

用户手册

User's Guide

Rev.A1

固件说明:

适用于主程序 RevA1.0 及以上的版本

AT6720

直流程控电源



是常州安柏精密仪器有限公司的商标或注册商标。

常州安柏精密仪器有限公司

Applent Instruments Ltd.

江苏省常州市武进区漕溪路 9 号联东 U 谷 14 栋

电话: 0519-88805550

传真: 0519-86922220

<http://www.anbai.cn>

销售服务电子邮件: sales@applent.com



技术支持电子邮件: tech@applent.com

©2005-2021 Applent Instruments.

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： **Applent**,  **Applent Technologies**, 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。贰年后直到仪表终生，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。

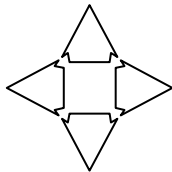
中华人民共和国
江苏省
常州安柏精密仪器有限公司
二〇一四年五月
Rev. C0

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	6
1.1 装箱清单	6
1.2 电源要求	6
1.3 操作环境	6
1.4 清洗	6
2. 概述	7
2.1 引言	7
2.2 工作原理和输出范围	7
2.3 保护模式	8
2.3.1 过压保护 OVP	8
2.3.2 过流保护 OCP	8
2.3.3 过热保护 OHP	8
2.3.4 反向保护 RVP	8
2.3.5 供电保护 ACP	8
2.4 注意事项	8
2.4.1 浪涌电流	8
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 前面板	10
3.2 后面板	11
4. 页面介绍	12
4.1 <测试>页	12
4.2 <设置>页	13
4.3 <系统>页	14
5. 远程控制	15
5.1 关于 RS-232C	15
5.2 选择波特率	16
5.3 SCPI 语言	16
6. SCPI 命令参考	17
6.1 命令串解析	17
6.1.1 命令解析规则	17
6.1.2 符号约定和定义	17
6.1.3 命令树结构	17
6.2 命令和参数	18

6.2.1	命令	18
6.2.2	参数	18
6.2.3	分隔符	19
6.3	命令参考	19
6.4	FUNC 参数子系统	19
6.4.1	FUNC:VOLSET	19
6.4.2	FUNC:CURSET	20
6.4.3	FUNC:OVPSET	20
6.4.4	FUNC:OCPSET	20
6.4.5	FUNC:STATESET	20
6.5	FETCH? 子系统	21
6.6	IDN? 子系统	21
7.	MODBUS(RTU)通讯协议	22
7.1	数据格式	22
7.1.1	命令解析规则	22
7.1.2	CRC-16 计算方法	23
7.1.3	响应帧	24
7.1.4	无响应	24
7.1.5	错误码	24
7.2	功能码	25
7.3	寄存器	25
7.4	读出多个寄存器	25
7.5	写入多个寄存器	26
7.6	回波测试	27
8.	MODBUS(RTU)指令集	28
8.1	寄存器总览	28
8.2	获取测试数据	28
8.2.1	读取测试电压	28
8.2.2	读取测试电流	29
8.2.3	读取测试状态 (OFF/CV/CC/OVP/OCP/OHP/RVP/ACP)	29
8.2.4	设定测试电压	29
8.2.5	设定测试电流	30
8.2.6	设定过压保护电压	30
8.2.7	设定过压保护电流	31
8.2.8	设定测试开关寄存器 (ON/OFF)	31
9.	规格	33
9.1	技术指标	33
9.2	一般规格	33
9.3	环境要求	34
9.4	外形尺寸	34

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 AT6720 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。

1.2 电源要求

AT6720 只能在以下电源条件使用：电压：100V-120VAC 或 200V-240VAC

频率：50/60Hz

AT6720 采用了 110V/220V 可自动判别的设计，避免传统外置 110V/220V 转换开关在拨错的情况下损坏仪器。然而为了避免使用过程中的不确定因素，在仪器的隐藏界面需要人为设置当前电压是 110V 还是 220V，使仪器再增加一重判别，更加确保使用的安全性。出厂默认设置 220V（也可以在购买时标注 110V），如果改变供电电压，开机后仪器会判别并提示，此时需进入系统服务界面更改设置，请联系安柏技术人员提供指导。



