



追求卓越品质 共创美好未来

ZQBCT-II 变压器特性测试仪

操 作 说 明 书

武汉卓琦电气有限公司

网 址: www.whzqdq.com
电 话: 027-82359585

E-mail: whzqdq@126.com
传 真: 027-82359545



1. 概述

ZQBCT-II 变压器特性测量仪按照 JB / T501—91《电力变压器试验导则》和 GB1094—96《电力变压器》的技术标准要求,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、电有效值、有功功率、功率因数和频率等电量参数,测量精度为 0.2 级。智能化、专业化设计,适用于电力变压器空载、负载、感应等试验的测试,是传统指针式仪表的理想换代产品。

2. 主要特点

- 采用 320×240 点阵带背光液晶显示屏,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。
- 可设置试验日期、变压器出厂编号,并可断电锁存。
- 可测量低功率因数范围的功率。
- 配有打印接口和串行 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,有过载报警指示功能,并且有可靠的过压,过流保护,适用于现场校验环境下工作。

3. 技术指标(0.5 级)

项 目	测 量 范 围	基 本 误 差
电 压	500V	$\pm(0.25\% \text{读数} + 0.25\% \text{量程})$
电 流	5A	$\pm(0.25\% \text{读数} + 0.25\% \text{量程})$
功 率	$U \times I$	$\pm(0.25\% \text{读数} + 0.25\% \text{量程})$
功率因数	0.010~1.000	± 3 个字
频 率	(40~300)Hz	$\pm 0.5\%$
电 源	AC220V ± 22 Hz, 50Hz ± 1 Hz	
整机功耗	小于 15VA	

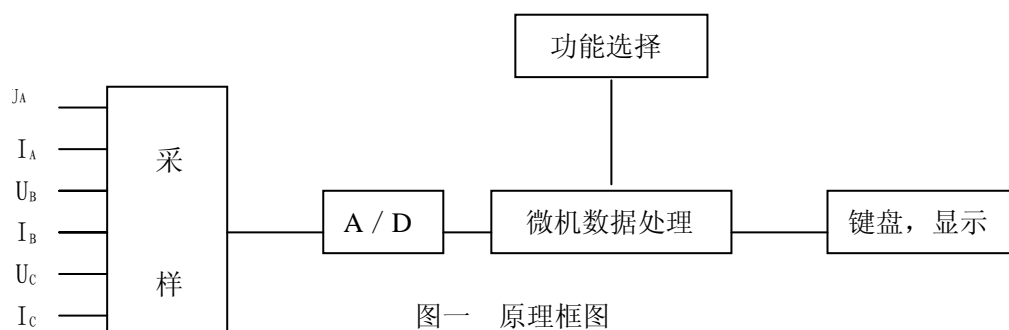
网 址: www.whzqdq.com
电 话: 027-82359585

E-mail: whzqdq@126.com
传 真: 027-82359545

使用环境	工作温度范围: (0~40)℃, 相对湿度: 30%~90%
连续工作时间	大于 24 小时
外形尺寸	360(宽)×300(深)×99(高)mm
重量	约 5kg

4. 基本原理

ZQBCT-III 变压器特性测量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:



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。

ZQBCT-III 变压器特性测量仪, 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:

有效值(True RMS):

$$I_{rms} = \left(\frac{1}{nT} \int_0^{nT} i^2 dt \right)^{1/2}$$

$$U_{rms} = \left(\frac{1}{nT} \int_0^{nT} u^2 dt \right)^{1/2}$$

平均值(Rectified Mean):

$$U_{rect} = \frac{\Pi}{2\sqrt{2}} \times \frac{1}{nT} \int_0^{nT} |u| dt$$

算术平均值(Average):

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

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

平均值电压与电压有效值的偏差率（三相测量时，用三相电压的算术平均值；单相

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

测量时，就用该相的值)：

有功功率(Power)：

总功率及功率因数(Total)：

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

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

单相变压器：

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

三相变压器：

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

(U 为线电压)

