3168C型电力变压器
有载分接开关参数综合测试仪

使
用
说
明
书

保定市精艺电子仪器有限公司

使用条件及注意事项

- 环境温度－20℃～+40℃，湿度≤80%
- 避免雨淋，避免强烈阳光直接照射液晶显示板
- 使用前应先接好保护地线
- 可带绕组测试，但严禁带电测试!! 变压器外接引线距离较长时，应拆去引线，以免受周围强电磁场干扰
- 必须在接通测试线后方可启动测试开关
- 测试中如需要与计算机传送数据时，仪器与计算机应一点接地
- 当只进行一相测试时，其他两相测试线应开路
- 带绕组测试时，非测试侧应短路接地!!
- 测试结束后应先关闭仪器电源，至少三分钟后再拆测试线

为确保操作者和仪器的安全
为获得正确的测试结果
望使用前认真阅读本说明书

保定市精艺电子仪器有限公司

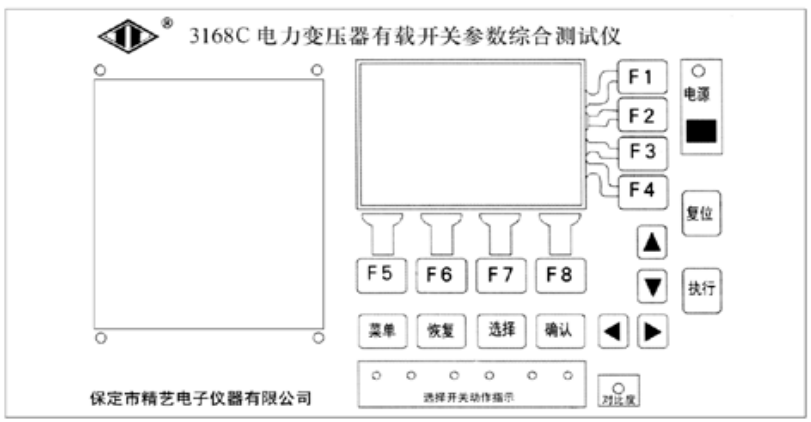
目　录

基本功能及特点 · · · · · 1
面板部置 / 测试程序 · · · · · 3
测试程序 · · · · · 4
　带绕组 · · · · · 4
　观察各段时间 · · · · · 6
　翻屏 / 储存 / 继续测 / 无绕组 / 静态电阻 · · · · · 7
　测分离角 · · · · · 8
　打尾标 / 仪器与 PC 机相互通讯及 PC 机测试分析软件的使用 · · · · · 9
3168-S 数据存储器使用说明 / 特点 / 注意事项 / 使用方法 · · · · · 12
　接收 / 发送 · · · · · 13
　功能转换 · · · · · 14
　接收操作 / 发送操作 · · · · · 15
测试中应注意的其他问题 · · · · · 16
附 1：3168A 型变压器有载开关参数测试仪 · · · · · 17
附 2：3168C 型变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明 / 仪器标准 / 波形比较 · · · · · 18
　分接位 / 时间的确定 · · · · · 19
　电阻的确定 / 不同期问题 · · · · · 20
　灵敏度选择 / 波形分析 · · · · · 21
　波形分析 · · · · · 22
　CPU 故障 / 供电电压低 · · · · · 27
　仪器自激 / 角接测试 · · · · · 28
　角接测试 /Y 接无中点 · · · · · 29
　关于波形图 / 结束采样 · · · · · 31
　有载开关型号 · · · · · 32
　　保变 / 长征电器一厂 · · · · · 32
　　吴江 / 上海 / 常州 · · · · · 33
　　上海华明 · · · · · 34
　　长征电器一厂 / 西德 MR · · · · · 35
　　ABB 公司 · · · · · 36

基本功能及特点

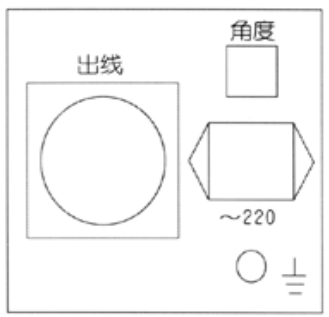
基本功能及特点

1. 3168C型电力变压器有载分接开关参数综合测试仪，是用于测量和分析变压器有载分接开关动作特性指标的专用仪器。可实现测试有载分接开关的过渡过程、过渡波形、过渡时间、各瞬间过渡电阻值、三相同期性、选择开关分离角等参数。
2. 可以带绕组或不带绕组进行测试。
3. 可以对测试结果储存、打印，也可以将结果存储到专用存储器中(选购件，可存40组)或传送到PC机中。仪器本身可以存三组，且断电后数据不丢失。
4. 随仪器提供专用软件，用户可以在DOS或WIN95下装入，以便对数据进行存档或进行分析
5. 仪器高度智能化，中文菜单提示，一目了然，操作简单。
6. 可调式永久性时钟，试验时无需输入日期和时间。
7. 仪器设有防冲击、过电压保护电路。



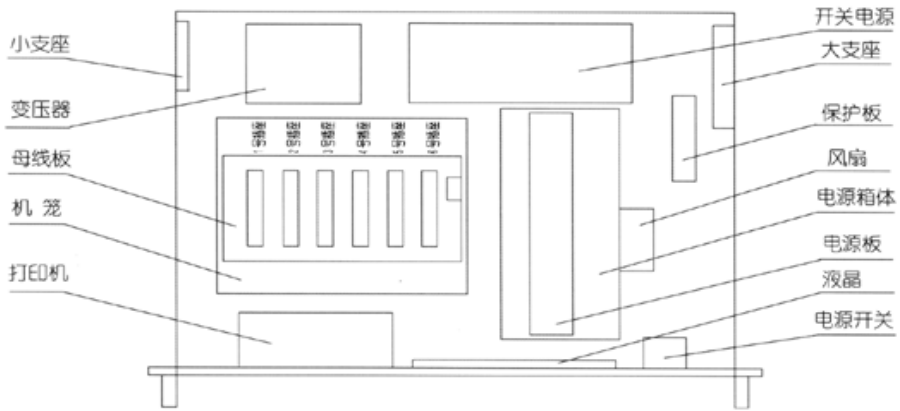
图(1)

基本功能及特点／面板部置



图(2)

图(3)



图(4)

8. 仪器内配有电源噪音滤波及抗干扰电路，具有良好的抗干扰性能。
9. 仪器具有灵活的扩展功能，可以视用户需要增加："测量变压器绕组直流电阻；测量有载开关触头接触电阻；通过 RS-232 接口实现远程控制等。"

面板部置 / 测试程序

面板部置

1. 前面板：见＜图 1 ＞,左侧方框是打印机，中上方框是液晶显示屏，F1-F4 是主菜单选择键；F5-F8 是子菜单选择键。其组合功能见＜表 1 ＞。
2. 左侧面：见＜图 2 ＞
3. 右侧面：见＜图 3 ＞，RS-232C 通讯接口，PRT 外接打印
4. 内部部置：见＜图 4 ＞

