

产品使用说明书

OPERATION MANUAL

HY2516-S30/S20/S10 型

Rev.A1.1

固件说明:

适用于主程序及以下的版本

直流电阻测试仪

DC RESISTANCE METER



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。立刻与浩仪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, 浩仪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。

有限担保和责任范围

常州浩仪科技有限公司（以下简称浩仪）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，浩仪提供贰年免费保修，此保证也包括 VFD 或 LCD。包修期内由于使用者操作不当而引起仪器损坏，维修费用由用户承担。贰年后直到仪表终生，浩仪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，请和浩仪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，浩仪将负责回邮的运输费用。对非保修产品的修理，浩仪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。

本项保证是浩仪提供唯一保证，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。浩仪或其他代理商并没有任何口头或书面的表示，用以建立一项保证或以任何方式扩大本保证的范围。凡因对在规格范围外的任何原因而引起的特别、间接、附带或继起的损坏、损失（包括资料的损失），浩仪将一概不予负责。如果其中某条款与当地法规相抵触或由于某些司法不允许暗示性保证的排除或限制，以当地法规为主，因此该条款可能不适用于您。但该条款的裁定不影响其他条款的有效性和可执行性。

中华人民共和国
江苏省
常州浩仪科技有限公司
二〇二四年七月

目录

安全须知	2
安全信息	2
有限担保和责任范围	3
目录	4
1. 使用准备	8
1.1 开箱检查	8
1.2 电源检查	8
1.3 电源和保险丝的选择	8
1.4 使用环境	9
1.5 使用测试夹具	9
1.6 预热和连续工作时间	9
1.7 仪器的其它特性	9
2. 面板说明	10
2.1 前面板说明	10
2.2 后面板说明	11
2.3 显示区域定义	12
2.3.1 MEAS DISP	12
2.3.2 SET DISP	13
3. 操作说明	14
3.1 开机	14
3.2 连接测试电缆	15
3.2.1 在测量端子上连接测试电缆线	15
3.2.2 连接方法	15
3.2.3 多路扫描测试接线示例	15
3.3 清零校准	16
3.3.1 短接测试线	16
3.4 测量页面	17
3.4.1 触发方式设定	17
3.4.2 量程设定	17
3.4.3 比较器设定	18
3.4.4 速度设定	18
3.4.5 讯响设定	19
3.4.6 记录设定	19
3.4.7 通道设定	19
3.5 设置页面	20
3.5.1 0 ADJ 设定	20
3.5.2 延时设定	20
3.5.3 偏压补偿设定	21
3.5.4 模式设定	21
3.5.5 TC/▲t 设定	21
3.6 系统配置	24
3.6.1 语言设定	24
3.6.2 按键音设定	25
3.6.3 时间/日期设定	25

3.6.4	远程控制设定	25
3.6.5	波特率设定	26
3.6.6	通讯协议设定	26
3.6.7	站号设定	26
3.6.8	记录/统计、数据缓存、统计下限、统计上限设定	26
3.6.9	IP 地址设定	27
3.6.10	出厂设定	27
3.6.11	测量模式设定	27
3.7	比较器配置	27
3.7.1	比较器设定	28
3.7.2	讯响设定	28
3.7.3	比较模式设定	28
3.7.4	标称值设定	29
3.7.5	【上限】、【下限】参数设定	30
3.8	文件管理	30
3.8.1	关机保存设定	30
3.8.2	开机调用设定	31
3.8.3	【文件 0】--【文件 9】设定	31
3.8.4	存储器设定	31
3.9	浏览数据	32
3.9.1	浏览数据设定	32
3.9.2	单位设定	32
3.10	记录和统计	33
3.10.1	记录/统计设定	33
3.10.2	数据缓存设定	33
3.10.3	保存数据设定	34
3.10.4	数据统计——工序能力指数	35
3.10.5	开启统计功能	36
3.10.6	数据保存到 USB 磁盘	37
3.11	截屏功能	38
3.12	系统信息	38
4.	HANDLER 接口使用说明	39
4.1	简要介绍	39
4.2	操作说明	40
4.2.1	信号线定义	40
4.2.2	接线端子与信号	41
4.2.3	电气特征	43
4.2.4	输入端原理图	43
4.2.5	输出端原理图	43
4.2.6	输入电路连接示例	43
4.2.7	输出电路连接示例	45
5.	远程通信	47
5.1	RS232C 接口简介	47
5.2	串行接口	47
5.3	连接计算机	48
5.4	串行口参数	49
5.5	LAN 接口设置	49

5.6	编程要点	50
5.7	通讯协议	51
6.	基本性能指标	52
6.1	技术指标	52
6.2	量程	53
6.3	触发方式	53
6.4	测试端方式	54
6.5	测试速度	54
6.6	清零功能	54
6.7	量程保持	54
6.8	比较器功能	54
6.9	比较器报警	55
6.10	RS232 接口	55
6.11	HANDLER 接口	55
6.12	LAN 接口	55
6.13	温度补偿接口	55
7.	SCPI 命令参考	56
7.1	简介	56
7.2	符号约定和定义	56
7.3	命令结构	56
7.4	命令缩写规则	57
7.5	命令题头和参数	58
7.6	命令参考	58
7.6.1	DISPlay 命令	58
7.6.2	FUNcTION 子系统命令	59
7.6.3	COMParator 命令	61
7.6.4	TRIGger 子系统命令	63
7.6.5	FETCh?命令	64
7.6.6	SYSTem 子系统命令	64
7.6.7	CORRect 子系统命令	66
7.6.8	IDN?查询	66
7.6.9	ERRor?查询	66
8.	Modbus (RTU) 通讯协议	68
8.1	简介数据格式	69
8.2	功能码	71
8.3	寄存器	71
8.4	读出多个寄存器	71
8.5	写入多个寄存器	72
8.6	回波测试	73
9.	Modbus (RTU) 指令集	74
9.1	寄存器总览	74
9.2	获取测量数据	80
9.3	参数设置	85
9.4	比较器设置	87
9.5	系统功能	90

公司声明:

本说明书所描述的可能并非仪器所有内容，浩仪公司有权对本产品的性能、功能、内部结构、外观、附件、包装物等进行改进和提高而不作另行说明！由此引起的说明书与仪器不一致的困惑，可我公司进行联系。

1. 准备使用

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：

- 开箱检查
- 电源要求
- 电源和保险丝的选择
- 周围环境
- 使用测试夹具
- 预热和连续工作时间
- 仪器的其他特性

1.1 开箱检查

感谢您购买和使用我公司产品，在您使用本仪器前请首先根据随机的装箱清单进行检查和核对。若有不符可尽快与我公司联系，以维护您的权益。

1.2 电源要求

- (1) 供电电压范围：AC 100V ~ 240V 。
- (2) 供电频率范围：47.5 Hz ~ 63 Hz。
- (3) 供电功率范围：≤25VA。
- (4) 电源输入相线 L、零线 N、地线 E 应与本仪器电源插头相对应。
- (5) 本仪器已经经过仔细设计以减少因 AC 电源端输入带来的杂波干扰，然而仍应尽量使其在低噪声的环境下使用，如果无法避免，请安装电源滤波器。



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 电源和保险丝的选择

在接通仪器电源之前，请首先确认电源选择开关已经选择了正确的输入电源电压。电源选择如图 1-1 所示。



图 1-1 输入电源选择

1.4 操作环境

- (1) 请不要在 多尘、多震动、日光直射、有腐蚀性气体下使用。
- (2) 仪器正常工作时应在温度为 $0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 75\%$ ，因此请尽量在此条件下使用仪器，以保证测量的准确度。
- (3) 本仪器已经经过仔细设计以减少电源端的杂波干扰，然而仍应尽量使其在低噪声的环境下使用，如果无法避免，请安装电源滤波器。
- (4) 仪器长期不使用，请将其放在原始包装箱或相似箱子中储存在温度为 $5^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 $85\%\text{RH}$ 的通风室内，空气中不应含有腐蚀测量仪的有害杂质，且应避免日光直射。
- (5) 仪器特别是连接被测件的测试导线应远离强电磁场，以免对测量产生干扰。

1.5 使用测试夹具

请使用本公司配备的测试电缆，用户自制或其他公司的测试电缆可能会导致不正确的测量结果。仪器测试电缆应保持清洁，被测试器件引脚保持清洁，以保证被测器件与测试电缆接触良好。将测试电缆连接于本仪器前面板的航空插头上。对具有屏蔽外壳的被测件，可以把屏蔽层与仪器地“L”相连。

1.6 预热和连续工作时间

为保证仪器精确测量，开机预热时间应不少于 30 分钟；
持续工作时间应不多于 16 小时。

1.7 仪器的其他特性

- (1) 功耗：消耗功耗 $\leq 25\text{VA}$ 。
- (2) 外形尺寸 (W*H*D)： $213\text{mm} \times 88\text{mm} \times 352.6\text{mm}$ ；
- (3) 重量：约 2.7kg；



图 1-2 仪器外形尺寸

2. 面板说明



本章您将了解到以下内容：

- 前面板说明
- 后面板说明
- 显示区域定义

2.1 前面板说明

HY2516 系列前面板示意图如 图 2-1 所示。



图 2 -1 前面板

序号	功能		描述
1	LOGO 标签		HAO
2	型号标签		HY2516 DC RESISTANCE METER 1μΩ-2MΩ
3	LCD 液晶显示屏		显示测量结果，测试条件，系统信息等。
4	电源开关(POWER)		当开关处于位置“1” 时，接通仪器电源； 当开关处于位置“0” 时，切断仪器电源。
5	功能键 F1--F6		根据按键上方屏幕显示的菜单功能有所改变
6	测试端		HD：电流激励高端 HS：电压采样高端 LS：电压采样低端 LD：电流激励低端
7	按键	Meas	测量
		Setup	设置
		LOCK	按键锁功能开启
		Tol	分选设置
		ESC	退出 LCD 液晶显示屏 显示测量结果，测试条件等信息
		Enter	确定
		Setup	设置

		Trig	单次测量触发键
		0--9; +/-/←	数字键盘，用于输入数字数值；加减删除键用于加减号输入及删除
		0 Adj	清零
		Trig	手动触发
		←	光标左移
		→	光标右移
8	旋钮	选择,确认功能	
9	PASS/FAIL 指示灯	用于指示分选结果合格或不合格	

表 2-1 前面板功能说明

2.2 后面板说明

HY2516 系列后面板示意图如图 2-2 所示

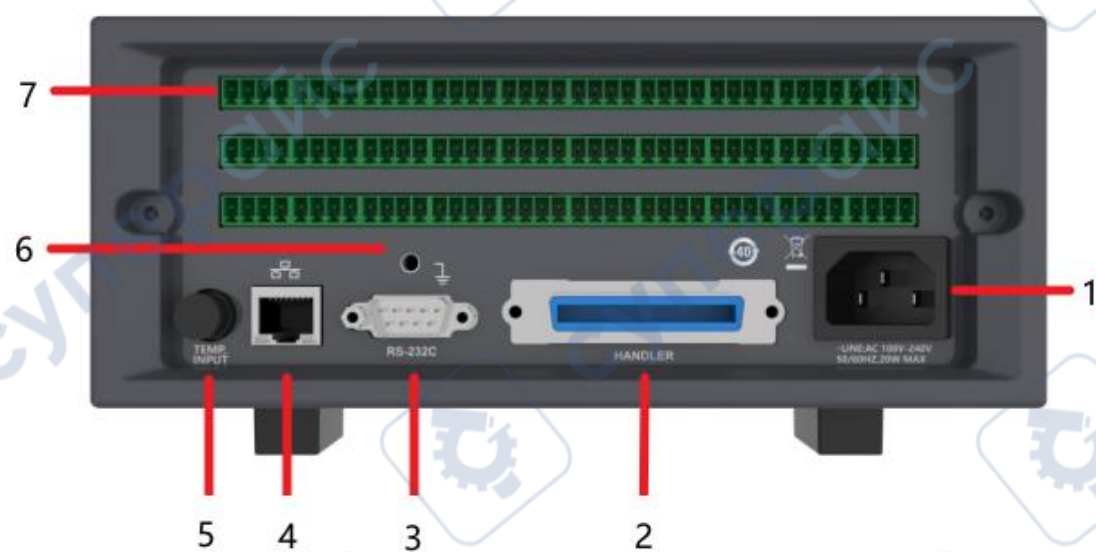


图 2-2 后面板

序号	功能	描述
1	电源插座	用于输入交流电源。
2	Handler 接口	通过 Handler 接口，可方便组成测试系统，实现自动测试。仪器通过该接口输出分档比较结果和联络信号，同时通过该接口获得“启动”信号。
3	RS232/485 串行接口	串行通讯接口
4	LAN 口	TCP 通讯接口
5	PT1000	温度补偿传感器输入接口
6	机壳接地线	该接地端与仪器机壳相连。可以用于保护或屏蔽地连接
7	多路扫描测试端	D+：电流激励高端 S+：电压采样高端 S-：电压采样低端 D-：电流激励低端

表 2-2 后面板功能说明

2.3 单路显示区域定义

HY2516 系列的单路显示屏显示的内容被划分成如下的显示区域，如图 2-3 所示。



图 2-3 单路显示区域定义

2.3.1 SET DISP

- (1) 触发
 - 内部触发
 - 外部触发
- (2) 量程
 - 自动
 - 标称
 - 手动
- (3) 比较器
 - 关闭
 - 1 档
 - 2 档
 - 3 档
 - 4 档
 - 5 档
 - 6 档
- (4) 速度
 - 高速
 - 快速
 - 中速
 - 慢速
- (5) 讯响
 - 关闭
 - 合格
 - 不合格

- (6) 记录
 - 关
 - 开

2.4 多路显示区域定义

HY2516 系列的多路显示屏显示的内容被划分成如下的显示区域，如图 2-4 所示。



图 2-4 多路显示区域定义

2.3.1 SET DISP

- (1) 触发
 - 内部触发
 - 外部触发
- (2) 速度
 - 高速
 - 快速
 - 中速
 - 低速
- (3) 记录
 - 关
 - 开
- (4) 通道设置
 - 关闭
 - 打开
 - 扫描
 - 单路
 - 全关
 - 全开

3. 操作说明

本章您将了解到以下内容：

- 开机
- 连接测试电缆
- 清零校准
- 测量页面
- 设置页面
- 系统配置
- 比较器设置
- 文件管理
- 浏览数据
- 记录和统计
- 截屏功能
- 系统信息

3.1 开机

- 1) 按【POWER】键启动仪器。
- 2) LCD 屏首先显示 HAO LOGO。
- 3) 延时后进入测试状态。如图 3.1.1 和 3.1.2 所示，展示开机画面。



图 3-1.1 单路测量页面



图 3-1.2 多路测量页面

单路测量显示描述：

测量	
1.触发：内部	2. 量程：【8】自动
3.比较器：关闭	4. 速度：慢速
5.讯响：关闭	6. 记录：关
测量数据显示： -----MΩ	
分选结果显示： BIN1/BIN2/BIN3/BIN4/BIN5/BIN6/HIGH/LOW	

表 3-1.1 测量显示描述

多路测量显示描述：

测量	
1.触发：内部	2. 速度：慢速
3.记录：关	
测量数据显示： 01(通道名) -----(开路) N(比较器关闭)	
分选结果显示： N(关闭) / H(超上限) / L(超下限)/P(合格)	

表 3-1.2 测量显示描述

3.2 连接测试电缆

3.2.1 在测量端子上连接测试电缆线

请使用浩仪标准配件 HY26004B：开尔文低电阻测试电缆。

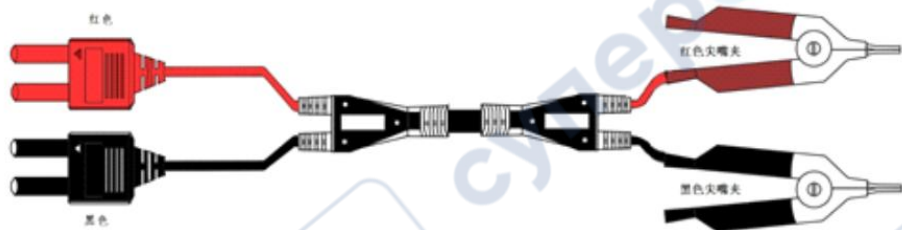


图 3-2 HY26004B 开尔文低电阻测试电缆示意图

3.2.2 连接方法

使用 HY26004B 开尔文低电阻测试电缆对准后旋入仪器测试端口。其中 HD/LD 为电流激励高端和电流激励低端；HS/LS 为电压采样高端和电压采样低端。连接方式如下：

