

AT6710/11/12/13

高速高精度直流可编程电源供应器



用户手册

点击查看
操作视频



声明

根据国际版权法，未经常州安柏精密仪器有限公司（Applent Instruments Inc.）事先允许和书面同意，不得以任何形式复制本文内容。

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，安柏仪器将不承担任何责任。

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。

安全标志：



设备由双重绝缘或加强绝缘保护

废弃电气和电子设备 (WEEE) 指令 2002/96/EC



切勿丢弃在垃圾桶内

声明：anbai, , , 安柏

标志和文字是常州安柏精密仪器有限公司商标或注册商标。

有限担保和责任范围

常州安柏精密仪器有限公司（以下简称安柏）保证您购买的每一台仪器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，安柏提供壹年免费保修，此保证也包括 VFD 或 LCD。保修期内由于使用者操作不当而引起仪器损坏，维修费用由用户承担。壹年后直到仪表终生，安柏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，请和安柏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，安柏将负责回邮的运输费用。对非保修产品的修理，安柏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。

本项保证是安柏提供唯一保证，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。安柏或其他经销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），安柏将一概不予负责。如果其中某条款与当地法规相抵触，以当地法规为主，因此该条款可能不适用于您，但该条款的裁定不影响其他条款的有效性和可执行性。

中华人民共和国
江苏省
常州安柏精密仪器有限公司
二〇一四年五月
Rev. C0

目录

声明	2
安全信息	2
有限担保和责任范围	3
目录	4
1. 安装和设置向导	7
1.1 装箱清单	7
1.2 电源要求	7
1.3 操作环境	7
1.4 清洗	7
2. 概述	8
2.1 简介	8
2.2 输出范围	8
2.3 保护模式	8
2.3.1 过压保护 OVP	9
2.3.2 过热保护 OTP	9
2.4 注意事项	9
2.4.1 浪涌电流	9
2.4.2 接电池或电容充电测试	9
2.4.3 接地	9
3. 开始	10
3.1 认识前面板	10
3.1.1 【键盘锁功能】	11
3.1.2 【截图功能】	11
3.2 认识后面板	11
3.2.1 【后背板端子功能】	12
3.2.2 【远端量测功能】	12
4. 页面介绍	13
4.1 <测试>页	13
4.2 <系统>页	14
4.2.1 【系统语言】	14
4.2.2 【日期和时间】	14
4.2.3 【按键音】	15
4.2.4 【上电状态】	15
4.2.5 【远程控制】	15
4.2.6 【波特率】	16
4.2.7 【触发模式】	16
4.3 <设置>页	17
4.3.1 【DVM 功能】	18

4.3.2	【数据记录】	18
4.4	<文件管理>页	20
4.4.1	【文件管理】	20
4.5	序列测试	21
4.5.1	<序列编辑>页	21
4.5.2	<序列测试>页	23
4.5.3	<曲线>页	24
4.6	<系统信息>页	25
5.	远程控制	26
5.1	RS-232C	26
5.1.1	RS232C 连接	26
5.2	握手协议	27
5.3	SCPI 语言	27
5.4	局域网配置	27
6.	SCPI 命令参考	29
6.1	命令串解析	29
6.1.1	命令解析规则	29
6.1.2	符号约定和定义	29
6.1.3	命令树结构	29
6.2	命令和参数	30
6.2.1	命令	30
6.2.2	参数	30
6.2.3	分隔符	31
6.3	命令参考	31
6.4	FUNC 参数子系统	31
6.4.1	FUNC:VOLSET	32
6.4.2	FUNC:CURSET	32
6.4.3	FUNC:OVPSET	32
6.4.4	FUNC:TIMSET	32
6.4.5	FUNC:DVMSET	33
6.4.6	FUNC:DRMSTATE	33
6.4.7	FUNC:DRMSET	33
6.4.8	FUNC:STATASET	33
6.5	SYST 系统子系统	34
6.5.1	SYST:TRIGSET	34
6.5.2	SYST:LIMITSET	34
6.6	DISP 显示子系统	34
6.6.1	DISP:PAGE	34
6.6.2	DISP:LINE	35
6.7	FETCH? 子系统	35
6.8	IDN? 子系统	35
7.	MODBUS(RTU)通讯协议	36
7.1	数据格式	36
7.1.1	命令解析规则	36
7.1.2	CRC-16 计算方法	37

7.1.3	响应帧.....	38
7.1.4	无响应.....	38
7.1.5	错误码.....	38
7.2	功能码	39
7.3	寄存器	39
7.4	读出多个寄存器	39
7.5	写入多个寄存器	40
7.6	回波测试	41
8.	MODBUS(RTU)指令集	42
8.1	寄存器总览	42
8.2	获取测试数据	42
8.2.1	读取测试电压	42
8.2.2	读取测试电流	43
8.2.3	读取测试状态	43
8.2.4	设定测试电压	43
8.2.5	设定测试电流	44
8.2.6	设定过压保护电压	44
8.2.7	设定限制电压值	45
8.2.8	设定电源输出时间	46
8.2.9	设定触发模式	46
8.2.10	设定电压表量程	47
8.2.11	设定 DRM 状态寄存器	47
8.2.12	设定欧姆表量程	48
8.2.13	设定测试开关寄存器.....	48
9.	规格	50
9.1	技术规格	50
9.2	一般规格	51
9.3	环境要求	51
9.4	外形尺寸	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。以下介绍主要均以 AT6710 为例。

在本章您将了解到以下内容：

- 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。

AT671x 系列包括：AT6710/AT6711

1.2 电源要求

AT671x 系列只能在以下电源条件使用：电压：100V-120VAC 或 200V-240VAC

频率：50/60Hz

拨码开关位于仪器底部，可切换 110V、220V 电源条件。



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

AT671x 系列必须在下列环境条件下使用：温度：0°C ~ 40°C

相对湿度：20%RH ~ 80%RH（无凝结）

海拔：<2000m

1.4 清洗

在清洗前必须拔掉电源线，使用干净布蘸少许清水对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。

2.概述



本章您将了解到以下内容：

- 引言
- 工作原理和输出范围
- 保护模式
- 注意事项

感谢您购买 AT671x 系列高速高精度直流可编程电源供应器。

2.1 简介

AT671x系列是单输出高速高精度可编程直流电源供应器，本仪器具有极快的电压上升速度以及超高的精度及分辨率。采用高性能微处理器控制，液晶屏显示，体积小，功能丰富，操作简单便捷，可利用旋钮对电压电流值进行调节，按下旋钮即可调节数字步进值。提供LIST模式，可编辑电压电流变化，查看电压、电流、功率的趋势图，内置RS232/RS485/LAN/USB通讯接口，有丰富的SCPI指令。同时仪器带有电压表和欧姆表的功能，可以让您的使用更加的方便快捷。您可以使用AT671x系列的通讯接口来编辑相关配置，完成高效测试。仪器通过计算机软件可实现数据采集，分析和打印。主要功能以及特点如下：

- 5英寸LCD触摸屏显示
- 双色灯功能按键及旋钮操作
- 可通过按下旋钮调节数字步进值
- 截图功能（按面框【ENTER】键截图）
- 高精确度和高分辨率
- 定时输出功能（0.01-99999s）
- 可编辑电压电流随时间变化的输出波形
- 可查看电压、电流、功率变化趋势图
- 内置RS232/RS485/LAN/USB通讯接口
- 具有丰富的SCPI及MODBUS指令，方便组件智能化测试平台

2.2 输出范围

仪器名称	电压	电流	功率	工作状态
AT6710	0-32V	0-3A	96W	CC、CV
AT6711	0-30V	0-5A	150W	CC、CV

AT671x系列 正常工作状态有CC和CV两种模式，由设定电压，设定电流和负载大小决定了当前的工作状态。当用户在OFF状态按下ON/OFF键，仪器会按照当前设定输出。

例如：AT6710设定9V，2A，正常输出时，如果负载等效电阻为10欧姆，仪器会工作在恒压模式（屏幕上有CV显示），输出显示9V，0.9A。如果负载等效电阻为2欧姆，仪器会工作在恒流模式（屏幕上有CC显示），输出显示4V，2A。

2.3 保护模式

AT671x 系列在以下几种情况下会发生保护，断开输出并讯响提示，需按 ON/OFF 键或发送通讯命令退出保护状态。

2.3.1 过压保护 OVP

保护时屏幕会显示 OVP。

过压保护可以设定，比如负载超过 12V 会损坏，此时可以在设置页面的过压保护设定为 12V，那么仪器的设定值只能在 0V 到 12V 之间，这样避免在调节电压时误操作导致损坏负载。

