

使用说明书

User's Manual



350B 型
接地电阻测试仪

校验及校正声明

本实验室特别声明，本手册所列的仪器设备完全符合本实验室一般目录上所标称的规范和特性。本仪器在出厂前已经通过本实验室厂内校验，校验的程序和步骤是符合电子检验中心的规范和标准。

产品品质保证

本实验室保证所生产制造的新品仪器均经过严格的品质确认，同时保证在出厂一年内，如有发现产品的施工瑕疵或零件故障，本实验室负责免费给予修复。但是如果使用者有自行更改电路、功能、或进行修理仪器及零件或外箱损坏等情况，本实验室恕不提供免费保修服务。

本保证不含本仪器的附属设备等非我实验室所生产的附件。

在一年的保修期内，请将故障机组送回本实验室设备研发部维修处，本实验室会予以妥善修护。

如果本机组在非正常的使用下、或人为疏忽、或非人力可控制下发生故障，例如地震、水灾、暴动、或火灾等非人力可控制的因素，本实验室不予免费保修服务。

(本实验室遵循可持续发展战略，保留对本说明书的内容进行改进不予先通知的权力)

设备使用安全规定（必读）

使用前应该注意的规定和事项!!!

安全标志：

 高电压警告符号。

 高压危险符号。

 机体接地符号。

 接地符号

1.1 安全须知

- 使用本电容器纹波试验台以前, 请先了解本机所使用和相关的标志, 以策安全.
- 在开启本机的输入电源开关前, 请先选择正确的输入电压规格.

为防止意外伤害或死亡发生, 在搬移和使用机器时, 请务必先观察清楚, 然后再进行操作.

1.2 维护和保养

使用者的维护

为了防止触电的发生, 请不要掀开仪器的盖子. 本仪器内部所有的零件绝对不需使用者维护. 如果仪器有异常情况发生, 请寻求我实验室给予维护. 所附的线路和方块图只供参考之用.

定期维护

交流电源供应器、输入电源线各相关附件等每年至少要仔细检验和校验一次, 以保护使用者的安全和仪器的精确性.

使用者的修改

使用者不得自行更改机器的线路或零件, 如被更改, 机器保证期则自动失效并且我实验室不负责任. 使用未经本实验室认可的零件或附件也不给予保证. 如发现送回检修的机器被更改, 我实验室会将机器的电路或零件修复回原来设计的状态, 并收取修护费用.

目 录

第一章 前 言.....	1
1. 1 仪器简介.....	1
1. 2 仪器原理.....	1
1. 3 原理方框图.....	2
第二章 相关标准介绍.....	3
2. 1 接地导体及其连接的电阻试验.....	3
2. 2 GB4943-2001 (IEC60950:1999)标准介绍.....	3
2. 3 GB8898-2001 (IEC60065:1998)标准介绍.....	3
2. 4 GB4706.1-1998 (IEC335.1:1991)标准介绍.....	4
2. 5 定义.....	4
第三章 开机检查.....	5
3. 1 拆封检查.....	5
3. 2 输入电压和保险管的规格.....	5
3. 3 开机检查.....	5
3. 4 存储和运输环境.....	5
第四章 技术规范.....	6
4. 1 输入特性.....	6
4. 2 技术指标.....	6
4. 3 仪器附件.....	6
第五章 面板说明.....	7
5. 1 前面板示意图.....	7
5. 2 前面板说明.....	7
5. 3 后面板示意图.....	8
5. 4 后面板说明.....	8
5. 5 功能/参数显示说明.....	9
第六章 操作说明.....	12
6. 1 注意事项.....	12
6. 2 操作步骤.....	12
第七章 调试和校准.....	14
7. 1 主要元器件和电路板.....	14
7. 2 调试校准.....	14

第一章 前言

1.1 仪器简介

350B 型接地电阻测试仪是用于测量家用电器、电工产品及仪器设备等接地端子的接地电阻的测量仪器。采用 LCD 显示测试电流和接地电阻值，选用 Atmel 公司高速的 MCU 进行控制，按键设置接地电阻报警值、测试时间等参数；采用软件调试方式校准，使调试简单方便；具有断电记忆参数功能。工作状态一目了然，简单的按键操作，一学便会。该仪器既适用生产线快速化流水测试，又适合实验室多功能高精度的要求。

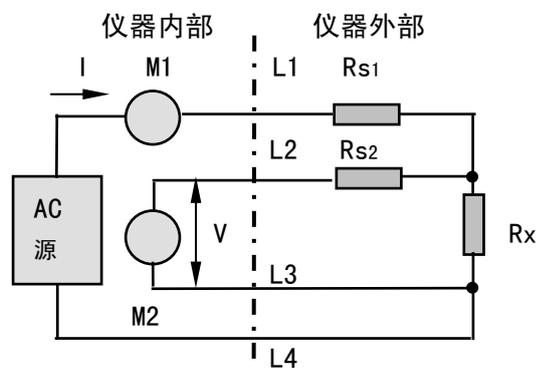
仪器的设计原理符合《GB4943》、《GB8898》、《GB4706.1》等国家标准的安性能检测要求，可对 I 类设备的保护接地端子或接触件和需要与其连接的零部件之间的连接电阻（或称接地电阻）进行测试。该仪器适合各种家用电器、收款机、电源、电动工具、电子仪器仪表等产品的接地电阻的测试。