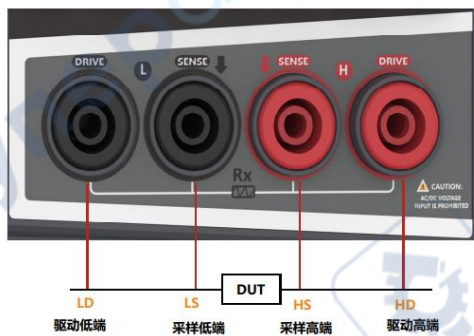


图 3-3 自动化设备测试电缆接线方式示意图

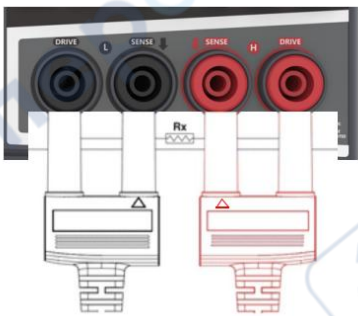


图 3-4 测试线与仪器端孔连接示意图

3.2.3 多路扫描测试接线示例

多路扫描测试使用仪器后端接口。其中 D+/D-为电流激励高端和电流激励低端；S+/S-为电压采样高端和电压采样低端。接口示例如下：

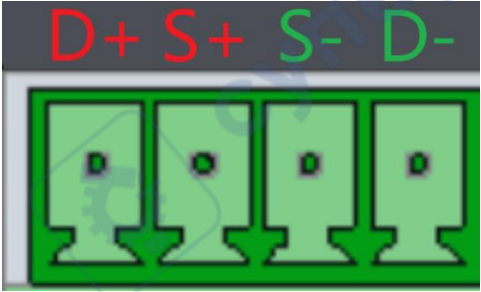


图 3-5 多路扫描测试接口接示意图

注！

1. 请勿向测量端子施加电压，否则可能会导致本仪器损坏。
2. 请勿将电流源直接接入测试端，否则可能会导致本仪器损坏。
3. 储能元件放电后方可接入测试端。否则可能会导致本仪器损坏。
4. 插入测试线时，请务必在将黑色测试线▲标识端与仪器前面板黑色 SENSE 孔相匹配。
5. 插入测试线时，请务必在将红色测试线▲标识端与仪器前面板红色 SENSE 孔相匹配。

3.3 清零校准

在测量前，请执行短路清零步骤，用于去除由于测试线或外界环境因素造成的杂散电阻。如果测量的阻值非常小，如 20mΩ量程，因为测量电流流过电阻后，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可能造成影响。因此，清零时的位置条件等尽量保持同后续测试时相同。

3.3.1 短接测试线

清零前请首先按照下列方法短接测试夹。
开尔文测试线正确短路方法：

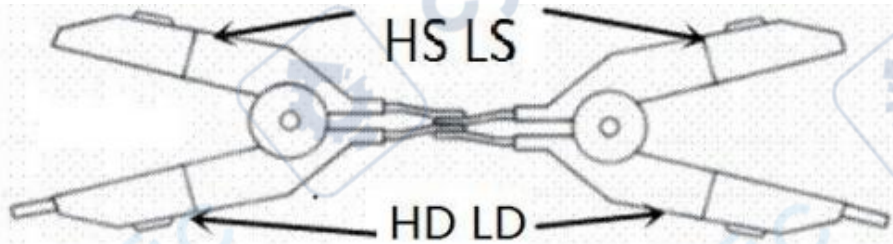


图 3-5 短接测试线示意图

清零：	
第 1 步	将开尔文测试线的测试夹尖嘴端如下图所示交叉叠放。注意：应将测试夹具的带▲标识端夹在一起，不带▲标识端夹在一起；此时 LCD 屏显示的底数应接近于 0。若测试线夹子接反，测试线数据将变化很大，或显示较大负电阻值；此时再将测试夹反接，即可获得正确的底数。
第 2 步	在单路模式下，按快捷键【0 ADJ】开始清零。LCD 显示信息为“清零中.....”；自动量程时仪器对每个量程进行短路清零，手动设置量程时清零仅清除当前量程 在多路模式下，当光标处于<测量>时按快捷键【0 ADJ】开始清零。LCD 下方功能条中显示信息为“通道<1>短路清零，请将夹具短路.....”；功能键 F4 变为跳过（点击后跳过当前通道）；功能键 F5 变为开启（将夹具短路后点击即可开启当前通道的短路清零）；功能键 F6 变为关闭（点击后关闭短路清零，返回测试模式）。
第 3 步	校准完成后，蜂鸣器响起，仪器屏幕中间显示校准完成。若清零时底数过大则显示清零失败。

注！

1. 清零时测试夹具带线端必须在同一侧。
2. 如果清零失败，屏幕上方会有“校准失败！”提醒字样，请检查测试夹具是否正确短接，按照上述步骤重新正确短接测试夹具后在执行清零步骤
3. 用于自动化时，去掉夹子，一定要接线正确，且阻值很小才能准确测量。

3.4 测量页面

3.4.1 触发方式设定

HY2516 系列提供以下 2 种触发方式：内部，外部。

■ 设置触发方式的步骤：

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【触发】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 可以选择以下触发方式：

功能键	功能
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。一般选择此方式进行测量。
外部	Handler：从后面板 Handler 接口接收到一个上升沿/下降沿脉冲，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。
	手动：每按一次[Trigger]键，仪器执行一次测量周期，其它时间仪器处于等待状态。
	远程：发送指令 TRIGGER,测量一次并返回测量值



1. 外部触发测量电感器等响应时间较长的被测物时，请调整延时时间。最初请将延时时间设置长一些，然后在观察测量值的同时逐渐缩短。

3.4.2 量程设定

HY2516 系列提供以下 3 种量程选择方式：自动、标称、手动

■ 设置量程的步骤：

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移至【量程】选项；根据自身需求，使用屏幕下方功能键选择所需量程方式及范围。若选择自动，仪器则自动选择对应的最佳测试量程名和范围；若选择手动，仪器将始终使用用户指定的量程进行测试；可通过+，- 增加或减小量程号，量程号为【1】--【9】。9 个量程分别为：20mΩ、200mΩ、2Ω、20Ω、200Ω、2kΩ、20kΩ、200kΩ、2MΩ。

第 2 步 选择需要的测试信号电压；

功能键	功能
自动	1. 仪器根据阻抗值自动选择最佳的测试量程，量程字段里量程号会自动设置。 2. 自动量程需要预测量程，测试速度将低于手动量程方式。用户不用任何参与。
标称	1. 标称量程方式，有 2 种选择量程的方式： 1) 在 SEQ 比较时，仪器会根据所有启用的档比较器的上限最大值，进行选择最佳量程。 2) 在Δ和Δ%比较时，仪器将根据标称值 自动选择最佳量程进行测试。 2. 标称值是分选测试的最佳方式，速度达到最快。此方式只适合分选测试。
手动	1. 仪器将始终使用用户指定的量程进行测试 2. 此方式测试速度最快，需要用户参与量程选择。



1. 变更量程时，如果被测对象的电阻值明显小于量程，误差则会增大。
2. 1kΩ 以上量程时，不能测量电感与线圈等。
3. 使用锁定量程时可有效提高测试速度。

3.4.3 比较器设定

HY2516 系列单路模式下比较器共有 6 档和一个“关闭”可选，可根据测量需要选择合适档位。

■ 单路设置比较器的步骤：

- 第 1 步通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【比较器】，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步选择所需的档位

功能键	功能
关闭	比较器关闭
1 档	设置一档比较器
2 档	设置两档比较器
3 档	设置三档比较器
4 档	设置四档比较器
5 档	设置五档比较器
6 档	设置六档比较器

HY2516 系列多路模式下比较器有比较起开关选项设置“打开”和“关闭”可选，每个通道都可进行单独的比较器设置，可根据测量需要选择合适的上下限值。

■ 多路设置比较器的步骤：

- 第 1 步通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【比较器】，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步选择关闭还是打开比较器

功能键	功能
关闭	比较器关闭
打开	比较器打开

- 第 3 步通过旋钮和功能键对于相应通道的上限和下限进行设置



1. 详细内容，参见 4.0 HANDLER 接口通讯方式。

3.4.4 速度设定

HY2516 系列提供以下 4 种测量速度：高速、快速、中速、慢速。速度越慢测试结果越准确，也越稳定。测量速度与越高，越易受到外界影响。

■ 设置速度的步骤：

- 第 1 步通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【速度】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步选择所需的测试速度

功能键	功能	
高速	10ms/次	多通道模式下：230ms/10 通道
快速	17ms/次	多通道模式下：350ms/10 通道
中速	56ms/次	多通道模式下：850ms/10 通道
慢速	334ms/次	多通道模式下：3400ms/10 通道

3.4.5 讯响设定

讯响功能只有在比较器功能打开后才有效。

■ 设置讯响的步骤：

- 第 1 步
- 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【讯响】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步
- 选择所需的讯响功能

功能键	功能
关闭	关闭讯响功能
合格	当分选结果合格（PASS）时蜂鸣器鸣叫
不合格	当分选结果不合格（FAIL）时蜂鸣器鸣叫

3.4.6 记录设定

仪器通过数据记录功能，可以将测量数据实时存入仪器缓冲区，这些数据可以通过通讯接口发送到计算机，或保存到 U 盘。

■ 设置记录的步骤：

- 第 1 步
- 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【记录】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步
- 选择所需的记录

功能键	功能
开始	开始记录数据
保存并停止	保存已记录的数据并停止记录
停止并清缓存	停止记录数据并清掉缓存区
保存到 U 盘	将记录的数据保存到 U 盘

3.4.7 通道设定

仪器在多通道页面可设置通道打开关闭状态和扫描模式或单路模式的切换。



图 3.6 多路扫描页面通道设置

■ 设置通道的步骤：

- 第 1 步
- 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【通道号】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步
- 选择所需的通道功能

功能键	功能
关闭	关闭该通道
打开	打开该通道
扫描	多通道扫描模式，轮询测试所有打开的通道
单路	多通道单路模式，只测试该通道，其他通道不测试
全关	关闭全部通道
全开	打开全部通道

3.5 设置页面

按【Setup】键进入设置界面。

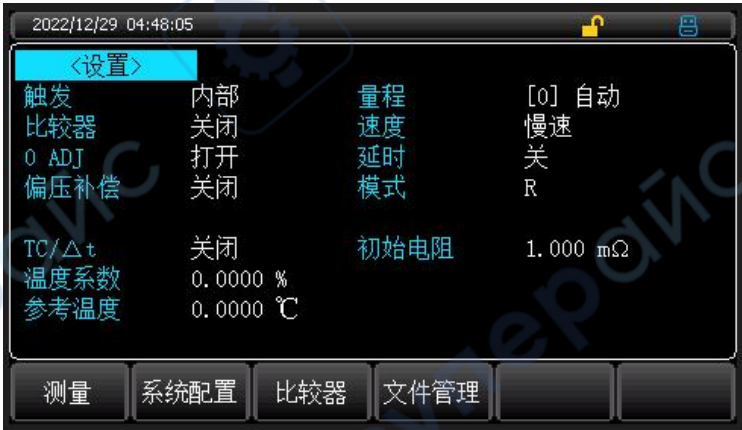


图 3.6 设置页面

所有与测量有关的设置都在<设置>页面里操作，【触发】、【量程】、【比较器】、【速度】、【讯响】也可以在<测量>页面进行设置。关于这几个参数的设置请参考【测量】页面 3.4 章节。

3.5.1 0Adj 设定

HY2516 系列在 0 Adj 选项打开，才能进行清零。打开以后，仪器自动调用上次清零数据，用户也可再次进行清零。

■ 设置 0 Adj 的步骤：

- 第 1 步
- 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【0 Adj】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步
- 选择 0 Adj 的种类。

功能键	功能
关闭	关闭清零功能
打开	打开清零功能

3.5.2 延时设定

HY2516 系列在外部触发模式下，为了与外部设备同步，有时需要设置触发延时以保证测量可靠。触发延时是指仪器接到触发信号后，到开始测量之间这段时间。触发延时时间最大可设置为 10s。

■ 设置延时的步骤：

- 第 1 步
- 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【延时】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 选择延时的时间。

功能键	功能
关闭	延时功能关闭
0.1-10s	延时时间 0.1s--10s 可选。

3.5.3 偏压补偿设定

HY2516 系列可以设置偏压补偿功能。即补偿由于被测件上热电动势等引起的测量误差。

■ **设置偏压补偿的步骤：**

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【偏压补偿】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 选择偏压补偿的状态。

功能键	功能
关闭	偏压补偿功能关闭
打开	偏压补偿功能打开

3.5.4 模式设定

HY2516 系列支持 R、T、LRP、R-T 和 LPR-T 五种测试模式。其中 LPR 功能支持低电流低电压测量，保护被测件被损坏。

■ **设置波特率的步骤：**

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【模式】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 选择所需的模式。

功能键	功能
R	电阻
T	温度
LRP	低功率
R-T	电阻-温度
LPR-T	低功率-温度

3.5.5 TC/▲t 设定

HY2516 系列支持温度校正功能和温度转换功能。HY2516 系列标配 PT1000 温度补偿线，在测量前，要有足够的时间让仪器和探头预热一会，一般为半个小时左右，温度传感器要尽可能靠近被测件，但不要与它接触。



图 3.7 PT1000 温度补偿线

仪器内置温度补偿电路，可以补偿由于温度造成的被测值偏移。请将温度补偿线的接口与仪器后面板上的温度补偿接口进行连接。

TC 是 Temperature Correction 的简写。该功能是指在当前环境温度下测试所得到的电阻值转化到用户设定温度的电阻值。

仪器温度补偿公式如下：

$$\text{计算公式: } R_t = R_{t0} * \{1 + \alpha t_0 * (t - t_0)\}$$

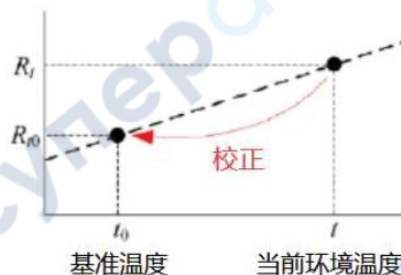


图 3.8 温度补偿示意图

t: 表示当前环境温度

Rt: 表示在 t 温度下测量的电阻值

t0: 表示设定的温度值，可在【参考温度】选项中设置

Rt0: 表示在设定温度下的电阻值

αt_0 : 表示材料的温度系数，可在【温度系数】选项中设置

例如：当前温度 30℃，此刻的电阻值为 100Ω 的铜线（20℃下的电阻温度系数为 3930ppm）时，可按下述公式计算：

$$\begin{aligned} R_{t0} &= R_t / [1 + \alpha t_0 * (t - t_0)] \\ &= 100 / [1 + [3930 * (10E-6)] * (30 - 20)] \\ &= 96.22 \end{aligned}$$

▲t 是打开温度转换功能。该功能指通过电阻具有的热效应，把阻值的变化转换成被测件内部的温度与环境温度的差值。

温度转化公式如下：

$$\text{计算公式: } \Delta t = \frac{R_2}{R_1} (k + t_1) - (k + t_a)$$

▲t: 表示被测件内部的温度与环境温度的差值

R1: 表示 t1 时测量的初始电阻（冷状态），可在【初始电阻】选项中设置

t1: 表示电阻值为 R1 时被测件（冷状态）对应的温度，可在【参考温度】选项中设置。

R2: 表示当前被测件的电阻值

t_a: 表示当前环境温度

k: 表示被测件的温度系数的倒数（基准为 0℃），可在【温度系数】选项中设置。

例如：初始温度 t1 为 20℃时的电阻值 R1 为 200mΩ 的铜线，当前环境温度 t_a 为 25℃、电阻测量值 R2 为 210mΩ 时，温度上升值如下所示：

$$\begin{aligned}\Delta t &= R_2/R_1 \cdot (k+t_1) - (k+t_a) \\ &= 210 \cdot (10E-3) \cdot (235+20) / 200 \cdot (10E-3) - (235+25) \\ &= 7.75^\circ\text{C}\end{aligned}$$

因此，当前的电阻体温度 $t_R = t_2 + \Delta t = 25 + 7.75 = 32.75^\circ\text{C}$

在这里，可使用 $k = 1/\alpha_{t_0}$

比如，由于铜在 20°C 时的温度系数为 $3930\text{ppm}/^\circ\text{C}$ ，此时常数 k 如下

$$k = 1/[3930 \cdot (10E-6)] - 20 = 234.5$$

注：金属及合金的传导率和温度系数

金属材料	相关金属的含量 [%]	材料密度($\times 10^3$) [kg/m ³]	传导率	温度系数(20°C) [ppm]
退火铜	铜 > 99.9	8.89	1.00 至 1.02	3810 至 3970
硬拉铜	铜 > 99.9	8.89	0.96 至 0.98	3370 至 3850
镉铜	镉: 0.7 至 1.2	8.94	0.85 至 0.88	3340 至 3460
银铜	银: 0.03 至 0.1	8.89	0.96 至 0.98	3930
铬铜	铬: 0.4 至 0.8	8.89	0.40 至 0.50 0.80 至 0.85	20 30
耐腐合金	镍: 2.5 至 4.0 硅: 0.5 至 1.0	—	0.25 至 0.45	980 至 1770
软铝	铝 > 99.5	2.7	0.63 至 0.64	42
硬拉铝	铝 > 99.5	2.7	0.60 至 0.62	40
铝合金	硅: 0.4 至 0.6 镁: 0.4 至 0.5 铝: 99.2 至 98.9	—	0.50 至 0.55	36

注：铜线的传导率及温度系数的计算方法

直径[mm]	退火铜(传导率)	镀锡退火铜(传导率)	硬拉铜(传导率)
0.01 至 0.26	0.98	0.93	---
0.26 至 0.50	0.993	0.94	0.96
0.50 至 2.00	1.00	0.96	0.96
2.00 至 8.00	1.00	0.97	0.97

