

产品名称

接触电流分析仪

本用户手册所涵盖的产品型号：

AN1620P：单泄漏，8MD；

AN1620H：单泄漏，标配 MDA-U2、MDF-U3、MDH 网络；

在这里使用的英文缩写含义如下：

TC/LC ： 接触电流/泄漏电流测试

AN1620P&1620H(V3)

接触电流分析仪

用户手册（V1.1）



符合的标准和规程

本系列产品按照下列标准生产制造:

GB/T 32192-2015 耐电压测试仪

SJT 11385 -2008 绝缘电阻测试仪通用规范

GB/T 32191-2015 泄漏电流测试仪

GB/T 28030-2011 接地导通电阻测试仪

本系列产品符合以下计量检定规程:

JJG (粤) 027-2014 接触电流测试仪检定规程

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.....	- 2 -
1.5.2 测试中注意事项.....	- 2 -
第 2 章概述	- 4 -
2.1 产品简介.....	- 4 -
2.2 前面板说明.....	- 4 -
2.3 后面板说明.....	- 5 -
2.4 附件.....	- 6 -
第 3 章拆封与安装	- 8 -
3.1 安装环境.....	- 8 -
3.2 拆封和检查.....	- 8 -
3.3 首次上电检查.....	- 9 -
第 4 章基本操作	- 10 -
4.1 测试接线.....	- 10 -
4.1.1 连接测试盒.....	- 10 -
4.1.2 连接本机电源.....	- 10 -
4.1.3 连接被测体.....	- 11 -
4.2 开机.....	- 11 -
4.3 系统设置.....	- 12 -
4.3.1 语言选择.....	- 13 -
4.3.2 系统密码.....	- 13 -
4.3.3 测试模式.....	- 13 -
4.3.4 起始电压.....	- 13 -
4.3.5 报警音量.....	- 13 -
4.3.6 失败模式.....	- 13 -
4.3.7 结果显示.....	- 13 -
4.3.8 数据保存.....	- 14 -
4.3.9 统计方式.....	- 14 -
4.3.10 GPIB 地址.....	- 14 -
4.3.11 波特率设置.....	- 14 -
4.3.12 外接电源.....	- 14 -
4.3.13 浮动限值.....	- 14 -
4.3.14 接触电流—测试网络.....	- 14 -
4.3.15 启动方式.....	- 15 -
4.3.16 清空统计信息.....	- 15 -
4.3.17 恢复出厂设置.....	- 16 -
4.3.18 修改系统时间.....	- 16 -

4.4 程序编辑.....	- 17 -
4.4.1 项目添加、删除、移位.....	- 17 -
4.4.2 项目剪切、复制、粘贴、优化排序.....	- 18 -
4.4.3 文档新建、打开、保存.....	- 18 -
4.4.4 项目编辑.....	- 18 -
4.4.5 参数设置.....	- 19 -
4.4.6 等待测试参数设置.....	- 22 -
4.4.7 数字记忆键盘.....	- 22 -
4.5 文档管理.....	- 23 -
4.5.1 文件添加、批量删除.....	- 23 -
4.5.2 文件搜索、排序.....	- 25 -
4.5.3 显示方式切换、文件另存、文件备份.....	- 26 -
4.5.4 文件名修改、备注修改、快捷组.....	- 28 -
4.5.5 条码查看、文档编辑、执行测试、文档删除.....	- 28 -
4.6 开始测试.....	- 29 -
4.6.1 工位测试.....	- 29 -
4.6.2 文件打开.....	- 31 -
4.6.3 启动与停止.....	- 31 -
4.6.4 补偿测试.....	- 32 -
4.6.5 数据存储.....	- 32 -
4.7 数据查询.....	- 32 -
4.7.1 数据查询.....	- 32 -
4.7.2 批量删除.....	- 34 -
4.7.3 数据导出.....	- 34 -
4.8 条码设置.....	- 34 -
4.8.1 条码添加.....	- 35 -
4.8.2 条码修改.....	- 35 -
4.8.3 批量删除.....	- 35 -
4.8.4 单项删除.....	- 35 -
4.9 设备维护.....	- 35 -
4.10 高级应用.....	- 36 -
4.11 关机.....	- 36 -
4.12 初次使用操作流程.....	- 36 -
第 5 章使用接口	- 37 -
5.1 报警灯接口.....	- 37 -
5.2 遥控接口.....	- 37 -
5.3 PLC 接口.....	- 38 -
5.4 条码扫描仪接口.....	- 39 -
5.5 通信接口.....	- 39 -
5.6 U 盘接口.....	- 40 -
5.7 外部设备扩展接口.....	- 40 -
5.8 外接选组器接口.....	- 41 -
第 6 章维护指南	- 43 -
6.1 维护和保养.....	- 43 -

6.2 简单故障处理.....	- 43 -
6.3 存储和运输.....	- 44 -
6.3.1 存储.....	- 44 -
6.3.2 运输.....	- 44 -
第 7 章 技术规格	- 45 -
7.1 整机规格.....	- 45 -
7.2 性能指标.....	- 45 -
7.3 外部接口.....	- 47 -
7.4 附件.....	- 47 -
附录 A 安规知识.....	- 48 -
A.1 安规测试的重要性.....	- 48 -
A.2 接地电阻测试.....	- 48 -
A.3 绝缘电阻测试.....	- 49 -
A.4 耐压测试.....	- 49 -
A.4.1 交流耐压测试和直流耐压测试的优缺点	- 50 -
A.4.2 交流耐压 (ACW) 测试的特点及分类	- 50 -
A.4.3 直流耐压 (DCW) 测试的特点	- 50 -
A.4.4 电弧侦测与耐压测试的区别.....	- 51 -
A.5 放电、电弧、闪络和击穿的定义.....	- 52 -
A.5.1 气体放电.....	- 52 -
A.5.2 电弧.....	- 52 -
A.5.3 电火花.....	- 52 -
A.5.4 放电.....	- 52 -
A.5.5 电击穿.....	- 52 -
A.5.6 击穿电压.....	- 52 -
A.5.7 耐电压.....	- 52 -
A.5.8 闪络.....	- 52 -
A.5.9 气体导电.....	- 52 -
A.5.10 电晕.....	- 52 -
A.6 充电电流测试相关.....	- 53 -
A.7 泄漏电流测试.....	- 53 -
A.7.1 泄漏电流测试的分类.....	- 54 -
A.7.2 泄漏的人体模拟网络.....	- 55 -
A.8 功率和启动测试.....	- 56 -
A.8.1 功率性能测试.....	- 56 -
A.8.2 启动测试.....	- 57 -
附录 B 通信协议.....	- 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测试仪带电部位和被测体壳体，**谨防触电!**
- 请务必在**切断电源后**，再拆接后面板上的接线!
- 进行绝缘、耐压测试时，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

本测试仪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，该标识用于表明测试仪操作中应特别注意的地方。

 接地标识，该标识用于表明测试仪的安全接地端子。

 **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测试仪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。

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，操作人员和被测体的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的现象。工作场所必须保持整齐、干净。不使用的测试仪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



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，绝对禁止碰触测试仪测试端和被测体，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。
- 必须将本测试仪的安全接地端子与大地**可靠连接**。
- 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

AN1620P&1620H(V3)系列配置最多 8 个 MD 测试网络，是各电器生产厂家和质检部门重要的检测设备。本测试仪是由艾诺公司自行开发生产的接触电流测试仪，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 前面板说明



图 2-2-1 前面板示意图

测试仪前面板上的按键、指示灯和液晶显示等，如图 2-2-1 所示，主要分为 5 部分：

①电源开关：控制主机系统电源的通断。

②启动键、停止键：



：“停止键”，用于停止当前测试以及返回上一层目录；



：“启动键”，用于启动当前组别测试；

③指示灯：黄灯：正在测试中；绿灯：测试合格；红灯：测试不合格；

④USB 接口：外接 U 盘接口，用于测试文件导入和导出，以及数据存储；

注意，本测试仪对 U 盘的支持有以下几项限制：

- 支持 USB2.0 协议，文件格式为 FAT32，容量不大于 16GB；
- U 盘不能为系统 U 盘（系统 U 盘是指此 U 盘可作电脑操作系统还原之用）；
- U 盘内原有文件数量应尽量少一些，若其他文件过多会影响到识别的速度。

⑤液晶显示屏：显示设置和测量信息，开始测试、程序编辑、文档管理、系统设置、条码设置、数据查询、设备维护、高级应用八个模块。

2.3后面板说明

测试仪后面板上的接线端子和外部接口如图 2-3-1 所示。

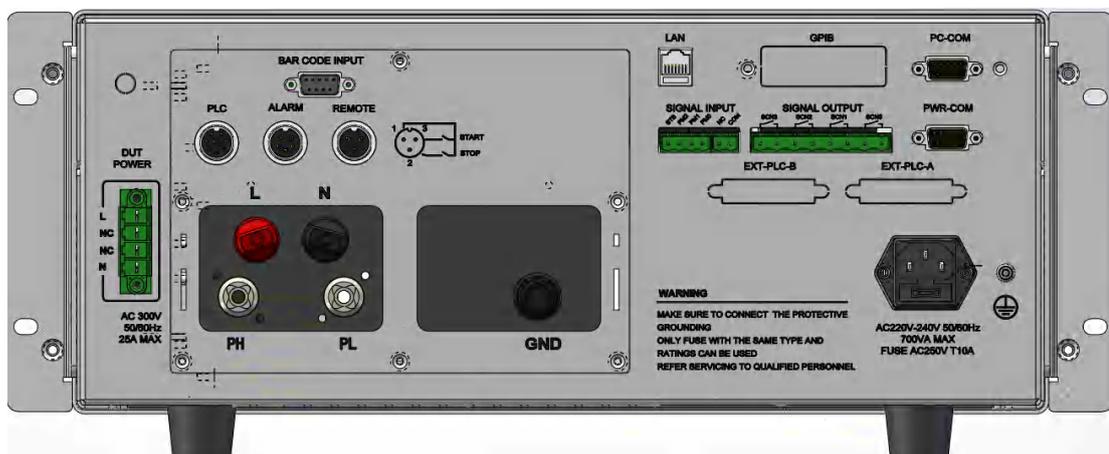


图 2-3-1 后面板示意图

① 线端子区：具体功能如下，

L：被测产品的 L 端；

N：被测产品的 N 端；

GND：被测产品的地线；

PH： MD 测试网络的高端；

PL： MD 测试网络的低端；

DUT POWER：被测产品的电源输入端口；

②PLC 控制接口：支持 PLC 控制启动、停止，及测试状态指示信号输出；

③报警灯接口（ALARM）：可连接三色报警灯，接口定义详见本手册 5.1 节；

④条码扫描器接口（BAR CODE INPUT）：连接条码扫描器，用于条码输入；

⑤遥控盒接口（REMOTE）：可连接遥控盒，支持启动、停止操作，接口定义详见本手册 5.2 节；

⑥通信接口（PC-COM）：标配 RS232，可选配 RS485、GPIB、LAN 接口；

⑦外接电源通信接口 (PWR-COM): 可连接 AN97/AN16 系列变频电源, 用于泄漏、功率测试;

⑧PLC 控制接口 2 (): 支持 PLC 更换测试组等操作;

⑨输入电源接口及接地端子: 电源插座, 输入市电 220V/50Hz, 10A 保险丝。

2.4附件

2.4.1 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连接。



图 2-4-1 测试盒图

2.4.2 泄漏测试棒

在进行泄漏测试时, 用泄漏测试棒在测试点上进行测试。

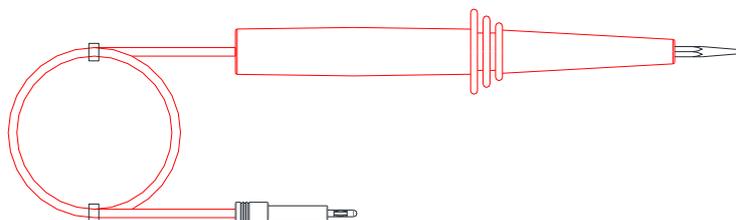


图 2-4-2 泄漏测试棒图

2.4.3 泄漏测试夹

在进行泄漏测试时, 用泄漏测试夹在测试点上进行测试。

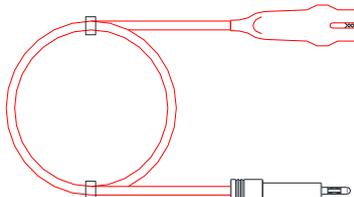


图 2-4-3 泄漏测试夹图

2.4.4 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 2-4-4 报警灯图

2.4.5 遥控盒（选配）



图 2-4-5 遥控盒图

2.4.6 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 2-4-6 RS232 通信线图

2.4.7 串口条码扫描仪（选配）

串口条码扫描仪用于条形码的录入，可以根据条码长度启动测试或者识别特征码启动对应的测试组进行测试。



图 2-4-7 条码扫描枪图

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测试仪内部。

- 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，易引起测试仪损坏。测试仪工作时后面板与墙壁保持至少 30cm 的距离。
- 7 远离精密测试仪——当本测试仪高压输出时，被测物测试点处会产生电晕放电，发射射频电磁波，干扰精密测试仪工作。