1.2 仪器原理

350B 型接地电阻测试仪以 Atmel 公司高速的 MCU 进行控制，采用先进的 A/D 转换技术进行采样，通过 LCD 显示各种参数。

采用精密的可调变压器和降压变压器产生试验电流（50Hz/60Hz）。

基本工作原理是：由于接地电阻测试仪测量的接地电阻值很小，一般在几十毫欧姆，所以应采用四端测量法测量接地电阻。四端测量法原理见图 1。



注：L1、L2、L3、L4：四根测试线；

Rx：被测电阻（接地电阻）；

Rs1：L1 和 L4 测试线的电阻；

Rs2：L2 和 L3 测试线的电阻；

V：电压表 M2 测量的电压值；

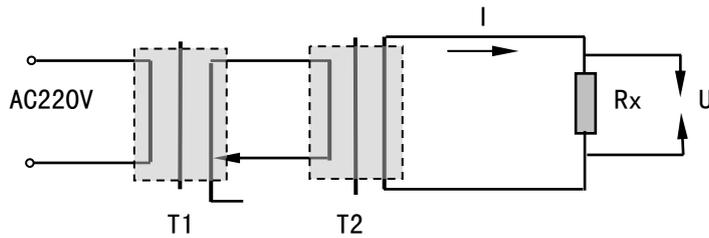
I：AC 电源产生的电流，即试验电流。

图 1 接地电阻测试仪的四端测量电阻原理图

如图 1 所示，由于接地电阻 R_x 和线电阻 R_{s1} 的大小是同一数量级（即毫欧姆级），当通过试验电流 I 时产生的压降两者就会大小相当。若采用两线（即 L1

和 L4) 测量电压, 则测量的电压是两者压降之和。显然, 这种测量方法不能准确测量 R_x 。若采用四线 (即 L1、L2、L3 和 L4) 测量, 电压表 M2 通过 L2 和 L3 线直接测量接地电阻 R_x 的压降, 由于电压表的内阻较大, 一般大于 $100k\Omega$, 相当于接地电阻 R_x 和 $100k\Omega$ 的电阻并联, 那么流过 L2 和 L3 的电流很小, 因此在线电阻 R_{s2} 产生的压降可以忽略不计, 则电压表 M2 测量的电压值 V 为接地电阻 R_x 的压降值。根据欧姆定律: $R_x=V / I$, 只要测出 V 和 I 的值, 就可测得接地电阻 R_x 。

下面讲述一下接地电阻测试仪的测量原理, 见图 2:



- 注: R_x : 被测接地电阻;
- I : 试验电流;
- U : 被测电阻 R_x 压降;
- T1: 自耦调压器;
- T2: 低压变压器。

图 2 接地电阻测试仪的测量原理图

令被测电阻 R_x 接于 T2 输出, 通过取样电路测量 R_x 两端电压 U 和电流 I , 则有 $R_x=U / I$, 从而计算出被测接地电阻 R_x 值。

1.3 原理方框图

根据上述的测量方法和按安全试验标准要求设计出接地电阻测试仪的工作原理方框图, 其主要由可调 AC 低压电源、取样电路、A/D 转换电路、MCU、LCD 显示、按键输入、定时器、超限报警电路等组成。见图 3:

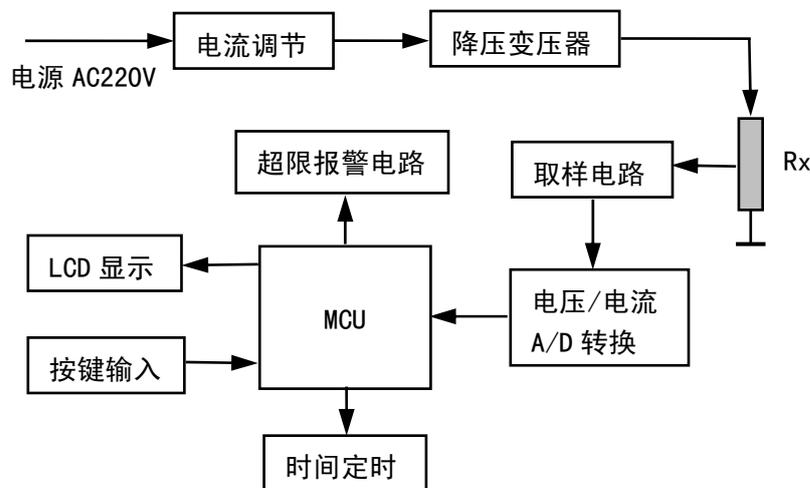


图 3 350B 型原理方框图

第二章 相关标准介绍

2. 1 接地导体及其连接的电阻试验

在按照 IEC 或国家标准对试验样品进行的接地导体及其连接的电阻试验项目中,一般要求试验样品的接地导体及其连接不应有过大的电阻。其连接电阻(或称接地电阻)的大小应满足标准(如《GB4943》、《GB8898》、《GB4706.1》等)规定的要求,见下面三种标准(《GB4943》、《GB8898》、《GB4706.1》)中有关接地导体及其连接的电阻试验内容和要求。

2. 2 GB4943-2001(IEC60950:1999)标准介绍

在 2.6.3.3 条款中描述:

2. 2. 1 试验条件:

