

用户手册

User's Guide

Rev.A0

固件说明:

适用于主程序 Rev.A1.01 及以上的版本

AT2521 列

电池测试仪

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

<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

©2026

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。

目录

安全须知.....	2
安全信息.....	2
目录.....	3
插图目录.....	10
表格目录.....	11
1. 安装和设置向导.....	13
1.1 装箱清单.....	13
1.2 电源要求.....	13
1.3 操作环境.....	13
1.4 清洗.....	13
1.5 仪器手柄.....	14
2. 概述.....	15
2.1 引言.....	15
2.2 主要功能.....	15
2.2.1 测试频率.....	15
2.2.2 量程.....	15
2.2.3 测试速度.....	16
2.2.4 触发方式.....	16
2.2.5 基本准确度.....	16
2.2.6 最大读数.....	16
2.2.7 校准功能.....	16
2.2.8 比较器功能（分选功能）.....	16
2.2.9 系统设置.....	16
2.2.10 接口.....	16
3. 开始.....	18
3.1 认识前面板.....	18
3.1.1 前面板描述.....	18
3.1.2 认识后面板.....	19
3.2 上电启动.....	19
3.2.1 开机.....	19
3.3 测试端的连接.....	19
4. [Meas] 测量显示页.....	21
4.1 <测量显示> 页.....	21
4.1.1 测量【功能】.....	21
4.1.2 【R-量程】.....	22
4.1.3 【V-量程】.....	错误! 未定义书签。
4.1.4 测试【速度】.....	23
5. [Setup] 设置页.....	24
5.1 测量设置.....	24
5.1.1 【平均】次数.....	24
5.1.2 【自校准】开关.....	25
5.1.3 测量【电流】输出方式.....	错误! 未定义书签。

5.1.4	【触发】方式.....	25
5.1.5	触发【延时】.....	26
5.1.6	【监视】参数.....	26
5.1.7	【标称值】【下限】【上限】参数.....	26
5.2	文件管理.....	27
5.2.1	【存储器】.....	27
5.2.2	【开机调用】.....	28
5.2.3	【自动保存】.....	28
5.2.4	【文件 0】~【文件 9】.....	28
5.2.5	【文件 10】~【文件 19】.....	28
6.	用户校准.....	29
6.1	用户校准页.....	29
6.2	准备清零.....	29
6.3	清零方法.....	31
7.	比较器设置.....	32
7.1.1	【讯响】设置.....	32
7.1.2	比较器设置.....	32
7.1.3	电阻【比较方式】、电压【比较方式】设置.....	33
7.1.4	【标称值】输入.....	33
7.1.5	【下限】和【上限】设置.....	34
8.	系统配置.....	35
8.1	系统配置页.....	35
8.1.1	更改系统语言【LANGUAGE】.....	35
8.1.2	修改日期和时间.....	35
8.1.3	【按键音】设置.....	36
8.1.4	【讯响音量】设置.....	36
8.1.5	【远程控制】设置.....	37
8.1.6	【波特率】设置.....	37
8.1.7	【通讯协议】选择.....	37
8.1.8	Modbus【站号】选择.....	38
8.1.9	SCPI【结束符】、【指令握手】、【错误码】设置.....	38
8.1.10	SCPI【上传】方式.....	39
8.1.11	【数据缓存】功能.....	40
8.1.12	【工频滤波】选择.....	40
8.1.13	【出厂设置】.....	40
8.2	局域网配置页.....	41
8.2.1	DHCP 设置.....	41
8.2.2	IP 地址, 子网掩码, 默认网关设置.....	41
8.2.3	端口设置.....	41
8.2.4	LAN 通讯设置.....	错误! 未定义书签。
8.3	系统信息页.....	42
9.	数据记录.....	43
9.1	设置数据缓存.....	43
9.2	数据记录功能.....	43
9.2.1	开始记录.....	43

9.2.2	停止记录.....	44
9.2.3	保存数据到 USB 磁盘.....	45
9.2.4	发送数据到计算机.....	48
10.	处理机 (Handler) 接口.....	49
10.1	接线端子与信号.....	49
10.2	连接方式.....	50
10.2.1	使用内部电源.....	50
10.2.2	电气参数.....	50
10.2.3	输入端原理图.....	51
10.2.4	输出端原理图.....	51
10.2.5	输入电路连接方法.....	51
10.2.6	输出电路连接方式.....	52
10.3	周期表.....	55
11.	远程通讯.....	56
11.1	RS-232C.....	56
11.1.1	RS232C 接口.....	56
11.1.2	连接方式.....	57
11.2	RS485 接口.....	57
11.3	USB 接口.....	58
11.3.1	在仪器里开启 USB 功能.....	58
11.3.2	在电脑上安装驱动程序.....	58
11.4	LAN 接口.....	61
11.5	通讯协议.....	62
12.	SCPI 命令参考.....	63
12.1	握手协议.....	63
12.2	结束符.....	63
12.3	命令串解析.....	64
12.3.1	命令解析规则.....	64
12.3.2	符号约定和定义.....	64
12.3.3	命令树结构.....	64
12.4	命令和参数.....	65
12.4.1	命令.....	65
12.4.2	参数.....	65
12.4.3	分隔符.....	65
12.4.4	错误码.....	66
12.5	Display 显示页面子系统.....	66
12.5.1	DISPlay:PAGE.....	66
12.5.2	DISPlay:LINE.....	67
12.6	FUNcTION 测量功能子系统.....	67
12.6.1	FUNcTION 测量参数设置.....	67
12.6.2	FUNcTION:MONitor 监视参数设置.....	68
12.7	RESistance 电阻设置子系统.....	68
12.7.1	RESistance:RANGe 电阻量程设置.....	68
12.7.2	RESistance:RANGe:No 电阻量程号设置.....	68
12.7.3	RESistance:RANGe:MODE 设置电阻比较方式.....	69

12.7.4	RESistance:LiMiT 设置电阻极限	69
12.7.5	RESistance:LiMiT:STATe 电阻比较器状态设置	69
12.7.6	RESistance:LiMiT:MODE 电阻比较方式	70
12.7.7	RESistance:LiMiT:NOMinal 电阻标称值设置	70
12.7.8	RESistance:LiMiT:SEQ 电阻直读值极限	70
12.7.9	RESistance:LiMiT:ABS 电阻绝对值极限	71
12.7.10	RESistance:LiMiT:PER 电阻百分比上下限	71
12.8	VOLTage 电压设置子系统	71
12.8.1	VOLTage:RANGe 电压量程设置	错误! 未定义书签。
12.8.2	VOLTage:RANGe:No 电阻量程号设置	错误! 未定义书签。
12.8.3	VOLTage:RANGe:MODE	错误! 未定义书签。
12.8.4	VOLTage:LiMiT 设置电阻极限	72
12.8.5	VOLTage:LiMiT:STATe 电压比较器状态设置	72
12.8.6	VOLTage:LiMiT:MODE 电阻比较方式	72
12.8.7	VOLTage:LiMiT:NOMinal 电阻标称值设置	72
12.8.8	VOLTage:LiMiT:SEQ 电压直读值极限	73
12.8.9	VOLTage:LiMiT:ABS 电压绝对值极限	73
12.8.10	VOLTage:LiMiT:PER 电压百分比上下限	74
12.9	AUTorange 自动量程子系统*	错误! 未定义书签。
12.9.1	AUTorange 自动量程设置*	错误! 未定义书签。
12.10	ADJust 清零子系统	74
12.10.1	ADJust:CLEAr 取消清零功能	74
12.10.2	ADJust 执行清零	74
12.11	SAMPlE 采样子系统	74
12.11.1	SAMPlE:RATE 测试速度设置	75
12.11.2	SAMPlE:AVERage 平均次数设置	75
12.12	CALCulate 运算子系统	错误! 未定义书签。
12.12.1	CALCulate:AVERage:STATe 平均功能*	错误! 未定义书签。
12.12.2	CALCulate:AVERage 设置平均值*	错误! 未定义书签。
12.12.3	CALCulate:LIMit:STATe 比较器总开关设置*	错误! 未定义书签。
12.12.4	CALCulate:LIMit:BEEPer 讯响设置设置	错误! 未定义书签。
12.12.5	CALCulate:LIMit:RESistance:MODE 电阻比较方式*	错误! 未定义书签。
12.12.6	CALCulate:LIMit:RESistance:UPPer 电阻上限设置*	错误! 未定义书签。
12.12.7	CALCulate:LIMit:RESistance:LOWer 电阻下限设置*	错误! 未定义书签。
12.12.8	CALCulate:LIMit:RESistance:REFerence 电阻标称值设置*	错误! 未定义书签。
12.12.9	CALCulate:LIMit:RESistance:PERCent 电阻百分比极限*	错误! 未定义书签。
12.12.10	CALCulate:LIMit:VOLTage:MODE 电压比较方式*	错误! 未定义书签。
12.12.11	:CALCulate:LIMit:VOLTage:UPPer 电压上限设置*	错误! 未定义书签。
12.12.12	:CALCulate:LIMit:VOLTage:LOWer 电压下限设置*	错误! 未定义书签。
12.12.13	:CALCulate:LIMit:VOLTage:REFerence 电压标称值设置*	错误! 未定义书签。
12.12.14	:CALCulate:LIMit:VOLTage:PERCent 电压百分比极限*	错误! 未定义书签。
12.12.15	:CALCulate:LIMit:ABS 电压绝对偏差比较方式*	错误! 未定义书签。
12.12.16	:CALCulate:STATistics[:STATe] 统计功能	错误! 未定义书签。
12.12.17	CALCulate:STATistics:RESistance:NUMBer? 电阻统计数量	错误! 未定义书签。
12.12.18	CALCulate:STATistics:RESistance:MEAN? 平均值	错误! 未定义书签。

12.12.19	CALCulate:STATistics:RESistance:MAXimum? 最大值	错误! 未定义书签。
12.12.20	CALCulate:STATistics:RESistance:MINimum? 最小值	错误! 未定义书签。
12.12.21	CALCulate:STATistics:RESistance:LIMit? 档计数	错误! 未定义书签。
12.12.22	CALCulate:STATistics:RESistance:DEViation?	错误! 未定义书签。
12.12.23	CALCulate:STATistics:RESistance:Cp?	错误! 未定义书签。
12.12.24	CALCulate:STATistics:VOLTagE:NUMBer? 电压统计数量	错误! 未定义书签。
12.12.25	CALCulate:STATistics:VOLTagE:MEAN? 平均值	错误! 未定义书签。
12.12.26	CALCulate:STATistics:VOLTagE:MAXimum? 最大值	错误! 未定义书签。
12.12.27	CALCulate:STATistics:VOLTagE:MINimum? 最小值	错误! 未定义书签。
12.12.28	CALCulate:STATistics:VOLTagE:LIMit? 档计数	错误! 未定义书签。
12.12.29	CALCulate:STATistics:VOLTagE:DEViation?	错误! 未定义书签。
12.12.30	CALCulate:STATistics:VOLTagE:Cp?	错误! 未定义书签。
12.13	LOGger (MEMory) 子系统	75
12.13.1	LOGger:START 或 MEMory:START 数据记录启动	75
12.13.2	LOGger:SIZE 或 MEMory:SIZE 数据记录缓冲区大小设置	76
12.13.3	LOGger:COUNt? 或 MEMory:COUNt? 数据缓冲区已记录的总数	76
12.13.4	LOGger:DATA? 或 MEMory:DATA? 数据缓冲区数据	76
12.14	SYSTem 子系统	77
12.14.1	SYSTem:LANGuage 系统语言	77
12.14.2	SYSTem:TIME 系统时间设置	77
12.14.3	SYSTem:KEYLock 或 SYSTem:KLOCK 键盘锁设置	77
12.14.4	SYSTem:CODE 错误码返回	77
12.14.5	SYSTem:BEEPer 按键音	78
12.14.6	SYSTem:SHAKhand 或 SYSTem:HEADer 通讯握手指令 (数据头返回)	78
12.14.7	SYSTem:CURREnt 电流输出设置	错误! 未定义书签。
12.14.8	SYSTem:CALibration 仪器自校准功能	78
12.14.9	SYSTem:CALibration:AUTO 仪器自校准开关	78
12.14.10	SYSTem:RESult 测试结果发送	79
12.14.11	SYSTem:DATAout 测试结果发送*	错误! 未定义书签。
12.14.12	SYSTem:BACKup 保存测量参数到当前文件里*	错误! 未定义书签。
12.14.13	SYSTem:RESet 出厂设置	79
12.15	TRIGger 子系统	79
12.15.1	TRIGger[:IMMEDIATE]	错误! 未定义书签。
12.15.2	TRIGger:SOURce	79
12.15.3	TRIGger:DELay	79
12.15.4	TRIGger:DELay:STATe	79
12.15.5	TRG	80
12.16	FETCh 和 READ 子系统	80
12.16.1	FETCh? 或 READ? 获取测量数据	80
12.16.2	FETCh:FULL? 或 READ:FULL? 获取完整测量数据	80
12.17	CORRection 子系统	81
12.17.1	CORRection:SHORT	81
12.18	FILE(MMEM) 子系统	81
12.18.1	FILE:SAVE 保存文件	81
12.18.2	FILE:LOAD 读取文件	81

12.18.3	FILE:DElete 删除指定文件.....	81
12.19	IDN? 子系统.....	81
12.20	ERRor 子系统.....	82
12.21	SAV 子系统.....	82
13.	Modbus (RTU) 通讯协议.....	83
13.1	数据格式.....	83
13.1.1	指令帧.....	83
13.1.2	CRC-16 计算方法.....	84
13.1.3	响应帧.....	85
13.1.4	无响应.....	85
13.1.5	错误码.....	85
13.2	功能码.....	86
13.3	寄存器.....	86
13.4	读出多个寄存器.....	86
13.5	写入多个寄存器.....	87
13.6	回波测试.....	88
14.	Modbus (RTU) 指令集.....	89
14.1	寄存器总览.....	89
14.2	获取测量数据.....	91
14.2.1	获取测量结果.....	91
14.2.2	获取比较器结果【2004】【2104】.....	92
14.3	参数设置.....	92
14.3.1	功能寄存器【3000】.....	92
14.3.2	电阻量程寄存器【3001】.....	92
14.3.3	电压量程寄存器【3002】.....	错误! 未定义书签。
14.3.4	电阻量程方式寄存器【3003】.....	93
14.3.5	电压量程方式寄存器【3004】.....	错误! 未定义书签。
14.3.6	测试速度寄存器【3005】.....	94
14.3.7	平均次数寄存器【3006】.....	94
14.3.8	触发方式寄存器【3007】.....	95
14.3.9	触发延时寄存器【3008】.....	95
14.3.10	触发沿寄存器【3009】.....	错误! 未定义书签。
14.3.11	自校准开关寄存器【300A】.....	96
14.3.12	电流模式寄存器【300B】.....	错误! 未定义书签。
14.3.13	文件开机调用寄存器【300C】.....	96
14.3.14	自动保存【300D】.....	97
14.4	比较器设置.....	97
14.4.1	电阻比较器状态寄存器【3100】.....	97
14.4.2	电压比较器状态寄存器【3101】.....	98
14.4.3	电阻比较器方式寄存器【3102】.....	98
14.4.4	电阻比较器方式寄存器【3103】.....	99
14.4.5	讯响寄存器【3104】.....	99
14.4.6	电阻标称值寄存器【3110】.....	100
14.4.7	电压标称值寄存器【3112】.....	100
14.4.8	电阻极限值寄存器【3114-3117】.....	101

14.4.9	电压极限值寄存器【3184-3187】	101
14.5	文件操作	102
14.5.1	保存到当前文件【4000】	102
14.5.2	保存到指定文件【4008】	102
14.5.3	重新载入当前文件【4010】	102
14.5.4	载入指定文件【4018】	103
14.6	清零【5000】	103
14.7	触发并获取数据【5002~5005】【5102~5105】	错误! 未定义书签。
15.	规格	105
15.1	技术指标	105
15.2	一般规格	106
15.3	环境要求	107
15.4	外形尺寸	107

插图目录

图 1- 1	仪器手柄(示意图,面板图形与实际不符)	14
图 3- 1	前面板	18
图 3- 2	后面板	19
图 3- 3	测试线的连接方法	20
图 4- 1	<测量显示>页	21
图 5- 1	<设置>页	24
图 5- 2	<文件管理>页	27
图 6- 1	<用户校准>页	错误! 未定义书签。
图 6- 2	<用户校准>页	29
图 6- 3	准备清零	29
图 6- 4	正确的短路方法	30
图 7- 1	比较器设置页面	32
图 8- 1	<系统配置>页	35
图 8- 2	<局域网配置>页	41
图 8- 3	网络调试助手	错误! 未定义书签。
图 8- 4	<系统信息>页	42
图 9- 1	在系统设置页里设置数据缓存	43
图 9- 2	开始记录	43
图 9- 3	正在记录	44
图 9- 4	记录停止或缓冲区满	45
图 9- 5	USB 磁盘中数据文件夹	45
图 9- 6	使用 Excel 打开记录文件	46
图 10- 1	接线端子	49
图 10- 2	输入端原理图 (Trig)	51
图 10- 3	输出端原理图	51
图 10- 4	与开关的连接	51
图 10- 5	使用继电器控制	52
图 10- 6	使用 PLC 负公共端子控制	52
图 10- 7	使用 PLC 正公共端子控制	52
图 10- 8	控制继电器	52
图 10- 9	控制发光二极管或光电耦合器	53
图 10- 10	负逻辑输出	53
图 10- 11	双端口输出组成逻辑或电路	53
图 10- 12	输出到 PLC 负公共端子	54
图 10- 13	输出到 PLC 正公共端子	54
图 10- 14	周期表	55
图 11- 1	后面板上 RS-232 接口[公头]	56
图 11- 2	后面板上 RS-232 接口[公头]	57
图 11- 1	局域网配置页	61
图 12- 1	命令树结构	64
图 12- 2	DISPlay 子系统树	66
图 12- 3	FUNcTION 子系统树	67

图 12- 4	RESistance 子系统树.....	68
图 12- 5	VOLTage 子系统树.....	71
图 12- 6	CALCulate 子系统树.....	错误! 未定义书签。
图 12- 7	LOGger (MEMory) 子系统树.....	75
图 12- 8	SYSTem 子系统树.....	77
图 12- 9	TRIGger 子系统树.....	79
图 12- 10	FETCh? 子系统树.....	80
图 12- 11	READ? 子系统树.....	80
图 12- 12	SYSTem 子系统树.....	81
图 12- 13	FILE(MMEM) 子系统树.....	81
图 13- 1	Modbus 指令帧.....	83
图 13- 2	Modbus 附加 CRC-16 值.....	84
图 13- 3	正常响应帧.....	85
图 13- 4	异常响应帧.....	85
图 13- 5	读出多个寄存器 (0x03)	86
图 13- 6	读出多个寄存器 (0x03) 响应帧.....	87
图 13- 7	写入多个寄存器 (0x10)	87
图 13- 8	写入多个寄存器 (0x03) 响应帧.....	87
图 13- 9	回波测试 (0x08)	88

表格目录

表 3- 1	前面板功能描述.....	18
表 4- 1	量程变动范围.....	22
表 4- 2	测试量程说明.....	22
表 4- 3	量程变动范围 AT2521A.....	错误! 未定义书签。
表 4- 4	测试量程说明.....	错误! 未定义书签。
表 10- 1	输出端引脚定义.....	49
表 10- 2	输入端引脚定义.....	50
表 10- 3	电源端引脚定义.....	50
表 10- 4	时间表.....	55
表 11- 1	常用的 RS-232 信号.....	56
表 11- 2	RS-232 标准的最小子集.....	56
表 12- 1	倍率缩写.....	1
表 12- 2	SCPI 错误码.....	66
表 13- 1	指令帧说明.....	83
表 13- 2	异常响应帧说明.....	85
表 13- 3	错误码说明.....	85
表 13- 4	功能码.....	86
表 13- 5	读出多个寄存器.....	86
表 13- 6	写入多个寄存器.....	87
表 14- 1	寄存器总览.....	89
表 15- 1	电阻指标.....	105
表 15- 2	电压指标.....	106

