

---

# 使用说明书

---

OPERATION    MANUAL

---

## CT2679C 数字匝间绝缘测试仪

---

杭州高电科技有限公司

---

地址：杭州市钱江经济开发区永泰路2号15幢      邮编：310017

电话：0571-89935600    传真：0571-89935608

E-MAIL: [hzhv@hzhv.com](mailto:hzhv@hzhv.com)

网址: [www.hzhv.com](http://www.hzhv.com)

# 目 录

第一章 概 述.....	4
1.1 简介.....	4
1.2 主要技术指标.....	4
1.2 测试原理.....	5
第二章 设计比较与问答.....	6
第三章 快速入门.....	7
3.1 前面板介绍.....	7
3.2 后面板介绍.....	8
3.3 出厂标准附件.....	8
第四章 操作说明.....	9
4.1 注意事项.....	9
4.2 操作步骤.....	9
4.3 测试方法.....	12
4.4 测试判别.....	14
4.5 故障判别示意表.....	15
第五章 常见问题及解决方法.....	17
第六章 串口通讯协议.....	18

## 安全

请勿自行在仪器上安装替代零件，或执行任何未经授权的修改。请将仪器送回给威博科技有限公司的维修部门进行维修，以确保其安全特性。

请在购买和使用仪器前仔细参考本手册，以避免产生经济纠纷或仪器损坏。仪器内部无操作人员可维修的部件。若需维修服务，请联络经过培训的维修人员。

## 品质保证

数字匝间绝缘测试仪完全达到手册中所标称的各项技术指标。

## 售后服务

威博科技有限公司承诺对本产品自购买日期起给予一年的质量保证！

## 服务限制

售后服务不适用于因以下情况所造成的损坏：

顾客不正确或不适当的维修产品；

未经授权的修改和误用；

顾客自行安装的电路造成的损坏，或顾客使用自己的产品造成的瑕疵。

## 通告

本手册的内容如有更改，恕不另行通知。

# 第一章 概述

## 1.1 简介

线圈类产品（如变压器、电机等）由于绕线材料、磁性材料、骨架、加工工艺等因素的影响会产生线圈层间、匝间及引脚间等绝缘性能的降低。匝间绝缘测试仪是采用高速采样技术研制的新一代线圈类产品绝缘性能的分析测试仪器。

匝间绝缘测试仪采用“冲击波形比较法”，将具有规定峰值和波前时间的冲击电压交替施加于相同设计的被测件与标准件上。通过比较两个振荡波形的差异，从而判断线圈绕组匝间绝缘的好坏。对电晕放电、局部短路、局部断路、接线错误、线圈平衡及相间短路等各类故障均能直观第判别。

## 1.2 主要技术指标

- 脉冲峰值电压： 0~5000V           (100V 步进)
- 脉冲电容： 0.01uF
- 波前时间： 0.1uS
- 测试精度： <5%(1kV~5kV)
- 液晶显示： 分辨率：320 \* 240；蓝底白字
- 功耗： 50W
- 工作电源： AC220V±10%，50Hz
- 环境温度： 0℃~40℃
- 相对湿度： ≤85%
- 外形尺寸： 380 × 340 × 130 mm（长 × 宽 × 高）
- 重量： 8Kg

### 1.3 测试原理

匝间绝缘测试仪需要在不损坏被测件的条件下测试其电气性能，首要条件是能在短暂的瞬间判别线圈的品质。测量时将与标准线圈测量时同样的脉冲通过电容器放电施加于被测线圈，由于线圈电感量和Q值的存在，构成一个RLC并联谐振回路，将产生一个对应于该放电脉冲的电压衰减波形，比较该衰减波形的某些特征，可以检测线圈匝间和层间短路及圈数和磁性材料的差异，通过施加一个高压脉冲，根据出现的电晕或层间放电来判断绝缘不良。如图1-1所示：