- (1) 施加试验电流类型: AC(50Hz/60Hz) 或 DC;
- (2) 试验电流和试验时间:
 - 被测电路的电流额定值 $\leq 16\text{A}$, 则试验电流为被测电路电流额定值的 1.5 倍, 试验时间为 60s;
 - 被测电路的电流额定值 $> 16\text{A}$, 则试验电流为被测电路电流额定值的 2 倍, 试验时间为 2min;
- (3) 试验电压: $\leq 12\text{ V}$
- (4) 试验方式: 测量应在电源保护接地端子和试验样品中需要接地的点之间进行。

2. 2. 2 试验要求:

接地电阻不应超过 $0.1\ \Omega$ 。

2. 3 GB8898-2001(IEC60065:1998)标准介绍

在 27.5 条款中描述:

2. 3. 1 试验条件:

- (1) 施加试验电流类型: AC(50Hz/60Hz) 或 DC;
- (2) 试验电流: 被测电路电流额定值的 1.5 倍或 25A, 二者中取较大者;
- (3) 试验时间: 60s;
- (4) 试验电压: $\leq 12\text{ V}$ (空载时);
- (5) 试验方式: 测量应在试验样品的接地端子或样品输入插口的接地触点与易触及金属部件之间。

(注意: 电源线的电阻不包括测量之中;)

2. 3. 2 试验要求:

接地电阻不应超过 0.1Ω 。

2. 4 GB4706. 1-1998 (IEC335. 1:1991) 标准介绍

在 27.5 条款中描述:

2. 4. 1 试验条件:

(1) 施加试验电流类型: AC (50Hz/60Hz) 或 DC;

(2) 试验电流: 25A;

(注: 在加拿大, 试验电流采用 30A)

(3) 试验时间: 60s;

(4) 试验电压: $\leq 12 \text{ V}$;

(5) 试验方式: 应测量保护接地端子或接触件与其连接的零部件之间。

2. 4. 2 试验要求:

接地电阻不应超过 0.1Ω 。

2. 5 定义

2. 5. 1 基本绝缘

对防电击提供基本保护的绝缘。

2. 5. 2 附加绝缘

除基本绝缘以外施加的独立的绝缘, 用以减少在基本绝缘一旦失效时仍能防止电击。

2. 5. 3 双重绝缘

由基本绝缘加上附加绝缘构成的绝缘。

2. 5. 4 加强绝缘

一种单一的绝缘结构, 在标准规定的条件下, 其所提供的防电击的保护等级相当于双重绝缘。

2. 5. 5 I 类设备

用下列方法来获得防电击保护性能的设备:

——采用基本绝缘, 而且

——还要装有一种连接装置, 使那些在基本绝缘一旦失效就会带电危险电压的导电零部件与建筑物配线中的保护接地导体相连。

2. 5. 6 II 类设备

防电击保护不仅依靠基本绝缘, 而且还采取附加安全保护措施的设备 (如采用双重绝缘或加强绝缘的设备), 这类设备既不依靠保护接地, 也不依靠安装条件的保护措施。

2. 5. 7 III类设备

防电击保护是依靠安全特低电压 (SELV) 电路供电来实现的, 且不会产生危险电压的设备。

2. 5. 8 保护接地端子

与出于安全原因必须接地的零部件相连接的端子。

第三章 开机检查

3. 1 拆封检查

350B 型接地电阻测试仪是包装在一个纸箱内, 拆封检查仪器外观和面板有无完好, 并核对箱内的仪器附件数量是否正确, 仪器附件清单见 4.3 章节。

3. 2 输入电压和保险管的规格

350B 型接地电阻测试仪使用 AC 220V/50Hz 单相电源, 保险管容量为 2A。
注意: 更换保险管前, 必须先去掉输入电源线, 新更换的保险管须符合要求。

3. 3 开机检查

3. 3. 1 在接通仪器电源之前, 需先确认电源的地线是否已接好。本仪器采用三芯电源线, 当电源线接入具有地线的插座时, 即已完成仪器机壳接地。

3. 3. 2 接通电源开关后, 仪器的显示器 (LCD) 进入显示状态。如果电源接通后无显示, 请先关闭电源开关并拔掉电源插头, 检查电源线是否接触良好及位于后面板的保险管是否完好。确认检查完好后再次开机启动观察。

3. 4 存储和运输环境

仪器可在下列环境条件进行存储和运输:

温度: $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$;

湿度: 小于 90% RH。

注意: 必须避免环境温度的急剧变化, 温度的急剧变化可能会引起水汽凝结于仪器内部。

第四章 技术规范

4.1 输入特性

输入电压	AC 220V \pm 3%
输入频率	50Hz/60Hz
工作环境	温度：10℃~30℃，湿度：小于75% RH
电源保险管	2A
外形尺寸	300 (W) \times 356 (D) \times 100 (H)
重量	约 10 kg

4.2 技术指标

输出电流范围：	1 档：AC 3~30A 2 档：AC 3~10A
LCD 显示电流精度：	\pm (5%+3 个字)
输出波形：	电源的 50Hz/60Hz 正弦波
测量电阻范围：	1 档：0 ~ 200m Ω 2 档：0 ~ 600m Ω
测量电阻精度：	\pm (5%+3 个字)
定时器定时间：	1 ~ 60s 可设置, 步进值 \pm 1s (注：设置“00s”为连续测试，即手动测试)
定时器定时精度：	\pm (3%+2 个字)
输出电压：	\leq 12V
电阻测量的判定值：	1 档：0 ~ 200m Ω ，步进值 \pm 1 m Ω 2 档：0 ~ 600m Ω ，步进值 \pm 1 m Ω
显示参数是否具有断电记忆功能：	有
变压器容量：	200VA