3.2 拆封和检查

首先检查产品铭牌，确定机型与订单相符；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，请与艾诺客服中心或经销商联系。

如果收到测试仪时包装箱有破损，请检查测试仪的外观有无变形、刮伤、或面板损坏等。如果有损坏，请立即通知艾诺公司或其经销商。我们的客服中心会为您修复或更换新机。在未通知艾诺公司或其经销商前，请不要立即退回产品。

为了防止意外触电的发生，请不要自行打开测试仪上盖。如果测试仪有异常情况发生，请寻求艾诺公司或其指定经销商的技术支持。

3.3 首次上电检查

在确认本测试仪完好无损并安装到工作位置后，请按如下步骤进行检查：

(1) 只接通本测试仪的电源线，不接其他任何测试线，打开测试仪电源开关；

(2) 测试仪进入待机界面后，选择开始测试进入产品测试界面，直接按启动键进行测试，测试状况若如下所述：

接触电流显示输出电压 0V，电流有效值较小或者 0 μ A。

则表明测试仪基本正常；可参照第四章的操作说明对测试仪进行更细致地检查。

(3) 首次开启测试仪，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，请寻求艾诺公司或指定经销商的技术支持。

第 4 章基本操作

本章概要：

- 测试接线
- 开机
- 系统设置
- 程序编辑
- 文档管理
- 开始测试
- 数据查询
- 条码设置
- 设备维护
- 高级应用
- 关机
- 初次使用操作流程

4.1 测试接线

请务必按照如下顺序进行测试接线：

连接测试盒和测试棒或者测试夹→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

如图 4-1-1 所示，按如下顺序连接：

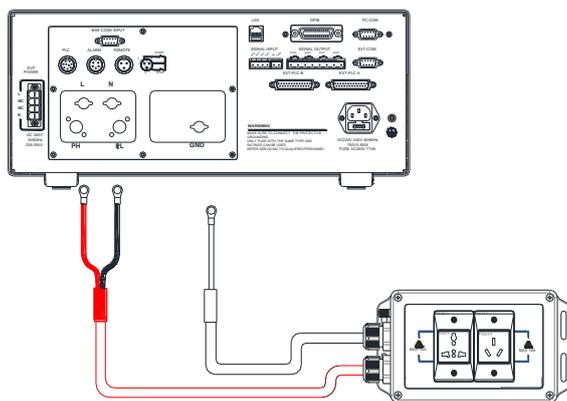


图 4-1-1 连接测试盒

将测试盒上的四根线如图方式连接后面板，并锁紧接线端；



请务必将测试盒放在绝缘垫上。

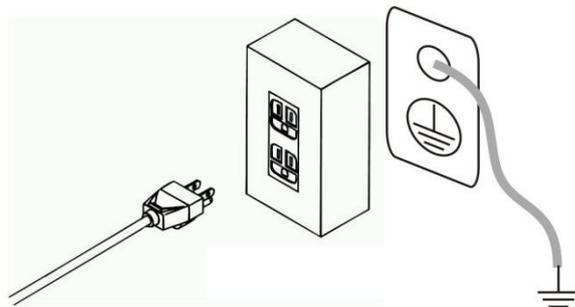
4.1.2 连接本机电源

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！



(a) 通过三芯电源线接地 (b) 通过后面板接地端子接地

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。

4.1.3 连接被测体

被测体连接如图 4-1-4 所示。

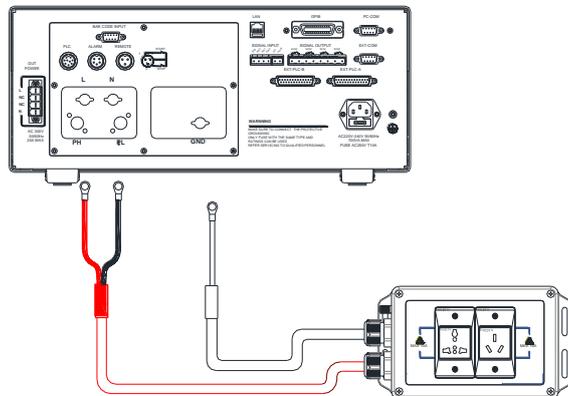


图 4-1-4 被测体接线图

说明：将被测体电源插头插在测试盒上即可。

4.2 开机

在确保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。

开机后系统进入主界面，如图 4-2-1 所示。



图 4-2-1 主界面

本系统目前支持 8 个模块，如下所示：

序号	模块	功能、描述
1	开始测试	执行测试
2	程序编辑	编辑一个测试文档，设置测试项目及步骤
3	文档管理	管理测试文档
4	系统设置	设置测试仪系统参数
5	条码设置	设置条码信息及条码与测试文档之间绑定关系等内容
6	数据查询	查看历史数据，导出数据记录报表
7	设备维护	维修专用，仪表的调试检定等操作
8	高级应用	尚未开放

首次上电建议按照下文的顺序设定仪表。

4.3 系统设置

系统设置界面如图 4-3-1 所示。本页面中各参数设置完成后，请点击右上角的保存键保存设置并退出此页面。



图 4-3-1 系统设置

4.3.1 语言选择

支持中文、英文两种语言。

4.3.2 系统密码

密码开关：若密码功能设置为“开”，在主界面进入各模块时需输入密码（开始测试模块除外），以防止未获授权人员对测试仪设置的随意改动。

密码设置：最长 4 位，仅支持数字输入，出厂默认密码为关。

4.3.3 测试模式

默认模式，不可选。

4.3.4 起始电压

此为选配功能，选配耐压功能时起始电压设置才有效

4.3.5 报警音量

蜂鸣器报警声音响度设置，范围为 0~9 可调，0 为关闭音量，1 为最小音量，9 为最大音量。

4.3.6 失败模式

失败模式分为 2 类，“中止”、“继续”：

类别	说明
中止	测试中遇到测试失败的测试步后立即中止整个测试流程
继续	测试中遇到测试失败的测试步将中止当前测试步并进行下一步测试

4.3.7 结果显示

结果显示项分为两种模式：

模式	描述
单步测试结果	测试流程完成后停留在失败步或者最后一步的测试结果上

列表显示	测试流程完成后以列表的形式呈现测试组内每一步的测试结果
------	-----------------------------

4.3.8 数据保存

数据保存分为4种模式：

模式	描述
全部	测试结束后数据一律保存到数据库中
合格	测试结束后仅当综合结论为合格时，数据保存到数据库中
失败	测试结束后仅当综合结论为失败时，数据保存到数据库中
不存	测试结束后数据不保存到数据库中

4.3.9 统计方式

统计方式可选择两种模式：掉电丢失和掉电保存。

4.3.10 GPIB 地址

可选择 GPIB 通信地址。

4.3.11 波特率设置

可设置以下波特率：9600、19200、38400。出厂默认 38400。

4.3.12 外接电源

进行功率、接触电流等项目测试时，系统将根据此参数控制外接电源的输出。

外接电源分为3种模式：

模式	描述
无外接电源	无外接电源，功率等项目测试时由用户自行接入电源，本系统不进行任何控制。
AN97xx 系列电源	使用本司 An97xx 系列电源，由系统控制源的输出
AN61xx 系列电源	使用本司 An61xx 系列电源，由系统控制源的输出
AN97xx 系列电源_V2	使用本司 An97xx_V2 系列电源，由系统控制源的输出

4.3.13 浮动限值

指泄漏或功率电压测量值变化范围不超此值即显示设定电压值。

4.3.14 接触电流—测试网络

用于在接触电流项目测试时，在程序编辑界面能够显示和配置的人体网络和测试类型，如图 4-3-2 所示。



图 4-3-2 接触电流—测试网络界面

4.3.15 启动方式

启动方式分为 3 种模式：

模式	描述
本地启动	按仪表面板上的启动键启动测试 本地启动时，编码方式为自动编码 ¹ 。
PLC 启动	由 PLC 控制启动 PLC 启动时，编码方式为自动编码 ¹ 。
条码启动	由条码扫描仪扫描条码后启动测试。 条码启动时，编码方式为条码输入 ² 。

注：

1、自动编码规则如下：

- 1) 自动编码可设置编码的前缀、后缀、及编号信息。
- 2) 其中编号部分为数字，可设置编码中显示数字的最小长度，编号不足部分以 0 填充。
- 3) 每次测试结束，下一个编号自动加 1。选中“遇 NG 编号不变”复选框时，编号不变。
- 4) 例如：前缀为 test，后缀为 test，起始编号为 1，编号长度为 5，则自动生成的编码为：test00001test。

2、条码输入规则如下：

- 1) 条码输入时需设置条码最短长度（即系统接受到的条码长度大于等于此最短长度后就认为条码接受完毕，开始处理条码启动测试）。
- 2) 如果选中“自动识别条码”复选框，系统将首先自动打开此条码对应的测试文档，然后启动测试。

4.3.16 清空统计信息

选择此项后可将统计信息全部清除。

4.3.17 恢复出厂设置

可选择性的恢复 3 类数据。

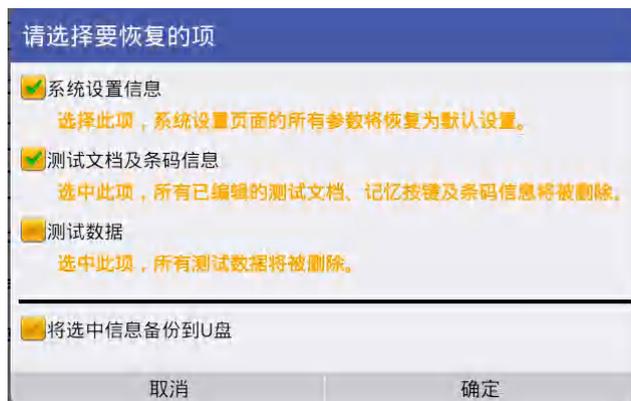


图 4-3-3 恢复出厂设置

数据类型	描述
系统设置信息	选择此项，系统设置页面的所有信息将恢复为默认设置。
测试文档及条码信息	选择此项，所有已编辑的测试文档、记忆按键及条码信息将被删除。
测试数据	选中此项，所有测试数据将被删除。



恢复出厂设置时，请谨慎操作，数据一旦删除将不可恢复。

4.3.18 修改系统时间

设置测试仪的日期、时间。



图 4-3-4 修改系统时间

4.4 程序编辑



图 4-4-1 程序编辑主界面

本模块用于编辑一个测试文档。一个测试文档最多可添加 50 步。界面顶端中间区域显示当前文件名（最后一次使用的文件即为当前文件）。

本模块主要功能如下：

- 1) 文件内部逐个项目的相关操作：项目添加、编辑、单项删除、批量删除、移位、剪切、复制、粘贴、优化排序等；
- 2) 文件级相关操作：文件新建、打开、保存等。

4.4.1 项目添加、删除、移位

1) 项目添加：

界面右侧显示的项目即为可添加的测试项目，点击即可添加到当前行的下方。

其中当前行为黄色高亮显示行，点击行可切换当前行。

添加一个项目后，左侧列表中自动将新添加的行设为当前行，列表中显示此项目的前 4 个主要参数设置值，所有参数均设为默认值。

2) 单项删除：

选中行高亮显示时，该行右侧  按钮即为单项删除按钮。

点击此键可删除当前行，删除前系统会给出询问提示，请确认后删除。

3) 批量删除：

为方便用户操作，系统还提供批量删除功能。标题栏右上角按钮区的  键即为批量删除键。点击此键后，项目列表中每行右侧显示一个复选框，点击需要删除的行选中复选框，然后点击右上角的“删除”按钮完成批量删除操作。

您也可以使用“全选”按钮选中所有项，或使用“反选”按钮修改选中项。

4) 项目移位:

长按项目列表中的一行可实现拖动上下移位。

4.4.2 项目剪切、复制、粘贴、优化排序

点击标题栏右上角的  键，弹出子菜单，其中包含项目的剪切、复制、粘贴、优化排序等操作。

1) **剪切**: 剪切当前行到粘贴板上。

2) **复制**: 复制当前行到粘贴板上。

3) **粘贴**: 将粘贴板上的内容复制到当前行的下方。粘贴支持跨文档操作，退出本模块时清空粘贴板。

4) **优化排序**: 自动调整测试项目顺序。

4.4.3 文档新建、打开、保存

标题栏右上角按钮区包含这 3 个文件相关操作。

1) **新建**:  新建一个测试文档，测试文件名显示在标题栏中间位置。初次使用时，文件名为空，进入程序编辑模块时，请首先新建一个文件。

2) **打开**:  进入文档管理模块，选中需要打开的文件后，点击选中行的编辑键，回到程序编辑模块。

3) **保存**:  编辑好测试项目后，点击此键保存到文件中，并退出程序编辑模块。

4.4.4 项目编辑

每个项目添加后各参数均为默认值，如需修改，可选中对应行，点击行右侧的  键进行编辑。设置完成后点击右上角的保存按钮保存数据并退出子页面。点击左上角的返回按钮也可退出子页面，退出前请按提示操作是否保存数据。