表 15- 3	外形尺寸	107
---------	------------	-----

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

AT2521 能在以下电源条件使用：

电压：85VAC~250VAC

频率：50Hz~400Hz



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，确保该电源线的地可靠连接。

1.3 操作环境

AT2521 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)



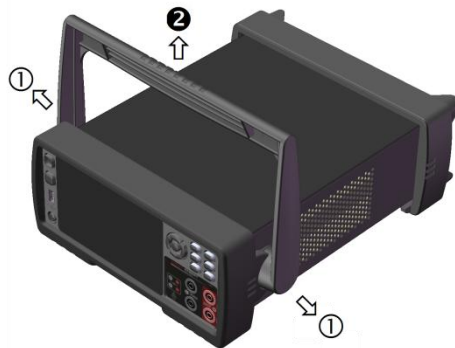
可视位置 1 【双手同时握住手柄两侧，向两侧轻拉，直到可自由旋转为止，然后切换到可视位置 2】



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，直到可以移除手柄后，之后向上②移除)

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 AT2521 列电池测试仪。

AT2521 用新一代高性能 32 位 ARM 微处理器控制的，全自动实时检测的微型台式仪器。仪器采用 5 英寸高分辨率真彩液晶显示，采用一体化电容触摸屏，全触控方式操作，全新的仪器交互体验。

仪器可以测试 0.01mΩ~3Ω 的电阻，0.1mV~20.00V 的直流电压。AT2521 同时具备了高精度、高分辨率和超高速测量的特性，提供 0.5% 的电阻准确度和 0.01% 的电压准确度，最高测量速度可达到 55 次/秒。

仪器用以专业分选功能，标配 Handler (PLC) 接口，单独输出电阻 HIGH/IN/LOW 信号和电压 HIGH/IN/LOW 信号，可以完全应付高速的自动分选系统以完成全自动流水线测试，同时增强的 IO 信号可以直接驱动功率继电器和信号继电器。

仪器内置 RS-232C 接口、RS-485 接口、LAN 接口和 USB-VCOM 接口，仪器标配的通用数据采集软件，自带数据库功能和 Excel 导出功能，可有效运用于远程控制和数据采集与分析。

仪器使用安柏仪器增强计算机远程控制指令集，兼容 SCPI (Standard Command for Programmable Instrument 可编程仪器标准命令集)，高效完成远程控制和数据采集功能。为了方便地应用到自动化设备，仪器还支持 Modbus 协议，可以透过 RS485 进行控制。

参见：



完整的技术规格参见第 10 章。

2.2 主要功能

2.2.1 测试频率

1kHz，频率稳定性：20ppm

2.2.2 量程

电阻：使用 2 量程测试，300mΩ~3Ω。

量程自动、手动和标称。

量程标称：仪器会根据标称值自动选择最佳量程。

2.2.3 测试速度

仪器分四档速度：慢速、中速、快速、高速。

全通道打开，并且手动量程方式：

慢速： 4 次/秒

中速： 8 次/秒

快速： 20 次/秒

高速： 55 次/秒

2.2.4 触发方式

内部、外部（包含手动和远程触发）。

2.2.5 基本准确度

电阻：0.5% 电压：0.01%

2.2.6 最大读数

电阻：30000

电压：200000

2.2.7 校准功能

全量程短路清“0”：消除引线电阻和杂散电压的影响。

2.2.8 比较器功能（分选功能）

仪器具有分选功能。

RHI/RNG/RLO 输出。

VHI/VNG/VLO 输出。

总 NG/OK 输出

比较方式:

绝对值公差 \pm 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

2.2.9 系统设置

1. 数据保持 (DH) 功能
2. 讯响设置
3. 键盘锁定功能
4. 管理员和用户帐户，可对管理员设置密码

2.2.10 接口

RS-232/RS-485 远程控制:

支持最大 115200bps 的波特率，兼容 SCPI 协议，ASCII 传输。

USB-VCOM 远程控制:

无需设置，自适应串口参数。

LAN 远程控制

百兆网口，TCP。

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 和外部最大 35V 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）；大电流驱动输出，直接驱动继电器。

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

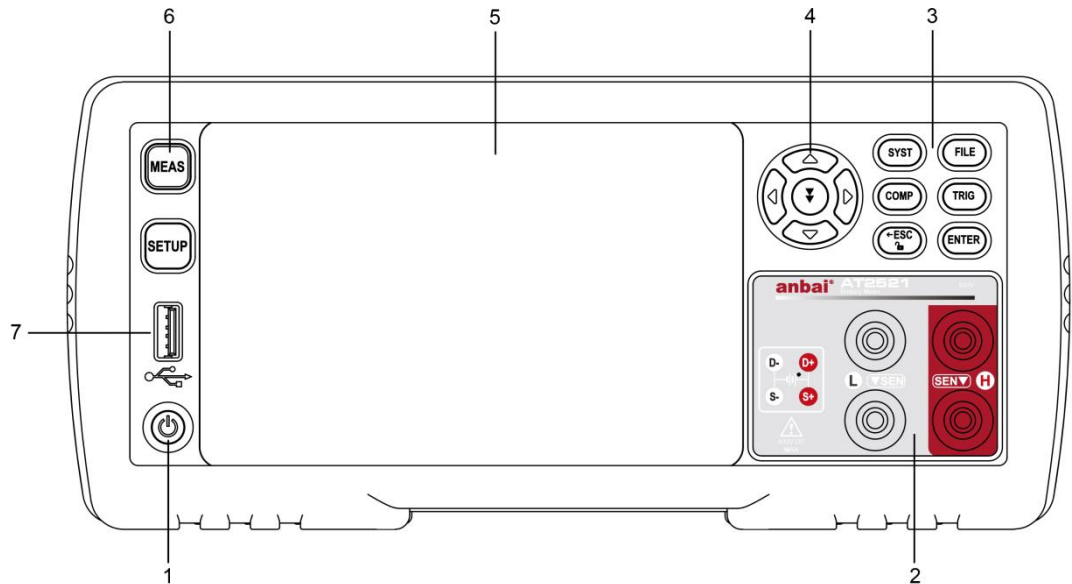
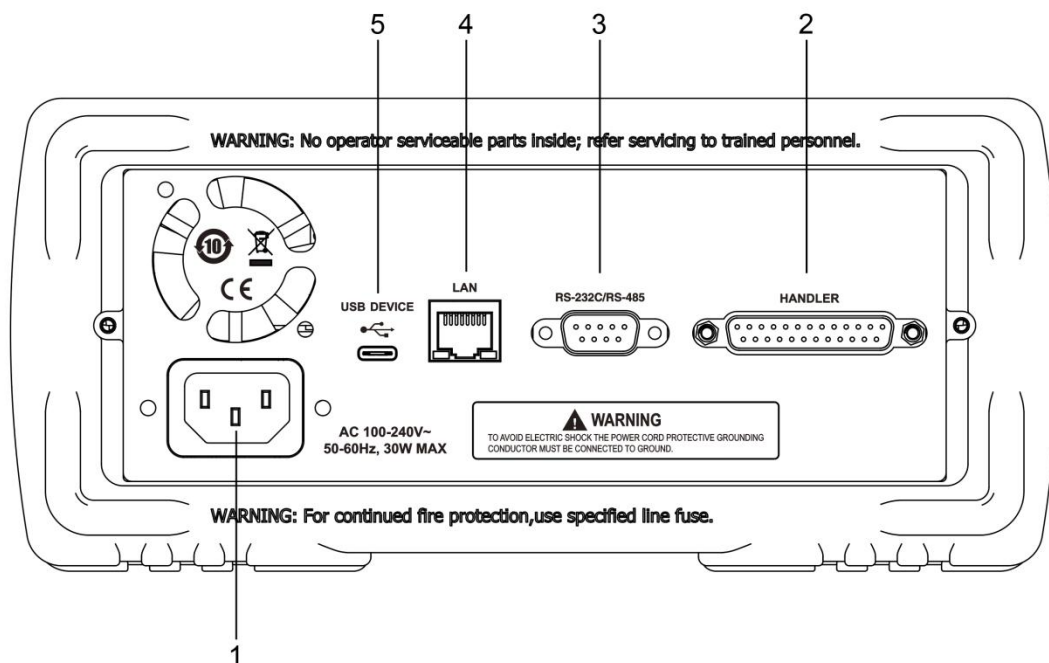


表 3-1 前面板功能描述

序号	功能
1	电源开关 (轻触开关, 橙色待机状态, 绿色工作状态)
2	测试端
3	页面快捷键, 包括 SYST(系统)、FILE (文件)、COMP (比较器)、键盘锁等
4	光标键
5	5 寸 TFT-LCD 液晶带电容触摸屏
6	主页面快捷键: MEAS(测量)和 SETUP(设置)
7	USB 磁盘接口

3.1.2 认识后面板

图 3-2 后面板



1. 电源插座（不含保险丝，保险丝在仪器内部）。
2. HANDLER 接口
3. RS-232C/RS-485 接口
4. LAN 接口
5. USB-VCOM(TYPE-C)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，仪器使用程控电源开关，电源开关为轻触电子开关。指示灯点亮，代表仪器电源打开。

3.3 测试端的连接

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

图 3-3

测试线的连接方法



请按照上图连接测试线，注意 SENSE 在下方。

红色标识的测试夹为测试端高端。

黑色标识的测试夹为测试端低端。



为了确保仪器所能达到的精度，请使用随机附带的“开尔文”测试夹进行测试。

警告：严禁将交流电流源、电压源直接接入测试端。

4. [Meas] 测量显示页

测量主页面包括以下：

- <测量显示>页的相关设置
- 数据记录设置与显示

4.1 <测量显示>页

按【Meas】键，进入【测量显示】页。

SCPI Command: `DISP:PAGE MEAS`

<测量显示>页面主要用来显示测量结果和分选结果

同时，该页面上可以对 4 个常用功能进行设置，它们包括：

- 功能 – 测量显示的参数
- 量程 – 电阻和电压量程设置和显示
- 速度 – 测试速度
- 数据记录– 请参考“数据记录”章节

<测量显示>页

图 4-1



4.1.1 测量【功能】

SCPI Command: `FUNCTION {RV,RESistance (R),VOLtage (V)}`

SCPI Query Command: `FUNC?`

仪器具有 3 种测量功能：

功能	描述
R-V	同时测量和显示电阻和电压值
R	仅测量和显示电阻值
V	仅测量和显示电压值

■ 设置测量功能的步骤：

- 第 1 步 按【Meas】键进入测量主页面；
- 第 2 步 触屏选择【功能】字段；
- 第 3 步 触控屏幕右侧功能键选择测量功能。

功能键	功能
R-V	同时测量和显示电阻和电压值
R	仅测量和显示电阻值
V	仅测量和显示电压值

4.1.2

【R-量程】

电阻量程设置

SCPI Command: `RESistance:RANGe <0 to 3>`

SCPI Command: `RESistance:RANGe:No {<量程号: 0-1>,min,max}`

SCPI Command: `RESistance:RANGe:MODE {AUTO,HOLD,NOMinal}`

SCPI Query Command: `RESistance:RANGe?`

SCPI Query Command: `RESistance:RANGe:NO?`

SCPI Query Command: `RESistance:RANGe:MODE?`

AT2521 电阻具有 2 个量程， 每个量程的变动范围如下：

量程变动范围

1	3Ω	0.3000 Ω ~ 3.1000 Ω
0	300mΩ	0 mΩ~ 310.00 mΩ

表 4-1

量程方式有 3 种：

测试量程说明

表 4-2

量程方式	描述	优点	缺点
自动	仪器根据电阻标称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。

如果设置为 NOM 方式，仪器会根据比较器方式设置量程：

当比较器方式为 SEQ 时，会根据比较器上限设置量程；

当比较器方式为 ABS 和 PER 时，将根据标称值设置量程。

注意!

■ 设置电阻量程的步骤：

第 1 步 按【Meas】键进入测量页面或按【Setup】键进入设置页面；

第 2 步 触控选择【R-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，频繁地更换量程，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。

4.1.3**测试【速度】**

SCPI Command: `SAMPlE:RATE {SLOW,MEDium,FAST,EXFast}`

SCPI Query Command: `SAMPlE:RATE?`

AT2521 提供 3 种测试速度（慢速、中速、快速）。速度越慢测试结果越准确，也越稳定。

在 R-V 功能、手动量程方式下、比较器打开的采样时间如下：

慢速： 4 次/秒

中速： 20 次/秒

快速： 55 次/秒

■ **设置测试速度的步骤：**

第 1 步 按【Meas】进入测量页面或按【Setup】进入设置页面；

第 2 步 触控或使用光标键选择【速度】字段；

第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
慢速	
中速	
快速	
高速	

5. [Setup] 设置页

本章您将了解到所有的测量相关设置

在任何时候，您只要按【Setup】键，仪器将进入设置页面。

SCPI Command: `DISP:PAGE SETUP`

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：

- 功能 – 测量功能参数
- 量程 – 电阻和电压量程
- 速度 – 测试速度
- 平均 – 测量结果平均次数
- 延时 – 外部触发测量前延时
- 监视 – 显示监视参数
- 自校准 – 仪器是否定时执行校准程序
- 电流 – 测试电流输出方式

其中【功能】、【量程】设置也可以在<测量显示>页进行设置。关于这几个参数的设置请参考[Meas]测量主页面章节。

图 5-1

<设置>页



5.1.1 【平均】次数

SCPI Command: `SAMPle:AVERage <integer 1~256>`

SCPI Query Command: `SAMPle:AVERage?`

取“平均”是数字滤波器最常用的一种，“次数”就是滤波器的深度。其目的是进行多次测量，取平均结果作为最终显示值，这样可以提高测量结果的稳定性和可靠性。平均次数的范围为正整数 1 ~ 256。

■ 设置平均次数的步骤：

第 1 步 按【Setup】键进入设置主页面；

- 第 2 步** 触屏选择【平均】字段；
第 3 步 使用功能键选择，或者使用键盘直接输入数值

功能键	功能
增加 +	以 1、2、4、8、16、32、64、128、256 的步进增加平均次数。
减小 -	以 256、128、64、32、16、8、4、2、1 的步进减小平均次数。

5.1.2 【自校准】开关

SCPI Command: `SYSTem:CALibration`

自校准功能可以去除仪器内部电路的偏置电压和增益漂移，以改善测量准确度。
 仪器在慢速时会始终执行自校准，而不管此开关是否打开。
 中速以上速度，如果【自校准】开关打开，仪器将每隔 30 分钟自动执行一次校准。

■ 设置【自校准】开关的步骤：

- 第 1 步** 按【Setup】键进入设置主页面；
第 2 步 触屏选择【自校准】字段；
第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
关闭	关闭自校准
打开	自校准打开，仪器将每隔 30 分钟执行一次自校准

注意！ 自校准执行时，仪器测量会短时暂停以响应自校准。
 一次自校准将花费 40ms 时间，高速测量时，需要将自校准关闭，而使用外部 IO 控制线进行自校准。
 为了保证准确度，仪器在每次开机时都会执行一次自校准。

除了定时执行自校准外，还可以

1. 使用 HANDLER 信号 nCAL 也可以执行一次自校准。
2. 使用通讯指令[SYST:CALibration]执行一次自校准。

5.1.3 【触发】方式

SCPI Command: `TRIGger:SOURce {INT,EXT}`

SCPI Query Command: `TRIGger:SOURce?`

仪器具有 3 种触发方式：
 内部触发、外部触发和自动触发。

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
外部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 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。 2. 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。 3. 发送指令 TRG，测量一次并返回测量值

■ 设置触发方式的步骤：

- 第 1 步** 按【Meas】键进入测量主页面；
第 2 步 使用光标键或触屏选择【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
外部	外部触发方式, 包括手动/远程/HANDLER

5.1.4 触发【延时】

SCPI Command: `TRIGger:DElay:STATe {ON(1),OFF(0)}`

SCPI Command: `TRIGger:DElay <1ms-10.000s>`

SCPI Query Command: `TRIG:DElay?`

SCPI Query Command: `TRIG:DElay:STATe?`

仪器可以通过触发【延时】定时器设置每次测试前延时的时间, 用于测试前等待工位就绪。

最大延时时间为 10s, 最小延时时间为 1ms。

■ 设置【延时】的步骤:

第 1 步 按【Setup】键进入设置主页面;

第 2 步 触屏选择【延时】字段;

第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
打开	打开延时功能
关闭	

第 4 步 延时功能打开后, 使用数字键盘输入延时时间。

5.1.5 【监视】参数

SCPI Command: `FUNCTion:MONitor {OFF,RABS,RPER,VABS,VPER}`

SCPI Command: `FUNCTion:MONitor?`

仪器可以在测量主副参数的同时, 监视 1 个参数。

额外增加的监视参数, 不会增加仪器处理时间。

仪器默认值为“关”。

注:

由于监视参数与标称值有关, 因此一旦监视参数打开, 屏幕上会显示【标称值】字段, 此字段与【比较器设置】页面中的【标称值】相同, 务必输入标称值。

■ 设置监视参数的步骤

第 1 步 按【Setup】键进入设置主页面;

第 2 步 使用光标键或触屏选择【监视】字段;

第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
关	监视参数关闭
RΔ	电阻绝对偏差值 ($R\Delta = R_x - R_{nom}$)
R%	电阻相对偏差值 ($R\% = (R_x - R_{nom}) / R_{nom} * 100$)
VΔ	电阻绝对偏差值 ($V\Delta = V_x - V_{nom}$)
V%	电阻相对偏差值 ($R\% = (V_x - V_{nom}) / V_{nom} * 100$)

其中,

R_x 为电阻测量值, R_{nom} 为电阻标称值

V_x 为电压测量值, V_{nom} 为电压标称值

5.1.6 【标称值】【下限】【上限】参数

如果【监视】字段开启, 标称值、下限和上限字段将允许设置。这 3 个参数共用比较器的数据, 因此修改后, 比较器相应参数也将被修改。

■ 输入标称值:

- 第 1 步** 触屏选择【电阻标称】或【电压标称】字段；
第 2 步 按侧边栏【输入】键或按快捷键 \odot 弹出输入框，触屏输入数据，单位使用功能键选择。

■ 输入极限值

- 第 1 步** 触屏选择【下限】或【上限】字段；
第 2 步 按侧边栏【输入】键或按快捷键 \odot 弹出输入框，触屏输入数据，单位使用功能键选择。
 相对值 $\Delta\%$ 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。



注意：监视参数相应根据比较器中比较方式进行设置，例如：比较器页面中【电阻比较】设置为【百分比】，那么对应监视字段设置为 R%，否则监视数据将无意义。

5.2 文件管理

按底部功能键【文件】进入<文件管理>页面。

文件管理允许用户保存设置到 10 个文件中，便于开机时或更换规格时读取。

在<文件管理>页，您可以设置以下内容：

- 【开机调用】 - 指定开机时调用的文件
- 【自动保存】 - 允许修改的参数，实时保存在当前文件中
- 【文件】 - 指定保存、读取或删除文件。

图 5-2

<文件管理>页



5.2.1 【存储器】

存储器选项允许将设置文件存储在内部 Flash 中或外部 USB 磁盘里。

■ 设置存储器的步骤:

- 第 1 步** 进入<文件管理>页面
第 2 步 触屏选择【存储器】字段；
第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
内部	存储在内部 Flash 存储器中
USB 存储器	存储在外部 USB 存储器中