4.3 仪器附件

名称	数量
测试线	1 套
电源线	1 根
说明书	1 本
保修卡	1 份

第五章 面板说明

5.1 前面板示意图

见图 4。

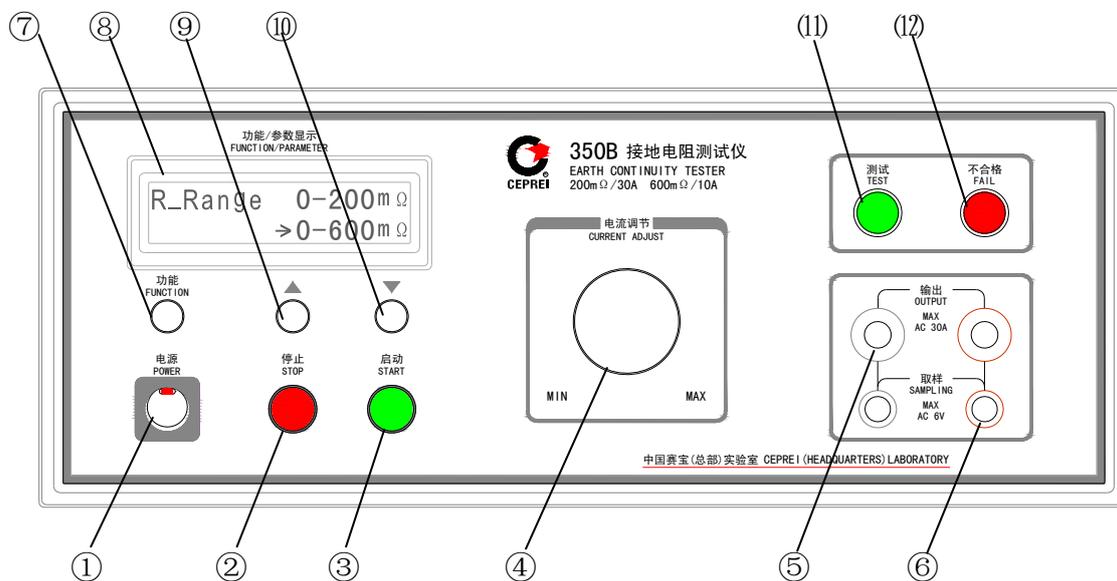


图 4 前面板示意图

5.2 前面板说明

①：电源开关（POWER）

带指示灯的通断开关。当电源打开时，指示灯亮；当电源关闭时，指示灯灭。

②：停止键（STOP）

红色无锁按键。在测试进行中，作为中断测试开关，也可消除报警功能作用的按键。

③：启动键（START）

绿色无锁按键。

④：电流调节旋钮（CURRENT ADJUST）

调节试验电流输出大小的旋钮，其数值在 LCD（⑧）显示。

⑤：输出端（OUTPUT）

将四端测试线的两根粗线连接上，并拧紧，此输出端为试验电流输出，最大电流为 30A。

⑥：取样端（SMPLING）

将四端测试线的两根带香蕉插头的线插入取样端口的孔内，对接地电阻进行电压测量。

⑦：功能键（FUNCTION）

切换设置和测试状态，即：待测试状态→设置接地电阻的判定值状态→设置定时时间状态→待测试状态。

⑧：功能/参数显示（FUNCTION / PARAMETER）

显示试验档位（共 2 档）、试验电流（I）、定时时间（T）、接地电阻的判定值（R）、接地电阻实际测量值（Rx）和测试状态（TEST OFF 或 TEST ON）。