4.4.5 参数设置

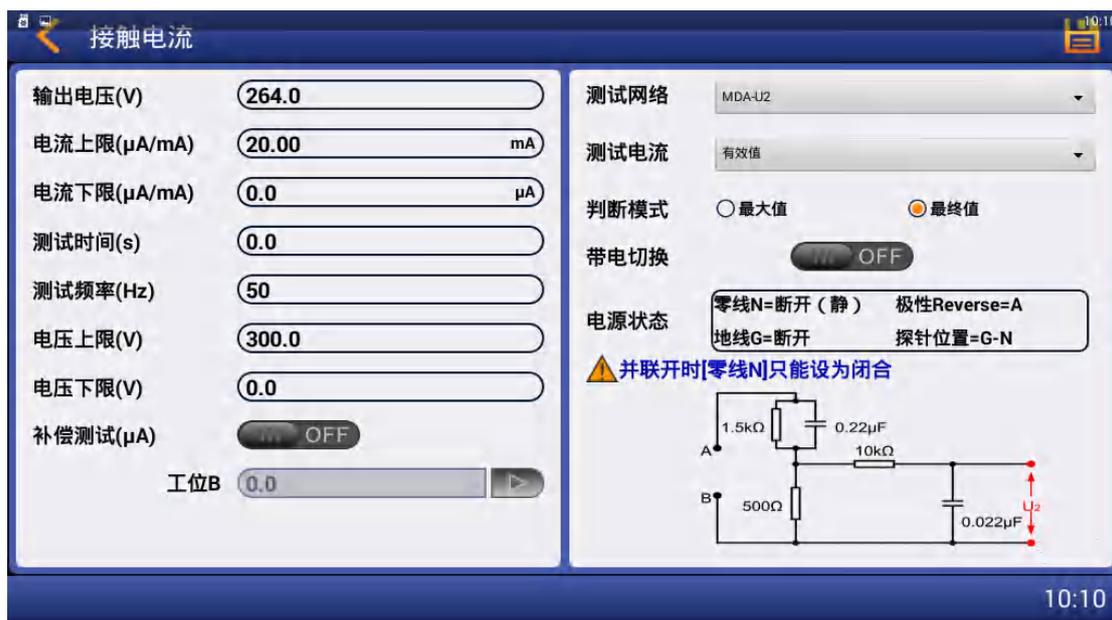
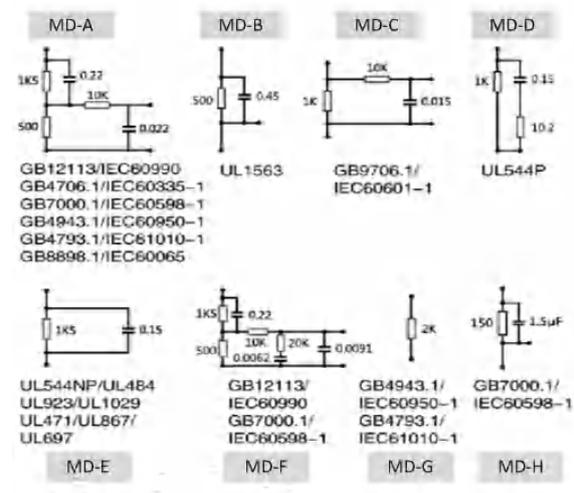


图 4-4-7 接触电流设置界面

接触电流测试相关参数定义如下：

序号	项目	输入范围	默认值	描述
1	输出电压	(0.0~300.0)V	233.0V	接触电流测试时的输出电压
2	电流上限	有效值 0.0μA~20.00mA 峰值 0.0μA~30.00mA	500μA	接触电流报警上限
3	电流下限	同上	0μA	接触电流报警下限
4	测试时间	(0.5~999.9)s, 0=连续测试	2.0s	当前步的测试时间
5	测试频率	(45~65)Hz	50Hz	输出频率
6	电压上限	(0.0~300.0)V	300.0V	输出电压报警上限
7	电压下限	(0.0~300.0)V	0.0V	输出电压报警下限
8、9	补偿测试	(0.0~1000.0) μA	0μA	补偿值

Ainuo 第 4 章基本操作

10	补偿 开关	开/关	关	是否进行补偿
11	测试 网络	MDA-U2 MDF-U3 MDC MDB MDD MDE MDG MDH	MDA-U2	<p>内置 8 人体网络</p>  <p>MD-A: 1k5, 0.22, 10k, 500, 0.022 MD-B: 500, 0.45 MD-C: 1k, 10k, 6.015 MD-D: 1k, 0.15, 10.2 MD-E: 1k5, 0.15 MD-F: 1k5, 0.22, 10k, 20k, 0.0062, 0.0091, 500 MD-G: 2k MD-H: 150, 1.5uF</p> <p>GB12113/IEC60990 GB4706.1/IEC60335-1 GB7000.1/IEC60598-1 GB4943.1/IEC60950-1 GB4793.1/IEC61010-1 GB8898.1/IEC60065</p> <p>UL1563 GB9706.1/ IEC60601-1 UL544P</p> <p>UL544NP/UL484 UL923/UL1029 UL471/UL867/ UL697 GB12113/ IEC60990 GB7000.1/ IEC60598-1 GB4943.1/ IEC60950-1 GB4793.1/ IEC61010-1 GB7000.1/ IEC60598-1</p>
12	测试 电流	有效值/峰值/交流 分量/直流分量	有效值	测试电流为有效值/峰值，其中 MDC 网络增加交流分量、直流分量测量，MDH 网络无峰值测量。
13	判断 模式	最大值/最终值	最大值	结果判定以最大值/最终值为准
14	带电 切换	ON/OFF	OFF	当存在多个测试项目时，可选择测试步与下一步之间是否切断电源。ON 表示不切断，OFF 表示切断。
15	电源 状态 -零 线 N	闭合(动)/断开(静)	断开 (静)	电源状态 点击此参数进入电源状态设置子页面进行这 4 个参数的设置，子页面中给出各种设置的电源状态示意图。
16	电源 状态 -倒 相开 关	A/B	A	
17	电源 状态 -地 线 G	闭合/断开	断开	
18	电源	G-L / G-N /	G-N	

	状态	AUTO(G-L,G-N) /		
	-探	PH-N / PH-PL		
	针位			
	置			

零线N=断开(静) 极性Reverse=A
 地线G=断开 探针位置=G-N

电源状态： 点击电源状态参数显示区，可进入电源状态设置页面，如下图所示。

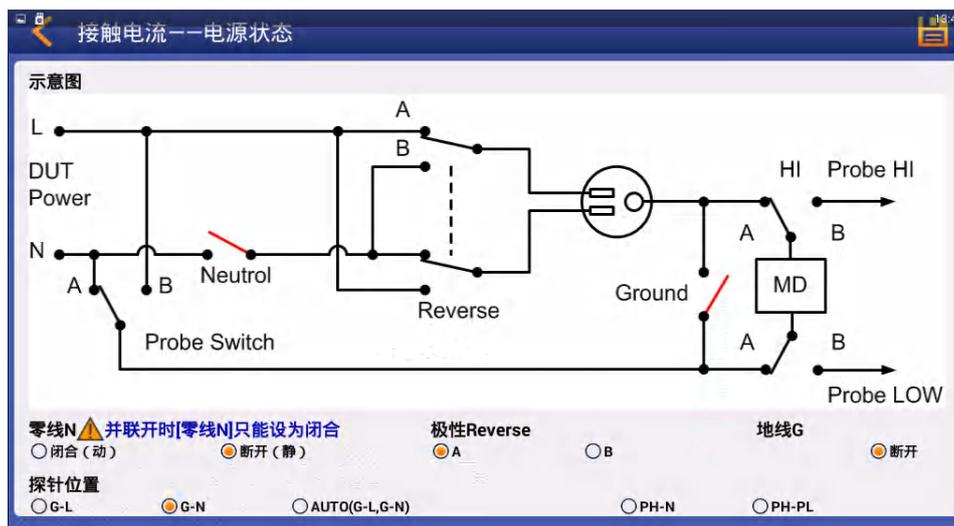


图 4-4-8 接触电流--电源状态设置界面

探针使用说明：

- 1、当探针位置选择 PH-N 时（外壳漏电流/患者漏电流测试），需要使用附件中的泄漏测试棒或者泄漏测试夹，一端连接在仪表后面板的 PH 接口，另外一端连接被测产品的可触及金属部分、外壳等。
- 2、当探针位置选择 PH-PL 时（表面间漏电流/患者辅助电流测试），需要使用附件中的泄漏测试棒和泄漏测试夹，一端分别连接在仪表后面板的 PH 和 PL 接口，另外一端连接被测产品的两处测试位置。
- 3、当探针位置选择 G-L、G-N、AUTO 时，默认为对地漏电流模式。被测产品电源插头连接在测试接线盒上即可。

4.4.6 等待测试参数设置

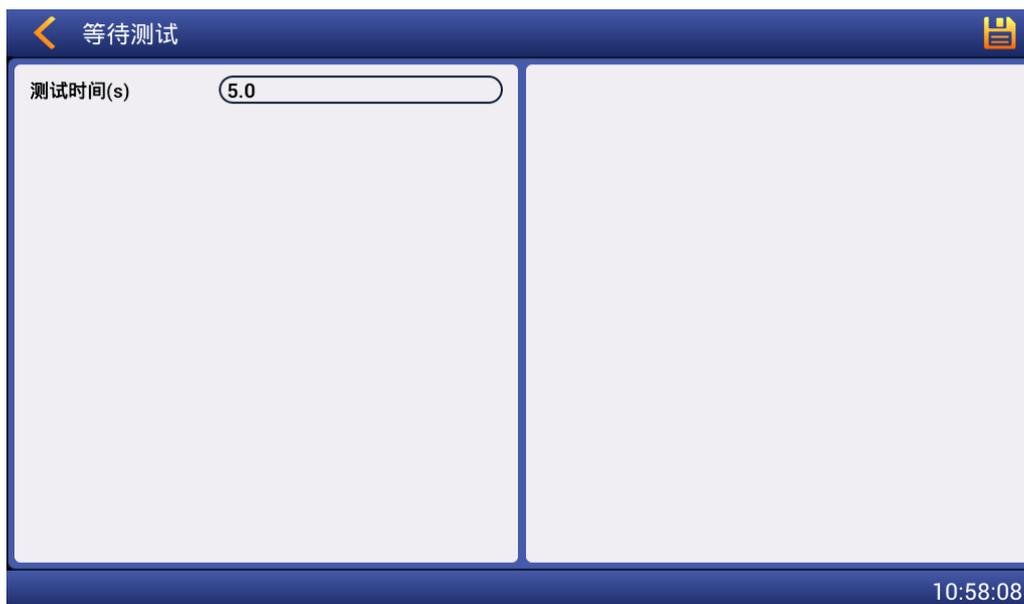


图 4-4-13 等待测试设置界面

等待测试相关参数定义如下：

序号	项目	输入范围	默认值	描述
1	测试时间	(1.0~999.9)s, 0=连续测试	5.0s	等待时间，在等待测试的过程中再次按下 START 键将会取消等待。

