安柏 ONMEAS®

Rev.B

# AT51X8/AT51X2

## 多路并行直流电阻测试仪




# 用户手册

点击观看
操作视频

# 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**<br>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**<br>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**<br>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**<br>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**<br>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，anbai，ON，*安柏®* 标志和文字是常州安柏精密仪器有限公司的商标或注册商标。

# 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 Onmeas）保证您购买的每一台 AT51X8 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，Onmeas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，Onmeas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 Onmeas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，Onmeas将负责回邮的运输费用。对非保修产品的修理，Onmeas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 Onmeas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。Onmeas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），Onmeas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
插图目录 ..... 7
表格目录 ..... 8
1. 安装和设置向导 ..... 9
1.1 装箱清单 ..... 9
1.2 电源要求 ..... 9
1.3 操作环境 ..... 9
1.4 清洗 ..... 9
1.5 仪器手柄 ..... 10
2. 概述 ..... 11
2.1 引言 ..... 11
2.2 主要功能 ..... 11
2.2.1 量程 ..... 11
2.2.2 测试速度 ..... 11
2.2.3 触发方式 ..... 12
2.2.4 基本准确度 ..... 12
2.2.5 校准功能 ..... 12
2.2.6 比较器功能（分选功能） ..... 12
2.2.7 系统设置 ..... 12
2.2.8 接口 ..... 12
3. 开始 ..... 13
3.1 认识前面板 ..... 13
3.1.1 前面板描述 ..... 13
3.1.2 认识后面板 ..... 14
3.2 上电启动 ..... 14
3.2.1 开机 ..... 14
3.3 测试端的连接 ..... 14
4. [Meas] 测量主页面 ..... 16
4.1 <测量显示>页 ..... 16
4.1.1 【触发】方式 ..... 16
4.1.2 【通道】设置 ..... 17
5. [Setup] 设置主页面 ..... 18
5.1 测量设置 ..... 18
5.1.1 【触发】方式 ..... 18
5.1.2 【量程】 ..... 19
5.1.3 测试【速度】 ..... 20
5.1.4 【温度补偿】开关 ..... 20
5.1.5 【温度系数】α ..... 20
5.1.6 【参考温度】T0 ..... 21
5.2 短路清零 ..... 21

6. <比较器>设置 ..... 22
6.1.1 设置【方式】 ..... 23
6.1.2 【讯响】设置 ..... 23
6.1.3 【下限】和【上限】设置 ..... 23
6.1.4 比较公式 ..... 23
7. 系统配置 ..... 24
7.1 系统配置页 ..... 24
7.1.1 更改系统语言【LANGUAGE】 ..... 24
7.1.2 修改日期和时间 ..... 25
7.1.3 帐号设置 ..... 25
7.1.4 【波特率】设置 ..... 26
7.1.5 通讯【指令握手】开关 ..... 26
7.1.6 通讯【结果发送】方式 ..... 26
7.2 系统信息页 ..... 27
8. 处理机（Handler）接口 ..... 28
8.1 接线端子与信号 ..... 28
8.2 连接方式 ..... 29
9. 远程通讯 ..... 31
9.1 RS-232C ..... 31
9.1.1 RS232C 连接 ..... 31
9.1.2 RS485 连接 ..... 32
9.2 握手协议 ..... 32
9.3 SCPI 语言 ..... 33
10. SCPI 命令参考 ..... 34
10.1 命令串解析及结束符 ..... 34
10.1.1 命令解析规则 ..... 34
10.1.2 符号约定和定义 ..... 34
10.1.3 命令树结构 ..... 34
10.2 命令和参数 ..... 35
10.2.1 命令 ..... 35
10.2.2 参数 ..... 35
10.2.3 分隔符 ..... 36
10.3 命令参考 ..... 36
10.4 DISPlay 显示子系统 ..... 36
10.4.1 DISPlay:PAGE ..... 37
10.4.2 DISP:LINE ..... 37
10.5 FUNCtion 子系统 ..... 37
10.5.1 FUNCtion:RANGe ..... 37
10.5.1 FUNCtion:RANGe:NO ..... 38
10.5.2 FUNCtion:RATE ..... 38
10.5.3 FUNCtion:TC ..... 38
10.5.4 FUNCtion:TC:COEFicient ..... 38
10.5.5 FUNCtion:TC:REFErence ..... 38
10.5.6 FUNCtion:CHannel ..... 39
10.6 COMParator 子系统 ..... 39

10.6.1 COMParator:BEEP ..... 39
10.6.2 COMParator:MODE ..... 39
10.6.3 COMParator:LiMiT ..... 39
10.7 TRIGger 子系统 ..... 40
10.7.1 TRIGger[:IMMediate] ..... 40
10.7.2 TRIGger:SOURce ..... 40
10.7.3 TRG ..... 40
10.8 FETCh? 子系统 ..... 41
10.9 SYSTem 子系统 ..... 42
10.9.1 SYSTem:LANGuage ..... 42
10.9.2 SYSTem:SENDmode ..... 42
10.10 CORRect 子系统 ..... 42
10.10.1 CORRect:SHORt ..... 42
10.11 IDN? 子系统 ..... 42
11. Modbus（RTU）通讯协议 ..... 44
11.1 数据格式 ..... 44
11.1.1 指令帧 ..... 44
11.1.2 CRC-16 计算方法 ..... 45
11.1.3 响应帧 ..... 46
11.1.4 无响应 ..... 46
11.1.5 错误码 ..... 46
11.2 功能码 ..... 47
11.3 寄存器 ..... 47
11.4 读出多个寄存器 ..... 47
11.5 写入多个寄存器 ..... 48
11.6 回波测试 ..... 49
12. Modbus（RTU）指令集 ..... 50
12.1 寄存器总览 ..... 50
12.2 获取测量数据 ..... 52
12.2.1 获取测量结果 ..... 52
12.2.2 获取比较器结果【2100】 ..... 53
12.2.3 获取测量结果（16 位整数值） ..... 53
12.3 参数设置 ..... 54
12.3.1 速度【3002】 ..... 54
12.4 比较器设置 ..... 55
12.4.1 极限值【3110】 ..... 55
12.5 设置通道【3201】 ..... 55
13. 规格 ..... 56
13.1 技术指标 ..... 56
13.2 一般规格 ..... 56
13.3 外形尺寸 ..... 57

# 插图目录

图 1-1 仪器手柄(示意图,面板图形与实际不符)..... 10
图 3-1 前面板 ..... 13
图 3-2 后面板 ..... 14
图 3-3 每个通道的测试端..... 14
图 4-1 AT51X8 <测量显示>页..... 16
图 5-1 <设置>页 ..... 18
图 5-2 正确的短路方法..... 21
图 6-1 <比较器设置>页..... 22
图 7-1 <系统配置>页..... 24
图 7-2 <系统信息>页..... 27
图 8-1 接线端子 ..... 28
图 8-2 输入端原理图（Trig） ..... 29
图 8-3 输出端原理图..... 29
图 9-1 后面板上 RS-232 接口..... 32
图 9-2 后面板上 RS-485 接口..... 32
图 10-1 命令树结构 ..... 35
图 10-2 DISPlay 子系统树..... 37
图 10-3 FUNCtion 子系统树 ..... 37
图 10-4 COMParator 子系统树..... 39
图 10-5 TRIGger 子系统树 ..... 40
图 10-6 FETCh? 子系统树 ..... 41
图 10-7 SYSTem 子系统树..... 42
图 10-8 CORRect 子系统树..... 42
图 10-9 IDN? 子系统树..... 42
图 11-1 Modbus 指令帧 ..... 44
图 11-2 Modbus 附加 CRC-16 值..... 45
图 11-3 正常响应帧 ..... 46
图 11-4 异常响应帧 ..... 46
图 11-5 读出多个寄存器（0x03） ..... 47
图 11-6 读出多个寄存器（0x03）响应帧..... 48
图 11-7 写入多个寄存器（0x10） ..... 48
图 11-8 写入多个寄存器（0x03）响应帧..... 48
图 11-9 回波测试（0x08） ..... 49

# 表格目录

表 3-1 前面板功能描述 13
表 5-1 量程变动范围 19
表 8-1 输出端引脚定义 28
表 8-2 输入端引脚定义 28
表 8-3 电源端引脚定义 29
表 9-1 常用的 RS-232 信号 31
表 9-2 RS-232 标准的最小子集 31
表 10-1 倍率缩写 35
表 11-1 指令帧说明 44
表 11-2 异常响应帧说明 46
表 11-3 错误码说明 46
表 11-4 功能码 47
表 11-5 读出多个寄存器 47
表 11-6 写入多个寄存器 48
表 12-1 寄存器总览 50

# 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

## 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。

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

AT51X8 只能在以下电源条件使用：

电压：220VAC（1±10%）

频率：50Hz（1±10%）



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 操作环境

AT51X8 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。

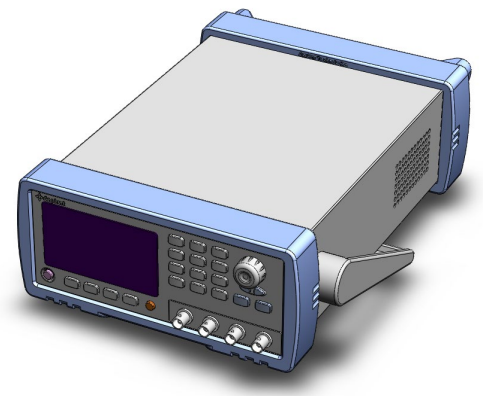


注意：不能使用溶剂（酒精或汽油等）对仪器进行清洗。

## 1.5 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：

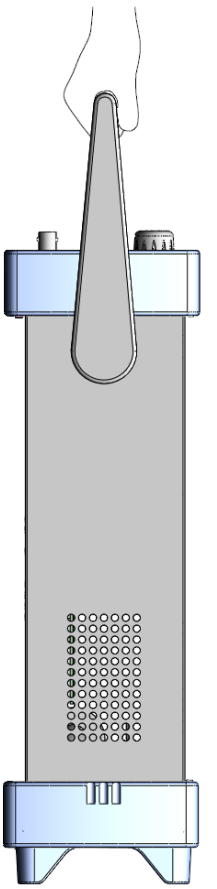
图 1-1 仪器手柄(示意图,面板图形与实际不符)



