
名称：AN9651 系列安全性能综合测试仪
用户手册

编号：131000.118(08819178)

版本号	V2.3	生效期	下发之日
编制	陈绪成(修订)	日期	2013-6-14
审核	李新年	日期	2013-6-21
标准化	王凤玲	日期	2013-7-11
批准	周龙	日期	2013-7-17

注：本页为用户手册批准页，不做印刷。

产品名称

电气安全性能综合测试仪

本用户手册所涵盖的产品型号：

AN9651B：功能六合一（GB+IR+ACW+LC+PWR+ST）；

AN9641B：功能四合一（GB+IR+ACW+LC）。

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：耐电压测试；

LC：泄漏电流测试；

PWR：功率测试；

ST：启动测试，即低压启动测试。

AN9651 系列 安全性能综合测试仪 用户手册（V2.4）

产品的效果图



计量器具生产许可证标识及许可证号： 鲁制 02000146 号

型式批准证书编号：（2004）鲁技计样字 101 号

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：

- JJG843-2007 泄漏电流测试仪检定规程
- JJG795-2004 耐电压测试仪检定规程
- JJG1005-2005 电子式绝缘电阻表检定规程
- JJG984-2004 接地导通电阻测试仪检定规程

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
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	7
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	开机界面	13
4.2.2	仪器信息界面	14
4.2.3	启动界面	14
4.2.4	功能菜单	14
4.3	设置仪器	14
4.3.1	通讯	15
4.3.2	密码	15
4.3.3	打印	15
4.3.4	上传	16
4.3.5	声音	16
4.3.6	接地	16
4.3.7	耐压	16
4.3.8	泄漏	16
4.4	测试设置	17
4.4.1	选测试组	17
4.4.2	设置测试组	17
4.4.3	其他设置	22
4.5	执行测试	22
4.5.1	执行测试	23

4.5.2	OK、NG、PT、HP 含义.....	25
4.5.3	打印测试结果	25
4.6	补偿测试	25
4.6.1	补偿测试的目的	25
4.6.2	补偿测试的设置	25
4.6.3	补偿测试的典型条件	26
4.6.4	补偿测试方法	26
4.7	关机	27
4.8	使用注意事项	28
第 5 章	使用接口	29
5.1	报警灯接口	29
5.2	遥控接口	29
5.3	开关量接口（选配）	30
5.4	通讯接口	31
5.5	97 通讯口	32
5.6	打印接口（选配）	32
第 6 章	维护指南.....	33
6.1	维护和保养	33
6.2	简单故障处理	33
6.3	存储和运输	34
6.3.1	存储	34
6.3.2	运输	34
第 7 章	技术规格.....	35
7.1	整机规格	35
7.2	技术指标	35
附录 A	测试原理	41
A.1	原理框图	41
A.2	测试原理	41
附录 B	通讯协议.....	42
B.1	握手协议.....	42
B.2	通讯功能测试.....	42
B.3	通讯命令集.....	42
B.4	通讯命令详注.....	43
附录 C	安规知识.....	49
C.1	安规测试的重要性	49
C.2	接地电阻测试	49
C.3	绝缘电阻测试	50
C.4	耐压测试	50
C.5	泄漏电流测试	53
C.6	功率和启动测试	56
附录 D	检定计量说明	58
D.1	接地电阻的计量	58
D.2	绝缘电阻的计量	58
D.3	交流耐压的计量	59

D.4	泄漏电流的计量	60
D.5	功率和启动的计量	60
附录 E	关键零部件	61

第 1 章 安全规则

本章概要：

- I 一般规定
- I 安全警示标识
- I 测试工作站
- I 操作人员规定
- I 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。


- I 此用户手册应存放于操作者方便取到的位置。
- I 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！**
- I 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！
- I 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！
- I 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±10%，50Hz±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 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 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。

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：

- I 产品简介
- I 产品特点
- I 前面板说明
- I 后面板说明
- I 附件

2.1 产品简介

电气安全性能综合测试仪是集电气强度（交流耐压）、接地电阻、绝缘电阻、泄漏电流、功率和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。本系列测试仪是由艾诺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 10s 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) 液晶显示屏：显示设置和测量信息。
- (2) 测试指示灯：指示仪器正在测试中（黄色）。

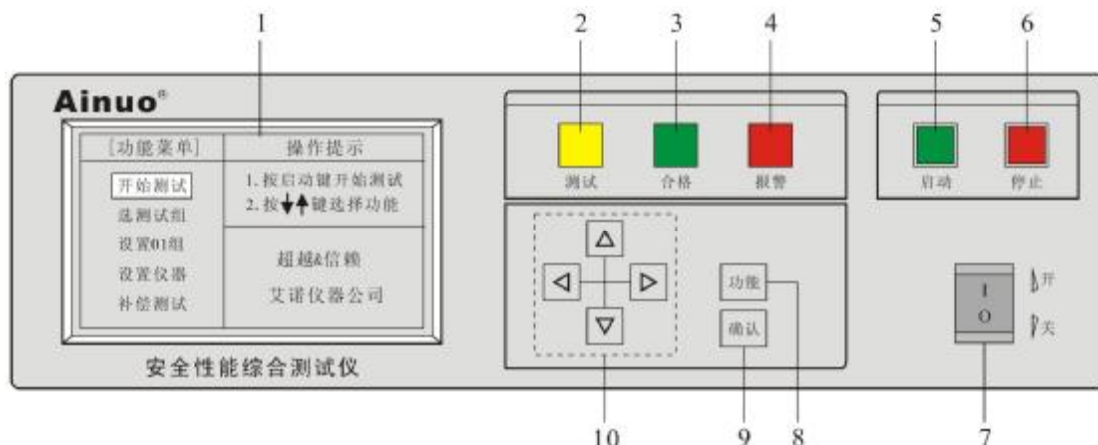


图 2-3-1 前面板示意图

- (3) 合格指示灯：指示测量结果合格（绿色）。
- (4) 报警指示灯：指示测量结果不合格（红色）。
- (5) 启动键：按此键直接启动当前组的测试。
- (6) 停止键：按此键即退出设置或测试状态，返回功能菜单（主菜单，即待机状态）。
- (7) 电源开关：控制主机系统电源的通断。
- (8) 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。
- (9) 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。
- (10) 方向键：通常用于控制光标移动的方向，在参数设置界面下， $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{\downarrow}$ 键用于调节参数的增减或功能的切换。

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) 电源插座：输入市电 220V/50Hz，10A 保险丝。
- (2) 打印口：选配。DB25 插座（母），连接针式打印机。
- (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) 97 通讯口：DB9 插座（公），用于与本公司 97 系列变频稳压电源连接，可控制 97 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) 接地端子。
- (7) 报警灯接口：5P 标准航空插头，用于连接报警灯。
- (8) 开关量接口：9P 标准航空插头，选配。输出测试状态和结果的开关量。
- (9) 测试接线柱 A1~A6：用于连接测试盒和接地测试钳。

注：

- 1) A1、A2 在进行不同测试时，有两种不同功能：

- a. 在功率、启动和泄漏测试时，A1、A2 作为被测体工作电源经仪器内部隔离变压器后的输出端子，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。

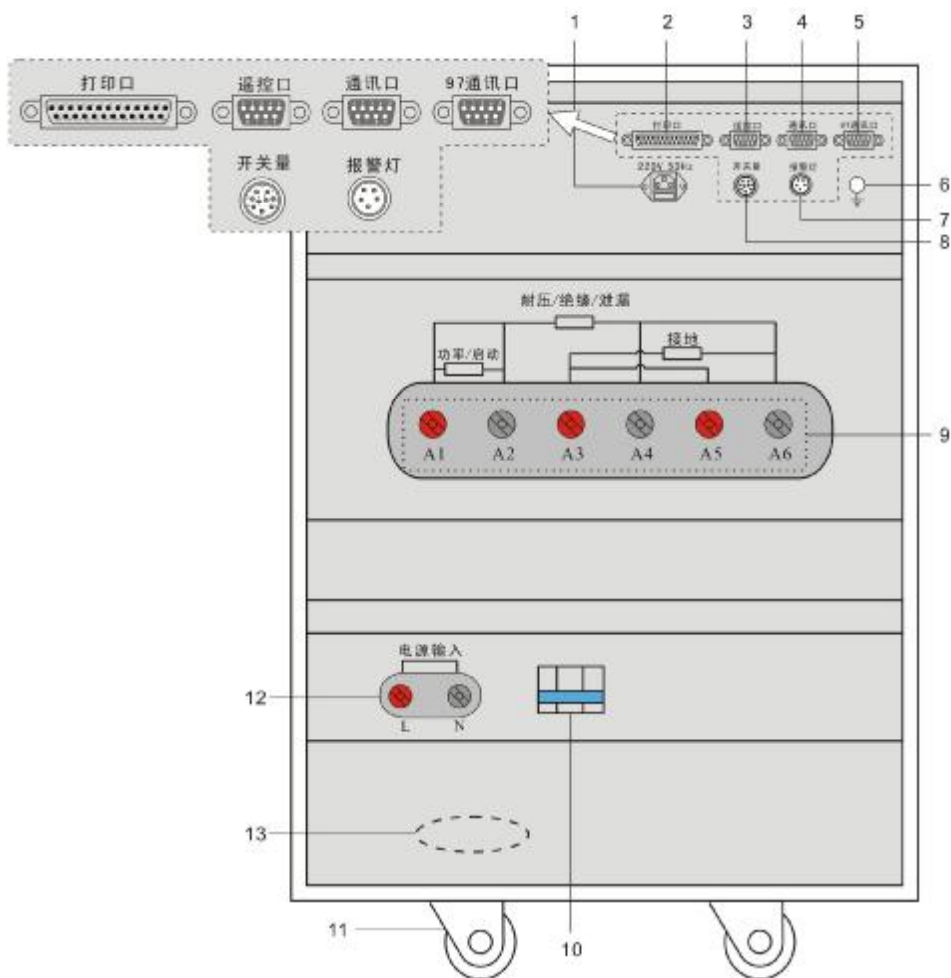


图 2-4-1 后面板示意图

- (10) 空气开关：用于控制被测体电源（即 12 中的“电源输入”）的通断。
- (11) 脚轮。
- (12) 被测体电源输入：当对被测体进行泄漏、功率、启动、动态耐压测试时，为其提供电源输入。
- (13) 过线孔。

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。

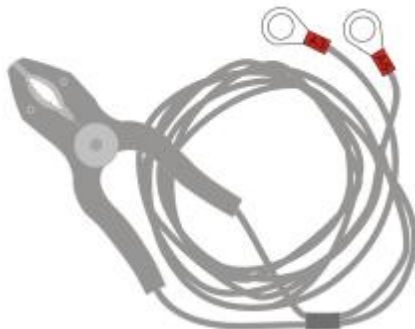


图 2-5-2 接地测试钳图

2.5.3 报警灯

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

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 通讯线（选配）

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



图 2-5-5 RS232 通讯线图

2.5.6 辅助电源线

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、启动提供电源。



图 2-5-6 辅助电源线图

2.5.7 随机光盘

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：

- I 安装环境
- I 拆封与检查
- I 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，请与艾诺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，请立即通知艾诺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。在未通知艾诺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、启动测试为零。

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，请寻求艾诺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后面板过线孔后，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后面板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：

