



*TK-97 系列智能安规综合测试仪*

# 使用说明书

**INSTRUCTION MANUAL**

---

**厦门华泰克智能仪器有限公司**

**Xiamen Watek Intelligence Instrument Co.,Ltd.**

**本用户手册所涵盖的产品型号：**

功能配置									
功 能 型 号	交流 耐压 ACW	直流 耐压 DCW	绝缘 IR	接地 GB	泄漏 LC	功率 PWR	低压 启动 STR	开短路 测试 O/S	外置设备
TK-9740B 四合一	有	无	有	有	有	无	无	无	
TK-9750B 五合一	有	无	有	有	有	有	无	无	
TK-9750C 六合一	有	无	有	有	有	有	有	无	
TK-9750D 八合一	有	有	有	有	有	有	有	有	

**在这里使用的英文缩写含义如下：**

- GB：接地导通电阻测试；
- IR：绝缘电阻测试；
- ACW：交流耐电压测试；
- DCW：直流耐电压测试；
- LC：泄漏电流测试；
- PWR：功率测试；
- STR：启动测试；
- O/S：开短路测试；

**符合的标准和规程**

**本系列产品按照下列标准生产制造：**

- SJ/T11383-2008 泄漏电流测试仪通用规范；
- SJ/T11384-2008 耐压测试仪通用规范；
- SJ/T11385-2008 绝缘电阻测试仪通用规范；
- SJ/T11386-2008 接地导通电阻测试仪通用规范。

**本系列产品符合以下计量检定规程：**

- JJG984-2004 接地导通电阻测试仪检定规程；
- JJG795-2004 耐电压测试仪检定规程；
- JJG690-2003 高绝缘电阻测量仪（高阻计）检定规程；
- JJG843-2007 泄漏电流测试仪检定规程。

---

# 目录

第 1 章	安全规则.....	1
1.1	一般规定.....	1
1.2	安全警示标志.....	1
1.3	测试工作站.....	1
1.4	操作人员规定.....	2
1.5	安全操作规则.....	2
1.5.1	禁止操作.....	3
1.5.2	测试中注意事项.....	3
第 2 章	概述.....	4
2.1	产品简介.....	4
2.2	产品特点.....	4
2.3	前面板说明.....	4
2.4	后面板说明.....	5
2.5	附件.....	6
第 3 章	拆封与安装.....	9
3.1	安装环境.....	9
3.2	拆封和检查.....	9
3.3	首次上电检查.....	10
第 4 章	设置与测试.....	11
4.1	测试接线.....	11
4.1.1	连接测试盒和接地测试钳.....	11
4.1.2	连接被测体工作电源.....	12
4.1.3	连接本机电源.....	12
4.1.4	连接被测体.....	13
4.2	开机.....	13
4.2.1	开机及仪器信息界面.....	13
4.2.2	启动界面.....	13
4.2.3	功能菜单.....	14
4.3	设置系统.....	14
4.3.1	通信功能.....	15
4.3.2	密码功能.....	15
4.3.3	打印功能.....	15
4.3.4	数据功能.....	15
4.3.5	界面功能.....	16
4.3.6	其它功能.....	16
4.4	测试设置.....	16
4.4.1	选测试组.....	16
4.4.2	设置测试组.....	17
4.4.3	其他设置.....	22
4.5	执行测试.....	24
4.5.1	执行测试.....	24
4.5.2	OK、NG、PT、ERROR1 含义.....	26

---

4.5.3	打印测试结果.....	26
4.6	补偿测试.....	27
4.6.1	补偿测试的目的.....	27
4.6.2	补偿测试的设置.....	27
4.6.3	补偿测试的典型条件.....	27
4.6.4	补偿测试方法.....	28
4.7	关机.....	29
4.8	使用注意事项.....	29
第5章	使用接口.....	31
5.1	报警灯接口.....	31
5.2	遥控接口.....	31
5.3	开关量接口（选配）.....	32
5.4	通信接口.....	33
5.5	变频电源通信口.....	33
5.6	打印接口（选配）.....	34
第6章	维护指南.....	35
6.1	维护和保养.....	35
6.2	简单故障处理.....	35
6.3	存储和运输.....	36
6.3.1	存储.....	36
6.3.2	运输.....	36
第7章	技术规格.....	37
7.1	整机规格.....	37
7.2	技术指标.....	37
附录A	测试原理.....	44
A.1	原理框图.....	44
A.2	测试原理.....	44
附录B	通信协议.....	45
B.1	握手协议.....	45
B.2	通信数据格式.....	45
4、	通信命令及应答数据格式详注.....	47
4.1	控制类命令 0x0F.....	47
4.2	查询类命令 0xF0.....	48
4.3	设置类命令 0x5A.....	49
附录C	安规知识.....	51
C.1	安规测试的重要性.....	51
C.2	接地电阻测试.....	51
C.3	绝缘电阻测试.....	52
C.4	耐压测试.....	52
C.4.1	交流耐压测试和直流耐压测试的优缺点.....	53
C.4.2	交流耐压（ACW）测试的特点及分类.....	53
C.4.3	直流耐压（DCW）测试的特点.....	54
C.5	泄漏电流测试.....	55
C.5.1	泄漏电流测试的分类.....	55

---

C. 5.2	泄漏的人体模拟网络.....	57
C. 6	功率和启动测试.....	58
C. 6.1	功率性能测试.....	58
C. 6.2	启动测试.....	58

## 第 1 章 安全规则

### 本章概要：

- 一般规定
- 安全警示标识
- 测试工作站
- 操作人员规定
- 安全操作规则

### 1.1 一般规定

使用本系列测试仪前，请**认真阅读**该用户手册，按手册要求使用。

- 此用户手册应存放于操作者方便取到的位置。
- 测试过程中，严禁操作人员身体触及仪器带电部位和被测体壳体，**谨防触电！**
- 请务必在**切断电源、断开空气开关后**，再拆接后面板上的接线！
- 进行绝缘、耐压、泄漏测试时，被测体应与大地、周围物体保持良好的电气隔离。  
尤其注意：被测体应与**流水线体**保持良好的电气隔离！
- 必须将本测试仪的安全接地端子与大地**可靠连接**。

### 1.2 安全警示标志

本仪器和手册中使用以下的安全警示标志，请予以充分关注：

 或  高压警告标识，该标识用于表明端子间有高压输出。

 提示注意标识，该标识用于表明仪器操作中应特别注意的地方。

 接地标识，该标识用于表明仪器的安全接地端子。

 **警告** 警告标识，提醒所执行的程序、应用、或条件均具有危险性，可能导致人员伤害甚至死亡。

 **注意** 注意标识，提醒所执行的程序、应用、或条件均具有危险性，可能造成测试仪损坏或仪器内部所储存的资料丢失。

### 1.3 测试工作站

#### 1 位置选择

工作站的位置选定必须安排在一般人员非必经的开阔场所，使非工作人员远离工作站。

必须将工作站与其它设施隔开，并且要特别标识“**高压测试工作站**”。在测试时必须标明“**危险！测试执行中，非工作人员请勿靠近！**”。

## 2 输入电源

本系列测试仪采用单相 220V $\pm$ 10%，50Hz $\pm$ 5%的工作电源，在开机前请确保输入电源电压的正确，否则会造成机器损坏和人员伤害。

更换保险丝前，请选择正确的规格。

必须将本测试仪的安全接地端子与大地**可靠连接**，以确保安全。工作站的电源必须有单独的开关，应安装于工作站的入口显眼处并给予特别标识，让所有的人都能辨别那是工作站的电源开关；一旦有紧急事故发生时，可以立即关闭电源，再进入处理事故。

## 3 工作场所

必须使用绝缘材质的工作桌或工作台，操作人员和被测体之间不得使用任何金属。在设计工作场所时，不允许出现需要操作人员跨越待测物去操作测试仪器的现象。工作场所必须保持整齐、干净。不使用的仪器和测试线请放到固定位置，一定要让所有人员都能立即分辨出在测件、待测件和已测件。测试站及其周边不能含有可燃气体及腐蚀性气体，不能在易燃物质旁使用测试仪。

### 1.4 操作人员规定

#### 1 人员资格

本系列测试仪的操作具有危险性，误操作时会造成人员的伤害，这种伤害甚至是有生命危险的，因此使用人员必须先经过培训，并严格遵守用户手册。

#### 2 安全守则

必须随时给予操作人员以安全教育和训练，使其了解各种安全操作的重要性，并按安全规则操作测试仪。

#### 3 衣着规定

操作人员不可穿着有金属装饰的衣服、佩戴金属手饰和手表等，这些金属饰物很容易造成意外的触电，且后果也会更加严重。

操作人员操作测试仪时必须佩戴绝缘手套。

#### 4 医学规定

本系列测试仪绝对不能让有心脏病或佩戴心率调整器、心脏起搏器的人员操作。

### 1.5 安全操作规则



本系列测试仪最高输出 5kVAC/6kVDC 高压，测试时必须注意以下事项和规定，否则将危及生命安全！

### 1.5.1 禁止操作

- 禁止重复开关机，每次开关机应间隔 30s 以上。
- 禁止擅自打开机壳，测试仪必须由经过培训合格的工程师或技术员维护。

### 1.5.2 测试中注意事项

- 操作人员必须佩戴绝缘手套。
- 如果暂时离开操作区域或并不马上进行测试，必须关断电源。
- 测试过程中，绝对禁止碰触仪器测试端和被测体，以免触电。
- 操作人员必须确定能够完全自主掌握测试仪的控制开关和遥控开关。遥控开关不用时，请取下。非合格的操作人员和不相关的人员应远离高压测试区。
- 必须将本测试仪的安全接地端子与大地**可靠连接**。只有在测试时才连接高压测试线，不用的时候请及时取下，取用测试线（钳）必须握在绝缘部分，绝对禁止直接触摸高压输出端（钳）。
- 万一发生异常，请立即按**停止**键，停止测试，并关闭电源。

## 第 2 章 概述

### 本章概要:

- 产品简介
- 产品特点
- 前面板说明
- 后面板说明
- 附件

### 2.1 产品简介

TK97 系列智能安全性能综合测试仪是集电气强度（交流/直流耐压）、接地电阻、绝缘电阻、泄漏电流和功率、启动多项测试功能于一体的仪器，是各电器生产厂家和质检部门重要的检测设备。本系列测试仪是由华泰克仪器公司自行开发生产的综合性测试仪，其技术水平、自动化程度和性能等方面均居同行业领先水平。

### 2.2 产品特点

#### 1 测试迅速

本系列测试仪以 ARM 微处理器为控制核心，能够实时测量被测体的各项安规参数，最短在 5-9s（机型不同时间也不同）内完成六项测试，特别能满足生产线对快速测试的要求。

#### 2 操作简单

本系列测试仪采用菜单提示各项操作，仅采用 8 个键即可快速完成各种测试条件和仪表参数的设置以及测试，操作简单；所提供的附件，均有明确标识，按标识对应接入皆可完成接线，使操作大大简化。

#### 3 智能判别

本系列测试仪具有上下限智能判定功能，可以自动识别不良品，同时提供声光报警。

#### 4 运行可靠

本系列测试仪整机线路采用了多种抗干扰措施，抗干扰能力强。采用正弦脉宽调制（SPWM）技术产生 50Hz 或 60Hz 标准正弦波，经大功率 MOS 管驱动输出，实现了高电压和大电流的无触点调节，同时具有硬件和软件保护，大大提高了仪器的可靠性。

#### 5 使用安全

自动过压、过流保护，使用更加安全。

### 2.3 前面板说明

测试仪前面板上的按键、指示灯和 LCD 显示等，如图 2-3-1 所示。

- (1) 电源开关：控制主机系统电源的通断。
- (2) 液晶显示屏：显示设置和测量信息。

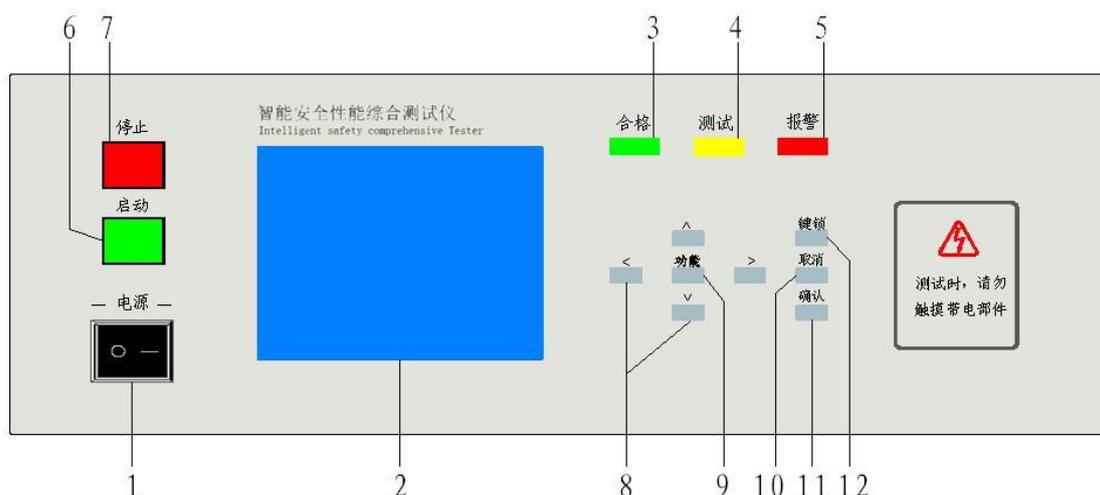


图 2-3-1 前面板示意图

- (3) 合格指示灯：指示测量结果合格（绿色）。
- (4) 测试指示灯：指示仪器正在测试中（黄色）。
- (5) 报警指示灯：指示测量结果不合格（红色）。
- (6) 启动键：按此键直接启动当前组的测试。
- (7) 停止键：按此键直接停止当前组的测试；按此键也可以退出设置状态，返回功能菜单（主菜单，即待机状态）。
- (8) 方向键：通常用于控制光标移动的方向，在参数设置界面下，  键用于调节参数的增减或功能的切换。
- (9) 功能键：在设置状态下可改变增减的步幅。当选配打印机时，测试完成后按此键打印测试结果。
- (10) 取消键：按此键即退出设置状态，返回功能菜单（主菜单，即待机状态）
- (11) 确认键：在设置状态下按此键保存设置参数；功能菜单下，当光标位于“补偿测试”选项时，按此键进行补偿测试。
- (12) 键锁键：保留功能。

## 2.4 后面板说明

测试仪后面板上的接线柱和外部接口等，如图 2-4-1 所示。

- (1) 接地端子。
- (2) 电源插座：输入市电 220V/50Hz，10A 保险丝。
- (3) 遥控口：DB9 插座（公），用于连接脚踏开关，遥控输入。
- (4) 通讯口：DB9 插座（公），用于连接计算机，实现远程测量和控制功能。
- (5) 电源通讯口：DB9 插座（公），用于与变频稳压电源连接，可控制电源为功率、启动、泄漏测试提供高质量的被测体工作电源。

- (6) 报警灯接口：5P 标准航空插头，用于连接报警灯。
- (7) 被测体电源输入：当对被测体进行功率、启动、泄漏测试时，为其提供电源输入。
- (8) 测试接线柱 A1~A6：用于连接测试盒和接地测试钳。
- 1) A1、A2 在进行不同测试时，有两种不同功能：
    - a. 在功率、启动、泄漏测试时，A1、A2 作为被测体工作电源，依次对应 L、N，为被测体直接提供电源；
    - b. 在耐压和绝缘测试时，A1、A2 作为高电压输出端，经被测体与 A4 形成测试回路。其中，绝缘测试时，A1、A2 输出负电压。
  - 2) A3：接地测试时电压采样的端子之一，连接接地测试钳的 A3 端子；
  - 3) A4：在进行不同测试时，有两种不同功能
    - a. 接地测试时，作为电压采样的另一个端子，连接测试盒的 A4 端子；
    - b. 耐压绝缘测试时，作为回路端，与被测体及 A1、A2 形成测试回路。
  - 4) A5：接地测试时大电流由此端输出至被测体。连接接地测试钳的 A5 端子；
  - 5) A6：接地测试时大电流经被测体输入此端。连接测试盒的 A6 端子。