《表 1》

有绕组	无绕组	测角度	看波形	F1
过渡值	接触值			F2
直阻				F3
改时钟	打尾标	送数据	遥控	F4
F5	F6	F7	F8	主菜单 / 子菜单

测试程序

为便于用户理解，这里结合一台变压器有载开关的测试实例，介绍其操作过程

试品：保定南郊 1 ＃变　时间：1996 年 10 月 24

变压器型号：SFPSZLb-120000/220　　出厂序号：1F002--1

额定容量：120000/120000/120000kVA　　出厂年月：80 年 10 月

额定电压：220 ± 7 × 1.46%/121/11kV　　厂家：沈阳变压器厂

连接组：Y0/Y0/ △--12--11

有载分接开关型号：SYXZ--51--220/400　过渡电阻值：3.2 Ω

测试程序 / 带绕组

带绕组测过渡过程：

拆去主变三侧引线

将测试线按黄绿红三对双双接至调压侧(这里是高压)套管 A,B,C 上，将黑色线接到其中性点上

将非测试侧(这里是中压和低压)分别三相短路接地

接好主机连接线及电源(220 伏)，确认接线无误后打开仪器电源(12),指示灯(13)应亮。

液晶显示屏出现如下画面：

电力变压器有载分接开关测试仪
内存 32k
日期 86 年 10 月 20 日
保定精艺电子仪器有限公司

在屏幕左侧有一个精艺公司的注册商标缓慢地由下向上移动，机器开始预热，约 15 秒，此时可以检查：

a）内存应为 32k,否则应视为仪器存在故障，应通知公司

b）日期应正确，否则应调整。测试日期应为 96 年 10 月 24 日，时间是 08:30 应调整：

在主菜单下：

按 F4 键 主菜单指向 “其它”，按 F5 子菜单进入 “改时钟”，按 “确认”。

屏幕出现：

日期 86 年 10 月 20 日，时间 07:04。日期 6 位，时间 4 位。

按↑ “8” 改为 “9”,按→ 5 次，↑ 4 次 “0” 改为 “4”。

按→ 2 次，↑ 1 次 “07” 改为 “08”，按→ 1 次↑ 3 次 “0” 改为 “3”，

按→ 1 次↓ 4 次 “4” 改为 “0”，按 “确认”。

测试程序 / 带绕组

屏幕显示调整后日期和时间，且已存入仪器。机器预热完成后屏幕出现主菜单：

功能选择	对应键
测量开关动态参数	F1
测量开关静态参数	F2
测量变压器绕组	F3
其它	F4

在功能选项左侧有一小手，指向“测量开关动态参数”
在屏幕下方自左向右依次显示 有绕组 无绕组 测角度 看波形
对应键 F5 F6 F7 F8
这是初始状态，选中项字符反相色显示
如果与要做的项目不符可以按对应键进行选择
现在正是我们要做的状态，不必再选
按“确认”键，屏幕出现：

带绕组测量开关动态参数
分接 1 到 2

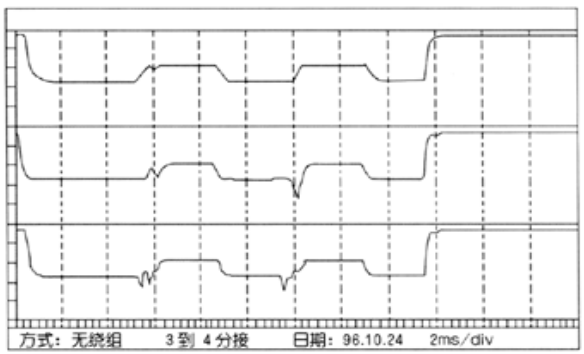
A	B	C
0.85	0.83	XXXXXX

待稳定后按执行键启动 10

现在要测 3 到 4，按 ↑ 键两次，改为分接 3 到 4。ABC 字母下的数值表示对应相测试回路的电阻值，测试中仪器自动识别，不必理会，C 下六个“X”表示测试回路不通，应查线，重接 C 相后，C 下出现 0.84 正常

测试程序／观察各段时间

数值都稳定后按“执行”键屏幕出现：
待触发！！
这时可以电动或手动操作机构，切换完毕波形自动出现在屏幕上



三条线从上到下顺序为 ABC 三相，每条曲线下有一水平直线 -- 零电流线。当切换中有断点时曲线将与零电流线重合。
最下行是标尺，每格 2ms
屏幕左侧有两条垂直线—“光标线”，可以按“选择”键，选择移动哪一条线。
按→←键可以移动光标，这时可以看到，随着光标的移动，屏幕上方中部有一数字在随之变化，这个数值反映的是两光标之间的时间，单位是 0.1ms。调节光标位置就可以观察某一段时间。
对应在三条曲线的右端，各有一数值，它反映的是第一光标所在位置三相各自的过渡电阻值。所以移动光标时它也在变化。其单位是 0.1 Ω。
按 F5 键，可以将屏幕上的波形打印出来，每格 2ms
按 F6 键，也可以将屏幕上的波形打印出来，每格 1ms
按 F7 键，可以打印两光标之间的统计平均电阻值
观察三相各自不同波段的时间：

按→←键在 A 相上找好时段，按 F1 键确定
按→←键在 B 相上找好时段，按 F2 键确定
按→←键在 C 相上找好时段，按 F3 键确定

测试程序 / 翻屏 / 储存 / 继续测 / 无绕组 / 静态电阻

翻屏及压缩:

当波形超过 60ms 时，屏幕显示不全，可以按 ↑ ↓ 向前或向后翻屏，每按一次翻过 1/4 屏。也可以按 F4，将当前显示的波形进行压缩，每按一次压缩一倍，最多压缩 5 倍，按“恢复”键可以恢复，每按一次，恢复 1 倍，按“复位”键可恢复原波形。

储存:

按“菜单”键，屏幕下方出现：存到 1　存到 2　存到 3　测试

此时可以按 F5--F7 存入波形，现按 F5 波形存到 1 区

至此 3--4 的切换过程已测完，不再测了按“恢复键”，继续测按 F8 键

继续测:

按 F8 上次测的是 3--4，现自动改为 4--5

重复上述过程，波形出现后，按“菜单”、F6，将波形存到 2 区

测 5--4；

按 F8,←，屏幕上 4--5 改为 5--4

重复上述过程，波形出现后，按“菜单”、F7，将波形存到 3 区至此 3--4，4--5，5--4 三组波形已分别存到 1、2、3 三个存储区，按复位键，回到主菜单（操作过程中按动复位键可随时回到主菜单）

再看一下 4--5 的波形

主菜单下，按 F8、按“确认”屏幕出现：

显示 1　显示 2　显示 3　接数据

前面 4--5 存在 2 区，按 F6，屏幕会立即出现 4--5 的波形。

无绕组:

将黄绿红三对线，有标记的一端接在 X1Y1Z1 上，　无标记的一端接在 X2Y2Z2 上　黑色线接在三相中性点上

主菜单下按 F6 键，其它操作同前。

测静态电阻:

将黄绿红三对线分别接至 ABC 三相各自的电阻上，与黑色线成回路。

主菜单下按 F2 键，屏幕下方对应出现：

过渡值　　接触值

测试程序 / 测分离角

此时“过渡值”反相显示，这是初始状态。它指的就是现在要测的静态电阻。按“确认”，屏幕出现：
测过渡电阻值，并显示出 ABC 三相测试结果
按 F5 锁定数值，按 F6 打印结果同时解除锁定
测分离角
条件：组合型有载开关
　　测试线能够接到 X1、Y1、Z1、X2、Y2、Z2
将黄绿红三对测试线中有标记的一端接到 X1,Y1,Z1
将黄绿红三对测试线中无标记的一端接到 X2,Y2,Z2
将随仪器配备的圆盘平稳的放在有载开关操作机构箱上，指针吸附在垂直轴上且指向 0 度。
仪器面板上 6 个指示灯，绿灯亮表示单数脱离；红灯亮表示双数脱离，不亮表示接通。
现在分接开关在 5 分接，可电动倒到 1 分接，做 1-N 方向
1--2 此时选择开关的 1 和 2 都应在接通状态，红绿灯都不应亮。可以直接摇动手柄，听到切换开关动作响声（俗称打响）时记下圈数，再摇到起始位置（分接位置指示盘上一般都有红色线标记）。
2--3 选择开关的动作顺序应是：单数脱离 1-- 接通 3-- 切换 -- 完成。摇动手柄注意观察 X1,Y1,Z1 绿灯，哪一个先亮或同时亮，记下对应的角度，继续摇手柄注意观察 X1,Y1,Z1 哪一个先灭或同时灭，记下对应的角度，继续摇手柄直到打响，记下圈数，摇到起始位置。
3--4 选择开关的动作顺序应是：双数脱离 2-- 接通 4-- 切换 -- 完成。摇动手柄注意观察 X2,Y2,Z2 红灯，哪一个先亮或同时亮，记下对应的角度，继续摇动手柄注意观察 X2,Y2,Z2 哪一个先灭或同时灭，记下对应的角度，继续摇动手柄直到打响，记下圈数，摇到起始位置。
重复做下去即可做完 1-N 方向各分接。
按同样方式做 N-1 方向各分接。
目前这项试验需要至少两人配合，我公司正在抓紧完善，将来可实现自动测量。