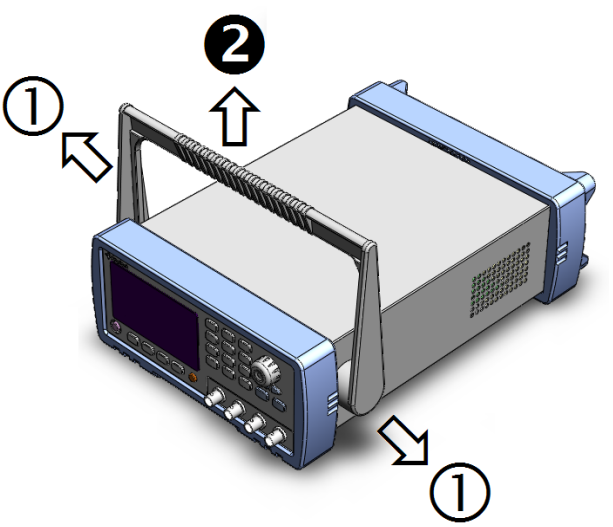
可视位置 1 【双手同时握住手柄两侧，向两侧轻拉，直到可自由旋转为止，然后切换到可视位置 2】



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】



手提位置




移除手柄位置。(向两侧①拉，直到移除手柄。)

# 2.概述

本章您将了解到以下内容：

- 引言
- 主要功能

## 2.1 引言

感谢您购买 AT51X8 多路电阻测试仪。

AT51X8 多路电阻测试仪，采用高性能 ARM 微处理器和 FPGA 并行控制的全自动实时检测的微型台式仪器。

首创并行对 8 通道电阻进行实时测量，并且同时显示在屏幕上。每个通道都具有 0.05%的准确度和 10μΩ~30kΩ的测量范围。每通道电阻值以 5 位显示，具有 30000 读数。得益于 FPGA 控制技术，实现在满足准确度的前提下，完成 8 通道并显示测量结果仅需 50ms。

仪器每通道都有独立的比较器设置，并且 8 通道比较器结果分别通过 Handler 接口输出。

仪器标配 RS-232 接口、Handler 接口和温度补偿接口。

计算机远程控制指令兼容 SCPI（Standard Command for Programmable Instrument 可程控仪器标准命令集），高效完成远程控制和数据采集功能。

参见：完整的技术规格参见规格一章。

## 2.2 主要功能

### 2.2.1 量程

使用 6 量程测试，可以测试 10μΩ~30kΩ电阻。
量程手动。

### 2.2.2 测试速度

仪器分四档速度：慢速、中速和快速。
全通道打开，并且手动量程方式：
慢速： 333ms/8 通道
中速： 90ms/8 通道

快速： 50ms/8 通道

### 2.2.3 触发方式

内部、外部、手动和远程触发。

### 2.2.4 基本准确度

慢速，中速： 0.05%
快速：0.1%

### 2.2.5 校准功能

全量程短路清“0”：消除引线电阻的影响。

### 2.2.6 比较器功能（分选功能）

仪器可对每通道进行独立分选。
不合格档（CH1-CH8）:低电平输出，表示不合格
NG：所有通道不合格输出低电平。
GD：所有通道合格输出高电平。

**比较方式:**
测量值直接与上下极限比较

### 2.2.7 系统设置

1. 键盘锁定功能
2. 管理员和用户帐户，可对管理员设置密码

### 2.2.8 接口

**RS-232 远程控制:**
支持最大 115200bps 的波特率，兼容 SCPI 协议，ASCII 传输。
**Handler 接口**
达林顿输出、内置上拉电阻的输出口。
光耦隔离的输入口。
支持内部 5V 和 24V 外部电源。
输入：触发信号，
输出：所有的分选比较结果信号；测量同步信号（EOC）。

# 3.开始

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

### 3.1.1 前面板描述

图 3-1 前面板

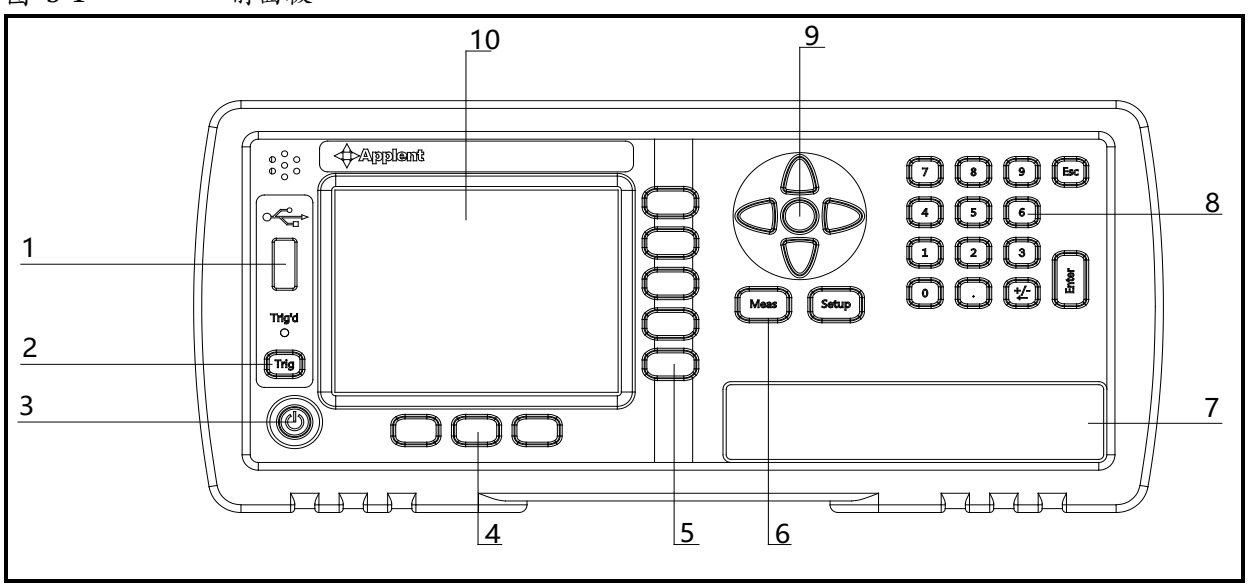
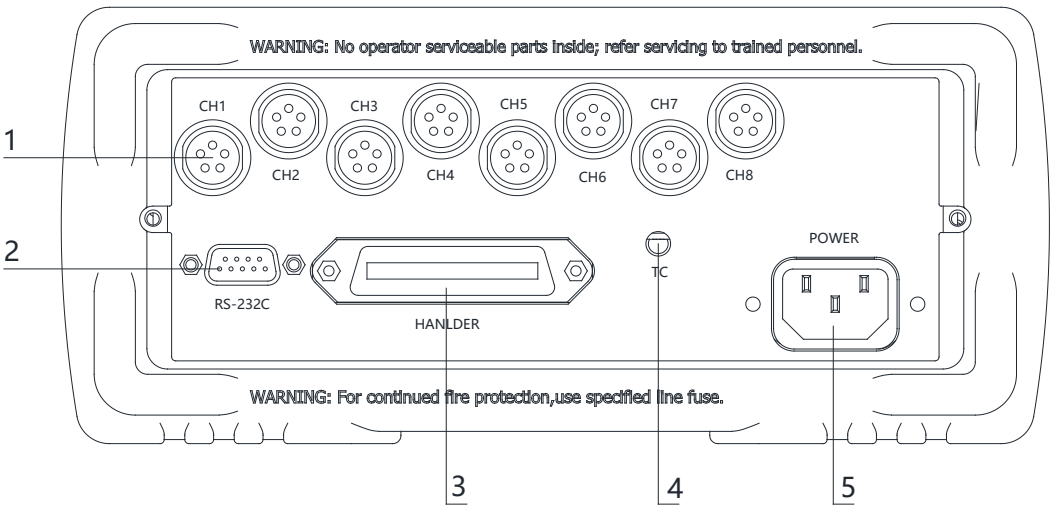



表 3-1 前面板功能描述

| 序号 | 功能 |
|---|---|
| 1 | USB 磁盘接口（选件） |
| 2 | 手动触发键，和手动或远程触发指示灯 |
| 3 | 电源开关 |
| 4 | 系统功能键，包括系统、键盘锁等 |
| 5 | 功能键 |
| 6 | 主功能键：测量和设置 |
| 7 | 测试端 AT51X8 无效，AT51X8 的测试在后面板 |
| 8 | 数字键盘 |
| 9 | 光标键 |
| 10 | 液晶显示窗 |

### 3.1.2 认识后面板

图 3-2 后面板




1. 测试端。
2. RS-232C 接口。
3. HANDLER 接口。
4. 温度补偿接口。
5. 电源插座

## 3.2 上电启动

### 3.2.1 开机

面板左下方标识“⏻”的按键为电源开关，此开关为带灯轻触开关，当指示灯未橙色或熄灭时代表仪器待机状态，绿色指示灯点亮代表开机。

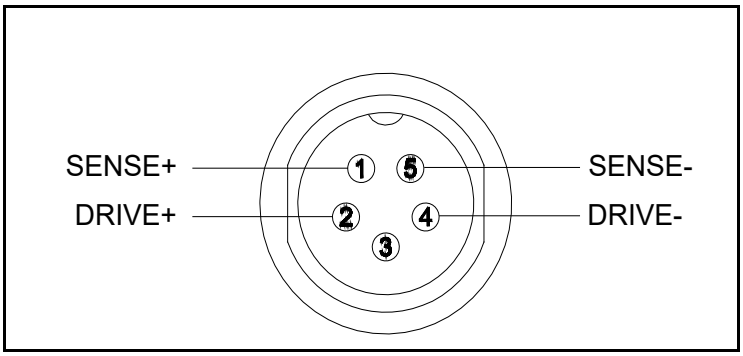
预热时间：为了达到指定的准确度，仪器需要预热至少 10 分钟。

## 3.3 测试端的连接

仪器的测试端在后面板上，请按槽口方向，将测试插头正确插入测试口即可。

每个通道的测试端脚位定义如下：

图 3-3 每个通道的测试端




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。

# 4.[Meas] 测量主页面

## 4.1 <测量显示>页

按【Meas】键，进入【测量显示】页。

**<测量显示>**页面主要突出显示测量结果，同时对当前的分选结果以小字符显示。

该页面上可以对 6 个常用功能进行设置，它们包括：

- 触发 – 触发器设置
- 01-08 – 通道设置

图 4-1 AT51X8 <测量显示>页




### 4.1.1 【触发】方式

通讯指令：`TRIGger:SOURce {INT,MAN,EXT,BUS}`

仪器具有 4 中触发方式：

内部触发、手动触发、外部触发和远程触发。

| 触发方式 | 描述 |
|---|---|
| 内部 | 也称连续测试，触发信号由仪器内部按照固有周期连续不断的进行测试 |
| 手动 | 每按一次【Trig】键，仪器就执行一次测量周期，其它时间仪器处于等待状态。 |
| 外部 | 从后面板 Handler 接口接收到一个上升沿脉冲，仪器执行一次测量周期。其它时间仪器处于等待状态。请参考 Handler 接口。 |
| 远程 | 仪器在接受到 RS232 触发指令后，执行一次测量周期，其它时间处于等待状态。 |