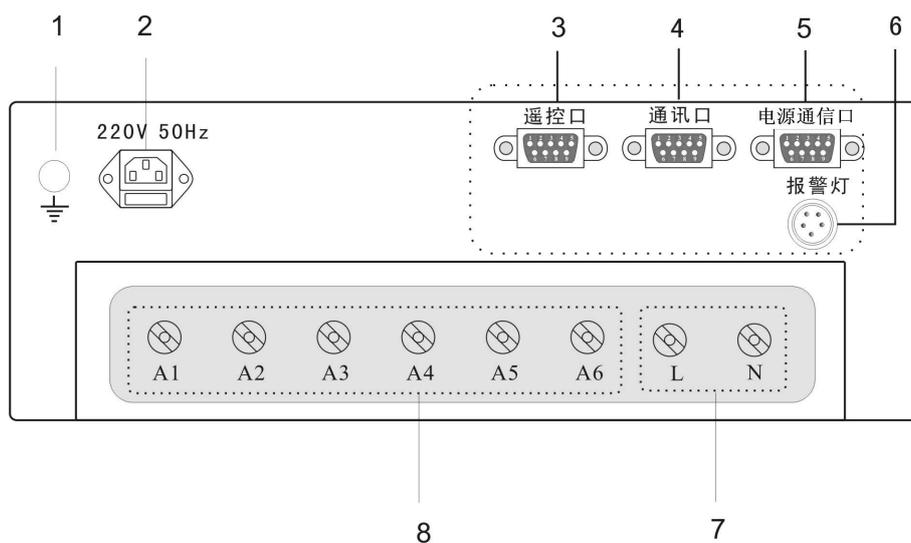


图 2-4-1 后面板示意图

注：打印口：选配。DB25 插座（母），连接针式打印机。开关量接口：选配。9P 标准航空插头，输出测试状态和结果的开关量。

## 2.5 附件

### 2.5.1 测试盒

用于连接被测体的电源线，可方便的完成被测体与本测试仪器连接。使用时，将 A1、A2、A4、A6 对应接到测试仪后面板对应接线端子上。



图 2-5-1 测试盒图

### 2.5.2 接地测试钳

在进行接地测试时，用接地测试钳夹住接地测试点，实际上该测试钳相当于一个大电流的输出端子，同时用于电流和电压采样。

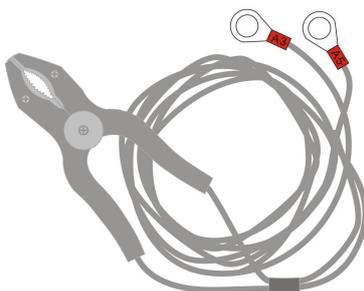


图 2-5-2 接地测试钳图

### 2.5.3 报警灯（选配）

报警灯用于提供三种报警信号，绿色灯亮表示测试合格；黄色灯亮表示测试中；红色灯亮表示报警，测试不合格。将报警灯 5P 航空插头插在后面板的 5P 报警灯航空插座上即可。



图 2-5-3 报警灯图

### 2.5.4 脚踏开关（选配）

踩下脚踏开关再松开即启动测试，其作用相当于按了一下前面板上的启动键。将 9 针母口插头插在后面板的遥控口上的 9 针公口上即可。



图 2-5-4 脚踏开关图

### 2.5.5 RS232 通信线（选配）

用于串口通信。将通信线插头一端插在后面板的通信接口上，另一端插在计算机的串口上，便可进行联机通信。

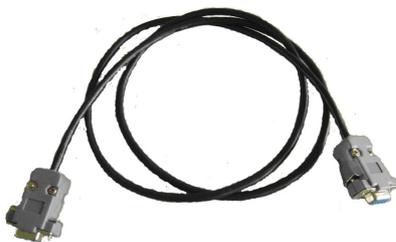


图 2-5-5 RS232 通信线图

### 2.5.6 辅助电源线（选配）

用于连接被测体工作电源与仪器内部隔离变压器的输入端 L、N。当测试功率、泄漏、启动时，将辅助电源线的 L、N 对应接到测试仪后面板 L、N 接线柱上。将辅助电源线的插头插到稳压电源上，即可为被测体测量功率、泄漏提供电源。



图 2-5-6 辅助电源线图

### 2.5.7 随机光盘（选配）

随机赠送的光盘为随机试用版测试软件。



图 2-5-7 随机光盘图

## 第 3 章 拆封与安装

### 本章概要：

- 安装环境
- 拆封与检查
- 首次上电检查

### 3.1 安装环境

在选择测试仪的安装环境时，应考虑以下各项：

- 1 远离易燃、易爆和腐蚀性介质，如酒精、稀释剂和硫酸等。
- 2 远离热源、避免日晒。

工作环境温度：0℃~+40℃

储存环境温度：-10℃~+50℃

必须避免温度的急剧变化，温度急剧变化会使水气凝结于仪器内部。

- 3 远离锅炉、加湿器、水源等。

工作相对湿度：20~75%RH

储存相对湿度：0~90%RH



当凝结水珠现象出现时，禁止使用测试仪。

- 4 远离强电磁干扰源。
- 5 远离明显的振动及冲击。
- 6 工作环境宜无粉尘，通风良好，测试仪采用自然风冷，若通风条件不好，易引起仪器损坏。测试仪工作时后面板与墙壁保持至少 30cm 的距离。
- 7 远离精密仪器——当本仪器高压输出时，被测物测试点处会产生电晕放电，发射射频电磁波，干扰精密仪器工作。

### 3.2 拆封和检查

首先检查产品铭牌，确定机型与定单相符；然后对照《用户服务手册》—“装箱单”核对包装箱中物品是否齐全，若包装箱中物品与“装箱单”所列内容不符，请与华泰克仪器客服中心或经销商联系。

如果收到仪器时包装箱有破损，请检查仪器的外观有无变形、刮伤、或面板损坏等。如果有损坏，请立即通知华泰克仪器公司或其经销商。我们的客服中心会为您修复或更换新机。在未通知华泰克仪器公司或其经销商前，请不要立即退回产品。

为了防止意外触电的发生，请不要自行打开仪器上盖。如果仪器有异常情况发生，请寻求华泰克公司或其指定经销商的技术支持。

### 3.3 首次上电检查

在确认本仪器完好无损并安装到工作位置后，请按如下步骤进行检查：

- (1) 只接通本仪器的电源线，不接其他任何测试线，打开测试仪电源开关；
- (2) 仪器进入功能菜单后，直接按启动键进行测试，测试状况若如下所述：
  - a. 接地因开路而报警；
  - b. 绝缘显示电阻大于  $2\text{kM}\Omega$ ；
  - c. 耐压显示较小击穿电流或零值；
  - d. 泄漏显示较小漏电流或零值；
  - e. 功率测试为零。

则表明仪器基本正常；可参照第四章的操作说明对仪器进行更细致地检查。

- (3) 首次开启仪器，若无显示，请检查并确认电源线连接良好；启动测试过程中，若有不启动、无按键响应或无继电器动作声响等现象，请寻求华泰克公司或指定经销商的技术支持。

## 第 4 章 设置与测试

### 本章概要：

- 测试接线
- 开机
- 设置仪器
- 测试设置
- 开始测试
- 补偿测试
- 关机

### 4.1 测试接线

请务必按照如下顺序进行测试接线：

连接测试盒和接地测试钳 → 连接被测体工作电源 → 连接本机电源 → 连接被测体。

#### 4.1.1 连接测试盒和接地测试钳

如图 4-1-1 所示，按如下顺序连接：

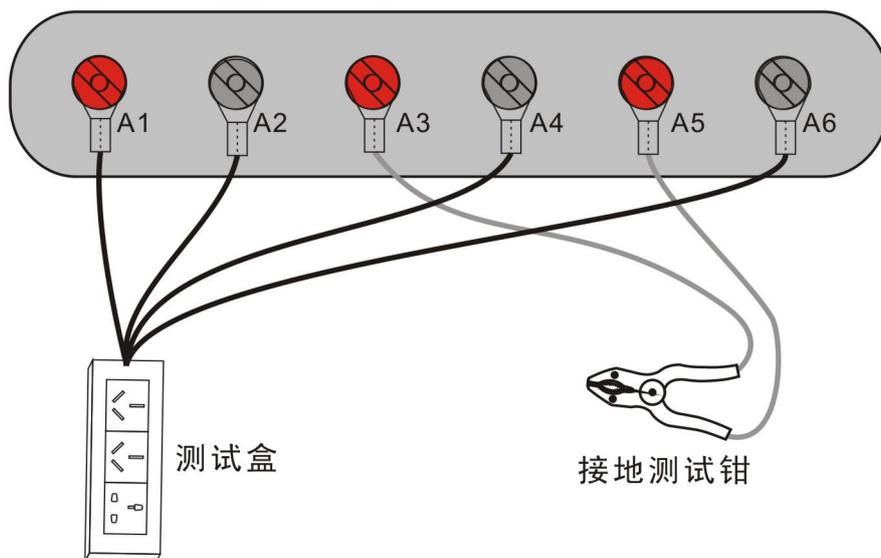


图 4-1-1 连接测试盒和接地测试钳

- 1) 将测试盒上的四根线穿过仪器底部过线孔后，按照线上的标号，一一对应，与接线柱（A1、A2、A4、A6）相接并紧固；
- 2) 将接地测试钳上的两根线穿过仪器底部过线孔后按照线上的标号，一一对应，与接线柱（A3、A5）相接并紧固；
- 3) 将过线孔上自带的锁紧装置紧固。



请务必将接地测试钳、测试盒放在绝缘垫上。

### 4.1.2 连接被测体工作电源

如图 4-1-2 所示，按如下顺序连接：

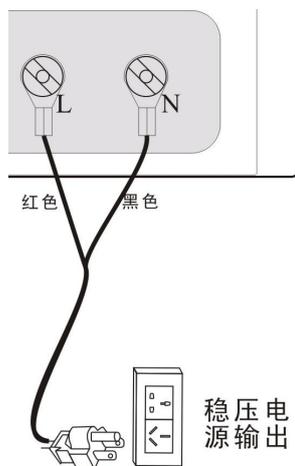


图 4-1-2 连接被测体工作电源图

- 1) 在确保空气开关断开的情况下，将辅助电源线（即被测体工作电源线）L、N 通过仪器底部过线孔后，按照线上的标号，一一对应，与接线柱（L、N）相接并紧固；
- 2) 将过线孔上自带的锁紧装置紧固；
- 3) 关上后门；
- 4) 将辅助电源线的插头接到被测体供电电源上。

说明：如果不测泄漏、功率，则被测体电源可以不接；

### 4.1.3 连接本机电源

确认供电电源是单相  $220V \pm 10\%$ ， $50Hz \pm 5\%$ ；保险丝规格 250V/10A 快速熔断型。将电源线一端连接到测试仪后面板上的输入电源插座上，另外一端插在供电电源插座上。



为确保安全及测量的准确，测试仪必须良好接地！

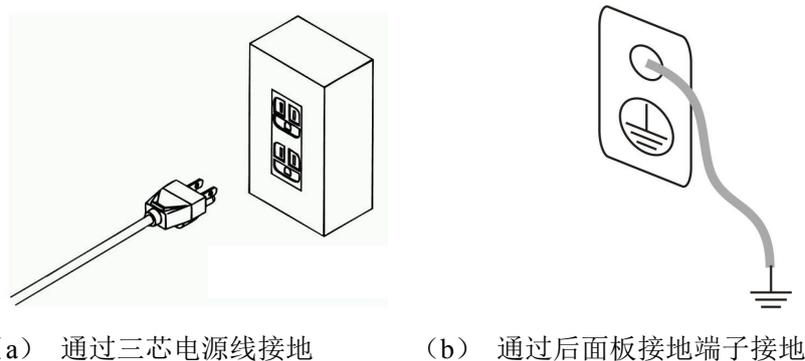


图 4-1-3 测试仪接地

接地有两种方式，如图 4-1-3 所示。

- 1) 测试仪使用三芯电源线，当电源线连接到**具有地线**的供电插座时，即已完成测试仪的机壳接地；

2) 将测试仪的接地端子连接到供电电源的地线。

#### 4.1.4 连接被测体

被测体连接如图 4-1-4 所示。

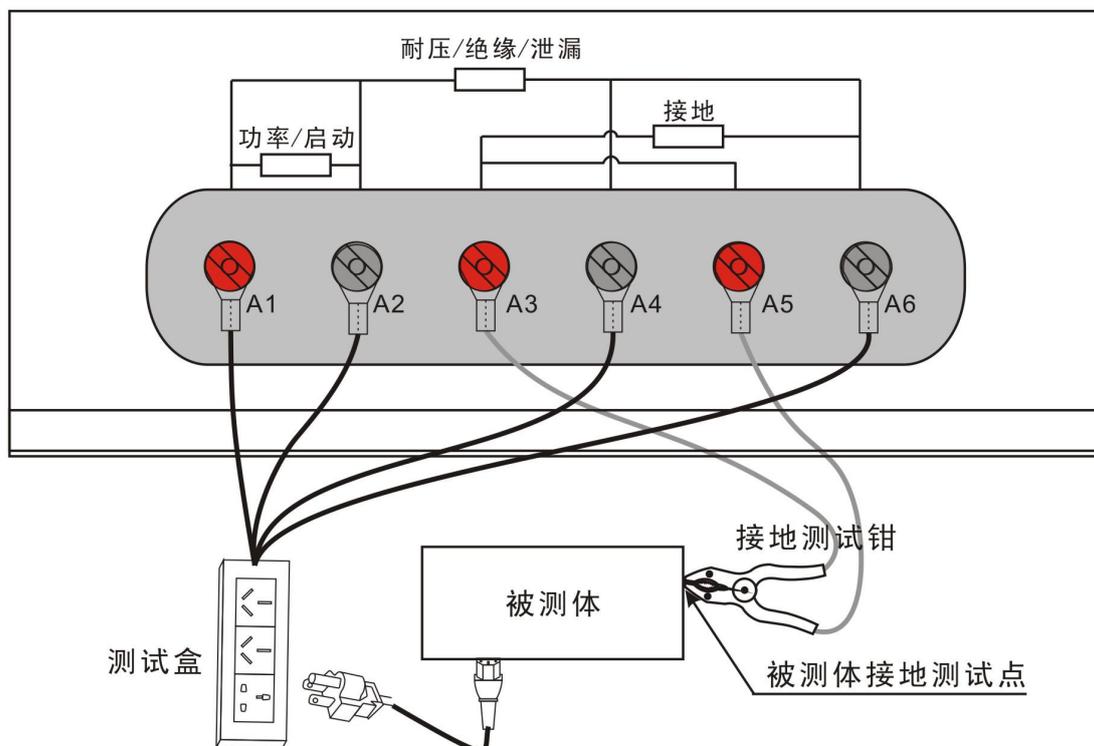


图 4-1-4 被测体接线图

说明:

将被测体与测试盒、接地测试钳对应接好即可。

## 4.2 开机

在确保在以上步骤正确连接后，打开前面板电源开关，测试仪随即启动。

### 4.2.1 开机及仪器信息界面

开机界面如图 4-2-1 所示，延时约 2s 后，进入启动界面。

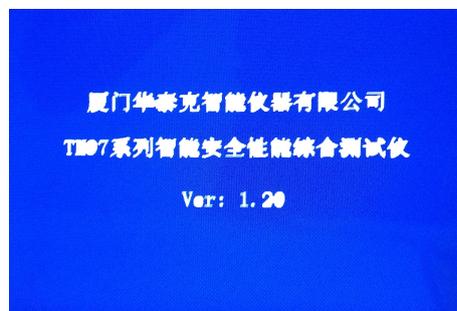


图 4-2-1 开机界面

### 4.2.2 启动界面

仪器启动界面如图 4-2-2 所示，延时约 5s 后，进入功能菜单界面。

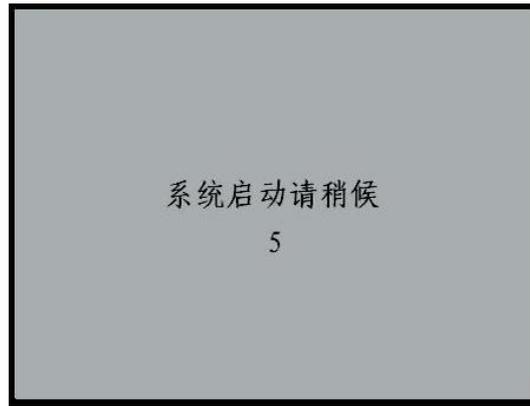


图 4-2-2 仪器启动界面

### 4.2.3 功能菜单

进入功能表示开机过程结束，功能菜单界面如图 4-2-3 所示。

功能菜单	操作提示
开始测试	1. 按启动键开始测试 2. 按↑↓选择功能
选测试组	第 30 组
设置 30 组	1. 接地 25A 0 ~ 100mΩ 1.0s 2. 绝缘 500V 10.0 ~ 0.0mΩ 1.0s 3. 耐压 300V 0.00 ~ 5.00mA 1.0s 静 4. 泄露 242V 0 ~ 750μA 2.0s 静
系统设置	5. 功率 220W 0 ~ 100 W 1.0s 6. 启动 198V 0.00 ~ 1.00A 1.0s
补偿测试	7. 8.