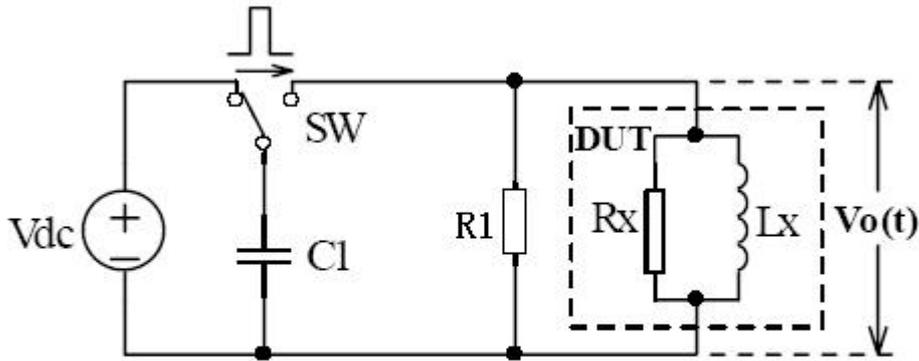


图 1-1 线圈脉冲测试原理简图

图1-2 中的自激振荡衰减波形直接和线圈的电感值L及品质因素Q值有着密切的关系，而L 值及Q 值又和线圈的圈数、制造工艺、是否空心线圈并且还与铁心材料特性又有着不可分割的牵连，施加电压又是高压脉冲电压，因此，当线圈有短路、匝间局部短路或由于绝缘损伤引起的层间或匝间放电现象自然很容易被发现。

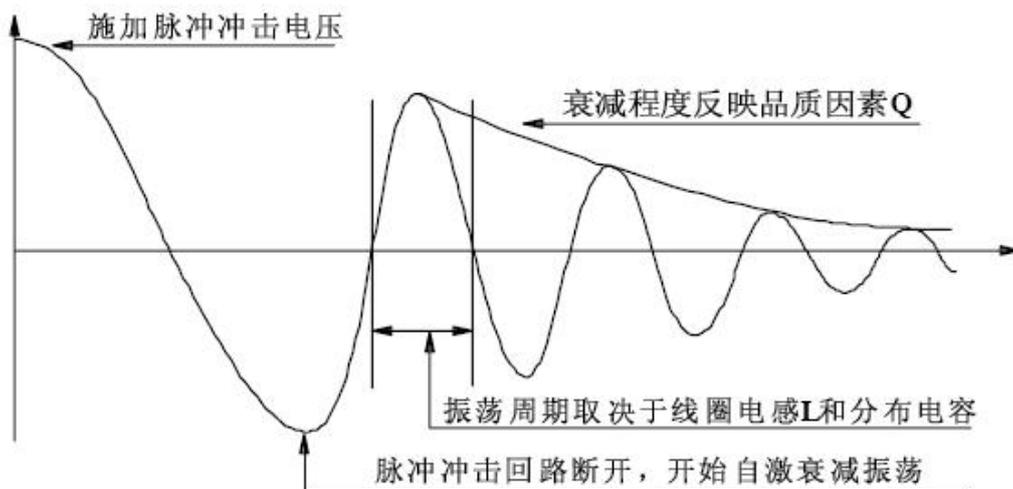


图 1-2 典型的线圈自激衰减振荡波形

## 第二章 设计比较与问答

### 1、数字匝间绝缘测试仪与模拟匝间绝缘测试仪有何区别？

**解析：**数字匝间绝缘测试仪比较模拟匝间绝缘测试仪有如下优点：

- 由于数字匝间仪显示采用液晶，脉冲高压放电开关采用电子式的 SCR(可控硅)，而模拟匝间仪显示采用 CRT(示波管)，脉冲高压放电开关采用机械式的氢闸流管，所以数字匝间仪比模拟匝间仪具有寿命长、体积小、重量轻及运输方便等优点。
- 由于数字匝间仪具有高达 20M 的采样速度，所以可测试电感量范围很宽，最小可测试 20uH 的线圈，基本适应各种线圈产品的测试；而模拟匝间仪为使 CRT 得到稳定可视的波形，每 20mS 输出一次高压脉冲，影响仪器的寿命，在小电感量测试时由于很短的屏幕的显示时间，会使显示亮度大大降低而影响观察，一般适用于 1mH 以上的线圈产品。

### 2、为什么线圈要执行匝间绝缘测试，与其它安规测试有何区别？

**解析：**有如下几点：

- 一般生产过程中检验合格的元件，使用于电气电子产品中，即使短期功能正常，但长期使用也可能因线圈的自身绝缘不佳而产生潜在的不稳定因数，而影响产品的寿命和性能。
- 耐压测试仪和绝缘电阻测试仪测试的是不同线圈间或线圈对铁芯及机壳之间的耐压和绝缘程度；而匝间绝缘仪测试的是线圈自身的绝缘程度。
- 匝间绝缘仪由于采用能量很低脉冲高压，所以不损坏被测件；耐压测试仪和绝缘电阻测试仪在测试时，高压是一直打在被测件上的。

