



携手同心 惠及未来

产品使用说明书

OPERATION MANUAL

常州同惠电子股份有限公司  400-624-1118

地址：江苏省常州市新北区新竹路1号

电话：0519-85132222 传真：0519-85109972

[Http://www.tonghui.com.cn](http://www.tonghui.com.cn) Email: sales@tonghui.com.cn



携手同心 惠及未来

TH1991/TH1992系列 精密源/测量单元



版本历史:

本说明书将不断完善以利于使用。

由于说明书中可能存在的错误或遗漏，仪器功能的改进和完善，技术的更新及软件的升级，说明书将做相应的调整和修订。

请关注您使用的软件版本及说明书版本。

2022年6月.....第一版

第一版

二零二二年六月



声明: 本公司可能对该产品的性能、功能、软件、结构、外观、附件、包装以及说明书等进行完善和提高，恕不另行通知！如造成疑惑，请与本公司联系。

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 引言.....	1
1.2 常规规格.....	2
1.2.1 电源.....	2
1.2.2 环境/温度/湿度/海拔.....	2
1.2.3 预热.....	2
1.2.4 体积与重量.....	2
1.2.5 注意问题.....	2
1.3 安全标准.....	3
1.3.1 绝缘电阻.....	3
1.3.2 绝缘强度.....	3
1.3.3 泄漏电流.....	3
1.3.4 安全认证.....	3
第 2 章 视图说明	1
2.1 前面板说明.....	1
2.2 后面板说明.....	2
2.3 页面概要.....	3
2.3.1 Home 页面.....	3
2.3.2 Config 页面.....	4
2.3.3 Quick I/V 页面.....	5
2.3.4 Expert 页面.....	5
2.3.5 File 页面.....	6
2.3.6 System 页面.....	6
第 3 章 基本技术指标	1
3.1 源/测量单元.....	1
3.1.1 测量参数:	1
3.1.2 限值/合规性.....	2
3.2 技术规格.....	3
3.2.1 源规格.....	3
3.2.2 输出规格.....	7
3.2.3 测量规格.....	12
3.2.4 触发和定时规格.....	15
第 4 章 功能使用说明	1
4.1 基本操作.....	1

4.2	显示画面说明.....	1
4.2.1	Home 显示页面.....	1
4.2.2	通道输出设置.....	3
4.2.3	Config 显示页面.....	15
4.2.4	Quick IV 显示页面.....	21
4.2.5	Expert 页面.....	23
4.2.6	File 页面.....	24
4.2.7	System 页面.....	25
第 5 章	接口使用说明.....	1
5.1	测量端子.....	1
5.1.1	连接方式.....	1
5.1.2	测试引线及夹具.....	2
5.1.3	注意事项.....	2
5.2	远程控制 RS232.....	2
5.2.1	RS232C 简介.....	3
5.2.2	与计算机通讯.....	4
5.3	HANDLER 接口使用说明.....	6
5.3.1	基本信息.....	6
5.3.1	连锁电路.....	8
第 6 章	命令参考.....	1
6.1	命令结构.....	1
6.1.1	结构规则.....	1
6.1.2	多重命令.....	2
6.1.3	缩写规则.....	2
6.2	符号约定与定义.....	3
6.2.1	符号.....	3
6.2.2	后缀数字.....	4
6.2.3	频道列表参数.....	4
6.3	数据输出格式.....	5
6.4	命令参考.....	6
6.4.1	DISPlay 子系统命令.....	6
6.4.2	FORMat 子系统命令.....	8
6.4.3	FETCh 子系统命令.....	8
6.4.4	MEASure 子系统命令.....	12
6.4.5	OUTPut 子系统命令.....	13
6.4.6	SENSe 子系统命令.....	18
6.4.7	SOURce 子系统命令.....	25
6.4.8	SYSTem 子系统命令.....	37

6.4.9	TRIGger 子系统命令.....	46
6.4.10	公用命令.....	48
6.5	出错信息.....	49
第 7 章	成套与保修.....	1
7.1	成套.....	1
7.2	保修.....	1

第 1 章 概述

感谢您购买和使用我公司产品，在您使用本仪器前首先请根据说明书最后一章“成套和保修”的事项进行确认，若有不符请尽快与我公司联系，以维护您的权益。

1.1 引言

TH1991 / TH1992 是一系列精确的源/测量单元，简称 SMU。TH1991 / TH1992 提供触摸屏、前面板键和旋钮来施加电压/电流或测量电压/电流/电阻。仪器还支持多个功能，如扫描输出、脉冲输出、任意波形生成、限值测试、迹线缓冲区、数学表达式和图形打印。因此 TH1991 / TH1992 可以是 DC（恒定）电压/电流源、扫描电压/电流源、脉冲发生器、任意波形发生器和万用表。

TH1991 / TH1992 系列分布以下产品。

型号	通道数	有效设置和测量值			
		最小分辨率		最大电流	最大电压
		源	测量		
TH1991C	1	1pA, 1uV	100fA, 100nV	DC: $\pm 1.515A$ 脉冲: 无	$\pm 63V$
TH1991B		100fA, 1uV	10fA, 100nV	DC: $\pm 3.03A$ 脉冲: 无	
TH1991A		1pA, 1uV	100fA, 100nV	DC: ± 3.03 脉冲: $\pm 10.5V$	$\pm 210V$
TH1991		10fA, 100nV	10fA, 100nV		
TH1992B		100fA, 1uV	10fA, 100nV		
TH1992A	2	1pA, 1uV	100fA, 100nV		
TH1992		10fA, 100nA	10fA, 100nV		

表 1-1 TH1991 / TH1992 系列产品

1.2 常规规格

1.2.1 电源

- 电源电压：90V 至 264V
- 电源频率：50Hz/60Hz(1±5%)
- 功耗：<250VA

1.2.2 环境/温度/湿度/海拔

- 环境：适合室内设备使用
- 操作状态：
 - 温度：0℃至+55℃
 - 湿度：30 %至 80 % RH（无凝结）
 - 海拔：0~2000 米（6561 英尺）
- 存放状态：
 - 温度：-30℃至+70℃
 - 湿度：10 %至 90 % RH（无凝结）
 - 海拔：0~4600 米（15092 英尺）

1.2.3 预热

开机后预热时间：≥60 分钟

1.2.4 体积与重量

- 整机尺寸(W*H*D)：235*154*530
- 上架尺寸(W*H*D)：215*132*490
- 重量：10kg（双通道）/8.5kg（单通道）

1.2.5 注意问题

- 请不要在多尘、震动、日光直射、有腐蚀气体等不良环境下使用。

- 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通风室内，空气中不应含有腐蚀仪器的有害杂质，且应避免日光直射。
- 本仪器应尽量使其在低杂讯的环境下使用，如果无法避免，请安装电源滤波器。
- 请确保仪器处于良好通风状态下，强制通风，仪器侧部进气，后部排气，以避免内部温度升高影响精度。
- 请勿频繁开关仪器，以免造成存储数据的丢失

1.3 安全标准

本仪器为 I 类安全仪器

EMC 标准：IEC61326-1/EN61326-1/AS/NZS CISPR 11

1.3.1 绝缘电阻

- 在参比工作条件下，电源端子与外壳之间的绝缘电阻不小于 $50\text{M}\Omega$ ；
- 在湿热运输条件下，电源端子与外壳之间的绝缘电阻不小于 $2\text{M}\Omega$ 。

1.3.2 绝缘强度

在参比工作条件下，电源端子与外壳之间能承受额定电压为 1.5kV ，频率为 50Hz 的交流电压 1 分钟，无击穿及飞弧现象。

1.3.3 泄漏电流

泄漏电流不大于 3.5mA 。

1.3.4 安全认证

CE、cCSAus、C-Tick

第 2 章 视图说明

本章内容仅为概括性说明,具体操作及详细解释参阅第四章相应内容。

2.1 前面板说明

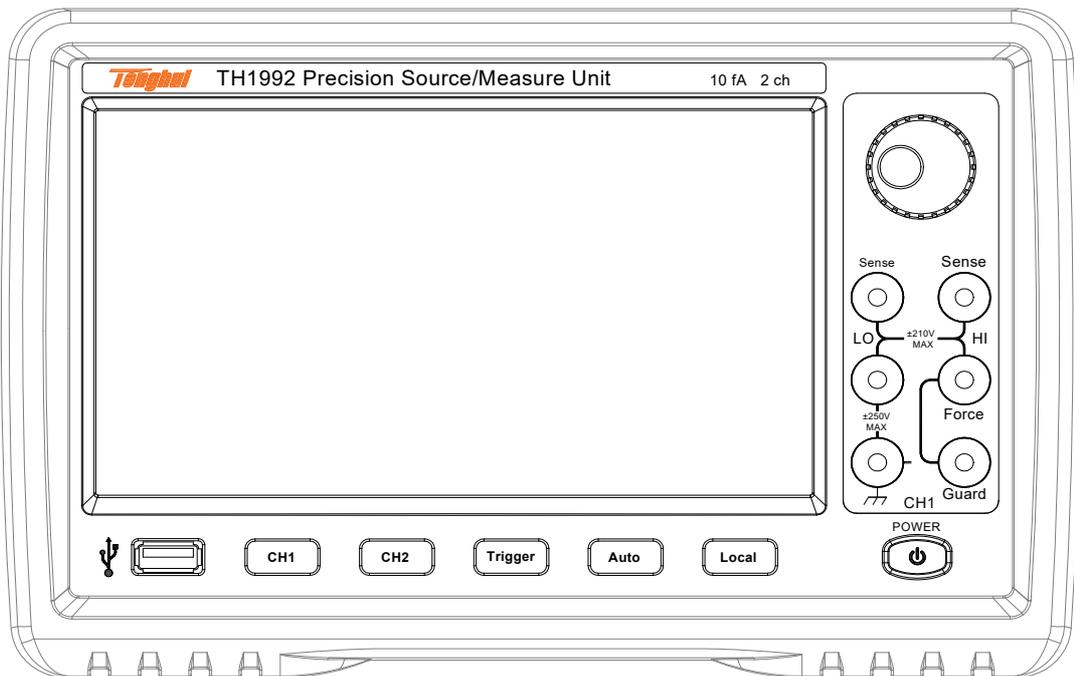


图 2-1 前面板面板图

- **USB-A 连接器:** 用于连接 USB 存储器。断开 USB 存储器连接后,等待 10 秒钟后,再次连接它或连接新存储器。

※注意: 如果 USB 存储器处于访问状态时关闭仪器,可能会损坏设备。

- **CH1/CH2:** 用于启用或禁用 SMU 通道。如果通道处于输出状态,则将其关闭,即使它处于远程状态也是如此。1 通道型号有 1 个按键,2 通道型号有 2 个按键。
 - 如果通道已启用,按键将变为黄色。
 - 如果通道处于高电压状态,开关将变为红色。
- **Trigger:** 启动单次测量。如果正在进行重复测量,则停止重复测量。

- **Auto:** 启动重复测量。如果正在进行重复测量，则停止重复测量。
- **Local:** 如果仪器处于远程状态，则使其返回本地状态
- **线路开关:** 开启和关闭仪器。
- **通道 1 源/测量端子:** High Force、Low Force、High Sense、Low Sense、Guard 和机箱接地。（参见 5.1 测量端子）

※注意：请勿将 Guard 端子连接到任何输出，包括公共电路、机箱接地线或任何其他保护端子，否则会损坏仪器。

※注意：机箱接地端子的最大电流为 3A DC。

- **旋钮:** 如果字段指针处于参数设置页面或设置框，转动旋钮可更改设置参数的值。按旋钮可固定该值，并退出数值设置页面。

如果字段指针处于 Graph 与 Roll 视图页面，转动旋钮可调节旋钮坐标轴页面显示的间隔。

2.2 后面板说明

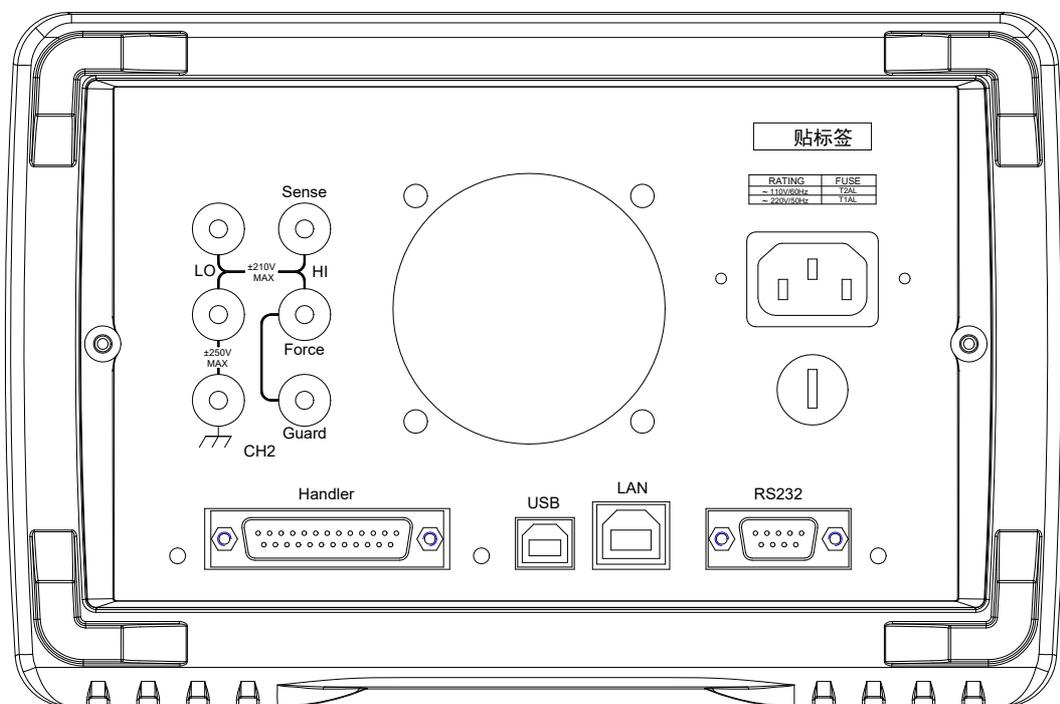


图 2-2 后面板面板图

- **通道 2 源/测量端子:** 仅适用于 2 通道型号, High Force、Low Force、High Sense、Low Sense、Guard 和机箱接地。(参见 5.1 测量端子)
- **冷却风扇:** 强制通风, 以避免内部温度升高影响精度。
- **三线电源插座:** 电压为 90V 至 264V, 电源频率为 50Hz。
- **Handler 连接器:** DSUB25 针母连接器用于通用 I/O。可用于数据输入/输出、触发输入/输出端子等功能。
- **USB-B 连接器:** 用于连接 USB 存储器。
- **LAN 接口连接器:** 连接到 10/100Base-T 接口。左侧 LED 指示活动状态, 右侧 LED 指示链路完整性。
- **RS232 连接器:** 提供仪器与外部设备的通用通讯接口, 所有参数设置, 命令等均可由计算机设定和获得, 以实现无仪器面板的远程控制。

2.3 页面概要

2.3.1 Home 页面



图 2-3 Home 页面

Home 页面是仪器的开机主界面, 主要显示 Dual 视图。上半部分区域用于通道 1, 下半部分区域用于通道 2。每个区域都显示测量结果, 源和测量设置。可设置的参数如下:

- **Source:** 源功能, 电压源 VOLTs(V)或电流源 AMPs(I)。
- **V-range:** 如果源为电压源, 则此参数为输出电压范围;

如果源为电流源，则此参数为测量电压范围。

- **I-range:** 如果源为电流源，则此参数为输出电流范围；如果源为电压源，则此参数为测量电流范围。
- **Output:** 源输出值。
- **Limit:** 限制（合规性）值。

※注意: 双击通道 1 或通道 2 显示区域，可进入不同通道的具体设置 3 页参数页面，3 页面可通过触屏左右滑动进行翻页。

2.3.2 Config 页面

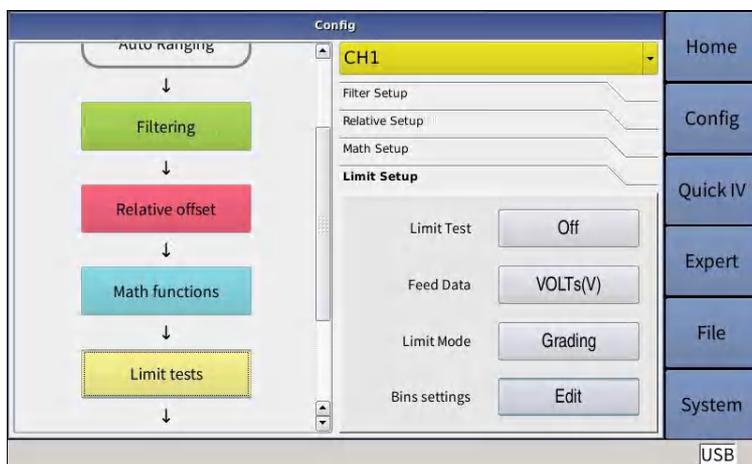


图 2-4 Config 页面

Config 页面是对测量输出数据的处理，可进行滤波、扣除偏差、数学运算或极限测试。可设置的参数如下：

- **CH1/CH2:** 选择通道 1 或通道 2 进行数据处理。
- **Filter Setup:** 滤波器设置。
- **Relative offset:** 相对偏差设置。
- **Math Function:** 数学运算功能设置。
- **Limit tests:** 限值测试设置。

2.3.3 Quick I/V 页面



图 2-5 Quick I/V 页面

Quick I/V 页面主要显示 Graph 和 Roll 视图。Graph 视图显示绘制通道 1 或通道 2 测量或数学运算结果的图形，Roll 视图显示时域图，用于绘制通道 1 或通道 2 测量数据。

2.3.4 Expert 页面

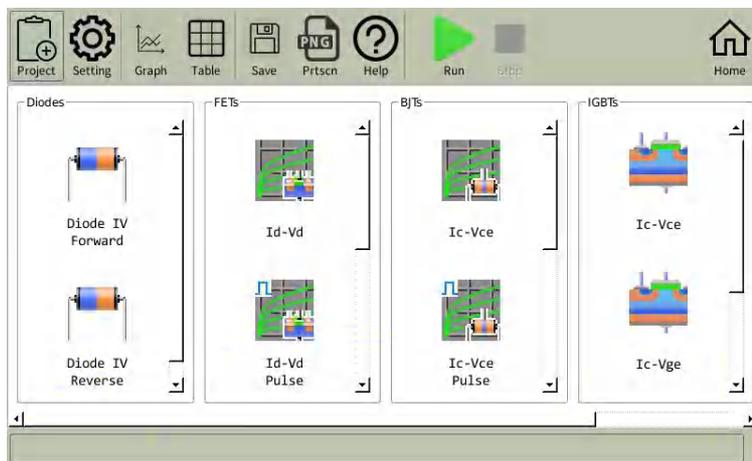


图 2-6 Expert 页面

Expert 页面是半导体参数图示分析，属于高级功能，包含以下测试功能：

- Diodes: 二极管测试

- FETs: 场效应管测试
- BJTs: 三极管测试
- IGBTs: 绝缘栅双极型晶体管测试
- Utility: 通用测试

2.3.5 File 页面

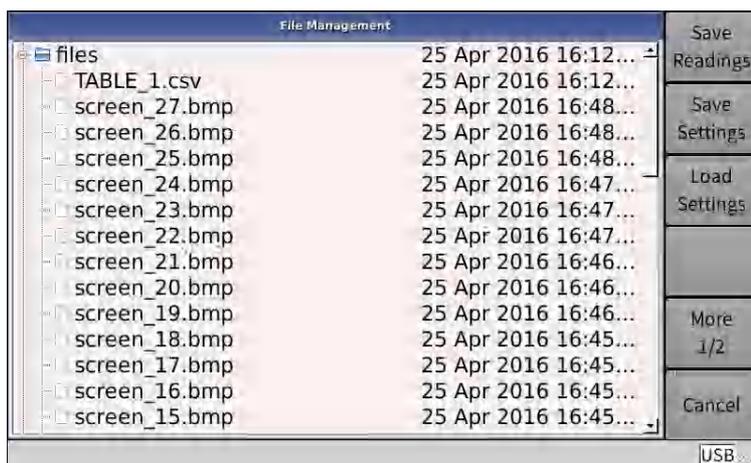


图 2-7 File 页面

File 页面显示文件列表，包含文件名，文件类型，文件创建时间等信息。可以在这个页面进行数据储存、文件复制粘贴、改名及删除等操作。

2.3.6 System 页面



图 2-8 System 页面

- RS232/GPIB: 串口/GPIB 通讯设置
- Usb device: USB 设置
- Network: 网络设置
- Digital I/O: 输入/输出针脚设置
- User Setup: 用户设置
- Date Time: 设备日期时间设置
- Update: 更新信息设置
- Tools: 系统工具设置

第 3 章 基本技术指标

3.1 源/测量单元

源/测量单元（简称 SMU）：可施加电压或电流，并可测量电流或电压。

SMU 可执行以下操作：

- 施加电压并测量电流
- 施加电流并测量电压
- 施加电压并测量电压
- 施加电流并测量电流

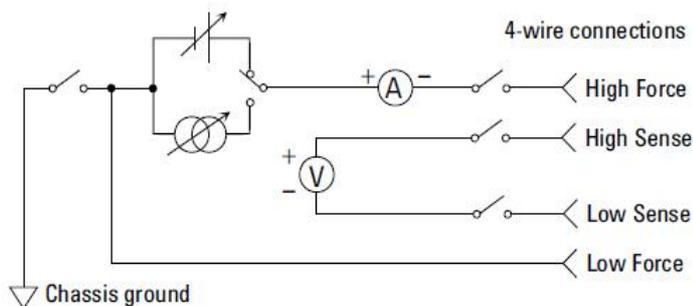


图 3-1 显示简化的 SMU 电路图。

3.1.1 测量参数：

U：电压 I：电流

R：电阻 P：功率

电阻数据由 $\text{Resistance} = V_{\text{meas}} / I_{\text{meas}}$ 指定。

功率数据由 $\text{Power} = V_{\text{meas}} \times I_{\text{meas}}$ 指定。

在上面的公式中， V_{meas} 是电压测量数据， I_{meas} 是电流测量数据。

3.1.2 限值/合规性

TH1991/TH1992 具有合规性功能，可限制输出电压或电流以防止损坏被测设备。SMU 施加电压时，可以指定电流限值/合规性。SMU 施加电流时，可以指定电压限值/合规性。

当通道达到合规性时，通道将作为恒定电压源或恒定电流源。达到合规性时，通道将保留输出值。可使用与输出电流或输出电压相同的分辨率和精度来设置合规性。

※注意：设置合规性时

- 最小合规性值：
 - 电流合规性：量程 1%（在量程 100nA 中），1nA（在量程 10nA 中）。
 - 电压合规性：量程的 1%。
- 如果电流合规性值太低，SMU 将需要较长的稳定时间。
- 如果 SMU 由于以下原因无法强制指定的电流，则 SMU 将达到电压合规性：
 - 测试设备过电流；
 - 另一个通道已达合规性；
 - 另一个通道的电流测量数据已达到当前测量量程的限值。

3.2 技术规格

本章列出 TH1991/TH1992 系列的规格和特征。规格是测试 TH1991/TH1992 所依据的标准，在出厂时符合的要求。

3.2.1 源规格

3.2.1.1 电压源

量程	编程解析度				精度（增益误差（读数的%）+偏移误差）	噪声（峰峰值）0.1Hz 至 10Hz ^a	最大电压（超过量程）
	TH1991C	TH1991B TH1992B	TH1991A TH1992A	TH1991 TH1992			
±200mV	1uV		1uV	0.1uV	±(0.015%+225uV)	≤10uV	±210mV
±2V	10uV		10uV	1uV	±(0.02%+350uV)	≤20uV	±2.1V
±20V	100uV		100uV	10uV	±(0.015%+5mV)	≤200uV	±21V
±200V ^b	—	1mV	1mV	100uV	±(0.015%+50mV)	≤2mV	±210V

表 3-1 电压源规格

※注意：上标 a：补充特征

- 电压限值/合规性：精度与电压源相同。最小值是量程的 1% 或 200mV 量程中的 20mV。
- 超过量程：源量程的 105%。
- 电压输出稳定时间（在开路负载条件下，达到最终值的 0.1% 范围所需的时间）：步长为 10%至 90%量程。
 - 200mV 和 2V 量程：<50us，20V 量程：<110us，
 - 200V 量程：<700us
- 噪声 10Hz 至 20MHz（V 源）：50mVrms，20V 量程
- V 源过冲：<±(0.1%+10mV)步长大小是 10%至 90%量程，电阻负载。
- 电压源量程更改过冲：≤250mV，100kΩ 负载，20MHz 带宽。

