

Tonghui[®]

携手同心 惠及未来

TH1951 型 台式数字多用表

TH1951 Digit Multimeter
V 2.2.0



手册印刷历史:

印刷历史反映了手册的修订状态，它包括版本号和出版日期，该手册将不断完善以利于用户更好的了解和使用。

本手册中可能存在的错误或遗漏，仪器功能的改进和完善，硬件技术的更新和固件的升级，将及时在手册中作相应的调整和修订，恕不另行通知。

TH1951 用户手册 Ver1.0	2005-12
TH1951 用户手册 Ver2.0	2006-3
TH1951 用户手册 Ver2.1	2008-6
TH1951 用户手册 Ver2.2	2009-11

声明： 本公司可能对该产品的性能、功能、软件、结构、外观、附件、包装以及用户手册等进行的完善和提高，恕不另行通知！如有疑问，请与本公司联系。

目 录

第一章 概述	
1.1 概述	1
1.2 使用条件	1
1.2.1 电源	1
1.2.3 环境温度与湿度	1
1.3 体积与重量	2
1.4 安全标记及注意事项	2
1.5 开箱检查	2
1.6 标志	3
1.7 保修	3
第二章 多用表简介	
2.1 简介	4
2.2 前面板简述	5
2.2.1 屏幕指示信息	6
2.2.2 前面板菜单一览	7
2.2.3 前面板菜单参考	8
2.2.4 菜单操作说明	10
2.3 后面板介绍	11
2.4 开机准备及开机状态	12
2.4.1 连接电源	12
2.4.2 开机程序	12
2.4.3 高压线路测量的安全注意事项	12
2.4.4 开机缺省状态	13
2.4.5 预热时间	15
2.5 显示屏	15
第三章 基本测量	
3.1 开始	16
3.2 电压测量	16
3.2.1 连接方法	16
3.2.2 波形因数 (Crest factor)	17
3.3 电流测量	18
3.3.1 连接方法	18
3.3.2 AMPS 保险丝的更换	19
3.4 电阻测量	19
3.4.1 连接方法	19

3.4.2 屏蔽保护	-----	20
3.5 频率和周期测量	-----	20
3.5.1 测量误差	-----	21
3.5.2 门限时间	-----	21
3.5.3 连接方法	-----	21
3.6 导通测量	-----	21
3.6.1 连接方法	-----	22
3.6.2 临界电阻值	-----	22
3.7 二极管测试	-----	22
3.7.1 连接方法	-----	23
3.7.2 范围设定	-----	23
3.8 数学运算功能	-----	24
3.8.1 $mX+b$	-----	24
3.8.2 Percent	-----	25
3.8.3 dB 计算	-----	27
3.8.4 dBm 计算	-----	28
第四章 测量选项		
4.1 测量配置	-----	29
4.1.1 量程	-----	29
4.1.2 滤波器	-----	30
4.1.3 相对运算 (Relative)	-----	31
4.1.4 速度 (Rate)	-----	32
4.2 触发操作	-----	32
4.2.1 触发模型	-----	32
4.2.2 读数保持 (Reading hold)	-----	34
4.3 暂存器应用 (Buffer operations)	-----	35
4.3.1 储存读数 (Storing Readings)	-----	35
4.3.2 读取读数 (Recalling Readings)	-----	36
4.3.3 暂存器统计 (Buffer statistics)	-----	36
4.4 极限测量 (Limit Operations)	-----	37
4.4.1 打开极限测量 (Enabling limits)	-----	37
4.4.2 设置极限范围 (Setting Limit Values)	-----	37
4.5 系统应用 (System Operations)	-----	38
4.5.1 蜂鸣器控制 (Beep)	-----	38
4.5.2 保存设置 (Save Settings)	-----	38
4.5.3 恢复设置 (Restore Settings)	-----	39
4.5.4 显示 (Display)	-----	39
4.5.5 按键音 (Key Sound)	-----	40

4.5.6 自检 (Self-test)	40
4.5.7 校准 (Calibration)	41
第五章 远程操作	
5.1 选择一种接口	43
5.1.1 USB	43
5.1.2 RS-232	42
5.1.3 GPIB	43
5.2 RS-232 接口说明及操作	43
5.2.1 RS-232 接口简介	43
5.2.2 RS-232 操作	45
5.3 GPIB 接口说明及操作	47
5.3.1 GPIB 总线	47
5.3.2 GPIB 接口功能	49
5.3.3 设置 GPIB 地址	49
5.3.4 通用总线命令	50
5.4 数据格式	50
第六章 SCPI 命令参考	
6.1 命令结构	51
6.2 命令语法	51
6.2.1 命令关键字和参数:	51
6.2.2 命令关键字缩写规则	52
6.2.3 命令结构基本规则	53
6.2.4 多重命令规则	53
6.2.5 命令路径规则	54
6.3 命令参考	55
6.3.1 SCPI 定向测量命令	55
6.3.2 DISPlay 子系统命令	58
6.3.3 CALCulate 子系统命令	59
6.3.4 SENSE 子系统命令	63
6.3.5 SYSTem 子系统命令	76
6.3.6 UNIT 子系统命令	77
6.3.7 TRIGger 子系统命令	79
6.3.8 R 子系统命令	81
6.3.9 公共命令	81
附录 A 技术指标	82
附录 B 程序举例	91
附录 C 错误信息	96

第一章 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，请根据该手册中本章的 **1.5 开箱检查** 一节的事项进行确认，若有不符请尽快与我公司联系，以维护您的权益。

假如您阅读完本手册后仍有疑问，请您联系当地的经销商或直接致电我公司的工程师，进行进一步的洽询。

1.1 概述

TH1951 是一台高精度、高稳定、快速的五位半 ($5^{1/2}$) 数字多用表。仪器最快可达 1000 次/秒的最快读数速率，0.01% 的直流电压基本精度以及 0.03% 的基本电阻精度等一系列优良的性能。

TH1951 有很宽的测量范围：

- 直流电压 $1\mu\text{V}$ 至 1000V
- 交流电压 $1\mu\text{V}$ 至 750V, 1000V 的峰值
- 直流电流 100nA 至 10A
- 交流电流 100nA 至 10A
- 两线及四线式的电阻测量 $1\text{m}\Omega$ 至 $120\text{M}\Omega$
- 频率 5Hz 至 1MHz 以上

除上述功能之外，TH1951 还有一些额外的功能：

- 全部功能：除上述功能之外，它增加了周期 (Period)、dB、dBm、导通测试功能 (Continuity)、二极管测试、数学运算 ($mX+b$) 以及百分比 (Percent) 计算等功能。
- 编程语言及控制接口：本机提供 SCPI 编程控制语言以及三种控制接口 USB Device、IEEE-488/GPIB (选件) 和 RS-232C (选装) 供您使用
- 读数和仪器设定：在本地模式下，最多可以存储 512 个读数和 10 组仪器状态的存储与调用。在远程控制模式下，测量数据的存储增加到 30000 个。
- 完备的校正：本机可以由前面板或远程控制接口来进行校正。

1.2 使用条件

1.2.1 电源

电源电压：110V/220V $\pm 10\%$

电源频率：50Hz/60Hz $\pm 5\%$

功耗： $\leq 20\text{VA}$

1.2.2 环境温度与湿度

正常工作温度： $0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $\leq 90\% \text{RH}$


1.3 体积与重量

体积 (W×H×D): 225mm×100mm×355mm

重量: 约 2.5 Kg

1.4 安全标记及注意事项

仪器上的  标记, 表示使用者必须参考手册上的操作指示后再操作。

仪器上的  标记, 表示端子上可能会有比较高的电压, 需留意并避免人员直接接触。

仪器上有标  记, 表示为接地。

本手册中有**警告**(WARNING) 标记之处, 表示高压危险, 可能会造成使用人员受到伤害, 甚至死亡。因此, 希望使用者在操作前仔细阅读本手册中的每一个操作步骤, 以确保自己的安全。

本手册中有**注意**(CAUTION) 标记之处, 是提醒操作者, 若未按照操作说明使用, 很有可能会造成仪器的损坏, 因这种疏忽所造成仪器损坏的维修和更换, 不在厂家保修范围之内。

1.5 开箱检查

TH1951 在出厂前, 已针对机体部分及电气方面的特性做过仔细的检验。拆箱后, 请检查机体是否有因运送而造成的明显损伤。若有任何损伤, 请立刻通知运送单位, 安排更换。此外, 请保留厂家的纸箱, 以便日后可能需要再搬运时使用。每一台 TH1951 都应包含下列物品:

- | | |
|---------------------------|----|
| • TH1951 数字多用表 | 一台 |
| • 符合安全标准的测试表笔 (TH26036) | 一副 |
| • USB 接口连接电缆 (TH26018) | 一根 |
| • 电源线 | 一根 |
| • T500mAL 保险丝 | 二只 |
| • T2AL 保险丝 | 二只 |
| • TH1951 用户手册 | 一份 |
| • 测试报告 | 一份 |
| • 保修卡 | 一张 |
| • 客户所订购的附件 | |

用户收到仪器后, 请开箱检查并核对以上物品, 若发生遗缺, 请立即与本公司或经销部门联系。

注: 本仪器 IEEE-488 接口和 RS232 接口为选件, 需另行购买。

1.6 标志

每台仪器面板或铭牌上有下列标志：

- 制造厂名或商标
- 产品名称和型号
- 产品编号
- 制造计量器具许可证标志和编号
- 测试端标志

1.7 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，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造成仪器损坏的，维修费用由用户承担。仪器由本公司负责终生维修。

