用户手册

User's Guide

Rev.B

固件说明：

适用于主程序 Rev.A4 及以上的版本

AT5130

多路电阻测试仪

Applent Instruments

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 [213002]

电话：0519-88805550　传真：0519-89966550

http://www.applent.com

销售服务电子邮件: sales@applent.com

技术支持电子邮件: tech@applent.com

©2005-2016 Applent Instruments Ltd.

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，anbai，Applent，，*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 Applent）保证您购买的每一台 AT5130 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
插图目录 8
表格目录 9
1. 安装和设置向导 10
1.1 装箱清单 10
1.2 电源要求 10
1.3 操作环境 10
1.4 清洗 10
1.5 仪器手柄 11
2. 概述 12
2.1 引言 12
2.2 主要功能 12
2.2.1 量程 12
2.2.2 测试速度 12
2.2.3 触发方式 13
2.2.4 基本准确度 13
2.2.5 校准功能 13
2.2.6 比较器功能（分选功能） 13
2.2.7 系统设置 13
2.2.8 接口 13
3. 开始 14
3.1 认识前面板 14
3.1.1 前面板描述 14
3.1.2 认识后面板 15
3.2 上电启动 15
3.2.1 开机 15
3.3 测试端的连接 15
4. [Meas] 测量主页面 17
4.1 <测量显示>页 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 【比较器】开关 20
5.1.4 测试【速度】 20
5.1.5 【扫描】方式 21
5.1.6 【温度补偿】开关 21
5.1.7 【温度系数】α 21
5.1.8 【参考温度】T0 21
5.2 短路清零 22

5.3 比较器设置 22
5.3.1 【比较器】开关 23
5.3.2 比较【方式】 24
5.3.3 【标称值】输入 24
5.3.4 档位设置方式-统一/单独 24
5.3.5 【下限】和【上限】设置 24
5.4 <通道设置>页 25
6. 系统配置 26
6.1 系统配置页 26
6.1.1 更改系统语言【LANGUAGE】 26
6.1.2 修改日期和时间 27
6.1.3 帐号设置 27
6.1.4 【讯响】设置 28
6.1.5 【波特率】设置 28
6.1.6 通讯【指令握手】开关 28
6.1.7 通讯【结果发送】方式 29
6.1.8 【数据和 EOC】 29
6.2 系统信息页 30
7. 处理机（Handler）接口 31
7.1 接线端子与信号 31
7.2 连接方式 32
8. 远程通讯 34
8.1 RS-232C 34
8.1.1 RS232C 连接 34
8.2 握手协议 35
8.3 SCPI 语言 35
9. SCPI 命令参考 36
9.1 命令串解析 36
9.1.1 命令解析规则 36
9.1.2 符号约定和定义 36
9.1.3 命令树结构 36
9.2 命令和参数 37
9.2.1 命令 37
9.2.2 参数 37
9.2.3 分隔符 38
9.3 命令参考 38
9.4 DISPlay 显示子系统 39
9.4.1 DISPlay:PAGE 39
9.4.2 DISP:LINE 39
9.5 FUNCtion 子系统 39
9.5.1 FUNCtion:RANGe 39
9.5.2 FUNCtion:RANGe:MODE 40
9.5.3 FUNCtion:RATE 40
9.5.4 FUNCtion:TC 40
9.5.5 FUNCtion:TC:RATIo 40

9.5.6 FUNCtion:TC:REFEr 40
9.5.7 FUNCtion:SCAN 41
9.6 COMParator 子系统 41
9.6.1 COMParator[:STATe] 41
9.6.2 COMParator:BEEP 41
9.6.3 COMParator:MODE 41
9.6.4 COMParator:NOMinal 42
9.6.5 COMParator:CH 42
9.7 TRIGger 子系统 42
9.7.1 TRIGger[:IMMediate] 42
9.7.2 TRIGger:SOURce 42
9.7.3 TRG 42
9.8 FETCh? 子系统 43
9.9 SYSTem 子系统 43
9.9.1 SYSTem:LANGuage 43
9.9.2 SYSTem:SENDmode 43
9.9.3 SYSTem:DATAmode 44
9.10 CORRect 子系统 44
9.10.1 CORRect:SHORt 44
9.11 IDN? 子系统 44
10. Modbus（RTU）通讯协议 45
10.1 数据格式 45
10.1.1 指令帧 45
10.1.2 CRC-16 计算方法 46
10.1.3 响应帧 47
10.1.4 无响应 47
10.1.5 错误码 47
10.2 功能码 48
10.3 寄存器 48
10.4 读出多个寄存器 48
10.5 写入多个寄存器 49
10.6 回波测试 50
11. Modbus（RTU）指令集 51
11.1 寄存器总览 51
11.2 获取测量数据 55
11.2.1 获取测量结果 55
11.2.2 获取比较器结果【2100】 56
11.3 参数设置 56
11.3.1 量程设置【3000H】 57
11.3.2 量程自动设置【3001H】 57
11.3.3 速度【3002H】 57
11.4 比较器设置 58
11.4.1 比较器开关【3100H】 58
11.4.2 比较方式【3101H】 59
11.4.3 比较器设置方式【3102H】 59

11.4.4 标称值【310A-310B】 60
11.4.5 极限值【3110】 60
11.5 设置通道【3201H~321EH】 60
11.6 文件操作 61
11.6.1 保存到当前文件【4000】 61
11.6.2 保存到指定文件【4008】 61
11.6.3 重新载入当前文件【4010】 62
11.6.4 载入指定文件【4018】 62
12. 规格 63
12.1 技术指标 63
12.2 一般规格 63
12.3 外形尺寸 64

插图目录

图 1-1 仪器手柄(示意图,面板图形与实际不符)..... 11
图 3-1 前面板 14
图 3-2 后面板 15
图 3-3 每个通道的测试端..... 16
图 4-1 AT5130 <测量显示>页..... 17
图 5-1 <设置>页 18
图 5-2 正确的短路方法..... 22
图 5-3 <比较器设置>页..... 22
图 6-1 <系统配置>页..... 26
图 6-2 <系统信息>页..... 30
图 7-1 接线端子 31
图 7-2 输入端原理图（Trig） 33
图 7-3 输出端原理图..... 33
图 8-1 后面板上 RS-232 接口..... 35
图 9-1 命令树结构 37
图 9-2 DISPlay 子系统树 39
图 9-3 FUNCtion 子系统树..... 39
图 9-4 COMParator 子系统树..... 41
图 9-5 TRIGger 子系统树 42
图 9-6 FETCh? 子系统树 43
图 9-7 SYSTem 子系统树..... 43
图 9-8 CORRect 子系统树..... 44
图 9-9 IDN? 子系统树 44
图 10-1 Modbus 指令帧 45
图 10-2 Modbus 附加 CRC-16 值 46
图 10-3 正常响应帧 47
图 10-4 异常响应帧 47
图 10-5 读出多个寄存器（0x03） 48
图 10-6 读出多个寄存器（0x03）响应帧..... 49
图 10-7 写入多个寄存器（0x10） 49
图 10-8 写入多个寄存器（0x03）响应帧..... 49
图 10-9 回波测试（0x08） 50

表格目录

表 3-1 前面板功能描述 14
表 5-1 量程变动范围 19
表 5-2 测试量程说明 19
表 7-1 输出端引脚定义 31
表 7-2 输入端引脚定义 32
表 7-3 电源端引脚定义 32
表 8-1 常用的 RS-232 信号 34
表 8-2 RS-232 标准的最小子集 34
表 9-1 倍率缩写 37
表 10-1 指令帧说明 45
表 10-2 异常响应帧说明 47
表 10-3 错误码说明 47
表 10-4 功能码 48
表 10-5 读出多个寄存器 48
表 10-6 写入多个寄存器 49
表 11-1 寄存器总览 51

