

国家电网物资抽检试验中心

配电变压器类

整体试验室规划

一、 试验中心的检测能力：

按照国网物资抽检的试验要求，进行 32 项物资产品的检测。主要按照满足 C 级的试验要求，并且保留和完善一部分 B 级的试验项目，为以后的升级做准备。

二、 根据物资种类进行大体分类：

序号	种类划分	
1	电气类检测设备	一般电气类测试设备
		高压试验大厅及测试设备
		屏蔽试验室及测试设备
2	安全工器具检测设备	
3	材料类检测设备	

三、 配电变压器类测试设备清单：

配电变压器、电抗器、箱式变压器试验项目如下：

序号	试验项目名称	B 级检测级别	C 级检测级别
1	绕组对地及绕组间直流绝缘电阻测试	★	★
2	吸收比测量	★	★
3	绝缘系统电容的介质损耗因数测量	★	★
4	绕组对地及绕组间电容测量	★	★
5	绕组电阻测量	★	★
6	电压比测量和联结标号检定	★	★
7	空载损耗和空载电流测量	★	★
8	短路阻抗和负载损耗测量	★	★
9	外施耐压试验	★	★
10	感应耐压试验	★	★
11	局部放电测量（干式变压器适用）	★	
12	绝缘液试验（包含油耐压试验和油介损试验）	★	★
13	温升试验	★	
14	雷电冲击试验	★	

15	在 90%和 110%额定电压下的空载损耗和空载电流测量	★	★
16	短时过负载能力试验（油浸式变压器适用）	★	
17	声级测定	★	
18	三相变压器零序阻抗测量（油浸式变压器适用）	★	
序号	设备名称	型号	数量
01	绝缘电阻测试仪	测试电压：500V/1000V/2500V/5000V； 量程：0.5MΩ～1000GΩ。	壹只
变压器综合试验系统			
01	变压器综合测试主控台	CTBZ-IV	壹台
分项	工控机	研华 IPC-610L	壹台
	显示器（含支架）	三星曲屏	壹台
	激光打印机	HP	壹台
	高电变压器综合测试系统软件 v1.0		壹套
	PLC 控制柜及通讯模块	西门子 S7-200	壹台
	仪器仪表柜及通讯模块		壹台
	辅助控制柜	试验项目的控制及互感器控制	壹台
02	绝缘电阻测试仪	5000V	壹台
03	变频抗干扰介损测试仪	CT6000	壹台
04	全自动变比测试仪	CT3103	壹台
05	功率分析仪 （变压器空负载测试仪）	CT-300C	壹台
06	标准精密电流互感器	5-10-20-50-100-200/5A 精度等级：0.1 级	叁只
07	三相感应调压器	150KVA（10-650V）	壹台
08	温升专用双通道直流电阻测试仪	CT200-40WA	壹台
09	温度巡检仪	16 路温度巡检	壹台
	温度采样装置	16 组温度探头	壹套
	可调节油杯放置架		4 组
10	变频电源（感应耐压）	输出功率:50KW、电压输出 0-900V	壹台

无局放屏蔽试验室				
01	无局放屏蔽室	56 平米背景小于 10pC, 单点接地电阻小于 0.5Ω, 含铜极接地; 外立面的装饰和水泥回填等。 屏蔽效能 0.5MHz-1.6MHz≥60dB	壹套	
02	数字式局部放电测试仪	测量通道: 4 通道 最高采样速率: 40MHZ 测量频带 3dB 带宽 10kHz~1MHz 程控滤波器分段: 低 端 频 率: 20kHz, 40kHz, 60kHz, 80kHz, OFF (9kHz) 高端频率: 100kHz, 200kHz, 300kHz, 400kHz, OFF (1MHz) 测量范围 0.1pC~10000nC 检测灵敏度 0.1pC 可测试品的电容量范围 6pF~250μF	壹套	
03	无局放变频电源	三相额定输出功率: 50kW; ●频率调节范围: 20~300Hz; ●频率调节精度: 0.1Hz; ●频率稳定度: 0.01Hz; ●满负载下连续工作时间: 360 分钟; ●输出波形: 标准正弦波; ●输出电压波形畸变率: ≤1%; ●输出电压不稳定性: ≤1%	壹套	
04	隔离升压变压器	容量: 50KVA, 输入电压: 300V 输出电压: 800V	壹台	
05	三相中频滤波器	容量: 50KVA, 输入电压: 800V 输出电压: 800V	壹台	
06	无局放耦合电容	1000PF、100KV	叁只	
工频耐压试验系统				

11	工频耐压控制台 (和变压器控制台连体)		壹台	
12	工业触摸屏	昆仑通泰	壹台	
13	PLC 控制柜及通讯模块	西门子 S7-200	壹台	
14	单相柱式调压器	容量：75KVA 输入电压：380V 输出电压：0-450V	壹套	
15	无局放环氧桶式高压试验变压器	CTYD-75KVA/150KV 容量：75KVA 输入电压：400V 输出电压：0-150KV	壹台	
16	无感保护电阻	150KV	壹只	
17	嵌入式峰值表及高压分压器	FRC-150KV	壹套	
配电变压器压力密封试验装置				
01	螺杆式空压机	容量：7.5KW	壹套	
02	简单储气罐		壹只	
03	油水过滤器		壹套	
04	高精度压力表	测试范围：0-100KPA 精度等级：0.1 级	壹只	
雷电冲击试验系统				
01	雷电冲击发生器	含直流充电装置、发生器本体、截波装置、弱阻尼电容分压器，主要参数如下： 标称电压:±400kV 额定能量：30kJ	壹套	
声级试验装置				
01	声级计（含声级计、声校准器）	AWA5661	壹只	
变压器零序阻抗试验装置				
01	零序阻抗测试仪	电压测量范围:10V ～ 500V，测量精度： 0.2%；	壹台	

		电流测量范围:0.1A ～ 5A，测量精度：0.2%；		
02	大电流发生装置	0-4000A	壹套	
03	精密电流互感器	4000A/5A，精度 0.1 级	壹只	
04	控制及测量单元		壹套	
绝缘液试验				
01	油耐压测试仪	ZIJJ-III	壹台	
02	油介损及体积电阻率测试仪	CT3330	壹台	

五、配电变压器类测试系统

5.1 试验操作台简介：



CTBZ-IV 型计算机控制变压器综合试验成套设备是专用于变压器例行试验、部分型式试验及特殊试验的产品，拥有变比、直流电阻、空、负载损耗测量、感应耐压的自动试验能力（10～35kV 等级配电变压器），可以用相关变压器综合测试软件操作的方式进行全部试验项目。