### 3、常见造成线圈绝缘不良的原因有哪些？

**解析：**有如下几点：

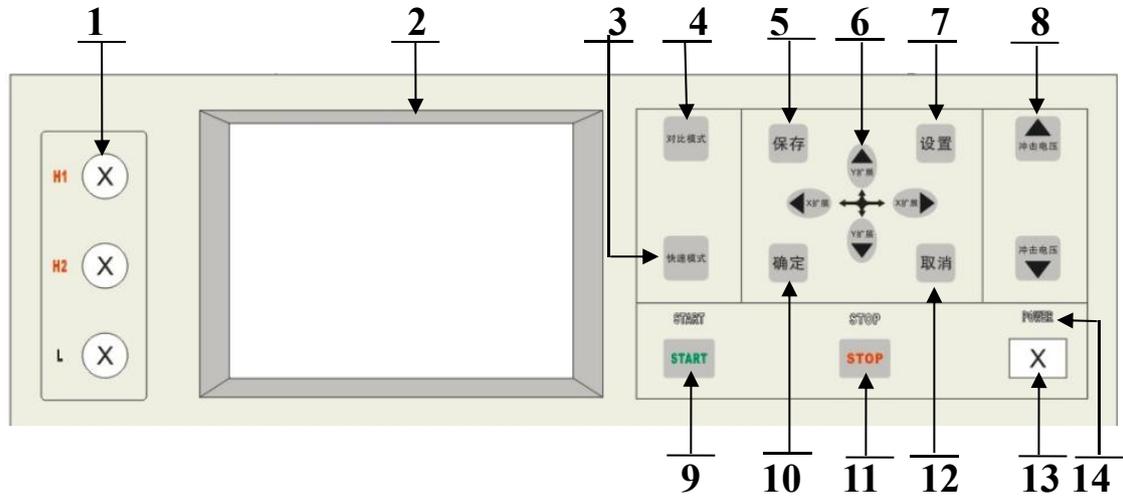
- 漆包线、绝缘胶带或骨架绝缘不良
- 原始设计的出线方式或加工工艺不良
- 引脚间未留安全间距或焊锡后的污染物的存在

