

# 用户手册

## User's Guide

Rev.A2.0

固件说明：

适用于主程序 Rev.A 2.0 及以上的版本

# AT9600

## 交流接地电阻测试仪

- 交流电流输出范围 5~40A
- 2%输出电流精度
- 50Hz 或者 60Hz 频率可选
- 最大开路电压 6VAC
- 测试电压范围 0V~6VAC
- 电阻量程 0~600mΩ
- 测试时间 0~999.9s (可关闭)
- RS232 接口(兼容 SCPI 与 MODBUS 协议)
- Handler (PLC) 接口
- 全触控操作

Applent 安柏®

是常州安柏精密仪器有限公司的商标或注册商标。

### 常州安柏精密仪器有限公司

Applent Instruments Ltd.

江苏省常州市钟楼区宝龙 61-3 层

电话：0519-88805550

传真：0519-86922220

<http://www.applent.com>

销售服务电子邮件: [sales@applent.com](mailto:sales@applent.com)

技术支持电子邮件: [tech@applent.com](mailto:tech@applent.com)

©2005-2018 Applent Instruments Inc.

## 安全须知

**警告** **危险**：当你发现有以下不正常情形发生,请立即终止操作并断开电源线。立刻与安柏科技销售部联系维修。否则将会引起火灾或对操作者有潜在的触电危险。

- 仪器操作异常。
- 操作中仪器产生反常噪音、异味、烟或闪光。
- 操作过程中, 仪器产生高温或电击。
- 电源线、电源开关或电源插座损坏。
- 杂质或液体流入仪器。

## 安全信息

**警告** **危险**：为避免可能的电击和人身安全，请遵循以下指南进行操作。

### 免责声明

用户在开始使用仪器前请仔细阅读以下安全信息，对于用户由于未遵守下列条款而造成的人身安全和财产损失，安柏科技将不承担任何责任。

### 仪器接地

为防止电击危险，请连接好电源地线。

### 不可 在爆炸性气体环境使用仪器

不可在易燃易爆气体、蒸汽或多灰尘的环境下使用仪器。在此类环境使用任何电子设备，都是对人身安全的冒险。

### 不可 打开仪器外壳

非专业维护人员不可打开仪器外壳，以试图维修仪器。仪器在关机后一段时间内仍存在未释放干净的电荷，这可能对人身造成电击危险。

### 不可 在强烈磁场环境使用该仪器

在有强烈磁场或者电场的地方使用该仪器，电磁脉冲会引起仪器故障产生火灾。

**不要**  
在敏感的测试设备和  
接受设备附近使用该仪器

如果在本仪器的附近使用这些设备，被测件失效击穿产生的噪声也许会影响这些设备。超过 3kV 的测试电压，测试线间的电场会电离空气产生电晕，在测试线之间产生大量射频带宽的干扰。为了减少这种影响，确保测试线之间的距离足够远。另外，保持测试线远离导电表面（特别是尖锐的金属末端）。

### 不要 使用工作异常的仪器

如果仪器工作不正常，其危险不可预知，请断开电源线，不可再使用，也不要试图自行维修。

### 不要 超出本说明书指定的方式使用仪器

超出范围，仪器所提供的保护措施将失效。

## 有限担保和责任范围

常州安柏精密仪器有限公司（以下简称 Applent）保证您购买的每一台 AT9600 在质量和计量上都是完全合格的。此项保证不包括保险丝以及因疏忽、误用、污染、意外或非正常状况使用造成的损坏。本项保证仅适用于原购买者，并且不可转让。

自发货之日起，Applent 提供玖拾（90）天保换和贰年免费保修，此保证也包括 VFD 或 LCD。玖拾天保换期内由于使用者操作不当引起的损坏，保换条款终止。贰年包修期内由于使用者操作不当而引起仪器损坏，维修费用由用户承担。贰年后直到仪表终生，Applent 将以收费方式提供维修。对于 VFD 或 LCD 的更换，其费用以当前成本价格收取。

如发现产品损坏，请和 Applent 取得联系以取得同意退回或更换的信息。之后请将此产品送销售商进行退换。请务必说明产品损坏原因，并且预付邮资和到目的地的保险费。对保修期内产品的维修或更换，Applent 将负责回邮的运输费用。对非保修产品的修理，Applent 将针对维修费用进行估价，在取得您的同意的前提下才进行维修，由维修所产生的一切费用将由用户承担，包括回邮的运输费用。

本项保证是 Applent 提供唯一保证，也是对您唯一的补偿，除此之外没有任何明示或暗示的保证（包括保证某一特殊目的的适应性），亦明确否认所有其他的保证。Applent 或其他代理商并没有任何口头或书面的表示，用以建立一项保证或以任何方式扩大本保证的范围。凡因对在规格范围外的任何原因而引起的特别、间接、附带或继起的损坏、损失（包括资料的损失），Applent 将一概不予负责。如果其中某条款与当地法规相抵触或由于某些司法不允许暗示性保证的排除或限制，以当地法规为主，因此该条款可能不适用于您。但该条款的裁定不影响其他条款的有效性和可执行性。

中华人民共和国  
江苏省  
常州安柏精密仪器有限公司  
二〇〇九年十月  
Rev.A3

## 目录

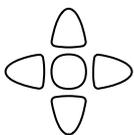
安全须知 .....	2
安全信息 .....	2
有限担保和责任范围 .....	3
目录 .....	4
1. 安装和设置向导 .....	7
1.1 装箱清单 .....	7
1.2 电源要求 .....	7
1.3 操作环境 .....	8
1.4 清洗 .....	8
1.5 更换保险丝 .....	8
1.6 仪器手柄 .....	9
2. 概述 .....	10
2.1 安全规则 .....	10
工作站安排 .....	10
操作人员规定 .....	10
禁止的操作行为 .....	11
测试中注意事项 .....	11
2.2 主要功能 .....	11
产品简介 .....	11
产品特点 .....	11
3. 开始 .....	12
3.1 认识前面板 .....	12
3.2 认识后面板 .....	14
3.3 上电启动 .....	14
开机 .....	14
3.4 测试端的连接 .....	14
4. [MeaSetup] 测量设置页 .....	15
4.1 测量设置 .....	15
5. [Meas] 测量显示 .....	16
5.1 <测量显示>页 .....	16
5.2 启动测试 .....	18
5.3 停止测试 .....	18
5.4 不合格判断 .....	18
5.5 合格判断 .....	18
6. 系统配置 .....	19
6.1 系统配置页 .....	19
更改系统语言【LANGUAGE】 .....	19
修改日期和时间 .....	21
【通讯协议】设置 .....	21
【波特率】设置 .....	21
【结果发送】开关 .....	22

	【握手指令】开关.....	22
6.2	系统信息页.....	22
6.3	系统服务页.....	22
7.	Handler ( PLC ) 接口.....	23
7.1	接线端子与信号.....	23
7.2	连接方式.....	24
8.	远程通讯.....	25
8.1	RS-232C.....	25
8.2	RS232C 连接.....	26
8.3	握手协议.....	26
8.4	SCPI 语言.....	27
9.	SCPI 命令参考.....	28
9.1	命令串解析.....	28
	命令解析规则.....	28
	符号约定和定义.....	28
	命令树结构.....	29
	命令.....	29
	参数.....	29
	分隔符.....	30
9.2	命令参考.....	30
9.3	DISPlay 显示子系统.....	30
	DISPlay:PAGE.....	30
	DISP:LINE.....	31
9.4	FUNction 子系统.....	31
	启动/停止命令集.....	31
	功能参数命令集.....	31
9.5	FETCh? 子系统.....	33
9.6	IDN? 子系统.....	33
10.	MODBus(RTU)通讯协议.....	34
10.1	数据格式.....	34
	指令帧.....	34
	CRC-16 计算方法.....	35
	响应帧.....	36
	无响应.....	36
	错误码.....	36
10.2	功能码.....	37
10.3	寄存器.....	37
10.4	读取多个寄存器.....	37
10.5	写入多个寄存器.....	39
10.6	回波测试.....	40
11.	Modbus ( RTU ) 指令集.....	41
11.1	寄存器总览.....	41
11.2	获取测试数据.....	41
12.	规格.....	44
12.1	技术指标.....	44