由于温度系数 α_t 是随着温度和材料的传导率的变化而变化的，假设一个材料的在 20°C 的温度系数为 α_{20} ，那么该材料(在 $t^\circ\text{C}$ 的传导率为 C)在 $t^\circ\text{C}$ 的温度系数的 α_{ct} 为

$$\alpha_{ct} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{20} \times C} + (t - 20)}$$

图 3.9 材料温度系数示意图

■ 设置 TC/Δt 的步骤:

- 第 1 步** 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【TC/Δt】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步** 选择 TC/Δt 的状态。

功能键	功能
关闭	温度校正功能和温度转换功能都关闭
TC	打开温度校正功能
Δt	打开温度转换功能

■ 设置初始电阻的步骤：

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【初始电阻】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 选择初始电阻的单位。

功能键	功能
mΩ	毫欧单位
Ω	欧姆单位
kΩ	千欧单位
MΩ	兆欧单位

■ 设置温度系数的步骤：

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【温度系数】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 选择被测件的温度系数。

功能键	功能
温度系数	根据被测件材质选择相应的系数

■ 设置参考温度的步骤：

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【参考温度】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 选择被测件的温度系数。

功能键	功能
参考温度	根据客户需求选择想要的参考温度

3.6 系统配置

按【系统配置】键进入系统设置界面。



图 3.10 系统设置示意图

3.6.1 语言设定

HY2516 系列可以设置 LANGUAGE。支持中文或英文显示界面。

■ 设置 LANGUAGE 的步骤：

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【LANGUAGE】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 选择 LANGUAGE 的种类。

功能键	功能
中文 (CHS)	中文
ENGLISH	英文

3.6.2 按键音设定

HY2516 系列可以设置按键声音。即系统只要接收到按键输入信息，蜂鸣器就会发出“滴”声。

■ 设置按键音的步骤：

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【按键音】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 选择按键声音的状态。

功能键	功能
关闭	按键声音关闭
打开	按键声音打开

3.6.3 时间/日期设定

HY2516 系列使用 24 小时时钟，可以实现日期和时间的修改。

■ 设置时间/日期的步骤：

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【时间/日期】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 选择时间/日期的状态。

功能键	功能
年	通过旋钮设置年份
月	通过旋钮设置月份
日	通过旋钮设置日期
时	通过旋钮设置小时
分	通过旋钮设置分钟
秒	通过旋钮设置秒

3.6.4 远程控制设定

HY2516 系列可以设置远程控制方式。即仪器内置 RS232/RS485，LAN 口通讯方式。远控控制允许选择其中一种进行通讯。

■ 设置远程控制的步骤：

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【远程控制】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 选择远程控制的方式。

功能键	功能
RS232	RS232 接口通讯方式
RS485	RS485 接口通讯方式
LAN	LAN 接口通讯方式

3.6.5 波特率设定

波特率是 RS232/485 通讯总线上的数据传输速率。HY2516 系列支持六种常用波特率：4800bps、9600bps、19200、38400bps、57600bps、115200bps。

■ 设置波特率的步骤：

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【波特率】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 选择所需的波特率。

功能键	功能
4800	每秒可传输 4800 个 bit 数据。
9600	每秒可传输 9600 个 bit 数据。
19200	每秒可传输 19200 个 bit 数据。
38400	每秒可传输 38400 个 bit 数据。
57600	每秒可传输 57600 个 bit 数据。
115200	每秒可传输 115200 个 bit 数据。

3.6.6 通讯协议

HY2516 系列支持 2 两种通讯协议：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。

■ 设置通讯协议的步骤：

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【通讯协议】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 选择通讯协议的种类。

功能键	功能
SCPI	SCPI 协议
MODBUS	MODBUS 协议

3.6.7 站号设定

HY2516 系列如果使用 MODBUS (RTU) 需要设置好本机的站号地址。为了方便多台相同仪器同时操作，仪器允许使用站号 00 来进行广播通讯，仪器只接受指令，而无法返回响应码。

■ 设置站号的步骤：

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【站号】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 选择所需的站号

功能键	功能
0	站号设置最小为 0
255	站号设置最大为 255

3.6.8 记录/统计、数据缓存、统计下限、统计上限设定

请参考 3.10 章节<记录和统计>

3.6.9 IP 地址设定

HY2516 系列在选择 TCP 远程控制时，可以通过数字键盘设置 IP 地址。

■ 设置 IP 地址的步骤：

- 第 1 步** 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【IP】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步** 选择所需的 IP 地址。

功能键	功能
IP 地址	192.168.30.59（举例）

3.6.10 出厂设置

HY2516 系列的出厂设置，当测量设置参数；系统设置参数；分选设置参数的多项参数被设置后，按此功能可以回到仪器出厂时的初始设置状态。

■ 设置出厂设置的步骤：

- 第 1 步** 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【出厂设置】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步** 选择默认设置的状态。

功能键	功能
恢复	仪器回到出厂时的初始设置状态

3.6.11 测量模式设定

HY2516 系列支持 2 两种测量模式：单机模式和扫描模式。通过设置进行测量模式的切换。

■ 设置测量模式的步骤：

- 第 1 步** 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【测量模式】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步** 选择所需的测量模式

功能键	功能
单机	切换为单机模式
扫描	切换为扫描模式

3.7 比较器设置

分选设置是利用讯响和比较器设置以实现产线判断和提高产品是否符合规格要求，这是对于流水线测试筛选的实现的重要过程。包含比较器的设置和显示与判别。下图是单通道比较器分选页面的示意图和多通道分选页面的示意图：



图 3-11.1 单通道分选页面示意图



图 3-11.2 多通道分选页面示意图

3.7.1 比较器设定

HY2516 系列的内置单路模式下的比较器档位允许设置 6 档比较结果。可将被测元件分成 7 档 (BIN1、BIN2、BIN3、BIN4、BIN5、BIN6 和 NG)。

HY2516 系列的内置多路模式下的比较器档位允许设置开启和关闭比较。可分别测量多路通道的每一个通道的比较起结果，将被测元件分成 3 档 (N(关闭)、H(超上限)、L(超下线)、P(合格))。

■ 设置比较器的步骤：

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【比较器】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 选择单路比较器的档位：

功能键	功能
关闭	比较器功能关闭
1 档	选择 1 个档位
2 档	选择 2 个档位
3 档	选择 3 个档位
4 档	选择 4 个档位
5 档	选择 5 个档位
6 档	选择 6 个档位

选择多路比较器的档位：

功能键	功能
关闭	比较器功能关闭
打开	比较器功能打开

3.7.2 讯响设定

HY2516 系列可以设置关闭、合格、不合格讯响。即不警报、合格时警报、不合格时发出警报。

■ 设置讯响的步骤：

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【讯响】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。

第 2 步 选择合格讯响的状态。

功能键	功能
关闭	不警报
合格	测量结果合格时发出警报
不合格	测量结果不合格时发出警报

3.7.3 比较模式设定

HY2516 系列可以提供 3 种比较模式：SEQ(直读)，ABS (绝对偏差)，% (百分比偏差)，后两种统称为容差模式 (TOL)。直读模式 (SEQ)：将测试值范围作为比较极限值，比较极限值必须按从小到大顺序设置；差模式 (TOL)：将与标称值的偏差值，设定为比较极极限。 包括 ABS (绝对偏差) 和 % (百分比偏差)

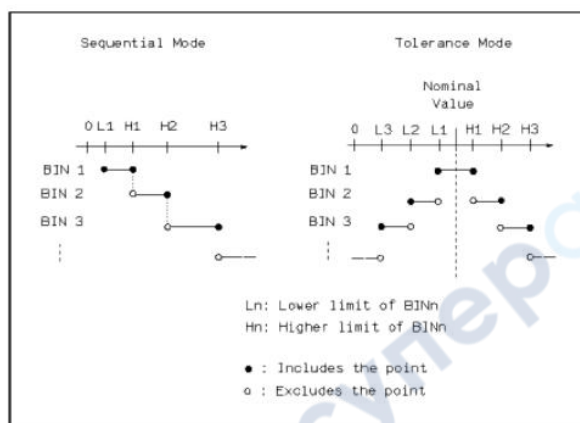


图 3.12 容差模式和顺序模式示意图

注!

- 1) 当设定容差方式的极限值时，误差范围必须按照由小到大设置。如果 BIN1 设置的误差范围最大，那么所有的被测件将分选到 BIN1 档中。
- 2) 清零容差方式下，下极限不一定要小于标称值，上极限不一定要大于标称值。各档极限范围之间可以不连续，也可以有重叠范围。

■ ABS (绝对偏差) 显示方式

$$ABS = X - Y$$

其中，X 为当前被测件的测量值。Y 为设定的标称值。

■ % (百分比偏差)

$$\% = (X - Y) / Y \times 100[\%]$$

其中，X 为当前被测件的测量值。Y 为设定的标称值。

■ 设置比较模式的步骤:

- 第 1 步** 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【出厂设置】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步** 选择所需的比较模式。

功能键	功能
SEQ	直读方式
ABS	绝对偏差方式
%	百分比偏差方式

3.7.4 标称值设定

HY2516 系列绝对值和百分比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，直读比较使用直读测量值与档的上下限范围比较。

■ 设置标称值的步骤:

- 第 1 步** 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【标称值】选项，点击【旋钮】，通过【←】【→】键选择千位、百位、十位、个位及小数位，通过旋转【旋钮】选择所需的标称值，每一位都可以设置。
- 第 2 步** 选择标称值的单位。

功能键	功能
mΩ	毫欧单位
Ω	欧姆单位
kΩ	千欧单位
MΩ	兆欧单位

3.7.5 【上限】、【下限】参数设定

HY2516 系列单路模式下可设定 6 对上下极限值，多路模式下可分别对每个通道进行设置。每档的上极限值必须大于下级限值，否则不会将任何元件分选入该档。

ABS（绝对偏差）和%（百分比偏差）不需要选择单位倍率，请输入百分比值；绝对值▲和直读值 SEQ 方式请使用功能键使用单位。

■ 设置上限，下限参数的步骤：

第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【BIN1】选项，点击【旋钮】，通过【←】【→】键选择千位、百位、十位、个位及小数位，通过旋转【旋钮】选择所需的下限值，每一位都可以设置。

第 2 步 选择下限值的单位。

功能键	功能
mΩ	毫欧单位
Ω	欧姆单位
kΩ	千欧单位
MΩ	兆欧单位

第 3 步 同样的操作设置上限【BIN1】。

第 4 步 若有需要，可以设置【BIN2】~【BIN6】档或多路【CH1】~【CH30】通道的上下限值。

注！

- 1) 在进行比较器上下限数值设置时，需注意输入：第 n 档的上限值>第 n 档的下限值。
- 2) 进行多个档位的上下限值设定时，应保持从 01 档至第 n 档的上下限区间呈递增且连续设定以避免程序误判，即保持：
第 n 档的上限值>第 n 档的下限值
第 n 档的下限值≥第 n-1 档的上限值

3.8 文件管理

按【Setup】键进入<设置>界面，按屏幕下方【文件管理】对应的功能键进入界面。文件管理允许用户保存设置到 10 个文件夹中，以便开机时或更换规格时读取。



图 3.13 文件管理示意图

3.8.1 关机保存设定

HY2516 系列共有两种选项：允许和禁止。如果选择允许，用户设置的参数在关机后将自动保存在当前文件中；如果选择禁止，用户设置的蚕食只能用户手动保存在文件中，否则下次开机将丢失。

■ 设置关机保存的步骤：

- 第 1 步** 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【关机保存】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步** 选择关机保存的类型。

功能键	功能
禁止	不保存设置的参数
允许	保存设置的参数，下次开机自动调取。

3.8.2 开机调用设定

HY2516 系列可以设置开机调用选项，即可以指定在开机时调用的文件。共两种选择：当前文件和文件 0。如果选择当前文件，则开机载入当前文件号的设置值；如果选择文件 0，则开机载入文件 0 的设置值。

■ **设置开机调用的步骤：**

- 第 1 步** 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【开机调用】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步** 选择开机调用的状态。

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

3.8.3 【文件 0】--【文件 9】设定

用户可以指定 0--9 共十个文件进行保存、载入和删除。

■ **设置【文件 0】--【文件 9】的步骤：**

- 第 1 步** 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【文件 0】--【文件 9】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步** 选择相应的文件。

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
重命名	进行文件名的修改，可自定义文件名

3.8.4 存储器设定

文件管理中的文件可以保存在仪器内部，也可以保存在 USB U 盘中以调用。

■ **设置存储器的步骤：**

- 第 1 步** 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【存储器】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步** 选择存储器的方式。

功能键	功能
内部	文件保存在仪器内部
USB	文件保存在 U 盘

3.9 浏览数据

对于测量显示值，可进行手动保存(最多能存储 500 组数据)和实现在仪器屏幕上快速浏览。按测试页面屏幕下方功能键[保存数据]则可进行手动保存,每按一次按键则增加一次数据手动保存，通过功能键[浏览数据]则可在仪器屏幕上浏览手动保存的测量数据。浏览数据示意图如图 3.14 所示：



图 3.14 浏览数据示意图

3.9.1 浏览数据设定

在<测量>页面，用户按功能键【浏览数据】可将保存的数据调出来，客户对测量数据进行一系列操作，比如保存到 U 盘，或者清空数据。

■ 设置浏览数据的步骤：

- 第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【浏览数据】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步 选择浏览数据的方式。

功能键	功能
保存到 U 盘	将测量的数据保存到 U 盘
清空	包保存的数据清空

3.9.2 单位设定

由于测量数据单位跨度较大，为了便于用户对数据进行后期整理，可以预先设置好存储的数据单位。

■ 设置单位的步骤：

- 第 1 步 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【单位】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步 选择单位的种类。

功能键	功能
自动	测量数据的单位与测量页面的测量结果一致
mΩ	测量数据单位固定为 mΩ
Ω	测量数据单位固定为 Ω
kΩ	测量数据单位固定为 kΩ
MΩ	测量数据单位固定为 MΩ
科学计数法	测量数据格式为科学计数法，小数+指数的形式，单位为Ω

3.10 记录和统计

仪器有数据【记录】和【统计】功能，出厂默认【记录】，在<测量>页面，可以看到【记录】字样。此功能可以记录 10000 组数据，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，直接保存 CSV 格式文本到 USB 磁盘中。



图 3.15 在<系统配置>页面启用【记录】

3.10.1 记录/统计设定

在<系统设置>页面，用户根据自身需求随意切换记录/统计功能。

■ 设置记录/统计的步骤：

- 第 1 步** 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【记录/统计】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步** 选择记录/统计的方式。

功能键	功能
记录	<测量>页面切换到记录功能
统计	<测量>页面切换到统计功能

3.10.2 数据缓存设定

为了便于用户对数据进行后期整理，可以预先设置好数据缓存的大小。



图 3.16 【记录】页面

■ 设置数据缓存的步骤：

- 第 1 步** 通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【数据缓存】选项，点击【旋钮】和【方向键】设置

数据记录缓冲区大小。

第 2 步 选择数据记录缓冲区的大小。

功能键	功能
10000	数据记录缓冲区最大 10000 组
10	数据记录缓冲区最小 10 组

第 3 步 例如：将缓冲区大小设置为 100 组。启用后，点击面板上【Meas】按键，在<测量>会有【记录】字段出现。

第 4 步 如果需要记录操作，请进入<测量>页面将光标移动至【记录】字段，按屏幕下方功能键【开始】，则开始记录。

第 5 步 数据记录启动后，仪器会自动进行数据记录，可以随时使用功能键停止当前记录；也可以随时保存数据到 USB 磁盘中；也可以停止并清空缓存数据。

注！

- 1) 一旦数据记录启动后，<测量>页面将被锁定，无法切换到其他页面。
- 2) 在外部触发状态，切换到其他页面，也必须先关闭数据记录，如果从其他页面切换到<测量>页面后，数据记录会自动启动。

3.10.3 保存数据

为了便于用户对数据进行后期整理，可以预先设置好数据缓存的大小。数据记录开启后，可以随时保存数据到 U 盘中，测量数据保存在型号文件夹“TSET DATA”目录下，文件夹格式是 CSV。

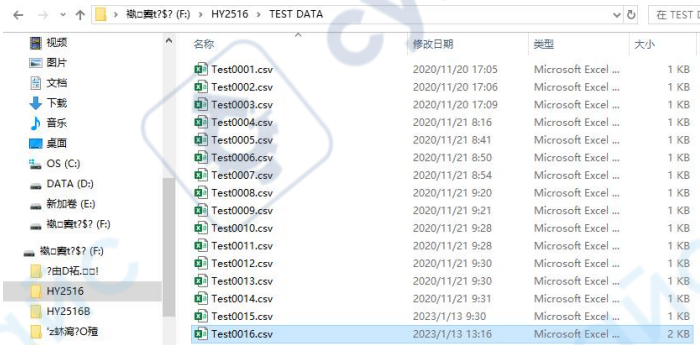


图 3.17 U 盘中数据文件夹

在 Windows 操作系统中，使用 Excel 打开文件，由于 Excel 默认格式问题，需要按照三个操作步骤正确修改单元格属性，时间/电阻字段（下图涂黄色部分）才能正确显示数据。下图是修改前后数据对比：

