

## 尊敬的顾客

感谢您使用本公司 YTC3970 断路器动特性测试仪。在您初次使用该仪器前，请您详细地阅读本使用说明书，将可帮助您熟练地使用本仪器。



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的差别。如果有改动的话，我们会用附页方式告知，敬请谅解！您有不清楚之处，请与公司售后服务部联络，我们定会满足您的要求。



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！

## 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。三年（包括三年）内如产品出现缺陷，实行免费维修。三年以上如产品出现缺陷，实行有偿终身维修。如有合同约定的除外。

## 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。**

### 一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、特点及主要功能.....	5
二、技术指标.....	5
三、术语定义.....	6
四、仪器界面介绍.....	8
五、断口接线说明.....	11
六、速度传感器的安装说明.....	11
七、分（合）闸输出接线及外同步接线说明.....	14
八、速度定义说明.....	14
九、注意事项.....	18
十、仪器的成套性.....	19

## YTC3970 断路器动特性测试仪

### 一、特点及主要功能

1. 大屏幕高亮液晶图文显示、户外或室内显示清晰、高速热敏打印机；
2. 对话界面操作，用户方便掌握试验方法和仪器的使用；
3. 集成操作电源，无须现场二次电源，现场使用更加方便快捷；
4. 具有录波功能，可对应时间坐标显示断口状态波形、分（合）闸线圈的电流波形、行程—时间（S—t）曲线，有利于对开关机构故障的准确判断；
5. 采用国外进口传感器，配备角度旋转、万能、滑动传感器，适用于国内外所有 SF6、真空、少油高压开关的机械特性测试，测量准确，测试精度高；
6. 设计有开关的重合闸试验功能，各种重合闸试验均可随心所欲；
7. 内部抗干扰电路可以满足 500kV 变电站内可靠使用，保护电路能保证设备及人员安全，仪器并能稳定、准确测试；
8. 适用于国内外所有 SF6、真空、少油高压开关的机械特性及动作电压的测量；
9. 同时测量 6 路断口的固有分、合闸时间及同期性。

### 二、技术指标

#### 1. 测试项目

- 1.1 时间：完成各类开关固有分、合闸时间、相间同期、相内同期和所有断口同期；
- 1.2 重合闸：一次性测量金属短接时间（合一分）、无电流间隔时间（分—合）及（分—合一分、合一分—合）；
- 1.3 低电压：仪器自带 DC30-250V/20A(短时)数字调节操作电源，自动完成开关低电压试验并记录电压值；
- 1.4 弹 跳：分闸弹跳时间、合闸弹跳时间、弹跳次数、弹跳波形图；
- 1.5 速 度：刚分、刚合速度、最大速度、平均速度，并绘制“行程—时间（S—t）”曲线；配备三种传感器，几乎含盖所有开关的速度测试；
- 1.6 行 程：开距、超程、过冲时间、过冲行程、反弹时间、反弹幅度；

- 1.7 电 流：分、合闸线圈电流，30A 量程；
- 1.8 数据管理：大容量数据管理硬盘、高速运算处理器、超大高亮液晶显示、对话操作方式。

## 2. 技术参数

- 2.1 时间测试范围：10ms~12s；
- 2.2 时间分辨率：0.1ms；时间测试准确度为：±0.5%读数±0.2ms；
- 2.3 最小动作同期差分辨率：0.1ms；测试准确度为：±0.5%读数±0.1ms；
- 2.4 线圈电流量程：20A； 分辨率：0.01A；
- 2.5 最大速度：20m/s；分辨率：0.01m/s；测试准确度为：±1.0%读数±0.05；
- 2.6 行程测试范围：6mm~1000mm（由传感器的长度决定）；
- 2.7 行程最小分辨率：0.1mm；测试准确度为：±1.0%读数±0.1mm（滑动传感器）；
- 2.8 测试通道 7 路：6 路断口时间、1 路速度；
- 2.9 电源：AC220V±10%、50Hz±1Hz；
- 2.10 操作电源输出：自动调节升压直流 220V，电流 20A；
- 2.11 外形尺寸：385×280×200 (mm)；
- 2.12 重量：7kg。

