测量、显示基本误差： $\pm 0.2\% F \cdot S$
- (6) 可参数设置多点报警功能。

1.13.2 功能特点

本产品显示信息量大、界面友好、操作简单，下面是主要功能特点：

- (7) 不需要笔和纸记录，日常维护工作量非常小，运行费用低；
- (8) 采用高亮度触控彩色 TFT 液晶屏，CCFL 背光、画面清晰；
- (9) 采用多种处理器，可同时实现多路信号采集、记录、显示和报警；
- (10) 采用 70MB 大容量的 FLASH 闪存芯片存贮历史数据，掉电永不丢失数据；
- (11) 全隔离万能输入，可同时输入多种信号，无需更换模块，直接在仪器上设置即可；
- (12) 显示工程量数据的数值范围更宽可显示 6 位数值： $-999.99 \sim 1999.99$ ；
- (13) 可以进行参数设置、显示工程位号，工程单位，有流量累积等功能；
- (14) 显示通道数据显示窗具有红色报警显示，同时指示各路通道的下下限、下限、上限、上上限报警；8 路继电器报警输出（订制产品）；
- (15) 显示精度高，基本误差为 $\pm 0.2\% F \cdot S$ ；
- (16) 内置 GB2312 汉字库，使用全拼输入法输入；
- (17) 支持外接微型打印，手动打印数据、曲线，自动定时打印数据，满足用户现场打印的需求（订制产品）；
- (18) 配备标准 USB2.0 接口。可使用鼠标键盘方便操作，输出历史数据转存快捷方便；
- (19) 标准串行通讯接口，带光偶隔离的 RS485 和 RS232C 以及以太网通讯；
- (20) 支持标准 ModBus RTU 通讯协议（选配功能），除支持本公司数据管理软件外，还支持其它组态软件；
- (21) 能在交流电源 AC 85V~265V 宽电压范围内正常工作；
- (22) 提供 4 路变送器 DC 24V 隔离配电；
- (23) 通过 EMCIII 级，保证仪表在恶劣的环境中正常工作。

1.13.3 技术指标

3.1. 显示

7 寸彩色 TFT 触摸 LCD

数显画面、棒图画面、实时（历史）曲线画面、报警显示画面共四个基本画面。（8 通道含有综合界面）

基本误差小于 $\pm 0.2\%F.S.$ ，数字显示范围 $-999.99 \sim 1999.99$

测量分辨率：1/120000，24 位 AD 转换器

实时曲线记录间隔 1 秒~9999 秒，对应整屏曲线时间 30 秒~300 分

历史曲线查看间隔从 1 秒到 9999 秒连续可设

3.2 输入信号及精度表

输入信号包括直流电流，直流电压，热电阻，热电偶，远传压力表五类，通过按键或触屏输入选择。隔离万能输入，无需跳线器。

输入类型	测量的范围(示值范围)	测量精度(引用误差、绝对误差)	数字显示分辨率	
直流电压	0-10V	-0.5V 至+11.000V	0.001% F.S. $\pm 0.0001V$	0.01V
	0-5V	-0.5V 至+5.500V	0.02% F.S. $\pm 0.0001V$	0.01V
	$\pm 20mV$	-21mV 至+21mV	0.0025% F.S. $\pm 0.001mV$	0.01mV
	$\pm 100mV$	-110.0mV 至+110.0mV	0.0005% F.S. $\pm 0.001mV$	0.01mV
直流电流	4-20mA	+3mA 至+21.00mA	0.005% F.S. $\pm 0.001mA$	0.01mA
		测量精度（相对误差）		
热电偶	K	-60℃至+1372℃	$\pm (0.05\% \text{ rdg. } +0.5^\circ\text{C})$	0.01℃
	J	-200℃至+1200℃	$\pm (0.05\% \text{ rdg. } +0.5^\circ\text{C})$ $\leq 0^\circ\text{C} \pm (0.15\% \text{ rdg. } +0.5^\circ\text{C})$	0.01℃
	E	-200℃至+1000℃	$\pm (0.05\% \text{ rdg. } +0.5^\circ\text{C})$ $\leq 0^\circ\text{C} \pm (0.15\% \text{ rdg. } +0.5^\circ\text{C})$	0.01℃
	T	-200℃至+400℃	$\pm (0.05\% \text{ rdg. } +0.5^\circ\text{C})$ $\leq -30^\circ\text{C} \pm (0.15\% \text{ rdg. } +0.5^\circ\text{C})$	0.01℃
	N	-200℃至+1300℃	$\pm (0.05\% \text{ rdg. } +0.7^\circ\text{C})$ $\leq 0^\circ\text{C} \pm (0.3\% \text{ rdg. } +0.7^\circ\text{C})$	0.01℃
	W	+1500℃至+2315℃	$\pm (0.05\% \text{ rdg. } +1.5^\circ\text{C})$	0.01℃
		0℃至+1500℃	$\pm (0.05\% \text{ rdg. } +1.0^\circ\text{C})$	
	R	+800℃至+1768℃	$\pm (0.05\% \text{ rdg. } +1.0^\circ\text{C})$	0.01℃
		+400℃至+800℃	$\pm (0.2\% \text{ rdg. } +2.0^\circ\text{C})$	
	S	+800℃至+1768℃	$\pm (0.05\% \text{ rdg. } +1.0^\circ\text{C})$	0.01℃
		+400℃至+800℃	$\pm (0.2\% \text{ rdg. } +2.0^\circ\text{C})$	
	B	+800℃至+1820℃	$\pm (0.05\% \text{ rdg. } +1.0^\circ\text{C})$	0.01℃
+400℃至+800℃		$\pm (0.2\% \text{ rdg. } +2.5^\circ\text{C})$		
热电阻	Pt100	-200℃至+660℃	$\pm (0.05\% \text{ rdg. } +0.3^\circ\text{C})$	0.01℃
	Cu50	-50℃至+150℃	$\pm (0.05\% \text{ rdg. } +0.3^\circ\text{C})$	0.01℃
	PT1000	-200℃至+300℃	$\pm (0.05\% \text{ rdg. } +0.2^\circ\text{C})$	0.01℃
预热时间	30 分钟以上			
热电偶测量	包括冷端补偿精度			

标准运行状态（上述精度）	温度 25±3℃，湿度 55±10%RH，电源 8-28V DC	
环境适应能力	使用时温度	-20℃至+70℃
	使用时湿度	0 至 95%RH(没有结露)

3.3 报警输出

继电器输出：触点容量 AC 220V，2A，阻性负载；
16 点可参数设置输出，可按通道的各报警点值设定。

3.4 外供电源

DC 24V 电源：用于给变送器供电，最大负载能力≤200mA。

3.5 通讯打印接口（选配功能）

光电隔离

标配 RS232、RS485 通讯；以太网通讯标准需在订货时注明。

通讯速率 9600 设定选择。

配套测试软件，提供参数设置软件和应用软件技术支持。

可选 Modbus RTU 通讯协议与上位机通讯。

3.6 电源条件

AC 220V 供电的仪表：AC 85~265V，功耗小于 20VA；

注：实际功耗与仪表总通道数有关

3.7 环境及其他

工作温度范围：-10℃~50℃

储藏温度范围：-20℃~70℃

工作湿度范围：低于 85%R.H，无结露

仪表的重量：最大约 2.8Kg

3.8 记录时间

记录时间的长短与 FLASH 存储器可用容量(可用容量=总容量-已用容量(内部程序一般为 10M))、记录间隔和输入点数有关，为方便用户日后进行通道扩展，所以将记录通道点数统一设定为 64 通道，计算公式如下：

$$\text{小时} = \frac{(70-2) \times 256 \times 8 \times \text{记录间隔 } S \times 24}{\text{通道数} \times 27 \times 25}$$

● 安装与接线及外形结构

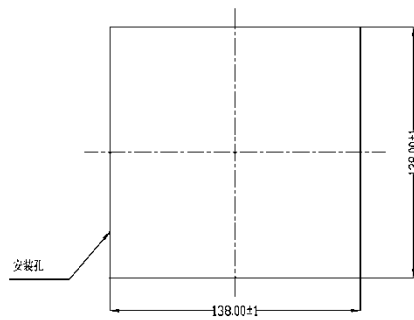
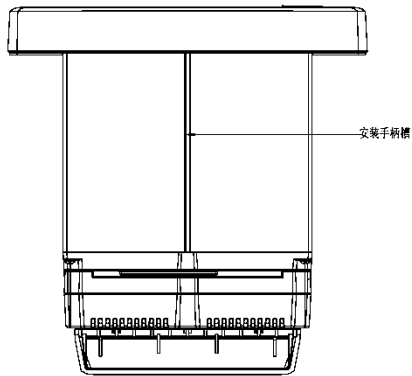
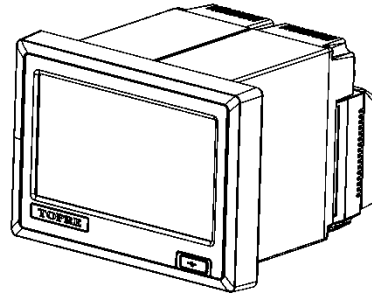
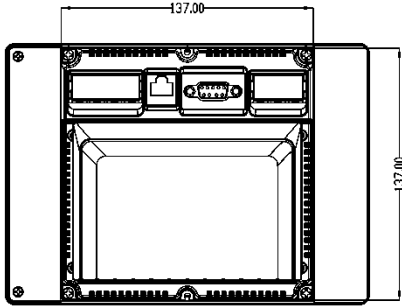
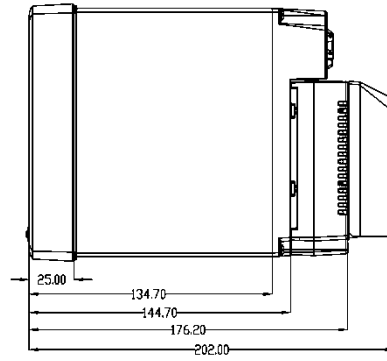
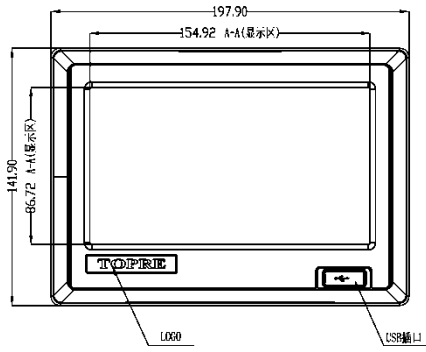
4.1 外形及安装开孔尺寸