图 4-2-3 功能菜单界面

用 $\uparrow$ 键和 $\downarrow$ 键可选择各子菜单。在测试仪功能菜单界面下，选“开始测试”项可开始进行测试，选“选测试组”项可改变当前测试组，选“设置 XX 组”项可设置当前测试组参数，选“设置仪器”项可设置仪器，选“补偿测试”可进行测试线归零。

## 4.3 设置系统

功能菜单下，光标移至“设置系统”，按 $\square$ 键，如果密码功能设置为“开”，则首先进入密码输入界面，输入正确的密码，按 $\square$ 键，方可进入系统设置界面。

系统设置界面如图 4-3-1 所示。

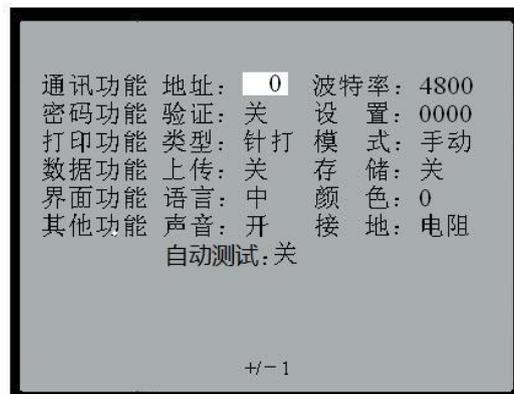


图 4-3-1 系统设置

按照如下操作方法，即可完成本界面中相关的各项参数设置：

按←键或→键移动光标；

按↑键或↓键改变设置；

按确认键保存设置并返回到待机界面；

按停止键取消设置并返回待机界面。



**注意**

请慎重更改仪器设置中的项目。

以下各节仅对所要设置的各项参数进行相关的说明。

### 4.3.1 通信功能

- 1) 地址：0~255；
- 2) 波特率：4800、9600、19200、38400。

### 4.3.2 密码功能

1) 验证：开/关。若密码验证设置为“开”，在功能菜单下，进入“设置 XX 组”、“系统设置”和“补偿测试”时，测试仪会先进入密码输入界面，提示输入密码，如图 4-3-2 所示，以防止非专业人员对仪器设置的随意改动。

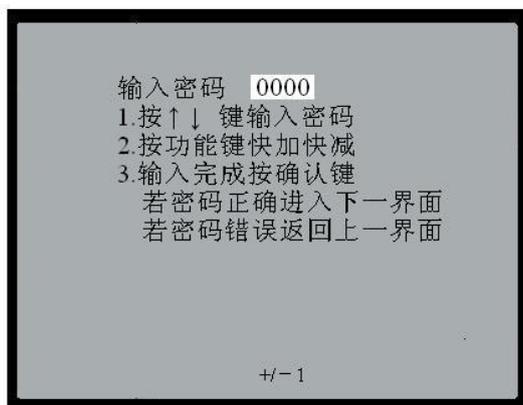


图 4-3-2 密码输入界面

- 2) 密码设置范围：0000~9999；出厂默认密码是 1999

### 4.3.3 打印功能

- 1) 打印机类型：针打、微打；
  - 2) 打印模式：手动、自动；
- 测试结束后，按功能键才打印测试结果。

**注意：此功能为选配功能。**

### 4.3.4 数据功能

上传：开/关

开：在完成整组测试后，仪器自动上传测试数据给上位机。

关：仪器只有收到上位机查询命令后，才上传测试数据。

存储：开/关

此功能为保留功能

### 4.3.5 界面功能

语言：中/英

颜色：0~9，有 10 种颜色可以选择。

### 4.3.6 其它功能

声音：开/关

接地：电阻/电压

电压：以电压值显示接地导通电阻的测试结果；

电阻：以电阻值显示接地导通电阻的测试结果。

自动测试：接地/功率/耐压/绝缘/关

自动测试只在接地和功率两项设定下起作用，进而方便用户自动测量：

当`自动测试`：接地时，当接地钳在接到负载的情况下自动启动当前测试组（无需手动按启动键）此时须先接好测试盒，用测试钳去接触负载

当`自动测试`：功率时，当负载接入测试盒后会启动当前测试组（无需手动按启动键）此时须先接好测试钳，将负载插头接在测试盒上

当`自动测试`：关，关闭自动测试功能

`自动测试`在其他设定选项里无效

## 4.4 测试设置

### 4.4.1 选测试组

在功能菜单界面下，按`↑`键或`↓`键将光标移到“选测试组”项，如图 4-4-1 所示；然后按`←`键或`→`键选择测试组，共 30 组（01~30），按`确认`键，选定所选组别。

功能菜单	操作提示
开始测试	1.按 <code>←→</code> 键选测试组 2.按 <code>确认</code> 键确认
选测试组	第 07 组
设置 07 组	1.耐压 3300V 0.00~5.00 mA 1.0s 静 2.直耐 1850V 100~6500 $\mu$ A 1.0s 静 3.绝缘 1000V 10.0~0.0 M $\Omega$ 1.0s 4.接地 25A 0~100 M $\Omega$ 1.0s 5.泄露 242V 0~750 $\mu$ A 2.0s 静
系统设置	6.功率 220V 0~100 W 1.0s 7.启动 198V 0.00~1.00 A 1.0s
补偿测试	8.

图 4-4-1 选测试组界面

#### 4.4.2 设置测试组

在功能菜单下，选择“设置 XX 组”项，按 **确认** 键，进入设置测试组界面，如图 4-4-2 所示：

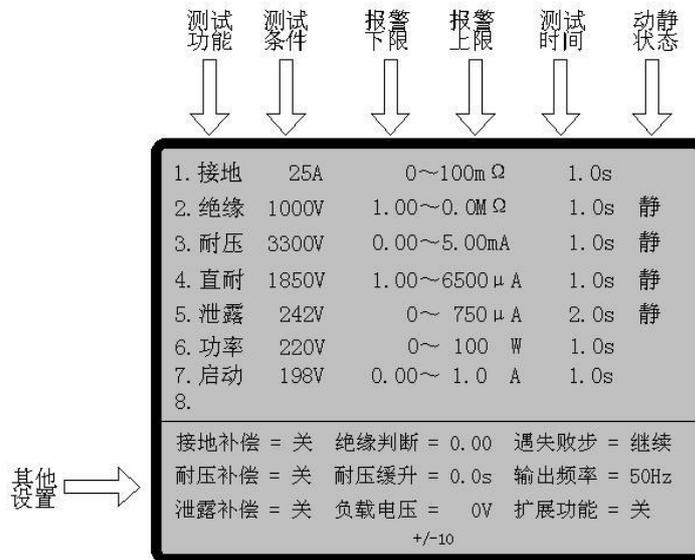


图 4-4-2 测试组设置界面

注：当密码功能设置为“开”时，则先进入密码输入界面，输入正确的密码方可进入设置界面。

每次进入设置界面，光标位于第一行行首。

在每一行行首，按 **↑** 键或 **↓** 键可以循环选择“接地”、“绝缘”、“耐压”、“泄露”、“功率”、“启动”、“直耐”功能或空行，每项所对应的参数亦随之变化。

用 **←** 键或 **→** 键移动光标选择待设定的参数，用 **↑** 键或 **↓** 键增减参数设定值，用 **功能** 键改变增减的步幅，+/-1,10,100,1000 分别表示加减 1, 10,100,1000。当光标移至行首（行尾）时，用 **←** 键（**→** 键）换行，光标将转到上一行（或下一行）行首。

每一测试组最多可以设置 8 个测试项，如果只想测某一项或几项，将其它行设置为空行即可。各项具体设置方法见本节以下内容。

按 **确认** 键，保存该组设置，返回功能菜单；按 **取消** 键，放弃设置，返回功能菜单。

### 1 接地电阻测试设置

#### (1) 电阻显示模式

将光标移到测试功能区，用 **↑** 键或 **↓** 键将测试功能设为“接地”，如图 4-4-3 所示。

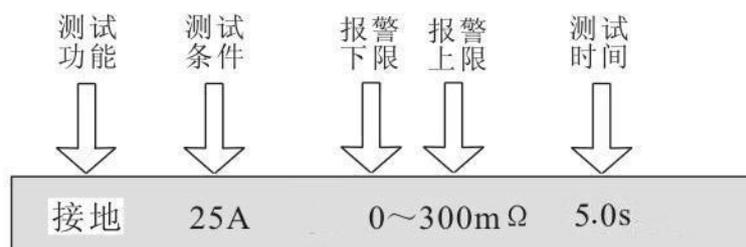


图 4-4-3 接地测试设置界面（电阻显示）

- 1) 将光标移到测试条件区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试条件；
  - a) 范围：3~30A
  - b) 最小步幅：1A
- 2) 将光标移到报警下限区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定下限值；
  - a) 范围：0~100m $\Omega$
  - b) 最小步幅：1 m $\Omega$
- 3) 将光标移到报警上限区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定上限值；
  - a) 范围：3~10A：10~600 m $\Omega$   
 11~25A：10~300 m $\Omega$   
 26~30A：10~200 m $\Omega$
  - b) 最小步幅：1 m $\Omega$
- 4) 将光标移到测试时间区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试时间；
  - a) 范围：1.0~999.9s
  - b) 最小步幅：0.1s

## (2) 电压显示模式

将光标移到测试功能区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键将测试功能设为“接地”，如图 4-4-4 所示。

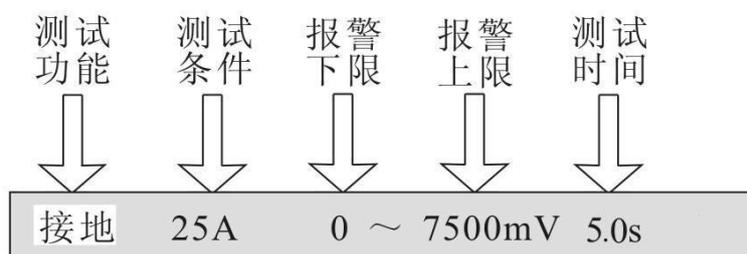


图 4-4-4 接地测试设置界面

- 1) 将光标移到测试条件区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试条件；
  - a) 范围：3~30A
  - b) 最小步幅：1A
- 2) 将光标移到报警下限区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定下限值；
  - a) 范围：0~2500 mV
  - b) 最小步幅：1 mV
- 3) 将光标移到报警上限区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定上限值；
  - a) 范围：30~7500mV
  - b) 最小步幅：1 mV
- 4) 将光标移到测试时间区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试时间；
  - a) 范围：1.0~999.9s
  - b) 最小步幅：0.1s

## 2 绝缘电阻测试设置

将光标移到测试功能区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键将测试功能设为“绝缘”，如图 4-4-5 所示。

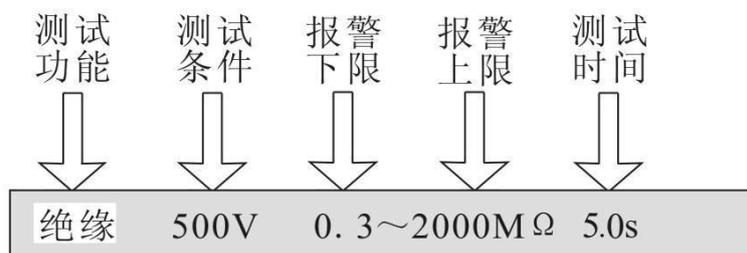


图 4-4-5 绝缘测试设置界面

- 1) 将光标移到测试条件区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试条件；
  - a) 范围：200V~1000V
  - b) 最小步幅：1V
- 2) 将光标移到报警下限区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定下限值；
  - a) 范围：0.3~99.9 MΩ, 100~3000MΩ
  - b) 最小步幅：0.1 MΩ, 1 MΩ
- 3) 将光标移到报警上限区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定上限值；
  - a) 范围：0~99.9 MΩ, 100~3000MΩ, **0 MΩ**表示取消上限设置
  - b) 最小步幅：0.1 MΩ, 1 MΩ
- 4) 将光标移到测试时间区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试时间；
  - a) 范围：1.0~999.9s
  - b) 最小步幅：0.1s

## 3 交流耐压测试设置

将光标移到测试功能区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键将测试功能设为“耐压”，如图 4-4-6 所示。

- 1) 将光标移到测试条件区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试条件；
  - a) 范围：300~5000VAC；
  - b) 最小步幅：1V。

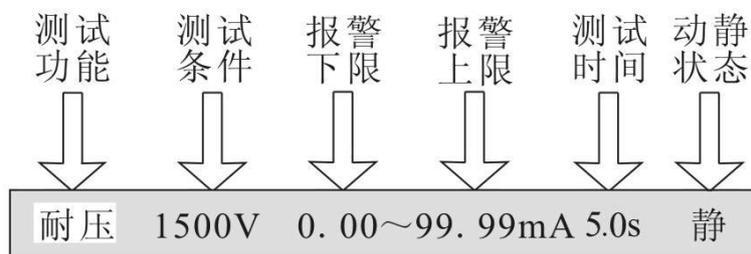


图 4-4-6 耐压测试设置界面

- 2) 将光标移到报警下限区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定下限值；
  - a) 范围：0.00~10.00mA
  - b) 最小步幅：0.01mA

- 3) 将光标移到报警上限区, 用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定上限值;
  - a) 范围: 0.10~20.00mA
  - b) 最小步幅: 0.01mA
- 4) 将光标移到测试时间区, 用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试时间;
  - a) 范围: 1.0~999.9s
  - b) 最小步幅: 0.1s
- 5) 只能进行静态耐压测试。

#### 4 泄漏电流测试设置

将光标移到测试功能区, 用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键将测试功能设为“泄漏”, 如图 4-4-7 所示:

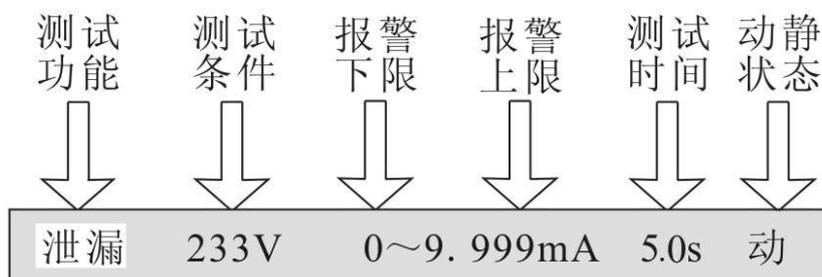


图 4-4-7 泄漏测试设置界面

- 1) 将光标移到测试条件区, 用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试条件;
  - a) 范围: 60~280V
  - b) 最小步幅: 1V

注: ① 此处的“测试条件”是指泄漏测试时被测体的工作电压; 此值的设定只有当配合变频电源时有效。② 当没有变频电源配合使用, 被测体由仪器内置的隔离变压器供电时, 测试中所显示的是电压测量值, 此电压值取决于市电状况和变压器的变比, 与此设置电压无关。③ “功率”和“启动”测试设置中的“测试条件”与此类同。

- 2) 将光标移到报警下限区, 用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定下限值;
  - a) 范围: 0~5.000mA
  - b) 最小步幅: 0.001mA
- 3) 将光标移到报警上限区, 用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定上限值;
  - a) 范围: 0.050~9.999mA
  - b) 最小步幅: 0.001mA
- 4) 将光标移到测试时间区, 用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试时间;
  - a) 范围: 2.0~999.9s
  - b) 最小步幅: 0.1s
- 5) 将光标移到动静状态区, 用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键切换动态/静态测试。

#### 5 功率测试设置

将光标移到测试功能区, 用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键将测试功能设为“功率”, 如图 4-4-8 所示。

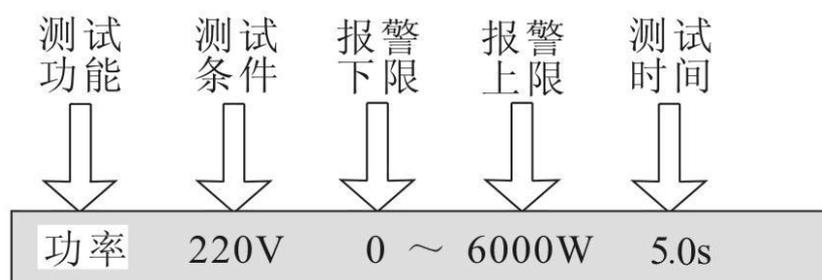


图 4-4-8 功率测试设置界面

- 1) 将光标移到测试条件区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试条件；
  - a) 范围：60~280V
  - b) 最小步幅：1V
- 2) 将光标移到报警下限区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定下限值；
  - a) 范围：0~6000W
  - b) 最小步幅：1W
- 3) 将光标移到报警上限区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定上限值；
  - a) 范围：6~6000W
  - b) 最小步幅：1W
- 4) 将光标移到测试时间区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试时间；
  - a) 范围：1.0~999.9s
  - b) 最小步幅：0.1s