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

AT5130 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

AT5130 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。

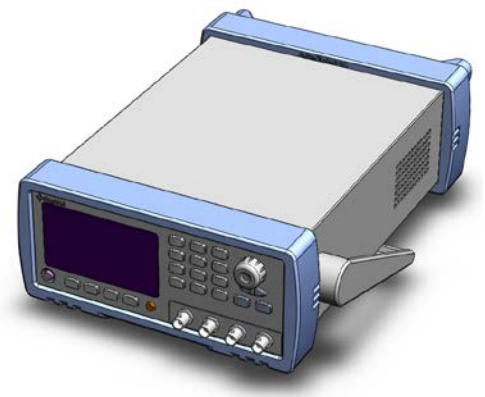
不可清洁仪器内部。

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：

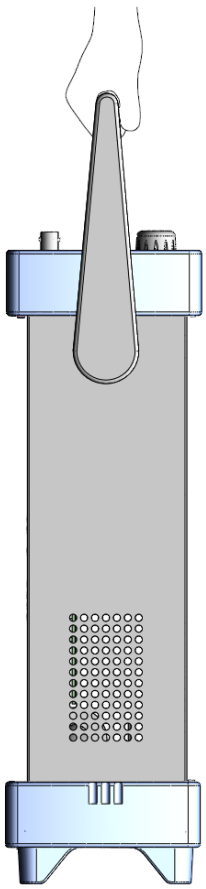
图 1-1 仪器手柄(示意图,面板图形与实际不符)



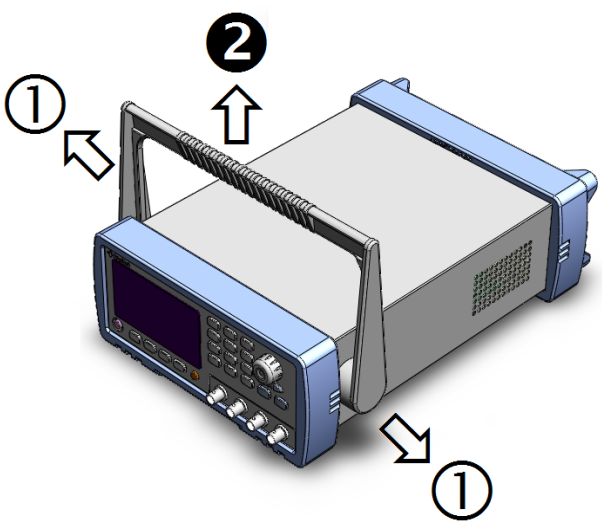
可视位置 1 【双手同时握住手柄两侧，向两侧轻拉，直到可自由旋转为止，然后切换到可视位置 2】



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】

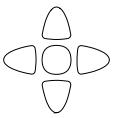


手提位置



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 AT5130 多路电阻测试仪。

AT5130 多路电阻测试仪，采用高性能 ARM 微处理器控制的全自动实时检测的微型台式仪器。

仪器可同时对 30 通道电阻进行测量，并且同时显示在屏幕上。每个通道都具有 0.05%的准确度和 1μΩ~300kΩ的测量范围。每通道电阻值以 5 位显示，具有 30000 读数。

仪器可以对 30 路不同阻值的电阻进行混合测试，每通道都有独立的比较器设置，并且 30 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 8 量程测试，可以测试 1μΩ~300kΩ电阻。
量程自动、手动和标称。
量程标称（安柏新名词定义）：仪器会根据标称值自动选择最佳量程。

2.2.2 测试速度

仪器分四档速度：慢速、中速、快速和高速。
全通道打开，并且手动量程方式：
慢速： 3.4s/10 通道
中速： 830ms/10 通道
快速： 350ms/10 通道

高速： 230ms/10 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： 0.05%
中速： 0.2%
快速和高速：0.5%

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-CH30）:低电平输出，表示不合格
NG：所有通道不合格输出。
OK：所有通道合格输出。

比较方式:
绝对值公差±TOL 分选：测量值与标称值的绝对偏差与各档极限进行比较。
百分比公差%TOL 分选：测量值与标称值的百分比偏差与各档极限进行比较。
顺序比较分选：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
全光耦隔离、内置上拉电阻的输入输出口。
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

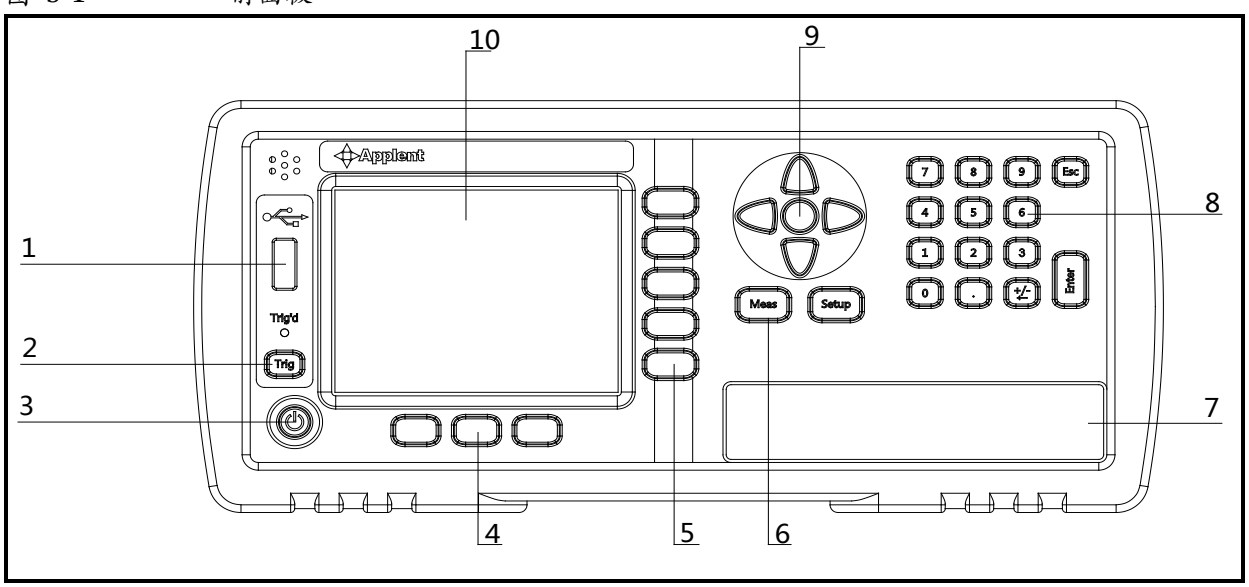
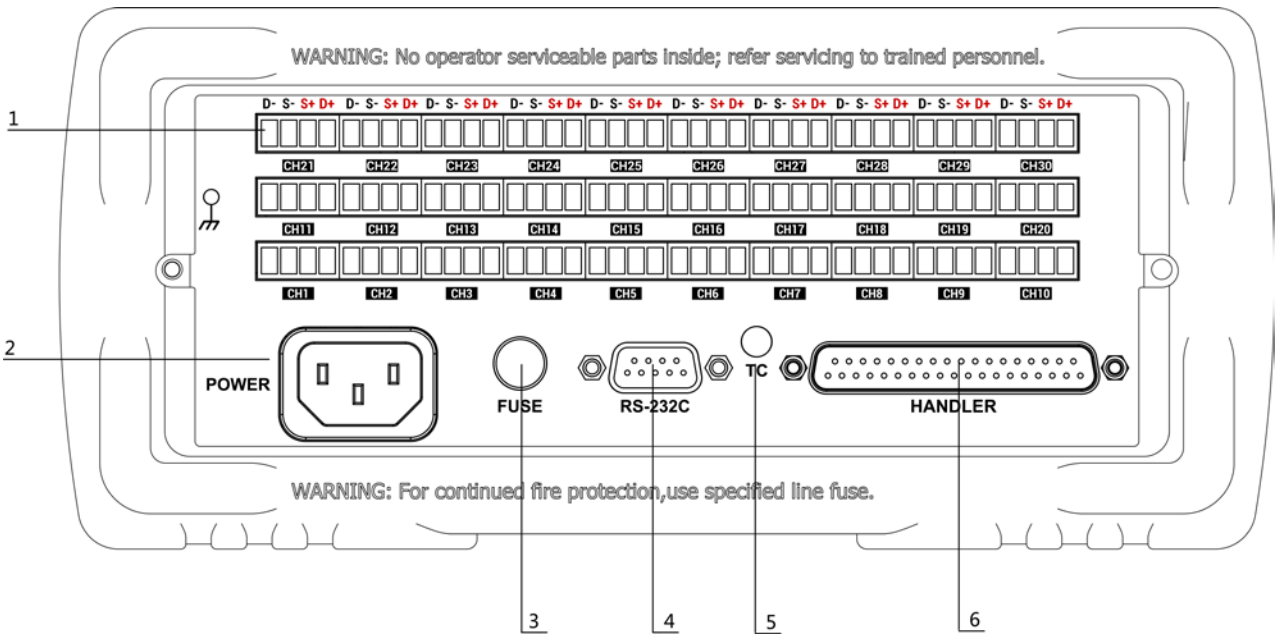


表 3-1 前面板功能描述

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：无效。（注：AT5130 的测试端在后面板）
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