■ **设置触发方式的步骤：**

**第 1 步** 按【Meas】键进入测量主页面；

**第 2 步** 使用光标键选择【触发】字段；

**第 3 步** 使用功能键选择触发方式。

| 功能键 | 功能 |
|---|---|
| 内部 | 内部触发方式 |
| 手动 | 手动触发方式 |
| 外部 | 外部触发方式 |
| 远程 | 远程触发方式 |

### 4.1.2 【通道】设置

仪器每个通道都可以设置成打开或关闭。

■ **设置通道工作方式的步骤：**

**第 1 步** 按【Meas】键进入测量主页面；

**第 2 步** 使用光标键选择通道号【01】~【08】字段；

**第 3 步** 使用功能键选择通道工作方式。

| 通道设置 | 描述 |
|---|---|
| 关闭 | 当前通道被关闭，测量时该通道被忽略 |
| 打开 | 当前通道允许测量 |

注意！ 由于仪器使用并行测试，关闭某一通道并不会提高测量速度。

# 5.[Setup] 设置主页面

本章您将了解到所有的设置功能：

- 测量设置
- 温度补偿设置
- 短路清零操作
- 比较器设置

在任何时候，您只要按【Setup】键，仪器将进入设置主页面。

## 5.1 测量设置

所有与测量有关的设置都在<设置>页面里操作。

<设置>页里，仪器不显示测试结果或比较器结果，但仪器测试仍然在进行。

这些设置包括以下参数：

- 触发 – 触发方式
- 量程 – 测试量程
- 速度 – 测试速度
- 温度补偿 – 打开、关闭温度补偿功能
- 温度系数 – 输入温度系数
- 参考温度 – 输入补偿温度

图 5-1 <设置>页




### 5.1.1 【触发】方式

通讯指令：`TRIGger:SOURce {INT,MAN,EXT,BUS}`

仪器具有 4 中触发方式：

内部触发、手动触发、外部触发和远程触发。

| 触发方式 | 描述 |
|---|---|
| 内部 | 也称连续测试，触发信号由仪器内部按照固有周期连续不断的进行测试 |
| 手动 | 每按一次【Trig】键，仪器就执行一次测量周期，其它时间仪器处于等待状态。 |
| 外部 | 从后面板 Handler 接口接收到一个上升沿脉冲，仪器执行一次测量周期。其它时间仪器处于等待状态。请参考 Handler 接口 |
| 远程 | 仪器在接受到 RS232 触发指令后，执行一次测量周期，其它时间处于等待状态。 |

■ **设置触发方式的步骤：**

**第 1 步** 按【Setup】键进入设置页面；

**第 2 步** 使用光标键选择【触发】字段；

**第 3 步** 使用功能键选择触发方式。

| 功能键 | 功能 |
|---|---|
| 内部 | 内部触发方式 |
| 手动 | 手动触发方式 |
| 外部 | 外部触发方式 |
| 远程 | 远程触发方式 |

### 5.1.2 【量程】

通讯指令：

**FUNCtion:RANGe:NO {<量程号>,min,max}**

**FUNCtion:RANGe <标称值>**

AT51X8 具有 6 个量程， 每个量程的变动范围如下：

表 5-1 量程变动范围

| 量程号 | 量程 | 量程范围 | 升范围 | 降范围 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 100mΩ | 29.000mΩ~300.00mΩ | ↓ 300mΩ | ↑ 290mΩ |
| 2 | 1Ω | 290.00mΩ~3.0000Ω | ↓ 3Ω | ↑ 2.9Ω |
| 3 | 10Ω | 2.9000Ω~30.000Ω | ↓ 30Ω | ↑ 29Ω |
| 4 | 100Ω | 29.000Ω~300.00Ω | ↓ 300Ω | ↑ 290Ω |
| 5 | 1kΩ | 290.00Ω~3.0000kΩ | ↓ 3kΩ | ↑ 2.9kΩ |
| 6 | 10kΩ | 2.9000kΩ~30.000kΩ | ↓ 30kΩ | ↑ 29kΩ |

注意！ 仪器针对高速分选测试，为了保证速度，不提供自动量程，只使用手动量程。

■ **设置量程的步骤：**

**第 1 步** 按【Setup】键进入设置页面；

**第 2 步** 使用光标键选择【量程】字段；

**第 3 步** 使用功能键选择量程自动、手动或选择量程

| 功能键 | 功能 |
|---|---|

| | |
|---|---|
| 增加+ | 增加量程号，同时量程更改为锁定 |
| 减小- | 减小量程号，同时量程更改为锁定 |

### 5.1.3 测试【速度】

通讯指令：`FUNCtion:RATE {SLOW,MED,FAST }`

仪器提供 3 种测试速度（慢速、中速和快速）。速度越慢测试结果越准确，也越稳定。

在全通道打开，并且手动量程方式下的采样时间如下：

慢速： 330ms/8 通道

中速： 90ms/8 通道

快速： 50ms/8 通道

■ **设置测试速度的步骤：**

**第 1 步** 按【Setup】进入设置页面；

**第 2 步** 使用光标键选择【速度】字段；

**第 3 步** 使用功能键选择

| 功能键 | 功能 |
|---|---|
| 慢速 | |
| 中速 | |
| 快速 | |

### 5.1.4 【温度补偿】开关

通讯指令：`FUNCtion:TC {ON,OFF,1, 0}`

仪器内置温度补偿电路，可以补偿由于温度造成被测值偏移。

仪器补偿公式如下：

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

T0 - 参考温度

T - 当前测量温度

α - 参考温度下的的温度系数（%）

F1 - 未经补偿值

F2 - 经过温度补偿后的值

■ **打开温度补偿的步骤：**

**第 1 步** 按【Setup】进入设置页面；

**第 2 步** 使用光标键选择【温度补偿】字段；

**第 3 步** 使用功能键选择

| 功能键 | 功能 |
|---|---|
| 关闭 | |
| 开启 | 测量结果是补偿到参考温度时的值 |

### 5.1.5 【温度系数】α

通讯指令：`FUNCtion:TC:RATIo <float>`

温度补偿需要设置材质的温度系数。

■ **输入温度系数的步骤：**

**第 1 步** 按【Setup】进入设置页面；

**第 2 步** 使用光标键选择【温度系数】字段；

**第 3 步** 使用数字键盘输入需要的温度系数，温度系数单位是百分比。

例如：铜的温度系数是 0.393%，此处输入 0.393 即可。

### 5.1.6 【参考温度】T0

通讯指令：`FUNCtion:TC:REFEr <float>`

温度补偿的参考温度。测量结果反映的是该温度下的值。

■ **输入参考温度的步骤：**

**第 1 步** 按【Setup】进入设置页面；

**第 2 步** 使用光标键选择【参考温度】字段；

**第 3 步** 使用数字键盘输入需要补偿到的温度。

## 5.2 短路清零

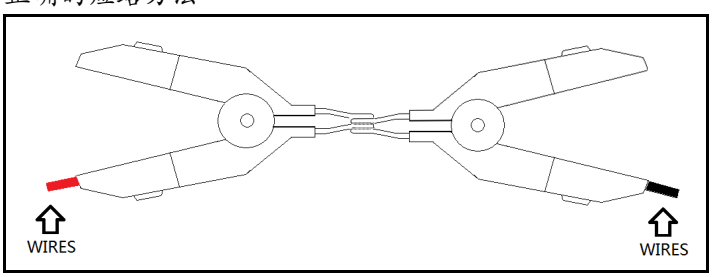
通讯指令：`CORRect:SHORt`

为了达到高精度测量，清零校准是必须的。短路清零可以有效地抵消测试线的杂散电阻。

清零前请首先按照下列方法短接测试夹

仪器允许同时或单独对某一通道进行短路清零。

图 5-2 *正确的短路方法*




■ **短路清零的方法**

**第 1 步** 按【Setup】键进入设置页面

**第 2 步** 短接测试夹

**第 3 步** 使用功能键选择【短路清零】键

**第 4 步** 按【确定】后，仪器开始清零

**第 5 步** 清零完成后会提示哪些通道清零成功。

# 6.<比较器>设置

本章您将了解到所有的设置功能：

- 比较器设置方式
- 上下限设置

按【Setup】键，再按【比较器设置】功能键，打开<比较器>页面。
比较器可以使用对所有通道的上下限进行设置。

为了充分利用比较器，仪器内置了 Handler 接口，用于将这些档比较结果输出给继电器、PLC 或工控机。
仪器允许所有通道使用相同的设置，或是独立设置每通道的电阻值。

图 6-1 <比较器设置>页

统一设置




单独设置



### 6.1.1 设置【方式】

通讯指令：`COMParator:MODE {UNIfied,SEParated}`

仪器比较器有 2 种设置方式：

- 统一设置： 所有通道都使用通道 1 的比较器上下限。
- 单独设置：每通道都使用独立的比较器上下限。

■ **设置方式的步骤：**

**第 1 步** 进入<比较器设置>页面

**第 2 步** 使用光标键选择【方式】字段；

**第 3 步** 使用功能键选择

| 功能键 | 功能 |
|---|---|
| 统一 | 所有通道都使用通道 1 的比较器上下限。 |
| 单独 | 每通道都使用独立的比较器上下限。 |

### 6.1.2 【讯响】设置

通讯指令：`COMParator:BEEP {OFF,OK,NG}`

讯响设置允许合格讯响、不合格讯响或关闭讯响。

■ **设置讯响**

**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 |
|---|---|
| 关 | 讯响被关闭 |
| 合格讯响 | 当分选结果为合格（OK）时蜂鸣器鸣叫。 |
| 不合格讯响 | 当分选结果为不合格（NG）时蜂鸣器鸣叫。 |

