



常州安柏精密仪器有限公司

江苏省常州市天宁区荡南工业园 [213014]

电话 : 400 600 1217

0519-88805550 / 89966117/89966227

传真 : 0519-89966550

<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)

©2005-2013 Applent Instruments, Inc.

Rev.D6

此说明书只对应于仪器固件 RevD0 以上版本。

**[AT510PRO/510/510SE/510L/510M 电阻测试仪]**

用户手册

## 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。立刻与安柏仪器销售部联系维修。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。

### 不要使用已经损坏的仪器

如果仪器已经损害,其危险将不可预知。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。

声明：

 **Applent**, 安柏 标志和文字是常州安柏精密仪器有限公司已经或正在申请的商标。

## 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 AT510x 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) 天保换和叁年免费保修, 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。保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。叁年后直到仪表终生, 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。

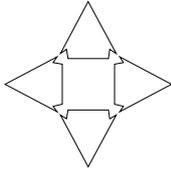
中华人民共和国  
江苏省  
常州安柏精密仪器有限公司  
二〇一〇年元月  
Rev.B0

# 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 .....	6
1.1 装箱清单 .....	6
1.2 电源要求 .....	6
1.3 保险丝的更换 .....	7
1.4 操作环境 .....	7
1.5 清洗 .....	7
1.6 仪器手柄 .....	8
2. 概述 .....	9
2.1 引言 .....	9
2.2 型号说明 .....	9
2.3 主要规格 .....	10
2.4 主要功能 .....	10
3. 开始 .....	11
3.1 认识前面板 .....	11
3.1.1 前面板描述 .....	11
3.1.2 键区 .....	12
3.1.3 VFD .....	13
3.2 后面板 .....	15
3.3 上电启动 .....	15
3.3.1 开机 .....	15
3.3.2 启动顺序 .....	15
3.3.3 开机默认值 .....	15
3.3.4 预热时间 .....	15
3.4 开始测试 .....	16
3.4.1 测试端的连接 .....	16
3.4.2 电流模式 .....	16
3.4.3 量程 .....	17
3.4.4 速度 .....	17
3.4.5 清零 .....	18
3.4.6 显示 .....	18
3.4.7 键盘锁定 .....	18
3.4.8 温度补偿 .....	18
3.4.9 远程控制 .....	19
3.4.10 触发器设置 .....	19
4. 比较器 .....	21
4.1 比较器 .....	21
4.1.1 比较档记录号选择 ( AT510L/AT510M 无效 ) .....	21
4.1.2 比较值设置 .....	21
4.1.3 讯响设置 .....	22
4.1.4 比较器如何工作 .....	22

5.	处理机 ( Handler ) 接口 .....	23
5.1	接线端子与信号 .....	23
5.2	连接方式 .....	24
5.3	周期表 .....	26
6.	远程控制 .....	27
6.1	介绍 RS232C 接口 .....	27
6.2	RS232C 连接 .....	27
6.3	开启通讯接口 .....	28
6.4	RS232 通讯参数设置 .....	28
6.5	握手协议 .....	28
6.6	SCPI 语言 .....	29
7.	SCPI 命令参考 .....	30
7.1	命令串解析 .....	30
7.2	符号约定和定义 .....	30
7.3	命令树结构 .....	31
7.4	命令和参数 .....	32
7.5	命令 .....	32
7.6	参数 .....	32
7.7	分隔符 .....	33
7.8	SCPI 指令集 .....	34
7.8.1	FUNcTion 指令系统 .....	34
7.8.2	TRIGer 指令系统 .....	35
7.8.3	COMParator 指令系统 .....	36
7.8.4	BEEPer 指令系统 .....	36
7.8.5	FETCh? 指令 .....	37
7.8.6	TRG 指令 .....	37
7.8.7	IDN ? 指令 .....	37
7.8.8	ERRor 子系统 .....	37
8.	规格 .....	39
8.1	技术指标 .....	39
8.1.1	大电流测试 .....	39
8.1.2	小电流测试 ( 只适用于电阻 300mΩ ~3kΩ 量程, 其它量程同大电流 ) AT510SE/AT510L/AT510M 无效 .....	41
8.1.3	脉冲电流测试 ( 只适用于电阻 <300Ω, 其它量程使用大电流模式 ) AT510SE/AT510L/AT510M 无效 .....	41
8.2	一般规格 .....	42
8.3	外形尺寸 .....	43
9.	型号比较 .....	44

# 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
- 保险丝更换
- 操作环境
- 清洗

## 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. 根据下表检查仪器附件是否有遗失；

表 1-1 仪器附件

名称	数量	备注
使用说明书	1 份	
电源线	1 根	220V/50Hz
保险丝	2 只	0.5A 慢熔
ATL501 开尔文测试电缆	1 组	四根
检定报告	1 份	
产品合格证	1 张	
质保证书	1 份	

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

AT510x 能在以下电源条件使用：

电压：198-252V AC

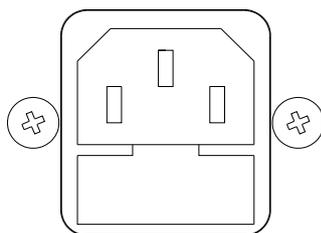
频率：47.5-52.5Hz

功率：最大 15VA



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，请确保该电源线的地可靠连接。

## 1.3 保险丝的更换



~ Line: 47.5Hz - 52.5Hz  
198VAC - 242VAC  
10VA MAX

Fuse: 250V, 0.5AH  
Slow Blow

图 1-1 后面板上的保险丝盒



注意：请使用 250V,0.5A 慢熔保险丝

## 1.4 操作环境

AT510x 必须在下列环境条件下使用：

温度：0°C ~ 55°C，

湿度：在 40°C 小于 95%RH

## 1.5 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。



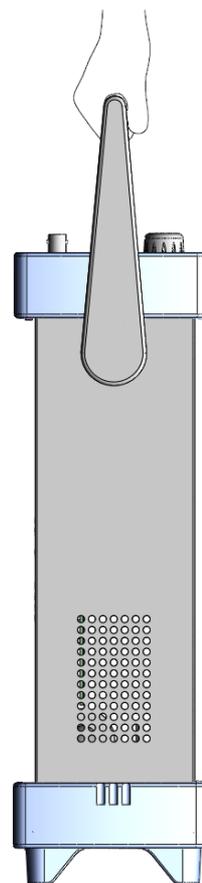
注意：不能使用溶剂（酒精或汽油等）对仪器进行清洗。

## 1.6 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：

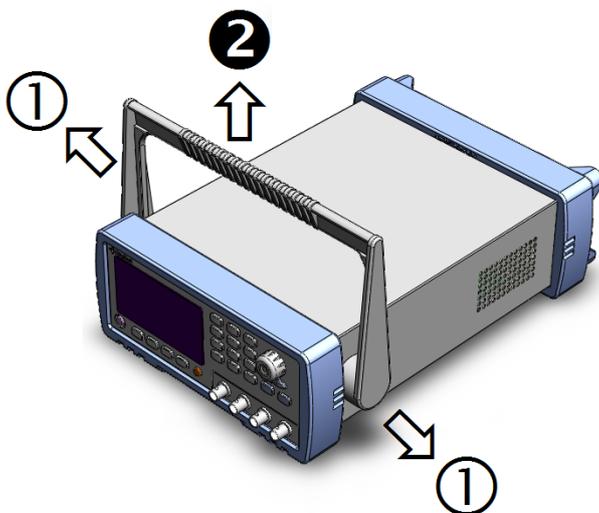


可视位置 1 【双手同时握住手柄两侧，向两侧轻拉，直到可自由旋转为止，然后切换到可视位置 2】



手提位置

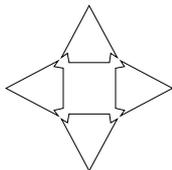
可视位置 2 【双手同时握住手柄两侧，向两侧轻拉，直到可自由旋转位置，然后切换到手提位置】



移除手柄位置。(向两侧①拉，直到移除手柄。)

图 1-1 仪器手柄

## 2. 概述



本章您将了解到以下内容：

- 引言
- 型号说明
- 主要规格
- 主要功能

### 2.1 引言

感谢您购买 AT510x 系列直流电阻测试仪。

AT510x 是一种高精度宽量程、采用高性能微处理器控制的电阻测试仪。它可以测试  $1\mu\Omega \sim 20M\Omega$  的电阻，最大显示 30000 数。测试速度在 15 次/秒下，依然可以保证 0.05% 的精度，并且读数跳动可控制在 3 字以下。它独有的三种电流测试模式可以适应不同要求的测试。

仪器拥有专业分选功能，具有 30 组存储数据，多样分选讯响设置，还可配备 Handler 接口，应用于自动分选系统完成全自动流水线测试。并可配备 RS232C 接口，用于远程控制和数据采集与分析。计算机远程控制指令兼容 SCPI ( Standard Command for Programmable Instrument 可编程仪器标准命令集 )，高效完成远程控制和数据采集功能。

仪器可选温度补偿接口，用于补偿由于温度造成的被测件测试误差。

AT510x 可测量各种高、中、低值电阻器；各种开关接触电阻；接插件接触电阻；继电器线包和触点电阻；变压器、电感器、电机、偏转线圈绕线电阻；导线电阻；车、船、飞机的金属铆接电阻；印制版线条和孔化电阻等。

### 2.2 型号说明

为了满足不同用户的需求，AT510x 系列提供五个型号可供选择，他们是：

型号	测量范围	准确度
增强型：AT510PRO	$1\mu\Omega \sim 20M\Omega$	0.05%
标准型：AT510	$1\mu\Omega \sim 3M\Omega$	0.05%
缩减型：AT510SE	$10\mu\Omega \sim 300k\Omega$	0.05%
经济型：AT510L	$1\mu\Omega \sim 30k\Omega$	0.1%
经济型：AT510M	$100\mu\Omega \sim 20M\Omega$	0.1%