打尾标／仪器与PC机相互通讯及PC机测试分析软件的使用

打尾标： 主菜单下，按F4、F6、“确认”，仪器可自动打出

试验编号:　　实验人员:　　试验日期:

用户可填写内容

1）DOS版软件的安装与使用

1. 安装方法

（1)将软盘中文件：CCL1B.DOT 拷入硬盘根目录。

（2)在硬盘建立子目录 3168C。(也可用其他名字)。

（3)将软件盘中全部文件拷入子目录 3168C 中。

2. 使用方法

（1)用公司提供的通讯电缆将仪器和 PC 机连接

（2)PC 机开机后进入子目录 3168C,即键入

cd/3168C ↘

（3)进入汉字系统，键入 CDOS ↘

（4)运行打印机驱动程序(只能用针式打印机)。

键入　GRP　ab ↘。(a,b是实际需要的数字)

a:数字范围 1-8 表示打印型号。

1:M1724　2:TH3070　3:AR2463　4:LQ1600　5:OK18330　6:M1570　7:NEC3842　8:NM9400

b:数字范围 1-3 表示打印倍率

（5)运行主程序 3168CX,(也可选用 3168CZ 或 3168CQ)

PC 机上显示

“电力变压器有载分接开关参数综合测试分析系统”

M:接收数据；S:存储数据；D:磁盘数据；C:显示曲线；R:重画坐标；T:通讯测试；E:发送数据；Q:退出。

用光标移动键或上述字母键可选择相应功能，回车后即进入该项功能的操作。

仪器与PC机相互通讯及PC机测试分析软件的使用

(6)检查通讯线是否连接正常

DOS 版件要求连接 PC 机的 COM1 口上。

选择 T:通讯测试，回车后 PC 机等待仪器的测试信号。仪器在主菜单下，按 F4，再选“送数据”，按“确认”，仪器显示“发送 1,发送 2,发送 3”测试，按“测试”(F8)后，PC 机马上显示：“3168C-PC”表示通讯电缆连接正常。

(7)仪器向 PC 机送数据。

仪器必须已存有测试数据。先操作接收一方的设备。PC 机选择“M”,回车后 PC 机等待接收。

在仪器主菜单下按 F4、(其他)、F7(送数据)“确认”，仪器底行出现：发送 1、发送 2、发送 3、测试。

按仪器 发送 1、发送 2、发送 3 之下的任一键即可把相应存贮区中的数据发送出去。发送数据需 20 秒时间。当发送完成后，PC 机上显示出曲线。然后 PC 机选“S”按回车键，将自己定义的文件名输入，文件名在 KG/B 留有三位，可用数字或字母定义，回车。

(8)在 PC 机上显示和打印曲线

PC 机先选“R”重画坐标，将以前曲线清除。再选“D”输入要显示的文件名。再选“C”后，PC 机显示图形。如不清除此曲线(即用“R”功能)再调入一组曲线则可把两组曲线重迭显示。

如要打印曲线，则须连接有打印机、PC 机显示有曲线时，按 Print/Screen 键即可打印。

(9)PC 机向仪器送数据

PC 机向仪器送数据，自动存入仪器的第一区，原有数据将丢失，应做好准备。

仪器在主菜单下，按 F8(按数据)再按 F8，此时仪器显示“正在接数据”。PC 机选“D”功能调入数据。选“C”功能，显示出波形，再选“E”功能，发送给仪器(时间 20 秒)。仪器接收完毕后，在液晶屏上显示出波形。此时可在仪器上分析和打印波形。

2) WIN95 版软件的安装和使用 <推荐方式>

1. WIN95 版软件的安装

(1)在 WIN95 上创建文件夹，进入新文件夹

(2)将提供的软件盘内容全部拷入新文件夹

仪器与PC机相互能通讯及PC机测试分析软件的使用

a,在查看项中选择“显示所有文件夹”
b,全选软盘中的文件
c,在编辑中选复制
d,在新文件夹窗口中选粘贴
(3)在启动菜单的设置栏中选任务栏
(4)添加快捷方式，选新文件夹中的KGTEST.EXE 文件
(5)在设置栏中，选任务栏，选高级
(6)打开 PPOGRAM 项
(7)选择 KGTEST 快捷方式
(8)按住 Ctrl 用鼠标将快捷方式拷到桌面上

2. WIN95 版软件的使用

(1)在桌面上双击“KGTEST”图标即进入软件环境
(2)软件的一般使用方式与 WIN95 一般的应用软件类似，使用方法一致。以下只对几点重要内容做说明。
(3)数据的获取

获取有两个内容，一个是从存在PC机中的文件获取。一个是从仪器发送来数据。点带有三条曲线的图框，然后在桌面上单击即进入数据获取功能。注意从仪器接收数据时，要使用COM2口，在PC上操作后要在8秒内启动仪器的数据发送，否则将失败。

(4)在曲线上获取数据和文字标注

曲线出现后，点击“*↘*”箭头图框后，然后双击曲线某一点，可显示出曲线此点的过渡电阻。
点击“A”图框后，可在画面上标注文字。

(5) 波形的存贮和打印与一般 WIN95 软件中使用方法相同。

3168-S 数据存储器使用说明 / 特点 / 注意事项 / 使用方法

3168-S 数据存储器使用说明

该存储器是 3168C 仪器的配套选件，用户在现场使用时需储存三个以上波形，可选用。存储器存储区为四十个，可储存三相波形四十个，存储器可实现仪器、微机相互通讯，断电状态下数据曲线仍可保存数年。

1 特点

存储容量：265k　传送速率：4800BT　电源：DC6V5＃电池 4 节，外接电源：220V/9V 单次传送时间：约 20 秒。

2 使用注意事项

插拔通讯电缆应在断电状态下进行；

所存数据应尽早传到微机存档，空出储存区间，避免由于新数据存入引起旧波形丢失；

存储器长期不使用时，应将电池取出；

存储器长期放置后再使用，应更换新电池；

存储器电池累计工作 4 小时应更换新电池。更换电池不会丢失数据；

存储器使用时应尽量不用第一区间。

3 使用方法

存储器面板上配有一个十位液晶屏、一个电源开关及四个按键。

↑:增量键　　↓：减量键　使用以上两键可增减液晶屏上的数字，用来选择存储器的存储区。

发送：此键用于将存储器内部所存数据发送到微机或仪器。

接收：此键用于接收来自微机或仪器的数据。

液晶屏显示提示

液晶屏共十位　□□□□□□□□□□

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

待选状态：1、2 位有数值，其余位皆空。此状态下按增减键，可连续选择发送或接收区间。

3168-S 数据存储器使用说明／接收／发送

接收状态：

接收分为两种方式，一种为接收微机数据，由第十位“P”表示，另一种为接收 3168C 仪器数据，由第十位“┘”表示。在待选状态下，按“接收”键进入接收状态后，再按“↑”、“↓”键进行接收区间的选择。

1、2 位表示储存区间，通过调节↑、↓键可以改变；

4、5、6 位表示该存储区内有无储存波形，如无波形显示：0000，如有波形显示、－－；

7、8、9 位没定义、作为空格用；

10 位表示接收，用“P”表示接收完成，用“1”表示。

发送状态：

发送分为两种方式，一种为对微机发送数据，由第十位“F”表示，另一种为对 3168C 仪器发送数据，由第十位“┣”表示。在待选状态下，按“发送”键进入发送状态后，按“↑”、“↓”键进行发送区间的选择。