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

AT6720 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

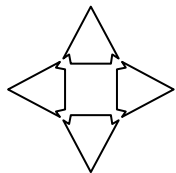
1.4 清洗

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

2.1 引言

感谢您购买 AT6720 直流程控电源。

AT6720 直流程控电源采用高性能微处理器控制，液晶屏显示，体积小，重量轻，操作界面简单。

您可以使用AT6720的通讯接口来编辑测试设置，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。

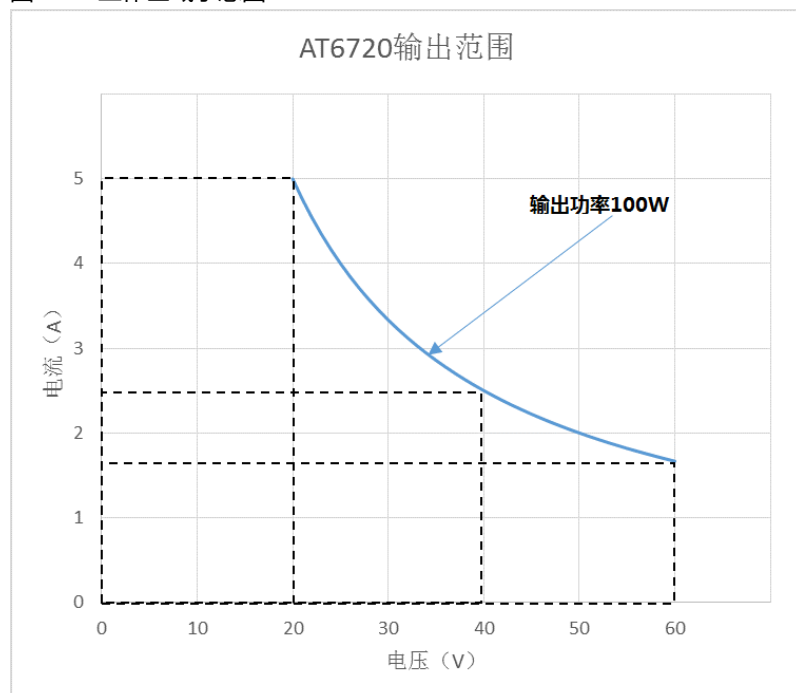
2.2 工作原理和输出范围

AT6720采用宽范围设计，一台可以替代60V*1.6A，32V*3A，20V*5A三种机型。

采用了前级开关电源加后级线性调整的设计，兼顾了效率，精度，可靠性，小体积。

AT6720的额定输出为100W，60V，5A。如下图所示

图 2-3 工作区域示意图



AT6720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：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

AT6720 在以下五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，此时可以在设置界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 AT6720 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 过流保护 OCP

保护时屏幕会显示 OCP。

过流保护可以设定，比如负载超过 3A 会损坏，此时可以在设置界面的过流保护设定为 3A，那么仪器的设定值只能在 0A 到 3A 之间，这样避免在调节电流时误操作导致损坏负载。

有一种情况可能导致该保护触发。当负载有电流峰值或脉冲时，最大显示电流可能会超过设定值 0.05A，比如过流保护和电流设置都是 3A，负载的脉冲使得 AT6720 的电流表测量值大于了 3.1A，仪器会提示 OCP，仪器会关闭输出，讯响持续 3 秒。可以选择将过流保护设定值加大一点。

2.3.3 过热保护 OHP

保护时屏幕会显示 OHP。

仪器内部发热器件旁有温度采集电路，若温度超过了 80 度，仪器会提示 OHP，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

2.3.4 反向保护 RVP

保护时屏幕会显示 RVP。

有一种情况可能导致该保护触发。用于电池充电时，如果正负极接错（此时对仪器内部元器件的损害已经发生！RVP 仅是提示，所以不允许接错！），仪器测试到负电压，仪器会提示 RVP。仪器会关闭输出，讯响持续 3 秒。