约定：

在本说明书中介绍了所有版本的全集。

参见：

完整的版本比较详见第 8 章 规格。

## 2.3 主要规格

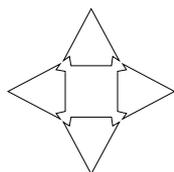
AT510x 技术规格，包含了仪器的基本技术指标和仪器测试允许的范围。这些规格都是在仪器出厂时所能达到的。

- 最大 30000 数显示位数
- 量程自动或手动测试。
- 高速高精度测试  
15次/秒的测试速度下，仍可以保持0.05%的准确度，最大读数30000数。
- 四端测试
- 提供快速大电流、快速小电流、小电流脉冲测试模式  
不同的测试模式可适用于不同性质的被测件。
- 双显示  
显示直读测试值的同时可显示绝对偏差( $\Delta$ ABS)、相对偏差( $\Delta$ %)和分选输出结果(GD/NG)。
- 温度测试功能  
可以通过外接 Pt 电阻进行温度测试。
- 多种触发方式  
内部触发、手动触发和外部触发。

## 2.4 主要功能

- 高亮度，超清晰四色 VFD 显示  
显示窗口为 98mm×58mm，多种参数同时显示。
- 校正功能：  
全量程短路清零功能。
- 比较器（分选）功能：  
GD/NG，HI/IN/LOW判断。
  - 比较器功能显示：直接在 VFD 使用标志显示和（或）使用显示窗口第 2 行显示。
  - 比较器输出：可通过选配 Handler 接口、RS232C 输出更为详细的分选结果。
  - 讯响：可设置所有比较器结果讯响开关。
- 讯响和显示可调  
用户可以根据自己需要设置GD/NG讯响。
- 热电势补偿（AT510Pro和AT510有效）  
小电流脉冲测试模式下，对热电势进行补偿，最小化热电势影响
- 键盘锁定功能。
- 可选接口功能：
  1. **Handler 接口**：分选结果输出，比较档选择输入，触发信号输入，EOC 信号输出。
  2. **RS232C 接口**：使用三线简易型串行接口。兼容 SCPI 指令集，ASCII 码传输，完成所有仪器功能。
  3. **温度补偿接口**：用于补偿由于温度造成的被测件测试误差。

# 3.开始



本章您将了解到以下内容：

- 认识前面板——包括按键、VFD 和测试端子的介绍。
- 后面板——介绍电源和接口信息。
- 仪器手柄——教您如何使用仪器手柄。
- 上电启动——包括上电自检过程、仪器缺省值和仪器预热时间。
- 显示信息——关于仪器启动和使用过程中将会碰到的提示信息。
- 开始测试——包括如何连接到测试端、仪器功能设置。

## 3.1 认识前面板

### 3.1.1 前面板描述

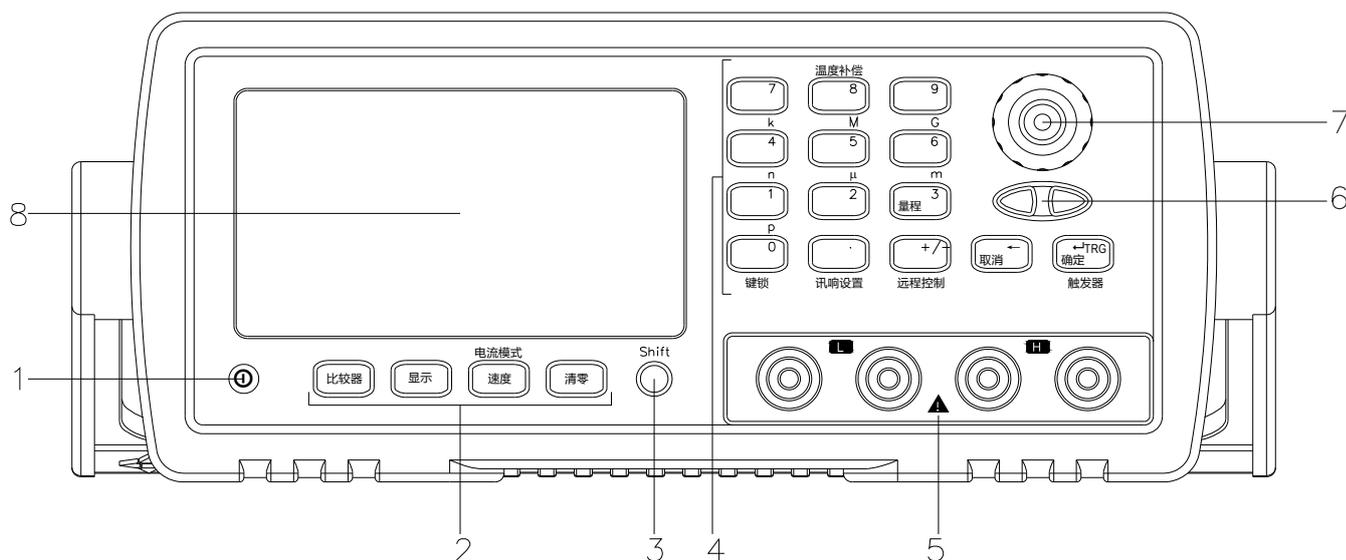


图 3-1 前面板

序号	功能
1	电源开关。按下：开；弹出：关 ⚠ 警告：请勿快速的连续的开关仪器，瞬间的冲击可能会缩短仪器寿命甚至损坏仪器。
2	键区一
3	Shift 键。橙黄色，按下该键，屏幕上显示橙黄色的 Shift 标志，此时按键将选择“橙色按键功能”。
4	键区二
5	输入端 输入端用于连接四端开尔文夹。 H 高端 L 低端 详细内容请参见“测试端的连接”一节
6	方向键：用于设置选项
7	旋钮：用于选择功能或输入数值。
8	VFD 显示屏

## 3.1.2 键区

约定:



在仪器面板上,

按键上的“黑色”字为主功能键;

按键上方的“橘黄色”字为第二功能键;

按键上的“蓝色”字为数字键。



图 3-2 键区一

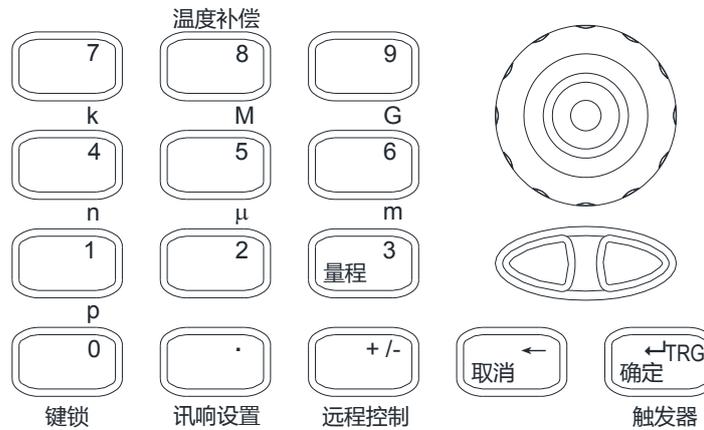


图 3-3 键区二

## 1. 主功能键

约定:



按键上的“黑色”字为主功能键;

以下功能在显示屏上的 **Shift** 标识熄灭时选择。

按键	功能
比较器	比较器设置
显示	显示分选结果
速度	测试速度。可选速度：慢速 ( Slow ), 中速 ( Medium ), 快速 ( Fast )。
清零	短路清零校准。
量程	量程自动、手动切换选择。屏显 <b>AUTO</b> 表示量程自动。
<, > 方向键	用于选择量程。仅在量程手动后有效。
取消	返回上一级。仅在设置界面有效。
确定	在设置界面用于确认选择。仅在设置界面有效。

2. 第二功能键 (Shift 上档功能)

约定: 

按键上方的“橘黄色”字为第二功能键;  
以下功能在按下 **Shift** 键, 且屏幕上的 **Shift** 标识点亮时选择。

按键	功能
电流模式	电流模式选择。 可选大电流模式 (H-Cur)、低电流模式 (L-Cur) 和脉冲电流模式 (P-Cur) 如果不确定电流模式, 请使用大电流模式 (H-Cur)。
相对值	相对温度补偿的读数显示。屏显 <b>REL</b> 时表示打开, 此时显示的数据是温度补偿后的结果。
清零	短路清零校准。
温度补偿	用来设置补偿系数和温度值。
$\mu, m, k, M$	单位倍率。在数据输入状态中, 为数值选择倍率。
键锁	键盘锁定。
讯响设置	设置各档讯响的音调。
远程控制	选择 RS232 方式的远程控制。并为它们提供一些通讯设置。
触发器	设置触发模式。设置内部、外部、手动和远程触发。

3. 数字键区

约定: 