	A	B	C
1	MODEL	HY2516	REV B1.6
2			
3	TIME	#####	
4			
5	NO.	R (次)	
6	1	1. 01E-01	
7	2	1. 01E-01	
8	3	1. 01E-01	
9	4	1. 01E-01	
10	5	1. 01E-01	
11	6	1. 01E-01	
12	7	1. 01E-01	
13	8	1. 01E-01	
14	9	1. 01E-01	
15	10	1. 01E-01	
16	11	1. 01E-01	
17	12	1. 01E-01	
18	13	1. 01E-01	
19	14	1. 01E-01	
20	15	1. 01E-01	

图 3.18 使用 Excel 编辑前

	A	B	C
1	MODEL	HY2516	REV B1.6
2			
3	TIME	2023/1/13 13:16	
4			
5	NO.	R (次)	
6	1	1. 0085E-01	
7	2	1. 0085E-01	
8	3	1. 0085E-01	
9	4	1. 0085E-01	
10	5	1. 0084E-01	
11	6	1. 0085E-01	
12	7	1. 0085E-01	
13	8	1. 0085E-01	
14	9	1. 0085E-01	
15	10	1. 0085E-01	
16	11	1. 0085E-01	
17	12	1. 0085E-01	
18	13	1. 0084E-01	
19	14	1. 0085E-01	
20	15	1. 0084E-01	

图 3.19 使用 Excel 编辑后

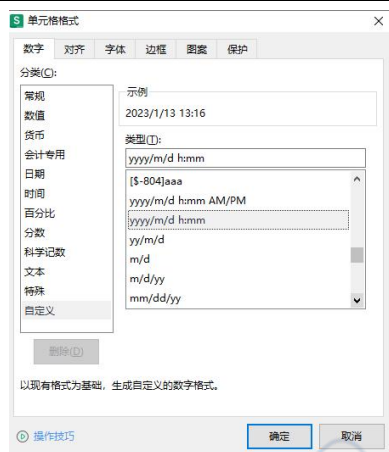


图 3.20 自定义时间格式



图 3.21 科学计数

设置具体单元格修改的步骤:

- 第 1 步** 需要将时间字段 TIME 修改格式，选中时间行列，鼠标右击选择“设置单元格格式”，在打开的设置单元格格式窗口左侧选择“自定义”，在“类型”中选择 yyyy/m/d h:mm。
- 第 2 步** 将电阻字段选中，并设置其单元格属性设置为：科学计数，小数位数 4 位。

3.10.4 数据统计——工序能力指数

在<系统设置>页面，用户根据自身需求随意切换记录/统计功能。工序能力也称为过程能力、制程能力，只指过程加工方面满足加工质量的能力，它是衡量过程加工内在一致性的，最稳态下的最小波动。当过程处于稳态时，产品的质量特性值有 99.73% 散布在区间 $[\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma]$ ，（其中 μ 为产品特性值的总体均值， σ 为产品特性值总体标准差）也即几乎全部产品特性值都落在 6σ 的范围内，因此，通常用 6σ 表示过程能力，它的值越小越好。

通常， $C_p, C_{pK} > 1.33$ 工序能力充分

$1.00 < C_p, C_{pK} \leq 1.33$ 工序能力适当

$C_p, C_{pK} \leq 1.00$ 工序能力不足

工序能力指数与一些相关公式：

工序能力指数	公式
平均数 (Mean)	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$
母体标准差 σ_n	$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - n\bar{x}^2}{n}}$
样本标准差 $s (= \sigma_{n-1})$	$s = \sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - n\bar{x}^2}{n-1}}$
工序能力指数 (偏差) C_p	$C_p = \frac{ Hi - Lo }{6\sigma_{n-1}}$
工序能力指数 (偏移) C_{pK}	$C_{pK} = \frac{ Hi - Lo - Hi + Lo - 2\bar{x} }{6\sigma_{n-1}}$

图 3.22 工序能力相关公式

注!

- 1) n 代表有效数据，即排除溢出和开路的值，只要能在屏幕上显示出数字的数据认定为有效值。
- 2) Cp 和 CpK 公式中的 Hi 和 Lo 变量，是比较器的上下限实际数值，PER 和 ABS 比较方式时，会通过标称值换算出实际值。无论比较器是否打开，此数值都会参与计算。
- 3) 样本标准差 $\sigma(n-1) = 0$ 时，Cp=99.99，CpK=99.99
- 4) CpK<0 时，Cp=0

3.10.5 开启统计功能



图 3.23 系统配置页面

■ 设置记录/统计的步骤:

- 第 1 步通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【记录/统计】选项，点击【旋钮】或者按【功能】键进入选项，根据自己需求确认所选参数。
- 第 2 步选择记录/统计的方式。

功能键	功能
记录	<测量> 页面切换到记录功能
统计	<测量> 页面切换到统计功能

■ 设置数据缓存的步骤:

- 第 1 步通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【数据缓存】选项，点击【旋钮】和【方向键】或数字键盘设置数据记录缓冲区大小。
- 第 2 步选择数据记录缓冲区的大小。

功能键	功能
10000	数据记录缓冲区最大 10000 组
10	数据记录缓冲区最小 10 组

- 第 3 步例如：将缓冲区大小设置为 10 组。启用后，点击面板上【Meas】按键，在<测量>会有【统计】字段出现。
- 第 4 步如果需要记录操作，请进入<测量>页面将光标移动至【统计】字段，按屏幕下方功能键【开始】，则开始等待测试并统计测试结果。
- 第 5 步数据记录启动后，仪器会自动进行数据记录，可以随时使用功能键停止当前记录；也可以随时保存数据到 USB 磁盘中；也可以停止并清空缓存数据。

■ 设置统计下限、统计上限的步骤:

- 第 1 步通过【方向】键或旋转【旋钮】，将光标移动到【统计下限】选项，点击【旋钮】和【方向键】或数字键盘设置统计下限大小。
- 第 2 步用同样的方法设置【统计上限】选项

- (1) 设置好后，点击面板上【Meas】按键，在<测量>页面将会有【统计】字段出现，同时测量页面下方将显示如下字段：

功能键	功能
MEAN($\bar{x}$)	平均值
MAX	最大值
MIN	最小值
σ	母体标准差
s	样本标准差
Cp	工序能力指数（偏差）
CpK	工序能力指数（偏移）

图 3.24 各个字段代表含义

- (2) 利用旋钮键将光标移动至【统计】字段，在屏幕下方选择功能键【开始】进行统计，注意为避免很多无效重复数据，仪器已内置手动统计，用户可批量进行测试数值统计。



图 3.25 统计运行界面

- (3) 数据统计启动后，仪器会根据测试标本自动计算 Image、MAX、MIN 等值。用户可以使用功能键停止当前统计；也可以随时保存到 USB 磁盘中；也可以停止并清空缓存数据。

3.10.6 数据保存到 USB 磁盘



图 3.26 数据保存到 USB 磁盘示意图

数据统计开启后，同上述【记录】一样的操作方法，通过屏幕下方功能键可以实现数据缓存清空，也可以随时保存数据到 USB 磁盘中。

注！

- 1) 数据统计功能只有在<系统配置>页面的【记录/统计】打开后才能设置。
- 2) 数据统计功能开启后，仪器需要进行多参数复杂运算，测量速度会稍微下降一些。
- 3) 一旦数据记录启动后，<测量>页面将被锁定，无法切换到其他页面。
- 4) 在外部触发状态，切换到其他页面，也必须先关闭数据记录，如果从其他页面切换到<测量>页面后，数据记录会自动启动。

3.11 截屏功能

仪器提供截屏功能，在仪器前面板的 USB 接口中插入 USB 存储设备，待 U 盘颜色由灰色变为蓝色后。长按【旋钮】键，即可将当前屏幕截图并保存到 USB 存储盘 “SCREENSHOT” 以便后续查用。



图 3.27 USB 存储设备截屏示意图

注！

- 1) 如需数据保存，建议使用品牌 U 盘插入仪器接口。格式和容量可参考 FAT，FAT32，EXFAT,最大容量 128G
- 2) 当数据正在采集点上，有可能会导导致截图失败，待仪器采集点完毕后可执行。

3.12 系统信息

按【Meas】或【Setup】进入主页面，在最底部的任务栏里按【系统配置】键，进入<系统配置>页面，按功能键选择【系统信息】，此部分包含型号名称，仪器序列号以及仪器版本。此页面无需用户设置。



图 3.28 系统信息页面

4.Handler 接口使用说明



您将了解到以下内容：

- 简要介绍
- 操作说明

4.1 简要介绍：

HY2516 系列提供了 Handler 接口，该接口主要用于仪器分选结果的输出。当仪器使用于自动元件分选测试系统中时，该接口提供与系统的联络信号和分选结果输出信号。如表 4-1 所示，联络信号包括 /TRIG(启动信号)，/EOM(全部测量结束)；分选结果输出包括合格档/BIN1、/BIN2、/BIN3、/BIN4、/BIN5、/BIN6,和不合格档/NG。使用这些信号，仪器可以方便地和系统控制器组成自动测试系统，进行元器件的测试、分选和质量控制，从而提高生产效率。

名称	信号说明	电路特点说明
/BIN1(单路) /CH1(多路)	合格档信号(单路)/合格信号(多路)	■ 集电极输出。 ■ 低电平有效。 ■ 光电耦合隔离
/BIN2(单路) /CH2(多路)		
/BIN3(单路) /CH3(多路)		
/BIN4(单路) /CH4(多路)		
/BIN5(单路) /CH5(多路)		
/BIN6(单路) /CH6(多路)		
/NG	不合格档信号	脉宽≥1μs,上升沿触发，低电平驱动电流约5-10mA。
/EOM	全部测量结束	
/TRIG	启动信号	
CH7(多路)	合格信号(多路)	■ 集电极输出。 ■ 低电平有效。 ■ 光电耦合隔离
CH8(多路)		
CH9(多路)		
CH10(多路)		
CH11(多路)		
CH12(多路)		
CH13(多路)		
CH14(多路)		
CH16(多路)		
CH17(多路)		

CH18(多路)	合格信号(多路)	集电极输出。 低电平有效。 光电耦合隔离
CH19(多路)		
CH20(多路)		
CH21(多路)		
CH22(多路)		
CH23(多路)		
CH24(多路)		
CH25(多路)		
CH26(多路)		
CH27(多路)		
CH28(多路)		
CH29(多路)		
CH30(多路)		

表 4-1 Handler 接口说明

4.2 操作说明

4.2.1 信号线定义

HANDLER 接口使用三种信号：比较输出、控制输入及控制输出。

- 单通道比较输出信号：
/BIN1, /BIN2, /BIN3, /BIN4, /BIN5, /BIN6, /NG。比较输出信号发生见图 4-1。
- 多通道比较输出信号：
多通道比较输出信号的输出为/PASS 和/NG。
- 控制输出信号：
/EOM（测量结束及比较数据有效信号）。
- 控制输入信号：
/TRIG(外部触发信号)。

注意：信号名称前的斜杠 “/” 表示该信号在低电平时有效。

比较功能设置示意图：

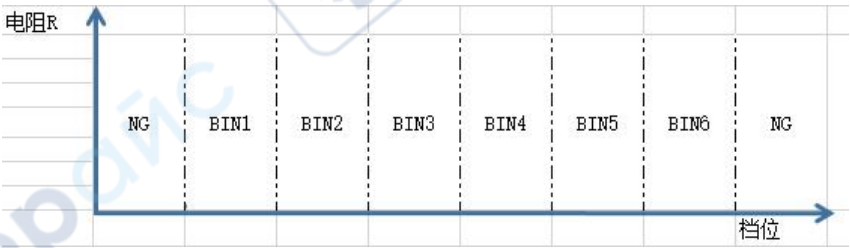


图 4-1 比较功能打开的区域示例

4.2.2 接线端子与信号



图 4-2 Handler 接口管脚定义

信号的引脚分配及简要说明见表 4-2 和图 4-2，时序详见图 4-3:

管脚号	信号名	描 述
1	/BIN1 /CH1	1) 单路模式下档分选判别结果输出。 2) 多路模式下比较起判别结果输出。
2	/BIN2 /CH2	
20	/BIN3 /CH3	
3	/BIN4 /CH4	
21	/BIN5 /CH5	
4	/BIN6 /CH6	
22	/NG	
5	/EOM	测量结束 (End Of Measurement)，当测量数据和比较结果有效时该信号有效。
18	/TRIG	此信号的下降沿触发仪器测量。内部内置 0.5W，1k 限流电阻。
19/23/36	COM	外部电源 EXTV 的参考地。
	/CH7	1) 多路模式下比较起判别结果输出。
	/CH8	
	/CH9	
	/CH10	
	/CH11	
	/CH12	
	/CH13	
	/CH14	
	/CH15	
	/CH16	
	/CH17	
	/CH18	
	/CH19	
	/CH20	
	/CH21	
	/CH22	
	/CH23	
	/CH24	

	/CH25	1) 多路模式下比较起判别结果输出。
	/CH26	
	/CH27	
	/CH28	
	/CH29	
	/CH30	

表 4-2 Handler 接口的引脚定义表

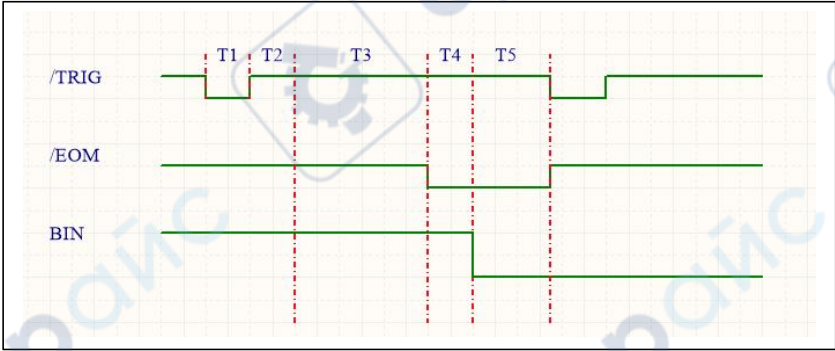


图 4-3 Handler 接口时序图

时间	最小数值
T1 触发脉宽	1ms
T2 触发延时	10us
T3 测量时间	与高、快、中、慢速有关
T4 BIN 输出延时	200us
T5 触发后等待时间	0s

表 4-3 直流隔离输出电气特征

- 单通道比较输出信号时间：
快速测试时，分选结果在启动信号后 10ms 送出；
快速测试时，分选结果在启动信号后 17ms 送出；
中速测试时，分选结果在启动信号后 56ms 送出；
慢速测试时，分选结果在启动信号后 334ms 送出；
- 多通道扫描比较输出信号时间：
快速测试时，分选结果在启动信号后 200ms/10 通道 送出；
快速测试时，分选结果在启动信号后 350ms/10 通道 送出；
中速测试时，分选结果在启动信号后 850ms/10 通道 送出；
慢速测试时，分选结果在启动信号后 3400ms/10 通道 送出；

注！

- 1) /TRIG 信号是启动信号，可选上升沿或下降沿触发，脉宽最小 1ms，一个电平触发信号只能测量一次，若一直为低电平信号，也只能测量一次。
- 2) /EOM 测量结束信号，低电平有效，为低时表示分选信号已有效，仅还没显示结果，为高时说明还在对器件进行测量。
- 3) BIN X/NG 分选输出信号，低电平有效，为低时表示分选信号已有效，为高时说明分选信号无效。

4.2.3 电气特征

每个直流输出（管脚 1-6）都是经集电极开路光电耦合器输出隔离的。每根线输出电压由 Handler 接口上拉电压决定。上拉电压由外部电压（EXTV: +5V~+24V）提供。

输出信号	输出额定电压		最大电流	电路参考地
	低电平	高电平		
单路：/BIN1- /BIN6 /NG /EOM 多路：/CH1~ /CH30	≤0.5V	+5V~+24V	50mA	所有信号都是集电极输出，客户需要外接上拉电阻的，比如10k。电源可选择+5V~+24V。地接输出引脚 19/23/36, COM 端。

表 4-4 直流隔离输出的电气特征

4.2.4 输入端原理图

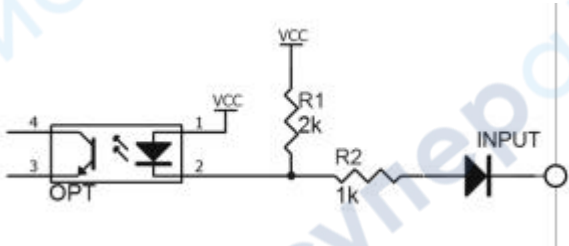


图 4-4 输入端原理图 (Trig)