### 6.1.3 【下限】和【上限】设置

指令格式：`COMParator:LMT <通道号 1~8>,<float 下限>,<float 上限>`

仪器使用直读比较方式进行比较，即测量值直接与上下限进行比较，单位为欧姆（Ω）。

■ **输入极限值**

**第 1 步** 进入<比较器>页面

**第 2 步** 使用光标键选择【1】【下限】字段；

**第 3 步** 输入数据

使用功能键选择单位。

**第 4 步** 使用光标键选择【1】【上限】字段；

**第 5 步** 输入数据

**第 6 步** 重复 2~5 完成其它档的数据输入。

### 6.1.4 比较公式

下限值 ≤ 测量值 Rx ≤ 上限值　　判定为合格

测量值 Rx ＜ 下限值　　判定为不合格

测量值 Rx ＞ 下限值　　判定为不合格

# 7. 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
- 系统服务页

在任何时候，您只要按【Meas】或【Setup】键，在主页面的最底部会出现【系统】键。

## 7.1 系统配置页

在【Meas】或【Setup】主页面下，按【系统】进入<系统配置>页。

系统配置页包括以下设置：

- LANGUAGE 语言设置
- 日期/时间设置
- 帐号设置
- 讯响设置
- 波特率设置
- 通讯【指令握手】开关
- 通讯【结果方式】方式

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。

图 7-1 <系统配置>页




### 7.1.1 更改系统语言【LANGUAGE】

通讯指令：`SYSTem:LANGuage {ENGLISH,CHINESE,EN,CN}`

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] | |
| ENGLISH | 英语 |

### 7.1.2 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 |

### 7.1.3 帐号设置

仪器有两种用户模式供选择：

- 管理员 – 除了【系统服务】页外，其它功能都对管理员开放，并且管理员设置的参数在延时 5 秒后保存在系统存储器中，便于下次开机后加载。
- 用户 – 除了【系统服务】、【文件】页外，其它功能用户可以操作，用户修改的数据在下次开机后恢复为管理员设置的值。

■ **更改帐号：**

**第 1 步** 进入<系统配置>页面

**第 2 步** 使用光标键选择【帐号】字段。

**第 3 步** 使用功能键更改：

| 功能键 | 功能 |
| --- | --- |
| 管理员 | 除了【系统服务】页外的所有功能都开放<br>如果忘记密码，请致电我公司销售部。 |
| 用户 | 除了【系统服务】页和【文件】页的功能可以操作，设置的数据不允许保存。 |

■ **管理员密码设置：**

**第 1 步** 进入<系统配置>页面

**第 2 步** 使用光标键选择【帐号】字段。

**第 3 步** 使用功能键选择：

| 功能键 | 功能 |
|---|---|
| 更改密码 | 输入最多 9 位的数字密码，密码只包括数字和符号。 |
| 删除密码 | 管理员将不受密码保护 |

### 7.1.4 【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** 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 | |
| 19200 | |
| 38400 | |
| 57600 | |
| 115200 | 与计算机主机通讯，建议您使用此高速波特率。 |

### 7.1.5 通讯【指令握手】开关

仪器支持 RS232 指令握手。

指令握手打开后，主机发送给仪器的所有指令都将原样返回给主机，之后才返回数据。

指令握手关闭后，主机发送给仪器的指令将被立即处理。

**设置指令握手的步骤：**

**第 1 步** 进入<系统配置>页面

**第 2 步** 使用光标键选择【指令握手】字段；

**第 3 步** 使用功能键选择

| 功能键 | 功能 |
|---|---|
| 关 | 不使用指令握手。没有特殊要求，请将指令握手设定为关。 |
| 开 | |

### 7.1.6 通讯【结果发送】方式

通讯指令：`SYSTem:SENDmode {FETCH,AUTO}`

仪器支持自动往主机发送数据的功能。

在每次测试完成后数据将自动发送给主机，而**不需要**主机发送 FETCH? 指令。

例如：AT51X8 将 8 通道测试结果和比较器结果一次全部返回

+9.9651e+01, NG, +9.9481e-01, GD, +9.9726e+00, NG, +9.9481e-01, GD, +7.6770e-04, NG, +9.9726e+00, NG, **+1.0000e+20**, GD, +1.0040e+04, NG

其中+1.0000e+20 表示溢出或开路，分选结果用 xx 表示比较器无效。

**设置【结果发送】的步骤：**

**第 1 步** 进入<系统配置>页面

**第 2 步** 使用光标键选择【结果发送】字段；

**第 3 步** 使用功能键选择

| 功能键 | 功能 |
|---|---|
| FETCH | 使用指令 FETCH? 获取所有通道数据 |
| 自动 | 每次测试完成后自动发送给主机 |

## 7.2 系统信息页

按【Meas】或【Setup】进入主页面，在最底部的任务栏里按【系统】键，进入<系统配置>页，按功能键选择【系统信息】。

系统信息页没有用户可配置的选项。

图 7-2 <系统信息>页



# 8.处理机（Handler）接口

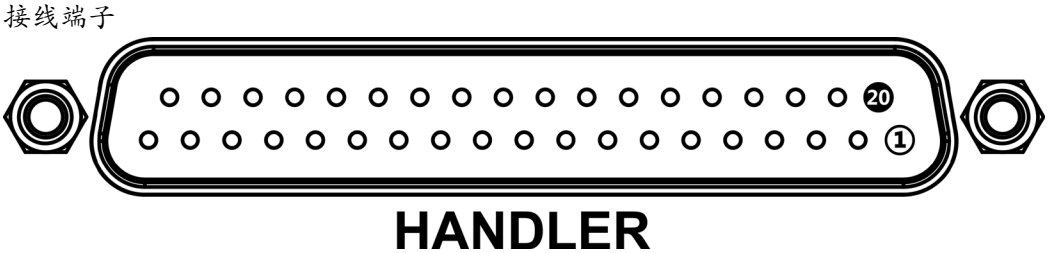
您将了解到以下内容：

- 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，该接口包括了 10 通道分选输出、EOC（测试完成信号）、TRIG（外部触发启动）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。

## 8.1 接线端子与信号

图 8-1 接线端子




■ 输出端（所有信号都为低有效）

表 8-1 输出端引脚定义

| 引脚 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|
| 1 | CH1 | 1：OK, 0：NG |
| 2 | CH2 | 1：OK, 0：NG |
| 3 | CH3 | 1：OK, 0：NG |
| 4 | CH4 | 1：OK, 0：NG |
| 5 | CH5 | 1：OK, 0：NG |
| 6 | CH6 | 1：OK, 0：NG |
| 7 | CH7 | 1：OK, 0：NG |
| 8 | CH8 | 1：OK, 0：NG |
| 31 | NG | 0：NG, 1：OK (全通道不合格输出) |
| 32 | OK | 0：OK, 1：NG (全通道合格输出) |
| 33 | EOC | 1：测量中，0：测量完成 |

■ 输入端

表 8-2 输入端引脚定义

| 引脚 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|
| 37 | 触发输入 | 触发输入端，内部内置 0.25W，499Ω限流电阻。 |

■ 电源端

表 8-3 电源端引脚定义

| 引脚 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|
| 34 | GND | 外部电源输入 GND |
| 35 | 外部 VCC | 外部电源输入正端 |

## 8.2 连接方式

■ 使用外部电源

请将外部电源同时接入以下引脚：

VCC：35 脚

GND：34 脚

■ 电气参数

电源要求： +3.3V~35VDC

输出信号： 内置上拉电阻的集电极输出。达林顿驱动。低电平有效。

最大电压： 电源电压。

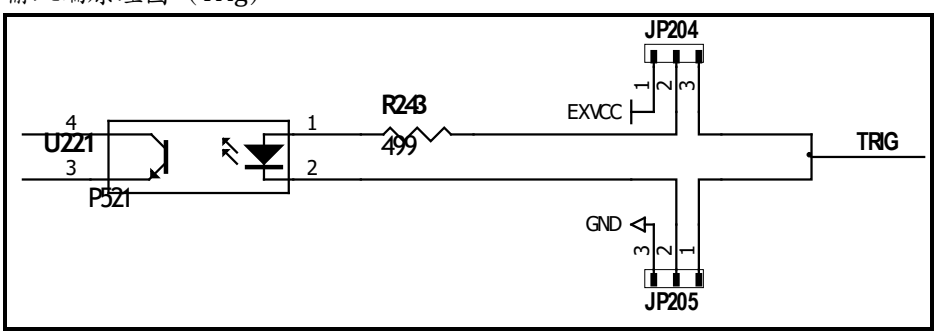
输入信号： 光耦隔离。低电平有效。

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。
输出信号可以控制信号和小功率继电器（仪器内部已集成反向能量释放二极管）。但对于大功率继电器请不要使用内部电源。

■ 输入端原理图

图 8-2 输入端原理图（Trig）

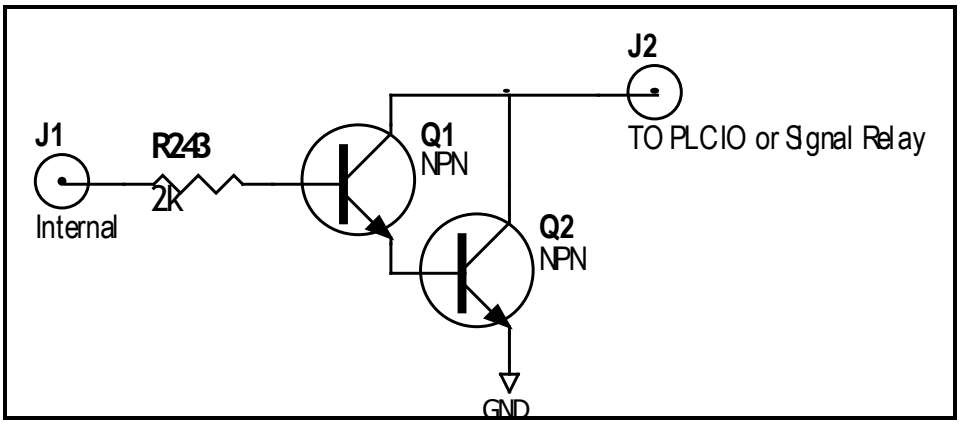



图中：JP204 和 JP205 出厂配置为 1-2 短接。触发信号为上升沿触发。

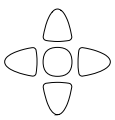
如果触发信号使用下降沿触发，请将 JP204 和 JP205 都设置为 2-3 短接，同时外部 VCC 可以浮空。

■ 输出端原理图

图 8-3 输出端原理图


J2
TO PLC IO or Signal Relay
J1
Internal
R243
2K
Q1
NPN
Q2
NPN
GND

# 9. 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 命令，用户还可以方便地编制各种适合自身的采集系统。

## 9.1 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 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 9-1 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 9-2 RS-232 标准的最小子集