有一种情况可能导致该保护触发。假如接在 AT6710 上的负载是能输出电压的，比方说接了个电池想给电池充电，若电压超过了过压保护设定值 0.6V，仪器会提示 OVP，讯响持续 3 秒。

2.3.2 过热保护 OTP

保护时屏幕会显示 OTP。

仪器内部发热器件旁有温度采集电路，若温度超过了 75 度，仪器会提示 OTP，仪器会关闭输出，讯响持续 3 秒。

有两种情况可能导致该保护触发。一，仪器工作环境过热。二，仪器风扇损坏或者温度采样有问题。

2.4 注意事项

2.4.1 浪涌电流

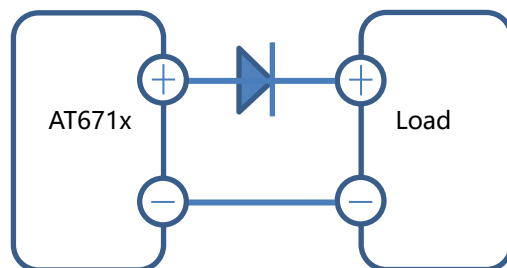
当仪器开机时，会产生浪涌电流。首次开机时确保电源有足够的电力供应，特别是同时打开多个设备。

连续快速开关机会导致浪涌电流限制电路失效，降低输入保险丝和电源开关的工作寿命。

2.4.2 接电池或电容充电测试

仪器正负接线端与内部电解电容和保护二极管相连，如果电池或电容的电压过高，或者正负反接，会对仪器造成损伤，接线时请仔细检查。

大规模应用在电池充电场合时，为防止损坏电源，可以在电源和负载之间串联一个反向电流保护二极管。



确保二极管的反向耐压能够承受电源额定输出电压的2倍，正向电流容量可承受电源额定输出电流的3至10倍。

确保二极管的散热能够承受持续电流产生的热量。

2.4.3 接地

仪器前面板保护接地端子与市电电源插座的接地线和机壳相连，仪器的供电插座接地必须做好，避免触电。

仪器的正负接线端子和前面板保护地接线端子隔离，耐直流电压 200V，多台电源串联或者负载本身与地平面有电压差时，请仔细检查是否超过设计的 200V 耐压。

3.开始



本章您将了解到以下内容：

- 前面板介绍
- 后面板介绍

3.1 认识前面板

图 3-1 前面板

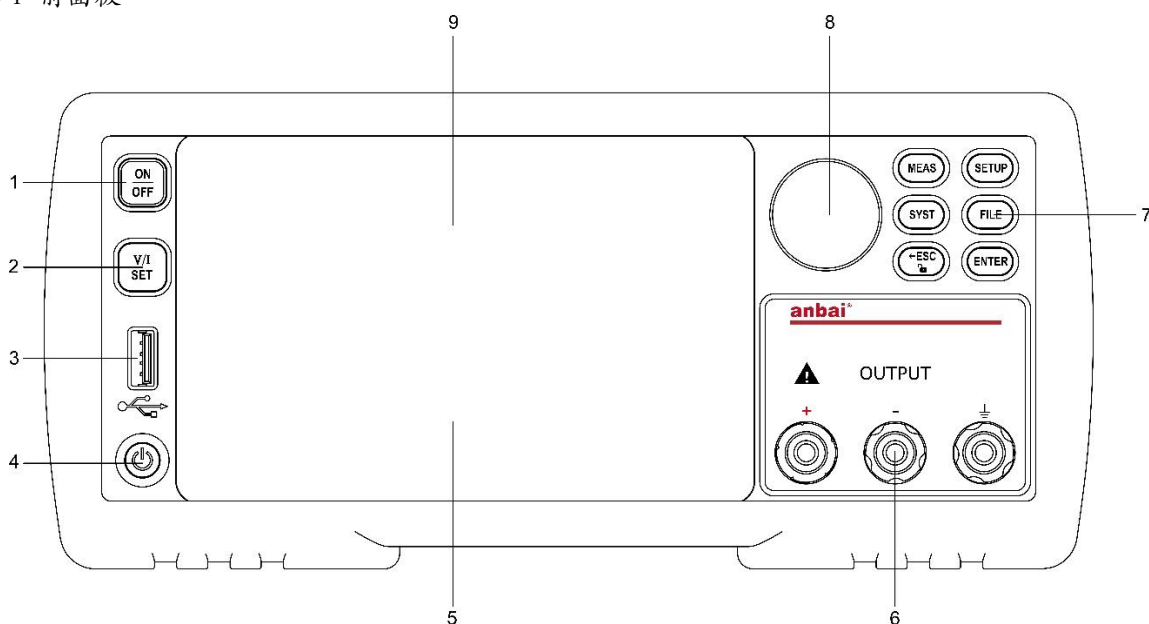


表 3-1 前面板功能描述

序号	功能
1	输出按键，控制电源输出打开或关闭
2	电压/电流的设定键，设置电源输出电压值/电流值/过压保护值/过流保护值
3	USB 磁盘接口
4	电源开关
5	5 英寸 LCD 显示屏
6	输出端子，在 测试 灯亮有输出时，不可触摸
7	功能区域按键： ● MEAS，按该键仪器进入准备测试状态 ● SETUP，按该键仪器进入参数设置页面 ● SYST，按该键仪器进入系统设置页面 ● FILE，按该键仪器进入文件管理页面
8	旋钮，用于光标在屏幕上移动和调整数字步进值
9	5 英寸 LCD 显示屏

3.1.1 【键盘锁功能】

AT671x 系列 提供键盘锁功能，键盘锁定可防止因为误触或误操作而导致的测试无法按照预期步骤运行的问题。

使用方法有两种：

- 1. 点击底部菜单栏【键盘锁】打开或关闭键盘锁
- 2. 按下前面框的【ESC】功能键开启或关闭键盘锁

3.1.2 【截图功能】

AT671x 系列 提供截图功能，方便用户的使用。

操作步骤：

- 1. 插入 U 盘
- 2. 按下前面框的【ENTER】功能键即可截屏

3.2 认识后面板

图 3-2 后面板

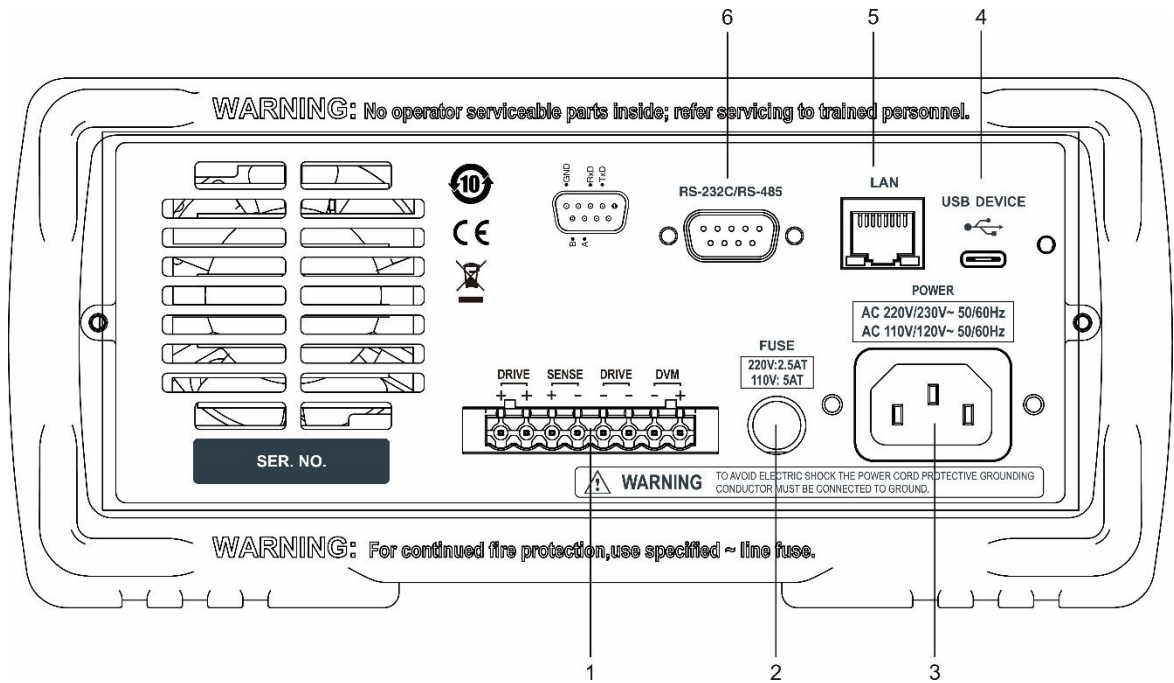


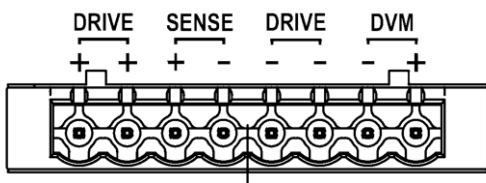
表 3-2 后面板功能描述

序号	功能
1	远端补偿和输出端子
2	保险丝（5A）插座
3	电源插座
4	USB 接口
5	LAN 通讯接口
6	RS232/RS485 通讯接口

3.2.1 【后背板端子功能】

AT671x 系列 后背板提供的端子功能有：远端量测端子，DVM 电压输入端子。

图 3-3 后背板端子



- **Drive+, Drive-:** 输出端子，与前面板的输出端子完全相同
- **Sense+, Sense-:** 远端量测端子
- **DVM+, DVM-:** DVM 端子