❶ 为确保安全，接线必须在断电后进行。

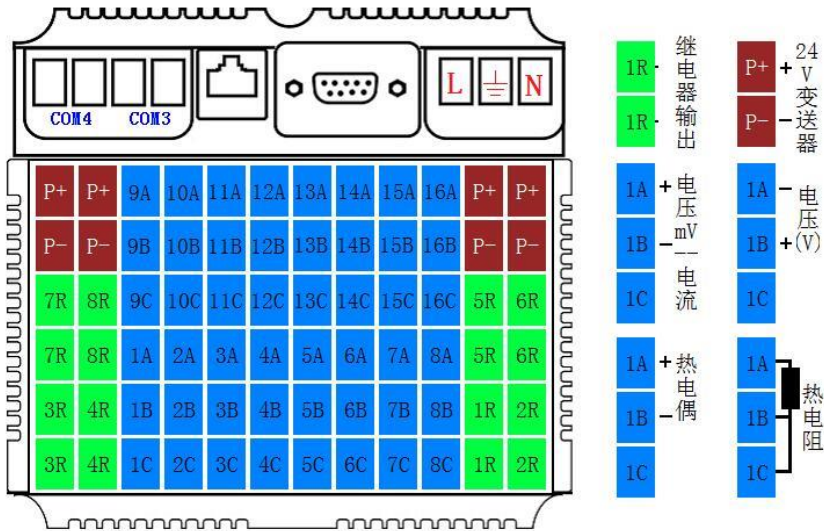
❷ 交流供电的仪表，其⊥（PG）端是电源滤波器的公共端，有高压，只能接大地，禁止与仪表其它端子接在一起。

本说明书给出的为基本接线图，受端子数量的限制，当仪表功能与基本接线图冲突时，接线图以随机说明为准。

仪器尺寸及安装开孔尺寸如下：



4.2 接线端子图



同一颜色，另两根同颜色引线合并接入 A 脚。

● 仪表运行及参数设置

本触摸型数据记录仪具有多个操作显示画面和参数设置界面，显示清晰、信息量大、参数设置方便。用户无需专业培训就可以方便地操作使用仪表。

显示屏款外形如下：



仪器接上电源后显示系统开机界面。开机系统完毕，进入实时数值显示界面。下面分别就仪表的键盘操作、各操作显示画面、各参数设置画面分别加以介绍。

点击设置按钮，可选择进入各参数设置画面。（新机出厂后没有设置密码，直接空着点确定进入）直接确认键后即可进入参数设置。

仪器背面主接线盘为一个6*12位的螺丝接线盘，com3和com4为与其它设备通讯接口。

4.3.2 输入信号接线

热电偶信号输入：A脚接信号输入正，B脚接信号输入负；

电流信号输入：A脚接信号输入正，B脚接信号输入负；

mV信号输入：A脚接信号输入正，B脚接信号输入负；

电压信号输入：A脚接信号输入负，B脚接信号输入正（≥1V以上电压信号）；

电阻信号输入：三线制接A脚单独一根颜色引线，B、C脚分别接同一颜色两根引线；四线制B、C脚分别接

系统参数设置

系统参数设置主要用于设置系统日期、系统时间、存储间隔时间，本机 IP 地址等参数，短信报警电话号码设置，在下面 5.10 有介绍。

仪器参数设置

通道参数设置画面用于设置各个通道的信号类型、工位号、工程单位、量程上下限、滤波常数、流量参数设置（小信号切除、开平方）、累计、报警上上限、报警上限、报警下限、报警下下限等。

通道号及测量单位的修改点击设置，进入参数设置，可以对其进行修改。

信号类型

本仪表支持多种信号类型，其中模拟量信号支持万能输入，改变不同的信号类型，只要改变端子的接线并在此处设置相应的信号类型即可。设定信号类型时请注意要和一次仪表或检测元件的信号一致。

开平方及小信号切除

开平方与小信号切除一起配合使用，小信号切除的范围可设为 0~25.0%。其作用是当测量值较小时，测量误差较大，特别是在 1%以下，精度将大大下降，工程上一般作归零处理。

变送输出

关于变送输出的参数有三个：输出通道，变送输出上限，变送输出下限，输出信号类型在出厂时已设定，这些参数都放在通道参数设置画面中，输出通道号范围是 1~8，使用方式另附说明（订货时说明）。

关于通道的运算功能（虚拟运算通道）

记录仪的通道分为物理通道和虚拟运算通道，物理通道出厂后不可设置或更改，但可以增加运算通道，如取得物理通道间的测量值进行简单的运算来实现，运算的方式有加、减、乘、除。运算参与的通道只能是物理通道。

5.1 运行画面

数据记录仪运行过程中所显示的画面为运行画面，包括数值显示界面、棒图画面、曲线界面；报警界面；及设置按钮、参数设置、系统设置等画面。其中显示界面、棒图画面、实时（历史）曲线画面为常用的基本画面。8 通道的画面中增添了综合界面。屏幕右上角的时间显示为当前的日期及时间。

5.2 开机画面

屏幕会显示点击屏幕进入启动属性窗口，这时我们不需要去点击屏幕，让屏幕直接进入显示开机启动画面。

5.3 显示界面

显示界面可以对当前的状况有比较全面的了解，包括通道名称，测量值，工程量单位，报警指示，报警输出状态等。

5.4（数显）数字显示界面

数显画面分为 64、48、40、32、24、16、8 通道数显画面（8 通道有一个综合显示画面），用户可通过按设置按钮进入参数设置选择通道数目即可实现所需要通道显示数目的显示界面。如下图为 16 通道显示界面。



下图为显示画面单个通道的具体内容，其中包含通道名称、单位、测量值和报警标志四个部分。报警标志从上到下依次为上上限报警、上限报警、下限报警、下下限报警。数值正常时，报警标志为绿色，当超过报警值时，对应的报警标志会由绿色变为红色（或者是：出现报警时，对应的报警标志会由绿色变为红色）报警值可以在参数设置里设置。



点击方框内的区域内会弹出显示该通道基本信息的小窗口，小窗口如上图所示。

显示画面下按钮功能介绍：

在界面底端有六个按钮（保存、显示、棒图、曲线界面、报警界面、设置）。

保存：在参数设置的时候当前设置的参数为初始设置的参数并写入磁盘，防止在参数设置的时候突然断电而丢失设置的参数。（现在的产品已做仪器系统更新，采用自动保存参数的方式，无需使用保存按钮）

曲线界面：切换按钮，按下此按钮可以切换到曲线界面，其中分实时和历史显示画面。

报警界面：切换按钮，按下此按钮可以切换到报警界面，在报警界面下方有一个报警按钮，按此按钮可进入查看历史报警数据，可以选择时间段来进行查看历史报警数据。



设置：显示界面下的设置按钮，通过此按钮可以进入参数设置和系统设置。点击设置选择参数设置（新仪器出厂默认没有密码，密码直接空着点击确定）



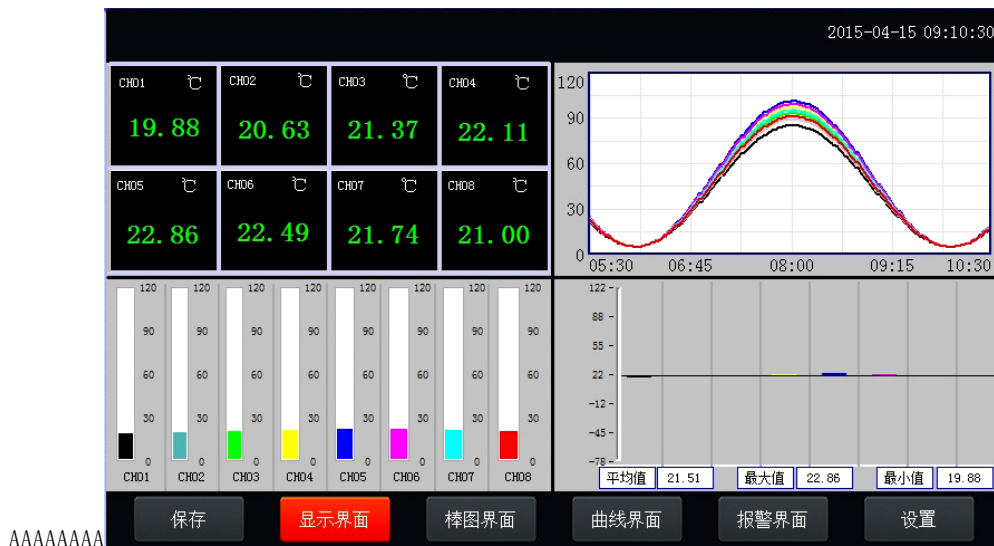
在参数设置界面里面可以对各项参数进行设置，显示通道的数目，通道名称，通道号的类型、量程、单位等各项参数进行设定。对于真空、累积、真空、开方滤波、切除等按钮是针对订制类产品进行设置的，如气体流量，水流量等进行设置的，在流量测试产品中另附说明介绍。

系统设置界面

在此界面下可设置“设置”按钮进入密码，及报警开关，存储间隔时间，仪器系统时间，屏保开关和屏保时间，网口通讯 IP 地址等信息，后面的电话号码是针对订制类机型 GPRS 短信报警用的设置的手机号码，右边有关于系统版本的号的记录，便于售后检修系统的确认；还有关于仪器的一个简短的使用帮助说明。

5.5 综合界面

综合界面只针对“8 通道显示界面”，界面如下图所示。综合界面中将数显界面、实时曲线界面、棒图界面和平均值棒图显示界面综合在一起。给客户一个浏览全局的新体验。



5.6 (棒图)棒图显示画面

棒图界面: 切换按钮，按下此按钮可以切换到棒图界面。棒图画面分为四个画面，分别为“1-16 棒图”、“17-32 棒图”、“33-48 棒图”、“49-64 棒图”四个界面，采用循环翻页模式进行切换页面，下图为 1-16 通道棒图画面