4.2.5 输出端原理图

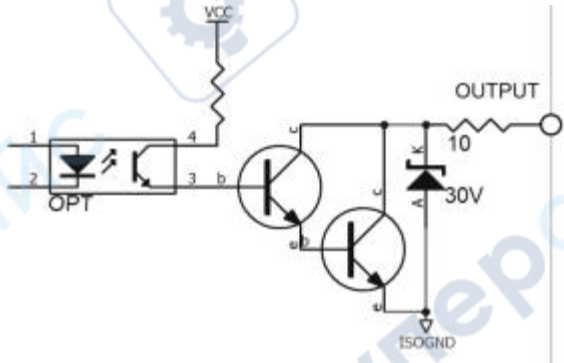


图 4-5 输出端原理图

4.2.6 输入电路连接示例

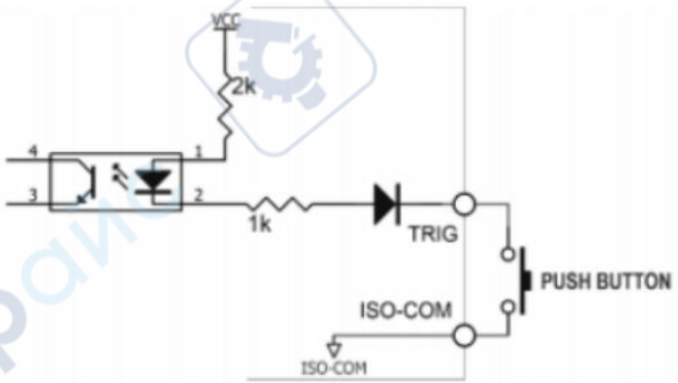


图 4-6 与开关的连接

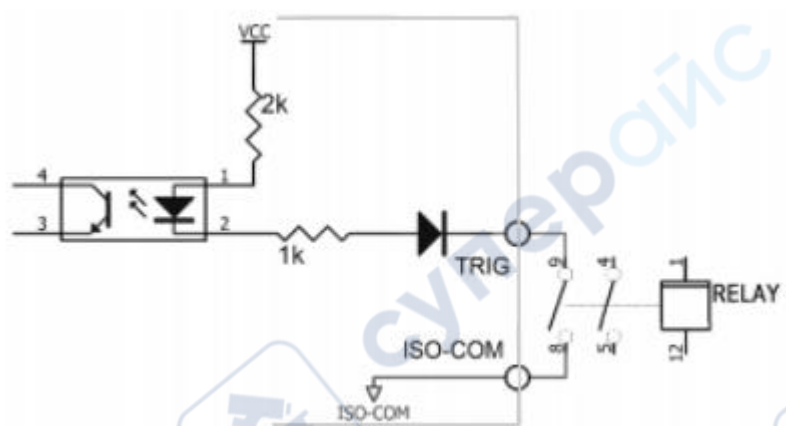


图 4-7 使用继电器控制

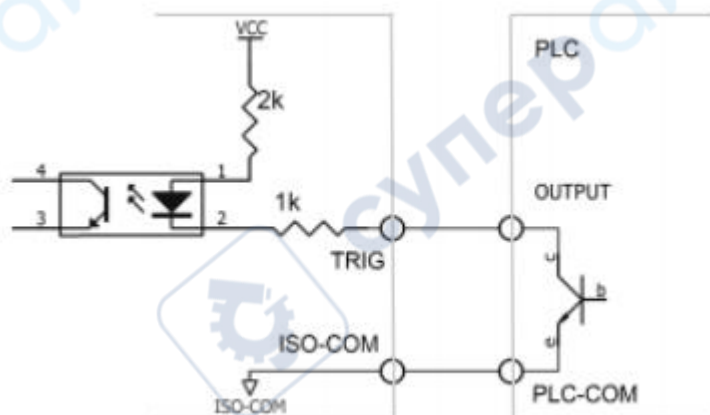


图 4-8 使用 PLC 负公共端控制

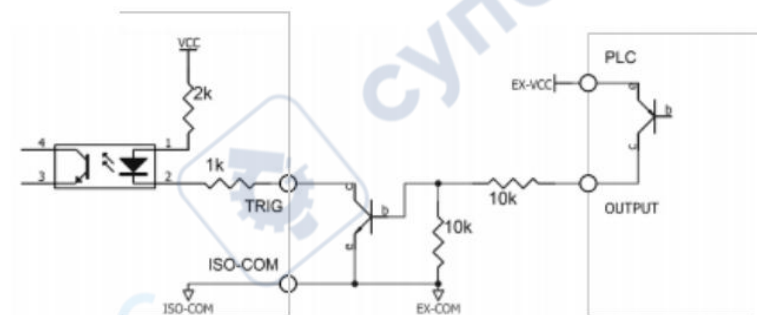


图 4-9 使用 PLC 正公共端控制

4.2.7 输出电路连接示例

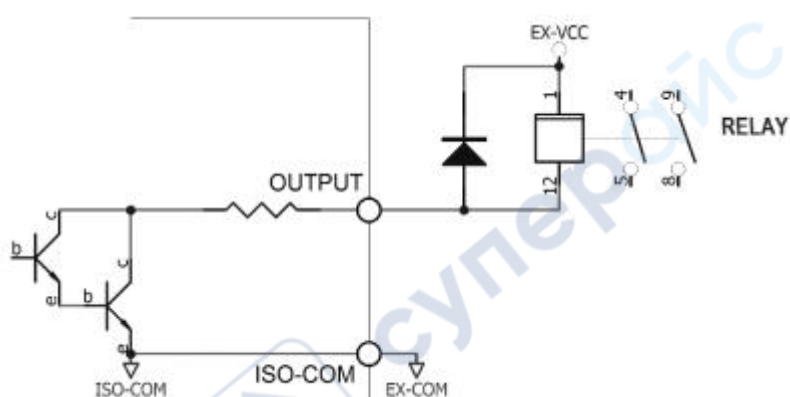


图 4-10 控制继电器

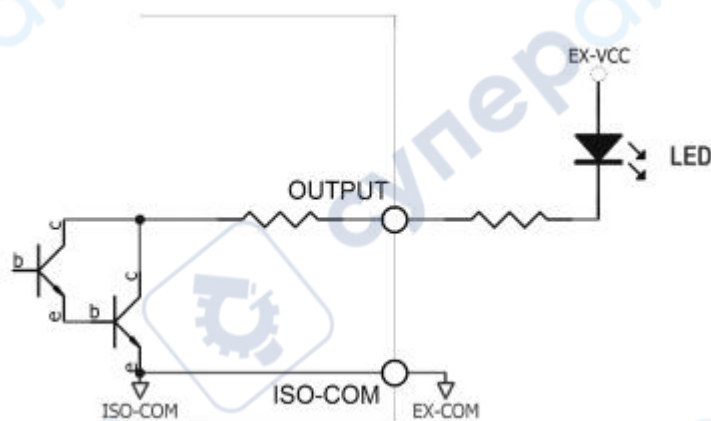


图 4-11 控制发光二极管或光电耦合器

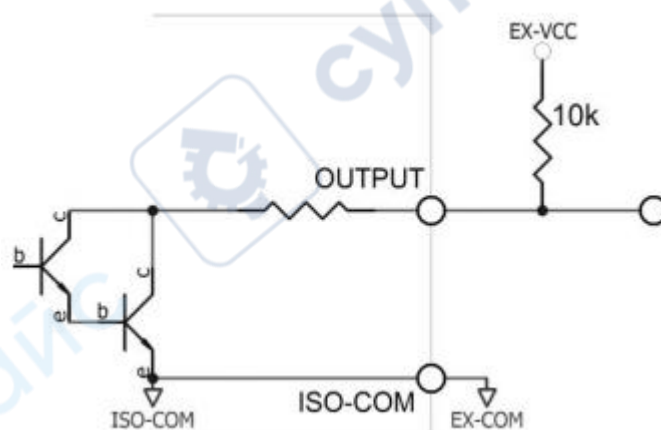


图 4-12 负逻辑输出

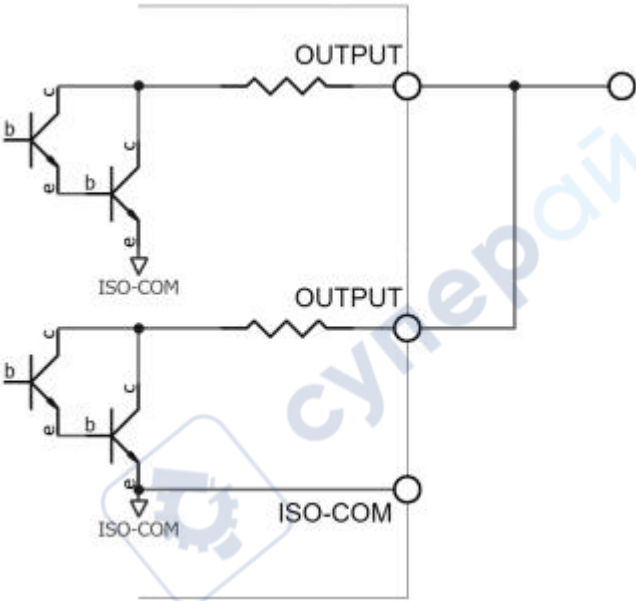


图 4-13 双端口输出组成逻辑或电路

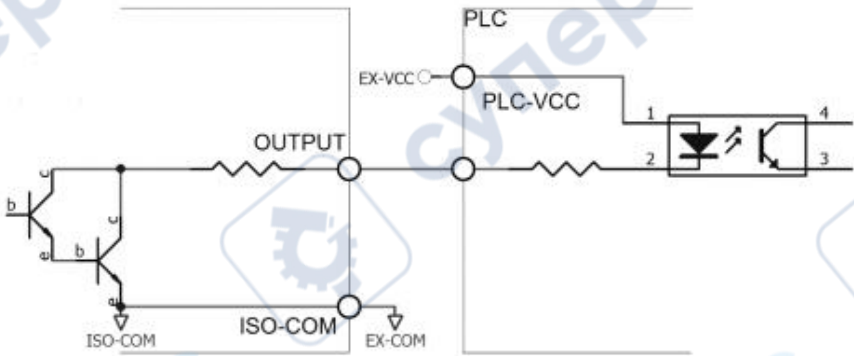


图 4-14 输出到 PLC 负公共端子

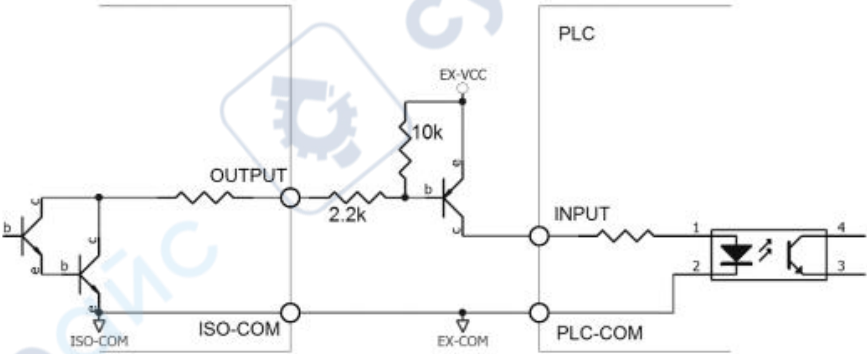


图 4-15 输出到 PLC 正公共端子

5. 远程通信

您将了解到以下内容：

- RS-232 接口简介
- 串行接口
- 连接计算机
- 串行口参数
- LAN 接口设置
- 编程要点
- 通讯协议

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。

5.1 RS-232C 接口简介

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 5-1 所示：

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

表 5-1 RS-232 常用信号

5.2 串行接口

5.2.1 RS232C 接口

HY2516 系列的串行接口不是严格基于上述 RS-232 标准的，而是只提供一个最小简化的子集。如表 5-2：

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

表 5-2 RS232 串口引脚接口

RS232C 连接器使用 9 针式 DB 型插座，引脚顺序如图 5-1 所示：

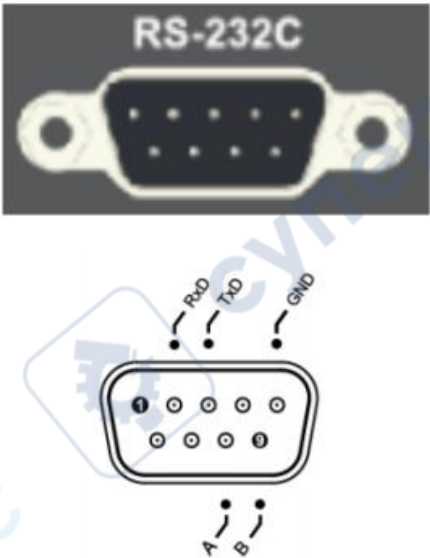


图 5-1 RS232C/485 连接器后视图

5.2.2 RS485 接口

仪器标配 RS485 接口。仪器的 RS485 接口与 RS232 共用同一个 DB9 端子：RS485 是一种支持多机通讯的接口，可以通过一台主机与多台从机并联在一起。

符号	9 芯连接器引脚号
A	8
B	9
GND	5

表 5-3 RS485 串口引脚接口



- 建议：
- 1. 为避免电气冲击，在插拔连接器时，请关闭仪器电源。
 - 2. 请勿随意短接输出端子，或与机壳短接，以免损坏器件。

5.3 连接计算机

由图 5-2 可以看到，HY2516 系列的引脚定义与计算机使用的 9 芯连接器串行接口引脚定义有所不同。用户可使用双芯屏蔽线按图示自行制做三线连接电缆（长度应小于 1.5m）或从浩仪公司购买计算机与 HY2516 系列的串行接口电缆线。自制连接电缆时，注意计算机侧应将 4、6 脚短接，7、8 脚短接。

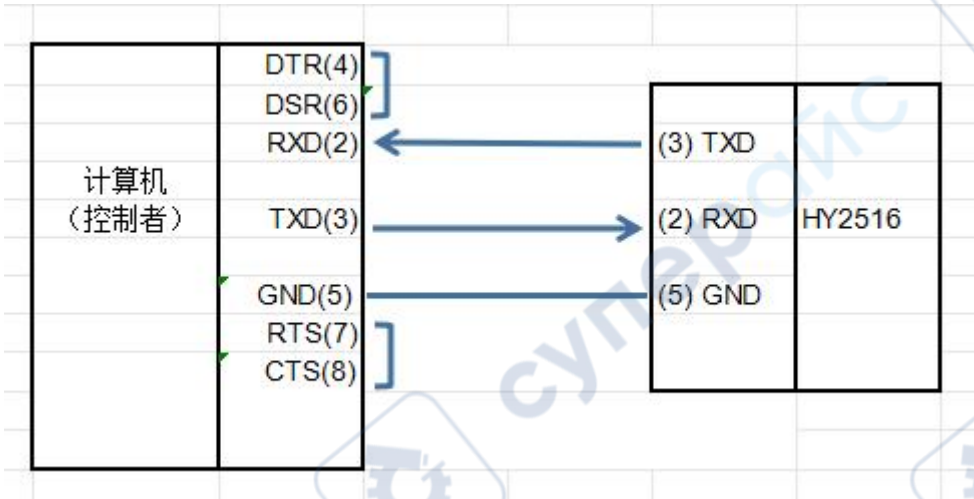


图 5-2 仪器与计算机连接

5.4 串行口参数

串行接口参数如表 5-3 所示：

传输方式	含起始位和停止位的全双工异步通讯
波特率	115200 bps
数据位	8 BIT
停止位	1 BIT
校验	无
结束符	NL (换行符, ASCII 代码 10)
连接器	DB9 针

表 5-4 串行参接口参数

5.5 LAN 接口设置



图 5-3 LAN 口连接器后视图

将 LAN 电缆连接到本仪器的 LAN 连接器上。

绿色 LED--点亮：正在连接 闪烁：正在通讯。

橙色 LED--熄灭：10M BASE-T 点亮：100M BASE-TX

5.5.1 选择 LAN 通讯模式



图 5-4 LAN 口选择设置

光标移动到【远程控制】字段，选择 LAN。

5.5.2 设置 IP 地址



图 5-5 IP 地址设置

光标移动到【IP 地址】字段，设定 IP 地址。

5.6 编程要点

由于 HY2516 系列不使用硬件通讯联络，而 RS232C 串行通讯本身相对较为简单，因此为减小通讯中可能的数据丢失或数据错误的现象，应严格按以下要求编制计算机通讯软件：

- 1) 主机发送的命令以 ASCII 代码传送，以 NL（即换行符，ASCII 代码 10）为结束符，HY2516 系列在收到结束符后才开始执行命令。
- 2) HY2516 系列一旦执行到查询命令，将立即发送查询结果，而不管当前命令串是否已全部执行完毕。因此，一个命令串中可以有多次查询，但主机要有相应次数的读结果操作。本协议推荐一个命令串中仅包含一次查询。
- 3) 查询结果以 ASCII 码字串送出，以 NL（即换行符，ASCII 代码 10）为结束符。

- 4) HY2516 系列发送查询结果时, 是连续发送的 (间隔 1ms), 主机应始终处于准备接受的状态, 否则可能造成数据的丢失。
- 5) 对于一些需长时间才能完成的总线命令, 如清零等, 主机应主动等待, 或以响应用户键盘输入确认的方式来同步上一命令的执行, 以避免在命令执行过程中下一个命令被忽略或出错。
- 6) 以 DOS 应用软件编制的通讯软件, 则应在支持串行口的纯 DOS 环境下运行, 而不应在 WINDOWS 环境下运行。



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。

结束符

仪器支持 3 种结束符:

LF (十六进制: 0x0A)

CR (十六进制: 0x0D)

CR+LF (十六进制: 0x0D 0x0A)

结束符可以在系统配置页中进行选择, 仪器出厂默认为 CR+LF。

5.7 通讯协议

仪器支持 2 种通讯协议: SCPI 和 MODBUS(RTU)。

5.7.1 SCPI 协议

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

5.7.2 MODBUS(RTU)协议

MODBUS(RTU)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。

参见:



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

6.基本性能指标

本章包括以下几方面的内容：



- 技术指标
- 量程
- 触发方式
- 测试端方式
- 测试速度
- 清零功能
- 量程保持
- 比较器功能
- 比较器报警
- RS232 接口
- HANDLER 接口
- LAN 接口
- 温度补偿接口

6.1 技术指标

测试报告下列数据在以下条件下测得：

温度条件：23℃±5℃湿度条件：≤80% RH.