---

12.2	环境要求 .....	45
12.3	外形尺寸 .....	45

# 1. 安装和设置向导



感谢您购买我公司的产品！使用前请仔细阅读本章。在本章您将了解到以下内容：

- 主要功能装箱清单
- 电源要求
- 操作环境
- 清洗
- 保险丝的更换
- 仪器手柄

## 1.1 装箱清单

正式使用仪器前请首先：

1. 检查产品的外观是否有破损、刮伤等不良现象；
2. 对照仪器装箱清单检查仪器附件是否有遗失。

表 1-1 仪器附件

名称	数量
测试电流钳	1 根
3A ( 220-240V ) 慢融保险丝	2 只
电源线	1 根
AT9600 用户手册	1 份
RS232 接口电缆	1 套

如有破损或附件不足，请立即与安柏仪器销售部或销售商联系。

## 1.2 电源要求

AT9600 只能在以下电源条件使用：

电压：198VAC~242VAC

频率：50Hz/60Hz



警告：为防止电击危险，请连接好电源地线  
如果用户更换了电源线，确保该电源线的地可靠连接。

## 1.3 操作环境

AT9600 必须在下列环境条件下使用：

温度：0°C ~ 55°C，

湿度：在 23°C 小于 70%RH

## 1.4 清洗

为了防止电击危险，在清洗前请将电源线拔下。

请使用干净布蘸少许清水进行外壳和面板进行清洗。

不可清洁仪器内部。

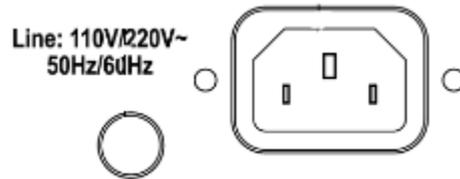


注意：不能使用溶剂（酒精或汽油等）对仪器进行清洗。

## 1.5 更换保险丝

图 1-1

后面板上的保险丝盒



为了防止触电，在检查或者替换保险丝之前，确保关掉了电源开关，拔出了交流电源线。确保使用的保险丝与设备说明书上的一致，包括形状、等级、特性等。如果用了不同类型的保险丝或者短路，那么可能会损坏设备。

表 1-1

选择保险丝规格

输入电压范围	频率范围	保险丝（慢熔）	额定功率
220V	47-63Hz	3A	300VA

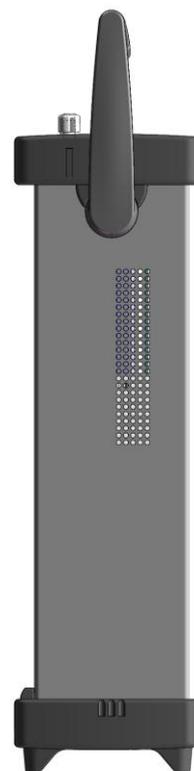
## 1.6 仪器手柄

仪器手柄可以调节，双手同时握住手柄两侧，向两侧轻拉，然后旋转手柄。手柄可以调节到四个位置，如下图所示：

图 1-2 仪器手柄(示意图,面板图形与实际不符)

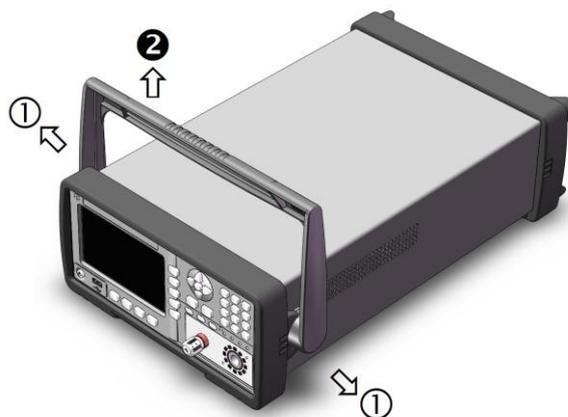


可视位置 1 【双手同时握住手柄两侧，向两侧轻拉，直到可自由旋转为止，然后切换到可视位置 2】

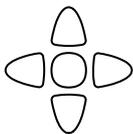


手提位置

可视位置 2 【双手同时握住手柄两侧，向两侧轻拉，直到可自由旋转位置，然后切换到手提位置】



移除手柄位置。(向两侧①拉，直到移除手柄。)



本章您将了解到以下内容：

- 安全规则
- 产品性能

### 2.1 安全规则



本仪器工作时能产生最大 40A 的交流电流，当操作仪器时，必须非常小心并且遵守本章给出的注意、警告、和其它的说明。

#### 工作站安排

##### ➤ 工作位置

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“**接地测试工作站**”。在测试时必须标明“**危险！测试执行中，非工作人员请勿靠近！**”。

##### ➤ 输入电源

确保该**仪器连接到电气地（大地）**，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。

##### ➤ 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仪。

#### 操作人员规定

##### ➤ 人员资格

本系列测试仪的工作时最大输出 40A 的交流电流，测试时不可随意断开测试电路，因此使用人员应先经过培训，并严格遵守用户手册。

##### ➤ 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。

##### ➤ 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。

## 禁止的操作行为

- ✓ 不要连续开关电源  
切断电源开关后，再次打开电源开关前确保要间隔几秒钟或者更长的时间。不要重复频繁的开/关电源开关，如果那么做，仪器的保护设施也许就不能完全的执行保护功能。当仪器正在测试时，不要关断电源开关，除非在特殊或者紧急的情况下。
- ✓ 测试时不要把输出端开路  
小心仪器的测试线，不要和附近的已经连接到地的交流电源线或者附近的其它设备（比如传送设备）短路。
- ✓ 测试端不要连接外部电压  
不要将任何外部电压连到仪器的输出端，输出端与外部电压相连可能会损坏仪器。

## 测试中注意事项

- 中止（暂停）测试预防措施  
要改变测试条件，请先按一次【停止】，使仪器退出测试准备状态。如果你需要休息一段时间，或者将离开测试的地方，请关掉电源开关，以防止误触启动开关引起安全危险。
- 保证长时间无故障使用的条件  
由于仪器的体积、重量、和实际使用情况，仪器的电流产生模块散热设计偏小。因此，仪器建议在下列范围内使用。如果风扇连续工作有三十分钟，必须暂停仪器的使用，否则功放输出模块可能会因为过热而烧毁。

## 2.2 主要功能

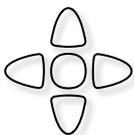
### 产品简介

AT9600 交流接地电阻测试仪采用 5 寸**全触控**彩色液晶显示屏，同时搭载主流高性能的 32 位 ARM 处理器，体积小、重量轻，超高性价比，操作方便。

AT9600 交流接地电阻测试仪可广泛应用于家用电器、变压器、电气设备、等的接地性能的检查。该仪器配备 Handler 接口（PLC 接口）RS232C 可方便地与 PC 进行数据通讯和远程控制，满足自动化测试，提高生产效率。

### 产品特点

- 最大可以提供交流 40A 的接地测试电流；
- D/A 转换器产生 50Hz/60Hz 测试正弦波；
- 电流闭环控制，输出电流更加精准；
- 4 端子测试方法消除引线干扰；
- 高精度 A/D 转换器，测试结果更加精准

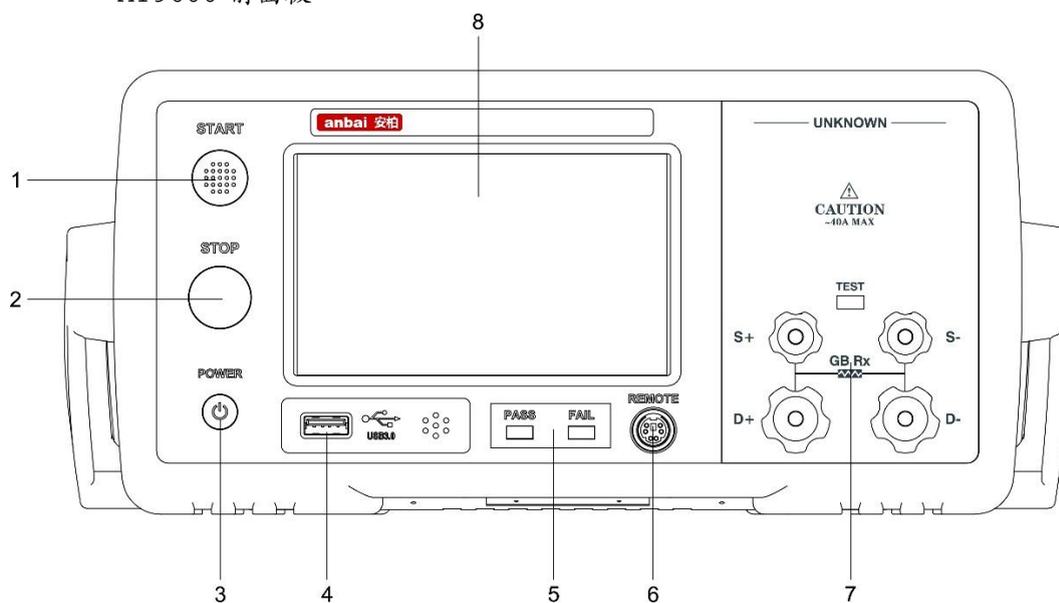


本章您将了解到以下内容：

- 认识前面板——包括按键和测试端子的介绍。
- 后面板——介绍电源和接口信息。
- 上电启动——包括上电自检过程、仪器缺省值和仪器预热时间。
- 开始测试——包括如何连接到测试端

## 3.1 认识前面板

图 3-1 AT9600 前面板



AT9600 前面板功能描述

序号	功能
1	启动测试键
2	停止测试键
3	电源开关
4	USB 磁盘接口
5	PASS、FAIL 指示灯
6	远程遥控（本机暂未使用）
7	测试端
8	5 寸 TFT-LCD 液晶显示窗