3.2.2 【远端量测功能】

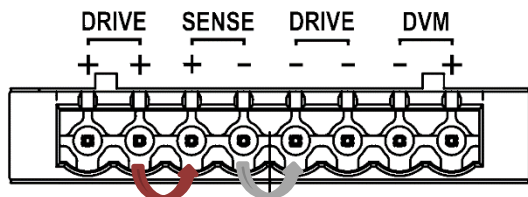
当负载消耗较大电流的时候，就会在电源到负载的连接线上产生压降，为了保证测量的精度，仪器在后背板提供远端量测端子，用户可以用该端子来测量被测仪器的输入端子电压。

使用本地量测：

本地量测不补偿导线上的电压降，**操作步骤如下：**

1. 使用仪器后背板自带的短路夹，或直接在 Drive+ 和 Sense+ 及 Drive- 和 Sense- 之间安装导线。
2. 将前面板输出正负端子或者后背板 Drive+ 和 Drive- 端子用导线连接至待测设备上。

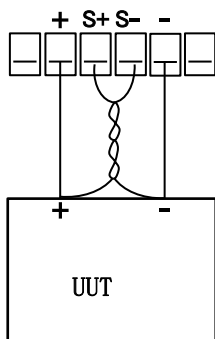
图 3-4 本地量测接线图



使用远端量测：

使用远端量测允许补偿在电源前面板端子和待测设备之间的电线上的压降。**操作步骤如下：**

1. 卸掉后背板端子板连接器 Drive+ 和 Sense+ 之间以及 Drive- 和 Sense- 之间的任何跳线或短路夹。
2. 从 Sense+ 和 Sense- 到待测设备连接一对感应导线。
3. 从前面板正负端子到待测设备连接一对驱动导线。



4.页面介绍



本章您将了解到所有的测量显示功能：

- <测试>页
- <设置>页
- <系统>页

4.1 <测试>页

图 4-1 <测试> 页



表 4-1 各个选项的范围和含义

序号	功能
1	输出电压回读值
2	输出电流回读值
3	电压表/欧姆表测试值显示
4	旋钮调节电压 / 电流值显示区
5	输出功率显示
6	输出状态和报警信息
7	输出电压设定值
8	输出电流设定值
9	测试时间设定值 (0-99999) s

注：通过按前面板【V/I SET】按钮，可以切换输入电压、电流的设定值。同时可以通过轻触电压或电流设置框。旋钮调节电压 / 电流值显示区③仅在电压/电流设置框时才显示，若 5s 后未触动任何按钮，自动隐藏。

4.2 <系统>页

系统设置分为基础设置和通讯设置。

系统设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 4-2 <系统>页



4.2.1 【系统语言】

仪器支持中文和英文两种语言。

■ 更改语言的步骤

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

功能键	功能
中文[CHN]	中文显示
ENGLISH	英文显示

4.2.2 【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
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

4.2.3 【按键音】

在按下按键时发出声音，用来提醒用户按下了某个按键，避免误操作。

■ 设置按键音

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

功能键	功能
关闭	按键提示音被关闭
打开	按键提示音被打开

4.2.4 【上电状态】

开机输出状态设置

■ 上电状态：

- 第 1 步 进入<系统配置>页面
第 2 步 使用光标键选择【上电状态】字段。
第 3 步 使用功能键选择：

功能键	功能
OFF	开机输出状态为 OFF
ON	开机输出状态为断电前的输出状态

4.2.5 【远程控制】

设置仪器的通讯方式。

■ 远程控制设置：

- 第 1 步 进入<系统配置>页面
第 2 步 使用光标键选择【远程控制】字段。
第 3 步 使用功能键选择：

功能键	功能
RS232	设置仪器的通讯方式为 RS232，这是仪器默认通讯方式
RS485	设置仪器的通讯方式为 RS485，需要一个 485 转接头
USB	设置仪器的通讯方式为 USB，需要一根可以传输数据的 USB 通讯线
LAN	设置仪器的通讯方式为 LAN，进入局域网配置界面进行相关配置

4.2.6 【波特率】

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，请确认上位机与仪器波特率相同，否则将无法进行通讯。

串口通信配置如下：

- 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。

4.2.7 【触发模式】

■ 触发模式：

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

功能键	功能
手动	使用电源机身上的按键进行相关操作。
命令	电源与 PC 连接，在 PC 上进行电源的相关操作

4.3 <设置>页

设置页面分为基础设置和保护设置。

图 4-3 <设置>页



表 4-2 各个选项的范围和含义

参数	英文	说明
设置电压	VOLT	输出电压设定值，设定值不可超过限电压值
设置电流	CURR	输出电流设定值
过压保护	OVP	过压保护电压设定值 OFF，(1-35) V
电压表量程	DVM RANGE	AUTO 自动量程 LOW 低量程 HIGH 高量程（具体操作见 4.3.1）
欧姆表状态	DRM STATE	欧姆表功能打开或关闭 电压表和欧姆表同一时刻只能运行一个
欧姆表量程	DRM RANGE	欧姆表有三个量程选择： 0.1W, 1W, 10W（具体操作见 4.3.2）
限制电压	LIMIT-V	限制输入电压的上限值 例：设置限制电压为：10V，则电压输入上限为 10V
触发模式	TRIGGER	电源提供本地操作和远程操作两种操作模式。 两种操作模式之间可以通过通讯命令进行切换。 电源为远程操作模式时，面板【ON/OFF】按键不能起作用。 注：当操作模式改变时，不会影响电源的输出参数。

注：通过按前面板【V/I SET】按钮，可以切换输入电压、电流、OVP 的设定值。
旋钮调节电压 / 电流值显示区仅在选择电压/电流/OVP 设置框时才显示，若 5s 后未触动任何按钮，自动隐藏。

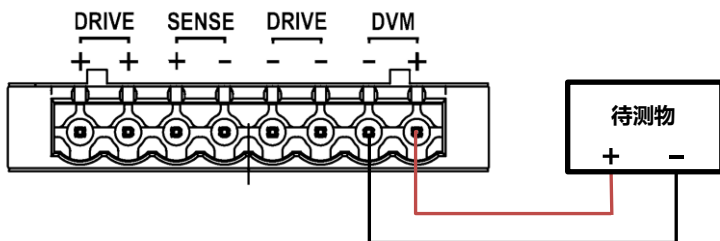
4.3.1 【DVM 功能】

AT671x 系列 内置 5 1/2 电压表或欧姆表，方便用户使用。

电压表功能

用户可以使用此电压表测量外部电压，具有自动、高、低三个量程可以选择，测量范围为 0-40V。

接线图如下：

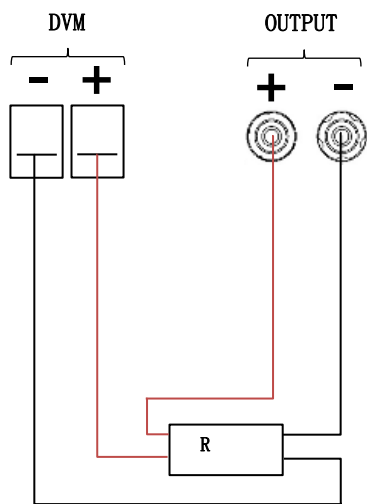


欧姆表功能

用户可以使用此欧姆表测量电阻，具有 0.1W, 1W, 10W 三个量程可以选择，可以精确测量小阻值的电阻，最大测量阻值为 1 kΩ。

注意，在测量电阻前应先选择被测电阻功率范围内的量程，防止被测电阻损坏。

AT671x 系列 提供了四线制测电阻的方法，接线图如下：



电压表欧姆表的切换

仪器默认为电压表，自动量程，切换到欧姆表步骤如下：

1. 设置【DRM 状态】为打开
2. 选择【DRM 量程】

4.3.2 【数据记录】

数据记录是将运行过程中的数据存储到 U 盘，存储文件类型为.csv，用户在插入 U 盘后，点击测试界面下方的【数据记录】按钮，即可开始数据记录，如图 4-4 数据记录所示：