## 三、术语定义

### 1. 时间测量

#### 1.1 分（合）闸时间

分（合）闸时间是指从开关接到分（合）闸控制信号（线圈上电）开始到开关动触头与静触头第一次分开（合上）为止的时间。

#### 1.2 相内同期

同相断口之间，分、合闸时间最大与最小之差。

#### 1.3 相间同期

A、B、C 三相间，各相中合闸时间最大値之差为合闸相间同期，分闸

时间最小值之差为分闸相间同期。

#### 1.4 弹跳次数

弹跳次数是指开关动、静触头在分（合）闸操作过程中分开（合上）的次数。

#### 1.5 弹跳时间

弹跳时间是指开关动触头与静触头从第一次分开（或合上）开始到最后稳定分开（或合上）为止的时间。

## 2. 速度及行程测量

### 2.1 刚分（刚合）速度

刚分（刚合）速度是指开关动触头与静触头接触时的某一指定时间内，或某一指定距离内的平均速度。本测试仪提供很多开关的刚分（刚合）速度定义数据库，选择了某一类型就选择了刚分（刚合）速度的定义。同时仪器也提供自定义功能，适合那些在数据库里无法列举的开关类型。

### 2.2 开距、超程

开距是指开关从分状态开始到动触头与静触头刚接触的这一段距离；超程是指开关从合状态开始到动触头与静触头刚分开的这一段距离。

### 2.3 分（合）闸瞬时速度

分（合）闸瞬时速度是指开关动触头运动时某一小段的平均速度，该小段的长度取决于速度传感器的分辨率，从而每个小段的平均速度反应了开关动触头的瞬时速度。

### 2.4 分（合）闸最大速度

分（合）闸最大速度是指分（合）闸瞬时速度中的最大值，一般来说，该值应出现在开关刚分开或合上的这一段，这一点可从速度-行程曲线中判断。

### 2.5 分（合）闸平均速度

分（合）闸平均速度是指开关动触头在分（合）闸过程中，10%行程到90%行程与此行程对应的时间之比。同时仪器提供自定义功能。

### 2.6 行程-时间曲线

行程-时间曲线是开关动触头运动过程中每一个时间单元对应的行程

关系曲线。

#### 四、仪器界面介绍

仪器采用超大高清晰液晶显示器，开机后，如图 1 显示如下：



图 1

按下面板上的“确认”按钮后，如图 2 所示。



图 2

屏幕上方显示的是部分试验设置信息以及日期时间显示。

屏幕左下方显示的是目前断口的实时状态。

光标默认显示在“测试”上。

通过面板上的左、右箭头按键，可以将光标移到“设置”或“重算”上。可以使用键盘上的上箭头“↑”或下箭头“↓”来选择需要修改的配置，当前可修改的配置立刻会变成黑白反色光标显示，然后用左箭头“←”或右箭头“→”来更改所选的配置值。所有修改完成之后，按下键盘上的“退出”按钮就修改成功了。返回后，光标会停到“测试”上。按下键盘上的“确认”按钮，就可以根据刚才的试验配置来进行开关试验。此时，界面如图3所示。