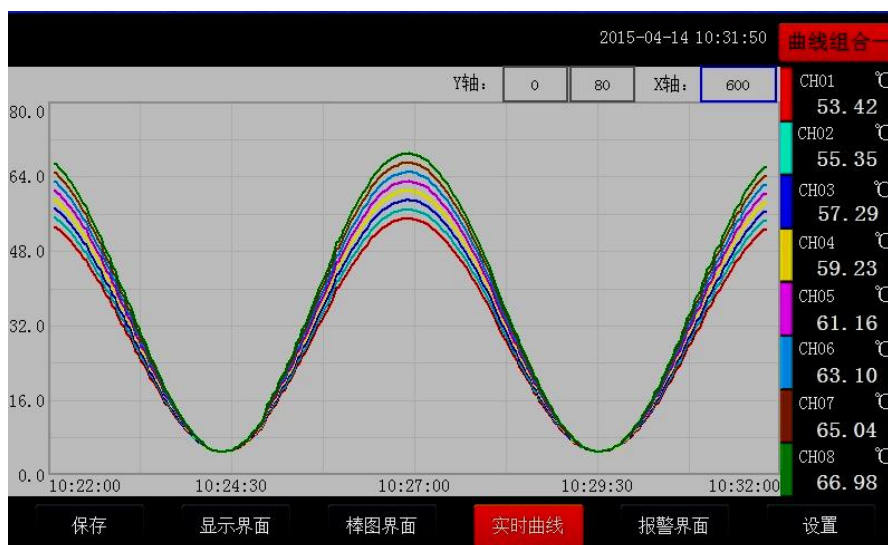


上图显示出棒图界面通道的具体内容，其中包含通道名称，数值和百分比棒图显示。棒图通道也具有报警功能，当通道值大于上限报警值或者小于下限报警值时，百分比填充颜色会变成红色，显示单位为百分比。

棒图界面按钮功能和显示画面界面类同。

5.7 (曲线) 实时曲线画面

当前曲线记录只保留单屏的显示数据，可根据观察的需要，通过改变 Y 轴和时标 X 轴来改变显示刷新的速度，各条曲线一致，并不影响 FLASH 记录的时间间隔。



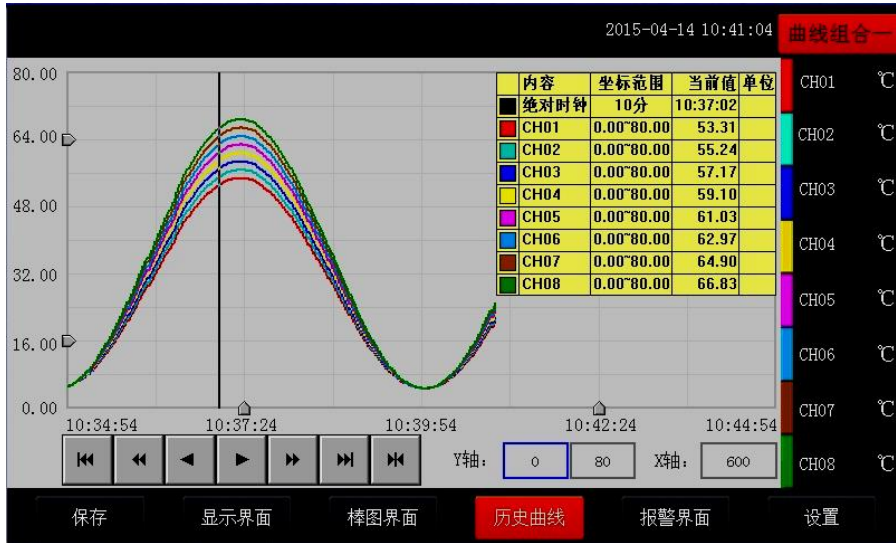
在实时曲线下显示当前通道的测量值，通道号，工位号，工程量单位，曲线的打点间隔，报警状态。

量程的设定：实时曲线画面上方有可以设置 X、Y 轴量程的标签，曲线图会根据你设置的量程做相应的改变。

实时曲线画面按钮功能：底部的按钮类同于显示画面和棒图界面，右上角的按钮为切换按钮，通过它可以查看更多通道的实时曲线和历时曲线。

5.8 历史曲线画面

FLASH 记录用于长期数据保存，一般设置的记录间隔较长；记录间隔从 1 秒到 9999 秒钟来进行选择，各通道的记录间隔一致。根据生产过程的需要，合理设置 FLASH 记录的间隔，兼顾记录间隔与时间的矛盾，可以准确地反映过程参数的变化情况。（设置记录间隔时间在显示界面下的设置按钮进入系统参数测试选择设置记录间隔时间，在下面有介绍）



追忆模式下的时标不能改变，由 FLASH 存储的记录间隔决定。

追忆模式下时间显示为曲线右侧起点的时间。

追忆模式下的报警状态指示仍为实时报警状态而不是记录状态。

读数光标模式用于精确显示追忆曲线各点的数值。光标上方数值为当前通道在光标处的实际数值，同时屏幕右上方时间变为光标所在位置的时间。在光标模式下，不能向前或向后追忆。

如下图所示的按钮，从左到右依次的功能是：向 X 轴左端滚动曲线一页、向 X 轴左端滚动曲线半页、向 X 轴左端滚动一个主划线位置、向 X 轴右端滚动一个主划线位置、向 X 轴右端滚动曲线半页、向 X 轴右端滚动曲线一页、设置。



其余的界面按钮的功能类同于实时曲线显示画面。

注：

1. 如果记录仪曾经掉电，在掉电期间因无数据记录，在追忆时曲线会出现间断，历史数据不会丢失。
2. 若记录仪在运行过程中更改了记录间隔时间，在查询历史曲线时可能会出现间断或历史数据时间不准。

5.9 参数设置界面

通道参数设置画面用于设置各个通道的信号类型、工位号、工程单位、量程上下限、滤波常数、流量参数设置（小信号切除、开平方）、累

积、报警上限、报警下限、报警下下限，继电器输出触点号的选择设定等。



通道数目：是指显示界面显示的通道个数，比如 8、16、24、32、40、48、64 分别表示在一个界面中显示 8、16、24、32、40、48、64 个通道，根据不同的需求设置不同的通道数目。

通道：就是通道选择，选定了某个通道，再设置后面的名称、类型、单位、量程、下下限、下限、上限、上上限、调整都是对该通道属性的设置。

触点：用于设定下限或上限值的报警输出点，用来触发继电器动作的通道号。

名称：通道的名称。

类型：通道的类型。

单位：通道的单位。

量程：通道的量程，设置量程对棒图显示很重要。

上上限、上限、下限、下下限：通道的四个报警值。

调整：对通道值的修正调整，使其显示理想的数值。通过调整 k 值来调整温度的倍数（乘除），调整 b 值可以调整数值的正负值的大小。

按钮功能

清除累积：清除所有的存盘数据。

复制：可以对某个通道的参数设置进行复制。

粘贴：将以复制的通道参数粘贴到当前通道。

数据导出：切换按钮，通过按此按钮进入到“数据导出”界面（将导入的数据的 U 盘插入仪器 USB 端口）。



在数据导出按钮里面含有“快速导出数据”与“导出数据”两个按钮。

快速导出历史数据和导出历史数据的区别：

一、快速导出数据

优点：速度快，当仪器内数据达到上万条时，大概用 30s 的时间就可以将数据全部导出，在快速导出数据时是不支持时间段选择，即导出仪器内全部历史数据。

缺点：1、在导出数据的时间段内仪器将停止数据采集和存储，即除快速导出历史数据进程外，其他的进程都处于休眠状态，当数据导出完成后，他们才会被唤醒执行；2、导出的数据存放在 U 盘数据文件夹中，生成的数据文档需要使用本公司上位机专用软件可打开查阅。

二、数据导出

优点：1、在导出数据阶段，仪器仍然可以执行数据采集存储等功能，即其他的进程仍在执行不需要做休眠处理，同时可以设置选择时间段进行数据导出。2、导出的数据保存在 U 盘根目录下并以时间的方式命名，可以通过 Excel 表格打开查阅（若用上位机软件查阅，则不能改动此文件，否则上位机软件将不能识别该文件）

缺点：导出数据速度较慢，即导出使用的时间比较长，若数据高达上万条，导出数据可能需要十多分钟或者更久。

以上是两者的区别，用户需根据自身需求进行操作。

language：语言的选择切换按钮，可以中英文两种操作语言的切换显示。

5.10 系统参数设置界面

系统参数设置包括：日期、记录间隔、密码设定、网口通讯 IP 设定、设备地址、蜂鸣器报警、温升、屏保、设置、以及手机短信报警设置（订置短信报警功能需与 GPRS 模块联合使用）。



日期：对当前系统的日期和时间进行设置。

记录间隔：数据存盘的间隔，设置记录间隔时间对导出的数据密度有直接影响。

密码设定：点击进入“用户管理器”，可以进行修改用户密码、新增用户、删除用户等操作。

蜂鸣器报警：点击切换开关蜂鸣器报警功能。

屏保设置：设置屏保的开和关，开的状态可以设置屏保的时间，过了设置的时间仪器显示屏就会不亮了，进入节电状态，让显示屏再亮起，只需触控屏幕即可。

温升：这是用于电力电气开关接触器件测温升测试时用的，在测温升的时候，可以选择 ON，正常测温度我们是置 OFF 状态，当选择 ON 状态仪器就会从第二个通道到最后一个通道减去第一个通道的温度值，其它通道的温度值就比**第一通道**温度值上升的一个温度值，此时第一个通道的温度探头要置于空气中。

以太网口通讯功能设置：

10 寸屏记录仪网口通讯 IP 设置：查看路由器说明书，不同型号路由器的 IP 地址不一样，有些是 192.168.1.1，有些是 192.168.0.1；以：192.168.1.1 为例：IP 地址设置为：192.168.1.*，*号可以从 2 到 254 之间，不能设置局域网内已用的 IP 地址。在软件内的 IP 设置与仪器中要一致，目标机端口设为 3000。

短信报警设置：

此功能为订制短信报警功能的仪器所设，配合 GPRS 短信发送模块来发送短信，只要输入需要接收的短信电话号码就可以。

5.11 报警界面

报警界面包括浏览表格和滚动条两个部分显示报警信息。浏览表格可以查询任意时刻的报警数据，滚动条只显示当前报警信息。通过浏览表格右下角的“设置”按钮可以进入“设置时间范围”的小窗口，对其进行时间设置来查询报警信息。



The screenshot displays the alarm interface. At the top right, the date and time are shown as 2015-04-14 11:08:24. Below this is a table with the following columns: 序号 (Serial Number), 开始时间 (Start Time), 结束时间 (End Time), and 报警信息 (Alarm Information). The table contains 9 rows of data, all with a start time of 2015-04-14 11:08:17 and end time of 2015-04-14 11:08:17. The alarm messages are: 通道16高于上限, 通道15高于上限, 通道14高于上限, 通道13高于上限, 通道12高于上限, 通道11高于上限, 通道10高于上限, 通道09高于上限, and 通道08高于上限. Below the table is a '设置' (Settings) button. At the bottom, there is a navigation bar with buttons for 保留 (Keep), 显示界面 (Display Interface), 棒图界面 (Bar Chart Interface), 曲线界面 (Curve Interface), 报警界面 (Alarm Interface - highlighted in red), and 设置 (Settings). A status bar at the bottom of the table area shows: 通道01高于上限 通道02高于上限 通道03高于上限 通