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

(U 为相电压)

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

式中： I_n ——— 低压侧额定电流

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）：

75° C 时的温度折算系数：

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

$P_{kt} = \Sigma P$ —线路损耗

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

式中： I_N ——高压测额定电流；

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

式中： U_N ——高压额定电压， V；

I_N ——高压额定电流， A；

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

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。当温度折算为 145°C 时， 将以上 75°C 处改为 145°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

网 址：www.whzqdq.com

电 话：027-82359585

E-mail: whzqdq@126.com

传 真：027-82359545

(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°C, 120°C, 145°C) 的负载损耗程序。其计算公式如下:

$$P_{K\ 75\ (\text{或}\ 120\ \text{或}\ 145)} = \frac{P_{Kn} + Pr(K_t^2 - 1)}{K_t}$$

其中: P_{Kn} —额定电流下的负载损耗 (见上)

H·V—L·V (高对低) 时,

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

H·V—m·V (高对中) 时,

$$P_r = 1.5(I_N^2 R_H + I_m^2 R_m)$$

m·V—L·V (中对低) 时,

$$P_r = 1.5(I_m^2 R_m + I_n^2 R_L)$$

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 Ω ;

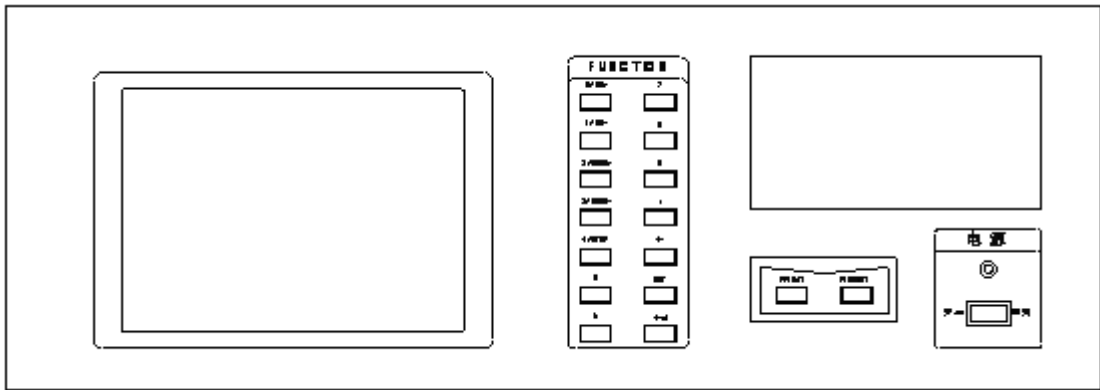
R_m —负载试验时试品温度条件下的中压绕组线电阻平均值, 单位 Ω ;

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 Ω ;

K_t —温度折算系数。

5. 使用说明

5.1 前面板



图二 前面板布置图

前面板显示屏为 320×240 点阵带背光液晶屏幕，屏幕靠近右下角显示屏幕菜单号(1, 2, 3, 4)其决定所显示屏幕菜单内容。第 1 屏为空载试验设定参数菜单屏幕，第 2 屏为负载试验设定参数菜单屏幕，第 3 屏为空载试验菜单屏幕，第 4 屏为负载试验菜单屏幕。为完成各功能操作，前面板设置 16 个按键，其中数字键 11 个(0~9 和小数点·)、回车确认键(←↵)、设定(SET)键、退格键(←)、打印键(PRINT)和复位键(RESET)。其中数字键 0, 1, 2, 3, 4 为复合键，分别兼用 No+、No-、MENU+、MENU-、STOP 等按键功能，分别介绍如下：