### 4、匝间绝缘问题导致产品不良的表现有哪些？

**解析：**耐久性差、寿命短、抗噪声能力不佳及高温下稳定性不好。

## 第三章 快速入门

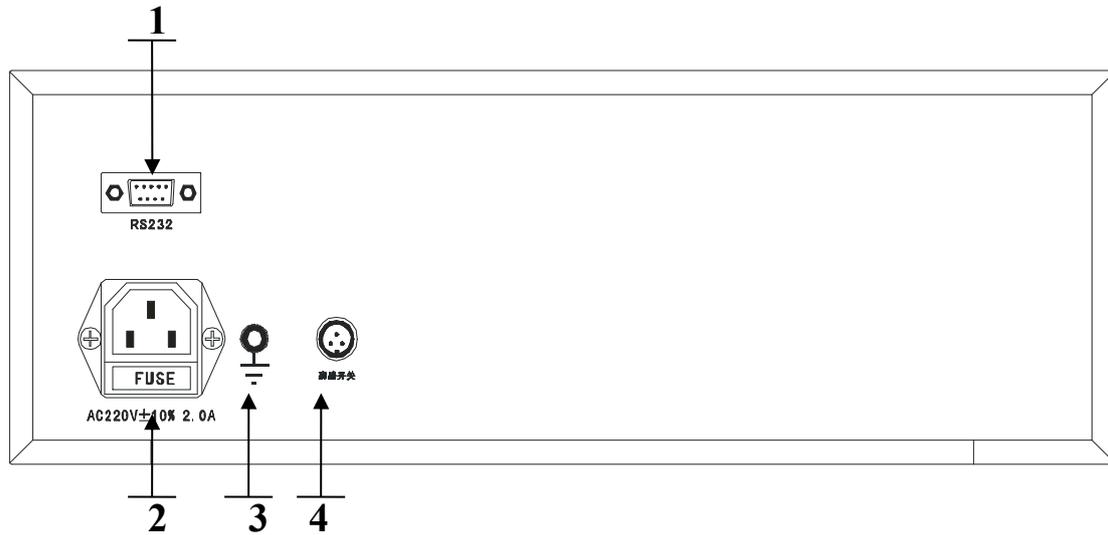
### 3.1 前面板介绍



序号	名称	功能说明
1	高压输出端	H1 和 H2 表示两路脉冲高压输出高端, L 表示两路脉冲高压输出公共低端
2	液晶显示屏	显示测试波形、冲击电压和 X 轴扩展系数
3	快速模式键	切换至快速测试方式, 并且切换 AB、A、B 绕组三种测试模式
4	对比模式键	切换至对比测试方式
5	保存键	保存匝间波形及参数
6	X、Y 扩展调节键	从 X、Y 轴方向放大或缩小测试波形, 并且 Y 扩展按键在停止状态还可以调节积差报警上限
7	设置键	在对比模式下, 按设置键查看选择已保存的参数波形
8	冲击电压调节键	按 100V 步进调节测试冲击电压
9	启动键	输出脉冲高压开始测试
10	确定键	确认或进入相应操作
11	停止键	停止输出脉冲高压和数据采集
12	取消键	取消或退出相应操作
13	电源开关	接入或切断仪器交流 220V 的工作电源

14	指示灯	start 指示灯亮表示仪器正在测试状态 stop 指示灯亮表示仪器正在停止状态 power 指示灯亮表示仪器已接入工作电源
----	-----	--

### 3.2 后面板介绍



序号	名称	功能说明
1	RS232 串行通讯接口	与电脑串行通讯，此型号无效
2	电源插座	用于接入 AC220V 工作电源
3	机壳接地端	安全（机壳）接地端
4	脚踏开关	当接上脚踏开关时，面板“启动”无效，当踩上脚踏开关时，仪器启动测试；当脚放开时，仪器停止测试

### 3.3 出厂标准附件

名称	数量	备注
匝间绝缘测试仪	1 台	
电源线	1 根	
测试线	1 副	
脚踏开关	1 只	
保险丝	2 个	2A
产品合格证	1 张	
产品保修记录卡	1 张	
使用说明书	1 份	

## 第四章 操作说明

### 4.1 注意事项

- a) 仪器开箱后，按照仪器装箱单核对，检查配件是否齐全
- b) 在对仪器进行操作前，首先应详细阅读使用说明书，或在技术人员的指导下进行操作，以免产生不必要的疑问
- c) 仪器内有高压，非专业技术人员请勿打开机箱
- d) 仪器开机前应检查其外壳是否可靠接地
- e) 本仪器为高压设备，切勿放在高温潮湿，尘埃过多及有腐蚀性的地方
- f) 若高压输出线磨损，则及时更新，并有足够的耐压
- g) 测试时，波形显示上出现电晕放电，打火等不正常波形时，不要长时间保持高压
- h) 当听到机内有异常声音，闻到异味或出现其它异常现象时，应立即停止测试，切掉输入电源，由专业技术人员排除故障后才可继续进行

### 4.2 操作步骤

#### 4.2.1 快速测试方式

开机默认方式。

按下【快速模式】键，仪器工作于快速测试方式，仪器有 AB、A、B 绕组三种测试模式，按【快速模式】键进行切换。

##### 4.2.1.1 上限设置方法

需在“STOP”状态下，调节  和  键（Y 扩展）可以改变积差上限值。

当积差上限值显示“NULL”表示不判断积差，当测试出来的积差值大于积差报警上限设置值时，蜂鸣器会响并提示报警。积差上限参考设置值为 10~30%。在实际应用中，需要客户对自己的产品特性进行经验总结，设置一个合理的值，从而可以检测出那些不合格的产品，也可以把合格的产品都通过。

##### 4.2.1.2 测试操作

- a) 检查仪器外壳是否可靠接地
- b) 取出脚踏开关并插入位于后面板的脚控插座
- c) 接入电源线，打开前面板的电源开关
- d) 按  或  键，选择测试冲击电压，数据在液晶左下角显示
- e) 将三根测量线根据“测试方法”与被测件进行连接
- f) 踏下脚踏开关（或者单击前面板的【启动】键），此时启动指示灯亮