注意：使用 USB 存储器，请务必在前面板 USB 插入 USB 磁盘。
开机时如果 USB 磁盘未插入，将会调用文件 0 的数据。

5.2.2 【开机调用】

开机调用选项，可以指定在开机时调用的文件。

■ 设置开机调用的步骤：

- 第 1 步 进入<文件管理>页面
第 2 步 触屏选择【开机调用】字段；
第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
文件 0	开机载入文件 0 的设置值
当前文件	开机载入当前文件号的设置值



如果当前文件在文件 10~19，开机时需要插入 USB 磁盘，否则将自动调用文件 0 数据。

5.2.3 【自动保存】

自动保存选项允许时，用户设置的参数将自动保存到当前文件中。

■ 设置自动保存的步骤：

- 第 1 步 进入<文件管理>页面
第 2 步 触屏选择选择【自动保存】字段；
第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
允许	用户设置的参数将自动保存到当前文件中
禁止	用户设置的参数只能用户手动保存文件中，否则下次上电开机将丢失。

5.2.4 【文件 0】 ~ 【文件 9】

用户可以指定 0~9 共 10 个文件进行保存、载入和删除。

■ 设置文件的步骤：

- 第 1 步 进入<文件管理>页面
第 2 步 使用光标键选择【文件 0】 ~ 【文件 9】 字段；
第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
保存	将设置全部保存到当前文件里
读取	读取文件的参数到系统中
删除	文件数据将被删除

5.2.5 【文件 10】 ~ 【文件 19】

如果 USB 磁盘插入，文件 10~19 共 10 个文件将保存到 USB 磁盘中。

6. 用户校准

本章您将了解到如何进行用户校准。

按【Meas】键，随后在右侧功能键触屏选择【用户校准】进入用户校准页面。

SCPI Command: `DISP:PAGE CSET`

6.1 用户校准页

图 6-1

<用户校准>页



测试前，请务必执行一次短路清零，以去除由于测试线和外界环境因素造成的杂散电阻和偏压。为了达到仪器规定技术指标，必须执行短路清零。

除了在用户校准页面执行外，还可以通过下列方法进行短路清零：

1. 使用通讯指令

通讯指令：`ADJust`

6.2 准备清零

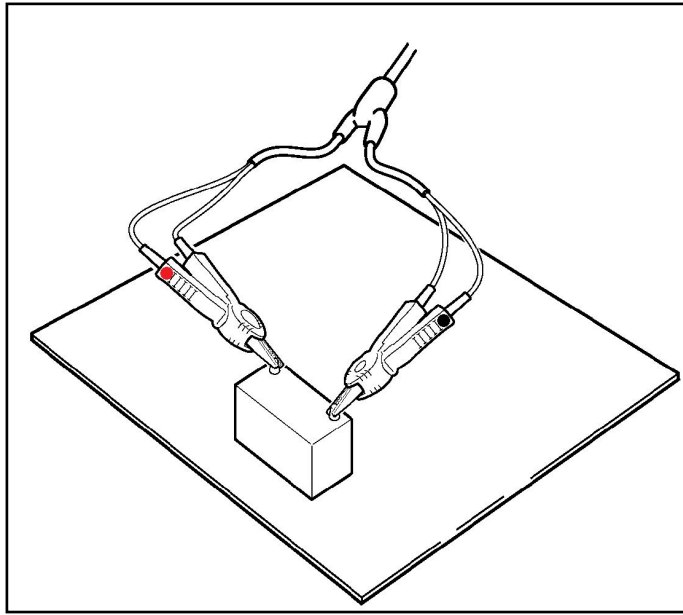
由于测量阻值非常小的情况下，测试电流流过电阻后，产生的电压信号会非常弱（最大仅几 mV），因此测试线的位置、长度和形状等对测量都有影响。通常，我们在什么位置测量，也需要在相应位置清零。

例如：

测量时：

准备清零

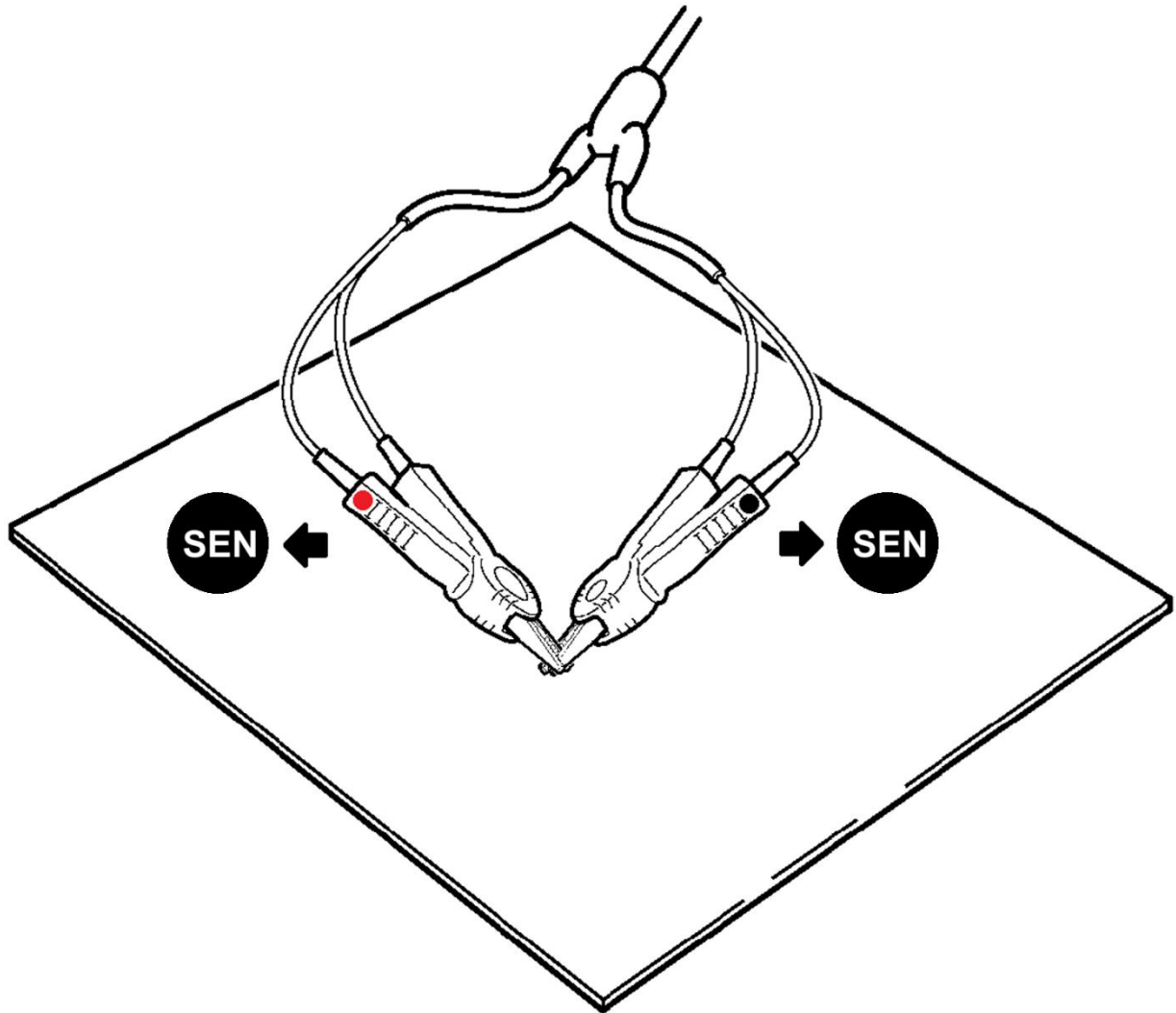
图 6-2



清零时务必注意位置要保持一致。

正确的短路方法

图 6-3



6.3 清零方法

■ 短路清零的方法

第 1 步 按【Meas】键进入测量页面，随后触屏选择【用户校准】进入用户校准页面

第 2 步 方向键或触屏选择【SHORT TEST】字段

第 3 步 如果之前是关闭（OFF）状态，请触屏选择【打开】。

功能键	功能
打开	

第 4 步 在之后会显示新的功能键：

功能键	功能
关闭	关闭短路清零，测试时清零值不被采用。
短路清零	执行短路清零

第 5 步 清零完成后返回到设置页面

7. 比较器设置

本章您将了解到比较器设置功能：

- 讯响设置
- 电阻/电压比较器开启/关闭

按【Meas】或【Setup】键，随后在右侧功能键触屏选择【比较器设置】进入用户校准页面。
或直接按快捷键【COMP】进入比较器设置页。

SCPI Command: `DISPlay:PAGE BSET`

比较器设置页面

图 7-1



7.1.1

【讯响】设置

SCPI Command: `CALC:LIMIT:BEEP {OFF, IN (PASS), HL (FAIL)}`

SCPI Query Command: `CALC:LIMIT:BEEP?`

讯响功能只有在比较器功能打开后才有效。

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<比较器设置>页面
第 2 步 触屏选择【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 (PASS) 时蜂鸣器鸣叫。
不合格讯响	当分选结果为不合格 (FAIL) 时蜂鸣器鸣叫。

7.1.2

比较器设置

SCPI Command: `RESistance:LMT:STAT {ON/OFF}`

SCPI Command: `VOLTAGE:LMT:STAT {ON/OFF}`

电阻和电压比较器单独设置。

■ **设置比较器开关的步骤:**

- 第 1 步** 进入<比较器设置>页面
第 2 步 触屏选择【R-比较】或【V-比较】字段;
第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
关闭	当前功能的比较器关闭
打开	当前功能的比较器关闭

7.1.3 电阻【比较方式】、电压【比较方式】设置

SCPI Command: `RESistance:LMT <lower, upper>`

SCPI Command: `VOLTAGE:LMT <lower, upper>`

仪器可以同时或分别对电阻和电压进行比较。

有 3 种比较方式可供选择:

- 绝对值比较 (Δ)
- 百分比比较 ($\Delta\%$)
- 顺序比较 (SEQ)

绝对值 Δ = 被测值 - 标称值

百分比 $\Delta\%$ = (被测值-标称值) / 标称值 \times 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。

■ **设置比较器的步骤:**

- 第 1 步** 进入<设置>页面
第 2 步 触屏选择对应测量参数的【比较方式】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 $\Delta\%$	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

7.1.4 【标称值】输入

SCPI Command: `RESistance:LiMiT:NOMinal <float>`

SCPI Command: `VOLTage:LiMiT: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, 电阻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, 都需要输入正确的电阻标称值。

■ **输入标称值:**

- 第 1 步** 进入<比较器设置>页面
第 2 步 触屏选择【电阻标称】或【电压标称】字段;
第 3 步 按侧边栏【输入】键或按快捷键 $\text{\textcircled{I}}$ 弹出输入框, 触屏输入数据, 单位使用功能键选择。

7.1.5 【下限】和【上限】设置

SCPI Command: `RESistance:LMT <lower, upper>`

SCPI Command: `VOLTAGE:LMT <lower, upper>`

■ 输入极限值

- 第 1 步** 进入<比较器设置>页面
- 第 2 步** 触屏选择【电阻下限】、【电阻上限】或【电压下限】、【电压上限】字段；
- 第 3 步** 按侧边栏【输入】键或按快捷键 $\text{\textcircled{\scriptsize \downarrow}}$ 弹出输入框，触屏输入数据，单位使用功能键选择。
相对值 $\Delta\%$ 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。

8. 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

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。

SCPI Command: `DISP:PAGE SYSTEM`

8.1 系统配置页

在【Meas】或【Setup】主页面下，按【系统】，或直接按快捷键【SYST】进入<系统配置>页。

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。

<系统配置>页

图 8-1



8.1.1 更改系统语言【LANGUAGE】

SCPI Command: `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

8.1.2 修改日期和时间

SCPI Command: `SYSTem:TIME <YEAR>,<MONTH>,<DAY>,<HOUR>,<MINUTE>,<SECOND>`

SCPI Query Command: `SYSTem:TIME?`

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

8.1.3

【按键音】设置

SCPI Command: `SYSTEM:BEEP {OFF(0),ON(1)}`

SCPI Query Command: `SYSTem:BEEPer?`

■ **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【按键音】字段;
第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
关闭	按键音开启
打开	按键音关闭

8.1.4

【讯响音量】设置

仪器可以设置讯响音量为强和弱两种。

■ **设置讯响音量**

- 第 1 步** 进入<系统配置>页面
第 2 步 使用光标键选择【讯响音量】字段;
第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
强	音量强
弱	音量弱

8.1.5 【远程控制】设置

仪器内置 RS-232/USB/RS485 和 LAN 接口。仪器只允许同时使用一种接口。

如果选择 RS232 接口，通讯电缆请插入仪器后面板上的 DB9-2/3/5 脚位。

如果选择 RS485 接口，通讯电缆请插入仪器后面板上的 DB9-8/9 脚位。

如果选择 USB 接口，通讯电缆请插入仪器后面板的 USB 接口。

如果选择 LAN 接口，通讯电缆请插入仪器后面板上 LAN 接口。



LAN 接口设置需要在【局域网配置】中进行设置。

■ 选择远程通讯接口类型

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	RS-232 接口
USB	USB 通讯接口
RS485	RS-485 接口
LAN	LAN 接口

8.1.6 【波特率】设置

仪器的 RS-232 需要进行波特率设置才能与主机进行通讯。

为了能正确通讯，请确认波特率和停止位是否设置正确，否则上位机无法正确通讯。

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



仪器内置的 USB-VCOM 接口可以在电脑上虚拟一个串口。
VCOM 可以自适应串口参数，包括波特率、停止位等都不需要设置。

■ 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。

8.1.7 【通讯协议】选择

仪器支持 2 种通讯协议：SCPI 和 Modbus (RTU) 协议，通常与计算机通讯使用 SCPI 比较方便，与 PLC 等工控设备通讯，Modbus 协议更易于使用。

选择通讯协议:

- 第 1 步** 进入<系统配置>页面
第 2 步 触屏选择【通讯协议】字段;
第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
SCPI	
Modbus	

8.1.8 Modbus【站号】选择

如果使用 Modbus (RTU) 协议, 需要设置好本机的站号地址。

选择 Modbus 站号:

- 第 1 步** 进入<系统配置>页面
第 2 步 使用光标键选择【站号】字段;
第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
01	
02	
03	
04	
05	
06	
07	
08	
09	
0A	
0B	
0C	
0D	
0E	
0F	

8.1.9 SCPI【结束符】、【指令握手】、【错误码】设置

仪器任意一种接口都可以使用 SCPI 语言进行编程。

使用 SCPI 协议, 请首先进行 SCPI 相关设置。

结束符: 仪器与主机之间通讯指令中必须有结束符, 便于互相识别指令结束。

仪器支持 3 种结束符:

结束符	ASCII 名称	ASCII 十六进制	字节数	说明
LF(0x0A)	换行符	0x0A	1 字节	仪器默认
CR(0x0D)	回车符	0x0D	1 字节	
CR+LF	回车+换行符	第 1 字节 0x0D 第 2 字节 0x0A	2 字节	
NUL(0x00)	空字符	0x00	1 字节	

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。

SCPI Command: `SYSTem:SHAKEhand {ON,OFF,0,1}`

SCPI Query Command: `SYSTem:SHAKEhand?`

错误码:

SCPI Command: `SYSTem:CODE {ON,OFF,0,1}`

SCPI Query Command: `SYSTem:CODE?`

错误码打开后, 仪器会在接受到指令后返回错误码。如果是查询指令, 只有指令错误才会返回错误码。

错误码关闭后, 主机可以通过发送指令 `ERR?` 查询上一次指令执行产生错误码。

■ 设置结束符

第 1 步 进入 <系统配置> 页面

第 2 步 触屏选择【结束符】字段;

第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
LF(0x0A)	换行符
CR(0x0D)	回车符
CR+LF	回车符+换行符

■ 设置指令握手的步骤:

第 1 步 进入 <系统配置> 页面

第 2 步 触屏选择【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	

■ 错误码设置的步骤:

第 1 步 进入 <系统配置> 页面

第 2 步 使用光标键选择【错误码】字段;

第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
关	错误码不自动返回。
开	错误码在执行完单行指令后返回执行错误码。

8.1.10**SCPI【上传】方式**

SCPI Command: `SYSTem:RESult {FETCH,AUTO}`

SCPI Query Command: `SYST:RESult?`

仪器支持自动向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。

仪器每测试完成后将测试结果和比较器结果发送给主机, 格式请参考 `Fetch?` 子系统。

设置【结果发送】的步骤：

- 第 1 步** 进入<系统配置>页面
第 2 步 触屏选择【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? 获取所有测量数据
自动(AUTO)	每次测试完成后自动发送给主机

8.1.11 【数据缓存】功能

仪器有【数据缓存】功能，可以记录 10000 组数据，可以进行统计运算。
 这些数据可以通过通讯接口发送到计算机，或直接保存 CSV 格式文本到 USB 磁盘中。

设置【数据缓存】的步骤：

- 第 1 步** 进入<系统配置>页面
第 2 步 触屏选择【数据缓存】字段；
第 3 步 可以使用功能键选择

功能键	功能
输入	弹出输入框输入数据缓存大小。
MAX	数据记录缓冲区设置为最大：10000 组。

- 第 4 步** 也可以直接使用数字键盘，输入需要的缓冲区大小。
 例如：100 <Enter> 将缓冲区大小设置为 100 组。
 输入后，在<测量显示>页顶部将会有 [记录] 字段出现。

8.1.12 【工频滤波】选择

仪器的测量稳定性依赖于工频，请根据当前地区的工频进行选择，如果无法确定，请选择 AUTO，仪器会自动设置为当前地区的工频。

选择工频滤波：

- 第 1 步** 进入<系统配置>页面
第 2 步 触屏选择【工频滤波】字段；
第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
AUTO	自动设置
50Hz	设置为 50Hz 工频，中国的工频为 50Hz
60Hz	设置为 60Hz 工频

8.1.13 【出厂设置】

执行出厂设置后，仪器的所有设置将恢复为出厂时预置的参数系统信息页
 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】。

SCPI Command: `DISP:PAGE SYSTEMINFO`

8.2 局域网配置页

图 8-2 <局域网配置>页



使用 LAN 接口通讯需要设置局域网参数，包括：
IP 地址、端口、子网掩码和默认网关。

8.2.1 DHCP 设置

如果无法确定本机 IP 地址，可以通过 DHCP 进行设置，DHCP 打开后，将与局域网路由器进行联系，由路由器自动分配 IP 地址。

■ 打开 DHCP：

第 1 步 触屏选择【DHCP】字段；

第 2 步 使用功能键选择

功能键	功能
OFF	DHCP 关闭
ON	DHCP 打开，仪器将自动从路由器中获取 IP 地址、子网掩码和默认网关

8.2.2 IP 地址，子网掩码，默认网关设置

DHCP 关闭下，IP 地址、子网掩码和默认网关需要根据当前局域网进行手工配置。
网络设置可能需要网络管理员协助设置，重复的 IP 将导致其它电脑等设备无法通讯。

■ IP 地址、子网掩码和默认网关设置：

第 1 步 触屏选择【IP 地址】字段；

第 2 步 按侧边栏【输入】键或按快捷键 $\text{\textcircled{v}}$ 弹出输入框，触屏输入数据。



IP 地址、子网掩码和默认网关，无法输入大于 255 的数值。

8.2.3 端口设置

除了设置 IP 地址、子网掩码和默认网关外，端口也必须设置才能与主机建立通讯。
端口可以是 0~65535 之间的任意数。

■ 端口设置

第 1 步 触屏选择【端口】字段；

第 2 步 按侧边栏【输入】键或按快捷键 $\text{\textcircled{v}}$ 弹出输入框，触屏输入 IP 数据。

8.3 系统信息页

系统信息页没有用户可配置的选项。

图 8-3



9. 数据记录

本章您将了解到如何启动数据记录功能。

仪器允许对测量数据进行记录。数据记录功能只能在<测量显示>页运行和显示。

9.1 设置数据缓存

SCPI Command: `LOGger:SIZE {<1~10000>,max}`

仪器有【数据记录】功能，可以记录 10000 组数据。

在系统设置页面里设置数据缓存

图 9-1



设置【数据记录】的步骤：

- 第 1 步 进入<系统配置>页面
- 第 2 步 使用光标键选择【数据记录】字段；
- 第 3 步 可以使用功能键选择

功能键	功能
输入	使用输入框输入缓存值
MAX	数据记录功能打开，同时将数据记录缓冲区设置为最大：10000 组。 启用后，在<测量显示>页顶部将会有 [记录] 字段出现。