## 6 启动测试设置

将光标移到测试功能区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键将测试功能设为“启动”，如图 4-4-9 所示。

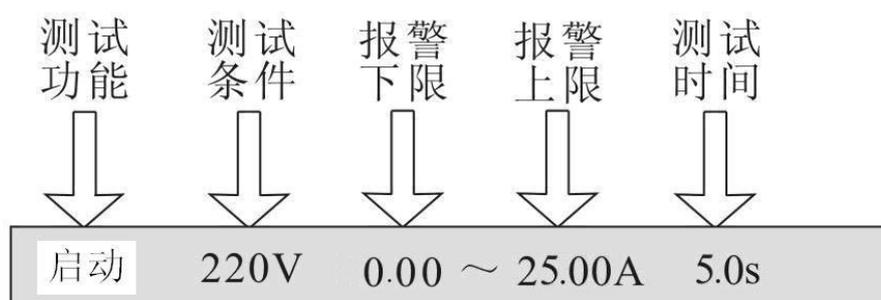


图 4-4-9 启动测试设置界面

- 1) 将光标移到测试条件区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试条件；
  - c) 范围：60~280V
  - d) 最小步幅：1V
- 2) 将光标移到报警下限区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定下限值；
  - c) 范围：0.00~25.00A
  - d) 最小步幅：0.01A
- 3) 将光标移到报警上限区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定上限值；

- c) 范围：0.00~25.00A
  - d) 最小步幅：0.01A
- 4) 将光标移到测试时间区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试时间：
- c) 范围：1.0~999.9s
  - d) 最小步幅：0.1s

## 7 直流耐压测试设置

将光标移到测试功能区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键将测试功能设为“直耐”，如图 4-4-10 所示。

- 1) 将光标移到测试条件区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试条件：
- c) 范围：300~4000VDC；
  - d) 最小步幅：1V。

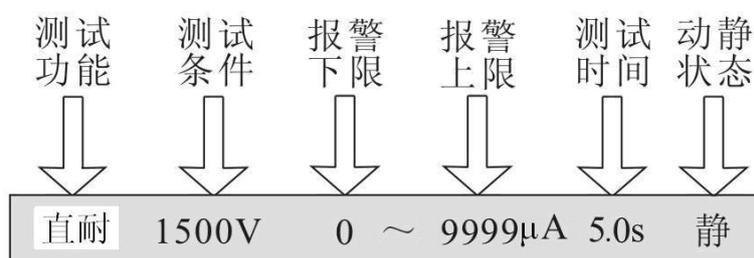


图 4-4-10 直耐测试设置界面

- 2) 将光标移到报警下限区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定下限值：
- c) 范围：0~10000uA
  - d) 最小步幅：1uA
- 3) 将光标移到报警上限区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定上限值：
- c) 范围：0.10~10000uA
  - d) 最小步幅：1uA
- 4) 将光标移到测试时间区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键设定测试时间：
- c) 范围：1.0~999.9s
  - d) 最小步幅：0.1s
- 5) 只能进行静态耐压测试。

### 4.4.3 其他设置

将光标移到其他设置区，用 $\uparrow$ 键或 $\downarrow$ 键改变设置，如图 4-4-11 所示。

接地补偿 = 关	绝缘判断 = 0.00	遇失败步 = 继续
耐压补偿 = 关	耐压缓升 = 0.0s	输出频率 = 50Hz
泄露补偿 = 关	负载电压 = 0V	扩展功能 = 关

图 4-4-11 其他设置区设置界面

- 1) 接地补偿：开/关

- 开：启用接地补偿测试功能；  
关：禁用接地补偿测试功能；
- 2) 耐压补偿：开/关  
开：启用耐压补偿测试功能；  
关：禁用耐压补偿测试功能；
- 3) 泄漏补偿：开/关  
开：启用泄漏补偿测试功能；  
关：禁用泄漏补偿测试功能；
- 4) 绝缘延判：0.0~999.9s  
设置绝缘延时判定，主要用于容性负载的测试。
- 5) 耐压缓升：0.0~999.9s

当缓升时间设定不为零时，耐压测试时，输出电压的有效值曲线如图 4-4-12 所示：

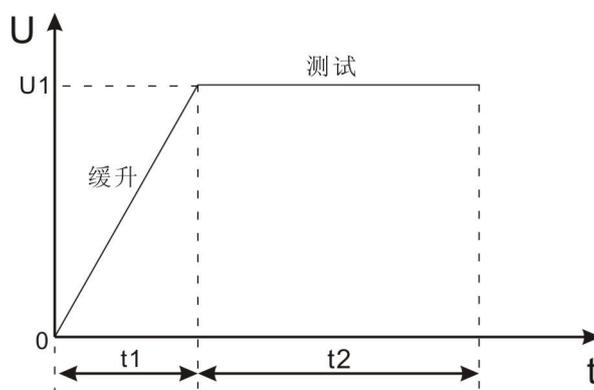


图 4-4-12 耐压电压输出曲线

注：1)  $t_1$  为缓升阶段，只判断上限； $t_2$  为测试阶段，上、下限均判断。

2)  $U$  指输出电压有效值。

6) 负载电压设置（此电压，是指对被测体进行动态耐压测试时，为被测体供电的变频电源的输出电压。如果仪器不与变频电源配合使用，此设置无效；）按  $\uparrow$  键或  $\downarrow$  键设定电压值。

A) 范围：60~280V

B) 最小步幅：1V

7) 输出频率：按  $\uparrow$  键或  $\downarrow$  键在 50Hz 和 60Hz 之间切换交流耐压和接地电流输出的频率。本选择亦能控制与本机相连的变频电源的输出频率，为“泄漏”、“功率”、“启动”测试提供相应要求的电源。

8) 遇测试失败项：继续、停止，按  $\uparrow$  键或  $\downarrow$  键选择测试过程遇不合格项是否继续：

a) 继续：如果当前测试项判定不合格，仍继续执行下一个测试项；

b) 停止：如果当前测试项判定不合格，则整个测试中止。

9) 扩展功能：开、关。保留。

## 4.5 执行测试

当各项设置完成，返回功能菜单后，将被测体电源线插头插在测试盒上，接地测试钳夹住被测体的接地测试点；确认接线无误后，按**启动**键启动当前组的测试；若不改变测试条件，只需按**启动**键即可进行重复测试。在执行测试过程中，按**停止**键可中止测试，再次按**停止**键返回到功能菜单界面。



**注意**

下列情况下，按**启动**键亦可快捷启动测试，但应注意安全：

- 1) “开始测试”菜单项反显时；
- 2) “选择组别”菜单项反显时；
- 3) “设置 XX 组”菜单项反显时；
- 4) “设置仪器”菜单项反显时；
- 5) 测试结束后的结果显示界面；

在测试的过程中，按**停止**键可随时停止测试。



**警告**

遥控口上的启动和停止信号与前面板上的**启动**键和**停止**

键作用是等同的，在不使用遥控口时，应拆除遥控线，以确保安全！

### 4.5.1 执行测试

- 1) 测试过程中，界面显示和指示灯，如图 4-5-1 所示。



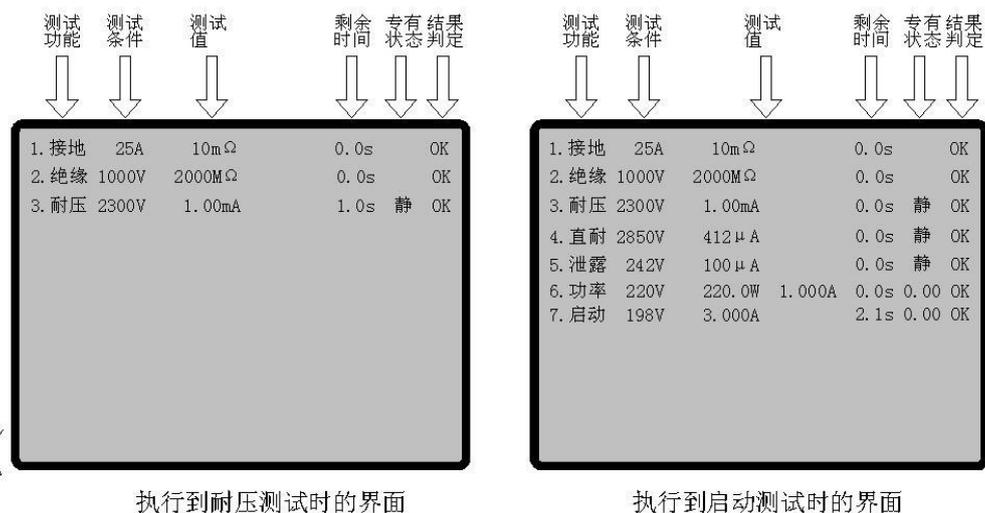


图 4-5-1 测试执行界面和指示灯

此时，前面板测试中指示灯（黄色）亮，同时报警灯接口给出“测试中”信号。

2) 测试合格，界面显示和指示灯，如图 4-5-2 所示。



图 4-5-2 测试项全合格

测试项全部测试合格时，前面板合格指示灯（绿色）亮，蜂鸣器响一声，报警灯接口给出“合格”信号。

3) 测试不合格或发生异常时，界面显示和指示灯，如图 4-5-3 所示。



图 4-5-3 测试项不全合格或发生异常时

当有测试项测试不合格时或测试过程中发生异常时，报警指示灯（红色）亮，蜂鸣器响三声，报警灯接口给出“不合格”信号，同时开关量接口给出相应的“测试不合格”信号。



### 注意

#### 1) 以下情况会导致测试异常保护:

- 执行接地测试时接地钳开路或者接地电阻太大;
- 执行绝缘和耐压测试时被测体绝缘失效;
- 执行泄漏测试时被测体绝缘失效，或泄漏电流大于 15mA;
- 执行功率测试时被测体内部短路或者电流过大（30A，5s）。

#### 2) 测量结果的判定:

- 对耐压测试击穿电流的上限，随时进行测量结果的判定，对击穿电流下限在测试时间临近结束时的判定；对接地电阻测试中的接地电阻上限随时进行测量结果的判定，对其电阻的下限在测试时间临近结束时判定；
- 绝缘、泄漏、功率测试，在临近测试时间结束时，才给出判定结果。

### 4.5.2 OK、NG、PT、ERROR1 含义

对测量的判断结果有三种:

- OK: 测试合格;
- NG: 测试不合格;
- PT: 测试出现异常，进行软件保护;
- ERROR1: 测试出现异常，进行硬件保护。

### 4.5.3 打印测试结果

测试结束后，按 **功能** 键可以打印屏幕显示的测试结果。打印机与仪器的连接请参照章节“5.6 打印接口”。

Test report

Testing Machine:	No. :				
Testing Time:	Temp:	Humidity:			
Operator:					
-----					
GB	0 A	1mohm	PT		
-----					
IR	500 V	>2kMohm	NG		
-----					
ACW	500 V	0.06mA	OK		
-----					
LC	233 V	1.005 mA	OK		
-----					
PWR	220 V	5 A	1100W	1.00	OK
-----					
ST	187V	0.5 A	OK		
-----					

## 4.6 补偿测试

### 4.6.1 补偿测试的目的

使用补偿测试，可消除测试引线和非标准的计量环境等因素对测试带来的影响，以达到更高的测试准确度。

### 4.6.2 补偿测试的设置

- 1、参照 4.3 节的相关设置，启用待补偿的测试项目。
- 2、各项补偿值的范围如下：
  - 1) 接地补偿范围：0~200 mΩ
  - 2) 泄漏补偿范围：0~1.000mA
  - 3) 耐压补偿范围：0.00~10.00mA

### 4.6.3 补偿测试的典型条件

本仪器所选择的典型补偿测试条件如下：

- A) 接地，25A，50Hz，测试 5s
- B) 绝缘，500V，测试 5s
- C) 绝缘，1000V，测试 5s
- D) 耐压，2000V，50Hz，缓升 0s，测试 5s
- E) 泄漏，233.0V（隔离变压器输入的 1.06 倍），测试 5s

注：这些条件是不可更改的，当用户的测试条件与此条件不同时，仪器会按照相应的比例自动补偿。

#### 4.6.4 补偿测试方法

补偿测试接线，如图 4-6-1 所示。

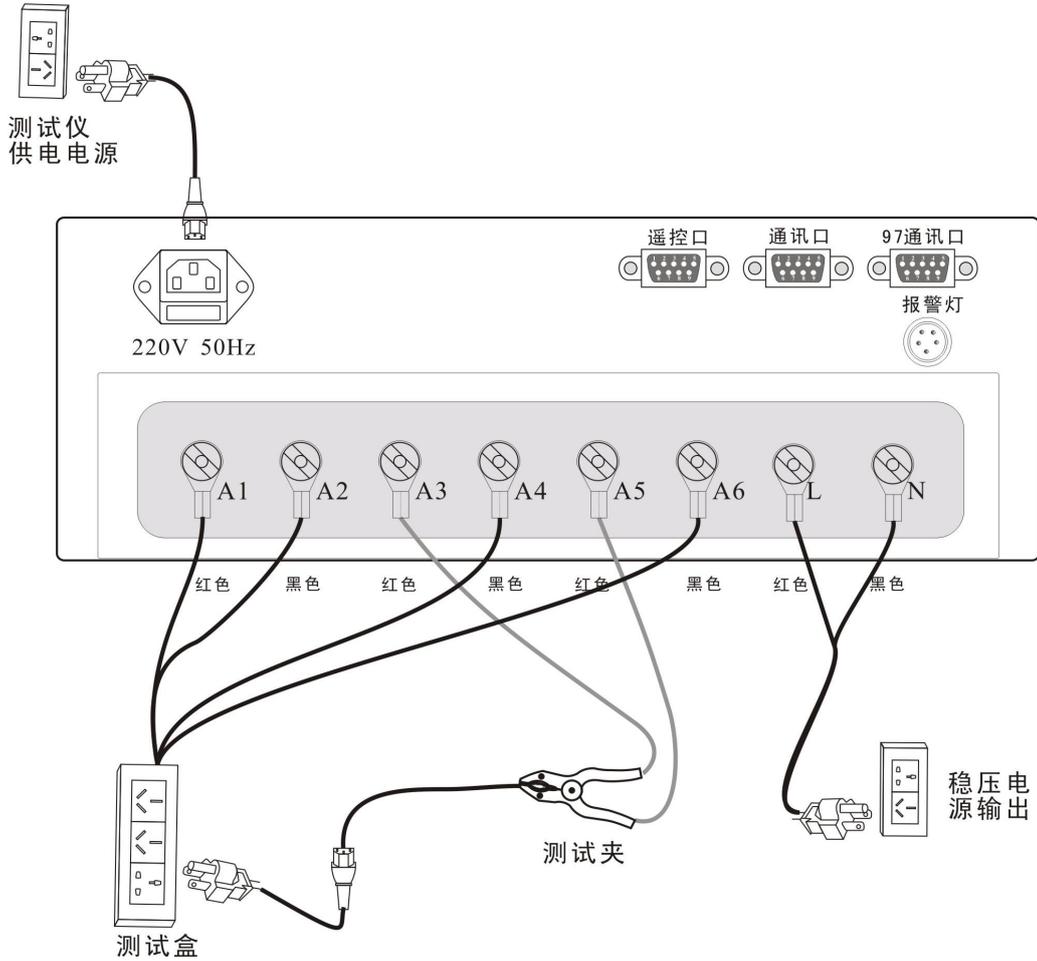


图 4-6-1 补偿测试接线示意图

接线顺序：1) 连接测试盒和测试钳；2) 断开被测体；3) 短接接地测试钳（通过短接工件）；4) 接通被测体工作电源；5) 闭合空气开关

在功能菜单下，选择“补偿测试”，如图 4-6-2 (a) 所示，按 **确认** 键启动补偿测试。仪器会自动完成接地、绝缘、耐压和泄漏补偿值的测量。补偿测试结果如图 4-6-2 (b) 所示。

功能菜单	操作提示
开始测试	1. 按确认键补偿测试 2. 按 ↑ ↓ 键选择功能
选测试组	第 30 组
设置30组	1. 接地 25A 0~100mΩ 1.0s 2. 绝缘 1000V 10.0~0.0MΩ 1.0s 3. 耐压 2300V 0.00~5.00mA 1.0s 静 4. 直耐 2850V 100~500μA 1.0s 静 5. 泄露 242V 0~750μA 2.0s 静
系统设置	6. 功率 220V 0~100 W 1.0s 7. 启动 198V 0.00~1.00 A 1.0s
补偿测试	8.