2.3.5 供电保护 ACP

保护时屏幕会显示 ACP。

仪器内部采样供电电压，AT6720 的工作电压为 100V-120VAC 或 200V-240VAC，传统的 110/220 转换开关 AT6720 上改为仪器自动判别，但是硬件还是有极小概率会损坏，所以隐藏界面里有用户设置 110/220 选择，用作供电保护的判断。如果用户设置和仪器自动判别不一致，会触发该保护。仪器会提示 ACP。仪器会关闭输出，讯响持续 3 秒。

2.4 注意事项

2.4.1 浪涌电流

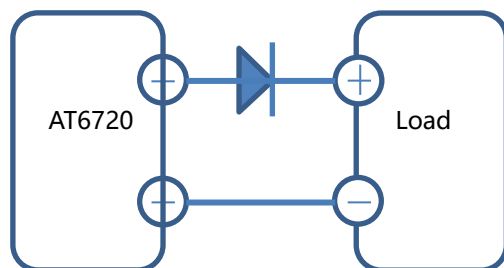
当 AT6720 开机时，会产生浪涌电流。首次开机时确保电源有足够的电力供应，特别是同时打开多个设备。

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。

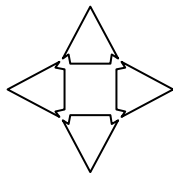
确保二极管的散热能够承受持续电流产生的热量。

2.4.3 接地

AT6720 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，AT6720 的供电插座接地必须做好，避免触电。

AT6720 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 前面板

图 3-1 前面板

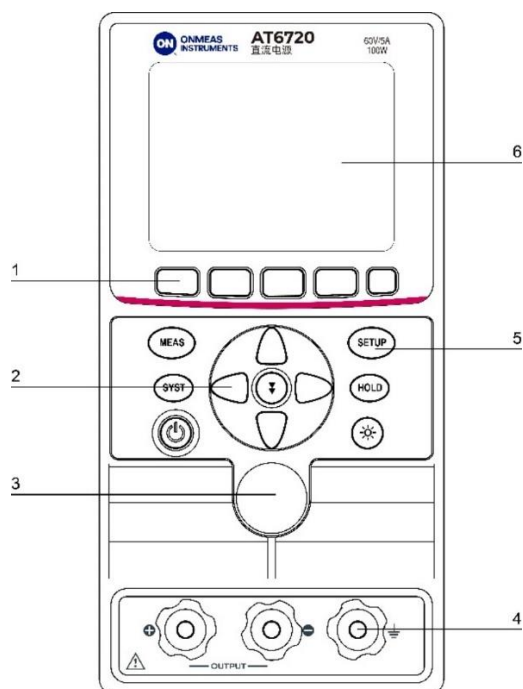


表 3-1 前面板功能描述

序号	功能
1	功能软键
2	方向键
3	旋钮
4	电源输出和接地端口
5	功能键 MEAS——进入测试界面，只有该界面会输出电压 SETUP——进入设置界面 SYST——进入系统界面 HOLD——键锁/关闭设置输入窗口（方向键中间键也可以关闭设置输入窗口） 电源开关按键 屏幕亮度调节按键
6	TFT-LCD 显示屏

3.2 后面板

图 3-2 后面板

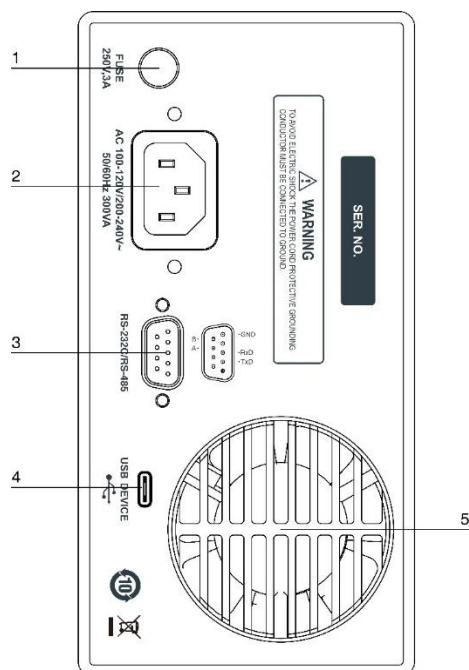
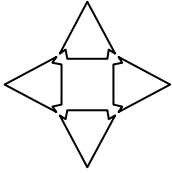