## 3.2 认识后面板

AT9600 后面板功能描述

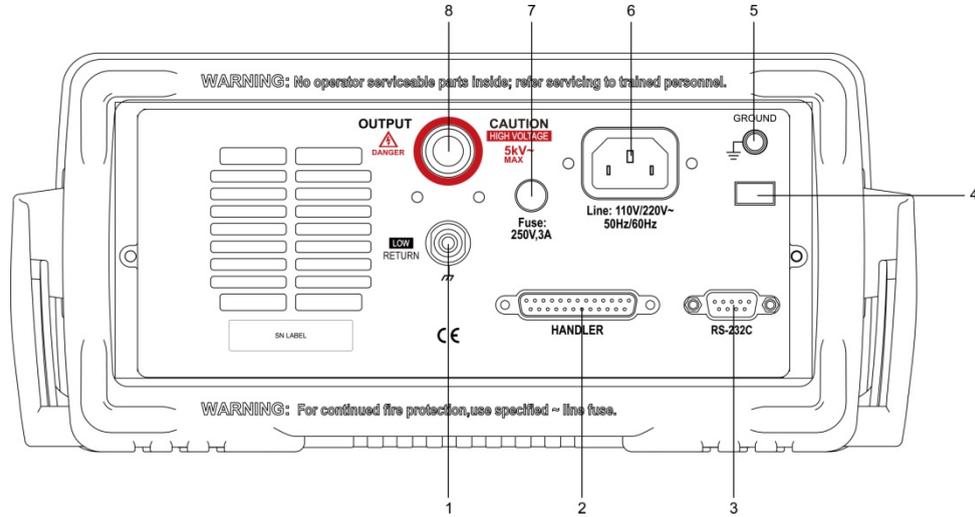


表 n-n

AT9600 后面板描述

序号	功能
1	未使用
2	HANDBLER ( PLC ) 接口
3	RS-232C 接口
4	线电压模式(110V、220V)切换开关
5	保护地端子
6	电源插座
7	保险丝盒
8	未使用

## 3.3 上电启动

### 开机

面板左下方标识“**ⓐ**”的按键为电源开关。AT9600 采用软启动方式：

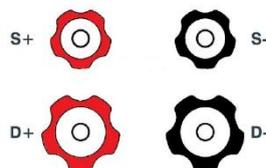
- ◆ 开机：按 Power 键。当 POWERLED 灯变亮，松开 Power 键。
- ◆ 关机：按 Power 键。当 POWERLED 灯关闭，松开 Power 键。

## 3.4 测试端的连接

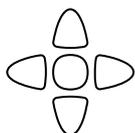
- ◆ 将测试夹具的 D+ S+和仪器前面板的 D+ S+相连接；
- ◆ 将测试夹具的 D- S-和仪器前面板的 D-S-相连接。

图 n-n

仪器测试端



## 4. [MeaSetup] 测量设置页



本章您将了解到所有的设置功能：

- 测试参数设置
- 比较器结果设置

在停止状态，您只要在触摸屏上按【测量设置】键，仪器将进入测量设置主页面。

### 4.1 测量设置

所有与测量有关的设置都在<测量设置>页面里操作。

图 4-1 <测量设置>页



1.

表 4-1 各个选项的范围和含义

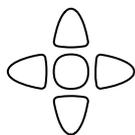
参数	英文	取值范围
电流	CUR	设置电流值 5 ~ 40A, 0.1A 步进, 单位 A
时间	TIME	测试时间值 0 ~ 999.9s, 0s 或 OFF 表示连续输出
频率	FREQ	测试频率值 50 或 60Hz 可选
上限	UPPER	0 ~ 600mR, OFF 表示不比较上限
下限	LOWER	0 ~ 600mR, OFF 表示不比较下限
用户校正	USER CORRECTION	关闭：不使用用户校正 打开：启用短路清零功能

当上限和下限都设置成 0 或者 OFF 时，仪器不进行比较器；

用户校正打开时，会以当前设置电流和频率值进行短路清零，用来消除测量工装和夹具的阻抗值，改变测试电流值时需要重新短路清零，当测试结果较小时建议打开此选项。

实际值=测量值-短路清零值。

## 5. [Meas] 测量显示



测量主页面包括以下：

- <测量显示>页
- 测试功能原理与使用说明

### 5.1 <测量显示>页

仪器开机进入【测量显示】页，其他页面【按测量显示】或者【显示】进入测量显示页面

图 5-1 <测量显示>页

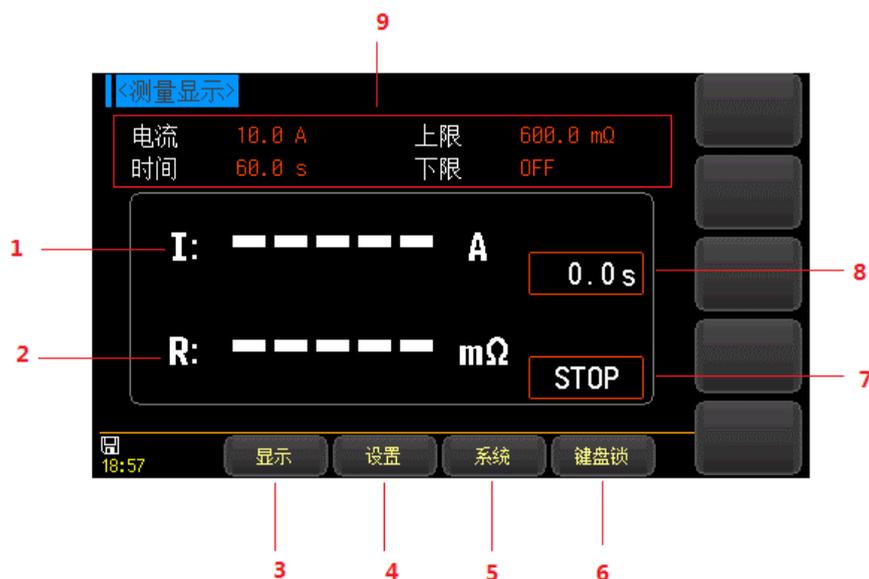


表 n-n

序号	功能
1	测试电流值，未测试或开路时显示 "-----"
2	接地电阻值，为未测试或阻值超量程时显示 "-----"
3	测量显示按钮，点击回到<测量显示>页
4	测量设置按钮，点击进入<测量设置>页
5	系统配置按钮，点击进入<系统配置>页
6	键盘锁，点击锁定设备，在次点击解锁
7	测试状态指示，想起见下表
8	测试时间显示，倒计时测试时显示剩余时间；测试时间 OFF 是显示持续时间



表 5-1 测试状态的含义

测试状态	含义
STOP	停止测试或者未进行测试
TEST	正在测试
PASS	测试合格
FAIL	测试失败

## 5.2 启动测试

仪器在测试模式下，核对测试条件、被测件连接正确后，按下【启动】键即可启动测试。

## 5.3 停止测试

测试时间到，仪器会自动停止测试，并实时显示测量结果，按一下 STOP 按键，仪器会清除测量结果；测试时间未结束，按下 STOP 按键，仪器会停止测试并显示测量结果，再次按下 STOP 按键会清除测量结果

## 5.4 不合格判断

测试时电阻值判断不合格，显示 ( FAIL ) 接地电阻值会用红色字体显示，FAIL 指示灯亮起。

图 n-n

不合格显示

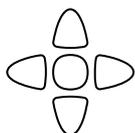


## 5.5 合格判断

如果测试时间结束后测试结果判断合格。显示 ( PASS )，合格指示灯亮，电阻值会绿色显示。



## 6. 系统配置



本章您将了解到仪器的系统配置：

- 系统配置页
- 系统信息页

### 6.1 系统配置页

系统配置页包括以下设置：

- LANGUAGE
- 日期/时间设置
- 通讯协议
- 波特率设置
- 结果发送
- 指令握手

系统配置页的所有设置将自动保存在系统里，在下次开机时自动载入。

<系统配置>页



图 6-1

#### 更改系统语言【LANGUAGE】

仪器支持中文和英文两种语言。

##### ■ 更改语言的步骤

- 第 1 步** 进入<系统配置>页面
- 第 2 步** 使用光标键选择【LANGUAGE】。
- 第 3 步** 使用功能键选择语言：

功能键	功能
中文[CHN]	中文
ENGLISH	英语



**修改日期和时间**

仪器使用 24 小时时钟。

■ **更改日期：**

- 第 1 步** 进入<系统配置>页面  
**第 2 步** 使用光标键选择【日期】字段。  
**第 3 步** 使用功能键设置日期：

功能键	功能
年+	+1 年
年-	-1 年
月+	+1 月
日+	+1 日
日-	-1 日

■ **更改时钟：**

- 第 1 步** 进入<系统配置>页面  
**第 2 步** 使用光标键选择【时钟】字段。  
**第 3 步** 使用功能键设置时钟：

功能键	功能
时+	+1 小时
时-	-1 小时
分+	+1 分钟
分-	-1 分钟
秒+	+1 秒
秒-	-1 秒

**【通讯协议】设置**

仪器通讯有 SCPI 和 MODBUS 两种通讯协议，均通过仪器后面的 RS-232 接口对外连接，具体通讯协议请看后面章节。

**【波特率】设置**

仪器内置 RS-232 接口，仪器在感测到 RS-232 接口有信号变换后，就立即按设定的波特率与主机通讯，同时键盘被锁定，为了能正确通讯，请确认波特率设置正确，上位机与仪器的波特率不同将无法正确通讯，仪器 RS-232 使用 SCPI 语言进行编程。