1、2 位表示发送区间，通过调解↑、↓键可以改变；

4、5、6、7、8、9 位表示该数据测试时间××年××月××日

10 位表示发送：用“F”表示；发送完成用“0”表示。

例：

显示为：□□□□□□□□□□

0 9 0 0 0 P

表示第 9 区间没有波形储存，接收微机数据状态。“P”变为“1”表示接收完成

显示为：□□□□□□□□□□

1 1 - - - P

3168-S 数据存储器使用说明／功能转换

表示第 11 区间存间有波形、接收状态

显示为：□□□□□□□□□□

2 3　9 7 0 8 0 1 F

表示第 23 区向微机发送 97 年 8 月 1 日测试数据。“F”变为“0”表示发送完成。

4 功能转换

打开电源开关，存储器处于待选状态，除存储区外其余全置空；

按“接收”或“发送”键存储器进入工作状态：

在接收状下，按“发送”键可将状态由接收转为待选状态，再按“发送”键转为发送状态，再按“接收”键转为待选状态，再按“接收”键转为接收状态。

在接收状态下，按“↑”“↓”键，可进行接收区间的选择，选择完成后再按接收键，操作“↑”“↓”键选择“P”或“⊐”状态进行微机或 3168C 仪器数据的接收，操作“↑”“↓”键，可进行发送区间的选择，选择完成后再按发送键，操作“↑”“↓”键选择向微机或 3168C 仪器发送数据。若要全部清除存储器所存数据，首先通过电源开关操作，将存储置于待选状态，再操作“↑”“↓”键，将存储区定到“00”，按下“接收”键，再按“发送”键，存储器液晶屏全部置 0 瞬即恢复，存储区由“00”转为“01”，清除完成。如须清除某一区间数据，只需在某一区间存入新的数据。

若要了解存储器内已存储多少数据，只要在待选状态下将存储区置于“00”，先按下“发送”键，再按“接收”键，6、7 位显示值即为所存数据统计。

3168-S 数据存储器使用说明 / 接收操作 / 发送操作

5. 操作步骤

(1) 接收

首先，打开存储器电源开关，进入待选状态；

待选状态下，按“↑”“↓”键可以连续选择接收区间；

按下“接收”键，4、5、6位显示该区状况，有则显示“---”无则显示“000”。可进入接收方式选择，通过“↑”“↓”键可选择微机接收方式(用P表示)和仪器接收方式(用 ⌟ 表示)；

再按“接收”键，第三位显示“—”表示已作好接收准备，此时操作微机或仪器存储器开始接收，接收到数据第三位显示“⌟”，接收完毕，第十位显示“1”，此时，按“发送”键可看到所存波形的测试时间。

(2) 发送

首先，打开存储器电源开关，进入待选状态；

待选状态下，按“↑”“↓”键可连续选择发送区间；无数据则显示“---”无法发送；

再按“发送”键，第十位显示发送方式，“F”表示向微机发送，“↑”“L”表示向仪器发送，通过“↑”“↓”键选择发送方式；选择好发送方式，将微机或仪器置于接收状态，再按“发送”键，数据开始发送，此时，第三位显示“—”表示正在发送，发送完成，第十位显示“0”。

提示

如在开机或操作当中存储器进入计时状态，按“↑”“↓”键可回到待选状态；

如连续接收或发送数个数据，在不关机情况下，只要重新选择区间后按“接收”或“发送”键可连续进行下一操作。

测试中应注意的其他问题

测试中应注意的其他问题：

带绕组与不带绕组比较，前者时间长，约 3-7ms；

带绕组测试时，建议采用 1-N 方向(减少绕组电感量)

对于有问题的波形，比如某处有断点，可以反向做一次。如反向测的波型与正向测的波形对称处也有断点，很可能就是有问题。如无断点，应再做一次正向的，再作分析，防止误判。

有条件进行不带绕组测试的，应进行两种方式下的测试。并分别保存各自的波形，以便以后分析比较。

过渡电阻小于 3 Ω时，应提高灵敏度！按 ↑ ↓ 键。触发过早(误触发)按 ↑ (数字增大)；触发过晚(未触发)按 ↓ (数字减小)。一般情况在 10 即可

当周围亮度变化时，可以用小改锥调整面板右下方“对比度”。

当三相波形较乱时，可能是其中一相接触不良，此时应分相测。

对于长时间未动过的有载开关，测试前应多次切合，磨除触头表面氧化层及触头间杂质。

仪器的使用很方便，不会因按错键，操作错误而将仪器损坏。仪器的功能可在使用中逐渐认识掌握。如您在使用中遇到问题或测试中发现的其它问题，请及时与我公司联系。

附 1：3168A 型变压器有载开关参数测试仪

为了适应中小型变压器测试有载开关参数的需要，我公司又推出 3168A 型测试仪。它是在保留 3168C 型测试仪的主要功能的前提下，作了部分精简和调整。

3168A 的特点是体积小、重量轻，比 3168C 体积减小到 1/3，重量减小到 1/2。测量程序和使用方法一样，主要技术指标没有变，同时有些性能还有所提高。如记录时间增加一倍、增加了大容量掉电存储器，使仪器自身存储量增加了 20 倍，用户使用更加方便。仪器价格也下降许多，仪器的性能价格比更高。现将 3168A 与 3168C 的主要区别介绍如下：

1、由两种供电方式改为一种供电方式，带绕组和不带绕组测量均用一种供电方式；

2、采样频率由 4KHZ 改为 2KHZ，记录时间由 250ms 增加到 500ms；

3、测试电缆由 7 线改为 4 线，在不带绕组测量时应把开关的 X1 和 X2；Y1 和 Y2；Z1 和 Z2 分别短接，测试线的 A、B、C 端分别去接 X、Y、Z，零线接中性点；

4、数据存储由 3 组增加到 64 组，不需要再配外接存储器。当选择存储 1 和存储 2 时只能各存一组波形，选择 3 存储区时，用 ↑ ↓ 键改变 3 区的数字即可存储 3～64 组波形；

5、体积和重量大大减小，一个人即可方便的携带；

6、过渡电阻的测量精度不变、时间测量精度稍有下降，但全程误差小于 0.5ms；

7、显示曲线的时间标度改为 4ms/ 每格。打印曲线分为两种，按 F5 为 4ms/ 每格，按 F6 为 2ms/ 每格；

8、PC 机软件的使用时间标度有变化，当屏显 1ms/ 每格时，实际应为 2ms/ 每格。

保定市精艺电子仪器有限公司

1999 年 4 月

附 2：3168C 型变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明 / 仪器标准 / 波形比较

3168C 变压器有载分接开关测试仪 应用中的问题说明

保定精艺公司生产的3168C型变压器有载分接开关参数综合测试仪(以下简称测试仪)，自95年投入现场应用以来，到目前使用单位已遍布全国三百多个单位。几年来，应用该仪器发现了许多有载分接开关的缺陷，有些甚至是严重缺陷，避免了一些可能产生的变压器事故，对确保有载调压变压器的安全运行起到了重要作用。许多测试人员因此得到了上级的嘉奖。有些省市局把开展对有载分接开关的检测列为指令性的工作，并且指出要应用 3168C 型测试仪。

仪器的应用效果和用户的好评，这些都给我们带来了巨大的鼓舞和鞭策。同时用户给我们提出了许多宝贵的建议和要求，使我们也感到做的还不够，其中反映比较多的就是波形的分析和判断问题。归纳起来有以下几点：

1、测试仪有无国家标准

该测试仪是我们独家开发研制的一种实用新型专利产品。它和传统的使用示波器的测试方法不同，和通用的测试仪器仪表也不同，属国内外首创的单一产品，因此国家不可能单独为其制定标准。但是该仪器属于电子类产品，仪器内部所选用的电子器件都符合相应的国家标准。本公司制定了该仪器的企业标准，并经河北省技术监督局批准通过。由国家经贸委批准中国电力企业联合会组织的该类仪器技术标准的制定工作正在进行，我公司系参加编写单位。

2、测试波形与标准波形的比较

标准波形严格地说应该是理论波形，它应该确切地描述分接开关在切换过程中的过渡过程。比如说，动触头在脱离(或接通)主通断触头后，过渡电阻串入(或退出)回路。在这一瞬间整个回路就由一种状态瞬变到另一种状态。当用直流示波器检测时，其波形应如下所示：