- g) 按  或  键，调节显示波形的 X 轴扩展

- h) 按  或  键，调节显示波形的 Y 轴扩展

- i) 观察显示屏上的衰减振荡波形，进行故障分析判断（详见 **测试判断** 与 **故障判断**），如果波形理想，需要保存波形，可以按下【保存】键，进入保

存界面。按  或  键，设定相应数值，设定好后，按【确定】保存所设定值，返回测试界面。按【取消】键，仪器不保存当前操作，并退出至测试状态。

**注：**AB 绕组模式保存的是 A 绕组和 B 绕组的波形，A 绕组模式保存的是 A 绕组的波形，B 绕组模式保存的是 B 绕组的波形。保存时的接线方法要与测试时接线方法一致。

- j) 松开脚踏开关（或者单击前面板的【停止】键），卸下被测件
- k) 若继续测试，请按步 e ~ k 反复进行
- l) 结束测试

## 4.2.2 对比测试方式

按下【对比模式】键，仪器工作于对比测试方式，载入的是上一次测试时选择的标准波形及参数。

### 4.2.2.1 设置

按下【设置】键，进入设置界面，查看选择相应标准波形。

其中：No —— 编号

- HV ——冲击电压
- X ——X 轴扩展值
- Y ——Y 轴扩展值
- 积差 ——积差
- 模式 ——模式

a) 按  和  键，选定编号

b) 按  或  键，移动光标至“查看”、“加载”、“删除”、“上一页”、“下一页”

“查看”：按下【确认】键进入查看界面查看相应标准波形，再次按下【确认】键加载所选编号参数，并转入待测状态，按【取消】键返回至设置状态

“加载”：按下【确认】键加载所选编号参数，并转入待测状态

“删除”：按下【确认】键删除所选编号参数

“上一页”：按下【确认】键查看上一页编号参数

“下一页”：按下【确认】键查看下一页编号参数

c) 按【取消】键直接退出，不选定任何波形，转入待测状态

#### 4.2.2.2 修改上限设置

调节  和  键（Y 扩展）可以改变积差上限值。当积差上限值显示“NULL”表示不判断积差，当测试出来的积差值大于积差报警上限设置值时，蜂鸣器会响并提示报警。积差上限参考设置值为 10~30%。在实际应用中，需要客户对自己的产品特性进行经验总结，设置一个合理的值，从而可以检测出那些不合格的产品，也可以把合格的产品都通过。如需保存当前修改的上限值，需在“STOP”状态下，按【保存】键进行保存。

#### 4.2.2.3 测试操作

- a) 检查仪器外壳是否可靠接地
- b) 取出脚踏开关并插入位于后面板的脚控插座

- c) 接入电源线，打开前面板的电源开关
- d) 标准波形及参数默认为上一次测试时所选的，或按【设置】键进行参数选择。
- e) 将三根测量线根据“测试方法”与被测件进行连接
- f) 踏下脚踏开关（或者单击前面板的【启动】键），此时启动指示灯亮
- g) 观察显示屏上的衰减振荡波形，进行故障分析判断（详见 测试判断 与故障判断），如需修改当前波形为标准波形，按【保存】键，并按【确认】键确认保存，按【取消】键取消保存操作
- h) 测试次数到或者连续方式下松开脚踏开关（或者单击前面板的【停止】键），卸下被测件
- i) 若继续测试，请按步 e ~ h 反复进行
- j) 结束测试

## 4.3 测试方法

### 4.3.1 测试准备

检查波形重合。将仪器两组测试线分别接至同一绕组上，若仪器工作正常，则两衰减振荡波形应完全重合。

### 4.3.2 测试方法

#### 【1】 $\phi$ （相）接法

这种方法是判断匝间绝缘故障最基本，适用于测试每相两端均有引出线的绕组。用户在测试时，可任选一相绕组（如 U 相）作为参照件，另一相绕组（如 V 相）作为测试件，在 U 相和 V 相上同时施加规定峰值高压冲击脉冲，比较两衰减波形的同异。再依次转换，重复测试一次。如图二所示

#### 【2】Y（线）接法

这种方法适用于测试已构成 Y 接法的绕组或大功率的线圈绕组。用户在测试时，可任选一组两相串联绕组（如 U-W 相）作为参照件，另一组两相串联绕组（如 V-W 相）作为测试件，在 U-W 相和 V-W 相上同时施加规定峰值的高压冲击脉冲，比较两衰减振荡波形的同异。再依次转换，重复测试一次，如图三所示。