数字键(0~9 和 “·”)：在设定状态下，可分别用于设定各参数值。

No+： 变压器编号值加“1”。

No-： 变压器编号值减“1”。

MENU+： 液晶显示屏幕菜单号加“1”。

MENU-： 液晶显示屏幕菜单号减“1”。

STOP： 显示内容锁定，再按该键，退出锁定状态。

PRINT： 按下该键，仪器以固定的格式打印测量值(打印机处于联机状态)。

RESET： 按该键，仪表复位。当仪器工作或显示出现异常时，可按该键。

参数设定功能由 SET、←↵、←、0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、· 共 14 键操作完成，详见后。

面板左下方是电源开关。按下电源开关，电源指示灯亮。

下面详细介绍各屏幕菜单含义：

1. 屏幕菜单 1 (试验参数设定)

网 址：www.whzqdq.com

电 话：027-82359585

E-mail: whzqdq@126.com

传 真：027-82359545

设置菜单1
变压器试验编号NO:9806111
试验日期:1998.06.07
被试品规格:*****/***
被试品额定容量Sn(KVA):*****
被试品低压侧额定电压Un(V):*****
被试品低压侧额定电流In(A):*****
单相(S)/三相(T)测量方式:T
相电压/线电压的显示选择:0
折算温度选择(75℃=0 120℃=1 145℃=2):0
参考温度的负载损耗计算选择:1
三根测量导线的电阻之和(Ω):*****
屏幕菜单1

图三 屏幕菜单 1 显示状态图

- 第一行：输入被试验的变压器的编号(No)，规定为七位数；
- 第二行：输入试验日期 (DATE)，分别规定为年(四位数)、月(两位数)和日(两位数)；
- 第三行：输入被试品规格 (MODEL)，分别规定六位数和三位数；
- 第四行：输入被试品容量 Sn (kVA)，规定为六位数；
- 第五行：输入被试品低压额定电压 Un (V)，规定为六位数；
- 第六行：输入被试品低压额定电流 In (A)，规定为六位数；
- 第七行：输入单相 (Single) / 三相 (Tri) 测量方式选择，S 表示单相测量方式，T 表示三相测量方式，按面板“←”键，可分别选择 T 或 S；
- 第八行：输入相电压 / 线电压显示选择，0 表示测量显示相电压，即屏幕菜单 3, 4 中所显示的电压参数均表示为相电压，1 表示测量显示线电压即屏幕菜单 3, 4 中所显示的电压参数均为线电压，按面板“←”键，可分别选择 0 或 1；规定仪器检定时，置为“0”；
- 第九行：输入折算温度（负载试验时用）选择，0 表示折算温度为 75℃，1 表示折算温度为 120℃，2 表示折算温度为 145℃，按面板“←”键，可分别选择 0、1、2；

第十行:输入计算参考温度的负载损耗选择:

0 表示按 P_{K75} (或 120 或 145) = $P_{Kn} \times K_t$ 计算;

$$\frac{P_{Kn} + Pr(K_t^2 - 1)}{K_t}$$

0 表示按 P_{K75} (或 120 或 145) = $\frac{P_{Kn} + Pr(K_t^2 - 1)}{K_t}$ 计算; 按面板“←”键, 可分别选择 0 或 1;

第十一行: 输入试验装置的三根测量导线电阻之和的阻值 Ω (Resistor) (用于计算线路损耗), 规定为七位数。如果不考虑测量导线电阻的影响, 则此项设为“0.0”。

以上设置参数均可断电保存。

2. 屏幕菜单 2 (试验设定参数)

设置菜单2

被试品高压侧额定电压UN(KV):*****

被试品高压侧额定电流IN(A):*****

被试品中压侧额定电压Um(KV):*****

被试品中压侧额定电流Im(A):*****

被试品低压侧额定电压Un(V):*****

被试品低压侧额定电流In(A):*****

高压绕组线电阻平均值RH(Ω):*****

中压绕组线电阻平均值Rm(Ω):*****

低压绕组线电阻平均值RL(Ω):*****

设置测量绕组:H·V-L·V 绕组分接的位置:17

被试品温度($^{\circ}$ C):20.5

屏幕菜单2

图四。 屏幕菜单 2 显示状态图

该屏幕输入试验所需计算参数, 按所在分接位置输入对应的参数;