RS-232 配置如下：

- 数据位：8 位
- 停止位：1 位
- 奇偶校验：无
- 波特率：可配置

**设置波特率：**

- 第 1 步** 按显示屏底部的<系统>触摸按键，进入<系统配置>页面  
**第 2 步** 使用光标键选择【波特率】字段；  
**第 3 步** 使用功能键选择

功能键	功能
9600	如果您使用带光耦隔离的通讯转换器，请使用此波特率
38400	
57600	
115200	与计算机主机通讯，建议您使用此高速波特率。

### 【结果发送】开关

测试结果的发送方式，

设置讯响的步骤：

- 第 1 步 进入<系统配置>页面
- 第 2 步 使用光标键选择【讯响】字段；
- 第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
自动	测试时自动回传测试结果
FETCH ?	上位机发送 FETCH ? 指令才返回测试结果

### 【握手指令】开关

打开表示每次接收到指令，仪器先原样返回此指令然后在返回指令查询的结果，关闭表示不返回指令，只返回指令结果。

## 6.2 系统信息页

在<系统设置>界面按【系统信息】功能键，即可进入<系统信息>页。

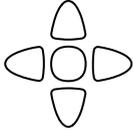
图 6-2 <系统信息>页



## 6.3 系统服务页

此页面是厂家校准界面，不对用户开放。

## 7. Handler ( PLC ) 接口



您将了解到以下内容：

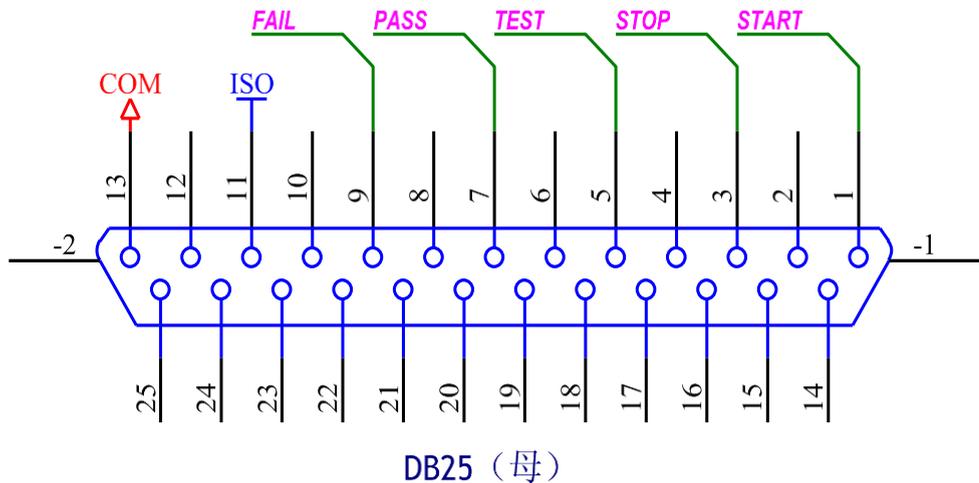
- 接线端
- 如何连接和接口原理图

仪器为用户提供了功能齐全的处理机接口。通过此接口，仪器可方便的与用户系统控制组件完成自动控制功能。

### 7.1 接线端子与信号

本仪器的本仪器的 Handler 采用 DB25 母头接口，引脚定义如下。

图 7-1 接线端子

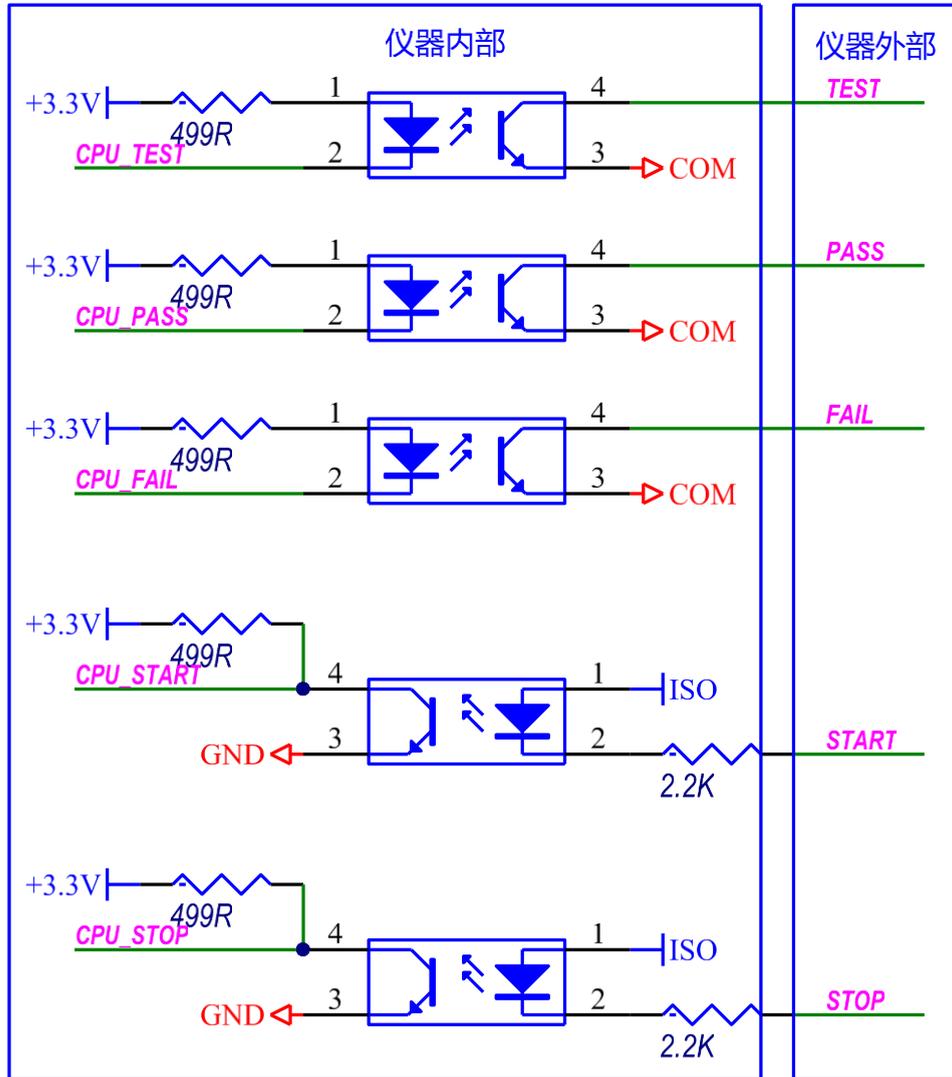


- START，外部启动信号，低脉冲有效；
- STOP，外部停止信号，低脉冲有效。
- TEST，仪器正在测试信号，测试时此引脚低电平，不在测试为高电平；
- PASS，比较器合格输出信号，合格输出低电平；
- FAIL，比较器不合格输出信号，不合格输出低电平；
- COM 脚是公共端，即外部电源的地端；
- ISO 是外接电源脚。本仪器的 Handler 采用外部电源供电。

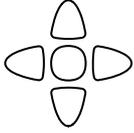
## 7.2 连接方式

Handler 采用光耦隔离集电极工作方式，使用时需外接电源（电压范围+5V ~ 30VDC）。

图 7-2 仪器 Handler 接口内部电路结构



## 8. 远程通讯



您将了解到以下内容：

- 介绍 RS-232 接口
- RS-232 连接。
- 选择波特率。
- 软件协议。

仪器使用 RS-232 接口（标准配置）与计算机进行通信，完成所有仪器功能。通过标准 SCPI 和 MUDBus 通讯协议，用户还可以方便地编制各种适合自身的采集系统。

## 8.1 RS-232C

RS-232 是目前广泛采用的串行通讯标准，也称为异步串行通讯标准，用于实现计算机与计算机之间、计算机与外设之间的数据通讯。RS 为“Recommended Standard”（推荐标准）的英文缩写，232 是标准号，该标准是美国电子工业协会(EIA)1969 年正式公布的标准，它规定每一位地经一条数据线传送。

大多数串行口的配置通常不是严格基于 RS-232 标准：在每个端口使用 25 芯连接器（现在的计算机基本使用 9 芯连接器）的。最常用的 RS-232 信号如表所示：

表 8-1 常用的 RS-232 信号

信号	符号	25 芯连接器引脚号	9 芯连接器引脚号
请求发送	RTS	4	7
清除发送	CTS	5	8
数据设置准备	DSR	6	6
数据载波探测	DCD	8	1
数据终端准备	DTR	20	4
发送数据	TXD	2	3
接收数据	RXD	3	2
接地	GND	7	5
请求发送	RTS	4	7