表 3-2 后面板功能描述

序号	功能
1	保险丝
2	110V/220V 交流电源输入
3	RS232/485 通讯端口
4	Type-C 接口
5	风扇

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	输出状态和报警信息
3	输出电流回读值
4	输出电压设定值
5	输出电流设定值
6	如需改变电压设定值，按正下方功能键
7	如需改变电流设定值，按正下方功能键
8	如需打开或关闭输出，按正下方功能键

4.2 <设置>页

图 4-2 <设置>页



表 4-2 各个选项的范围和含义

参数	英文	取值范围
电压	Voltage	输出电压设定值
电流	Current	输出电流设定值
功率显示	P Disp	关闭时，测量页面显示电压和电流回读值 打开时，测量页面显示电压，电流，功率回读值
设置保存	HOLD	手动时，测量页面改变设定值后，按 HOLD 键才能锁定设定值 自动时，测量页面改变设定值后，5 秒后，自动锁定设定值
过压保护	OVP	过压保护电压设定值
过流保护	OCP	过流保护电压设定值
电压归零	VOL-ZERO	当对小电压的精度有较高要求时，可按照提示进行电压归零，修正仪器的零点漂移

输出电压设定值小于过压保护设定值。

如果过压保护为 50V，输出电压设置范围锁定在 0~50V。

如果输出电压设定值为 50V，改变过压保护值为 40V，输出超过保护电压值时会提示 OVP，此时需要改变输出电压设定值。

输出电流设定值小于过流保护设定值。

如果过流保护为 5A，输出电流设置范围锁定在 0~5A。

如果输出电流设定值为 5A，改变过流保护值为 4A，输出超过保护电流值时会提示 OCP，此时需要改变输出电流设定值。

4.3 <系统>页

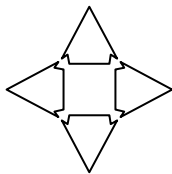
图 4-3 <系统>页



表 4-3 各个选项的范围和含义

参数	英文	说明
LANGUAGE	LANGUAGE	语言设定
文件	FILE	自动保存: 所有设定, 在正常关机时会保存 忽略: 所有设定, 在正常关机时不保存 立即保存: 所有设定, 立即保存
通讯模式	MODE	RS232 RS485 USB
波特率	BAUD	9600 38400 57600 115200
通讯协议	Protocol	SCPI MODBUS
地址	ADDRESS	0~30, 用 MODBUS 协议通讯时可配置

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

5.1 关于 RS-232C

您可以连接到一个控制器（如 PC 和 PLC）的 RS-232 接口使用 Applent RS- 232 DB-9 串口通讯线，串口使用发送（TXD），接收（RXD）和信号地（GND）线的 RS-232 标准。未使用硬件握手 CTS 和 RTS 线。



注意：

仅能使用 Applent 的（非调制解调器）DB -9 电缆。
电缆长度不应超过 2 米。

图 7-1 仪器上的 RS-232 连接端口

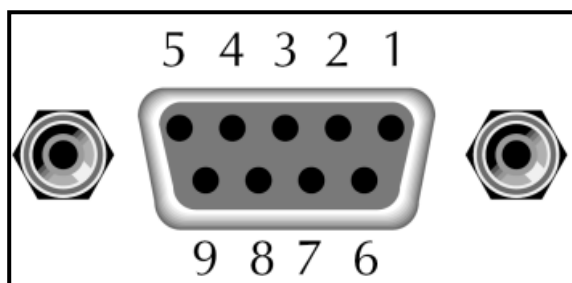


表 5-1 RS-232 连接器引脚

NAME	DB-25	DB-9	NOTE
DCD	8	1	NC
RXD	3	2	数据发送端
TXD	2	3	数据接收端
DTR	20	4	NC
GND	7	5	地线
DSR	6	6	NC
RTS	4	7	NC
CTS	5	8	NC