本仪器维修须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于保修范围，用户应承担维修费用。

仪器应防晒、防湿，应在本手册中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。

第二章 多用表简介

2.1 简介

TH1951 型 $5\frac{1}{2}$ 数字多用表是一种快速、精确的电压 / 电流 / 电阻测试仪器，简洁的前面板设计使您能快捷地得到所需测量功能，它固有的测试平台和系统特性，无论对您现在和将来的测量需要，该多用表将成为一个万能的测量解决方案。

方便的测试平台特性：

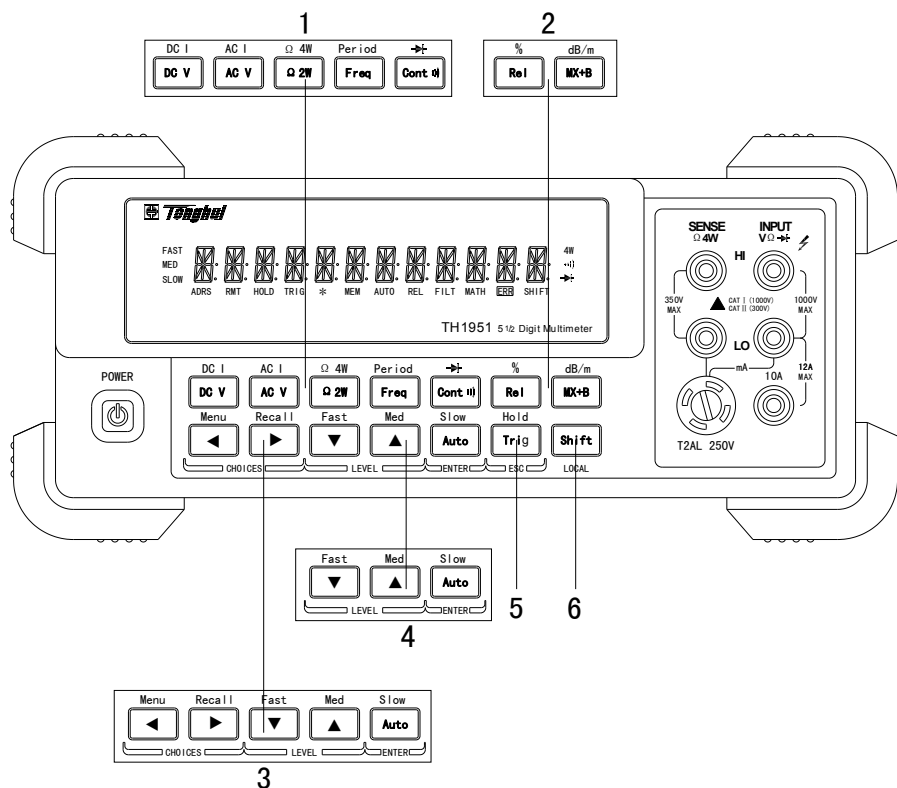
- 高亮度的真空荧光管显示
- 内置数学运算功能
- 短路和二极管测试功能
- 手动设置的读数保持功能
- 便携方便的外形设计

灵活的系统特性：

- GPIB(IEEE-488) 接口、RS-232 以及 USB 接口
- 标准的程序语言 SCPI
- 读数速率最高可达 1000 读数每秒
- 最大可存储 30000 个读数
- 界限测试带有 HI/IN/LO 信号

2.2 前面板简述

TH1951 的前面板如下图所示 1-1 所示。该图包括一些重要简短的信息应该在操作仪器之前浏览的。



1 功能键

选择测量功能：直流电压 (DCV) / 交流电压 (ACV), 直流电流 (DCI) / 交流电流 (ACI), 两线电阻 (Ω 2W) / 四线电阻 (Ω 4W), 频率 (FREQ) / 周期 (PERI), 导通 (CONT) / 二极管 (➔)。

2 数学键

打开或关闭数学功能 (mX+b, %, dB, dBm, Rel)。

3 菜单操作键

Shift + **←**

打开/关闭菜单

Shift + **→**

打开最近一次操作的菜单

←

在同一级菜单移动可选项

→

在同一级菜单移动可选项

▲

移动菜单到上一级

▼

移动菜单到下一级

Auto (ENTER)

保存 (Enter) “参数” 级的参数改变

Trig (ESC)

在数值设置时, 取消 (Esc) 数值的设定, 回到 “命令” 级

4 量程和测试速度键



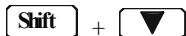
移动到上一个高量程；



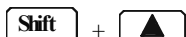
移动到下一个低量程；



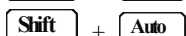
使能/取消自动量程；



设置仪器测量速度为 Fast



设置仪器测量速度为 Medium

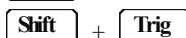


设置仪器测量速度为 Slow

5 Trig/Hold 键



从前面板触发一次测量

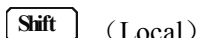


锁定一个稳定的读数

6 Shift/Local 键

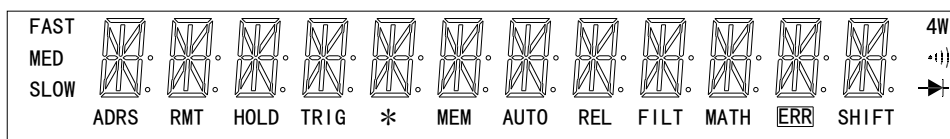


使用该键访问上档键



取消 GPIB 或 RS232C 远程控制模式

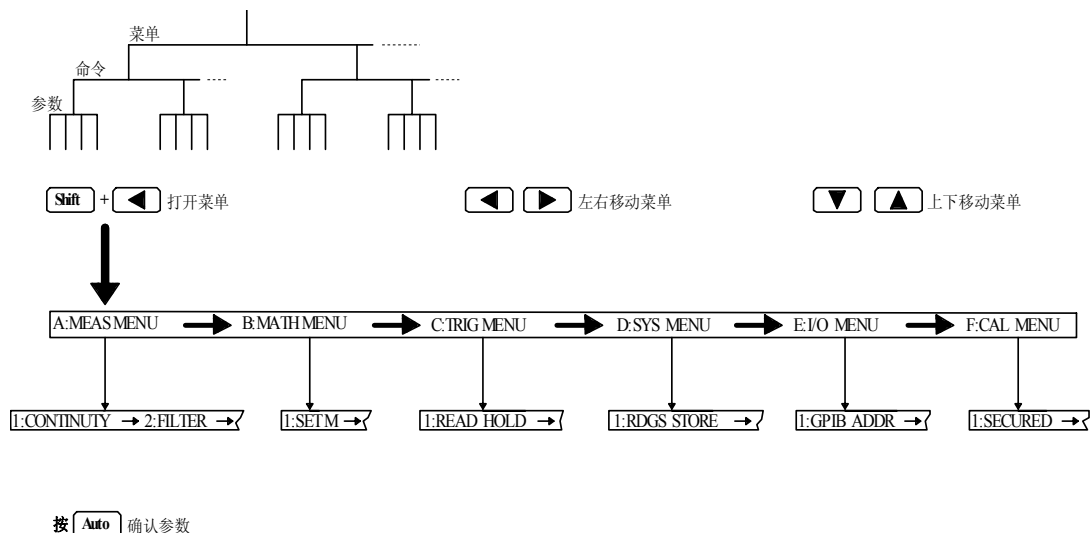
2.2.1 屏幕指示信息



*	读数正在被存储
	二极管测试功能
))	导通测试功能
4W	4 线电阻测试功能
ADRS	多用表被指定地址为听或讲
AUTO	自动量程打开
ERR	检测到硬件或远程控制错误
FAST	快速读数速率
FILT	数字滤波器功能打开
HOLD	读数保持功能打开
MATH	数学功能 (mX+b, %, dB, dBm) 有效
MED	中速读数速率
MEM	存储的读数被显示
REL	相对运算功能
RMT	处于远程控制模式
SHIFT	第二功能键有效
SLOW	慢速读数速率
TRIG	处于单次触发状态

2.2.2 前面板菜单一览

TH1951 的菜单以三级 (菜单、命令、参数) “top-down” 树形结构被组织。



A: MEASurement MENU

1: CONTINUITY → 2: FILTER → 3: FILT TYPE → 4: FILT COUNT

B: MATH MENU

1: SET M → 2: SET B → 3: PERCENT → 4: dB REF → 5: dBm REF → 6: LIMIT TEST
→ 7: HIGH LIMIT → 8: LOW LIMIT → 9: LIMIT BEEP

C: TRIGger MENU

1: READ HOLD → 2: READ COUNT → 3: TRIG MODE → 4: TRIG DELAY

D: SYStem MENU

1: RDGS STORE → 2: RDGS COUNT → 3: SAVED RDGS → 4: BEEP → 5: SAVE CNFG
→ 6: LOAD CNFG → 7: DISPLY → 8: KEY SOUND → 9: TEST → 0: REVISION

E: Input / Output MENU

1: GPIB ADDR → 2: INTERFACE → 3: BAUD RATE → 4: PARITY → 5: TX TERM
→ 6: RETURN

F: CALibration MENU ^①

1: SECURED → [1: UNSECURED] → [2: CALIBRATE] → 3: CAL DATE → 4: CAL COUNT

^① 方括号 [] 中的命令在未解除校准保护之前是“隐藏”的。

2.2.3 前面板菜单参考

A: MEAS MENU

1:CONTINUTY	设置导通测量的阈值电阻 (1 Ω ~ 1000 Ω)
2:FILTER	打开或关闭数字滤波器功能
3:FILIER TYPE	选择数字滤波器的类型 (MOVNG AV、REPEAT)
4:FILIER COUNT	设定数字滤波器的滤波个数