试验成套设备采用 PLC 作为控制核心，以工业控制计算机作为人机交互界面，具有可靠性高、界面直观、操作简便、保护措施完善等突出优点。

变压器试验操作台为平面式结构，其上仅放置工业控制计算机，其他的电气设备、元件均安装于设备间开关柜内，操作部分与电气回路完全隔离。

5.2 试验控制系统

整套试验系统采用计算机与 PLC 相结合的控制方式，PLC 主要用于各元器件之间逻辑关系的设定、底层动作命令的整合执行、系统基本保护功能的实现等，其具有编程灵活、可靠性高、动作执行速度快等优点，而工业控制计算机主要用于试验流程的组织、动作指令的下达、系统高级保护功能的实现等，其与 PLC 之间通过无线传输通讯，两者之间完全隔离，可有效防止通讯信号受到干扰并保障计算机在试品故障对地放电时的安全；

试验系统采用变频器控制的方式实现性能试验中升降压速率的快、慢等多档的速度调节，以达到更精细的电压、电流调节水平及更精准的数据采样能力。

5.3 试验测量系统

试验数据的测量由精密测量互感器及功率分析仪共同进行，功率分析仪配合高精度精密测量互感器使用可以准确测量得到变压器的损耗数据。

5.4 试验软件

成套试验设备试验软件界面友好，操作简便，报警提示信息丰富完善，软件内各试验项目界面中均可实时显示回路内各个元器件的分合状态，试验软件界面可参考如下：

变比测试界面：

变压器变比组别试验

试验设置

分接选择

1

额定变比

25.000

分接间距

2.5

%

环境温度

34.58

℃

测量类型

Dy

分接总数

5

产品编号

18080411

环境湿度

60.8

%

变比测试仪线路连接状态

产品编号	分接	变比值AB	误差AB	变比值BC	误差BC	变比值CA	误差CA	连接组别	极性	环境温度	湿度	试验日期
18080411	1	26.288	+0.14%	26.273	+0.09%	26.278	+0.11%	11		33.25	59	2018-08-05
	2	25.635	+0.04%	25.634	+0.04%	25.634	+0.04%	11		33.25	59	2018-08-05
	3	25.017	+0.07%	25.017	+0.07%	25.017	+0.07%	11		34.58	60.8	2018-08-04
	4	24.549	+0.71%	24.399	+0.10%	24.518	+0.59%	11		33.25	59	2018-08-05
	5	23.765	+0.06%	23.762	+0.05%	23.762	+0.05%	11		33.25	59	2018-08-05

① 某些参数是应该在铭牌参数设置的界面中输入的，所以在这里是不可编辑的。

② 单击开始测试后测试仪开始测量，测试完成后测试数据按照实际的分接自动保存到数据库中的相应位置，同时在上述表格中显示。

③ 测试仪是根据测量结果、额定变比值和分接间距等信息自动判断所处的分接位置，所以参数设置是非常重要的。

直流电阻测试界面：

变压器直流电阻试验

试验日期:

2018-08-20

温度:

34.58

℃

湿度:

60.8

%

AB

BC

CA

ab

bc

ca

an

bn

cn

0.0000

A

0.0000

A

0.0000

Ω

0.0000

mΩ

CH1电流

1A

相别

AB

CH2电流

10A

相别

ab

分接选择

1

AB

BC

CA

ab

bc

ca

an

bn

cn

产品编号	分接	AB相(Ω)	BC相(Ω)	CA相(Ω)	相间差1	Rab(mΩ)	Rbc(mΩ)	Rca(mΩ)	相间差2	Ran(mΩ)	Rbn(mΩ)
18080411	1	3.7690	3.7650	3.7670	0.106	3.4840	3.4650	3.5300	1.861		
18080411	2	3.6680	3.6650	3.6680	0.082	3.4830	3.4630	3.5290	1.890		
18080411	3	3.5480	3.5450	3.5480	0.085	3.4580	3.4390	3.5050	1.903		
18080411	4	3.4750	3.4730	3.4760	0.086	3.4830	3.4640	3.5290	1.861		
18080411	5	3.3720	3.3700	3.3730	0.089	3.4840	3.4650	3.5320	1.918		

空载损耗测试界面：

变压器空载试验

试验日期：2018-08-04

温度：32℃

湿度：59%

自动升压设置

额定电压值

400V

预设电压值

200V

电压有效值(V)				电压平均值(V)				电流有效值(A)				有功功率(kW)			
UAB	UBC	UCA	平均	UAB	UBC	UCA	平均	IA	IB	IC	平均	PA	PB	PC	ΣP
397.14	398.59	397.92	397.89	397.55	399.05	398.37	398.33	1.6828	1.3234	1.5416	1.5160	-0.069		0.5354	0.4665
总功率因数				电压模式				电压变比				电流变比(A/5A)			
0.4202				线电压											
波形因数(%)				空载电流百分比(%)				折算到额定电压的空载损耗(kW)				频率(Hz)			
0.116				0.336				0.4708				50.02			

产品编号	Urmsa(V)	Urmsb(V)	Urmsc(V)	Urms(V)	Ureca(V)	Urecb(V)	Urecc(V)	Urec(V)	Irmsa(A)	Irmsb(A)	Irmsc(A)
18080411	397.14	398.59	397.92	397.89	397.55	399.05	398.37	398.33	1.6828	1.3234	1.5416

说明：

① 标准的试验流程：进行铭牌参数设置→选定产品识别码→切换到空载试验→参数设置→开始测试→升压→提取数据→返回。

② 第一次上电试验开始测试前肯定需要进行参数设置，要确保测试仪器中参数与实际情况一致，这是正确测量的前提条件。

③ 系统会按照左侧产品标识查询对应的额定电压，自动调入数据，切换编号时，系统会自动更新相应数据。

④ 提取数据时软件停止数据更新，同时保存数据到数据库中，最下一个表格中可以浏览数据保存的结果。

负载损耗测试界面：

变压器负载试验

试验日期：2018-08-04

温度：32℃

湿度：59%

自动升压设置

额定电流值

18.19A

预设电流值

9.095A

电压有效值(V)				电压平均值(V)				电流有效值(A)				有功功率(kW)			
UAB	UBC	UCA	平均	UAB	UBC	UCA	平均	IA	IB	IC	平均	PA	PB	PC	ΣP
407.06	407.58	407.37	407.34					18.012	17.811	18.085	17.970	-2.142		5.1002	2.9582
总功率因数		电压模式		电压变比		电流变比(A/5A)		阻抗电压百分比Ekt(%)		负载损耗Pkt(kW)					
0.2325		线电压						4.1227		3.0230					
负载损耗折算(kW)				阻抗电压百分比折算(%)				短路阻抗Zk(Ω)				频率(Hz)			
3.5099				4.1615				13.212				50.02			