图 4-4 数据记录



注：
只有在<测量显示>和<序列测试>和<曲线>界面，才可以进行数据记录。
在测试过程中，切换到其他界面，输出会自动关闭，数据不会继续记录，等回到测试界面后，仪器自动恢复记录。

表 4-3 数据记录各个选项和含义

数据记录		
文件分割	FILE SPLIT	文件分割是为了防止单个 csv 文件存储数据量过大而导致阅读困难的功能。 文件分割时间设定值 (1min-2h)，也可以将文件分割设置关闭。 例：设置文件分割值为 10min，数据开始记录，保存在文件【AUTO0001.csv】中，在开始记录数据 10min 后自动生成【AUTO0002.csv】文件，并将数据保存在新生成的 csv 文件中。
定时记录	TIME RECORD	定时记录设定值 n 为 (0.1-60) s，即仪器每隔 n s 记录一次当前数据。
前缀	PREFIX	文件名设置，文件名由【前缀】+【序号】组成，文件名前缀默认为 AUTO，序号由 0001 开始。 例：设置文件名前缀为【AB】，打开数据记录后自动生成【AB0001.csv】文件，并将数据保存其中。

4.4 <文件管理> 页

在输出停止时，按功能键【文件】进入<文件管理>页面。

4.4.1 【文件管理】

用户可通过该页面来查看、读取、保存设置页面的一些配置信息，内外部存储器分别可以保存十组常用操作；保存内容为：

- 设定电压
- 设定电流
- OVP
- DVM 量程
- DRM 状态
- DRM 量程
- 上电状态

图 4-5 <文件管理> 页



4.4.1.1 【存储器】

存储器功能是从仪器内存或外部 U 盘选择文件。最多可访问 10 个文件。

■ 更改存储器的步骤

- 第 1 步 进入<文件管理>页面
- 第 2 步 使用光标键选择【存储器】
- 第 3 步 使用功能键选择来源：

功能键	功能
内部存储器	访问仪器内存文件
外部存储器	访问外部 U 盘文件

4.4.1.2 【文件操作】

■ 选择文件操作：

- 第 1 步 进入<文件管理>页面
- 第 2 步 使用光标键选择文件(文件名从 1~10)
- 第 3 步 使用功能键完成操作：

功能键	功能
保存	将用户设置数据保存当前所选文件

读取	从当前所选文件调取设置数据
删除	删除所选文件，在下次开机时设置数据重设为默认值
修改描述	修改文件说明

4.4.1.3 【开机数据】

设置每次开机时的电压、电流、定时器、过压保护值、限制电压值的数据。

注：仪器默认选择保持

■ 选择开机数据：

- 第 1 步 进入<文件管理>页面
- 第 2 步 使用光标键选择【开机数据】
- 第 3 步 使用功能键完成操作：

功能键	功能
保持	每次开机时电压、电流、定时器、过压保护值、限制电压值的数据为上次关机前的设置值
读取	每次开机时电压默认设置为 1V，电流默认设置为 1A， 定时器时间默认关闭， 过压保护默认关闭， 限制电压值默认 32.1V

4.5 序列测试

AT671x 系列 电源的 LIST 操作可以提供 4 组序列文件，每组最多编辑 100 步的序列输出，即 4×100。

4.5.1 <序列编辑>页

可编辑序列输出功能分为<序列测试>和<序列编辑>页面，<序列编辑>页面对每一步的电压、电流、时间以及相关参数进行配置。

配置工作完成后，直接按【ON/OFF】按键，自动切换到<序列测试>，同时输出打开，启动该序列的运行。

4.5.1.1 页面介绍

首先通过侧边菜单栏打开【列表测试】页面，然后在此页面点按底部【编辑】按钮进入【列表编辑】页面。

序列编辑每一页展示 4 个步骤，可通过右下角【翻页】功能框快速查看所有步骤。如图 4-6 <序列编辑>页所示：

图 4-6 <序列编辑>页



表 4-4 各个选项的范围和含义

序号	功能
1、3	序列功能区 序列号：序列选择，共 4 个序列测试组可供选择 其他参数详见 4.5.1.3
2	列表编辑显示区，可快速查看列表总步骤 例：步骤(05)，代表该 list 共有 5 步
4、5	列表编辑区，实现列表增删查操作
6	旋钮调节电压 / 电流值显示区

注：通过按前面板【V/I SET】按钮，可以切换输入电压、电流的设定值。同时可以通过轻触电压或电流设置框。
旋钮调节电压 / 电流值显示区⑥仅在选择电压/电流设置框时才显示，若 5s 后未触动任何按钮，自动隐藏。

4.5.1.2 列表编辑

列表的增、删、查、改功能。

- 增：点击底部菜单栏【插入】按钮，列表增加一个步骤（默认电压为 1V，电流为 1A，时间为 1s）
 - 光标选中任一步骤号，列表可以在该位置插入一个步骤
 - 若未选中任何步骤，则默认在最后一个位置插入新步骤。
- 删：点击底部菜单栏【删除】按钮，列表删除一个步骤；【清空】按钮，删除该 LIST 所有数据
 - 光标选中步骤号，删除选中的步骤。
 - 若未选中任何步骤，则默认删除列表最后一个步骤。
- 查：点击页面右下角【翻页】功能键，实现查找功能
 - 【上一页】翻到上一页，在最后一页执行此操作，回到第一页
 - 【下一页】翻到上一页，在第一页执行此操作，翻到最后一页
 - 【跳转】功能键，输入需要跳转的页面，实现快速跳转
- 改：可以通过触屏功能选中想要修改的参数，有两种方法可以修改：
 - 点按侧边栏【输入】功能键设置每组参数的电压/电流/时间
 - 选中想要修改的电压/电流，直接使用旋钮修改参数

图 4-7 列表编辑



4.5.1.3 设置参数

列表正下方是序列测试的相关参数，下面对其——介绍。

【结束状态】:

功能键	功能
关闭	仪器序列测试结束后，立即关闭输出
最后一步	仪器序列测试结束后，停留在 LIST 最后一个步骤，输出仍打开

【运行方式】:

功能键	功能
单步	仪器完成一步运行后立即停止，等待输出再次打开时，运行下一步
连续	仪器自动一步一步向后运行

【循环次数】:

功能键	功能
输入次数	设置仪器序列测试的循环次数，输入范围：2~65535
关闭	即不循环，整个列表输出一遍后停止
无限	无限循环，输出不会自动关闭

【文件操作】:

功能键	功能
保存	保存当前序列号的数据到内部存储器中，下一次保存会覆盖上一次保存的数据
调用	调用内部存储器中存储的当前序列号的数据，会覆盖原来编辑的数据
删除	删除当前序列保存在内部存储器中的数据

【中断运行】:

功能键	功能
首步	序列测试时由于异常中断停止测试，再次打开输出时，默认从首步，即第一步开始执行
继续	序列测试时由于异常中断停止测试，再次打开输出时，默认从中断步骤开始执行

4.5.2 <序列测试>页

通过以上步骤编辑好要输出的序列后，直接按【ON/OFF】按键，自动切换到<序列测试>，同时输出打开，启动该序列的运行，<曲线>页面自动开始绘制趋势图。

在仪器输出过程中，可以点击底部功能框【曲线】跳转曲线页面，查看趋势图，其他页面则不能跳转。在此页面仍可修改部分参数：序列号、循环次数、运行状态，如图 4-8 <序列测试>页所示。如果想要再次修改数据，请关闭输出后，点击底部功能框【编辑】，切换到<序列编辑>页面修改。

图 4-8 <序列测试>页



提示:

通过触屏功能在 <序列测试> 页面选中步骤号，打开输出，即可从当前选中步骤开始运行。

设置【中断运行】为继续，在输出打开时，光标没有放在步骤号上，仪器则默认从中断步开始运行；

设置【中断运行】为首步，仪器永远从首步，即第一步开始运行。

表 4-5 各个选项的范围和含义

序号	功能
1	序列测试各步骤的数据显示区域
2	输出电压、电流、功率数据回读值区域
3	当前步骤测试状态
4	切换到<曲线>界面，查看趋势图
5	切换到<序列编辑>界面
6	序列号：选择序列测试组 循环次数：仪器在测试过程中循环次数会依次递减 运行方式：CONTINUE 连续运行，STEP 单步运行
7	列表查看区