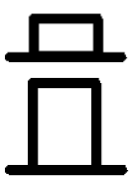


1. 测试端。
2. 电源插座。
3. 保险丝座。
4. RS-232C 接口。
5. 温度补偿接口。
6. HANDLER 接口。

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。



电源开。

电源关。

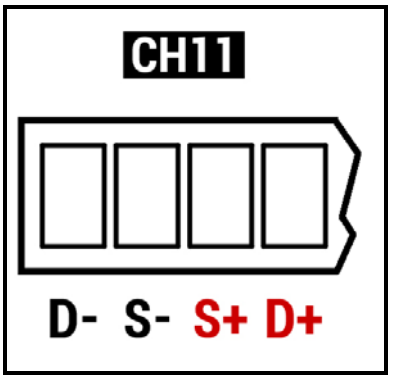
预热时间：为了达到指定的准确度，仪器需要预热至少 15 分钟。

3.3 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。

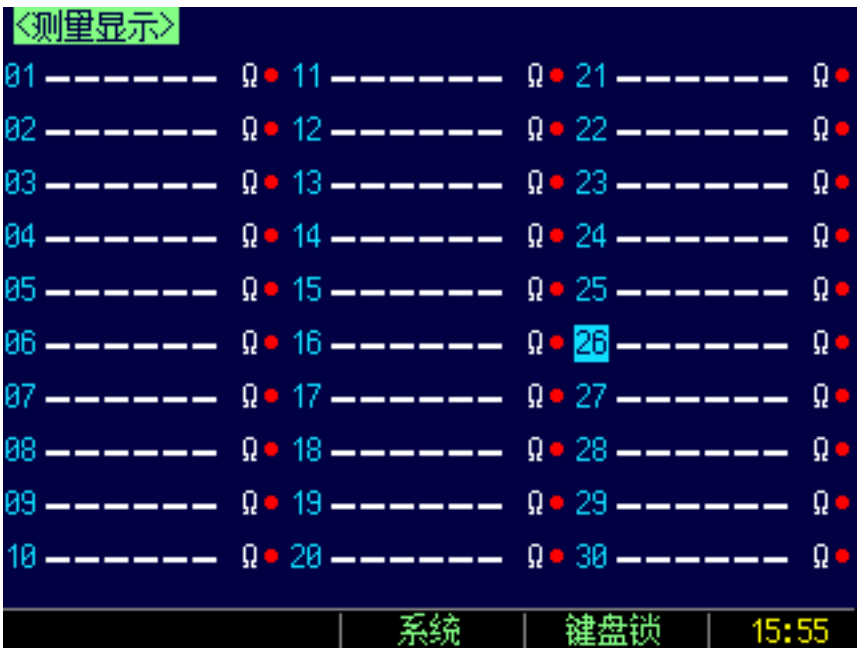
4.[Meas] 测量主页面

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。

图 4-1 AT5130 <测量显示>页



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
- 扫描 – 扫描方式
- 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 {<量程号>,min,max}

FUNCtion:RANGe:MODE {AUTO,HOLD,NOMinal}

AT5108/5110/5120 具有 7 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
0	10mΩ	0.0000mΩ~30.000mΩ	↓ 30mΩ ↓ 300mΩ ↓ 3Ω ↓ 30Ω ↓ 300Ω ↓ 3kΩ ↓ 30kΩ	↑ 29mΩ ↑ 290mΩ ↑ 2.9Ω ↑ 29Ω ↑ 290Ω ↑ 2.9kΩ ↑ 29kΩ
1	100mΩ	29.000mΩ~300.00mΩ		
2	1Ω	290.00mΩ~3.0000Ω		
3	10Ω	2.9000Ω~30.000Ω		
4	100Ω	29.000Ω~300.00Ω		
5	1kΩ	290.00Ω~3.0000kΩ		
6	10kΩ	2.9000kΩ~30.000kΩ		
7	100kΩ	29.000kΩ~300.00kΩ		

量程方式有 3 种：

表 5-2 测试量程说明

量程方式	描述	优点	缺点
自动	仪器根据阻抗值自动选择最佳的测试量程 ,量程字段里量程号会自动设置。	用户不需要任何参与	自动量程需要预测量程 ,测试速度将低于手动量程方式。
手动	仪器将始终使用用户指定的量程进行测试	测试速度达到最快。	用户需要参与量程的选择

标称	仪器将根据标称值自动选择最佳量程进行测试。	分选测试的最佳方式。速度达到最快。	只适合分选测试。

■ **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
自动	仪器将自动选择量程
手动	仪器被锁定在当前量程上
标称	仪器将根据标称值选择最佳量程
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

注 量程自动时，仪器会在每个测量周期进行量程预测，因此测试速度会稍慢于锁定量程。而且，在自动测量时，频繁的更换量程，会造成响应减缓。通常仪器作为分选测量时，自动量程方式是不合适的。用于分选的用户，请选择标称量程方式。

5.1.3 【比较器】开关

通讯指令：**COMParator[:STATe] {ON,OFF,1,0}**

比较器功能可以通过【比较器】开关进行打开或关闭。比较器关闭后，仪器将不显示比较器结果并且 Handler 功能无效。

■ **打开或关闭比较器的步骤：**

第 1 步 按【Setup】键进入设置页面；

第 2 步 使用光标键选择【比较器】字段；

第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
关闭	比较器被关闭，比较器功能无效。
打开	比较器被打开，比较器功能启用。

5.1.4 测试【速度】

通讯指令：**FUNCtion:RATE {SLOW,MED,FAST,ULTRA}**

仪器提供 4 种测试速度（慢速、中速、快速和高速）。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： 3.4s/10 通道

中速： 830ms/10 通道

快速： 350ms/10 通道

高速： 230ms/10 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	3.4s/10 通道
中速	830ms/10 通道

快速	350ms/10 通道
高速	230ms/10 通道

5.1.5 【扫描】方式

通讯指令：**FUNCtion:SCAN {ON,OFF,<通道号>}**

用户可以设定循环扫描或是定通道测量。该设置同样可以在<测量显示>页面的通道号里进行设置。

■ **设置扫描方式的步骤：**

第 1 步 按【Setup】进入设置页面；

第 2 步 使用光标键选择【扫描】字段；

第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
扫描	多通道循环测试
单路	当前通道单独测试
增加+	更换单路测试的通道号
减小-	更换单路测试的通道号

5.1.6 【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

5.1.7 【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。

5.1.8 【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。

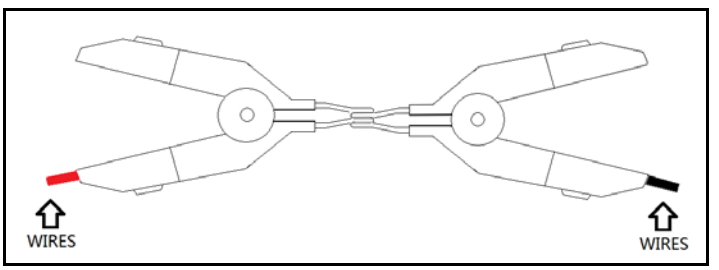
5.2 短路清零

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

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 清零完成后返回到设置页面

5.3 比较器设置

按【Setup】键，再按【比较器设置】功能键，打开<比较器设置>页面。

比较器可以使用对所有通道的上下限进行设置。AT5130 需要通过【下一页】功能键选择 11-20/21-30 通道。

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。

在<比较器>页，您可以设置以下内容：

- 【比较器】开关和比较器档输入模式
- 【比较】方式设置
- 【标称值】设置
- 输入每个档的【上限】、【下限】数据

图 5-3 <比较器设置>页

档位统一设置：



档位单独设置：



5.3.1 【比较器】开关

通讯指令：`COMParator[:STATe] {ON,OFF,1,0}`

■ **打开或关闭比较器的步骤：**

第 1 步 按【Meas】或【Setup】键进入相应页面；

第 2 步 按【比较器设置】键进入<比较器设置>页；

第 3 步 使用光标键选择【比较器】字段；

第 4 步 使用功能键选择

功能键	功能
关闭	比较器被关闭
打开	比较器被打开

5.3.2 比较【方式】

通讯指令：**COMParator:MODE {ABS,PER,SEQ}**

仪器内置的比较器有三种比较方式：

- 绝对值 Δ
- 相对值 Δ%
- 直读值 SEQ

绝对值Δ = 被测值 – 标称值

百分比Δ% = (被测值-标称值) / 标称值 × 100%

直读值 SEQ 比较使用直读测量值与档的上下极限范围比较，因此不需要标称值参与运算。

■ **设置比较方式的步骤：**

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
绝对值Δ	将比较器切换到绝对值比较方式
相对值Δ%	将比较器切换到相对值比较方式
直读值 SEQ	将比较器切换到直读值比较方式