(1) (MR 公司 V、M 型双电阻)

(2) (MR 公司 T 型四电阻)

上面的波形也就是理论波形(也可以说是理想波形)。

3168C 变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／分接位／时间的确定

但是不管是那个厂家生产的开关，由于制造工艺或组合安装工艺水平不同，其实际测试到的波形与理想波形比较都存在不同的差距。即便是同一厂家同一型号的开关体现在时间和幅值上也不会完全一样。特别是抖动现象。

不同厂家生产的分接开关，对应于各切换程序的时间不同，波形各段的幅值也因过渡电阻值不同。3168c 型测试仪能够带绕组测试多种形式的开关(切换全过程可以长达250毫秒，过渡电阻值最大可达40欧)，测试的波形能够在有限的液晶显示屏上显示及打印，同时还要兼顾反映缺陷和波形整洁。就必须采取特殊的数据处理措施。

使用该测试仪得到的波形在与理想波形进行比较时应着重以下几点：

a. 测试的波形应与理想波形相似；

b. 对应于各切换程序的时间误差应在制造厂提供的误差允许范围内；

c. 不完全以波形各点幅值的高低作为判断过渡电阻值大小的依据，而应结合移动光标线到要测的位置，看波形最右端的数字或打印出过渡电阻值；

d. 要和同型号的比较，更要与上一次测试的波形进行比较，通过前后几次测试的波形对比，更便于发现缺陷。

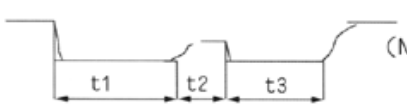
3、测试分接位问题

对于M型和T型开关，其切换开关总是在单双之间作往返动作，所以测一次单到双(如1-2)，再测一次双到单(如2-3)即可。

对于V型开关，它是复合式的，其动触头与每一分接位的静触头的切换都不重复，上行和下行也有区别，状态也就略有差异。因此要从1分接位开始连续测完所有分接位(1-n)，再反方向测完所有分接位(n-1)。

4、各程序段时间的确定

基本原则是：起始时间从曲线向下的拐点开始；结束时间从曲线向上的拐点终止。如下图所示：

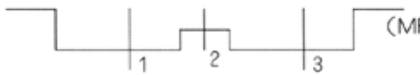


(MR 公司 V、M 型双电阻)

3168C 型变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／电阻的确定／不同期问题

5、各程序段电阻的确定

基本原则是 :要看那一点的电阻值，就把两条垂直光标线移动到那一点。当波形有抖动时，应尽可能找比较平直段。如下图所示:



（MR 公司 V、M 型双电阻）

第 1 点为 R1 过渡电阻值

第 2 点为 R1 和 R2 并联值

第 3 点为 R2 过渡电阻值

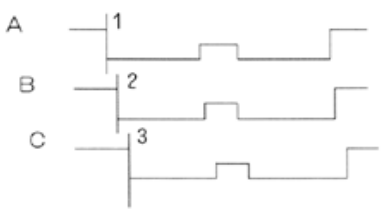
测电阻时还应注意，M 型有一些是并联双断口结构，这时测试的电阻值是铭牌标定值的 1／2。

当波形出现过零点且持续 2 毫秒以上时，应看看那一点的电阻值。如果阻值超过 40 欧，很可能存在接触不良或有松动处，此时应慎重对待多测几次。

6、三相不同期问题

三相有载分接开关的切换不同期问题，规程并没有明确规定。一般不大于 5 毫秒。但如果是一台开关三相并联当一相用，这台开关的三相不同期一般要求不大于 2 毫秒。可以按下述方法定量:

假设测到一台开关波形如下，



可以先把第一光标线移到 B 相起始位，把第二光标线移到 A 相起始位，按 F1。再把第一光标线 C 相起始位，把第二光标线移到 B 相起始位，按 F2。按 F8，打出 A、B 相的过渡时间。此时 A 相的“过渡时间”就是比 B 相早的时间，B 相的“过渡时间”就是比 C 相早的时间。

3168C 变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／灵敏度选择／波形分析

7、灵敏度的选择

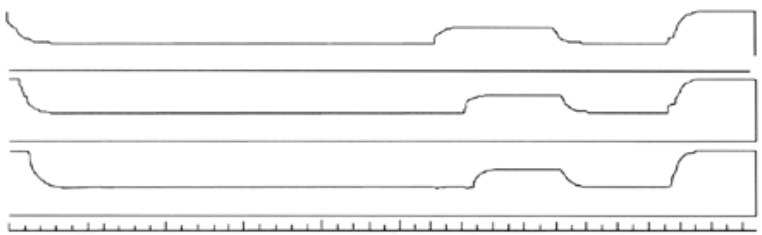
基本原则是：误触发降低灵敏度；触发晚提高灵敏度。

灵敏度默认为10。当切换开关尚未动作仪器就采到了波形，说明灵敏度高了，此时应降低灵敏度(数字增大)。当切换开关已动作，仪器未采到或采到半截波形，说明灵敏度低了，应提高灵敏度(数字减小)。初次使用可以试测几次即可选到合适的灵敏度。

8、波形分析实例

1）石家庄供电局南郊变电站1# 主变，有载开关：MR 公司 M 型

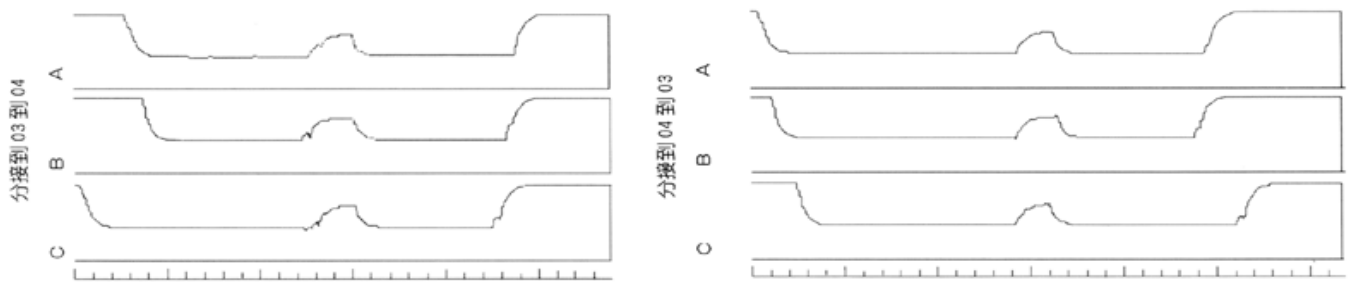
石家庄供电局梁少山同志 当天下午用示波器作波形与此图一样、切换速度明显变慢。
97.12.09



可以看出，桥接前时间过长，已达60毫秒(是正常时间的三倍)，并且不止是一相，而是三相差不多。这是典型的快速机构储能能弹簧老化，速度变慢。

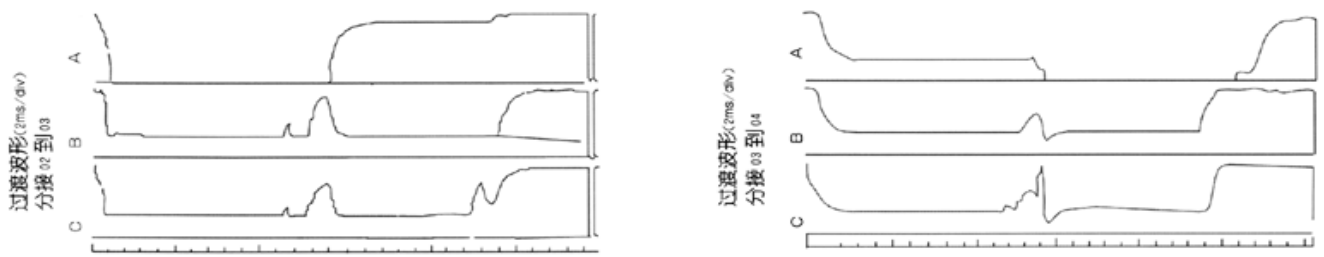
3168C型变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明/波形分析