图3

显然，目前断口状态为合闸，仪器会自动识别并提示，需要做分闸试验，故显示的是“开始分闸”。完成分闸试验后，需要做合闸试验，界面如图4所示



图 4

这样，就完成了一次分合试验，之后界面如图 5 所示：



图 5

断口波形、S-t 曲线以及各种试验结果将显示在以上界面中。

如果按下右箭头“→”或左箭头“←”，还可以看到更多的试验数据，例如：相内同期、相间同期等。如果按下下箭头“↓”或上箭头“↑”，可以选

择观察分闸数据或打印整个试验数据。例如，将光标移到“打印”处，再按下“确认”按键，那么打印机就会将本次试验数据打印出来。

对于重合闸试验以及低电压试验，操作方法与常规试验类似，在此，不再叙述。

按面板上的“功能”键按钮并确认后，可以用于打开以前保存到U盘中的测试数据。选择“时钟”选项，可以用来调整仪器时钟。

## 五、断口接线说明

**注意：**接断口线之前，先将仪器机壳接好大地，以便接断口线时能够泄放掉断口的感应电压，保护仪器及人身安全！

断口的接线如下图所示

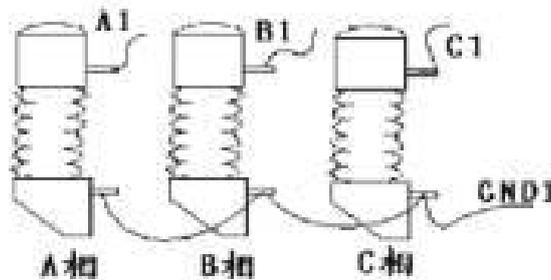


图6 断口接线图

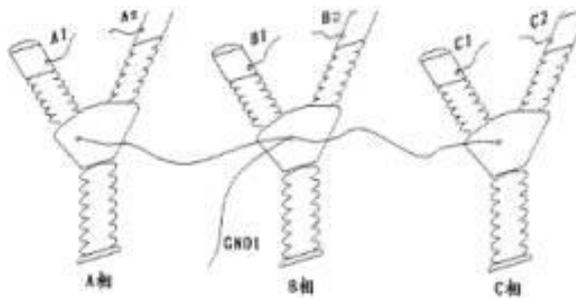


图7 断口接线图

## 六、速度传感器的安装说明

### 1. 传感器的种类

本测试仪具有对少油开关、SF<sub>6</sub>开关及真空开关的动特性进行综合测试的功能，根据各类开关的不同结构特点配有相应的速度传感器，其种类为：万能传感器、角度旋转传感器、滑动传感器。

## 2. 传感器介绍

### 2.1 万能传感器（选配）

万能传感器的外形如图 8 所示：



图 8

外形尺寸为：30mm×20mm×20mm。体积小、重量轻、可以方便地捆绑（采用绝缘胶布就可以了）在直线运动机构上。

特点如下：

- ☆ 传感器不需要任何支撑，方便现场安装；
- ☆ 适应于现场开关机构为直线运动的任何场合的测试；
- ☆ 体积小、重量轻、安装方便、不担心影响操作机构的运动速度。

### 2.2 角度旋转传感器

角度旋转传感器的外形如图 9 所示：



图 9

角度旋转传感器采用光栅原理，直接测试旋转角度与时间的关系，再根据输入的参考开距或总行程自动计算比例系数，最后换算成实际的速度和行程。

### 特点如下：

- ☆ 传感器重量轻，与开关旋转部位接触部分为强力磁铁，支撑架为万向强磁力固定方式，方便现场安装；
- ☆ 可以识别正反转，有利于判断开关的过冲行程；
- ☆ 适应于现场开关机构有旋转运动部位，且角度与直线运动呈线性关系的场合。

## 2.3 滑动传感器

滑动传感器的外形如图 10 所示：

随机配备有长度为 25mm 的滑动传感器。25mm 的滑动传感器主要用于真空开关的行程及速度测试，测试行程 $<18\text{mm}$ ，行程大于 20mm 的高压开关，可根据实际情况进行选配；

长度大的滑动传感器主要用于少油和 SF<sub>6</sub> 的行程及速度测试，例如 110kV、220kV 的少油开关测试时，由于行程较长，直接安装在动触头上不方便，只能在传动杆上间接测量。



图 10

## 3. 各种传感器的适用性说明

一般来说，可以看见直线运动部分的开关都可以采用万能传感器、滑动传感器。没有直线运动部分裸露在外的开关，可以采用旋转传感器。

安装传感器时，尽量让传感器安装在最靠近动触头的运动机构，以免中间转换部分的间隙或非线性影响测试准确度。滑动传感器的速度、行程测试准确度最高、最可靠。建议尽可能采用滑动传感器。其它长度的滑动传感器非标准