5.3.3 【标称值】输入

通讯指令：**COMParator:NOMinal <float>**

绝对值和相对值比较方式必须输入标称值。直读值比较方式标称值不参与运算，但在【标称】量程方式下，标称值会参与量程选择，因此在【标称】量程下，无论在何种比较方式，都需要输入正确的标称值。

注 使用负标称值时，务必将下限设定到高于上限的值，这是因为当它们转换成绝对值时，下限值会变成大于上限值

输入的标称值对应测试【功能】的主参数。

■ **输入标称值：**

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 使用数字键输入数据，单位使用功能键选择。

5.3.4 档位设置方式-统一/单独

单独设置：仪器比较时只使用 CH1 的比较器数据；

统一设置：仪器比较时使用每个通道的比较器数据。

5.3.5 【下限】和【上限】设置

指令格式：**COMParator:CH <通道号 1~20>,<float 下限>,<float 上限>**

每种比较方式具有独立的上下限值，互不干扰。

请为“绝对值Δ”比较方式输入主参数的绝对值，单位为欧姆（Ω）。

请为“相对值Δ%”比较方式输入主参数的相对值，单位为%。

请为“直读值 SEQ”比较方式输入主参数的直读值，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

相对值Δ%方式不需要选择单位倍率，请输入百分比值。

绝对值Δ和直读值 SEQ 方式请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。

注 仪器为三种比较方式准备了独立存储空间，因此各个比较方式下的比较器数据相互独立。

5.4 <通道设置>页



仪器每个通道都可以设置成打开、关闭。

■ **设置通道工作方式的步骤：**

第 1 步 按【SETUP】键进入设置页面，再按功能键【通道设置】进入<通道设置>页；

第 2 步 使用光标键选择通道号【01】~【20】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

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
- 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。

6.1 系统配置页

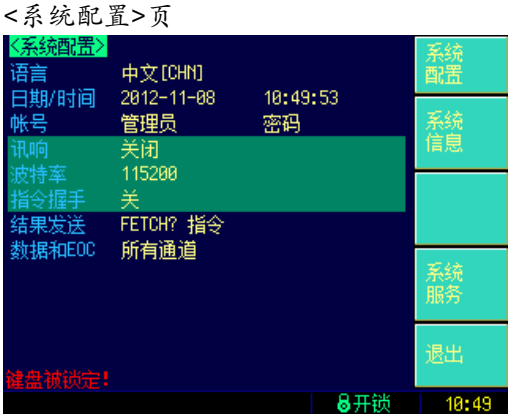
在【Meas】或【Setup】主页面下，按【系统】进入<系统配置>页。

系统配置页包括以下设置：

- LANGUAGE
- 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
- 通讯数据 EOC 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 6-1 <系统配置>页



6.1.1 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

6.1.2 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

6.1.3 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 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

6.1.4 【讯响】设置

通讯指令：**COMParator:BEEP {OFF,GD,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（GD）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。

6.1.5 【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
1200	如果您使用带光耦隔离的通讯转换器，请使用此波特率。
9600	
38400	
57600	
115200	与计算机主机通讯，建议您使用此高速波特率。

6.1.6 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	

6.1.7 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。

结果发送的格式有两种：

1. 当【数据和 EOC】字段设置为【所有通道】时：
   例如：AT5110 将 10 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,+9.9933e+02,NG,+1.1169e+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。
2. 当【数据和 EOC】字段设置为【单通道】时，仪器每测试一个通道立即返回当前通道数据：
   01,+9.9651e+01,NG
   02,+9.9481e-01,GD
   03,+9.9726e+00,NG
   04,+9.9481e-01,GD
   05,+6.1717e-04,NG
   06,+9.9726e+00,NG
   07,+9.9331e-01,GD
   08,+1.0040e+04,NG
   09,+1.0008e+03,NG
   10,+1.0989e+04,NG

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

6.1.8 【数据和 EOC】

通讯指令：**SYSTem:DATAmode {ALL,ONE}**

当【结果发送】字段设置为自动时，仪器测试完成后发送的数据将由此字段决定，发送所有通道数据或是当前通道数据。

同时，此设置还影响到 Handler 接口的 EOC 信号。

当【数据和 EOC】设置为【所有通道】，则 EOC 信号将在*所有*通道测试时有效。

当【数据和 EOC】设置为【单通道】，则 EOC 信号将在*当前*通道测试时有效。

6.2 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 6-2 <系统信息>页



7.处理机（Handler）接口

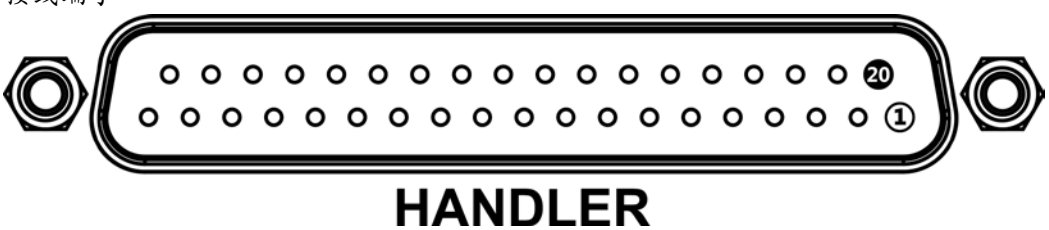
您将了解到以下内容：

- 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。

7.1 接线端子与信号

图 7-1 接线端子



■ 输出端（所有信号都为低有效）

表 7-1 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
9	CH9	1：OK, 0：NG
10	CH10	1：OK, 0：NG
11	CH11	1：OK, 0：NG
12	CH12	1：OK, 0：NG
13	CH13	1：OK, 0：NG
14	CH14	1：OK, 0：NG
15	CH15	1：OK, 0：NG
16	CH16	1：OK, 0：NG
17	CH17	1：OK, 0：NG

18	CH18	1：OK, 0：NG
19	CH19	1：OK, 0：NG
20	CH20	1：OK, 0：NG
21	CH21	1：OK, 0：NG
22	CH22	1：OK, 0：NG
23	CH23	1：OK, 0：NG
24	CH24	1：OK, 0：NG
25	CH25	1：OK, 0：NG
26	CH26	1：OK, 0：NG
27	CH27	1：OK, 0：NG
28	CH28	1：OK, 0：NG
29	CH29	1：OK, 0：NG
30	CH30	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	0：测量中，1：测量完成

■ 输入端

表 7-2 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 7-3 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

7.2 连接方式

■ 仪器只可以使用外部电源

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，最佳电压：+24VDC

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。

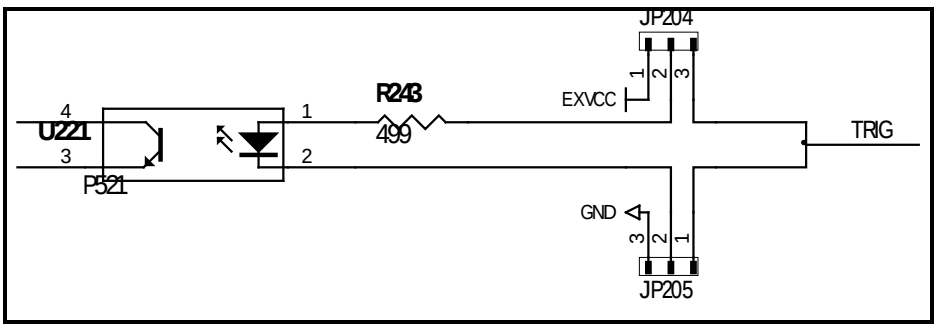
输入信号： 光耦隔离。低电平有效。

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

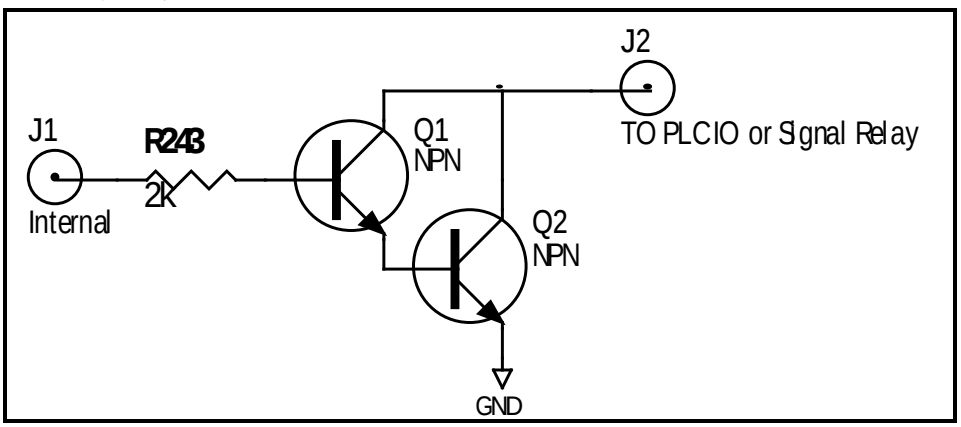
图 7-2 输入端原理图（Trig）



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 7-3 输出端原理图



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 命令，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 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