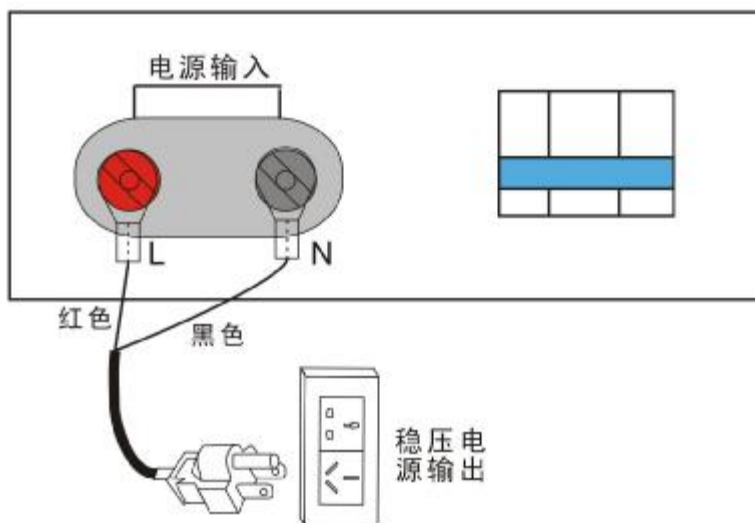


图 4-1-2 连接被测体工作电源图

- 1) 在确保空气开关断开的情况下，使用仪器附件中的辅助电源线一端通过仪器后面板的过线孔后，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) 关上门；
- 4) 将辅助电源线的另一端连接到被测体供电的稳压电源输出上。

说明：

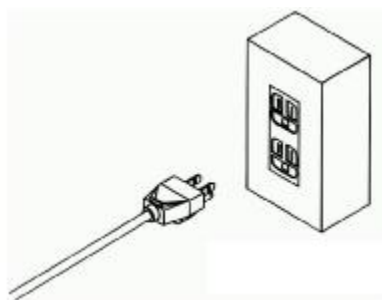
- 1) 如果不测泄漏、功率、启动，则被测体电源可以不接；
- 2) 如果不测泄漏、功率、启动，请将空气开关断开。

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！



(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。

4.1.4 连接被测体

被测体连接如图 4-1-4 所示。

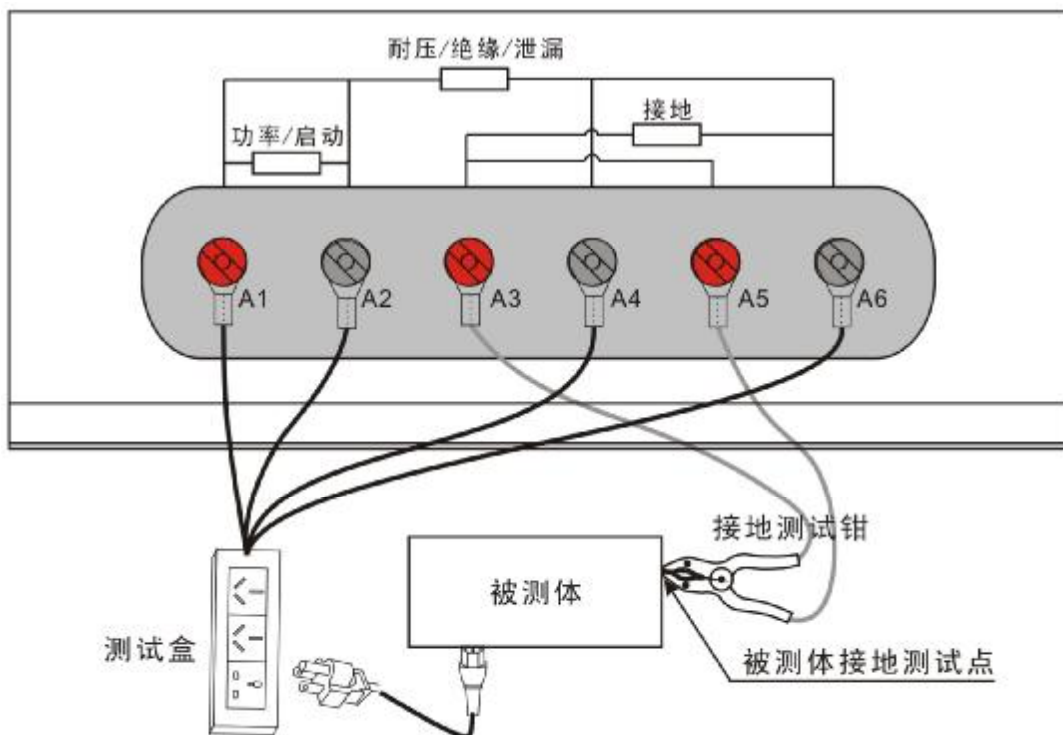


图 4-1-4 被测体接线图

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 开机界面

开机界面如图 4-2-1 所示，延时约 2s 后，进入仪器信息界面。



图 4-2-1 开机界面

4.2.2 仪器信息界面

仪器信息界面如图 4-2-2 所示，主要给出仪器的名称和版本信息，延时约 2s 后，进入启动界面。



图 4-2-2 仪器信息界面

4.2.3 启动界面

仪器启动界面如图 4-2-3 所示，延时约 2s 后，进入功能菜单界面。

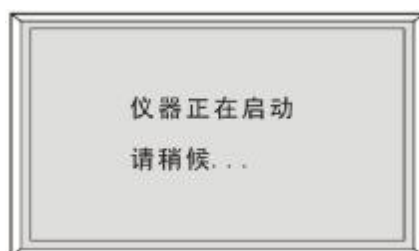


图 4-2-3 仪器启动界面

4.2.4 功能菜单

进入功能表示开机过程结束，功能菜单界面如图 4-2-4 所示。



图 4-2-4 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 设置仪器

功能菜单下，光标移至“设置仪器”，按 \square 确认键，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 确认键，方可进入仪器设置界面。

仪器设置界面如图 4-3-1 所示。

1. 通讯:	地址	15↔	波特率	9600
2. 密码:	功能	关	设置	1234
3. 打印:	类型	微	模式	手动
4. 上传:	功能	开	声音	开
5. 接地:	补偿	关	显示	电压
6. 耐压:	补偿	关	缓升	10s
7. 泄漏:	补偿	关	绝缘	补偿开

图 4-3-1 仪器设置

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 通讯

1) 通讯地址：0~999；

2) 通讯波特率：300、1200、2400、4800、9600。

4.3.2 密码

1) 密码功能：开/关。若密码功能设置为“开”，在功能菜单下，进入“设置 XX 组”、“设置仪器”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。

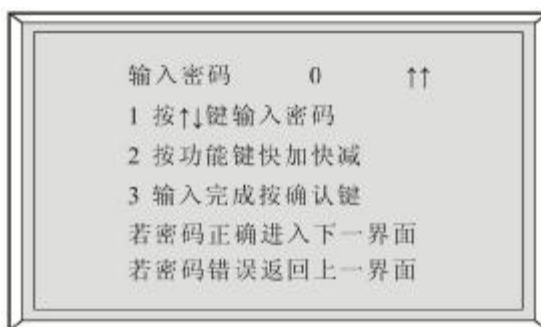


图 4-3-2 密码输入界面

2) 密码设置范围：0000~9999；出厂默认密码是 1999

4.3.3 打印

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。

4.3.4 上传

自动上传：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。

4.3.5 声音

蜂鸣器报警声音：开/关

4.3.6 接地

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) 接地显示：电压/电阻

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。

4.3.7 耐压

(1) 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。

(2) 耐压缓升

缓升时间设定范围：0, 1~100s, 最小步幅 1s; 0 表示无缓升功能。

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 4-3-3 所示：

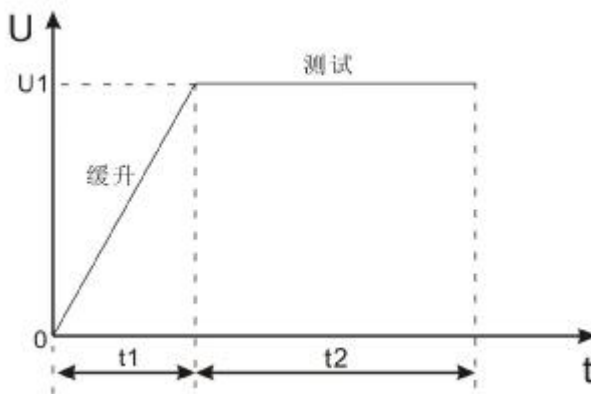


图 4-3-3 耐压电压输出曲线

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。

4.3.8 泄漏

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；

4.4 测试设置

4.4.1 选测试组

在功能菜单界面下，按 \uparrow 键或 \downarrow 键将光标移到“选测试组”项，如图 4-4-1 所示；然后按 \leftarrow 键或 \rightarrow 键选择测试组，共 15 组（01~15），按 \square 键，选定所选组别。



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 \square 键，进入设置测试组界面，如图 4-4-2 所示：

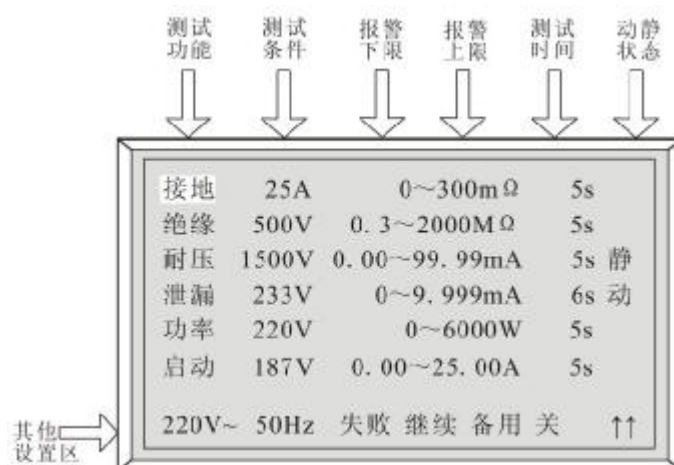


图 4-4-2 测试组设置界面

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 \uparrow 键或 \downarrow 键可以循环选择“接地”、“绝缘”、“耐压”、“泄漏”、“功率”和“启动”功能或空行，每项所对应的参数亦随之变化。

用 \leftarrow 键或 \rightarrow 键移动光标选择待设定的参数，用 \uparrow 键或 \downarrow 键增减参数设定值，用 \square 键改变增减的步幅，单箭头 \uparrow 表示小步幅，双箭头 $\uparrow\uparrow$ 表示中步幅，三箭头 $\uparrow\uparrow\uparrow$ 表示大步幅。当光标移至行首（行尾）时，用 \leftarrow 键（ \rightarrow 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七个测试项，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 \square 键，保存该组设置，返回功能菜单；按 \square 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 \uparrow 键或 \downarrow 键将测试功能设为“接地”，如图 4-4-3 所示。

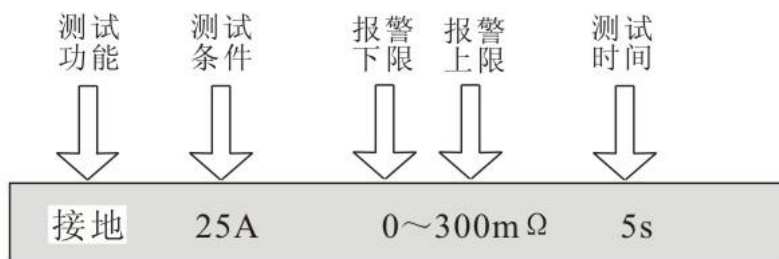


图 4-4-3 接地测试设置界面（电阻显示）

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：3~32A
- 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：0~100mΩ
- b) 最小步幅：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：3~10A：10~600 mΩ
11~25A：10~300 mΩ
26~32A：10~200 mΩ

- b) 最小步幅：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：1~999s
- b) 最小步幅：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。

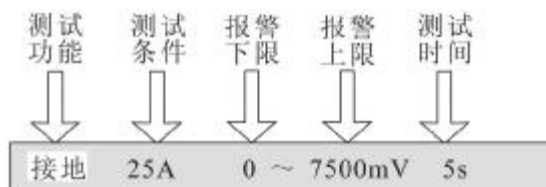


图 4-4-4 接地测试设置界面（电压显示）

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：3~32A
- 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：1~999s
 - b) 最小步幅：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。