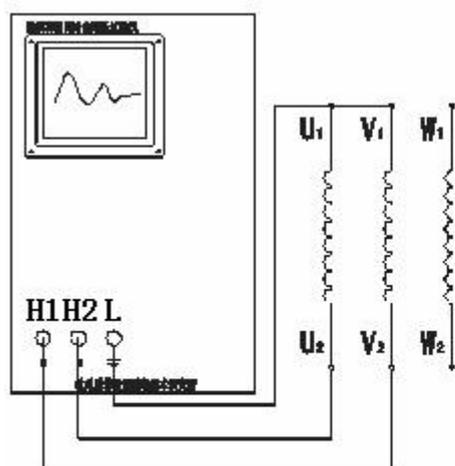
#### 【3】 $\Delta$ （角）接法

这种方法适用于测试已构成 $\Delta$ 接法的绕组。用户在测试时，可任选一组两相串联绕组与第三绕组并联（如U-W相）作为参照件，另一组两相串联绕组与第三绕组并联（如V-U相）作为测试件，在U-W相和V-U相上同时施加规定峰值的高压冲击脉冲，比较两衰减振荡波形的同异。再依次转换，重复测试一次。如图四所示

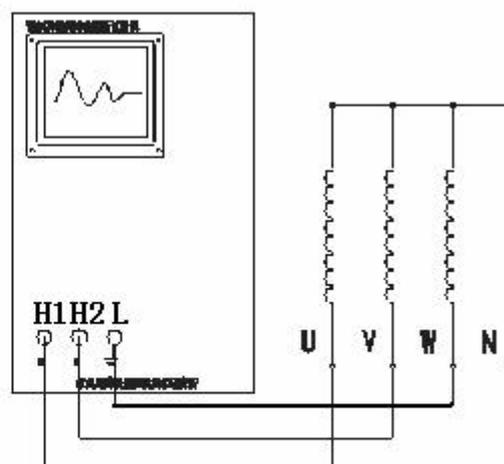
#### 【4】单相线圈或绕组测试

对于具有两个相同绕组的单相线圈，可采用类似三相绕组的测试方法进行测试，也可以采用同一规格的绕组进行对比测试。用户在测试时，可选择一个与被测件规格和参数相同，且匝间、绕组间和对地绝缘均完好的绕组作为参照件，在参照件与被测件上同时施加规定峰值的高压冲击脉冲，比较两衰减振荡波形的同异。

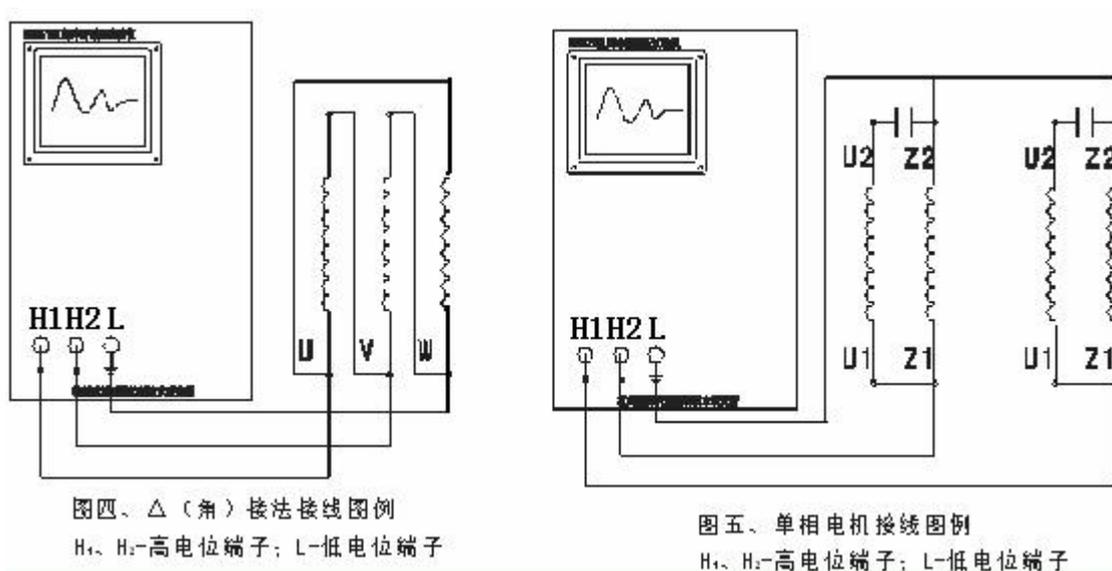
当对单组线圈进行耐压测试使用时，为了峰值电压的准确显示和观察方便，建议将两高压测试端（H1、H2）短接后再进行测试。