4.4.7 数字记忆键盘

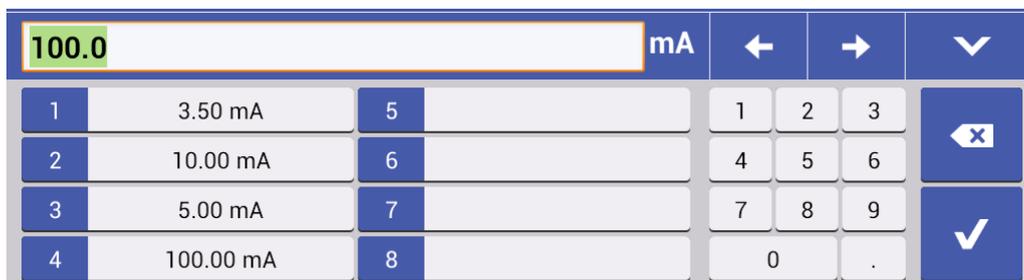


图 4-5-6 测试等待设置界面

点击一个参数时，系统弹出上图所示的数字键盘。

1) 请输入正确范围的值。输入完成后点击  键，系统自动检测输入是否合法，合法则保存设置，退出键盘；超出范围或非法则报错，并提示重新输入。

2) 每次弹出此键盘时，数字框显示当前设置值，全选显示。右侧显示参数的单位，个别参数单位可变，此时单位处显示为按键 ，点击可切换单位。

3)   用于切换光标位置。

4)  点击此键，取消输入，退出键盘。

5) 本键盘含记忆功能, 系统自动记忆每个参数的最近 8 个输入值, 方便用户快捷输入。

1	3.50 mA	5	
2	10.00 mA	6	
3	5.00 mA	7	
4	100.00 mA	8	

6)  点击此键, 删除最后一个输入字符。

7) 点击键盘上方空白处, 可退出键盘, 相当于点击  功能。

4.5 文档管理

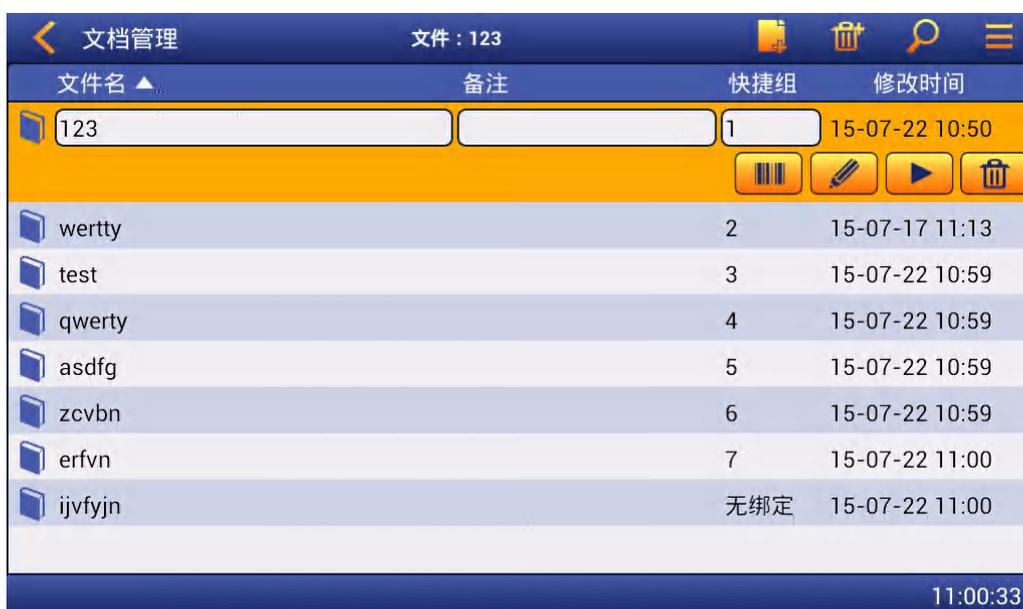


图 4-5-1 文档管理主界面

本模块用于管理所有测试文档。测试文档个数不限。每次进入此模块时文件列表自动以文件名排序。界面顶端显示当前使用的文件名, 列表中当前文件所在行高亮显示。

本模块主要功能如下:

1) **多个文件的相关操作:** 文件添加、批量删除、搜索、另存为、排序、显示方式切换、文件备份等;

2) **单个文件的相关操作:** 文件名修改、备注修改、快捷组设置、绑定条码查看、单个文件删除、执行测试、文件编辑等。

4.5.1 文件添加、批量删除

1) 文件添加:

点击界面右上角的  键, 弹出下图所示新建文件对话框。

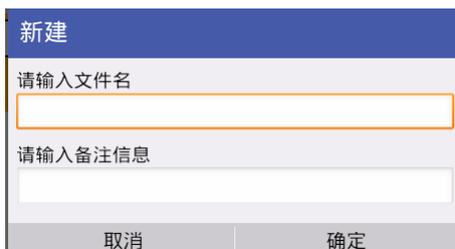


图 4-5-2 新建文件对话框

文件名可输入的最大长度为 30 个字符，如有必要可输入与该文件相关的备注信息。

设置完成后点击“确定”完成一个文件的添加。新添加的文件自动插入到列表中当前行的下方，并自动设为当前文件。新增文件对应的快捷组默认设为“无绑定”，修改时间为文件创建时间。

系统提供字母数字输入键盘，如下图所示。其中右侧的功能按钮同数字记忆键盘。

 此键用于切换字符大小写。



图 4-5-3 字符数字键盘

2) 批量删除:

为方便用户操作，系统还提供批量删除功能。标题栏右上角按钮区的  键即为批量删除键。

点击此键后，页面如下图所示。文件列表中每行右侧显示一个复选框，点击需要删除的行选中复选框，然后点击右上角的“删除”按钮完成批量删除操作。

您也可以使用“全选”按钮选中所有项，或使用“反选”按钮修改选中项。



图 4-5-4 批量删除操作页面

文件删除时，如果文件已绑定快捷组，则此快捷组取消绑定；如果文件已绑定条码信息，则对应绑定条码取消文件绑定。删除前系统给出下图所示的询问提示，请谨慎操作。

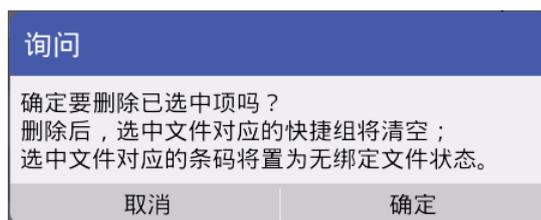


图 4-5-5 删除询问

4.5.2 文件搜索、排序

1) 文件搜索：

点击界面由上角的  按键，弹出下图所示的文件搜索对话框。

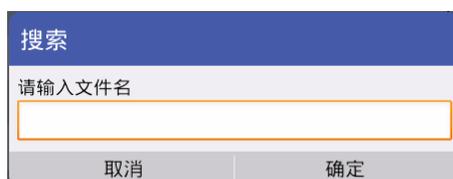


图 4-5-6 文件搜索对话框

请在字母数字键盘中输入文件名，此处文件名输入时系统提供自动完成功能，即输入一个字符后系统自动识别以此字符开头的所有文件，并以列表显示出来，方便用户直接选择。

输入完成后点击“确定”执行搜索。如果文件存在，则搜索到的文件在列表中高亮显示；文件不存在，系统给出提示信息。

2) 文件排序：

系统提供 4 种文件排序方式：文件名、备注、快捷组、修改时间。每种方式又支持正向和反向排序。

分别点击列表中的 4 个列头，执行相应排序功能。再次点击实现正、反方向排序切换。当前排序以三角图标指示，例如 **文件名 ▼** 和 **文件名 ▲** 分别代表两种排序方式。

由主界面进入此模块时，默认以文件名正向排序。由测试模块进入此模块时默认以快捷组正向排序（如果未绑定任何快捷组，则以文件名正向排序）。

4.5.3 显示方式切换、文件另存、文件备份

点击标题栏右上角的  键，弹出子菜单，其中包含以下三个菜单项：

1) 显示方式切换：

本模块支持两种显示方式：列表显示、平铺显示。系统默认列表显示。

点击“平铺显示”菜单项，切换到平铺显示模式，如下图所示。平铺显示时不支持文件排序，以当前列表显示时的排序为准。再次点击菜单项中的“列表显示”恢复到列表显示模式。



图 4-5-7 文档管理平铺显示界面

2) 文件另存为：

点击“文件另存为”菜单项，弹出文件另存对话框。此操作是将列表中高亮显示的文件复制为一个新命名的文件，原文件不变。新复制的文件插入到列表中高亮显示行的下方，并自动设置为当前文件。

3) 文件备份：

点击“文件备份”菜单项，进入文件备份子页面，如下图所示。用户可使用 U 盘将一台测试仪中的测试文件导出，也可将 U 盘中存储的测试文件导入当前测试仪。

注意，这里所用的 U 盘应满足本手册 2.3 节的要求。



图 4-5-8 文件备份界面

进入此页面时需将 U 盘接入仪表 USB 接口。U 盘接入后，系统需要一定时间检测 U 盘，请按界面提示操作，点击  按钮刷新界面显示。

页面顶端中间显示 U 盘文件的存储路径，系统将读取 U 盘中此路径下的测试文件。该路径默认为 :\\filesFromX3，路径可通过点击右上角  按钮弹出对话框修改。

此界面左侧显示为测试仪内部存储的文档信息，右侧显示为 U 盘中当前路径下存储的文档信息。请分别点击两侧底端的按钮执行文档数据的导出、导入操作。

导出、导入操作与批量删除操作类似，如下图所示，请选中需要备份的文件后，点击“执行导出”按钮完成文档导出。



图 4-5-9 执行文件导出操作界面

4.5.4 文件名修改、备注修改、快捷组

列表中选中行高亮显示时，此行中的文件名、备注及快捷组 3 列均为可编辑模式，如下图所示。



图 4-5-10 文件高亮显示时可编辑状态

1) 文件名修改:

点击“文件名”编辑区，弹出文件名修改对话框，如下图所示。请重新输入文件名。文件名一旦修改，绑定的快捷组及条码信息也随之更改。



图 4-5-11 文件名修改对话框

2) 备注修改:

点击“备注”编辑区，弹出对话框。备注信息最长为 20 字符，请根据需要设置。

3) 快捷组:

点击“快捷组”编辑区，弹出快捷组设置对话框。系统提供 1~7 共 7 个快捷组。请根据需要设置快捷组。弹出列表中显示所有未绑定的快捷组可选项。无需绑定快捷组或取消绑定时，请选择“无绑定”。

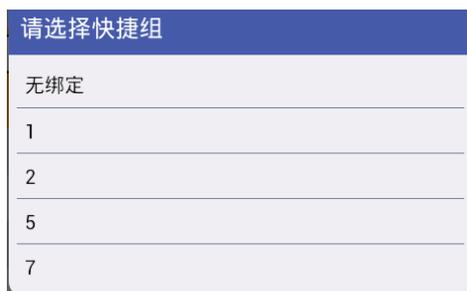


图 4-5-12 快捷组设置对话框

4.5.5 条码查看、文档编辑、执行测试、文档删除

列表中选中行高亮显示时，此行中右下角显示 4 个按键，分别实现如下功能：条码查看、文档编辑、执行测试、文档删除。

1) 条码查看:

点击  按键，弹出此行文件已绑定的所有条码信息列表，如下图所示。

已绑定的条码识别码
s/n z0
aaaa
erippg

图 4-5-13 已绑定条码信息列表

2) 文档编辑:

点击  按钮，直接进入程序编辑模块，进行此文档内测试项目的编辑。编辑完成保存后，返回文档管理模块。

3) 执行测试:

点击  按钮，直接进入测试模块执行测试。

4) 文档删除:

点击  按钮，删除此行文件。如果此行文件为当前使用文件，则当前文件自动切换为此行上方的文件。

4.6开始测试

测试模块主要功能如下:

- 1) 控制操作：启动、停止、文件打开、补偿测试等；
- 2) 其他功能：数据刷新、编号处理、数据存储等。

4.6.1 工位测试

工位测试界面如下图所示。界面从上到下主要分 5 个显示区域，依次为：标题栏，工位信息栏、项目列表、测试数据、测试结论。



图 4-6-1 工位测试待测界面

Ainuo 第 4 章基本操作

- 1) **标题栏:** 依次为返回按键、当前测试文件名、按键区。
- 2) **工位信息栏:** 如下图所示。



图 4-6-2 工位测试工位信息栏

信息栏从左至右分别为：当前测试工位、测试产品序列号、本次测试累计用时。

- 3) **项目列表:** 如下图所示。



图 4-6-3 工位测试项目列表

项目列表横向排列，项目较多时可左右滑动。

列表中每个单元格显示一个测试项目，内含 4 部分信息：左上角为项目编号，右上角为测试结论，中间为项目名称，左下角为并联标志。

测试结论: 刚进入测试页面为测试时不显示，测试中显示▶，测试合格显示✔，测试失败显示✘，测试中止显示⏸，异常情况显示⚠。

并联标志: ▶表示并联项目的起始位置，>表示后续的并联项目。

- 4) **测试数据:**

开始测试后数据显示区实时刷新正在测试的项目数据，如图 4-6-4 所示。



图 4-6-4 测试中显示

- 5) **测试结论:**

测试数据的底端显示每个测试项目的测试结论，分待测、测试中、合格、各种失败原因、测试中止等多种情况显示。不同状态以不同颜色醒目区分。

- 6) **列表显示:**

如果系统设置模块中的“结果显示”已设为“列表显示”，则测试结束后，所有测试项目将以列表的形式统一显示出来，如图 4-6-6 所示。

若测试合格，测试数据停留在最后一个项目上；若有不合格项，则列表中该项以红色高亮显示。底端测试结论为综合结论，显示合格、不合格、中止等信息。

显示屏左下角显示的是本次测试中的合格率统计信息。

序号	项目名称	输出值	实测值	结论
01	接触电流	232.0V	9.2uA	合格
02	接触电流	230.9V	8.2uA	合格
03	接触电流	230.0V	8.1uA	超上限
04	接触电流	230.7V	8.2uA	合格
05	接触电流	230.6V	8.2uA	合格
06	接触电流	230.5V	8.2uA	合格
07	接触电流	230.9V	8.1uA	合格
08	接触电流	229.9V	8.0uA	合格
09	接触电流	231.5V	8.1uA	合格