按键上的“蓝色”字为数字键。  
数字键区仅在数据输入状态有效。

完整的数字键区, 包括键区二中的“蓝色”字按键、**Enter** 键和第二功能键中的  $\mu, m, k, M, G$ 。

3.1.3 VFD

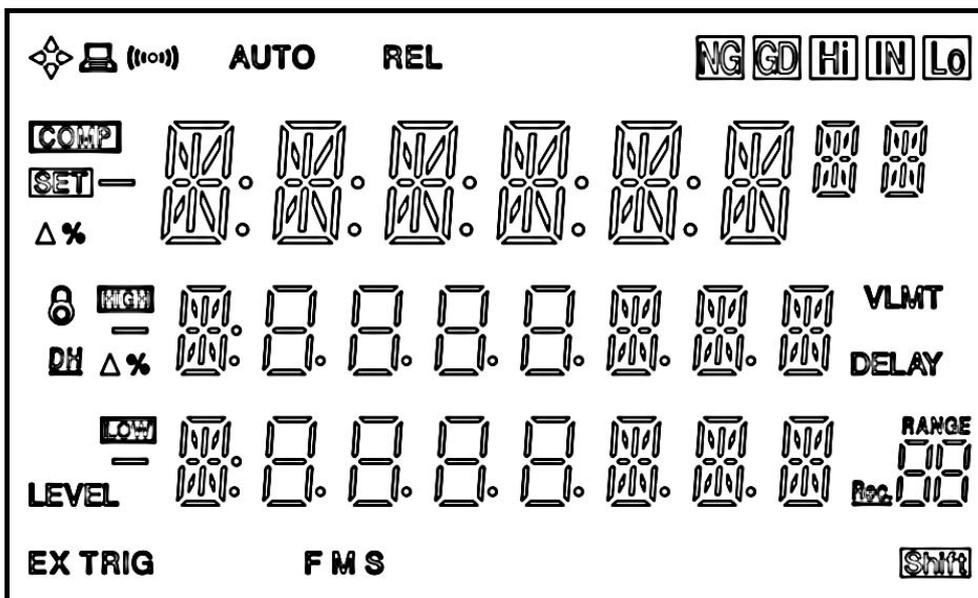


图 3-4 VFD

	商标。
	远程控制标志。
	讯响打开标志。
AUTO	量程自动标志。
REL	清零值打开。
NG	不合格。
GD	合格。
Hi	上超。
IN	合格。
Lo	下超。
COMP	比较器打开。
SET	比较器设置状态。
HIGH	比较器上限值。
LOW	比较器下限值。
	键盘锁定。
<u>DH</u>	数据保持。
LEVEL	测试电流模式。
EX	外部（触发）。
TRIG	（手动）触发标志。
F M S	速度：快、中、慢速。
	在测试状态指示当前量程号或在比较器设置中显示比较档号。
Shift	上档功能。

## 3.2 后面板

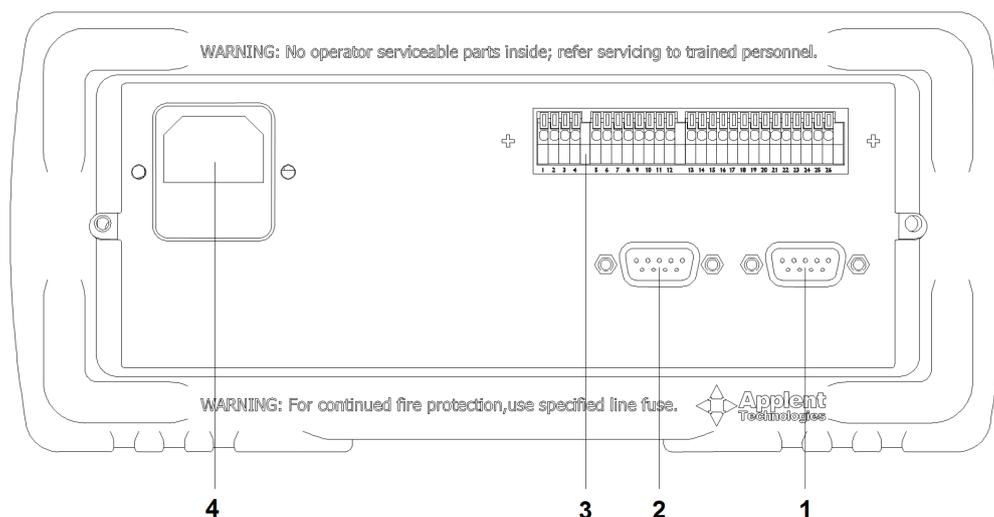


图 3-5 后面板

1. RS232C 接口。  
使用直孔 DB-9 电缆。
2. 温度补偿接口。
3. Handler（处理机）接口。（此接口形式可能因版本而不同）  
用于将比较器信号输出和外触发信号输入。
4. 电源插座及保险丝盒。

## 3.3 上电启动

### 3.3.1 开机

面板左下方标识“⓪”的按键为电源开关。



电源开。



电源关。

### 3.3.2 启动顺序

启动 AT510，仪器将进行一系列自检过程：

- VFD 所有笔段全亮；
- 显示公司名称、型号及版本号；
- 仪器自检。

### 3.3.3 开机默认值

仪器成功完成自检过程后，将载入用户上次设置值。

### 3.3.4 预热时间

为了达到指定的准确度，仪器需要预热至少 15 分钟。

## 3.4 开始测试

### 3.4.1 测试端的连接

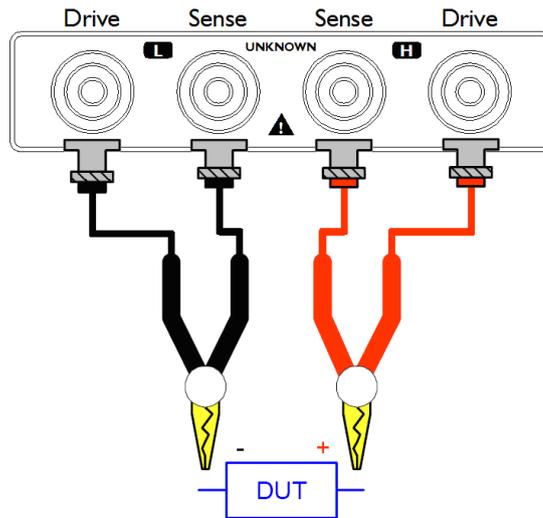
如果您使用随机附带的“开尔文”测试夹进行测试，请按照下列方法与仪器测试端相连接。

将有红色标识的测试电缆的 BNC 头旋入 H 中；

将有黑色标识的测试电缆的 BNC 头旋入 L 中。

红色电缆为测试端高端。

黑色电缆为测试端低端。



警告：严禁将电流源、电压源直接接入测试端。储能元件请在放电后接入测试端。

### 3.4.2 电流模式

第二功能键 **电流模式** 用来进行大电流模式 - 小电流模式 - 脉冲电流模式的测试电流模式间切换。在

第三显示窗口显示当前测量模式。

有三个选项供选择：

H-CUR	大电流模式
L-CUR	小电流模式
P-CUR	脉冲电流模式

细节：

大电流模式提供最大 670mA 电流：具有速度快，稳定性好，精度高。适合于普通电阻的测量，尤其适合绕线电阻、变压器内阻等感性器件的内阻测量。

小电流模式提供最大 67mA 电流：特点：速度快，测试电流小。适合于精度要求 0.1% 以下的低功耗电阻测试。适用于 PTC 电阻、NTC 电阻、以及接触电阻的测试。

脉冲电流模式测试电流小，精度高，抗热干扰，超低功耗电阻测试。适合于精度要求 0.05% 以上的 PTC 电阻、NTC 电阻、Pt 电阻、Cu 电阻、以及接触电阻的测试。由于要校去热电势，因此此模式下测试速度相对其它模式低。

无法确定使用哪种电流模式时，请使用大电流模式。

参见：



详细电流模式参见“附录 A”。

### 3.4.3 量程

量程自动状态下，AT510x 将通过下表自动选择最合适的量程进行测量。

表 3-1 量程号、量程电阻及量程变动过程 (AT510Pro)

量程号	量程电阻	升范围	降范围
1	10mΩ	↓ 30mΩ	↑ 29mΩ
2	100mΩ	↓ 300mΩ	↑ 290mΩ
3	1Ω	↓ 3Ω	↑ 2.9Ω
4	10Ω	↓ 30Ω	↑ 29Ω
5	100Ω	↓ 300Ω	↑ 290Ω
6	1kΩ	↓ 3kΩ	↑ 2.9kΩ
7	10kΩ	↓ 30kΩ	↑ 29kΩ
8	100kΩ	↓ 300kΩ	↑ 290kΩ
9	1MΩ	↓ 3MΩ	↑ 2.9MΩ
10	10MΩ	↓	↑

用户可以通过 **Range** 按键手动设置需要的量程。

提示：



使用手动量程下可有效提高测试速度。

在自动量程下如果仪器未能合适地选择量程，请执行清零校准。

关于清零校准的操作请参见“清零校准”一节。

**注意！** 如果当前量程为锁定状态（屏幕上 AUTO 熄灭），量程会根据比较器上限自动选择。

### 3.4.4 速度

完成一次采样是从测试产生 - 模数转换 - 运算 到显示测量结果和分选结果为止。这段时间称为采样时间。采样速率是指每秒能完成的采样次数。

AT510x 提供了三个速率供用户选择，您可以通过 **速度** 键进行循环设置：

**Fast** : 快速

**Medium** : 中速

Slow : 慢速

参见: 

关于采样速率的更多信息请参见“附录 A”。

### 3.4.5 清零

为了达到高精度测量，清零校准是必须的。

1. 按 **清零** 键进入准备清零界面。在开始清零前请按以下方法短路测试夹。

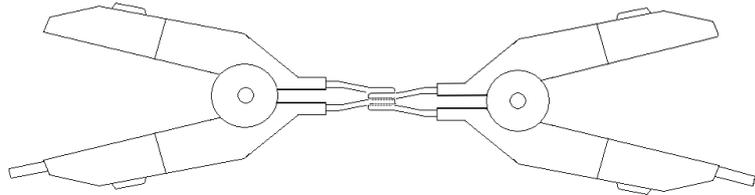


图 3-6 正确的测试端短路方法

以下示例是错误的!