序号	开始时间	结束时间	报警信息
1	2015-04-14 11:08:17		通道16高于上限
2	2015-04-14 11:08:17		通道15高于上限
3	2015-04-14 11:08:17		通道14高于上限
4	2015-04-14 11:08:17		通道13高于上限
5	2015-04-14 11:08:17		通道12高于上限
6	2015-04-14 11:08:17		通道11高于上限
7	2015-04-14 11:08:17		通道10高于上限
8	2015-04-14 11:08:17		通道09高于上限
9	2015-04-14 11:08:17		通道08高于上限

1.14 全自动变比组别测试仪

1.14.1 概述

在电力变压器的半成品、成品生产过程中，新安装的变压器投入运行之前及根据国家电力部的预防性试验规程，要求对运行的变压器进行匝数比或电压比测试，可以检查变压器匝数比的正确性、分接开关的状况、变压器是否匝间短路、变压器是否可以并列运行。传统的变比电桥读数不直观，要进行换算，只能逐相进行测量。全自动变比组别测试仪克服了传统变比电桥测试的缺点，操作简便直观，采用三相精密逆变电源，测试快，准确度高。

1.14.2 功能特点

- 1、 仪器内部采用三相精密逆变电源，而非采用单相的市电电源作为测量电压，消除了测量时候市电电压的谐波影响，测量更准确。工作电源为发电机时，无任何影响。
- 2、 采用三相输出电压，提高测试速度，可以测量相间夹角，自动识别变压器接线组别 0-11。
- 3、 适用变压器种类广，特别适用于 Z 型变、整流变、接地变、电炉变、移相变、平衡变等变压器的测量，测量参数最全面。
- 4、 采用自制精密三相逆变电源，具有高低压反接保护，变压器匝间短路保护，分接开关分合不到位保护，输出全短路保护，增加仪器稳定性。
- 5、 输入额定参数后，可自动测量变压器变比值、误差值和分接开关分接位，尤其对于分接不对称的分接开关，也可准确的测量出变压器分接开关的准确位置，最多可测量 99 个分接点位的分接开关。
- 6、 采用 7 寸高清彩色触屏液晶，模块化显示，每个操作步骤都有中文提示，无需说明书，只看液晶提示即可完成仪器操作。
- 7、 仪器既有打印输出，U 盘接口，也可配备 RS232 接口，便于无纸化办公。
- 8、 采用耐寒耐温，密封防水，防摔防震多功能工程塑料箱，便于野外试验。
- 9、 仪器可以使用安卓手机或平板，关注微信公众号，下载专用 APP，通过专用软件全程控制仪器，测试数据存储上传，方便查阅。

1.14.3 技术参数

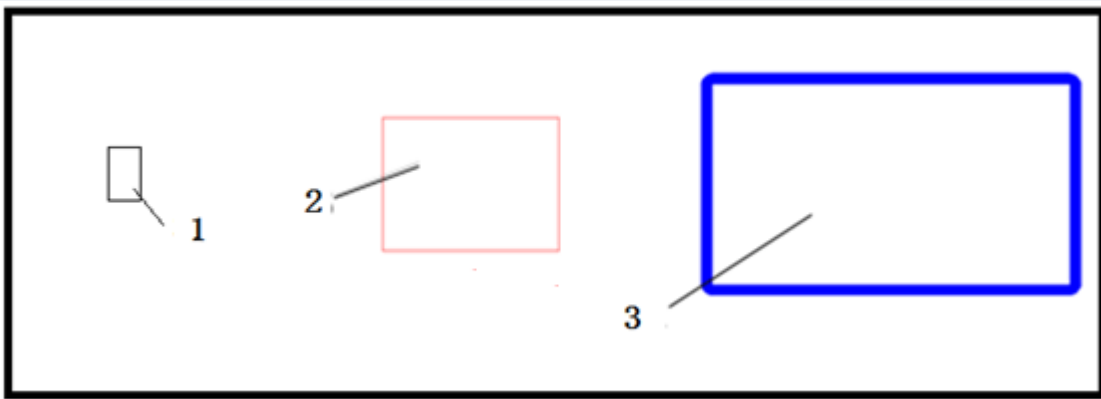
- 1、 测试量程：0.9~10000
- 2、 测量精度： $\pm 0.1\% + 2$ 字 (0.9-500)
 $\pm 0.2\% + 2$ 字 (501-2000)

$\pm 0.5\%+2$ 字 (2001-10000)

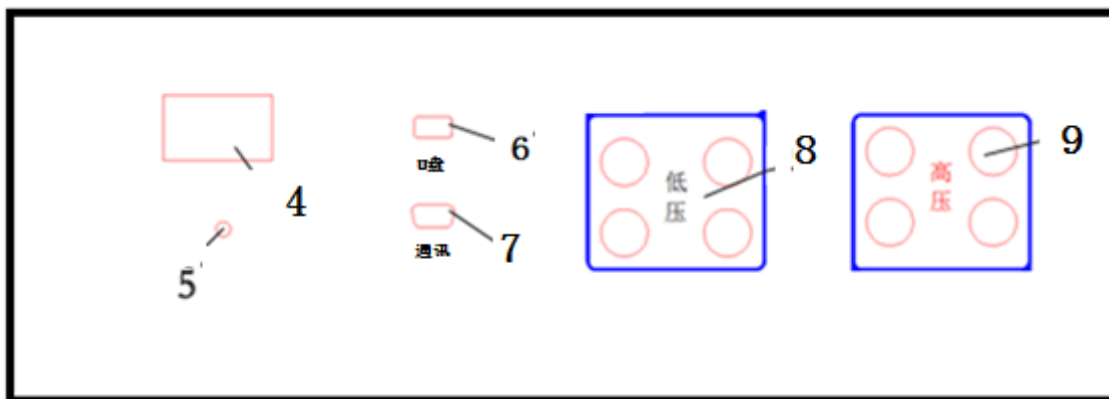
- 3、输出电压：根据负载自动调节
- 4、分辨率：最小 0.0001
- 5、工作电源：AC220V \pm 10% 50 \pm 1Hz
- 6、环境温度：-10 $^{\circ}$ C \sim 40 $^{\circ}$ C
- 7、相对湿度： \leq 85%，不结露

1.14.4 面板说明

前面板：



后面板：



- 1、开关
- 2、打印机：测量完成后打印测试结果。
- 3、显示屏：7寸高清彩色触屏液晶，数字调节背光，显示操作菜单和测试结果。
- 4、AC220V：整机电源输入口，接AC220V工频电源。
- 5、 \perp 保护接地柱。

6、U 盘存储

7、通讯：串口通讯

8、低 压 端：黄、绿、红、黑对应接被测变压器低电压侧 a、b、c、o 三相

9、高 压 端：接测试线黄、绿、红、黑四色接线柱，对应接被测变压器高电压侧的 A、B、C、O 三相。

1. 14. 5 操作说明

(一) 菜单描述，如图一所示



图一


仪器开机后显示如图一所示开机界面，开机界面共有六个功能选项，包括：【三相测量】，【单相测量】、【Z 型变】、【时间设置】、【数据查询】、【系统设置】六个功能选项，点击任意功能按键进入设置。

(二)、三相测量界面：



图二

1、点击【三相测量】进入三相测量界面，文本框可弹出输入键盘，可输入特殊的值，标准的

值可以按右侧  按钮更改；

- 2、单相测量、z 型变、和三相测量设置方法基本相同，不再赘述；
- 3、测试完成界面如图三所示：

变比测试			
相别	变比	误差	角度
A 相	3.4842	-7.088%	29.36°
B 相	3.4765	-7.293%	29.77°
C 相	3.4861	-7.037%	29.53°
当前变比:3.7500		分接值:-85.00%	
联结方式:YN/d-1		分接位:26.00	

测试
存储
打印
返回

三相测试完成 13:43:04

图三

- ◆测试完成按【返回】键回到开机界面，点击【测试】键重新测试，点击【存储】键，将数据存储到仪器和U盘中，点击【打印】键可以打印测试数据。
- ◆匝比测试：在完成测试界面图三中，点击【变比】自由切换成【匝比】，匝比数据即时更新，如图四

变比测试			
相别	匝比	误差	角度
A 相	2.0116	-7.088%	29.36°
B 相	2.0071	-7.293%	29.77°
C 相	2.0126	-7.037%	29.53°
当前匝比:2.1650		分接值:-85.00%	
联结方式:YN/d-1		分接位:26.00	

测试
存储
打印
返回

13:43:04

图四

- 4、点击【时间设置】进入时间设置界面如图五所示：

时间: 2020-05-10 13:43:04

年: 20 时: 13

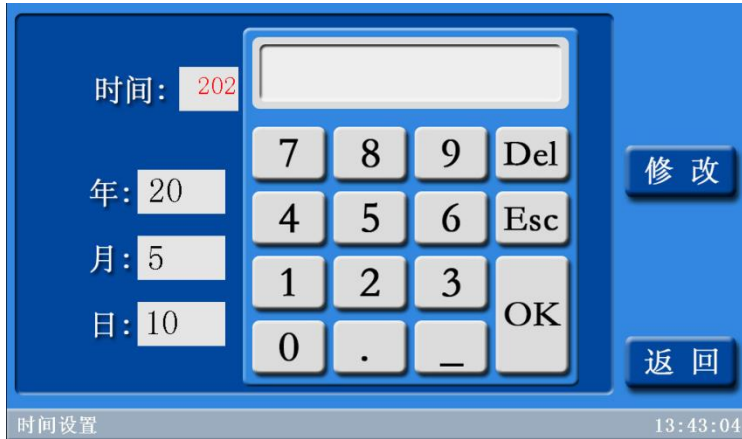
月: 5 分: 8

日: 10 秒: 10

修改
返回

时间设置 13:43:04

分别点击【年】【月】【日】【时】【分】【秒】均会弹出键盘可设置时间，输入数值后点击“Del”（可删除已输入值），点击“Esc”（不保存已输入值并退出键盘），点击“OK”（保存已输入值并退出键盘），再点击【修改】可更新修改时间。如图六所示，



图六

5、 点击【数据查询】进入查询界面如图七所示：

额定高压 10.00kV	额定低压 0.400kV	调压比值 0.500%	额定分接 3	测试时间 2019-1-	上一条
联结方式 YN/yn-0	测量方式 三相组别	测试类型 三相变压器	名称 变比测试		
相别	变比	误差	角度	下一条	
A相	25.000	0.000%	0.000°		
B相	25.000	0.000%	0.000°		
C相	25.000	0.000%	0.000°	转存	
当前变比	分接值	分接位	打印		
25.000	0.00%	3			
			返回		