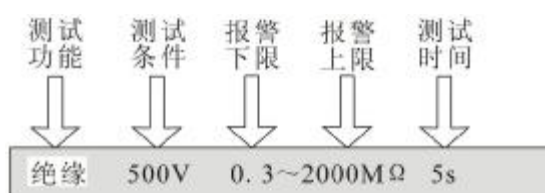


图 4-4-5 绝缘测试设置界面

- 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：500 V、1000V
 - b) 最小步幅：500V
- 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, 100~2000MΩ
 - 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, 100~2000MΩ, **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：1~999s
 - b) 最小步幅：1s

3 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：500~5000VAC，动态耐压最大设定上限为 **2500V**；
 - b) 最小步幅：5V。



图 4-4-6 耐压测试设置界面

- 2) 将光标移到报警下限区，用↑键或↓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↑键或↓键设定上限值；
 - a) 范围：0.10~99.99mA
 - b) 最小步幅：0.01mA
- 4) 将光标移到测试时间区，用↑键或↓键设定测试时间；
 - a) 范围：1~999s
 - b) 最小步幅：1s
- 5) 将光标移到动静状态区，用↑键或↓键切换动态/静态测试。

4 泄漏电流测试设置

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

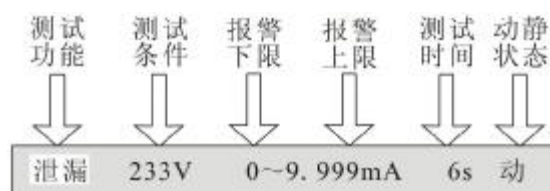


图 4-4-7 泄漏测试设置界面

- 1) 将光标移到测试条件区，用↑键或↓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本公司 97 电源时有效。② 当没有 97 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↑键或↓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↑键或↓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：1~999s
 - b) 最小步幅：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。

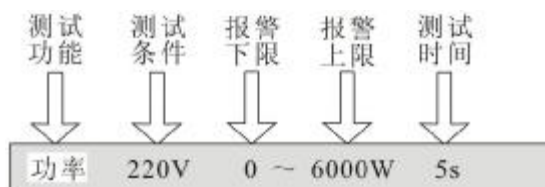


图 4-4-8 功率测试设置界面

- 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：1~999s, LLLs
 - b) 最小步幅：1s
 - c) LLLs 表示连续测试，时间无限长，可通过按 \square 键终止测试。

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。

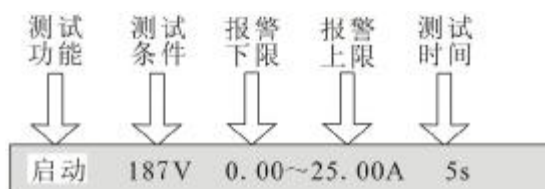


图 4-4-9 启动测试设置界面

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

- 2) 将光标移到报警下限区, 用 键或 键设定下限值:
 - a) 范围: 0.00~25.00A
 - b) 最小步幅: 0.01A
- 3) 将光标移到报警上限区, 用 键或 键设定上限值:
 - a) 范围: 0.30~25.00A
 - b) 最小步幅: 0.01A
- 4) 将光标移到测试时间区, 用 键或 键设定测试时间:
 - a) 范围: 1~999s
 - b) 最小步幅: 1s

4.4.3 其他设置

将光标移到其他设置区, 用 键或 键改变设置, 如图 4-4-10 所示。



图 4-4-10 其他设置区设置界面

- 1) 被测体工作电压设置 (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 97 电源的输出电压。如果仪器不与 97 电源配合使用, 此设置无效): 按 键或 键设定电压值。
 - A) 范围: 60~280V
 - B) 最小步幅: 1V
- 2) 输出频率: 按 键或 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 97 电源的输出频率, 为“泄漏”、“功率”和“启动”测试提供相应要求的电源。
- 3) 遇测试失败项: 继续、停止, 按 键或 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。
- 4) 备用功能: 开、关。
保留。
- 5) 步幅指示: 单箭头 表示小步幅, 双箭头 表示中步幅, 三箭头 表示大步幅。

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 键启动当前组的测试; 若不改变测试条件, 只需按 键即可进行重复测试。在执行测试过程中, 按 键可中止测试并返回

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。

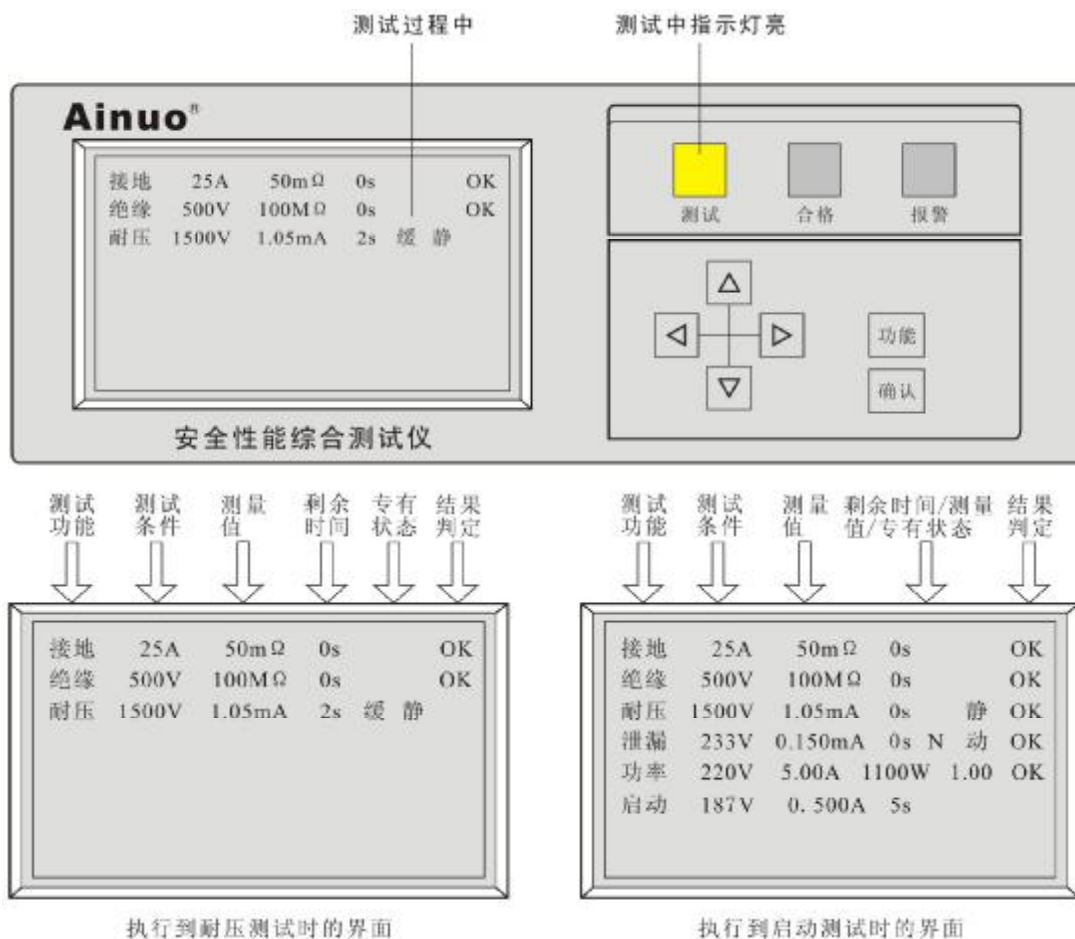


图 4-5-1 测试执行界面和指示灯

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。

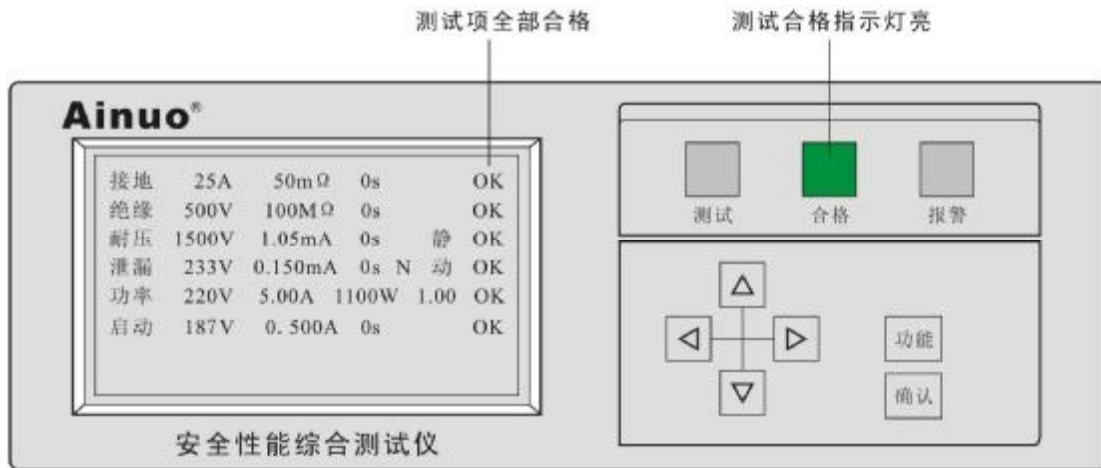


图 4-5-2 测试项全合格

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。

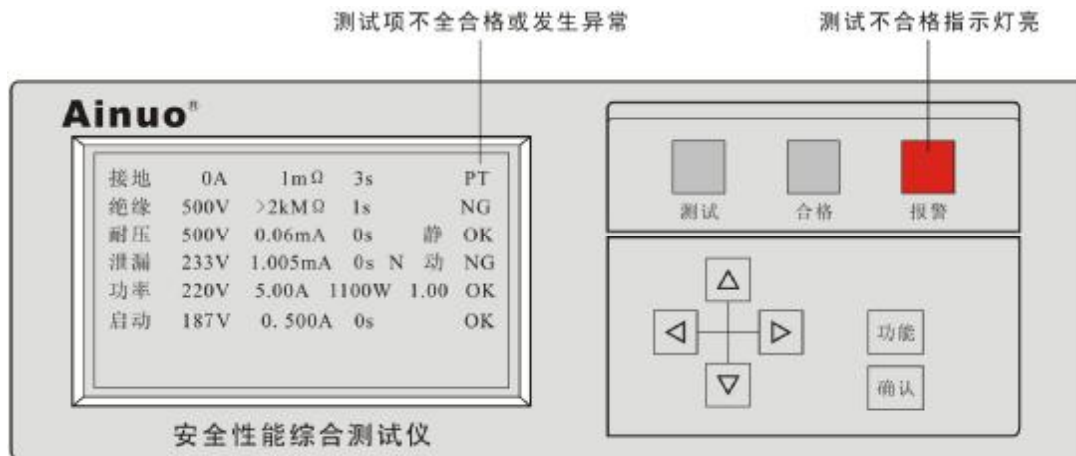


图 4-5-3 测试项不全合格或发生异常时

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。



1) 以下情况会导致测试异常保护:

- a. 执行接地测试时接地钳开路或者接地电阻太大;
- b. 执行绝缘和耐压测试时被测体绝缘失效;
- c. 执行泄漏测试时被测体绝缘失效，或泄漏电流大于 15mA;
- d. 执行功率、启动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:

- a. 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；
- b. 绝缘、泄漏、功率和启动测试，在临近测试时间结束时，才给出判定结果。

4.5.2 OK、NG、PT、HP 含义

对测量的判断结果有三种：

- 1) OK：测试合格；
- 2) NG：测试不合格；
- 3) PT：测试出现异常，进行软件保护；
- 4) HP：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。