- 确保控制器正确连接到 AT6720，然后参照下节配置。
- AT6720 的 DB-9 接口，8 脚 9 脚可用于 485 通讯，参照仪器后面板。

5.2 选择波特率

在你能够通过内置的 RS-232 控制器发送 RS-232 命令控制仪器 AT6720 前，你必须配置 RS-232 的波特率。

RS-232 的配置

RS-232 的配置如下：

数据位： 8-bit

停止位： 1-bit

校验位： 无

设置波特率

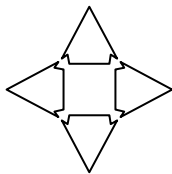
- Step 1. 请按[SYST] 键
- Step 2. 使用光标键选择【波特率】 / 【BAUD】
- Step 3. 使用功能键选择波特率

功能键	功能
9600	
38400	
57600	
115200	推荐

5.3 SCPI 语言

完全支持可编程仪器的标准命令（SCPI）

6. SCPI 命令参考



本章包含编程 AT6720 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

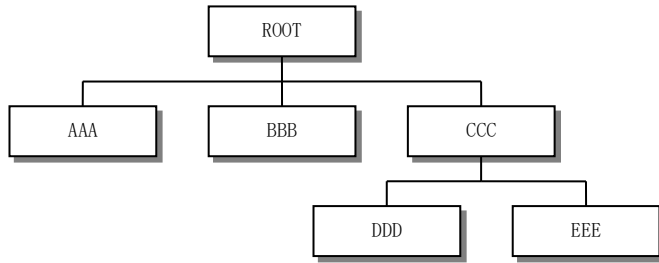
本章使用了一些符号，这些符号并不是命令树的一部分，只是为了能更好的对命令串的理解。

- ◊ 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。

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. `<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 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
- 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>
	:OCPSET	<ocp value>
	: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<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> 1.0000<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 50.0<NL> //设置电源过压保护值为 50V
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> 50.000<NL>

6.4.4 FUNC:OCPSET

FUNC:OCPSET 用来设置过流保护值

命令语法	FUNC:OCPSET <ocp value>
参数	<ocp value>: 过流保护值
例如	发送> FUNC:OCPSET 5.0<NL> //设置电源过流保护值为 5A
查询语法	FUNC:OCP?
查询响应	过流保护设定值
例如	发送> FUNC:OCP?<NL> 返回> 5.0000<NL>

6.4.5 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 FETCH? 子系统

FETCH? 子系统用来获取电源当前测量值

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> 8.8e+00,5.0e-01,CC<NL> //电压电流当前测试值为 8.8V, 0.5A 工作状态为定电流

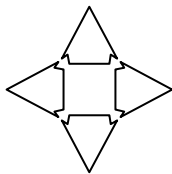
6.6 IDN? 子系统

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> AT6720,REV A1.0,000000,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