图七

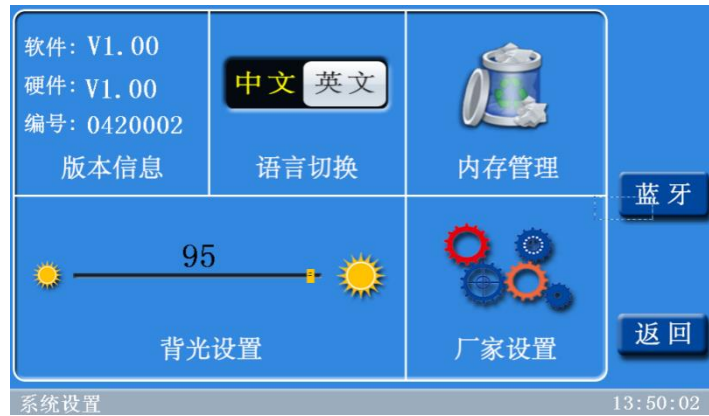
【变比】 点击变比按钮可切换成匝比数据

【上一条】 【下一条】 可以查看和打印历史数据；

【转存】 是将当前数据存储到U盘；

【打印】 打印当前测量数据

4、 【系统设置】 界面如下图：



图八



图九

系统设置如图八所示：

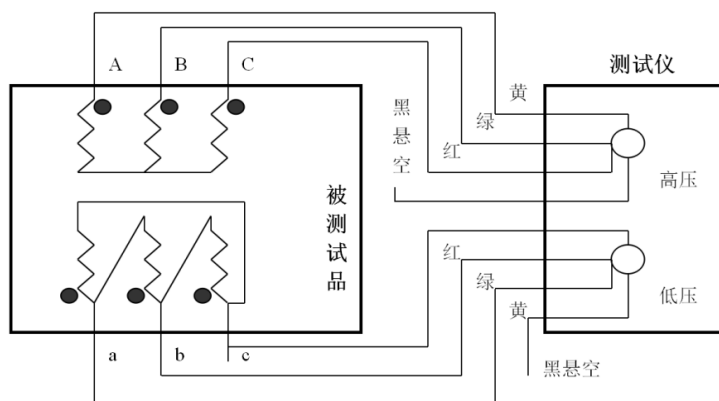
内存管理：点击“内存管理”显示“清空数据”和“取消”。

厂家设置：仪器内部参数设定，需要密码输入，使用者无需修改。

蓝牙：点击“蓝牙”弹出二维码（如图九），用手机内下载的对应该软件扫描二维码，实现手机全程控制仪器。

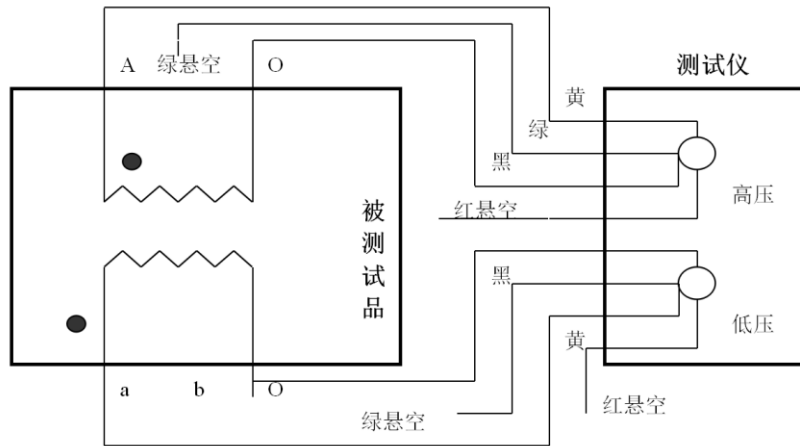
1.14.6 接线说明

1、三相变压器 Y-d-11，电压组合 $110 \pm 8 \times 1.25\% / 10.5$ 的变压器。按图十进行接线。



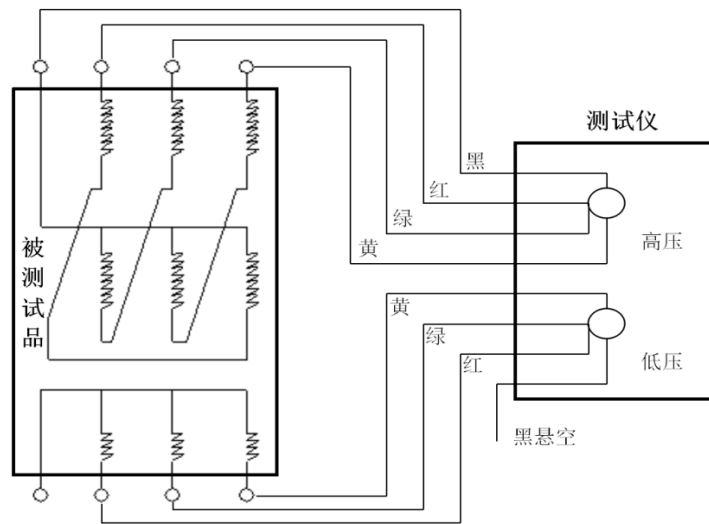
图十

2、单相变压器，电压组合 $525/\sqrt{3}\pm 4\times 2.50\%/20$ ，按图十一进行接线



图十一

3、Z 型变，接线按图十二进行接线



图十二

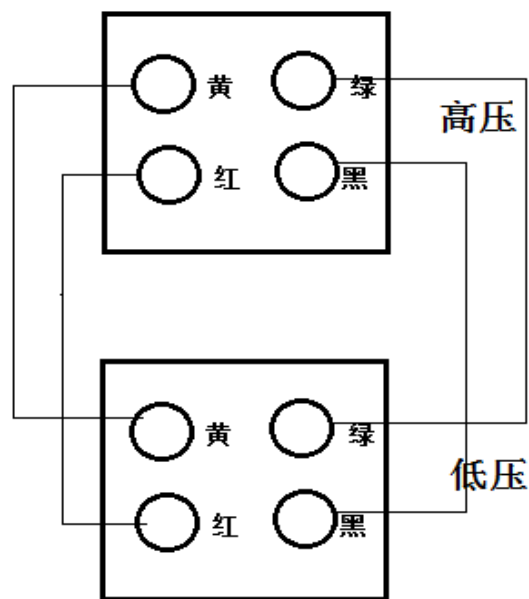
1. 14. 7 注意事项

- 1 对于具有多个分接点的变压器，等分接级，分接类型，额定高、低压电压值的输入，是为了使测试结果可以自动计算出误差值，以及分接开关所处的分接位，一旦额定数据输入，则测试各个分接点时都可以自动计算出该点的误差值以及该点是哪一个分接点(即分接位是几)，不必再做数据改动。
- 2 等分接级，也有叫做分接距离的，电压组合 $110\pm 8\times 1.25\%/10.0$ 的变压器，1.25%即等分接级。

- 3 分接类型，电压组合 $110 \pm 8 \times 1.25\% / 10.0$ 的变压器，等分接级为 8+1 即 9，即输入额定接位皆可，这样对于额定分接位置不在中间点的变压器，对于分接位置的测量也不会出现错误。
- 4 变比，给试品施加三相电时，所测得的高压与低压的电压比值关系，匝比则是高压与低压绕组所绕圈数的比值关系。对于高压是星形联结（不论是否具有中性点），低压是三角形联结的变压器来说，变比值是匝比值的 $\sqrt{3}$ 倍。对于低压是星形联结（不论是否具有中性点），高压是三角形联结的变压器来说，匝比值是变比值的 $\sqrt{3}$ 倍。
- 5 对于带中性点的变压器，如 YN-d-11 的变压器，按 YN-d-11 测量和按 Y-d-11 测量，结果有偏差，理论分析按 Y-d-11 更好。
- 6 有载分接开关 19 档的变压器，若 9、10、11 分接是同一个值，仪器输入分接类型时应输入 9。
- 7 分接开关在低压侧的变压器，显示分接位置 and 实际分接位置倒置。
- 8 电压等级低的变压器，当输入电压值有效位数不够用时，可将高低压电压同时乘 10 或 100 等常数后输入。
- 9 测试单相变压器时，只要将测量选项选为“单”即可。

1. 14. 8 仪器常见问题及检查方法

当测试出现不正常时，可以采用以下方法进行自检，接线如下图所示：



接好线后联结方式选择 Y-y-0 或 D-d-0，然后按确认键启动测量，测量值为 1.0000，以上显示说明仪器正常，否则为仪器有问题。

若无短接线也可以将测试线的高压侧黄、绿、红、黑接线钳对应低压侧黄、绿、红、黑接线钳短接在一起（短接时注意钳子引线的位置，有线的那一端要可靠的

接在一起)。

1.14.9 保管及售后服务

- 1 仪器及其配套设施应于室内保存，其环境温度为 0℃~40℃，相对湿度为 30%~80%，且空气中不应含有引起腐蚀的有害物质。
- 2 仪器自购买之日起一年内，属于公司的产品质量问题免费维修，终身提供保修和技术服务。如发现仪器有不正常情况或故障请与公司及时联系，以便为您安排最便捷的处理方案，并为您提供最快的现场服务。

1.15 绝缘电阻测试仪

绝缘电阻测试仪又名兆欧表、高压兆欧表、高压绝缘电阻测试仪等，专用于试验室或现场做绝缘测试。本仪表具有 LCD 大屏幕灰白背光显示、数据存储、数据查阅等功能。同时还具自动计算吸收比和极化指数，并自动储存 15 秒、30 秒、1 分钟、10 分钟数据。分辨率高，操作便捷，携带方便，准确、可靠、性能稳定，抗干扰能力强。而且具有防震、防尘、防潮结构，是电信、电力、气象、机房、油田、机电安装和维修以及利用电力作为工业动力或能源的工业企业部门常用而必不可少的仪表。它适用于测量各种绝缘材料的电阻值及变压器、电机、电缆及电器设备等的绝缘电阻。数字绝缘电阻表由中大规模集成电路组成，内含高精度微电流测量系统、数字升压系统、自动放电电路。只需要用一条高压线和一条信号线连接被测物即可测量。测量自动进行，结果由大屏幕显示，并将结果进行存储。额定输出测试电压范围 250V~5000V，绝缘电阻测量范围 0.01MΩ~5.00TΩ。直流电压测量范围 0V~1000V DC，交流电压测量范围 0V~750V AC。