- 第 4 步 也可以直接使用数字键盘，输入需要的缓冲区大小。
例如：100 <Enter> 将缓冲区大小设置为 100 组。

9.2 数据记录功能

通过数据记录功能，可以将测量数据实时存入仪器缓冲区中，这些数据可以通过通讯接口发送到计算机，或直接保存 CSV 格式文本到 USB 磁盘中。

9.2.1 开始记录

数据记录功能开启后，在<测量显示>页面上会显示记录字段：

开始记录

图 9-2



内部触发和外部触发，启动数据记录的方式不同：

1. 当触发方式为内部时：
 - a. 使用功能键【START LOG】启动连续记录。
 - b. 使用 SCPI 指令 `LOG:START ON`，启动连续记录。
2. 当触发方式为外部时，数据记录自动启动：
 - a. 使用前面板 TRIGGER 键，执行一次记录。
 - b. 使用 HANDLER 外部触发输入端口，执行一次记录。
 - c. 使用 SCPI 指令 `TRIGGER` 或 `TRG` 执行一次记录。

一旦数据记录启动后，测量页面将被锁定，无法切换到其它页面。

注 在外部触发状态，切换到其它页面前，也必须先关闭数据记录，如果从其它页面切换到 <测量显示> 页面后，数据记录会自动启动。

9.2.2 停止记录

数据记录自动启动后，可以随时使用功能键停止当前记录或使用 SCPI 指令 `LOG:START OFF`，停止记录记录。

图 9-3



图 9-4 记录停止或缓冲区满



9.2.3 保存数据到 USB 磁盘

数据记录开启后，可以随时保存数据到 USB 磁盘中。

图 9-5 USB 磁盘中数据文件夹



保存的文件为 CSV 格式文本。

在 Windows 操作系统中，使用文本编辑器打开文件：

行号	文件内容	说明
1	"MEAS DATA"	
2		空行
3	"File name","MEAS0013.CSV"	文件名
4		空行
5	"Model","AT2521","REV A1.01"	型号及版本
6		空行
7	"Log Time","2026/2/25 14:34"	开始时间
8		空行
9	"FUNC","R-V"	测量参数
10		空行
11		空行
12	"No","R(OHM)","V(V)","STATUS"	数据序号, 电阻值, 电压值
13	1,1.00E+20,-9.00E-05,OPEN	数据
14	2,1.00E+20,-7.00E-05,OPEN	
15	3,1.00E+20,-6.00E-05,OPEN	
16	4,1.00E+20,-5.00E-05,OPEN	
17	5,1.00E+20,-6.00E-05,OPEN	
18	6,1.00E+20,-6.00E-05,OPEN	
19	7,1.00E+20,-6.00E-05,OPEN	
20	8,1.00E+20,-6.00E-05,OPEN	

21	9,1.00E+20,-5.00E-05,OPEN	
22	10,1.00E+20,-5.00E-05,OPEN	
23	11,1.00E+20,-5.00E-05,OPEN	
24	12,1.00E+20,-7.00E-05,OPEN	
25	13,1.00E+20,-6.00E-05,OPEN	
26	14,1.00E+20,-6.00E-05,OPEN	
27	15,1.00E+20,-7.00E-05,OPEN	
28	16,1.00E+20,-4.00E-05,OPEN	
29	17,1.00E+20,-4.00E-05,OPEN	
30	18,1.00E+20,-5.00E-05,OPEN	
31	19,1.00E+20,-4.00E-05,OPEN	
32	20,1.00E+20,-3.00E-05,OPEN	
33		结束行, 空行

在 Windows 操作系统中, 使用 Excel 打开文件:

使用 Excel 打开记录文件

图 9-6

No	R(OHM)	V(V)	STATUS
1	1.00E+20	-9.00E-05	OPEN
2	1.00E+20	-7.00E-05	OPEN
3	1.00E+20	-6.00E-05	OPEN
4	1.00E+20	-5.00E-05	OPEN
5	1.00E+20	-6.00E-05	OPEN
6	1.00E+20	-6.00E-05	OPEN
7	1.00E+20	-6.00E-05	OPEN
8	1.00E+20	-6.00E-05	OPEN
9	1.00E+20	-5.00E-05	OPEN
10	1.00E+20	-5.00E-05	OPEN
11	1.00E+20	-5.00E-05	OPEN
12	1.00E+20	-7.00E-05	OPEN
13	1.00E+20	-6.00E-05	OPEN
14	1.00E+20	-6.00E-05	OPEN
15	1.00E+20	-7.00E-05	OPEN
16	1.00E+20	-4.00E-05	OPEN
17	1.00E+20	-4.00E-05	OPEN
18	1.00E+20	-5.00E-05	OPEN
19	1.00E+20	-4.00E-05	OPEN
20	1.00E+20	-3.00E-05	OPEN

由于 Excel 默认格式问题, 需要正确修改单元格属性, 才能正确显示数据

1. 需要将时间字段 7B 修改为以下格式:

设置单元格格式

数字 对齐 字体 边框 填充 保护

分类(C):

- 常规
- 数值
- 货币
- 会计专用
- 日期
- 时间
- 百分比
- 分数
- 科学记数
- 文本
- 特殊
- 自定义

示例

2026-2-25 14:34:18

类型(T):

yyyy-m-d h:mm:ss

h:mm:ss

h"时"mm"分"

h"时"mm"分"ss"秒"

上午/下午h"时"mm"分"

上午/下午h"时"mm"分"ss"秒"

自定义

yyyy-m-d h:mm:ss

mm:ss.0

@

[h]:mm:ss

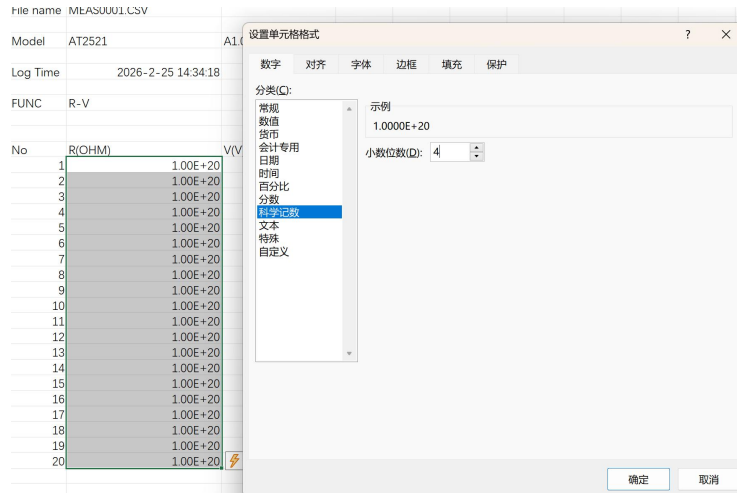
yyyy-m-d h:mm:ss

删除(D)

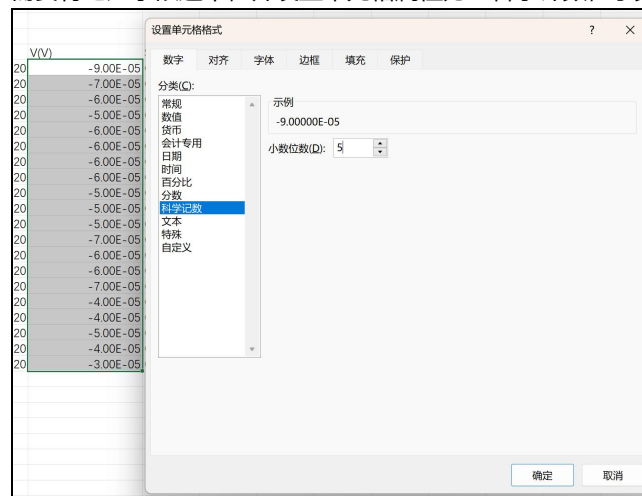
以现有格式为基础, 生成自定义的数字格式。

确定 取消

2. 需要将电阻字段选中，并设置单元格属性为：科学计数，小数位数 4 位



3. 需要将电压字段选中，并设置单元格属性为：科学计数，小数位数 5 位



调整后的 Excel 表格:

MEAS DATA			
File name	MEAS0001.CSV		
Model	AT2521	A1.01	
Log Time	2026-2-25 14:34:18		
FUNC	R-V		
No	R(OHM)	V(V)	STATUS
1	1.0000E+20	-9.00E-05	OPEN
2	1.0000E+20	-7.00E-05	OPEN
3	1.0000E+20	-6.00E-05	OPEN
4	1.0000E+20	-5.00E-05	OPEN
5	1.0000E+20	-6.00E-05	OPEN
6	1.0000E+20	-6.00E-05	OPEN
7	1.0000E+20	-6.00E-05	OPEN
8	1.0000E+20	-6.00E-05	OPEN
9	1.0000E+20	-5.00E-05	OPEN
10	1.0000E+20	-5.00E-05	OPEN
11	1.0000E+20	-5.00E-05	OPEN
12	1.0000E+20	-7.00E-05	OPEN
13	1.0000E+20	-6.00E-05	OPEN
14	1.0000E+20	-6.00E-05	OPEN
15	1.0000E+20	-7.00E-05	OPEN
16	1.0000E+20	-4.00E-05	OPEN
17	1.0000E+20	-4.00E-05	OPEN
18	1.0000E+20	-5.00E-05	OPEN
19	1.0000E+20	-4.00E-05	OPEN
20	1.0000E+20	-3.00E-05	OPEN

9.2.4

发送数据到计算机

通过 SCPI 指令，存储在缓冲区的数据可以全部或单个数据发送到计算机中，详细的指令请参考 SCPI 命令参考-<Logger 子系统>一节。

10. 处理机 (Handler) 接口

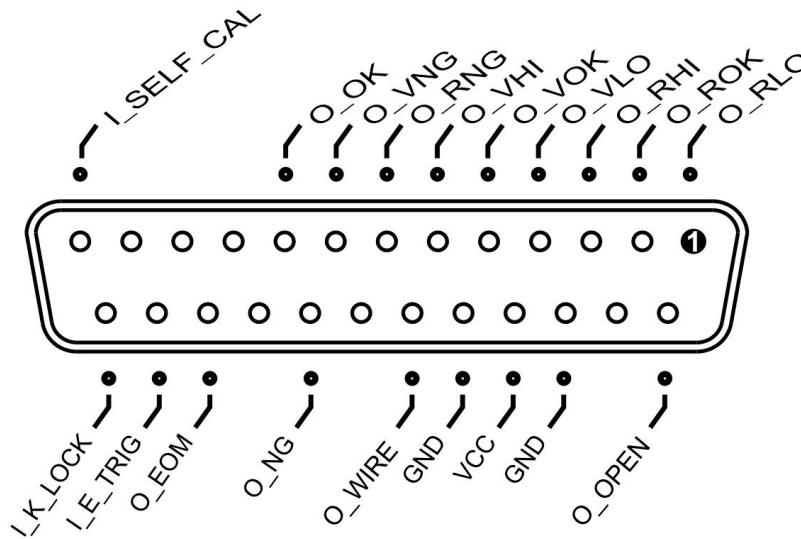
您将了解到以下内容：

- 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，该接口包括了合格分选输出、HI/IN/LO、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。

10.1 接线端子与信号

图 10-1 接线端子



- 输出端（所有信号都为低有效）
输出端引脚定义

表 10-1

引脚	名称	说明
1	O_RLO	0: RLO
2	O_ROK	0: ROK
3	O_RHI	0: RHI
4	O_VLO	0: VLO
5	O_VOK	0: VOK
6	O_VHI	0: VHI
7	O_RNG	0: RNG
8	O_VNG	0: VNG
9	O_OK	0: RVOK

14	O_OPEN	0: OPEN
21	O_NG	0: RVNG
23	O_EOM	1: ON MEASING 0: READY

■ 输入端

表 10-2

输入端引脚定义

引脚	名称	说明
13	SELF-CAL	0: 自校准
24	TRIG	上升沿有效。
25	KEYLOCK	0: KEYLOCK 1: UNLOCK

■ 电源端

表 10-3

电源端引脚定义

引脚	名称	说明
16,18	GND	外部电源 GND 端
17	VCC	内部 VCC 电源正端 (5V, 1A)

10.2 连接方式

- 仪器内置全隔离电源，外部无需提供电源正端。

请将外部电源同时接入以下引脚：

16 和 18 脚： 外部电源 GND

17 脚： 浮空。

10.2.1 使用内部电源



在未知或不确定功率的场合，**不可**使用内部电源，否则仪表将无法正常工作。
在已知小功率应用场合，您可以使用内部电源工作，但可能会使仪器的抗干扰能力变差。

内部电源： 5V 最大 1A。

使用内部电源：

17: VCC (5V)

16 和 18: GND

10.2.2 电气参数

电源要求： +3.3V~30VDC

输出信号： 内置上拉电阻的达林顿集电极输出。光耦隔离。低电平有效。

最大电压： 30VDC，内置 30V 钳位电路。

输入信号： 光耦隔离。低电平有效。

最大电流： 50mA



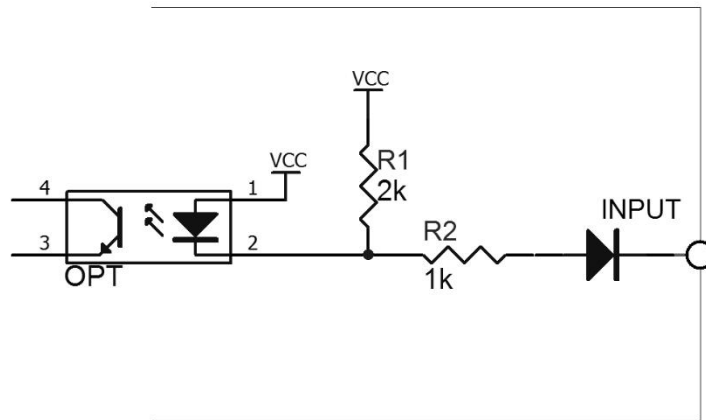
注意：为了避免损坏接口，电源电压勿超出电源要求。

为了避免损坏接口，请在仪器关闭后接线。

仪器采用达林顿驱动的输出端，可以推动小功率继电器和信号继电器，仪器内部已集成反向二极管。

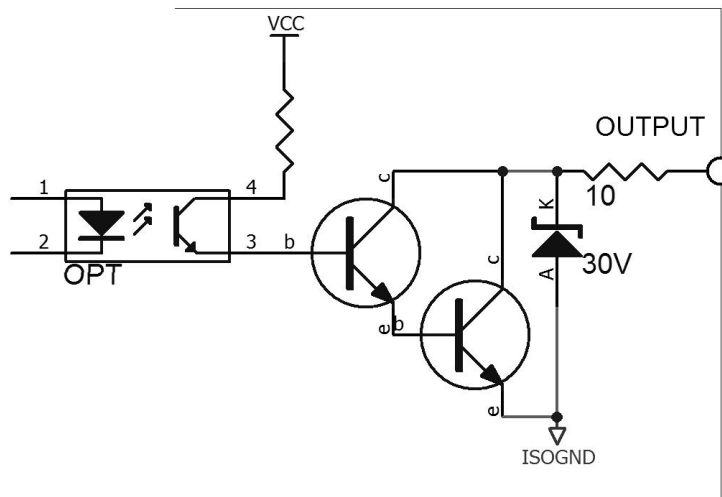
10.2.3 输入端原理图

图 10-2 输入端原理图 (Trig)



10.2.4 输出端原理图

图 10-3 输出端原理图



10.2.5 输入电路连接方法

图 10-4 与开关的连接

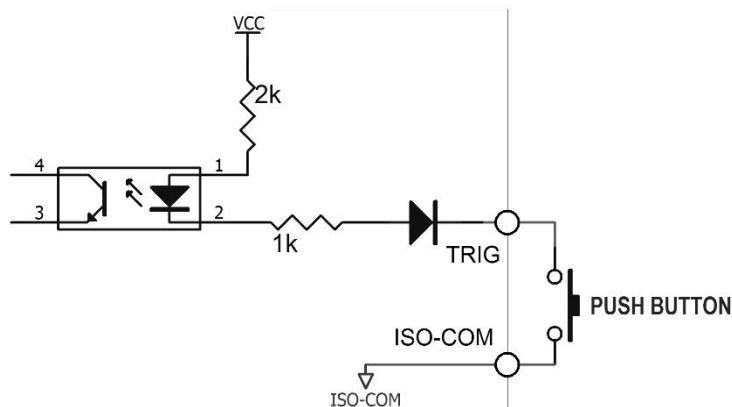


图 10-5 使用继电器控制

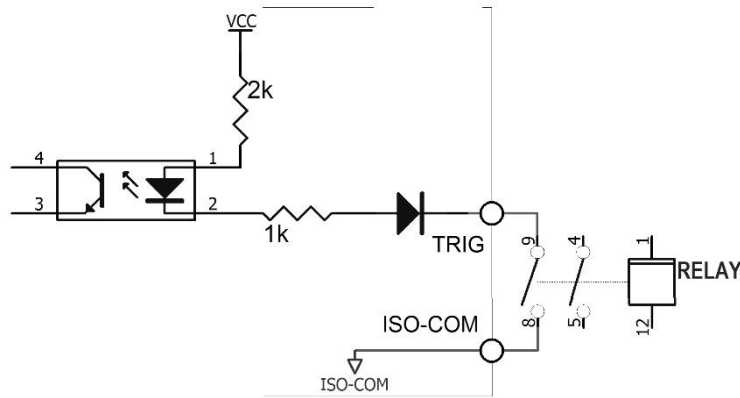


图 10-6 使用 PLC 负公共端子控制

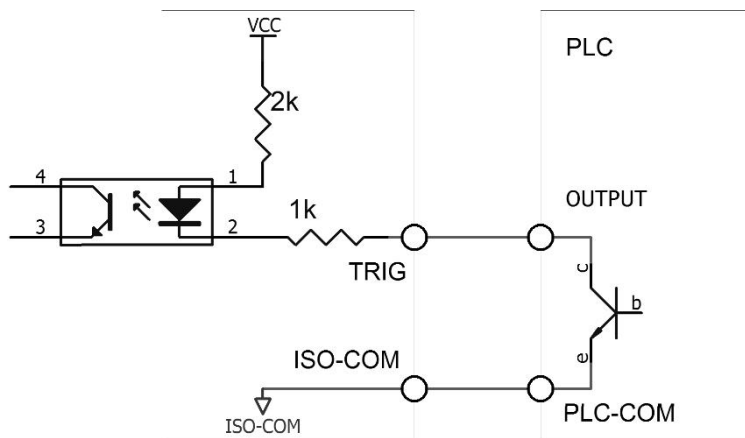
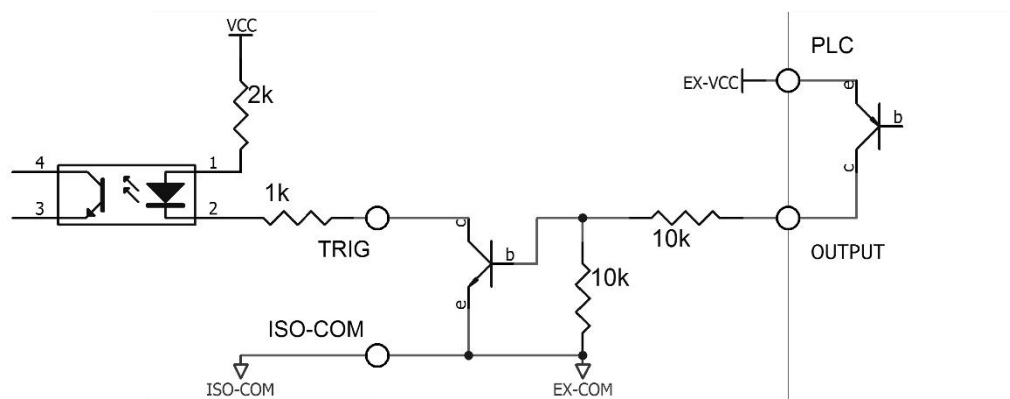