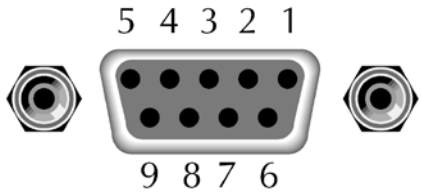
信号	符号	9 芯连接器引脚号
发送数据	TXD	2
接收数据	RXD	3
接地	GND	5

8.1.1 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 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

8.2 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>

8.3 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。

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。

9.1.1 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 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。

9.1.2 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。

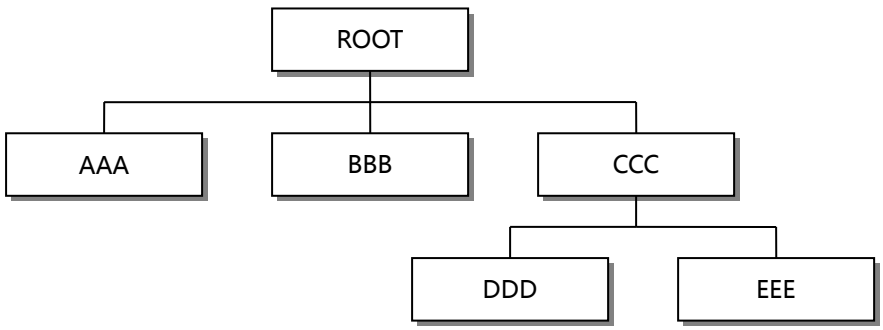
< >	尖括号中的文字表示该命令的参数
[ ]	方括号中的文字表示可选命令
{}	当大括号包含几个参数项目时，表示只能从中选择一个项目。
( )	参数的缩写形式放在小括号中。
大写字母	命令的缩写形式。

9.1.3 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 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

9.2 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]

9.2.1 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。

9.2.2 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 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。

9.2.3 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

9.3 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

9.4 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 9-2 DISPlay 子系统树

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

9.4.1 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
```

9.4.2 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.”
```

9.5 FUNCtion 子系统

图 9-3 FUNCtion 子系统树

FUNCtion	:RANGe	{量程号，max，min}
		:MODE {AUTO,HOLD,NOMinal}
	:RATE	{SLOW,MED,FAST,ULTRA}
	:TC	:RATIO <float>
		:REFEr <float>
	:SCAN	{<通道号>,on,off}

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。

9.5.1 FUNCtion:RANGe

FUNC:RANG 用来设置量程方式和量程号

命令语法： **FUNCtion:RANGe {<量程号>,min,max}**

参数： 其中，<量程号> 包括 **0~7**

min 最小量程=**0**

max 最大量程=**7**

例如： 发送> **FUNC:RANG 5** //切换到 5 量程（1kΩ）

查询语法： **FUNC:RANG?**

查询响应： **量程号 0~7**

例如： 发送> **FUNC:RANGE?**

返回> **5**

9.5.2 FUNCtion:RANGe:MODE

FUNC:RANG:MODE 用来切换量程方式

命令语法： **FUNCtion:RANGe:MODE {AUTO,HOLD,NOMinal}**

例如： 发送> **FUNC:RANG:MODE NOM** //切换到标称量程方式

查询语法： **FUNC:RANG:MODE?**

查询响应： **{AUTO,HOLD,NOM}**

9.5.3 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}**

9.5.4 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}**

9.5.5 FUNCtion:TC:RATIo

FUNC:TC:RATI 用来设置温度系数。

命令语法： **FUNCtion:TC:RATIo <float>**

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

查询语法： **FUNC:TC:RATI?**

查询响应： **<fixfloat>**

例如： 发送> **FUNC:Tc:RATI?**

响应> **+0.3940**

9.5.6 FUNCtion:TC:REFEr

FUNC:TC:REFE 用来设置参考温度

命令语法： **FUNCtion:TC:REFEr <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**

9.5.7 FUNCtion:SCAN

FUNC:SCAN 用来设置通道扫描方式和单路测试通道号。

命令语法： **FUNCtion:SCAN {ON,OFF,<通道号>}**

例如： 发送> **FUNC:SCAN ON** //扫描打开
发送> **FUNC:SCAN 5** //单路测试第 5 通道

查询语法： **FUNC:SCAN?**

查询响应： **<通道号>,{SCAN,SINGLE}**

例如： 发送> **FUNC:SCAN?**
响应> **5,SINGLE** //单路测试第 5 通道

9.6 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 9-4 COMParator 子系统树

COMParator	**[:STATe]**	**{OFF,ON,0,1}**
	:BEEP	**{OFF,GD,NG}**
	:MODE	**{ABS,PER,SEQ}**
	:NOMinal	**<float>**
	:ch	**<通道号 1~10>，<float 下限>,<float 上限>**

9.6.1 COMParator[:STATe]

COMP[:STATe] 用来打开或关闭比较器。

命令语法： **COMParator[:STATe] {ON,OFF,1,0}**

例如： 发送> **COMP:STAT ON** //打开比较器
发送> **COMP:STAT 0** //关闭比较器

查询语法： **COMP[:STAT]?**

查询响应： **{ON,OFF}**

9.6.2 COMParator:BEEP

COMP:BEEP 用来启用讯响。

命令语法： **COMParator:BEEP {OFF,GD,NG}**

例如： 发送> **COMP:BEEP GD** //合格讯响

查询语法： **COMP:BEEP?**

查询响应： **{OFF,GD,NG}**

9.6.3 COMParator:MODE

COMP:MODE 用来设置比较器方式。

命令语法： **COMParator:MODE {ABS,PER,SEQ}**

例如： 发送> **COMP:MODE SEQ** //切换到顺序比较方式

查询语法： **COMP:MODE?**

查询响应： **{ABS,PER,SEQ}**

9.6.4 COMParator:NOMinal

COMP:NOM 用来设置标称值。

命令语法： **COMParator:NOMinal <float>**

例如：
发送> **COMP:NOM 1.0000k** //标称值设定为 1k
发送> **COMP:NOM 1E3** //标称值设定为 1k
发送> **COMP:NOM 1000** //标称值设定为 1k

查询语法： **COMP:NOM?**

查询响应： **<scifloat>**

例如：
发送> **COMP:NOM?**
返回> **COMP:NOM 1.0000E+03** //标称值为 1k

9.6.5 COMParator:CH

COMP:CH 用来设定指定通道的上下限。

命令语法： **COMParator:CH <通道号 1~10>,<float 下限>,<float 上限>**

例如：
发送> **COMP:CH 1,-10,10** //设置通道 1 的上下限。当比较方式为百分比时代表 10%, 10%
//但在顺序比较方式下，不接受负值。

查询语法： **COMP:CH? <通道号 1~10>**

查询响应： **<scifloat>,<scifloat>**

例如：
发送> **COMP:CH? 1**
返回> **-1.000000e+01,+1.000000e+01**

9.7 TRIGger 子系统

图 9-5 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。

9.7.1 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

9.7.2 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>**

9.7.3 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。

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>

```
+9.9651e+01,NG,+9.9481e-01,GD,+9.9575e+00,NG,+9.9481e-01,GD,+6.0212e-04,
NG,+9.9575e+00,NG,+9.9331e-01,GD,+1.0025e+04,NG,+1.0008e+03,NG,+1.1139e+
04,NG
```

9.8 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 9-6 FETCh? 子系统树

FETCh?	