⑨：递增键（INCREASE）

步进增加数值。

⑩：递减键（DOWN）

步进减少数值。

⑪：测试指示（TEST）

红色指示灯。当按启动键时，指示灯亮；按停止键时，指示灯灭。

⑫：判定指示（FAIL）

黄色指示灯。当在测试中，测量的接地电阻值超过判定值，指示亮，并报警，表示试验样品不合格。

5.3 后面板示意图

见图 5。

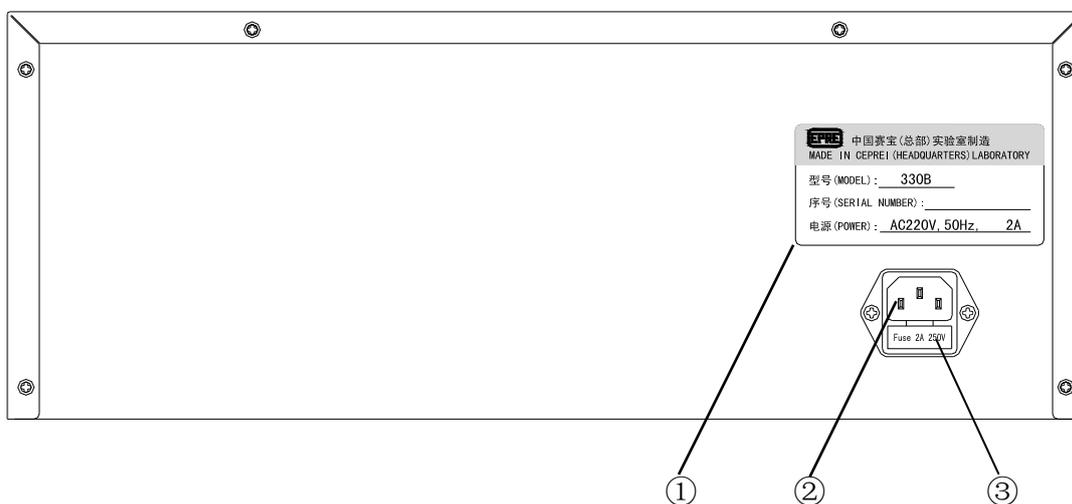


图 5 后面板示意图

5.4 后面板说明

①：仪器标识

标明仪器的制造商、型号、机号以及工作电源要求。

②：电源输入插口

AC 220V, 50Hz/60Hz。

③：保险管外盖

保险管放置处，保险管规格 250V，2A。

5. 5 功能/参数显示说明

接通 350B 型接地电阻测试的电源，仪器面板上的 LCD 进入图 6：

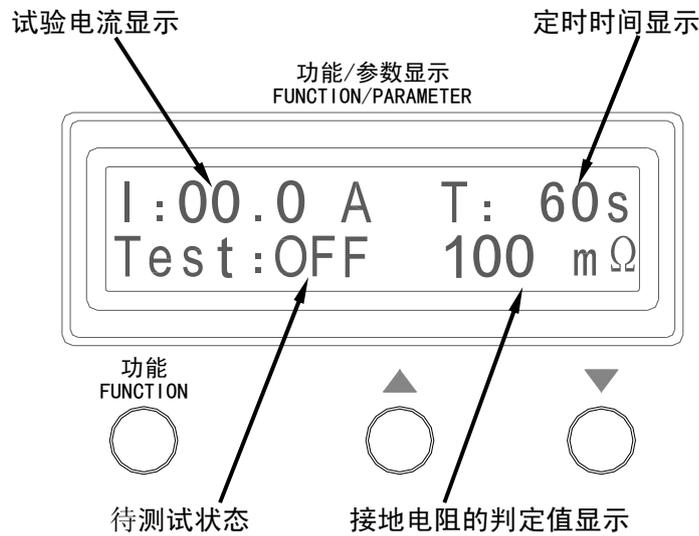


图 6

按“功能”键，进入设置接地电阻档位选择状态，见图 7。按“递增”键，或按“递减”键选择需要使用的档位。

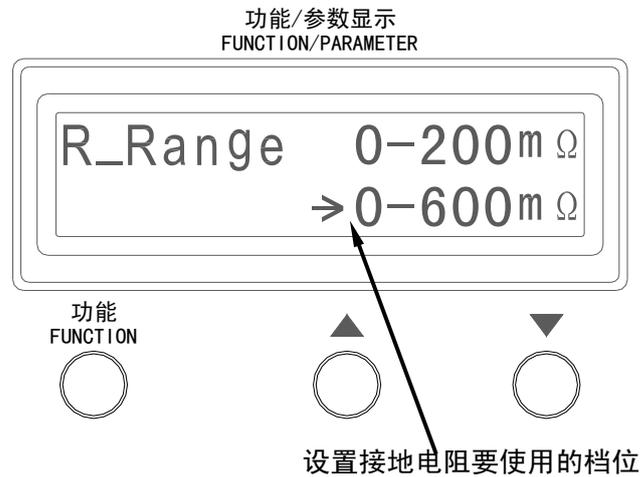


图 7

设置完成接地电阻的档位后，再按“功能”键，进入设置接地电阻的判定值状态，见图 8。按“递增”键，或按“递减”键改变接地电阻的判定值，步进值为 $\pm 1\text{m}\Omega$ 。