上标 b：±200V 不适用于 TH1991C。

3.2.1.2 电流源

量程	编程解析度				精度(增益误差(读数的%)+偏移误差)	噪声(峰峰值) 0.1Hz至 10Hz ^a	最大电流(超过量程)
	TH1991C	TH1991B TH1992B	TH1991A TH1992A	TH1991 TH1992			
±10nA ^b	—	100fA	—	10fA	±(0.10%+50pA)	≤2pA	±10.5nA
±100nA ^c	—	1pA	1pA	100fA	±(0.06%+100pA)	≤5pA	±105nA
±1uA	10pA		10pA	1pA	± (0.025%+500pA)	≤25pA	±1.05uA
±10uA	100pA		100pA	10pA	± (0.025%+1.5nA)	≤60pA	±10.5uA
±100uA	1nA		1nA	100pA	±(0.02%+25nA)	≤3nA	±105uA
±1mA	10nA		10nA	1nA	±(0.02%+200nA)	≤6nA	±1.05mA
±10mA	100nA		100nA	10nA	±(0.02%+2.5uV)	≤200nA	±10.5mA
±100mA	1uA		1uA	100nA	±(0.02%+20uV)	≤600nA	±105mA
±1A	10uA		10uA	1uA	±(0.03%+1.5mA)	≤70uA	±1.05A
±1.5A	10uA		10uA	1uA	±(0.05%+3.5mA)	≤150uA	±1.515A
±3A ^d	—	—	100uA	10uA	±(0.4%+7mA)	—	±3.03A
±10A ^{d·e}	—	—	100uA	10uA	±(0.4%+25mA) ^f	—	±10.5A

表 3-2 电流源规格

※注意:

■ 上标 a: 补充特征

- 电流限值/合规性: 精度与电流源相同, 最小值是量程的 1%, 或 10nA 量程中的 1nA。
- 超过量程: 1.5A 和 3A 量程的是源量程的 101%, 其余

为源量程的 105%。

- 电流数出稳定时间：(在短路条件下,达到最终值的 0.1% 范围所需的时间)：步长为 10%至 90%量程。

10nA 和 100nA 量程: <10ms, 1uA 量程: <500us

10uA 和 100uA 量程: <250us, 1mA 至 3A 量程: <80us

- I 源过冲: <±0.1%, 步长大小 10%至 90%量程, 电阻负载。

- 电流源量程更改过冲: $\leq 250\text{mV/R}_{\text{负载}}$, 20MHz 带宽。

■ 上标 b: ±10nA 不适用于 TH1991A/C 和 TH1992A。

■ 上标 c: ±100nA 不适用于 TH1991C。

■ 上标 d: ±3A、±10A 不适用于 TH1991B/C 和 TH1992B。

■ 上标 e: ±10A 量程仅适用于脉冲模式, 不适用于 DC 模式。

■ 上标 f: 测量速度: 0.01PLC。

3.2.1.3 脉冲源

	最大电压	最大峰值电流	最大基极电流	最大脉冲宽度	最大占空比
DC 或脉冲	6V	3.03A ^a	303Aa	DC, 无限值	100%
	21V	1.515A ^a	1.515Aa	DC, 无限值	100%
	210V	0.105A	0.105A	DC, 无限值	100%
仅限脉冲	6V	10.5A	0.5A	1ms	2.5%
	180V	10.5A	50mA	10ms	2.5%
	200V	1.515A	50mA	2.5ms	2.5%

表 3-3 最大脉冲宽度和占空比

※注意:

- 上标 a: 对于两个通道, 两个通道最大总电流受限制。

- 脉冲宽度定义：从 10% 前沿到 90% 后沿的时间，如下图所示。
- 对于脉冲源始终使用固定量程进行测量。

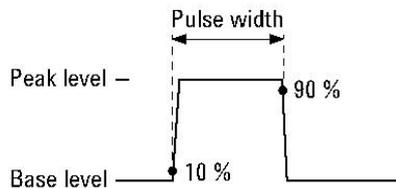


图 3-2 脉冲宽度（10%前沿到 90%后沿）

源值	Limit 值	负载	源稳定 (量程的%)	最小脉冲宽度
200V	1.5A	200 Ω	0.1%	1ms
6V	10.5A	0.6 Ω	0.1%	0.2ms
1.5V	200V	65 Ω	0.1%	2.5ms
10.5V	6A	0.5 Ω	0.1%	0.2ms

表 3-4 在给定电压、电流合稳定条件时的最小脉冲宽度

※注意：对于上述电压和电流条件连接了适当的电阻负载。

3.2.1.4 源特征

- 温度系数（0°C 至 18°C 和 28°C 至 50°C）： $\pm (0.1 \times \text{精度规格}) / ^\circ\text{C}$ 。
- 最大输出功率：31.8W。
- 源/反向限值：四象限源或反向操作，值为 $\pm 6\text{V} @ \pm 3.03\text{A}$ ， $\pm 21\text{V} @ \pm 1.515\text{A}$ ，或 $\pm 210\text{V} @ \pm 105\text{mA}$ 。
- 过温保护：在内部感应到过温时关闭所有通道输出，并锁定原因通道。
- 最小可编程脉冲宽度 50us。
- 脉冲宽度编程分辨率：1us。

3.2.2 输出规格

3.2.2.1 电压/电流输出

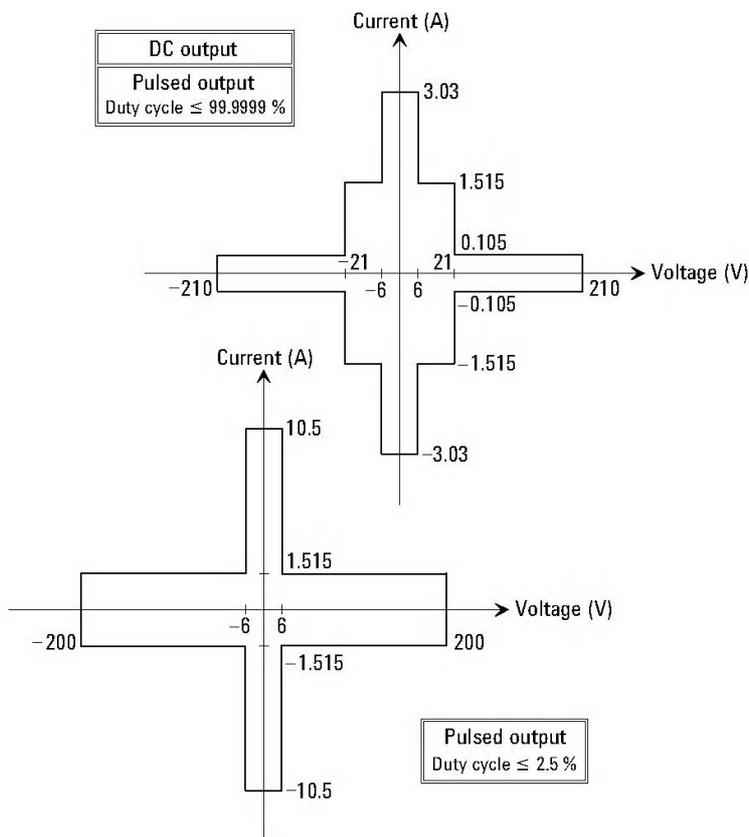


图 3-3 输出量程

	V 中最大电压	A 中最大电流	使用通道 1 (I1,V1) 和使用通道 2 (I2,V2) 时总电流限值		
			V 中的 V1	V 中的 V2	A 中的电流限值
DC 或脉冲	6V	3.03A	$\pm(0 \leq V1 \leq 6)$	$\pm(0 \leq V2 \leq 6)$	$I1+I2 \leq 4$
	21 V	1.515A		$\pm(6 \leq V2 \leq 21)$	$I1+I2*1.6 \leq 4$
	210 V	0.105A	$\pm(6 \leq V1 \leq 21)$	$\pm(0 \leq V2 \leq 6)$	$I1+I2*0.625 \leq 2.5$
仅限脉冲	6 V	10.5A		$\pm(6 \leq V2 \leq 21)$	$I1+I2 \leq 2.5$
	200 V	1.515A			

表 3-5 最大电压和电流

量程值	电压输出值	设置分辨率				最大电流		脉冲宽度
		TH1991C	TH1991B TH1992B	TH1991A TH1992A	TH1991 TH1992	DC 输出	脉冲输出	
0.2V	$0 \leq V \leq 0.21V$	1uV			0.1uV	±3.03A	±10.5A	50us $\leq t \leq$ 100ks
2V	$0 \leq V \leq 2.1V$	10uV			1uV			
20V	$0 \leq V \leq 6V$	100uV			10uV	±1.515A	±1.515A	
	$0 \leq V \leq 21V$							
200V	$0 \leq V \leq 6V$	1mV		1mV	100uV	±3.03A	±3.03A	50us $\leq t \leq$ 1ms
	$0 \leq V \leq 21V$						±1.515A	±1.515A
	$0 \leq V \leq 180V$	1mV (0-60V)	1mV			—	±1.05A	50us $\leq t \leq$ 10ms
	$0 \leq V \leq 200V$	—				—	±1.515A	50us $\leq t \leq$ 2.5ms
	$0 \leq V \leq 210V$	—				±0.105A	—	—

表 3-6 电压输出量程

量程值	电流输出值	设置分辨率				最大电压		脉冲宽度
		TH1991C	TH1991B TH1992B	TH1991A TH1992A	TH1991 TH1992	DC 输出	脉冲输出	
10nA ^a	$0 \leq I \leq 10.5nA$	1pA	100fA	—	10fA	±210V	±210V	50us $\leq t \leq$ 100ks
100nA	$0 \leq I \leq 105nA$	10pA	1pA	1pA	100fA			
1uA	$0 \leq I \leq 1.05uA$	100pA	10pA	10pA	1pA			
10uA	$0 \leq I \leq 10.5uA$	1nA	100pA	100pA	10pA			

100uA	$0 \leq I \leq 105\mu\text{A}$	10nA	1nA	1nA	100pA				
1mA	$0 \leq I \leq 1.05\text{mA}$	100nA	10nA	10nA	1nA				
10mA	$0 \leq I \leq 10.5\text{mA}$	1uA	100nA	100nA	10nA				
100mA	$0 \leq I \leq 105\text{mA}$	10uA	1uA	1uA	100nA				
1A	$0 \leq I \leq 105\text{mA}$	100uA	10uA			$\pm 210\text{V}$	—	—	
	$105\text{mA} \leq I \leq 1.05\text{A}$					$\pm 21\text{V}$	—	—	
1.5A	$0 \leq I \leq 105\text{mA}$	100uA	10uA		10uA	1uA	$\pm 210\text{V}$	—	
	$105\text{mA} \leq I \leq 1.515\text{A}$						$\pm 21\text{V}$	—	
	$0 \leq I \leq 1.515\text{A}$						—	$\pm 21\text{V}$	$50\mu\text{s} \leq t \leq 100\text{ks}$
	$0 \leq I \leq 1.05\text{A}^{\text{a}}$						—	$\pm 180\text{V}$	$50\mu\text{s} \leq t \leq 10\text{ms}$
	$0 \leq I \leq 1.515\text{A}^{\text{a}}$						—	$\pm 200\text{V}$	$50\mu\text{s} \leq t \leq 2.5\text{ms}$
3A	$0 \leq I \leq 105\text{mA}$	1mA	100uA		100uA	10uA	$\pm 210\text{V}$	—	
	$105\text{mA} \leq I \leq 1.515\text{A}$						$\pm 21\text{V}$	—	
	$1.515\text{A} \leq I \leq 3.03\text{A}$	—					$\pm 6\text{V}$	—	
10A ^b	$0 \leq I \leq 10.5\text{A}$	—	—				—	$\pm 6\text{V}$	$50\mu\text{s} \leq t \leq 1\text{ms}$

表 3-7 电流输出量程

※注意:

- 上标 a: 脉冲基地 (即时) 电流电平的限制为 $\pm 50\text{mA}$
- 上标 b: 脉冲基地 (即时) 电流电平的限制为 $\pm 500\text{mA}$

3.2.2.2 输出特征

a) 常规特征

- 感应模式: 二线制或四线制 (远程感应) 连接
- 地端连接: 机箱接地或浮动
- 输出位置: 前面板通道 1, 后面板通道 2
- 最大负载:
 - 正常模式: $0.01\mu\text{F}$
 - 高电容模式: $50\mu\text{F}$
- DC 浮动电压: 低压和机箱接地之间最大 $\pm 250\text{V DC}$
- 保护偏移电压 (V 源): $<4\text{mV}$
- 远程感应操作量程:
 - 高压与高感应两端之间的最大电压: 3V
 - 低压与低感应两端之间的最大电压: 3V
- 共模隔离: $>1\text{G}\Omega$, $<4500\text{pF}$
- 最大感应引线电阻: 设定精度 $1\text{k}\Omega$
- 感应输入阻抗: $>10\text{G}\Omega$

b) 高电容模式

- 电压输出稳定时间: 在固定量程中, 电容负载为 $4.7\mu\text{F}$ 时, 达到 0.1% 的最终值所需的时间。
 - 200mV 和 2V 量程: $600\mu\text{s}$, 在 1A 限值处
 - 20V 量程: 1.5ms , 在 1A 限值处
 - 200V 量程: 20ms , 在 1A 限值处

- 电流输出稳定时间：在短路条件下，在电压源在固定量程稳定之后，达到 0.1% 的最终值所需的时间。Vout 是 5V，除非另外说明。
 - 1uA 量程：230ms
 - 10uA 和 100uA 量程：23ms
 - 1mA 和 10mA 量程：0.23ms
 - 100mA 和 3A 量程：100us
 - 10nA 和 100nA 量程不适用于高电容模式。
- 模式变化延迟：
 - 延迟到高电容模式中：
 - 1uA 量程：230ms
 - 10uA 和 100uA 量程：1ms
 - 延迟超出高电容模式：
 - 所有量程：10ms
- 噪声 10Hz 至 20MHz（20V 量程）：50mVrms
- 电压源量程变化过冲（20V 量程或以下）： $\leq 250\text{mV}$ ，20MHz 带宽
- 高电容模式工作条件：
 - V/I 模式：仅限电压源模式
 - 量程：电流测量量程仅限固定量程。（10nA 和 100nA 量程不可用）
 - 电流限值： $\geq 1\text{uA}$

3.2.3 测量规格

3.2.3.1 电压/电流测量

量程值	电压测量值	测量分辨率				精度（增益误差（读数的%）+偏移误差）
		1991C	1991B 1992B	1991A 1992A	1991 1992	
±0.2V	$0 \leq V \leq 0.212V$	100nV		0.1uV		±(0.015%+225uV)
±2V	$0 \leq V \leq 2.12V$	1uV		1uV		±(0.02%+350uV)
±20V	$0 \leq V \leq 21.2V$	10uV		10uV		±(0.015%+5mV)
±200V	$0 \leq V \leq 212V$	—	100uV	100uV		±(0.015%+50mV)

表 3-8 电压测量量程

※注意：上表中上标 a 的具体内容：±200V 不适用于 TH1991C。

量程值	电流测量值	测量分辨率				精度（增益误差（读数的%）+偏移误差）
		1991C	1991B 1992B	1991A 1992A	1991 1992	
±10nA ^a	$0 \leq I \leq 10.6nA$	—	10fA	—	10fA	±(0.10%+50pA)
±100nA ^b	$0 \leq I \leq 106nA$	—	100fA	100fA		±(0.06%+100pA)
±1uA	$0 \leq I \leq 1.06uA$	1pA		1pA		±(0.025%+500pA)
±10uA	$0 \leq I \leq 10.6uA$	10pA		10pA		±(0.025%+1.5nA)
±100uA	$0 \leq I \leq 106uA$	100pA		100pA		±(0.02%+25nA)
±1mA	$0 \leq I \leq 1.06mA$	1nA		1nA		±(0.02%+200nA)
±10mA	$0 \leq I \leq 10.6mA$	10nA		10nA		±(0.02%+2.5uV)
±100mA	$0 \leq I \leq 106mA$	100nA		100nA		±(0.02%+20uV)
±1A	$0 \leq I \leq 1.06A$	1uA		1uA		±(0.03%+1.5mA)
±1.5A	$0 \leq I \leq 1.53A$	1uA		1uA		±(0.05%+3.5mA)
±3A ^c	$0 \leq I \leq 3.06A$	—	—	10uA		±(0.4%+7mA)
±10A ^{c, d}	$0 \leq I \leq 10.6A$	—	—	10uA		±(0.4%+25mA) ^e

表 3-9 电流测量量程

※注意：上表中上标 a、b、c、d、e 的具体内容

- 上标 a: $\pm 10\text{nA}$ 不适用于 TH1991A/C 和 TH1992A。
- 上标 b: $\pm 100\text{nA}$ 不适用于 TH1991C。
- 上标 c: $\pm 3\text{A}$ 、 $\pm 10\text{A}$ 不适用于 TH1991B/C。
- 上标 d: $\pm 10\text{A}$ 适用于脉冲模式, 不适用于 DC 模式。
- 上标 e: 测量速率 0.01PLC。

3.2.3.2 电阻测量

可在自动或手动测试条件下进行电阻测量。可在电流源和电压测量模式下进行自动电阻测量。自动电阻测量总误差显示在表 2-11 中。可使用电压和电流精度信息来计算手动电阻测量的总误差, 如下所示。

- 源 I 模式, 手动欧姆测量 (四线制):

总误差 = $V_{\text{measure}}/I_{\text{source}} = R$ 读数 * (V 量程的增益误差 + I 量程的增益误差 + I 量程的偏移误差 / I 源值 * 100)% + (V 量程的偏移误差 / I 源值)

其中, 增益误差和偏移误差可由表 2-2 和表 2-8 指定。

- 源 V 模式, 手动欧姆测量 (四线制):

总误差 = $V_{\text{source}}/I_{\text{measure}} = 1/[1/R$ 读数 * (I 量程的增益误差 + V 量程的增益误差 + V 量程的偏移误差 / V 源值 * 100)% + (I 量程的偏移误差 / V 源值)]

其中, 增益误差和偏移误差可由表 2-3 和表 2-7 指定。

※注意：总误差计算示例: (I 源值 = 1mA 量程处的 1mA, V 测量量程 = 2V 量程)

总误差 = $(0.02\% + 0.02\% + 200\text{nA}/1\text{mA} * 100) \% + (350\text{uV}/1\text{mA})$
= 0.06% + 0.35 Ω

- 测试速度 = 1PLC
- 适用温度: $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

量程值	电阻测量值	显示分辨率	测试电流
2 Ω	$0 \leq R \leq 2 \Omega$	1 $\mu\Omega$	1A
20 Ω	$2 \Omega \leq R \leq 20 \Omega$	10 $\mu\Omega$	100mA
200 Ω	$20 \Omega \leq R \leq 200 \Omega$	100 $\mu\Omega$	10mA
2k Ω	$200 \Omega \leq R \leq 2k \Omega$	1m Ω	1mA
20k Ω	$2k \Omega \leq R \leq 20k \Omega$	10m Ω	100 μ A
200k Ω	$20k \Omega \leq R \leq 200k \Omega$	100m Ω	10 μ A
2M Ω	$200k \Omega \leq R \leq 2M \Omega$	1 Ω	1 μ A
20M Ω	$2M \Omega \leq R \leq 20M \Omega$	10 Ω	100nA
200M Ω	$20M \Omega \leq R \leq 200M \Omega$	100 Ω	10nA

表 3-10 电阻测量量程

量程值	显示分辨率	测试电流	电流范围	总误差 (%读数+偏移)
2 Ω	1 $\mu\Omega$	1A	1A	0.02%+0.00035 Ω
20 Ω	10 $\mu\Omega$	100mA	100mA	0.006%+0.0035 Ω
200 Ω	100 $\mu\Omega$	10mA	10mA	0.065%+0.035 Ω
2k Ω	1m Ω	1mA	1mA	0.06%+0.35 Ω
20k Ω	10m Ω	100 μ A	100 μ A	0.065%+3.5 Ω
200k Ω	100m Ω	10 μ A	10 μ A	0.06%+35 Ω
2M Ω	1 Ω	1 μ A	1 μ A	0.095%+350 Ω
20M Ω	10 Ω	100nA	100nA	0.18%+3.5k Ω
200M Ω	100 Ω	10nA	100nA	1.08%+35k Ω

表 3-11 自动电阻测量的典型性能 (四线) (2V 量程)

3.2.3.3 测量特征

- 温度系数 (0 $^{\circ}$ C 至 18 $^{\circ}$ C 和 28 $^{\circ}$ C 至 50 $^{\circ}$ C): $\pm (0.1 \times \text{精度规格}) / ^{\circ}$ C。
- 超过量程: 1.5A 和 3A 量程的是源量程的 102%, 其余为源量程的 106%。
- 电压测量量程更改过冲: $\leq 250\text{mV}$, 100k Ω 负载, 20MHz 带宽。

- 电流测量量程更改过冲： $\leq 250\text{mV/R}_{\text{负载}}$ ，20MHz 带宽。
- 小于 1PLC 的测量速度的降额精度：使用下表 2-11 增加量程的百分比，以使用 $\text{PLC} < 1$ 进行测量。

PLC 设置	电压范围		电流范围			
	0.2V	2V 至 200V	10nA	100nA	1uA 至 100mA	1A 至 3A
0.1PLC	0.01%	0.01%	0.1%	0.01%	0.01%	0.01%
0.01PLC	0.05%	0.02%	1%	0.1%	0.05%	0.02%
0.001PLC	0.5%	0.2%	5%	1%	0.5%	0.2%

表 3-12 <1PLC 的降额精度

3.2.4 触发和定时规格

3.2.4.1 触发特征

- Handler 触发输入到触发输出： $\leq 1\text{ms}$
- Handler 触发输入到源更改： $\leq 1\text{ms}$

3.2.4.2 定时器特征

- 触发定时分辨率：1u 至 100ms
- 定时器精度： $\pm 50\text{ppm}$
- 接通/触发延迟：0 至 100,000s
- 接通/触发间隔：
 - TH1991/TH1992：20us 至 100,000s
 - TH1991A/TH1992A：10us 至 100,000s
 - TH1991B/TH1992B：200us 至 100,000s
 - TH1991C：50us 至 100,000s
- 接通/触发事件：1 至 100,000
- 事件戳：触发每个测量时将自动保存 TIMER 值

第 4 章 功能使用说明

4.1 基本操作

仪器的基本操作如下所述。

- 使用触屏点击右侧主菜单进入所需的主页面；
- 使用触屏点击在主页面不同参数设置框后，在右侧有可选参数或进入设置页面；
- 使用触屏上下左右滑动和移到所需要的区域；
- 旋转旋钮如果在设置框或设置数字界面可更改参数，并按下旋钮确定所选参数；如果在 Graph 与 Roll 界面，通过固定不同坐标轴可更改坐标轴间距。

4.2 显示画面说明

4.2.1 Home 显示页面



图 4-1 常规 Home 显示页面

触摸屏幕中 **Home** 菜单，进入 Dual 显示页面，该页面可以显示输出与测量结果，同时显示一些可设置的参数：源类型(Source)、电压量程(V-range)、电流量程(I-range)、源输出(Output)、限值(Limit)。

4.2.1.1 <Source>

说明：Source 是源类型设置，分为电压源 VOLTs(V)和电流源 AMPs(I)。

操作：触屏点击 Source 后参数白框，当框边变为黄色框边时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择源类型。

4.2.1.2 <V-range>/<I-range>

说明：V-range 是电压量程设置，I-range 是电流量程设置，都为自动量程 Auto 与固定量程 Fixed。

当 Source 为电压源时，V-range 为输出电压量程参考表 3-6，I-range 为测量电流量程参考表 3-9；当 Source 为电流源时，V-range 为测量电压量程参考表 3-8，I-range 为输出电流量程参考表 3-7。

操作：触屏点击 V-range 或 I-range 后参数白框，当框边变为黄色框边时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择量程。

4.2.1.3 <Output>

说明：Output 是源输出规格的设置，电压源参考表 3-1，电流源参考表 3-2。

操作：触屏点击 Output 后参数白框，进入参数数值设置页面，源规格数值可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认，或利用←和→调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

4.2.1.4 <Limit>

说明：Limit 是限值，是输出限值器，可防止由于过电流或过电压对测试设备造成损坏。电压限值用于电流输出通道，电流限值用于电压输出通道。（限值具体参照 3.1.2）

操作：触屏点击 Limit 后白框，跳出参数数值设置页面，限值的数值可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认，或利用←和→调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

4.2.2 通道输出设置

在 Home 页面任意双击一条通道页面进入该通道输出设置的主要三个页面。



图 4-2 通道具体设置页面 1

4.2.2.1 设置页面 1

a) <Function>

说明: Functions 是通道输出功能设置, 分为 Power Supply 电源、Voltmeter 伏特计、Ammeter 安培计、Ohmmeter 欧姆计 4 个功能。

操作: 触屏点击 Functions 后参数白框, 当框边变为黄色框边时, 可以在屏幕右边菜单栏点击选择通道功能。

b) <Low T>

说明: Low T 是测量端子中低端的连接状态设置, 分为 Ground 接地与 Float 浮动。

操作: 触屏点击 Low T 参数白框, 当框边变为黄色框边时, 可以在屏幕右边菜单栏点击选择低端状态。

c) <High C>

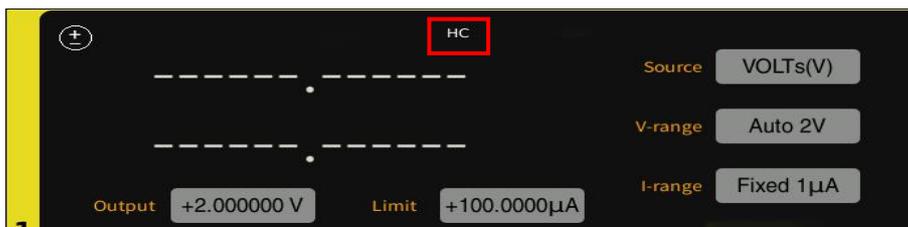


图 4-3 HC 模式开启页面显示状态

说明：High C 是高电容模式，分为开启 On 或关闭 Off。

高电容模式可有效地测量大于 $0.01 \mu\text{F}$ 的电容负载，最高可高达 $50 \mu\text{F}$ 。如果测量结果数据不稳定，则将此功能设置为 ON，测量数据可能稳定。