产品编号	Urmsa(V)	Urmsb(V)	Urmsc(V)	Urms(V)	Ureca(V)	Urecb(V)	Urecc(V)	Urec(V)	Irmsa(A)	Irmsb(A)	Irmsc(A)
18080411	407.06	407.58	407.37	407.34					18.012	17.811	18.085

说明：

① 标准的试验流程：进行铭牌参数设置→选定产品识别码→切换到负载试验→参数设置→开始测试→升压→提取数据→返回。

② 第一次上电试验开始测试前肯定需要进行参数设置，要确保测试仪器中参数与实际情况一致，这是正确测量的前提条件。

③ 系统会按照左侧产品标识查询对应的额定电压，自动调入数据，切换编号时，系统会自动更新相应数据。

④ 提取数据时软件停止数据更新，同时保存数据到数据库中，最下一个表格中可以浏览数据保存的结果。

感应耐压测试界面：

变压器感应耐压试验

试验日期：2018-08-20

温度：34.58℃

湿度：60.8%

A相输出电压值(V)	B相输出电压值(V)	C相输出电压值(V)
0.0000	0.0000	0.0000
A相输出电流值(A)	B相输出电流值(A)	C相输出电流值(A)
0.0000	0.0000	0.0000
频率(Hz)	倒计时(秒)	直流励磁
0.0000	40	☐励磁控制 步进电压1V 步进时长1秒 预设参数 预设电压值550V 保护电流值10A 时间预设值40秒

对于使用程控直流励磁电源的系统需要设置直流励磁参数，可以调节升压的速度，采用手动调节的系统中不用管它。

保护电流值不能小于正常升压过程中电流的最大值，否则会在升压过程中自动就返回零点。

变压器温升试验界面：

变压器温升试验的总体说明

① 总体说来，温升试验包括冷阻测量，温升试验，热阻测量等阶段，然后进行计算，得到结果。

② 本系统是将冷阻测量和整个温升测量集中到了一起处理，冷阻试验和热阻测试共用一个窗口，冷阻的数据并不是从直流电阻试验产生。

③ 油变仅有负载温升试验，油变的温升分为施加总损耗阶段和施加额定电流阶段，第一阶段得到的温升值会参与后面的有关计算，干变有空载和负载两个温升试验，分别要进行热阻试验，并得到各自高压低压的热阻值，最后进行计算。

④ 温升试验时，可以观察各点温度和电参数的变化，可以自动调节使试验损耗或电流保持在预定的一个范围内，这个功能可以通过不勾选试验界面中的自控开关选项来关闭。

⑤ 温升试验中显示的数据都会按照设置的时间间隔自动保存到数据库中，可以浏览和删除这些数据，热阻试验的程控测试会有几十组数据被记录，这些数据会存档，单最终热阻曲线的产生并不是从所有这些数据产生。

⑥ 干变热阻计算程序中曲线拟合和图解外推法的计算结果会有一些差异，这是数学模型和假定条件决定的，不可能完全一样的。

⑦ 干变热阻计算程序的另一个功能就是提供一个接口，供试验人员选择最终产生热阻曲线的一组数据，然后加以保存。

⑧ 油变热阻的计算是按照GB1094.2-2013中介绍的方法从冷却曲线外推得到，油变热阻测量默认采样时限是时间增量的20倍。

⑨ 温升热阻曲线是从最终的excel表格中产生，软件中并不提供，且excel表格中的拟合趋势线也是以指数模型产生。

⑩ 本窗体可为温升试验各相试验和计算步骤转换的接口，可从窗口底部的按钮进入各试验界面中。

油变负载

干变空载

干变负载

热阻测量

热阻计算

油变计算

干变计算

关闭窗口

油浸式变压器温升试验

☒ 施加总损耗
 ☒ 施加额定电流
 预设电流值 A
 ☐ 自控开关
 ☐ 初始数据清零
 温度保存间隔 分钟 :

环境温度(℃)							顶层液体温度(℃)				底部液体温度(℃)		
环境1	环境2	环境3	环境4	环境5	环境6	平均	顶层1	顶层2	顶层3	平均	底部1	底部2	平均

电压有效值(V)				电流有效值(A)				有功损耗(kW)	
UAB	UBC	UCA	平均	IA	IB	IC	平均	损耗值	折算值

持续时间	稳定时间	施加总损耗阶段液体顶层温升	施加总损耗阶段液体平均温升	施加总损耗阶段液体平均温升	1小时温升变化值

温升记录

产品编号	时间	稳定时间	环境1	环境2	环境3	环境4	环境5	环境6	环境温度	顶层1	顶层2	顶层3	顶层温度	顶层温升	散
18080411	0	0	30.93	30.81	31.34	31.29			31.09	32.17			32.17	1.08	
18080411	30	0	31.21	31.18	31.78	31.70			31.47	38.39			38.39	6.80	
18080411	60	0	31.98	31.95	32.55	32.35			32.21	46.06			46.06	13.72	
18080411	90	0	32.58	32.60	33.12	32.97			32.82	51.25			51.25	18.45	
18080411	120	0	32.88	32.84	33.61	33.35			33.25	55.78			55.78	22.28	

变压器温升试验之冷阻热阻测试

TH (')	RH (Ω)	TL (')	RL (mΩ)
3	4.2690	3	4.1240
4	4.2540	4	4.1140
5	4.2410	5	4.1040
6	4.2290	6	4.0950
7	4.2190	7	4.0870
8	4.2090	8	4.0800
9	4.2000	9	4.0720
10	4.1920	10	4.0660
11	4.1850	11	4.0590
12	4.1780	12	4.0540

采样间隔: 1' 采样时限: 10'

环境温度: 34.58 °C 时间: 00 : 00

自动计时: ☒ 热阻测试: ☒

干变空载温升试验: ☐ 干变负载温升试验: ☐ 油变负载温升试验: ☒

CH1选定 电流设置: 1A CH2选定 电流设置: 10A

AB BC CA ab bc ca

说明或提示

勾选热阻测试后系统认为是进行热阻值测试, 否则认为是冷阻值测试

油变温升的热阻测试采样时限取采样间隔的20倍，电阻和温度同时测量，最终有效的测量数据最多20组(ν 为全1的时候)

您需要指明是何种温升试验的热阻测试，否则系统不知道要将数据保存到数据库的哪个表格中

系统默认上述左侧数码管显示对应CH1通道，为高压绕组数据，右侧为CH2通道，对应低压绕组

热阻测试时勾选自动计时则断开主电路瞬间系统会自动开始计时，并在右上角进行显示，环境温度会参与计算需真实填写

油浸式变压器电源断开瞬间绕组温度外推计算程序

[illegible]