1.15.1 技术规格

2. 交直流电压量程和精度

测量电压	测量范围	精度
交流电压	0.01V~750V	±2%rdg±3dgt
直流电压	0.01V~1000V	±2%rdg±3dgt

3. 一般规格

功 能	绝缘电阻、极化指数、吸收比、交直流电压测试；自动放电功能；环境温度测试；时钟功能
电 源	DC 14.8V 2200mAh 可充锂电池，电池充满约 16.8V
试验电压	设定范围：250V、500V、1000V、2500V、5000V
短路电流	≥5mA (≥10mA、≥3.5mA、≥1.5mA 选型)
接线方法	L 接线端：“L”称为高压输出端，称为线路端，引至被测物的一端
	G 接线端：“G”称为屏蔽端，用于三电极法测量绝缘材料或电缆的绝缘电阻，它接至电极保护环端
	E 接线端：“E”称为地端，接至被测物的地、零端。例如电机外壳金属、变压器铁芯、电缆屏蔽层
	V 接线端：交直流电压测量端（交直流自动识别）
分辨率	绝缘电阻：0.01MΩ
	交流电压：0.01V
	直流电压：0.01V
测量时间	1 分钟~30 分钟（与测量方式有关，可设置）

背 光	可控白屏背光，适合昏暗场所使用
换 挡	全自动换档
LCD	4 位 LCD 显示，白屏背光
LCD 尺寸	128mm×75mm
LCD 显示域	124mm×67mm
测量指示	测量中 LED 闪烁指示，进度棒图指示
充电指示	充电时充电器上的指示灯亮红色，充满后亮绿色
尺 寸	仪表尺寸：长宽高 258mm×215mm×83mm
标准测试线	红色高压测试棒 1 根，绿色、黑色测试线各 1 根
电池电压	实时显示电池剩余电量，低电量时请及时充电
通讯接口	具有 USB 接口，存储数据可以上传电脑，保存打印
通 讯 线	USB 通讯线 1 条，长 1.5m
工作电流	待机：25mA Max(背光关闭)；背光：25mA Max(单独背光耗电)；测量时：450mA Max(背光关闭)
质 量	仪表：1.79kg(含电池)
	总质量：3.50kg(含包装)
工 具 包	黄黑双色工具包，方便携带，视觉效果佳
工作温湿度	-10℃~40℃；80%rh 以下
存放温湿度	-20℃~60℃；70%rh 以下
耐 压	AC 3700V/rms(外壳前后两端之间)
绝缘电阻	20MΩ 以上(底盖螺钉与上盖之间 500V)
电磁特性	IEC61326(EMC)

1. 绝缘电阻测量量程和精度

输出电压	测量范围	精度
250V (15%) 直流	0.01MΩ~2.50GΩ	±3%rdg±5dgt
	2.50GΩ~250 GΩ	±15%rdg±5dgt
500V (10%) 直流	0.01MΩ~5.00GΩ	±3%rdg±5dgt
	5.00GΩ~500 GΩ	±15%rdg±5dgt
1000V (10%) 直流	0.01MΩ~10.00GΩ	±3%rdg±5dgt
	10.00GΩ~1.00 TΩ	±15%rdg±5dgt

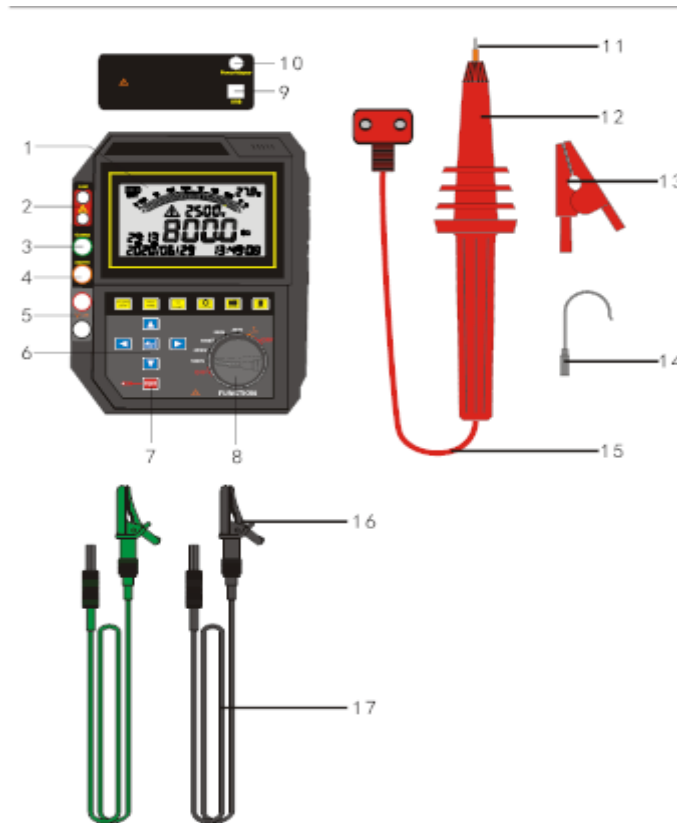
2500V (10%) 直流	0.01MΩ~25.0GΩ	±3%rdg±5dgt
	25.0GΩ~2.50TΩ	±15%rdg±5dgt
5000V (10%) 直流	0.01MΩ~50.0GΩ	±3%rdg±5dgt
	50.0GΩ~5.00TΩ	±15%rdg±5dgt

1.15.2 结构

1、LCD

2、LINE 接口

3、GUARD 接口



4、EARTH 接口

5、V 电压测试接口

6、功能按键

7、测试键和测试指示灯

8、转盘开关

9、USB 接口

10、充电接口

11、高压棒接口

12、高压棒

13、高压棒夹子

14、高压棒钩子

15、高压棒引线

16、

测试线夹子

17、测试线

1.15.3 操作

1. 基本操作

开关机：

用户通过转动 FUNCTION 旋钮开关进行仪表的开关机操作。

FUNCTION 旋钮开关转到其中一个功能档位，仪表开机，转动到 OFF 档位，仪表关机。

旋钮开关转到某个档位，LCD 显示相应的功能界面，若开机后 LCD 不显示，可能电池电量不足，请充电。本仪表无自动关机功能，测试完请旋到 OFF 位置关机。

绝缘电阻测量：

选择档位：转动 FUNCTION 到 5000V/2500V/1000V/500V/250V 档位，仪表进入相应电压档位的绝缘电阻测试。

选择好档位后，长按 TEST 键 3 秒，仪表输出相应电压，开始测量绝缘电阻。LCD 显示当前的输出电压值及绝缘电阻阻值，测量指示灯长亮后，开始闪烁，每隔 2 秒伴有“嘀”的提示声，测量时间结束或者再次按下 TEST 键，仪表停止测量，自动保存数据并进入 HOLD 数据保持界面。

数据保存：

完成一次绝缘电阻测量，仪表自动保存当前的测量数据。仪表最多可以存储 1000 组数据。超过 1000 组后，自动从第 1 组重新开始存储并覆盖掉之前存储的数据。

电压测量：

转动 FUNCTION 到 V 档位，进入电压测量，自动判断交直流电压。

极化指数和吸收比显示：

在 HOLD 界面下，按下 PI/DAR DISP 键，切换显示 PI、DAR1、DAR2。

测量时间设置：

测量绝缘电阻界面，按 TEST TIME 键，进入测量时间设置界面，按左、右箭头键，可移动光标，按上、下箭头键改变测量时间，按 ENTER 键，测量时间会自动保存并退出，若测量时间为 0，则不会自动停止测量。

背光灯：

按 LAMP 键，开关 LCD 背光。

日期时间设置：

按下 CLOCK 键，进入日期时间设置界面，按左、右箭头键，可移动光标，按上、下箭头键改变时间，从而更改日期时间的数值，按 ENTER 键，日期时间会自动保存，并返回测试界面。

数据查阅：

按 READ 键，进入数据查阅界面，短按上、下箭头键可翻阅数据，长按上、下箭头键快速翻阅，按 PI/DAR DISP 键，可依次查看该组数据下保存的极化指数和吸收比，按 READ 键退出。

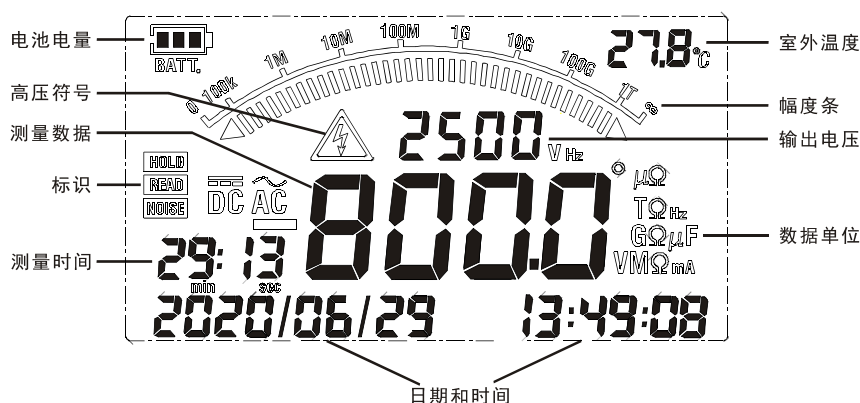
数据删除：

在数据查阅界面，按 DEL 键，进入数据删除界面，按左、右箭头键，选择 Yes 或 No，按 ENTER 键删除数据或退出删除模式，数据删除后将不能恢复，请谨慎操作。

数据软件：

将 USB 线的一端接入仪表的 USB 接口，另一端接入电脑的 USB 接口。打开数据软件，通过软件可对当前的仪表测量数据进行读取和显示，并且具有历史数据读取、查阅、保存、打印等功能。

液晶界面介绍：

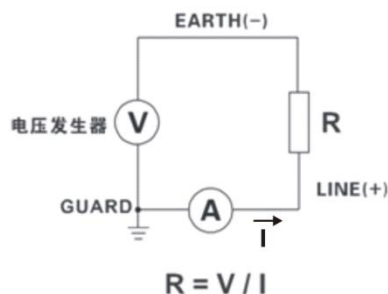


2. 绝缘电阻测量详细操作

注 意	有电，危险！必须由经培训并取得授权资格的人员操作，操作者必须严格遵守安全规则，否则有电击的危险，造成人身伤害或设备损坏。需戴上高压绝缘手套进行操作。
	绝缘电阻测量只能在不带电的电路上进行，测量前请检查测试线路导线是否完好，及被测电路是否带电，线路带电可能会损坏仪表并且影响测量精度。
	长按 TEST 按键，开始测量绝缘电阻，其测试线端头和被测回路中都会产生高压，测试时不能触摸测试线或被测物，以免触电。
	请务必将接地线（黑色）连接被测回路的接地端口。
	测试完毕后，请勿立刻触摸电路。存储的电荷可能导致触电事故。
	测试完毕后，请勿立刻取下测试线，必须等放电完成后再碰触被测回路。
	为了保证测量精度，测量时不要把测试线缠绕在一起。
	为了保证测量精度，测量时请勿用手触碰仪表外壳。