操作：触屏点击 High C 后参数白框，参数 On 或 Off 会随点击进行相互转换。

d) <Off State>

状态	输出关闭之后的条件
High Z	<ul style="list-style-type: none"> ● 输出中继：关（开路或断路） ● 电压源与电流源设置不变 ● 如果当前量程设置 $\geq 1\text{A}$，则此模式不适用
Normal	<ul style="list-style-type: none"> ● 源功能：电压源 ● 输出电压：0V ● 电流合规性：如果上一个量程设置 $\leq 100 \mu\text{A}$，则为 $100 \mu\text{A}$ 量程的 $100 \mu\text{A}$；如果上一个量程设置 $\geq 1\text{mA}$，则为 $100 \mu\text{A}$ 但量程不变。 ● 输出中继：关（开路或断路）
Zero	<ul style="list-style-type: none"> ● 源功能：电压源 ● 输出电压：0V，量程不变 ● 电流合规性：如果上一个量程设置 $\leq 100 \mu\text{A}$，则为 $100 \mu\text{A}$ 量程的 $100 \mu\text{A}$；如果上一个量程设置 $\geq 1\text{mA}$，则为 $100 \mu\text{A}$ 量程的 $100 \mu\text{A}$。

表 4-1 输出关闭各状态条件

说明：Off State 是输出关闭状态，是在 SMU 输出关闭后立即自动设置到它的条件，必须在启用源输出之前指定该状态。输出关闭状态分为 Normal、High Z 和 Zero 状态。

操作：触屏点击 Off State 后参数白框，当框边变为黄色框边时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择输出关闭状态。

e) <OVP/OCP>

说明：OVP/OCP 是过压/过流保护，分为 On 开启和 Off 关闭。

过电压/电流保护功能可有效地防止由于过电流或过电压而对测试设备造成损坏。如果启用此功能，当源/测量单元 SMU 达到合规性状态时，它将立即自动关闭输出。

操作：触屏点击 OVP/OCP 后参数白框，参数 On 或 Off 会随点击进行相互转换。

f) <Digits>

说明: Digits 是数字显示分辨率, 分为 Auto、3.5、4.5、5.5、6.5, 除 Auto 外页面上显示分别为 4 位、5 位、6 位、7 位。

操作: 触屏点击 Digits 后参数白框, 当框边变为黄色框边时, 可以在屏幕右边菜单栏点击选择数字显示分辨率。

g) <Aperture>

说明: Aperture 是测量时间时间, 测量时间是获取测量数据所需的时间。要进行精确而可靠的测量, 必须增加测量时间。

操作: 触屏点击 Aperture 后白框, 跳出参数数值设置页面, 测量时间数值可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认, 或利用 ← 和 → 调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

h) <LPF- τ >

说明: LPF- τ 是源输出滤波器的时间常数 ($5 \mu\text{s} \sim 500 \mu\text{s}$), 该滤波器安装在源/测量单元 SMU 中。它确保源输出很干净, 没有任何尖峰或过冲。

※注意: 所有滤波器可能会增加 SMU 稳定时间。

操作: 触屏点击 LPF- τ 后参数白框, 跳出参数数值设置页面, 输出滤波器的时间常数可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认, 或利用 ← 和 → 调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

i) <Sensing>



图 4-4 连接四线制页面显示状态

说明: Sensing 是端子连接类型设置, 分为 2-Wire 二线制连接和 4-Wire 四线制连接。

操作: 触屏点击 Sensing 后参数白框, 当框边变为黄色框边时, 可以在屏幕右边菜单栏点击选择连接类型。

4.2.2.2 设置页面 2

AWG 是源输出波形，分为 **DC** 恒定电压/电流源、**Pulse** 脉冲源、**Sweep** 扫描源和 **List** 列表源。

a) <AWG>(DC 源)

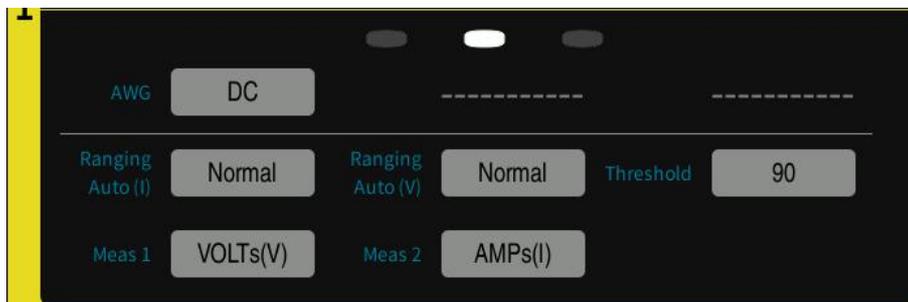


图 4-5 通道具体设置页面 2--DC 源

源/测量单元 **SMU** 作为 **DC**:

■ **Ranging Auto(I)>/<Ranging Auto(V):**

说明: Ranging Auto(I)是电流自动调整量程操作模式，Ranging Auto(V)是电压自动调整量程操作模式，分为 Normal、Speed 和 Resoln 模式。

当 DC 为电压源时，电流自动量程为测量电流量程，电压自动量程为输出电压量程；当 DC 为电流源时，电流自动量程为输出电流量程，电压自动量程为测量电压量程。

操作	说明（具体说明见表下注释）
Normal	支持基本操作和向下更改操作
Speed	支持基本操作和向上及向下操作
Resoln	支持基本操作和向上更改操作

表 4-2 自动调整量程模式

- **基本操作:** 通道自动设置量程，它提供执行测量的最佳分辨率。
- **向上操作:** 如果测量的数据 $\geq \text{value1}$ ，则量程在测量之后向上更改。（ $\text{value1} = \text{测量量程} \times \text{比率} / 100$ ）
- **向下操作:** 如果测量的数据 $\leq \text{value2}$ ，则量程在测量之后向上更改。（ $\text{value2} = \text{测量量程} \times \text{比率} / 1000$ ）

操作：触屏点击 Ranging Auto(I)>或<Ranging Auto(V)后参数白框，当框边变为黄色框边时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择连自动量程模式。

■ Threshold:

说明：Threshold 是比率数值设置，是换挡阈值，用于上述自动调整量程操作。当测量的数据与阈值计算所得比较达到自动调整量程的条件，就会自动执行调整量程的操作。

操作：触屏点击 Threshold 后白框，跳出参数数值设置页面，换挡阈值可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认，或利用 ←和→调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

■ Meas1/Meas2:

说明：Meas1/Meas2 是页面显示的测量参数类型设置，分为 VOLTs(V)电压、AMPs(I)电流、OHMs(R)电阻和 WATTs(P)功率。

操作：触屏点击 Meas1 或 Meas2 后参数白框，当框边变为黄色框边时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择页面显示的测量参数。

b) <AWG>(Pulse 源)

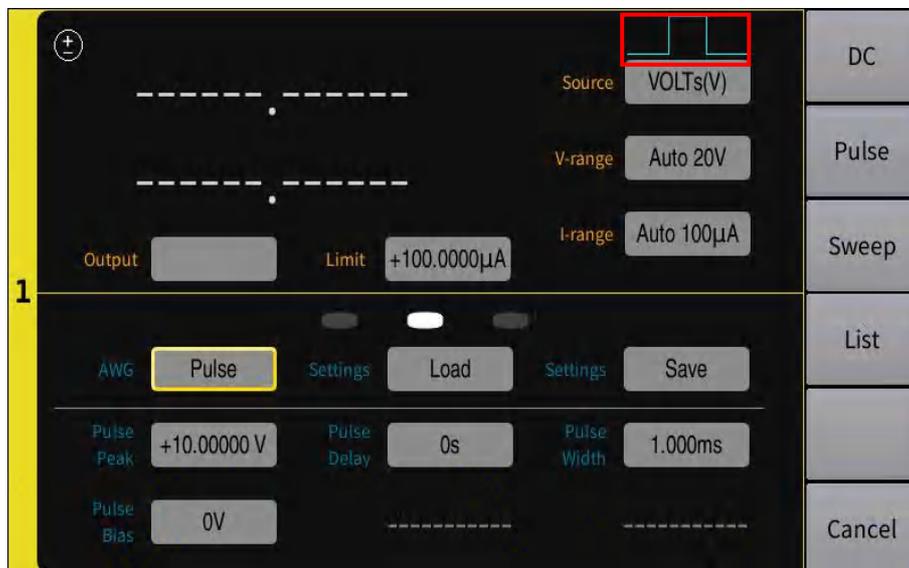


图 4-6 通道具体设置页面 2--Pulse 源

源/测量单元 SMU 作为 Pulse: (具体设置参见 3.2.1.3 脉冲源, 红框为脉冲源输出状态)

■ Settings (左) /Settings (右) :

说明: Settings (左) /Settings (右) 是调用或保存关于 Pulse 源的不同设置数据, 主要包含 Pulse Peak 脉冲峰值、Pulse Delay 脉冲延迟、Pulse Width 脉冲宽度和 Pulse Bias 脉冲偏置这些数据。

操作: 触屏点击 Settings (左) 或 Settings (右) 后参数白框, 当框边变为黄色框边时, 可以在屏幕右边菜单栏点击选择调用或保存不同设置。

■ Pulse Peak:

说明: Pulse Peak 是脉冲峰值, 不适用于将扫描输出值设置为脉冲峰值的扫描源。

操作: 触屏点击 Pulse Peak 后白框, 跳出参数数值设置页面, 脉冲峰值可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认, 或利用 ← 和 → 调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

■ Pulse Delay:

说明: Pulse Delay 是脉冲延迟时间。在触发延迟之后的延迟时间过后, 脉冲源将输出电平从基值更改为峰值。

操作: 触屏点击 Pulse Delay 后白框, 跳出参数数值设置页面, 脉冲延迟可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认, 或利用 ← 和 → 调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

■ Pulse Width:

说明: Pulse Width 是脉冲宽度的设置。

操作: 触屏点击 Pulse Width 后白框, 跳出参数数值设置页面, 脉冲宽度可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认, 或利用 ← 和 → 调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

■ Pulse Bias:

说明: Pulse Bias 是脉冲偏置的设置。

操作: 触屏点击 Pulse Bias 后白框, 跳出参数数值设置页面, 脉冲偏置可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认, 或利用 ← 和 → 调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

c) <AWG>(Sweep 源)

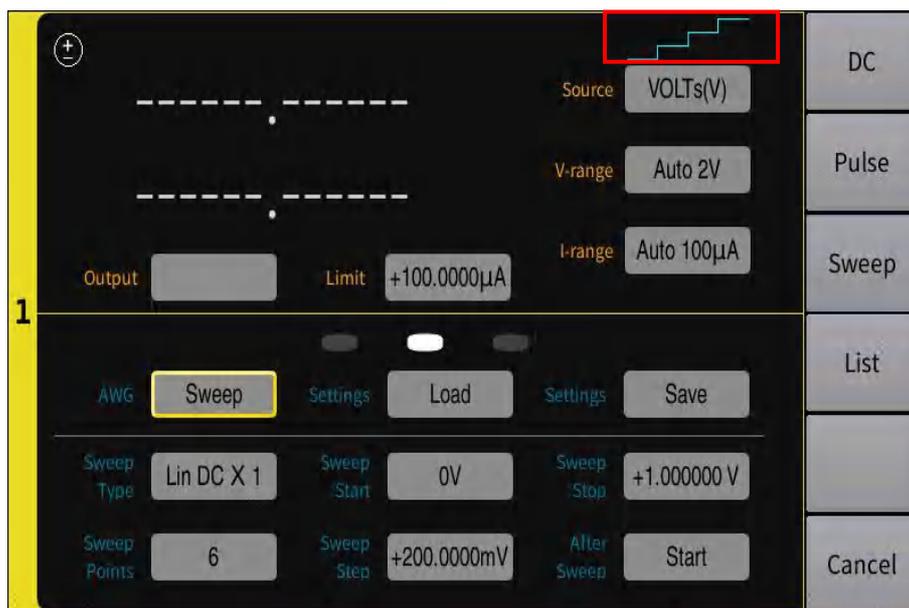


图 4-7 通道具体设置页面 2--Pulse 源

此时源/测量单元 SMU 作为 Sweep: (红框为扫描源输出状态)

■ Settings (左) /Settings (右) :

说明: Settings (左) /Settings (右) 是调用或保存关于 Sweep 源的不同设置数据, 主要包含 Sweep Type 扫描类型、Sweep Start 扫描起点、Sweep Stop 脉冲终点、Sweep Points 扫描点数、Sweep Step 扫描步进和 After Sweep 扫描后停止点这些数据。

操作: 触屏点击 Settings (左) 或 Settings (右) 后参数白框, 当框边变为黄色框边时, 可以在屏幕右边菜单栏点击选择调用或保存不同设置。

■ Sweep Type

说明: Sweep Type 是扫描源的类型设置, 分为 Single Lin DC(Lin DC×1)、Single Lin Pulse(Lin Pul×1)、Double Lin DC(Lin DC×2)、Double Lin Pulse(Lin Pul×2)、Single Log DC(Log DC×1)、Single Log Pulse(Log Pul×1)、Double Log DC(Log DC×2)和 Double Log Pulse(Log Pul×2)。

- Single Lin DC(Lin DC×1)表示以线性增量步长的 DC 源从起点扫描到终点。

- **Single Lin Pulse(Lin Pul×1)**表示以线性增量步长的 Pulse 源从起点扫描到终点。
- **Double Lin DC(Lin DC×2)**示以线性增量步长的 DC 源从起点扫描到终点再到起点。
- **Double Lin DC(Lin DC×2)**示以线性增量步长的 Pulse 源从起点扫描到终点再到起点。
- **Single Log DC(Log DC×1)**表示以对数增量步长的 DC 源从起点扫描到终点。
- **Single Log Pulse(Log Pul×1)**表示以对数增量步长的 Pulse 源从起点扫描到终点。
- **Double Log DC(Log DC×2)**示以对数增量步长的 DC 源从起点扫描到终点再到起点。
- **Double Log DC(Log DC×2)**示以对数增量步长的 Pulse 源从起点扫描到终点再到起点。

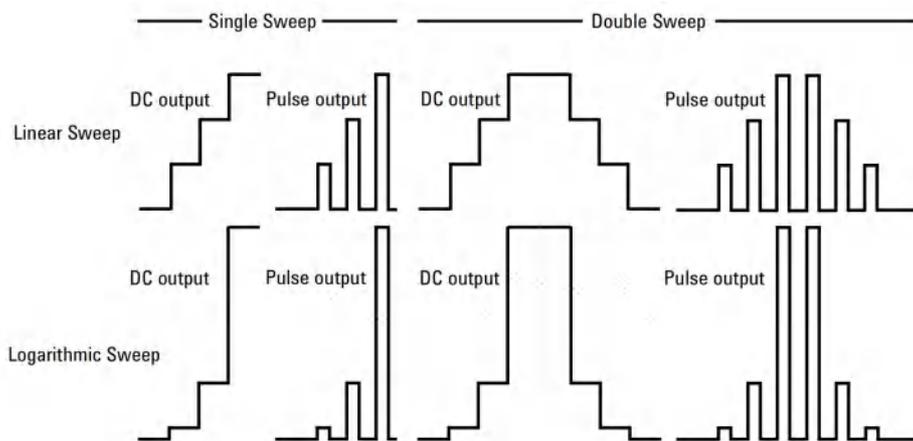


图 4-8 扫描源状态位显示类型

操作：触屏点击 **Sweep Type** 后参数白框，当框边变为黄色框边时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择扫描类型。

■ Sweep Start/Sweep Stop

说明：Sweep Start 是扫描起点的设置，Sweep Stop 是扫描终点的设置。

操作：触屏点击 **Sweep Start** 或 **Sweep Stop** 后白框，跳出参数数设置页面，起点或终点可以点击正常数字设置并 **Enter** 确认，或利用 **←**和**→**调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

■ Sweep Points/Sweep Step

说明：Sweep Points 是扫描步长数的设置，Sweep Step 是扫描步长值的设置（步长值不适用于 Log 与 List 扫描操作）。

操作：触屏点击 Sweep Points 和 Sweep Step 后参数白框，跳出参数数值设置页面，步长数或步长值可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认，或利用 ←和→调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

■ After Sweep

说明：After Sweep 是扫描完成后停止点的设置，分为起点 Start 和终点 End。

操作：触屏点击 After Sweep 参数白框，当框边变为黄色框边时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择扫描完成后停止点位置。

d) <AWG >(List 源)

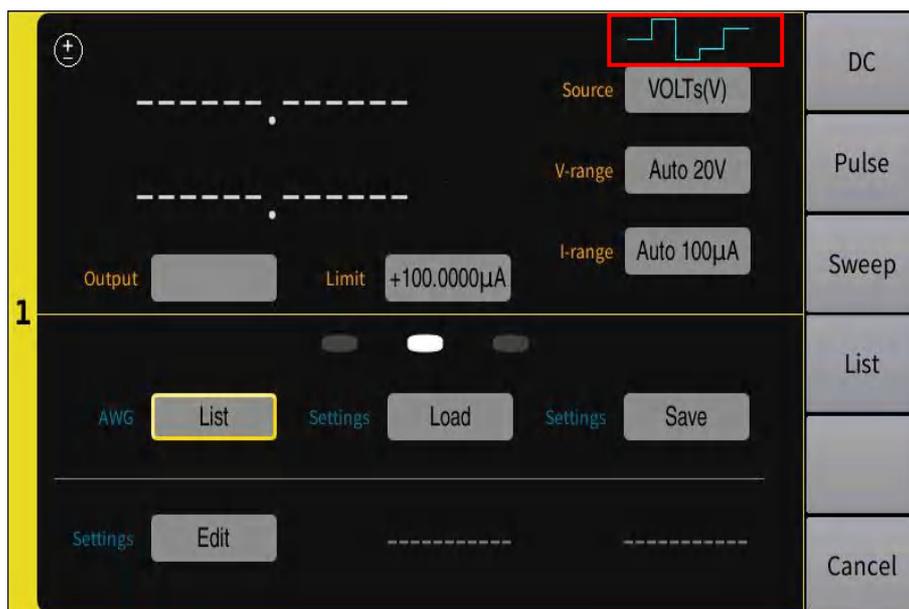


图 4-9 通道具体设置页面 2--Sweep 源

此时源/测量单元 SMU 作为 List: （红框为列表源输出状态）

■ Settings（上左）/Settings（上右）

说明：Settings（上左）/Settings（上右）是调用或保存关于 List 源的不同设置数据，主要包含列表测量设置的数据。

操作：触屏点击 **Settings**（上左）/**Settings**（上右）参数白框，当框边变为黄色框边时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择调用或保存不同设置。

■ Settings（下）

说明：Settings（下）是设置 List 扫描相关数据。

操作：触屏点击 **Settings3** 参数白框，跳出参数设置页面，可以添加删除测量点，且每个测量点数值可以在屏幕上点击正常数字设置并 **Enter** 确认，或利用 **←** 和 **→** 调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

4.2.2.3 设置页面 3

Trigger Layer 是触发层类型设置，分为 **ARM** 与 **FPGA**。

a) Trigger Layer(ARM)



图 4-10 通道具体设置页面 3—ARM 触发层

此时为 **ARM** 层触发，当触发系统启动时，**ARM** 层将等待指定的源信号与测量信号。满足 **ARM** 条件之后，控制将传递到 **FPGA** 层。

说明：Src Trig Signal / Meas Trig Signal 是源信号与测量信号的触发类型设置，都分别有多种模式如下：

- **Auto:** 触发源由仪器使用内部算法自动选择，以适合当前操作模式。
- **Bus:** 源是特定于控制接口的信号。对于 IEEE 488.1，组执行触发(GET)应满足此条件。在 VXI 中，字符串命令 TRIGger 将执行此功能。可以使用 *TRG 命令。
- **Manual:** 手动触发源，仪器上按键 Trigger。

- EXT0、EXT1、EXT2、EXT3、EXT4、EXT5、EXT6、EXT7、EXT8、EXT9、EXT10、EXT11、EXT12 或 EXT13 将选择外部信号插孔（后面板上的 Handler 针脚）作为源。

操作：触屏点击 Src Trig Signal 或 Meas Trig Signal 后参数白框，当框边变为黄色框边时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择源信号和测量信号触发类型设置。

b) Trigger Layer(FPGA)



图 4-11 通道具体设置页面 3—FPGA 触发层

此时为 **FPGA** 层触发，控制将传递到 **FPGA** 层后，**FPGA** 层将等待指定的内部定时器信号，并在满足 **FPGA** 条件时启动设备操作。

■ Src Trig Count / Meas Trig Count

说明：Src Trig Count / Meas Trig Count 分别是源触发计数与测量触发计数设置，分为 Infinity 无限与 Number 数字。

操作：触屏点击 Src Trig Count / Meas Trig Count 后参数白框，当框边变为黄色框边时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择源触发和测量出发的计数形式。当选择 Number 时，则会跳出参数设置页面，数值可以在屏幕上点击正常数字设置并 **Enter** 确认，或利用 **←**和**→**调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

■ Src Trig Delay / Meas Trig Delay

说明：Src Trig Delay / Meas Trig Delay 分别是源触发延时与测量触发延时设置。

操作：触屏点击 Src Trig Delay / Meas Trig Delay 后参数白框，跳出参数数值设置页面，触发延时可以在屏幕上点击正常数字设置并 **Enter** 确认，或利用 **←**和**→**调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

■ Src Trig Period / Meas Trig Period

说明：Src Trig Period / Meas Trig Period 分别是源触发周期与测量触发周期设置，该时间段时长由用户触屏设置。

操作：触屏点击 Src Trig Period / Meas Trig Period 后参数白框，跳出参数数值设置页面，触发周期可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认，或利用 ← 和 → 调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

4.2.2.4 设置页面 4



图 4-12 通道具体设置页面 4—限制测试状态

说明：该显示页面只会在 Config 页面中的限制测试开启时才会有显示，显示的数据主要包括测量数据与测试通过/失败的状态。

4.2.3 Config 显示页面

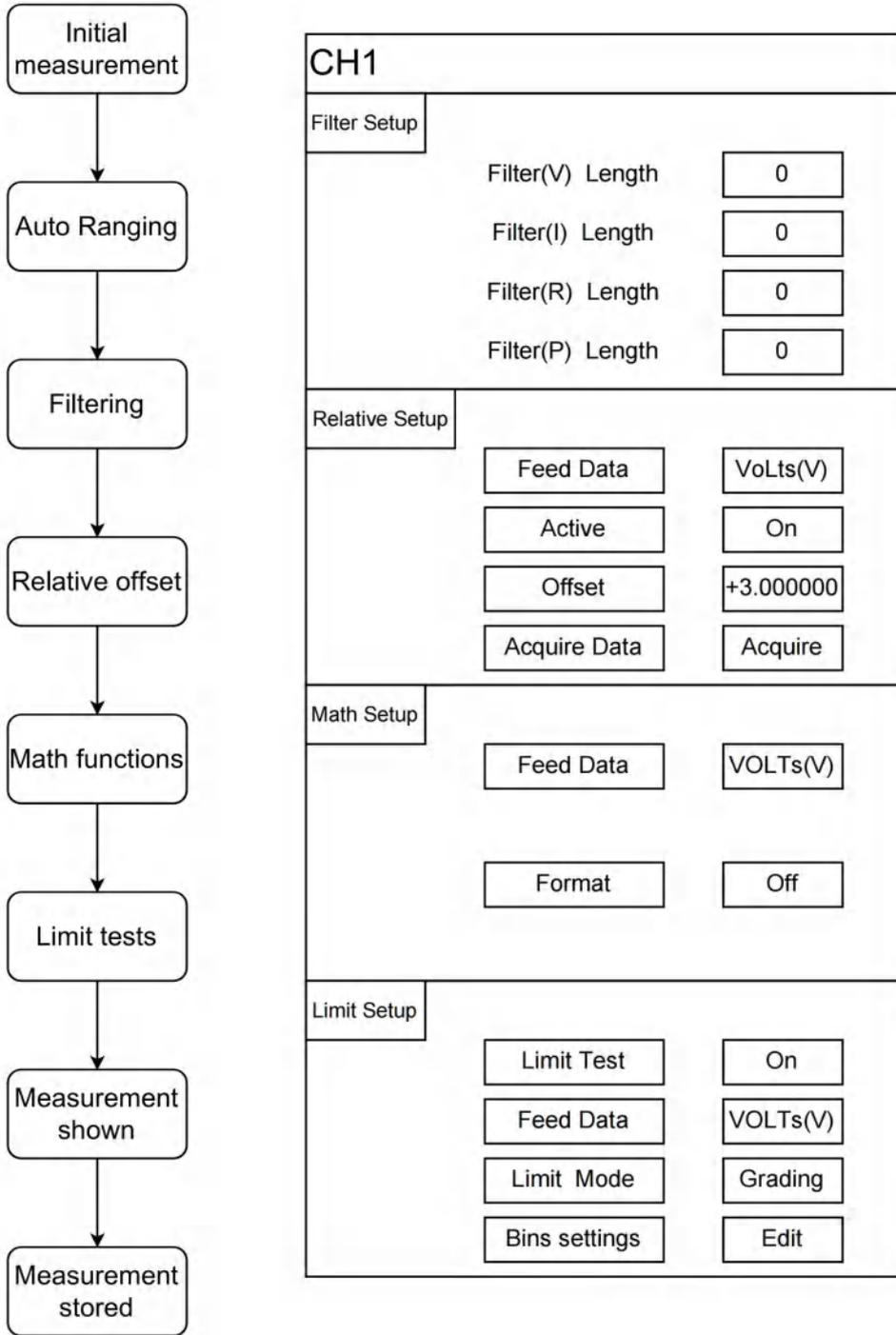


图 4-13 Config 页面详细数据处理步骤

4.2.3.1 Filter Setup

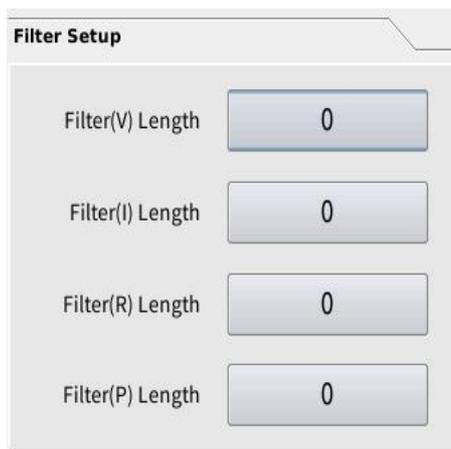


图 4-14 滤波器设置

说明：测量输出滤波器设置，可以分别对电压、电流、电阻、功率的测量结果进行滤波。滤波效果取决于滤波器长度（数值 0~10）。如果把长度设置为 0，相当于关闭对应功能的滤波器。