B: MATH MENU

1:SETM	为 $Mx+B$ 设置M值
2:SETB	为 $Mx+B$ 设置B值
3:PERCENT	为PERCENT设置参考值
4:dB REF	调用或设置存储在寄存器中的dB参考值
5:dBmREF	调用或设置存储在寄存器中的dBm参考值
6:LIMIT TEST	打开或关闭LIMIT测试
7:HIGH LIMIT	为LIMIT设置上限
8:LOW LIMIT	为LIMIT设置下限
9:LIMIT BEEP	为LIMIT设置讯响状态

C: TRIG MENU

1:READ HOLD	设置读数保持的误差范围
2:READ COUNT	设置读数保持的数据个数
3:TRIG MODE	选择触发模式 (INT/MAN/BUS)
4:TRIG DELAY	设置触发后的延时时间

D: SYS MENU

1:RDGS STORE	打开或关闭读数存储
2:RDGS COUNT	设置读数存储的个数(2~512)
3:SAVED RDGS	查看已存储的读数
4:BEEP	打开或关闭蜂鸣器功能
5:SAVE CNFG	保存用户对仪器的当前设置
6:LOAD CNFG	加载厂家默认设置或用户的设置
7:DISPLAY	打开或关闭前面板的显示
8:KEY SOUND	打开或关闭按键的声音
9:TEST	执行一个完全的自检
0:REVISION	查看当前固件的版本号

E: I/O MENU

1:GPIB ADDR	设置GPIB总线的地址(0~31)
2:INTERFACE	选择GPIB或RS232C接口
3:BAUD RATE	选择RS232C接口的波特率
4:PARITY	选择RS232的奇偶校验位
5:TX TERM	选择通讯结束符
6:RETURN	打开或关闭通讯字符返回的状态

F: CAL MENU ^①

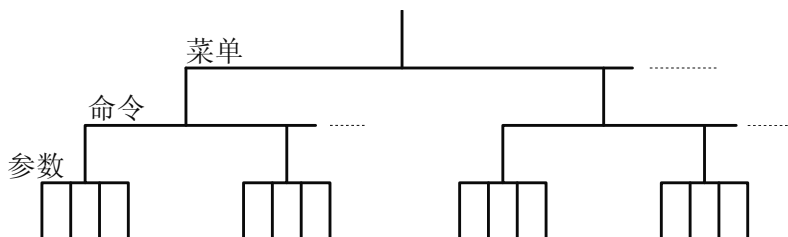
1:SECURED	校准保护, 输入校准码解除保护
[1:UNSECURED]	校准已解除保护, 输入校准码去锁定保护
[2:CALIBRATE]	执行校准程序, 执行前必须解锁
3:CAL DATE	查看多用表最后一次的校准日期
4:CAL COUNT	查看多用表已被校准的次数

^① 方括号([])中的命令在未解除校准保护之前是“隐藏”的。

2.2.4 菜单操作说明

关于如何使用前面板菜单，该节做了一个简要的指导说明。我们建议用户花几分钟时间去熟悉并掌握菜单的结构和操作。

菜单被设计为由上到下的三级（菜单 (Menus), 命令 (Commands), 参数 (Parameters)) 树形结构。您可以使用上 (▲) 或下 (▼) 键移动菜单树从一级移动到下一级；使用左 (◀) 或右 (▶) 去浏览三级菜单中任何一级的几个同级的选项。



- 打开菜单，按 **Shift** + **◀** (Menu) 键。
- 关闭菜单，按 **Shift** + **◀** (Menu)，或者按任何一种功能键或数学功能键。
- 确认执行一个菜单命令，按 **Auto** (Enter) 键。
- 打开最近执行的菜单命令，按 **Shift** + **▶** (Recall) 键。

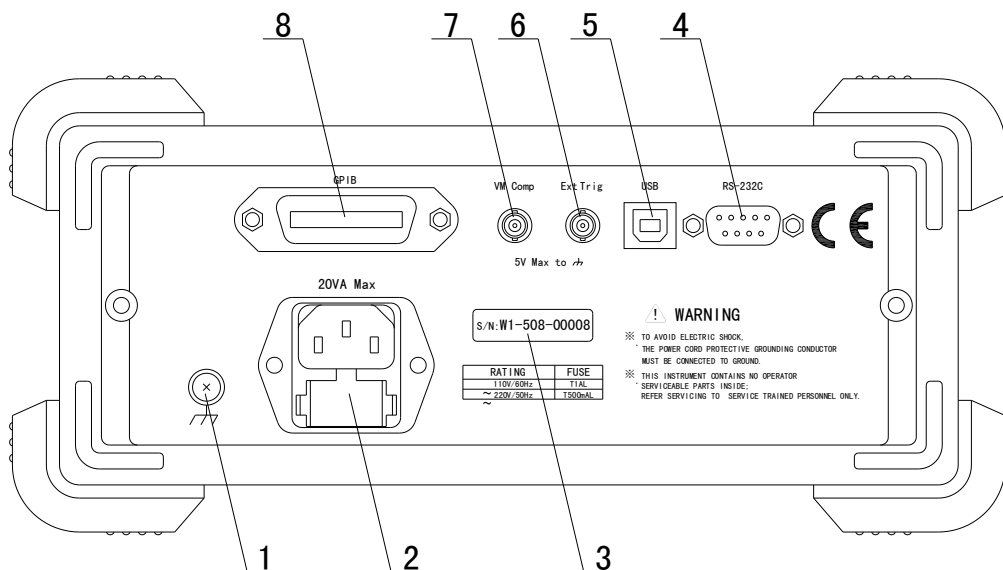
菜单使用过程中的信息

CHANGE SAVED	在菜单的“参数”级，对参数所做的改变被保存。
TOO SMALL	参数的设定值过小，显示该参数最小值，允许你继续编辑。
TOO LARGE	参数的设定值过大，显示该参数最大值，允许你继续编辑。
FILE SAVING	系统配置文件正在被保存
FILE LOADING	正在加载已保存的系统配置文件
SAVE SUCCEED	系统配置文件保存成功
LOAD SUCCEED	系统配置文件加载成功

说明：当在“菜单 (MENU)”级时，如果你按下▲，你不能再回到更高级的菜单；同样当在“参数 (Parameter)”级时，如果按下▼，也不能到更下一级的菜单。

2.3 后面板介绍

TH1951 的后面板如图 2-2 所示，本节包含许多测量操作前需了解的重要信息。



1. 接地
仪器的接地端。
2. 电源及保险丝
交流电源的输入端，可以适用于交流电压 110V/220V \pm 10%，50Hz/60Hz \pm 5%。
电源保险丝用于保护仪器，T500mAL/250V。
3. 铭牌
记录仪器的机号。
4. RS-232 接口(选装)
连接作为以 RS-232 接口操作之用，必须使用转接连通的 DB-9 电缆。
5. USB 接口
可以通过 USB Device 接口，可以作为 RS232 接口使用。
6. Ext Trig
外部触发输入接口。
7. VM Comp
触发测量完成信号输出接口。
8. 可选用的插槽
连接 IEEE-488(GPIB)接口控制之用，该附件为选件，如用户需要可另行购买。

2.4 开机准备及开机状态

2.4.1 连接电源

- (1). 连接电源前，应保持供电电压在 $110V/220V \pm 10\%$ ，并且频率在 $50/60Hz \pm 5\%$ 的条件下工作。

注意：如果因为使用错误电源而导致仪器的损坏，则不在产品保修范围之内。

- (2). 插入电源线前，务必先确认前面板的电源开关是在关的状态。
- (3). 将电源线连接至仪器后面板的交流电源输入端和三孔交流电源的输出端（务必是有接地线的交流电源）。

警告：仪器自带的三孔电源线有一个独立的接地端线，所用的电源必须是三孔的，而且有接地的，否则，可能会因电击而导致人员的死亡。

- (4). 按下仪器前面板的开关，以打开仪器，准备操作。

2.4.2 电源电压的选择和保险丝的替换

如果仪器的 AC 电源电压需要改变或者保险丝需要替换，请按如下步骤进行操作：

警告：在改变电源电压或替换保险丝之前，请确认 TH1951 与电源线或其他设备都不连接。

1. 如果配置仪器到一个不同的电源电压，从后面板的电源输入处移下电源电压选择器，然后旋转它到正确位置。当电源电压选择器重新安放回其固定处后，您所选择的正确的电压可以在小窗口中看到。
2. 重新安装保险丝固定器到电源输入模块中，用力压紧直至它锁好。
3. 如果要替换保险丝，则将保险丝固定器从电源输入模块中取出。
4. 然后取下上面的保险丝，并且用线面列表中的规格进行替换。

电源电压	保险丝	
110V	T1AL/250V	5*20mm
220V	T500mAL/250V	5*20mm

注意：电源电压的选择和保险丝的替换，请使用与 TH1951 所指定的规格和型号进行替换，否则，因使用错误电源或保险丝而导致的后果，须自负。

2.4.3 开机程序

当打开电源，TH1951 会依内部 EPROM 和 RAM 的设定作自我测试，并且会将屏幕上所有的显示信息打开近 1 秒钟。如果检测出任何仪器故障，屏幕中央会显示出错误的信息代码，并出现 ERR 的屏幕显示信息。

当仪器通过了自我测试，会显示仪器当前的版本代号。

2.4.4 高压线路测量的安全注意事项

为了安全上的考虑，当您需要高压线路中测量电压时，请遵循以下注意事项：在高压线路中测量时，请务必使用符合下列要求的导线及配件：

- 测试导线和配件必须完全的绝缘。
- 在自动测试时，必须使用能够与线路连接的导线，例如：鳄鱼夹、扁平插头等导线。
- 不要使用会缩小电压空间的测试配件，因为那样会降低保护的功能，而造成极危险的状态。