查询语法： **FETCh?**

查询响应：

```
<scifloat>,{GD,NG,xx},
<scifloat>,{GD,NG,xx},
<scifloat>,{GD,NG,xx},
<scifloat>,{GD,NG,xx},
<scifloat>,{GD,NG,xx},
<scifloat>,{GD,NG,xx},
<scifloat>,{GD,NG,xx},
<scifloat>,{GD,NG,xx},
<scifloat>,{GD,NG,xx}
```

例如： 发送> **FETC?**

返回>

```
+9.9651e+01,NG,+9.9481e-01,GD,+9.9575e+00,NG,+9.9481e-01,GD,+6.0212e-04,
NG,+9.9575e+00,NG,+9.9331e-01,GD,+1.0025e+04,NG,+1.0008e+03,NG,+1.1139e+
04,NG
```

9.9 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 9-7 SYSTem 子系统树

SYSTem	:LANGuage	{ENGLISH,CHINESE,EN,CN}
	:SENDmode	{FETCH,AUTO}
	:DATAmode	{ALL,ONE}

9.9.1 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}**

9.9.2 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}**

9.9.3 SYSTem:DATAmode

SYST:DATA 用来设置数据发送的格式：全通道或是单通道数据。

命令语法： **SYSTem:DATAmode {ALL,ONE}**

例如： 发送> **SYST:DATA ONE** //设置为单通道发送

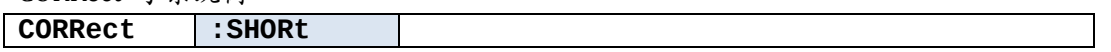
查询语法： **SYST:DATA?**

查询响应： **{ALL,ONE}**

9.10 CORRect 子系统

CORR 子系统用来完成一次短路校准。

图 9-8 CORRect 子系统树



9.10.1 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**

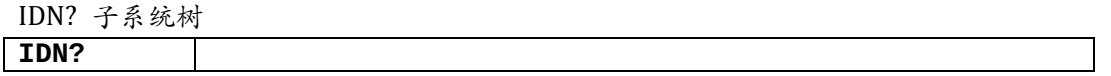
例如： 发送> **CORRect:SHORt**

返回> **Short Clear Zero Start.** //提示清零开始

返回> **PASS** //提示：清零通过，(失败：FAIL)

9.11 IDN? 子系统

图 9-9 IDN? 子系统树



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> **5130,REV A1.0,0000000,Applent Instruments**

10. 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

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 计算器和浮点数转成 Modbus 浮点数格式。

10.1.1 指令帧

图 10-1 Modbus 指令帧

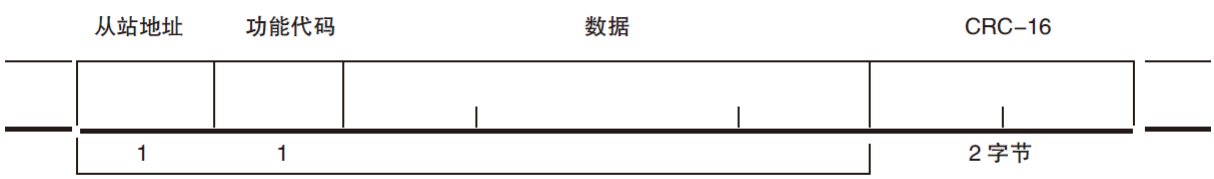


表 10-1 指令帧说明

	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 统一广播时指定为 00 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 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