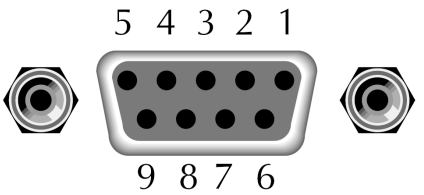
| 信号 | 符号 | 9 芯连接器引脚号 |
|---|---|---|
| 发送数据 | TXD | 2 |
| 接收数据 | RXD | 3 |
| 接地 | GND | 5 |

### 9.1.1 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 9-1 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

### 9.1.2 RS485 连接

图 9-2 后面板上 RS-485 接口

| 信号 | 符号 | 9 芯连接器引脚号 |
|---|---|---|
| A | A | 8 |
| B | B | 9 |

## 9.2 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>

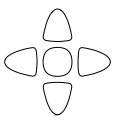
## 9.3 SCPI 语言

SCPI-Standard Commands for Programmable Instruments（可程控仪器标准命令）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。

# 10. 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。

## 10.1 命令串解析及结束符

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。

### 10.1.1 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 命令串必须以换行符(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。

### 10.1.2 符号约定和定义

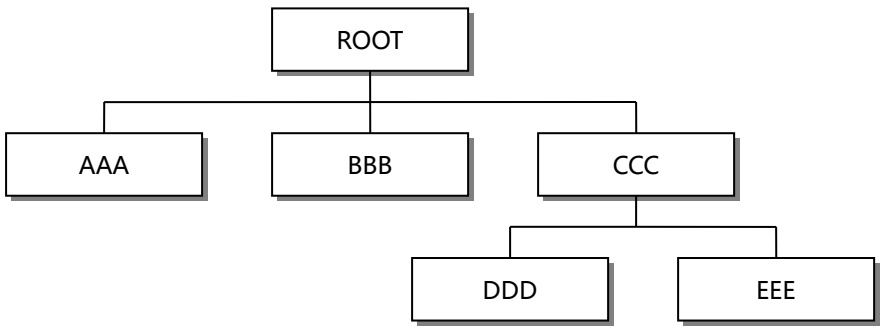
本章使用了一些符号，这些符号并不是命令树的一部分，只是为了能更好的对命令串的理解。

| | |
|---|---|
| < > | 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。 |

### 10.1.3 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 10-1 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

## 10.2 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]

### 10.2.1 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。

### 10.2.2 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 CCC
- 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. <Sciloat>：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 10-1 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。

### 10.2.3 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，或命令树重启动。

*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

## 10.3 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
- CORRection 校正子系统
- COMParator 比较器子系统
- SYSTem 系统子系统
- TRIGger 触发子系统
- FETCh? 获取结果子系统
- ERRor 错误信息子系统

公共命令：

- IDN? 仪器信息查询子系统
- TRG 触发并获取数据

## 10.4 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 10-2 DISPlay 子系统树

| | | |
|---|---|---|
| DISPlay | :PAGE | {MEASurement, SETUp,COMParator,SYSTem,SYSTEMINFO(SINF)} |
| | :LINE | <string> |

### 10.4.1 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:

| | |
|---|---|
| MEASurement | 测量显示页 |
| SETUp | 设置页 |
| COMParator | 比较器页 |
| SYSTem | 系统配置页 |
| SYSTEMINFO(SINF) | 系统信息页 |

*例如:* 发送> disp:page setup //切换到设置页面

查询语法: `DISP:PAGE?`

查询响应: **<页面名称>缩写**

meas
setu
syst
sinf
comp

*例如:*
发送> disp:page?
返回> meas

### 10.4.2 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 "This is a Comment."

## 10.5 FUNCtion 子系统

图 10-3 FUNCtion 子系统树

| | | | |
|---|---|---|---|
| FUNCtion | :RANGe | {float} | |
| | | :NO | {量程号, max, min} |
| | :RATE | {SLOW,MED,FAST} | |
| | :TC | :RATIO | <float> |
| | | :REFEr | <float> |
| | :CHannel | <No.>,{ON,OFF,1,0} | |

使用 FUNCtion 子系统设置的参数，仪器将不会保存在系统中，下次开机需要重新设置。

### 10.5.1 FUNCtion:RANGe

FUNC:RANG 根据参数设置量程

命令语法: `FUNCtion:RANGe <float>`

参数: 其中，<float> 标称值
仪器根据标称值自动设置为最佳量程

*例如:* 发送> FUNC:RANG 1k //切换到 3kΩ量程

查询语法： **FUNC:RANG?**

查询响应： 量程:
"300.00E-03"
"3.0000E+00"
"30.000E+00"
"300.00E+00"
"3.0000E+03"
"30.000E+03"

*例如:* 发送> **FUNC:RANG?**
返回> **3.0000E+03**

### 10.5.1 FUNCtion:RANGe:NO

FUNC:RANG:NO 用来设置量程方式和量程号

命令语法： **FUNCtion:RANGe:NO {<量程号>,min,max}**

参数： 其中，<量程号> 包括 1~6
**min** 最小量程=1
**max** 最大量程=6

*例如:* 发送> **FUNC:RANG:NO 5** //切换到 5 量程（1kΩ）

查询语法： **FUNC:RANG:NO?**

查询响应： **量程号 1~6**

*例如:* 发送> **FUNC:RANG:NO?**
返回> **5**

### 10.5.2 FUNCtion:RATE

FUNC:RATE 用来设置测试速度。

命令语法： **FUNCtion:RATE {SLOW,MED,FAST,ULTRa }**

*例如:* 发送> **FUNC:RATE FAST** //设置为快速测试

查询语法： **FUNC:RATE?**

查询响应： **{SLOW,MED,FAST,ULTRA}**

### 10.5.3 FUNCtion:TC

FUNC:TC 用来打开或关闭温度补偿。

命令语法： **FUNCtion:TC {ON,OFF,1, 0}**

*例如:* 发送> **FUNC:TC ON** //开启温度补偿功能

查询语法： **FUNC:TC?**

查询响应： **{ON,OFF}**

### 10.5.4 FUNCtion:TC:COEFicient

FUNC:TC:RATI 用来设置温度系数。

命令语法： **FUNCtion:TC:COEFicient <float>**

*例如:* 发送> **FUNC:Tc:COEF 0.394** //设置温度系数为 0.394%

查询语法： **FUNC:TC:COEF?**

查询响应： **<fixfloat>**

*例如:* 发送> **FUNC:Tc:COEF?**
响应> **+0.3940**

### 10.5.5 FUNCtion:TC:REFErence

FUNC:TC:REFE 用来设置参考温度

命令语法: `FUNCtion:TC:REFErence <float>`

*例如:* 发送> `FUNC:Tc:REFE 25` //设置参考温度为 25 度

查询语法: `FUNC:TC:REFE?`

查询响应: `<fixfloat>`

*例如:* 发送> `FUNC:Tc:REFE?`
响应> `+25.00`

### 10.5.6 FUNCtion:CHannel

FUNC:CHannel 用来显示或隐藏指定通道。

命令语法: `FUNCtion:CHannel <1~8>,{ON,OFF,1,0}`

*例如:* 发送> `FUNC:CH 1,ON`
发送> `FUNC:CH 8,ON`

查询语法: `FUNC:Channel? <1~8>`

查询响应: `{ON,OFF}`

*例如:* 发送> `FUNC:CH? 1`
响应> `ON`

## 10.6 COMParator 子系统

使用 COMParator 子系统设置的比较器参数，会被保存在系统中便于开机使用。

COMP 子系统用来设置比较器参数。

图 10-4 COMParator 子系统树

| | | |
|---|---|---|
| COMParator | [:STATe] | {OFF,ON,0,1} |
| | :BEEP | {OFF,OK,NG} |
| | :MODE | {UNIfied, SEParated} |
| | :LiMiT | <1~8>, <float 下限>,<float 上限> |

### 10.6.1 COMParator:BEEP

COMP:BEEP 用来启用讯响。

命令语法: `COMParator:BEEP {OFF,OK,NG}`

*例如:* 发送> `COMP:BEEP OK` //合格讯响

查询语法: `COMP:BEEP?`

查询响应: `{OFF,OK,NG}`

### 10.6.2 COMParator:MODE

COMP:MODE 用来设置比较器设置方式。

命令语法: `COMParator:MODE {UNIfied, SEParated }`

*例如:* 发送> `COMP:MODE UNI` //切换到统一设置方式

查询语法: `COMP:MODE?`

查询响应: `{ UNI, SEP }`

### 10.6.3 COMParator:LiMiT

COMP:LiMiT 用来设定指定通道的上下限。

如果当前设置方式是统一设置，请设定通道 1 极限值即可。

命令语法: `COMParator:LiMiT <通道号 1~8>,<float 下限>,<float 上限>`

*例如:* 发送> **COMP:LMT 1,1.2345m,12.345m** //设置通道 1 的上下限。1.2345m~12.345mΩ
//负数被强制为 0

查询语法: **COMP:LiMiT? <通道号 1~8>**

查询响应: <scifloat 下限>,<scifloat 上限>

使用定指数而非定点的科学计数法。

指数格式:

E-03 对应单位 m
E+00
E+03 对应单位 k
E+06 对应单位 M

*例如:* 发送> **COMP:LMT? 1**
返回> **+1.0000E+00,+2.0000E+00**

## 10.7 TRIGger 子系统

图 10-5 TRIGger 子系统树

| | | |
|---|---|---|
| **TRIGger** | **[:IMMediate]** | |
| | **:SOURce** | **{INT,MAN,EXT,BUS}** |
| **TRG** | | |

TRIGger 用来设置触发源和产生一次触发。

### 10.7.1 TRIGger[:IMMediate]

TRIG[:IMM] 在触发源设置为 BUS 时，产生一次触发，但不会返回触发测试的数据。如果要返回数据需要使用 TRG 指令。

命令语法: **TRIGger[IMMediate]**

*例如:* 发送> **TRIG** //仪器测试一次后停止

### 10.7.2 TRIGger:SOURce

TRIG:SOUR 用来设置触发源。

命令语法: **TRIGger:SOURce {INT,MAN,EXT,BUS}**

*例如:* 发送> **TRIG:SOUR BUS** //设置为总线触发模式。

查询语法: **TRIG:SOUR?**

查询响应: **<INT,MAN,EXT,BUS>**

### 10.7.3 TRG

TRG 在触发源设置为 BUS 时，产生一次触发，并返回触发测试的数据。

使用定指数而非定点的科学计数法。

指数格式:

E-03 对应单位 m
E+00
E+03 对应单位 k
E+06 对应单位 M

命令语法: **TRG**

*例如:* 发送> **TRG** //仪器测试一次，并返回测试数据
返回>
**100.05E-03,NG;**
**1.0000E-20,--;**

```
1.0000E+20,NG;
1.0000E+20,NG;
1.0000E+20,NG;
1.0000E+20,NG;
1.0000E+20,NG;
1.0000E+20,NG
```