不合格

合格数/总数: 0/1=0.0% 复位: 0 0/589/589 11:04

图 4-6-6 测试结束列表显示

4.6.2 文件打开

进入测试模块时，系统自动读取当前使用的文档，测试项目显示到测试界面中，并将测试参数下发到仪表。如果测试项目较多，会看到加载进度条，请等待加载结束后再进行测试。

点击界面右上角的  按键，可切换其他文件进行测试。

点击打开按键后，直接进入文档管理模块，此时文档管理模块中的文件以快捷组进行排序。请选择需要打开的文件后，点击  按键返回测试页面。

4.6.3 启动与停止

系统提供多种启动方式，分别为本地启动，遥控启动，PLC 启动，条码启动，通讯启动共 5 种；而停止方式有本地停止，遥控停止，PLC 停止，通讯停止共 4 种。

其中本地启动、PLC 启动、条码启动这 3 种方式互斥，由系统设置模块中“启动方式”设置。遥控启动和通讯启动始终有效。

- 1) **本地启动**：即前面板的启动按键，当系统设置中“启动方式”设为本地启动时有效。
- 2) **PLC 启动**：当系统设置中的“启动方式”设为 PLC 启动时有效。
- 3) **条码启动**：当系统设置中的“启动方式”设为条码启动时有效。
非测试态，系统接受到条码后，自动启动测试；
测试态，接受到条码将新条码更新到正在测试的产品序列号。
- 4) **遥控启动**：始终有效，可接遥控盒，按下启动键会启动相应工位测试。

- 5) **通信启动:** 始终有效, 详见通信协议。
- 6) **等待状态下的启动:** 当正在执行等待测试中, 使用任意一种启动功能, 都会立即结束本次等待, 进入下一项测试。
- 7) **各种停止:** 停止操作无限制, 任何时候都有效。

4.6.4 补偿测试

点击右上角的  按键, 弹出菜单栏, 选择“补偿测试”菜单项, 可执行补偿测试。

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。

2) 补偿测试的接线:

- a) 接地测试夹短接在测试盒的接地端子上, 保障接地回路短路;
- b) 将待测物从测试盒上取下, 保障高压回路开路;

3) 补偿测试办法:

在程序编辑模块中, 可直接进行单个项目的补偿测试, 详见程序编辑相关章节。

在测试模块中, 补偿测试是针对整个测试文档中所有测试项目的, 即一次性进行整组项目的补偿测试。

补偿测试过程中测试仪按补偿参数上下限进行判定。补偿测试结束后, 系统自动弹出提示信息, 如图 4-6-11 所示。补偿测试通过后, 则可选择是否保存补偿值; 选择保存, 实测补偿值将写入当前测试文件中, 以后都可自动调用, 无需再次执行补偿测试。

4.6.5 数据存储

测试结束后系统自动将测试数据保存到数据库中。在系统设置模块中的参数“数据存储”参数用于设置此处测试结束后是否保存数据。

- 1) 全部: 所有测试数据一律保存;
- 2) 合格: 仅当综合结论为合格时保存测试数据;
- 3) 失败: 仅当综合结论为失败时保存测试数据;
- 4) 不存: 不保存测试数据。

4.7 数据查询

本模块用于查询历史数据。进入此模块后默认不查询任何数据, 请点击查询获取数据。

本模块主要功能如下: 数据查询、批量删除、数据导出。

4.7.1 数据查询

点击界面右上角的  按键, 弹出查询条件设置对话框, 如图 4-7-2 所示。



图 4-7-2 设置查询条件

系统支持 3 种查询条件的设置。每种条件各有一个复选框，可选择是否有效。

- 1) **时间：**请设置查询数据的开始时间和结束时间，点击时间编辑框弹出时间设置对话框，如图 4-7-3 所示。时间设置后，将仅查询此时间段内的测试数据。



图 4-7-3 设置时间页面

- 2) **产品编号：**选中此项，需在右侧输入一个产品编号，将精确查询此编号对应的测试数据。
- 3) **测试文档：**可勾选该项，根据测试文档对查询结果进行筛选。
- 4) **综合结论：**选中此项时，请选择查询综合结论为合格或不合格的测试数据；否则查询所有测试数据。

以上设置完成后，请点击“确定”按钮执行查询。查询过程中界面显示如图 4-7-4 所示的提示信息，请耐心等待。查询结束后，界面显示已查询到的所有数据。

其中标题栏下方一行左侧显示查询到的记录总数；右侧可输入要跳转到的记录编号，点击▶按钮执行快速跳转。

主列表分上下两屏显示，上方为索引区，显示产品序列号及对应的测试总结论；下方为数据区，逐条显示当前选中行所对应产品的所有测试数据，并随索引变化实时刷新。

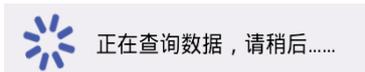


图 4-7-4 查询中提示界面

4.7.2 批量删除

点击界面右上角的  按键可执行测试数据的批量删除，此操作是将测试数据从数据库中永久删除，请谨慎操作。

4.7.3 数据导出

点击界面右上角的  按键可将已查询到的所有数据导出到 U 盘中。导出前请先将 U 盘接入仪表的 USB 接口，等待仪表识别到 U 盘后再执行导出。导出时，界面显示导出进度条，如图 4-7-5 所示。数据量较大时，导出过程较长，请耐心等待。导出过程中点击进度条界面中的“取消”按键可停止导出操作。

注意，这里所用的 U 盘应满足本手册 2.3 节的要求。

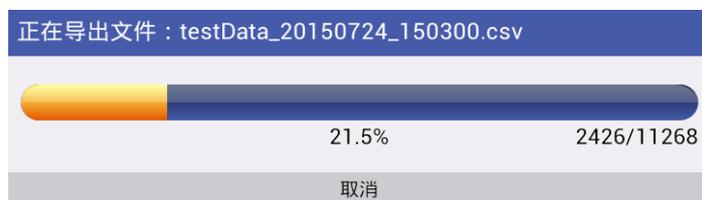


图 4-7-5 数据导出进度条

数据以.csv 格式的文件导出到 U 盘根目录下，文件名由 testData 加当前日期时间组合而成。此文件可用 Excel 打开，文件中逐行显示每个产品的详细测试数据。

4.8 条码设置

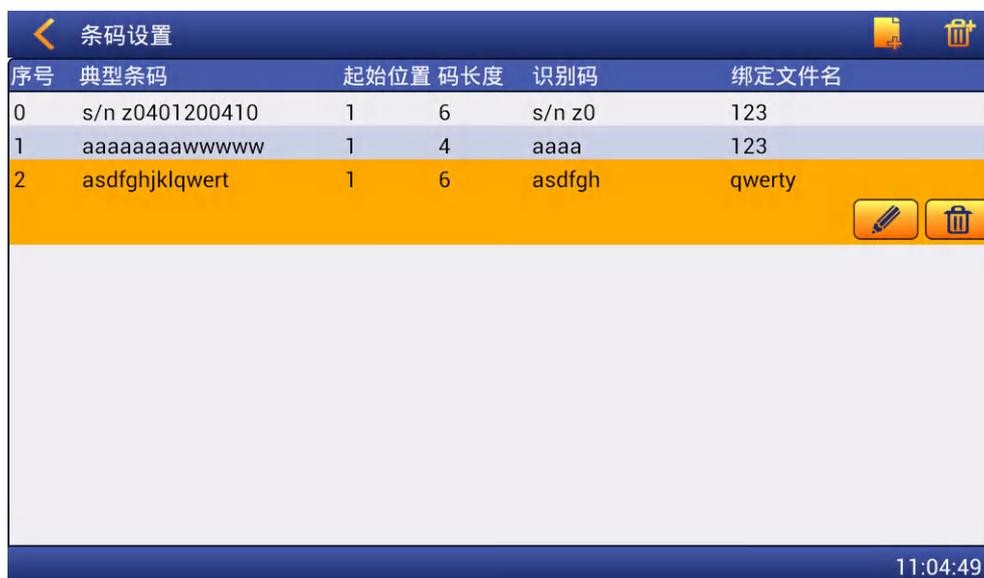


图 4-8-1 条码设置界面

本模块用于管理典型条码。用户可在此模块中为每个产品型号编辑一个典型条码，用于产品测试时自动识别条码型号。

每个典型条码可定义其识别码（即此类条码中不变的部分），为其绑定一个测试文档。

系统支持一个测试文档绑定到多个典型条码上。

在测试模块中，当扫描到条码后，系统自动按照先后顺序检索匹配的识别码，以第一个匹配的识别码为准，然后自动调用其绑定的测试文档进行测试。在系统设置模块中条码编号处可设置是否自动调用绑定文件。

本模块主要功能如下：条码添加、条码修改、批量删除、单项删除等。

4.8.1 条码添加

点击界面右上角的  按键，弹出条码添加对话框，如图 4-8-2 所示。

请依次输入典型条码（随意一个型号对应的条码即可，此处支持条码扫描输入），识别码的起始位置（从 1 开始），识别码的长度，等 3 个参数。输入结束后，系统自动获取识别码显示在下方。最后请选择一个绑定文件。设置完成后，点击“确定”按钮完成一个典型条码的添加。



图 4-8-2 条码添加界面

4.8.2 条码修改

条码添加完成后可随时修改设置。在条码列表中选中需要修改的行，高亮显示后，点击右下角的  按键，弹出条码修改对话框，界面与条码添加类似，请修改参数后，点击“保存”完成修改。

4.8.3 批量删除

点击界面右上角的  按键可执行典型条码的批量删除，此操作是将条码信息从数据库中永久删除，请谨慎操作。

4.8.4 单项删除

点击列表中高亮显示行右下角的  按键，可执行一个典型条码的删除操作。

4.9 设备维护

此模块用于产品出厂调试检定，开发维修等。目前不对客户开放。

4.10 高级应用

此模块目前不对客户开放。

4.11 关机

在使用结束后，请按以下顺序关机：

- 1) 停止测试；
- 2) 关闭前面板上的电源开关；
- 3) 拆除被测体。



- 1) 禁止频繁开关机，下次开机应至少间隔 30s！
- 2) 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！

4.12 初次使用操作流程

初次使用本仪表时，请按照以下顺序进行操作。

- 1) 打开测试仪，进入主界面。
- 2) 进入【系统设置】模块，进行系统参数设置。
- 3) 进入【文档管理】模块，新建一个测试文档，点击列表中高亮显示行中的  按键，
进入【程序编辑】模块，设置测试项目，保存设置返回到主界面。
- 4) 如果需要使用条码启动，请进入【条码设置】模块，编辑条码，绑定测试文档。
- 5) 连接好被测体，如图 4-12-1 所示。
- 6) 进入【开始测试】模块，执行测试。
- 7) 如需查询数据，请进入【数据查询】模块进行查询导出等操作。

第 5 章使用接口

本章概要：

- 报警灯接口
- 遥控接口
- PLC 接口
- 条码扫描仪接口
- 通信接口
- U 盘接口
- 外部设备扩展接口
- 外接选组器接口

5.1 报警灯接口

报警灯接口为有源信号输出接口，采用 5P 航空插座（公），如图 5-1-1 所示。

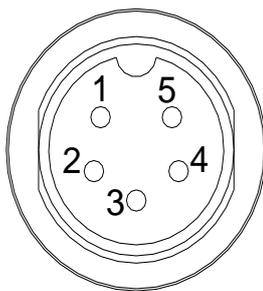


图 5-1-1 报警灯口插座（公）

引脚定义：

- 1) 1—4 导通：正在测试
- 2) 2—4 导通：测试结果合格
- 3) 3—4 导通：测试结果不合格，或异常报警
- 4) 4 为公共端（电源高端，+12VSW）
- 5) 5 为空针。