零值调整：测试前清零预热时间：>30 分钟

温度测试精度:0.2%±0.1℃

HY2516						
量程		最大显示值	分辨率	准确度	测试电流	测试端开路电压
0	20mΩ	22.000mΩ	1μΩ	0.1%±3	1A	<1V
1	200mΩ	220.00mΩ	10μΩ	0.05%±2	1A	<1V
2	2Ω	2.2000Ω	100μΩ	0.05%±2	100mA	<1V
3	20Ω	22.000Ω	1mΩ	0.05%±2	10mA	<2.7V
4	200Ω	220.00Ω	10mΩ	0.05%±2	1mA	<2.7V
5	2kΩ	2.2000kΩ	100mΩ	0.05%±2	1mA	<2.7V
6	20kΩ	22.000kΩ	1Ω	0.05%±2	100μA	<2.7V
7	200kΩ	220.00kΩ	10Ω	0.05%±2	10μA	<2.7V
8	2MΩ	2.2000MΩ	100Ω	0.1%±5	1μA	<2.7V
量程选择方式			自动、手动、标称			
最大读数			22000			
校准			短路全量程清零			
讯响			关闭，合格讯响，不合格讯响			
分选功能			超上限/下限/符合三种输出，分选结果有 BIN1--BIN6,HIGH,LOW			

比较方式	绝对值公差、百分比公差、只读比较
触发方式	内部触发、外部触发
单路测试速度	高速 10ms/次，快速 17ms/次，中速 56ms/次，慢速 334ms/次
多路测试速度	高速 230ms/10 通道，快速 350ms/10 通道，中速 850ms/10 通道，慢速 3400ms/10 通道
温度测量范围	100+10ms
测试端配置	四端测量
低电压模式	开路电压：≤20mv 有效量程：2Ω，20Ω，200Ω，2kΩ
接口	HANDLER、RS-232、RS485、LAN、PT1000
电源电压频率	AC100-240V 50/60Hz
指标温湿度	温度 18℃--28℃，湿度<65%RH
操作温度	10℃--40℃
存储温度	0℃--50℃
工作湿度	10--80%RH
存储湿度	10--90%RH
工作海拔	≤2000m
标准配件	HY26004B：开尔文低电阻测试电缆 HY106：RS232 通讯电缆 上位机软件

表 6-1 HY2516 系 列技术指标



提示：
当仪器使用环境条件处于：0℃--18℃，≤80% RH；28℃--40℃，≤80% RH 时仪器
测量准确度为下表列出的基本测量准确度乘以下表所列温度修正系数 K。

温度 (°C)	0--5	5--18	18--28	28--35	35--40
温度修正系数 K	4	2	1	2	4

表 6-2 温度修正系数 K

6.2 量程

HY2516 共使用 9 个量程 20mΩ，200mΩ， 2Ω，20Ω，200Ω，2kΩ，20kΩ，200kΩ ，2MΩ。

6.3 触发方式

HY2516 系列提供内部、外部、接触和手动触发方式。

触发方式	作用
内部	触发信号由仪器内部自动生成，因而测量可连续进行。
外部	Handler：仪器 Handler 接口板从外部接受到“启动”信号后，触发一次测量。
	远程：发送指令 TRIGGER,测量一次并返回测量值
	手动：每按一次[Trigger]键，仪器执行一次测量周期，其它时间仪器处于等待状态。

表 6-3 触发方式

6.4 测试端方式

四端测试：

- HD：电流激励高端；
- HS：电压取样高端；
- LS：电压取样低端；
- LD：电流激励低端。

6.5 测试速度

元件值大小、显示方式、量程方式及比较器均会影响测试速度。HY2516 系列提供快速，中速 和 慢速

3 种测试速度供用户选择。一般情况下测试速度越慢，仪器的测试结果越稳定，越准确。

速度	ms / 次
高速 (HIGH)	10 ms / 次
快速(FAST)	17ms / 次
中速(MED)	56ms / 次
慢速(SLOW)	334ms / 次

表 6-3 测试速度

6.6 清零功能

HY2516 系列短路清零功能能够消除与被测元件串联的剩余阻抗如引线电阻或引线电感的影响。

6.7 量程

量程自动 AUTO：仪器自动选择测试量程。

量程保持：仪器固定在某一量程进行测量。

量程标称：适用于分选测试。

6.8 比较器功能

HY2516 系列的内置比较器在单路模式下允许设置 6 对参数极限值。主参数可将被测元件分成 7 档 (BIN1,BIN2, BIN3, BIN3, BIN5, BIN6 和 NG)。在多路模式下，使用每一个通道单独有一个比较器，每个比较器有三种状态模式 (N(关闭比较起)、H(超上限)、L(超下限))。

当比较功能打开，主参数比较结果分选到 BIN1 档，则屏幕显示 BIN1，同时 PASS 档灯亮；分选到 BIN2 档，则屏幕显示 BIN2，同时 PASS 档灯亮等；均不在上述挡位则屏幕显示 NG，NG 档灯亮。

当比较功能关闭，仪器对测试结果不作判断。

6.9 比较器报警

在分选设置页面中，【比较】功能打开，则对主参数进行分选。

- 合格报警
- 不合格报警
- 报警关闭

6.10 RS232 接口

使用简化 RS232 标准，不支持硬件联络功能。

传输波特率：115200bps

最大传输距离：15m

通讯命令采用 SCPI 格式，总线上全部命令和数据均采用 ASCII 码传送。

6.11 HANDLER 接口

可接受触发信号 (/TRIG)

可输出比较信号 (/NG, /BIN1, /BIN2, /BIN3, /BIN4, /BIN5, /BIN6, CH1~CH30)

可输出控制信号 (/EOM)

逻辑低电平有效，光电隔离输出

客户需外接上拉电阻，默认使用外部电源。

6.12 LAN 接口

网络传输支持最高 100M

6.12 温度补偿接口

使用铂电阻 PT1000

用于 TC/Δt 功能

7.SCPI 命令参考



本章包括以下几方面的内容：

- 简介
- 符号约定和定义
- 命令结构
- 命令缩写规则
- 命令题头和参数
- 命令参考

7.1 简介

本章将对所有的 HY2516 系列 RS232C 命令进行详细介绍。这些命令均符合 SCPI 标准命令集。每个命令的介绍将包含如下内容：

- 命令名称：** SCPI 命令的名称。
- 命令语法：** 命令的格式包括所有必需的和可选的参数。
- 查询语法：** 查询的格式包括所有必需的和可选的参数。
- 查询返回：** HY2516 系列的返回数据格式。

7.2 符号约定和定义

本章 RS232C 命令的描述采用如下的符号约定和定义。

- < > 尖括号中的内容用于表示命令的参数。
- [] 方括号中的内容是可选的，可以省略。
- { } 通常花括号中包含几个可选参数，只能选择其中的一个参数。

在命令中将会用到的下列符号定义：

- <NL> 换行符(十进制 10)。
- 空格 单 ASCII 字符(十进制 0-9, 11-32)。
例如，回车(十进制 13) 或 空格(十进制 32)。

7.3 命令结构

HY2516 系列命令分为两种类型：公用命令和 SCPI 命令。公用命令由 IEEE 标准定义适用于所有的仪器设备。SCPI 命令采用三层的树状结构，最高层称为子系统命令。只有选择了子系统命令后，该子系统命令的下层命令才有效。冒号 (:) 用于分隔高层命令和低层命令。

树状命令基本规则如下：

- 忽略大小写。
例如，

LIMIT:NOMINAL <value> = limit:nominal <value> = LiMiT:NoMiNaL <value>

- 空格 (␣ 表示一个空格) 不能位于冒号的前后。

例如,

错误: `LIMIT~:~NOMINAL <value>`

正确: `LIMIT:NOMINAL <value>`

- 命令可以是单词的缩写, 也可以是完整拼写的单词。

例如,

`LIMIT:NOMINAL <value> = LIM:NOM <value>`

- 命令后面加一个问号 (?) 构成该命令的查询命令。

例如,

`LIMIT:NOMINAL_C ?`

分号 (;) 可以用于分隔同一命令行上的多个命令, 多重命令的规则如下:

- 在一个多重命令行上, 可使用分号 (;) 来分隔同一子系统命令下的同级别的多个命令。

例如,

`LIMIT:NOMINAL <value>; BIN <n> <low limit>,<high limit>`

- 分号 (;) 分隔符后面紧跟一个冒号 (:) 表示后面的命令重新从命令树的顶层开始。

例如,

`LIMIT:NOMINAL <value>;:LIMIT:BIN <n> <low limit>,<high limit>`

7.4 命令缩写规则

每个命令和特性参数至少拥有两种拼写形式, 缩写形式和全拼形式。有些时候两种拼写方式完全相同。遵守以下规则进行缩写。

- 如果单词的长度为四个字母或少于四个字母, 则缩写形式和全拼形式相同。

- 如果单词的长度大于四个字母,

如果第四个字母是个元音字母, 那么缩写形式为该单词的前三个字母。

如果第四个字母是个辅音字母, 那么缩写形式为该单词的前四个字母。

例如:

LIMIT 可缩写成 **LIM**。

RANGE 可缩写成 **RANG**。

FREQUENCY 可缩写成 **FREQ**。

- 如果要缩写的不是一个单词而是一个短语, 那么全拼形式为前面单词的首个字母加上最后一个单词的完整拼写。在全拼形式的基础上利用上述规则进行缩写, 可得到其缩写形式。

例如:

短语 Source RESistor 的全拼形式为 **SRESISTOR**, 根据上述规则可缩写为 **SRES**。

7.5 命令题头和参数

HY2516 系列控制命令包含命令题头和相关参数。命令题头可以是全拼或缩写形式。使用全拼方式便于理解命令的意思，而使用缩写方式可以提高计算机输入效率。参数可以为如下两种形式之一。

■ 字符数据和字符串数据

字符数据由 ASCII 字母构成。缩写规则与命令题头相同。字符串数据由加双引号 (" ") 的 ASCII 字符构成。

■ 数值数据

整数 (NR1)，定点数 (NR2)，或浮点数 (NR3)，数值范围为 ± 9.9E37。

NR1 举例如下：

123
+123
-123

NR2 举例如下：

12.3
+1.234
-123.4

NR3 举例如下：

12.3E+5
123.4E-56

7.6 参考命令

7.6.1 DISPlay 显示子系统

DISPlay 子系统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。

DISPlay 子系统树

DISPlay	: PAGE	{ TEST, SETUP (MSET), COMParator, FILE, SYSTem, SYSTEMINFO (SINF), SCAN }
---------	--------	---

DISPlay:PAGE 命令用于设定显示方式。DISPlay:PAGE?查询返回当前的测试结果显示方式的设置。

命令语法: **DISPlay:PAGE {TEST, SETUP (MSET), COMParator, CORRection, FILE, SYSTem, SYSTEMINFO (SINF) }**

参数: TEST: 测量页面。
SETUP (MSET): 设置页面
COMParator: 比较页面。
FILE: 文件管理页面
SYSTem: 系统配置页面。
SYSTEMINFO (SINF): 系统信息页面

例如发送: **DISPlay:PAGE TEST<NL>** //切换到测试页面

查询语法: **DISPlay:PAGE?**

查询响应: **{test, comp, syst, file, sinf, mset}<NL>**

7.6.2 FUNCTION 子系统命令

使用 FUNCTION 子系统设置的参数，仪器将不会保存在系统中，下次开机需要重新设置。此外，参数的设置应与当前的测试模式保持一致。

FUNCTION 子系统树

FUNCTION	:RANG	{ 量程号,max,min }	
	:RATE	{ SLOW,MEDium,FAST,HIGH }	
	:MODE	{ AUTO,HOLD,NOMinal }	
	:IMP	{ R,RT,T,LPR,LPRT }	
	:LPR	:RANG	{ 量程号,max,min }
	:LPR	:RANG	:MODE { AUTO,HOLD,NOMinal }
	:SCAN	{ ON,通道号 }	
	:CH	<通道号>,<state>	

7.6.2.1 FUNCTION:RANGE

FUNC:RANG 用来设置量程方式和量程号

命令语法: **FUNCTION:RANGE {<量程号>,min,max}**

参数: <量程号>: 0-8 (HY2516)

min: 最小量程。

max: 最大量程。

例如发送: **FUNCTION:RANGE 5<NL>** //切换到量程 5 (2k)

查询语法: **FUNCTION:RANG?**

查询响应: **{<量程号>: 0-8 (HY2516)}**

7.6.2.2 FUNCTION:RANGE:MODE 命令

FUNCTION:RANGE:MODE 命令用于用来切换量程方式。FUNCTION:RANGE:MODE? 查询返回当前量程状态。

命令语法: **FUNCTION:RANGE:MODE {AUTO,HOLD (MANual),NOMinal}**

参数: AUTO: 自动量程。

HOLD (MANual): 手动量程。

NOMinal: 标称量程。

例如发送: **FUNCTION:RANGE:MODE AUTO<NL>** //切换到自动量程模式

查询语法: **FUNCTION:RANGE:MODE?**

查询响应: **{AUTO,HOLD,NOMinal}<NL>**

7.6.2.3 FUNCTION:RATE 命令

FUNCTION:RATE 或 FUNC:SPEED 用来设置测试速度。FUNCTION:RATE? 查询返回当前测试速度。

命令语法: **FUNCTION:RATE {SLOW,MEDium,FAST,HIGH}**

参数: SLOW: 慢速。

MEDium: 中速。

FAST: 快速。

	HIGH: 高速。
例如发送:	FUNCTION:RATE SLOW<NL> //切换到慢速模式
查询语法:	FUNCTION:RATE?
查询响应:	{SLOW,MEDIUM,FAST,HIGH}<NL>

7.6.2.4 FUNCTION:IMP 命令

FUNCTION:IMP 用来设置测试模式。FUNCTION:IMP? 查询返回当前测试模式。

命令语法:	FUNCTION:IMP{R,RT,T,LPR,LPRT}
参数:	R: R 模式。 RT: RT 模式。 T: T 模式。 LPR: LPR 模式。 LPRT LPRT 模式
例如发送:	FUNCTION:IMP T<NL> //切换到 T 模式
查询语法:	FUNCTION:IMP?
查询响应:	{R,RT,T,LPR,LPRT}<NL>

7.6.2.5 FUNCTION:LPR:RANGE 命令

FUNCTION:LPR:RANGE 用来设置 LPR 模式量程号。FUNCTION:LPR:RANGE? 查询返回当前 LPR 模式量程号。

命令语法:	FUNCTION:LPR:RANGE{<量程号>,min,max}
参数:	<量程号>: 0-3 min: 最小量程。 max: 最大量程。
例如发送:	FUNCTION:LPR:RANGE 1<NL> //切换到 LPR 模式量程 1
查询语法:	FUNCTION:LPR:RANGE?
查询响应:	{0,1,2,3}<NL>

7.6.2.6 FUNCTION:LPR:RANGE:MODE 命令

FUNCTION:LPR:RANGE:MODE 用来设置 LPR 模式的量程方式。FUNCTION:LPR:RANGE:MODE? 查询返回当前 LPR 模式的量程方式。

命令语法:	FUNCTION:LPR:RANGE:MODE{AUTO,HOLD(MANual),NOMinal}
参数:	AUTO: 自动量程。 HOLD(MANual): 手动量程。 NOMinal: 标称量程。
例如发送:	FUNCTION:LPR:RANGE:MODE NOMinal<NL> //切换 LPR 模式的标称量程
查询语法:	FUNCTION:LPR:RANGE:MODE?
查询响应:	{AUTO,HOLD,NOM}<NL>

7.6.2.7 FUNCTION:SCAN

FUNC:SCAN 用来设置多通道中是扫描模式还是单路模式

命令语法:	FUNCTION:SCAN {0,<通道号>}
参数:	ON: 开启扫描模式。 <通道号>: 0-30 (HY2516-S30) 或者 0-20 (HY2516-S20) 或者 0-10 (HY2516-S10)
例如发送:	FUNCTION:SCAN 5<NL> //单路模式 5CH, 第五通道单路扫描 FUNCTION:SCAN ON<NL> //扫描模式
查询语法:	FUNCTION:SCAN?
查询响应:	扫描模式下返回 SCAN<NL> 单路模式下返回 <通道号>, SINGLE<NL>

7.6.2.8 FUNCTION:CH<n> 命令

FUNCTION:CH<n> 命令设定当前 CH<n> 的开关。FUNCTION:CH<n>? 查询返回当前通道的开关。

命令语法:	FUNCTION:CH<n> <state>
参数:	<n> 为要设置的通道号 <state> 为开关的状态 可设置为 ON 或者 OFF
例如发送:	FUNCTION:CH 1,OFF // 设置通道 1 的通道开关关闭
查询语法:	FUNCTION:CH? <1~30>
查询响应:	<CHn>,<{ON,OFF}><NL>