4.5.3 <曲线>页

点击底栏【曲线】按钮，可进入此页面查看电压、电流、功率趋势图。

提示：

- <序列测试>、<序列编辑>、<曲线>三个页面均可启动列表输出
- 开启序列测试时仪器自动绘制曲线图
- 再次开启序列测试仪器重新绘制曲线图

图 4-9 <曲线>页面

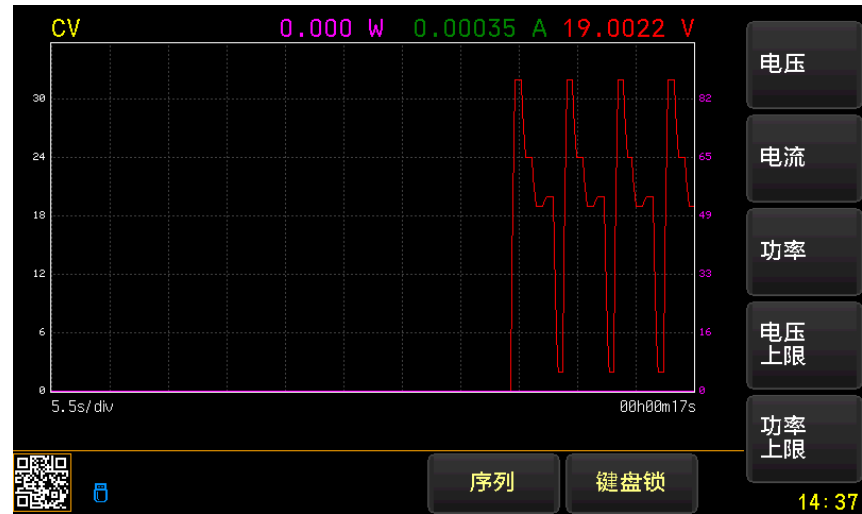


表 4-6 各个选项的范围和含义

序号	功能
1	当前步骤测试状态
2	输出电压、电流、功率数据回读值区域，对应曲线当前测量（即最右侧）的值
3	左侧 y 轴代表电压、电流值对应的数值
4	右侧 y 轴代表功率值对应的数值
5	X 轴每格代表的时间，5.5s/div 即每格 5.5s
6	列表运行时间
7	设置功率上限，即更改右侧 y 轴
8	设置电压上限，即更改左侧 y 轴
9	趋势图显示，默认三个全显示 例：点击【电压】，曲线图关闭显示电压曲线，仅显示电流、功率

点击测试，即可查看趋势图：

图 4-10 电压、电流、功率趋势图



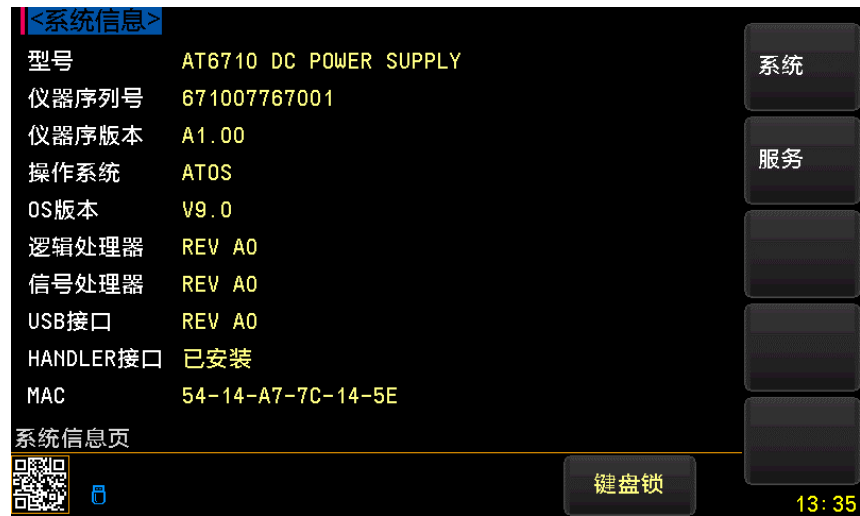
注：此时右旋旋钮，曲线向右移动，旋钮左旋，曲线向左移动，按下旋钮，曲线复位。
此时上方输出功率、电压、电流值也会随之更改，显示当前点的数值。

4.6 <系统信息>页

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 4-11 AT6710 <系统信息>页



注：侧边栏【服务】按键为计量时校准数据使用，对外不开放。

5. 远程控制



本章提供以下内容

- 关于 RS-232C
- 选择波特率.
- 关于 SCPI

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。

5.1 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）。最常用的 RS-232 信号如表所示：

表 5-1 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 还有最小子集，这也是仪器所采用的连接方式。

表 5-2 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

5.1.1 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。



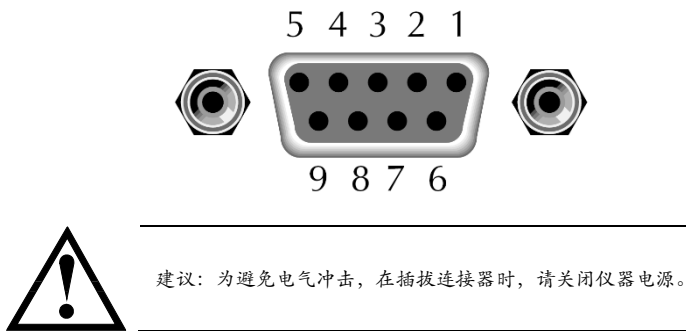
注意：仪器无法使用 null modem 电缆。

您可以直接制作或向安柏仪器公司购买 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 5-1 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

5.2 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：仪器在每接收到一个字符后，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：如果主机无法接收到仪器返回的数据，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>

5.3 SCPI 语言

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



参见：

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

5.4 局域网配置

LAN 是一种局域网连接方式，能够实现对仪器的远程控制。

进入<系统配置>页，使用功能键或者光标键选择【LAN】，点击切换到<局域网配置>页面。

图 5-2 局域网配置



表 5-3 各个选项的范围和含义

参数	说明
MAC 地址	物理地址，用于唯一识别设备
IP 地址	逻辑地址，用于在网络中定位和通信
端口	仪器与网络设备之间的连接点
网络掩码	用于划分网络地址和主机地址的分界线
网关	连接不同网络的设备，进行数据转发
DHCP	用于管理、分配 IP 地址，使网络环境中的主机动态的获得 IP 地址、Gateway 地址等信息，并能够提升地址的使用率。

通过远程通信 LAN 功能，您可以通过 LAN 口将仪器连接到局域网中，实现与其他设备的远程通信和数据交换。

使用方法如下：

- 确保仪器的 LAN 口与局域网中的交换机或路由器连接正常
- 在<局域网配置>页面中配置正确的 IP 地址、网络掩码和网关，确保与局域网内其他设备处于同一网络段
- 打开网络连接助手，协议类型选择 TCP Client，输入仪器的 IP 地址和端口号，点击连接后即可进行通讯。

提示：Window 电脑查询 IP 地址、网络掩码、网关等信息的方法：

1. 在按下【Windows】键的同时按下【R】，弹出输入框；
2. 在左下角的输入框中输入 cmd，按下【回车】键；
3. 在跳出的窗口中输入 ipconfig，即可查看。

6. SCPI 命令参考



本章包含编程 AT671x 系列的 SCPI 命令的参考信息。

- 命令解析器——了解命令解析器的一些规则。
- 命令和参数——命令行的书写规则
- 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。

6.1 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。

6.1.1 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。

6.1.2 符号约定和定义

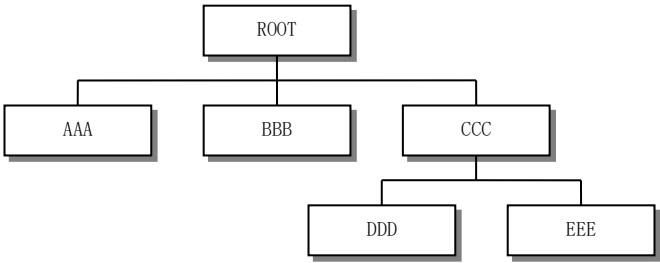
本章使用了一些符号，这些符号并不是命令树的一部分，只是为了能更好地对命令串的理解。

- <> 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。

6.1.3 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 6-1 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
```

6.2 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]
```

6.2.1 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。

6.2.2 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. `<Scilloat>`: 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 6-1 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。

6.2.3 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，或命令树重新启动。
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