1. 接地	25A	0mΩ	0.0s	OK
2. 绝缘	500V	>5000MΩ	0.0s	OK
3. 绝缘	1000V	>5000MΩ	0.0s	OK
4. 直耐	2048V	303μA	0.0s	静 OK
5. 泄露	242V	100μA	0.0s	静 OK
6. 功率	220V	220.0W 1.000A	0.0s 0.00	OK
7. 启动	198V	3A	0.0s 0.00	OK
8. 补偿测试完成	按确认键保存并返回			
9.	按取消键不保存并返回			
33.5				
OK				

(a) 选择补偿测试

(b) 补偿测试结果

图 4-6-2 补偿测试



由于绝缘测试受环境影响较大，绝缘的补偿功能始终是开启的，绝缘测试会自动使用此处所测得的补偿值进行运算，以得到更真实的测量结果。

补偿值的保存：

按**确认**键，保存补偿值，返回功能菜单界面；

按**停止**键，放弃补偿，返回功能菜单界面。



当补偿测试过程出现不合格（NG）、保护（PT、HP）测试项或泄漏电压为 0.0V 等异常时，请按**停止**键放弃本次补偿，检查并确认接线符合图 4-6-1 的要求后，重新进行补偿。

## 4.7 关机

在使用结束后，请按以下顺序关机：

- 1) 按**停止**键停止测试，返回“功能菜单”界面；
- 2) 关闭前面板上的电源开关；
- 3) 断开后面板上的空气开关；
- 4) 拆除被测体。



- 1) 绝缘测试结束后请勿立即触及被测体，谨防电击！
- 2) 禁止频繁开关机，下次开机应至少间隔 30s！
- 3) 除非紧急情况，禁止在测试进行中直接关断本机的电源开关！

## 4.8 使用注意事项

在使用本仪器时请务必注意以下事项：

1. **使用环境：**仪表使用时请保持通风的良好和周围环境的整洁，避免积聚灰尘，以免影响测试精度。不清洁和高温高湿的环境会影响仪器的测量精度，甚至仪器的寿命！

2. **测试电压：**“泄漏、功率、启动”三项的测试电压设置只有在配合变频电源使用时方有意义；当被测体由外部电源供电时，测试所显示的是电压测量值，此电压值取决于外部电源状况。

3. **被测体电源：**仪器本身不能提供“泄漏”、“功率”、“启动”三项测试时被测体所需的供电电源，需使用变频电源或者市电供电，以免“泄漏”、“功率”、“启动”测试无试验电压。

4. **测线补偿：**进行接地电阻测试时，若测试线过长，则会引起较大的测试误差，请短

接接地测试钳与测试盒的地线进行补偿，以消除线电阻的影响。

5. **补偿报警：**在进行接地补偿测试时，请务必可靠短接接地测试钳与测试盒的地线，否则会因接地测试开路而造成接地补偿报警，这并非故障。

6. **绝缘报警：**进行绝缘测试时，若绝缘电阻上限设为  $0M\Omega$  表示取消上限报警功能；若上限设置为非零值，当进行开路绝缘测试时，会出现超上限报警的情况，这是正常现象。

7. **耐压缓升：**在耐压测试过程中，升压慢并显示“HS”字，表示设有电压缓升功能，这并非故障；将缓升时间设定为 0s 时，则取消缓升功能。

8. **功率、启动、泄漏测试：**当进行功率、启动、泄漏测试时，建议使用隔离变压器将负载电源与大地隔离，提高测试过程中的安全系数。

9. **测试工装：**当耐压测试的试验电压超过 2500V 时，须订制耐压等级更高的测试盒，以确保测试安全，并避免因测试盒耐电强度不够造成的精度不准确。应定期更换测试盒或自行外接的工装以免因其老化所导致的测试不准确。

10. **通信异常：**需上位机控制时，请安装对应版本的上位机软件，否则会无法通信；使用商检软件时，请定期杀毒以免因电脑中毒，导致上位机软件无法正常运行。

11. **计量要求：**仪器周期计量时，请注意在标准的温度和湿度计量环境下进行，拆掉测试盒并将耐压和泄漏的补偿功能关闭，以免因非标准环境、测试盒老化和测试线电阻的影响而导致的仪器计量不合格。

## 第 5 章 使用接口

### 本章概要:

- 报警灯接口
- 遥控接口
- 开关量接口（选配）
- 通信接口
- 变频电源通信接口
- 打印接口（选配）

### 5.1 报警灯接口

此接口采用 5 针航空插座，如图 5-1-1 所示；将本仪器的报警灯附件与此接口连接，可指示“测试中”、“合格”和“不合格”三种状态。

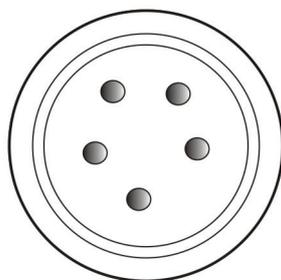


图 5-1-1 报警灯口插座



**注意**

本接口输出有源信号，仅供与本公司的报警灯配合使用。

### 5.2 遥控接口

此接口采用 9 针 D 型连接器（公口），可提供“启动”和“停止”两种遥控信号，引脚定义说明，如图 5-2-1 所示；

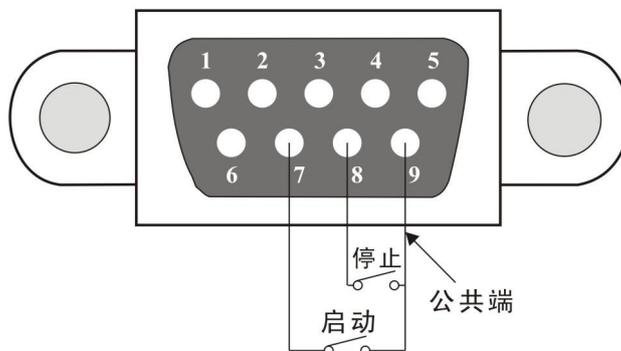


图 5-2-1 遥控口

请按照如图 5-2-2 所示的时序进行遥控操作；

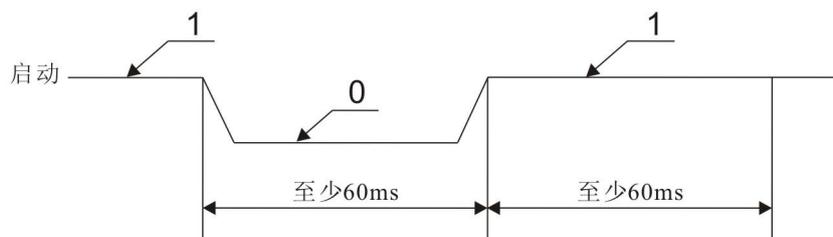


图 5-2-2 启动时序

“0”表示闭合开关量，“1”表示断开开关量。

“停止”和“启动”的时序是一致的，“停止”只在当仪器处于测试态时是有效的，“启动”在仪器处于待机态或测试结束态时有效。

本仪器提供的遥控附件为脚踏开关，详见 2.5.4 节。



**注意**

1) 本接口要求纯开关量输入，禁止使用任何有源的控制信号！2) 为了避免引入外部干扰，当使用自制遥控装置时，请务必使用屏蔽线缆进行连接；且须将屏蔽线单端的屏蔽网接地。

### 5.3 开关量接口（选配）

此接口采用 9 针航空插座（公口），如图 5-3-1 所示：

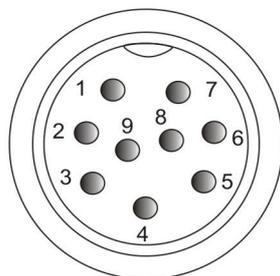


图 5-3-1 开关量接口

可提供 8 个开关量输出信号，指示测试结果，各开关量输出定义见表 5-3-1：

表 5-3-1 各开关量输出定义

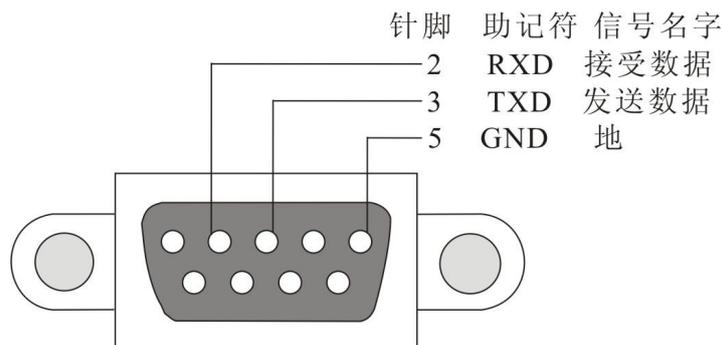
序号	针组	导通时含义	备注
1	1-8	接地测试不合格	下次启动测试或按[停止]键断开
2	2-8	绝缘测试不合格	
3	3-8	耐压测试不合格	
4	4-8	泄漏测试不合格	
5	5-8	功率测试不合格	
6	6-8	启动测试不合格	
7	7-8	整组测试结束	约 4s 后自动断开
8	9-8	整组测试不合格	下次启动测试或按[停止]键断开



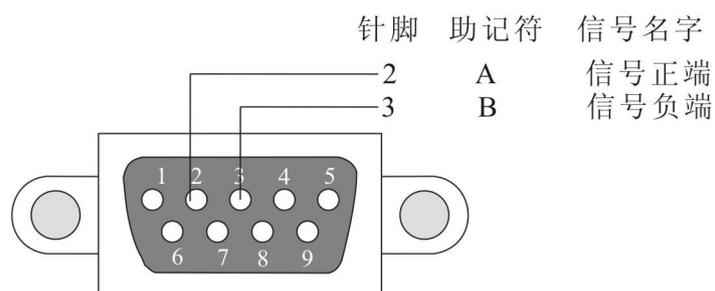
8脚为公共端，每个开关量均为无源信号，可控制的电信号规格为 1A/220VAC，请勿超额使用！

## 5.4 通信接口

本仪器提供的通信接口为 RS232 接口（可选配 RS485），上位机与此接口相连，可实现对本仪器的控制。采用 9 针 D 型连接器（公口），信号定义如图 5-4-1（a）和（b）所示：



（a）RS232 接口信号定义



（b）RS485 接口信号定义

图 5-4-1 通信接口定义



使用通信功能时，请注意连接计算机的顺序：关闭本仪器电源，连接通信线；先打开计算机的电源，待计算机启动后再打开测试仪。

## 5.5 变频电源通信口

本接口可用于与变频电源进行通信，采用 9 针 D 型连接器（公口），如图 5-5-1 所示。

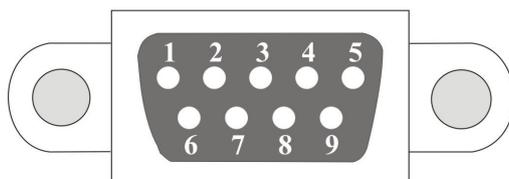


图 5-5-1 变频电源通信口插座

**注意**

本仪器与变频电源通信时，请务必将变频电源的通信波特率设置为 1200。

## 5.6 打印接口（选配）

此接口采用 25 针 D 型连接器（母口），如图 5-6-1 所示；用于连接打印机，打印测试结果。

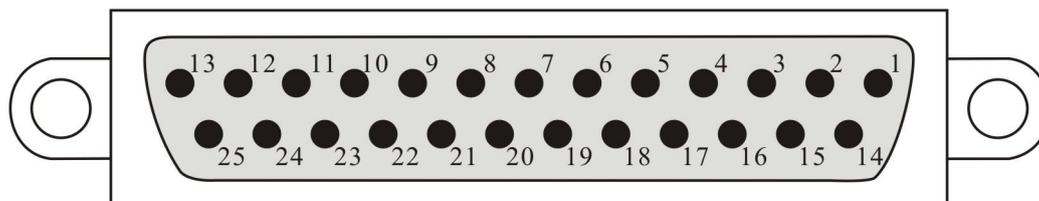


图 5-6-1 打印口插座

**注意**

使用打印功能时，请注意如下事项：1) 连接打印机的顺序：关闭本仪器及打印机电源，连接打印线；先打开本仪器的电源，待测试仪进入功能菜单界面后，再打开打印机电源，给打印机进纸；2) 打印结果：只有当测试结束后，按功能键方可打印测试结果。

## 第 6 章 维护指南

### 本章概要：

- 维护和保养
- 简单故障处理
- 存储和运输

### 6.1 维护和保养

#### 1 定期维护



本系列测试仪的输出电压可高达 5kVAC，仪器校准相当危

险。如果您使用的测试仪需要校准，请与华泰克公司客服中心联系。

- ◆ 测试仪若长期不使用，应每月通电一次，通电时间不少于 30 分钟。

#### 2 日常维护

- ◆ 本系列测试仪使用环境应通风良好，干燥、无粉尘、无强电磁干扰。
- ◆ 测试仪长时间工作后（24 小时）应关电 10 分钟以上，以保持仪表良好的工作状态。
- ◆ 确保测试仪安全接地。
- ◆ 电源线、测试盒、接地测试钳等附件长期使用后可能会出现接触不良或破损，每次使用前应检修。
- ◆ 请使用软布和中性清洁剂清洁测试仪。在清洗之前，确保先断开电源，拆除电源线；请勿使用稀释剂、苯等挥发性物质清洁测试仪，否则会改变测试仪机壳颜色、擦掉机壳上的标识、使 LCD 显示模糊不清。

#### 3 使用者的修改

禁止擅自打开仪器的机壳，以防意外触电；更不允许擅自更改仪器的线路或零件，如有更改，仪器的品保承诺将自动失效。如发现仪器被擅自更改，本公司技术人员将会把仪器复原，并收取维修费用。

### 6.2 简单故障处理



测试仪必须由有经验的专业人员修理和维护，没有受过合格训练的人员修理和维护时，可能造成人身伤害或死亡。

序号	故障现象	处理方法
1	开机液晶屏无显示。	检查并确认仪器电源线可靠连接。
2	耐压、绝缘测试中出现异常保护。	检查耐压、绝缘测试连线是否有短路现象并予以纠正。
3	接地测试出现异常保护。	检查接地测试连线是否开路并予以纠正。

4	仪器出现死机状态。	关机，等待 30s 后重新开机。
5	仪器与计算机无法通信。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 每次启用通信系统时，应先开计算机，待计算机启动后，再开测试仪。</li> <li>2. 检查并确认通信线连接正确可靠。</li> <li>3. 检查并确认已正确安装通信软件。</li> <li>4. 检查并确认选择的通信接口正确。</li> <li>5. 检查并确认仪器的地址设置符合通信要求。</li> <li>6. 检查并确认计算机和仪器的波特率设置一致。</li> </ol>
6	启动、功率、泄漏电压值为 0。	检查并确认被测体工作电源（输入电源）可靠连接。

## 6.3 存储和运输

### 6.3.1 存储

储存环境温度：-10℃~+50℃

储存相对湿度：0~90%RH



存储时应采取防尘措施，且禁止在仪器上叠放任何物品。

### 6.3.2 运输

#### 1 包装

仪器返修或运输时应采用原始包装，如果无法找到原始包装，请务必按照下列要求包装：

- a 先用塑料袋将仪器封好；
- b 再将测试仪置于可以承受 150kg 重量的木箱或多层纸箱中；
- c 必须使用防震材料填充，厚度大约为 70~100mm，面板必须用厚塑料泡沫保护；
- d 妥善密封箱体，并用醒目的标识注明“易碎品，请小心搬运”。



返修时，请务必将电源线和测试线等全部的附件与仪器一

起包装，并注明故障现象。

#### 2 运输

运输过程中，应避免剧烈颠簸、野蛮装卸、雨淋和倒置等情况。

## 第 7 章 技术规格

### 本章概要:

- 整机规格
- 技术指标

### 7.1 整机规格

#### 1 型号与功能

型号	接地	绝缘	交流耐压	直流耐压	泄漏	功率	启动	开短路
TK-9740B	√	√	√		√			
TK-9750B	√	√	√		√	√		
TK-9750C	√	√	√		√	√	√	
TK-9750D	√	√	√	√	√	√	√	√