7.6.3 COMPARATOR 子系统命令

使用 COMPARATOR 子系统设置的比较器参数。COMP 子系统用来设置比较器参数。

COMPARATOR 子系统树

COMPARATOR	:STATE	{OFF, 1-BIN, 2-BIN, 3-BIN, 4-BIN, 5-BIN, 6-BIN}
	:BEEP	{OFF, PASS (OK), FAIL (NG)}
	:MODE	{ABS, PER, SEQ}
	:NOMINAL	<float>
	:BIN	<1~6>,<float lower>,<float upper>
	:CH	<1~30>,<float lower>,<float upper>

7.6.3.1 COMPARATOR:STATE 命令

COMPARATOR:STATE 命令用来关闭比较器或设置档位数。COMPARATOR:STATE? 查询返回当前比较器或档位数状态。

命令语法:	COMPARATOR:STATE{0,1,2,3,4,5,6}
参数:	0: 比较器关闭。 1: 打开比较器, 并设置为 1 档分选

- 2:打开比较器,并设置为 2 档分选
- 3:打开比较器,并设置为 3 档分选
- 4:打开比较器,并设置为 4 档分选
- 5:打开比较器,并设置为 5 档分选
- 6:打开比较器,并设置为 6 档分选

例如发送: `COMParator:STATE 1<NL>` //切换到 1 档

查询语法: `COMParator:STATE?`

查询响应: `{0,1,2,3,4,5,6}<NL>`

7.6.3.2 COMParator:BEEP 命令

COMParator:BEEP 命令设定讯响功能状态。COMParator:BEEP? 查询返回当前讯响状态。

命令语法: `COMParator:BEEP {OFF,OK,NG}`

参数: `OFF`: 讯响功能关闭。
`OK`: 测试结果合格发出讯响。
`NG`: 测试结果不合格发出讯响。

例如发送: `COMParator:BEEP OFF<NL>` //讯响关闭

查询语法: `COMParator:BEEP?`

查询响应: `{OFF,OK,NG}<NL>`

7.6.3.3 COMParator:MODE 命令

COMParator:MODE 命令设定比较模式。COMParator:MODE? 查询返回当前比较模式。

命令语法: `COMParator:MODE {ABS,PER,SEQ}`

参数: `ABS`: 绝对偏差模式。
`PER`: 百分比偏差模式。
`SEQ`: 直读模式

例如发送: `COMParator:MODE ABS<NL>` //设定为绝对值偏差模式

查询语法: `COMParator:MODE?`

查询响应: `{ABS,PER,SEQ}<NL>`

7.6.3.4 COMParator:NOMinal 命令

COMParator:NOMinal 命令设定当前标称值。比较器功能利用该标称值来计算绝对偏差及百分比偏差

COMParator:NOMinal? 查询返回当前标称值。

命令语法: `COMParator:NOMinal <float>`

参数: `<float>` 为 NR1,NR2,NR3 形式的标称值

例如发送: `COMParator:NOMinal 1.2000<NL>` //标称值设定为 1.2Ω
`COMParator:NOMinal 1E3<NL>` //标称值设定为 1k
`COMParator:NOMinal 1000<NL>` //标称值设定为 1k

查询语法: `COMParator:NOMinal?`

查询响应: `<NR3><NL>`

7.6.3.5 COMParator:BIN<n> 命令

COMParator:BIN<n> 命令设定当前 BIN<n> 上下限。COMParator:BIN<n>? 查询返回当前档上下限。

命令语法: **COMParator:BIN<n> <low limit>,<high limit>**

参数: <n> 为 1 to 6 (NR1), 档号
 <low limit> 为 NR1, NR2 或 NR3 形式的标称值
 <high limit> 为 NR1, NR2 或 NR3 形式的标称值

例如发送: **COMP:BIN 1,-10,+10<NL>** // 如果在百分比分选方式下: BIN1 下限为-10%, 上限为 10%

查询语法: **COMParator:BIN? <1~6>**

查询响应: **<NR3>,<NR3><NL>**

7.6.3.6 COMParator:CH<n> 命令

COMParator:CH<n> 命令设定当前 CH<n> 上下限。COMParator:CH<n>? 查询返回当前档上下限。

命令语法: **COMParator:CH<n> <low limit>,<high limit>**

参数: <n> 为 1 to 30 (NR1), 通道号
 <low limit> 为 NR1, NR2 或 NR3 形式的标称值
 <high limit> 为 NR1, NR2 或 NR3 形式的标称值

例如发送: **COMP:CH 1,-10,+10<NL>** // 如果在百分比分选方式下: CH1 下限为-10%, 上限为 10%

查询语法: **COMParator:CH? <1~30>**

查询响应: **<NR3>,<NR3><NL>**

7.6.4 TRIGger 子命令

TRIGger 用来设置触发源和产生一次触发。

TRIGger 子系统树

TRIGger	:IMMediate	
	:SOURce	{INT,EXT}
	:DELAy	<float>
TRG		

7.6.4.1 TRIGger:IMMediate 命令

TRIGger:IMMediate 触发源设置为 EXT 时, 产生一次触发方式, 并返回触发测试的数据。

命令语法: **TRIGger:IMMediate**

例如发送: **TRIGger:IMMediate<NL>** // 仪器测试一次, 并返回测试数据

返回响应: **<NR3>,<BIN<n><NL>**

7.6.4.2 TRIGger:SOURce 命令

TRIGger:SOURce 命令设定触发源。TRIGger:SOURce? 查询返回当前的触发方式。

命令语法:	TRIGger:SOURce{INT,EXT}
参数:	INT: 内部触发。 EXT: 外部触发。
例如发送:	TRIGger:SOURce INT<NL> // 设置为内部触发模式。
查询语法:	TRIGger:SOURce?
查询响应:	{INT,EXT}<NL>

7.6.4.3 TRIGger:DELAy 命令

TRIGger:DELAy 命令设定触发延时。TRIGger:DELAy?查询返回当前的触发延时时间。

命令语法:	TRIGger:DELAy{0,<float>}
参数:	0: 0s。 <float>: 0.1~10.0s。
例如发送:	TRIG:DELA 0.1<NL> // 设置触发延时 0.1s。
查询语法:	TRIG:DELA?
查询响应:	{0,<float>}<NL>

7.6.4.3 TRG 命令

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<NL> //仪器测试一次，并返回测试数据
返回响应:	<NR3>,BIN<n><NL>

7.6.5 FETCh? 查询

FETCh? 查询返回最近一次的测试结果。

查询语法:	FETCh?
查询响应:	<scifloat>,{BIN0~BIN3}<NL>
例如发送:	FETCh?<NL> // 查询最近一次测试结果。
返回响应:	<NR3>,BIN<n><NL>

7.6.6 SYSTem 子系统命令

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。

SYSTem 子系统树

SYSTem	:LANGuage	{ENGLISH,CHINESE,EN,CN}
	:BEEP	{ON(1),OFF(0)}
	:SETZero	{ON(1),OFF(0)}
	:RESET	{ON(1)}
	:MODE	{SCAN(1),SINGLE(0)}

7.6.6.1 SYSTem:LANGuage 命令

SYSTem:LANGuage 命令用于设定仪器语言。SYSTem:LANGuage? 查询返回当前的仪器语言。

命令语法:	SYSTem:LANGuage {ENGLISH,CHINESE,EN,CN}
参数:	ENGLISH: 设定为英文。 CHINESE: 设定为中文。 EN: 设定为英文。 CN: 设定为中文。
例如发送:	SYSTem:LANGuage ENGLISH<NL> // 设定仪器语言为英文。
查询语法:	SYST:LANG?
查询响应:	{ENGLISH,CHINESE}<NL>

7.6.6.2 SYSTem:BEEPer 命令

SYSTem:BEEPer 命令用于设定按键音。SYSTem:BEEPer? 查询返回按键声音的状态。

命令语法:	SYSTem:BEEPer {OFF,ON,0,1}
参数:	OFF (0) : 设定为按键音关闭。 ON (1): 设定为按键音打开。
例如发送:	SYSTem:BEEPer OFF<NL> // 设定仪器按键音关闭。
查询语法:	SYST:BEEP?
查询响应:	{OFF,ON}<NL>

7.6.6.3 SYSTem:SETZero 命令

SYSTem:SETZero 命令用于设定 0 ADJ(清零功能)。SYSTem:SETZero? 查询返回 0 ADJ(清零功能)的状态。

命令语法:	SYSTem:SETZero {OFF,ON,0,1}
参数:	OFF (0) : 设定为 0 ADJ(清零功能)关闭。 ON (1): 设定为 0 ADJ(清零功能)打开。
例如发送:	SYSTem:SETZero OFF<NL> // 设定仪器 0 ADJ(清零功能)关闭。
查询语法:	SYST:SETZ?
查询响应:	{OFF,ON}<NL>

7.6.6.4 SYSTem:RESET 命令

SYSTem:RESET 命令用于设定开始恢复出厂设置。

命令语法:	SYSTem:RESET { ON,1}
参数:	ON (1): 设定开始恢复出厂设置。
例如发送:	SYSTem:RESET ON<NL> // 设定仪器开始恢复出厂设置。

7.6.6.5 SYSTem:MODE 命令

SYSTem:MODE 命令用于设定设置扫描模式还是单机模式。SYSTem:MODE? 查询仪器的测试模式。

命令语法:	SYSTem:MODE {SINGLE,SCAN,0,1}
参数:	SINGLE (0) : 设定为单机模式。 SCAN (1): 设定为扫描模式。
例如发送:	SYSTem:MODE SINGLE<NL> // 设定仪器为单机模式。
查询语法:	SYST:MODE?
查询响应:	{ SINGLE , SCAN }<NL>

7.6.7 CORRect 子系统命令

CORR 子系统用来完成一次短路校准。

7.6.7.1 CORRect:SHORT 命令

CORR:SHOR 完成一次短路校准, 在发送指令前必须将测试端短路。

命令语法:	CORRect:SHORT
例如发送:	CORRect:SHORT<NL> //短路清零。
返回响应:	Clear Zero Start<NL> //提示短路清零开始。 { PASS , FAIL }<NL> //提示清零通过。(失败: FAIL)

7.6.8 IDN? 查询

FETCh? 查询返回仪器的版本号。

查询语法:	IDN?
查询响应:	< Manufacturer>,<MODEL>,<Revision><NL>
例如发送:	IDN?<NL> // 查询最近一次测试结果。
返回响应:	HAOYI, HY2516, SNxxxxxxx, REV 2.0/B1.0<NL>

7.6.9 ERRor? 查询

ERRor? 查询返回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?<NL> // 查询最近一次错误的信息。
返回响应:	No error.<NL><NL>

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

8.Modbus（RTU） 通讯协议



本章包括以下几方面的内容：

- 简介数据格式
- 功能码
- 寄存器
- 读出多个寄存器
- 写入多个寄存器
- 回波测试

8.1 数据格式

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。

注！

您可以与我公司销售部联系，获取浩仪仪器通讯测试工具，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。

8.1.1 指令帧



图 8-1 Modbus 指令帧

	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 RS232 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