**注意!**

1.0000E-20 代表数据无效，在通道关闭时会输出此数值。

1.0000E+20 代表开路或超量程。

实际返回数据不会换行，这里是为了书写方便。

## 10.8 FETCh? 子系统

FETCh? 用来获取测试数据。使用该指令前，需要将<系统配置>页面下的【结果发送】字段设置为【FETCH】。

FETCh? 指令将返回所有通道的测试数据。

图 10-6 FETCh? 子系统树

| FETCh? | |
|---|---|

使用定指数而非定点的科学计数法。

指数格式:

E-03 对应单位 m

E+00

E+03 对应单位 k

E+06 对应单位 M

查询语法:

```
FETCh?
```

查询响应:

```
<scifloat>,{OK,NG,--};
<scifloat>,{OK,NG,--};
<scifloat>,{OK,NG,--};
<scifloat>,{OK,NG,--};
<scifloat>,{OK,NG,--};
<scifloat>,{OK,NG,--};
<scifloat>,{OK,NG,--};
<scifloat>,{OK,NG,--}
```

*例如:*

```
发送> FETC?
返回>
100.05E-03,NG;
1.0000E-20,--;
1.0000E+20,NG;
1.0000E+20,NG;
1.0000E+20,NG;
1.0000E+20,NG;
1.0000E+20,NG;
1.0000E+20,NG
```

**注意!**

1.0000E-20 代表数据无效，在通道关闭时会输出此数值。

1.0000E+20 代表开路或超量程。

实际返回数据不会换行，这里是为了书写方便。

## 10.9 SYSTem 子系统

SYSTem 子系统用来设置与系统相关的参数。

SYSTem 子系统设置的数据将不会保存在仪器内部。

图 10-7 SYSTem 子系统树

| | | |
|---|---|---|
| SYSTem | :LANGuage | {ENGLISH,CHINESE,EN,CN} |
| | :SENDmode | {FETCH,AUTO} |

### 10.9.1 SYSTem:LANGuage

仪器语言设置。

命令语法: `SYSTem:LANGuage {ENGLISH,CHINESE,EN,CN}`

*例如:*
```
发送> SYST:LANG EN   //设置为英文显示
```

查询语法: `SYST:LANG?`

查询响应: `{ENGLISH,CHINESE}`

### 10.9.2 SYSTem:SENDmode

SYST:SEND 用来设置数据发送方式：自动或是 FETCH 指令。

命令语法: `SYSTem:SENDmode {FETCH,AUTO}`

*例如:*
```
发送> SYST:SEND AUTO     //设置为自动发送
```

查询语法: `SYST:SEND?`

查询响应: `{FETCH,AUTO}`

## 10.10 CORRect 子系统

CORR 子系统用来完成一次短路校准。

图 10-8 CORRect 子系统树

| | | |
|---|---|---|
| CORRect | :SHORt | |

### 10.10.1 CORRect:SHORt

CORR:SHOR 完成一次短路校准，在发送指令前必须将测试端短路。

命令语法: `CORRect:SHORt`

*例如:*
```
发送> CORRect:SHORt
返回> Short Clear Zero Start.    //提示清零开始，大约 5s 后，清零完成后会返回
返回> ALL OK                     //提示：清零通过，(失败：ALL FAIL)
返回> CH 1 OK. Ohters Fail       //提示：CH 1 清零通过，其它通道失败
```

## 10.11 IDN? 子系统

图 10-9 IDN? 子系统树

| | |
|---|---|
| IND? | |

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>,<版本号>,<序列号>,<厂商>**

*例如:*

发送> **IDN?**

返回> **AT51X8,REV A1.0,0000000,Applent Instruments**

# 11. Modbus（RTU）通讯协议

本章包括以下几方面的内容：

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

## 11.1 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 计算器和浮点数转成 Modbus 浮点数格式。

### 11.1.1 指令帧

图 11-1 Modbus 指令帧

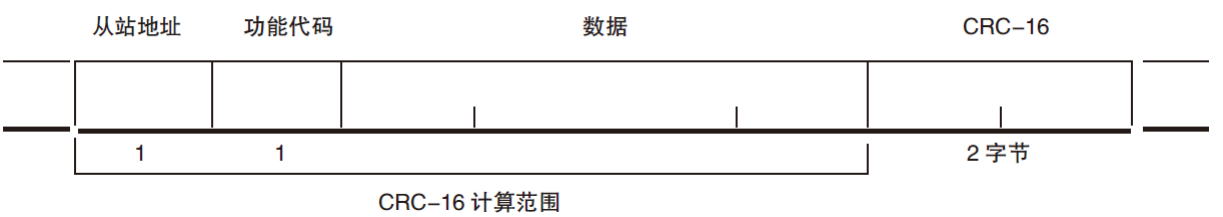



表 11-1 指令帧说明

| | |
|---|---|
| | 至少需要 3.5 字符时间的静噪间隔 |
| 从站地址 | 1 字节<br>Modbus 可以支持 00~0x63 个从站<br>统一广播时指定为 00<br>在未选配 RS485 选件的仪器里，默认的从站地址为 0x01 |
| 功能码 | 1 字节<br>0x03：读出多个寄存器<br>0x04：=03H，不使用<br>0x06：写入单个寄存器，可以用 10H 替代<br>0x08：回波测试（仅用于调试时使用）<br>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<br>Cyclic Redundancy Check<br>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 |