第一行: 输入被试品高压端额定电压 UN (kV), 规定为六位数字;

第二行: 输入被试品高压端额定电流 I_N (A), 规定为六位数字;

第三行: 输入被试品中压端额定电压 U_m (kV), 规定为六位数字;

第四行: 输入被试品中压端额定电流 I_m (A), 规定为六位有效数字;

第五行: 输入被试品低压端额定电压 U_n (kV), 规定为六位数字;

第六行: 输入被试品低压端额定电流 I_n (A), 规定为六位有效数字;

第七行:输入高压绕组线电阻平均值 $R_H(\Omega)$, 规定为八位数字;

第八行:输入中压绕组线电阻平均值 $R_m(\Omega)$, 规定为八位数字;

第九行:输入低压绕组线电阻平均值 $R_L(\Omega)$, 规定为八位数字;

第十行: 设置测量绕组 (Relation), 先输入测量绕组输入端位量 (H、M、L 中选一), 再输入输出端位量 (H、M、L 中选一), 按面板 “←” 键, 可分别选择 H、M 或 L; 如果设定为 H·V-L·V, 则表示测量绕组为高压对低压; 设置绕组分接的位置 (Value), 范围为 00-99;

第十一行: 输入被试品温度 Temp($^{\circ}\text{C}$), 规定为四位数字;

以上设定参数均可断电保存。

注意: 在设置各项参数时, 请不要在第一位设置小数点, 以免造成各项指标计算错误!

2. 屏幕菜单 3 (空载试验):

	Urms(V) 有效值	Urec(V) 平均值	I(A) 有效值	P(W) 有功功率
A	0.0	0.0	0.0000	0.0
B	0.0	0.0	0.0000	0.0
C	0.0	0.0	0.0000	0.0
Σ	0.0	0.0	0.0000	0.0
总功率因数 : 0.260				
频 率 (Hz): 50.04				
电压偏差率(%): 0.274				
空载 功率(W): 688.4				
空载电流百分比 $I_0=0.43\%$				
电流互感器比率 $I_k=5 /5$				
电压互感器比率 $U_k=1$				
变压器试验编号NO:9806111				屏幕菜单3

图五 屏幕菜单 3 显示状态图

第一、二行显示测量参数符号及单位, Urms (V) 表示测量各相或线电压的均方根值 (单位为 V); Urec (V) 表示测量各相或线电压的平均值 (单位为 V); I (A) 表示测量各相电流的均方根值 (单位为 A); P (W) 表示为各相的有功功率 (单位为 W);

第三、四、五行分别显示对应各相 (电压为线电压) 的值;

第六行分别显示三相线电压均方根值的算术平均值、三相线电压平均值的算术平均值、三相相电流均方根值的算术平均值、总有功功率；

第七行显示总功率因数 PF。

第八行显示频率 F (Hz)；

第九行显示电压偏差率 d(%)

第十行显示空载功率 P_0 (W)。

第十一行显示空载电流百分比 I_0 (%)；

第十二行显示设定电流互感器比率 $I_k/5$ (共四位数，规定次级电流为 5A，只要填写互感器初级电流 I_k ，而不是比值，以下菜单显示含义相同)。

第十三行显示设定电压互感器比率 U_k (共六位数，填入变比值，以下菜单显示含义相同)

第十四行显示设定变压器试验编号 No (共七位数)。

3. 屏幕菜单 4 (负载试验)：

	Urms(V) 有效值	I(A) 有效值	P(W) 有功功率
A	0.0	0.0000	0.0
B	0.0	0.0000	0.0
C	0.0	0.0000	0.0
Σ	0.0	0.0000	0.0
额定电流下的负载损耗(W)=5424.4			
绕组温度为20.5℃时的阻抗电压(%)=3.87			
参考温度为75℃时的阻抗电压(%)=****			
参考温度为75℃时的负载损耗(W)=****			
参考温度为75℃时的短路阻抗(Ω)=****			
电流互感器比率 $I_k=5 /5$			
电压互感器比率 $U_k=1$			
变压器试验编号NO:9806111			屏幕菜单4