操作：触屏点击 Filter(V) Length 或 Filter(I) Length 或 Filter(R) Length 或 Filter(P) Length 后参数白框，跳出参数数值设置页面，滤波器长度可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认，或利用 ← 和 → 调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

4.2.3.2 Relative Setup

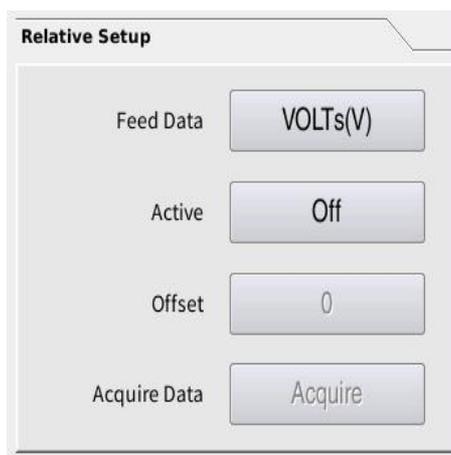


图 4-15 偏差设置

说明：偏差扣除设置，可以分别对电压、电流、电阻、功率的测量结果的上一步数据处理的输出值进行偏差扣除（数据处理步骤参见图 4-12），获得更为精准的数据。

$$y=x-\text{offset}$$

y 表示执行偏差扣除后的结果， x 表示上一步数据处理的输出值。**Offset** 可以手动设置或者获取一个实时的读数。

操作：

- 触屏点击 **Feed Data** 后参数白框，当框边外加虚框时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择进行偏差扣除的数据类型。
- 触屏点击 **Active** 参数白框，参数 **On** 或 **Off** 会随点击进行相互转换，表明对于所选参数是否进行偏差扣除。
- 触屏点击 **Offset**（偏差值）后参数白框，跳出参数数值设置页面，偏差值可以在屏幕上点击正常数字设置并 **Enter** 确认，或利用 **←** 和 **→** 调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。
- 触屏点击 **Acquire Data** 后白框内 **Acquire**，可以获取一个实时参数为偏差。

4.2.3.3 Math Setup

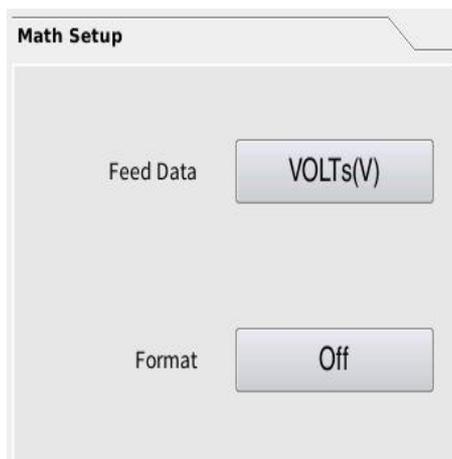


图 4-16 数学运算

说明：数学运算设置，可以分别对电压、电流、电阻、功率的测量结果的上一步数据处理的输出值进行数学运算。

操作：

- 触屏点击 **Feed Data** 后参数白框，当框边外加虚框时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择进行数学运算的数据类型。
- 触屏点击 **Format** 后参数白框，当框边外加虚框时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择数学运算公式。
- $mx+b: y=mx+b$

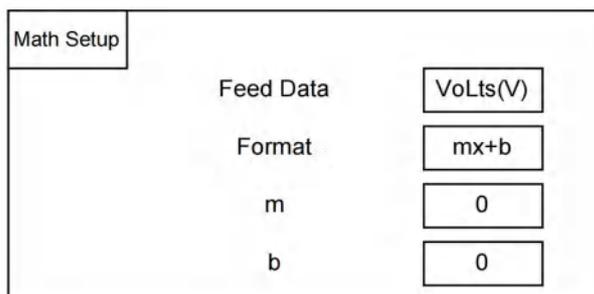


图 4-17 运算规则 1

触屏点击 **m / b** 后参数白框，跳出参数数值设置页面，可以在屏幕上点击正常数字设置并 **Enter** 确认，或利用 **←**和**→**调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

- **Percent**（百分比）： $y=(x-ref)/ref$

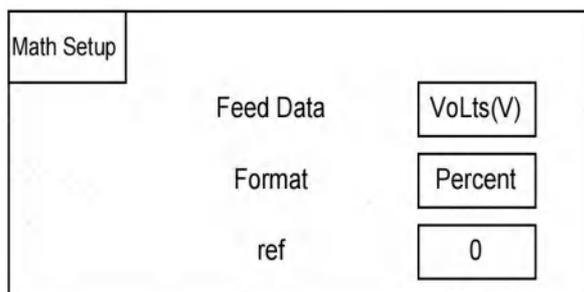


图 4-18 运算规则 2

触屏点击 **ref** 后参数白框，跳出参数数值设置页面，可以在屏幕上点击正常数字设置并 **Enter** 确认，或利用 **←**和**→**调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定。

- **Recipe**（倒数）： $y=1/x$

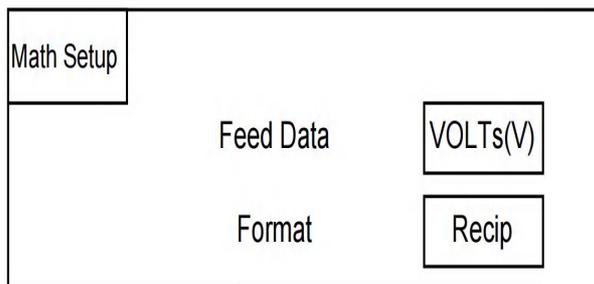


图 4-19 运算规则 3

4.2.3.4 Limit Setup

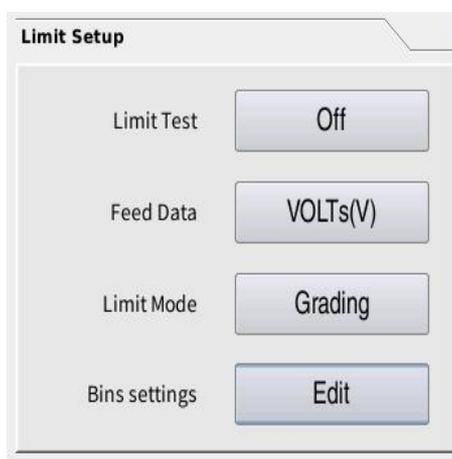


图 4-20 限值测试

说明：限值测试设置，限值测试是对由通道获取的测量数据或数学运算结果数据进行的通过/失败判断。可以分别对电压、电流、电阻、功率的测量结果的上一步数据处理的输出值进行极限测试。

操作：

- 触屏点击 **Limit Test** 后参数白框，参数 **On** 或 **Off** 会随点击进行相互转换，表明对于所选参数是否进行限值测试。
- 触屏点击 **Feed Data** 后参数白框，当框边外加虚框时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择进行复限值测试的数据类型。
- 触屏点击 **Limit Mode** 后参数白框，当框边外加虚框时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择进行复合限值测试的方式 **Gring** 分级模式或 **Sorting** 排序模式。

触屏点击 ref 后参数白框，跳出测试档位页面设置如下图：

档# 1

Limit Test Enable

Fail On In Out

Pass Pattern 00000000000001

Fail Pattern 00000000000001

Upper Limit +0.000000E+00

Lower Limit +0.000000E+00

图 4-21 限值测试档位设置

- 触屏点击 **Bin** 后下拉框，可以在下拉选项中选择要设置的档位。
- 触屏点击 **Limit Test** 后方框，方框选中打钩或不选中，表明对于所选档位是否进行限值测试。
- 触屏点击 **Fail On** 后参数 **In** 或 **Out** 前的圆框，圆框全黑或全白，全黑选中 **In** 表明将限值范围内的值归为没通过限值测试，全黑选中 **Out** 是将限值范围外的值归为没通过限值测试。
- 触屏点击 **Pass Pattern / Fail Pattern** 后参数白框，跳出参数数值设置页面，可以在屏幕上点击正常数字设置并 **Enter** 确认，表明通过与失败对应的输出引脚号。
- 触屏点击 **Upper Limit / Low Limit** 后参数白框，跳出参数数值设置页面，可以在屏幕上点击正常数字设置并 **Enter** 确认，或利用 **←** 和 **→** 调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定，表明关于所选档位的上限与下限值。

4.2.4 Quick IV 显示页面

Quick IV 页面的所有显示波形都可触屏上下左右滑动查看波形不同范围的形态。

4.2.4.1 Graph 页面

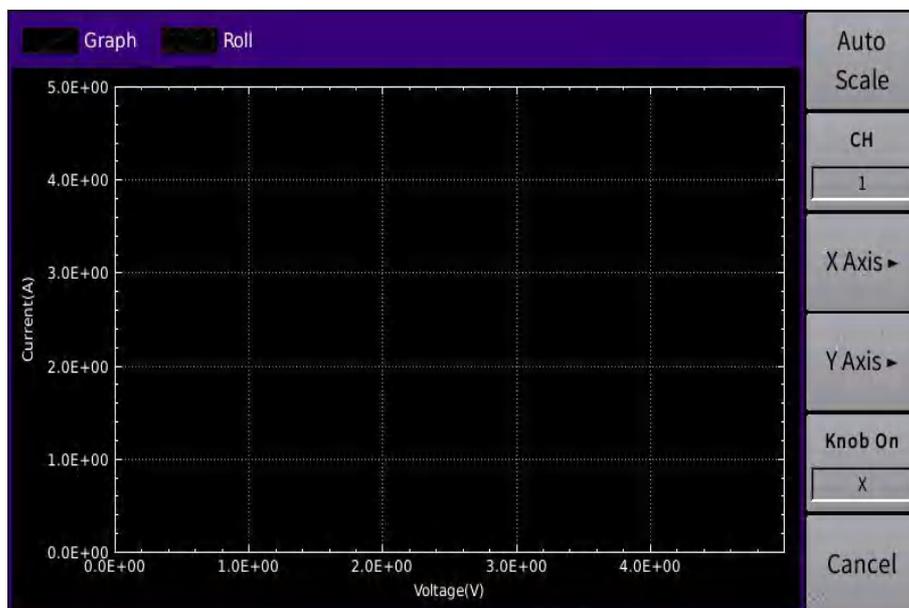


图 4-22 Graph 显示页面

说明：Graph 显示绘制通道 1 和/或通道 2 测量或数学运算结果的图形。

操作：

- 触屏点击 **Auto Scale** 方框，更改图形定标以自动适合图形中的迹线。
- 触屏点击 **CH** 下参数方框，右菜单进入通道选项，选择 **Graph** 显示通道 1 或 2 的测量输出图形。
- 触屏点击 **X Axis / Y Axis** 方框，右菜单进入 X 或 Y 坐标轴设置菜单：
 - 触屏点击 **Parameter** 下参数方框，设置该坐标轴显示的元素 I、V、R 或 P。
 - 触屏点击 **Scale** 下参数方框，设置该坐标轴显示的间隔为线性 **Lin** 或对数 **Log**。

- 触屏点击 **Grid** 下参数方框，参数 **On** 或 **Off** 会随点击进行相互转换，表明是否显示间隔网线。
- 触屏点击 **Knock On** 下参数方框，参数 **X** 或 **Y** 会随点击进行相互转换，表明可以利用旋钮扩大或缩小页面显示设置对应的坐标轴间隔。

4.2.4.2 Roll 页面

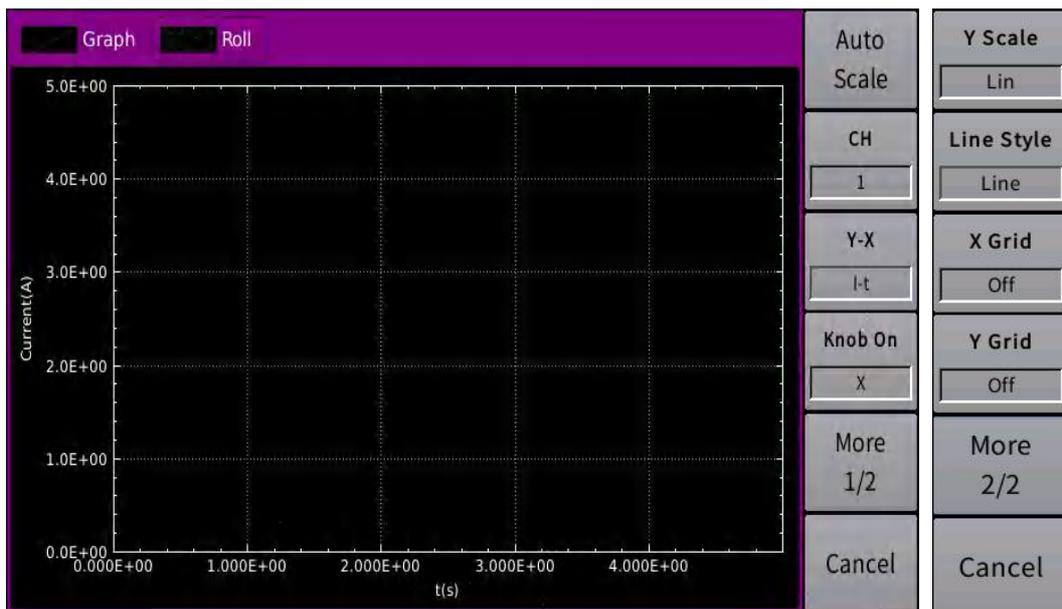


图 4-23 Roll 显示页面

说明：Roll 显示时域图，用于绘制通道 1 和/或 2 测量数据。

操作：

- 触屏点击 **Auto Scale** 方框，更改图形定标以自动适合图形中的迹线。
- 触屏点击 **CH** 下参数方框，右菜单进入通道选项，选择 **Roll** 显示通道 1 或 2 的测量输出图形。
- 触屏点击 **Y-X** 方框，右菜单进入元素类型设置菜单，设置该坐标轴显示的元素 **I-t**、**V-t**、**R-t** 或 **P-t**。
- 触屏点击 **Knock On** 下参数方框，参数 **X** 或 **Y** 会随点击进行相互转换，表明可以利用旋钮扩大或缩小页面坐标轴间隔。
- 触屏点击 **Y Scale** 下参数方框，设置该 **Y** 坐标轴显示的间隔为线性 **Lin** 或对数 **Log**。

- 触屏点击 **Line Style** 方框, 右菜单进入图形线类型设置菜单, 设置该坐标轴显示的线型为 **Lin** 折线、**Step** 阶跃或 **Impulse** 脉冲。
- 触屏点击 **X Grid / Y Grid** 下参数方框, 设置该坐标轴显示每个小间隔的网线, 参数 **On** 或 **Off** 会随点击进行相互转换, 表明是否显示网格线。

4.2.5 Expert 页面

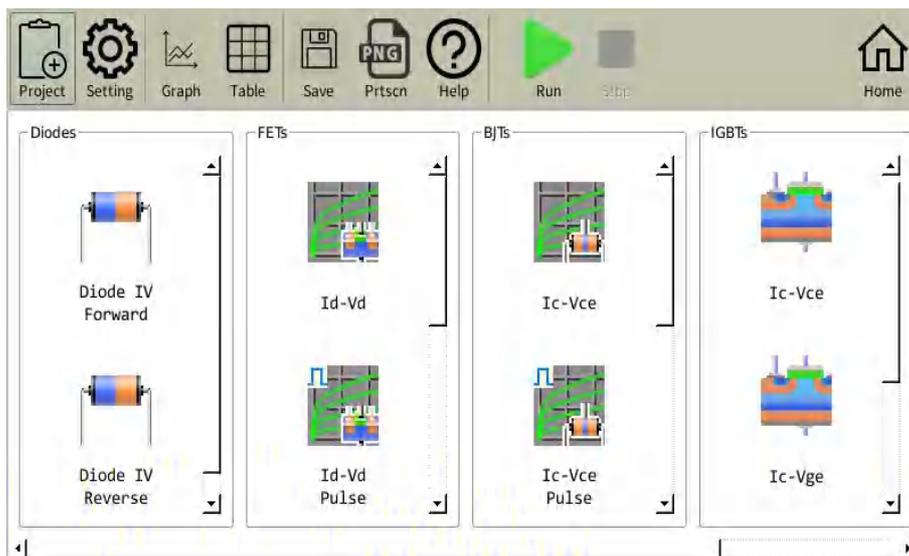


图 4-24 Expert 专家测试功能页面

说明：对于 **Diodes**：二极管测试、**FETs**：场效应管测试、**BJTs**：三极管测试、**IGBTs**：绝缘栅双极型晶体管测试、**Utility**：通用测试都有如上图的几个功能。

操作：

- 触屏点击 **Setting** 标志, 跳转设置界面。
- 触屏点击 **Graph** 标志, 跳转测量图形显示界面。
- 触屏点击 **Table** 标志, 跳转数据表格界面。
- 触屏点击 **Save** 标志, 保存设置。
- 触屏点击 **PRTSCN** 标志, 保存测量图形。
- 触屏点击 **Help** 标志, 跳转不同测量功能详细说明界面。
- 触屏点击 **Home** 标志, 跳转初始仪器 **Home** 界面。

4.2.6 File 页面

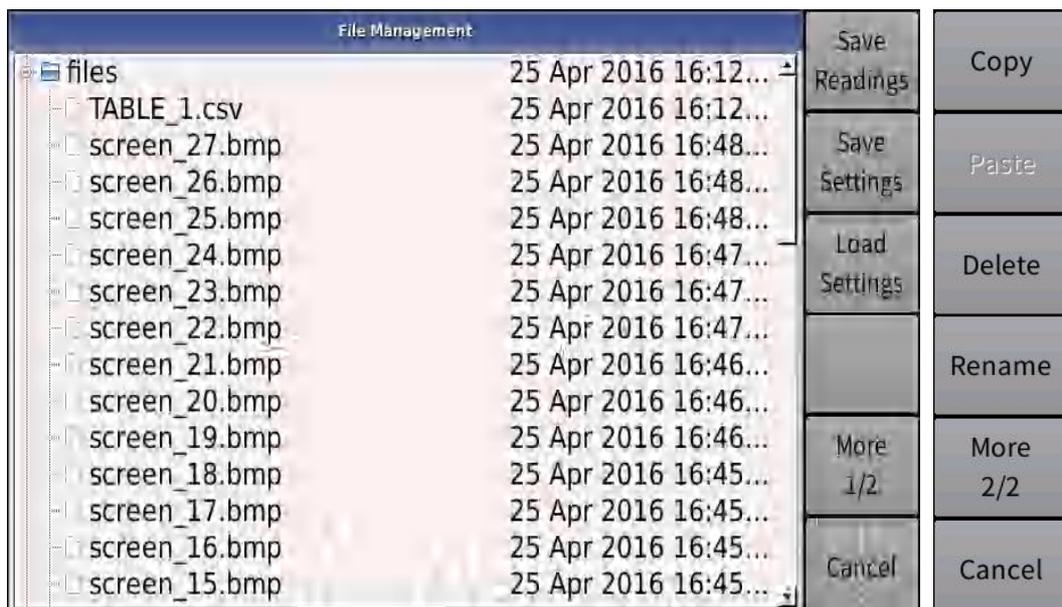


图 4-25 File 功能页面

说明：页面显示的存储文件后缀主要有.swp（扫描源设置）、.pls（脉冲源设置）、.dat（测量数据）、.bmp（专家页面截图）和.csv（专家页面表格）。

操作：触屏点击右菜单选项，可以保存读数、保存设置、调用设置、对文件进行复制、粘贴、删除、重命名等操作。

4.2.7 System 页面



图 4-26 System 设置页面 1

4.2.7.1 RS232/GPIB

说明：RS232 是异步串行通讯标准，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。

操作：（见图 4-26）

- 触屏点击 **Baud Rate** 后参数白框，当框边外加虚框时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择 **RS232** 传输速率。
- 触屏点击 **GPIB Active** 后参数白框，数 **On** 或 **Off** 会随点击进行相互转换，表明是否开启 **GPIB** 接口。
- 触屏点击 **GPIB Address** 后参数白框，跳出参数数值设置页面，可以在屏幕上点击正常数字设置并 **Enter** 确认，或利用 **←** 和 **→** 调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定，设置 **GPIB** 接口地址。

4.2.7.2 User Setup

操作：见图 4-26

- 触屏点击 **Language** 后参数白框，当框边外加虚框时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择仪器的语言模式。
- 触屏点击 **Back Light** 后参数白框，跳出参数数值设置页面，可以在屏幕上点击正常数字设置并 **Enter** 确认，或利用 **←**和 **→**调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定，表明仪器背景光亮强度。
- 触屏点击 **Power On** 后参数白框，当框边外加虚框时，可以在屏幕右边菜单栏点击选择仪器的开机设置 **Factory** 出厂设置或 **Last Saved** 上一次保存的设置。
- 触屏点击 **Beeper** 后参数白框，参数 **On** 或 **Off** 会随点击进行相互转换，表明是否开启蜂鸣器。

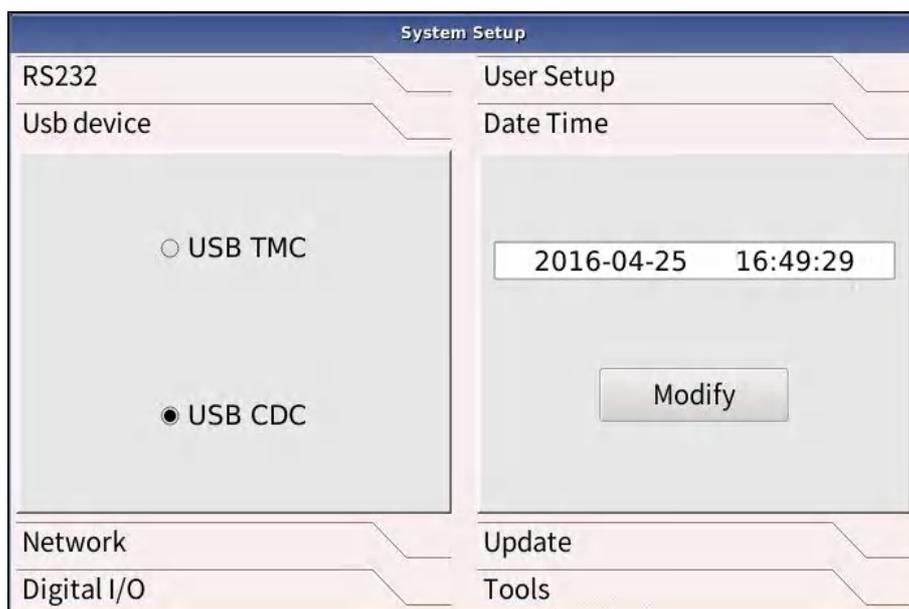


图 4-27 System 设置页面 2

4.2.7.3 USB device

操作：（见图 4-27）触屏点击 USB TMC / USB CDC 前圆框，圆框全黑或全白，全黑选中 USB TMC 表明 USB 接口使用 USBTMC 协议，全黑选中 USB CDC 表明 USB 接口使用 USB 通信设备类