图 10-7 使用 PLC 正公共端子控制



10.2.6 输出电路连接方式

图 10-8 控制继电器

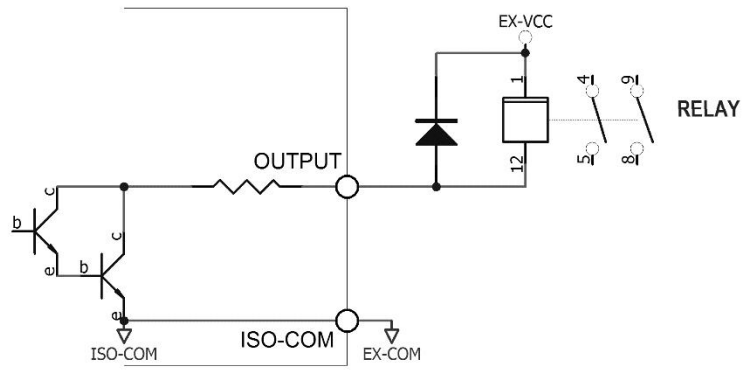


图 10-9 控制发光二极管或光电耦合器

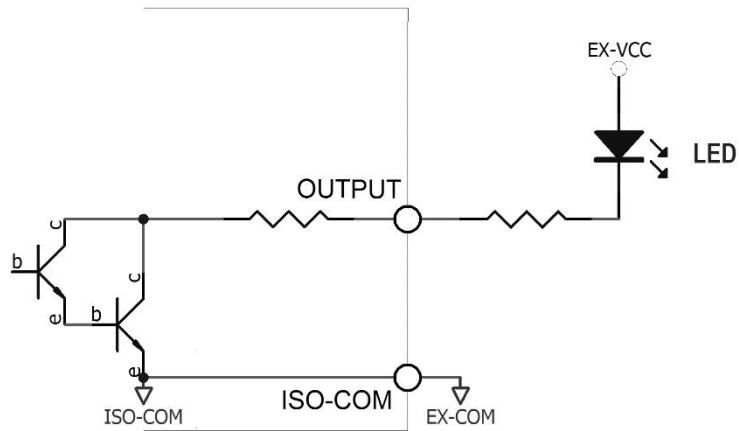


图 10-10 负逻辑输出

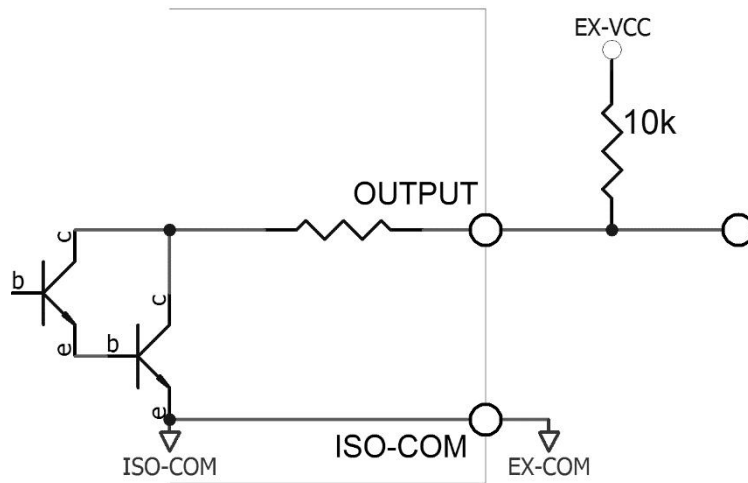


图 10-11 双端口输出组成逻辑或电路

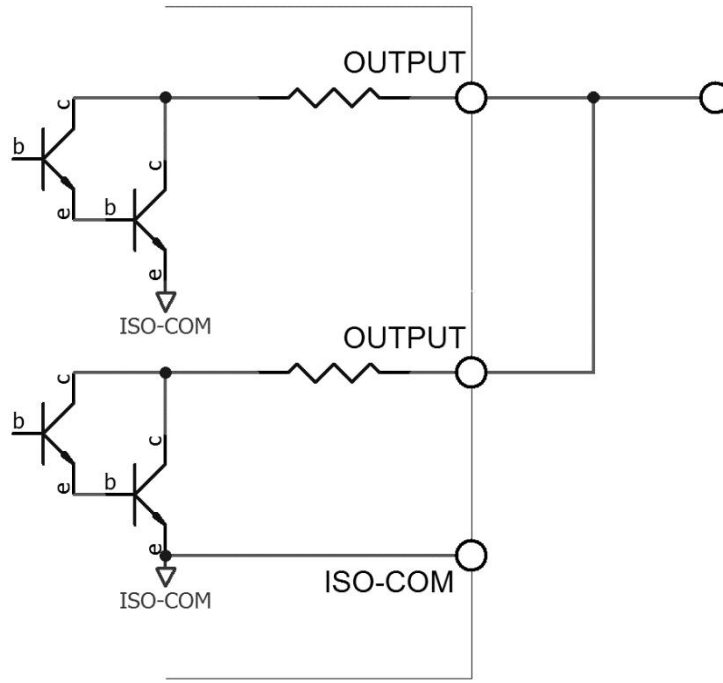


图 10-12 输出到 PLC 负公共端子

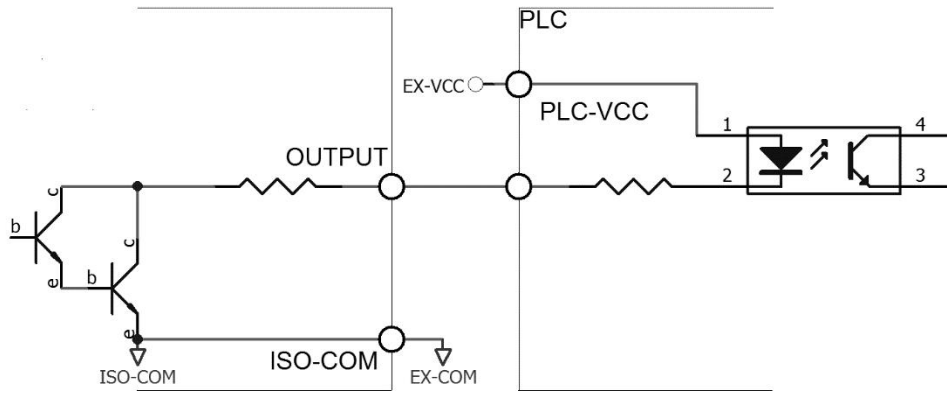
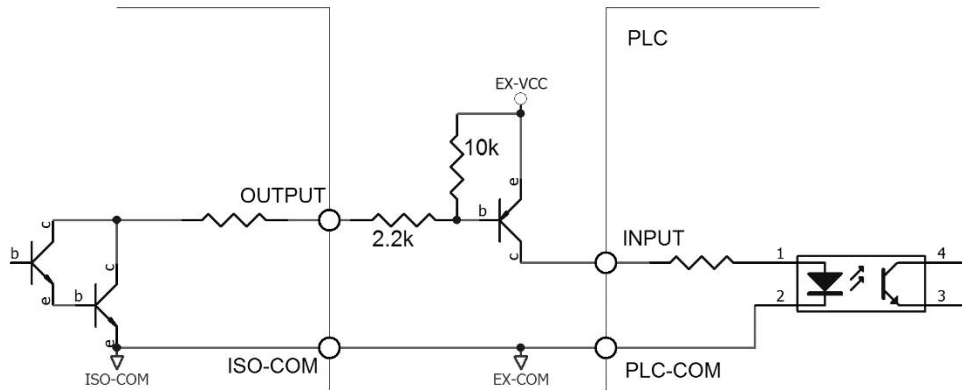


图 10-13 输出到 PLC 正公共端子



10.3 周期表

图 10-14 周期表

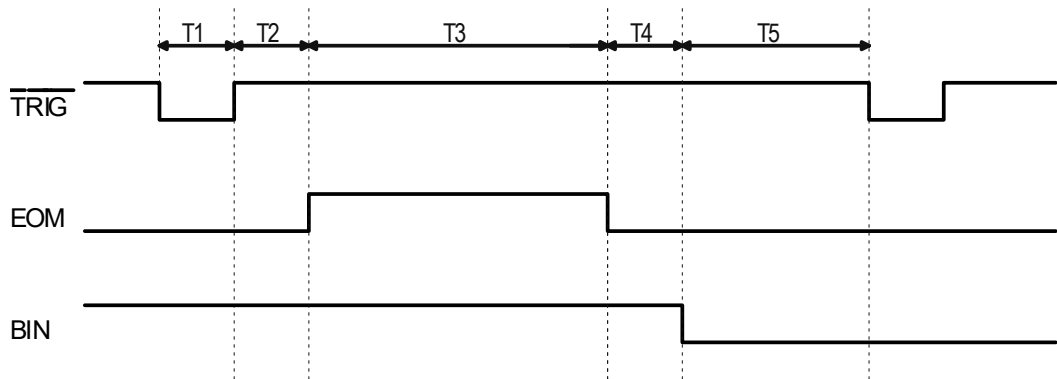


表 10-4 时间表

描述		最小值
T1	触发脉宽	1ms
T2	测量周期	触发延时
T3		测量时间
T4		BIN 输出延时
T5	触发后等待时间	0s

11. 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。

11.1 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 11-1

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 11-2

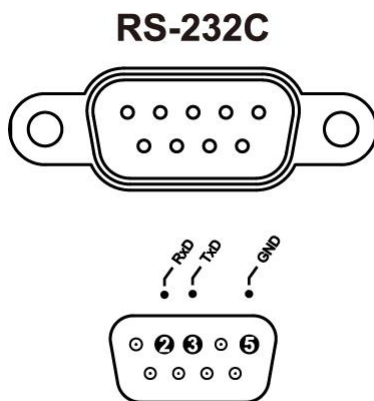
RS-232 标准的最小子集

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

11.1.1 RS232C 接口

图 11-1

后面板上 RS-232 接口[公头]



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

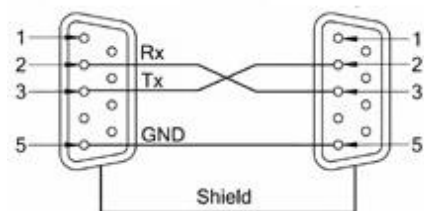
校验位： 无

11.1.2

连接方式

图 11-2

后面板上 RS-232 接口[公头]



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 2-3 交叉的 DB-9 电缆进行互连。通讯协议

11.2

RS485 接口

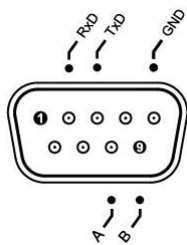
从仪器版本号为 Rev C1.02 开始，仪器标配 RS485 接口。

RS485 是一种支持多机通讯的通讯接口，可以通过一台主机与多台从机并接在一起。

详细的 RS485 规范，不作为本用户手册的说明重点，请参考

<https://en.wikipedia.org/wiki/RS-485>

仪器的 RS485 接口与 RS232 接口共用同一个 DB9 端子：



引脚	功能
8	A
9	B

11.3 USB 接口

在一些较新的计算机和笔记本电脑上，RS232 接口已经取消，需要使用 USB 接口进行通讯。仪器内置 USB-232 接口，可以直接在计算机里，将 USB 虚拟为 RS232 端口。此虚拟端口可以实现与 RS232 相同的功能。

11.3.1 在仪器里开启 USB 功能

仪器【系统设置】页面有 USB/RS232 选项，使用 USB 接口通讯前，请将其设置为 USB:

开启 USB 的步骤:

- 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
USB	USB 接口有效
RS232	RS232 (DB9) 接口有效

11.3.2 在电脑上安装驱动程序

USB 接口需要在电脑上安装驱动程序才能正常工作。

安装 USB 驱动程序的步骤:

- 第 1 步 将 USB 电缆插入电脑和仪器:



- 第 2 步 在电脑上设备管理器中会提示为其他设备



此时需要安装驱动程序。

第 3 步 插入随机附带的 CD-ROM。

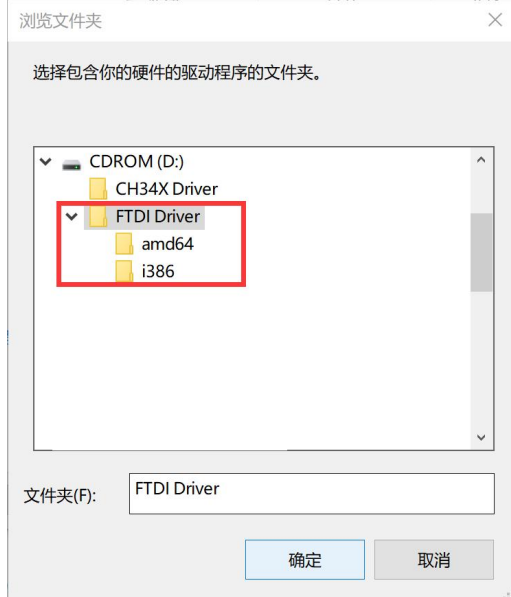
文件夹为：

FTDI Driver

- amd64
- i386
- CDM 2 06 00 Release Info.rtf
- ftd2xx.h
- ftdibus.cat
- ftdibus.inf
- ftdiport.cat
- ftdiport.inf
- LogoVerificationReport.pdf

第 4 步 使用鼠标右键单击 USB Serial Port

选择：更新驱动程序：

选择 **浏览我的计算机以查找驱动程序软件****第 5 步** 在之后弹出的窗口上选择浏览：

选择到 CDROM 盘符，单击 FTDI Driver 即可。

第 6 步 等待安装完成:**第 7 步****第 8 步** Windows 10 上至此驱动程序安装完成。

但在 Windows XP 等一些旧的操作系统上安装驱动程序，可能需要再次重复第 2 步开始的步骤，才能完全完成。

您需要记录下这个端口号，在编程时需要使用到。

11.4 LAN 接口

仪器内置百兆网络接口，使用 TCP-Client 协议与主机通讯。

只需网线与电脑或路由器连接即可进行通讯。

至此，所以的 SCPI 指令和 Modbus 指令都可以通过此端口进行操作。

局域网配置页

图 11-3



在局域网配置页面里设置好 IP 地址等后，即可与仪器通讯，具体设置方法参考《8.系统配置》一章。

请按照以下设置进行配置：

1. 协议类型: TCP-Client
2. 远程主机地址: 本机 IP, 例如 10.0.0.129
3. 远程主机端口: 本机端口, 例如 2000
4. 接收和发送: ASCII
5. 仪器通讯协议: SCPI

11.5

通讯协议

仪器支持 2 种通讯协议：SCPI 和 Modbus (RTU)。

SCPI 协议：

是英文 Standard Commands for Programmable Instruments 的缩写：SCPI。SCPI 协议定义了一套用于控制可编程测试测量仪器的标准语法和命令。SCPI 命令使用 ASCII 字符串传输，通过物理传输层传入仪器。命令由一连串的关键字构成，有的还需要包括参数。在协议中，命令规定为如下形式：CONFigure。在使用中，即可以写全名，也可以仅写仅包含大写字母的缩写。仪器对于查询命令的反馈也为 ASCII 代码。实际上，对于简单的应用（例如 PLC），只需要将指令翻译为 HEX 字节再按字节传输即可使用。

Modbus(RTU)协议

Modbus 协议是应用于电子控制器上的一种通用语言，主要用于工业现场的总线协议。是 PLC、触摸屏等工控设备的通信标准。

12. 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。

12.1 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结束符结尾，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>



12.2 结束符

仪器支持 4 种结束符：

LF (十六进制：0x0A)

CR(十六进制：0x0D)

CR+LF (十六进制：0x0D 0x0A)

NUL (十六进制：0x00)

结束符可以在系统配置页中进行选择，仪器出厂默认为 LF。



注意：

仪器允许主机发送的指令不带结束符，但建议指令末尾加上结束符，否则会导致每次接收指令后增加超时等待（根据波特率不同，指令超时在 10ms~50ms）。

12.3 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。

12.3.1 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。

12.3.2 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。

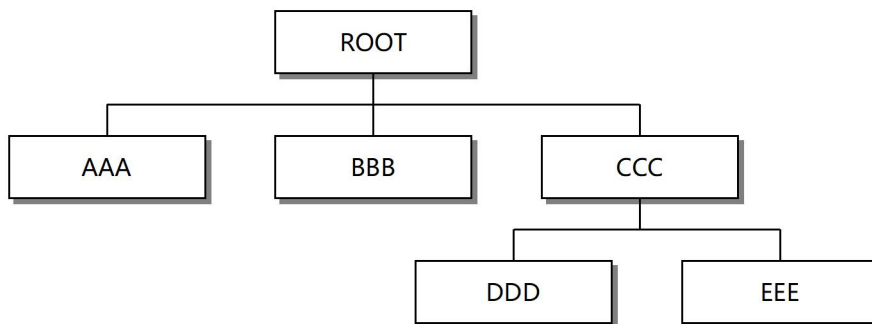
<>	尖括号中的文字表示该命令的参数
[]	方括号中的文字表示可选命令
{ }	当大括号包含几个参数项目时，表示只能从中选择一个项目。
()	参数的缩写形式放在小括号中。
大写字母	命令的缩写形式。

12.3.3 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 12-1

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

12.4 命令和参数

一条命令树由 **命令和[参数]** 组成，中间用 1 个空格 (ASCII: 20H) 分隔。

举例说明

```
AAA:BBB 1.234
 命令   [参数]
```

12.4.1 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。

12.4.2 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 1.23
- 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. *<Scioat>*: 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 12-1

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。

12.4.3 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

12.4.4 错误码

仪器会对每次接收的指令的处理结果暂存在缓冲区里, 在下一条指令发送前, 都可以通过 ERR? 指令进行获取状态。如果【系统配置】里将错误码功能打开, 仪器会在处理完指令后自动返回处理结果。

表 12-2

SCPI 错误码

错误码	说明	解释
*E00	NO ERROR	无错误
*E01	BAD COMMAND	命令错误
*E02	PARAMETER ERROR	参数错误
*E03	MISSING PARAMETER	缺少参数, 带参数指令, 未提供参数
*E04	INPUT BUFFER OVERRUN	接收缓冲区溢出, 仪器最大缓冲区为 1000 个字节
*E05	SYNTAX ERROR	语法错误
*E06	INVALID SEPARATOR	无效分隔符
*E07	INVALID MULTIPLIER	无效倍率单位
*E08	BAD NUMERIC DATA	数值错误
*E09	VALUE TOO LONG	数值太长, 数值参数超过了 20 个字节
*E10	INVALID COMMAND	无效命令, 命令在特定条件下无效
*E11	UNKNOWN ERROR	除以上错误外的其它未知错误

12.5 Display 显示页面子系统

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 12-2

DISPlay 子系统树

DISPlay	:PAGE	{MEASurement (meas) ,SETUp (MSET) ,BinSETup (BSET) ,CORRection (cset) ,CATAllog (cat/cata/file) ,SYSTem (syst) ,SYSTEMINFO (SINF) }
	:LINE	<string>

12.5.1 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 (meas)	测量显示页
SETUp (MSET)	设置页
BinSETup (BSET)	比较器设置页

CORRection (CSET)	短路清零页
CATALog (cata/cat/FILE)	文件页
SYSTEM (syst)	系统配置页
SYSTEMINFO (SINF)	系统信息页

例如: 发送> disp:page setup<NL> //切换到设置页面

查询语法: DISP:PAGE?