图二、 $\Delta$ （角）接法接线图例  
H<sub>1</sub>、H<sub>2</sub>-高电位端子；L-低电位端子



图三、Y（星）接法接线图例  
H<sub>1</sub>、H<sub>2</sub>-高电位端子；L-低电位端子



## 4.4 测试判别

测试时判别的依据主要是观察和分析显示屏上的波形以及峰值电压。

### 4.4.1 正常波形

若两次测试时显示的衰减振荡波形均基本重合无显著差异（简称重合），则为正常无故障波形，即被测绕组匝间绝缘无故障，如图 1 所示

**注意：**对于 Y 和  $\Delta$  接法，当故障位于比较回路的公共部位时，所显示的波形也会重合，因此测试时必须依次转换，重复测试一次，具体操作请参阅 **故障判别** 示意表。

### 4.4.2 故障波形

若被测件的波形与正常的波形不符，则被测件绕组匝间绝缘有故障。显示故障波形时常伴有放电声，甚至可以看见放电火花和产生刺鼻气味，显示的波形呈现放电毛刺和波形跳动，这些现象可协助判别故障类型和定位。

#### 【1】 匝间绝缘故障的波形

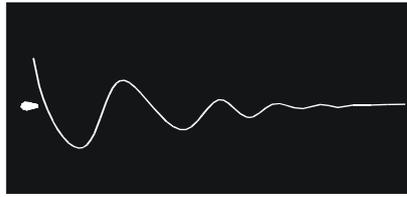
被测绕组在一定的冲击电压下会被击穿而形成匝间短路，此时显示的波形会有差异，其差异程度视故障程度和故障位置而定。如图 2 所示

#### 【2】 被测件绕组断线的波形

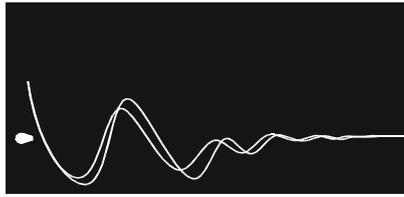
若被测件绕组断线，即开路，显示的波形呈现一条弧线，有时会在断线处出现放电现象。如图 3 所示

#### 【3】 被测件绕组完全短路的波形

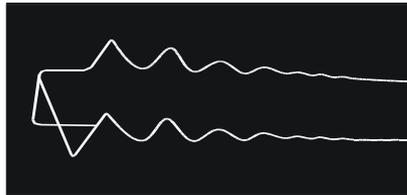
若被测件绕组完全短路，则显示的波形呈现一条横线。如图 4 所示



1、正常波形



2、匝间短路波形



3、线圈一相断线波形



4、一相相间短路波形

## 4.5 故障判别示意表

为帮助用户能迅速方便地判别线圈绕组的故障及所在位置，请参照以下故障判别示意图进行测试判断。

表 4.1

测试法	序号	测试次数	高压输出端接线			显示波形是否重合	故障判别
			H1	H2	L		
Φ 接线 故障 判别	1	1	U2	V2	U1 和 V1	是	W 相故障
		2	U2	W2	U1 和 W1	否	
			V2	W2	V1 和 W1	否	
	2	1	U2	V2	U1 和 V1	否	V 相故障 U 相故障
		2	U2	W2	U1 和 W1	是	
			V2	W2	V1 和 W1	是	
	3	1	U2	V2	U1 和 V1	否	做第三次测试
		2	U2	W2	U1 和 W1	否	
			V2	W2	V1 和 W1	否	
		3	V2	W2	V1 和 W1	是	U 相故障
						否	两相以上故障
		U2	W2	U1 和 W1	是	V 相故障	
否	两相以上故障						

表 4.2

测试法	序号	测试次数	高压输出端接线			显示波形是否重合	故障判别
			H1	H2	L		
Y 接线 故障 判别	1	1	U	V	W	是	W 相故障
		2	V	W	U	否	
			U	W	V	否	
	2	1	U	V	W	否	U 相故障 V 相故障
		2	V	W	U	是	
			U	W	V	是	
	3	1	U	V	W	否	做第三次测试
		2	V	W	U	否	
			U	W	V	否	
		3	U	W	V	是	V 相故障
						否	两相以上故障
			V	W	U	是	U 相故障
	否	两相以上故障					