除此之外，RS232 还有有最小子集，这也是仪器所采用的连接方式。

表 8-2 RS-232 标准的最小子集

信号	符号	9 芯连接器引脚号
发送数据	TXD	2
接收数据	RXD	3
接地	GND	5

## 8.2 RS232C 连接

RS-232 串行接口可以和控制器（例如：个人电脑或工控机）的串行接口通过直通 DB-9 电缆进行互连。



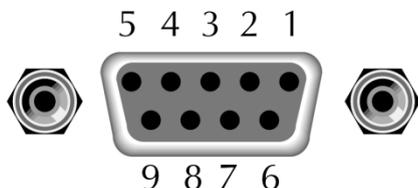
注意：仪器无法使用 null modem 电缆。

您可以直接制作或向安柏仪器格式购买 9 芯直通电缆。

用户自制的 3 线电缆应注意：

· 使用 PC 机自带的 DB9 端口，可能要将计算机端的 DB-9 连接器（针）的 4-6，7-8 短接

图 8-1 后面板上 RS-232 接口



建议：为避免电气冲击，在插拔连接器时，请关闭仪器电源。

### ■ 仪器默认的通信设置：

传输方式： 含起始位和停止位的全双工异步通讯

数据位： 8 位

停止位： 1 位

校验位： 无

## 8.3 握手协议

由于仪器使用了 RS-232 标准的最小子集，不使用硬件握手信号，因此为了减小通讯中可能的数据丢失或数据错误的现象，仪器可启用软件握手，高级语言软件工程师应严格按以下握手协议，进行计算机通讯软件的编制：

- 仪器命令解析器只接受 ASCII 格式，命令响应也返回 ASCII 码。
- 主机发送的命令串必须以 NL( '\n' )为结束符，仪器命令解析器在收到结束符后才开始执行命令串。
- 仪器可设置指令握手：仪器在每接受到一个字符后，立即将该字符回送给主机，主机只有接收到这个回送字符后才能继续发送下一个字符。

提示：如果主机无法接受到仪器返回的数据，您可以使用以下方法来试图解决：

1. 软件握手被关闭，请参考仪器<系统设置>页将其开启。
  2. 串行口连接故障，请查看电缆连接。
  3. 计算机端高级语言程序通信格式错误。请试着检查串行口端口号、通信格式是否正确以及波特率是否和仪器设置的相同。
  4. 如果仪器正在解析上次命令，主机也无法接受到仪器的响应，请稍候再试。
- <问题仍无法解决，请立即咨询安柏仪器技术工程师>



## 8.4 SCPI 语言

SCPI-Standard Commands for Programmable Instruments (可编程仪器标准命令) 是安柏仪器采用的一种用于测试仪器的通用命令集。SCPI 亦称为 TMSL-Test and Measurement System Language (测试系统语言) 由 Agilent Technologies 根据 IEEE488.2 扩展开发, 至今已被测试设备制造商广泛采用。

参见:

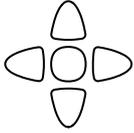


---

仪器内置命令解析器负责用户各种命令格式解析。由于命令解析器依据 SCPI 协议, 但并不完全与 SCPI 一致, 请开始工作之前仔细阅读“SCPI 命令参考”一章。

---

## 9. SCPI 命令参考



本章包括以下几方面的内容：

- 命令解析器——了解命令解析器的一些规则。
- 命令语法——命令行的书写规则
- 查询语法——查询命令的书写规则
- 查询响应——查询响应的格式
- 命令参考

本章节提供了仪器使用的所有的 SCPI 命令，通过这些 SCPI 命令，可以完全控制仪器所有功能。

### 9.1 命令串解析

主机可以发送一串命令给仪器，仪器命令解析器在捕捉到结束符（\n）或输入缓冲区溢出后开始解析。

例如：

合法的命令串：

```
AAA:BBB CCC;DDD EEE;FFF
```

仪器命令解析器负责所有命令解析和执行，在编写程序前您必须首先对其解析规则有所了解。

#### 命令解析规则

1. 命令解析器只对 ASCII 码数据进行解析和响应。
2. **SCPI 命令串必须以 NL( '\n' ASCII 0x0A)为结束符**，命令解析器在收到结束符后或缓冲区溢出才开始执行命令串。
3. 如果指令握手打开，命令解析器在每接受到一个字符后，立即将该字符回送给主机，主机只有接收到这个回送字符后才能继续发送下一个字符。
4. 命令解析器在解析到错误后，立即终止解析，当前指令作废。
5. 命令解析器在解析到查询命令后，终止本次命令串解析，其后字符串被忽略。
6. 命令解析器对命令串的解析不区分大小写。
7. 命令解析器支持命令缩写形式，缩写规格参见之后章节。

#### 符号约定和定义

本章使用了一些符号，这些符号并不是命令树的一部分，只是为了能更好的对命令串的理解。

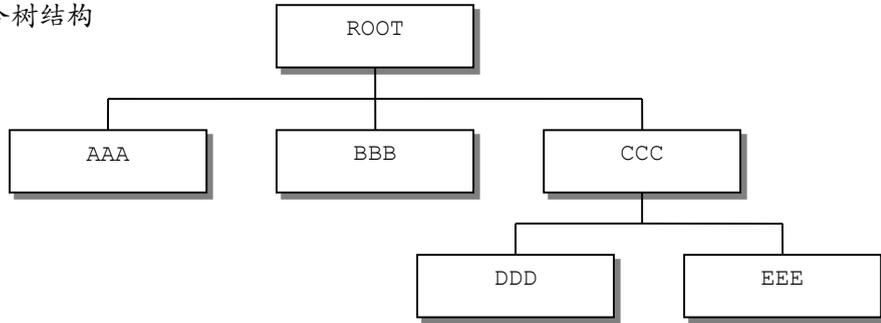
- |      |                             |
|------|-----------------------------|
| <>   | 尖括号中的文字表示该命令的参数             |
| []   | 方括号中的文字表示可选命令               |
| {}   | 当大括号包含几个参数项目时，表示只能从中选择一个项目。 |
| ()   | 参数的缩写形式放在小括号中。              |
| 大写字母 | 命令的缩写形式。                    |

### 命令树结构

对 SCPI 命令采用树状结构的, 可向下三级 (注: 此仪器的命令解析器可向下解析任意层), 在这里最高级称为子系统命令。只有选择了子系统命令, 该其下级命令才有效, SCPI 使用冒号 (:) 来分隔高级命令和低级命令。

图 9-1

命令树结构



举例说明

```

ROOT:CCC:DDD ppp
ROOT    子系统命令
  CCC    第二级
    DDD    第三级
      ppp    参数
    
```

命令和参数

一条命令树由**命令**和**[参数]**组成, 中间用 1 个空格 (ASCII: 20H) 分隔。

举例说明

```

AAA:BBB 1.234
命令 [参数]
    
```

### 命令

命令字可以是长命令格式或缩写形式, 使用长格式便于工程师更好理解命令串的含义; 缩写形式适合书写。

### 参数

- 单命令字命令, 无参数。  
例如: AAA:BBB
- 参数可以是字符串形式, 其缩写规则仍遵循上节的“命令缩写规则”。  
例如: AAA:BBB 1.23
- 参数可以是数值形式
  - <integer> 整数 123, +123, -123
  - <float> 浮点数
    1. <fixfloat> : 定点浮点数: 1.23, -1.23
    2. <Scifloat> : 科学计数法浮点数: 1.23E+4, +1.23e-4
    3. <mpfloat> : 倍率表示的浮点数: 1.23k, 1.23M, 1.23G, 1.23u

表 9-1

倍率缩写

数值	倍率
1E18 (EXA)	EX
1E15 (PETA)	PE
1E12 (TERA)	T
1E9 (GIGA)	G
1E6 (MEGA)	MA

1E3 (KILO)	K
1E-3 (MILLI)	M
1E-6 (MICRO)	U
1E-9 (NANO)	N
1E-12 (PICO)	P
1E-15 (PEMTO)	F
1E-18 (ATTO)	A



提示：倍率不区分大小写，其写法与标准名称不同。

## 分隔符

仪器命令解析器只接受允许的分隔符，除此之外的分隔符命令解析器将产生“Invalid separator(非法分割符)”错误。这些分隔符包括：

- ； 分号，用于分隔两条命令。  
例如：AAA:BBB 100.0；CCC:DDD
- ： 冒号，用于分隔命令树，或命令树重启。  
例如：AAA:BBB:CCC 123.4:DDD:EEE 567.8
- ? 问号，用于查询。  
例如：AAA?
- 空格，用于分隔参数。  
例如：AAA:BBB□1.234

## 9.2 命令参考

所有命令都是按子系统命令顺序进行解释，下面列出了所有子系统

- DISPLAY 显示子系统
  - FUNCTION 功能子系统
  - FETCh? 获取结果子系统
- 公共命令：
- IDN? 仪器信息查询子系统

## 9.3 DISPLAY 显示子系统

DISPLAY 子系统可以用来切换不同的显示页面或在页面提示栏上显示一串文本。

图 n-n DISPLAY 子系统树

DISPLAY	:PAGE	MEASurement (MEAS) , MeasureSEtup (MSET) , SYSTem (SYST) , SystemINFo (SINF)
	:PAGE?	
	:LINE	<string>