#### 2 技术规格

安装位置	室内，海拔不高于 2000 米	
使用环境	温度	0~40℃
	湿度	20%~75%RH
存储环境	温度	-10~50℃
	湿度	0~90%RH
工作输入电源	AC, 220V±10%, 50Hz±5%, 10A	
仪表功耗	空载	小于 50W
	满载	小于 550W (泄漏、功率测试产生的功耗除外)
显示方式	640x480 点阵 LCD	
外型尺寸 W x H x D (mm)	440(W)x180(H)x600(D)	
重量	约 30kg	

### 7.2 技术指标

#### 1 接地电阻测试

1) 输出特性		
空载输出电压	小于 12V	
输出电流波形	波形	正弦波
	电流波动	小于 0.4% (满载输出时)
输出电流	输出范围	AC, 3~30A
	设定分辨率	1A
	输出精度	± (3%×读数+0.18A)
电流频率	范围	50Hz、60Hz
	精度	±0.1%
2) 参数测量		
电流测量	测量范围	30~7500mV AC

	分辨率	1mV
	测线零点	0~1000mV 自动测量, 可开、关
接地电阻测量	测量范围	10~600 mΩ
	分辨率	1 mΩ
	测线零点	0~200mΩ自动测量, 可开、关
	测量精度	± (3%×读数+5 个字)
接地电压测量	测量范围	30~7500mV AC
	分辨率	1mV
	接地补偿	0~1000mV, 可开、关
	测量精度	± (3%×读数+50mV)
<b>3) 电阻判定功能</b>		
上限设置	范围	3 A≤输出电流≤10A: 10~600 mΩ 11A≤输出电流≤25A: 10~300 mΩ 26A≤输出电流≤30A: 10~200 mΩ
	调节步幅	1 mΩ
下限设置	范围	0~100mΩ
判定准确度		± (3%×读数+5 个字)
<b>4) 电压判定功能</b>		
上限设置	范围	30~7500mV
	调节步幅	1mV
电压报警下限		0~3000 mV
判定准确度		± (3%×读数+50mV)
<b>5) 测试时间</b>		
范围		1.0~999.9s
调节步幅		0.1s
计时精度		± (0.1%的设定值+0.5s)

## 2 绝缘电阻测试

<b>1) 输出特性</b>		
额定输出		2VA (1000V/2mA)
额定输出电流		2mA
输出电压调整率		小于 3% (从空载到满载)
输出电压纹波		小于 1%
输出电压	范围	DC, 200~1000V
	分辨率	5V
	精度	± (3%×读数+3V)
<b>2) 参数测量</b>		
绝缘电阻	范围	0.3~99.9 MΩ, 100~3000 MΩ
	分辨率	0.1MΩ, 1MΩ

	测线零点	0.3~99.9 M $\Omega$ , 100~3000 M $\Omega$
	精度	$\leq 100\text{M}\Omega$ : $\pm (3\% \times \text{读数} + 3 \text{ 个字})$ $> 100\text{M}\Omega$ : $\pm (8\% \times \text{读数} + 8 \text{ 个字})$
<b>3) 电阻判定功能</b>		
上限设置		0~3000M $\Omega$
下限设置	范围	0.3~99.9 M $\Omega$ , 100~3000M $\Omega$
	调节步幅	0.1 M $\Omega$ , 1 M $\Omega$
判定准确度		$\leq 200\text{M}\Omega$ : $\pm (3\% \times \text{读数} + 3 \text{ 个字})$ $> 200\text{M}\Omega$ : $\pm (8\% \times \text{读数} + 8 \text{ 个字})$
<b>4) 时间</b>		
范围		1.0~999.9s
调节步幅		0.1s
精度		$\pm (0.1\% \text{ 的设定值} + 0.5\text{s})$

### 3 交流耐压测试

交流耐压类型设定		静态
<b>1) 输出特性</b>		
额定输出		100VA (5000V/20mA)
输出变压器容量		100VA
输出电压调整率		小于 3% (从空载到满载)
输出电压波形	波形	正弦波
	失真度	纯阻负载下 (5000V/1mA), 小于 3%
输出电压	范围	静态: AC, 300~5000V
	分辨率	1V
	精度	$\pm (3\% \times \text{读数} + 10\text{V})$
电压频率	范围	50Hz、60Hz
	精度	$\pm 0.1\%$
<b>2) 参数测量</b>		
击穿电流	范围	0.10~20.00mA
	分辨率	0.01mA
	测线零点	0.00~10.00mA, 自动测量, 可开、关
	精度	$\pm (3\% \times \text{读数} + 0.03\text{mA})$
<b>3) 电流判定功能</b>		
上限设定	范围	0.10~20.00mA
	调节步幅	0.01mA
下限设定	范围	0.00~10.00mA
	调节步幅	0.01mA
判定准确度		$\pm (3\% \times \text{读数} + 0.03\text{mA})$
<b>4) 时间设定</b>		
缓升时间	范围	0.5~99.9s
	调节步幅	0.1s
测试时间	范围	1.0~999.9s

	调节步幅	0.1s
精度		± (0.1%的设定值+0.5s)

#### 4 泄漏电流测试

泄漏类型设定	静态、动态	
<b>1) 输出特性</b>		
输出电压	1.06 倍输入电压,电压调整率为 5%。	
过流保护	电流大于 30A, 超过 5s 保护	
<b>2) 参数测量</b>		
输出电压	范围	AC, 60~280V
	分辨率	1V
	精度	45~65Hz: ± (0.5%×读数+2 个字)
泄漏电流	范围	0.050~9.999mA
	分辨率	0.001mA
	测线零点	0~1.000mA, 自动测量, 可开、关
	精度	DC~10kHz: ± (3%×读数+0.010mA) 10k~1MHz: ± (5%×读数+0.050mA)
<b>3) 电流判定功能</b>		
上限设定	范围	0.050~9.999mA
	调节步幅	0.001mA
报警下限	0~5.000mA	
判定准确度	DC~10kHz: ± (3%×读数+0.010mA) 10k~1MHz: ± (5%×读数+0.050mA)	
<b>4) 时间设定</b>		
测试时间	范围	2.0~999.9s
	调节步幅	0.1s
	精度	± (0.1%的设定值+0.5s)

#### 5 功率性能测试

<b>1) 输出特性</b>		
输出电压	1.00 倍输入电压,电压调整率为 5%。	
过流保护	电流大于 30A, 超过 5s 保护	
<b>2) 参数测量</b>		
电压测量	范围	AC, 60~280V
	分辨率	1V
	精度	± (0.5%的显示值+2 个字)
电流测量	范围	AC, 0.030~3.999A, 4.00~25.00A
	分辨率	0.001A / 0.01A
	精度	45~65Hz: ± (0.5%×读数+0.02A)
有功功率测量	范围	30.0~199.9W
	分辨率	0.1W
	精度	45~65Hz: ± (0.5%×读数+5W)

	范围	200~6000W
	分辨率	1W
	精度	45~65Hz: $\pm (0.5\% \times \text{读数} + 30W)$
功率因数测量	范围	0.10~1.00
	精度	$\pm (2\% \times \text{读数} + 2 \text{ 个字})$
<b>功率判定功能</b>		
上限设定	范围	6~6000W
	调节步幅	1W
下限设定	范围	0~6000W
	调节步幅	1W
判定准确度		45~65Hz: $\pm (0.5\% \times \text{读数} + 5W)$
<b>3) 时间设定</b>		
测试时间	范围	1.0~999.9s
	调节步幅	0.1s
	精度	$\pm (0.1\% \times \text{读数} + 0.5)$

## 6 启动性能测试

<b>1) 输出特性</b>		
输出电压	0.85 倍输入电压, 电压调整率为 5%。	
过流保护	电流大于 30A, 超过 5s 保护	
<b>2) 参数测量</b>		
电压测量	范围	AC, 60~280V
	分辨率	1V
	精度	$\pm (0.5\% \text{ 的显示值} + 2 \text{ 个字})$
电流测量	范围	AC, 0.030~3.999A, 4.00~25.00A
	分辨率	0.001A / 0.01A
	精度	45~65Hz: $\pm (0.5\% \times \text{读数} + 0.02A)$
<b>电流判定功能</b>		
上限设定	范围	0~25.00A
	调节步幅	0.01A
下限设定	范围	0~25.00
	调节步幅	0.01A
判定准确度		45~65Hz: $\pm (0.5\% \times \text{读数} + 0.02A)$
<b>3) 时间设定</b>		
测试时间	范围	1.0~999.9s
	调节步幅	0.1s
	精度	$\pm (0.1\% \times \text{读数} + 0.5)$

## 7 直流耐压测试

直流耐压类型设定	静态
<b>1) 输出特性</b>	
额定输出	60VA (6000V/10mA)

输出变压器容量		100VA
输出电压调整率		小于 3% (从空载到满载)
输出电压波形	波形	直流
	纹波	纯阻负载下 (6000V/1mA), 小于 3%
输出电压	范围	静态: DC, 500~6000V
	分辨率	1V
	精度	± (3%×读数+10V)
电压频率	范围	50Hz、60Hz
	精度	±0.1%
<b>2) 参数测量</b>		
击穿电流	范围	0.10~10.00mA
	分辨率	0.01mA
	测线零点	0.00~10.00mA, 自动测量, 可开、关
	精度	± (3%×读数+0.03mA)
<b>3) 电流判定功能</b>		
上限设定	范围	0.10~10.00mA
	调节步幅	0.01mA
下限设定	范围	0.00~10.00mA
	调节步幅	0.01mA
判定准确度		± (3%×读数+0.03mA)
<b>4) 时间设定</b>		
测试时间	范围	1.0~999.9s
	调节步幅	0.1s
精度		± (0.1%的设定值+0.5s)

## 8 开短路测试

<b>1) 输出特性</b>		
输出电压		DC12V (空载)
<b>2) 参数测量</b>		
电阻测量	范围	1.0~999.9 Ω
	分辨率	0.1Ω
	精度	± (1.5%的读数+5 个字)
<b>3) 电阻判定功能</b>		
上限设定	范围	1.0~999.9 Ω
	调节步幅	0.1 Ω
下限设定	范围	0.0~999.9 Ω
	调节步幅	0.1 Ω
<b>4) 时间设定</b>		
测试时间	范围	1.0~999s
	调节步幅	1s
	精度	± (0.1%的设定值+1s)
遇失败项设定		继续、停止
可设测试组数		15 个测试组, 每组 7 个测试步

被测体的异常处理	声、光报警
----------	-------

## 9 系统设置

通信功能	地址	1~255
	波特率	4800, 9600, 19200, 38400
打印功能	打印机类型	针打、微打
密码功能	密码验证	开、关
	密码设置	0000~9999
数据功能	自动上传	开、关
报警声音		开、关

## 10 外部接口

报警灯接口	选配（可接红黄绿组合报警灯）
遥控接口	标配（可接脚踏开关）
开关量接口	选配
通信接口	标配 RS232, 选配 RS485
打印接口	选配, 配针式打印机
变频电源通信接口	标配

## 附录 A 测试原理

### 本章概要：

- 原理框图
- 测试原理

### A.1 原理框图

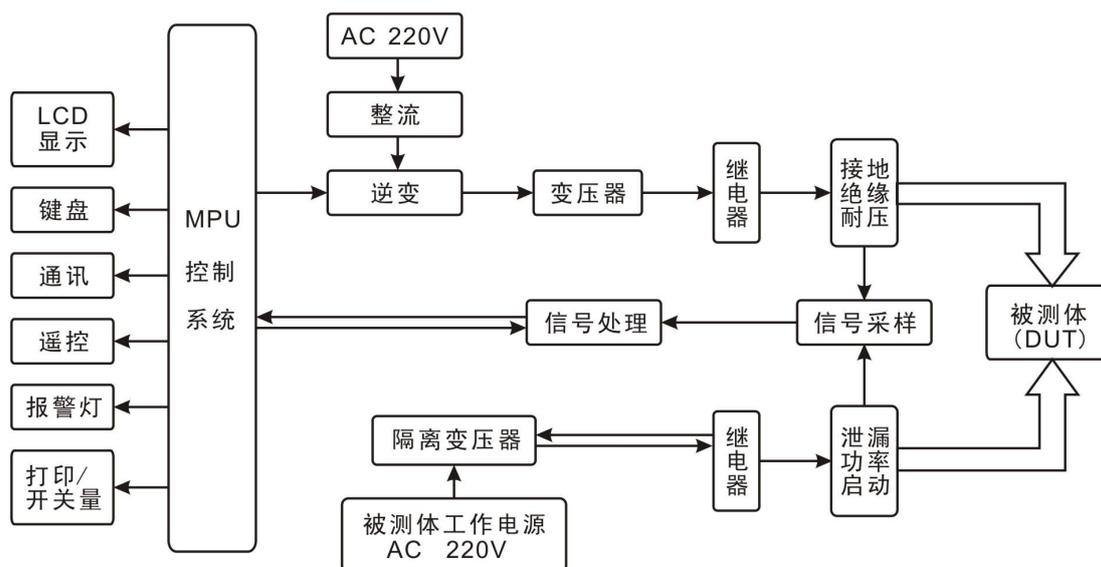


图 A-1-1 原理框图

### A.2 测试原理

TK97 系列智能安全性能综合测试仪以 ARM 内核的微处理器作为控制核心，完成 A/D 转换、输出控制、数据处理以及屏幕显示、按键处理、串行通讯等的管理。

系统由 ARM 处理器产生 SPWM 信号，经过大功率 MOS 管驱动，再经过滤波电路生成 50Hz 或 60Hz 的正弦波，该正弦波经过变压器生成耐压（5000VAC/6000VDC）、接地（30A）和绝缘测试（1000VDC）的源输出信号。在泄漏、功率、启动测试时，通过隔离变压器产生不同变比的电压，为被测体提供不同电压规格的电源输入。

源输出信号和被测电压或电流信号经电压、电流传感器取样量测，得到的数值经 A/D 转换器后，进入 ARM 处理器运算，并作出判断，判断为“测试通过”或“测试失败”等情况，并将检测结果在 LCD 上显示出来。

## 附录 B 通信协议

### 本章概要：

- 握手协议
- 通信数据格式



**注意**

在使用本机与 PC 机进行通信时，必须要保证：

1. 本机 RS232/485 地址设置与上位机所选地址一致！
2. 本机 RS232/485 波特率设置与上位机所选波特率一致！
3. 上位机按照“下传命令数据格式”发送命令！

否则通信将不能实现！

### B.1 握手协议

由主机和从机组成的测控网络中（图 B-1-1 所示），一次通信是首先由主机的下传命令发起的，以从机的应答结束。所以握手协议采用单向握手协议，即从机根据所接收的上位机命令，进行处理并回传此命令是否正确信息，主机根据此信息确定是否重发控制命令。



图 B-1-1 握手协议

### B.2 通信数据格式

#### 1、下传命令数据格式

帧头	总字节数		从机地址	命令<参数>串			校验和	帧尾
{	两字节		一字节	类型	命令字	<参数>	一字节	}
0x7B	0xXX	0xXX	0xXX	0xXX	0xXX	可选	0xXX	0x7D

注：1. 每个 XX 表示一个字节数。

2. 命令参数字节数根据具体命令所带参数长度不同而不同。

- 1) 帧头：1 字节，固定为 0x7B，即 '{' 的 ASCII 码。
- 2) 总字节数：2 字节，数值为帧头+总字节数+从机地址+命令<参数>串+校验和+帧尾的字节个数之和，高字节在前，低字节在后。
- 3) 从机地址：1 字节（16 进制数）。
- 4) 命令<参数>串：
  - a. 类型：1 字节（十六进制数），命令类型分为控制类、查询类、带参数查询类、设置类、组合类和调试类。

规定：

代码	命令类型	备注
0x0F	控制类	
0xF0	查询类	
0xF1	带参数查询类	
0x5A	设置类	
0xC3	组合类	
0x3C	调试类	

b. 命令字：1 字节，命令类型中某一确定命令，具体参见命令举例

c. 参数：参见命令举例。所有数字量均使用十六进制数表示，同一个数字量有多个字节时，高字节在前，低字节在后。参数串中不包含单位，单位统一为对应参数的最小分辨率的对应单位。如：最小分辨率为 0.001 Ω，则该参数的单位为 mΩ。