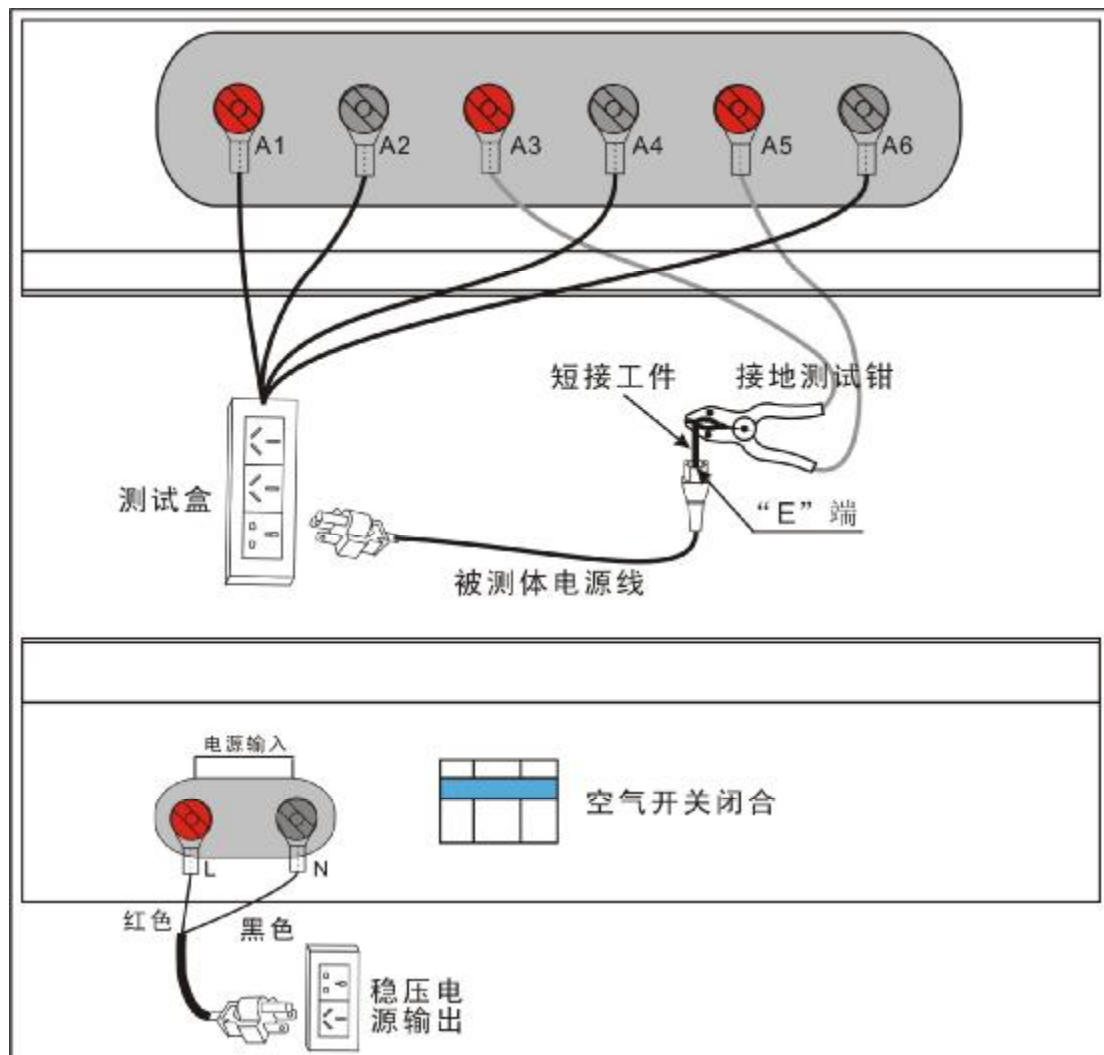


图 4-6-1 补偿测试接线示意图

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。



(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本公司的97系列变频电源使用时方有意义；当被测体由仪器内置的隔离变压器供电时，测试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，与设置电压无关，如：泄漏测试采用隔离变压器供电，测试电压设置为 255V，变压器输入市电为 220V，变压器变比为 1.06 倍，测量电压的显示接近变压器的输出电压（如 233V），这是正常现象。

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，需使用变频电源或隔离变压器供电，以免“泄漏”、“功率”、“启动”三项测试无试验电压。

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“缓”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. **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。

9. **通讯异常：**需上位机控制时，请安装对应版本的上位机软件，否则会无法通讯；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。

10. **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）
- | 通讯接口
- | 97 通讯接口
- | 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。

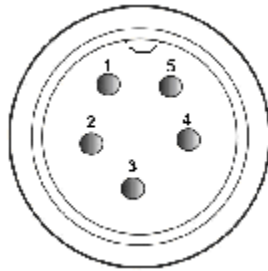


图 5-1-1 报警灯口插座

各引脚说明如下：

- 1—4：黄灯
- 2—4：绿灯
- 3—4：红灯
- 4 为公共端，输出 DC12V 供报警灯电源



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；

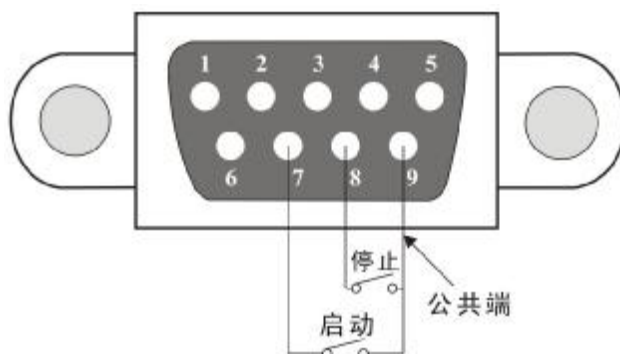


图 5-2-1 遥控口

请按照如图 5-2-2 所示的时序进行遥控操作：

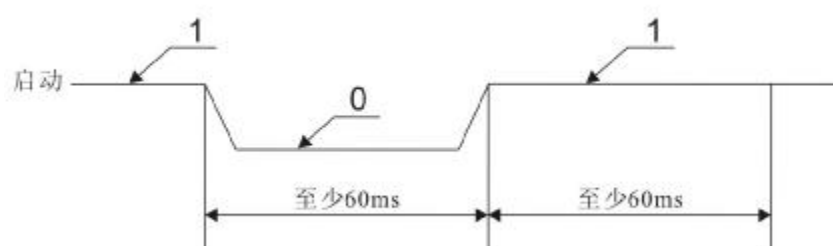


图 5-2-2 启动时序

“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。



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：

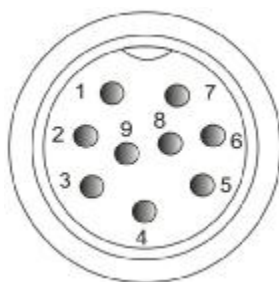


图 5-3-1 开关量接口

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

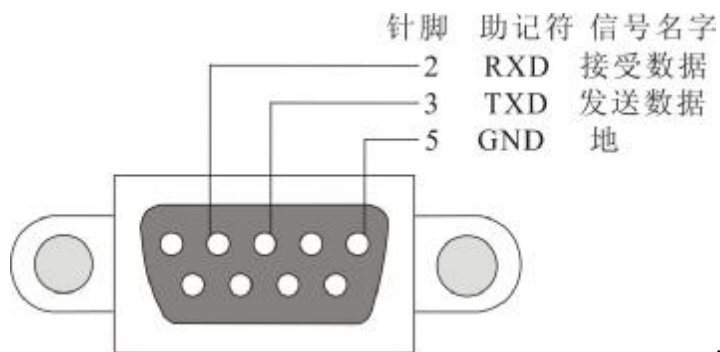
序号	针组	导通时含义	备注
1	1-8	接地测试不合格	下次启动测试或按[停止]键断开
2	2-8	绝缘测试不合格	
3	3-8	耐压测试不合格	
4	4-8	泄漏测试不合格	
5	5-8	功率测试不合格	
6	6-8	启动测试不合格	
7	7-8	整组测试结束	约 4s 后自动断开
8	9-8	整组测试不合格	下次启动测试或按[停止]键断开



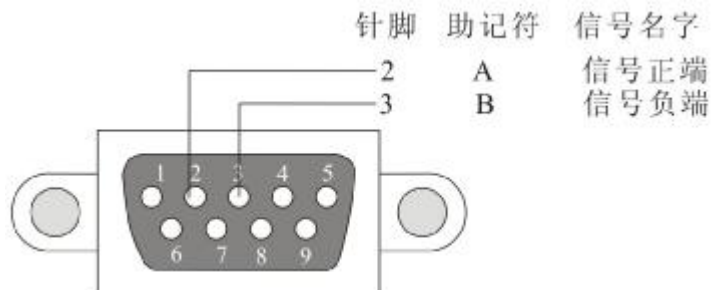
8 脚为公共端，每个开关量均为无源信号，可控制的电信号规格为 1A/220VAC，请勿超额使用！

5.4 通讯接口

本仪器提供的通讯接口为 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 通讯接口定义



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

5.5 97通讯口

本接口仅用于与本公司 97 系列变频电源进行通讯，采用 9 针 D 型连接器（公口），如图 5-5-1 所示。

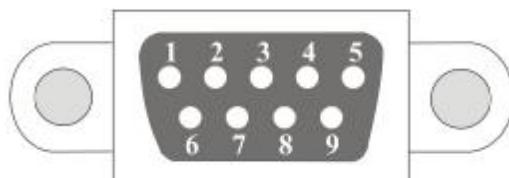


图 5-5-1 97 通讯口插座



本仪器与 97 系列电源通讯时，请务必将 97 电源的通讯波特率设置为 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。

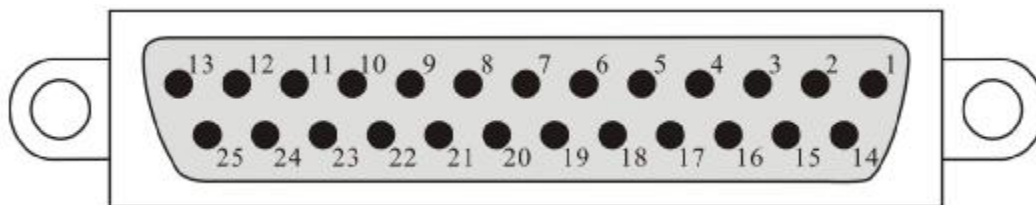


图 5-6-1 打印口插座



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：

- I 维护和保养
- I 简单故障处理
- I 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。

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，可能造成人身伤亡和设备损坏。

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讯。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 每次启用通讯系统时，应先开计算机，待计算机启动后，再开测试仪。 2. 检查并确认通讯线连接正确可靠。 3. 检查并确认已正确安装通讯软件。 4. 检查并确认选择的通讯接口正确。 5. 检查并确认仪器的地址设置符合计算机的通讯要求。 6. 检查并确认计算机和仪器的波特率设置一致。
6	功率、启动、泄漏电压值为 0。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查并确认被测体工作电源（输入电源）可靠连接。 2. 检查并确认空气开关已闭合。

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：

- I 整机规格
- I 技术指标

7.1 整机规格

1 型号与功能

序号	型号	接地	绝缘	耐压	泄漏	功率	启动	隔离变压器	备注
1	AN9651B/W	√	√	√	√	√	√	√	隔离变压器容量 6kVA
2	AN9641B/W	√	√	√	√			√	

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 700W（泄漏、启动和功率测试产生的功耗除外）
显示方式	240x128 点阵 LCD	
外型尺寸 W×H×D (mm)	460×1100×530	
重量	约 100kg	

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, 3~32A
	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		
接地电阻测量	测量范围	10~600 mΩ
	分辨率	1 mΩ
	补偿零点	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
	补偿零点	0~200mΩ, 可开、关
	测量精度	±(3%×读数+50mV)
3) 电阻判定功能		
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≤32A: 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)
4) 电压判定功能		
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)
5) 测试时间		
范围		1~999s
调节步幅		1s
计时精度		±(0.1%的设定值+1 个字)

2 绝缘电阻测试

1) 输出特性		
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, 500V、1000V
	分辨率	5V
	精度	±(3%×读数+3V)
2) 参数测量		
绝缘电阻	范围	0.3~99.9 MΩ, 100~2000 MΩ
	分辨率	0.1MΩ, 1MΩ
	补偿零点	0.3~99.9 MΩ, 100~2000 MΩ
	精度	≤100MΩ: ±(3%×读数+3 个字) >100MΩ: ±(8%×读数+8 个字)
3) 电阻判定功能		
上限设置		0~2000MΩ (0=不判)
下限设置	范围	0.3~99.9 MΩ, 100~2000MΩ
	调节步幅	0.1 MΩ, 1 MΩ

