

# SBZ-III型

# 变 压 器 空 载 负 载 特 性

# 测试仪



青岛四方泰合电气设备有限公司

## 一、概述

SBZ-III型变压器空载负载特性测试仪主要用于电力变压器的空载及负载实验，所测的直接参数是三相电压，三相电压均方根、三相电流，功率，实验电源频率。空载实验时根据所测数据计算出平均电压、平均电流、总功率、空载电流，校正后的空载损耗；负载实验计算出短路阻抗、短路损耗和 75 度额定电流下的短路损耗。能同时测量单相或三相电力变压器的交流电压有效值、电压平均值、有效值、有功功率、功率因数和频率等电量参数。

该仪器集多种实验方式于一体，可以用于单相变压器和三相变压器的空载和负载实验，而且三相变压器的空载实验和负载实验还提供了双表法空和双表法负载实验。智能化、专业化设计，适用于电力变压器空载、负载试验的测试,是传统指针式仪表的理想换代产品。

## 二、主要技术参数：

电压：

测量范围： 10mV~600V

误差范围： 全量程范围内 0.2 级

电流：

测量范围： 20mA~6A 或 6A~60A(可选)

误差范围： 全量程范围内 0.2 级

功率：

测量范围： 0KW~2.500KW

误差范围： 全量程范围内 0.3 级

频率：

测量范围： 45Hz~65Hz

误差范围： 全量程范围内  $\pm 0.05$ Hz

## 三、主要特点

- 采用 240×128 点阵带背光蓝色液晶显示屏、中文操作菜单，同时显示单相或三相电压有效值、电压平均值、电流有效值、有功功率、功率因数和频率等 18 个电参量。
- 多屏菜单操作，供用户选择，操作方便，并自动计算各参数，如  $P_0$ 、 $I_0$ 、 $P_{kn}$ 、 $e_{kt}$ 、 $e_{k75^\circ C}$ 、 $Z_k$ 。
- 可自动对电压幅度、波形及温度进行校正。
- 可按键设定电压、电流互感器比率，直接显示初级测量值。
- 可测量低功率因数范围的功率。
- 配有微型打印机和串行 RS232 计算机接口，打印格式按照标准记录(汉字)格式要求。
- 抗干扰性能强，并且有可靠的过压、过流保护，适用于现场校验环境下工作。

#### 四、工作原理

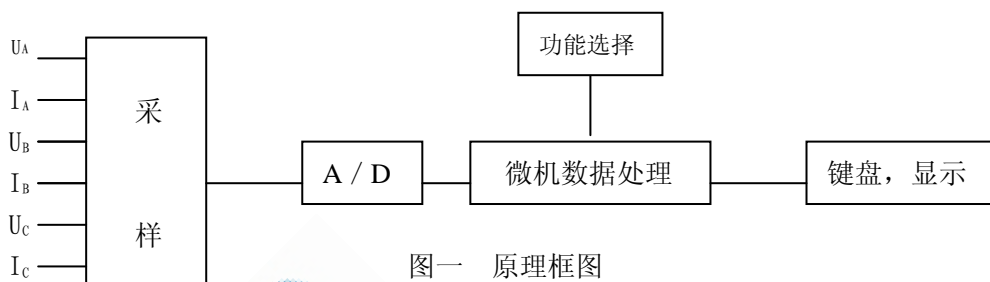
该仪器采用高档的处理器处理数据，高精度快速 A/D 转换器，数据的采集采用新颖的处理技术，数据处理采用使用快速的方式进行数据处理，为该仪器的高性能、高精度、高可靠性提供了必要条件。

该仪器的人机接口采用大屏（240 \* 128）全中文的汉字图形显示器，菜单严格分级，逐步引导您操作，您只需要开机，按下任意键，仪器提供的菜单就会引导您完成你所需要的实验。

另外该仪器还提供了面板式的微型打印机，可以将实验的结果打印出来，作为实验存档的原始数据。仪器还提供了串口通讯功能，你只要按说明书提供的通讯协议编写好软件，就可以在上位机上直接操

作该仪器，完成实验。

SBZ-III变压器空负载特性测试仪采用先进的微机数字化处理技术，实现了所有参数同时测量。整机由微机控制，工作稳定可靠，其方框原理图如图所示：



图一 原理框图

三相电压  $U_A$ 、 $U_B$ 、 $U_C$  分别通过电阻分压，三相电流  $I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$  分别通过高精度电流互感器产生采样信号。