2.1. 测量原理

绝缘电阻测量采用电压发生器产生一个电压 V ，施加到电阻两端，通过测量在电阻两端流动电流 I ，并根据公式 $R=V/I$ 计算电阻值 R 。



2.2. 绝缘电阻测量接线

注意：绝缘电阻测试只能在不带电的电路上进行，测试前应检查测试导线是否良好，确认被测回路是否带电。

测试前：测试线先与仪表连接，再与被测物体连接，再开机。

测试后：放电完毕后，先关机，测试线撤离被测物体，从仪表上拔出测试线。

1、红色高压棒接口接上红色的夹子或钩子，将插头接入仪表的红色 LINE 端；黑色测试线的插头插入仪表的黑色 EARTH 端；绿色测试线的插头插入仪表的绿色 GUARD 端。

2、测量电气产品元件之间的绝缘电阻时，可将高压棒夹子（LINE）和黑色测试线夹子（EARTH）接在任一组被测设备的线头上进行，如测量发电机相间绝缘电阻时，高压棒夹子和黑色测试线夹子夹住其中两相，三相可轮流交换，空出的一相应接地。如下图所示：



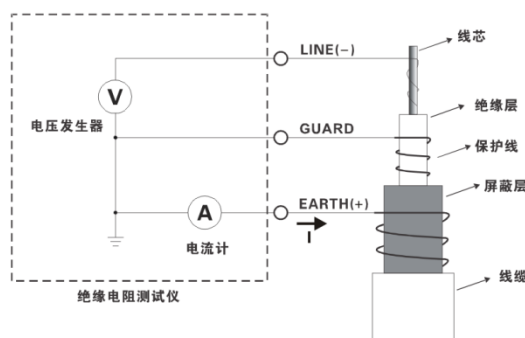
3、测量绝缘电阻时，红色高压棒夹子(LINE)接在被测设备上；黑色测试线夹子（EARTH）接在被测回路接地端，即被测设备的外壳或者大地。绿色测试线夹子（GUARD）接在被测试物的屏蔽部分或者其他不参与测量的部分，以消除表面泄漏电流的影响（详见“屏蔽端 GUARD 线的使用方法”相关内容）。如下图所示：



注意：在接线时严禁将LINE与GUARD长时间短路，以免发生过载现象！

2.3. 屏蔽端 GUARD 线的使用方法

测量电缆的绝缘电阻时，覆盖表面的泄漏电流通过绝缘体内部与电流汇合，造成绝缘电阻值误差的产生。为避免此种现象的发生，使用保护线（任何导电性裸线）将泄漏电流流经部分卷起来，与绿色测试线（GUARD）相接，泄漏电流不流过指示计，可准确测量绝缘体的绝缘电阻。当空气相对湿度大于 80%，或仪表输出测量电压大于等于 2500V 时，被测设备也需要接上绿色测试线（GUARD），从而消除泄露电流。如下图所示：



3. 绝缘电阻测量

3.1. 仪表测量操作

按照上述方法接好线后。转动 FUNCTION 旋钮开关选择需要的测试电压，长按 TEST 键，听到“嘀”的报警声后松开按键，仪表的 LINE 端输出相应测试电压，LCD 中框上方显示高压警告符号和实际输出的电压；测量指示灯长亮后，开始闪烁；每隔 2 秒伴有“嘀”的报警声，测量时间开始减少，仪表开始测量设备的绝缘电阻。

当测量时间达到设定值或者再次按下 TEST 按键，仪表停止测量并停止输出电压，伴有“嘀嘀”两声报警声，LCD 中框左侧显示数据保持 HOLD 标识和测量所用的时间，中框下方显示当前的测量结果。

测量结束后，仪表自动保存当前测量结果，并进行极化指数 (PI) 和吸收比 (DAR) 的计算。仪表自动放掉被测设备上的残留高压电，放电完成后，高压符号会消失。在没有任何操作前，仪表会停留在 HOLD 界面，一直显示上次测量的结果。再次长按 TEST 键，可进行下一次测量。

警告：测试过程中，严禁触摸高压棒前端裸露部分以免发生触电危险！测试完毕后，请勿立刻触摸电路或取下测试线。存储的电荷可能导致触电事故。必须等放电完成后再碰触被测回路。

3.2. 极化指数 (PI) 和吸收比 (DAR)

极化指数 (PI) 和吸收比 (DAR) 作用：

极化指数 (PI) 和吸收比 (DAR) 是检查绝缘体的泄漏电流的时间是否增加的试验。确认施加时间的同时泄漏电流没有增加。仪表自动计算极化指数 PI 和吸收比 DAR 值，极化指数 PI 和吸收比 DAR 都表示被测物承受测量电压后一段时间内绝缘电阻的变化情况。

极化指数 (PI) 和吸收比 (DAR) 区别：

对于一般的绝缘体测试，如外壳绝缘、工具手柄等一般在较短时间能测试出随施加电压时间增加漏电流是否增加情况，所以一般用较短时间的试验就能测试出来，短时间测试的绝缘电阻比值 DAR 称为吸收比（具体测试时间见下面公式），但对于大容量和吸收过程较长的被测品，如变压器、发电机、电缆、电容器等电气设备，有时吸收比值 (DAR) 尚不足以反映吸收的全过程，可采用较长时间的绝缘电阻比值，即 10 分钟时的绝缘电

阻 (R_{10min}) 与 1 分钟时的绝缘电阻 (R_{1min}) 的比值 PI 来描述绝缘吸收的全过程, PI 称为极化指数。

PI 和 DAR 值通过下面的公式计算:

$$PI(\text{极化指数}) = \frac{R_{10\text{ Min}}}{R_{1\text{ Min}}}$$

$$DAR1(\text{吸收比}) = \frac{R_{60\text{ Sec}}}{R_{15\text{ Sec}}}$$

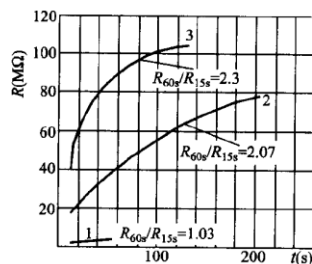
$$DAR2(\text{吸收比}) = \frac{R_{60\text{ Sec}}}{R_{30\text{ Sec}}}$$

- 注:
1. R_{10min} =电压施加 10 分钟测量的电阻值。
 2. $R_{1min}=R_{60Sec}$ =电压施加 1 分钟测量的电阻值。
 3. R_{30Sec} =电压施加 30 秒测量的电阻值。
 4. R_{15Sec} =电压施加 15 秒测量的电阻值。
 5. DAR 的计算时间可以选择 15 秒或 30 秒。

极化指数 (PI) 和吸收比 (DAR) 应用:

在工程上, 绝缘电阻和吸收比(或极化指数)能反映发电机、油浸式电力变压器等设备绝缘的受潮程度。绝缘受潮后吸收比(或极化指数)值降低(如图 1), 因此它是判断绝缘是否受潮的一个重要指标。

应该指出, 有时绝缘具有较明显的缺陷(例如绝缘在高压下击穿), 吸收比或极化指数值仍然很好。吸收比或极化指数不能用来发现受潮、脏污以外的其他局部绝缘缺陷。



1—干燥前 15℃; 2—干燥结束时 73.5℃; 3—运行 72h 后, 并冷却至 27℃

图 1 某台发电机绝缘电阻 R 与时间 t 的关系

极化指数参考判定值:

极化指数	4以上	4~2	2.0~1.0	1.0以下
判定	最好	良好	要注意	不良

吸收比参考判定值:

吸收比	1.4以上	1.25~1.0	1.0以下
判定	最好	良好	不良

极化指数 (PI) 和吸收比 (DAR) 的查阅:

绝缘电阻测量完毕后, 按下 PI/DAR DISP 键, 仪表进入极化指数 (PI) 和吸收比 (DAR1/DAR2) 的显示界面。LCD 显示相应的标识 (标识的含义请查看下方的注意事项), 和显示相应的比值。刚进入界面时, 默认显示极化指数 (PI) 的内容; 再次按下 PI/DAR DISP 键, 切换显示吸收比 (DAR1) 的内容; 再次按下 PI/DAR DISP 键, 切换显示吸收比 (DAR2) 的内容; 再次按下 PI/DAR DISP 键, 退出当前界面, 返回到转盘档位所在的测试界面。

注意事项:

- 1、PI 标识代表显示的数值为极化指数;
- 2、DAR1 标识代表显示的数值为 R60Sec/R15Sec 的吸收比;
- 3、DAR2 标识代表显示的数值为 R60Sec/R30Sec 的吸收比;
- 4、要显示 PI 值, 测量绝缘电阻的时间必须超过 10 分钟;
- 5、要显示 DAR 值, 测量绝缘电阻的时间必须超过 1 分钟;
- 6、如果在测量时间结束前停止测量, 那么屏幕会显示 “----”;
- 7、如果测量电阻为 0 或者测量阻值超出测量范围, 那么屏幕会显示 “----”;
- 8、如果 PI 或 DAR 的值大于 9999, 那么屏幕会显示 “OL”。

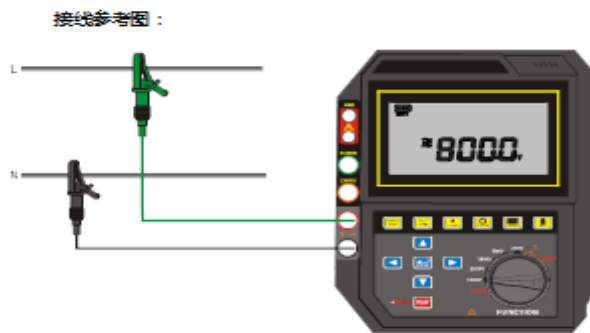
4. 电压测量

注 意	输入仪表的直流电压不能超过 1000V
	输入仪表的交流电压不能超过 750V

- 1、转动 FUNCTION 旋钮开关到 V 档位。
- 2、将绿色测试线的插头插入仪表的 V 红色端口, 黑色测试线的插头插入仪表的 V 黑色端口。
- 3、绿色测试线的夹子夹住被测物体, 黑色测试线夹住被测物体的系统地。如果是家用电缆, 则绿色测试线夹住火线, 黑色测试线夹住零线。
- 4、仪表会自动对被测电压进行判断, 并显示测试的电压值。如果测试直流电压, LCD 左侧会显示 DC 标识, 代表测试电压为直流电, LCD 中框显示直流电压值。如果测试交流电压, LCD 左侧会显示 AC 标识, 代表测试电压为交流电, LCD 中框显示交流电压值。如果测试物体没有电压, 则显示 0V。