油浸式变压器温升计算程序

变压器空负载试验实测总损耗 (kW)	3.9807	额定电流1小时结束时顶层液体温度 (θ_{o2})	75.07
高压绕组额定电流 (A)	18.19	额定电流1小时结束时底部液体温度 (θ_{b2})	50.90
施加总损耗阶段实际损耗值 (kW)	4.0548	额定电流1小时结束时液体平均温度 (θ_{om2})	0
施加总损耗阶段试验电流 (A)	19.187	额定电流1小时结束时液体平均温度降低值 ($\Delta \theta_{ofm}$)	0
施加总损耗结束时顶层液体温度 (θ_{o1})	74.89	电源断开瞬间高压侧绕组平均温度 (θ_{2H})	90.28
施加总损耗结束时外部冷却介质温度 (θ_{a1})	34.18	电源断开瞬间低压侧绕组平均温度 (θ_{2L})	87.68
施加总损耗结束时底部液体温度 (θ_{b1})	50.61	修正的高压绕组平均温升 ($\Delta \theta_{wH}$)	0
施加总损耗结束时液体平均温度 (θ_{om1})	0	修正的低压绕组平均温升 ($\Delta \theta_{wL}$)	0
施加总损耗结束时顶层液体温升 ($\Delta \theta_o$)	0	高于液体平均温度的高压绕组平均温升 ($\Delta \theta_{wH} * K_y$)	
施加总损耗结束时底部液体温升 ($\Delta \theta_{ob}$)	0	高于液体平均温度的低压绕组平均温升 ($\Delta \theta_{wL} * K_y$)	
施加总损耗结束时液体平均温升 ($\Delta \theta_{om}$)	0	高压侧绕组平均温升最终结果	
修正后的顶层液体温升 ($\Delta \theta_o$)	0	低压侧绕组平均温升最终结果	

液体温升校正指数x 液体温升修正系数Kx 绕组温升校正指数y 绕组平均温升修正系数Ky

修正指数	配电变压器	中、大型电力变压器			
	冷却标志ONAN	冷却标志ONAN	冷却标志ONAF	冷却方式标志前两个字母为OF	冷却方式标志前两个字母为OD
顶层液体x	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0
绕组平均y	1.6	1.6	1.6	1.6	2.0
注：表中的配电变压器是指额定容量不大于2500kVA。 摘录自GB 1094.2-2013 电力变压器第2部分 液浸式变压器的温升					

注：表中的配电变压器是指额定容量不大于2500kVA。摘录自GB 1094.2-2013 电力变压器第2部分 液浸式变压器的温升

5.5 数据库及试验报告

在每一项试验结束后,此项试验的试验数据及计算结果都会按编号保存进入试验数据库内,可通过独立的试验数据查询及报告生成软件,按编号查询试验数据并按照用户指定格式生成试验报告,试验报告可保存为 office excel 表格,能够转换成 PDF、Word 等格式,直接由桌面打印机打印输出;试验报告格式可根据客户要求生成。

六、分项设备技术要求

6.1 控制计算机及配件

主机型号: 研华工控机 IPC-610L;

具体配置:

硬盘 500G, 处理器为英特尔 I3 或以上, 内存 2G 或以上, 4 个九针通讯串口;

显示器: 三星曲屏, 包含显示器支架;

打印机: HP 惠普 A4 幅面黑白激光打印机;

6.2 控制柜



(图片仅供参考, 以实物为准)

输出高低压 2 组 6 根测试线同时加在被试变压器上, 显示器同屏显示试验界面。

1、嵌入式仪器仪表单元:

安装变比测试仪、双通道直流电阻测试仪、空负载损耗测试仪、温度巡检仪等仪器主机以及 485 通讯模块。

2. PLC 控制单元:

西门子 PLC S7-200 及辅助控制继电器, 变频器 (控制升压速度)、变比测试仪和电阻测试仪的切换接触器。

3. 辅助控制单元:

主电路的控制, 包括调压器的启停、升降, 精密互感器的档位切换和动作, 过流保护等元件。

6.3 仪器仪表

6.3.1 变压器空负载测试仪

CT-300C

精度: 0.1 级



(图片仅供参考, 以实物为准图)

1 可测量变压器空载损耗、空载电流、负载损耗、阻抗电压、零序阻抗、短路阻抗、电压有效值、电压平均值、电流、功率、功率因数、频率等参数。

2 全部数据均在同一周期内同步测量, 保证在市电条件下测量结果的准确性和合理性。

3 自动波形畸变校正, 电压校正, 电流校正, 温度校正, 无须任何手工计算。

4 在仪器允许的测量范围内可直接测量, 超出测量范围可外接一次电压互感器和电流互感器。

5 可锁定显示数据并存储或打印全部测量结果, 本仪器内置不掉电存储器和微型打印机, 可长期保持测量数据并可随时查阅和打印。

6 大屏幕蓝屏液晶显示, 全部汉字菜单及操作提示, 直观方便。

7 不掉电日历, 时钟功能。

8 具有 RS-232/485 接口, 可与计算机通信。

主要技术指标：

- (1). 基本测量精度： 电压、电流 $\pm 0.1\%$
功率 $\pm 0.2\%$ ($\cos \phi > 0.1$)， $\pm 1.0\%$ ($0.01 < \cos \phi \leq 0.1$)
- (2). 电压测量范围： AC 0~800 V
- (3). 电流测量范围： AC 0~5A

6.3.2 双通道直流电阻测试仪



(图片仅供参考，以实物为准图)

性能特点

- 1、本仪器**输出电流大**（最大可以输出 20A），**测试范围宽**（最大至 2K Ω ）适合 35KV 电压等级及以下所有变压器的温升试验和直流电阻的测量。
- 2、完善的双电源设计。具有高压、低压侧同时测试及分别测试功能。
- 3、本机具有输入误接 AC380V 电源保护报警功能，断线抗拉弧保护功能，音响放电报警功能，指示清晰，减少误操作。完善的保护电路，可靠性强。
- 4、彩色大屏幕，触控操作，显示数据清晰易读。
- 5、温升测试按设定时间间隔自动打印、存储温升数据，方便记录。
- 6、仪器带有万年历、100 组常规数据存储、两次温升测试结果的存储，关机不丢失数据。并且设有“U 盘”接口方便导出供计算机生成温升曲线。
- 7、本仪器设有 RS485 通讯接口，配合上位机操控软件，实现远距离控制测量。