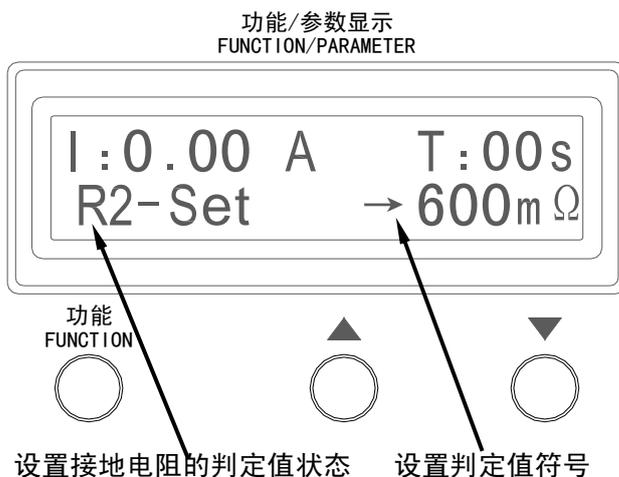


图 8

设置完成接地电阻的判定值后，再按“功能”键，进入设置定时时间状态，见图 9。同样是采用“递增”键或“递减”键进行设置定时时间，步进值为±1s。

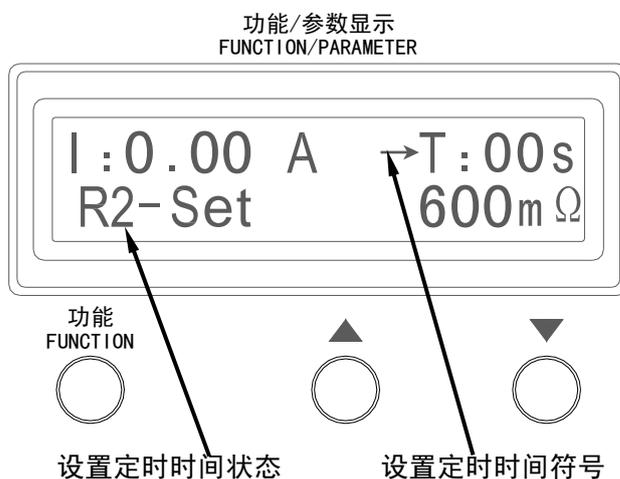


图 9

当设置定时时间大于 60s，或小于 1s 时，定时时间会跳到 00s，此时为连续测试状态，即手动状态，见图 10。

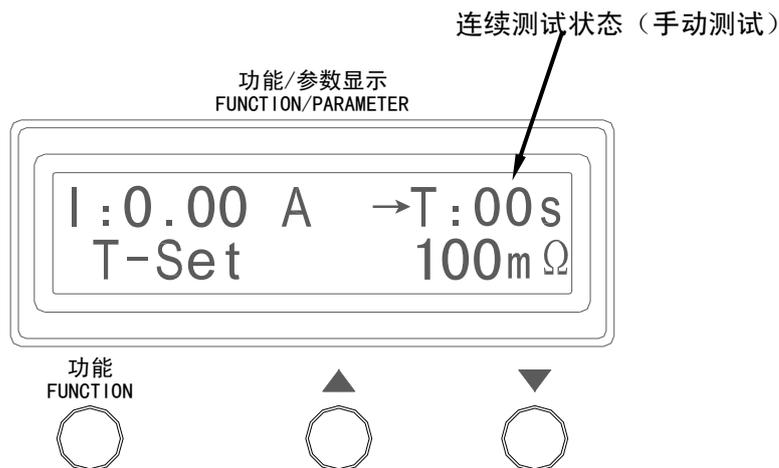


图 10

设置完成定时时间后，再按“功能”键，返回待测试状态，见图 6。按前面板上的“启动”键，仪器进入测试状态。再调“电流调节”旋钮，设置所需的试验电流 I，见图 11。然后会自动显示试验样品的接地电阻值，见图 12。图 12 界面表示如下参数值：

试验电流 I:	25 A
接地电阻判定值 R:	100 mΩ
定时时间 T:	60 s
接地电阻值 Rx:	39 mΩ

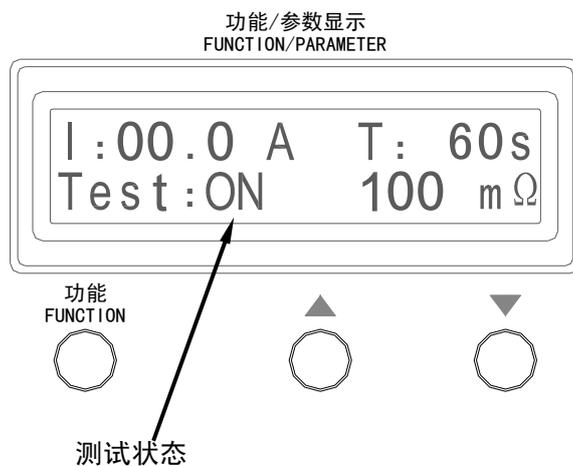


图 11

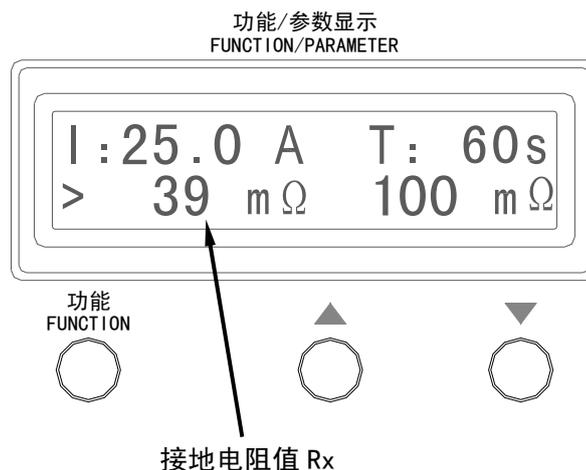


图 12

第六章 操作说明

6. 1 注意事项

使用须知：350B 型接地电阻测试仪设计时已充分考虑到安全问题。但如仪器使用不当，仍可能造成严重的安全事故，因此，在使用前一定要注意以下几点：

注意！

1. 仪器的电源地线必须是接地良好的地线，以保证人体安全和测量精度。
2. 测得了试验样品的接地电阻值后，应尽快地将“电流调节”旋钮调到“MIN”位置，以免烧坏试验样品和测量仪器。
3. 仪器应放置在干燥、阴凉之处，尽量避免放置在潮湿、高温、强阳光之处。
4. 当在测量的时候，如果看到 LCD 面板出现乱码，请直接按栋【电源】开关切断主电源，过几秒后在重新给仪器上电。

6. 2 操作步骤

6. 2. 1 仪器接入额定电源 (220V、50Hz)，确认“电流调节”旋钮度盘处于“MIN”位后，按图 13 连接示意图连接试验样品的地端，然后打开电源开关。