注意: 对地测试电压, 请小心触电或引起其他设备漏电跳闸。该电压测量可当一般的万用表交直流电压测量使用, 请确认被测直流电压不超过 1000V, 被测交流电压不超过 750V。

接线参考图：



1.16 高压标准电流互感器

1.16.1 用途

作为标准用来检定比其低两级或两级以下准确等级的电流互感器，或做其他精确测量之用。

1.16.2 结构

电流互感器是由一次绕组和二次绕组组成，其原理如图 2 所示。

接线时严格参照接线牌所给出的电流比进行接线。 L_1 与 K_1 分别是一次、二次绕组的极性端，当需要穿心时 L_a 为级性端。

1.16.3 技术指标

温度：-5 — +40℃

湿度：<80%

容量：1VA

功率因数：0.8

工作电压： $3/\sqrt{3}$ kV

一二次耐压：4kV

允许额定电流下长期工作

额定电流比：2.5、5、10、20、30、50、100、200/1A

准确等级：0.05 级

1.16.4 自校

若电流互感器有 5/5 或 1/1 电流比时，则可经常进行自校，以考核其准确度。自校线路附图 3 所示。

图中 T_x 为电流互感器， Z 为负荷箱。

1.16.5 检定

该电流互感器检定比其低两级或两级以下准确等级的互感器时，其线路附图 4 所示。

图中， T_0 为标准电流互感器， T_x 为被检电流互感器， Z 为被检电流互感器所带的负荷。

1.16.6 注意事项

- 6.1. 检定电流互感器时，标准电流互感器与被检电流互感器电流比必须相同。
- 6.2. 严格按照图中所给出的线路接线。

- 6.3. 检定互感器之前，须先测试负荷箱是否准确。
- 6.4. 检定过程中，严禁二次绕组开路。
- 6.5. 检定互感器之前需选退磁，建议使用闭路退磁，退磁完毕在切断电源之前，应将二次绕组短接。
- 6.6. 带升流器电流互感器的接线原理图与上述的接线图大致相同，只是升流器的输出绕组与互感器的一次绕线是同一绕组，其余均相同。

1.16.7 售后服务

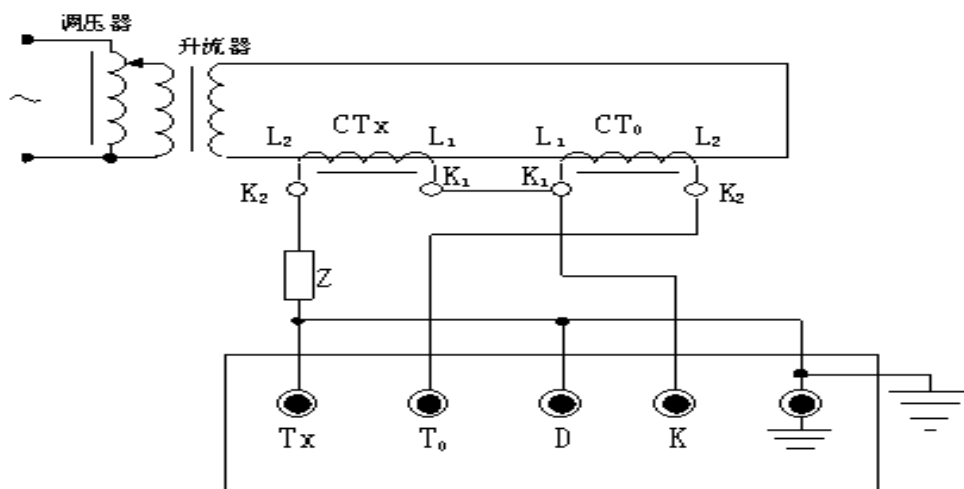
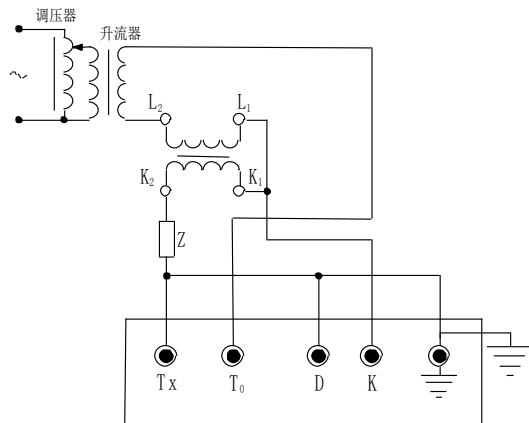
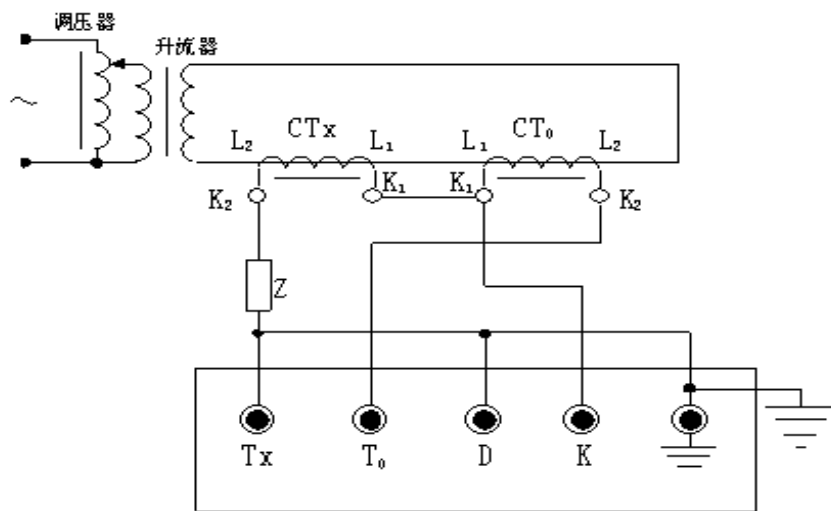
凡购买此仪器的用户均享受以下的售后服务：

- 7.1.1. 仪器自售出之日起一个月内，如有质量问题，由我公司免费更换新仪器，但用户不能自行拆机。
- 7.1.2. 仪器一年内凡质量问题由我公司免费维修。
- 7.1.3. 仪器使用超过一年，我公司负责长期维修，适当收取材料费。
- 7.1.4. 若仪器出现故障，应请专职维修人员或寄回本公司修理，不得自行拆开仪器，否则造成自损我公司不負責任。

1.16.8 附图

- 1、升流器结构原理图
- 2、电流互感器结构原理图
- 3、电流互感器自校线路图
- 4、电流互感器检定线路图





1.17 高压标准电压互感器

1.17.1 主要特点

0.5/ $\sqrt{3}$ ~ 2/ $\sqrt{3}$ kV 精密电压互感器是高电压等级, 高准确度的电压互感器, 可实现校验比其低两个或两个以下准确等级的电压互感器, 或做其他精确测量之用. 0.1/ $\sqrt{3}$ kV 时可带 1VA 的二次负荷, 可完全满足电压互感器的检定要求。

1.17.2 技术指标

温度: -5 — +40℃

湿度: <80%

容量: 1VA

功率因数: 1.0

允许额定电压下长期工作

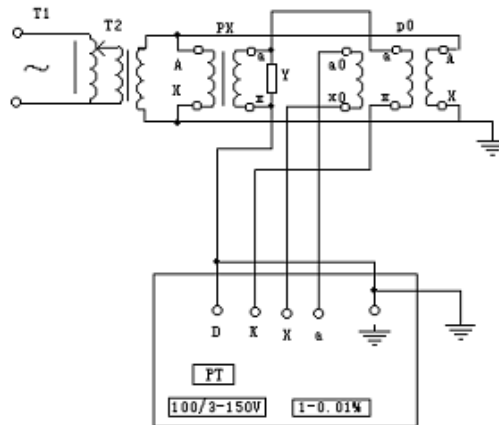
额定电压比: 0.5/ $\sqrt{3}$ 、1/ $\sqrt{3}$ 、2/ $\sqrt{3}$ / 0.1/ $\sqrt{3}$ kV

准确等级: 0.05 级

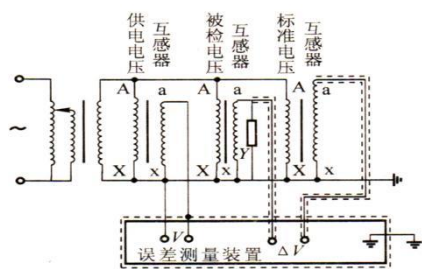
1.17.3 接线图

校验线路见图:

- 双级电压互感器校电压互感器接线图

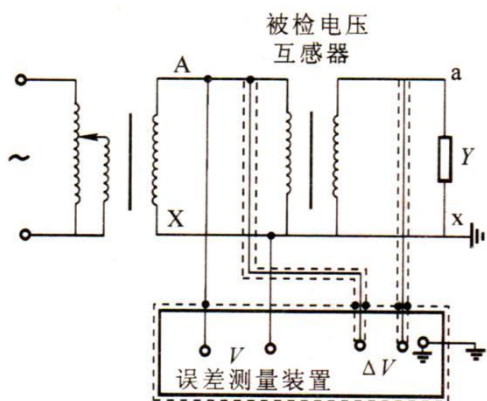


● 电压互感器校电压互感器接线图

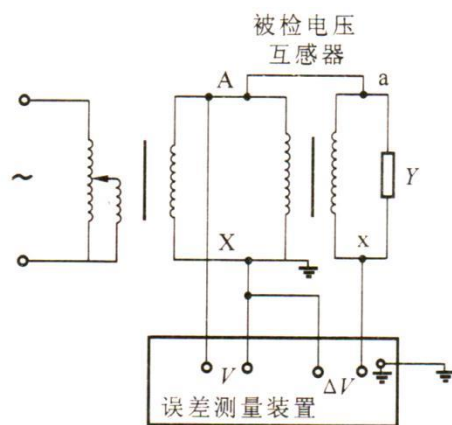


比较线路（高电位端测量误差）

3. 电压互感器自校接线图



自检线路（高电位端测量误差）



自检线路（低电位端测量误差）

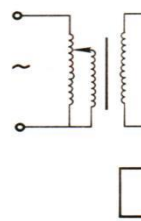


图4 比