5) 校验和：1 字节（16 进制数），是对所发送数据校验的结果。校验采用水平校验，即有效字节数+从机地址+命令+参数 的和，长度为双字节，取低位字节为校验和。

6) 帧尾：1 字节，固定为 7DH，即‘}’的 ASCII 码。

注：下传的命令字与对应表示的特定操作详见下表：

命令类型	命令字	功能	允许状态
0x0F	0xFF	启动当前组测试（相当于启动键）	待机、测试结束
0x0F	0xEE	启动某组测试	待机、测试结束
0x0F	0x00	停止（相当于停止键）	任意
0xF0	0x01	读取测试数据及结果	测试、测试结束、报警
0x5A	0x01	设置测试条件	待机、测试结束

## 2、上传命令数据格式

应答数据格式格式如下：

帧头	总字节数		从机地址	命令<参数>串			校验和	帧尾
{	两字节		一字节	类型	命令字	<参数>	一字节	}
0x7B	0xXX	0xXX	0xXX	0xXX	0xXX	可选	0xXX	0x7B

1) 帧头、总字节数、从机地址、校验和、帧尾与接收数据帧格式含义相同。

2) 命令种类：接收到正确命令时为接收通信命令的命令种类。接收到错误命令时命令种类为 0x99。

3) 命令字：为接收到命令字。

4) 参数：a. 接收到正确的查询类或查询设置类命令时，应答命令参数为查询结果，字节数参见具体命令。

b. 接收到不正确命令应答时，此处参数为错误代码，字节数为 1 字节。

c. 正确接收到除查询类或查询设置类命令外的其他类型命令时，返回此前接收的命令类型和命令字，此处参数为 0x00。

规定错误代码：

错误代码	错误信息	备注
0x01	校验和错误	
0x02	命令类型错误	

0x03	命令字错误	
0x04	状态不符	
0x05	参数错误	参数无效或个数不符

### 3、通信时序

如图 B-3-1 所示，本机与上位机之间通信时序可描述如下：

上位机（PC）依照 2.1 规定的格式向下位机传送命令数据帧，同时本测量仪的处理器会接收上位机发来的数据。

当本测量仪接收命令完成后，会解析上位机发送来的命令，

命令分析：判断接收到的数据长度、下位机地址、校验和、命令个数是否正确；若出现错误，丢弃接收到的数据，若正确，判断接收到的命令对本机是否有效，若有效，开始执行命令；

执行命令：从机根据接收到的命令执行相应的操作，命令执行完毕后，分别按照“控制命令、设置命令执行状态响应信息”或“查询命令执行状态响应信息”规定的格式组合成数据帧上传数据。

上位机接收到本机的应答数据后，对数据进行用户所期望的处理。

上位机对本机的应答数据处理完毕后，即可再次发送命令，开始新一轮的通信。

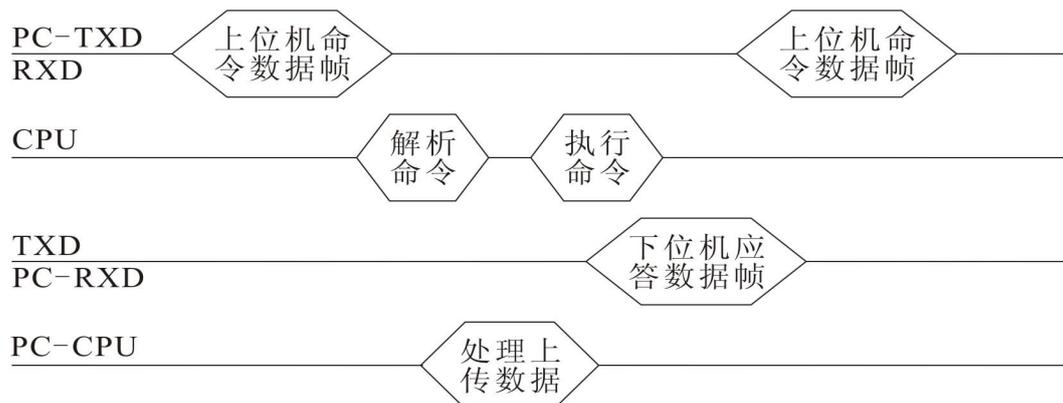


图 B-3-1 RS232/485 通信时序图

### 4、通信命令及应答数据格式详注

通信参数	参数值
波特率	4800, 9600、19200、38400
起始位	1
数据位	8
停止位	1
奇偶校验位	无校验
从机地址	001~255

注：所有命令举例均用 0x02 作为地址

#### 4.1 控制类命令 0x0F

##### 1、命令字：0xFF

命令作用：启动当前组测试（相当于启动键）

执行状态：待机、测试结束

格式：

帧头	总字节数	从机地址	命令<参数>串			校验和	帧尾
7BH	0x00 0x08	0xXX	0x0F	0xFF	无	0xXX	7DH

举例：7B 00 08 02 0F FF 18 7D 启动当前组测试

命令正确应答：7B 00 09 02 0F FF 00 19 7D

命令错误应答：7B 00 09 02 99 FF XX XX 7D（XX为错误代码，具体对应见错误代码表）

## 2、命令字：0xEE

命令作用：启动某组测试

执行状态：待机、测试结束

格式：

帧头	总字节数	从机地址	命令<参数>串			校验和	帧尾
7BH	0x00 0x08	0xXX	0x0F	0xEE	组号	0xXX	7DH

举例：7B 00 09 02 0F EE 05 0D 7D 启动第 06 组测试 (组号 00 对应第 01 组)

命令正确应答：7B 00 09 02 0F EE 00 08 7D

命令错误应答：7B 00 09 02 99 EE XX XX 7D（XX为错误代码，具体对应见错误代码表）

## 3、命令字：0x00

命令作用：停止（相当于停止键）

执行状态：任意界面

格式：

帧头	总字节数	从机地址	命令<参数>串			校验和	帧尾
7BH	0x00 0x08	0xXX	0x0F	0x00	无	0xXX	7DH

举例：7B 00 08 02 0F 00 19 7D

命令正确应答：7B 00 09 02 0F 00 00 1A 7D

命令错误应答：7B 00 09 02 99 00 XX XX 7D（XX为错误代码，具体对应见错误代码表）

## 4.2 查询类命令 0xF0

命令字：0x01

命令作用：读取测试数据及结果

执行状态：测试、测试结束、报警

格式：

帧头	总字节数	从机地址	命令<参数>串			校验和	帧尾
7BH	0x00 0x08	0xXX	0xF0	0x01	无	0xXX	7DH

举例：7B 00 08 02 F0 01 FB 7D

命令正确应答：

帧头	总字节数	从机地址	命令<参数>串			校验和	帧尾

7BH	0x00 0x80	0xXX	0xF0	0x01	注	0xXX	7DH
-----	-----------	------	------	------	---	------	-----

注：返回参数格式如下：

组号，1 字节 0x00~0x1D 对应第 01~30 组

第 1 项测试数据，14 字节 具体见下表

第 2 项测试数据，14 字节

第 3 项测试数据，14 字节

第 4 项测试数据，14 字节

第 5 项测试数据，14 字节

第 6 项测试数据，14 字节

第 7 项测试数据，14 字节

第 8 项测试数据，14 字节

项目测试结论字节 1 字节 0~5 位分别对应接地，绝缘，耐压，泄漏，功率，启动项的测试结论，1 合格，0 不合格

测试状态 1 字节 0x01 测试中 0x02 测试结束 0x03 测试中止

组测试结论 1 字节 0x01 组合格 0x02 不合格

保留字节 4 字节

序号 1	项目 2	参数 1 3,4	参数 2 5,6	参数 3 7,8	参数 4 9,10	参数 5 11,12	条件 13	结果 14
从 1 到 8,代 表第 1 到 8 项	1 接地	电流值×100	电阻值×10	无效	无效	时间 ×10	无效	0 未判 1 OK 2 NG 3 PT 4 NG 5 NG
	2 绝缘	电压值	电阻值×10	无效	无效		无效	
	3 耐压	电压值	电流值×100	无效	无效		0 冷 1 热	
	4 泄漏	电压值×10	电流值	无效	无效		0 静 1 动	
	5 功率	电压值×10	功率值×10	电流 ×1000	功率因数 ×1000		无效	
	6 启动	电压值×10	电流值×1000	无效	无效		无效	

注：×10，×100，×1000 表示的是小数点的位置

参数 1 到参数 5，每项 2 字节，高字节在前，低字节在后

命令错误应答：7B 00 09 02 99 01 XX XX 7D (XX 为错误代码，具体对应见错误代码表)

### 4.3 设置类命令 0x5A

命令字：0x01

命令作用：设置测试条件

执行状态：待机，测试结束

格式：

帧头	总字节数	从机地址	命令<参数>串			校验和	帧尾
7BH	0x00 0x73	0xXX	0x5A	0x01	注	0xXX	7DH

注：下发的参数格式如下

组号，1 字节 0x00~0x1D 对应第 01~30 组

第 1 项设置数据，11 字节 具体见下表

第 2 项设置数据，11 字节

第 3 项设置数据，11 字节

第 4 项设置数据, 11 字节  
 第 5 项设置数据, 11 字节  
 第 6 项设置数据, 11 字节  
 第 7 项设置数据, 11 字节  
 第 8 项设置数据, 11 字节

遇失败步 2 字节 0000 继续 0001 停止  
 输出频率 2 字节 0000 50Hz 0001 60Hz  
 负载电压 2 字节  
 接地补偿 2 字节 0000 关 0001 开  
 泄漏补偿 2 字节 0000 关 0001 开  
 绝缘延判 2 字节 \*10s  
 交耐补偿 2 字节 0000 关 0001 开  
 交耐缓升 2 字节 \*10s  
 扩展功能 2 字节 0000 关 0001 开

序号	项目	参数 1	参数 2	参数 3	参数 4	条件
1	2	3,4	5,6	7,8	9,10	11
从 1 到 8,代 表第 1 到 8 项	1 接地	电流值	电阻下限值	电阻上限值	时间×10	无效
	2 绝缘	电压值	电阻下限值×10	电阻上限值×10		无效
	3 耐压	电压值	电流下限值×100	电流上限值×100		0 冷 1 热
	4 泄漏	电压值	电流下限值	电流上限值		0 静 1 动
	5 功率	电压值	功率下限值×10	功率上限值×10		无效
	6 启动	电压值	电流下限值×100	电流上限值×100		无效

注: ×10, ×100, ×1000 表示的是小数点的位置

参数 1 到参数 4, 每项 2 字节, 高字节在前, 低字节在后

正确命令应答: 7B 00 09 02 **5A 01** 00 A5 7D

命令错误应答: 7B 00 09 02 **99 01** XX XX 7D

## 附录 C 安规知识

### 本章概要：

- 安规测试的重要性
- 接地电阻测试
- 绝缘电阻测试
- 耐压测试
- 泄漏电流测试
- 功率和启动测试

### C.1 安规测试的重要性

随着社会的进步，人类的需求在不断进阶，对安全倍加关注，包括电气安全、交通安全、食品安全和环境安全等等，国家乃至国际组织出台了各种法律和法规来保障人们的安全利益；随着电子和电力应用技术的发展，人们周围遍布着各种各样的用电设备，试想当你触及可能带电的不安全的电气设备时是多么可怕，故电气安全极其重要，要有相应的仪器来检验这些电气设备的安全性能，才能令制造商用量化的手段来确认其生产的电气设备是否安全。

下列各种状况必须使用安全性能测试仪测试产品的安全性能：

- 设计定型——确定设计的产品能达到要求的条件。
- 生产例检——确认生产的产品能达到要求的标准。
- 品保确认——确认产品的品质能符合安规的标准。
- 维修后的安全确认——确认维修后的产品能符合安规的标准。

### C.2 接地电阻测试

接地电阻测试主要测量电器设备的可触及金属壳体与该设备引出的安全接地端子之间的导通电阻。测量的方式是依照欧姆定律的原理，在接地回路上流过一个电流，然后分别测量电流和电压值，再依照欧姆定律计算出电阻值。通常是流过一个较大的电流，模拟器具发生异常时所发生的异常电流状况，做为测试的标准。如果器具的接地导通电阻能通过这种恶劣环境的测试，在正常使用的条件下，这台器具应该较为安全。

测量接地电阻虽然可以使用一般电阻表测量，但是电阻表所能输出的电流通常都很小，不符合安规规范的要求，无法被安规检验机构认可，必须使用专用的接地电阻测试器测量。一般使用者会经常触摸到的器具，其接地电阻测试规格除了 CSA 的规范要求 30A 外，大多数的安检机构都要求 25A，而接地回路的电阻值必须低于 100m $\Omega$ ，同时电流必须持续 60s，而电阻值必须维持在 100m $\Omega$ 以下。对于使用者不易触摸到的器具的规格，通常都比较宽松，一般要求电流为 10A，而接地回路的电阻值需低于 500m $\Omega$ ，但是时间仍为 60s。国际上仍然有些规格高于上述的标准，以器具的额定输入电流的 5 倍为测试的标准，而接地回路的电阻值仍为 100 m $\Omega$ ，测试时间为 60s。这些大多数为电机类的器具，其危险性较高，所以规格

的要求会较一般性的器具高。

接地电阻测试器输出有交流和直流两种形式，两种形式都能正确测量出接地导通电阻，但是两种形式对于不良接触点的破坏性有着显著的不同。目前安检机构虽然允许两种形式的接地测试器可以使用，但是在选择接地电阻测试器规格中却特别推荐使用交流的接地电阻测试器。一般的器具大多是以市电做为电源供应，而市电本身就是交流电，所以用交流的接地电阻测试器做为测试的标准，更贴近实际的使用条件。

### C.3 绝缘电阻测试

绝缘电阻测试主要测量器具火线与机壳之间的电阻。测量的方式是依照欧姆定律的原理，在火线与机壳之间加一个电压，然后分别测量电压和电流值，再依照欧姆定律计算出电阻值。通常是施加一个较大的恒定电压（直流 500V 或 1000V），并维持一段规定的时间，做为测试的标准。假如在规定的时间内，电阻保持在规定的规格内，就可以确定在正常条件的状态下运转，器具应该较为安全。

绝缘电阻值越高表示产品的绝缘越好。绝缘电阻测试测量到的绝缘电阻值为两个测试点之间及其周边连接在一起的各项关联网络所形成的等效电阻值。

但是，绝缘测试无法检测出下列状况：

- (1) 绝缘材料的绝缘强度太弱；
- (2) 绝缘体上有针孔；
- (3) 零部件之间的距离不够；
- (4) 绝缘体被挤压而破裂；

上述各种情况只能通过耐压测试检测出。

### C.4 耐压测试

耐压测试是指对各种低压电器装置、绝缘材料和绝缘结构的耐压能力进行测试。耐压测试的基础理论是将一个产品暴露在非常恶劣的环境之下，如果产品能够在这种恶劣的环境之下还能维持正常状况，就可以确定在正常的环境之下工作，也一定可以维持正常的状况。

不同的产品有不同的技术规格，基本上在耐压测试时是将一个高于正常工作的电压加在产品上测试，这个电压必须持续一段规定的时间。如果一个零组件在规定的时间内，其漏电电流亦保持在规定的范围内，就可以确定这个零组件在正常的条件下运转，应该是非常安全。而优良的设计和选择良好的绝缘材料可以保护使用者。

对一般器具来说，耐压测试是对火线与机壳之间施加规定电压，通过测量其间的漏电流，并与设定值比较，得出合格与否的结论。基本的规定是以两倍于被测物的工作电压，再加 1000V，作为测试的电压标准。有些产品的测试电压可能高于两倍工作电压+1000V。例如有些产品的工作电压范围是从 100V 到 240V，这类产品的测试电压可能在 1000V 到 4000V 之间或更高。一般而言，具有“双绝缘”设计的产品，其使用的测试电压可能高于两倍工作电压+1000V 的标准。

### C.4.1 交流耐压测试和直流耐压测试的优缺点

请先于受测试产品所指定的安规单位确认该产品应该使用何种电压,有些产品可以同时接受直流和交流两种测试选择,但是仍然有多种产品只允许接受直流或交流中的一种测试。如果安规规范允许同时接受直流或交流测试,制造商就可以自己决定何种测试对于商品较为适当。为了达成此目地,使用者必须了解直流和交流测试的优缺点。

### C.4.2 交流耐压(ACW)测试的特点及分类

大部分做耐压测试的被测物都会含有一些离散电容量。用交流测试时可能无法充饱这些离散电容,会有一个持续电流流过这些离散电容。

#### 1 交流耐压(ACW)测试的优点

一般而言,交流测试比直流测试更容易被安规单位接受。主因是大部分的产品都使用交流电。而交流测试可以同时对产品做正负极性的测试,与商品使用的环境完全一致,合乎实际使用状况。