2）浙江临安供电局青山变电所1# 主变，有载开关：常州M型



对照单到双(3-4)和双到单(4-3)可以看出：单到双时C相动作早，桥接前这一段时间比B、A时间长，桥接后三相差不多是同时。反方向双到单时C相动作晚，桥接后这一段时间比B、A相时间长，桥接前三相的时间差不多。由此可以判断，问题出在C相的单数侧，动触头和主通断静触头的接触配合上，脱离时早，接通时晚。有可能是主通断静触头松动或烧蚀严重。

3）宁夏银南供电局同心变电站1# 主变，有载开关：遵义长征电器一厂



3168C 变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／波形分析

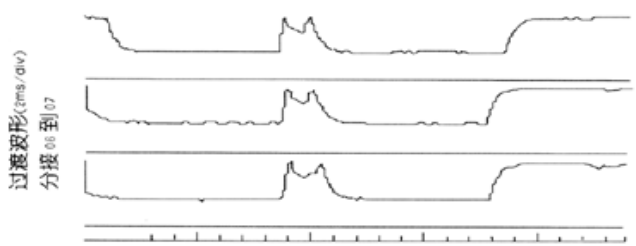
可以看到 A 相从单到双(3-4)和从双到单(2-3)有对称的过零段，是在单数侧。且过渡电阻值从仪器上观察远大于 40 欧(超过 40 欧可以看成开路)。这是典型的过渡电阻缺陷。吊检发现单数侧过渡电阻已断裂。

4）河北保定唐县变电站 2# 变于 99.3.24 测试，有载开关：上海华明开关厂

对照 1-2 和 2-3 与 11-12 和 12-13，可以看到单到双时 C 相桥接后有抖动，而双到单时正常。它反映了由 R1R2 并联向 R2 过渡时，R1 有接触不良现象(瞬间松动)。但是并不严重，可以运行。在以后的检测中，应注意对照，看是否有所发展。

5）湖北咸宁汪庄余变电站 1# 变，乌克兰主变，有载开关：保加利亚(M 型)

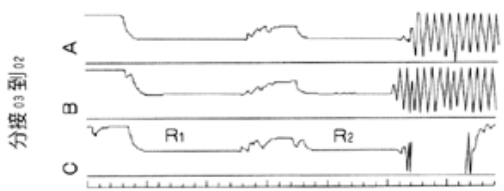
三相在桥接时都有些抖动，要看桥接时的电阻值，只看一点就不好定位。此时可以把两条垂直－光标线定位在桥接的起始和结束位，然后按 F7,可以打出桥接时的平均电阻值。



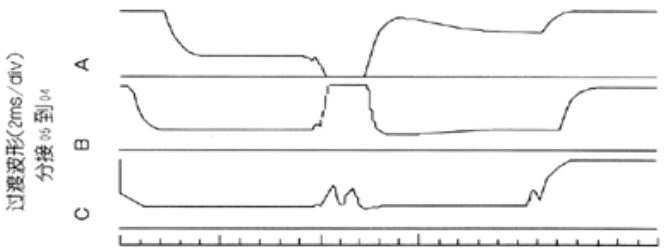
3168C 型变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／波形分析

6）山东德州供电局刘江变电站＃1 主变，有载开关　西班牙

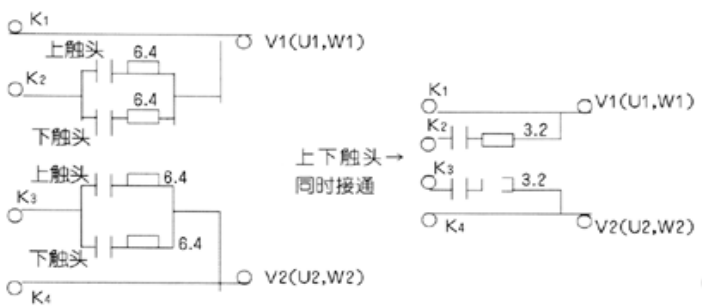
这个波形是由于开始测试时，灵敏度选的比较高，又是由3－2方向（电感量增加）容易引起震荡。适当降低灵敏度由1-n方向测试结果正常。



7）山西阳泉供电局长岭变电站2＃主变，有载开关ZY1A-III

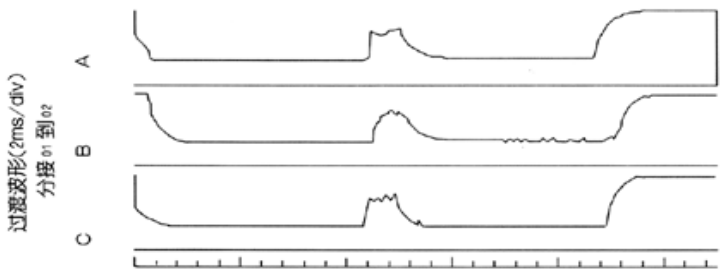


这台开关是并联双断口结构，每个过渡电阻值为 6.4 欧。如下图所示：

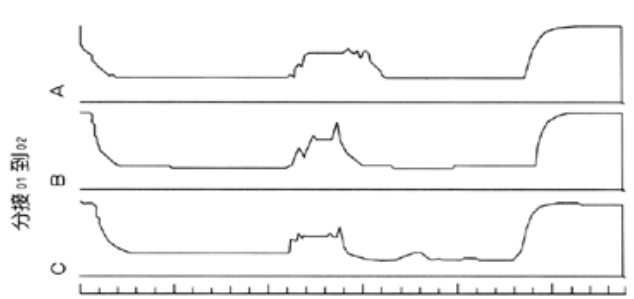


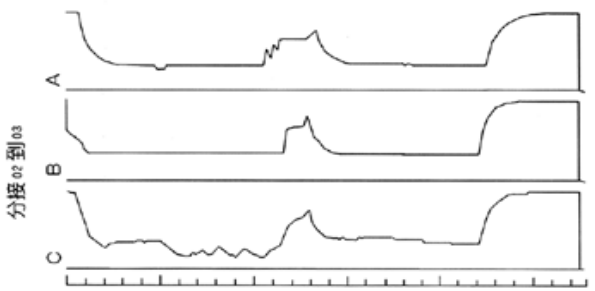
3168C 变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／波形分析

每个断口接一个过渡电阻，当开关动作到K2、K3时，上下断口同时接通，过渡电阻值应为3.2欧。当开关动作到K2、K3时（桥接）过渡电阻应为1.6欧。而实际测试值已达12.8欧。吊检发现A相过渡电阻固定螺帽因过热已经变色、过渡电阻与辅助触头之间的软连接片已烧杯，在提芯过程中由于振动而脱落。处理后测试波形正常，见下图：



8）山西阳泉供电局长岭变电站＃1变，有载开关M型，过渡电阻6.4欧





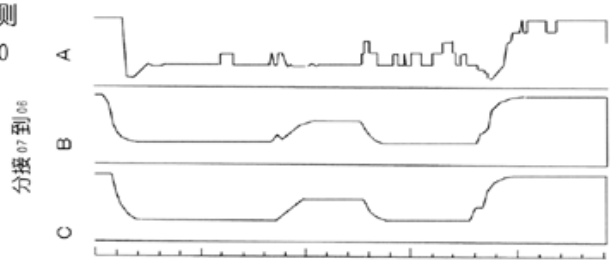
3168C 型变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／波形分析