查询响应: <页面名称>缩写
meas
mset
bset
cset
cata
syst
sinf

例如: 发送> disp:page?
返回> meas
发送> disp:page meas;page?
返回> meas

12.5.2 DISPlay: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，文本将停留 10s。

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."

查询语法: DISPlay:LINE?

查询响应: 屏幕上提示栏文本，如果提示栏是空的，将返回 NULL。

12.6 FUNCTION 测量功能子系统

图 12-3 FUNCTION 子系统树

FUNCTION	{RV,RESistance (R),VOLTage (V)}
:MON	{RABS,RPER,VABS,VPER,OFF}

12.6.1 FUNCTION 测量参数设置

命令语法: FUNCTION {RV,RESistance (R),VOLTage (V)}

参数: RV 电阻和电压测量功能
RESistance 或 R 仅电阻测量功能
VOLTage 或 V 仅电压测量功能

例如: 发送> FUNC RES //选择电阻测量功能
发送> FUNC R //选择电阻测量功能
发送> FUNC V //选择电压测量功能
发送> FUNC RV //选择电阻+电压测量功能

查询语法: FUNCTION?

查询响应: RV
RESistance
VOLTage

例如: 发送> FUNC?..
接收> RESISTANCE..

12.6.2 FUNCTION:MONitor 监视参数设置

命令语法: `FUNCTION:MONitor {OFF,RABS,RPER,VABS,VPER}`

参数: **OFF** 监视功能关闭
RABS 电阻绝对偏差 (R_{Δ}) 值
RPER 电阻相对偏差 ($R_{\%}$) 值
vABS 电压绝对偏差 (V_{Δ}) 值
vPER 电压相对偏差 ($V_{\%}$) 值

例如: 发送> `FUNC:MON RPER` // 监视参数设置为电阻相对偏差值($R_{\%}$)

查询语法: `FUNCTION:MONitor?`

查询响应: `{OFF,RABS,RPER,VABS,VPER}`

例如: 发送> `FUNC:MON?`

接收> `OFF`

12.7 RESistance 电阻设置子系统

图 12-4 RESistance 子系统树

RESistance	:RANGe	<0~3.1>	
		:NO	{0,1}
		:MODE	{AUTO,NOM,HOLD}
	:LIMiT	:STATe	{ON,OFF}
		:MODE	{SEQ,PER,ABS}
		:NOMiNal	<float>
		:SEQ	<lower>,<upper>
		:PER	<lower>,<upper>
		:ABS	<lower>,<upper>
		<lower>,<upper>	

12.7.1 RESistance:RANGe 电阻量程设置

根据电阻值设置量程。

命令语法: `RESistance:RANGe <0 to 3.1>`

参数: <0~3.1> 浮点数表示的电阻值

例如: 发送> `:RES:RANG 100E-3` // 选择 300m Ω 所在量程

发送> `:RES:RANG 3` // 选择 3 Ω 所在量程

查询语法: `:RESistance:RANGe?`

查询响应: 返回测试量程:

300.00E-3

例如: 发送> `RES:RANG?`

接收> 300.00E-3

12.7.2 RESistance:RANGe:No 电阻量程号设置

RES:RANG:NO 用来设置量量程号

命令语法: `RESistance:RANGe:No {<量程号>,<min>,<max>}`

参数: 其中, <量程号> 0~1

min 最小量程=0

max 最大量程=1

例如: 发送> `RES:RANG:NO 1<NL>` // 切换到 1 量程 (3 Ω)

查询语法: `RES:RANG:NO?`

查询响应: 量程号 0~1

例如: 发送> RES:RANGE:NO?
 返回> 1
 发送> RES:RANGE:NO 0;NO? //发送指令并查询结果
 返回> 0

12.7.3 RESistance:RANGe:MODE 设置电阻比较方式

RES:RANG:MODE 用来设置量程方式

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

例如: 发送> RES:RANG:MODE AUTO //切换到自动量程方式

查询语法: RES:RANG:MODE?

查询响应: {AUTO,HOLD,NOM}

例如: 发送> RES:RANGE:MODE?

返回> AUTO

发送> RES:RANGE:MODE AUTO;MODE? //发送指令并查询结果

返回> AUTO

注意: 如果设置为 NOM 方式, 仪器会根据比较器方式设置量程:
 当比较器方式为 SEQ 时, 会根据比较器上限设置量程;
 当比较器方式为 ABS 和 PER 时, 将根据标称值设置量程。

12.7.4 RESistance:LiMiT 设置电阻极限

设置当前比较方式下的电阻上下限。

命令语法: RESistance:LiMiT <lower,upper>
 RESistance:LMT <lower,upper>

参数: lower: 上限浮点数

upper: 下限浮点数

数据值对应当前使用的比较方式, 直读比较 (SEQ) 和绝对值 (ABS) 时代表电阻值 (Ω), 百分比 (PER) 比较时代表百分比值 (%)。

例如: 发送> RES:LMT 1,3

发送> RES:LMT 10m,100m

发送> RES:LMT 1e-3,1e-2

查询语法: RESistance:LiMiT?

查询响应: <lower>,<upper> 当前数据值对应当前比较方式下的上下限值。

数据格式: $\pm\#.#####E\pm\#$

每个数据的总位数 10 位, 第一位为符号位, 小数位置不固定, 为了兼容 PLC 等设备, 指数部分只使用 E-3(m), E+0, E+3(k)等格式以对应倍率单位值。

例如: 发送> RES:LMT?

接收> +1.0000E-3,+10.0000E-3

发送> RES:LMT 10m,12m;LMT?

接收> +10.000E-3,+12.000E-3

12.7.5 RESistance:LiMiT:STAtE 电阻比较器状态设置

电阻比较器打开或关闭设置。

命令语法: RESistance:LiMiT:STAtE {ON/1,OFF/0}

例如: 发送> RES:LMT:STAT OFF

查询语法: RESistance:LiMiT:STAtE?

查询响应: {on,off}

例如: 发送> RES:LMT:STAT?

接收> on

12.7.6 RESistance:LiMiT:MODE 电阻比较方式

电压比较方式设置。

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

参数: SEQ: 上下限直读比较方式
PER: 百分比比较方式 (相对偏差比较)
ABS: 绝对偏差比较 (Δ)

例如: 发送> RES:LMT:MODE PER //百分比比较

查询语法: **RESistance:LiMiT:MODE?**

查询响应: {SEQ,PER,ABS}

例如: 发送> RES:LMT:MODE?
接收> SEQ

12.7.7 RESistance:LiMiT:NOMinal 电阻标称值设置

设置电阻标称值, 标称值只有在 ABS 和 PER 模式下才参与运算。

命令语法: **RESistance:LiMiT:NOMinal <float>**

参数: float: 标称值浮点数, 单位 (Ω)

例如: 发送> RES:LMT:NOM 12.345m
发送> RES:LMT:NOM 12.345e-3

查询语法: **RESistance:LiMiT:NOMinal?**

查询响应: <float>

数据格式: $\pm\#.####e\pm\#$

每个数据的总位数 10 位, 第一位为符号位, 小数位置不固定, 为了兼容 PLC 等设备, 指数部分只使用 E-3, E+0, E+3 等格式以对应单位值。

例如: 发送> RES:LIM:NOM?
接收> +100.00e-3 //100.00m Ω
发送> RES:LIM:NOM 100.00m;NOM? //设置标称值并且查询
接收> +100.00e-3 //100.00m Ω



注意:

如果当前电阻量程设置为标称量程 (NOM RANGE), 并且电阻比较方式为 PER 或 ABS, 电阻量程会根据标称值切换到最佳量程。

但是电阻比较方式为 SEQ 时, 不会根据标称值切换量程。(SEQ 时将根据上限选择量程。)

12.7.8 RESistance:LiMiT:SEQ 电阻直读值极限

设置当前直读比较方式下的电阻上下限。

命令语法: **RESistance:LiMiT:SEQ <lower,upper>**

参数: lower: 上限浮点数
upper: 下限浮点数

设置直读比较 (SEQ) 的上下限值。

例如: 发送> RES:LMT:SEQ 1m,10m
发送> RES:LMT:SEQ 1e-3,10e-3

查询语法: **RESistance:LiMiT:SEQ?**

查询响应: <lower>,<upper>

数据格式: $\pm\#.####E\pm\#$

每个数据的总位数 11 位, 第一位为符号位, 小数位置不固定, 为了兼容 PLC 等设备, 指数部分只使用 E-03, E+00, E+03 等格式以对应单位值。

例如: 发送> RES:LMT:SEQ?
接收> +1.0000e-03,+10.000e-03
发送> RES:LMT:SEQ 10m,100m;SEQ? //设置标称值并且查询
接收> +100.00e-03 //100.00m Ω



注意:

CALCulate:LIMit:RESistance:SEQ 会将电阻比较方式强制切换到 SEQ 方式。
但是, CALCulate:LIMit:RESistance:SEQ? 指令不会切换比较方式。

12.7.9 RESistance:LiMiT:ABS 电阻绝对值极限

设置当前绝对值比较方式下的电阻上下限。

命令语法: **RESistance:LiMiT:ABS <lower,upper>**

参数: lower: 上限浮点数
upper: 下限浮点数

设置绝对值比较 (ABS) 的上下限值。

例如: 发送> RES:LMT:ABS -1.23m,1.23m
发送> RES:LMT:ABS -1.23e-3,12.3e-3

查询语法: **RESistance:LiMiT:ABS?**

查询响应: <lower>,<upper>

数据格式: ±#.###E±#

每个数据的总位数 10 位, 第一位为符号位, 小数位置不固定, 为了兼容 PLC 等设备, 指数部分只使用 E-03, E+00, E+03 等格式以对应单位值。

例如: 发送> RES:LMT:ABS?
接收> -1.2300e-3,+12.300e-3
发送> RES:LMT:ABS -1.23m,12.3m;ABS?
接收> -1.2300e-3,+12.300e-3



注意:

CALCulate:LIMit:RESistance:ABS 会将电阻比较方式强制切换到 ABS 方式。
但是, :CALCulate:LIMit:RESistance:ABS? 指令不会切换比较方式。

12.7.10 RESistance:LiMiT:PER 电阻百分比上下限

设置当前百分比比较方式下的电阻上下限百分比值。

命令语法: **RESistance:LiMiT:PER <lower,upper>**

参数: lower: 上限浮点数
upper: 下限浮点数

设置百分比比较 (PER) 的上下限百分比值。

例如: 发送> RES:LMT:PER -10.1,10.1

查询语法: **RESistance:LiMiT:PER?**

查询响应: <lower>,<upper>

数据格式: ±#.###E+0

每个数据的总位数 10 位, 第一位为符号位, 小数位置不固定, 为了兼容 PLC 等设备, 指数部分只使用 E+0 格式。

例如: 发送> RES:LMT:PER?
接收> -10.000E+0,+10.000E+0
发送> RES:LMT:PER -10,10;PER? //设置并查询返回
接收> -10.000E+0,+10.000E+0



注意:

CALCulate:LIMit:RESistance:PER 会将电阻比较方式强制切换到 PER 方式。
CALCulate:LIMit:RESistance:PER? 指令不会切换比较方式。

12.8 VOLTage 电压设置子系统

图 12-5 VOLTage 子系统树

Voltage	:LiMiT	:STATE	{ON,OFF}
		:MODE	{SEQ,PER,ABS}
		:NOMinal	<float>
		:SEQ	<lower>,<upper>

		:PER	<lower>, <upper>
		:ABS	<lower>, <upper>
			<lower>, <upper>

12.8.1 VOLTage:LiMiT 设置电阻极限

设置当前比较方式下的电压上下限。

命令语法: **VOLTage:LiMiT <lower, upper>**

参数: lower: 上限浮点数
upper: 下限浮点数

数据值对应当前使用的比较方式, 直读比较 (SEQ) 和绝对值 (ABS) 时代表电压值 (V), 百分比 (PER) 比较时代表百分比值 (%)。

例如: 发送 > **VOLTage:LMT 10,20**

查询语法: **VOLTage:LiMiT?**

查询响应: <lower>, <upper> 当前数据值对应当前比较方式下的上下限值。

数据格式: $\pm\#.#####E+0$

每个数据的总位数 11 位, 第一位为符号位, 小数位置不固定, 为了兼容 PLC 等设备, 指数部分只使用 E+0 格式以对应倍率单位值。

例如: 发送 > **VOLT:LMT?**

接收 > +10.0000E+0, +20.0000E+0

发送 > **VOLT:LMT 10,20;LMT?**

接收 > +10.0000E+0, +20.0000E+0

12.8.2 VOLTage:LiMiT:StATe 电压比较器状态设置

电压比较器打开或关闭设置。

命令语法: **VOLTage:LiMiT:StATe {ON/1, OFF/0}**

例如: 发送 > **VOLT:LMT:STAT OFF**

查询语法: **VOLTage:LiMiT:StATe?**

查询响应: {on, off}

例如: 发送 > **VOLT:LMT:STAT?**

接收 > on

12.8.3 VOLTage:LiMiT:MODe 电阻比较方式

电压比较方式设置。

命令语法: **VOLTage:LiMiT:MODe {SEQ, PER, ABS}**

参数: SEQ: 上下限直读比较方式
PER: 百分比比较方式 (相对偏差比较)
ABS: 绝对偏差比较 (Δ)

例如: 发送 > **VOLT:LMT:MODe PER //百分比比较**

查询语法: **VOLTage:LiMiT:MODe?**

查询响应: {SEQ, PER, ABS}

例如: 发送 > **VOLT:LMT:MODe?**


接收 > SEQ

12.8.4 VOLTage:LiMiT:NOMinAl 电阻标称值设置

设置电压标称值, 标称值只有在 ABS 和 PER 模式下才参与运算。

命令语法: **VOLTage:LiMiT:NOMinAl <float>**

参数: float: 标称值浮点数, 单位 (V)

例如:	发送> VOLT:LMT:NOM 10.1234
查询语法:	VOLTage:LiMiT:NOMinal?
查询响应:	<float> 数据格式: ±#.#####e+0 每个数据的总位数 11 位, 第一位为符号位, 小数位置不固定, 为了兼容 PLC 等设备, 指数部分只使用 E+0 格式以对应单位值。
例如:	发送> VOLT:LIM:NOM? 接收> +10.0000E+0 //10.0000 发送> VOLT:LIM:NOM 3.6;NOM? //设置标称值并且查询 接收> +3.6000E+0
 注意:	如果当前电压量程设置为标称量程 (NOM RANGE), 并且电压比较方式为 PER 或 ABS, 电压量程会根据标称值切换到最佳量程。 但是电压比较方式为 SEQ 时, 不会根据标称值切换量程。(SEQ 时将根据上限选择量程。)

12.8.5 VOLTage:LiMiT:SEQ 电压直读值极限

命令语法:	VOLTage:LiMiT:SEQ <lower, upper>
参数:	lower: 上限浮点数 upper: 下限浮点数 设置直读比较 (SEQ) 的上下限值。
例如:	发送> VOLT:LMT:SEQ 1.2345, 3.4567
查询语法:	VOLTage:LiMiT:SEQ?
查询响应:	<lower>, <upper> 数据格式: ±#.#####E+0 每个数据的总位数 11 位, 第一位为符号位, 小数位置不固定, 为了兼容 PLC 等设备, 指数部分只使用 E+0 格式。
例如:	发送> VOLT:LMT:SEQ? 接收> +1.23450E+0, +3.45670E+0 发送> VOLT:LMT:SEQ 3.5, 4.2;SEQ? //设置并查询设置值 接收> +3.50000E+0, +4.20000E+0
 注意:	CALCulate:LiMiT:VOLTage:SEQ 会将电压比较方式强制切换到 SEQ 方式。 CALCulate:LiMiT: VOLTage:SEQ? 指令不会切换比较方式。

12.8.6 VOLTage:LiMiT:ABS 电压绝对值极限

命令语法:	VOLTage:LiMiT:ABS <lower, upper>
参数:	lower: 上限浮点数 upper: 下限浮点数 设置绝对值比较 (ABS) 的上下限值。
例如:	发送> VOLTage:LiMiT:ABS -1.2, 1.2
查询语法:	VOLTage:LiMiT:ABS?
查询响应:	<float>, <float> 数据格式: ±#.#####E+0 每个数据的总位数 11 位, 第一位为符号位, 小数位置不固定, 为了兼容 PLC 等设备, 指数部分只使用 E+00 格式。
例如:	发送> VOLT:LMT:ABS? 接收> -1.20000E+0, +1.20000E+0 发送> VOLT:LMT:ABS -12, 12;ABS? //设置并查询设置值 接收> -12.0000E+0, +12.0000E+0
 注意:	VOLTage:LiMiT:ABS 会将电压比较方式强制切换到 ABS 方式。 VOLTage:LiMiT:ABS? 指令不会切换比较方式。

12.8.7 VOLTage:LiMiT:PER 电压百分比上下限

命令语法: `VOLTage:LiMiT:PER <lower,upper>`

参数: lower: 上限浮点数
upper: 下限浮点数
设置百分比比较 (PER) 的上下限百分比值。

例如: 发送 > :CALC:LIM:VOLT:PER -1,1

查询语法: `VOLTage:LiMiT:PER?`

查询响应: <float>,<float>

数据格式: $\pm\#.#####E+0$

每个数据的总位数 11 位, 第一位为符号位, 小数位置不固定, 为了兼容 PLC 等设备, 指数部分只使用 E+00 格式以对应单位值。

例如: 发送 > VOLT:LMT:PER?

接收 > -1.00000E+0,+1.00000E+0

发送 > VOLT:LMT:PER -10,10;PER? //设置并查询设置值

接收 > -10.0000E+0,+10.0000E+0

12.9 ADJust 清零子系统

12.9.1 ADJust:CLEAr 取消清零功能

关闭清零功能。

命令语法: `:ADJust:CLEAr`

例如: 发送 > :ADJ:CLEA

12.9.2 ADJust 执行清零

在发送此指令前, 必须将测试夹短路。

命令语法: `ADJust`

响应: {0,1}

0: 清零成功

1: 清零失败

例如: 发送 > :ADJ //开始执行清零

接收 > 0 //清零成功

查询语法: `:ADJust?`

查询响应: {0,1}

0: 最近一次清零成功

1: 最近一次清零失败



注意

清零需要一定时间, 所有返回值需要稍等一段时间才能返回。在自动量程下清零大概需要 6s。

12.10 SAMPLe 采样子系统

图 12-6

SAMPLE 子系统树

SAMPLE	:RATE	{SLOW,MEDium,FAST,EXFAST}
	:AVERage	<integer 0~256>

12.10.1 SAMPLE:RATE 测试速度设置

命令语法: **SAMPLE:RATE** {SLOW,MEDIUM,FAST,EXFAST}

参数: SLOW: 慢速
MEDIUM: 中速
FAST: 快速
EXFAST: 高速

例如: 发送> **SAMP:RATE MED**

查询语法: **SAMPLE:RATE?**

查询响应: {SLOW,MEDIUM,FAST,EXFAST}

例如: 发送> SAMP:RATE?
接收> FAST
发送> SAMP:RATE MED;RATE?
接收> MED

12.10.2 SAMPLE:AVERAGE 平均次数设置

平均次数设置。

命令语法: **SAMPLE:AVERAGE** <integer 1~256>
SAMPLE:AVG <integer 1~256>

参数: 1: 平均功能将关闭

例如: 发送> **SAMP:AVER 10**
发送> **SAMP:AVG 5**

查询语法: **SAMPLE:AVERAGE?**
SAMPLE:AVG?