由于交流测试时无法充饱那些离散电容,但不会有瞬间冲击电流发生,因此不需让测试电压缓慢上升,可以一开始测试就全电压加上,除非这种商品对冲击电压很敏感。

由于交流测试无法充满那些离散电容,在测试后不必对测试物作放电的动作,这是另外一个优点。

#### 2 交流耐压(ACW)测试的缺点

由于必须供应被测物的离散电容所需的电流,机器所需输出的电流会比采用直流测试时的电流大很多。这样会增加操作人员的危险性。

#### 3 交流耐压测试的分类

交流耐压测试,分为静态耐压(500~5000V)和动态耐压(500~2500V)。

##### 1) 静态耐压

静态耐压是指:测耐压时,被测体处于不工作状态,如图 C-4-1 所示。

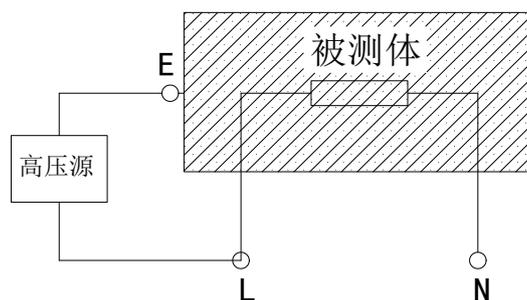


图 C-4-1 静态耐压示意图

其中:

- a) L、N 之间不施加电压;
- b) 在被测体的 L 线与 E 之间施加高压;

##### 2) 动态耐压

动态耐压是对应国标中规定的“工作温度下的电气强度”，在先前的 GB4706-1988 的标准中，动态耐压是指：测耐压时，被测体处于工作状态，如图 C-4-2 所示。

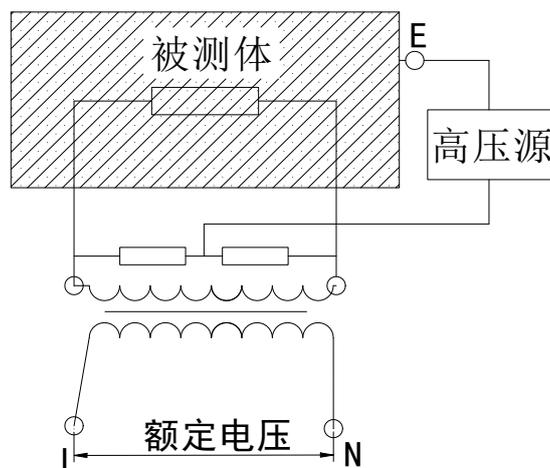


图 C-4-2 动态耐压示意图

其中：

- a) 被测体工作电源通过隔离变压器为其供电；
- b) 在被测体的 E 与平衡电阻之间施加高电压。

而在新版 GB4706-2005 中，动态耐压与静态耐压的测试方法是一致的，二者区别在于被测体的工况：动态耐压测试要在被测体工作状态结束之后立刻进行；静态耐压测试是在被测体未工作条件下或工作状态结束较长时间以后进行。

GB4706—1998 与 GB4706—2005 中，对动态耐压测试的定义不同，前者定义动态耐压测试需要被测体正处在工作状态，后者定义动态耐压测试，被测体刚结束工作状态。

### C.4.3 直流耐压（DCW）测试的特点

在直流耐压测试时，被测物上的离散电容会被充满，直流耐压测试时所造成的容性电流，在容性电容被充满后，会下降到零。

#### 1 直流耐压（DCW）测试的优点

一旦被测物上的离散电容被充满，只会剩下被测物实际的漏电电流，直流耐压测试可以很清楚的显示出被测物实际的漏电电流

另外一个优点是仅需在短时间内，供应被测物的充电电流，其他时间所需供应的电流非常小，所以机器的电流容量远低于交流耐压测试时所需的电流容量。

#### 2 直流耐压（DCW）测试的缺点

除非被测物上没有任何电容量存在，否则测试电压必须由“零”开始，缓慢上升，以避免充电电流过大，电容量越大所需的缓升时间越长，一次所能增加的电压也越低。充电电流过大时，一定会引起测试器的误判，使测试的结果不正确。

由于直流耐压测试会对被测物充电，所以在测试后，一定要先对被测物放电，才能作下一步的工作。

与交流测试不一样，直流耐压测试只能单一极性测试，如果产品要使用于交流电压下，这个缺点必须被考虑。这也是大多数安规单位都建议使用交流耐压测试的原因。

在交流耐压测试时，电压的波峰值是电表显示值的 1.4 倍，这一点是一般电表所不能显示的，也是直流耐压测试所无法达到的。所以多数安规单位都要求，如果使用直流耐压测试，必须提高测试电压到相等的数值。

## C.5 泄漏电流测试

泄漏电流测试是诸多安规测试之中的一项测试，通常安规执行单位，例如 UL、CSA、IEC、BSI、VDE、TUV 和 JSI 等会要求某些产品必须做这项测试。泄漏电流的测试规格视各种不同的产品而有很大的不同，产品应用的场所和功能的不同，也会造成规格标准的差别。电流漏电（Current Leakage）和电源泄漏（Line Leakage）为通常的测试条款，事实上可以被区分为三种不同的测试，分别为对地的漏电电流（Earth Leakage Current）、对机壳的泄漏电流（Enclosure Leakage Current）和对应用物件的漏电电流（Applied Part Leakage）。主要的不同点在于测试棒（夹）所测量位置的不同而有所不同，对地泄漏电流为漏电电流经由电源线上的接地线流回大地，而机壳泄漏电流是由于人员触摸机体时，泄漏电流经由人体流回大地。另外应用物件泄漏电流或称为治疗泄漏电流（Patient Lead Leakage）则为任何在应用物件之间或流向应用物件的泄漏电流，通常只有医疗仪器有这项测试要求。这些测试的主要目的是让使用者在操作或手握应用物件时非常安全，不致于有触电伤害的危险。

泄漏电流测试为一种产品的漏电电流经由一组模拟人体阻抗电路作为量测依据的测试，这个模拟人体阻抗电路被称为“测量电路（Measuring Device MD）”。人体的阻抗由于人机接触点的位置、面积和电流的流向而有所不同，基于上述这些理由，测量电路规格的选择必须依据要做何种测试以及所能允许的最大泄漏电流量来决定。产品泄漏电流的测量不但要做产品正常工作和一个故障时的测量，同时必须做电源极性交换时的测量，以避免当产品在输入电压的最高值（通常为输入电压额定值的 110%或 106%）工作时，因故障或使用不当而引起的诸多问题和危险。

泄漏电流测试通常规定产品在开发设计和验证时必须做这项测试，这样可以确认产品在设计时能够符合规格的标准，但是这无法保证生产线上的每一个产品都能符合规格的要求，所以在生产线上生产每个产品都必须做测试，才能完全保证产品符合规格的要求。

### C.5.1 泄漏电流测试的分类

泄漏分为静态泄漏和动态泄漏。

#### 1. 静态泄漏

静态泄漏分两步，第一步如图 C-5-1 所示，第二步如图 C-5-2 所示。

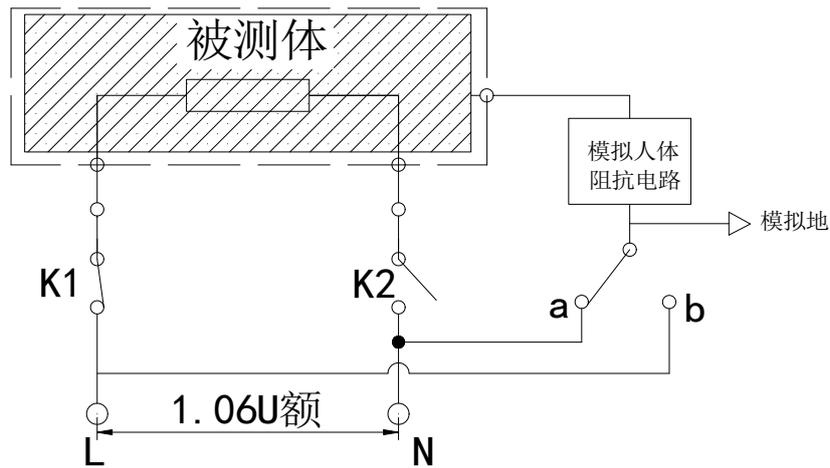


图 C-5-1 静态泄漏第一步

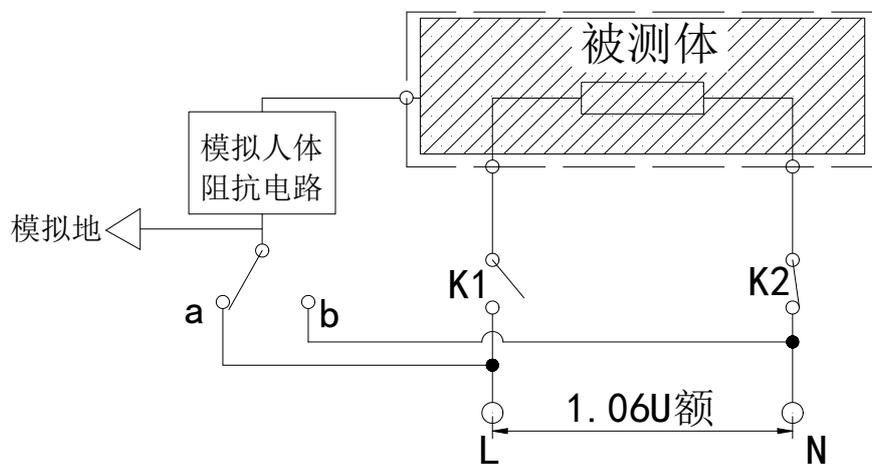


图 C-5-2 静态泄漏第二步

其中：

- a) 如果测试时间设为  $n$  秒，则第一、二步各测  $n/2$  秒；
- b) 第一步，测  $n/2$  秒，测出电流  $I_1$ ；
- c) 第二步，测  $n/2$  秒，测出电流  $I_2$ ；
- d)  $I_1$  和  $I_2$  均不能超限，否则报警。
- e)  $1.06U$  额是指额定电压的 1.06 倍。

## 2. 动态泄漏

动态泄漏分两步，第一步如图 C-5-3 所示，第二步如图 C-5-4 所示。

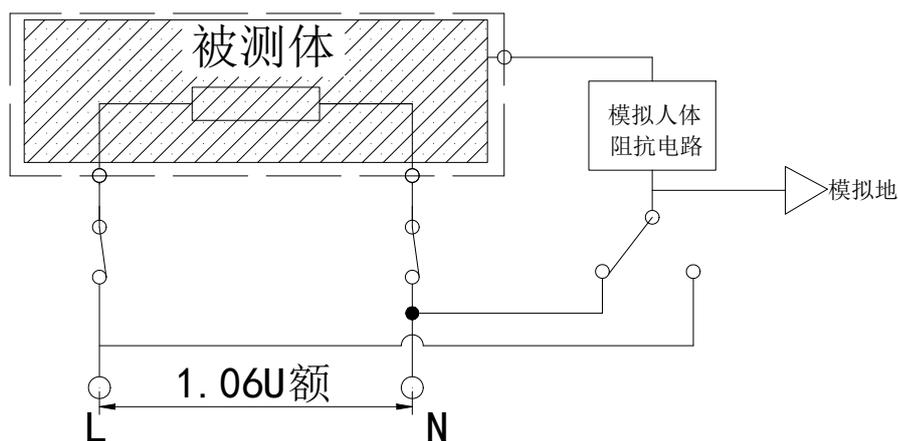


图 C-5-3 动态泄漏第一步

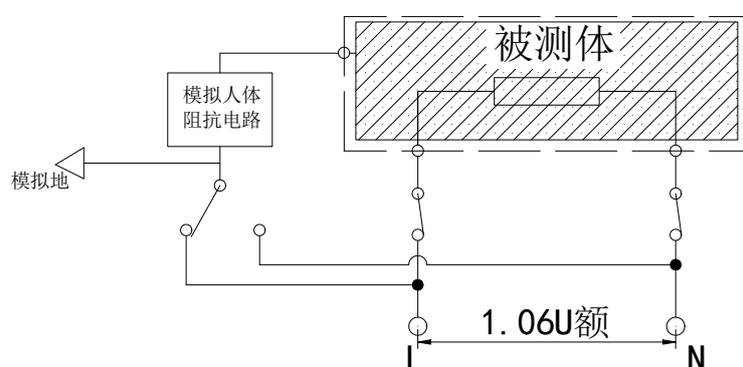


图 C-5-4 动态泄漏第二步

其中：

- 如果测试时间设为  $n$  秒，则第一、二步各测  $n/2$  秒；
- 第一步，测  $n/2$  秒，测出电流  $I_1$ ；
- 第二步，测  $n/2$  秒，测出电流  $I_2$ ；
- $I_1$  和  $I_2$  均不能超限，否则报警。
- $1.06U$  额是指额定电压的 1.06 倍。

### C.5.2 泄漏的人体模拟网络

泄漏的人体模拟网络如图 C-5-5 所示。

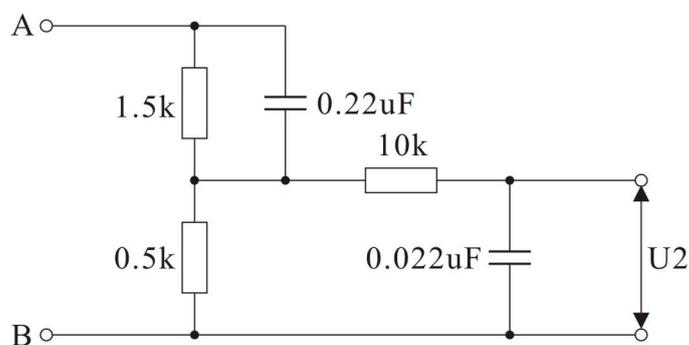


图 C-5-5 泄漏的人体模拟网络

其中：

- a) 本网络引用 GB/T12113-2003 中的图 4；
- b) 无感电阻精度为 0.1%，电容精度为 1%；
- c) 泄漏电流  $I=U_2/500R$ ， $U_2$  为有效值；
- d) 频率响应范围为 DC~10kHz~1MHz。

## C.6 功率和启动测试

### C.6.1 功率性能测试

#### 1 功率测试目的

如果被测体具有额定输入功率，被测体在正常工作温度下，其输入功率对额定功率的偏离不应大于下表中所示的偏差。一旦功率超差，会产生安全隐患。如发热器具，会因功率过大，温度过高造成火灾，危及生命财产安全。而器具内部自身的功率器件和导线等，是按照额定功率选型的，如果功率超差过大，会对器具自身造成严重损坏，也有发生火灾的安全隐患。为避免安全事故，保障器具自身和环境安全，需要对其进行功率性能测试，保证被测体的输入功率满足下表要求。

被测体类型	额定输入功率/W	偏差
所有器具	$\leq 25$	+20%
电热器具和组合型器具	$>25$ 且 $\leq 200$	$\pm 10\%$
	$>200$	+5%或 20W（选较大的值）-10%
电动器具	$>25$ 且 $\leq 300$	+20%
	$>300$	+15%或 60W（选较大的值）

#### 2 功率测试的条件

功率测试须在被测体输入功率稳定时进行，输入功率稳定是指：

- 所有能同时工作的电路都处于工作状态；
- 器具按额定电压供电；
- 器具在正常工作状态下工作

如果电流在整个工作周期内变化，则按一个具有代表性的期间中出现的电流平均值来决定该电流。

### C.6.2 启动测试

#### 1 启动测试的目的

启动测试主要是通过来测量记录电动器具或组合器具启动过程中的瞬时电流、电压等参数，分析评估器具的启动特性；如果器具不能正常启动，会有安全隐患，如电机不能正常启动导致堵转，会造成输入电流过大，引发火灾等。为避免安全事故，保障器具自身和环境安全，需要对器具进行启动性能测试。

#### 2 启动的测试条件

在使用时可能发生的所有正常工作电压下，电动机应该能够启动。可通过下述试验来检

验其是否合格。

- a. 器具按照其气候类型所规定的环境温度 32 摄氏度或 43 摄氏度下，关闭门或盖，以 0.85 倍额定电压的电压来启动 3 次。
- b. 器具每次启动后，要有充分的接通时间以确保电动机正确启动，并有足够的润滑。
- c. 两次相继启动的时间间隔应充分地长，以防止电动机极度过热和避免液体制冷机的压力异常增加，以及使高压侧和低压侧之间达到压力平衡。
- d. 电机-压缩机启动继电器动作 3 次才启动是允许的。
- e. 电源的电压降在测试期间不得超过 1%。
- f. 在试验期间，任何过载保护装置都不应该动作。