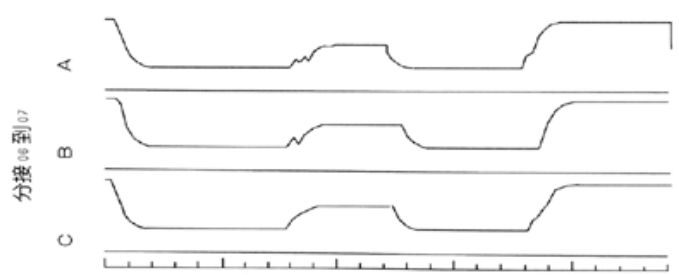
这台开关与上一例相同。单到双时 C 相双数测(波形的后半段)过渡电阻比 A、B 相大一倍多；双到单时 C 相双(波形的前半段)过渡电阻比 A、B 相大一倍多。吊检发现 C 相双数测过渡电阻与辅助触头之间的软连接线已烧毁了近三分之二。处理后波形正常。

上面 8.7 和 8.8 这两台实例比较典型。2# 变是 89 年投运的，1# 变是 92 年投运的，到 97 年测试已经分别达到 8 年和 5 年。期间没有进行检测和维修。这所变电站是重要枢纽站，负荷较重，停电困难。有载开关动作又比较频繁。应用 3168C 可以带绕组测试，非常方便。该局已经在 98 年对全局所有的有载调压变压器进行了统测

9）浙江桐庐供电局分水变电站 #1 主变，有载开关：SYSZ-110/200

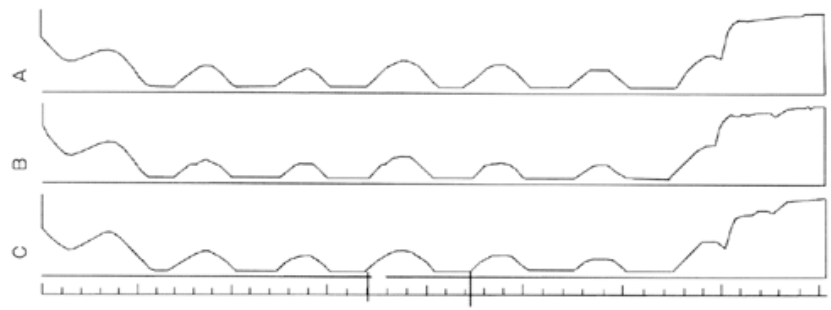
A 相波形较乱，打出的过渡电阻值仅 0.3—0.5 欧，而且从 1—7 均如此。吊检发现 A 相切换开关引出线软连接有断股，造成 A 相过渡电阻被短接(未接死)。现场处理后，波形正常，如下图：





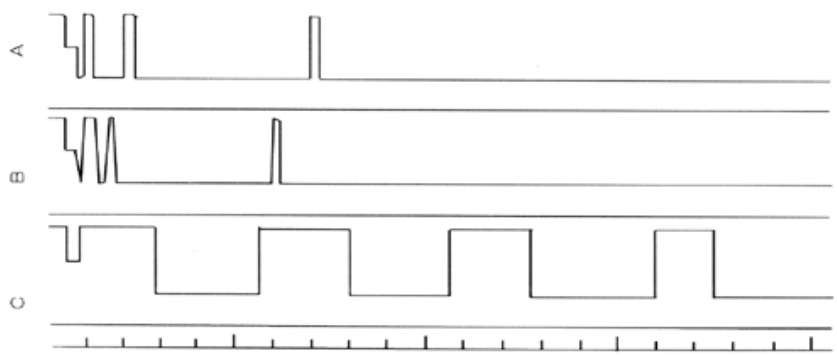
3168C 变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／CPU 故障／供电电压低

10）CPU板故障可能出现的波形



处理：更换 CPU 版

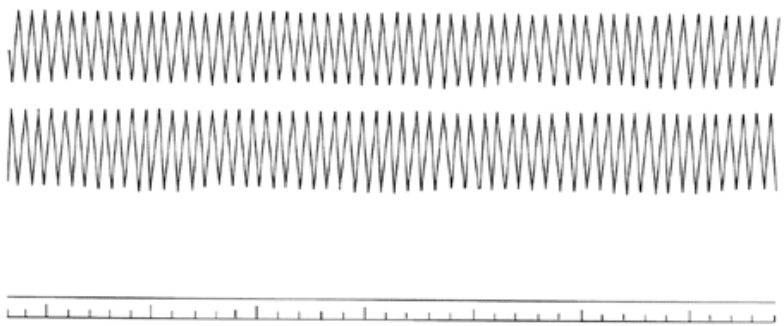
11）仪器供电电压过低可能出现的波形



3168C 型变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／仪器自激／角接测试

12）仪器自激振荡可能出现的波形

处理：由 1 — n 方向测试；试品充分放电；非测试绕组良好的短路接地；调整灵敏度



调压绕组角接有载开关测量

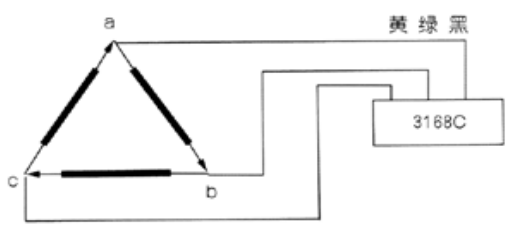
1、 两相同时测:

测 ab(b)和 ac(a)：绿色线接 b，黄色线接 c，黑色线接 a，非测试绕组短路接地

测 ab(b)和 bc(c)：红色线接 c，绿色线接 a，黑色线接 b，非测试绕组短路接地

测 ac(a)和 bc(c)：红色线接 c，黄色线接 a，黑色线接 c，非测试线组短路接地

例：测 acab

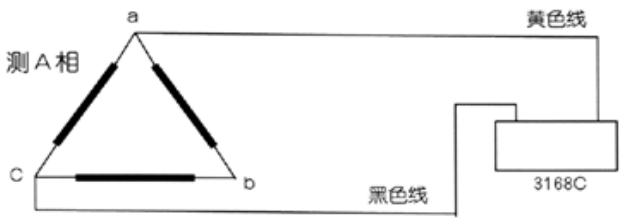


3168C 变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／角接测试／Y 接无中点

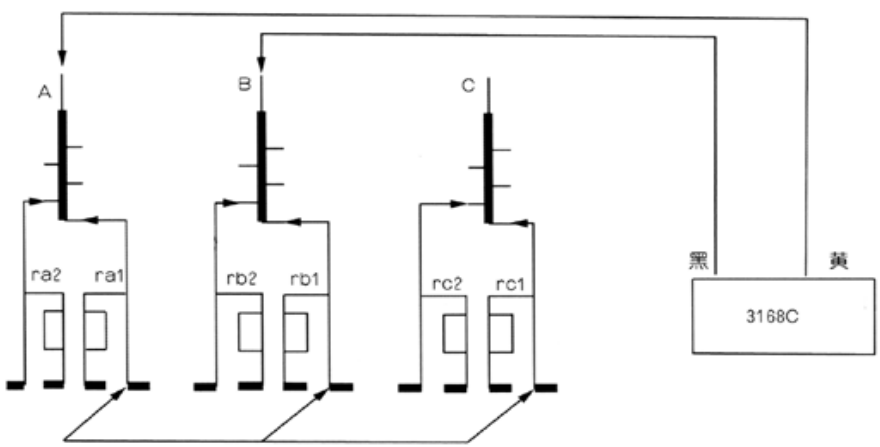
2、单相测：

测 ab(b)，绿色线接 b，黑色线接 a，非测试绕组 b 相短路接地。
测 bc(c)，红色线接 c，黑色线接 b，非测试绕组 c 相短路接地。
测 ac(a)，黄色线接 a，黑色线接 c，非测试绕组 a 相短路接地。
如果发现电流偏小，也可以把两条或三条(黄绿红)同时接到一相上。
经过实际比较，用方法2(单相测)结果较好。

例：测 A 相



有载调压绕组 Y 型接线无中性点
测试接线示意图(A，B 相)