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。

6.3 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

- FUNC 参数子系统
- SYST 系统子系统
- DISP 显示子系统
- FETCH? 获取结果子系统
- IDN? 查询子系统

6.4 FUNC 参数子系统

FUNC 参数子系统用来设置和回读输出电压，输出电流，过压保护值，过流保护值，ON/OFF

表 6-2 FUNC 命令树

FUNC 命令树	:VOLSET	<voltage>
	:CURSET	<current>
	:OVPSET	<ovp value>
	:TIMSET	<time>
	:DVMSET	<DVM Range>
	:DRMSTATE	<DRM State>

	:DRMSET	<DRM Range>
	:STATESET	{on,off}

6.4.1 FUNC:VOLSET

FUNC:VOLSET 用来设置输出电压

命令语法	FUNC:VOLSET <voltage>
参数	<voltage>:电压值
例如	发送> FUNC:VOLSET 9.0<NL> //设置电源输出电压 9.0V
查询语法	FUNC:VOL?
查询响应	输出电压设定值
例如	发送> FUNC:VOL?<NL> 返回> 9.000 V<NL>

6.4.2 FUNC:CURSET

FUNC:CURSET 用来设置输出电流

命令语法	FUNC:CURSET <current>
参数	<current>:电流值
例如	发送> FUNC:CURSET 1.0<NL> //设置电源输出电流 1.0A
查询语法	FUNC:CUR?
查询响应	输出电流设定值
例如	发送> FUNC:CUR?<NL> 返回> 1.000 A<NL>

6.4.3 FUNC:OVPSET

FUNC:OVPSET 用来设置过压保护值

命令语法	FUNC:OVPSET <ovp value>
参数	<ovp value>:过压保护值
例如	发送> FUNC:OVPSET 30.0<NL> //设置电源过压保护值为 30V
查询语法	FUNC:OVP?
查询响应	过压保护设定值
例如	发送> FUNC:OVP?<NL> 返回> 30.000 V<NL>

6.4.4 FUNC:TIMSET

FUNC:TIMSET 用来设置电源输出时间

命令语法	FUNC:TIMSET <time>
参数	<time>:时间:OFF, (0.01~99999.0) s
例如	发送> FUNC:TIMSET 1.0<NL> //设置电源输出时间 1.0s
查询语法	FUNC:TIM?
查询响应	输出时间设定值
例如	发送> FUNC:TIM?<NL> 返回> 1.0 s<NL>

6.4.5 FUNC:DVMSET

FUNC:DVMSET 用来设置电压表的量程

命令语法	FUNC:DVMSET <DVM Range>
参数	< DVM Range >:DVM 量程,0:auto, 1:low, 2:high
例如	发送> FUNC:DVMSET 0<NL> //设置电压表的量程为自动
查询语法	FUNC:DVM?
查询响应	当前电压表的量程
例如	发送> FUNC:DVM?<NL> 返回> auto<NL>

6.4.6 FUNC:DRMSTATE

FUNC:DRMSTATE 用来切换欧姆表和电压表

命令语法	FUNC:DRMSTATE <DRM State>
参数	<DRM State>:DRM 状态:on, off
例如	发送> FUNC: DRMSTATE on<NL> //打开欧姆表
查询语法	FUNC: DRM?
查询响应	当前欧姆表的状态和量程
例如	发送> FUNC:DRM?<NL> 返回> ON, 0.1W<NL>

6.4.7 FUNC:DRMSET

FUNC:DRMSET 用来设置欧姆表的量程

命令语法	FUNC:DRMSET <DRM Range>
参数	< DRM Range >:DRM 量程,0:0.1W, 1:1W, 2:10W
例如	发送> FUNC:DVMSET 0<NL> //设置欧姆表的量程为 0.1W,
查询语法	FUNC:DRM?
查询响应	当前欧姆表的状态和量程
例如	发送> FUNC:DRM?<NL> 返回> ON, 0.1W<NL>

6.4.8 FUNC:STATESET

FUNC:STATESET 用来设置电源输出的状态 ON/OFF (ON 状态电源才会输出电压)

命令语法	FUNC:STATESET {on,off}
参数	on: 输出打开 off: 输出关闭
例如	发送> FUNC:STATESET off<NL> //输出关闭
查询语法	FUNC:STATE?
查询响应	输出状态设定
例如	发送> FUNC:STATE?<NL> 返回> ON<NL>

6.5 SYST 系统子系统

SYST 系统子系统用来设置限制电压值以及触发模式

表 6-2 FUNC 命令树

SYST 命令树	:LIMITSET	<voltage>
	:TRIGSET	<trig mode>

6.5.1 SYST:TRIGSET

SYST:TRIGSET 用来设置电源输出的触发模式

命令语法	SYST:TRIGSET <trig mode>
参数	<trig mode>:触发模式
例如	发送> SYST:TRIGSET MANU<NL> //设置电源输出的触发模式为手动
查询语法	SYST:TRIG?
查询响应	当前触发模式
例如	发送> SYST:TRIG?<NL> 返回> MANUAL<NL>

6.5.2 SYST:LIMITSET

SYST:LIMITSET 用来设置限制电压值

命令语法	SYST:LIMITSET <volt>
参数	<volt>:电压值: OFF, value
例如	发送> SYST: LIMITSET 1<NL> //设置限制电压值为 1v
查询语法	SYST:LIMIT?
查询响应	当前限制电压为
例如	发送> SYST: LIMIT?<NL> 返回> 1.000<NL>

6.6 DISP 显示子系统

DISP 显示子系统用来设置当前显示的页面以及页面下方提醒信息。

表 6-2 FUNC 命令树

DISP 命令树	:PAGE	<page name>
	:LINE	<reminder>

6.6.1 DISP:PAGE

DISP:PAGE 用来设置限制电压值

命令语法	DISP:PAGE < page name >
参数	< page name >:页面名称 测量显示页面: measurement/meas

	设置页面: setup/set 系统配置页面: system/syst 文件页面: file 列表运行页面: listrun/list 列表编辑页面: listedit/edit 曲线页面: graph 系统信息页面: systeminfo/info
例如	发送> DISP: PAGE SET<NL> 显示设置页面
查询语法	DISP: PAGE?
查询响应	当前显示页面
例如	发送> DISP: PAGE?<NL> 返回> setup page<NL>

6.6.2 DISP:LINE

DISP:LINE 用来设置限制电压值

命令语法	DISP:LINE <reminder>
参数	<reminder>: 页面下方想提醒的信息
例如	发送> DISP: LINE hello<NL>

6.7 FETCH? 子系统

FETCH? 子系统用来获取电源当前测量值以及测试状态

表 6-3 FETCH? 命令树

FETCH?	
查询语法	FETCH?
查询响应	<vol>,<cur>,<working state>
例如	发送> FETCH?<NL> 接收> 8.800V,0.500A,CC<NL> //电压电流当前测试值为 8.8V, 0.5A 工作状态为定电流

6.8 IDN? 子系统

IDN? 子系统用来返回仪器的版本号

表 6-3 IDN? 命令树

IDN?	
查询语法	IDN?
查询响应	<MODEL>,<Revision>,<SN>,<Manufacturer>
例如	发送> IDN?<NL> 接收> AT6710,REV A1.00,671007767001,Applent Instrument<NL>

7.Modbus(RTU)通讯协议



- 本章包含以下几方面内容。
- 数据格式——了解 Modbus 通讯格式
 - 功能——命令行的书写规则
 - 变量区域
 - 功能码

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。

7.1 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。

7.1.1 命令解析规则

图 9-7 Modbus 指令帧



表 9-7-1 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 CyclicRedundancy 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

7.1.2 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 9-7-1 Modbus 附加 CRC-16 值

从站地址	功能代码	数据	CRC-16	
			Low H'34	Heigh H'12
1	1		2字节	

CRC-16计算范围

7.1.3 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 9-7-2 正常响应帧

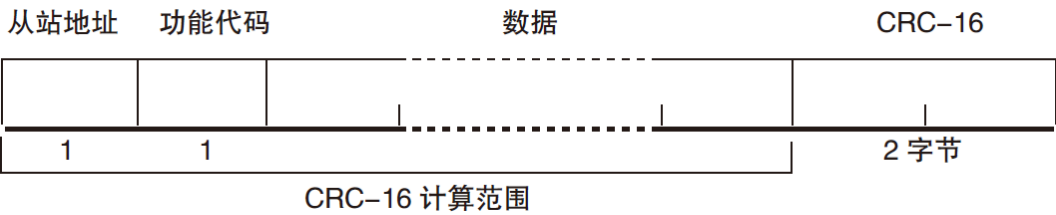


图 9-7-3 异常响应帧

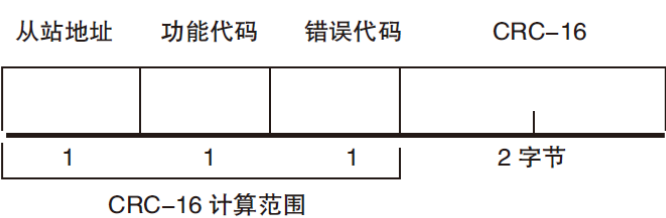


表 9-7-2 异常响应帧说明

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 CyclicRedundancy 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