### 11.1.2 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。

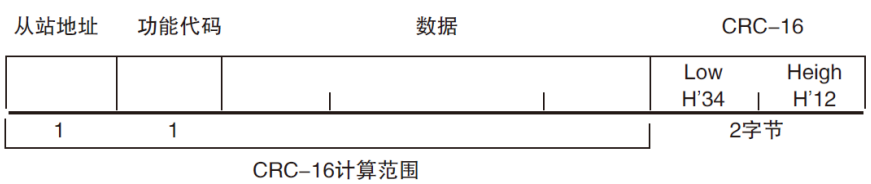
**以下是一段 VB 语言的 CRC 计算函数:**

```
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
    CH = &HA0
    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 11-2 Modbus 附加 CRC-16 值



### 11.1.3 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 11-3 正常响应帧

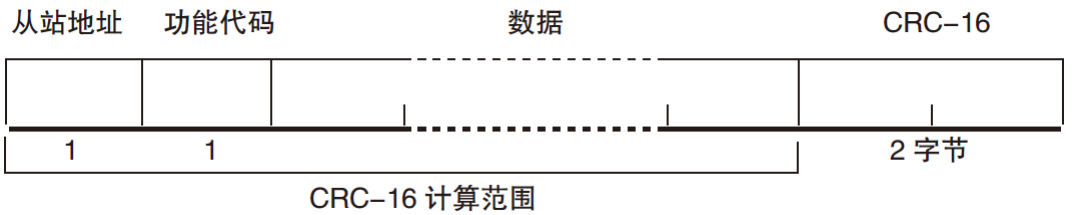



图 11-4 异常响应帧

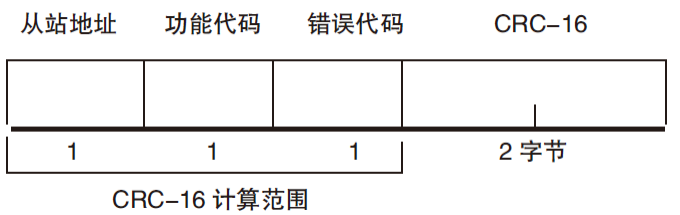



表 11-2 异常响应帧说明

| | |
|---|---|
| 从站地址 | 1 字节<br>从站地址原样返回 |
| 功能码 | 1 字节<br>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：<br>0x01 功能码错误（功能码不支持）<br>0x02 寄存器错误（寄存器不存在）<br>0x03 数据错误<br>0x04 执行错误 |
| CRC-16 | 2 字节，低位在前<br>Cyclic Redundancy Check<br>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 |

### 11.1.4 无响应

以下情况，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，而接受到的位数小于 8 或大于 8 个字节。
5. 从站地址为 0x00 时，代表广播地址，仪器不响应。

### 11.1.5 错误码

表 11-3 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 |

## 11.2 功能码

仪器仅支持以下几个功能码，其它功能码，将响应错误帧。

表 11-4 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 |

## 11.3 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：

仪器支持以下几种数值：

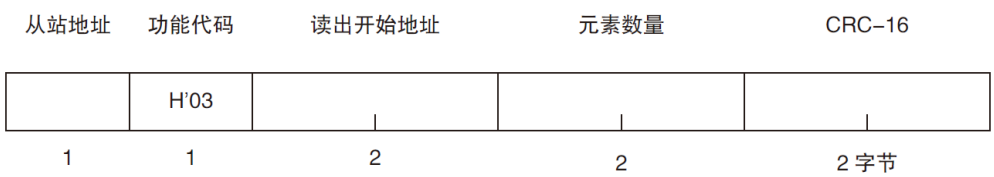
1. 1 个寄存器，双字节（16 位）整数，例如：0x64 → 00 64
2. 2 个寄存器，四字节（32 位）整数，例如：0x12345678 → 12 34 56 78
3. 2 个寄存器，四字节（32 位）单精度浮点数，3.14 → 40 48 F5 C3

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。包含了浮点数转换器。

## 11.4 读出多个寄存器

图 11-5 读出多个寄存器（0x03）



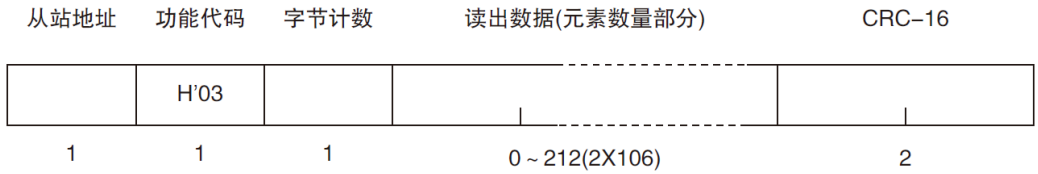

读出多个寄存器的功能码是 0x03.

表 11-5 读出多个寄存器

| 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<br>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 11-6 读出多个寄存器（0x03）响应帧




| 名称 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|
| | 从站地址 | 原样返回 |
| 0x03<br>或 0x83 | 功能码 | 无异常：0x03<br>错误码：0x83 |
| | 字节数 | =寄存器数量 x 2<br>例如：1 个寄存器返回 02 |
| | 数据 | 读取的数据 |
| CRC-16 | 校验码 | |

## 11.5 写入多个寄存器

图 11-7 写入多个寄存器（0x10）

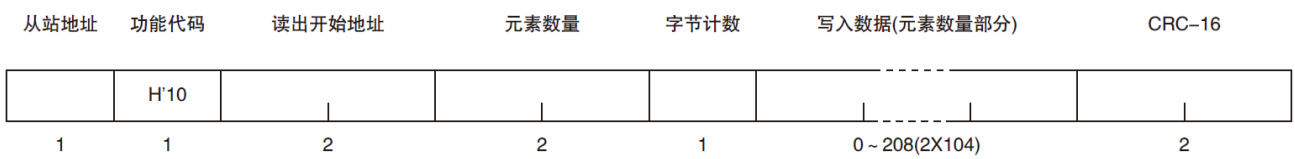
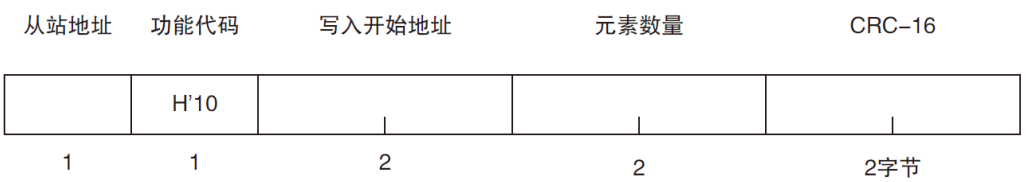



表 11-6 写入多个寄存器

| 名称 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|
| | 从站地址 | 没有指定 RS485 地址时，默认为 01 |
| 0x10 | 功能码 | |
| | 起始地址 | 寄存器起始地址，请参考 Modbus 指令集 |
| | 写入寄存器数量<br>0001~0068（104） | 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。 |
| | 字节数 | =寄存器数量 x 2 |
| CRC-16 | 校验码 | |

图 11-8 写入多个寄存器（0x03）响应帧




| 名称 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|
| | 从站地址 | 原样返回 |
| 0x10<br>或 0x90 | 功能码 | 无异常：0x10<br>错误码：0x90 |
| | 起始地址 | |
| | 寄存器数量 | |

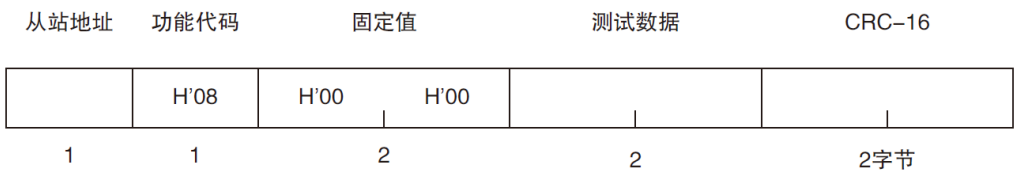
| | | |
|---|---|---|
| | CRC-16 校验码 | |

## 11.6 回波测试

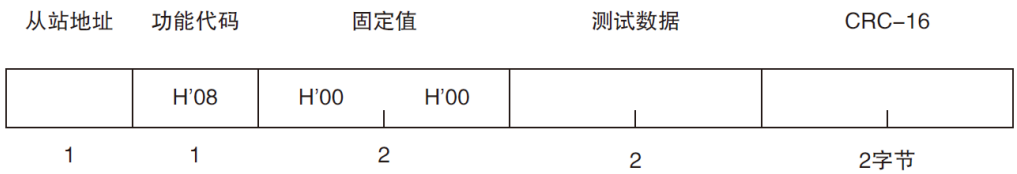
回波测试功能码 0x08，用于调试 Modbus。

图 11-9 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) |

# 12. Modbus（RTU）指令集

本章包括以下几方面的内容：

- 寄存器地址

参见：务必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 计算器和浮点数转成 Modbus 浮点数格式。

注意：除非特别说明，以下说明中指令和响应帧的数值都是 16 进制数据。

## 12.1 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 12-1 寄存器总览

| 寄存器地址 | 名称 | 数值 | 说明 |
|---|---|---|---|
| 2000 | 读取通道 1 测量结果 | 4 字节浮点数 | 只读，数据占用 2 个寄存器 |
| 2002 | 读取通道 2 测量结果 | 4 字节浮点数 | 只读，数据占用 2 个寄存器 |
| 2004 | 读取通道 3 测量结果 | 4 字节浮点数 | 只读，数据占用 2 个寄存器 |
| 2006 | 读取通道 4 测量结果 | 4 字节浮点数 | 只读，数据占用 2 个寄存器 |
| 2008 | 读取通道 5 测量结果 | 4 字节浮点数 | 只读，数据占用 2 个寄存器 |
| 200A | 读取通道 6 测量结果 | 4 字节浮点数 | 只读，数据占用 2 个寄存器 |
| 200C | 读取通道 7 测量结果 | 4 字节浮点数 | 只读，数据占用 2 个寄存器 |
| 200E | 读取通道 8 测量结果 | 4 字节浮点数 | 只读，数据占用 2 个寄存器 |
| | | | |
| 2100 | 比较器结果 | 4 字节整数 | 只读，数据占用 2 个寄存器 |
| | | | |
| 2200 | 读取通道 1 测量结果，整数值 | 2 字节整数 | 只读，数据占用 1 个寄存器 |
| 2201 | 读取通道 2 测量结果，整数值 | 2 字节整数 | 只读，数据占用 1 个寄存器 |
| 2202 | 读取通道 3 测量结果，整数值 | 2 字节整数 | 只读，数据占用 1 个寄存器 |
| 2203 | 读取通道 4 测量结果，整数值 | 2 字节整数 | 只读，数据占用 1 个寄存器 |
| 2004 | 读取通道 5 测量结果，整数值 | 2 字节整数 | 只读，数据占用 1 个寄存器 |
| 2005 | 读取通道 6 测量结果，整数值 | 2 字节整数 | 只读，数据占用 1 个寄存器 |
| 2006 | 读取通道 7 测量结果，整数值 | 2 字节整数 | 只读，数据占用 1 个寄存器 |
| 2007 | 读取通道 8 测量结果，整数值 | 2 字节整数 | 只读，数据占用 1 个寄存器 |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0000 | 读取仪器版本号 | 4 字节整数 | 只读，数据占用 2 个寄存器 |
| 3000 | 量程号 | 0000~0007 | 读写寄存器，2 字节整数 |
| 3002 | 测试速度 | 0000：慢速<br>0001：中速<br>0002：快速 | 读写寄存器，2 字节整数 |
| 3005 | 系统语言 | 0000：英语<br>0001：简体中文 | 读写寄存器，2 字节整数 |
| 3006 | 讯响 | 0000：关闭<br>0001：合格讯响<br>0002：不合格讯响 | 读写寄存器，2 字节整数 |
| | | | |
| 3101 | 比较器模式 | 0000：ABS<br>0001：PER<br>0002：SEQ | 读写寄存器，2 字节整数 |
| 3102 | 标称值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3110 | CH1 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3112 | CH1 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3114 | CH2 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3116 | CH2 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3118 | CH3 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 311A | CH3 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 311C | CH4 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 311E | CH4 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3120 | CH5 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3122 | CH5 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3124 | CH6 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3126 | CH6 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3128 | CH7 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 312A | CH7 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 312C | CH8 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 312E | CH8 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3130 | CH9 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3132 | CH9 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3134 | CH10 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3136 | CH10 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3138 | CH11 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 313A | CH11 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 313C | CH12 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 313E | CH12 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3140 | CH13 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3142 | CH13 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3144 | CH14 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3146 | CH14 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3148 | CH15 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 314A | CH15 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 314C | CH16 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 314E | CH16 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3150 | CH17 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3152 | CH17 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3154 | CH18 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3156 | CH18 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 3158 | CH19 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 315A | CH19 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 315C | CH20 下限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| 315E | CH20 上限值 | 4 字节浮点数 | 读写寄存器，数据占用 2 个寄存器 |