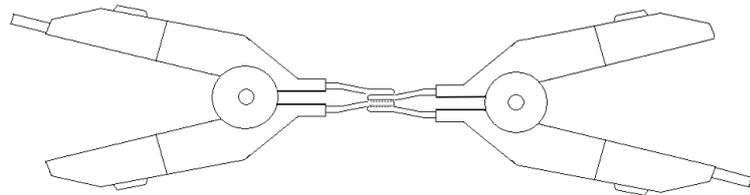


图 3-7 错误的测试端短路方法

2. 按 **确认** 开始清零。仪器进行清零，在自动量程下，仪器将对当前电流模式下的所有量程进行清零。在手动模式下仪器仅对当前电流模式下的当前量程进行清零。如果清零成功，清零数据将保存在非易失性存储器中。
3. 按 **取消** 或清零完毕后仪器返回到测试状态。

### 3.4.6 显示

按 **显示** 键，在 VFD 的第二显示行将显示分选结果。

### 3.4.7 键盘锁定

按 **Shift** **键锁** 键可以锁定或解锁键盘。

键盘锁定后除了按 **键锁** 键外，其它键无效。

 指示键盘已经被锁定。

### 3.4.8 温度补偿

AT510 系列有温度补偿功能。AT510PRO 和 AT510 是标配接口，AT510SE 为选配接口，AT510L/510M 无效。

需要给仪器配测温探头，那么用户才可以对被测件进行温度补偿：

当接上温度探头后，开机后，屏幕的第二行会显示出当前温度。

按 **Shift** 再按 **8** 温度补偿 键进入温度补偿设置。在 VFD 上的 REL 标识消隐则表示温度补偿是关闭的。

屏幕显示 TEMP, 当前 OFF 闪烁表示温度补偿关闭，您可以通过方向键 < > 选择 ON (打开) 或 OFF (关闭)。

输入温度系数  $\alpha$ ：

1. 拨动旋钮，选择 COEFF, 进入温度系数设定
2. 如纯铜材料的 20°C 温度系数为 0.393%，即输入 0.393。
3. 拨动旋钮，选择 REFER 进入温度设置界面。
4. 按数字键输入温度值。通常补偿温度为室温，20 摄氏度。

补偿公式：

$$F2 = \frac{100 + \alpha \times (T - T_0)}{100} \times F1$$

T0	- 参考温度 (取 20°C)
T	- 当前测量温度
$\alpha$	- 参考温度下的温度系数
F1	- 未经补偿值
F2	- 经过温度补偿后的值

### 3.4.9 远程控制

远程控制用来打开串行通讯接口。

在屏幕左上角的  标志表示远程控制打开。

1. 按 **Shift** + **远程控制** 进入 **远程控制** 界面
2. 选择 RS-232，并设置波特率。通常设为 9600
3. 按 **取消** 键取消当前设置返回测试状态。
4. 按 **确认** 键保存设置并退出。

远程控制打开，仪器可以通过电缆与计算机串行口相连，完成远程控制。

### 3.4.10 触发器设置

仪器提供 3 种触发模式选择：INT, MAN 和 EXT。

INT - 内部触发

仪器将连续测量并显示结果，在屏幕左下角没有红色的 EX TRIG 表示内部触发模式。

MAN - 手动触发

仪器受控于【确定】按键，每按一次【确定】按键仪器测试一次并显示当前测试结果，当屏幕左下角显示红色的 TRIG 标志，表示当前为收到触发模式。

同时，如果使用 RS232 触发仪器测量，也需要使用手动触发模式。

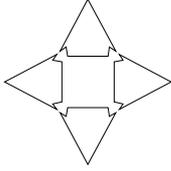
EXT - 外部触发

仪器受控于外部触发信号，每收到外部 TRIG 信号的上升沿，仪器测试一次并显示当前测试结果。

1. 按 **Shift** + **确定** 进入 **触发器** 界面 (TRIGGER)。

- 2 . 使用旋钮选择触发模式。
- 3 . 按`取消`键取消当前设置返回测试状态。
- 4 . 按`确认`键保存设置并退出。

## 4. 比较器



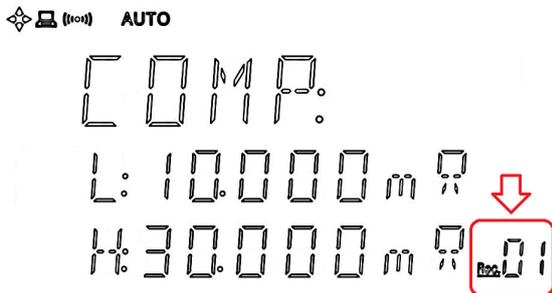
本章您将了解到以下内容：

- 关闭比较器。
- 比较档记录号设置。
- 输入比较值——包括比较档标称值（参考值）、极限值。
- 设置比较器讯响——包括如何打开讯响、讯响音量和状态设置。

### 4.1 比较器

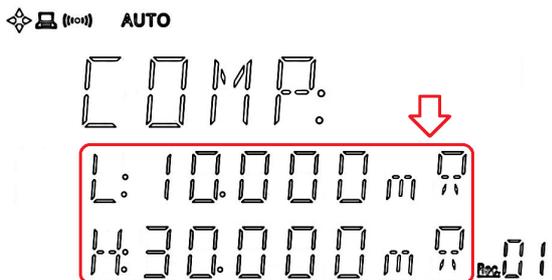
AT510 内建有 30 组比较记录，同时提供 GD、NG、HI、IN、LO 显示分选信息和讯响分选信息，给您提供最大的产品质量控制。

#### 4.1.1 比较档记录号选择（AT510L/AT510M 无效）



1. 按 **比较器** 进入比较器设置。
2. 右下角显示为记录号且记录号 **Rec.01** 闪烁，表示准备设置记录号。
3. 按 **←** **→** 或旋钮调节记录号。共 1~30 个记录号供您选择。
4. 选择好记录号，您可以：
  - a) 按 **确认** 进入比较值设置界面输入标称值和极限值。
  - b) 或按 **取消** 退出比较器设置，档号自动保存并用于以后的运算。

#### 4.1.2 比较值设置



1. 按 **比较器** 进入比较器设置。
2. 按上一节方法设置号记录号后按 **确认** 进入比较值输入界面。当前值闪烁。
3. 按 **←** **→** 或旋钮可以选择第二行下极限值（L）和第三行上极限值（H）。
4. 按数字键或 **确认** 键输入您希望的值。

5. 按 **确认** 键或 **Shift** **单位倍率** 完成当前值输入。
6. 重复步骤 3~5，完成其它值的输入。
7. 按 **取消** 键设置结束，并返回测试状态。



使用技巧：在当前值闪烁时，您可以不必按 **确认** 键进入输入行，而直接按数字键进行输入。

注意：在数字输入行，按 **确认** 键表示单位倍率为 1。

例如：10 **确认** 输入值为 10Ω。

注意！

如果当前量程为锁定状态（屏幕上 AUTO 熄灭），退出比较器设置后，量程会根据上限自动选择。

### 4.1.3 讯响设置

1. 按 **Shift** **讯响设置** 键进入讯响设置界面（BEEP：）。
2. 使用 **旋钮** 选择 OFF（关闭）、GD（合格讯响）和 NG（不合格讯响）。
3. 按 **确认** 键设置完毕，设定值被储存并退回测试状态。

注： 指示讯响打开。

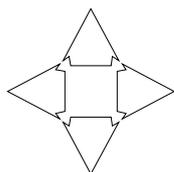
### 4.1.4 比较器如何工作

比较器开启后，当前测量值分别和该记录下的上限值和下限值作比较。

#### 分选流程：

下限值 ≤ 当前值 ≤ 上限值	产品合格	显示 GD 和 IN
当前值 < 下限值	产品下超不合格	显示 NG 和 LO
当前值 > 上限值	产品上超不合格	显示 NG 和 HI

## 5. 处理机 (Handler) 接口



注：处理机 (Handler) 接口为 AT510PRO/AT510 标配接口，AT510SE/510L/510M 为选配接口。

您将了解到以下内容：

- 接线端
- 如何连接和接口原理图
- 周期表

AT510x 为用户提供了功能强大的处理机接口，该接口包括了分选输出、EOC (测试完成信号)、TRIG (外部触发启动)、比较档记录号输入等信号。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。

### 5.1 接线端子与信号

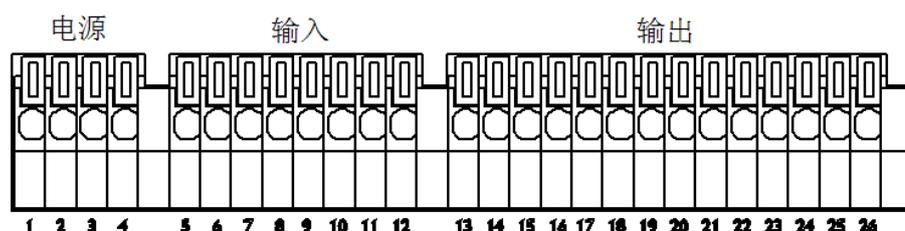


图 5-1 接线端子

#### ■ 电源供给端

序号	端子名称	含义
1	NC	保留。
2	EXT.DC	用户为接线端电路提供+5~24V 电源。 注：接线端电源不是由仪器提供，而是由用户提供。
3	GND	用户电源地。
4	NC	保留。

#### ■ 外部控制信号输入端

5	TRIG	测试触发端。
6	NC	保留。
7	NC	保留。
8	COMP.4	比较器记录档选择端。
9	COMP.3	可选档 1~30。
10	COMP.2	
11	COMP.1	
12	COMP.0	

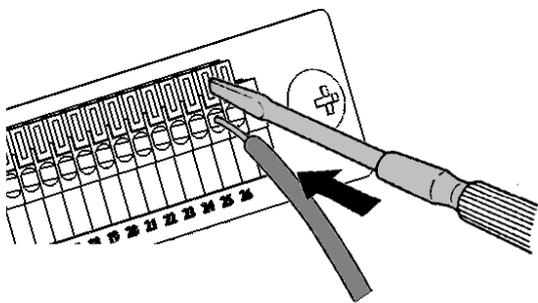
■ 比较器记录档选择表

COMP 4-0	记录号	COMP 4-0	记录号	COMP 4-0	记录号	COMP 4-0	记录号
11111	不改变	10111	7	01111	15	00111	23
11110	0	10110	8	01110	16	00110	24
11101	1	10101	9	01101	17	00101	25
11100	2	10100	10	01100	18	00100	26
11011	3	10011	11	01011	19	00011	27
11010	4	10010	12	01010	20	00010	28
11001	5	10001	13	01001	21	00001	29
11000	6	10000	14	01000	22	00000	不改变

■ 外部输出信号端

13	NC	保留。
14	NC	保留。
15	NC	保留。
16	NC	保留。
17	NC	保留。
18	NC	保留。
19	Lo	比较器下超（不合格）输出。
20	IN	比较器合格输出。
21	Hi	比较器上超（不合格）输出。
22	GD	比较器合格输出。
23	NG	比较器不合格输出。
24	NC	保留。
25	NC	保留。
26	EOC	测试完成信号（忙信号）。

## 5.2 连接方式



1. 使用一字改锥下压锁紧钮。
2. 按下锁紧钮后，插入电缆。
3. 释放锁紧钮，电缆将被锁紧。

插入或取下电缆，使用上述同样的步骤。

建议线径：单芯  $\phi 0.65\text{mm}$  (AWG #22)

多芯  $0.32\text{mm}^2$  (AWG #22)

线径极限：AWG #16-24.