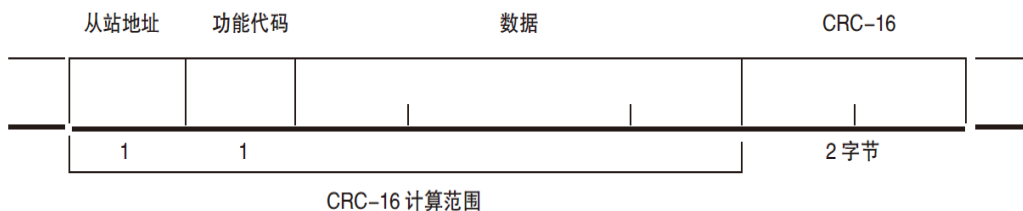


表 9-1 指令帧说明

	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
```

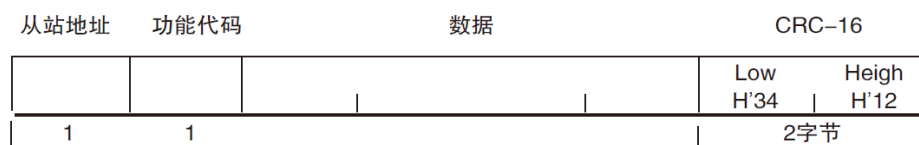
参见：



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 9-1 Modbus 附加 CRC-16 值



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 9-2 正常响应帧

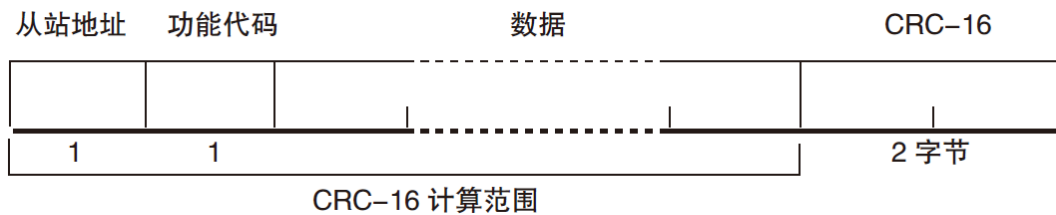


图 9-3 异常响应帧

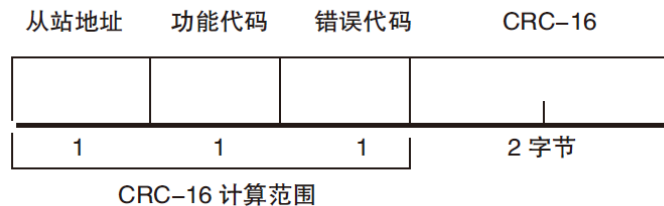


表 9-2 异常响应帧说明

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 9-3 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 9-4 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：

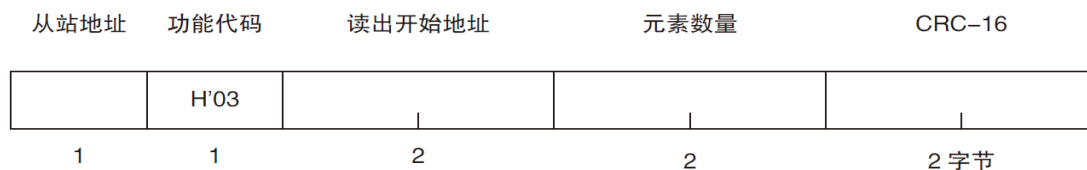
仪器支持以下几种数值：

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 9-4 读出多个寄存器 (0x03)

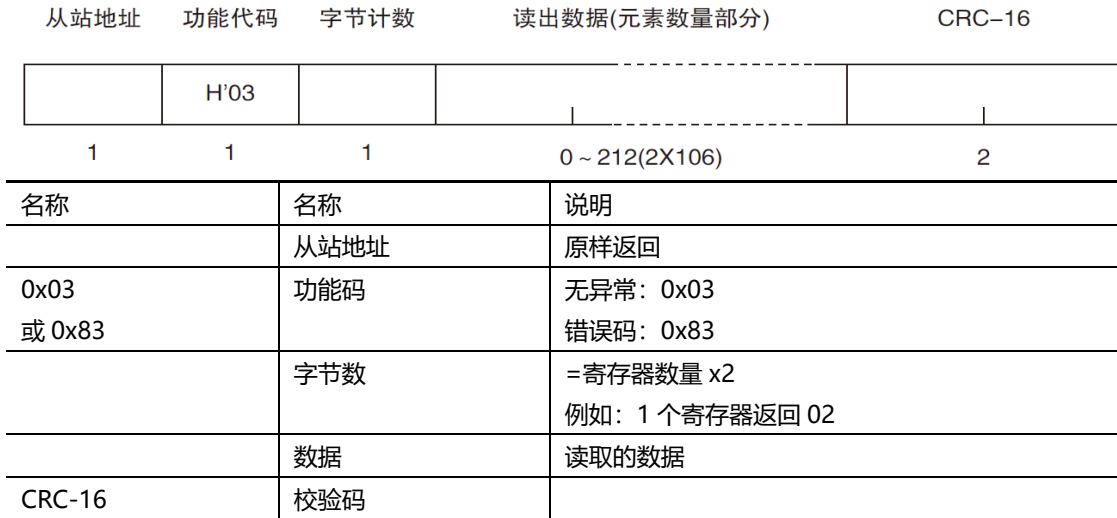


读出多个寄存器的功能码是 0x03.

表 9-5 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 9-5 读出多个寄存器 (0x03) 响应帧



7.5 写入多个寄存器

图 9-6 写入多个寄存器 (0x10)

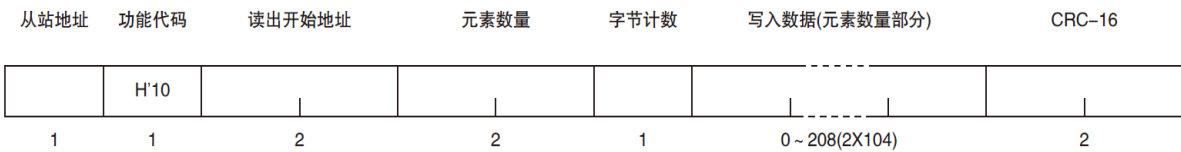


表 9-6 写入多个寄存器

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 写入多个寄存器 (0x03) 响应帧

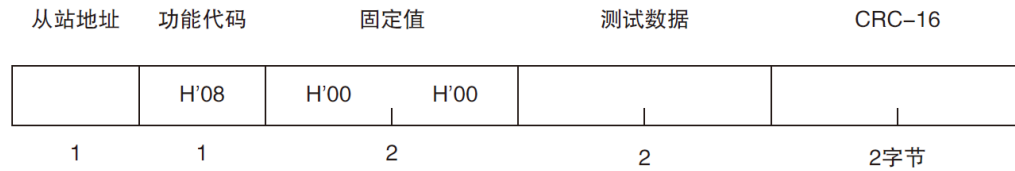


7.6 回波测试

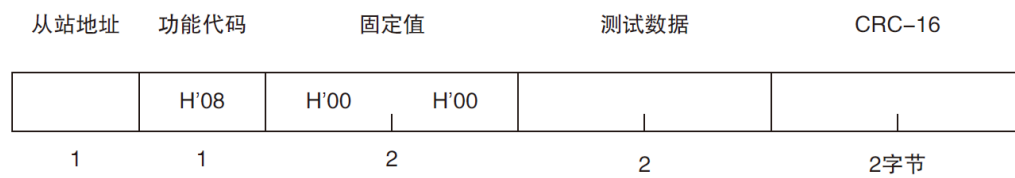
回波测试功能码 0x08, 用于调试 Modbus。

图 9-8 回波测试 (0x08)

指令帧



响应帧



名称	名称	说明