判定准确度	≤200MΩ: ± (3%×读数+3 个字) >200MΩ: ± (8%×读数+8 个字)
4) 时间	
范围	1~999s
调节步幅	1s
精度	± (0.1%的设定值+1 个字)

3 耐压测试

耐压类型设定	静态、动态	
1) 输出特性		
额定输出	500VA (5000V/100mA)	
输出变压器容量	500VA	
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, 500~5000V 动态: AC, 500~2500V
	分辨率	5V
	精度	± (3%×读数+10V)
电压频率	范围	50Hz、60Hz
	精度	±0.1%
2) 参数测量		
击穿电流	范围	0.10~99.99mA
	分辨率	0.01mA
	补偿零点	0.00~10.00mA, 自动测量, 可开、关
	精度	± (3%×读数+0.03mA)
3) 电流判定功能		
上限设定	范围	0.10~99.99mA
	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)	
4) 时间设定		
缓升时间	范围	1~100s
	调节步幅	1 s
测试时间	范围	1~999s
	调节步幅	1s
精度	± (0.1%的设定值+1 个字)	

4 泄漏电流测试

泄漏类型设定	静态、动态
1) 输出特性	
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	
2) 参数测量		
输出电压	范围	AC, 60~280V
	分辨率	1V
	精度	45~65Hz: $\pm (0.5\% \times \text{读数} + 2 \text{ 个字})$
泄漏电流	范围	0.050~9.999mA
	分辨率	0.001mA
	补偿零点	0~1.000mA, 自动测量, 可开、关
	精度	DC~10kHz: $\pm (3\% \times \text{读数} + 0.010\text{mA})$ 10k~1MHz: $\pm (5\% \times \text{读数} + 0.050\text{mA})$
3) 电流判定功能		
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: $\pm (3\% \times \text{读数} + 0.010\text{mA})$ 10k~1MHz: $\pm (5\% \times \text{读数} + 0.050\text{mA})$	
4) 时间设定		
测试时间	范围	1~999s
	调节步幅	1s
	精度	$\pm (0.1\% \text{ 的设定值} + 1 \text{ 个字})$

5 功率性能测试

1) 输出特性		
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	
2) 参数测量		
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: $\pm (0.5\% \times \text{读数} + 0.02\text{A})$
有功功率测量	范围	30.0~199.9W
	分辨率	0.1W
	精度	45~65Hz: $\pm (0.5\% \times \text{读数} + 5\text{W})$
	范围	200~6000W
	精度	45~65Hz: $\pm (0.5\% \times \text{读数} + 30\text{W})$
功率因数测量	范围	0.10~1.00
	精度	$\pm (2\% \times \text{读数} + 2 \text{ 个字})$
功率判定功能		
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: $\pm (0.5\% \times \text{读数} + 5W)$
3) 时间设定		
测试时间	范围	1~999s, LLLs (LLLs=连续测试)
	调节步幅	1s
	精度	$\pm (0.1\% \times \text{读数} + 1 \text{ 个字})$

6 启动性能测试

1) 输出特性		
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
2) 参数测量		
电压测量	范围	AC, 60~280V
	分辨率	1V
	精度	45~65Hz: $\pm (0.5\% \times \text{读数} + 2 \text{ 个字})$
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: $\pm (0.5\% \times \text{读数} + 0.02A)$
3) 电流判定功能		
上限设定	范围	0.30~25.00A
	分辨率	0.01A
下限设定	范围	0.00~25.00A
	分辨率	0.01A
判定准确度		45~65Hz: $\pm (0.5\% \times \text{读数} + 0.02A)$
4) 时间设定		
测试时间设定	范围	1~999s
	分辨率	1s
	精度	$\pm (0.1\% \times \text{读数} + 1 \text{ 个字})$

7 设置仪器

通讯功能	地址	0~999
	波特率	300, 1200, 2400, 4800, 9600
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
遇失败项设定		继续、停止
可设测试组数		15 个测试组, 每组 7 个测试项
被测体的异常处理		声、光报警

8 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	标配（可接脚踏开关）
开关量接口	选配
通讯接口	标配 RS232 接口，选配 RS485 接口
打印接口	选配，配针式打印机
97 通讯接口	标配

附录 A 测试原理

本章概要：

- I 原理框图
- I 测试原理

A.1 原理框图

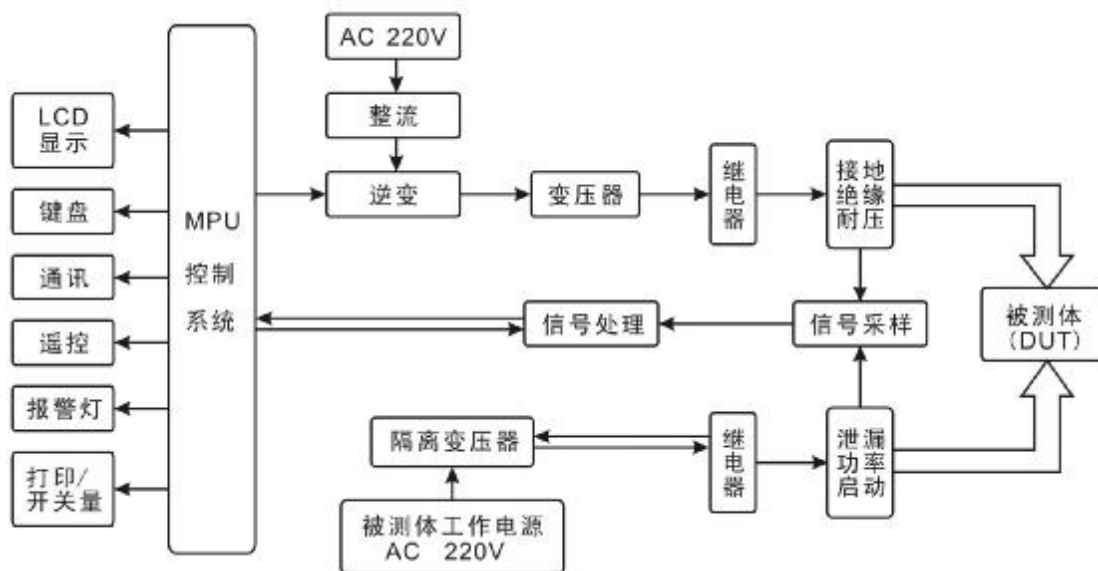


图 A-1-1 原理框图

A.2 测试原理

AN9651B/AN9641B 系列测试仪以 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）、接地（32A）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 通讯协议

本章概要：

- I 握手协议
- I 通讯功能测试
- I 通讯命令集
- I 通讯命令详注



注意

在使用本机与 PC 机进行通讯时，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！

否则通讯将不能实现！

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），一次通讯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 通讯功能测试

按照以下步骤对 PC 机和测试仪之间的通讯进行测试，以判断通讯是否正常。

- 1) 使用通讯线连接 PC 机和测试仪的通讯口。
- 2) 测试仪设置**通讯地址：15，波特率：9600**。PC 机打开串口调试软件，选择使用的 COM 端口，设置波特率 9600，选择 **ASCII 码格式**发送和接收。
- 3) PC 机下发命令：{015200}
测试仪回传命令：{01521xx} 或{01522xx}

以上功能能够正确实现则证明测试仪通讯功能正常。否则，请检查测试仪预设置是否正确，上位机软件波特率设置是否与测试仪一致，串口是否正确连接。

B.3 通讯命令集

表 B-3-1 列出了测试仪的通讯命令集。

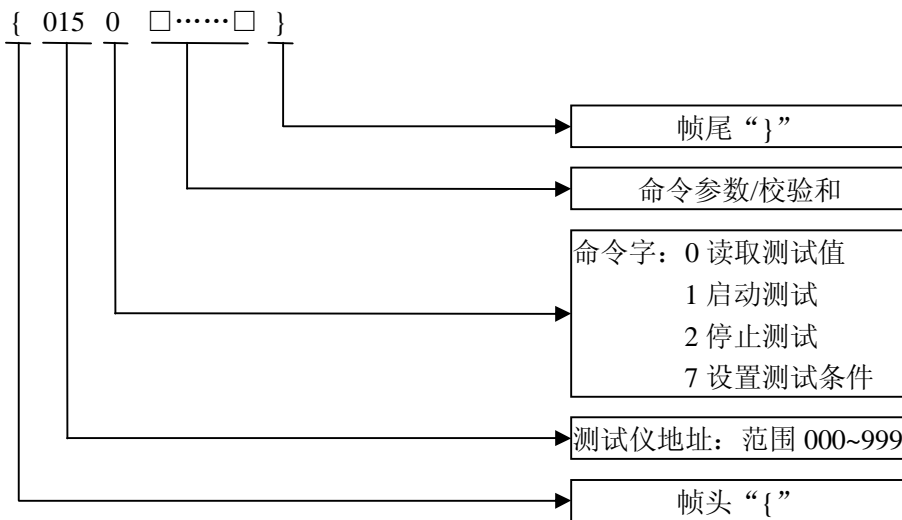
注：表中命令是以测试仪地址 015 为例，如果改变测试仪的地址，请将命令中 [0] [1] [5] 改成对应地址值。

表 B-3-1 通讯命令集

功能	下发命令	应答命令	备注
启动测试	{ [0] [1] [5] 100 }	{ [0] [1] [5] 1100 }	命令正确执行，启动测试
		{ [0] [1] [5] 1200 }	仪器测试中，命令无效
		无应答	通讯不成功
停止测试	{ [0] [1] [5] 200 }	{ [0] [1] [5] 2100 }	命令正确执行，停止测试
		{ [0] [1] [5] 2200 }	仪器已停止测试
		无应答	通讯不成功
读取测试值	{ [0] [1] [5] 000 }	详见 B4.3	回传测试值数据
		无应答	通讯不成功
设置测试条件	详见 B.4.4	{ [0] [1] [5] 7100 }	命令正确执行，完成设置
		{ [0] [1] [5] 7200 }	命令没有执行
		无应答	通讯不成功

B.4 通讯命令详注

本测试仪的通讯命令分为四类：启动测试、停止测试、读取测试值和设置测试条件。命令使用 ASCII 码，命令数据格式为：帧头 “{” (1 个字节) + 测试仪地址 (3 个字节，范围 000~999) + 命令字 (1 个字节，区分四类命令) + 命令参数/校验和 + 帧尾 “}” (1 个字节)。