7.1.4 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。

7.1.5 错误码

表 9-7-3 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

7.2 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 9-7-4 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

7.3 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：

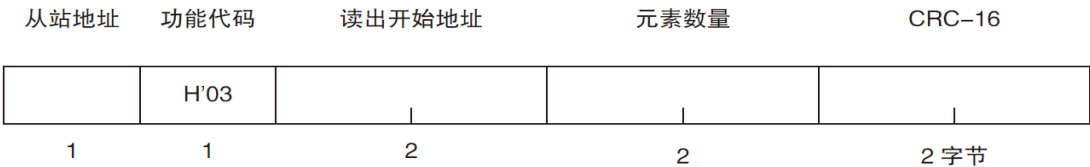
仪器支持以下几种数值：

- 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。

7.4 读出多个寄存器

图 9-7-4 读出多个寄存器（0x03）



读出多个寄存器的功能码是 0x03.

表 9-7-5 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 9-7-5 读出多个寄存器 (0x03) 响应帧



7.5 写入多个寄存器

图 9-7-6 写入多个寄存器 (0x10)

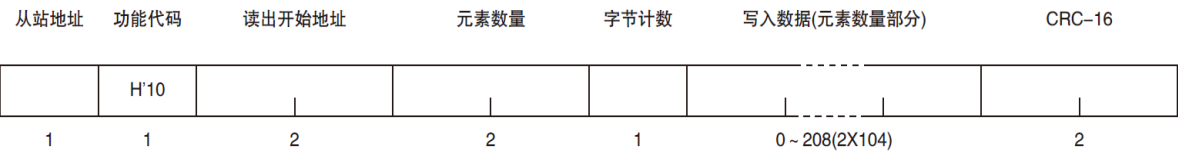
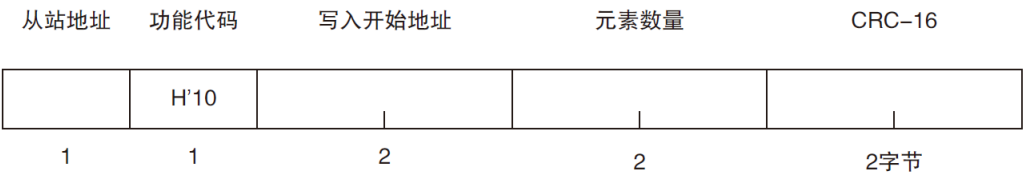


表 9-7-6 写入多个寄存器

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 x2
CRC-16	校验码	

图 9-7-7 写入多个寄存器 (0x03) 响应帧



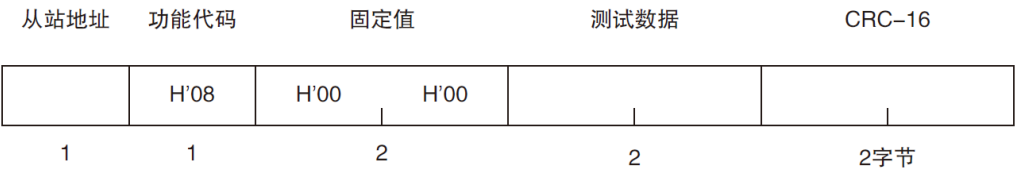
名称	名称	说明
	从站地址	原样返回
0x10 或 0x90	功能码	无异常: 0x10 错误码: 0x90
	起始地址	
	寄存器数量	
	CRC-16 校验码	

7.6 回波测试

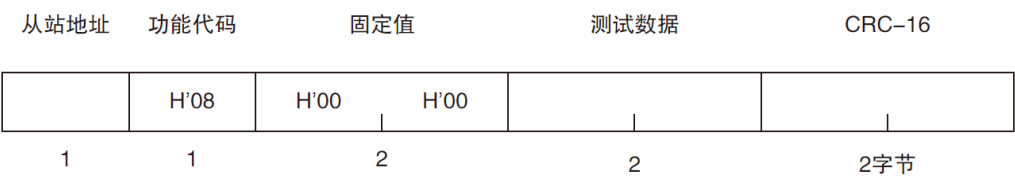
回波测试功能码 0x08，用于调试 Modbus。

图 9-7-8 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)

8.Modbus(RTU)指令集



本章您将了解到以下内容：

- 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。

8.1 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 10-8-1 寄存器总览

寄存器地址	名称	数值	说明
2000	测试电压寄存器	4 字节浮点数	只读寄存器，数据占用 2 个寄存器
2002	测试电流寄存器	4 字节浮点数	只读寄存器，数据占用 2 个寄存器
2004	测试状态寄存器	2 字节整数	只读寄存器，数据占用 1 个寄存器
2100	设定测试电压寄存器	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
2102	设定测试电流寄存器	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
2104	设定过压保护电压寄存器	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
2106	设定限制电压寄存器	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
2108	设定测试时间寄存器	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
210A	设定触发模式	2 字节整数	读写寄存器，数据占用 1 个寄存器
210B	设定 DVM 量程寄存器	2 字节整数	读写寄存器，数据占用 1 个寄存器
210C	设定 DRM 状态寄存器	2 字节整数	读写寄存器，数据占用 1 个寄存器
210D	设置 DRM 量程寄存器	2 字节整数	读写寄存器，数据占用 1 个寄存器
3000	设定测试开关寄存器 (ON/OFF)	2 字节整数	读写寄存器，数据占用 1 个寄存器

8.2 获取测试数据

8.2.1 读取测试电压

发送

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

响应

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

其中 40 9F 4E EF 是测试电压值，表示 4.978385V，仪器显示成 4.98V

8.2.2 读取测试电流

发送

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

响应

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	3F	7F	E4	82	0C	9E
从站	读	字节	单精度浮点数				CRC-16	

其中 3F 7F E4 82 是测试电流值，代表 0.999581A，仪器显示成 1.000A

8.2.3 读取测试状态

仪器共有 5 种状态：OFF/CV/CC/OVP/OTP

发送

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

响应

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

其中 00 02 是仪器当前状态，代表 CC，仪器测试页面右侧有显示

OFF=0,CV=1,CC=2,OVP=3,OTP=4

8.2.4 设定测试电压

读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	21	00	00	02	CE	37
从站	读	寄存器		寄存器数量		校验码	

响应

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	40	A0	00	00	EF	D1

从站	读	字节	单精度浮点数	CRC-16
----	---	----	--------	--------

其中 40 A0 00 00 是单精度设定电压值，换算成十进制就是 5.00V

写入（将测试电压更改为 20.5V）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	21	00	00	02	04	41	A4	00	00	32	21
从站	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	21	00	00	02	4B	F4
从站	写	寄存器		寄存器数量		CRC-16	

8.2.5 设定测试电流

读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	21	02	00	02	6F	F7
从站	读	寄存器		寄存器数量		校验码	

响应

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

其中 40 A0 00 00 是单精度设定电流值，换算成十进制就是 5.000A

写入（将测试电流更改为 5A）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	21	02	00	02	04	40	A0	00	00	F3	C5
从站	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	21	02	00	02	EA	34
从站	写	寄存器		寄存器数量		CRC-16	

8.2.6 设定过压保护电压

读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	21	04	00	02	8F	F6
从站	读	寄存器		寄存器数量		校验码	

响应

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	00	00	00	00	FA	33
从站	读	字节	单精度浮点数				CRC-16	

其中 00 00 00 00 是单精度设定过压保护值，换算成十进制就是 0，即关闭过压保护

写入（将过压保护电压更改为 30V）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	21	04	00	02	04	41	F0	00	00	72	02
从站	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	21	04	00	02	0A	35
从站	写	寄存器		寄存器数量		CRC-16	

8.2.7 设定限制电压值

读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	21	06	00	02	2E	36
从站	读	寄存器		寄存器数量		校验码	

响应

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	42	00	66	66	45	C1
从站	读	字节	单精度浮点数				CRC-16	

其中 42 00 66 66 是单精度设定电压值，换算成十进制就是 32.1V

写入（将限制电压值 30V）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	21	06	00	02	04	41	F0	00	00	F3	DB
从站	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	21	06	00	02	AB	F5
从站	写	寄存器		寄存器数量		CRC-16	