表 4.3

测试法	序号	测试次数	高压输出端接线			显示波形是否重合	故障判别	
			H1	H2	L			
Δ 接线 故障 判别	1	1	U	V	W	是	UV 相故障	
		2	U	W	V	否		
			V	W	U	否		
	2	1	U	V	W	否	WU 相故障 做第三次测试 WU 相故障 两相以上故障	
		2	U	W	V	是		
			V	W	U	否		
		3	U	W	V	是		WU 相故障
						否		两相以上故障
	3	1	U	V	W	否	做第三次测试 VU 相故障 VU 相故障 两相以上故障	
		2	U	W	V	否		
			V	W	U	是		
		3	V	W	U	是		VU 相故障
						否		两相以上故障

## 第五章 常见问题及解决方法

### 【1】 液晶与指示灯无显示？

检查电源线与仪器插座是否接触良好，电源开关是否打开，以及仪器电源插座上的保险丝是否完好。

### 【2】 测试好的被测绕组时，发现波形与不接被测绕组时一样？

检查测试线与仪器高压输出端是否接触良好，以及测试线是否已经破损和中间断了。

## 第六章 串口通讯协议

本仪器能够通过通讯线将后面板上的DB9插座连接到计算机的RS-232接口上，下面的内容可以帮助您了解如何通过计算机控制本仪器。

### 6.1 通讯设置

在与仪器进行串口通讯时，应先确保通讯线是公司原配的

1. 波特率： 19200
2. 数据位： 8
3. 停止位： 1
4. 校验位： 无

### 6.2 帧格式

上位机发送命令帧格式如下(共七个字节)：

同步头	命令字	数据字	校验码
-----	-----	-----	-----

当下位机收到正确的命令后，会返回数据给上位机进行应答：

当命令为**启动和停止测试**时，返回共**7**个字节，其格式如下：

同步头	命令字	0x01	0x00	0x00	0x00	校验码
-----	-----	------	------	------	------	-----

当命令为**读测试波形数据**时，返回共**603**个字节，其格式如下：

同步头	命令字	第一通道波形数据 (300个字节)	第二通道波形数据 (300个字节)	校验码
-----	-----	----------------------	----------------------	-----

说明：

1. 同步头固定为0xAA, 占一个字节
2. 命令字一个字节
3. 发送命令的数据字占4个字节（在启动命令里的含义是设置冲击电压、X和Y轴扩展系数）
4. 校验码为前面所有字节的累加和
5. 所有数据都是以十六进制接收或发送

### 6.3 串口通讯命令字快速扫描

0x01	停止匝间冲击测试
0x28	启动匝间冲击测试

## 6.4 命令字的使用

约定：整数按大端模式存储，先接收或发送高字节，后接收或发送低字节，如1000的16进制为0x03E8,那仪器先接收或发送的应为0X03,后面的才是0xE8。

命令	格式	功能解析
0x01	<p>0xAA+0x01+0x00+0x00+0x00+0x00+0xAB (AA0100000000AB)</p> <p>下位机回复： 0xAA+0x01+0x01+0x00+0x00+0x00+0x00+0xAC</p>	停止匝间冲击测试
0x28	<p>0xAA+0x28+0x00+0x00+0x00+0x00+0xD2 (AA2800000000D2)</p> <p>其中数据解析： 第3、4字节为冲击电压（无符号整型，高位在前，如1000V表示为0x03+0xE8） 第5字节为X扩展系数 第6字节为Y扩展系数 如(AA2803E80503C5)表示冲击电压1000V、X扩展5、Y扩展3</p> <p>下位机回复： 0xAA+0x28+0x01+0x00+0x00+0x00+0x00+0xD3</p>	启动匝间冲击测试
0x42	<p>0xAA+0x42+0x00+0x00+0x00+0x00+0xEC (AA4200000000EC)</p> <p>数字匝间仪返回数据（共603个字节）格式如下： 0xAA + 0x42 + 第一通道波形数据（300个字节） + 第二通道波形数据（300个字节）+ 校验码</p> <p>其中波形数据解析： 所有数据都是以0x80为基准，即当数据为0x80时，表示这个点在水平线上；当数据大于0x80时，表示点在水平线的上方；当数据小于0x80时，表示点在水平线的下方；在显示界面上，按照字节顺序（表示时间坐标）描点，然后把它连成一个波形</p>	读取匝间波形数据