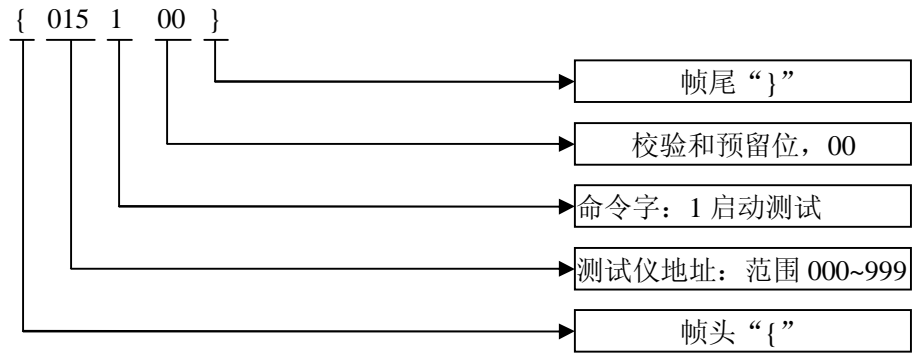
以下分别对四类命令进行详细举例介绍，例中测试仪地址设置为 015。

B.4.1 启动测试命令

当测试仪处于待机状态或者是测试完成状态时，上位机下传此命令启动测试。与前面板<START>键功能一致。

1 下发命令格式

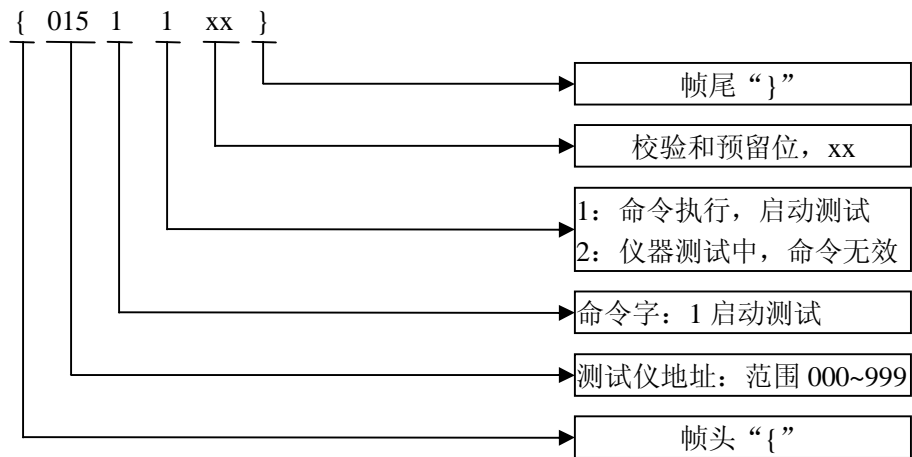
下发命令 8 个字节，数据格式如下：



2 应答命令格式

如果下传命令的地址和命令格式正确，测试仪启动测试后，上传应答命令。

上传应答命令为 9 个字节，数据格式如下：



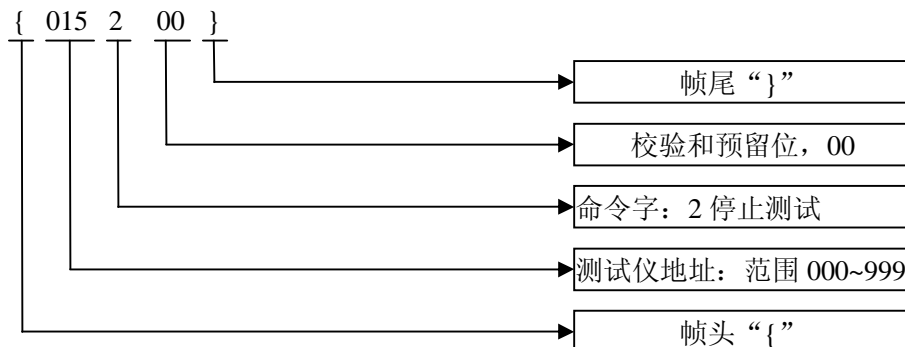
当上位机命令不符合协议格式（帧头、帧尾）或地址不符时，测试仪不做应答。

B.4.2 停止测试命令

测试仪处于任意状态都能接收此命令，当前仪器如果处于非待机状态，此命令相当于前面板<STOP>键使用。

1 下发命令格式

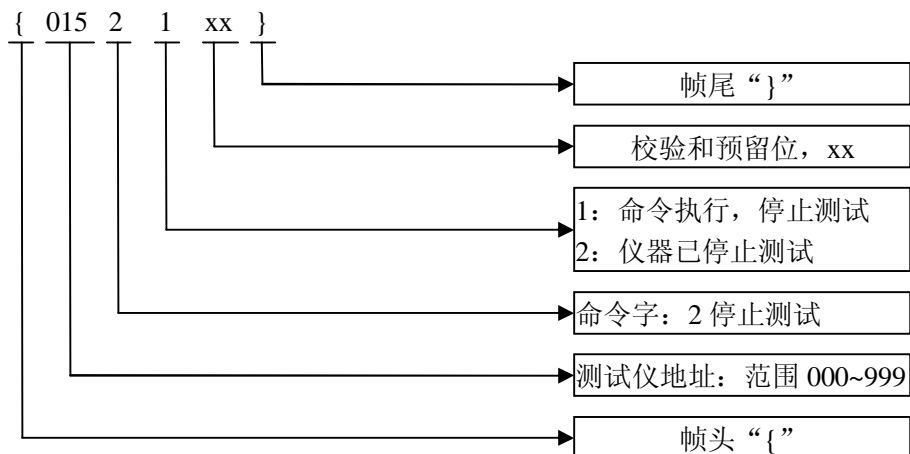
下传命令数据 8 个字节，数据格式如下：



2 应答命令格式

如果下传命令的地址和命令格式正确，测试仪停止测试后，上传应答命令。

上传应答命令为 9 个字节，数据格式如下：



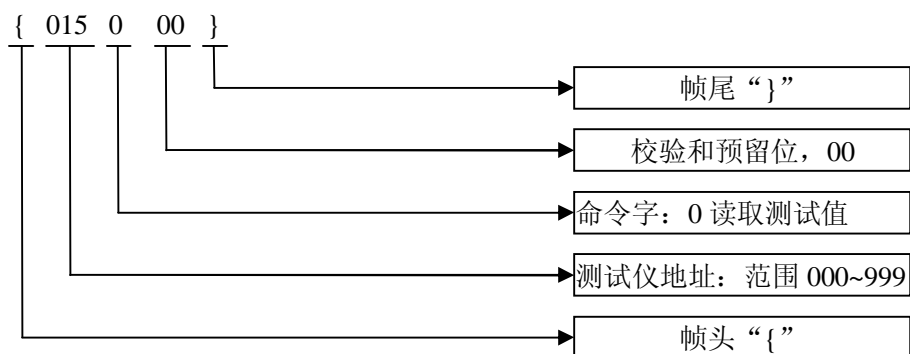
当上位机命令不符合协议格式（帧头、帧尾）、地址不符时，测试仪不做应答。

B.4.3 读取测试值命令

当仪器处于测试、测试结束、报警状态时，上位机发送此命令读取测试仪测试结果。

1 下发命令格式

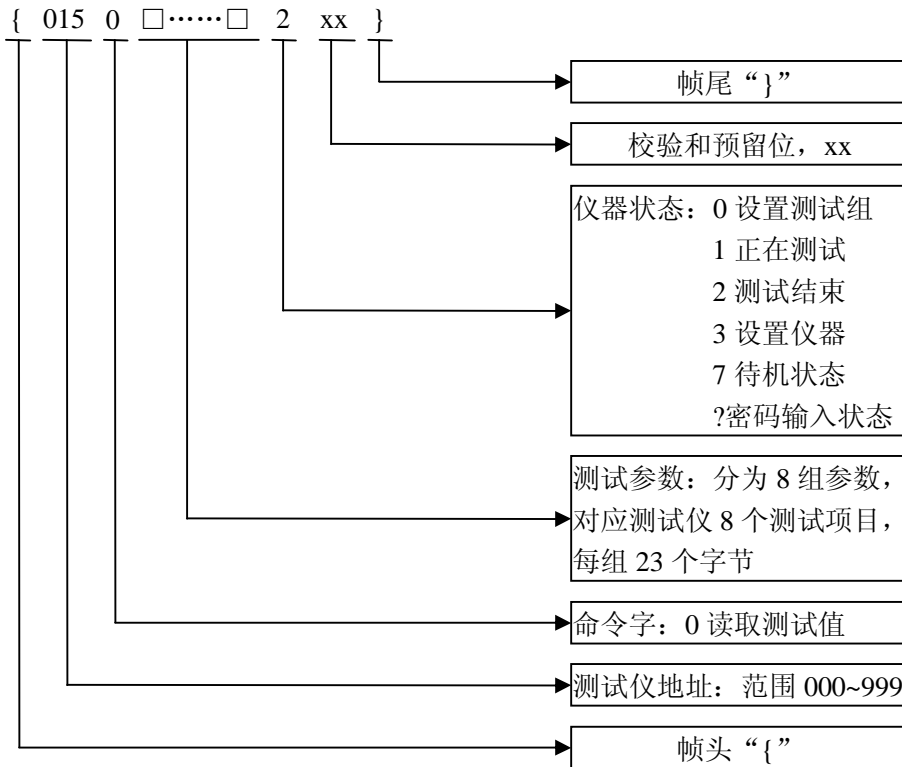
下传命令 8 个字节，数据格式如下：



2 应答命令格式

如果下传命令的地址和命令格式正确，测试仪将上传测试数据。

上传命令共 193 个字节，数据格式：



以下举例列出了一条测试仪应答读取测试值命令的实际数据。注：实际应答数据是一条连续的字符串，中间没有空格和换行。为了便于分析，此处对数据进行了换行。

```
{0150
1 3000 0000 0000 0000 0000 0 4    ——>第 1 组参数，对应第 1 个测试项目
3 0500 0000 0000 0000 0000 0 4    ——>第 2 组参数，对应第 2 个测试项目
4 0037 0000 0000 0000 0000 0 1    ——>第 3 组参数，对应第 3 个测试项目
5 0000 0000 0000 0000 0000 0 1    ——>第 4 组参数，对应第 4 个测试项目
0 0000 0000 0000 0000 0000 0 0    ——>第 5 组参数，对应第 5 个测试项目
0 0000 0000 0000 0000 0000 0 0    ——>第 6 组参数，对应第 6 个测试项目
0 0000 0000 0000 0000 0000 0 0    ——>第 7 组参数，对应第 7 个测试项目
x xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx x x    ——>第 8 组参数，扩展预留
2 xx}
```

其中 8 组参数，数据格式是一样的，一组 23 个字节，各字节的含义见下表：

字节 1 项目	(2~5) 参数 1	(6~9) 参数 2	(10~13) 参数 3	(14~17) 参数 4	(18~21) 参数 5	字节 22 条件	字节 23 结果
1 接地	电流值 A ×100	电阻值 mΩ ×10	无效	无效	时间 s ×10	无效	0 未判断 1 OK 2 NG 3 PT 4 NG
2 绝缘	电压值 V	电阻值 MΩ ×10	无效	无效		无效	
3 耐压	电压值 V	电流值 mA ×100	无效	无效		0 静 1 动	
4 泄漏	电压值 V ×10	电流值 mA ×1000	无效	无效		0 静 1 动	
5 功率	电压值 V ×10	电流值 A ×1000	功率 W ×10	功率因数 ×1000		无效	
6 启动	电压值 V ×10	电流值 A ×1000	无效	无效		无效	
7 直耐	电压值 V	电流值	无效	无效		0 静 1 动	

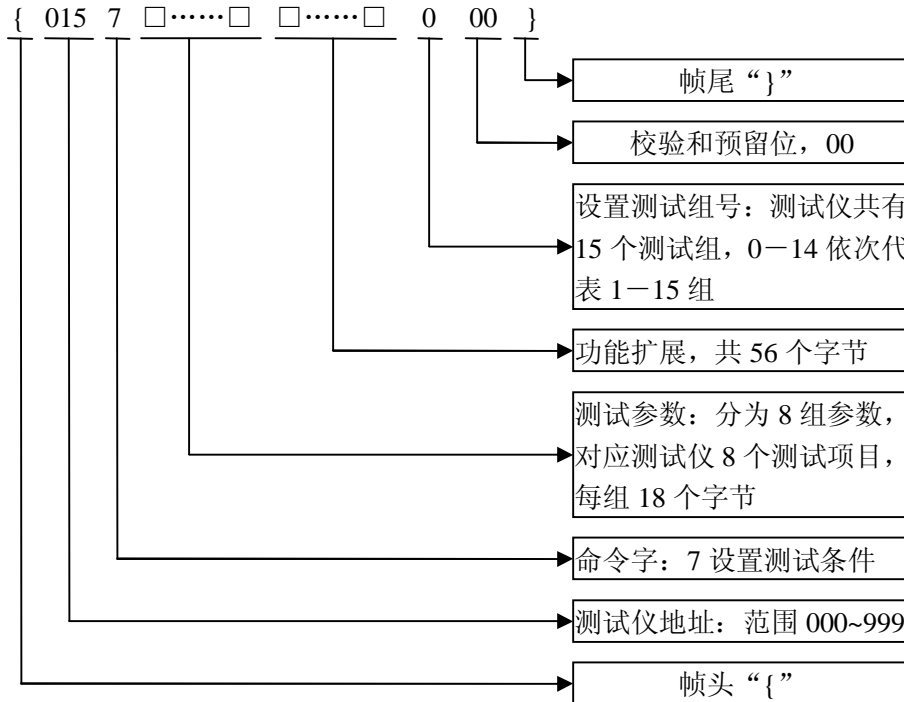
注：×10，×100，×1000 表示的是小数点的位置。如电流值 A×100，读到的数值为 2500，表示 25.00A。