8.2.8 设定电源输出时间

读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	21	08	00	02	4F	F5
从站	读	寄存器		寄存器数量		校验码	

响应

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	49	74	24	00	B7	75
从站	读	字节	单精度浮点数				CRC-16	

其中 49 74 24 00 是单精度设定时间值，换算成十进制就是 1000000；

设定时间范围为 0.1-99999 s，1000000 表示关闭定时器。

写入（将时间更改为 5 s）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	21	08	00	02	04	40	A0	00	00	73	BA
从站	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	21	08	00	02	CA	36
从站	写	寄存器		寄存器数量		CRC-16	

8.2.9 设定触发模式

读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	21	0A	00	01	AE	34
从站	读	寄存器		寄存器数量		校验码	

响应

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

响应数据是 00 00 表示触发模式是 MANU ,00 01 表示 BUS

更改触发模式（BUS）

写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	21	0A	00	01	02	00	01	56	38
从站	写	寄存器		寄存器数量		字节	数据		CRC-16	

响应

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	21	0A	00	01	2B	F7
从站	写	寄存器地址		数据		CRC-16	

8.2.10 设定电压表量程

读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	21	0B	00	01	FF	F4
从站	读	寄存器		寄存器数量		校验码	

响应

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

响应数据是 00 00 表示电压表量程为 AUTO , 00 01 表示 LOW, 00 02 表示 HIGH

设置电压表量程为 HIGH

写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	21	0B	00	01	02	00	02	17	E8
从站	写	寄存器		寄存器数量		字节	数据		CRC-16	

响应

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	21	0B	00	01	7A	37
从站	写	寄存器地址		数据		CRC-16	

8.2.11 设定 DRM 状态寄存器

读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	21	0C	00	01	4E	35
从站	读	寄存器		寄存器数量		校验码	

响应

1	2	3	4	5	6	7
01	03	02	00	01	79	84
从站	读	字节	数据		CRC-16	

响应数据是 00 00 表示触发模式是电压表 ,00 01 表示欧姆表

打开欧姆表

写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	21	0C	00	01	02	00	01	56	5E
从站	写	寄存器		寄存器数量		字节	数据		CRC-16	

响应

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	21	0C	00	01	CB	F6
从站	写	寄存器地址		数据		CRC-16	

8.2.12 设定欧姆表量程

读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	21	0D	00	01	1F	F5
从站	读	寄存器		寄存器数量		校验码	

响应

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

响应数据是 00 00 表示欧姆表量程为 0.1W，00 01 表示 1W，00 02 表示 10W

设置欧姆表量程为 10W

写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	21	0D	00	01	02	00	02	17	8E
从站	写	寄存器		寄存器数量		字节	数据		CRC-16	

响应

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	21	0D	00	01	9A	36
从站	写	寄存器地址		数据		CRC-16	

8.2.13 设定测试开关寄存器

读取

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

响应

1	2	3	4	5	6	7
01	03	02	00	01	79	84
从站	读	字节	数据		CRC-16	

响应数据是 00 00 表示测试开关是 OFF ,00 01 表示 ON

更改测试开关 (ON)

写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	30	00	00	01	02	00	01	57	93
从站	写	寄存器		寄存器数量		字节	数据		CRC-16	

响应

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	30	00	00	01	0E	C9
从站	写	寄存器地址		数据		CRC-16	

9.规格



本章您将了解到以下内容：

- 技术指标
- 一般规格
- 环境要求
- 外形尺寸

9.1 技术规格

本章将介绍 AT671x 系列 电源的额定电压、额定电流、额定功率等主要技术参数和电源的使用存储环境、温度。

电源参数		AT6710	AT6711
直流输出范围	电压	0~32V	0~30V
	电流	0~3A	0~5A
	功率	96W	150W
电源调节率	电压	<0.01%+1mV	<0.01%+1mV
	电流	<0.05%+1mA	<0.05%+1mA
负载调节率	电压	<0.01%+2mV	<0.01%+2mV
	电流	<0.05%+0.1mA	<0.05%+1.5mA
设定值分辨率	电压	1mV	1mV
	电流	0.1mA	0.1mA
设定值精确度	电压	±0.03%+3mV	±0.03%+3mV
	电流	±0.05%+2mV	±0.05%+2.5mV
回读值分辨率	电压	0.1mV	0.1mV
	电流	0.01mA	0.01mA
回读值精确度	电压	±0.02%+3mV	±0.02%+3mV
	电流	±0.05%+2mV	±0.05%+2.5mV
瞬态响应（典型值）			
负载变化 50%-100%Load 恢复到 75mV 以内的时间		<200us	<200us
设置变化电压上升 设置电压从 0%到 100%, 电压变化从 10%到 90%的时间		<20ms	<20ms
设置变化电压下降 设置电压从 100%到 0%, 电压变化从 10%到 90%的时间		<150ms	<250ms
过压保护	范围	1-35V	1-29V
	精度	±(设定值*0.5%+0.5V)	±(设定值*0.5%+0.5V)
	响应时间	<10ms	<10ms

DVM(DC)	
显示值精确度	$\pm 0.02\% + 10\text{mV}$
显示值分辨率	<10V 时, 0.1mV >10V 时, 1mV
输入差模电压范围	0-40Vpk
输入差模电压范围	0-30Vpk
共模抑制比	<0.1%

以上数据在以下条件下测得：

- 温度条件：23°C±5°C
- 湿度条件：≤65% R.H.
- 预热时间：>60 分钟
- 校准时间：12 个月
- AT671x 系列 技术规格，包含了仪器的基本技术指标和仪器测试允许的范围。这些规格都是在仪器出厂时所能达到的。

9.2 一般规格

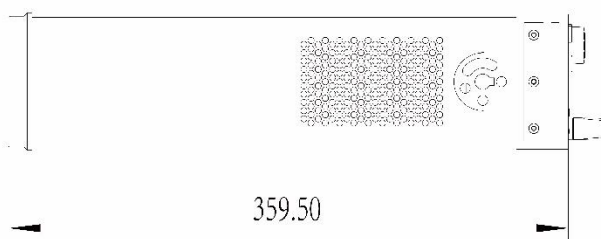
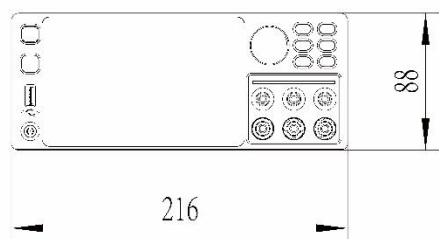
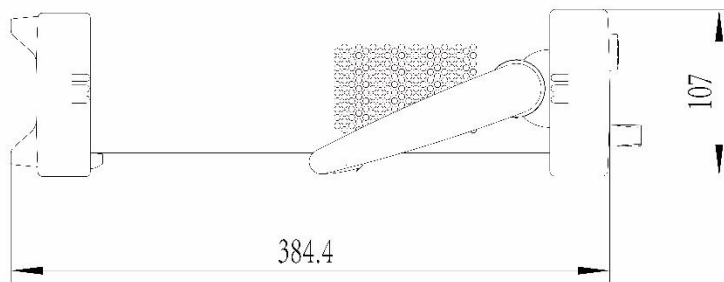
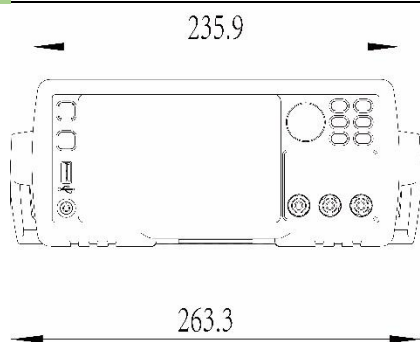
屏幕：	TFT-LCD 真彩显示，荧屏尺寸 5 英寸
接口：	RS232 接口 RS485 接口 LAN 接口 USB 接口
编程语言：	SCPI 和 Modbus (RTU)
辅助功能：	键盘锁 截屏

9.3 环境要求

环境：	指标：温度 18°C~28°C 湿度 <65%RH 操作：温度 10°C~40°C 湿度 10~80%RH 存储：温度 0°C~50°C 湿度 10~90%RH
电源：	100V-120VAC 或 200V-240VAC
保险丝：	250V 2.5A
功率：	最大 96VA
重量：	约 7.2kg

9.4 外形尺寸

(示意图)



-AT671x 系列使用说明书-

简体中文版

©2005-2020 版权所有：常州安柏精密仪器有限公司

Applent 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有限公司的商标或注册商标。