按照下列的程序，在高压线路中进行测量：

- (1) 使用标准的连断装置，如断路器或主开关等，来作为线路连接用。
- (2) 使用符合安全规格范围内的测试导线和附件，来与线路相连接。
- (3) 将 TH1951 设定在正确的测量功能和量程。
- (4) 使用(1)所叙述的开关来使线路通电后，再用 TH1951 测量。(此时，切勿将测试导线从 TH1951 输入端拔出)。
- (5) 使用(1)所叙述的开关线路断开电源。
- (6) 将测试接头从高压线路的测试单元分离。

警告：在 INPUT L0 和接地端间的最大共模电压为 500V 峰值。超过此范围时，可能会导致绝缘的崩溃而有电击的危险。

2.4.5 开机缺省状态

TH1951 开机后的设定状态为厂家默认的设定状态。用户可以通过菜单加载自己所存储的仪器状态。关于仪器状态的加载请参照 4.5.3 恢复设置一节。

因为本手册中所叙述的基本测量程序都是假设仪器处于厂家设定的状态，所以当您依本手册一步一步的学习测量程序时，请先重新设定至厂家所设定的状态。表 2-1 所示为厂家的默认设定状态。

设置	厂家默认
Autozero	0n
Buffer	No effect
Continuity	
Beeper	0n
Digits	4 ¹ / ₂
Rate	Fast (0.1 PLC)
Threshold	10 Ω

Current(AC and DC)	5 ¹ / ₂
Digits(AC)	5 ¹ / ₂
Digits(DC)	0n
Filter	5
Count	Moving average
Mode	Auto
Range	Off
Relative	0.0
Value	Medium
Rate(AC)	Medium(1 PLC)
Rate(DC)	
Diode test	5 ¹ / ₂
Digits	1mA
Range	Medium(1 PLC)
Rate	
Frequency and Period	5 ¹ / ₂
Digits	10V
Range	Off
Relative	0.0
Value	Slow(1 sec)
Rate	DCV
Function	No effect
GPIB	8
Address	SCPI
Language	Off
Limits	0n
Beeper	+1
High limit	-1
Low limit	Off
mX+b	1.0
Scale factor	0.0
Offset	Off
Percent	1.0
Reference	
Resistance(2-wire and 4-wire)	5 ¹ / ₂
Digits	0n
Filter	5
Count	Moving average
Mode	Auto

Range	Off
Relative	0.0
Value	Medium(1 PLC)
Rate	On
RS-232	9600
Baud	
Triggers	On
Continuous	Auto
Delay	Immediate
Source	
Voltage(AC and DC)	No effect
dB reference	75 Ω
dBm reference	5 ¹ / ₂
Digits(AC)	5 ¹ / ₂
Digits(DC)	On
Filter	5
Count	Moving average
Mode	Auto
Range	Off
Relative	0.0
Value	Medium
Rate(AC)	Medium(1 PLC)
Rate(DC)	

2.4.6 预热时间

当 TH1951 完成开机程序后，即可操作使用。但是，为了测量上的精确度和稳定性，建议让 TH1951 有三十分钟的预热时间。预热后，如果要将 TH1951 移到温差很大的另一场所进行测量时，最好再多等待一些时间，直到仪器内部的温度稳定之后再开始测量。

2.5 显示屏

TH1951 的显示屏会依循着测量项目和单位将读数显示出来。而位于显示屏左、右、下三边的特殊符号，则可以指示各种不同的操作状态，关于具体的信息的定义请参照 2.2.1 屏幕指示信息一节。

第三章 基本测量

3.1 开始

首先，你要做的就是让仪器的前面板作为一个向导。我们在第二章已经简述了一些关于前面板的操作及开机前的准备。

前面板共有两排可供选择各种功能和操作的按键，大部分按键的上面有一用蓝色字体标记的上档功能。如果要执行上档功能，首先按下 **Shift** 按键（Shift 标记将会点亮），然后，再按下你所期望的功能键。例如：选择交流电流功能，应该首先按下 **Shift** 然后再按下 **ACV**。

如果按下 **Shift** 键，再次按下该键，Shift 标记将关闭。

3.2 电压测量

TH1951电压测量范围：100 mV, 1 V, 10 V, 100 V, 1000 V (750 VAC)；最大分辨率是1 μ V(在100mV量程)，交流电压为真有效值（RMS），最大交流电压峰峰值是1000V。

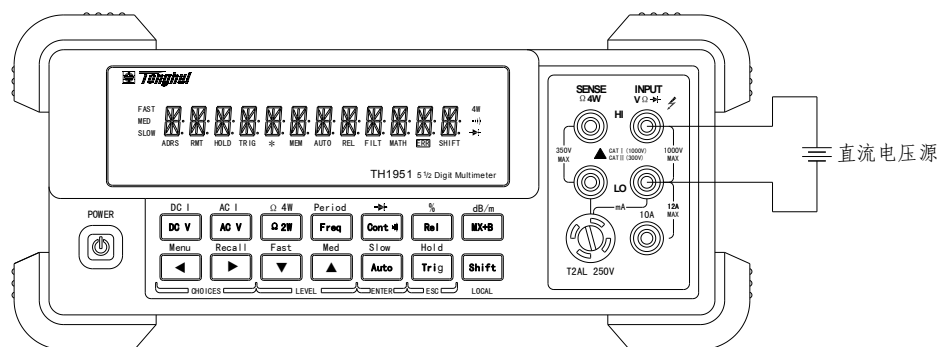
3.2.1 连接方法

假如 TH1951 处于厂家设定的条件下，操作流程如下：

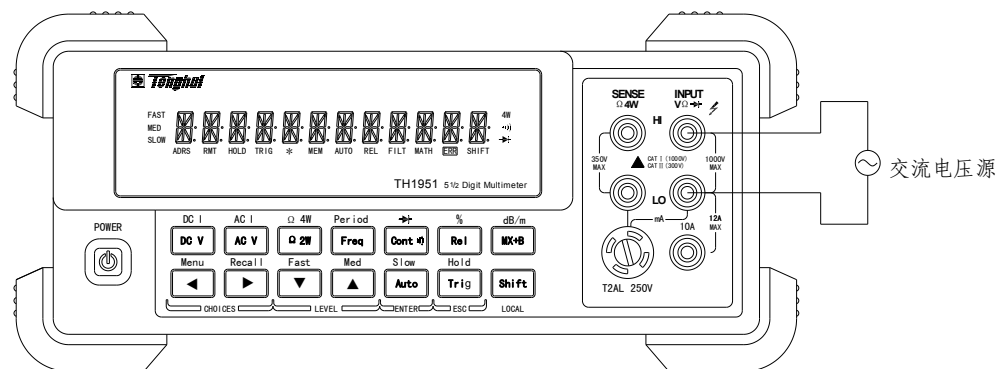
1. 连接测试导线到 INPUT HI 和 LO 端。
2. 按下 **DCV** 或 **ACV** 键来选择测量直流电压或交流电压功能。
3. 按 **Auto** 键锁定自动量程功能。当您启动此功能后，请注意 AUTO 标记被点亮。如果你想手动量程，使用 **▲** 和 **▼** 键去选择与期望电压一致的量程。
4. 具体连接方法如图 3-1：

注意：不要连接超过 1000V 的峰峰值电压到仪器输入端，否则仪器可能会损坏。

5. 显示屏如果出现“OVR. FLW”时，请使用 **▲** 键选择一个更高的量程，直到显示出正常读数为止（或按 **Auto** 选择自动量程）。为了有最佳的分辨力，尽可能设定在最低的量程。
6. 读取显示屏上的读数。



输入阻抗 = $10\text{M}\Omega$ 在 1000V 和 100V 量程
 $> 10\text{G}\Omega$ 在 10V , 1V 和 100mV 量程
 注意: 最大输入 = 1010VDC



输入阻抗 = $1\text{M}\Omega$ 和 100pF
 注意: 最大输入 = 750V 真有效值, 1000V 极值, $3 \times 10^7\text{ Volt} \cdot \text{Hz}$

图 3-1 电压测量连接

3.2.2 波形因数 (Crest factor)

交流电压和交流电流的测量精确度受波形的波形因数影响, 波形因数即是波形的峰值与真有效值 (RMS) 的比。表 3-1 所列是基本频率相对应的波形因数值, 必须将其列入精确计算的考虑之中。