剥线长度：4~5mm

锁紧钮下压工具：一字改锥（轴径 $\phi 3$ ，尖端宽 2.6mm）。

- 电气参数

电源要求： +5~24VDC

输出信号： 内置上拉电阻的集电极输出。

光耦隔离。

低电平有效。

最大电压：电源电压。

最大电流：5~8VmA。

输入信号： 光电隔离。

低电平有效。

最大电流：50mA

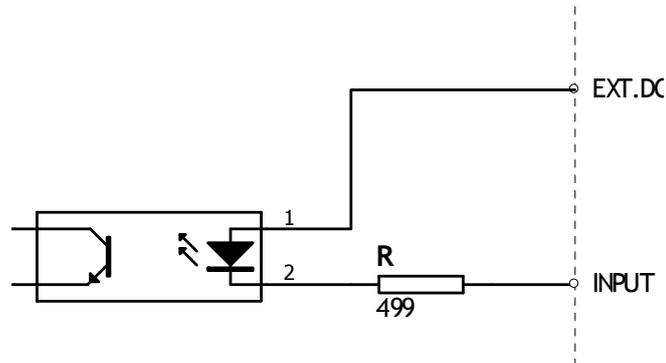


注意：为了避免损坏接口，电源电压勿超出电源要求。

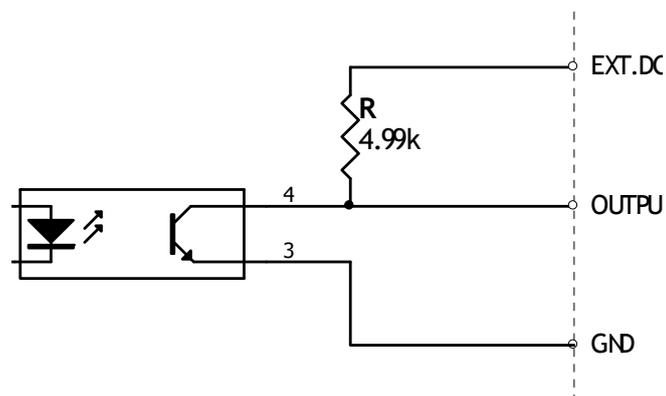
为了避免损坏接口，请在仪器关闭后接线。

如果输出信号用户用于控制继电器，继电器必须使用反向能量释放二极管。

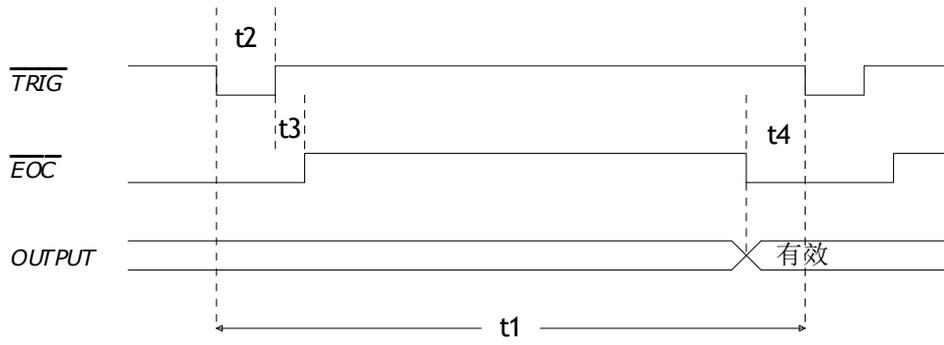
- 输入端原理图



- 输出端原理图



### 5.3 周期表



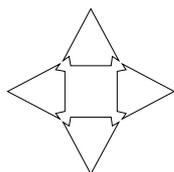
$t_1$  : 一次测量时间 快速 : 66.7ms , 中速 : 200ms , 慢速 : 330ms

$t_2$  : 1 $\mu$ s

$t_3$  : 200 $\mu$ s

$t_4$  : 0 $\mu$ s

## 6. 远程控制



本章您将了解到以下内容：

- 介绍 RS-232 接口
- RS-232 连接。
- 允许 RS-232 接口进行通信。
- 选择波特率。
- 软件协议。

AT510 可使用 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 命令, 用户还可以方便地编制各种适合自身的采集系统。

### 6.1 介绍 RS232C 接口

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, 它规定每次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 9 芯连接器。最常用的 RS-232 信号如表所示 :

表 6-1 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	3
接收数据	RXD	2
接地	GND	5



AT510 采用 RS232 标准的最小子集进行通信

### 6.2 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。

您可以向安柏仪器购买 9 芯电缆。

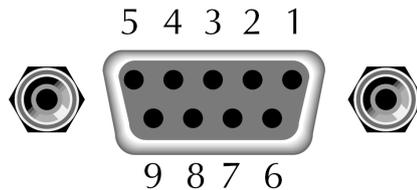
用户自制的 3 线电缆应注意 :

必须将计算机端的 DB-9 连接器 ( 针 ) 的 4-6, 7-8 短接。

电缆长度不要超过 2m。



图 6-1  
后面板上的  
RS232 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

波特率： 可选，参考“波特率”一节。

数据位： 8 位

停止位： 1 位

校验位： 无

## 6.3 开启通讯接口

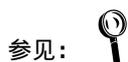
- a) 按 **Shift** **远程控制** 键进入通讯接口设置界面。
- b) 第一行显示“REMOTE”，第二行闪烁显示当前状态。按左右键或拨动旋钮可以开启 RS232 或是关闭远程通讯接口（通讯接口开启后键盘默认为锁定状态）。

## 6.4 RS232 通讯参数设置

- a) 当第二行显示“RS232”，按 **确定** 键后，第三行显示当前波特率。
- b) 按左右键或拨动旋钮可以选择不同波特率。按 **确定** 键，设置有效并退出。

## 6.5 握手协议

由于 AT510 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，AT510 使用软件握手，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：



SCPI 命令串语法及格式在“SCPI 命令参考”一章中详细描述。

- 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，命令解析器在收到结束符后才开始执行命令串。
- 软件握手：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。
- 软件握手可以使用“err:shak off”关闭

---

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 SCPI 指令将其开启。
  2. 串行口连接故障，请查看电缆连接。
  3. 仪器串行口功能未打开，请检查仪器设置。
  4. 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。
  5. 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，请立即咨询安柏科技技术工程师。>
- 



## 6.6 SCPI 语言

SCPI-Standard Commands for Programmable Instruments (可编程仪器标准命令) 是安柏科技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：

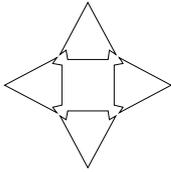


---

AT510 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。

---

## 7. 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 AT510 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。

### 7.1 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：

```
func:rang:auto on::beep on
```

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。

命令解析器解析规则：

1. 命令解析器只对 ASCII 码数据进行解析和响应。
2. 命令解析器的输入缓冲区大小为 70 字节，超出的字节被忽略。



提示：命令解析器对输入缓冲区的限制，较长的命令串建议使用缩写格式。

3. SCPI 命令串必须以 NL（'\n'）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。



提示：命令解析器对输入缓冲区溢出不提示错误，注意控制命令串长度。

4. 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。
5. 命令解析器在解析到错误后，返回错误提示，此次解析即终止，输入缓冲区清空，错误之后的字符串将忽略。
6. 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。
7. 命令解析器在解析到“状态切换命令”（例如从测试命令切换到放电状态）后，终止本次命令串解析，其后字符串被忽略。



注意： 查询命令只能放在命令串最后。

状态切换命令只能放在命令串最后。

参见：状态切换命令在命令参考中有标示。

8. 命令解析器对命令串的解析不区分大小写。
9. 命令解析器支持命令缩写形式，缩写规格参见之后章节。

### 7.2 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。

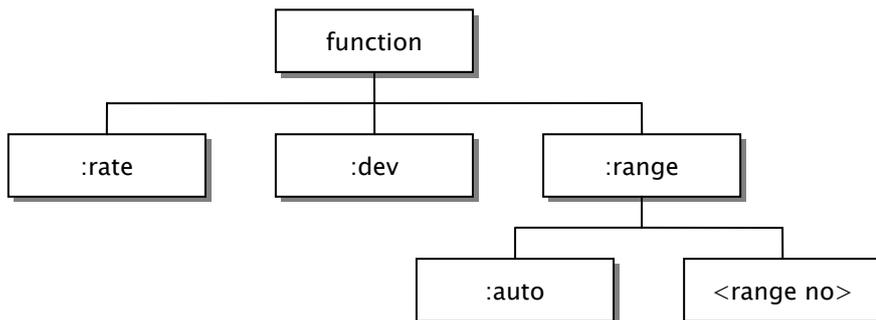
- <>            尖括号中的文字表示该命令的参数
- []             方括号中的文字表示可选命令

- { } 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。
- \n ASCII 换行符，十进制数 10。这里表示命令串结束符。

### 7.3 命令树结构

对 SCPI 命令采用树状结构的，可向下三级（注：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 2-1  
一个命令树例子



#### 举例说明

```

function:range:auto on
function 子系统命令
  range 第二级
    auto 第三级
      on 参数
    
```

■ 命令树基本规则：

- 忽略大小写。

例如：

FUNCTION:RANGE = function:range

- 空格（\_表示空格）不能放在冒号的前后。

例如：

function \_:\_range      →       function:range

- 命令可以缩写，也可以写全（在以后的命令叙述中，大小字母代表缩写）。

例如：

function:range = func:rang

- 命令后紧跟一个问号(?)将执行对应于该命令的查询。

例如：

function:range?