配置，用户可根据实际情况选配，仪器软件支持任意长度的滑动传感器。

## 七、分（合）闸输出接线及外同步接线说明

试验时，按图 11 接线：

现场试验时，如果采用仪器内部电源，就要选择“内同步方式”，合闸控制线（红色）、分闸控制线（绿色）、公共线（黄色）接入到仪器面板的“分合闸控制”端口（航空插头）。

接线时注意切断高压开关装置自有的操作电源（断开空开或者拔掉保险），以免两种电源冲突。

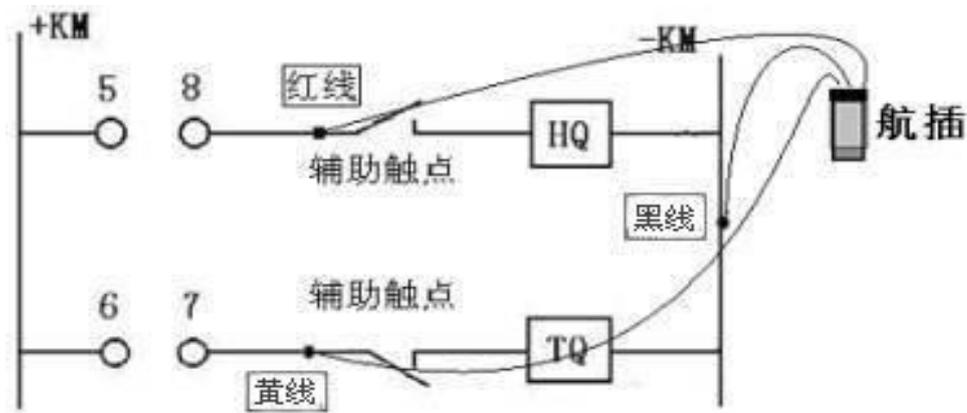


图 11

如果采用仪器外部电源，使用高压开关自有的控制电源，就要选择“外同步方式”，合闸控制线（红色）、分闸控制线（绿色）、公共线（黑色）接入到仪器面板的“外同步”端口（航空插头）。

### 注意：

- (1) 以上两个端口相互对立，采用一根电缆，一种方式只接一个通道，（内、外同步共用一根线）试验时内、外同步不能同时都接线。

## 八、速度定义说明

### 1. 仪器提供的几种基本的速度定义方式

- 1.1 刚分后###mm（ms）的平均速度为分闸速度，刚合前###mm（ms）的平均速度为合闸速度。可以选择按时间或距离定义。
- 1.2 刚分前、后各###mm（ms）的平均速度为分闸速度，刚合前、后各###mm（ms）的平均速度为合闸速度。可以选择按时间或距离定义。
- 1.3 刚分后###mm 的平均速度为分闸速度，从合闸运动开始到刚合闸时的平

均速度为合闸速度。

1.4 用  $t_1$ 、 $t_2$  两个时间参数描述分闸速度，刚合点到合闸终止的时间（ $t_3$ ）描述合闸速度。

1.5 同平均速度的定义。

1.6 刚分点到###%行程的平均速度为分闸速度，###%行程到刚合点的平均速度为合闸速度（分闸位置的行程为 0，合闸位置的行程为 100%）。

用户可以按以上基本定义方式定义好某种专有开关测试参数定义，命名后添加到数据库，以后试验时，只要选中此数据库的项目，就能调出所有参数定义。以下“2.”是仪器出厂时，厂家预先按以上方法添加的数据库，可以修改、可以添加。

## 2. 几种常用的速度定义

### 2.1 油开关 I

分闸速度：动、静触头刚分后 10ms 的平均速度。

合闸速度：动、静触头刚合前 10ms 的平均速度。

适合此定义的开关有：

SN10-10 I, II, III

SN10-35

SW2-35 I, II, III, IV, V

SW4-110 II, III

SW4-220 II, III

DW8-35 II

LW2-220

### 2.2 油开关 II

分闸速度：动、静触头刚分前、后各 5ms 的平均速度。

合闸速度：动、静触头刚合前、后各 5ms 的平均速度。

适合此定义的开关有：

SW2-110 I, II, III

SW2-220 I, II, III, IV

SW3-110

SW3-110G

SW6-110 I, II

SW6-220 I

SW6-330 I

DW2-35 I, II, R

DW1-35

DW1-35D (G)