SBZ-III变压器空负载特性测试仪，在做变压器的性能试验时，可同时测量出 18 个参数，各测量值的定义如下：

$$I_{rms} = \left( \frac{1}{nT} \int_{0}^{nT} i^2 dt \right)^{1/2}$$

$$U_{rms} = \left( \frac{1}{nT} \int_{0}^{nT} u^2 dt \right)^{1/2}$$

有效值(True RMS)：

$$U_{rect} = \frac{\Pi}{2\sqrt{2}} \times \frac{1}{nT} \int_{0}^{nT} |u| dt$$

平均值(Rectified Mean)：

$$I = (I_a + I_b + I_c) / 3$$

算术平均值(Average)：

$$U = (U_a + U_b + U_c) / 3$$

平均值电压与电压有效值的偏差率（三相测量时，用三相电压的

$$d = \frac{U_{rect} - U_{rms}}{U_{rms}} \times 100 \%$$

算术平均值；单相测量时，就用该相的值）：

有功功率(Power)：

总功率及功率因数(Total)：

$$P = \frac{1}{nT} \int_0^{nT} (u \times i) dt$$

$$\Sigma P = P_a + P_b + P_c \quad (\text{代数和})$$

$$PF = \frac{\Sigma P}{(U \times I)}$$

单相变压器：

三相变压器：

$$PF = \frac{\Sigma P}{\sqrt{3}(U \times I)}$$

$$PF = \frac{\Sigma P}{3(U \times I)}$$

(U 为线电压)

(U 为相电压)

式中：  $I_n$  —— 低压侧额定电流

$$I_0' = \frac{I}{I_n} \times 100 \%$$

空载试验时数据校正过程及公式(仪表损耗可忽略不计)：

第一步：校正到额定电压 ( $U_n$ )

$$k = U_n / U_{rect}$$

$$P_m = (\Sigma P - \text{线路损耗}) \times k^2$$

$$I_0 = I_0' \times K$$

第二步：波形校正

$$P_0 = P_m (1+d)$$

负载试验时数据校正过程及公式（仪表损耗可忽略不计）：

$$K_t = \frac{75+235}{t+235}$$

75° C 时的温度折算系数：

$$P_{kt} = \Sigma P - \text{线路损耗}$$

$$e_{kt} = \left( \frac{U}{U_N} \right) \times \left( \frac{I_N}{I} \right) \times 100 \%$$

$$P_{kn} = P_{kt} \times \left( \frac{I_N}{I} \right)^2$$

式中：  $I_N$  ---- 高压测额定电流 A；

式中：  $U_N$  ---- 高压额定电压， V；

$$e_{k75} = \sqrt{e_{kt}^2 + \left( \frac{P_{kt}}{10 S_n} \right)^2 \times (K_t^2 - 1)} \times 100 \%$$

$I_N$  ---- 高压额定电流， A；

式中：  $S_n$  ---- 额定容量， kVA；

$e_{k75}$  ---- 参考温度 (75°C) 的阻抗电压， %；

$e_{kt}$  ---- 绕组温度为 t°C 时的阻抗电压， %；

短路阻抗：

$$Z_k = e_{k75} \times \frac{U_N^2}{S_n}$$

式中：  $Z_k$  ---- 参考温度 (75°C) 的短路阻抗， 每相欧姆；

注：当温度折算为 120°C 时，将以上 75°C 处改为 120°C。

对于三绕组变压器，在进行负载试验时，有以下三种接线方式：

## (1) 高压—低压绕组之间:

高压送电、低压短路: 此时用  $U_N$ 、 $I_N$

低压送电、高压短路: 此时用  $U_n$ 、 $I_n$

## (2) 高压—中压绕组之间:

高压送电、中压短路: 此时用  $U_N$ 、 $I_N$

中压送电、高压短路: 此时用  $U_m$ 、 $I_m$

## (3) 中压—低压绕组之间:

中压送电、低压短路: 此时用  $U_m$ 、 $I_m$

低压送电、中压短路: 此时用  $U_n$ 、 $I_n$

在负载试验条件下的运算程序中, 增加了计算参考温度 (75℃, 120

$$P_{K\ 75\ (或\ 120)} = \frac{P_{Kn} + Pr(K_t^2 - 1)}{K_t}$$

℃) 的负载损耗程序。其计算公式如下:

其中:  $P_{Kn}$ — 额定电流下的负载损耗 (见上)

$$P_r = 1.5(I_N^2 R_H + I_n^2 R_L)$$

H·V—L·V (高对低) 时,

H·V—m·V (高对中) 时,

m·V—L·V (中对低) 时,

$R_H$ —负载试验时试品温度条件下的高压绕组线电阻平均值, 单位  $\Omega$ ;

$R_m$ —负载试验时试品温度条件下的中压绕组线电阻平均值, 单位  $\Omega$ ;

$R_L$ —负载试验时试品温度条件下的低压绕组线电阻平均值, 单位  $\Omega$ ;