4.2.7.4 Date Time

操作：（见图 4-27）触屏点击 Nodify 可修改其上白框中显示的日期与时间。

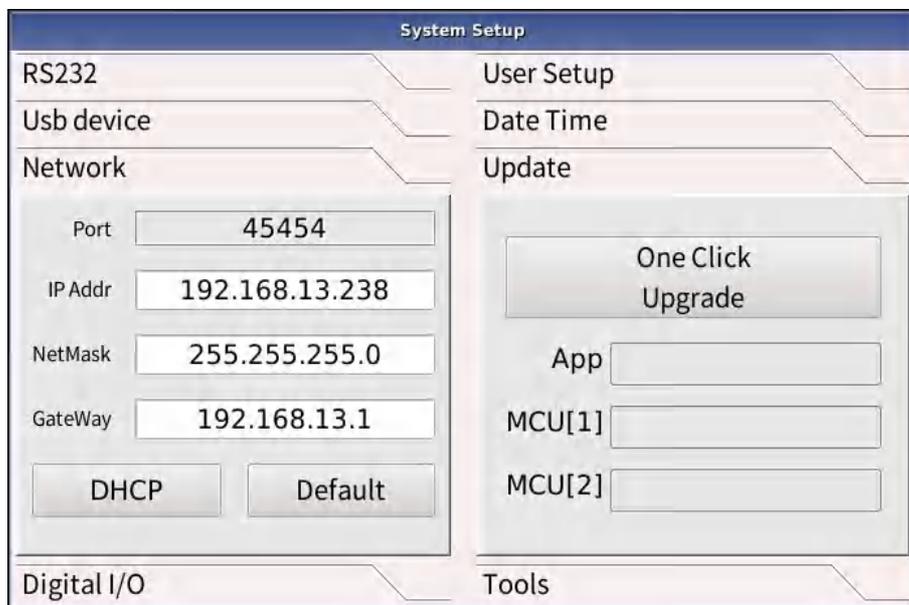


图 4-28 System 设置页面 3

4.2.7.5 Network

操作：（见图 4-28）

- 触屏点击 Port 后参数白框，跳出参数数值设置页面，可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认，设置网络端口号。
- 触屏点击 IP Addr 后参数白框，跳出参数数值设置页面，可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认，设置 IP 地址。
- 触屏点击 NetMask 后参数白框，跳出参数数值设置页面，可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认，设置掩码地址。
- 触屏点击 GateWay 后参数白框，跳出参数数值设置页面，可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认，设置网关地址。
- 触屏点击 DHCP 白框，是否开启动态主机配置协议。
- 触屏点击 Default 白框，开启默认网络配置。

4.2.7.6 Update

操作：（见图 4-28）触屏点击 One Click Upgrade，一键升级。

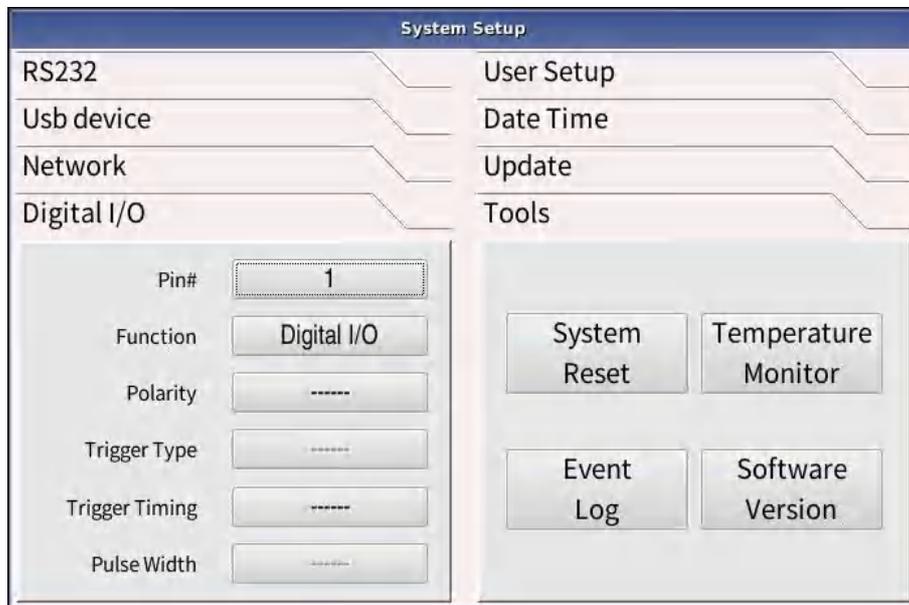


图 4-29 System 设置页面 4

4.2.7.7 Digital I/O

操作：（见图 4-29）

- 触屏点击 Pin 后参数白框，右菜单可选引脚。
- 触屏点击 Function 后参数白框，右菜单可选指定引脚的功能，Digital I/O、Digital In、Trigger Out、Trigger In 或 HV Lamp。
- 触屏点击 Polarity 后参数白框，右菜单可选指定引脚的极性。
- 触屏点击 Trigger Type 后参数白框，右菜单可选触发类型。
- 触屏点击 Trigger timing 后参数白框，右菜单可选定时模式。
- 触屏 Pulse Width 后参数白框，跳出参数数值设置页面，可以在屏幕上点击正常数字设置并 Enter 确认，或利用←和→调整数值上光标所在位数结合旋钮调节后按动旋钮确定，表明设置触发脉冲宽度。

4.2.7.8 Tools

操作：（见图 4-29）

- 触屏点击 System Reset 设置系统重启。
- 触屏点击 Teperature Monitor 显示仪器温度监控。
- 触屏点击 Event Log 显示事件日志。
- 触屏点击 Software Version 显示仪器软件版本。

第 5 章 接口使用说明

本章主要介绍将设备连接到仪器的各接口。

5.1 测量端子

被测设备（简称 DUT）

5.1.1 连接方式

仪器具有电流驱动高端 Hc、电流驱动低端 Lc、电压检测高端 Hp、电压检测低端 Lp 和对应于每测试端的屏蔽端一共四对测试端。

- 二线制连接：只连接 Force 端子，然后打开 Sense 端子。可使用 Force 端子施加和测量 DC 电压或电流。

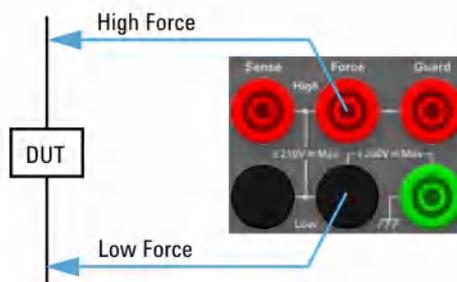


图 5-1 二线制连接

- 四线制连接：同时使用 Force 和 Sense 端子。将 Force 和 Sense 线同时连接到 DUT 的端子可以最大程度地减少由测试引线或电缆的残余电阻造成的测量误差。此连接对于低电阻测量和高电流测量有效。

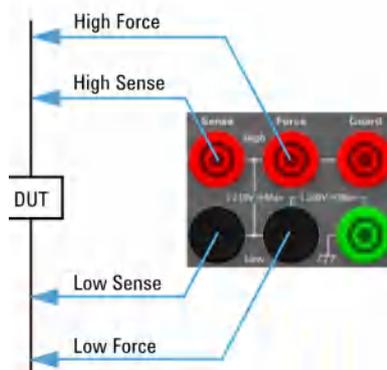


图 5-2 四线制连接

5.1.2 测试引线与夹具

5.1.2.1 待补充

5.1.2.2 保护电路

保护可减少仪器和 DUT 之间的漏电流。图 5-3 显示保护的原理。缓冲区放大器(·1)可使保护导体的电势与强制导体的电势保持相同，这样在强制导体和保护导体之间就不会有电流。因此，由于没有漏电流，仪器测量的电流与 DUT 端子的电流相同。

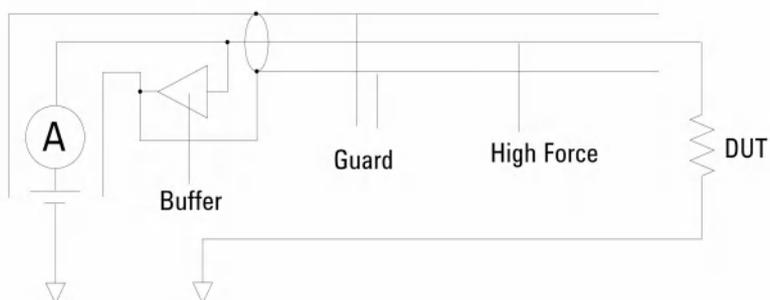


图 5-3 保护电路

5.1.3 注意事项

- 1 预热 60 分钟以上。
- 2 连接合适的测试夹具或测试电缆。
- 3 请勿向测试端施加电压或电流，以免损坏测试仪器。
- 4 在改变连接方式时，要先将通道输出设置关闭确认，并 CH1、CH2 按键灯已关闭，否则会损坏 DUT。

5.2 远程控制 RS232

本仪器可使用 RS232C 串行接口（标配）进行数据通讯和无仪器面板的远程控制。仪器提供丰富的程控命令，通过 RS232C 接口，计算机可实行仪器面板上几乎所有功能操作，接口命令的详见第六章。

5.2.1 RS232C 简介

5.2.1.1 一般标准

目前广泛采用的串行通讯标准是 RS-232 标准，也可以叫作异步串行通讯标准，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。

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（IMB AT 使用 9 芯连接器）。最常用的 RS-232 信号如表所示：

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 信号信息

5.2.1.2 串口与插座

- **最小子集：**同大多数串行口一样，为使串行口通讯最简单而又便宜的方法就是只提供一个最小的子集。

信号	符号	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 本仪器串口最小子集

※**注意：**本仪器的串行口引脚定义与标准 9 芯 RS232C 的连接器的引脚定义基本相同。

- **插座：**本仪器的 RS232C 连接器使用 9 芯针式 DB 型插座，引脚顺序如下图所示：

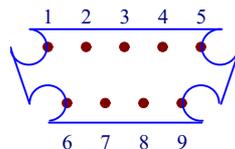


图 5-4 DB 型插座

※注意：为避免电气冲击，插拔连接器时，应先关掉电源。

※注意：请勿随意短接输出端或与机壳短接，以免损坏器件。

5.2.2 与计算机通讯

- 仪器与计算机连接如图所示：

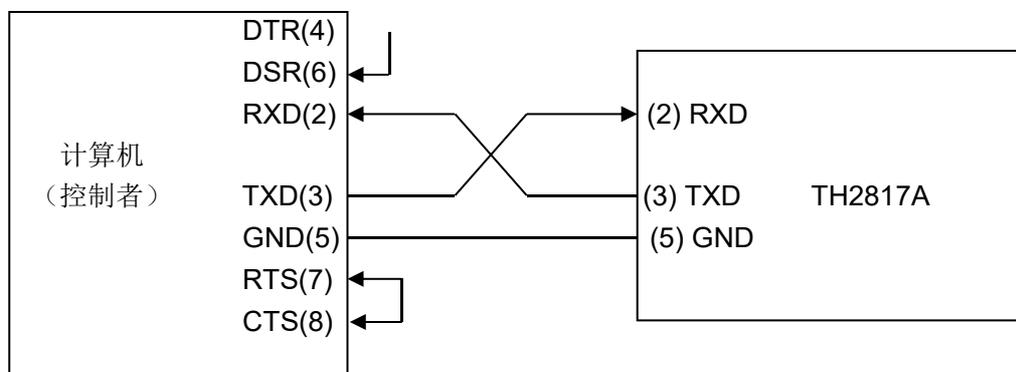


图 5-5 仪器与电脑连接方式

由上图可以看到，本仪器的引脚定义与 IMB AT 兼容机使用的 9 芯连接器串行接口引脚定义相同。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）或从同惠购买到计算机与仪器间的串行接口电缆线或直接购买标准的 DB9 芯电缆线。

自制连接电缆时，注意应在计算机连接器上将 4、6 脚短接，7、8 脚短接。

- 通过串行口与计算机通讯时，应首先设置仪器的总线方式，详见 4.2.7 系统设置页面的 RS232 设置。
- 串行口主要参数见表 5-3：

传输方式	含起始位和停止位的全双工异步通讯
波特率 (bps)	4800 / 9600 / 19200 / 38400 / 115200
数据位	8 BIT
停止位	1 BIT
校验	无
结束符	NL (换行符, ASCII 代码 10)
联络方式	软件联络
连接器	DB9 芯

表 5-3 串口主要参数

■ 软件协议

由于在 RS232 接口上不使用硬件通讯联络, 为减小通讯中可能的数据丢失或数据错误的现象, 本仪器采用字符回送的方式进行软件联络。编制计算机通讯软件时请参考下述内容:

- 命令串语法及格式在第六章“命令参考”中叙述。
- 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, 仪器在收到结束符后开始执行命令串。
- 仪器每接受到一个字符后, 立即将该字符回送给主机, 主机应在接收到这个回送字符后再继续发下一个字符。如接受不到回送字符, 可能因素有:
 - (1) 串行口连接故障。
 - (2) 检查仪器是否已打开 RS232 口功能, 且 TALK ONLY 未打开。
 - (3) 仪器正在执行总线命令, 暂时不能响应串行接受。此时, 上一发送字符被仪器忽略。
 - (4) 略, 如果要保证命令串的完整, 主机应该重发未回送的字符。
- 本仪器仅在下面两种情况下向主机发送信息:
 - (1) 正常接收到主机的命令字符, 以该字符回送。
 - (2) 执行查询命令, 向主机发送查询结果。
- 仪器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。

- 查询结果以 ASCII 码字符串送出，以 NL（即换行符，ASCII 代码 10）为结束符。
- 仪器发送查询结果时，是连续发送的（间隔约 1ms），主机应处于接受数据状态，否则可能造成数据的丢失。
- 主机产生查询后，要保证读空查询结果（接受到 NL 表示结束），以避免查询与回送间的冲突；同样主机在读取查询结果前，也应读空回送字符。
- 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。
- 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，若在 WINDOWS 下运行，则可能会因对串行口的管理方式不一样而产生错误

5.3 Handler 接口使用说明

5.3.1 基本信息

本仪器向用户提供了功能强大的 Handler 接口，它是 D-sub25 针母接头，该接口主要用于：

- 触发输入
- 触发输出
- 数字信号输入/ 输出
- 数字信号输入
- 测试开始 (SOT) 输入（用于组件处理程序）
- 忙状态输出（用于组件处理程序）
- 测试结束(EOT)输出（用于组件处理程序）
- 联锁控制
- 高电压状态输出（与数字信号输入/ 输出 DIO 14 共享）

※注意:有关 Handler 引脚的使用参照 4.2.3.4 限值测试与 4.2.7.7 Digital I/O 的系统设置。

5.3.1.1 引脚分配

说明	引脚号		说明
+5V ^a	25	13	位 13
联锁控制 ^b	24	12	位 12
+5V ^a	23	11	位 11
+5V ^a	22	10	位 10
GND	21	9	位 9
GND	20	8	位 8
GND	19	7	位 7
GND	18	6	位 6
GND	17	5	位 5
联锁控制 ^c	16	4	位 4
GND	15	3	位 3
位 14 或高电压 状态	14	2	位 2
		1	位 1

表 5-4 Handler 引脚分配

※注意: 上标

- a: 电流限值 600mA。
- b: 用于正逻辑, 已连接到负逻辑的针 25。
- c: 用于负逻辑, 已连接到正逻辑的针 17。

5.3.1.2 内部电路

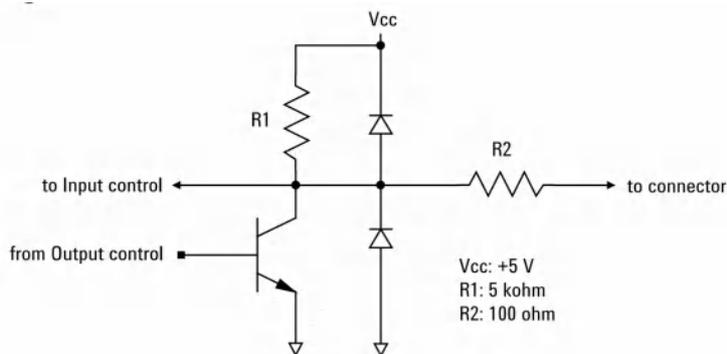


图 5-6 Handler 内部电路

在内部连接到 Handler 连接器的每个针脚的输入/输出电路。

5.3.1 连锁电路

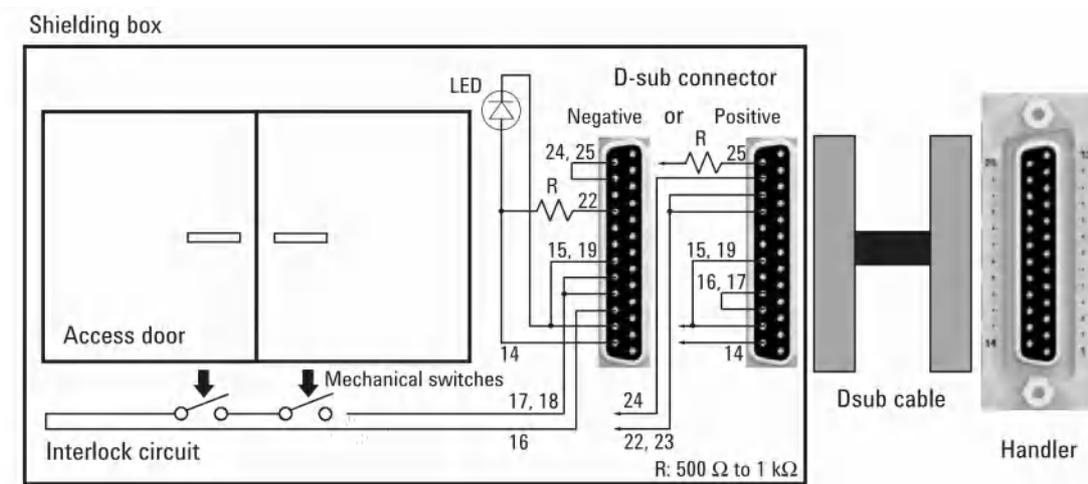


图 5-7 连锁电路

连锁功能设计为防止用户在接触测量端子时发生电击。如果 interlock 端子已打开，则最大输出限制为±42 V。

要执行超过±42 V 的高电压测量，请将 interlock 端子连接到测试夹具或屏蔽盒的连锁电路。连锁电路必须有一个 LED 和两个机械开关安装在屏蔽盒开门附近。它们必须连接在一起。

连锁功能的工作原理如下所述。

- 连锁端子打开时，最大输出限制为±42V。

- 联锁端子闭合时，源通道可应用其最大输出值。
- 联锁端子在超过 $\pm 42\text{V}$ 的高电压条件下断开时，输出电压立即设置为 0V 。

※注意：如果实际输出值没有在 120 msec 内设置为 0V ，仪器将自动执行初始化。然后执行自检，通道可能有错误。

※注意：当联锁电路关闭时 High Force、High Sense 和 Guard 端子上可能存在高达 $\pm 210\text{ V}$ 的危险电压。为了防止发生电击，请勿将这些线暴露在外。

※注意：当源/测量端子可接触或打开时，打开联锁端子，SMU 便无法施加危险电压。

第 6 章 命令参考

6.1 命令结构

仪器命令为 SCPI(可编程仪器标准命令)命令,且命令集的使用总体上做了精简,主要包含以下 10 个子集 DISPLAY、FORMat、FETCh、MEASure、OUTPut、READ、SENSE、SOURce、SYSTem、TRIGge。SCPI 命令是树状结构的,是多层结构,在这里最高层称为子系统命令,如下图 7-1 命令树例子。

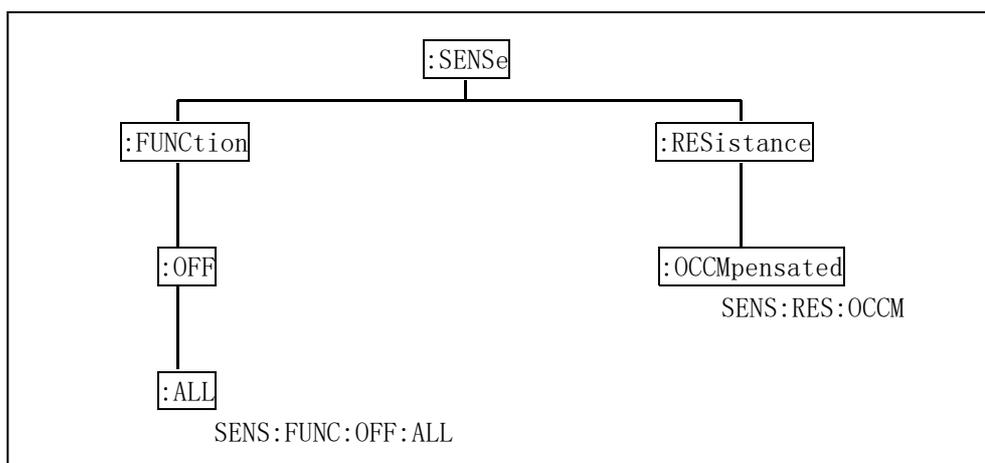


图 6-1 命令树层次

6.1.1 结构规则

- 忽略大小写;

例: :SENS1:RES:OCCM ON 等同于:sens1:res:occm on 等同于:SENS1:Res:OCCm On。

- 空格用以分隔命令和命令的参数,空格前为命令,空格后为该命令对应的参数;

例: :SENS1:RES:OCCM ON 中, OCCM 是命令, ON 是其参数。

- 有些命令没有参数;

例: :SENS1:FUNC:OFF:ALL 禁用所有测量功能。

- 空格(表示空格)不能放在冒号的前后;

例: 错误空格的写法:SENS1_ _RES:OCCM ON, 正确空格写法:SENS1:RES:OCCM ON。

- 命令可以缩写，也可以全部拼写(在之后的命令叙述中，缩写以大写字母给出)；

例：缩写的形式:**SENS1:RES:OCCM ON** 相当于全部拼写的形式:**SENSe1:RESistance:OCCMpensated ON**。

- 命令后紧跟一个问号(?)执行一次对应于该命令的查询。

例：**:SENSe1:RES:OCCM?** 命令就是:**SENSe1:RES:OCCM** 命令的查询。

6.1.2 多重命令

分号(;)用来分隔同一命令行上的多重命令，下面是多重命令规则：

- 在一个多重命令行上，使用分号(;)来分隔同一子系统命令下的同层命令；

例：**:SENS1:RES:OCCM ON;MODE AUTO**

上例中 **OCCM ON** 和 **MODE AUTO** 是同层次命令,即都是 **RES** 下的子命令。

- 分号(;)作为分隔符，后面紧跟一个冒号(:)，表示从命令树的最高层重新开始命令。

例：**:SENS:RES:OCCM ON;;SENS:FUNC:OFF:ALL**

- 公用命令可以插在命令行的前面、中间或最后，以分号分隔，不影响命令行的层次关系。

例：***trg;;SENS1:RES:OCCM ON;MODE AUTO**

:SENS1:RES:OCCM ON;*trg;MODE AUTO

:SENS1:RES:OCCM ON;MODE AUTO;*trg

这里 **OCCM ON** 和 **MODE AUTO** 是同层次命令,即都是“**RES**”下的子命令,不会因为公用命令***trg**的插入影响两个命令的层次关系。

※注意：命令句式中的所有标点都为英文标点。

6.1.3 缩写规则

- 如果完整命令或参数（以后称长格式）的字符数小于 4（含 4 个字符），则缩写和长格式是一样的；

- 长格式字符数大于 4 时：
 - 如第四个字符是元音，则缩写取前 3 个字符；
 - 如第四个字符不是元音，则缩写取前 4 个字符。

例：MODE 缩写为 MODe；TRIGger 缩写为 TRIG；LEVeI 缩写为 LEV。

- 有些命令或参数的描述是由两个以上单词组成的，其长格式是取用第一个单词的首字符和最后一个单词的全部，再从长格式中取用缩写格式。

例如百分比公差（Percent TOLerance）的长格式为 PTOLerance，缩写为 PTOL。

※注意：本仪器在命令的处理中并不区分大小写，包括单位在内。

6.2 符号约定与定义

6.2.1 符号

- 命令中所用到的语法符号：

： 冒号是命令的层次，表示进入命令的下一层

； 分号表示开始多重命令

* 星号后的命令是公用命令

? 问号表示查询

， 逗号是多参数的分隔符

空格是命令和参数的分隔符

“ ” 引号内是被原样引用的内容，命令分析程序不对其做任何加工

- 在命令解释中可能使用的符号：

NR1 : 整数，例如：123

NR2 : 定点数，例如：12.3

NR3 : 浮点数，例如：12.3E+5

NRf: 包含 NR1、NR2、NR3

Bool: 可以是 1 或 0, 也可以等于 ON 或 OFF

SPD: 字符串程序数据, 用单或双引号括起来的字符串参数

CPD: 字符程序数据, 程序离散参数, 接受短格式与长格式

SRD: 字符串响应数据, 用单或双引号括起来的字符串参数

CRD: 字符响应数据, 返回离散数据, 仅返回缩写形式

Expr: 频道列表、组列表或数学表达式

NL: 换行符, 整数 10, 是字符串输入输出的结束符

< > 尖括号包含的字符表示程序代码参数, 但包含几个可选参数时只任选其一

[] 方括号表示包含的项目是可选也可不选的

{ } 大括号表示可选用多个参数

6.2.2 后缀数字

[c]: c 为整数 1 和 2, 分别指定通道 1 和通道 2

[d]: d 为整数 1 和 2, 分别指定前面板显示屏显示区域的上半部分和下半部分

[h]: h 为 1~100 之间整数, 用于指定程序记忆中使用的变量

[m]: m 为 1~12 之间整数, 用于指定极限测试

[n]: n 为 1~14 之间整数, 用于指定数字 I/O 引脚

※注意: 省略数字后缀相当于数字为 1 的结果。

6.2.3 频道列表参数

符号(@1)指定包含通道 1 的通道列表

符号(@2)指定包含通道 2 的通道列表

符号(@1,2)指定包含通道 1 和 2 的通道列表

符号(@1:2)指定包含通道 1 到 2 的通道列表

符号(@2,,1)指定包含通道 2 和 1 的通道列表

符号(@2:1)指定包含通道 2 到 1 的通道列表

6.3 数据输出格式

数据包含由:FORM:ELEM:SENS 和:FORM:ELEM:CALC 命令指定的所有元素，其中可用元素是电压测量数据、电流测量数据、电阻测量数据、计算结果数据、时间数据、状态数据和源输出设置数据。一个终止符<NL>（0x0a，1 个字节）附加到每个数据的末尾。