8、本机配温升软件，可进行数据自动处理，生成温升曲线。

技术指标

1、输出电流：

高压 CH1: 5A、1A、0.1A、0.01A

低压 CH2: 20A、10A、5A、2A

2、量程：

(高压 CH1---5A): 0 Ω ——4 Ω

(高压 CH1---1A): 20m Ω ——20 Ω

(高压 CH1---0.1A): 200m Ω ——200 Ω

(高压 CH1---0.01A): 2 Ω ——2000 Ω

(低压 CH2---20A): 0 Ω ——0.1 Ω

(低压 CH2---10A): 2m Ω ——0.4 Ω

(低压 CH2---5A): 4m Ω ——0.8 Ω

(低压 CH2---2A): 10m Ω ——2 Ω

3、准确度：(高压 CH1):0.2% $\pm$ 1 μ Ω

(低压 CH2):0.2% $\pm$ 0.2 μ Ω

4、最小分辨率：0.1 μ Ω

5、温升记录数据间隔：10 秒、30 秒、60 秒

6、工作温度：-20 $\sim$ 40 $^{\circ}$ C

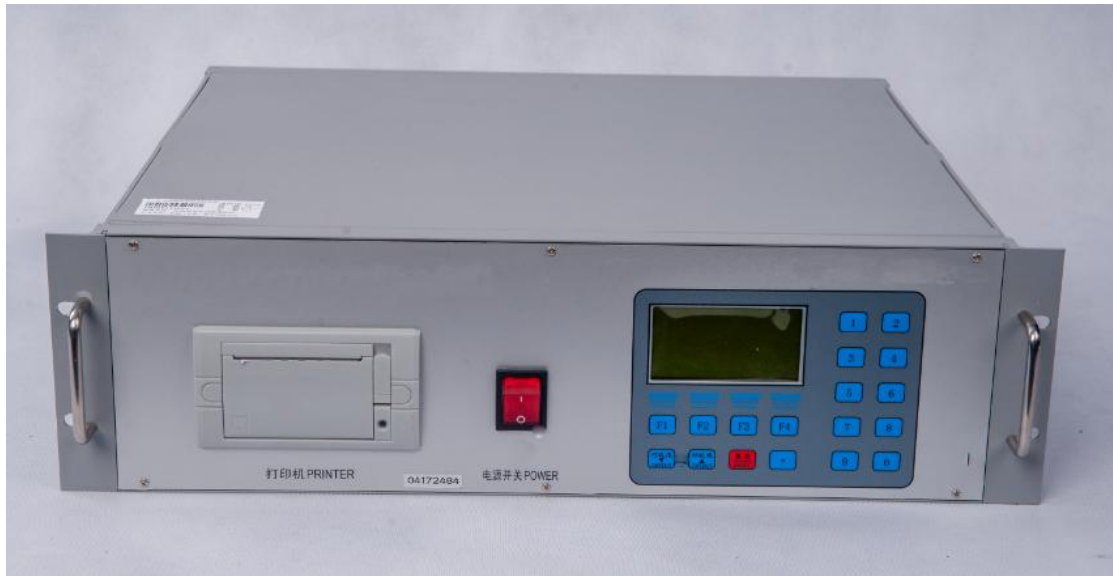
7、环境湿度： $\leq$ 80%RH，无结露

8、工作电源：交流：AC220V $\pm$ 10%，50Hz $\pm$ 1Hz

9、体积：长 410mm $\times$ 宽 440mm $\times$ 高 210mm

10、净重：15.7kg

6.3.4 全自动变比测试仪 CT-700A



(图片仅供参考，以实物为准图)

产品特性

- 1、测试量程宽，最高达 10000。
- 2、测试速度快，10 秒钟完成三相测试。
- 3、Z 形联接变压器测试。
- 4、自动完成组别测试功能。
- 5、高、低压反接的保护功能，变压器短路、匝间短路保护功能。
- 6、打印机输出测量结果，中文菜单显示。

技术参数

- 1、量程：0.9~6000
- 2、精确度： $\pm 0.1\% + 2$ 字 (0.9~500)、
 $\pm 0.2\% + 2$ 字 (501~2000)
 $\pm 0.3\% + 2$ 字 (2001~6000)
- 3、分辨率：最小 0.0001
- 4、工作电源：AC220V $\pm 10\%$ 50 $\pm$ Hz
- 5、环境温度：-10℃~40℃
- 6、相对湿度： $\leq 85\%$ ，不结露

6.4.1 精密测量标准电流互感器



精度等级：0.1 级；

绝缘等级：1.0/ $\sqrt{3}$ KV；

测量范围：0-200A；

变 比：(5, 10, 20, 50, 100, 200)/5A；

调节方式：计算机控制二次调节。

6.5 三相感应式调压器 TSJA-160KVA



（图片仅供参考，以实物为准图）

调压器具有无触点调压的特点，使用方便，能长期可靠运行。广泛用于工矿企业、农业及科研等单位，作为调节电压的通用设备。当输入电压恒定时，它能在带负载的情况下，无级平滑地调节输出电压。调压器与变频器控制配合使用，可实现自动调压稳压。

输入电压三相 380V，输出电压 10-650V

功能特点

(1) 设置试验项目联锁保护，过流过压保护，试验操作控制，电压、电流、频率全程监视，耐压计时，试验提醒等功能。

(2) 电动升降压, 电流量程、电压量程在操作台内任意切换。

6.6 变频电源 50KW



（图片仅供参考，以实物为准）

输入	电压范围	三相 380V±20%（单相 220V±20%）或其它指定电压
	频率	47Hz-63Hz 或其它频率
输出	调制方式	IGBT/SPWM 正弦波脉宽调制方式
	输出容量	三相 AC50KW
	输出电压	三相 0-900V 可调，单相 0-520V 可调（可定制更高电压）

	输出电压稳定度(平均值)	±1% (可定制更高精度)
	反应时间	2mS (针对输入电压)
	电压波形失真 THD	< 2% (线性负载)
	输出频率	50/60/100/200/400Hz 固定 (可选 150Hz, 可定做 5-1000Hz)
	频率稳定度	< 0.1%
	相位偏移	负载三相平衡或空载时 $\leq \pm 1^\circ$; 100%三相不平衡: $\leq \pm 4^\circ$
	三相不平衡度	三相电压自动平衡
显示诊断保护系统	电参数显示	线电压 (L-L)、三相电压 (L-N), 三相电流, 频率, 功率
	电参数显示解析度	电压解析度 0.1V; 电流解析度 0.1A;功率解析度 0.1KW
	故障诊断及显示	过载短路故障、IGBT 模块故障、熔丝故障、温度过高故障
	保护	输入无熔丝开关, 输出无熔丝开关, 电子电路快速侦测过电流, 过电压, 过载, 过高温, 短路并自动跳脱保护及告警
	显示介质	LCD 液晶显示(128*64), 大功率采用 7 英寸触摸屏显示
过载能力		120%/1h; 150%/1min; 200%/20s
使用环境		环境温度-10 ~ 45°C, 相对湿度 0 ~ 90 %
绝缘电阻		DC500V,20 MΩ以上
耐压		1500Vac/10mA 无泄漏