■ 多重命令规则：

- 在一个多重命令行上，使用分号(;)来分隔同一子系统命令下的同层命令。

例如：

beep:vol larg;bin good

- 分号(;)作为分隔符，后面紧跟一个冒号(:)，表示从命令树的最高层重新开始命令。

例如：

```
func:rang 5;[:]beep:bin good
```

■ 命令缩写规则：

- 如果命令或参数中的字符总数少于并等于 4 个，没有缩写。

例如：

```
beep 没有缩写形式
```

- 命令或参数字符数大于 4 个，且第四字符为辅音则取前 4 字符。

例如：

```
comparator 缩写成 comp
```

```
current 缩写成 curr
```

```
range 缩写成 rang
```

- 命令或参数字符数大于 4 个，且第四字符为元音则取前 3 字符。

例如：

```
resistance 缩写成 res
```

```
volume 缩写成 vol
```

- 如果命令或参数由两个单词合写而成，则取第一单词首字母加第二单词前 3 字母。

例如：

```
PercentTolerance 缩写成 ptol
```



提示：命令解析器可以接受全部大写命令，全部小写命令，或是混合大小写字符串。

■ 公共命令使用规则：

仪器提供了 GPIB 公共命令，这些公共命令可以嵌入任何子系统中使用。

- 例如：

```
func:rang 8;[*IDN?]:auto on
```

## 7.4 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

```
comp:nom100.0e3
```

```
命令 [参数]
```

## 7.5 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。

## 7.6 参数

- 单命令字命令，无参数。

例如：TRG

- 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：func:rang:auto on

- 参数可以是数值形式，支持三种格式。

- *integer*：整数

例如： 123, +123, -123

• *float*: 浮点数

命令解析器支持两者浮点数格式：

1. 标准浮点数：例如： 1.23 , -1.23 , 1.23E+4 , +1.23e-4
2. 倍率表示的浮点数：例如： 1.23k, 1.23M, 1.23G, 1.23u

表 7-1 数值与倍率对应表：

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。

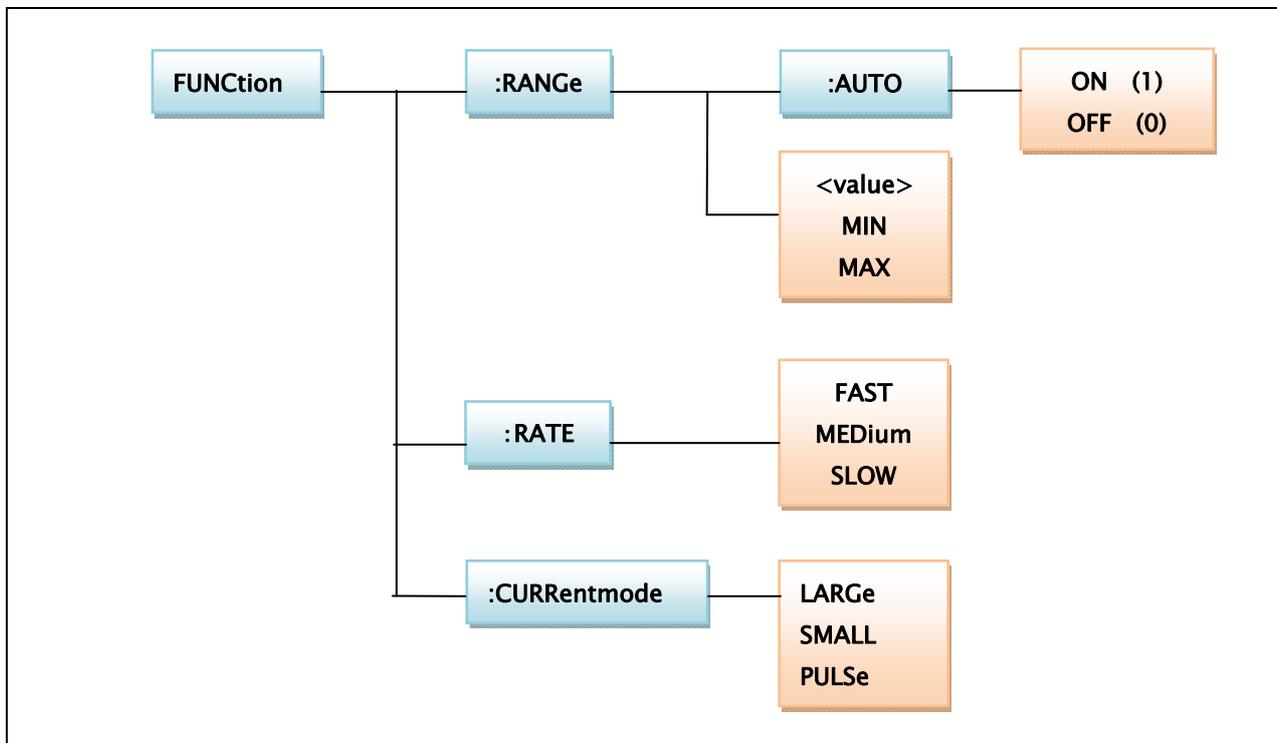
## 7.7 分隔符

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提示 “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： `comp:nom 100k;func:range 5`
- ： 冒号，用于分隔命令树，或命令树重新启动。  
例如： `func:rang:auto on;comp:nom 100k`
- ？ 问号，用于查询。  
例如： `func:rang?`
- 空格，用于分隔参数。  
例如： `comp:nom□100k`

## 7.8 SCPI 指令集

### 7.8.1 FUNCTION 指令系统



FUNCTION 指令系统树

该指令系统设置相关测量功能，诸如测量量程、测量速度、测量电流及显示方式。以下以举例方式来说明每条指令的用法：

量程设置

举例：量程自动设置

发送>FUNC:RANG: AUTO ON //需要以 ASCII 字符\n 确认

举例：当前量程设置为 5 量程

发送>FUNC:RANG: AUTO OFF

发送>FUNC:RANG 5 //返回的数据也以\n 结尾。

举例：询问当前量程

发送>FUNC:RANG?

返回>5

举例：设置测试速度

发送>func:rate slow

举例：查询测试速度

发送>func:rate?

返回>slow

举例：设置电流模式:大电流

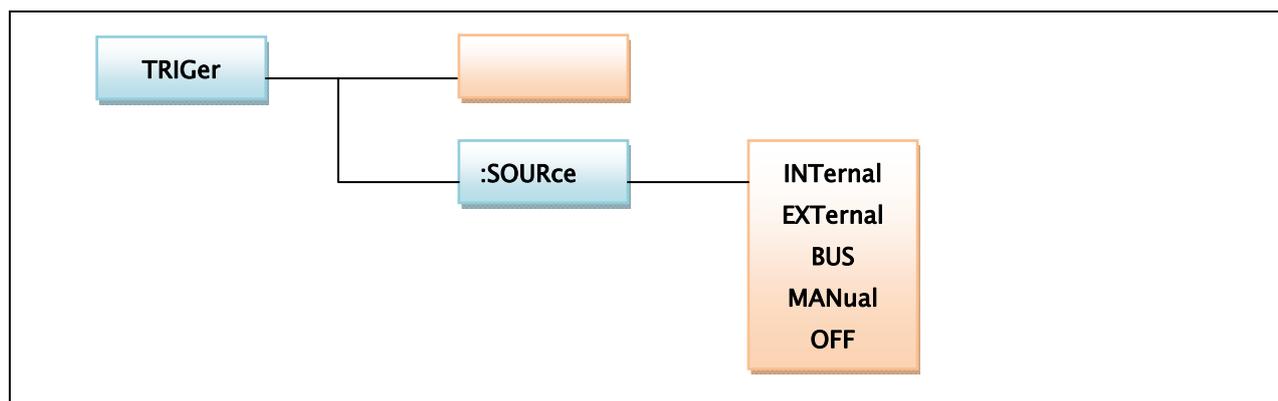
发送>func:curr larg

举例：查询电流模式

发送>func:curr?