### DISPlay:PAGE

DISP:PAGE 用来切换到指定页面。

命令语法： **DISPlay:PAGE <页面名称>**

参数： <页面名称>包括：

<b>MEAS</b> urement	测量显示页，缩写为 <b>MEAS</b>
<b>Measure</b> SETup	测量设置页，缩写为 <b>MSET</b>
<b>SYSTEM</b>	系统配置页，缩写为 <b>SYST</b>
<b>System</b> INFo	

例如：发送 > `disp:measuresetup<NL>`  
仪器将切换到测量设置页面

查询语法：`DISP:PAGE?`  
查询仪器当前页面

查询响应：**<页面名称>缩写**  
meas  
mset  
syst  
sinf

例如：发送 > `disp:page?<NL>`  
返回 > `mset<NL>`  
表示仪器当前页面为：测量设置页面

#### DISP:LINE

DISP:LINE 用来在页面底部的提示栏显示一串文本。文本最多可以显示 30 个字符。

命令语法：`DISPlay:LINE <string>`

参数：`<string>`最多 30 个字符

例如：发送 > `DISP:LINE HelloWorld<NL>`  
测仪器底部会显示红色 `HelloWorld`

## 9.4 FUNCTION 子系统

图 9-3 FUNCTION 子系统树

FUNCTION	: START		
	: STOP		
	: SOURce	: CURRSET	
		: CURR?	
		: FREQSET	
		: FREQ?	
		: TIMESET	
		: TIME?	
		: UPPERSET	
		: UPPER?	
		: LOWERSET	
		: LOWER?	

#### 启动/停止命令集

命令语法：`FUNCTION:START`

例如：发送 > `FUNC:START<NL>` //启动测试，功能等同于【启动】按键

命令语法：`FUNCTION:STOP`

例如：发送 > `FUNC:STOP<NL>` //停止测试，功能等同于【停止】按键

#### 功能参数命令集

命令语法：`FUNC:SOUR:CURRSET <float>`

参数：	<b>&lt;float&gt;</b> ：(单位 A) 测试电流值。5~40A
例如：	<b>发送&gt; FUNC:SOUR:CURRSET 10.2&lt;NL&gt;</b> //设置测试电流为 10.2A
查询语法：	<b>FUNC:SOUR:CURR?</b> //查询测试电流值
例如：	发送> <b>FUNC:SOUR:CURR? &lt;NL&gt;</b> 返回>10.2 <NL> 表示当前测试电流为 10.2A
命令语法：	<b>FUNC:SOUR:FREQ &lt;int&gt;</b>
参数：	<b>&lt;int&gt;</b> ：(单位 Hz) 50 表示测试电流为 50Hz 60 表示测试电流为 60Hz
例如：	发送> <b>FUNC:SOUR:FREQ 50&lt;NL&gt;</b> //设置测试电流频率为 50Hz
查询语法：	<b>FUNC:SOUR:FREQ?</b> //查询测试电流频率
例如：	发送> <b>FUNC:SOUR:FREQ?&lt;NL&gt;</b> 返回>60 <NL> 表示当前测试频率为 60Hz
命令语法：	<b>FUNC:SOUR:TIMESET &lt;float&gt;&lt;NL&gt;</b> //设置测试时间
参数：	<b>&lt;float&gt;</b> (数据单位为 s): 测试时间 0~999.9s 0 表示不限时测试
例如：	发送> <b>FUNC:SOUR:TIMESET 60&lt;NL&gt;</b> //设置测试时间为 60s
查询语法：	<b>FUNC:SOUR:TIME?</b> //查询测试时间
查询响应：	<b>&lt;float&gt;</b> ：(单位 s) 返回 OFF 表示测试时间关闭
例如：	发送> <b>FUNC:SOUR:TIME?&lt;NL&gt;</b> 返回>60.1 <NL> 表示当前测试时间是 60.1s
命令语法：	<b>FUNC:SOUR:UPPERSET &lt;float&gt;</b> //上限设置
参数：	<b>&lt;float&gt;</b> (数据单位为 mΩ): (其中 0 表示上限 OFF)
例如：	发送> <b>FUNC:SOUR:UPPERSET 100&lt;NL&gt;</b> //下限设置为 100mΩ
查询语法：	<b>FUNC:SOUR:UPPER?</b> //查询当前上限设置值
查询响应：	<b>&lt;float&gt;</b> ：(单位 mΩ) 返回值 0~600 返回 0 表示上限 OFF,不参与比较
例如：	<b>FUNC:SOUR:UPPER?&lt;NL&gt;</b> 返回>22.1 <NL> 表示当前上限设置为 22.1mΩ
命令语法：	<b>FUNC:SOUR:LOWERSET &lt;float&gt;</b>
参数：	<b>&lt;float&gt;</b> (数据单位为 mΩ): 0 表示下限 OFF
例如：	发送> <b>FUNC:SOUR:LOWERSET 10.5&lt;NL&gt;</b> //设置下限为 10.5mΩ
查询语法：	<b>FUNC:SOUR:LOWER?</b>
查询响应：	<b>&lt;float&gt;</b> (数据单位为 mΩ): 返回值 0~600 返回 0 表示下限 OFF,不参与比较
例如：	发送> <b>FUNC:SOUR:LOWER?&lt;NL&gt;</b>

返回>10.5<NL>  
表示当前下限为 10.5mΩ

## 9.5 FETCh? 子系统

FETCh 子系统命令集用于获取仪的测量结果以及获取模式的设定。

在仪器<系统设置>页【结果发送】选项里可选择，选择【自动】，则仪器每次测量结束后返回数据，选择【FECTH?】，则表示接收到 FETCh?命令，仪器才会返回一次数据

查询语法：`FETCh?` //缩写为 FETC?

例如：发送> `FETC?<NL>`

返回>10.1,15<NL>

其中 10.1 是接地电阻值，单位 mΩ，15 是测试电流，单位是 A，两者以逗号相分割

## 9.6 IDN? 子系统

IDN?子系统用来返回仪器的版本号。

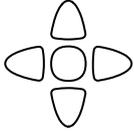
查询语法：`IDN?`

查询响应：`<型号>,<版本>,<序列号>,<制造商>`

例如：发送> `IDN?<NL>`

返回>AT9600,REV A1,20180628,Applent Instruments<NL>

# 10. MODBus(RTU)通讯协议



您将了解到以下内容：

- 数据格式——了解 Modbus 通讯格式。
- 功能。
- 变量区域。
- 功能码

## 10.1 数据格式

我们遵循 Modbus ( RTU ) 通讯协议，仪器将响应上位机的指令，并返回标准响应帧。

参见：



您可以与我公司销售部联系，获取安柏仪器通讯测试工具，里面有 Modbus 通讯调试方法。包含了 CRC-16 计算器和浮点数转换成 MODBus 浮点数格式。

### 指令帧

图 10-1 MODBus 指令帧格式



表 10-1 指令帧说明

	至少需要 3.5 字符时间的静噪间隔
从站地址	1 字节 Modbus 可以支持 00 ~ 0x63 个从站 统一广播地址为 00 在未选配 RS485 选件的仪器里，默认从站地址为 0x01
功能码	1 字节 0x03：读出多个寄存器 0x04：=03H，不使用 0x06：写入单个寄存器，可以用 10H 替代 0x08：回波测试（仅用于调试时使用） 0x10：写入多个寄存器
数据	指定寄存器地址、数量和内容
CRC-16	2 字节，低位在前

## Cyclic Redundancy Check

将从站地址到数据末尾的所有数据进行计算，得到 CRC16 校验码

至少需要 3.5 字符时间的静噪间隔

## CRC-16 计算方法

1. 将CRC-16 寄存器的初始值设为 0xFFFF。
2. 对CRC-16 寄存器和信息的第1个字节数据进行XOR运算，并将计算结果返回 CRC 寄存器。
3. 用 0 填入 MSB，同时使CRC寄存器右移1位。
4. 从 LSB 移动的位如果为“0”，则重复执行步骤 (3) (处理下1个移位)。从 LSB 移动的位如果为“1”，则对 CRC 寄存器和 0xA001 进行 XOR 运算，并将结果返回CRC寄存器。
5. 重复执行步骤 (3) 和 (4)，直到移动 8 位。
6. 如果信息处理尚未结束，则对 CRC 寄存器和信息的下 1 个字节进行 XOR 运算，并返回 CRC 寄存器，从第 (3) 步起重复执行。
7. 将计算的结果 (CRC 寄存器的值) 从低位字节附加到信息上。