查询响应: {1~256}

例如: 发送> SAMP:AVER?
接收> 1 // =OFF
发送> SAMP:AVER 2;AVER?
发送> 2

12.11 LOGger 子系统

LOGger 子系统用来设置和读取数据缓冲区数据。

图 12-7

LOGger 子系统树

LOGger	: START	<ON (1) , OFF (0) >
	: SIZE	{<1~10000> , max }
	: COUNT?	<0~10000>
	: DATA?	<1~10000>

12.11.1 LOGger:START 数据记录启动

LOGger:START 启动/停止数据记录。

命令语法: **LOGger:START** {ON (1) , OFF (0) }

参数: ON: 开始记录
OFF: 停止记录

例如: 发送> **LOG:START ON**

查询语法: **LOGger:START?**

查询响应: {on, off}

例如: 发送> LOG:START?
接收> OFF



注意

此指令只在[数据缓存]设置了数值后有效。请确认<系统配置>页[数据缓存]状态。
如果当前页面不在<测量显示>页，此指令会自动切换到<测量显示>页面。

12.11.2 LOGger:SIZE 数据记录缓冲区大小设置

命令语法: **LOGger:SIZE {<0~10000>,max}**

参数: <0~10000>: 整数
0: 记录功能将无效
max: 缓冲区将设置为 10000

例如: 发送> LOG:SIZE max

查询语法: **LOGger:SIZE?**

查询响应: {0~10000}

例如: 发送> LOG:SIZE 100;SIZE?
接收> 100

12.11.3 LOGger:COUNt? 数据缓冲区已记录的总数

查询语法: **LOGger:COUNt?**

查询响应: {0~10000}
0, 代表缓冲区空

例如: 发送> LOG:COUN?
接收> 10

12.11.4 LOGger:DATA?数据缓冲区数据

查询语法 1: **LOGger:DATA? <1~10000>**
MEMory:DATA? <1~10000>

参数: <1~10000>: 整数, 大于缓冲区已记录的总数或小于 1 的数, 返回 0.

例如: 发送> LOG:DATA? 28

接收> 1, 1.0000E+20,-0.00057E+0; 2, 1.0000E+20,-0.00036E+0; 3, 1.0000E+20,-0.00009E+0;
4, 1.0000E+20,+0.00017E+0; 5, 1.0000E+20,+0.00035E+0; 6, 1.0000E+20,+0.00047E+0; 7,
1.0000E+20,+0.00040E+0; 8, 1.0000E+20,+0.00029E+0; 9, 1.0000E+20,+0.00017E+0; 10,
1.0000E+20,+0.00006E+0; 11, 1.0000E+20,+0.00000E+0; 12, 1.0000E+20,-0.00009E+0; 13,
1.0000E+20,-0.00025E+0; 14, 1.0000E+20,-0.00034E+0; 15, 1.0000E+20,-0.00042E+0; 16,
1.0000E+20,-0.00051E+0; 17, 1.0000E+20,-0.00060E+0; 18, 1.0000E+20,-0.00065E+0; 19,
1.0000E+20,-0.00084E+0; 20, 1.0000E+20,-0.00098E+0; 21, 1.0000E+20,-0.00125E+0; 22,
1.0000E+20,-0.00148E+0; 23, 1.0000E+20,-0.00181E+0; 24, 1.0000E+20,-0.00197E+0; 25,
1.0000E+20, 1.00000E+20; 26, 1.0000E+20, 1.00000E+20; 27, 1.0000E+20, 1.00000E+20; 28,
1.0000E+20, 1.00000E+20;

查询语法 2: **LOGger:DATA?**

查询响应: <COUNT>;
1, <RESISTANCE1>, <VOLTAGE1>;
2, <RESISTANCE2>, <VOLTAGE2>;
...

例如: 发送> LOG:DATA?

接收> 16;
1, 1.0000E+20, -0.00057E+0; 2, 1.0000E+20, -0.00036E+0; 3, 1.0000E+20, -0.00009E
+0; 4, 1.0000E+20, +0.00017E+0; 5, 1.0000E+20, +0.00035E+0; 6, 1.0000E+20, +0.000
47E+0; 7, 1.0000E+20, +0.00040E+0; 8, 1.0000E+20, +0.00029E+0; 9, 1.0000E+20, +0.
00017E+0; 10, 1.0000E+20, +0.00006E+0; 11, 1.0000E+20, +0.00000E+0; 12,
1.0000E+20, -0.00009E+0; 13, 1.0000E+20, -0.00025E+0; 14, 1.0000E+20, -0.00034E
+0; 15, 1.0000E+20, -0.00042E+0; 16, 1.0000E+20, -0.00051E+0;



注意

1. 实际返回值没有换行符，此处增加换行为了书写方便。
2. 总位数为 5 位，不足使用空格填充。
3. 数据记录较多时，返回数据时间较长。

4. 指定的索引超过缓冲区大小时，数据返回 0。

12.12 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 12-8

SYSTEM 子系统树

SYSTEM	:LANGUage	{ ENGLISH, CHINESE, EN, CN }
	:TIME	<YEAR>, <MONTH>, <DAY>, <HOUR>, <MINUTE>, <SECOND>
	:KEYLock (KLOC)	{ ON (1), OFF (0) }
	:BEEP	[:STATE] { ON (1), OFF (0) }
	:SHAKEHAND (SHAK)	{ ON (1), OFF (0) }
	:CODE	{ ON (1), OFF (0) }
	:CURRent	{ CONTInuous, PULSe }
	:CALibration	(NO PARAMETER)
	:AUTO	{ ON (1), OFF (0) }
	:RESult	{ FETCh, AUTO }

12.12.1 SYSTEM:LANGUage 系统语言

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}`

12.12.2 SYSTEM:TIME 系统时间设置

命令语法: `SYSTEM:TIME <YEAR>, <MONTH>, <DAY>, <HOUR>, <MINUTE>, <SECOND>`

例如: 发送 > `SYST:TIME 2016,12,30,11,18,31` //2016-12-30 11:18:31

查询语法: `SYSTEM:TIME?`

查询响应: `<YEAR>-<MONTH>-<DAY> <HOUR>:<MINUTE>:<SECOND>`

例如: 发送 > `SYST:TIME?`

接收 > `2016-12-30 11:18:31`

12.12.3 SYSTEM:KEYLock 或 SYSTEM:KLOCK 键盘锁设置

命令语法: `SYSTEM:KEYLock {ON,OFF,0,1}`
`SYSTEM:KLOCK {ON,OFF,0,1}`

例如: 发送 > `SYST:KEYL OFF` //键盘解锁

查询语法: `SYSTEM:KEYLock?`
`SYSTEM:KLOCK?`

查询响应: `{on,off}`

12.12.4 SYSTEM:CODE 错误码返回

SYSTEM:CODE 开启后，允许在每次接收到指令后都返回错误码。

对应的错误码如下：

错误码	说明
*E00	No error
*E01	Bad command
*E02	Parameter error

*E03	Missing parameter
*E04	buffer overrun
*E05	Syntax error
*E06	Invalid separator
*E07	Invalid multiplier
*E08	Numeric data error
*E09	Value too long
*E10	Invalid command
*E11	Unknow error

如果错误码功能关闭，主机可以通过发送 ERR?指令获取错误码。

命令语法: `SYSTem:CODE {ON,OFF,0,1}`

例如: 发送> `SYST:CODE ON`

查询语法: `SYSTem:CODE?`

查询响应: `{on,off}`

12.12.5 SYSTem:BEEPer 按键音

此指令不影响比较器讯响。

命令语法: `SYSTem:BEEPer {OFF,ON,0,1}`

参数: `{OFF,ON,0,1}`

OFF/0: 按键音关闭

ON/1: 按键音关闭

例如: 发送> `SYST:BEEP OFF`

查询语法: `SYSTem:BEEPer?`

查询响应: `{OFF,ON}`

12.12.6 SYSTem:SHAKhand 或 SYSTem:HEADer 通讯握手指令 (数据头返回)

通讯握手开启后，仪器会将接收到的指令原样返回给主机，之后再返回数据。

命令语法: `SYSTem:SHAKhand {ON,OFF,0,1}`

`SYSTem:HEADer {ON,OFF,0,1}`

例如: 发送> `SYST:SHAK ON`

发送> `SYST:HEAD ON`

查询语法: `SYSTem:SHAKhand?`

`SYSTem:HEADer?`

查询响应: `{on,off}`

12.12.7 SYSTem:CALibration 仪器自校准功能

执行一次自校准。

命令语法: `SYSTem:CALibration`

例如: 发送> `SYST:CAL`

注意! 一次自校准将花费 40ms 时间，此指令发送后至少延时 40ms 才可以发生下一条指令。在测量速度为慢速时，此指令将被忽略。

12.12.8 SYSTem:CALibration:AUTO 仪器自校准开关

设置仪器自校准开关。

命令语法: `SYSTem:CALibration:AUTO {ON,OFF,1,0}`

参数: ON/1: 仪器将每隔 30 分钟自校准一次。

OFF/0: 仪器自校准关闭。

例如: 发送> **SYST:CAL:AUTO ON**

查询语法: **SYSTem:CALibration:AUTO?**

查询响应: **{on,off}**

12.12.9 SYSTem:RESult 测试结果发送

SYSTem:RESult 可以设置数据发送方式: 自动或是 FETCH 指令。

命令语法: **SYSTem:RESult {FETCH,AUTO}**

参数: {FETCH,AUTO}

FETCH: 数据需要通过指令 `fetch?` 才能返回到主机, 仪器被动发送。

AUTO: 数据在每次测试完成后, 自动发送测试结果给主机, 仪器主动发送。

例如: 发送> **SYST:RES AUTO** //设置为自动发送

查询语法: **SYST:RESult?**

查询响应: **{FETCH,AUTO}**

12.12.10 SYSTem:RESet 出厂设置

此指令将复位所有设置为出厂设置。此指令不会影响校准数据。

命令语法: **SYSTem:RESet**

例如: 发送> **SYST:RESET** //蜂鸣器鸣叫 2 声

12.13 TRIGger 子系统

图 12-9 TRIGger 子系统树

TRIGger	:SOURce	{INT,EXT}	
	:DELay	<1ms~10s>	
	:STATe	{ON(1),OFF(0)}	
TRG(*TRG)			

TRIGger 用来设置触发源和产生一次触发。

12.13.1 TRIGger:SOURce

TRIG:SOUR 用来设置触发源。

命令语法: **TRIGger:SOURce {INT,EXT}**

例如: 发送> **TRIG:SOUR EXT** //设置为外部触发模式。

查询语法: **TRIGger:SOURce?**

查询响应: **<INT,EXT>**

12.13.2 TRIGger:DELay

TRIG:DELay 用来设置触发延时定时器数值。

命令语法: **TRIGger:DELay <1ms-10.000s>**

例如: 发送> **TRIG:DEL 10m** //设置 10ms, 如果触发延时功能未启用, 该指令会首先将其打开

查询语法: **TRIG:DELay?**

查询响应: **<0.001-10.000>** //单位秒

12.13.3 TRIGger:DELay:STATe

TRIG:DELay:STATe 用来打开/关闭触发延时功能。

命令语法: **TRIGger:DELay:STATe {ON(1),OFF(0)}**

例如: 发送> **TRIG:DEL:STAT ON** //触发延时功能开启

查询语法: **TRIG:DELay:State?**

查询响应: **<on,off>**

12.13.4 TRG

TRG 在触发源设置为 EXT 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, 并返回完整测试数据
 返回> **199.76E-3,-0.00002E+0**
 //电阻值, 电压值

注意! 如果当前页面不在<测量显示>页或<全屏显示>页, 该指令会首先切换到<测量显示>页, 再进行触发及返回数据。

12.14 FETCh 和 READ 子系统

图 12-10 FETCh? 子系统树

FETCh?	<i>NO PARAMETER</i>
	:FULL

图 12-11 READ? 子系统树

READ?	<i>NO PARAMETER</i>
	:FULL

FETCh 和 READ 子系统类似, FETCh 是返回的上一次测量数据, 而 READ 是返回最新一次测量数据, 因此 READ 会等待一次完整测量周期后才返回数据, 在慢速测量时执行效率稍差。

12.14.1 FETCh? 或 READ? 获取测量数据

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? 指令和 READ? 将返回主测试数据。

查询语法: **FETCh?**

查询响应: 根据测量参数:

RV: <电阻>, <电压>

R: <电阻>

V: <电压>

例如: 发送> **FETC?**
 返回> **199.76E-3,-0.00002E+0** //电阻值, 电压值

注意! 如果当前页面不在<测量显示>页或<全屏显示>页, 该指令会首先切换到<测量显示>页, 再返回数据。

12.14.2 FETCh:FULL? 或 READ:FULL? 获取完整测量数据

FETCh:FULL? 或 READ:FULL? 用来获取完整测试数据, 包括测量数据、比较结果和监视数据。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]。

查询语法: **FETCh:FULL?**

查询响应: <电阻>, <电压>, <电阻 HI/OK/LO>, <电压 HI,OK,LO>, <PASS/FAIL/WIRE/OPEN>

例如: 发送> **FETC:FULL?**

发送> **READ:FULL?**

返回> **199.78E-3,-0.00001E+0,--,--,---/--** 代表比较器未启用

返回> **199.78E-3,-0.00001E+0,HI,LO,FAIL** //电阻值, 电压值, 电阻档, 电压档, 不合格

注意! 如果当前页面不在<测量显示>页或<全屏显示>页, 该指令会首先切换到<测量显示>页, 再返回数据。

12.15 CORRection 子系统

CORRection 子系统用来执行一次短路清零校准。

图 12-12 SYSTEM 子系统树

CORRect	:SHORT
---------	--------

12.15.1 CORRection:SHORT

查询语法: `CORRection:SHORT`

例如: 发送> `CORRection:SHOR`
 返回> `Short`
 返回> `PASS/FAIL`

注: 在发送命令前, 请务必短路测试端。

12.16 FILE(MMEM) 子系统

FILE(MMEM) 子系统用来管理文件, 可以用来保存用户参数到内部闪存中, 或读取闪存文件到系统里。

图 12-13 FILE(MMEM) 子系统树

FILE MMEM	:SAVE	<无参数>或<文件号 0-9>
	:LOAD	<无参数>或<文件号 0-9>
	:DELeTe	<文件号 0-9>

12.16.1 FILE:SAVE 保存文件

FILE:SAVE 可以保存当前设置到当前文件或指定的文件中。

命令语法: `FILE:SAVE`
`FILE:SAVE <File No. 0-9>`

例如: 发送> `FILE:SAVE` //保存到当前文件中
 发送> `FILE:SAVE 1` //保存到文件 1 中

12.16.2 FILE:LOAD 读取文件

FILE:LOAD 可以读取文件数据到系统中。

命令语法: `FILE:LOAD`
`FILE:LOAD <File No. 0-9>`

例如: 发送> `FILE:LOAD` //读取当前文件数据到系统中
 发送> `FILE:SAVE 1` //读取文件 1 的数据到系统中

12.16.3 FILE:DELeTe 删除指定文件

FILE:DELeTe 可以删除指定文件的数据。

命令语法: `FILE:DELeTe <File No. 0-9>`

例如: 发送> `FILE:DELeTe 1` //删除文件 1

注: 删除当前文件不会影响系统的参数

12.17 IDN? 子系统

IDN?子系统用来返回仪器的版本号。



收到 IDN? 指令, 仪器蜂鸣器会鸣叫一下, 提示收到数据, 并且结果已返回。

通常在调试通讯时, 使用此指令进行联机测试。

查询语法:	IDN? 或 *IDN?
查询响应:	<Manufacturer>,<MODEL>,<SN>,<Revision> 制造商, 型号, 序列号, 仪器版本
例如:	发送> IDN? 返回> Applent Instruments,AT2521,000000,A1.01

12.18 ERRor 子系统

错误子系统用来获取最近一次发生错误的信息

查询语法:	ERRor?
查询响应:	Error string
例如:	发送> ERR? 返回> no error.

对应的错误码如下:

错误码	说明
*E00	No error
*E01	Bad command
*E02	Parameter error
*E03	Missing parameter
*E04	buffer overrun
*E05	Syntax error
*E06	Invalid separator
*E07	Invalid multiplier
*E08	Numeric data error
*E09	Value too long
*E10	Invalid command
*E11	Unknow error

12.19 SAV 子系统

SAV 子系统用来保存所有修改的设置有到仪器内部磁盘。

查询语法:	SAV
查询响应:	OK
例如:	发送> SAV 返回> OK


13. 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

13.1 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。

13.1.1 指令帧

图 13-1 Modbus 指令帧



表 13-1

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

13.1.2 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：

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

图 13-2

13.1.3 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 13-3

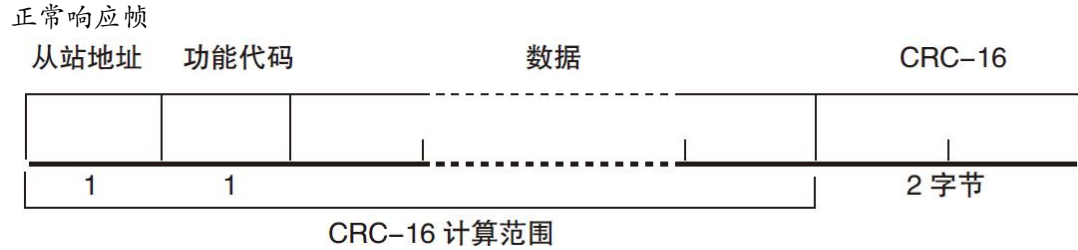


图 13-4



表 13-2

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

13.1.4 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。

13.1.5 错误码

表 13-3

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
------	------	--------------------	---

13.2 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 13-4

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

13.3 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:



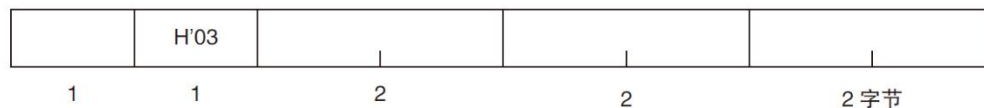
我公司的“安柏仪器通讯测试工具”, 里面有 Modbus 通讯调试方法。包含了浮点数转换器。

13.4 读出多个寄存器

图 13-5

读出多个寄存器 (0x03)

从站地址 功能代码 读出开始地址 元素数量 CRC-16



读出多个寄存器的功能码是 0x03.