6.7 高压试验变压器 CTYD-75kVA/150kV



(产品外型图)

本系列试验变压器具有损耗低、体积小、重量轻、结构紧凑、使用方便等特点。适用于检测各种高低压电气设备及绝缘材料的绝缘性能。

CTYD-75kVA/150kV 试验变压器技术参数

额定容量：75kVA

输入电压：400V，

输入电流：187.5A

输出电压：AC 150kV

输出电流：500mA

阻抗电压：<10%

空载电流：<8%

变 比：125

测量变比：1500

联接组别：I, IO

5.10 高压峰值表及交直流分压器 FRC-150kv



技术参数:

测量精度: 1.0%

量程范围: AC: 150kv

DC: 170kv

分压比: 1500: 1

直接测量试验变压器输出电压和监视倍频感应电压, 避免容升和谐振电压对试品的破坏

6.11 温度巡检仪



主机



无线模块及支架

- ◆不需要笔和纸记录，日常维护工作量非常小，运行费用低；
- ◆采用高亮度触控彩色 TFT 液晶屏，CCFL 背光、画面清晰；
- ◆采用 ARM 微处理器，可同时实现多路（仪器主机内部最高支持 64 路以及更多路）信号采集、记录、显示和报警；
- ◆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；
- ◆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；
- ◆显示工程量数据的数值范围更宽可显示 6 位数值：-999，99~1999.99；
- ◆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；
- ◆显示精度高，基本误差为 $\pm 0.2\% \text{ F.S.}$ ；
- ◆支持外接微型打印、内置打印机，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）；
- ◆配备标准 USB 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；
- ◆标准串行通讯接口，带光偶隔离的 RS485 和 RS232C 以及以太网；
- ◆采用国际名牌开关电源，能在交流电源 AC 85V~265V 宽电压范围内正常工作；
- ◆提供变送器 DC 24V 隔离配电；

◆通过 EMCIII 级， 保证仪表在恶劣的环境中正常工作。

技术指标

输入类型		可以测量的范围	测 量 精 准 度 （AD 累 计 时 间 16.7ms、 20ms）	显示分 辨率
测 量 范 围	±10V	-11.000V 至+11.000V	±0.05% of rdg±2 digit	1mV
	±5V	-5.500V 至+5.500V	±0.05% of rdg±2 digit	1mV
	±1V	-1.1000V 至+1.1000V	±0.05% of rdg±2 digit	0.1mV
	±100mV	-110.0mV 至+110.0mV	±0.05% of rdg±2 digit	0.01mV
	1-5V	+0.800V 至+5.200V	±0.05% of rdg±2 digit	0.1mV
	0-5V	0.000V 至+5.500V	±0.05% of rdg ±2digit	0.1mV
	4-20mA	+0.38mA 至+21.00mA	±0.05% of rdg±2 digit	0.001mA
	K	-50℃至+1372℃	±0.05% of rdg±0.6℃	0.05℃
	J	-50℃至+700℃	±0.05% of rdg±0.6℃	0.05℃
	E	0℃至+1600℃	±0.05% of rdg±0.6℃	0.05℃
	T	-50℃至+400℃	±0.05% of rdg±0.5℃	0.05℃
	N	0℃至+1300℃	±0.05% of rdg±0.6℃	0.05℃
	W	+1500℃至+2315℃	±0.05% of rdg±1.1℃	0.1℃
	0℃至 +1500℃	±0.05% of rdg±1℃		
	R	+300℃至+1768℃	±0.05% of rdg±0.8℃	0.1℃
	0℃至 +300℃	±0.05% of rdg±1.6℃		
	S	+300℃至+1768℃	±0.05% of rdg±0.9℃	0.05℃
	0℃至 +300℃	±0.05% of rdg±1.6℃		
	B	+400℃至+600℃	±0.05% of rdg±1.7℃	0.05℃
	+600℃ 至 +1820℃	±0.05% of rdg±1.0℃		

	Pt100	-200℃至+400℃	±0.05% of rdg±0.3℃	0.02℃
	Cu50	-50℃至+150℃	±0.05% of rdg±0.3℃	0.02℃
预热时间		30 分以上		
环 境 适 应 能 力		周围使用温度	-20℃至+60℃	
周围使用湿度		20%至 85%RH(没有结露)		

其它特殊类型可以订制如： 电压要测到 100V DC， 电流测 2A DC 等；

数字显示范围-999.99~1999.99， 测量分辨力： 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。

七、系统保护

7.1 急停按钮

为在试验过程中发现紧急情况时能快速断开电源，在操作台上设有紧急停止按钮，按下即可快速分断试验回路，以备紧急情况下使用；

7.2 警灯

系统设置有警灯，其中警灯在试验开始后即亮起，以示提醒；

系统设置有警铃，由试验人员手动或系统自动控制响起，以示提醒；

7.3 设备保护

为了保护设备运行安全，系统设有四级保护，输入级保护、输出级保护、测量级保护和试品级保护，以保证试验过程中在被试品或试验设备出现故障能及时警示并迅速做出保护动作，保护动作后，系统会给出相应的提示，以便确定故障原因。

7.3.1 输入级保护

在调压器的输入端设置过电流继电器保护，依据调压器的输入额定电流整定，以确保调压器输入端不过电流，并可作为输出级保护的后备保护；

在发电机组拖动电机启动侧安装电机保护器，依据电动机的额定电流整定，以确保发电机组的安全启动；

7.3.2 输出级保护

在调压器及发电机组输出端设置过电流继电器保护，依据调压器及发电机组输出额定电

流分别整定，以确保调压器输出端不过电流；

在调压器及发电机组输出端进行电压与电流信号的测量，电压与电流信号通过数字量传感器转换为 RS/485 信号进入 PLC，然后在 PLC 内部依据调压器及发电机组输出端的额定电压和电流值进行保护整定，此保护作为过电流继电器的后备保护；

7.3.3 测量级保护

试验软件内设置了针对测量设备的保护，在试验过程中，如测量得到的电压或电流值超过了精密测量互感器或功率分析仪的电压、电流量程后，系统在一定安全裕度内将首先发出警告并中止升压操作，若电压、电流测量值超出此安全裕度后，则系统立即执行紧急停止操作，切断所有回路控制元器件并给出提示；

7.3.4 零起升压保护

为保证系统可以零起升压送电，每次试验断开输出电源后系统自动将调压器回零位（低限位），且送电前若调压器不处于零位，则首先将调压器降至零位，然后执行送电操作，若调压器不能达到零位，则系统提示并不能执行送电操作。