选配附件为三色报警灯，将三色报警灯 5P 航空插头插在后面板的 5P 报警灯接口插座上即可。



注意

在开机自检时 1—4、2—4、3—4 会同时导通，此时最大的允许输出总电流为 450mA，单一通道为 150mA，如果自制报警灯，请注意此问题！

5.2 遥控接口

遥控接口为有源信号输入接口，采用 3P 航空插座（公），如图 5-2-1 所示。

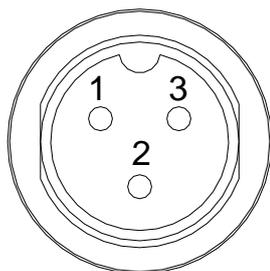


图 5-2-1 遥控口插座（公）

引脚定义：

- 1) 1—2 导通：停止测试
- 2) 1—3 导通：启动测试
- 3) 1 为公共端（电源低端，GND）

选配附件为遥控盒，将遥控盒 3P 航空插头插在左侧板的 3P 遥控口插座上即可，启动键、停止键与前面板上的启动键、停止键等效。



如果自制遥控开关，务必使用无源非自锁开关！

5.3 PLC 接口

采用 9 针的航空插头（公），提供 PLC 遥控输入输出控制信号（可与 PLC 控制器链接）和测试状态开关量输出信号，如图 5-4-1 所示。这些连接端子和 9 针航空插头（母）型连接器互相匹配，须由使用者自备。为了能达到最佳的效果，建议使用屏蔽线作为控制和输出信息的连接线。为了不使屏蔽线连成一个回路而影响屏蔽效果，只能将屏蔽线一端的屏蔽网接地。

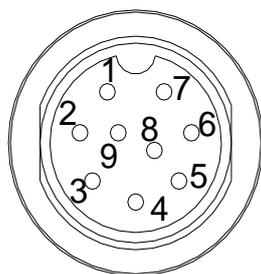


图 5-3-1 PLC 接口插座（公）

若要使用 PLC 启动功能，必须将测试仪【系统设置】中的【启动方式】选择为 PLC，此时，前面板的“START”按键将不可用；若要使用 PLC 测试状态输出功能，也要在系统设置界面进行设置。

各针定义如表 5-3-1 所示。

表 5-3-1 PLC 口各针定义

输入/输出	序号	信号名称	描述
遥控信号输入	9	START	启动信号
	7	COM	公共地
	8	STOP	停止信号
测试状态信号输出	1	TESTING	测试中
	2		
	5	PASS	测试通过
	6		
	3	FAIL	测试失败
	4		



遥控输入信号均使用开关量输入（如 PLC），绝对不能接任何其他的电压或电流源，如果输入其他的电源，会造成测试仪内部控制电路的损坏或误动作。

5.4 条码扫描仪接口

采用 DB9 插座（公），与艾诺公司的条码扫描器配合使用。如图 5-4-1 所示。

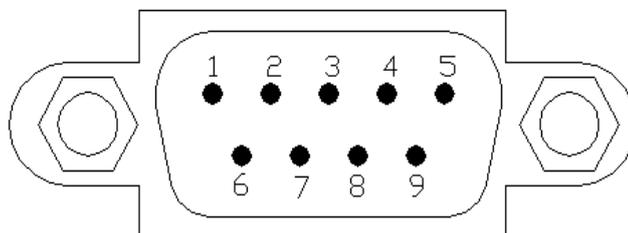


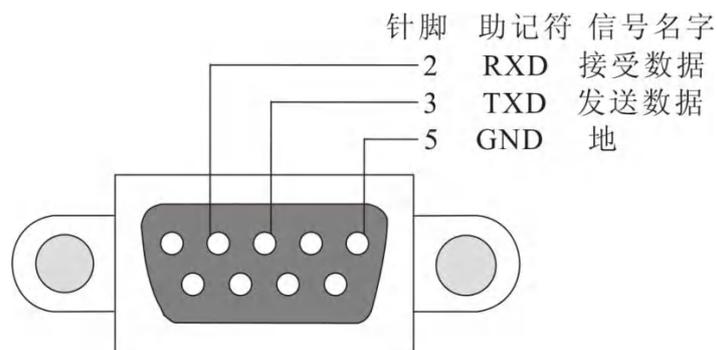
图 5-4-1 通信口插座（公）

RS232 接口引脚定义（A/B 工位定义相同）：

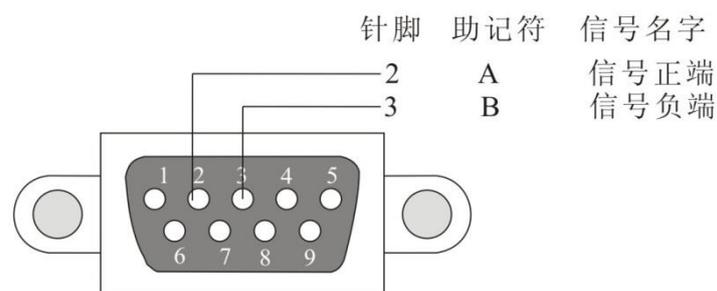
- 1) 2: RXD, 接收数据
- 2) 5: GND, 地

5.5 通信接口

本测试仪提供的通信接口为 1 个 RS232 接口（可选配 RS485），上位机与此接口相连，可实现对本测试仪的控制。采用 9 针 D 型连接器（公口），信号定义如图 5-5-1（a）和（b）所示；



(a) RS232 接口信号定义



(b) RS485 接口信号定义

图 5-5-1 通信接口定义



使用通信功能时，请注意连接计算机的顺序：关闭本测试仪电源，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。

5.6 U盘接口

U 盘接口为标准 USB 接口，位于测试仪的正面下方位置。

5.7 外部设备扩展接口

通信口为 RS232 接口，采用 DB9 插座(公)，如图 5-8-1 所示。此接口是一个标准 RS-232 接口，可与其他的 RS-232 设备交互控制。

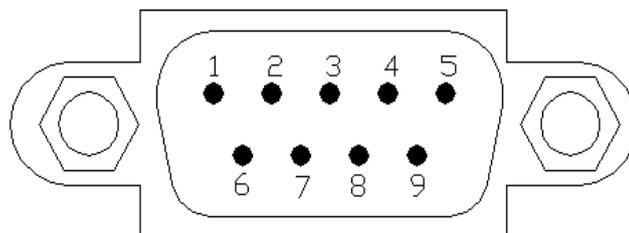


图 5-8-1 通信口插座（公）

RS232 接口引脚定义：

2: RXD, 接收数据

3: TXD, 发送数据

5: GND, 地

5.8 外接选组器接口

采用 1 个 6-Pin 欧式端子台端子, 使用外部外部选组器调组, 最多可调 7 组。

测试仪允许用户输入 PM0、PM1 和 PM2 三位开关量译码任意选择 7 个测试组别中的其中之一, 选择将在 STB 的上升沿有效, 如表 5-4-2 所示:

表 5-4-2 遥控信号

开关量输入			选通控制	有效记忆组
PM2	PM1	PM0	STB	
0	0	0		无操作
0	0	1		(1 组)
0	1	0		(2 组)
0	1	1		(3 组)
1	0	0		(4 组)
1	0	1		(5 组)
1	1	0		(6 组)
1	1	1		(7 组)

注: 1、 0---代表断开开关量, 1---代表闭合开关量;

2、 STB 由闭合转为断开, 视为一个有效上升沿, 控制时间见图 5-2 遥控测试组选择时序图;

3、“断开”开关量指与 COM 间开路, 闭合指与 COM 间短路。PLC 口选择组别时需遵照如图 5-4-2 所示的时序图。

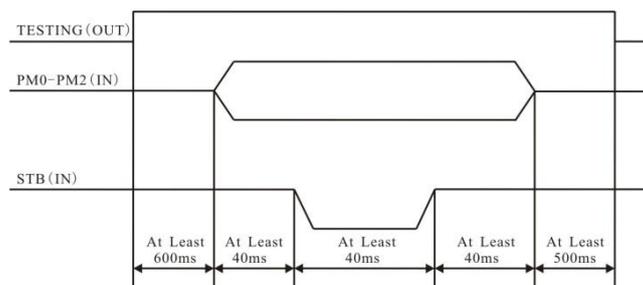


图 5-4-2 遥控选择测试组时序



图 5-4-2 中的 TESTING 为输出信号，系统不允许在测试期间调用测试组，否则该调用指令将会被忽略。

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

6.1.1 定期维护



如果您使用的测试仪需要校准,请与艾诺公司客服中心联系。

- ◆ 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。

6.1.2 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)应断电 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。

6.1.3 使用者的限制

禁止擅自打开测试仪的机壳,以防意外触电;更不允许擅自更改测试仪的线路或零件,如有更改,测试仪的品保承诺将自动失效。如发现测试仪被擅自更改,本公司技术人员将会把测试仪复原,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。	检查并确认测试仪电源线可靠连接。
2	测试仪出现死机状态。	关机,等待 30s 后重新开机。
3	测试仪与计算机无法通信。	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。

		<ol style="list-style-type: none">2. 检查并确认通信线连接正确可靠。3. 检查并确认已正确安装通信软件。4. 检查并确认选择的通信接口正确。5. 检查并确认测试仪的地址设置符合计算机通信要求。6. 检查并确认计算机和测试仪的波特率设置一致。
4	执行测试文件导入/导出、测试数据导出操作时无法识别 U 盘	检查所用 U 盘是否符合本手册 2.3 节要求。

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，且禁止在测试仪上叠放任何物品。

6.3.2 运输

1 包装

测试仪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 先用塑料袋将测试仪封好；
- 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测试仪一起包装，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
- 性能指标
- 外部接口
- 附件说明

7.1 整机规格

表 7.1 整机规格

安装位置	室内，海拔不高于 2000 米	
使用环境	温度	0~40℃
	湿度	40℃, (20~90) %RH
存储环境	温度	-10~50℃
	湿度	50℃, 90%RH, 24h
输入电源	AC, 220V±10%, 50Hz±5%, 10A	
功耗	小于 50W	
外型尺寸 (mm)	483 (W) x 178 (H) x 550 (D)	
重量	约 15kg	

7.2 性能指标

表 7.2 性能指标

接触电流/泄漏电流测试	
测试方式	单相负载，工作温度下泄漏电流（动态）和非工作温度下泄漏电流（静态），G-L、G-N、AUTO(G-L、G-N)、PH-N、PH-PL；需要外配隔离变压器或变频电源，提供测试所需电压和频率。
工作电源状态	极性：开、关、自动；零线：开、关；地线：开、关
内置 8 人体网络	<p>MD-A: 1k5, 0.22, 10k, 500, 0.022 GB12113/IEC60990, GB4706.1/IEC60335-1, GB7000.1/IEC60598-1, GB4943.1/IEC60950-1, GB4793.1/IEC61010-1, GB8898.1/IEC60065</p> <p>MD-B: 500, 0.45 UL1563</p> <p>MD-C: 1k, 10k, 0.015 GB9706.1/IEC60601-1</p> <p>MD-D: 1k, 0.15, 10.2 UL544P</p> <p>MD-E: 1k5, 0.15 UL544NP/UL464, UL923/UL1029, UL471/UL867/UL697</p> <p>MD-F: 1k5, 0.22, 10k, 20k, 0.0091, 500, 0.0062 GB12113/IEC60990, GB7000.1/IEC60598-1</p> <p>MD-G: 2k GB4943.1/IEC60950-1, GB4793.1/IEC61010-1</p> <p>MD-H: 150, 1.5μF GB7000.1/IEC60598-1</p>
报警电压设置	范围: (0.0V~300.0V) AC, 分辨力: 0.1V, 判定误差: ± (0.4% × 设定值+0.1% × 量程)