表 3-1 波形因数

波形因数	基本频率
2	50kHz
3	3kHz
4-5	1kHz

3.3 电流测量

TH1951电流测量范围：10 mA, 100 mA(仅直流), 1 A, 10 A；最大分辨率是100 nA(在10 mA量程)。

注意：在电压测量中讨论的波形因数也适用于电流。

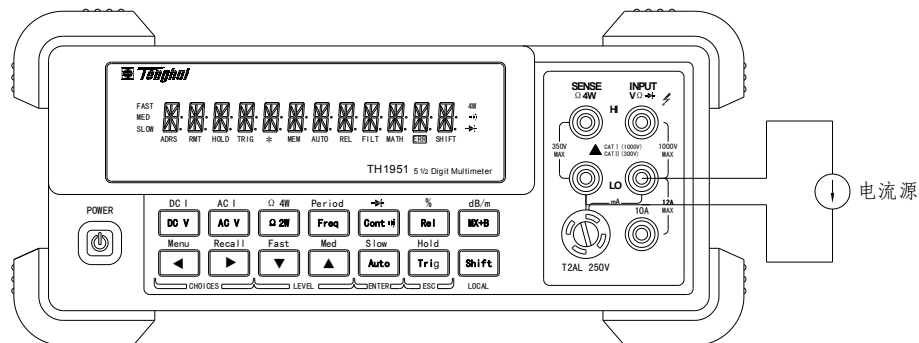
3.3.1 连接方法

假如 TH1951 处于厂家设定的条件下，操作流程如下：

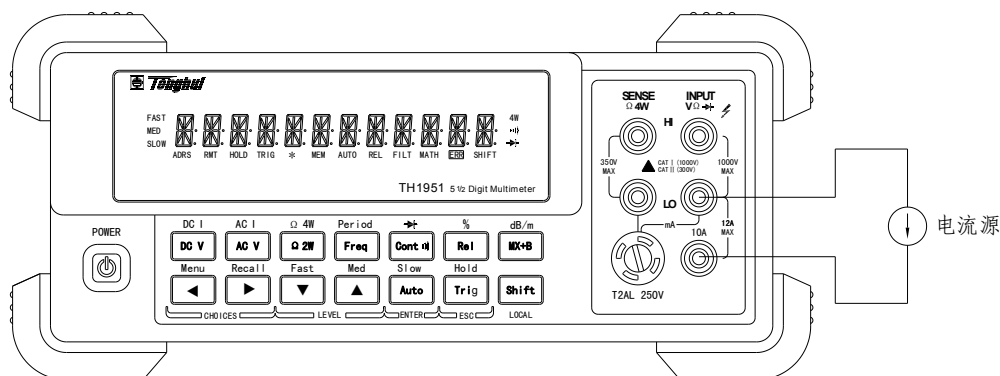
1. 连接测试导线到 INPUT LO 和 AMPS 端。
2. 按下 **Shift** + **DCV** 或 **Shift** + **ACV** 键来选择测量直流电流或交流电流功能。
3. 按 **Auto** 键锁定自动量程功能。当您启动此功能后，请注意 **AUTO** 标记被点亮。如果你想手动量程，使用 **▲** 和 **▼** 键去选择与期望电流一致的量程。
4. 具体连接方法如图 3-2：

注意：在输入端不要使用超过 2A 电流和 250V 电压到仪器的输入端，否则 **AMPS** 处的保险丝将烧断。

5. 显示屏如果出现“OVR. FLW”时，请使用 **▲** 键选择一个更高的量程，直到显示出正常读数为止（或按 **Auto** 选择自动量程）。为了有最佳的分辨力，尽可能设定在最低的量程。
6. 读取显示屏上的读数。



在 10mA, 100mA, 1A 量程的连接方式



注意：最大输入=12A直流电流或真有效值电流

图 3-2 电流测量连接

3.3.2 保险丝的更换

警告：当您更换保险丝时，请务必确认，TH1951 没有连接交流电源或与其他仪器连接。

1. 关闭电源，并且拔下电源线和测试导线。
2. 在前面板保险丝座用大拇指轻压并逆时针旋转几圈，保险丝座即可弹出。
3. 更换相同规格的保险丝（2A/250V 快速熔断，5×20mm）。
注意：不可更换耐电流高于规格的保险丝，以免造成仪器损坏。
4. 更换好后，再安装回去即可。

3.4 电阻测量



TH1951 电阻测量范围：100 Ω, 1k Ω, 10k Ω, 100k Ω, 1M Ω, 10M Ω, 100M Ω；最大分辨率是 1mΩ (在 100 Ω量程)。

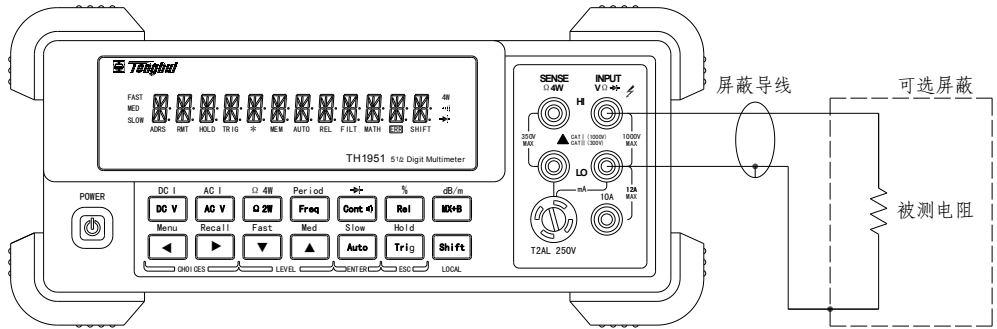
3.4.1 连接方法

假如 TH1951 处于厂家设定的条件下，操作流程如下：

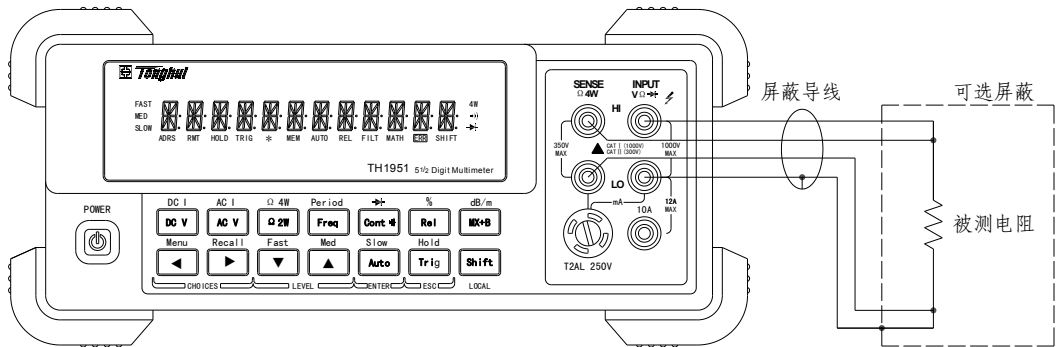
1. 将测试导线如下述方法和 TH1951 连接。
 - A: 两线测量 (Ω 2W), 由 INPUT HI 和 LO 处相连接。
 - B: 四线测量 (Ω 4W), 由 INPUT HI 和 LO 和 SENSE Ω 4W HI 及 LO 处相连接，建议使用开尔文测试线。
2. 按下 $\Omega 2W$ 或 $\text{Shift} + \Omega 2W$ 键来选择两线电阻测量或四线电阻测量功能。
3. 按 Auto 键锁定自动量程功能。当您启动此功能后，请注意 AUTO 标记被点亮。如果你想手动量程，使用 \blacktriangle 和 \blacktriangledown 键去选择与期望电阻值符合的量程。
4. 将测试导线与待测阻抗如图 3-3 连接：

注意：在输入端 INPUT HI 和 LO 端不要使用超过 1000V 的电压，否则会将仪器损坏。

5. 显示屏如果出现“OVR. FLW”时，请使用  键选择一个更高的量程，直到显示出正常读数为止（或按  选择自动量程）。为了有最佳的分辨力，尽可能设定在最低的量程。
6. 读取显示屏上的读数。



注意：电流源流经 INPUT HI, DUT, INPUT LO 端。



注意：电流源流经 INPUT HI, DUT, INPUT LO 端。



图 3-3：两线及四线式电阻测量连接

3.4.2 屏蔽保护

为了能够得到一个稳定的读数，在测量大于 $100\text{k}\Omega$ 的电阻时，应采用屏蔽方法。将该电阻放置于屏蔽箱中，并且连接屏蔽到仪器的 INPUT LO 端。

3.5 频率和周期测量

TH1951 频率测量范围：当电压输入信号范围在 100mV 交流到 750V 交流时，可测量从 5Hz 到 1MHz 以上的频率；或是测量从小于 $1\mu\text{s}$ 到 200ms 的周期在同样的电压范围内。

测量频率时，使用仪器的电压输入端。交流电压的量程可以使用  和  键来改变设定，但是输入信号电压必须大于设定量程的 10% 。

3.5.1 测量误差

TH1951 测量频率和周期使用了一种交互式的计数技术。该技术对任何输入频率实现等精度测量。当测量低压、低频信号时，频率计数器容易发生错误；这时，内部和外部的噪声也会影响计数器。如果你试图测量一个带有直流偏置电压变化的输入信号的频率（或周期），也会导致测量误差。

3.5.2 门限时间

门限时间是指 TH1951 用来截取频率或周期读数的时间长度。所有速度（FAST、MED 和 SLOW）键的设定，都将产生一个固定的门限时间 1 秒。

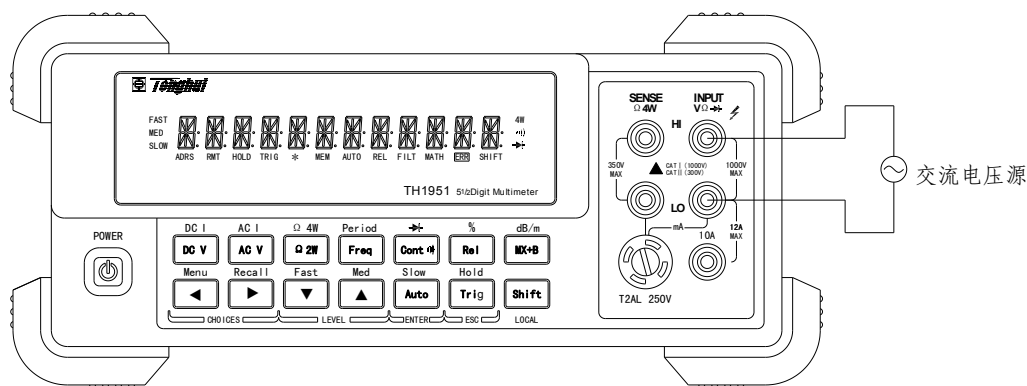
3.5.3 连接方法

假如 TH1951 处于厂家设定的条件下，操作流程如下：

1. 连接测试导线到 INPUT HI 和 LO 端。
2. 按下 **Freq** 或 **Shift** + **Freq** 键来选择测量频率或周期功能。
3. 连接测试导线到输入信号如图 3-4：