返回>puls //脉冲模式

## 7.8.2 TRIGer 指令系统



TRIGer 指令系统树

该指令系统设置触发源。在总线触发状态时，仪器接受到触发指令“TRIG”时进行一次触发。

TRIG = TRG

举例：

发送>TRIG:SOUR BUS //开启外部触发，

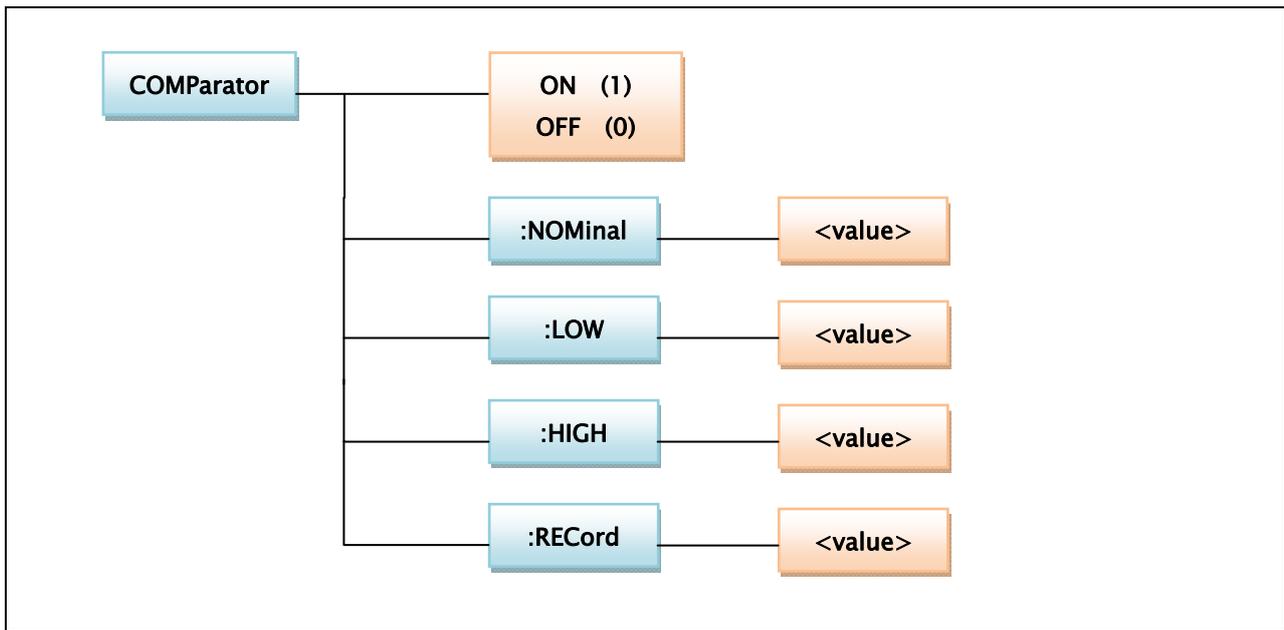
发送>TRIG:SOUR? //查询触发模式

返回>INT

发送>TRIG(或 TRG) //触发一次

返回：10.000k //返回测量值

### 7.8.3 COMParator 指令系统



COMParator 指令系统树

该指令系统设置与比较器有关的相关参数。如：选择当前比较记录、设置当前记录标称值、设置比较上、下限值。

举例：开启比较器

发送>COMP ON

举例：查询第 2 组记录下的标称值

发送>COMP:REC:1

发送>COMP:NOM?

返回>3.0000e+0 (浮点数格式)

举例：设置第 0 组记录下的电阻标称值为 100 欧姆、上限+10、下限-10。

发送>COMP:REC:0

发送>COMP:NOM 100

发送>COMP:HIGH 10

发送>COMP:LOW -10

### 7.8.4 BEEPer 指令系统



BEEPer 指令系统树

举例：开启讯响  
发送>BEEP OFF

举例：实现产品分选时合格讯响  
发送>BEEP GOOD

### 7.8.5 FETCh? 指令

FETCh?

测试结果查询。

举例：

发送：FETCh?

返回：9.00051e+5

\*不实现触发，建议使用 TRG 指令进行查询

### 7.8.6 TRG 指令

TRG

由外部总线触发一次，并返回该次的测试结果。

在外部触发开启状态下，可由该指令实现外部总线触发。

举例：

发送：TRG

返回：1.02001e+002

### 7.8.7 IDN? 指令

IDN?

仪器版本查询。IDN?在开机时用于查询仪器版本号。

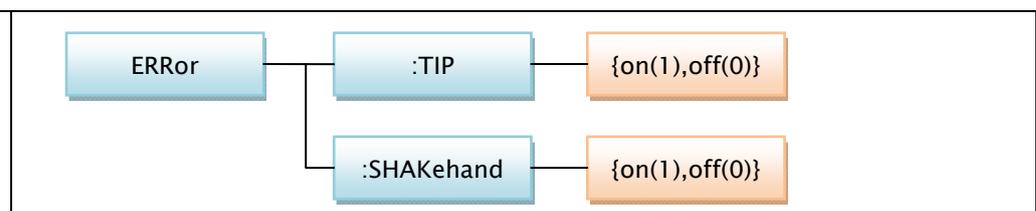
举例：

发送：idn?

返回：AT510 V2.0

### 7.8.8 ERROr 子系统

ERROr 子系统用于错误信息、或软件握手信息的显示。



### 7.8.8.1 ERROR?

ERROR? 命令在错误信息关闭时，用于查询错误信息。

查询语法:	<b>ERROR?</b>
查询响应:	无错误提示: no error. 有错误请参见附录 C。
例如:	发送> ERR? 接收> no error
限制:	只有在测试状态下才有效。

### 7.8.8.2 :TIP

:TIP 命令用于打开或关闭错误提示。

命令语法:	<b>ERROR:TIP {on(1),off(0)}</b>
参数:	{on(1),off(0)} 这里, on 或 1: 打开错误提示。 Off 或 0: 关闭错误提示。
例如:	发送> ERR:TIP on
查询语法:	<b>ERROR:TIP?</b>
查询响应:	{on,off}
例如:	发送> ERR:TIP? 接收> off
备注:	仪器开机后错误提示是关闭的。

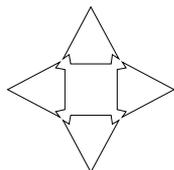
### 7.8.8.3 :SHAKehand

:SHAKehand 命令用于打开或关闭握手信息。

握手信息：即发送的命令串原样返回。

命令语法:	<b>ERROR:SHAKehand {on(1),off(0)}</b>
参数:	{on(1),off(0)} 这里, on 或 1: 命令串原样返回。 Off 或 0: 关闭。
例如:	发送> ERR:SHAK off
查询语法:	<b>ERROR:SHAK?</b>
查询响应:	{on,off}
例如:	发送> ERR:SHAK? 接收> on
备注:	仪器开机后握手信息不允许返回。

## 8. 规格



附录 A 中您将了解到以下内容：

- 技术指标。
- 一般规格。
- 外形尺寸。

### 8.1 技术指标

下列数据在以下条件下测得：

温度条件：23°C±5°C

湿度条件：≤80% R.H.

零值调整：测试前清零

预热时间：>60 分钟

校准时间：12 个月

#### 8.1.1 大电流测试

AT510PRO:

采样速率：快速：约 60 次/秒

中速：约 15 次/秒

慢速：约 2 次/秒

测试电流准确度：10%

量 程	最大显示值	分辨率	快 速	中速、慢速	测试电流	测试端开路电压	
1	30mΩ	30.000mΩ	1μΩ	0.1%	0.1%±2 字	670mA	<1V
2	300mΩ	300.00mΩ	10μΩ	0.1%	0.05%±1 字	670mA	<1V
3	3Ω	3.0000Ω	100μΩ	0.1%	0.05%±1 字	67mA	<1V
4	30Ω	30.000Ω	1mΩ	0.1%	0.05%±1 字	6.7mA	<1V
5	300Ω	300.00Ω	10mΩ	0.1%	0.05%±1 字	670uA	<5V
6	3kΩ	3.000kΩ	100mΩ	0.1%	0.05%±1 字	670uA	<5V
7	30kΩ	30.000kΩ	1Ω	0.1%	0.05%±1 字	67uA	<5V
8	300kΩ	300.00kΩ	10Ω	0.1%	0.05%±1 字	6.7uA	<5V
9	3MΩ	3.0000MΩ	100Ω	0.1%	0.05%±1 字	0.67uA	<5V
10	20MΩ	20.000MΩ	1kΩ	0.1%±3 字	0.1%±2 字		<3V

AT510:

采样速率： 快速：约 60 次/秒  
 中速：约 15 次/秒  
 慢速：约 2 次/秒

测试电流准确度： 10%

量 程	最大显示值	分辨率	快 速	中速、慢速	测试电流	测试端开路电压	
1	30mΩ	30.000mΩ	1μΩ	0.1%	0.1%±2 字	670mA	<1V
2	300mΩ	300.00mΩ	10μΩ	0.1%	0.05%±1 字	670mA	<1V
3	3Ω	3.0000Ω	100μΩ	0.1%	0.05%±1 字	67mA	<1V
4	30Ω	30.000Ω	1mΩ	0.1%	0.05%±1 字	6.7mA	<1V
5	300Ω	300.00Ω	10mΩ	0.1%	0.05%±1 字	670uA	<5V
6	3kΩ	3.000kΩ	100mΩ	0.1%	0.05%±1 字	670uA	<5V
7	30kΩ	30.000kΩ	1Ω	0.1%	0.05%±1 字	67uA	<5V
8	300kΩ	300.00kΩ	10Ω	0.1%	0.05%±1 字	6.7uA	<5V
9	3MΩ	3.0000MΩ	100Ω	0.1%	0.05%±1 字	0.67uA	<5V

### AT510SE

采样速率： 快速：约 60 次/秒  
 中速：约 15 次/秒  
 慢速：约 2 次/秒

测试电流准确度： 10%

量 程	最大显示值	分辨率	快 速	中速、慢速	测试电流	测试端开路电压	
1	300mΩ	300.00mΩ	10μΩ	0.05%+4 字	0.05%+2 字	670mA	<1V
2	3Ω	3.0000Ω	100μΩ	0.05%+4 字	0.05%+2 字	67mA	<1V
3	30Ω	30.000Ω	1mΩ	0.05%+4 字	0.05%+2 字	6.7mA	<1V
4	300Ω	300.00Ω	10mΩ	0.05%+4 字	0.05%+2 字	670uA	<5V
5	3kΩ	3.000kΩ	100mΩ	0.05%+4 字	0.05%+2 字	670uA	<5V
6	30kΩ	30.000kΩ	1Ω	0.05%+4 字	0.05%+2 字	67uA	<5V
7	300kΩ	300.00kΩ	10Ω	0.05%+6 字	0.05%+3 字	6.7uA	<5V