B.4.4 设置测试条件命令

使用此命令可以通过上位机对仪器的测试条件进行设置。

1 下发命令格式

使用此命令可以通过上位机对仪器的测试条件进行设置，下传命令共 209 个字节，数据格式如下：



以下举例列出了一条设置测试仪测试条件的命令。注：实际命令数据是一条连续的字符串，中间没有空格和换行。为了便于分析，此处对数据进行了换行。

```
{0157          ; “{” 为起始符号，1 个字节；
                ; “015” 为地址，3 个字节；
                ; “7” 为命令字，1 个字节；

1 0030 0000 0025 0010 0      ——>第 1 组参数，对应第 1 个测试项目
3 0500 0010 9999 0010 0      ——>第 2 组参数，对应第 2 个测试项目
4 0233 0000 9999 0040 0      ——>第 3 组参数，对应第 3 个测试项目
5 0220 0000 6000 0040 0      ——>第 4 组参数，对应第 4 个测试项目
0 0000 0000 0000 0000 0      ——>第 5 组参数，对应第 5 个测试项目
0 0000 0000 0000 0000 0      ——>第 6 组参数，对应第 6 个测试项目
0 0000 0000 0000 0000 0      ——>第 7 组参数，对应第 7 个测试项目
0 0000 0000 0000 0000 0      ——>第 8 组参数，扩展预留
ABCDEEEZ          ; A 遇失败项 (0/1: 继续/停止); B 输出频率 (0/1:50Hz/60Hz);
                  ; C 负载接地; D 器具类型; EEE 被测体工作电压; Z 保留
ABCDEFGHIZ        ; A~G 分别是接地~直耐的补偿开关 (0/1: 关/开) Z 保留
ZZZZZZZZ        ; 8 个字节 保留
```

0000 0000 ; 绝缘缓升时间 $\times 10s$ 绝缘延判 $\times 10s$
 0000 0000 ; 耐压缓升时间 $\times 10s$ 耐压起点 0~99
 0000 0000 ; 耐压缓降时间 $\times 10s$ 直耐缓升 $\times 10s$
 0000 0000 ; 直耐起点 0~99 直耐延判 $\times 10s$
 X00} ; X 表示组号, 0-14 依次代表 1-15 组。
 ; 00 为校验和预留位。

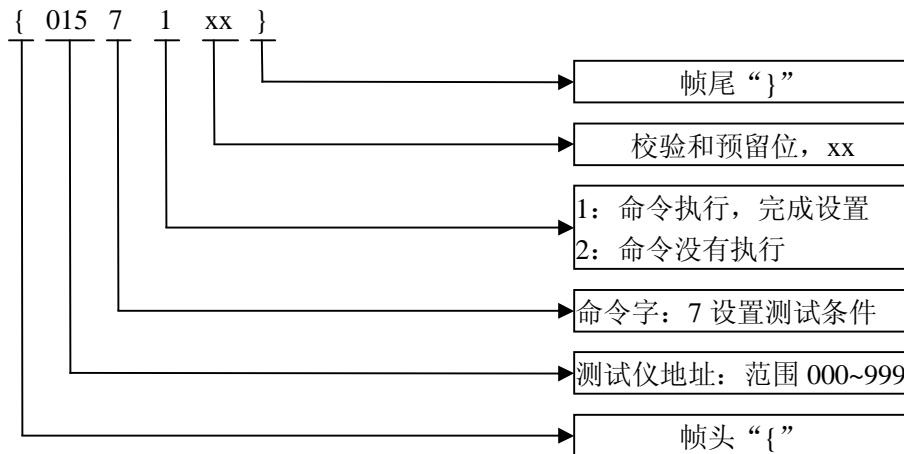
其中 8 组参数, 数据格式是一样的, 一组 18 个字节, 各字节的含义见下表:

字节 1 项目	(2~5) 参数 1	(6~9) 参数 2	(10~13) 参数 3	(14~17) 参数 4	字节 18 条件
1 接地	电流值 A	电阻下限值 $m\Omega$	电阻上限值 $m\Omega$	时间 $S \times 10$	无效
2 绝缘	电压值 V	电阻下限值 $M\Omega \times 10$	电阻上限值 $M\Omega \times 10$		无效
3 耐压	电压值 V	电流下限值 $mA \times 100$	电流上限值 $mA \times 100$		0 静 1 动
4 泄漏	电压值 V	电流下限值 $mA \times 1000$	电流上限值 $mA \times 1000$		0 静 1 动
5 功率	电压值 V	功率下限值 W	功率上限值 W		无效
6 启动	电压值 V	电流下限值 $A \times 100$	电流上限值 $A \times 100$		无效
7 直耐	电压值 V	电流下限值	电流上限值		0 静 1 动

注: $\times 10$, $\times 100$ 表示的是小数点的位置。如电流下限值 $mA \times 1000$, 读到的数值为 2500, 表示 2.500mA。

2 应答命令格式

测试仪设置成功后, 上传应答命令。上传应答命令为 9 个字节, 数据格式如下:



当上位机的下传命令不符合协议格式 (帧头、帧尾)、地址不符时, 下位机不做应答。

附录 C 安规知识

本章概要：

- I 安规测试的重要性
- I 接地电阻测试
- I 绝缘电阻测试
- I 耐压测试
- I 泄漏电流测试
- I 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 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。

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。

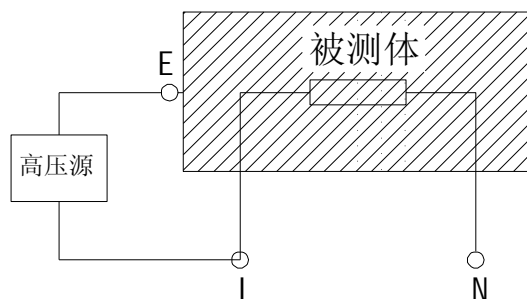


图 C-4-1 静态耐压示意图

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。

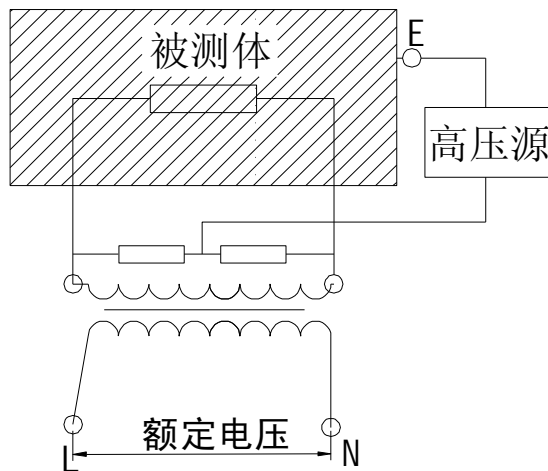


图 C-4-2 动态耐压示意图

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

另外一个优点是由于仅需在短时间内，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。

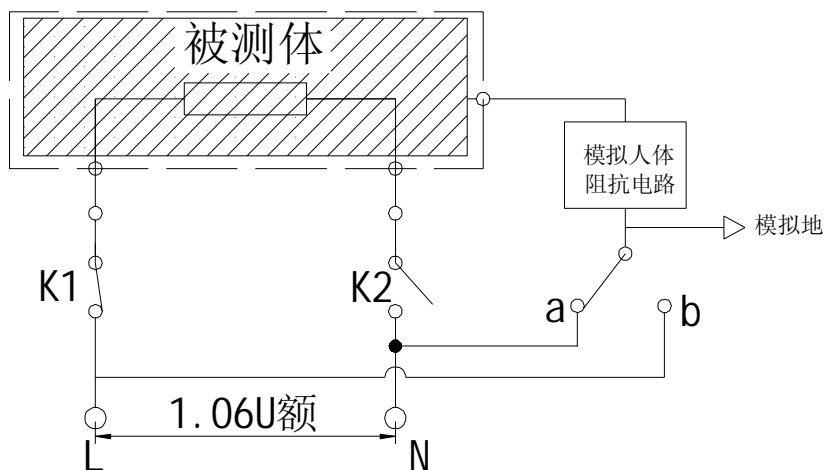


图 C-5-1 静态泄漏第一步

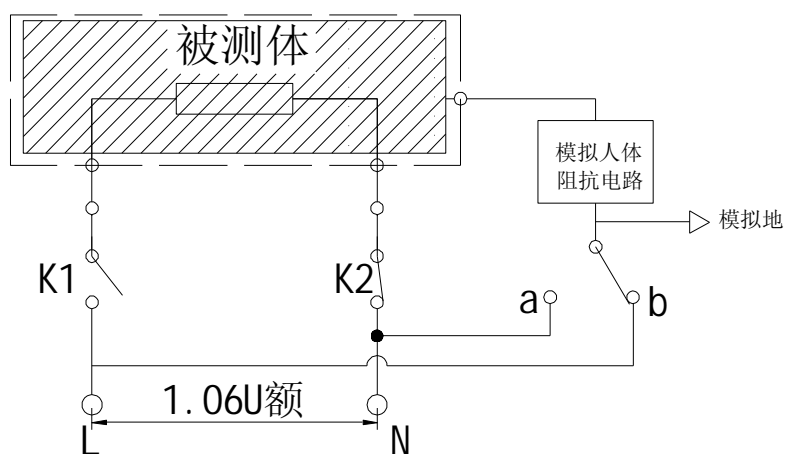


图 C-5-2 静态泄漏第二步

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。

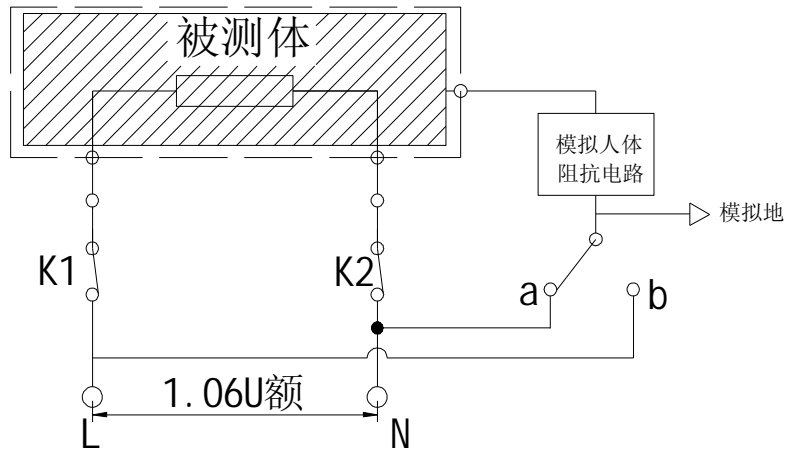


图 C-5-3 动态泄漏第一步

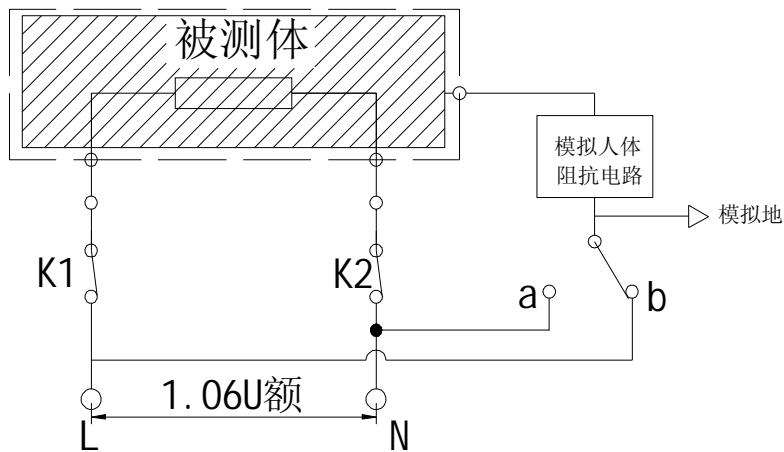


图 C-5-4 动态泄漏第二步

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。

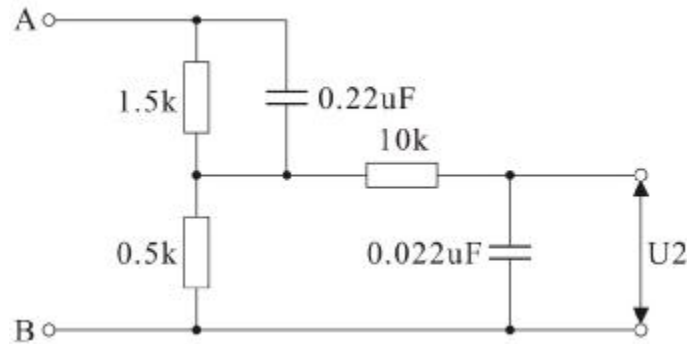


图 C-5-5 泄漏的人体模拟网络

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	≤ 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。