注意：在输入端不要使用超过 1000V 的电压到仪器的输入端，否则可能会毁坏仪器。

4. 读取显示屏上的读数。



输入阻抗=1MΩ 和 100pF

注意：最大输入=750V 真有效值，1000V 极值， 3×10^7 Volt · Hz

图 3-4：频率和周期测量

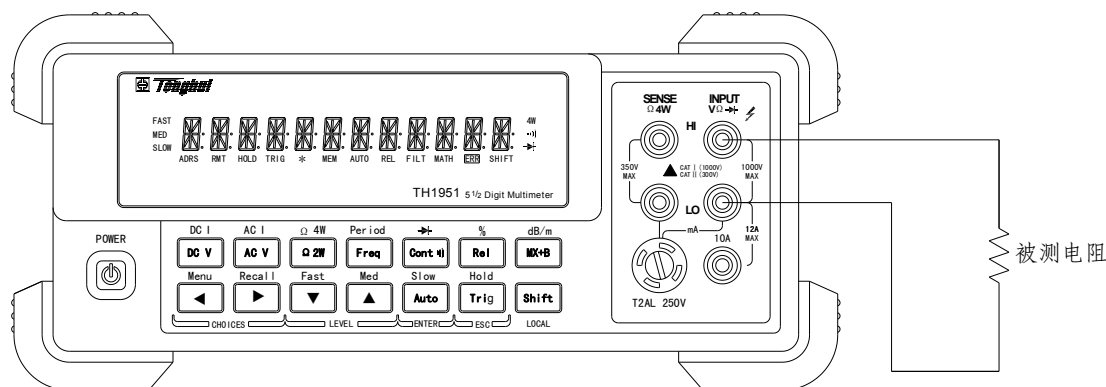
3.6 导通测量

TH1951 以 1kΩ 的量程来作为线路的导通测量。使用导通测量功能时，需要设定一个临界电阻值（1Ω ~ 1000Ω），仪器的厂家默认临界电阻值是 10Ω，当仪器的读数低于此值时，仪器蜂鸣器会发出警告声。注意：当 TH1951 处于导通测量功能时，仪器的读数采样速率被固定在 **Fast** (0.1 PLC)。

3.6.1 连接方法

假如 TH1951 处于厂家设定的条件下，操作流程如下：

1. 连接测试导线到 INPUT HI 和 LO 端。
2. 按下 **Cont** 键来选择导通测量功能。
3. 具体连接方法如图 3-5：
4. 读取显示屏上的读数。



注意：电流源流经 INPUT HI, DUT, INPUT LO 端。

图 3-5：导通测量

3.6.2 临界电阻值

你也可自己设定临界电阻值从 $1\ \Omega$ 到 $1000\ \Omega$ 。厂家的默认设定是 $10\ \Omega$ ，改变临界电阻值的方法如下：

1. 按 **Cont** 键来选择导通测量。
2. 再按 **Shift** + **▶** 调出 A:MEAS MENU 下的 1:CONTINUITY 命令，按 **▼** 确认进入参数设定状态。
3. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择欲改变的位数，然后用 **▲** 和 **▼** 来增减数值，键入一个从 1 到 1000 的值。
4. 按 **Auto** 键确认你的设定值。

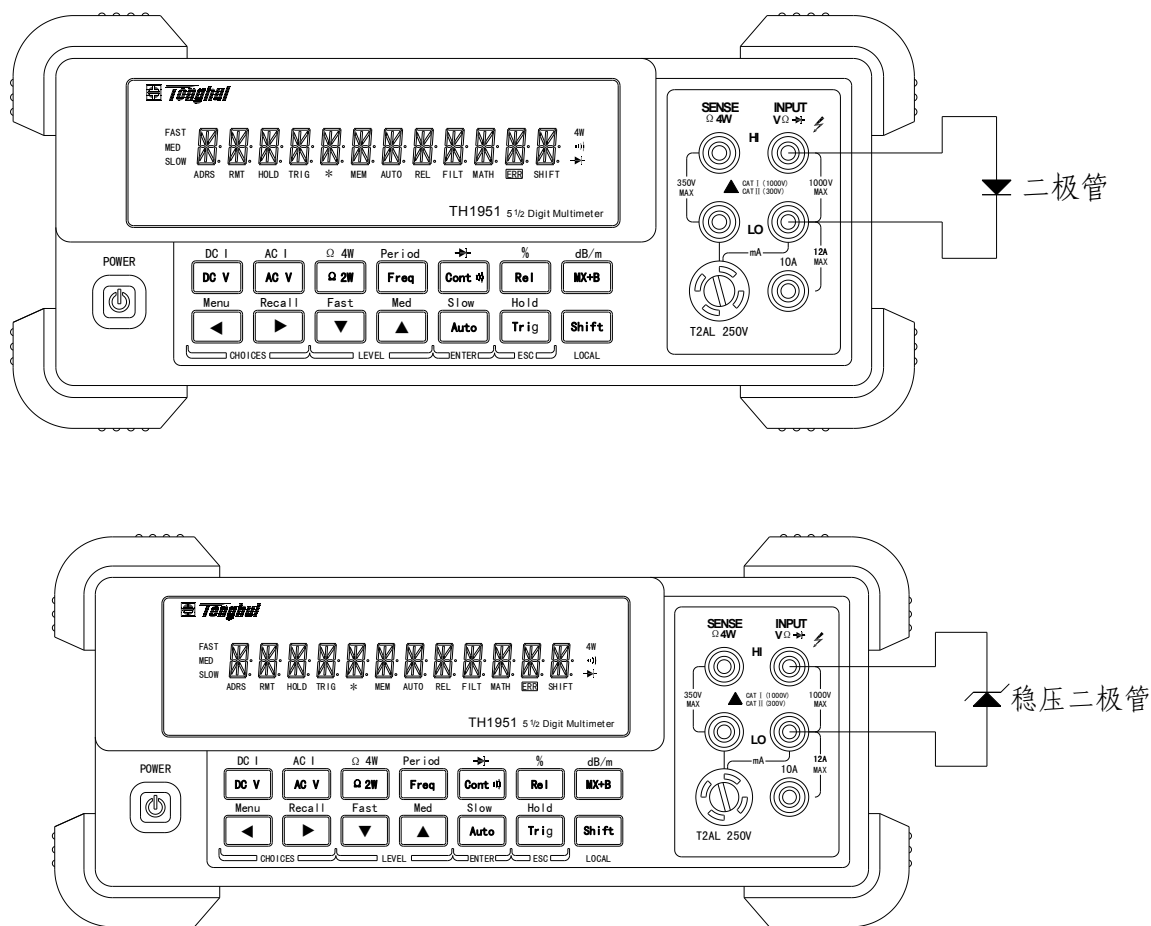
3.7 二极管测试

TH1951 可以测试普通二极管的压降和稳压二极管的电压。使用二极管测量功能时，需要选择一个测试电流 (1mA 、 $10\ \mu\text{A}$ 和 $100\ \mu\text{A}$)。注意：当 TH1951 处于二极管测量功能时，仪器的读数采样速率被固定在 Medium (1 PLC)。

3.7.1 连接方法

假如 TH1951 处于厂家设定的条件下，操作流程如下：

1. 连接测试导线到 INPUT HI 和 LO 端。
2. 按下 **Shift** + **Cont** 键来选择二极管测量功能。
3. 具体连接方法如图 3-6：
4. 读取显示屏上的读数。



注意：电流源流经 INPUT HI, DUT, INPUT LO 端。

图 3-6：二极管测试

3.7.2 范围设定

你可在前面板设定测试电流范围：1mA、10 μ A和100 μ A三种选择。厂家默认设定值是1mA，如欲更改设定，方法如下：

1. 按 **Shift** + **Cont** 键来选择二极管测量功能。
2. 使用 **▲** 和 **▼** 在三种测试电流之间切换。

测试电流值为 1mA 时，测量电压范围为 3V。测试电流值为 10 μ A和100 μ A时，测试范围为10V。如果读数超过10V，TH1951 将会显示“OVR. FLW”的信息。


3.8 数学运算功能

TH1951 的数学运算分为四类：

- $mX+b$ 和百分比
- dB 和 dBm 的计算
- 暂存器中存储读数的统计
- 极限测试

前两种数学运算功能将在这里讨论，暂存器中存储读数的统计和极限测试将在第四章（测量选项）中进行讨论。

选择和设置一数学功能的过程如下：

1. 按下相应的数学功能键，打开该功能。
2. 设置该数学功能的参数，并按  键确认。（如果再次按下此数学功能键将取消该数学功能）

注意：一旦对某种测量功能开启了 $mX+b$ 或百分比数学功能后，当测量功能改变后，所选择的数学功能也会起作用。

3.8.1 $mX+b$

此数学运算功能提供将屏幕上的读数（X）作如下的计算：

$$Y = mX + b$$








其中：X 是显示屏上的一般显示读数。

m 和 b 是由使用者所输入的参数。

Y 是计算后显示在屏幕上的结果

应用方法：

应用 $mX+b$ 数学功能，请按如下方法操作：

1. 按  键选择 $mX+b$ 数学功能，仪器显示当前的参数 M：
M: +1.00000 Λ
2. 使用  和  键选择欲改变的位数，然后用  和  来增减数值，键入一个希望的数值及单位。
3. 按  键确认 M 参数值，并显示 B 参数：
B: +00.0000 m
4. 键入一个希望的值及单位。
5. 按  键确认 B 参数值。