### AT510L

采样速率： 快速：约 15 次/秒  
 中速：约 5 次/秒  
 慢速：约 2 次/秒

测试电流准确度： 10%

量 程	最大显示值	分辨率	快 速	中速、慢速	测试电流	测试端开路电压	
1	30mΩ	30.000mΩ	1μΩ	0.1%+4 字	0.1%+2 字	670mA	<1V
2	300mΩ	300.00mΩ	10μΩ	0.1%+4 字	0.1%+2 字	670mA	<1V
3	3Ω	3.0000Ω	100μΩ	0.1%+4 字	0.1%+2 字	67mA	<1V
4	30Ω	30.000Ω	1mΩ	0.1%+4 字	0.1%+2 字	6.7mA	<1V
5	300Ω	300.00Ω	10mΩ	0.1%+4 字	0.1%+2 字	670uA	<5V
6	3kΩ	3.000kΩ	100mΩ	0.1%+4 字	0.1%+2 字	670uA	<5V
7	30kΩ	30.000kΩ	1Ω	0.1%+4 字	0.1%+2 字	67uA	<5V

**AT510M**

采样速率： 快速：约 15 次/秒  
 中速：约 5 次/秒  
 慢速：约 2 次/秒  
 测试电流准确度： 10%

量 程	最大显示值	分辨率	快 速	中速、慢速	测试电流	测试端开路电压	
1	30Ω	30.000Ω	1mΩ	0.1%	0.05%±1 字	6.7mA	<1V
2	300Ω	300.00Ω	10mΩ	0.1%	0.05%±1 字	670uA	<5V
3	3kΩ	3.000kΩ	100mΩ	0.1%	0.05%±1 字	670uA	<5V
4	30kΩ	30.000kΩ	1Ω	0.1%	0.05%±1 字	67uA	<5V
5	300kΩ	300.00kΩ	10Ω	0.1%	0.05%±1 字	6.7uA	<5V
6	3MΩ	3.0000MΩ	100Ω	0.1%	0.05%±1 字	0.67uA	<5V
7	20MΩ	20.000MΩ	1kΩ	0.1%±3 字	0.1%±2 字		<3V

**8.1.2 小电流测试 (只适用于电阻 300mΩ ~3kΩ量程, 其它量程同大电流) AT510SE/AT510L/AT510M 无效**

采样速率： 快速：约 60 次/秒  
 中速：约 15 次/秒  
 慢速：约 2 次/秒  
 测试电流准确度： 10%

量 程	最大显示值	分辨率	快速、中速和慢速	测试电流	测试端开路电压	
2	300mΩ	300.00mΩ	10μΩ	0.1%±1 字	67mA	<1V
3	3Ω	3.0000Ω	100μΩ	0.1%±1 字	6.7mA	<1V
4	30Ω	30.000Ω	1mΩ	0.1%±1 字	670uA	<1V
5	300Ω	300.00Ω	10mΩ	0.1%±1 字	67uA	<1V
6	3kΩ	3.000kΩ	100mΩ	0.1%±1 字	67uA	<1V

**8.1.3 脉冲电流测试 (只适用于电阻 <300Ω, 其它量程使用大电流模式) AT510SE/AT510L/AT510M 无效**

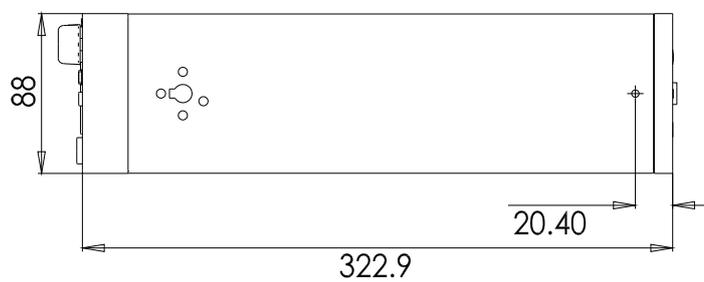
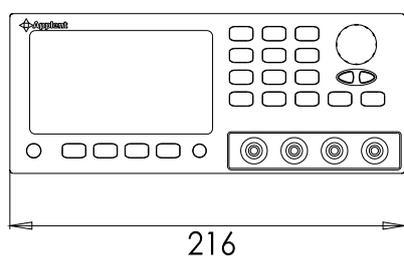
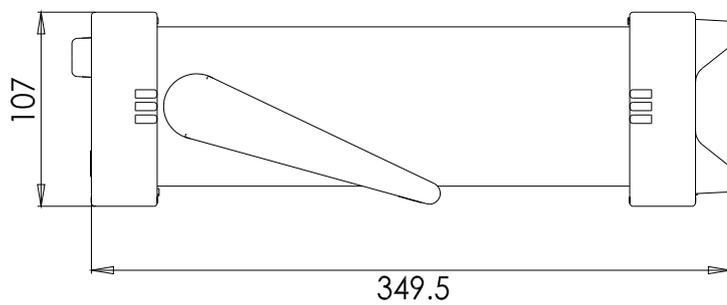
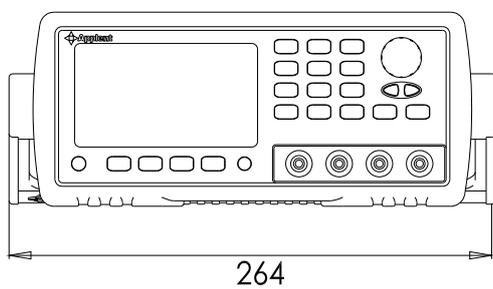
采样速率： 快速：约 3 次/秒  
 中速：约 2 次/秒  
 慢速：约 1 次/秒  
 测试电流准确度： 10%

量 程	最大显示值	分辨率	快 速	中速、慢速	测试电流	测试端开路电压	
1	30mΩ	30.000mΩ	1μΩ	0.1%±2 字	0.1%±2 字	670mA	<1V
2	300mΩ	300.00mΩ	10μΩ	0.05%±2 字	0.05%±2 字	67mA	<1V
3	3Ω	3.0000Ω	100μΩ	0.05%±2 字	0.05%±2 字	6.7mA	<1V
4	30Ω	30.000Ω	1mΩ	0.05%±2 字	0.05%±2 字	670uA	<1V
5	300Ω	300.00Ω	10mΩ	0.05%±2 字	0.05%±2 字	67uA	<1V

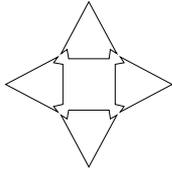
## 8.2 一般规格

屏幕：	四色真空荧光屏（VFD）显示，荧屏尺寸 98mmx55mm。		
显示参数：	直读、百分比误差和分选结果。		
最大读数：	30000		
测试信号：	30mΩ~300kΩ量程恒流测试，2MΩ~20MΩ量程恒压测试。		
触发：	内部、外部和远程触发。		
量程：	自动和手动。		
清零：	短路清零。		
比较器：	输出 NG-LO, GD-IN, NG-HI，AT510Pro 和 AT510 内建 30 组分选记录 AT510SE、AT510L 和 AT510M 内建 1 组分选记录。		
讯响：	GD、NG、关设置。		
测试端：	4 端屏蔽（包括 2 个检测端和 2 个驱动端）和外屏蔽地端。		
接口：	处理机（Handler）接口； RS232 接口；		
编程语言：	SCPI		
环境：	指标：	温度 15°C~35°C	湿度 <80% RH
	操作：	温度 10°C~40°C	湿度 10~90% RH
	储存：	温度 0°C~50°C	湿度 10~90% RH
电源：	198V ~ 252VAC 48.5Hz ~ 52.5Hz		
保险丝：	1A 慢熔		
功率：	最大 15VA		
重量：	约 3.5kg。		
随机附件：	使用说明书，ATL501 四端开尔文电缆，交流电源线，质保证书。		

### 8.3 外形尺寸



## 9. 型号比较



附录 B 中您将了解：AT510PRO、AT510、AT510SE、AT510L 和 AT510M 的不同。

	AT510PRO	AT510	AT510SE	AT510L	AT510M
测量范围	1 $\mu\Omega$ - 20M $\Omega$	1 $\mu\Omega$ - 3M $\Omega$	10 $\mu\Omega$ - 300k $\Omega$	1 $\mu\Omega$ - 30k $\Omega$	100 $\mu\Omega$ - 20M $\Omega$
准确度	30m $\Omega$ : 0.1% 20M $\Omega$ : 0.1% 其它: 0.05%	30m $\Omega$ : 0.1% 其它: 0.05%	0.05%	0.1%	0.1%
量程	十量程 30m $\Omega$ 至 20M $\Omega$	九量程 30m $\Omega$ 至 3M $\Omega$	七量程 300m $\Omega$ 至 300k $\Omega$	七量程 30m $\Omega$ 至 30k $\Omega$	八量程 3 $\Omega$ 至 20M $\Omega$
触发方式	内部/手动/外部/远程		内部/手动	内部/手动	内部/手动
电流模式	大电流/小电流/脉冲电流			大电流	大电流
比较器记录档	30 组			1 组	1 组
温度测量	标配	选配		无	
接口	RS232C(标配) HANDLER(标配)		RS232C(选件) HANDLER(选件)		
比较器	Hi/IN/Lo/GD/NG				
量程方式	自动/手动				
显示	30000 数(4-2/3 位) VFD 显示				
讯响	GD/NG/OFF、音量控制				
清零	短路清零				
测试端	四端测试				

 **Applent Instruments**

-AT510PRO/510/510L/510M/510SE 用户手册-

©2005-2013 版权所有：常州安柏精密仪器有限公司

Applent Instruments Inc.