以下是一段 VB 语言的 CRC 计算函数：

```
Function CRC16(data() As Byte) As Byte()
    Dim CRC16Lo As Byte, CRC16Hi As Byte           'CRC 寄存器
    Dim CL As Byte, CH As Byte                     '多项式码&HA001
    Dim SaveHi As Byte, SaveLo As Byte
    Dim i As Integer
    Dim flag As Integer
    CRC16Lo = &HFF
    CRC16Hi = &HFF
    CL = &H1
    CRC16Hi = &HFF
    For i = 0 To UBound(data)
        CRC16Lo = CRC16Lo Xor data(i)             '每一个数据与 CRC 寄存器进行异或
        For flag = 0 To 7
            SaveHi = CRC16Hi
            SaveLo = CRC16Lo
            CRC16Hi = CRC16Hi \ 2                 '高位右移一位
            CRC16Lo = CRC16Lo \ 2                 '低位右移一位
            If ((SaveHi And &H1) = &H1) Then     '如果高位字节最后一位为 1
                CRC16Lo = CRC16Lo Or &H80       '则低位字节右移后前面补 1
            End If                                 '否则自动补 0
            If ((SaveLo And &H1) = &H1) Then     '如果 LSB 为 1，则与多项式码进行异或
                CRC16Hi = CRC16Hi Xor CH
                CRC16Lo = CRC16Lo Xor CL
            End If
        Next flag
    Next i
    Dim ReturnData(1) As Byte
    ReturnData(0) = CRC16Hi                       'CRC 高位
    ReturnData(1) = CRC16Lo                       'CRC 低位
    CRC16 = ReturnData
End Function
```

参见：



我公司的“安柏仪器通讯测试工具”，里面有 Modbus 通讯调试方法。包含了 CRC-16 计算器

计算出 CRC-16 数据需要附加到指令帧末尾，例如：1234H：

图 10-2 Modbus 附加 CRC-16 值



**响应帧**

除非是 00H 从站地址广播的指令，其它从站地址仪器都会返回响应帧。

图 10-3 正常响应帧

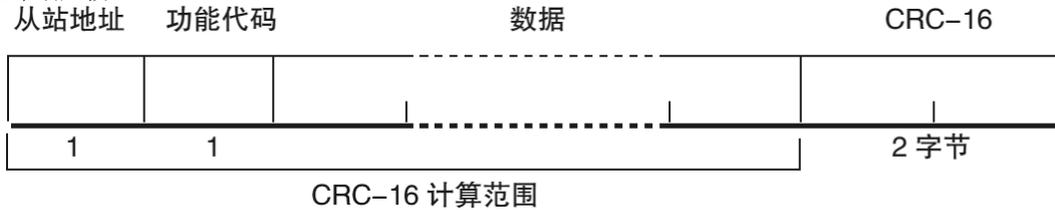


图 10-4 异常响应帧

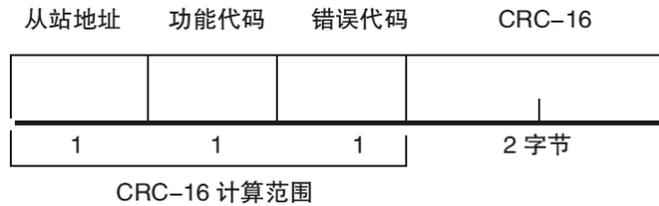


表 10-2 异常响应帧说明

从站地址	1 字节 从站地址原样返回
功能码	1 字节 指令帧的功能码逻辑或 (OR) 上 BIT7 (0x80) 例如：0x03 OR 0x80 = 0x83
错误码	异常代码： 0x01 功能码错误 (功能码不支持) 0x02 寄存器错误 (寄存器不存在) 0x03 数据错误 0x04 执行错误
CRC-16	2 字节，低位在前 Cyclic Redundancy Check 将从站地址到数据末尾的所有数据进行计算，得到 CRC16 校验码

**无响应**

一下情况，仪器将不进行任何处理，也不响应，导致通讯超时。

1. 从站地址错误
2. 传输错误
3. CRC-16 错误
4. 位数错误，例如：功能码 0x03，总位数必须为 8，而接收到的位数小于 8 或者大于 8 个字节
5. 从站地址为 0x00，代表广播地址，仪器不响应。
6. 错误码

**错误码**

表 10-3 错误码说明

错误码	名称	说明	优先级
0x01	功能码错误	功能码不存在	1

0x02	寄存器错误	寄存器不存在	2
0x03	数据错误	寄存器数量或字节数量错误	3
0x04	执行错误	数据非法，写入的数据不在允许范围内	4

## 10.2 功能码

表 10-4

功能码		
功能码	名称	说明
0x03	读出多个寄存器	读出多个连续寄存器数据
0x04	与 0x03 相同	请用 0x03 代替
0x08	回波测试	接收到的数据原样返回
0x10	写入多个寄存器	写入多个连续寄存器

## 10.3 寄存器

仪器的寄存器数量为 2 字节模式，即每次必须写入 2 个字节，例如：速度的寄存器为 0x3002，数据为 2 字节，数值必须写入 0x0001。

数据：

- 1 个寄存器，双字节（16 位）整数，例如：0x64 → 00 64
- 2 个寄存器，四字节（32 位）整数，例如：0x12345678 → 12 34 56 78
- 2 个寄存器，四字节（32 位）单精度浮点数，3.14 → 40 48 F5 C3

参见： 我公司的“安柏仪器通讯测试工具”，里面有 Modbus 通讯调试方法。包含浮点数转换器

## 10.4 读取多个寄存器

图 10-5 读取多个寄存器(0x03)



读出多个寄存器的功能码是 0x03。

名称	名称	说明
	从站地址	没有指定RS485 地址时，默认为 01
0x03	功能码	
	起始地址	寄存器起始地址，请参考 Modbus 指令集

---

	读取寄存器数量 0001~006A ( 106 )	连续读取的寄存器数量。请参考 Modbus 指令集，以确保这些寄存器地址都是存在的，否则将会返回错误帧。
CRC-16	校验码	

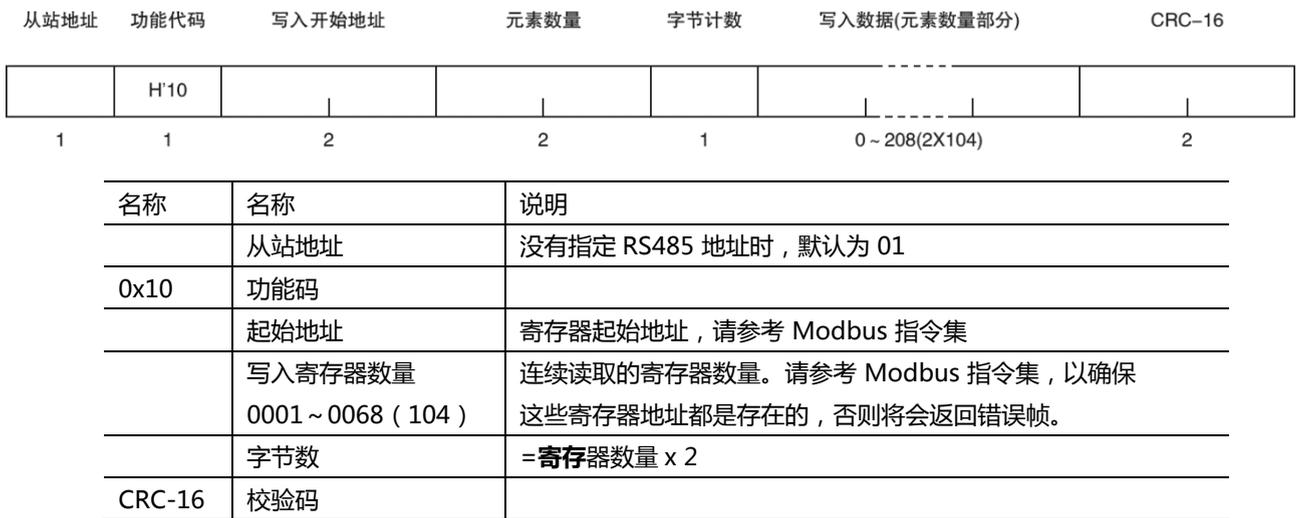
---

图 n-n 读出多个寄存器 (0x03) 响应帧



## 10.5 写入多个寄存器

图 n-n 写入多个寄存器 (0x10)



写入多个寄存器响应帧 (0x03)



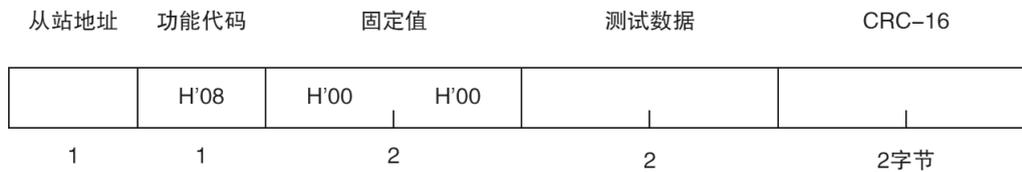
	寄存器数量	
	CRC-16 校验码	

## 10.6 回波测试

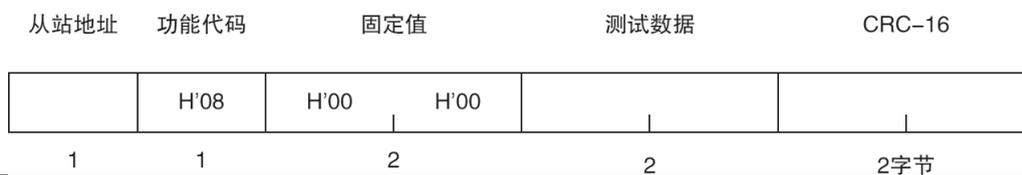
回波测试功能码 0x08，用于调试 Modbus。

图 n-n 回波测试 (0x08)