此时，即会切换到正常的测量功能后，TH1951 即会显示出计算后测量结果。如果在打开了该数学功能之后，你想改变参数的数值，除了上述介绍的参数数值设定方法之外，还可以进行如下操作：

1. 按 **Shift** + **▶** 调出 **B:MATH MENU** 下的 **1:SET M** 命令，按 **▼** 键进入参数设定：**M: +1.00000 Λ** 。
2. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择欲改变的位数，然后用 **▲** 和 **▼** 来增减数值，键入一个希望的数值及单位。
3. 按 **Auto** 键确认 M 参数值。
4. 按 **▶** 键调出 **B:MATH MENU** 下的 **2:SET B** 命令，按 **▼** 键进入参数设定：**B: +00.0000 m**。
5. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择欲改变的位数，然后用 **▲** 和 **▼** 来增减数值，键入一个希望数值及单位。
6. 按 **Auto** 键确认 B 参数值。

3.8.2 Percent

Percent 计算是根据你设定的参考值将作如下的运算：

$$\text{Percent} = \frac{\text{Input} - \text{Reference}}{\text{Reference}} \times 100\%$$

其中： Input 是显示屏幕上的一般的显示读数
 Reference 是用户输入的参数
 Percent 是显示的计算结果

应用方法：

应用 Percent 数学功能，请按如下方法操作：

1. 按 **Shift** + **Rel** 键选择 Percent 数学功能，仪器显示当前的参数 **REF: +1.00000 Λ** 。
2. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择欲改变的位数，然后用 **▲** 和 **▼** 来增减数值，键入一个希望的数值及单位。
3. 按 **Auto** 键确认参考数值。

如果在打开了 Percent 数学功能之后，还想改变参数的数值，除了上述介绍的参数数值设定方法之外，还可以进行如下操作：

1. 再按 **Shift** + **▶** 调出 **B:MATH MENU** 下的 **3:PERCENT** 命令，按 **▼** 键进入参数设定：REF: +1.00000 μ 。
2. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择欲改变的位数，然后用 **▲** 和 **▼** 来增减数值，键入一个希望的数值及单位。
3. 按 **Auto** 键确认参考数值。

切换到正常的测量功能后，TH1951 即会显示出计算后的测量结果。如果“Input”大于“Reference”，显示出来的结果将为正，相反，如果“Input”小于“Reference”，显示结果将为负。

3.8.3 dB 计算

使用 dB 来表示 DC 或 AC 电压的好处是,可以将一个大的测量范围压缩到一个较小范围的坐标轴内。dB 和电压的关系式如下所示:

$$\text{dB} = 20 \log \frac{V_{\text{IN}}}{V_{\text{REF}}}$$

其中: V_{IN} 是输入的 DC 或 AC 电压信号。

V_{REF} 是用户设定的参考电压值。

当输入的信号与设定的参考电压值相同时,仪器的读数将显示 0dB。

如果相对运算 (REL) 功能作用于 dB 数学功能之前,那么这个值 (REL 值) 被转换成 dB 值,然后在应用到 dB 数学功能;如果相对运算 (REL) 功能作用于 dB 数学功能之后, dB 数学功能直接应用于相对运算 (REL) 值。

应用方法:

按照如下步骤设定参考电压:

1. 按 **Shift** + **mX+b** 键选择 dB 数学功能, 仪器显示当前的参数
REF: +0.00000
2. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择欲改变的位数, 然后用 **▲** 和 **▼** 来增减数值, 键入一个希望的数值。
3. 按 **Auto** 键确认设定的参考电压值。

如果在打开了 dB 数学功能之后, 还想改变参数的数值, 还可以进行如下操作:

1. 再按 **Shift** + **▶** 调出 **B:MATH MENU** 下的 **4: dB REF** 命令, 按 **▼** 键进入参数设定: REF: +0.00000。
2. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择欲改变的位数, 然后用 **▲** 和 **▼** 来增减数值, 键入一个希望的数值。
3. 按 **Auto** 键确认设定的参考电压值。

- 说明:**
1. 计算 dB 时, 取 $V_{\text{IN}}/V_{\text{REF}}$ 的绝对值。
 2. 最大的负 dB 值是 -160dB。此时, $V_{\text{IN}} = 1\mu\text{V}$, $V_{\text{REF}} = 1000\text{V}$ 。

3.8.4 dBm 计算

dBm 是以 1mW 为参考值所定义的分贝值。用户可以自行设定参考阻抗，当 TH1951 的所测电压值通过此参考阻抗所消耗的功率为 1mW 时，此时，仪器会显示 0dBm。dBm 与参考阻抗和电压之间的关系式如下：

$$\text{dBm} = 10 \log \left(\frac{V_{\text{IN}}^2 / Z_{\text{REF}}}{1\text{mW}} \right)$$

其中： V_{IN} 是直流或交流电压输入信号
 Z_{REF} 是用户设定的参考阻抗

如果相对运算（REL）功能作用于 dBm 数学功能之前，那么这个值（REL 值）被转换成 dBm 值，然后在应用到 dBm 数学功能；如果相对运算（REL）功能作用于 dBm 数学功能之后，dBm 数学功能直接应用于相对运算（REL）值。

应用方法：

应用 dBm 数学功能，按照如下步骤设定参考阻抗：

1. 按两次 **Shift** + **mX+b** 键选择 dBm 数学功能，仪器显示当前的参数 REF: 0000
2. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择欲改变的位数，然后用 **▲** 和 **▼** 来增减数值，键入一个希望的数值（1Ω ~ 9999Ω）。
3. 按 **Auto** 键确认设定的参考阻抗值

如果在打开了 dBm 数学功能之后，想改变参数的数值，还可以进行如下操作：

1. 再按 **Shift** + **▶** 调出 B:MATH MENU 下的 5:dBm REF 命令，按 **▼** 键进入参数设定：REF: 0000。
2. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择欲改变的位数，然后用 **▲** 和 **▼** 来增减数值，键入一个希望的数值（1Ω ~ 9999Ω）。
3. 按 **Auto** 键确认设定的参考阻抗值。

说明：

1. 本节所提到的参考阻抗与输入阻抗是两个不同的概念，仪器的输入阻抗是仪器本身固有的，无法由前述方法改变。
2. dBm 计算对于正或负的直流电压都适用
3. 仪器默认 mX+b 和百分比数学计算是在 dBm 或 dB 计算之后。例如：对于一个 1V 的直流电压信号，如果 mX+b（m = 10, b = 0）数学功能被应用，则显示读数为 10.000MXB；如果 dBm（ $Z_{\text{REF}} = 50\Omega$ ）功能再被应用，则显示读数为 130MXB。

第四章 测量选项

本章将帮助你更加深入的了解 TH1951 的特性。无论你是通过前面板或是远程接口操作仪器，本章都是非常有帮助的；因为某些测量选项只能通过远程接口才能访问。该章共分为以下几部分：

- **测量配置**—讲述了量程，滤波器，相对读数，分辨率位数和测量速度。
- **触发操作**—叙述了触发源和触发延时。
- **暂存器操作**—讨论了读数储存缓冲器和缓冲读数统计。
- **极限操作**—讲述了如何设定读数极限。
- **系统操作**—详细的描述了仪器设置的保存和恢复，仪器的自检和校准。

4.1 测量配置

以下将讨论有关 TH1951 在测量时所能设定的各种设置。



4.1.1 量程

通过前面板设置或远程接口，可以使数字多用表选择自动量程或手动量程。自动量程可以使多用表自动的为每种测量功能选择最合适的量程；但是，为了得到更快的测量速度，你也可以使用手动量程，因为多用表在每次测量前不必再去决定使用哪一个量程。当关闭电源或一个远程复位命令后，仪器又会回到自动量程。

(1). 最大读数


每一种测量功能所设定的测量量程，除了在 1000VDC、750VAC 以及二极管的测试外，所能显示的最大读数将会超过所设定量程的 20%。

(2). 手动量程

要想使用手动量程时，只需要按  或  即可；每按一次，即可改变一次量程，屏幕会提示所设定的量程范围，时间大约一秒钟。

如果你设定某个量程之后，屏幕提示“OVR. FLW”的信号，请继续选择一个更高的量程，直到屏幕显示出正常的读数为止。尽可能将能够正常测量的量程设定到最低，以确保测量的最佳精确度和分辨力。

(4). 自动量程

要想使用自动量程时，只要按  键即可。当自动量程被选择后，屏幕上 AUTO 信号标记会被点亮，仪器会根据输入的信号自动的选择最好的量程；但是，当你需要用快速测量时，最好不要使用自动量程。

说明：量程的上限为该量程的120%，量程的下限为该量程的10%。

如要想取消自动量程，再按一次 **Auto**、**▲** 或 **▼** 键即可，按 **Auto** 取消自动量程后，仪器将自动设定在当前量程。

自动量程 **Auto** 键对导通测量和二极管测量功能不起作用。

4.1.2 滤波器

滤波器可以提供稳定的测量值，减小噪声的影响。TH1951 使用一个数字滤波器，显示、存储和传输的读数都是所设定的读数次数（从 1 到 100）的平均。

对滤波器设置步骤：

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“测量菜单” **A:MEAS MENU**，按 **▼** 键进入“命令选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到下面的 **2:FILTER** 命令，按 **▼** 键进入参数设定。
2. 使用 **◀** 或 **▶** 选择 **ON** 或 **OFF**，然后按 **Auto** 键确认。
3. 使用 **▶** 选择 **3:FILTER TYPE**，按 **▼** 确认键进入滤波器类型（**MOVNG AV** 或 **REPEAT**）的选择。
4. 使用 **◀** 或 **▶** 选择 **MOVNG AV** 或 **PEPEAT**，然后按 **Auto** 键确认。
5. 使用 **▶** 选择 **4:FILTER COUNT**，按 **▼** 确认键设定欲平均的读数次数（从 1 到 100）。