- ASCII 数据格式：由:FORMat[:DATA] ASCII 命令设置，返回结果以逗号分隔，且其中有三种特殊数据

- +9.910000E+37 表示“不是数字”
- +9.900000E+37 表示正无穷大
- -9.900000E+37 表示负无穷小

例：数据包含 3 个元素，仪器以以下的形式将返回发送数据
+1.000001E-06,+1.000002E-06,+9.999999E-07<NL>

- IEEE-754 单精度格式：由:FORMat[:DATA] REAL,32 命令设置，4 字节的数据块#<字节长度的位数><字节长度><字节>...<字节><终止符>。每个数据元素使用一个 4 字节数据，且有其中有三种特殊数据

- NAN 表示“不是数字”
- +infinity 表示正无穷大
- -infinity 表示负无穷小

- IEEE-754 双精度格式：由:FORMat[:DATA] REAL,64 命令设置，8 字节的数据块#<字节长度的位数><字节长度><字节>...<字节><终止符>。每个数据元素使用一个 8 字节数据，且有其中有三种特殊数据

- NAN 表示“不是数字”
- +infinity 表示正无穷大
- -infinity 表示负无穷小

6.4 命令参考

仪器支持如下子系统命令：

●DISPlay ●FORMat ●FETCh ●MEASure
 ●OUTPut ●READ ●SENSe ●SOURce
 ●SYStem ●TRIGger

仪器支持如下公用命令：

●*RST ●*TRG ●*IDN ●*OPC

在此后的命令叙述里，每一个子系统命令的解释都给出如下内容：

- 1 子系统命令名、命令树及其层次结构
- 2 每一个命令（包括子命令）的全名及其缩写（以大写表示）
- 3 子命令的具体描述
- 4 命令的语法及符合语法规则的命令具体内容
- 5 查询语法及符合语法规则的命令具体内容
- 6 查询返回内容

6.4.1 DISPlay 子系统命令

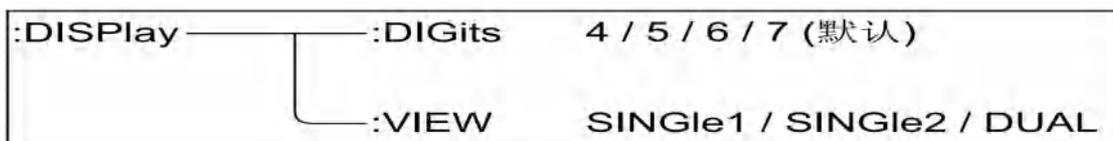


图 6-2 DISPlay 子系统命令树

6.4.1.1 :DISPlay:DIGits

此命令设置前面板显示屏数据的显示分辨率。

设置语句：:DISPlay:DIGits <digits>

设置内容：<digits> value（4~7，默认值为7），参数数据类型为NR1。

具体设置:

:DISPlay:DIGits 4 3¹/₂位分辨率
:DISPlay:DIGits 5 4¹/₂位分辨率
:DISPlay:DIGits 6 5¹/₂位分辨率
:DISPlay:DIGits 7 6¹/₂位分辨率

查询语句: :DISPlay:DIGits?

查询响应: <digits> <NL>

具体响应: <digits> 返回显示分辨率的当前设置 4、5、6 或 7，返回数据类型为 NR1。

6.4.1.2 :DISPlay:VIEW

此命令是设置显示模式。

设置语句: :DISPlay:VIEW <mode>

设置内容: <mode> SINGLE1 / SINGLE2 / DUAL，参数数据类型 CPD。

具体设置:

:DISPlay:VIEW SINGLE1 设置通道 1 显示模式（是 1 通道型仪器的默认设置）。

:DISPlay:VIEW SINGLE2 设置通道 2 显示模式（仅适用于 2 通道型仪器）。

:DISPlay:VIEW DUAL 设置通道 1 和 2 显示模式（仅适用于 2 通道型仪器，是 2 通道型号仪器的默认设置）。

查询语句: :DISPlay:VIEW?

查询响应: <mode> <NL>

具体响应: <mode> 返回显示模式的当前设置 SING1、SING2 或 DUAL，响应数据类型为 CRD。

6.4.2 FORMat 子系统命令

```
:FORMat —:ELEMents —:SENSe  VOLTage / CURRent / RESistance / TIME
```

图 6-3 FORMat 子系统命令树

6.4.2.1 :FORMat:ELEMents:SENSe

此命令是指定测量结果数据中包含的元素，且这些元素由以下的命令返回。

● FETCh?

● MEASure?

设置语句: :FORMat:ELEMents:SENSe <type{,type}>

设置内容: <type> VOLTage / CURRent / RESistance / TIME，参数数据类型为 CPD。

※注意: 设置的元素顺序具有排他性，按照 VOLT、CURR、RES、TIME 的顺序。如果某些元素未选，其余元素仍按顺序设置为参数。

查询语句: :FORMat:ELEMents:SENSe?

查询响应: <format> <NL>

具体响应: <format> 返回当前指定的元素 VOLTage、CURRent、RESistance 或 TIME，多个响应以逗号分隔，响应数据类型为 CRD。

6.4.3 FETCh 子系统命令

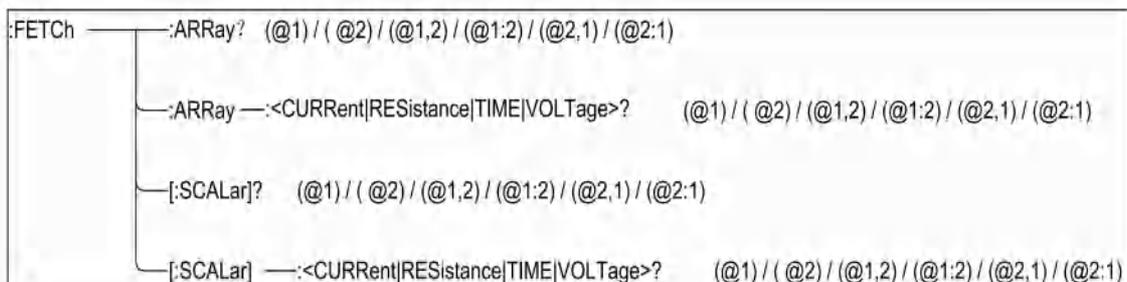


图 6-4 FETCh 子系统命令树

6.4.3.1 :FETCh:ARRay?

此命令返回由:FORMat:ELEMents:SENSe 命令指定的所有电压测量数据、电流测量数据、电阻测量数据、时间数据、状态数据或源输出设置数据组成的数组，且该数据不会在执行以下命令前清除:INITiate 或:MEASure。

查询语句: :FETCh:ARRay? [chanlist]

查询内容: [chanlist] 频道列表(@1) (默认) / (@2) / (@1,2) / (@1:2) / (@2,1) / (@2:1), 参数数据类型为 Expr。

查询响应: <response> <NL>

具体响应: <response> 返回:FORMat:ELEMents:SENSe 命令指定的数组数据, 响应数据类型 NR3, 具体参阅 8.3 数据输出格式。

例: ch1curr1,ch1sour1,ch2curr1,ch2sour1,ch1curr2,ch1sour2,
ch2curr2,ch2sour2,ch1curr5,ch1sour5,ch2curr5,ch2sour5,
ch1curr6,ch1sour6,+9.910000E+37,+9.910000E+37,
ch1curr10,ch1sour10,+9.910000E+37,+9.910000E+37

上述示例显示的数据包含 1 通道 10 步扫描测量的电流测量数据 (ch1currN) 与源数据 (ch1sourN), 以及 2 通道 5 步扫描测量的电流测量数据 (ch2currN) 与源数据 (ch2sourN)。

※注意: 如果测量功能未开启或者数据不存在, 则返回 +9.910000E+37 (ASCII) 或 NaN (IEEE-754), 该返回内容表示没有数据。

6.4.3.2 :FETCh:ARRay:<CURRent|RESistance|TIME|VOLTage>?

此命令返回由 CURRent、RESistance、TIME 或 VOLTage 指定的数据, 且该数据不会在执行以下命令前清除:INITiate 或:MEASure。

查询语句: :FETCh:ARRay:<CURRent|RESistance|TIME|VOLTage>? [chanlist]

查询内容: [chanlist] 频道列表(@1) (默认) / (@2) / (@1,2) / (@1:2) / (@2,1) / (@2:1), 参数数据类型为 Expr。

查询响应: <response> <NL>

具体响应: <response> 返回由 CURRent、RESistance、TIME 或 VOLTage 指定的数组数据。响应数据类型 NR3, 具体参阅 8.3 数据输出格式。

例: ch1curr1,ch2curr1,ch1curr2,ch2curr2,

ch1curr5,ch2curr5,ch1curr6,+9.910000E+37,

ch1curr10,+9.910000E+37

上述示例显示的数据包含 1 通道 10 步扫描测量的电流测量数据 (ch1currN), 以及 2 通道 5 步扫描测量的电流测量数据 (ch2currN)。

※注意: 如果测量功能未开启或者数据不存在, 则返回 +9.910000E+37 (ASCII) 或 NaN (IEEE-754), 该返回内容表示没有数据。

6.4.3.3 :FETCh[:SCALar]?

此命令返回由:FORMat:ELEMents:SENSe 命令指定的最新的所有电压测量数据、电流测量数据、电阻测量数据、时间数据、状态数据或源输出设置数据组成的数组, 且该数据不会在执行以下命令前清除:INITiate 或:MEASure。

查询语句: :FETCh[:SCALar]? [chanlist]

查询内容: [chanlist] 频道列表(@1) (默认) / (@2) / (@1,2) / (@1:2) / (@2,1) / (@2:1), 参数数据类型为 Expr。

查询响应: <response> <NL>

具体响应: <response> 返回由:FORMat:ELEMents:SENSe 命令指定的最新数据。响应数据类型 NR3, 具体参阅 8.3 数据输出格式。

例: ch1curr10,ch1sour10,ch2curr5,ch2sour5

上述示例显示的数据包含 1 通道 10 步扫描测量的最新的电流测量数据（ch1currN）与最新的源数据（ch1sourN），以及 2 通道 5 步扫描测量的最新的电流测量数据（ch2currN）与最新的源数据（ch2sourN）。

※注意：如果测量功能未开启或者数据不存在，则返回 +9.910000E+37 (ASCII) 或 NaN (IEEE-754)，该返回内容表示没有数据。

6.4.3.4 :FETCh[:SCALAr]:<CURRent|RESistance|TIME|VOLTage>?

此命令返回由 CURRent、RESistance、TIME 或 VOLTage 指定的最新数据，该数据不会在执行以下命令前清除 :INITiate 或 :MEASure。

查询语句：:FETCh[:SCALAr]:<CURRent|RESistance|TIME|VOLTage>? [chanlist]

查询内容：[chanlist] 频道列表(@1)（默认）/ (@2) / (@1,2) / (@1:2) / (@2,1) / (@2:1)，参数数据类型为 Expr。

查询响应：<response> <NL>

具体响应：<response> 返回由 CURRent、RESistance、TIME 或 VOLTage 指定的最新数据。响应数据类型 NR3，具体参阅 8.3 数据输出格式。

例：ch1curr10,ch2curr5

上述示例显示的数据包含 1 通道 10 步扫描测量的最新的电流测量数据（ch1currN），以及 2 通道 5 步扫描测量的最新的电流测量数据（ch2currN）。

※注意：如果测量功能未开启或者数据不存在，则返回 +9.910000E+37 (ASCII) 或 NaN (IEEE-754)，该返回内容表示没有数据。

查询内容: [chanlist] 频道列表(@1) (默认) / (@2) / (@1,2) / (@1:2) / (@2,1) / (@2:1), 参数数据类型为 Expr。

查询响应: <response> <NL>

具体响应: <response> 返回当前测量数据, 响应数据类型 NR3, 具体参阅 8.3 数据输出格式。

例: ch1curr,ch2curr

上述示例显示的数据包含 1 通道的当前电流测量数据以及 2 通道的当前电流测量数据。

※注意: 如果测量功能未开启或者数据不存在, 则返回 +9.910000E+37 (ASCII) 或 NaN (IEEE-754), 该返回内容表示没有数据。

6.4.5 OUTPut 子系统命令

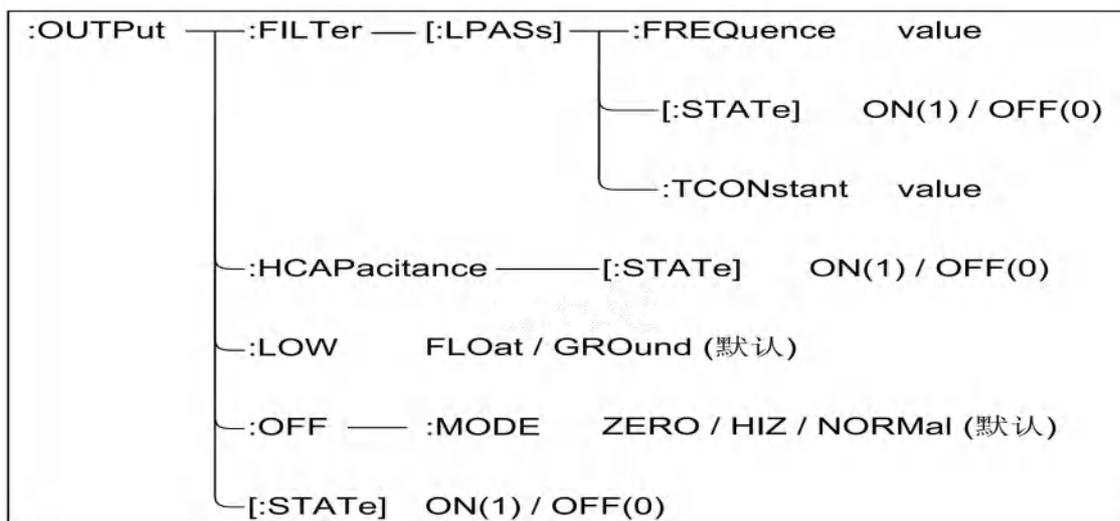


图 6-6 OUTPut 子系统命令树

6.4.5.1 :OUTPut:FILTer[::LPASs]:FREQuency

此命令是设置输出滤波器的截止频率。

设置语句: :OUTPut[c]:FILTer[::LPASs]:FREQuency <frequency>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2。但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <frequency> value(31.830Hz ~ +31.831kHz) ,
value 设置为数字, 以 Hz 为单位但单位不设置在命令语句中, 参数数据类型为 NRf。

查询语句: :OUTPut[c]:FILTer[:LPASs]:FREQuency?

查询响应: <frequency> <NL>

具体响应: <frequency> 返回当前设置截止频率的值, 响应数据类型为 NR3。

※注意: 如果使用了:OUTPut:FILTer[:LPASs]:TCONstant 命令设置了时间常数, 则截止频率可以由以下公式可得。且最新的命令设置对时间常数与截止频率都有效。

$$\text{frequency} = 1/(2 * \Pi * \text{time_constant})$$

6.4.5.2 :OUTPut:FILTer[:LPASs][:STATe]

此命令是启用或禁用输出滤波器。

设置语句: :OUTPut[c]:FILTer[:LPASs][:STATe] <mode>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当[c]不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <mode> 1 / ON (默认) / 0 / OFF, 参数数据类型为 Bool。

查询语句: :OUTPut[c]:FILTer[:LPASs][:STATe]?

查询响应: <mode> <NL>

具体响应: <mode> 返回输出滤波器的当前状态 0 或 1, 响应数据类型为 NR1。

6.4.5.3 :OUTPut:FILTer[:LPASs]:TCONstant

此命令是设置输出滤波器的时间常数。

设置语句: :OUTPut[c]:FILTer[:LPASs]:TCONstant <time_constant>

※注意：c 是 1 或 2，分别代表通道 1 或通道 2，但当[c]不选用时，默认为通道 1。

设置内容: <time_constant> value (5us~5ms)，value 设置为数字，以 s 为单位但单位不设置在命令语句中，参数数据类型为 NR3。

查询语句: :OUTPut[c]:FILTer[:LPASs]:TCONstant?

查询响应: <time_constant> <NL>

具体响应：<time_constant> 返回当前时间常数的值，响应数据类型为 NR3。

※注意：如果使用了:OUTPut:FILTer[:LPASs]:FREQuency 命令设置了截止频率，则时间常数可以由以下公式可得。且最新的命令设置对时间常数与截止频率都有效。

$$\text{time_constant} = 1 / (2 * \Pi * \text{frequency})$$

6.4.5.4 :OUTPut:HCAPacitance[:STATe]

此命令是启用或禁用高电容模式，且高电容模式对高容性 DUT 有效。

设置语句: :OUTPut[c]:HCAPacitance[:STATe] <mode>

※注意：c 是 1 或 2，分别代表通道 1 或通道 2，但当[c]不选用时，默认为通道 1。

设置内容: <mode> 1 / ON / 0 / OFF (默认)，参数数据类型为 Bool。

查询语句: :OUTPut[c]:HCAPacitance[:STATe]?

查询响应: <mode> <NL>

具体响应：<mode> 返回高电容模式的当前状态 0 或 1，响应数据类型为 NR1。

6.4.5.5 :OUTPut:LOW

此命令是设置低端的状态。在此命令执行前，必须通过 **OUTPut[:STATe]**命令关闭源输出，否则会产生错误。

设置语句: :OUTPut[c]:LOW <low_state>

※注意：c 是 1 或 2，分别代表通道 1 或通道 2，但当[c]不选用时，默认为通道 1。

设置内容: <low_state> FLOat|GROund（默认），参数数据类型为 CPD。

查询语句: OUTPut[c]:LOW?

查询响应: <low_state> <NL>

具体响应：<low_state> 返回低端的当前状态 FLOat 或 GROund，响应数据类型为 CRD。

6.4.5.6 :OUTPut:OFF:MODE

此命令是设置源输出禁用后的源模式。

设置语句: :OUTPut[c]:OFF:MODE <mode>

※注意：c 是 1 或 2，分别代表通道 1 或通道 2，但当[c]不选用时，默认为通道 1。

设置内容: <mode> ZERO / HIZ / NORMal(默认)。参数数据类型为 CPD。

※注意：ZERO / HIZ / NORMal 模式具体设置如下

■ ZERO 模式设置:

- 源功能: 电压源
- 输出电压: 0V
- 电流合规性: 100uA（在 100uA 范围内）

- HIZ 模式设置：
 - 输出继电器：关闭（开路或断开）
 - 如果电压施加 40V 或者更低的电压，则不会更改电压源设置。
 - 如果源使用 100mA 范围或者更低的电流，则不会更改电流源设置。
- NORMal 模式设置：
 - 源功能：电压源
 - 输出电压：0V
 - 电流合规性：100uA（在 100uA 范围内）
 - 输出继电器：关闭（开路或断开）

※注意：此命令设置不适合用于过压/过流保护、联锁开路、过温保护等紧急情况触发的输出关闭。如果是紧急情况触发的输出关闭，应立即将输出电压设置为 0V 且将输出开关设置为关闭。

查询语句：:OUTPut[c]:OFF:MODE?

查询响应：<mode> <NL>

具体响应：<mode> 返回输出禁用后源的当前模式 ZERO、HIZ 或 NORMal，响应数据类型为 CRD。

6.4.5.7 :OUTPut[:STATe]

此命令是设置启用或者禁用源输出。

设置语句：:OUTPut[c][:STATe] <mode>

※注意：c 是 1 或 2，分别代表通道 1 或通道 2，但当 [c] 不选用时，默认为通道 1。

设置内容：<mode> 1 / ON / 0 / OFF（默认），参数数据类型为 Bool。

查询语句：:OUTPut[c][:STATe]?

查询响应: <mode> <NL>

具体响应: <mode> 返回源输出的当前状态 0 或 1, 响应数据类型为 NR1。

6.4.6 SENSE 子系统命令

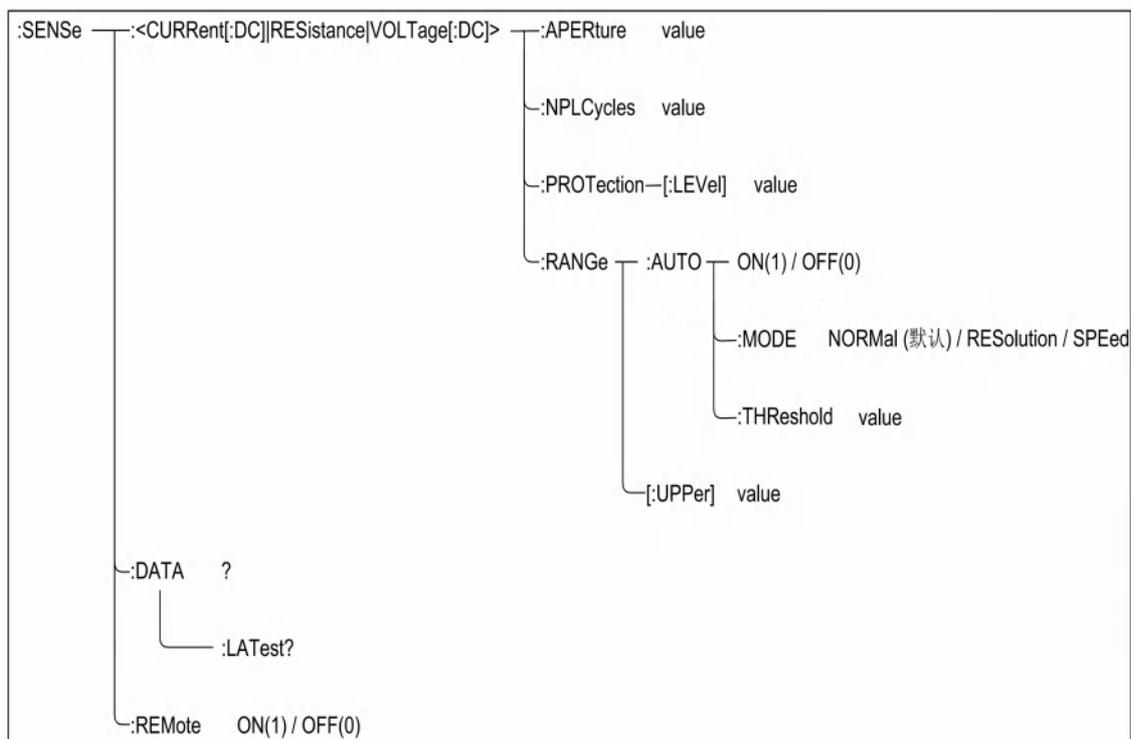


图 6-7 SENSE 子系统命令树

6.4.6.1 :SENSe:<CURRENT[:DC]|RESistance|VOLTage[:DC]>:APERture

此命令是设置单次测量的孔径时间。

设置语句: :SENSe[c]:<CURRENT[:DC]|RESistance|VOLTage[:DC]>:APERture <time>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <time> value (1E-6s~2s) (默认值为 0.1PLC), value 设置为数字, 以 s 为单位但单位不设置在命令语句中, 参数数据类型 NRf。

※注意: 如果通过以下的命令设置了电源线周期数

(NPLC):SENSE:<CURRENT[:DC]|RESistance|VOLTage[:DC]>:NPLCycles, 则单次测量的孔径时间可以由以下公式可得, 公式中 power line frequency 是指电源线频率。且最新的命令设置对整合时间与电源线周期数都有效。

$$\text{time} = \text{nplc} / \text{power line frequency}$$

查询语句: :SENSE[c]:<CURRENT[:DC]|RESistance|VOLTage[:DC]>:APERTure?

查询响应: <time> <NL>

具体响应: <time> 返回当前设置单次测量孔径时间的值, 响应数据类型为 NRf。

6.4.6.2 :SENSE:<CURRENT[:DC]|RESistance|VOLTage[:DC]>:NPLCycle

S

此命令是设置电源线周期数值 (NPLC)。

设置语句: :SENSE[c]:<CURRENT[:DC]|RESistance|VOLTage[:DC]>:NPLCycles <nplc>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <nplc> value (5E-5~200) (默认值为 0.1PLC), 参数数据类型为 NRf。

查询语句: :SENSE[c]:<CURRENT[:DC]|RESistance|VOLTage[:DC]>:NPLCycles?