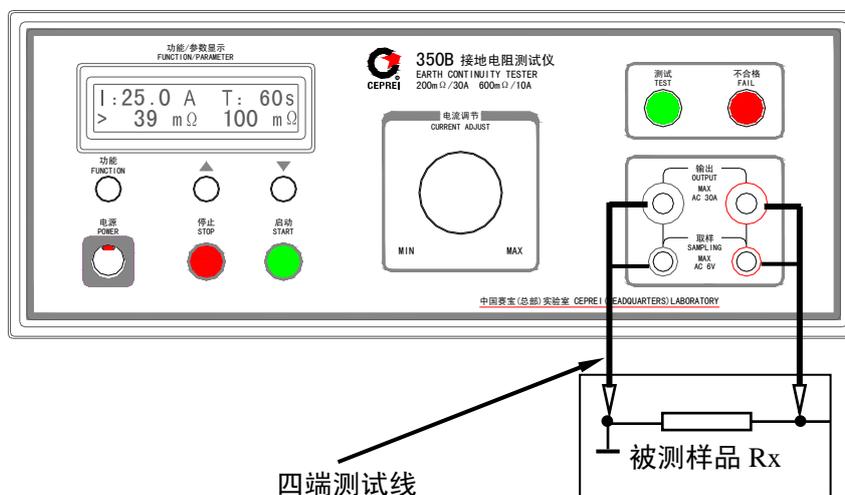


图 13 测试连接示意图

6. 2. 2 根据测试要求，按 **5. 5 功能/参数显示说明** 设置接电电阻的判定值(R)和定时时间(T)，设置完成后，再按“功能”键返回待测状态，LCD 将显示“Test: OFF”。

6. 2. 3 按“启动”键进入测试状态，LCD 将显示“Test: ON”，再调“电流调节”旋钮，调到试验所需的电流值(I)，通常是 25A，此时会自动显示试验样品的接地电阻值(Rx)。

(注: 只有在 LCD 出现“Test: OFF”提示下, ”启动”按键才会有效!)

6. 2. 4 在测试过程中，定时时间的显示值会自动计时递减，并发出时钟声，直到“00”，测试会自动停止。再按“启动”键，测试重新开始，定时时间的显示值又重新计时。当定时时间设置“00”时，测试处于连续测试（手动测试），这时定时时间的显示值就不会改变，保持“00”数值，只有按“停止”键，测试方能结束。

注意！

1. 在按启动时要把电流调节旋钮调到 1A 以上再按启动，不然仪器会报警并亮红灯。因仪器在 1A 以下时会判别为开路报警。
2. 仪器在连续测试状态，当电流输出大于 20A 时，测试时间不要超过 2 分钟，以免仪器和试验样品损坏！

6. 2. 5 在测试过程中，如果被测样品的接地电阻（ R_x ）大于接电电阻判定值（ R ）时，则仪器判断被测样品“不合格”，仪器会自动切断输出电流，且“不合格”指示灯亮，同时发出报警声。按下“停止”按钮即可清除报警。

第七章 调试和校准

7. 1 主要元器件和电路板

350B 型接地电阻测试仪的主要元器件和电路板清单如下：

序号	名称	编号/型号	数量
1	调压器	500W	1（个）
2	控制变压器	200W	1（个）
3	电源变压器	50W	1（个）
4	互感器	30A/5A	1（个）
5	LCD	TC-1602D	1（块）
6	控制电路板	V7 板	1（块）
7	按键板	KEY	1（块）
8	四端输出口		1（套）

7. 2 调试校准

350B 型接地电阻测试仪的调试校准方式是采用软件调试校准，这种方式方便可靠，主要工作是设置改变一些软件内部参数，通过这些参数的设置改变对所测试的电压、电流值进行调试校准。下面介绍仪器的调试校准步骤：

7. 2. 1 在确认仪器需要调试校准后，先断电打开仪器外盖。

7. 2. 2 在调试之前先确认控制电路板的电源电压值是否正常，在控制电路板上有两组电源：+12V 和+5V，如果这两组电源不正常，则需进行检查，待电源正常后进行软件调试

7. 2. 3 在进行软件调试时，需将一个跳线插在控制电路板上，即在控制电路板上的 CN6 端口插上短路线，然后再开电源，在 LCD 显示屏上将显示进入调试状态。

7. 2. 4 进入调试状态后，需要调试的参数有 7 个。分别有前置标记 A、B、C、D、E、F 和 G，电压参数有 5 个分别为 A、B、C、D 和 E，电流参数有 2 个分别为 F 和 G，分别说明如下：

序号	代码	初始值	功能	校准有效范围
1	A	000525	电压校准参数	0~150mV

2	B	001556	电压校准参数	150~500mV
3	C	001500	电压校准参数	0.5~4V
4	D	002900	电压校准参数	4~6V
5	F	000150	电流校准参数	3~7A
6	G	000145	电流校准参数	7~30A

(注：由于时间参数的准确度由 CPU 时钟决定，一般不需调试校准。)