$K_t$ —温度折算系数。

## 五、使用方法:

该仪器的所有操作都是通过“↑”、“↓”、“确认”、“返回”“复位”五个键来完成的，菜单的选择通过“↑”、“↓”键来选择，被选中的菜单的显示方式和其它没有被选中的显示方式相反，选中要操作的菜单，按下“确认”键，执行该菜单的功能；在参数的修改时，先选中该菜单，按下“确认”键进行数据的修改，数据的每一位的修改也是通过上下键来完成的，将修改位修改成你需要设置的数据时，按下“确认”键被修改位后移一位，当是最后的一位时按下“确认”键，该数据设置完毕，当数据在修改的过程中，发现前面的数据不对，按下“返回”键则修改位回到数据的最高位，再按上面的方式设置数据。除了第一屏按下任意键自动进入下一屏外，在其它的所有屏中按下“返回”键，仪器自动返回到上一屏，直到返回第一屏为止，按“复位”键回到主菜单。

根据菜单的提示，设置好相应的参数，就可以实验了，参数设置好之后，按下“返回”键返回到上菜单，选择开始实验，执行该菜单即可。在测量过程中按下“确认”键，进行实验结果处理，可以将实验结果打印出来，也可以查看实验的结果。下面详细介绍其操作方式。

仪器开机显示如图 1，在图 1 中按下“↑”、“↓”、“确认”、“返回”中的任意键进入图 2。在图 2 中用“↑”、“↓”来选择实验的项目。被选中的菜单的显示方式和没有选中的菜单的显示方式相反，如图 2 所示，被选中的菜单是单相变压器实验。

变 压 器 空 负  
载 特 性 测 试 仪



图 1

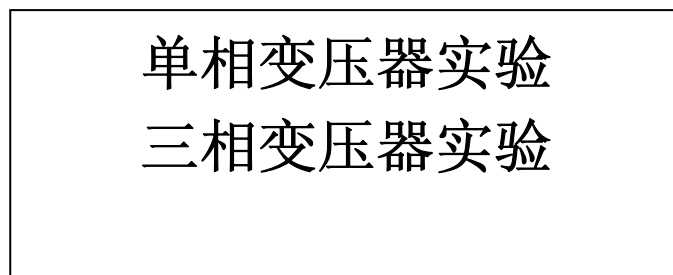


图 2

选中被要操作的菜单，按下“确认”键进入该菜单的下级菜单，单相变压器实验的下级菜单有，单相变压器空载实验和单相变压器的负载实验；三相变压器实验的下级菜单有双表法空载实验、双表法负载实验。

任何实验项目都要输入该实验所需要的参数，空载实验需要输入的参数是界面显示如图 3 所示。参数设置完毕之后，按下“返回”键返回到它的上级菜单，选中开始实验，当实验条件到达，按下“确认”键，对实验的结果进行处理，我们此时即可以查看实验的结果，也可以将实验的结果输出打印。还可以按下“返回”键，返回到测量屏继续测量。

电流变比	001.0
电压变比	001.0
额定电流	0144.30 A

图 3

参数的修改方式是选中要修改的参数项，按下“确认”键就

可以对该参数进行修改了，在上图中，我们按下“确认”键电压变比后面的数据 001.0 变成 001.0，此时我们通过“↑”、“↓”键来调整该位数据，将该位数据调整好之后，按下“确认”键参数被调整的位数后移，若我们刚才的位调整为 5，则显示为 501.0，用上面的方式设置好各位，若在修改后面的位时发现前面修改的数据不对，此时按下“返回”键，被修改的位回到最高位，在修改最后位时，按下“确认”键该数据修改完毕。显示如图 3 所示。其它参数修改的方式也是一样，就不再做说明了。

负载实验我们要输入的参数如图 4、图 5 所示，在图 4 中按下“↑”键，显示图 5，在图 5 中按下“↓”键显示图 4。在图 7 中按下“↑”键显示图 6；在图 6 中按下“↓”键显示图 7。参数如何修改上面已经介绍过了。

容量	0.00KVA
温度	25.0 °C
电压变比	001.0
电流变比	001.0

图 4

额定电压 Un1	010.00 KV
额定电压 Un2	010.00 KV
额定电流 In1	0007.77 A
额定电流 In2	0144.30 A
高压侧电阻 Rh	000.100 Ω
低压侧电阻 RL	000.100 Ω

图 5

容量	00100.0 KVA
温度	25.0 °C
校正温度	075.0 °C
电压变比	001.0
电流变比	001.0

图 6

额定电压 Un2	010.00 KV
额定电流 In1	0007.77 A
额定电流 In2	0144.30 A
高压侧电阻 Rh	000.100 Ω
低压侧电阻 Rl	000.100 mΩ

图 7

六、装箱清单：

- |                |    |
|----------------|----|
| 1、变压器空载负载测试仪主机 | 一台 |
| 2、三芯电源线        | 一根 |
| 3、试验测试连线       | 一套 |
| 4、打印纸          | 二卷 |
| 5、保险管          | 二个 |
| 6、产品说明书        | 一本 |
| 7、合格证保修卡       | 一份 |