查询响应: <nplc> <NL>

具体响应: <nplc> 返回当前设置的电源线周期数, 响应数据类型 NRf。

6.4.6.3 :SENSE:<CURRENT[:DC]|VOLTage[:DC]>:PROTection[:LEVel]

此命令是设置指定通道的合规值。

设置语句: :SENSE[c]:<CURRENT[:DC]|VOLTage[:DC]>:PROTection[:LEVel] <compliance>

※注意：c 是 1 或 2，分别代表通道 1 或通道 2，但当[c]不选用时，默认为通道 1。

设置内容：<compliance> value（有效值从通道的最小测量值到最大测量值，参见表 2-5）（默认值为 100uA 或 2V），value 设置为数字，电流以 A 为单位，电压以 V 为单位，但单位不设置在命令语句中，参数数据类型为 NRf。

查询语句：:SENSe[c]:<CURRent[:DC]|VOLTage[:DC]>:PROTection[:LEVel]? [compliance]

查询响应：<compliance> <NL>

具体响应：<compliance> 返回当前设置合规值。响应数据类型为 NRf。

6.4.6.4 :SENSe:<CURRent[:DC]|RESistance|VOLTage[:DC]>:RANGe:AUTO

此命令是启用或禁用指定测量通道的自动设置测量量程功能。

设置语句：

:SENSe[c]:<CURRent[:DC]|RESistance|VOLTage[:DC]>:RANGe:AUTO <mode>

※注意：c 是 1 或 2，分别代表通道 1 或通道 2，但当[c]不选用时，默认为通道 1。

设置内容：<mode> 1 / ON（默认）/ 0 / OFF，参数数据类型 Bool。

- mode 为 0 或 OFF，表明禁用自动设置测量量程功能，则用 :SENSe:<CURRent[:DC]|RESistance|VOLTage[:DC]>:RANGe:UPPer]命令设置的量程进行测量。
- mode 为 1 或 ON，表明启用自动设置测量量程功能，会自动设置为测量提供最佳分辨率的量程。

查询语句：:SENSe[c]:<CURRent[:DC]|RESistance|VOLTage[:DC]>:RANGe:AUTO?

查询响应：<mode> <NL>

具体响应: <mode> 返回自动设置测量量程功能的当前状态 0 或 1, 响应数据类型为 NR1。

6.4.6.5 :SENSe:<CURRent[:DC]|VOLTage[:DC]>:RANGe:AUTO:MODE

此命令是选择自动设置测量量程操作的模式。该命令设置只在自动设置测量量程功能启用的情况下有效。

设置语句: :SENSe[c]:<CURRent[:DC]|VOLTage[:DC]>:RANGe:AUTO:MODE <mode>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <mode> NORMal (默认) / RESolution / SPEed, 参数数据类型为 CPD。

- mode 为 NORMal, 表明支持基本操作与向下变化操作
- mode 为 RESolution, 表明支持基本操作与向上变化操作
- mode 为 SPEed, 表明支持基本操作与向上和向下变化操作

※注意: 以上设置中基本操作、向上变化操作以及向下变化操作具体内容如下:

- 基本操作: 通道自动为执行测量提供最佳分辨率的量程。
- 向上变化操作:
 - 如果测量数据 \geq value1, 则在测量后量程向上移动。
 - $\text{value1} = \text{measurement range} * \text{rate} / 100$
- 向下变化操作:
 - 如果测量数据 \leq value2, 则在测量后量程向下移动。
 - $\text{value2} = \text{measurement range} * \text{rate} / 1000$

※注意: 在上述语句中, rate 的值是通过以下的命令设置的, measurement range 是测量量程的当前设置。

SENSe:<CURRent[:DC]|VOLTage[:DC]>:RANGe:AUTO:THReshold

查询语句: :SENSe[c]:<CURRent[:DC]|VOLTage[:DC]>:RANGe:AUTO:MODE?

查询响应: <mode> <NL>

具体响应: <mode> 返回自动设置测量量程的模式的当前设置 NORMAL、RESolution 或 SPEed, 响应数据类型为 CRD。

6.4.6.6 :SENSe:<CURRent[:DC]|VOLTage[:DC]>:RANGe:AUTO:THRes hold

此命令是设置自动设置测量量程操作的阈值。

设置语句: :SENSe[c]:<CURRent[:DC]|VOLTage[:DC]>:RANGe:AUTO:THReshold <rate>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <rate> value (11%~100%) (默认为 90%), % 不设置在命令语句中, 参数数据类型为 NR1。

查询语句: :SENSe[c]:<CURRent[:DC]|VOLTage[:DC]>:RANGe:AUTO:THReshold?

查询响应: <rate> <NL>

具体响应: <rate> 返回阈值的当前设置, 响应数据类型为 NR1。

6.4.6.7 :SENSe:<CURRent[:DC]|RESistance|VOLTage[:DC]>:RANGe[: UPPer]

此命令是指定预期测量值, 并为测量指定值提供最佳分辨率的操作设置测量量程。

设置语句:

:SENSe[c]:<CURRent[:DC]|RESistance|VOLTage[:DC]>:RANGe:UPPer <range>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <range> value (对于电流测量参见表 2-9, 对于电阻测量参见 2-10, 对于电压测量参见表 2-8), 参数数据类型为 NRF。

查询语句: `:SENSe[c]:<CURRent[:DC]|RESistance|VOLTage[:DC]>:RANGe:UPPer?`

查询响应: `<range> <NL>`

具体响应: `<range>` 返回测量量程的当前设置, 响应数据类型为 NRf。

6.4.6.8 :SENSe:DATA?

此命令是返回包含由 `:FORMat:ELEMents:SENSe` 命令指定的所有电流测量数据、电压测量数据、电阻测量数据、源输出设置数据、状态数据和时间的数组数据。且在执行命令 `:INITiate` 或 `:MEASure` 之前, 该数据不会清除。

查询语句: `:SENSe[c]:DATA? <offset,size>`

※注意: `c` 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 `[c]` 不选用时, 默认为通道 1。

查询内容:

- `[offset]` 指定接收数据的开端, `n / CURRent / STARt` (默认), 参数数据类型为 NR1 或 CPD。
 - `offset` 为 `n`, 表明从 `n+1` 个数据开始接收, `n` 为一个整数, 0~最大值 (最大值取决于缓冲区状态)
 - `offset` 为 `CURR`, 表明从当前数据位置开始接收
 - `offset` 为 `STAR`, 表明从数据缓冲区的顶端位置开始接收 (等同于 `n=0`)
- `[size]` 指定接收数据数, 1~最大值 (最大值取决于缓冲区状态), 参数数据类型为 NR1。

查询响应: `<response> <NL>`

具体响应: `<response>` 返回 `:FORMat:ELEMents:SENSe` 命令指定的数据组, 响应数据类型为 NR3, 具体参阅 8.3 数据输出格式。

例: `ch1curr1,ch1sour1, ch1curr2,ch1sour2,.....ch1curr10,ch1sour10`

上述示例显示的数据包含 1 通道 10 步扫描测量的电流数据 (`ch1currN`) 与源数据 (`ch1sourN`)。

※注意：如果测量功能未开启或者数据不存在，则返回 +9.910000E+37 (ASCII) 或 NaN (IEEE-754)，该返回内容表示没有数据。

6.4.6.9 :SENSe:DATA:LATest?

此命令是返回包含由:FORMat:ELEMents:SENSe 命令指定的最新电流测量数据、电压测量数据、电阻测量数据、源输出设置数据、状态数据或时间数据。且在执行命令:INITiate 或:MEASure 之前，该数据不会清除。

查询语句: :SENSe:DATA:LATest?

查询响应: <response> <NL>

具体响应：<response> 返回由最新测量数据，响应数据类型为 NR3，具体参阅 8.3 数据输出格式。

例: ch1curr10,ch1sour10

上述示例显示的数据包含 1 通道 10 步扫描测量的最新电流测量数据 (ch1currN) 与源数据 (ch1sourN)。

※注意：如果测量功能未开启或者数据不存在，则返回 +9.910000E+37 (ASCII) 或 NaN (IEEE-754)，该返回内容表示没有数据。

6.4.6.10 :SENSe:REMOte

此命令是启用或禁用远程功能，且必须在启动远程的状态下，才可以使用 4 线连接 (Kelvin 连接) 的测量连接方式。

设置语句: :SENSe[c]:REMOte <mode>

※注意：c 是 1 或 2，分别代表通道 1 或通道 2，但当[c]不选用时，默认为通道 1。

设置内容: <mode> 1 / ON / 0 / OFF (默认)，参数数据类型 Bool。

查询语句: SENSe[c]:REMOte?

查询响应: <mode> <NL>

具体响应: <mode> 返回远程功能的当前状态 0 或 1, 响应数据类型为 NR1。

6.4.7 SOURce 子系统命令

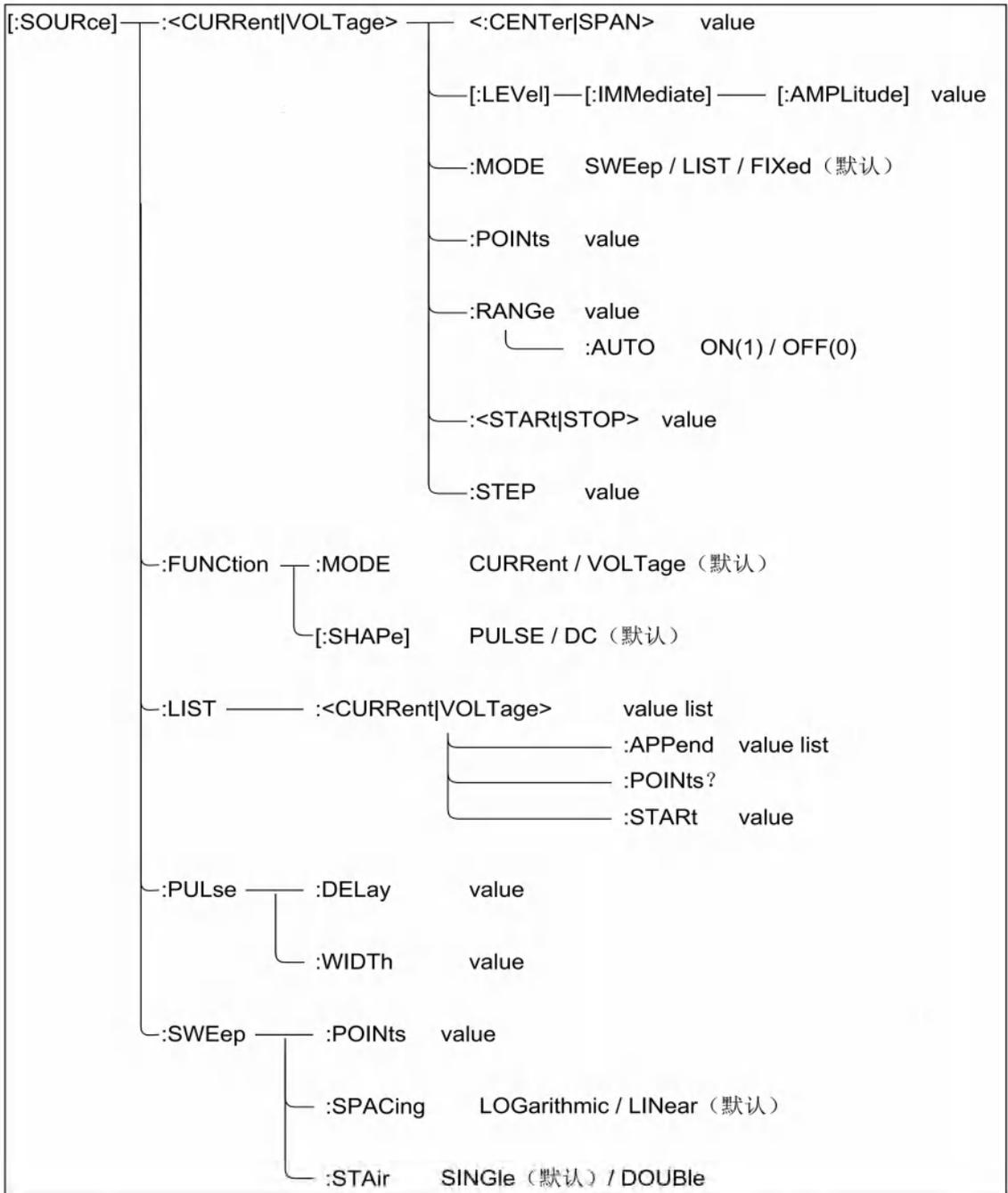


图 6-8 SOURce 子系统命令

6.4.7.1 [:SOURce]:<CURRent|VOLTage>:<CENTer|SPAN>

此命令是设置电流或电压扫描输出的中心值或跨度值。

设置语句: [:SOURce[c]]:<CURRent|VOLTage>:<CENTer|SPAN> <data>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <data> value (参见表 2-6 电压源输出范围表与表 2-7 的电流源输出范围表), value 设置为数字, 电流以 A 为单位, 电压以 V 为单位, 但单位不设置在命令语句中, 参数数据类型为 NR3。

※注意: 中心值和跨度值可以由以下公式表示, 公式内的开始和停止值由 [:SOURce]:<CURRent|VOLTage>:<START|STOP> 命令设置, 且最后一个命令设置对这些扫描参数都有效。

- $center = (start + stop) / 2$
- $span = stop - start$

查询语句: [:SOURce[c]]:<CURRent|VOLTage>:<CENTer|SPAN>?

查询响应: <data> <NL>

具体响应: <data> 返回当前设置电流或电压扫描输出的中心值或跨度值, 响应数据类型为 NR3。

6.4.7.2 [:SOURce]:<CURRent|VOLTage>[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]

de]

此命令是立即更改指定源通道的输出电平。

设置语句: [:SOURce[c]]:<CURRent|VOLTage>[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <level>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <level> value (参见表 2-6 电压源输出范围表与表 2-7 的电流源输出范围表), value 设置为数字, 电流以 A 为单位,

电压以 V 为单位, 但单位不设置在命令语句中, 参数数据类型为 NRf。

查询语句: [:SOURce[c]]:<CURRent|VOLTage>[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]?

查询响应: <level> <NL>

具体响应: <level> 返回当前更改的指定源通道的输出电压值, 响应数据类型为 NRf。

6.4.7.3 [:SOURce]:<CURRent|VOLTage>:MODE

此命令是选择指定源通道的源模式。

设置语句: [:SOURce[c]]:<CURRent|VOLTage>:MODE <mode>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <mode> SWEep (扫描源) / LIST (列表扫描源) / FIXed (直流源, 默认设置), 参数数据类型为 CPD。

查询语句: [:SOURce[c]]:<CURRent|VOLTage>:MODE?

查询响应: <mode> <NL>

具体响应: <mode> 返回当前源模式设置 FIX、LIST 或 SWE, 响应数据类型为 CRD。

6.4.7.4 [:SOURce]:<CURRent|VOLTage>:POINTS

此命令是设置电流或电压的扫描输出步数。

设置语句: [:SOURce[c]]:<CURRent|VOLTage>:POINTS <points>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <points> value (1~2500) (默认值为 1), 参数数据类型为 NR1。

※注意: points 的值可以由以下公式定义的, 公式内 step 的值由

命令[:SOURce]:<CURRent|VOLTage>:STEP 设置和 span 的值由命令[:SOURce]:<CURRent|VOLTage>:<CENTer|SPAN>设置。

$$\text{points} = \text{span} / \text{step} + 1 \quad (\text{step 不为 } 0)$$

特例: points=1 时, step=0

※注意: 计算的点值向下舍入取整数。

※注意: 扫描测量会从开始值执行到有下列公式计算出的停止值, 即使被指定的停止值不满足以下公式。

$$\text{stop} = \text{start} + \text{step} \times (\text{points} - 1)$$

※注意: 对于对数扫描, 步长值被忽略, 不用于扫描点计算。

查询语句: [:SOURce[c]]:<CURRent|VOLTage>:POINTs?

查询响应: <points><NL>

具体响应: <points> 返回当前设置的扫描输出步数, 响应数据类型为 NR1。

6.4.7.5 [:SOURce]:<CURRent|VOLTage>:RANGe

此命令是设置指定源通道的电流与电压输出范围, 且该命令在自动设置输出量程功能禁用时有效。

设置语句: [:SOURce[c]]:<CURRent|VOLTage>:RANGe <range>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <range> value (参见表 2-6 电压源输出范围表与表 2-7 的电流源输出范围表), value 设置为数字, 电流以 A 为单位, 电压以 V 为单位, 但单位不设置在命令语句中, 参数数据类型为 NR3。

查询语句: [:SOURce[c]]:<CURRent|VOLTage>:RANGe?

查询响应: <range><NL>

具体响应: <range> 返回源输出范围的当前设置, 响应数据类型为 NR3。

6.4.7.6 [:SOURce]:<CURRent|VOLTage>:RANGe:AUTO

此命令是启用或禁用指定源通道的自动设置输出量程功能。

设置语句: [:SOURce[c]]:<CURRent|VOLTage>:RANGe:AUTO <mode>

设置内容: <mode> 1 / ON (默认) / 0 / OFF, 参数数据类型 Bool。

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

※注意: 如果通过 [:SOURce]:<CURRent|VOLTage>:RANGe 命令手动选择源通道的量程, 则要禁用此自动设置输出量程功能。

查询语句: [:SOURce[c]]:<CURRent|VOLTage>:RANGe:AUTO?

查询响应: <mode> <NL>

具体响应: <mode> 返回自动设置输出量程功能的当前状态 0 或 1, 响应数据类型为 NR1。

6.4.7.7 [:SOURce]:<CURRent|VOLTage>:<START|STOP>

此命令是设置电流或电压扫描输出的开始值或停止值。

设置语句: [:SOURce[c]]:<CURRent|VOLTage>:<START|STOP> <data>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <data> value (参见表 2-6 电压源输出范围表与表 2-7 的电流源输出范围表), value 设置为数字, 电流以 A 为单位, 电压以 V 为单位, 但单位不设置在命令语句中, 参数数据类型为 NR3。

※注意: [:SOURce]:<CURRent|VOLTage>:<CENTer|SPAN> 命令设置的中心值与跨度值可以通过以下公式算得开始值与停止值, 且最后一个命令设置对这些扫描参数都有效。

$$\text{start}=\text{center}-\text{span}/2$$

$$\text{stop}=\text{center}+\text{span}/2$$

查询语句: [:SOURce[c]]:<CURRent[VOLTage>:<START|STOP>?

查询响应: <data><NL>

具体响应: <data> 返回扫描输出的开始值或停止值的当前设置, 响应数据类型为 NR3。

6.4.7.8 [SOURce]:<CURRent[VOLTage>:STEP

此命令是设置电流或电压扫描输出的扫描步长值。

设置语句: [SOURce[c]]:<CURRent[VOLTage>:STEP <step>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <step> value (参见表 2-6 电压源输出范围表与表 2-7 的电流源输出范围表), value 设置为数字, 电流以 A 为单位, 电压以 V 为单位, 但单位不设置在命令语句中, 参数数据类型为 NR1。

※注意: step 的值是由以下公式定义的, 公式内 points 的值由命令 [:SOURce]:<CURRent[VOLTage>:POINTs 设置和 span 的值由命令 [:SOURce]:<CURRent[VOLTage>:<CENTer|SPAN> 设置。

$$\text{step} = \text{span} / (\text{points} - 1) \quad (\text{points 不为 } 1)$$

特例: points=1 时, step=0

※注意: 计算的点值向下舍入取整数。

※注意: 扫描测量会从开始值执行到有下列公式计算出的停止值, 即使被指定的停止值不满足以下公式。

$$\text{stop} = \text{start} + \text{step} \times (\text{points} - 1)$$

※注意: 对于对数扫描, 步长值被忽略, 不用于扫描点计算。

※注意: 步长和跨度必须极性相同, 否则会产生错误。

查询语句: [:SOURce[c]]:<CURRent[VOLTage>:STEP?

查询响应: <step><NL>

具体响应: <step> 返回扫描步长值的当前设置, 响应数据类型为 NR1。

6.4.7.9 [:SOURce]:FUNCtion:MODE

此命令是选择指定通道的源输出模式。

设置语句: [:SOURce[c]]:FUNCtion:MODE <mode>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当[c]不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <mode> CURRent / VOLTage, 参数数据类型为 CPD。

查询语句: [:SOURce[c]]:FUNCtion:MODE?

查询响应: <mode> <NL>

具体响应: <mode> 返回指定通道当前源类型设置 CURR 或 VOLT, 响应数据类型为 CRD。

6.4.7.10 [:SOURce]:FUNCtion[:SHAPE]

此命令是选择指定通道的源输出形状。

设置语句: [:SOURce[c]]:FUNCtion[:SHAPE] <shape>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当[c]不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <shape> PULSe (脉冲) / DC (默认, 稳压), 参数数据类型为 CPD。

查询语句: [:SOURce[c]]:FUNCtion[:SHAPE]?

查询响应: <shape> <NL>

具体响应: <shape> 返回指定通道当前形状设置 DC 或 PULS, 响应参数类型为 CRD。

6.4.7.11 [:SOURce]:LIST:<CURRent|VOLTage>

此命令是设置指定通道的源输出电流或电压数据。

设置语句: `[[:SOURce[c]]:LIST:<CURRent[VOLTage> <list>`

※注意: `c` 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 `[c]` 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: `<list>` 输出电流或电压数据列表 (数据默认值为 0, 具体数值范围参见表 2-6 与表 2-7 的源输出范围表), `value` 设置为数字, 电流以 A 为单位, 电压以 V 为单位, 但单位不设置在命令语句中, 一个列表最多 2500 个数据, 每个数据以逗号分开。参数数据类型为 NRf。

查询语句: `[[:SOURce[c]]:LIST:<CURRent[VOLTage>?`

查询响应: `<list> <NL>`

具体响应: `<list>` 返回当前列表数据, 每个数据以逗号分开。响应数据类型为 NR3。

6.4.7.12 `[[:SOURce]:LIST:<CURRent[VOLTage>:APPend`

此命令是将源输出电流或电压数据添加到由以下命令设置的数据列表后, `[[:SOURce]:LIST:<CURRent[VOLTage>`。

设置语句: `[[:SOURce[c]]:LIST:<CURRent[VOLTage>:APPend <append_list>`

※注意: `c` 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 `[c]` 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: `<append_list>` 输出电流或电压数据列表 (数据默认值为 0, 具体数值范围参见表 2-6 与表 2-7 的源输出范围表), `value` 设置为数字, 电流以 A 为单位, 电压以 V 为单位, 但单位不设置在命令语句中, 每个数据以逗号分开, 参数数据类型为 NRf。

※注意: 此增加列表与由 `[[:SOURce]:LIST:<CURRent[VOLTage>` 命令设置的 `list` 数据表组成的整体数据表最多只有 2500 个数据。

6.4.7.13 `[[:SOURce]:LIST:<CURRent[VOLTage>:POINts?`

此命令是返回由命令 `[[:SOURce]:LIST:<CURRent[VOLTage>` 和命令 `[[:SOURce]:LIST:<CURRent[VOLTage>:APPend` 设置的组合数据列表中数据的数量。

查询语句: [:SOURce[c]]:LIST:<CURRent|VOLTage>:POINts?

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当[c]不选用时, 默认为通道 1。

查询响应: <number_of_data> <NL>

具体响应: <number_of_data> 返回当前设置列表数据的数量, 响应数据类型为 NR1。

6.4.7.14 [:SOURce]:LIST:<CURRent|VOLTage>:START

此命令是利用列表索引指定列表扫描的起点。

设置语句: [:SOURce[c]]:LIST:<CURRent|VOLTage>:START <start>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当[c]不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <start> value (值为 1~2500), 默认值为 1 (列表第一个数据, 列表顶部), 参数数据类型为 NR1。

※注意: <start>为 0 或者大于 2500, 会导致错误。

查询语句: [:SOURce[c]]:LIST:<CURRent|VOLTage>:START?

查询响应: <start> <NL>

具体响应: <start> 返回当前设置列表扫描的起点, 响应数据类型为 NR1。

6.4.7.15 [:SOURce]:PULSe:DELAy

此命令是设置指定通道的脉冲延迟时间。

设置语句: [:SOURce[c]]:PULSe:DELAy <delay>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当[c]不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <delay> value (值为 0.0s~99999.9s) (默认值为 0), value 设置为数字, 以 s 为单位但单位不会设置在命令语句中, 参数数据类型为 NRf。

查询语句: [:SOURce[c]]:PULSe:DElay?

查询响应: <delay> <NL>

具体响应: <delay> 返回指定通道脉冲延迟时间的当前设置。响应数据类型为 NR3。

6.4.7.16 [:SOURce]:PULSe:WIDTh

此命令是设置指定通道的脉冲宽度。

设置语句: [:SOURce[c]]:PULSe:WIDTh <width>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <width> value (值为 5E-5s~100000s) (默认值为 0), value 设置为数字, 以 s 为单位但单位不会设置在命令语句中, 参数数据类型为 NRf。

※注意: 脉冲基本输出的最短时间为 50us, 最小脉冲周期为 100us。

查询语句: [:SOURce[c]]:PULSe:WIDTh?