### 指令帧



### 响应帧



名称	名称	说明
	从站地址	原样返回
0x08	功能码	
	固定值	00 00
	测试数据	任意数值：例如 12 34
	CRC-16 校验码	

例如：

假定测试数据为 0x1234：

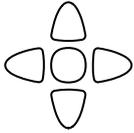
指令： 

01	08	00 00	12 34	ED 7C(CRC-16)
----	----	-------	-------	---------------

响应： 

01	08	00 00	12 34	ED 7C(CRC-16)
----	----	-------	-------	---------------

## 11. Modbus ( RTU ) 指令集



您将了解到以下内容：

- 寄存器地址



注意：除非特别说明，以下说明中的指令和响应帧都是 16 进制数据

### 11.1 寄存器总览

以下列出了仪器使用的所有寄存器地址，任何不在表中的地址将返回错误码 0x02。

表 n-n 寄存器总览

寄存器地址	名称	数值	说明
2000	测试电流寄存器	4 字节浮点数	只读存储器，数据占用 2 个寄存器
2002	接地电阻寄存器	4 字节浮点数	只读存储器，数据占用 2 个寄存器
2004	读取比较器结果	2 字节整数	只读存储器，数据占用 1 个寄存器
			1: PASS
			2: FAIL
3001	设定电流寄存器	4 字节浮点数	读写存储器，数据占用 2 个寄存器
3003	设定频率寄存器	2 字节整数	读写存储器，数据占用 1 个寄存器
3004	设定时间寄存器	4 字节浮点数	读写存储器，数据占用 2 个寄存器
			0: 无限时测试
3006	上限设定寄存器	4 字节浮点数	读写存储器，数据占用 2 个寄存器
3008	下限设定寄存器	4 字节浮点数	读写存储器，数据占用 2 个寄存器
3010	启动测试	2 字节整数	写入寄存器，数据占用 1 个寄存器
3011	停止测试	2 字节整数	写入寄存器，数据占用 1 个寄存器

### 11.2 获取测试数据

- 读取测试电流值

发送

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	20	00	00	02	CF	CB

从站	读	寄存器	寄存器数量	校验码
----	---	-----	-------	-----

响应

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	40	9F	4E	EF	AB	F1
01	03	字节	单精度浮点数			CRC-16		

其中 40 9F 4E EF 是测试电流值，表示 4.978385A，仪器显示成 5.0A

● 读取测试电阻值

发送

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	20	04	00	01	6E	0B
从站	读	寄存器	寄存器数量	校验码			

响应

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	41	2A	21	5F	97	AF
01	03	字节	单精度浮点数			CRC-16		

其中 41 2A 21 5F 是测试接地电阻值，代表 10.633147mΩ，仪器显示成 10.6mΩ

● 读取比较器结果

发送

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	20	02	00	02	CE	0B
从站	读	寄存器	寄存器数量	校验码			

响应

1	2	3	4	5	6	7
01	03	02	00	02	39	85
		字节	数据		CRC-16	

● 设定电流寄存器(3001)

读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	30	01	00	02	9A	CB
从站	读	寄存器	寄存器数量	校验码			

响应

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	40	A0	00	00	FF	D1
01	03	字节	单精度浮点数			CRC-16		

其中 40 A0 00 00 是单精度设定电流值，换算成十进制就是 5.0A

写入（将测试电流更改为 20.5A）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	30	01	00	02	04	41	A4	00	00	33	BD
	写	寄存器	寄存器数量	字节	数据					CRC		

响应

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	30	01	00	02	1F	08
	写	寄存器		寄存器数量		CRC-16	

- 设定频率寄存器(3003)

读取(当前频率)

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	30	03	00	01	7B	0A
从站	读	寄存器		寄存器数量		校验码	

响应

1	2	3	4	5	6	7
01	03	02	00	00	B8	44
		字节	数据		CRC-16	

响应数据是 00 00 表示测试频率是 50Hz, 00 01 表示 60Hz

更改测试频率(以 60Hz 为例)

写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	13
01	10	30	03	00	01	02	00	01	57	A0
	写	寄存器		寄存器数量		字节	数据		CRC-16	

响应

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	30	03	00	01	FE	C9
	写	寄存器地址		数据		CRC-16	

- 设定上限寄存器和设定下限寄存器的操作和设定电流寄存器一样, 上限和下限的单位均是  $m\Omega$

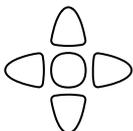
- 启动测试(3010)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	13
01	10	30	10	00	01	02	00	00	94	C3
	写	寄存器		寄存器数量		字节	数据		CRC-16	

- 停止测试测试(3010)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	13
01	10	30	11	00	01	02	00	00	95	12
	写	寄存器		寄存器数量		字节	数据		CRC-16	

停止测试写入第一次, 仪器界面将保留测试结果, 再次发送仪器界面的数据将清零。



您将了解到以下内容：

- 技术指标
- 环境要求
- 外形尺寸

## 12.1 技术指标

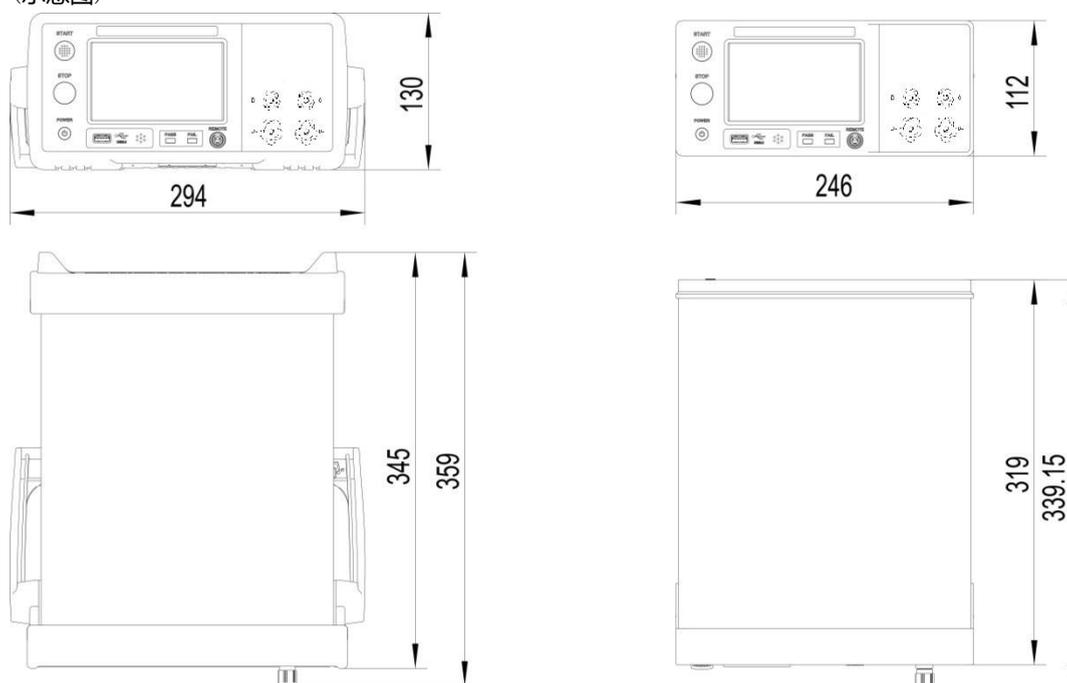
基本参数	
AT9600 交流接地电阻测试仪	
测量功能	4 端子测量法
显示	5 寸 TFT 彩屏，接地电阻、测试电流、测试时间同屏显示
设置电流范围	AC 5A ~ 40A，精度 $\pm(2\%+5 \text{ 个字})$ ，分辨率 0.1A
发生频率	50Hz 或 60Hz 正弦波
最大输出功率	160VA
开路端口电压	AC 6V 以下
电阻测量范围	0 ~ 600m $\Omega$ ，精度 $\pm(2\% \times \text{读数值} + 5 \text{ 个字})$
电压测量范围	0 ~ 6V
测量时间显示	倒计时显示，计时器关闭后正计时显示
计时器设置	0 ~ 999.9S 倒计时，或者计时器 OFF
比较器	上下限报警，
标配接口	RS-232 通讯接口，Handler 接口
其它	中英文菜单切换
电源供应	220V 50Hz AC
保险丝	250V 3A 慢熔
尺寸与重量	外尺寸 ( mm ) : 300×250×100 重量 : 约 7kg

## 12.2 环境要求

环境：	指标：	温度 18°C~28°C	湿度 ≤ 65% RH
	操作：	温度 10°C~40°C	湿度 10~80% RH
	储存：	温度 0°C~50°C	湿度 10~90% RH
电源：	220VAC (1±10%)		
保险丝：	220V 3A 慢熔		
功率：	最大 300VA		
重量：	约 6 公斤		

## 12.3 外形尺寸

图 n-n 外形  
(示意图)



AT9600 使用说明书-  
简体中文版

©2005-2018 版权所有: 常州安柏精密仪器有限公司

Applent Instruments Ltd.