7. 2. 5 电压参数调试校准

(1) 在进行电压参数调试校准时，需外接试验电阻（100mΩ、200mΩ、1kΩ）和多用数字表，调校 LCD 显示的电压值，见图 14 电压参数调试校准示意图。

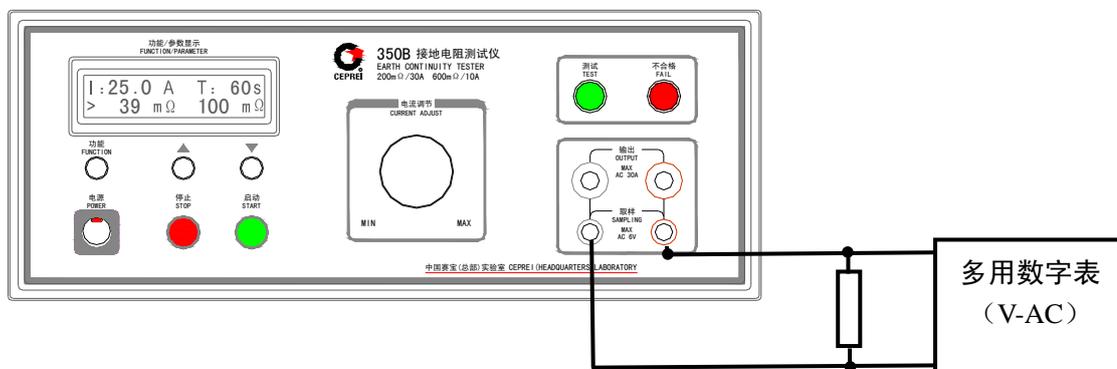


图 14 电压参数调试校准示意图

(2) 仪器按图 14 连接后，按“功能”键，选择参数 A、B、C、D 和 E：

- 当电压显示值：0~150mV 时，选择 A 参数来调试校准；
- 当电压显示值：150~500mV 时，选择 B 参数来调试校准；
- 当电压显示值：0.5~4V 时，选择 C 参数来调试校准；
- 当电压显示值：4~6V 时，选择 D 参数来调试校准；

(3) 按“启动”键，通过“电压调节”旋钮调节电压，如果 LCD 显示的电压值小于电压表的数值，按“停止”键，再通过按“递增(▲)”键增加 A、或 B、或 C、或 D 的参数值，设置完后，又按“启动”键，观察 LCD 电压显示值是否和电压表的数值相同，如果不相同，再改变 A、或 B、或 C、或 D 的参数值，直到相等为止；

(4) 如果 LCD 显示的电压值大于高压表的数值，按“停止”键，再通过按“递减(▼)”键减少 A 或 B、或 C、或 D 的参数值，设置完后，按“启动”键，观察 LCD 电压显示值是否和高压表的数值相同，如果不相同，再改变 A 或 B、或 C、或 D 的参数值，直到相等为止。

7. 2. 6 电流参数调试校准

(1) 在进行电流参数调试校准时，需外接能测到 40A(AC)的数字电参数表进行电流的校准，见图 15 电流参数调试校准示意图。

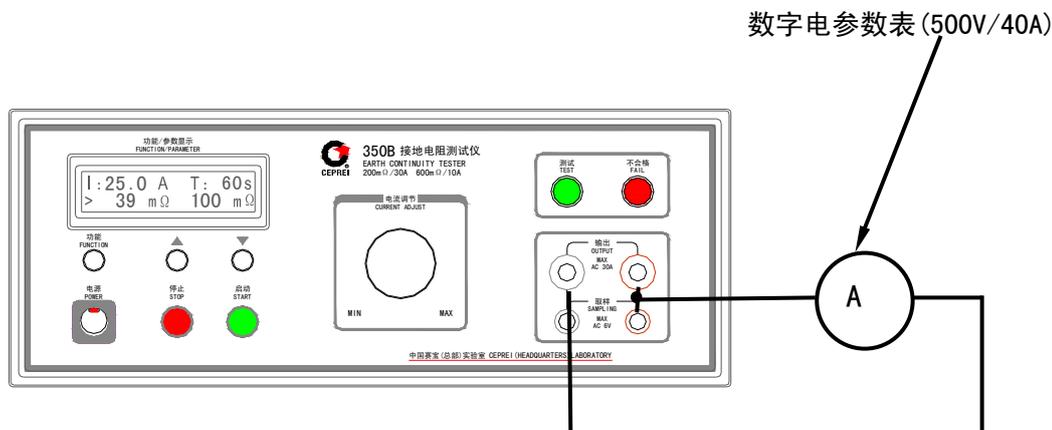


图 15 电流参数调试校准示意图

(2) 仪器按图 15 连接后，先按“功能”键，选择 F 或 G 参数：

- 当输出电流： 3A~7A 时，选择 F 参数来调试校准；
- 当输出电流： 7A ~30A 时，选择 G 参数来调试校准；

(3) 按“启动”键后再旋转调压器得到需要的电流值，如果 LCD 显示的电流值小于或大于数字电参数表的电流测量值，按“停止”键，再通过按“递增(▲)”键或“递减(▼)”键增加 F 或 G 的参数值，设置完后，又按“启动”键，观察 LCD 电流显示值是否与数字电参数表的电流测量值相同，如果不相同，再改变 F 或 G 的参数值，直到相等为止；

7. 2. 7 完成电压电流参数调试校准后，先关掉电源，拔掉控制电路板上 CN6 端口的短路线，再开机，此时仪器将进入正常的测试状态。在测试状态下，检查仪器各功能是否正常，如：通过设置电流值来观察实际电流超过预设值电流时，是否会报警和切断输出，如一切正常，此台仪器调试校准完成。

在调试校准过程中，应注意下面问题：

注意！

在进行电压和电流校正时，如果通过改变参数值还不能达到校正的目的，则说明硬件可能有问题。如：电阻值选择不正确、三极管安装反、继电器触点接触不良或继电器损坏、虚焊等，此时要通过查找控制电路板上的原因将问题解决！