查询响应: <width> <NL>

具体响应: <width> 返回指定通道脉冲宽度的当前设置, 响应数据类型为 NR3。

6.4.7.17 [:SOURce]:SWEep:POINts

此命令是设置指定通道的扫描步数, 该命令对电流或者电压扫描都有效。

设置语句: [:SOURce[c]]:SWEep:POINts <points>

※注意：c 是 1 或 2，分别代表通道 1 或通道 2，但当[c]不选用时，默认为通道 1。

设置内容：<points> value（值为 1~2500），参数数据类型为 NR1。

※注意：points 的值可以由以下公式定义的，公式内 step 的值由命令[SOURce]:<CURRent|VOLTage>:STEP 设置和 span 的值由命令[SOURce]:<CURRent|VOLTage>:<CENTer|SPAN>设置。

$$\text{points} = \text{span} / \text{step} + 1 \quad (\text{step 不为 } 0)$$

特例：points=1 时，step=0

- 如果 points 改变，则 span 作为常数使用，step 改变
- 如果 step 改变，则 span 作为常数使用，points 改变
- 如果 span 改变，则 points 作为常数使用，step 改变
- **※注意：**计算的点值向下舍入取整数。

※注意：扫描测量会从开始值执行到有下列公式计算出的停止值，即使被指定的停止值不满足以下公式。

$$\text{stop} = \text{start} + \text{step} \times (\text{points} - 1)$$

※注意：对于对数扫描，步长值被忽略，不用于扫描点计算

查询语句：[:SOURce[c]]:SWEep:POINts?

查询响应：<points> <NL>

具体响应：<points> 返回当前设置的扫描步数，响应数据类型为 NR1。

6.4.7.18 [:SOURce]:SWEep:SPACing

此命令是选择指定通道的扫描输出模式。

设置语句：[:SOURce[c]]:SWEep:SPACing <mode>

※注意：c 是 1 或 2，分别代表通道 1 或通道 2，但当[c]不选用时，默认为通道 1。

设置内容: <mode> LOGarithmic / LINer (默认), 参数数据类型为 CPD。

- LOG: 选择对数扫描输出, 且对数扫描忽略扫描步长。
- LIN: 选择线性扫描输出。

查询语句: [:SOURce[c]]:SWEep:SPACing?

查询响应: <mode> <NL>

具体响应: <mode> 返回当前设置输出模式 LOG 或 LIN, 响应数据类型为 CRD。

6.4.7.19 [:SOURce]:SWEep:STAir

此命令是设置指定通道的扫描模式。

设置语句: [:SOURce[c]]:SWEep:STAir <mode>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <mode> SINGle (默认) / DOUBle, 参数数据类型为 CPD。

- SING: 单次扫描模式。
- DOUB: 双扫描模式, 执行从开始到停止再到开始的扫描。

查询语句: [SOURce[c]]:SWEep:STAir?

查询响应: <mode> <NL>

具体响应: <mode> 返回当前设置的扫描模式 SING 或 DOUB, 响应数据类型为 CRD。

6.4.8 SYSTem 子系统命令

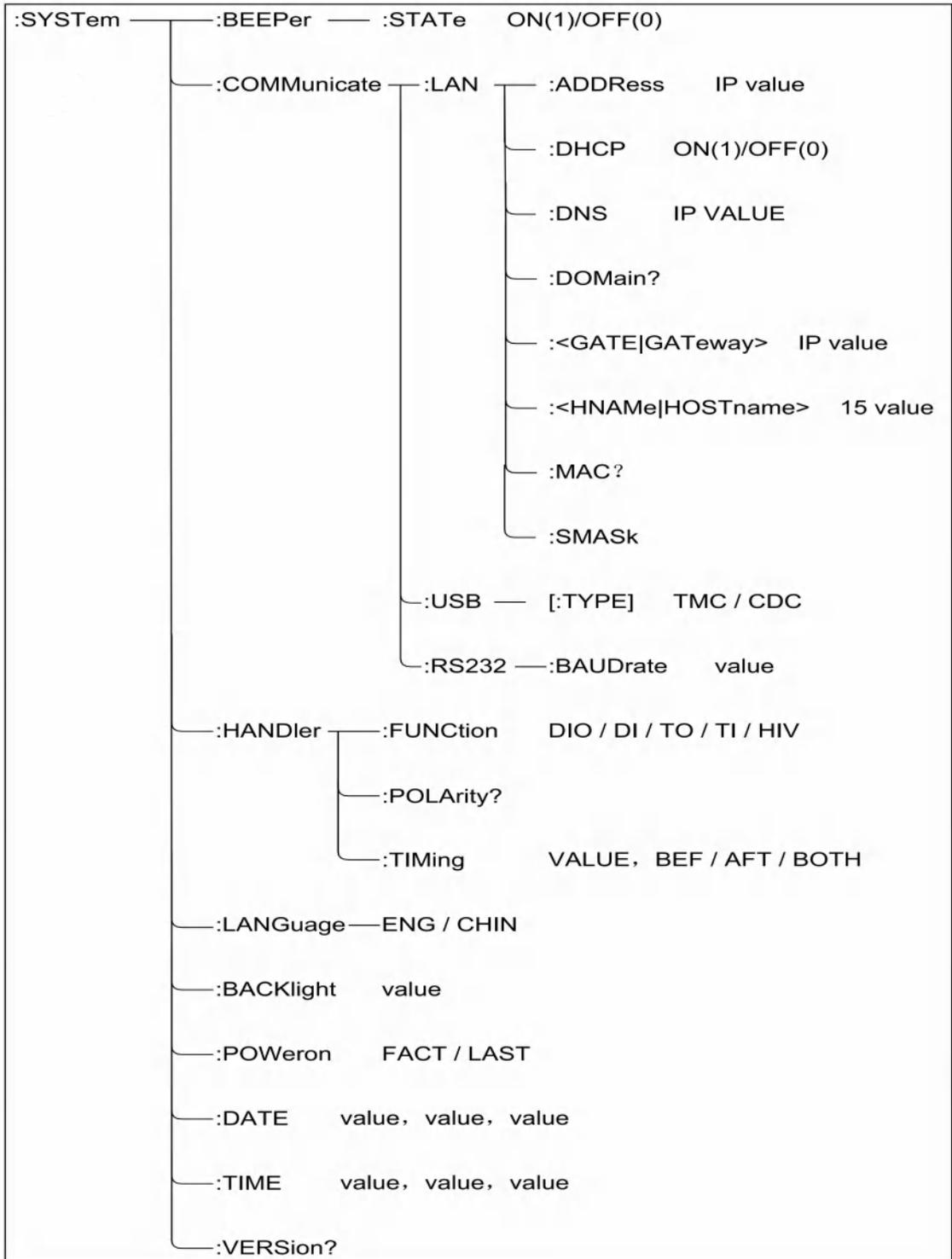


图 6-9 SYSTem 子系统命令树

6.4.8.1 :SYSTem:BEEPer:STATe

此命令是启用或禁用蜂鸣器，且该命令设置不会因为断电或“RST”命令而改变。

设置语句：:SYSTem:BEEPer:STATe <mode>

设置内容：<mode> 1 / ON / 0 / OFF，参数数据类型 Bool。

查询语句：:SYSTem:BEEPer:STATe?

查询响应：<mode> <NL>

具体响应：返回蜂鸣器的当前状态 0 或 1，响应数据类型为 NR1。

6.4.8.2 :SYSTem:COMMunicate:LAN:ADDRess

此命令是设置仪器的静态 LAN (IP) 地址，且该命令设置不会因为断电或“RST”命令而改变。

设置语句：:SYSTem:COMMunicate:LAN:ADDRess <address>

设置内容：<address> “A.B.C.D”格式，以“.”隔开，A、B、C、D 的值必须是 0~255 之间的数字，最多 15 个字符，参数数据类型 SPD。

查询语句：:SYSTem:COMMunicate:LAN:ADDRess?

查询响应：<address> <NL>

具体响应：<address> 返回仪器的静态 LAN (IP) 地址，响应数据类型为 SRD。

6.4.8.3 :SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP

此命令是启用或禁用动态主机配置协议 DHCP，且该命令设置不会因为断电或“RST”命令而改变。

设置语句：:SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP <mode>

设置内容: <mode> 1 / ON / 0 / OFF, 参数数据类型 Bool。

- mode 为 0 或 OFF, 表明 DHCP 被禁用, 仪器在开机时将使用静态 IP 地址、子网掩码和默认网关。
- mode 为 1 或 ON, 表明 DHCP 被启用, 仪器将尝试从 DHCP 服务器获取 IP 地址。当 DHCP 连接到仪器, 则它将为仪器分配动态 IP 地址、子网掩码和默认网关; 如果未分配到地址, 则约 2 分钟后使用静态 IP 地址、子网掩码和默认网关。

查询语句: :SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP?

查询响应: <mode> <NL>

具体响应: <mode> 返回 DHCP 的当前状态 0 或 1, 响应数据类型为 NR1。

6.4.8.4 :SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS

此命令是设置 DNS 服务器的 IP 地址, 且该命令设置不会因为断电或 “RST” 命令而改变。

设置语句: :SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS[c] <address>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当 [c] 不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <address> “A.B.C.D”格式, 以 “.” 隔开, A、B、C、D 的值必须是 0~255 之间的数字, 最多 15 个字符, 参数数据类型 SPD。

查询语句: :SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS[c]?

查询响应: <address> <NL>

具体响应: <address> 返回 DNS 服务器的 IP 地址, 响应数据类型为 SRD。

6.4.8.5 SYSTem:COMMunicate:LAN:DOMain?

此命令是返回仪器连接的网络的域名。

查询响应: <domain_name> <NL>

具体响应: <domain_name> 返回仪器当前连接网络的域名, 响应数据类型为 SRD。

6.4.8.6 :SYSTem:COMMunicate:LAN:<GATE|GATeway>

此命令是设置默认网关的 IP 地址, 且该命令设置不会因为断电或“RST”命令而改变。

设置语句: :SYSTem:COMMunicate:LAN:<GATE|GATeway> <address>

设置内容: <address> “A.B.C.D”格式, 以“.”隔开, A、B、C、D 的值必须是 0~255 之间的数字, 最多 15 个字符, 参数数据类型 SPD。

查询语句: :SYSTem:COMMunicate:LAN:<GATE|GATeway>?

查询响应: <address> <NL>

具体响应: <address> 返回默认网关的 IP 地址, 响应数据类型为 SRD。

6.4.8.7 :SYSTem:COMMunicate:LAN:<HNAME|HOSTname>

此命令是设置仪器的主机名, 且该命令设置不会因为断电或“RST”命令而改变。

设置语句: :SYSTem:COMMunicate:LAN:<HNAME|HOSTname> <hostname>

设置内容: <hostname> 最多 15 位字符, 参数数据类型为 SPD。

查询语句: :SYSTem:COMMunicate:LAN:<HNAME|HOSTname>?

查询响应: <hostname> <NL>

具体响应: <hostname> 返回仪器的主机名, 响应数据类型为 SRD。

6.4.8.8 SYSTem:COMMunicate:LAN:MAC?

此命令是仪器的 MAC 地址。

查询响应: <mac_address> <NL>

具体响应: <mac_address> 返回仪器 MAC 的当前地址, 响应数据类型为 SRD。

6.4.8.9 :SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk

此命令是设置静态子网掩码, 且该此命令设置不会因为断电或“RST”命令而改变。

设置语句: :SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk <subnet_mask>

设置内容: <address> “A.B.C.D”格式, 以“.”隔开, A、B、C、D 的值必须是 0~255 之间的数字, 最多 15 个字符, 参数数据类型 SPD。

查询语句: :SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk?

查询响应: <subnet_mask> <NL>

具体响应: <subnet_mask> 返回子网掩码, 响应数据类型为 SRD。

6.4.8.10 :SYSTem:COMMunicate:RS232:BAUDrate

此命令是设置 RS232 的波特率。

设置语句: :SYSTem:COMMunicate:RS232:BAUDrate <baudrate>

设置内容: <baudrate> 4800 / 9600 / 19200 / 38400 / 115200, 参数数据类型为 NR1。

查询语句: :SYSTem:COMMunicate:RS232:BAUDrate?

查询响应: <baudrate> <NL>

具体响应: <baudrate> 返回通讯波特率的当前设置 4800、9600、19200、38400 或 115200，响应数据类型为 NR1。

6.4.8.11 :SYSTem:COMMunicate:USB:[:TYPE]

此命令是设置 USB 通讯类型。

设置语句: :SYSTem:COMMunicate:USB:[:TYPE] <type>

设置内容: <type> TMC / CDC，参数数据类型 CPD。

查询语句: :SYSTem:COMMunicate:USB:TYPE?

查询响应: <type> <NL>

具体响应: <type> 返回 USB 通讯类型的当前设置 TMC 或 CDC，响应数据类型为 CRD。

6.4.8.12 :SYSTem:HANDler:FUNction

此命令是设置 Handler 指定引脚的功能。

设置语句: :SYSTem:HANDler:FUNction <pin>,<function>

设置内容: <pin> 1~14, <function> DIO (数字信号输入/输出) / DI (数字信号输入) / TO (触发输出) / TI (触发输入) / HV (高电压状态输出)，参数数据类型为 CPD。

查询语句: :SYSTem:HANDler:FUNction? <pin>

查询响应: <function> <NL>

具体响应: <function> 返回指定引脚的功能 DIO、DI、TO、TI 或 HV，响应数据类型为 CRD。

6.4.8.13 :SYSTem:HANDler:POLArity

此命令是设置 Handler 指定引脚的极性。

设置语句: `:SYSTem:HANDler:POLARity <pin>,<polarity>`

设置内容: `<pin>` EXT1~14, `<polarity>` NEGAtive (负极) / 0 / POSitive (正极) / 1, 参数数据类型为 CPD。

查询语句: `:SYSTem:HANDler:POLARity? <pin>`

查询响应: `<polarity>` 返回指定引脚的极性 0 或 1, 响应数据类型为 NR1。

6.4.8.14 :SYSTem:HANDler:TIMing

此命令是设置 Handler 指定引脚的触发时序。

设置语句: `:SYSTem:HANDler:TIMing <pin>,<timing>`

设置内容: `<pin>` EXT1~14, `<timing>` BEFore / AFTEr / BOTH, 参数数据类型为 CPD。

- `timing` 为 BEFore, 表明在 ARM 层、触发层和仪器操作开始时启动触发;
- `timing` 为 AFTEr, 表明在 ARM 层、触发层和仪器操作结束时启动触发;
- `timing` 为 BOTH, 表明在 ARM 层、触发层和仪器操作开始和结束时启动触发。

查询语句: `:SYSTem:HANDler:TIMing? <pin>`

查询响应: `<timing>` <NL>

具体响应: `<timing>` 返回指定引脚的触发时序 BEFore、AFTEr 或 BOTH, 响应数据类型为 CRD。

6.4.8.15 :SYSTem:LANGUage

此命令是选择仪器的语言。

设置语句: `:SYSTem:LANGUage <language>`

设置内容: <language> ENGLISH / CHINESE, 参数数据类型为 CPD。

查询语句: :SYSTEM:LANGUAGE?

查询响应: <language> <NL>

具体响应: <language> 返回仪器语言的当前设置 ENGLISH 或 CHINESE, 响应数据类型为 CRD。

6.4.8.16 :SYSTEM:BACKlight

此命令是设置显示面背景光亮度的百分比。

设置语句: :SYSTEM:BACKlight <percent>

设置内容: <percent> 50~100, 参数数据类型为 NR1。

查询语句: :SYSTEM:BACKlight?

查询响应: <percent> <NL>

具体响应: <percent> 返回仪器亮度百分比的当前设置, 响应数据类型为 NR1。

6.4.8.17 :SYSTEM:POWERon

此命令是设置当电源开启时的状态。

设置语句: :SYSTEM:POWERon <status>

设置内容: <status> FACTory / LAST, 参数数据类型为 CPD。

查询语句: :SYSTEM:POWERon?

查询响应: <status> <NL>

具体响应: <status> 返回电源开启时状态的当前设置, 响应数据类型为 CRD。

6.4.8.18 SYSTem:DATE

此命令是设置内部时钟的日期，且该命令设置不会因为断电或“RST”命令而改变。

设置语句：SYSTem:DATE <year>,<month>,<day>

设置内容：<year> 4 位整数；<month> 1~12 的整数；<day> 1~31 的整数。参数数据类型为 NR1。

查询语句：SYSTem:DATE?

查询响应：<response> <NL>

具体响应：<response> 返回年、月、日的当前设置，每个数值以逗号分隔，响应数据类型为 NR1。

6.4.8.19 SYSTem:TIME

此命令是设置仪器内部时钟的时间，且该命令设置不会因为断电或“RST”命令而改变。

设置语句：SYSTem:TIME <hour>,<minute>,<second>

设置内容：<hour> 0~23 的整数；<minute> 0~59 的整数；<second> 0~59 的整数。参数数据类型为 NR1。

查询语句：SYSTem:TIME?

查询响应：<response> <NL>

具体响应：返回内部时钟小时、分钟、秒的当前设置，每个数值以逗号分隔。响应数据类型为 NR1。

6.4.8.20 SYSTem:VERSion?

此命令是返回 SCPI 标准的版本，且该命令设置不会因为断电或“RST”命令而改变。

查询响应：<response> <NL>

具体响应：<response> 返回 SCPI 标准的版本，响应数据类

型为 NR2。

6.4.9 TRIGger 子系统命令

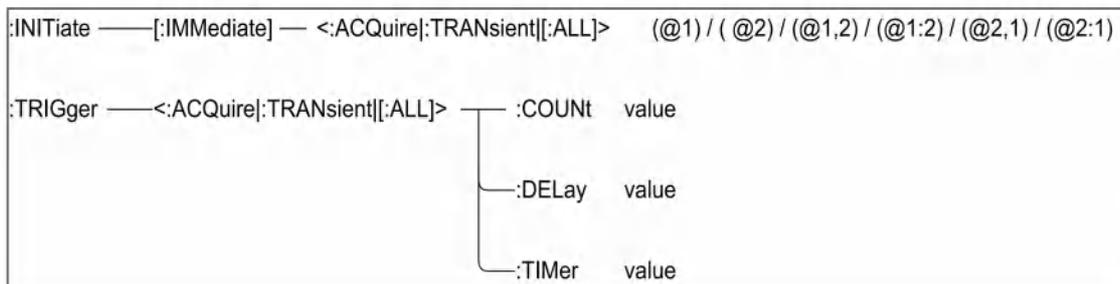


图 6-10 TRIGger 子系统命令树

6.4.9.1 :INITiate[:IMMediate]<:ACQuire>:TRANSient[:ALL]>

此命令是为指定通道启动指定设备操作，触发状态从空闲变为已启动。

设置语句：:INITiate[:IMMediate]<:ACQuire>:TRANSient[:ALL]> [chanlist]

设置内容：<chanlist> (@1) (默认) / (@2) / (@1,2) / (@1:2) / (@2,1) / (@2:1)，参数数据类型为 Expr。

※注意： ACQuire 用于测量，TRANSient 用于源输出。

6.4.9.2 :TRIGger<:ACQuire>:TRANSient[:ALL]>:COUNT

此命令设置指定设备操作的触发计数。

设置语句：:TRIGger[c]<:ACQuire>:TRANSient[:ALL]>:COUNT <trigger_count>

※注意： c 是 1 或 2，分别代表通道 1 或通道 2，但当 [c] 不选用时，默认为通道 1。

设置内容：<trigger_count> value (1~100000) (默认值为 1)，参数数据类型为 NRf。

※注意： Arm count × Trigger < 100001 不等式必须成立。

※注意： ACQuire 用于测量，TRANSient 用于源输出。

查询语句: TRIGger[c]<:ACQuire|:TRANSient|[:ALL]>:COUNT?

查询响应: <response> <NL>

具体响应: <response> 返回触发数的当前设置, 响应数据类型为 NR1。

6.4.9.3 TRIGger<:ACQuire|:TRANSient|[:ALL]>:DELAy

此命令是设置设备操作的触发延迟。

设置语句: TRIGger[c]<:ACQuire|:TRANSient|[:ALL]>:DELAy <delay>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当[c]不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <delay> value (0s~100s) (默认值为 0), value 设置为数字, 以 s 为单位但单位不设置在命令语句中, 参数数据类型为 NRf。

※注意: ACQuire 用于测量, TRANSient 用于源输出。

查询语句: TRIGger[c]<:ACQuire|:TRANSient|[:ALL]>:DELAy?

查询响应: <response> <NL>

具体响应: <response> 返回触发延迟的当前设置, 响应数据类型为 NR3。

6.4.9.4 TRIGger<:ACQuire|:TRANSient|[:ALL]>:TImEr

此命令是设置指定设备操作的 TImEr 触发源的时间间隔。

设置语句: TRIGger[c]<:ACQuire|:TRANSient|[:ALL]>:TImEr <interval>

※注意: c 是 1 或 2, 分别代表通道 1 或通道 2, 但当[c]不选用时, 默认为通道 1。

设置内容: <interval> value (1E-5s ~ 1E+5s) (默认为 1E-5), value 设置为数字, 以 s 为单位但单位不设置在命令语句中, 参数数据类型为 NRf。

查询语句: TRIGger[c]::ACQuire]:TRANsient[[:ALL]]:TIMer?

查询响应: <response> <NL>

具体响应: <response> 返回时间间隔当前设置, 响应数据类型为 NR3。

6.4.10 公用命令

本仪器目前仅提供以下几种公用命令:

6.4.10.1 *RST

此命令用于复位仪器。

设置语句: *RST

6.4.10.2 *TRG

此命令用于触发仪器测量, 并将测量结果写入输出缓冲器中。即等同于 TRIG+FETCh?命令。

设置语句: *TRG

在非测量页面, 触发被忽略, 同时仪器返回的测量结果是“9.9E37,9.9E37”。

6.4.10.3 *IDN?

此命令用于查询仪器信息。

查询语句: *IDN?

查询响应: <product>,<version><NL^END>

具体响应: <product> TH1991 Precision Source/Measure Unit

或 TH1992 Precision Source/Measure Unit

<version> 软件版本号

6.4.10.4 *OPC

此命令是开始监视挂起的操作, 并设置/清除标准事件状态寄存器中操作完成位, 如下所示:

- 如果没有挂起的操作, 则 OPC 位设置位 1;

- 如果有挂起的操作，则 **OPC** 位设置为 **0**；当所有挂起操作完成后，该位将再次设置为 **1**。

设置语句：*OPC

查询语句：OPC?

具体响应：返回操作的当前状态 0 或 1，响应数据类型为 NR1。

6.5 出错信息

发给仪器的总线命令中，可能包含错误命令或语法，或不正确的参数。本仪器对命令串是边分析边执行，如果遇到错误，则显示出错误信息并中止命令分析，因而在一个命令串中，错误之后的内容将被仪器忽略。

以下是总线上常见错误信息表，错误信息将在显示屏上的弹出窗口中显示。

错误信息	说明
Unknow Message!	未知消息，即无法识别的命令 (例命令语句中，命令拼写错误，命令漏写，数字后缀遗忘等)
Syntax Error!	语法错误，错写、多写或漏写了语法符号
Data Error!	数据错误，数值超限或不支持的数值
Error Parameter.	参数错误，无法识别的命令参数 (例标称值设定不需要附单位，仪器不支持的测量参数类型等)
Error Suffix.	后缀错误，一般是不匹配的单位，倍率等
Data Too Long!	数据字符数不合规定 (例数值参数超过 20 个字符，文件名超过 18 个字符)
Cannot Executed!	无法执行，当前状态下无法执行的命令 (例不能在 READ 命令使用时执行 FETCh 命令)
Record Not Exist!	记录不存在，要加载的文件记录并不存在。

表 6-4 常见错误信息

第 7 章 成套与保修

7.1 成套

仪器出厂时应具备以下几项内容：

序号	名称	数量
1	TH1991 或 TH1992 型源/测量单元	1 台
2		1 付
3		1 台
4		1 片
5	三线电源线	1 根
6	1A 保险丝	2 只
7	使用说明书	1 份
8	测试报告	1 份
9	质证书	1 张
10		

用户收到仪器后，开箱检查时请核对以上内容，若发生遗缺，请立即与本公司或经营部门联系。

本仪器 IEEE-488 接口为选件，需另行购买。

7.2 保修

保修期：使用单位从本公司购买仪器者，自公司发运日期计算，自经营部门购买者，自经营部门发运日期计算，保修期二年。保修应出具该仪器保修卡。保修期内，由于使用者操作不当而损坏仪器者，维修费用由用户承担。仪器由本公司负责终生维修。

本仪器维修需专业技术人员进行维修；维修时请不要擅自更换仪器内部各器件；对仪器维修后，需重新计量校准，以免影响测试精度。由于用户盲目维修，更换仪器部件造成仪器损坏不属保修范围，用户应承担维修费用。

仪器应防晒、防湿，应在 1.2 所述的环境中正确使用仪器。

长期不使用仪器，应将仪器用出厂时包装箱包装封存。

Tonghui[®]

携手同心 惠及未来

产品使用说明书

OPERATION MANUAL

常州同惠电子股份有限公司  400-624-1118

地址：江苏省常州市新北区天山路3号 (213022)

电话：0519-85132222 传真：0519-85109972

[Http://www.tonghui.com.cn](http://www.tonghui.com.cn) Email: sales@tonghui.com.cn