图六 屏幕菜单 4 显示状态图

第一、二、三、四、五、六各行显示含义与前相同类似；

第七行显示额定电流下的负载损耗 P_{kn} (W)；

第八行显示绕组温度为 t ℃时的阻抗电压 e_{kt} (%)；

第九行显示参考温度为 (75℃) 时的阻抗电压 e_{k75} (%)；

网 址：www.whzqdq.com

电 话：027-82359585

E-mail: whzqdq@126.com

传 真：027-82359545

第十行显示参考温度为 (75℃) 时的负载损耗 P_{k75} (W);

第十一行显示参考温度为 (75℃) 时的短路阻抗 Z_k 计算值;

第十二行显示设定电流互感器倍率 $I_k/5$ 。

第十三行显示设定电压互感器倍率 U_k ,

第十四行显示设定被测变压器编号 No ;

5.2 操作方法

仪器操作有两种状态: 参数设定状态和测量状态。按“SET”键进入设定状态, 并在屏幕上有闪动光标(方形)显示, 按回车键“←|”键, 即退出设定状态, 回到测量状态。设定状态由 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, ., ←, ←| 共 13 个按键组成; 测量状态由 $No+$, $No-$, MENU+, MENU-, STOP, PRINT 共六个按键组成。

打开仪器电源, 液晶屏按菜单 1 格式显示。如果参数不设定, 按 MENU+即进入菜单 2, 如果按 MENU-, 即进入菜单 4; 如果参数要设定(输入), 按“SET”键, 进入参数设定状态, 这时“ No ”的第 1 位光标闪动, 即可按数字键, 输入变压器的编号, 连续按“SET”键, 闪动光标依次按年, 月, 日, S, U_n , ... 顺序移动, 按回车键“←|”即退出设定状态, 闪动光标消失。

进入屏幕菜单 2 后, 按“SET”键, 进入参数设定状态, 这时“ U_N ”的第 1 位光标闪动, 即可按数字键输入数值, 连续按“SET”键, 闪动光标依次按 I_N , U_m , I_m , U_n , I_n , R_H , R_m , R_L 等顺序移动, 按回车键“←|”, 即退出设定状态, 闪动光标消失。

进入屏幕菜单 3 后, 按“SET”键, 进入设定状态, 电压倍率 I_k 的第 1 位光标闪动, 按数字键, 输入倍率, 连续按“SET”键, 按 U_k , I_k , No 循环进行, 按“←|”键退出设定, 进入测量状态。

进入屏幕菜单 4 后, 按“SET”键, 进入设定状态, 设定次序按照 U_k , I_k , No 循环进行, 按“←|”键退出设定, 进入测量状态。

在以上各菜单下, 如在测量状态时, 按“ $No+$ ”键, 则变压器编号在原编号基础上自动加上“1”, 按“ $No-$ ”键, 变压器编号在原基础上自动减“1”。按“STOP”键, 可

将瞬间显示的数据锁定。

在测量状态下，按“PRINT”键，打印机按照规定格式打印出数据和表格。

5.4 单相测量操作

首先将屏幕菜单 1 中的“Single/Tri”（单相/三相测量方式）置为 S，选定为单相测量方式，“Phase/Line”（相电压/线电压测量显示选择）置为 0，选定为相电压显示。

单相测量时，菜单 3、4 中的第三、四、五行中所有参数值均显示为“0”，第二行(A 相)数据即为单相测量数据，其余数据均按单相计算。

6. 供货成套性

- ZQBCT-II 变压器特性测量仪一台
- 产品说明书一份
- 产品合格证、保修单一份
- 电源线一根
- 0.5A 保险丝二只
- 包装箱一只