10.1.2 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。

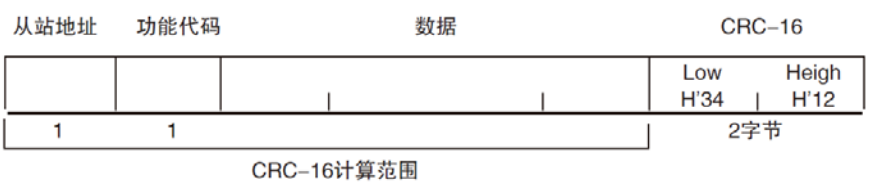
以下是一段 VB 语言的 CRC 计算函数：

```
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 10-2 Modbus 附加 CRC-16 值



10.1.3 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 10-3 正常响应帧

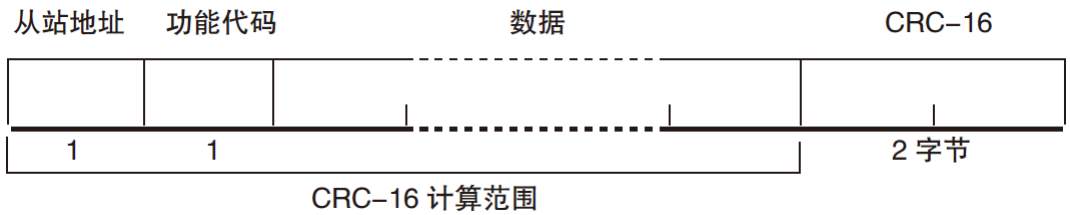


图 10-4 异常响应帧

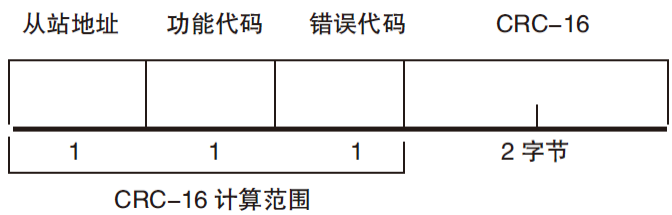


表 10-2 异常响应帧说明

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

10.1.4 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。

10.1.5 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

仪器仅支持以下几个功能码，其它功能码，将响应错误帧。

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：

仪器支持以下几种数值：

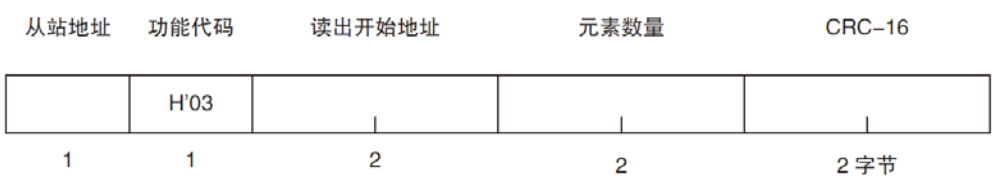
1. 1 个寄存器，双字节（16 位）整数，例如：0x64 → 00 64
2. 2 个寄存器，四字节（32 位）整数，例如：0x12345678 → 12 34 56 78
3. 2 个寄存器，四字节（32 位）单精度浮点数，3.14 → 40 48 F5 C3

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。

10.4 读出多个寄存器

图 10-5 读出多个寄存器（0x03）



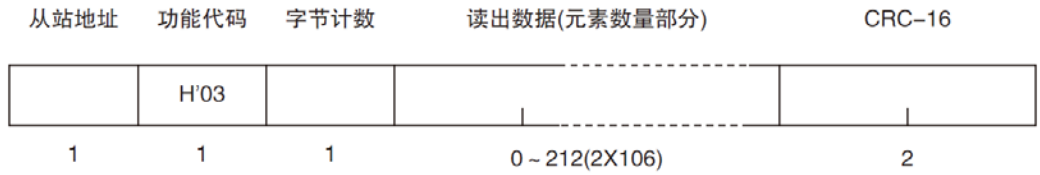
读出多个寄存器的功能码是 0x03.

表 10-5 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 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 10-6 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 或 0x83	功能码	无异常：0x03 错误码：0x83
	字节数	=寄存器数量 x 2 例如：1 个寄存器返回 02
	数据	读取的数据
CRC-16	校验码	

10.5 写入多个寄存器

图 10-7 写入多个寄存器（0x10）

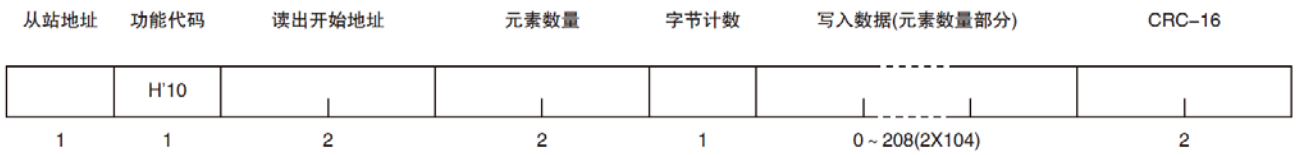
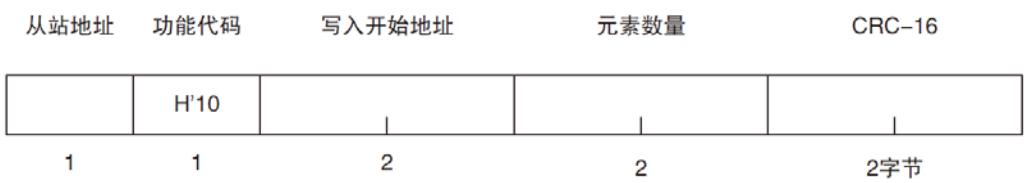


表 10-6 写入多个寄存器

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 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 10-8 写入多个寄存器（0x03）响应帧



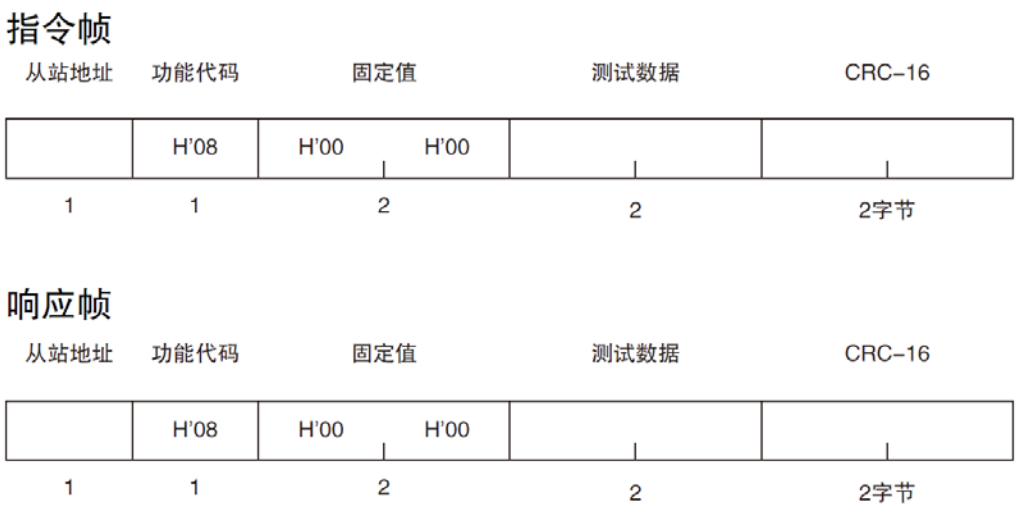
名称	名称	说明
	从站地址	原样返回
0x10 或 0x90	功能码	无异常：0x10 错误码：0x90
	起始地址	
	寄存器数量	

	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 10-9 回波测试（0x08）



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

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。

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 11-1 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 字符顺序 ABCD	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 字符顺序 ABCD	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 字符顺序 ABCD	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 字符顺序 ABCD	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 字符顺序 ABCD	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 字符顺序 ABCD	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 字符顺序 ABCD	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 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
2010	读取通道 9 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
2012	读取通道 10 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器

2014	读取通道 11 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
2016	读取通道 12 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
2018	读取通道 13 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
201A	读取通道 14 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
201C	读取通道 15 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
201E	读取通道 16 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
2020	读取通道 17 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
2022	读取通道 18 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
2024	读取通道 19 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
2026	读取通道 20 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
2028	读取通道 21 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
202A	读取通道 22 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
202C	读取通道 23 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
202E	读取通道 24 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
2030	读取通道 25 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
2032	读取通道 26 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
2034	读取通道 27 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
2036	读取通道 28 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
2038	读取通道 29 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
203A	读取通道 30 测量结果	4 字节浮点数 字符顺序 ABCD	只读，数据占用 2 个寄存器
2100	读取通道的比较器结果	4 字节整数	只读，数据占用 2 个寄存器 每通道结果占用 1 个位（BIT)
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
3001	量程自动	0000：自动量程 0001：手动量程 0002：标称量程	读写寄存器，2 字节整数
3002	测试速度	0000：慢速 0001：中速 0002：快速 0003：高速	读写寄存器，2 字节整数
3005	系统语言	0000：英语 0001：简体中文	读写寄存器，2 字节整数
3006	讯响	0000：关闭 0001：合格讯响 0002：不合格讯响	读写寄存器，2 字节整数
3100	比较器状态	0000：比较器关闭 0001：比较器打开	读写寄存器，2 字节整数
3101	比较器模式	0000：ABS 0001：PER 0002：SEQ	读写寄存器，2 字节整数
3102	比较器设置方式	0000：统一设置 0001：独立设置	读写寄存器，2 字节整数
310A	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
3162	CH21 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
3164	CH21 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
3166	CH22 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
3168	CH22 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
316A	CH23 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
316C	CH23 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
316E	CH24 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
3170	CH24 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
3172	CH25 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
3174	CH25 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
3176	CH26 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
3178	CH26 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
317A	CH27 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
317C	CH27 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
317E	CH28 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
3180	CH28 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
3182	CH29 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
3184	CH29 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
3186	CH30 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
3188	CH30 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
320B	CH11 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
320C	CH12 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
320D	CH13 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
320E	CH14 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
320F	CH15 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
3210	CH16 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
3211	CH17 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
3212	CH18 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
3213	CH19 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
3214	CH20 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
3215	CH21 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
3216	CH22 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
3217	CH23 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