7.4 被试品保护

依照被试变压器的输入端额定电压、电流值分试验项目整定设置过电压、过电流保护，在保护动作发生后试验软件给出相应提示，此保护属于在计算机程序内设置的保护，其在小型变压器试验时发生故障但又达不到上级保护整定值时可作为保护被试变压器的有效手段。

7.5 其他保护措施接点

系统可预留设置多个接点用于特殊用途(用户可自定义，如防护门或试验区域急停按钮等)的保护措施。



400kV/30kJ 雷电冲击电压发生器成套装置

一、 适用范围

本发生器用于部分 35kV 及以下电压等级的电力变压器、互感器、电抗器、避雷针、开关、套管、绝缘子及其它试品进行标准雷电冲击电压全波和截波试验。

二、 使用条件

海拔高度：≤1000m

环境温度：-25℃~+45℃

相对湿度：≤90%（20℃时）

最大日温差：≤25℃

抗地震能力：≤8 级烈度

安装地点：户内

电源电压的波形为实际正弦波

波形畸变率<3%

设有一可靠接地点，接地电阻 $<0.5\Omega$

三、 遵循标准

GB7449

电力变压器和电抗器的雷电冲击和操作冲击的试验导则



GB1094.3-03	电力变压器第三部分 绝缘水平和绝缘试验
GB/T.311.1-1997	高压输变电设备的绝缘与配合
GB/T 16927.1-1997	高电压试验技术 第一部分 一般试验要求
GB/T 16927.2-1997	高电压试验技术 第二部分 测量系统
GB/T 16896.1	高电压冲击试验用数字记录仪
DL/T 848.5	高压试验装置通用技术条件 第5部分 冲击电压发生器

四、 额定参数值

- 1、额定标称电压： $\pm 450\text{kV}$
- 2、额定级电压： $\pm 150\text{kV}$
- 3、额定能量： 30kJ
- 4、冲击总电容： $0.25\mu\text{F}$
- 5、总级数：3级
- 6、额定级电容量： $1\mu\text{F}$

负荷电容为 $300\sim 5000\text{PF}$ 时能产生下列波形：

- 1、 $1.2\pm 30\%/50\pm 20\mu\text{s}$ 雷电冲击电压全波，电压效率 $\geq 92\%$ (空载)
- 2、 $2\sim 6\mu\text{s}$ 的标准冲击电压截波，电压效率 $\geq 92\%$ (空载)
- 3、冲击电压波形参数均符合 IEC 和 GB311—97 国家标准的要求
- 4、同步范围：级电压在 $10\sim 100\%$ 额定电压范围内，正负极性同步范围不小于 20% ；
- 5、点火范围 $10\sim 100\%$
- 6、同步放电失控率： $< 2\%$
- 7、最低输出电压： $\leq 10\text{un}$
- 8、充电电压不稳定性： $\leq \pm 1.0\%$
- 9、使用持续时间： $> 70\%\text{un}$ 额定电压以上，每 90 秒充放电一次可连续运行；在 $< 70\%\text{un}$ 额定电压下，每 45 秒充放电一次可连续运行。

五、 主要部件

1、直流充电部分

- 1) 采用双边不对称式可控硅恒流充电方式，额定输出电压 $\pm 100\text{kV}$ ；
- 2) 采用双边不对称式可控硅恒流充电方式，额定输出电流 30mA ；
- 3) 采用绝缘筒油浸式充电变压器，变压器密封良好，无渗漏油；
- 4) 采用 $2\text{DL}-200\text{kV}/200\text{mA}$ 的高压整流硅堆；

- 5) 高压整流硅堆保护电阻采用漆包电阻丝有感密绕在绝缘管上;
- 6) 恒流充电装置在 10%~100%额定充电电压范围内, 实际充电电压与整定电压偏差不大于±1%, 充电电压的不稳定性不大于±1%, 充电电压的可调精度为 1%;
- 7) 直流电阻分压器采用 150kV, 200M Ω 油浸式金属膜电阻, 低压臂电阻装在分压器底法兰内;
- 8) 自动接地开关采用钢带接地机构, 试验停止时可自动将主电容器经保护电阻短路接地。
- 9) 直流充电装置的正负极性为自动倒换;
- 10) 恒流充电的装置、充电变压器、高压整流硅堆、倍压电容、电阻分压器、限流电阻和下位机及本体部分等安装在同一移动式底盘上。



2、本体部分

- 1) 本体结构形式采用仿瑞士 Haefely 公司 G 型结构, 封闭式放电系统, Highvoit 技术的接地装置;
- 2) 本体每级额定电压±150kV;
- 3) 本体每级包括 1 台 MWF50kV/1 μ F×2 铁外壳油浸式脉冲电容器、波头电阻、波尾电阻和点火球隙等, 当产生雷电波时根据试品电容量大小, 选择适当的雷电波波头电阻、波尾电阻和级数。
- 4) 波头电阻、波尾电阻均采用板形结构, 无感绕制, 波头电阻和波尾电阻均可互换;
- 5) 接头均为弹簧压接式, 方便调波时的插拔且接触可靠;
- 6) 波头、波尾电阻支架可以由多支电阻同时并联使用;
- 7) 第一级球隙采用单边同步点火脉冲装置触发, 第二级至第四级球隙均采用椭圆球隙点火, 同步误动率或拒动率不大于 2%。
- 8) 各级球隙距离由电动机驱动作直线调整, 装置噪音小, 定位无惯性, 准确、快速, 控制显示对应球距的放电电压;
- 9) 本体支柱采用环氧树脂丝缠绕制造, 最高电位的部分采取抗老化和电晕的措施;
- 10) 450kV 冲击电压发生器本体尺寸长×宽×高约: 2.4m×2m×2.6m, 整个本体部分有活动轮架, 便于随意移动;

3、弱阻尼电容分压器

主要技术参数:

弱阻尼电容分压器高压臂额定标称电压 450kV，电容量为 400PF。该分压器配备一只低压臂电容量，电容量为 $0.4\mu\text{F}$ ；

弱阻尼电容分压器分压比为：1000：1；

弱阻尼电容分压器的方波响应特性满足 GB311—97 标准的要求，其中方波响应时间 $T_d \leq 100\text{ns}$ ，过冲 $\beta \leq 20\%$ ，刻度因数不确定 $K_s \leq 1\%$ 。