Ainuo 第7章技术规格

电压测量	范围: 10.0V~300.0V、45Hz~65Hz 测量误差: 20.0V~300.0V: $\pm (0.4\% \times \text{读数} + 0.1\% \times \text{量程})$
负载电流	上限: 20A
接触电流/泄漏 电流上下限设置 (有效值)	范围: 0.0 μ A~20.00mA, 分辨力: 0.1 μ A/1 μ A/0.01mA 判定误差: DC、15Hz $\leq f \leq$ 100kHz: $\pm (1.5\% \times \text{设定值} + 10 \text{个字})$ 100kHz $< f \leq$ 1000kHz: $\pm 5\% \times \text{设定值}$
接触电流/泄漏 电流上下限设置 (峰值)	上限、下限范围: 0.0 μ A~30.00mA, 分辨力: 0.1 μ A/1 μ A/0.01mA 判定误差: DC: $\pm (2\% \times \text{设定值} + 2 \mu \text{A})$ 15Hz $< f \leq$ 1000kHz: $\pm (10\% \times \text{设定值} + 2 \mu \text{A})$
接触电流/泄漏 电流测量(有效 值)	0.0 μ A~999.9 μ A: DC、15Hz $\leq f \leq$ 100kHz: $\pm (1.5\% \times \text{读数} + 10 \text{个字})$ 100kHz $< f \leq$ 1000kHz, 10.0 μ A~999.9 μ A: $\pm 5\% \times \text{读数}$ 1000 μ A~7999 μ A: DC、15Hz $\leq f \leq$ 100kHz: $\pm (1.5\% \times \text{读数} + 10 \text{个字})$ 100kHz $< f \leq$ 1000kHz: $\pm 5\% \times \text{读数}$ 8.00mA~20.00mA: DC、15Hz $\leq f \leq$ 100kHz: $\pm (1.5\% \times \text{读数} + 10 \text{个字})$ 100kHz $< f <$ 1000kHz: $\pm 5\% \times \text{读数}$
接触电流/泄漏 电流测量(峰值)	0.0 μ A~999.9 μ A: DC: $\pm (2\% \times \text{读数} + 2 \mu \text{A})$ 15Hz $< f \leq$ 1000kHz, 10.0 μ A~999.9 μ A: $\pm (10\% \times \text{读数} + 2 \mu \text{A})$ 1000 μ A~7999 μ A: DC: $\pm (2\% \times \text{读数} + 2 \text{字})$ 15Hz $< f \leq$ 1000kHz: $\pm (10\% \times \text{读数} + 2 \text{字})$ 8.00mA~30.00mA: DC: $\pm (2\% \times \text{读数} + 2 \text{字})$ 15Hz $\leq f \leq$ 100kHz: $\pm (10\% \times \text{读数} + 2 \text{字})$
接触电流/泄漏 电流上下限设置 (交流分量)	0.0 μ A~999.9 μ A: 15Hz $\leq f \leq$ 30Hz: $\pm (3\% \times \text{设定值} + 5 \text{字})$ 30Hz $< f \leq$ 100kHz: $\pm (2\% \times \text{设定值} + 3 \text{字})$ 100kHz $< f \leq$ 1000kHz: $\pm 5\% \times \text{设定值}$ 1000 μ A~7999 μ A: 15Hz $\leq f \leq$ 100kHz: $\pm (2\% \times \text{设定值} + 3 \text{字})$ 100kHz $< f \leq$ 1000kHz: $\pm 5\% \times \text{设定值}$ 8.00mA~20.00mA: 15Hz $\leq f \leq$ 1000kHz: $\pm 5\% \times \text{设定值}$
接触电流/泄漏 电流测量(交流 分量)	10.0 μ A~999.9 μ A: 15Hz $\leq f \leq$ 30Hz: $\pm (3\% \times \text{读数} + 5 \text{字})$ 30Hz $< f \leq$ 100kHz: $\pm (2\% \times \text{读数} + 3 \text{字})$ 100kHz $< f \leq$ 1000kHz, 10.0 μ A~999.9 μ A: $\pm 5\% \times \text{读数}$ 1000 μ A~7999 μ A: 15Hz $\leq f \leq$ 100kHz: $\pm (2\% \times \text{读数} + 3 \text{字})$ 100kHz $< f \leq$ 1000kHz: $\pm 5\% \times \text{读数}$ 8.00mA~20.00mA: 15Hz $\leq f \leq$ 1000kHz: $\pm 5\% \times \text{读数}$
接触电流/泄漏 电流上下限设置 (直流分量)	0.0 μ A~999.9 μ A: $\pm (2\% \times \text{设定值} + 3 \text{字})$ 1000 μ A~7999 μ A: $\pm (2\% \times \text{设定值} + 3 \text{字})$ 8.00mA~20.00mA: $\pm (5\% \times \text{设定值})$
接触电流/泄漏 电流测量(直流 分量)	10.0 μ A~999.9 μ A: $\pm (2\% \times \text{读数} + 3 \text{字})$ 1000 μ A~7999 μ A: $\pm (2\% \times \text{读数} + 3 \text{字})$ 8.00mA~20.00mA: $\pm (5\% \times \text{读数})$
接触电流补偿	范围: 0.000~1.000mA, 自动测量或手动输入, 可打开或关闭。
测试时间	范围: 0, (0.5~999.9), 0为无限长, 分辨力: 0.1s, 误差: $\pm (0.1\% \times \text{设定值} + 2 \text{个字})$, (测试方式为 AUTO (G-L、G-N) 时, 时间各 1 半)
输入阻抗	\leq 100kHz 5%; $>$ 100kHz 10%
频率响应	$\pm 5\%$, 仅对 GB12113 图 4 和图 5 网络有效。

7.3 外部接口

表 7.3 外部接口

报警灯接口	标配, 可接红黄绿组合报警灯
遥控接口	选配, 可 2 键遥控器开关
通信接口	标配, RS232, 选配 RS485/GPIB
PLC 接口	标配, 可接 PLC 控制器
USB 接口	标配, 可接 U 盘
条码接口	标配, 可接串口条码扫描仪
选组器接口	标配, 可接选组器
RS232 扩展接口	标配, 可接外部设备 (AN960-08 等)

7.4 附件

表 7.4 附件说明

附件名称	规格	是否标配
测试盒	10A+16A 插座, 1.5m 线	√
辅助电源线	辅助电源线 (带绿端子)	√
电源线	0.75 (灰 10A*2 米)	√
泄漏测试棒	AN160-11 (泄漏测试棒-1-2.5m-高压电线-高压插头-红色) (V1.0)	√
泄漏测试夹	AN160-07C (泄漏测试夹-1-2.5m-高压电线-圆高压插头-红色-1640H) (V1.0)	√
用户服务手册	中英文 V1.2	√
用户手册	AN1620P(V3) (V1.0)	√
合格证	中英文 (V1.1)	√

附录 A 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
- 电弧测试
- 充电电流测试
- 泄漏电流测试
- 功率和启动测试

A.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，要有相应的测试仪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。

A.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的间的导通电阻。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 BSA 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 100mΩ，同时电流必须持续 60s，而电阻值必须维持在 100mΩ 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 500mΩ，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 mΩ，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。

A.3 绝缘电阻测试

绝缘电阻测试主要测量器具火线与机壳的间的电阻。测量的方式是依照欧姆定律的原理，在火线与机壳的间加一个电压，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的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) 零部件的间的距离不够；
- (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。

A.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下，如果产品能够在这种恶劣的环境下还能维持正常状况，就可以确定在正常的环境下工作，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的间施加规定电压，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 的

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。

A.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。

A.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。

A.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，一定会引起测试仪器的误判，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。

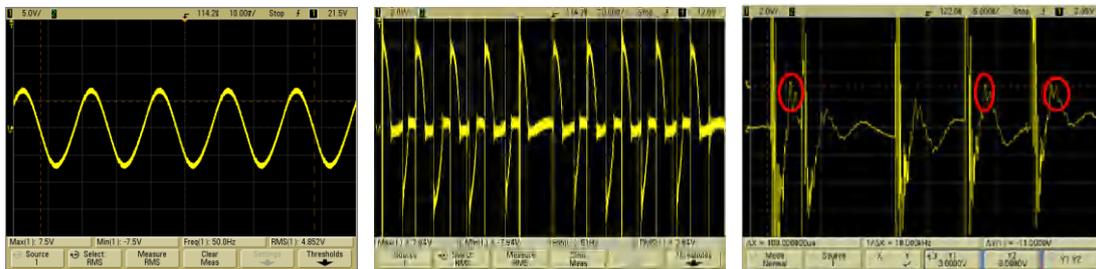
与交流测试不一样，直流耐压测试只能单一极性测试，如果产品要使用于交流电压下，这个缺点必须被考虑。这也是大多数安规单位都建议使用交流耐压测试的原因。

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。

A.4.4 电弧侦测与耐压测试的区别

电弧

电弧实际上是一种气体放电现象，电流通过某些绝缘介质（例如空气）所产生的瞬间火花，其波形如下图 B-4-1，图 B-4-1 (c) 中红色圆圈处为几个电弧电流波形。影响电弧的因素有电压、距离、电流、材料的污染等级等。



(a) 无电弧波形 (b) 有电弧波形 (c) 电弧展开波形

图 B-4-1 电弧波形示意图

耐压测试

耐压测试是对各种电气设备、绝缘材料和绝缘结构等的抗电性能进行检测和试验的措施。是对电气强度的考核，电气强度是指各种低压电器装置、绝缘材料和绝缘结构的抗电性能(耐压能力)，耐压测试通过在绝缘体上施加规定的工频试验电压来考核其抗电性能；其测试的目的是：

- 检查电气设备绝缘制造或检修质量；
- 排除因原材料、加工或运输对绝缘的损伤，降低产品早期失效率；
- 检验绝缘的电气间隙和爬电距离；
- 检验绝缘材料的绝缘强度。

绝缘强度好坏的判定依据是耐压测试期间不应出现异常声响，也不应出现飞弧或击穿现象。目前耐压测试仪一般通过“测量流过绝缘体的电流有效值 I_{RMS} （频率为工频 50Hz 或 60Hz）”来判断绝缘特性是否符合要求；这种方法可以有效检出绝缘体中电流的变化或直接击穿的缺陷，但很难检测出因电气间隙和爬电距离不够而产生的飞弧、放电或火花放电等缺陷，这些缺陷会产生频率多在（3k~250k）Hz 范围内的脉冲电流，而电流有效值测量无法识别，因此需要借助电弧侦测来识别这些绝缘缺陷。

A.5 放电、电弧、闪络和击穿的定义

A. 5. 1 气体放电

电离气体中的电传导。【GB/T 2900.1-2008】

A. 5. 2 电弧

一种自持气体导电，其大多数载流子为一次电子发射所产生的电子【GB/T 2900.1-2008】

A. 5. 3 电火花

短暂的亮度小的电弧。【GB/T 2900.1-2008】

A. 5. 4 放电

由电子雪崩开始，二次过程为补充，使载流子穿过原为绝缘介质的不连续运动。

A. 5. 5 电击穿

绝缘介质的全部或部分突然变成导电介质而导致的放电。【GB/T 2900.1-2008】

A. 5. 6 击穿电压

在规定的试验条件下或在使用中发生击穿时的电压。【GB/T 2900.5-2008】

A. 5. 7 耐电压

在规定的试验条件下，施加在试样上不引起击穿和/或闪络的电压。【GB/T 2900.5-2008】

A. 5. 8 闪络

在气体、液体或真空中发生的部分沿着固体绝缘表面的击穿。【GB/T 2900.5-2008】

闪络是在高电压作用下，气体或液体介质沿绝缘表面发生的破坏性放电。其放电时的电压称为闪络电压。发生闪络后，电极间的电压迅速下降到零或接近于零。闪络通道中的火花或电弧使绝缘表面局部过热造成炭化，损坏表面绝缘。沿绝缘体表面的放电叫闪络。而沿绝缘体内部的放电则称为是击穿。

A. 5. 9 气体导电

电离气体中的电传导。【GB/T 2900.1-2008】

A. 5. 10 电晕

在紧靠导体或绝缘较差导体的表面的气体中，因该导体远离其他导体而产生强发散电场，使该部位出现的局部放电。电晕通常伴随发光和噪声。【GB/T 2900.5-2002】

A.6 充电电流测试相关

a) 充电电流测试定义

充电电流指的是在测试仪电压输出过程中捕捉到的最大峰值电流。一般针对容性负载设定，用以判断负载是否开路。

b) 充电电流测试意义

在直流耐压测试或者绝缘电阻测试时，使用者往往只关心被测物的下限是否超标。如果被测物没有良好接到测试回路中，比如开路往往会导致误判。而容性负载的测试稳定电流往往又比较小，难以通过设定上限报警的形式予以判别，此时可通过充电电流测试来判断被测物是否连接在回路中。

c) 充电电流测试的原理

如下图所示，在电压缓升的过程中，被测物的电流会随着增大，测试仪会自动记录缓升过程中的电流峰值 I_{pk} 。当缓升过程结束后判断当前测试的峰值是否大于用户设定的充电下限电流 I_{charge} ，若 $I_{pk} > I_{charge}$ 则证明负载良好接入，否则视为开路，测试仪报警。

用户在设定充电下限电流的时候既可以手动输入，也可以在光标选中的时候按下“START”键自动获取。

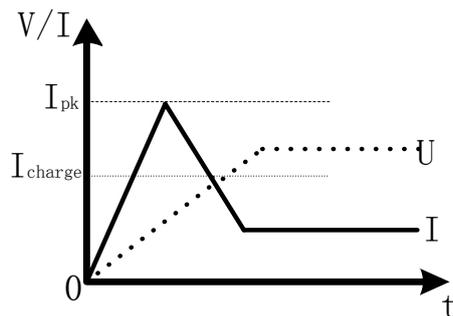


图 B-6-1 充电电流测试原理示意图

A.7 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，通常只有医疗测试仪有这项测试要求。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。

A.7.1 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 B-7-1 所示，第二步如图 B-7-2 所示。