3218	CH24 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
3219	CH25 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
321A	CH26 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
321B	CH27 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
321C	CH28 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
321D	CH29 开关，0：关，1：开	2 字节整数	只写寄存器，数据 2 字节
321E	CH30 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
5002	远程模式下，触发一次	写入数值：0000	仅在远程触发下有效

11.2 获取测量数据

11.2.1 获取测量结果

寄存器 2000~203A 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	60	AD	78	EC	56	5F

其中 B4~B6 为测量数据：60AD78EC 代表 1E20 （低位在前）

浮点数字节顺序：ABCD

- **获取通道 3 测量数据**

发送:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	20	04	00	02	8E	0A

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	3D	49	9A	E9	CB	E8

其中 B4~B6 为测量数据：3D499AE9 代表 49.22E-3 （低位在前）

11.2.2 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，0=NG, 1=OK

例如：000FFFFE

32 位存储域：

0011 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1110

其中：BIT0 = 0 代表通道 1 为 NG

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	0F	E0	00	83	F0

B0~B29 对应 CH1~CH30 的比较器结果

11.3 参数设置

注意！ 批量参数设置完后，如下需要下次开机调用，必须通过向寄存器[4000]写入 1，进行保存。

11.3.1 量程设置【3000H】

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	30	00	00	01	02	00	01	57	93
	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	00	00	01	0E	C9
		寄存器		寄存器数量		CRC	

- 读取

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

响应：

1	2	3	4	5	6	7
01	03	02	00	01	79	84
		字节	数据		CRC	

量程 0000~0007

11.3.2 量程自动设置【3001H】

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	30	01	00	01	02	00	01	56	42
	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	00	00	01	5F	09
		寄存器		寄存器数量		CRC	

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	30	01	00	01	DA	CA
	读	寄存器		寄存器数量		CRC	

响应：

1	2	3	4	5	6	7
01	03	02	00	01	79	84
		字节	数据		CRC	

量程 0000~0007

11.3.3 速度【3002H】

- 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

0003 高速

11.4 比较器设置

11.4.1 比较器开关【3100H】

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	31	00	00	01	02	00	01	47	53
	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	31	00	00	01	0F	35
		寄存器		寄存器数量		CRC	

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	31	00	00	01	8A	F6
	读	寄存器		寄存器数量		CRC	

响应：

1	2	3	4	5	6	7
01	03	02	00	01	79	84
		字节	数据		CRC	

其中

0000 比较器关闭

0001 比较器打开

11.4.2 比较方式【3101H】

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	31	01	00	01	02	00	02	06	83
	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	31	01	00	01	5E	F5
		寄存器		寄存器数量		CRC	

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	31	00	00	01	DB	36
	读	寄存器		寄存器数量		CRC	

响应：

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

其中

0000 ΔABS

0001 Δ%

0002 SEQ

11.4.3 比较器设置方式【3102H】

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	31	02	00	01	02	00	01	46	B1
	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	31	02	00	01	AE	F5
		寄存器		寄存器数量		CRC	

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	31	02	00	01	2B	36
	读	寄存器		寄存器数量		CRC	

响应：

1	2	3	4	5	6	7
01	03	02	00	01	79	84
		字节	数据		CRC	

其中

0000 ΔABS

0001 Δ%

0002 SEQ

11.4.4 标称值【310A-310B】

标称值使用 2 个寄存器，310A 和 310B。注意！310B 无法单独读取。

- 写入

100E-3 (单精度浮点数：0x3DCCCCCD)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	31	0A	00	02	04	3D	CC	CC	CD	73	47
	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	31	0A	00	02	6F	36
		寄存器		寄存器数量		CRC	

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	31	0A	00	02	EA	F5
	读	寄存器		寄存器数量		CRC	

响应：

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	3D	CC	CC	CD	A3	35
		字节	数据 100E-3				CRC	

11.4.5 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, 上限：2E-3

发送：01 10 3110 0004 08 3A83126F 3B03126F 6384

响应：01 10 3110 0004 CEF3

- 读取

发送：01 03 3110 0004 4B30

响应：01 03 08 3A83126F 3B03126F C2A7

11.5 设置通道【3201H~321EH】

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

11.6 文件操作

由于仪器设置存储在文件里，因此所有的 Modbus 指令设置后，数据无法实时存储在内部 FlashRom 中，会导致下次上电开机之前的寄存器数据恢复成原文件的数值。

用户可以向文件操作寄存器来将所有设置值存储到当前或指定的文件中。同时，也可以调用指定的文件数据到设置寄存器中。

11.6.1 保存到当前文件【4000】

发送数值 0001 到 4000 寄存器，仪器将执行文件写入操作，所有设置将全部保存到当前文件中。

此寄存器无法读出。

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	**10**	**40**	**00**	**00**	**01**	**02**	**00**	**01**	**26**	**54**
	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**	**40**	**00**	**00**	**01**	**14**	**09**
		寄存器		寄存器数量		CRC	

其中数据值：

数据	功能	说明
0001	允许操作	固定值

11.6.2 保存到指定文件【4008】

发送文件号到 4008 寄存器，仪器将执行文件写入操作，所有设置将全部保存到指定文件中，同时指定的文件将作为系统当前文件使用。

此寄存器无法读出。

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	**10**	**40**	**08**	**00**	**01**	**02**	**00**	**09**	**26**	**DA**
	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**	**40**	**00**	**00**	**01**	**95**	**CB**
		寄存器		寄存器数量		CRC	

其中数据值：

数据	功能	说明
0000~0009	文件 0~9	

11.6.3 重新载入当前文件【4010】

发送固定值 0001 到 4010 寄存器，仪器将当前文件数据载入到系统中。

此寄存器无法读出。

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	**10**	**40**	**10**	**00**	**01**	**02**	**00**	**01**	**24**	**C4**
	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**	**40**	**10**	**00**	**01**	**15**	**CC**
		寄存器		寄存器数量		CRC	

其中数据值：

数据	功能	说明
0001	固定值	

11.6.4 载入指定文件【4018】

发送文件号到 4018 寄存器，仪器将载入指定文件的设置到系统中，同时指定的文件将作为系统当前文件使用。

此寄存器无法读出。

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	**10**	**40**	**18**	**00**	**01**	**02**	**00**	**00**	**E4**	**4C**
	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**	**40**	**18**	**00**	**01**	**94**	**0E**
		寄存器		寄存器数量		CRC	

错响应：

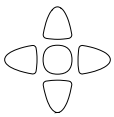
文件为空，仪器将响应错误码：04

1	2	3	4	5
01	**90**	**04**	**4D**	**C3**
		错误码	**CRC**	

其中数据值：

数据	功能	说明
0000~0009	文件 0~9	

12. 规格



您将了解到以下内容：

技术指标。
一般规格。
外形尺寸。

12.1 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	高速 快速	中速	慢速	测试电流	开路电压
0	**30mΩ**	30.000mΩ	1μΩ	0.5%±5 字	0.2%±5 字	0.1%±3 字	1A	<1V
1	**300mΩ**	300.00mΩ	10μΩ	0.5%±5 字	0.1%±3 字	0.05%±2 字	1A	<1V
2	**3Ω**	3.0000Ω	100μΩ	0.5%±5 字	0.1%±3 字	0.05%±2 字	100mA	<1V
3	**30Ω**	30.000Ω	1mΩ	0.5%±5 字	0.1%±3 字	0.05%±2 字	10mA	<1V
4	**300Ω**	300.00Ω	10mΩ	0.5%±5 字	0.1%±3 字	0.05%±2 字	1mA	<5V
5	**3kΩ**	3.000kΩ	100mΩ	0.5%±5 字	0.1%±3 字	0.05%±2 字	1mA	<5V
6	**30kΩ**	30.000kΩ	1Ω	0.5%±5 字	0.3%±5 字	0.1%±5 字	100μA	<5V
7	**300kΩ**	30.000kΩ	10Ω	0.8%±10 字	0.5%±5 字	0.2%±5 字	100μA	<5V

12.2 一般规格

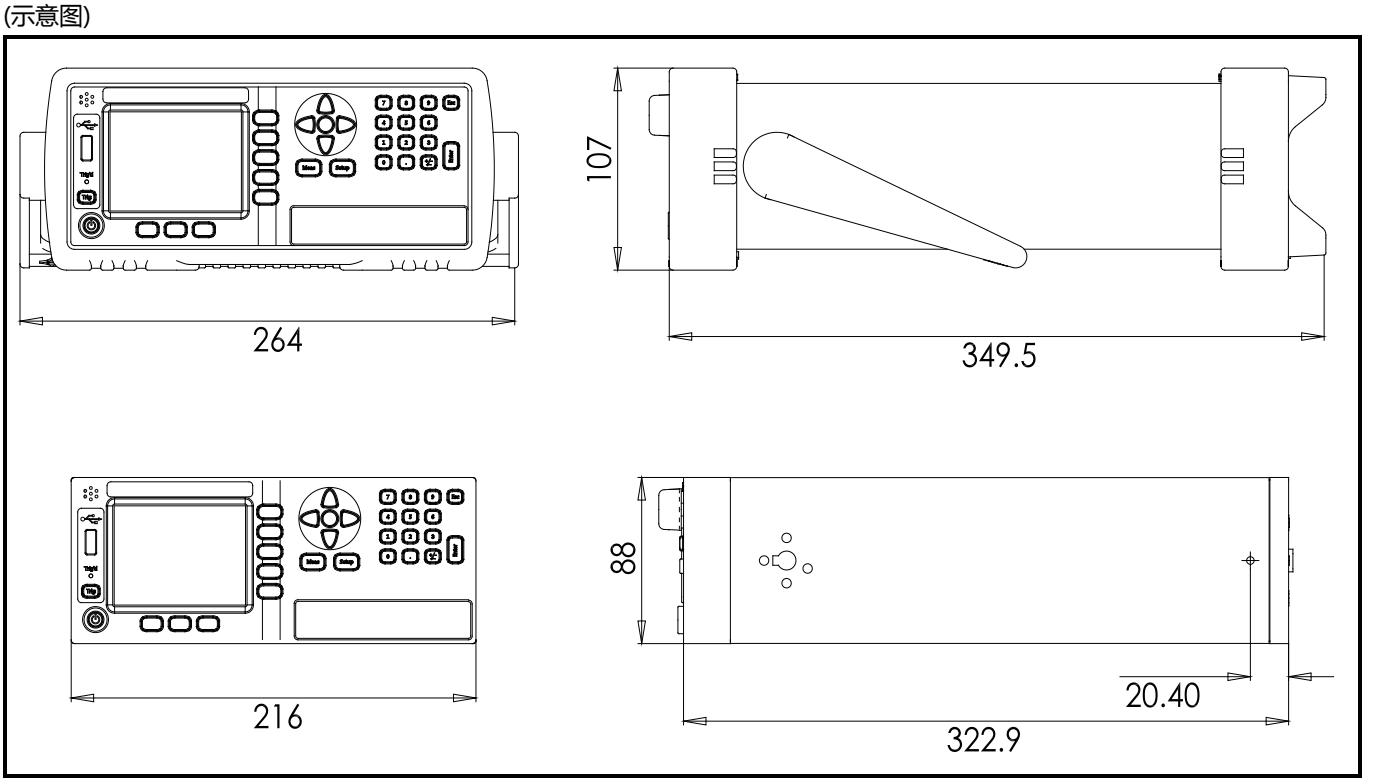
屏幕： TFT-LCD 真彩显示，荧屏尺寸 3.5 英寸。
测试速度： 全通道打开，并且手动量程方式：
慢速： 3.4s/10 通道
中速： 830ms/10 通道
快速： 350ms/10 通道
高速： 230ms/10 通道
最大读数： 慢速和中速：30000
快速和高速：3000

量程方式：	自动、手动和标称
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。		

12.3 外形尺寸

(示意图)



©2005-2016 版权所有：常州安柏精密仪器有限公司 Applent Instruments Ltd.