分压器尺寸为： $\phi 0.8\text{m} \times \text{高 } 1.6\text{m}$ 。

4、DQJB-300kV 移动式多球隙截波装置

1)、标称电压： $\pm 300\text{kV}$

2)、采用多球间隙截断，包括 $600\text{pF}/150\text{kV}$ 均压电容器 2 台，截波点火球 2 对， $2\sim 6\mu\text{S}$ 的延时触发装置等，截波时间范围为 $2\sim 6\mu\text{S}$ ，截断时间分散性标准偏差不大于 $0.15\mu\text{S}$ ，多球截波球隙距离由控制台通过电动传动机构调节，当产生雷电波时，应根据试验电压调整多球间隙距离和截波触发脉冲的幅值。

a)、截波电压范围 $10\%\sim 100\%$

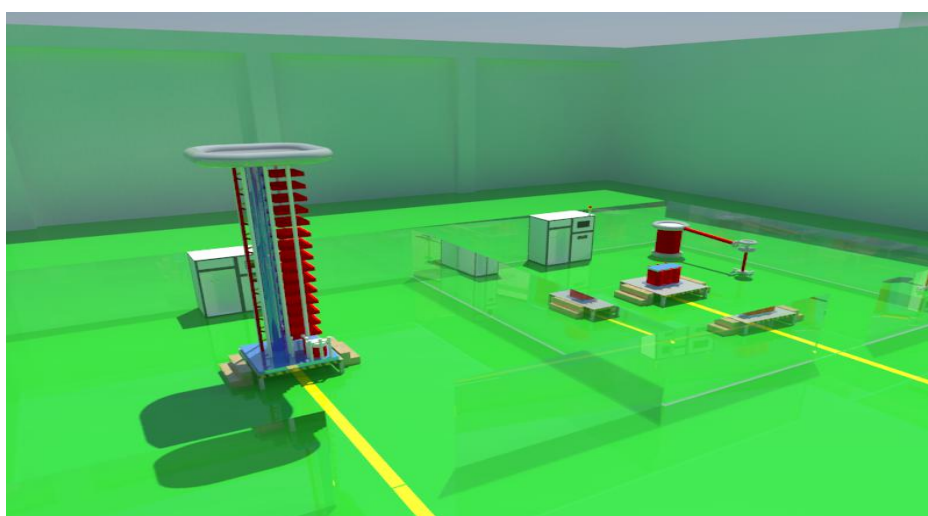
4)、触发装置在控制系统给出延时信号下，截波装置无拒动和误动，不同步率小于 1%

5)、截断时间分散性标准偏差 $\leq 0.1\mu\text{S}$

6)、球隙数量：2 对（ $\phi 200\text{mm}$ 铜球 4 只）

7)、球隙距离由电动机驱动作上下直线调整，装置噪音小，定位无惯性，准确、快速，控制显示对应球距的放电电压；

5、手动/自动控制台（以实物为主）



手动控制主要用于完成以下动作：

1) 充电设备自动接地和自动解除接地

- 2) 点火球隙距离手动调整
- 3) 恒流充电
- 4) 充电电压手动调整
- 5) 手动发出点火脉冲
- 6) 手动响警铃
- 7) 过电流/过电压自动保护
- 8) 自动换极性
- 9) 手动调整响铃时间
- 10) 手动设定每次充放电间隔时间

自动控制主要用于完成以下动作：

- 1) 整定电压后自动充电
- 2) 自动设定充放电次数
- 3) 自动发出点火脉冲

控制台的状态指示：

- 1) 充电变压器输入电流指示
- 2) 充电变压器输入电压指示
- 3) 第一级电容器充电电压数字式电压表指示
- 4) 点火球隙指示
- 5) 其它指示灯和符号

6、冲击电压波形分析测量系统

- 1) 采用美国泰克公司 DPO-2012 型数字存储示波器
- 2) 佳能激光打印机、隔离电源
- 3) 联想电脑，17" 液晶显示
- 4) 上海交大 ATS 计算机波形分析软件

用户在系统界面上选择“波形分析”功能后，系统进入测量功能设置界面。



测量系统以美国 Tektronics 公司的 DPO-2012 数字存储示波器为波形数据采集平台，工作方式的设置由测控软件自动完成。其带宽 100MHz，标称分辨率达 8bit，最高采样速度达 1.0GS/s，记录长度 2.5k，通道 2 个；可记录雷电全波、操作波和雷电截波。用户只需根

据界面提示，输入各项试验条件即可（用户也可选择其它示波器）。

系统可以完成表 1 所示的各种冲击电压的测量和表 2 测量误差及系统波形参数分析功能。软件已通过 IEC61083-2 评测。

可使用 2002 年从德国进口的 KAL1000 冲击校准仪（仪器具有 PTB 校准证书）校准示波器和软件。

表 1 冲击电压波形及其参数

	冲击波形	波形参数	备 注
1	雷电冲击全波 振荡雷电冲击	波头时间 T1 半峰值时间 T2 峰值 Up	各种试品
	雷电冲击截波	波头时间 T1 截波时间 Tc 过零系数 K 峰值 Up	各种试品
	操作冲击全波 振荡操作冲击	波头时间 Tp 半峰值时间 T2 峰值 Up	330KV 以上各种试品

表 2 测量系统不确定度(含分压器)

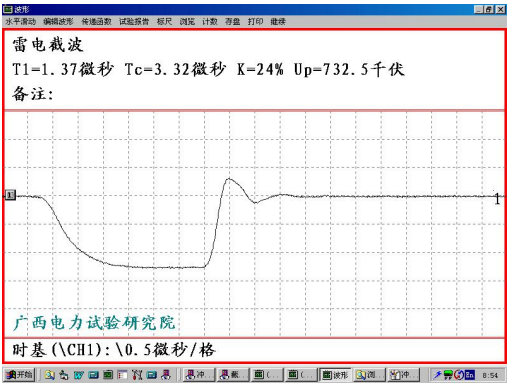
测量的冲击波类型	测量系统不确定度(含分压器) $K\leq\%$
雷电波、截波、操作波	3
1000KV/ μ s 陡波	4
2500KV/ μ s 陡波	5

冲击电压的所有信息均以位图(. bmp)文件和数据文件(. DAT)格式保存在硬盘上。

系统的典型测量功能包括：

冲击电压测量和波形分析：2 通道, 最高采样速率
1. 0GS/S

不同冲击电压波形的比较和离线分析：可将试验得到的波形 以数据文件(*. DAT)的格式存盘，从硬盘中读出并显示在屏幕上，帮助用户比较不同冲击试验得到的冲



击试验波形

试验报告数字化：点击菜单项“试验报告”可直接进入中文 Word ，在已设计好的冲击试验报告模板上编写试验报告。利用 Word 强大的处理功能，输入文字，绘制和插入电路接线图，插入试验波形图，存储、打印试验报告等。

多时基波形显示：系统具备将各个通道波形数据（例如变压器的入波电压和示伤电流波形）分别独立按不同的时基显示的功能，方便用户分析波形。