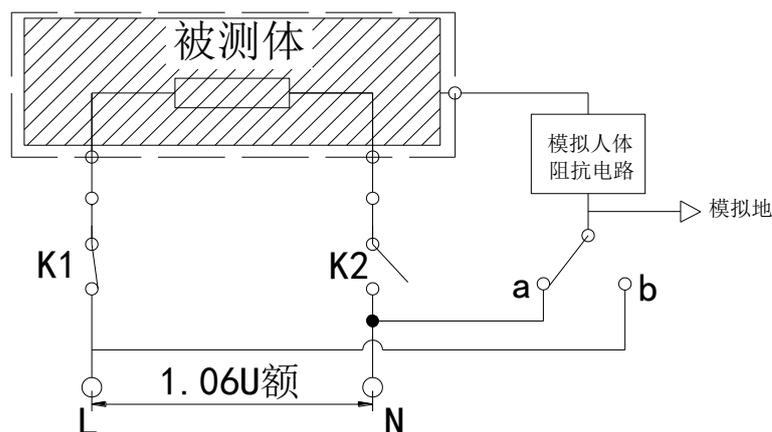


图 B-7-1 静态泄漏第一步

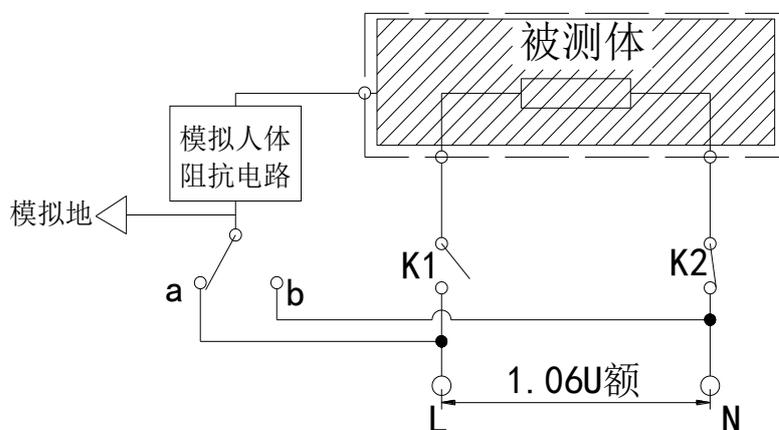


图 B-7-2 静态泄漏第二步

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 B-7-3 所示，第二步如图 B-7-4 所示。

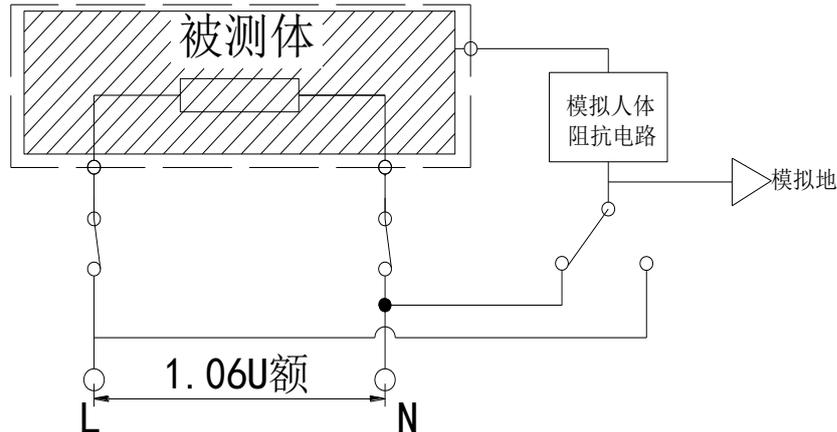


图 B-7-3 动态泄漏第一步

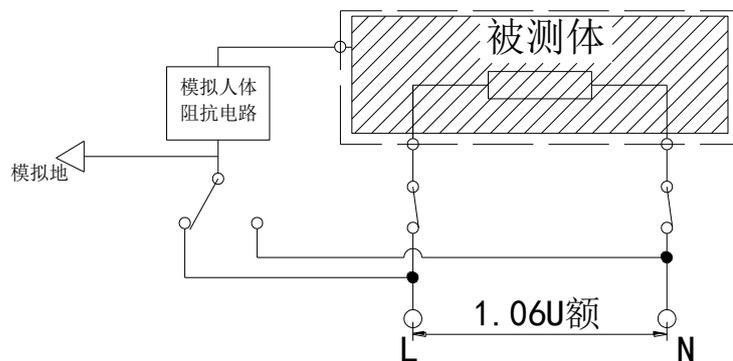


图 B-7-4 动态泄漏第二步

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。

A.7.2 泄漏的人体模拟网络

泄漏的人体模拟网络如图 B-7-5 所示。

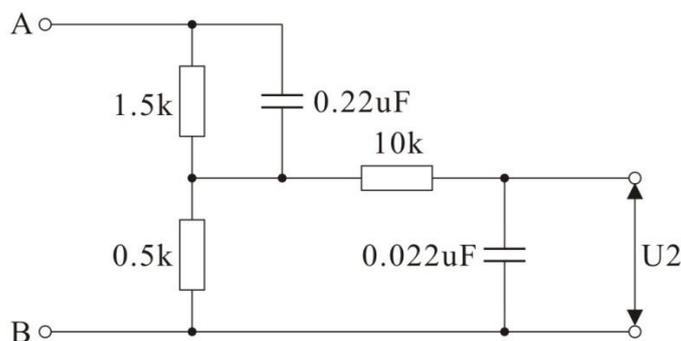


图 B-7-5 泄漏的人体模拟网络

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。

A.8 功率和启动测试

A.8.1 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	≤ 25	+20%
电热器具和组合型器具	>25 且 ≤ 200	$\pm 10\%$
	>200	+5% 或 20W (选较大的值) -10%
电动器具	>25 且 ≤ 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。

A.8.2 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。

附录 B 通信协议

本协议采用 ascii 码形式传输，其中命令字符串不区分大小写，测试仪接收端结束符为 0x0A (\n) 或 0x0D0x0A (\r\n)，仪表回传结束符为 0x0A (\n)。

控制类协议： 命令字符串+结束符

1、启动测试

本机发送：TEST

本机接收：TEST

2、停止测试

本机发送：RESET

本机接收：RESET

3、进入测试界面

本机发送：ENTER-TEST

本机接收：ENTER-TEST

4、返回上一级界面

本机发送：RETURN

本机接收：RETURN

查询类协议：

有参数类：命令字符串+空格+参数+结束符

无参数类：命令字符串+结束符

1、查询所有测试数据

本机发送：TD?

本机接收：TD? 3,>6.40V,7;0,>100mA,2;2,26.10MO,3;4,0.0μA,1;6,0.000W,1;2

接收说明：

以上数据表明共 5 个测试项目

3,>6.40V,7; 接地, >6.40V, 开路保护

0,>100mA,2; 交耐, >100mA, 超上限

2,26.10MO,3; 绝缘, 26.10MO, 超下限

4,0.0 μ A,1; 接触电流, 0.0 μ A, 合格

6,0.000W,1; 功率, 0.000W, 合格

最后的 2 总结论=不合格

项目代码：0=交耐, 1=直耐, 2=绝缘, 3=接地, 4=接触电流, 5=LN 回路, 6=功率, 7=低压启动, 8=等待

每个项目测试结论代码：

代码	描述
0xFF	未测
0	测试中
1	测试合格
2	超上限
3	超下限
4	电弧不合格
5	漏电保护

6	硬件保护
7	开路保护
8	LC 测试用, G-L 测试中
9	LC 测试用, G_N 测试中
10	LC 测试用, 负载电压超上限
11	LC 测试用, 负载电压超下限
12	LC 测试用, MD 保护
13	LC 测试用, 电流过载
14	LC 测试用, 其他状态
15	PA 测试用, 电压超上限
16	PA 测试用, 电压超下限
17	PA 测试用, 电流超上限
18	PA 测试用, 电流超下限
19	PA 测试用, 功率因数超上限
20	PA 测试用, 功率因数超下限
21	LC 测试用, PH-L 测试中
22	LC 测试用, PH_N 测试中
30	测试步被中止
41	过流短路
42	超调报警
43	过载击穿
45	击穿
48	接地过载

2、查询一步测试数据

本机发送: RD nn?

发送说明: nn 标志步号 0-49 (表示 1-50 步), -1=读当前步

本机接收:

未并联测试: RD 1,0,2,0.0s,4.12kV,>100mA

第 2 步, 交耐, 超上限, 时间=0.0s, 输出值=4.12kV, 测试值=>100mA

并联测试: RD3,4,0,0.8s,0.0V,0.0μA,MD-A,0.0mV;4,6,0,0.4s,0.00V,0.000W,0.00mA,0.000

第 4 步, 接触电流, 测试中, 时间=0.8s, 输出值=0.0V, 测试值=0.0 μ A, 人体网络=MD-A, U1/2/3=0.0mV

第 5 步, 功率, 测试中, 时间=0.4s, 输出电压=0.00V, 测试功率=0.000W, 电流=0.00mA, 功率因数=0.000

设置类协议: 命令字符串+空格+参数+结束符

设置一个文件流程如下:

- 1) ENTER-SET (进入设置界面)
- 2) FN name (创建测试组命名)
- 3) SET-TCT (逐个项目添加, 最多 50 步)
- 4) FS (保存)
- 5) RETURN 返回
- 6) ENTER-TEST 进入测试界面
- 7) TEST 启动测试

详解如下:

1) FN name 新建一个文件, name 为文件名, 最长 30 个字符。如果此文件名已存在, 则直接替换; 不存在则新建一个。

2) 增加测试项目 SETSET-TCT, SET-WAIT, 共 2 类项目。

其中参数部分:

1、每个参数之间以逗号分开, 按下表中的先后顺序排列。

2、设置参数的个数可随意 (0~最多个数)。

例如: 不设置参数, 则所有参数都为默认值;

设置 4 个参数, 则前 4 个参数为设定值, 后续参数为默认值

超过本项目最多参数个数时, 以前面参数为准, 后续参数无效。

参数不能跨过先后顺序设置, 如中间有不想设置的参数, 可设置为-1 (-1=默认值)。

3、每个参数如有设置值超出正常范围的, 报错 ExceedPara, 本指令无效。

参数单位固定, 指令中不含单位, 详见下表

项目	命令字	前 4 个主要参数 参数名称, 设置范围, 缺省值
接触电流	SET-TCT(单相泄漏) SET-TCT-T(三相泄漏)	1) 输出电压, 0.0~300.0V, 233V 2) 电流上限, 有效值 0.0~999.9uA/1000~9999uA/10.00~12.00mA 峰值 0.0~999.9uA/1000~9999uA/10.00~18.00mA (通信时单位固定为 uA, 如需设置 mA 的*1000 转化为 uA) 默认 500uA 3) 电流下限, 有效值 0.0~999.9uA/1000~9999uA/10.00~12.00mA 峰值 0.0~999.9uA/1000~9999uA/10.00~18.00mA (通信时单位固定为 uA, 如需设置 mA 的*1000 转化为 uA) 默认 0uA 4) 测试时间, 0.5~999.9s (0=LLLL), 2.0s 5) 测试频率, 45~65Hz, 50Hz

		<p>6) 电压上限, 0.0~300.0V, 300.0V</p> <p>7) 电压下限, 0.0~300.0V, 0.0V</p> <p>8) 补偿值 A 工位, 0.0~1000.0uA, 0uA</p> <p>9) 补偿值 B 工位, 0.0~1000.0uA, 0uA</p> <p>10) 补偿开关, 0~1,0 (0=关, 1=开)</p> <p>11) 测试电流, 0~3,0 (0=有效值, 1=峰值, 2=交流分量, 3=直流分量)</p> <p>12) 判断模式, 0~1,0 (0=MAX, 1=END)</p> <p>13) 测试网络, 0~9,0 (0-9 分别为 MDA-U1、MDA-U2、MDF-U1、MDF-U3、MDC、MDB、MDD、MDE、MDG、MDH)</p> <p>14) 电源状态-零线 N, 0~1,0 (0=闭合, 1=断开)</p> <p>15) 电源状态-极性 Reverse, 0~2,0 (0=A, 1=B, 2=AUTO)</p> <p>16) 电源状态-地线 G, 0~1, 1 (0=闭合, 1=断开)</p> <p>17) 电源状态-探针位置, 0~5,0 (0=G-L; 1=G-N; 2=AUTO(G-L, G-N); 3=PH-L; 4=PH-N; 5=PH-L, PH-N)</p> <p>18) 测试网络 index: 实际配置的网络序号。如选配了 MDA-U2、MDC、MDH 这 3 个网络, 那么 index 的范围为 0-2。当选择 MDC 这个网络时, 此处参数应设置为 1;</p> <p>19) 测试电流 index: 下发同 11) 即可, 前提是下位机测试电流全部取消禁用</p> <p>20) 带电切换开关 : 0=关 1=开</p> <p>例: SET-TCT 233,100,0,2.0</p> <p>或: SET-TCT 300,20000,0,0,50,300,0,0,0,0,1,1,1,1,0,1,1,1,1,0</p>
等待测试	SET-WAIT	<p>1) 测试时间, 1.0~999.9s (0=LLLL), 5s</p> <p>例: SET-WAIT 2.0</p>