### 2.3 油开关III

分闸速度：动、静触头刚分前、后各 10ms 的平均速度。

合闸速度：动、静触头刚合前、后各 10ms 的平均速度。

适合此定义的开关有：

SW7-110, 110Z

SW7-220

### 2.4 真空开关 10kV I

分闸速度：动、静触头刚分后 6mm 的平均速度。

合闸速度：动、静触头刚合前 6mm 的平均速度。

适合此定义的开关有：

ZN12-10

ZN51-10

### 2.5 真空开关 10kV II

分闸速度：动、静触头刚分后 6mm 的平均速度。

合闸速度：合闸运动开始到刚合点的平均速度。

适合此定义的开关有：

ZN3-10                      ZN47-10

ZN13-10                     ZN54-10

ZN14-10                     ZN60-12

ZN20-10                     ZN63-12

ZN21-10                     ZN65-12

ZN22-10                     ZN66-10

ZN23-10                     ZN67-10

ZN33-10                     ZW8-12

ZN37-10

ZN38-10

ZN28-10

## 2.6 真空开关 35kV

分闸速度：动、静触头刚分后 12mm 的平均速度。

合闸速度：动、静触头刚合前 12mm 的平均速度。

适合此定义的开关有：

ZN12-35

## 2.7 LW8-35 型 SF6 开关

分闸速度：动、静触头刚分后 32mm 的平均速度。

合闸速度：动、静触头刚合前 16mm 的平均速度。

适合此定义的开关有：

LW8-35

## 2.8 LW6 型 SF6 开关

分闸速度：动、静触头刚分后 72mm 的平均速度。

合闸速度：动、静触头刚合前 36mm 的平均速度。

适合此定义的开关有：

LW6-500

LW6-220

LW6-132LW6-110 I , 110 II

LW6-63 I , 63 II

## 2.9 LW7 型 SF6 开关

分闸速度：动、静触头刚分后 120mm 的平均速度。

合闸速度：动、静触头刚合前 120mm 的平均速度。

适合此定义的开关有：

LW7-220

## 2.10 平顶山开关厂 LW7 型 SF6 开关

刚分指标：

t1：动触头分闸过程中，刚动时刻与刚分时刻之差。

t2：动触头分闸过程中，刚分时刻与刚动后运动到 120mm 位置的时刻

之差。

刚合指标:

$t_3$ : 刚合时刻与合闸终止时刻之差。

### 2.11 西安开关厂 SF6 开关

分闸速度: 刚分点到 10%行程这段行程的平均速度。

合闸速度: 10%行程到刚合点这段行程的平均速度。

### 2.12 同平均速度定义

分闸速度: 动触头在分闸过程中, 10%行程到 90%行程这段距离的平均速度。

合闸速度: 动触头在合闸过程中, 10%行程到 90%行程这段距离的平均速度。

适合此定义的开关有:

LW11-63

LW11-110

LW11-220

以上资料仅供参考, 实践中按高压开关出厂说明书设置及选择。

## 九、注意事项

1. 内部直流电源为短时工作的操作电源, 容量较小, 不要超过说明书参数使用。
2. 接断口线之前, 必须先接好地线, 以便内部抗感应高压回路投入工作, 避免损坏仪器断口通道。
3. 仪器的外同步为带电同步方式, 外同步线与内同步分合闸控制线公用。
4. 采用内、外同步时, 一定要在仪器菜单中作相对应的选择, 以免仪器得不到同步信号。

## 十、仪器的成套性

- 1、主机 1 台
- 2、仪器包装箱 1 件
- 3、配套测试线及线箱 1 件
- 4、速度传感器 1 套（在线箱内）
- 5、使用说明书 1 本
- 6、备用保险管及打印纸
- 7、合格证、试验报告各 1 份