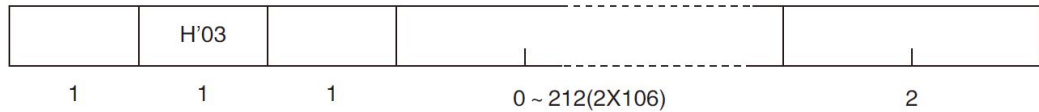
表 13-5

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 13-6 读出多个寄存器 (0x03) 响应帧

从站地址 功能代码 字节计数 读出数据(元素数量部分) CRC-16



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	

13.5 写入多个寄存器

图 13-7 写入多个寄存器 (0x10)

从站地址 功能代码 读出开始地址 元素数量 字节计数 写入数据(元素数量部分) CRC-16

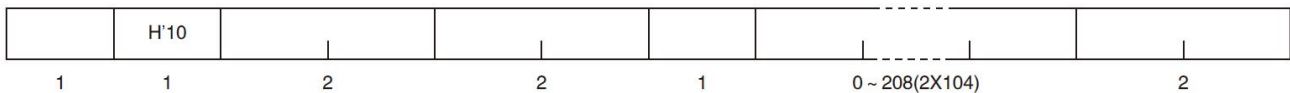
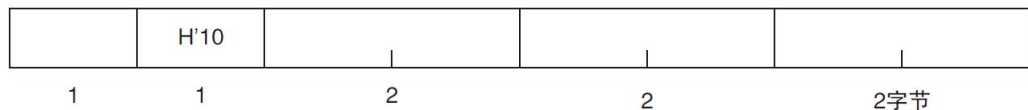


表 13-6 写入多个寄存器

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 13-8 写入多个寄存器 (0x03) 响应帧

从站地址 功能代码 写入开始地址 元素数量 CRC-16



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	

13.6 回波测试

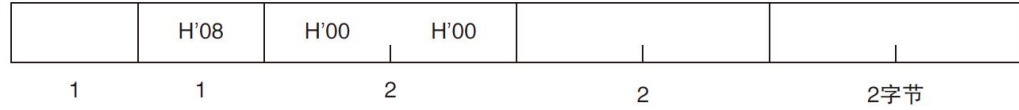
回波测试功能码 0x08, 用于调试 Modbus。

图 13-9

回波测试 (0x08)

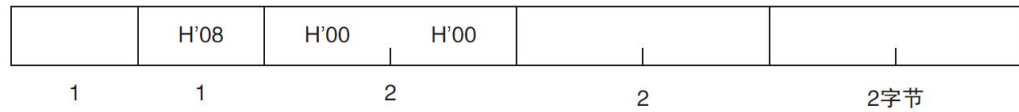
指令帧

从站地址 功能代码 固定值 测试数据 CRC-16



响应帧

从站地址 功能代码 固定值 测试数据 CRC-16



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)

14. 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。

14.1 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 14-1 寄存器总览

寄存器地址	名称	数值	说明
2000	读取电阻测量结果 字节顺序 (DDCCBBAA)	4 字节浮点数	只读寄存器，数据占用 2 个寄存器
2002	读取电压测量结果 字节顺序 (DDCCBBAA)	4 字节浮点数	只读寄存器，数据占用 2 个寄存器
2004	获取比较器结果	2 字节整数	只读寄存器，数据占用 1 个寄存器
2100	读取电阻测量结果 字节顺序 (BBAADDCC)	4 字节浮点数	只读寄存器，数据占用 2 个寄存器
2102	读取电压测量结果 字节顺序 (BBAADDCC)	4 字节浮点数	只读寄存器，数据占用 2 个寄存器
2104	=2004		
0000	读取仪器版本号	4 字节 ASCII	只读寄存器，数据占用 2 个寄存器
3000	功能寄存器	0000: R-V 0001: R 0002: V	读写寄存器，2 字节整数
3001	电阻量程	0000~0006	读写寄存器，2 字节整数
3003	电阻量程方式	0000: 量程自动 0001: 量程手动 0002: 标称量程	读写寄存器，2 字节整数
3005	测试速度	0000: 慢速 0001: 中速 0002: 快速	读写寄存器，2 字节整数

		0003: 高速	
3006	平均次数	0000: 无效 0001~0x0100 (1~256)	读写寄存器, 2 字节整数
3007	触发方式	0000: 内部 0001: 外部	读写寄存器, 2 字节整数
3008	触发延时	0000: 关闭 0001~0x2710 (1~10000)	读写寄存器, 2 字节整数 单位 ms
300A	自校准	0000: 关闭 0001: 开启	读写寄存器, 2 字节整数
300C	文件开机调用	0000: 文件 0 0001: 当前文件	读写寄存器, 2 字节整数
300D	自动保存	0000: 禁止 0001: 允许	读写寄存器, 2 字节整数
300E	系统语言	0000: 英语 0001: 简体中文	读写寄存器, 2 字节整数
3100	电阻比较器状态	0000: 比较器关闭 0001: 比较器打开	读写寄存器, 2 字节整数
3101	电压比较器状态	0000: 比较器关闭 0001: 比较器打开	读写寄存器, 2 字节整数
3102	电阻比较器方式	0000: SEQ 0001: PER 0002: ABS	读写寄存器, 2 字节整数
3103	电压比较器方式	0000: SEQ 0001: PER 0002: ABS	读写寄存器, 2 字节整数
3104	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
3110	电阻标称值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器
3112	电压标称值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器
3114	电阻下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器
3116	电阻上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器
3184	电压下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器
3186	电压上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器
4000	保存设置到当前文件	固定值: 0001	只写寄存器, 数据 2 字节
4008	读取当前文件数据	固定值: 0001	只写寄存器, 数据 2 字节
4010	保存设置到指定文件	0000~0009	只写寄存器, 数据 2 字节
4018	读取指定文件数据	0000~0009	只写寄存器, 数据 2 字节
5000	执行清零寄存器 读取清零状态	写入固定值: 0001 读取: 0001 正在清零	读写寄存器, 数据占用 1 个寄存器 一旦执行了清零功能, Modbus 将禁止执行写入指令, 仅允许读取寄存器。

		0000 清零成功 FFFF 清零失败	
--	--	------------------------	--

14.2 获取测量数据

14.2.1 获取测量结果

寄存器 2000~2001 用来获取仪器电阻测量数据, 字节顺序 DDCCBBAA。

寄存器 2100~2101 用来获取仪器电阻测量数据, 字节顺序 BBAADDCC。

寄存器 2002~2003 用来获取仪器电压测量数据, 字节顺序 DDCCBBAA。

寄存器 2102~2103 用来获取仪器电压测量数据, 字节顺序 BBAADDCC。

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	

- 获取电阻测量结果:

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	4E	6E	6B	28	A3	E8
01	03	字节	单精度浮点数				CRC-16	

其中 B4~B6 为测量数据: 4E6E6B28 代表 1E9 (低位在前)

- 获取电压测量结果

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	50	15	02	F9	3B	D5
01	03	字节	单精度浮点数				CRC-16	

其中 B4~B6 为测量数据: 501502F9 代表 1E10 (低位在前)

14.2.2 获取比较器结果【2004】【2104】

寄存器 2004 记录了电压和电阻的比较器结果,【2104】与

例如: 0x2203

16 位存储域:

其中: BIT15~BIT12 代表电压档 0: VOK 1: VLO 2: VHI
 BIT11~BIT8 代表电阻档 0: ROK 1: RLO 2: RHI
 BIT7~BIT4 无效
 BIT3~BIT0 总合格档 0: RVOK 3: RVNG

发送:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	21	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	22	03	E0	E5

14.3 参数设置

14.3.1 功能寄存器【3000】

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	30	00	00	01	02	00	00	96	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	30	00	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	00	00	01	8B	0A
	读	寄存器		寄存器数量		CRC	

响应:

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

其中数据值:

数据	功能	说明
0000	R-V	电阻电压同时测量
0001	R	仅电阻测量和显示
0002	V	仅电压测量和显示

14.3.2 电阻量程寄存器【3001】

- 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	01	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	

其中数据值:

数据	功能	说明
0000	量程 0	300mΩ
0001	量程 1	3Ω

14.3.3

电阻量程方式寄存器【3003】

● 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	30	03	00	01	02	00	01	57	A0
	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	03	00	01	FE	C9
		寄存器		寄存器数量		CRC	

● 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	30	03	00	01	7B	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	

其中数据值:

数据	功能	说明
0000	自动量程	
0001	手动量程	
0002	标称量程	根据标称值选择量程

14.3.4 测试速度寄存器【3005】

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	30	05	00	01	02	00	01	57	C6
	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	05	00	01	1E	C8
		寄存器		寄存器数量		CRC	

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	30	05	00	01	9B	0B
	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	

其中数据值:

数据	功能	说明
0000	慢速	
0001	中速	
0002	快速	
0003	高速	

14.3.5 平均次数寄存器【3006】

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	30	06	00	01	02	00	01	57	F5
	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	06	00	01	EE	C8
		寄存器		寄存器数量		CRC	

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	30	06	00	01	6B	0B
	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	

其中数据值:

数据	功能	说明
0001~0100	平均值 1~256	

14.3.6 触发方式寄存器【3007】

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	30	07	00	01	02	00	01	56	24
	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	06	00	01	BF	08
		寄存器		寄存器数量		CRC	

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	30	07	00	01	3A	CB
	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	

其中数据值:

数据	功能	说明
0000	内部触发	
0001	外部触发	使用 Trigger 键、Handler Trig 或远程触发

14.3.7 触发延时寄存器【3008】

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	30	08	00	01	02	00	0A	17	1C
	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	08	00	01	BF	08
		寄存器		寄存器数量		CRC	

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	30	08	00	01	0A	C8
	读	寄存器		寄存器数量		CRC	

响应:

1	2	3	4	5	6	7
01	03	02	00	0A	38	43
		字节	数据		CRC	

其中数据值:

数据	功能	说明
0000	延时关闭	
0001~2710	1~0x2710 (10000)	十进制 1ms~10000ms 单位 ms

14.3.8 自校准开关寄存器【300A】

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	30	0A	00	01	02	00	01	57	39
	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	0A	00	01	2E	CB
		寄存器		寄存器数量		CRC	

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	30	0A	00	01	AB	08
	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	

其中数据值:

数据	功能	说明
0000	自校准关闭	
0001	自校准打开	

14.3.9 文件开机调用寄存器【300C】

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	30	0C	00	01	02	00	01	57	5F
	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	0C	00	01	CE	CA
		寄存器		寄存器数量		CRC	

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	30	0C	00	01	4B	09
	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
--	--	----	----	-----

其中数据值:

数据	功能	说明
0000	文件 0	
0001	当前文件	

14.3.10

关机保存【300D】

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	30	0D	00	01	02	00	01	56	8E
	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	0D	00	01	9F	0A
		寄存器		寄存器数量		CRC	

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	30	0D	00	01	1A	C9
	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	

其中数据值:

数据	功能	说明
0000	关闭	
0001	打开	

14.4

比较器设置

比较器参数寄存器地址从 3100 开始。

14.4.1

电阻比较器状态寄存器【3100】

- 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		

其中数据值:

数据	功能	说明
0000	电阻比较器关闭	
0001	电阻比较器打开	

14.4.2 电压比较器状态寄存器【3101】

● 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	31	01	00	01	02	00	01	46	82
	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	01	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	01	79	84
		字节	数据	CRC		

其中数据值:

数据	功能	说明
0000	电压比较器关闭	
0001	电压比较器打开	

14.4.3 电阻比较器方式寄存器【3102】

● 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		

其中数据值:

数据	功能	说明
0000	SEQ	直读值
0001	PER	相对偏差比较
0002	ABS	绝对偏差比较

14.4.4 电压比较器方式寄存器【3103】

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	31	03	00	01	02	00	01	47	60
	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	03	00	01	FF	35
		寄存器	寄存器数量	CRC			

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	31	03	00	01	7A	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		

其中数据值:

数据	功能	说明
0000	SEQ	直读值
0001	PER	相对偏差比较
0002	ABS	绝对偏差比较

14.4.5 讯响寄存器【3104】

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	31	04	00	01	02	00	01	46	D7
	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	04	00	01	4E	F4
		寄存器	寄存器数量	CRC			

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	31	04	00	01	CB	37
	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	

其中数据值:

数据	功能	说明
0000	OFF	关闭
0001	PASS	合格讯响
0002	FAIL	不合格讯响

14.4.6 电阻标称值寄存器【3110】

电阻标称值使用 2 个寄存器, 3110 和 3111。注意! 单独读取 3110 无效。

- 写入

1.2 (单精度浮点数: 0x3F99999A)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	31	10	00	02	04	3F	99	99	9A	9D	32
	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	10	00	02	4E	F1
		寄存器		寄存器数量		CRC	

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	31	10	00	02	CB	32
	读	寄存器		寄存器数量		CRC	

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	3F	99	99	9A	CC	33
		字节	数据 1.2				CRC	

14.4.7 电压标称值寄存器【3112】

电阻标称值使用 2 个寄存器, 3110 和 3111。注意! 单独读取 3110 无效。

- 写入

3.6000 (单精度浮点数: 0x40666666)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	31	12	00	02	04	40	66	66	66	74	BE
	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	12	00	02	EF	31
		寄存器		寄存器数量		CRC	

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	31	12	00	02	6A	F2
	读	寄存器		寄存器数量		CRC	

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
01	03	04	40	66	66	66	A4	66	
		字节	数据				CRC		

14.4.8 电阻极限值寄存器【3114-3117】

电阻极限值从 3114 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: 1, 上限: 1.2

1	2	3~4	5	6	7	8~11	12~15	16~17
01	10	3114	00	04	08	3F 80 00 00	3F 99 99 9A	31 A7
						下限	上限	

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	31	14	00	04	8F	32

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	31	14	00	04	0A	F1

响应

1	2	3~4	5~8	9~12	13~14
01	03	31 14	3F 80 00 00	3F 99 99 9A	61 4B
			下限	上限	

14.4.9 电压极限值寄存器【3184-3187】

电阻极限值从 3114 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: 3.0000, 上限: 4.0000

1	2	3~4	5	6	7	8~11	12~15	16~17
01	10	3184	00	02	04	40 40 00 00	40 80 00 00	57 66
						下限	上限	

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	31	84	00	04	8F	1F

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	31	84	00	04	0A	DC

响应

1	2	3~4	5~8	9~12	13~14
01	03	31 14	40 40 00 00	40 80 00 00	51 61
			下限	上限	

14.5 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。

用户可以同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。

14.5.1 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

14.5.2 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	

14.5.3 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	

14.5.4 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	

14.6 清零【5000】

向寄存器 5000 写入 0001，仪器将开始执行短路清零操作。

执行清零前，务必将测试线短路，否则清零将失败。

由于清零过程需要几秒钟时间，这期间，任何写入操作将被忽略，仅开放读操作。清零完成后，写入指令正常开放。

清零执行期间或清零完成后，都可以通过读取 5000 寄存器获取清零状态：

0000 清零成功
 FFFF 清零失败
 0001 正在清零

- 写入

请给 5000 寄存器写入固定值：00 01

- 写入

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	10	50	00	00	01	02	00	01	37	95
	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	50	00	00	01	10	C9
		寄存器		寄存器数量		CRC	

执行清零期间，可以通过读取寄存器数据来确定是否清零完成

- 读取

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	50	00	00	01	95	0A
	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	

返回 FFFF，代表清零失败

注意：

在清零时，尽量不要频繁读取清零状态，连续的中断容易引起仪器清零失败。

由于清零时间固定，建议发出清零指令后，主机强制等待清零时间过后，再来获取清零结果。



15. 规格

您将了解到以下内容：

技术指标。

一般规格。

外形尺寸。

15.1 技术指标

下列数据在以下条件下测得：

温度条件：23°C±5°C

湿度条件：≤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

测试电流准确度：10%

测试电流频率准确度：1kHz(1±20Hz), 5ppm

交流电阻指标：

表 15-1

电阻指标

量程号	0	1
量程	300mΩ	3Ω
最大显示值	310.00m	3.1000
分辨率	0~99mΩ: 0.001mΩ 100~300mΩ: 0.01mΩ	0.1mΩ
测量电流	10mA±10%	1mA±10%
速率	慢速	±0.5% rdg. ±5 dgt
	中速度	±0.5% rdg. ±7 dgt
	快速	±0.5% rdg. ±7 dgt
	高速	±1% rdg. ±20 dgt
温度系数	(±0.05% rdg. ± 0.5 dgt.)°C	

直流电压指标:

表 15-2 电压指标

量程号	0	
最大显示值	±20.0000	
分辨率	1~5V:	0.01mv
	6~20V:	0.1mv
精 确 率	慢速	1V:±0.01%rdg. ±0.3mv 2~20V: ±0.01%rdg. ±5dgt
	中速	1V:±0.01%rdg. ±0.4mv 2~20V: ±0.01%rdg. ±7dgt
	快速	1V:±0.01%rdg. ±0.4mv 2~20V: ±0.01%rdg. ±7dgt
	高速	1V:±0.01%rdg. ±0.6mv 2~20V: ±0.01%rdg. ±10dgt
温度系数	(±0.001%rdg.±0.5dgt.)°C	

15.2 一般规格

屏幕:	TFT-LCD 真彩显示, 带电容触摸屏, 荧屏尺寸 5 英寸, 分辨率 800x480。
测试速度:	手动量程方式: 慢速: 4 次/秒 中速: 8 次/秒 快速: 20 次/秒 高速: 55 次/秒
量程方式:	自动、手动和标称
校准:	短路全量程清零
测试端:	四端测试法
比较器:	ABS, PER 和 SEQ
Handler:	电阻 HI/IN/LO, 电压 HI/IN/LO 总不合格档
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、RS485 接口、USB-VCOM 接口和 LAN 接口
编程语言:	SCPI 和 Modbus (RTU)
辅助功能:	键盘锁

15.3 环境要求

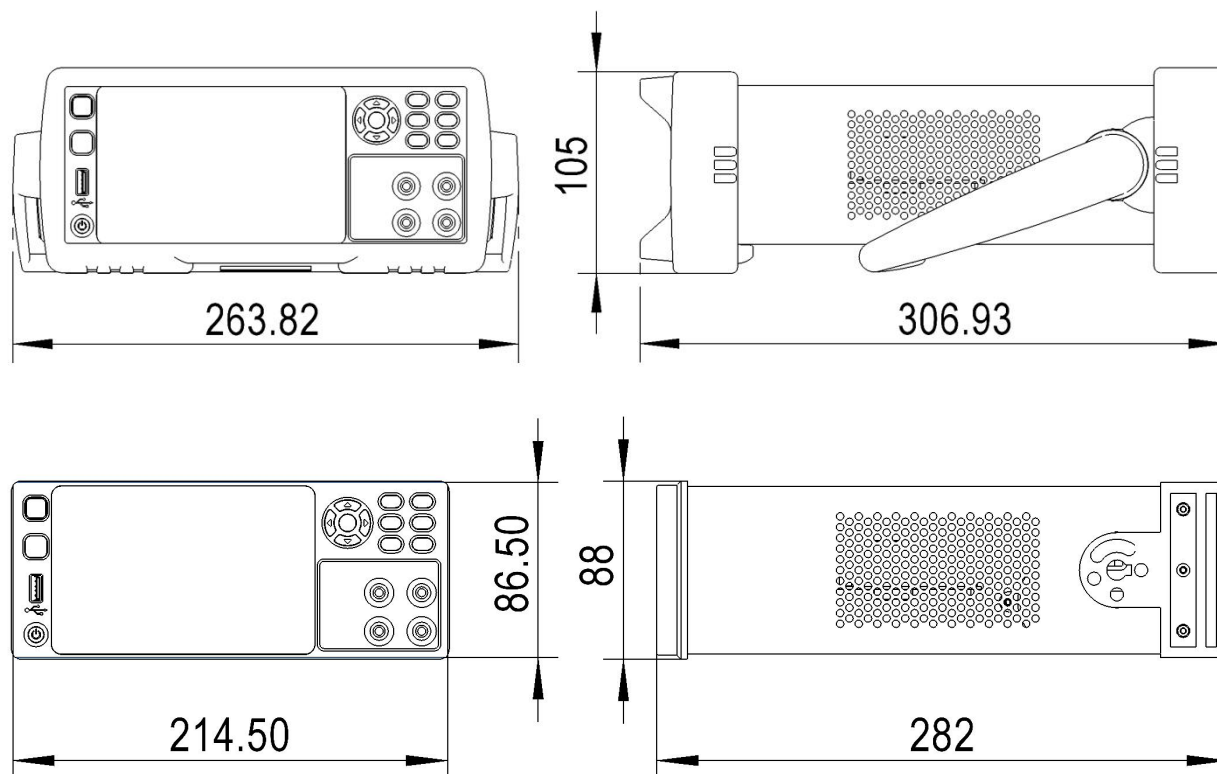
环境:	指标:	温度 18°C~28°C	湿度 ≤ 65% RH
	操作:	温度 10°C~40°C	湿度 10~80% RH
	储存:	温度 0°C~50°C	湿度 10~90% RH

电源:	85VAC~240VAC
保险丝:	250V 1A 慢熔
功率:	最大 20VA
重量:	约 3.5 公斤。

15.4 外形尺寸

(示意图)

表 15-3 外形尺寸



-AT2521 使用说明书-

简体中文版

©2005-2026 版权所有: 常州安柏精密仪器有限公司

Applent Instruments Ltd.