| | | | |
| 3201 | CH1 开关，0：关，1：开 | 2 字节整数 | 只写寄存器，数据 2 字节 |
| 3202 | CH2 开关，0：关，1：开 | 2 字节整数 | 只写寄存器，数据 2 字节 |
| 3203 | CH3 开关，0：关，1：开 | 2 字节整数 | 只写寄存器，数据 2 字节 |
| 3204 | CH4 开关，0：关，1：开 | 2 字节整数 | 只写寄存器，数据 2 字节 |
| 3205 | CH5 开关，0：关，1：开 | 2 字节整数 | 只写寄存器，数据 2 字节 |
| 3206 | CH6 开关，0：关，1：开 | 2 字节整数 | 只写寄存器，数据 2 字节 |
| 3207 | CH7 开关，0：关，1：开 | 2 字节整数 | 只写寄存器，数据 2 字节 |
| 3208 | CH8 开关，0：关，1：开 | 2 字节整数 | 只写寄存器，数据 2 字节 |
| 3209 | CH9 开关，0：关，1：开 | 2 字节整数 | 只写寄存器，数据 2 字节 |
| 320A | CH10 开关，0：关，1：开 | 2 字节整数 | 只写寄存器，数据 2 字节 |
| | | | |
| 4000 | 保存设置到当前文件 | 固定值：0001 | 只写寄存器，数据 2 字节 |
| 4001 | 读取当前文件数据 | 固定值：0001 | 只写寄存器，数据 2 字节 |
| 4002 | 保存设置到指定文件 | 0000~0009 | 只写寄存器，数据 2 字节 |
| 4003 | 读取指定文件数据 | 0000~0009 | 只写寄存器，数据 2 字节 |
| | | | |
| 5000 | 执行清零寄存器<br>读取清零状态 | 写入固定值：0001<br>读取：<br>0001 正在清零<br>0000 清零成功<br>FFFF 清零失败 | 读写寄存器，数据占用 1 个寄存器<br>一旦执行了清零功能，Modbus 将禁止执行写入指令，仅允许读取寄存器。 |
| 5020 | 远程模式下，触发一次 | 写入数值：0000 | 仅在远程触发下有效 |

## 12.2 获取测量数据

### 12.2.1 获取测量结果

寄存器 2000~2026 用来获取仪器测量数据。

例如：获取通道 1 的测量数据

指令：

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

| 01 | 03 | 2000 | 0002 | CRC-16 |
|---|---|---|---|---|
| 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 | 字节 | 单精度浮点数 | | | | CRC-16 | |

- **获取通道 1 测量数据：**

发送:

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

响应:

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 03 | 04 | **78** | **EC** | **60** | **AD** | CA | DB |

为了便于 PLC 直接换算为实际值，返回的浮点数格式为 CDAB，因此手工换算需要更换顺序为 ABCD：

例如：78 EC 60 AD => 60 AD 78 EC

IEEE754 单精度浮点数格式：60AD78EC = 十进制 1E20

### 12.2.2 获取比较器结果【2100】

寄存器按位存储了每个通道的 OK/NG 状态，1=NG,0=OK

例如：000FFFFE

32 位存储域：

0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000

其中：BIT0 = 0 代表通道 1 为 OK

发送:

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 03 | 21 | 00 | 00 | 02 | CE | 37 |

响应:

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 03 | 04 | 00 | 00 | 00 | FF | BA | 73 |

B0~B7 对应 CH1~CH8 的比较器结果

### 12.2.3 获取测量结果（16 位整数值）

寄存器 2200~2207 用来获取仪器测量数据，数据格式位 16 位整数。

例如：获取通道 1 的测量数据

指令：

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 03 | 2200 | | 0001 | | CRC-16 | |
| 从站 | 读 | 寄存器 | | 寄存器数量 | | 校验码 | |

响应

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 03 | 字节 | 整数 | | CRC-16 | |

- **获取通道 1 测量数据：**

发送:

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 03 | 22 | 00 | 00 | 01 | 8E | 72 |

响应:

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 03 | 04 | **27** | **10** | | |

返回值：0x2710 =>10000

| 量程 | 小数位置 | 单位 | 例如：0x2710 (10000) |
|---|---|---|---|
| 30mΩ | 3 | mΩ | =10.000mΩ |
| 300mΩ | 2 | mΩ | =100.00mΩ |
| 3Ω | 4 | Ω | =1.0000Ω |
| 30Ω | 3 | Ω | =10.000Ω |
| 300Ω | 2 | Ω | =100.00Ω |
| 3kΩ | 4 | kΩ | =1.0000kΩ |
| 30kΩ | 3 | kΩ | =10.000kΩ |

## 12.3 参数设置

### 12.3.1 速度【3002】

- 写入

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 10 | 30 | 02 | 00 | 01 | 02 | 00 | 01 | 56 | 71 |
| | 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 | 02 | 00 | 01 | AF | 09 |
| | | 寄存器 | | 寄存器数量 | | CRC | |

- 读取

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 03 | 30 | 02 | 00 | 01 | 2A | CA |
| | 读 | 寄存器 | | 寄存器数量 | | CRC | |

响应:

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

其中

0000 慢速

0001 中速

0002 快速

## 12.4 比较器设置

比较器参数寄存器地址从 3100 开始。

### 12.4.1 极限值【3110】

通道的极限值从 3110 开始，下限使用 2 个寄存器，上限使用 2 个寄存器，总共 4 个寄存器。
下限和上限可以分别设置，也可以同时设置。

- 写入

下限：1E-3 = 3A 83 12 6F
上限：10E-3 = 3C 23 D7 0A

发送：01 10 31 10 00 04 08 **3A 83 12 6F** **3C 23 D7 0A** F0 41
响应：01 10 31 10 00 04 CE F3

- 读取

发送：01 03 3110 0004 4B30
响应：01 03 08 **3A 83 12 6F** **3C 23 D7 0A** 51 62

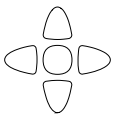
## 12.5 设置通道【3201】

每个通道可以通过寄存器进行独立开启或关闭。
关闭 1 通道，向寄存器 3201 写入 0
打开 1 通道，向寄存器 3201 写入 1

- 写入

通道 1 关闭
发送：01 10 32 01 00 01 02 00 00 B4 42
响应：01 10 32 01 00 01 5E B1
通道 1 打开：
发送：01 10 32 01 00 01 02 00 01 75 82
响应：01 10 32 01 00 01 5E B1

# 13. 规格



您将了解到以下内容：

技术指标。
一般规格。
外形尺寸。

## 13.1 技术指标

下列数据在以下条件下测得：

温度条件：23℃±5℃
湿度条件：≤65% R.H.
零值调整：测试前短路清零
预热时间：>60 分钟
校准时间：12 个月
通道：CH1
测试速度：慢速

测试电流准确度：0.01%

| 量 程 | | 最大显示值 | 分辨率 | 极速 | 快速 | 中速/慢速 | 测试电流 | 开路电压 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 300mΩ | 300.00mΩ | 10μΩ | 0.5%±10 字 | 0.1%±5 字 | 0.05%±2 字 | 100mA | <1V |
| 2 | 3Ω | 3.0000Ω | 100μΩ | 0.5%±10 字 | 0.1%±5 字 | 0.05%±2 字 | 100mA | <1V |
| 3 | 30Ω | 30.000Ω | 1mΩ | 0.5%±10 字 | 0.1%±5 字 | 0.05%±2 字 | 10mA | <1V |
| 4 | 300Ω | 300.00Ω | 10mΩ | 0.5%±10 字 | 0.1%±5 字 | 0.05%±2 字 | 1mA | <5V |
| 5 | 3kΩ | 3.000kΩ | 100mΩ | 0.5%±10 字 | 0.1%±5 字 | 0.05%±2 字 | 100μA | <5V |
| 6 | 30kΩ | 30.000kΩ | 1Ω | 0.5%±20 字 | 0.1%±10 字 | 0.05%±5 字 | 10μA | <5V |

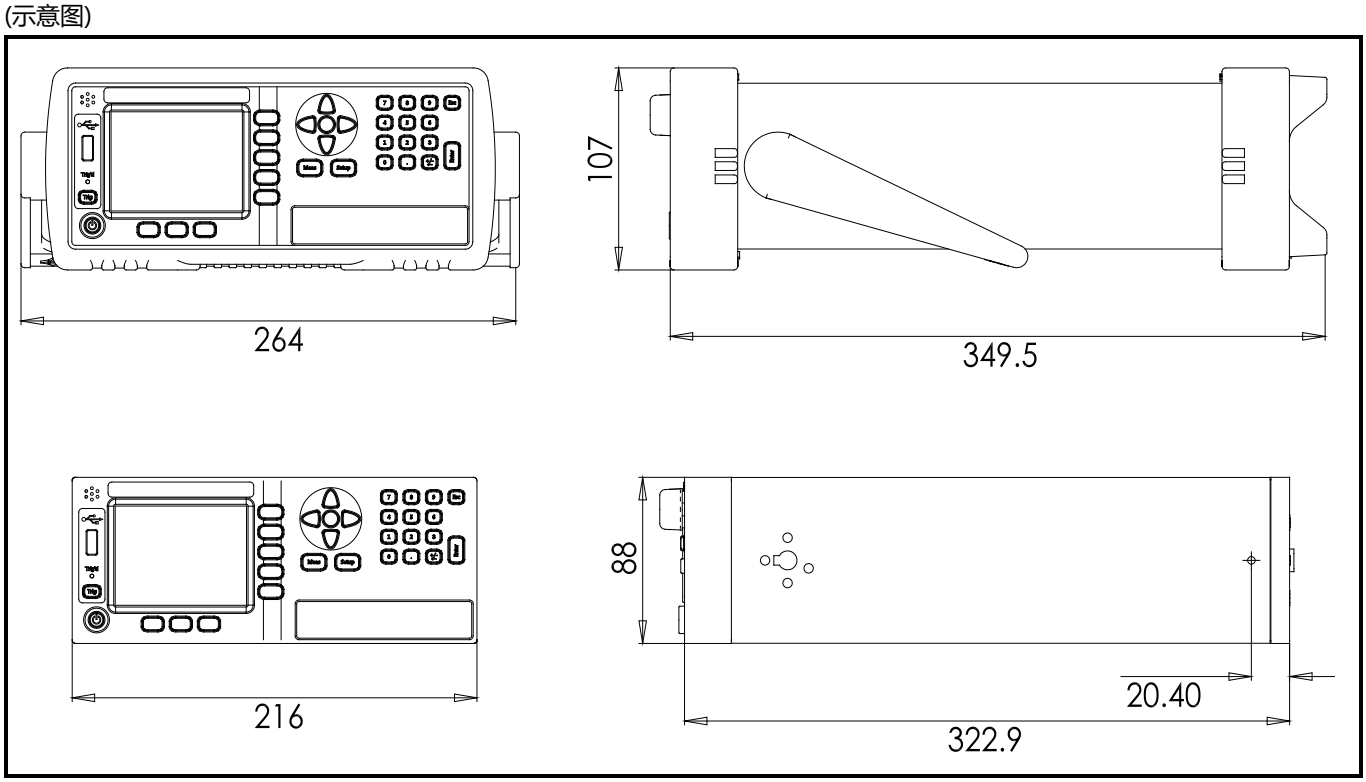
## 13.2 一般规格

屏幕：TFT-LCD 真彩显示，荧屏尺寸 3.5 英寸。
测试速度：全通道打开，并且手动量程方式：
慢速：330ms/8 通道
中速：90ms/8 通道
快速：50ms/8 通道
最大读数：30000
量程方式：手动
校准：短路全量程清零
文件：参数自动保存

| | | | |
|---|---|---|---|
| 讯响: | 关、合格、不合格。 | | |
| 触发: | 内部、外部、手动和远程触发。 | | |
| 接口: | 处理机（Handler）接口 | | |
| | RS232 接口 | | |
| | 温度补偿接口 | | |
| 编程语言: | SCPI | | |
| 辅助功能: | 键盘锁 | | |
| 环境: | 指标: | 温度 18℃~28℃ | 湿度 ≤ 65% RH |
| | 操作: | 温度 10℃~40℃ | 湿度 10~80% RH |
| | 储存: | 温度 0℃~50℃ | 湿度 10~90% RH |
| 电源: | 220VAC（1±10%） | | |
| 保险丝: | 250V 1A 慢熔 | | |
| 功率: | 最大 20VA | | |
| 重量: | 约 5 公斤。 | | |

## 13.3 外形尺寸

(示意图)





©2005-2019 版权所有: 常州安柏精密仪器有限公司 Onmeas Instruments Ltd.

**常州安柏精密仪器有限公司**

**江苏省常州市武进区漕溪路 9 号联东 U 谷 14 栋**

**400-600-1217**

**电话：0519-88805550**

**https://www.onmeas.com**

**销售服务电子邮件: sales@applent.com**

**技术支持电子邮件: tech@applent.com**

©2005-2026 Onmeas Ltd.

规格如有变更，恕不另行通知。

ONMEAS® anbai ON 安柏®

均为常州安柏精密仪器限公司的商标或注册商标。