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。

附录 D 检定计量说明

本章概要：

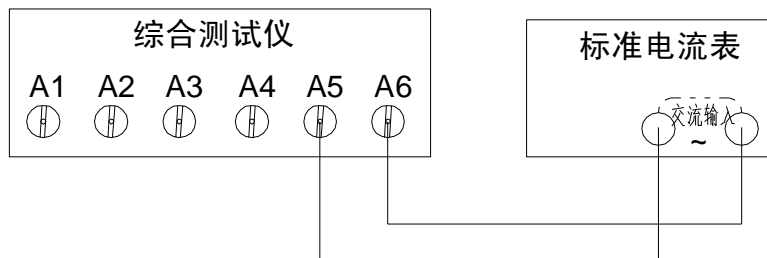
- I 接地电阻的计量
- I 绝缘电阻的计量
- I 交流耐压的计量
- I 泄漏电流的计量
- I 功率和启动的计量

D.1 接地电阻的计量

综合测试仪接地测试时，A5、A6 为电流输出端，A3、A4 为测量输入端。

D.1.1 接地电流的检定计量

接地电流的计量检定接线如图 D-1-1 所示。

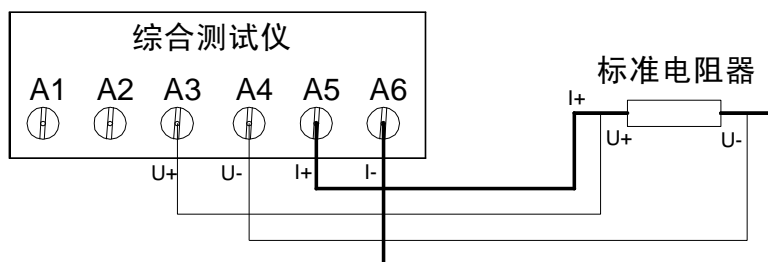


D-1-1 接地电流的计量

将综合测试仪的 A5、A6 端子连接到标准电流表的交流输入端。调整综合测试仪输出不同检定点的接地电流，对比综合测试仪的电流显示值与标准电流表的显示值，检定接地电流精度。

D.1.2 接地电阻的检定计量

接地电阻的检定计量接线如图 D-1-2 所示。



D-1-2 接地电阻的计量

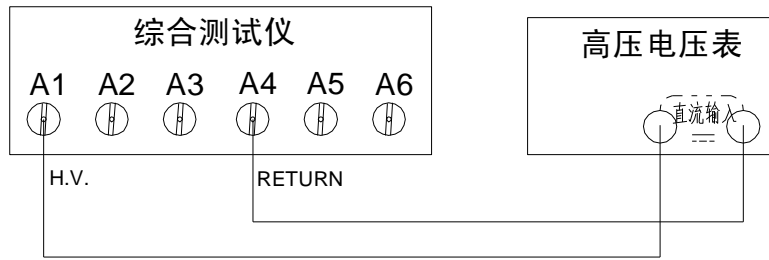
图 D-1.2 为使用标准电阻器法对综合测试仪的接地电阻进行计量检定。调整电阻器为检定点相应的标称值。对比综合测试仪的接地电阻测量值和标准电阻器的电阻值，检定接地电阻精度。注意：根据检定的电流值，选择合适功率值的电阻器。

D.2 绝缘电阻的计量

综合测试仪绝缘测试时，A1、A2 为高压输出端，A4 为测量回路端。

D.2.1 绝缘电压的检定计量

绝缘电压的检定计量接线如图 D-2-1 所示。

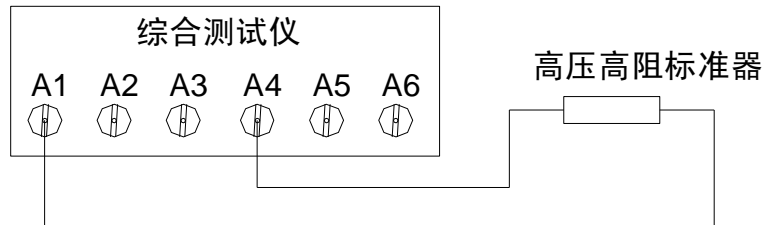


D-2-1 绝缘电压的计量

将综合测试仪的 A1、A4 端子连接到标准电压表的直流输入端。调整综合测试仪输出不同检定点的绝缘电压，对比综合测试仪的电压显示值与标准电压表的显示值，检定绝缘电压精度。

D.2.2 绝缘电阻的检定计量

绝缘电阻的检定计量接线如图 D-2-2 所示。



D-2-2 绝缘电阻的计量

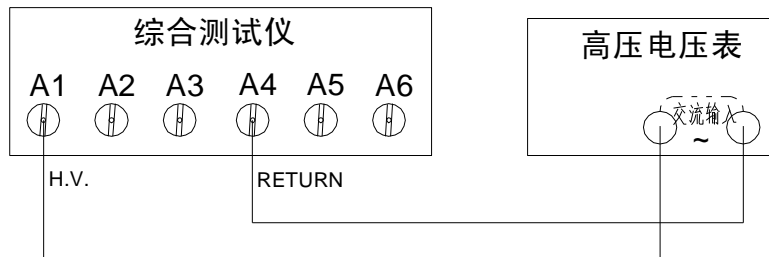
图 D-2.2 为使用标准电阻器法对综合测试仪的绝缘电阻进行计量检定。调整电阻器为检定点相应的标称值。对比综合测试仪的绝缘电阻测量值和标准电阻器的电阻值，检定绝缘电阻精度。注意：根据检定的电压值，选择合适功率值的电阻器。

D.3 交流耐压的计量

综合测试仪耐压测试时，A1、A2 为高压输出端，A4 为测量回路端。

D.3.1 耐压电压的检定计量

交流耐压电压的检定计量接线如图 D-3-1 所示。

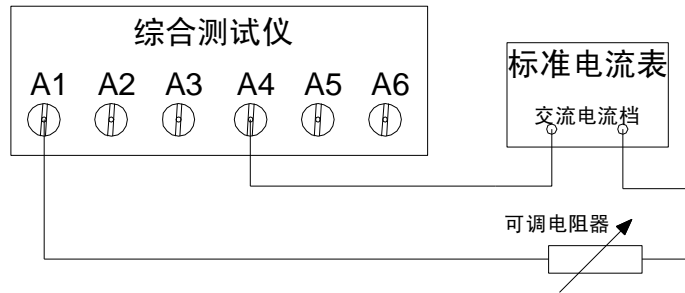


D-3-1 交流耐压电压的计量

将综合测试仪的 A1、A4 端子连接到标准电压表的交流输入端。调整综合测试仪输出不同检定点的耐压电压，对比综合测试仪的电压显示值与标准电压表的显示值，检定耐压电压精度。

D.3.2 耐压击穿电流的检定计量

耐压击穿电流的检定计量接线如图 D-3-2 所示。



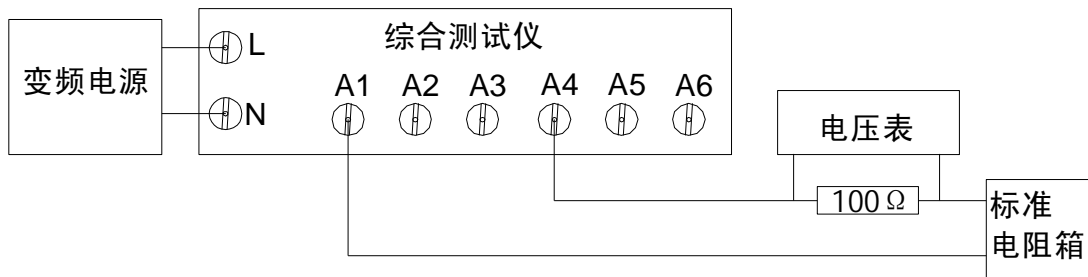
D-3-2 耐压击穿电流的计量

综合测试仪输出一定的耐压电压（如 600V），调节可调电阻器的阻值，使电流值为相应的检定点。对比综合测试仪的电流测试值与标准电流表的显示值，检定耐压击穿电流的精度。

D.4 泄漏电流的计量

综合测试仪耐压测试时，A1、A2 分别接通被测试件的带电部分，即 L、N 端，A4 为测量回路端。

泄漏电流的检定计量接线如图 D-4-1 所示。



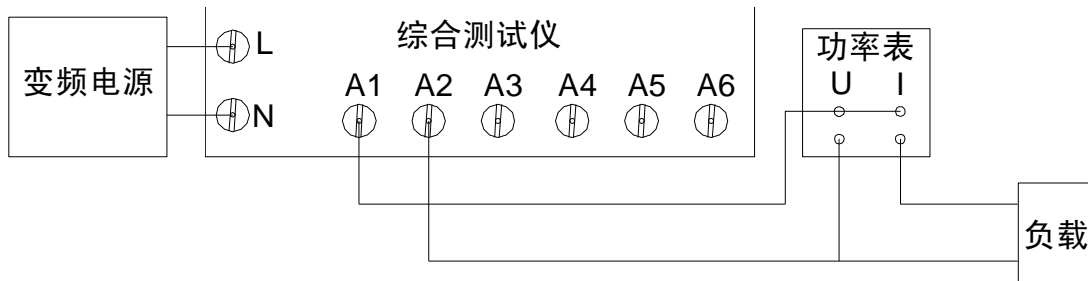
D-4-1 泄漏电流的计量

综合测试仪 L、N 接线端接入智能变频电源，调节可调变频电源的输出电压和标准电阻箱的电阻，使电压表显示电压除以 $100\ \Omega$ 电阻得到的电流为相应的检定点。对比综合测试仪的电流测试值与标准电压表，检定耐压击穿电流的精度。

D.5 功率和启动的计量

综合测试仪功率、启动测试时，A1、A2 分别接通被测体的 L、N。

功率和启动检定计量接线如图 D-5-1 所示。



D-5-1 交流耐压电压的计量

调整变频电源输出电压和负载，使电压、电流和功率到相应的检定点，对比综合测试仪的电压、电流和功率显示值与功率表的显示值，检定功率和启动的精度。

附录 E 关键零部件

本产品关键零部件信息如下表所示。

关键零部件	规格型号	生产厂
主板	AN96 主控板	自制
功放板	960 系列功放板	自制
电源变压器	R-20	烟台日通电器工业有限公司
交流接触器	DILM17-10C	穆勒电气（上海）有限公司
隔离变压器	6kVA	天津鲲鹏

版本: V2.4
2013 年 6 月