8-1 指令帧说明

8.1.2 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()
    im CRC16Lo As Byte, CRC16Hi As Byte           'CRC 寄存器
    im CL As Byte, CH As Byte                     '多项式码
    im SaveHi As Byte, SaveLo As Byte
    im i As Integer
    im flag As Integer
    RC16Lo = &HFF
    RC16Hi = &HFF
    L = &H1
    H = &HA0
    or 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
    ext i
    im ReturnData(1) As Byte
    eturnData(0) = CRC16Hi                         'CRC 高位
    eturnData(1) = CRC16Lo                         'CRC 低位
    RC16 = ReturnData
End Function
```

注！ 我公司的“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

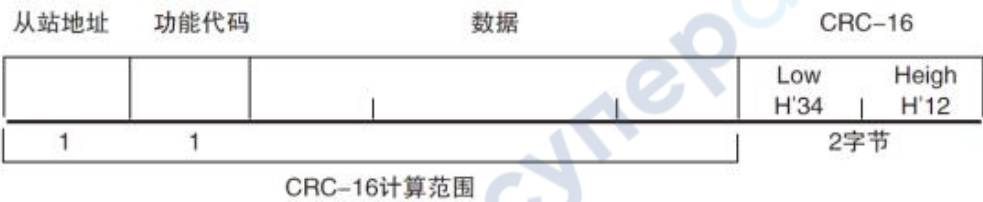


图 8-2 Modbus 附加 CRC-16 的值

8.1.3 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。

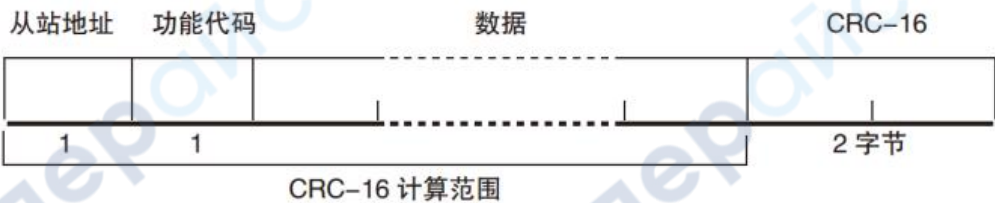


图 8-3 正常响应帧



图 8-4 异常响应帧

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.

常响应帧说明

8.1.4 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。

8.1.5 错误码

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

表 8-3 错误码说明

8.2 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。

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

表 8-4 功能码说明

8.3 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

8.4 读出多个寄存器



图 8-5 读出多个寄存器 (0x03)

名称	名称	说明
	从站地址	没有指定 RS232 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	

表 8-5 读出多个寄存器



图 8-6 读出多个寄存器 (0x03) 响应帧

名称	名称	说明
	从站地址	原样返回
0x03/0x83	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	

表 8-6 读出多个寄存器

8.5 写入多个寄存器



图 8-7 写入多个寄存器 (0x10)

名称	名称	说明
	从站地址	没有指定 RS232 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	

表 8-7 写入多个寄存器

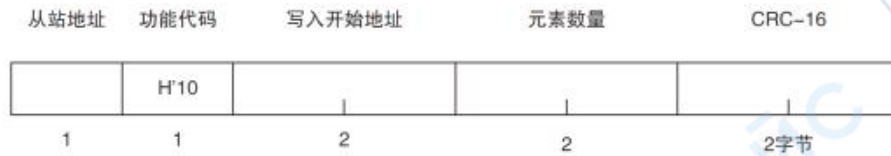


图 8-8 写入多个寄存器 (0x03) 响应帧

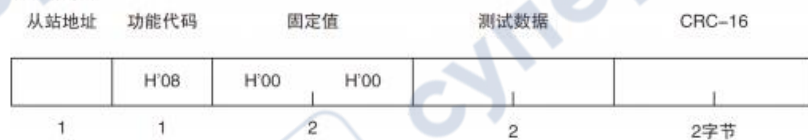
名称	名称	说明
	从站地址	原样返回
0x10/0x90	功能码	无异常: 0x10 错误码: 0x90
	起始地址	
	寄存器数量	
CRC-16	CRC-16 校验码	

表 8-8 写入多个寄存器 (0x03) 响应帧

8.6 回波测试

回波测试功能码 0x08, 用于调试 Modbus。

指令帧



响应帧

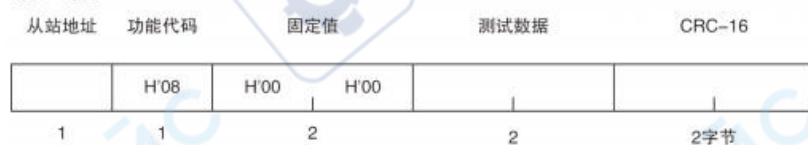


图 8-9 写出多个寄存器 (0x03) 响应帧

名称	名称	说明
	从站地址	原样返回
0x08	功能码	
	固定值	00 00
	测试数据	任意数值: 例如 12 34
	CRC-16 校验码	

表 8-9 回波测试 (0x08)

例如: 假定测试数据为 0x1234:

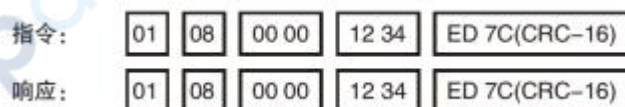


图 8-10 回波测试 (0x08)

9.Modbus (RTU) 指令集



本章包括以下几方面的内容：

- 寄存器总览
- 获取测量数据
- 参数设置
- 比较器设置
- 系统功能

注！

您可以与我公司销售部联系，获取浩仪仪器通讯测试工具，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。

9.1 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。

寄存器地址	名称	数值	说明
0200	读取测量结果	4 字节浮点数	只读，数据占用 2 个寄存器，4 字节字节顺序 AABB CCDD，低位在前。
0202	读取通道的比较器结果	4 字节整数	只读，数据占用 2 个寄存器。
0204	读取测量结果	4 字节浮点数	只读，数据占用 2 个寄存器，4 字节字节顺序 CCDD AABB，高位在前。
0206	触发一次并读取测量结果 AABB CCDD	4 字节单精度浮点数 字符顺序：低位在前 AABB CCDD	只读，数据占用 2 个寄存器，4 字节收到指令会自动转入测量页面，触发方式切换为外部触发。
0208	触发一次并读取测量结果 CCDD AABB	4 字节单精度浮点数 字符顺序：高位在前 CCDD AABB	只读，数据占用 2 个寄存器，4 字节收到指令会自动转入测量页面，触发方式切换为外部触发。
020A	量程号(R 模式)	00 00 00 00~00 00 00 08	读写寄存器，4 字节整数。
020C	量程自动(R 模式)	00 00 00 00：自动量程 00 00 00 01：手动量程 00 00 00 02：标称量程	读写寄存器，4 字节整数。
020E	量程号(LPR 模式)	00 00 00 01~00 00 00 04	读写寄存器，4 字节整数。
0210	量程自动(LPR 模式)	00 00 00 00：自动量程 00 00 00 01：手动量程 00 00 00 02：标称量程	读写寄存器，4 字节整数。
0212	测试模式	00 00 00 00：R 00 00 00 01：RT 00 00 00 02：T 00 00 00 03：LPR 00 00 00 04：LPRT	读写寄存器，4 字节整数。

0214	测试速度	00 00 00 00: 慢速 00 00 00 01: 中速 00 00 00 02: 快速 00 00 00 03: 高速	读写寄存器, 4 字节整数。
0216	系统语言	00 00 00 00: 英语 00 00 00 01: 简体中文	读写寄存器, 4 字节整数。
0218	讯响	00 00 00 00: 关闭 00 00 00 01: 合格讯响 00 00 00 02: 不合格讯响	读写寄存器, 4 字节整数。
021A	触发器设置	00 00 00 00: 内部触发 00 00 00 01: 外部触发	读写寄存器, 4 字节整数。
021C	触发延时	0: 触发延时关闭 4 字节浮点数范围 (0.1~9.9s)	读写寄存器, 4 字节整数。
021E	比较器档位数	00 00 00 00: 比较器关闭 00 00 00 01: 1-BIN 00 00 00 02: 2-BIN 00 00 00 03: 3-BIN 00 00 00 04: 4-BIN 00 00 00 05: 5-BIN 00 00 00 06: 6-BIN	读写寄存器, 4 字节整数。
0220	比较器模式	00 00 00 00: SEQ 00 00 00 01: ABS 00 00 00 02: PER	读写寄存器, 4 字节整数。
0222	标称值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0224	BIN1 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0226	BIN1 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0228	BIN2 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
022A	BIN2 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
022C	BIN3 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
022E	BIN3 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0230	BIN4 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0232	BIN4 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0234	BIN5 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0236	BIN5 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0238	BIN6 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
023A	BIN6 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
023C	执行清零寄存器读取清零状态	读取: 00 00 00 00 清零成功 00 00 00 01 清零失败 00 00 00 02 0 ADJ 未开启	只读寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
023E	0 ADJ	00 00 00 00 关闭 00 00 00 01 开启	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0250	读取通道 1 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AAB BCC DD, 低位在前。

		AABB CCDD	
0252	读取通道 2 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0254	读取通道 3 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0256	读取通道 4 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0258	读取通道 5 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
025A	读取通道 6 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
025C	读取通道 7 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
025E	读取通道 8 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0260	读取通道 9 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0262	读取通道 10 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0264	读取通道 11 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0266	读取通道 12 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0268	读取通道 13 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
026A	读取通道 14 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
026C	读取通道 15 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
026E	读取通道 16 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。

0270	读取通道 17 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0272	读取通道 18 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0274	读取通道 19 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0276	读取通道 20 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0278	读取通道 21 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
027A	读取通道 22 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
027C	读取通道 23 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
027E	读取通道 24 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0280	读取通道 25 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0282	读取通道 26 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0284	读取通道 27 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0286	读取通道 28 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0288	读取通道 29 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
028A	读取通道 30 测量结果	4 字节单精度浮点数 字符顺序: 低位在前 AABB CCDD	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
028C	触发一次, 完成后返回 00 00 00 01	00 00 00 01: 触发完成	只读, 数据占用 2 个寄存器, 4 字节 字节顺序 AABB CCDD, 低位在前。
0290	多通道比较器结果返回	比较器每通道占 2bit, 从低位到高位, 比较器结果:	只读, 数据占用 4 个寄存器, 8 字节 从低位到高位, 每两位为一个通道的

		00: OFF 01: PASS 10: LOW 11: HIGH	比较器结果, 在最低位处为最高的通道 (例如 S30 型号的最低位处为 CH30 通道)。高位多余的位数补 0。
02A0	多通道比较器 通道 1 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02A2	多通道比较器 通道 1 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02A4	多通道比较器 通道 2 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02A6	多通道比较器 通道 2 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02A8	多通道比较器 通道 3 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02AA	多通道比较器 通道 3 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02AC	多通道比较器 通道 4 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02AE	多通道比较器 通道 4 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02B0	多通道比较器 通道 5 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02B2	多通道比较器 通道 5 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02B4	多通道比较器 通道 6 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02B6	多通道比较器 通道 6 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02B8	多通道比较器 通道 7 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02BA	多通道比较器 通道 7 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02BC	多通道比较器 通道 8 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02BE	多通道比较器 通道 8 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02C0	多通道比较器 通道 9 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02C2	多通道比较器 通道 9 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02C4	多通道比较器 通道 10 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02C6	多通道比较器 通道 10 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02C8	多通道比较器 通道 11 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02CA	多通道比较器 通道 11 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02CC	多通道比较器 通道 12 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02CE	多通道比较器 通道 12 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02D0	多通道比较器 通道 13 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02D2	多通道比较器 通道 13 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02D4	多通道比较器 通道 14 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02D6	多通道比较器 通道 14 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02D8	多通道比较器 通道 15 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02DA	多通道比较器 通道 15 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02DC	多通道比较器 通道 16 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02DE	多通道比较器 通道 16 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02E0	多通道比较器 通道 17 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02E2	多通道比较器 通道 17 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02E4	多通道比较器 通道 18 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02E6	多通道比较器 通道 18 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02E8	多通道比较器 通道 19 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02EA	多通道比较器 通道 19 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02EC	多通道比较器 通道 20 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02EE	多通道比较器 通道 20 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02F0	多通道比较器 通道 21 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。

02F2	多通道比较器 通道21 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02F4	多通道比较器 通道22 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02F6	多通道比较器 通道22 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02F8	多通道比较器 通道23 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02FA	多通道比较器 通道23 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02FC	多通道比较器 通道24 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
02FE	多通道比较器 通道24 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0300	多通道比较器 通道25 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0302	多通道比较器 通道25 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0304	多通道比较器 通道26 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0306	多通道比较器 通道26 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0308	多通道比较器 通道27 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
030A	多通道比较器 通道27 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
030C	多通道比较器 通道28 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
030E	多通道比较器 通道28 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0310	多通道比较器 通道29 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0312	多通道比较器 通道29 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0314	多通道比较器 通道30 下限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0316	多通道比较器 通道30 上限值	4 字节浮点数	读写寄存器, 数据占用 2 个寄存器。
0320	多通道通道开关 通道 1	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0321	多通道通道开关 通道 2	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0322	多通道通道开关 通道 3	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0323	多通道通道开关 通道 4	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0324	多通道通道开关 通道 5	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0325	多通道通道开关 通道 6	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0326	多通道通道开关 通道 7	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0327	多通道通道开关 通道 8	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0328	多通道通道开关 通道 9	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0329	多通道通道开关 通道 10	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
032A	多通道通道开关 通道 11	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
032B	多通道通道开关 通道 12	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
032C	多通道通道开关 通道 13	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
032D	多通道通道开关 通道 14	00 00: 关闭通道	读写寄存器, 2 字节整数。

		00 01: 打开通道	
032E	多通道通道开关 通道 15	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
032F	多通道通道开关 通道 16	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0330	多通道通道开关 通道 17	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0331	多通道通道开关 通道 18	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0332	多通道通道开关 通道 19	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0333	多通道通道开关 通道 20	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0334	多通道通道开关 通道 21	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0335	多通道通道开关 通道 22	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0336	多通道通道开关 通道 23	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0337	多通道通道开关 通道 24	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0338	多通道通道开关 通道 25	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
0339	多通道通道开关 通道 26	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
033A	多通道通道开关 通道 27	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
033B	多通道通道开关 通道 28	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
033C	多通道通道开关 通道 29	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。
033D	多通道通道开关 通道 30	00 00: 关闭通道 00 01: 打开通道	读写寄存器, 2 字节整数。

表 9-1 寄存器地址总览

9.2 获取测量数据

9.2.1 获取测量结果(AABB CCDD)【0200】

寄存器 0200~0201 用来获取仪器测量数据。

例如：获取测量数据

指令：

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	0200		0002		CRC-16	
从站	读	寄存器地址		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	

获取测量数据:

发送:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	00	00	02	C5	B3

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	42	C7	F9	9E	9C	4E

其中 B4~B7 为测量数据: 42C7F99E 代表单精度浮点数, 低位在前。

字节顺序 AA BB CC DD 换算为十进制数为 99.987564

9.2.2 获取比较器结果【0202】

寄存器 0202~0203 用来获取仪器测量数据。

返回的 4 字节整数代表了比较器结果:

- 00: 不合格
- 01: 合格档 1
- 02: 合格档 2
- 03: 合格档 3
- 04: 合格档 4
- 05: 合格档 5
- 06: 合格档 6

发送:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	02	00	02	64	73

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	00	00	00	00	FA	33

9.2.3 获取测量结果(CCDD AABB)【0204】

寄存器 0204~0205 用来获取仪器测量数据。

例如：获取测量数据

指令：

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	0204		0002		CRC-16	
从站	读	寄存器地址		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		

获取测量数据：

发送：

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	04	00	02	84	72

响应：

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	F9	A2	42	C7	1A	7F

其中 B4~B7 为测量数据：F9 A2 42 C7 代表单精度浮点数，高位字在前，字节顺序：CC DD AA BB。

交换字顺序为 AABBCCDD 低位字在前：42 C7 F9 A2 换算为十进制 99.987564

9.2.4 触发一次并返回测量结果(AABB CCDD)【0206】

寄存器 0206~0207 用来获取仪器测量数据。

例如：获取测量数据

指令：

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	0206		0002		CRC-16	
从站	读	寄存器地址		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		

获取测量数据:

发送:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	06	00	02	25	B2

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	42	C7	F9	A2	9C	5F

其中 B4~B7 为测量数据: 42 C7 F9 A2 代表单精度浮点数, 低位字在前, 字节顺序 AA BB CC DD。换算为十进制 99.987572

注意: 此指令只在触发方式为外部触发时, 触发一次并返回测量结果。

9.2.5 触发一次并返回测量结果(CCDD AABB)【0208】

寄存器 0208~0209 用来获取仪器测量数据。

例如: 获取测量数据

指令:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	0208		0002		CRC-16	
从站	读	寄存器地址		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	

获取测量数据:

发送:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	08	00	02	44	71

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	F9	A2	42	C7	EB	07

其中 B4~B7 为测量数据: F9 A2 42 C7 代表单精度浮点数, 高位字在前, 字节顺序: CC DD AA BB。

交换字顺序为 AABBCDD 低位字在前: 42 C7 F9 A2 换算为十进制 99.987564

注意: 此指令只在触发方式为外部触发时, 触发一次并返回测量结果。

寄存器 0250~028B 用来获取仪器多通道测量数据。

例如：获取多通道第一通道（CH1）测量数据

指令:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	0250		0002		CRC-16	
从站	读	寄存器地址		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	

获取测量数据:

发送:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	50	00	02	C5	A2

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	42	C7	F9	9E	9C	4E

其中 B4~B7 为测量数据: 42C7F99E 代表单精度浮点数, 低位在前。

字节顺序 AA BB CC DD 换算为十进制数为 99.987564

寄存器 0290~0293 用来获取仪器测量数据。回的 8 字节数据从低位到高位每两位为一个通道的比较器结果，在最低位处为最高的通道（例如 S30 型号的最低位处为 CH30 通道）。高位多余的位数补 0。

例如：获取多通道比较器测量数据，比较器开启，通道 1 返回结果 PASS，其余通道返回结果 HIGH

发送:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	90	00	04	45	9C

响应:

[illegible]

9.2.8 触发一次多通道扫描测量(AABB CCDD)【028C】

寄存器 028C~028D 用来获取仪器多路测量数据。

例如：获取多通道测量数据

指令：

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	028C		0002		CRC-16	
从站	读	寄存器地址		寄存器数量		校验码	

响应：

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	02	00	00	00	01	B3	F3

等待仪器返回 00 00 00 01 后即代表一次触发完成，可从多通道测试结果寄存器中获取所需的测试数据。

9.3 参数设置

9.3.1 量程档位【020A】

写入：

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	02	0A	00	02	04	00	00	00	02	EB	71
	写	寄存器地址		寄存器数量		字节	数据				CRC	

响应：

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	02	0A	00	02	60	72
		寄存器地址		寄存器数量		CRC	

读取：

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	0A	00	02	E5	B1
	读	寄存器地址		寄存器数量		CRC	

响应：

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	00	00	00	02	7B	F2
		字节	数据				CRC	

其中，输入量程范围为 0000~0008

9.3.2 量程类型【020C】

写入：

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	02	0C	00	02	04	00	00	00	00	EA	9A
	写	寄存器地址		寄存器数量		字节	数据				CRC	

响应：

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	02	0C	00	02	80	73
		寄存器地址		寄存器数量		CRC	

读取：

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	0C	00	02	05	B0
	读	寄存器地址		寄存器数量		CRC	

响应：

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	00	00	00	00	FA	33
		字节	数据				CRC	

其中，量程类型范围为 0000~0002

9.3.3 多通道通道开关【0320-033E】

多通道开关值从 02A0 开始到 0317 结束，每个通道的开关可单独控制。

写入：（关闭通道 CH1）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	13
01	10	02	A0	00	01	02	00	00	9D	30
	写	寄存器地址		寄存器数量		字节	数据		CRC	

响应：

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	02	0A	00	02	60	72
		寄存器地址		寄存器数量		CRC	

读取:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	A0	00	02	C5	91
	读	寄存器地址		寄存器数量		CRC	

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	00	00	00	00	7B	F2
		字节	数据				CRC	

9.4 比较器设置

9.4.1 标称值设置【0222-0223】

写入:

100 (单精度浮点数: 0x42C80000)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	02	22	00	02	04	42	C8	00	00	FC	88
	写	寄存器地址		寄存器数量		字节	数据				CRC	

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	02	22	00	02	E0	7A
		寄存器地址		寄存器数量		CRC	

读取:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	22	00	02	65	B9
	读	寄存器地址		寄存器数量		CRC	

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	42	C8	00	00	FA	33
		字节	数据 100				CRC	

9.4.2 极限值【0224-023B】

6 档比较器的极限值从 0224 开始到 023B 结束, 每个比较器档下限使用 2 个寄存器, 上限使用 2 个寄存器, 总共 4 个寄存器。上下限极限值可单独设置, 也可同时设置。

写入:

下限: 1E-5:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	02	24	00	02	04	37	27	C5	AC	04	76
	写	寄存器地址		寄存器数量		字节	数据				CRC	

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	02	24	00	02	00	7B

上限: 1.2E5:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	02	26	00	02	04	47	EA	60	00	75	BD
	写	寄存器地址		寄存器数量		字节	数据				CRC	

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	02	26	00	02	A1	BB

读取 BIN1 下限值:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	24	00	02	85	B8

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	37	27	C5	AC	17	61
		字节	数据 1.2E5				CRC	

读取 BIN1 上限值:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	26	00	02	24	78

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	47	EA	60	00	E7	73
		字节	数据 1E-5				CRC	

9.4.3 多通道极限值【02A0-0317】

多通道比较器的极限值从 02A0 开始到 0317 结束，每个通道的比较器档的下限使用 2 个寄存器，上限使用 2 个寄存器，总共 4 个寄存器。上下限极限值可单独设置，也可同时设置。

写入：

CH1 下限：1E-5:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	02	A0	00	02	04	37	27	C5	AC	0D	E5
	写	寄存器地址		寄存器数量		字节	数据				CRC	

响应：

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	02	24	00	02	00	7B

CH1 上限：1.2E5:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	10	02	A2	00	02	04	47	EA	60	00	7C	2E
	写	寄存器地址		寄存器数量		字节	数据				CRC	

响应：

1	2	3	4	5	6	7	8
01	10	02	26	00	02	A1	BB

读取 CH1 下限值：

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	A0	00	02	C5	91

响应：

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	37	27	C5	AC	17	61
		字节	数据 1.2E5				CRC	

读取 CH1 上限值：

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	A2	00	02	64	51

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	47	EA	60	00	E7	73
		字节	数据 1E-5				CRC	

9.5 系统功能

9.5.1 清零【023C】

读取寄存器 023C，仪器将开始执行短路清零操作。执行清零前，务必将测试线短路及 0ADJ 打开，否则清零将失败。由于清零过程需要几秒钟时间。清零执行期间或清零完成后，将返回取清零状态：

0000 清零成功

FFFF 清零失败

0002 0 ADJ 未开启

读取:

1	2	3	4	5	6	7	8
01	03	02	3C	00	02	05	BF

响应:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	03	04	00	00	00	00	FA	33
		字节	清零成功				CRC	