3168C 型变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明 /Y 接无中点

波形示意图

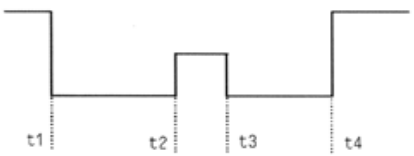


图 a：AB 两相完全同期

t1 — ral+rb1

t2 — ral//ra2+rb1//rb2

t3 — ra2+rb2

t4 —切换结束

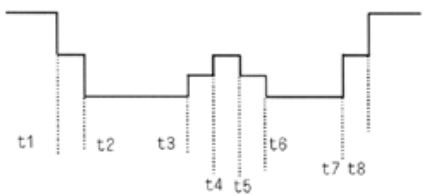


图 b：AB 两相不同期(设 A 相早)

t1 — ral

t2 — ral+rb1

t3 — ral//ra2+rb1

t4 — ral//ra2+rb1/rb2

t5 — ra2+rb1//rb2

t6 — ra2+rb2

t7 — rb2(A 相切换结束)

t8 — B 相切换结束

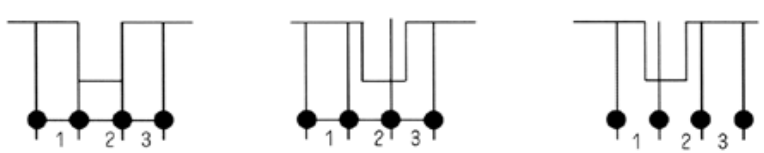
这种结构的试品在不吊芯情况下，中性点无法引出，只好两相两相的做。如果同期性好的其波形与(a)相似，同期不好的，波形与(b)相似。但是不能确定是那一相早或晚。当波形中出现断点时，也不能确定是那一相。有时可以通过三次组合(ab,bc,ca)初步分析判断。由于测试中过渡电阻值变化范围较大，使用仪器时应注意选择合适的灵敏度。

3168C 变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／关于波形图／结束采样

关于波形图的说明

仪器对开关检测的波形，需要经过复杂的计算机处理过程，才能成为可以观测的波形。为保证处理速度，计算机将有效的数据长度压缩，并加上结束标志。结束标志是仪器内部进行波形处理、显示、打印的完成标志。在显示打印波形时，由于被测开关的时间有一定的随机性，并与开关的过渡时间相关。仪器的采样频率为 4kHZ，分辨率为 0.25ms。结束标志为 8 个采样点。在显示、打印时要进行压缩，压缩后的结束点就有随机性。如下图：

结束采样点



结束打印结果

以上三种结束标志意义是一样的，也都是正常的。由于在结束标志前，开关过度波形早已完成。所以，无论那种结束标志出现，都与开关检测结果无关。此标志是为波形处理、显示、打印观测方便而设置的。

3168C 型变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／有载开关型号／保变／长征电器一厂

变压器有载开关型号及含义

FY：复合式，选择与切换一体，西德 V、A；宁波；华明 CV 等

ZY：组合式，选择与切换分开，西德 M、T；长征电器一厂 M、T 等

沈阳变压器厂 SYXZ-200/400 系列

S Y X Z -- 110 / 200(400) 2 、7 、6

- 6 埋入式
- 7 分接头数目
- 2 1）不带转换选择器 2）带转换选择器
- 200(400) 额定电流 200A（或 400A）
- 110 绕组绝缘级次（35、60、110）KV
- Z 有载调压
- X Y 接法绕组中性点调压
- Y 油浸式
- S 三相

保定变压器厂 SYXZ-35-220/400-600

35 — 220 开关额定电压 35-220KV；400 — 600 额定电流 400 — 600A

其他同上

长征电器一厂 SYXZ 5.9 — 10/100

S 三相； Y 有载；X 中性点调压（J 中部调压）；Z 采用电阻过渡

5 产品设计序号； 9 开关调压级数； 10 开关额定电压 KV； 100 开关额定工作电流 A

3168C 变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／有载开关型号／吴江／上海／常州

吴江开关厂 SYXZ-110/200 同上

上海电力修造厂 □ Y □ Z Z □ -- □/□ -- □

- D 单相 S 三相
- 有载调压
- X 中性点调压
- J 中间调压
- T 端部调压
- 电阻式
- 直接切换
- 设计序号
- 额定电压
- 额定电流
- 调压等级

例： SYXZZ6-35/250-14

三相中性点调压 35KV250A 电阻直接切换式有载调压开关，设计序号为 6，调压 14 级。

常州变压器厂 S Y X Z -- □/□ -- □ * □

- 三相
- 有载
- 中性点调压
- 组合式
- 额定电压
- 额定电流
- 1 无范围开关
- 2 有范围开关
- 选择开关级数

上海华明开关厂 CV □ □ □/□ -- □ □ □ □

- 产品型号 V 型
- 相数
- 额定电流
- 连接方式
- 电压等级
- 开关触头
- 工作位置数
- 中间位置数
- 调压方式

3168C 型变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／有载开关型号／上海华明

上海华明开关厂

CM □ □ / □ □ □ □ □ □

- 产品型号 M 型
- 相数
- 额定电流
- 额定电压
- 绝缘等级
- 调压方式
- 中间位置数
- 工作位置数
- 开关触头

上海华明开关厂

CF □ □ □ □ □ -- □ □

- 产品型号 F 型
- 相数
- 序号
- 额定电流
- 工作位置数
- 最大工作位置数
- 额定电压
- 连接方式

上海华明开关厂 SF 型（复合式）

S Y □ Z Z -- □ / □ -- □

- 三相
- 有载调压
- X 中性点调压
- J 中部调压
- 电阻过渡式
- 直接切换式
- 工作位置数
- 额定电流
- 额定电压

3168C 变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／有载开关型号／长征电器一厂／西德 MR

遵义长征电器一厂新型号

Z(F) Y 1 -- Ⅲ 500 D / 110 B -- 14271/W

- Z(F)：结构方式
- Y：有载分接水平
- 1：设计序号
- Ⅲ：分接开关相数
- 500：最大额定电流
- D：分接开关连接方式
- 110：分接开关额定电压
- B：选择开关绝缘水平
- 14271/W：基本结线
  - 14—选择固有位数
  - 27—最大工作位数
  - 1—中间位数
  - W—有极性转换

西德 MR 公司 T、M、V 型统一型号编排

(T、V)M Ⅲ 500 □ 10 / D－10 19 1 W □

- (T、V)M：开关型号 M 型
- Ⅲ：三相
- 500：额定电流 500A
- □：三相 Y 接中性点调压填 Y
  三相△接中部、端部调压填△
- 10：对地绝缘级次为 110KV
- D：选择器的号码为 D，字母顺序号越大表示选择器的绝缘水平越高
- 10：选择器的分接头数为 10 个
- 19：固有分接位置数为 19
- 1：中间位置数为 1
- W：带极性转换开关
- □：什么都没有的无字母
  带连接电阻和电位开关填 P
  带固定电阻填 R

3168C 型变压器有载分接开关测试仪应用中的问题说明／有载开关型号／ABB 公司

ABB 公司

UZ 系列：一般的复合式

UC 系列：相当于 MR 公司的 M 型

UB 系列：相当于 MR 公司的 V 型

UC 系列有四种

UCG：最高级电压 3500V 最大，额定电流 1500A

UCL：最高级电压 5000V,最大额定电流 2400V

UCD：最高级电压 5000V,最大额定电流 2400A

UCC：最高级电压 5000V,最大额定电流 4500A

型号说明　UCG □□ ××××/YYYY/Z —— 分接选择器规格

切换方式：
- L 线性
- R 正／反
- D 粗／细

联接方式：
- N 三相中性点引出(单台)
- E 单相(单台)
- T 三相全绝缘(三台)
- B 三相三角结线(两台，一台于一相，另一台用于两相)

××××：最高级电压

YYYY：最大额定电流

分接选择器规格（Z）：
- C=UCG
- Ⅰ =UCG
- Ⅱ =UCG,UCL,UCD
- Ⅲ =UCG,UCL,UCD

单位：保定市精艺电子仪器有限公司

地址：河北保定市高开区复兴中路 3188 号（原化纤路 28 号）

电话：(0312)3131037

传真：(0312)3161165

销售：(0312)3161165

邮编：071051

Http：//www.e-jingyi.com

E-mail：jydz@bdinfo.net