0x08	从站地址	原样返回
	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:

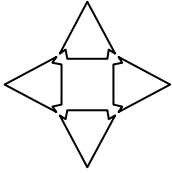
指令:

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 10-1 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	设定过流保护电压寄存器	4 字节浮点数	读写寄存器，数据占用 2 个寄存器
2108	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 (OFF/CV/CC/OVP/OCP/OHP/RVP/ACP)

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，仪器测试界面右侧有显示

OFF=0,CV=1,CC=2,OVP=3,OCP=4,OHP=5,RVP=6,ACP=7

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	42	74	00	00	AE	51
从站	读	字节	单精度浮点数				CRC-16	

其中 42 74 00 00 是单精度设定过压保护值，换算成十进制就是 61V

写入 (将过压保护电压更改为 50V)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	21	04	00	02	04	42	48	00	00	F2	63
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 设定过压保护电流

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	40	A3	33	33	4B	34
从站	读	字节	单精度浮点数				CRC-16	

其中 40 A3 33 33 是单精度设定电流值, 换算成十进制就是 5.100A

写入 (将过流保护电流更改为 5.000A)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	21	06	00	02	04	40	A0	00	00	F2	36
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 设定测试开关寄存器 (ON/OFF)

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	21	08	00	01	0F	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)

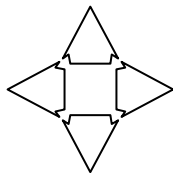
写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	21	08	00	01	02	00	01	57	DA
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	08	00	01	8A	37
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 技术指标

下列数据在以下条件下测得:

- 温度条件: $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- 湿度条件: $\leq 65\% \text{ R.H.}$
- 预热时间: > 60 分钟
- 校准时间: 12 个月
- AT6720 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。

输出电压范围	0~60V
输出电流范围	0~5A
输出最大功率	100W
电压设置/回读分辨率	1mV
电流设置/回读分辨率	0.1mA
电压设置/回读准确度	$\pm 0.05\%$, $\pm 6\text{dgt}$
电流设置/回读准确度	$\pm 0.1\%$, $\pm 10\text{dgt}$
纹波电压	$< 5\text{mV rms}$
纹波电流	$< 5\text{mA rms}$
负载调整率—输出电压	$< 0.01\% + 3\text{mV}$
负载调整率—输出电流	$< 0.01\% + 3\text{mA}$
电源调整率—输出电压	$< 0.01\% + 3\text{mV}$
电源调整率—输出电流	$< 0.01\% + 3\text{mA}$

9.2 一般规格

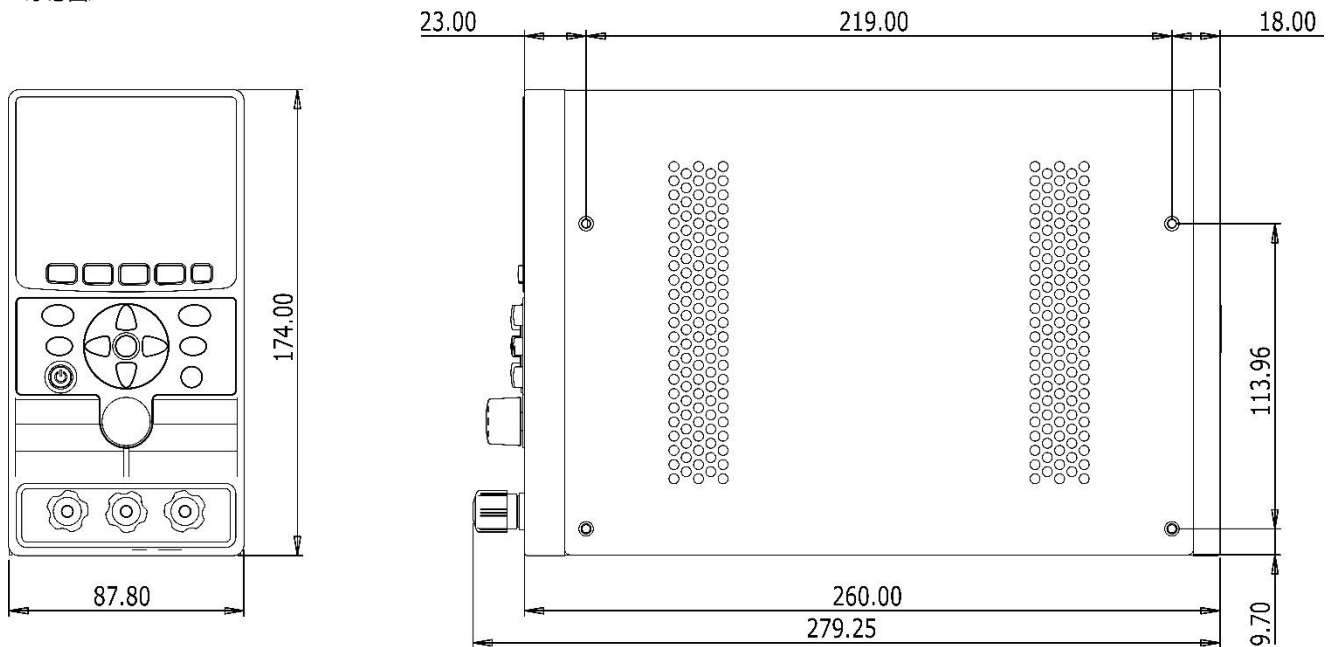
屏幕:	TFT-LCD 真彩显示, 荧屏尺寸 2.8 英寸
接口:	RS232 接口 RS485 接口 USB 接口 (仪器 type-c 接口连接电脑 usb 接口)
编程语言:	SCPI 和 Modbus (RTU)
辅助功能:	键盘锁

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 3A 慢熔
功率:	最大 300VA
重量:	约 2 公斤

9.4 外形尺寸

(示意图)



 **Applent Instruments**

-AT6720 用户手册-

简体中文版

©2005-2021 版权所有: 常州安柏精密仪器有限公司

Applent Instruments Ltd.