当滤波器功能启用后，屏幕上 **FILT** 的指示标记即会点亮。

说明：除了频率、周期、导通和二极管外，滤波器能对任何功能进行设定。

(1). 滤波器类型

A: Moving average

Moving average 滤波器使用先进先出的堆栈方式。当堆栈全满之后，测量数据就会平均，从而产生一个测量结果，把每一个后来的测量数据放进堆栈，把最老的测量数据挤出堆栈，栈内的数据再重新平均，产生一个新的测量结果。如图 4-1 所示，即由堆栈的不断更新，将平均后的读数显示出来。

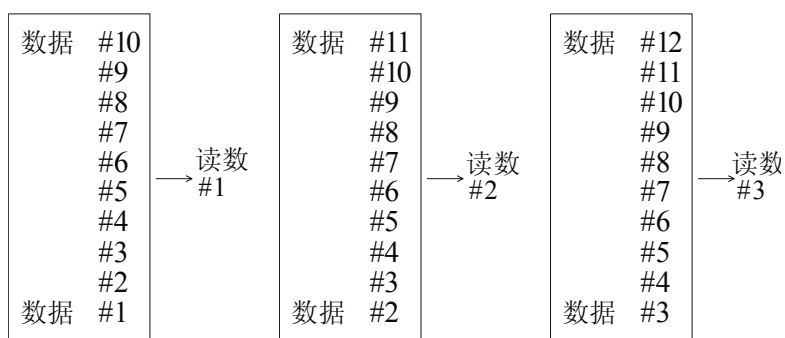


图 4-1: Moving average, Count=10

B: Repeat average

对于 Repeat average 滤波器，读入的数据存放在堆栈内，待堆栈内的数据全满之后，平均计算后产生一个测量结果，同时将堆栈内的数据全部清除，等待下一批数据的读入。如图 4-2 所示。

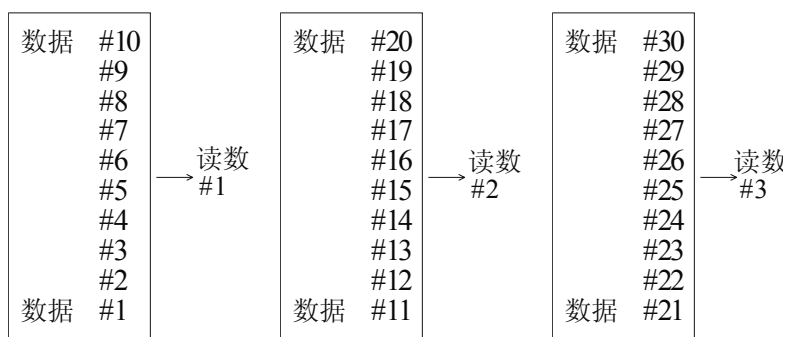


图 4-1: Repeat average, Count=10

(2). 响应时间

滤波器读数的平均次数的设定会影响到测量数据的显示、存储及输出。为了得到高精度且稳定的测量结果，必须牺牲部分测量速度，以及当输入信号改变时的响应速率。因此，如何在高速度或高精度测量间作一取舍，则完全依照用户自己的需求来做决定。

4.1.3 相对运算(Relative)

相对运算功能可用来将偏置归零，或是由现有或以后的测量值中扣除一个基准值。当使用 REL 功能时，TH1951 会将当前的读数设定为一个参考值，接下来的读数都会在实际输入值的基础上减掉该参考值。

针对各种不同的测量功能，你都可以自行设定一个参考值。但是，该参考值一经设定之后，无论在哪个设定量程下，该参考值皆相同。例如：在 10V 量程时，参考值设定为 2V，此后，不管量程在 1000V、100V、1V 或是 100mV，其参考值都是 2V。

另外，当你利用 REL 功能，在 DCV、 $\Omega 2$ 或 $\Omega 4$ 测量功能作归零纠正时，此时的偏置值即为参考值，屏幕上显示的读数如下：

$$\text{显示读数} = \text{实际输入} - \text{参考值}$$

说明：对某个量程来说，使用 REL 功能不会增加该量程的最大允许的输入信号
例如：在 DCV 的 1V 量程，对于 1.2V 的输入信号，TH1951 仍会显示“OVR. FLW”。

去设置 REL 值，当仪器显示了你期望的 REL 值时，你通过使用 **Rel** 键来设定 REL 的参考值，REL 标记就被点亮，当再次按下 **Rel** 键取消 REL。

你也可以利用 mX+b 的功能，用手动来设定 REL 值；设定 M=1, B 为任何你想的参考值。有关 mX+B 的功能，请参阅第三章的叙述。

4.1.4 速度 (Rate)

Rate 的选取即是用于设定 A/D 转换器的积分时间,亦即对输入信号测量的时间。积分时间的长短会影响有效的显示位数、读数噪声以及仪器最终的读数速率。积分时间通常以电源的线性周期数 (NPLC, 即 Number of Power Line Cycle) 来表示,以 50Hz 线性电源为例,一个 PLC 就相当于 20mSec。

通常,最快的积分时间 (Fast 即 0.1PLC, 可以通过前面板或远程接口设置) 会增加读数噪声和降低有效位数,相反,最慢的积分时间 (10PLC) 可以获得最佳的串共模抑制能力。至于设定在中间的范围,则可以在测量速度和噪声间取得一平衡点。

关于 Rate 可供设定的参数,解释如下:

- **Fast** 设定积分时间为 0.1PLC。当测量速度为最主要的需求时,可使用此设定,但是相对的会造成有效位数的降低和噪声的增加。
- **Medium** 设定积分时间为 1PLC。当想在噪声和速度间取得一平衡时,可使用此设定。
- **Slow** 设定积分时间为 10PLC。Slow 在损失速度的前提下,提供了最好的噪声性能。

对于交流 (ACV, ACI) 功能, Rate 的设置决定带宽如下:

- **Fast** 设定积分时间为 1PLC; 500Hz~100kHz。
- **Medium** 50Hz~100kHz。
- **Slow** 5Hz~100kHz。

说明: 积分时间的设定,除了频率、周期、导通测量 (FAST) 和二极管测试 (MEDium) 外,可适用于任何一种测量功能。对于频率和周期,这个值是一个门限时间 1S。

4.2 触发操作

TH1951 的触发操作设置允许用户设定仪器自动触发测量、手动触发测量或外部触发测量，每次触发后得到测量结果。下面将要讨论前面板触发、可编程的触发延时和读数保持功能。

4.2.1 触发模型

流程图 4-2 概述了仪器的触发系统的触发过程；同时，也被称为触发模型，它同样可以通过 SCPI 命令去进行触发控制的模块。

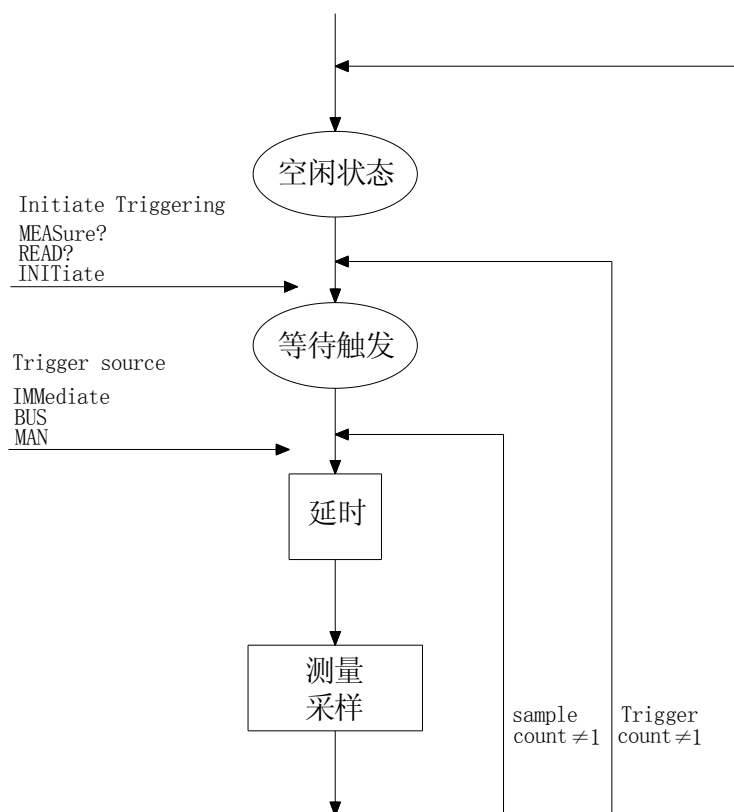


图 4-2 触发模型

(1). 空闲状态

当仪器不进行任何测量时，即仪器处于空闲状态。一旦 TH1951 跳出空闲状态，仪器将按照流程图进行操作处理。

(2). 等待触发

触发源能够阻止仪器的操作，直到可编程的事件发生并被检测到。关于触发源叙述如下：

- 立即触发 - 对于这个触发源，触发检测能立即检测到事件的触发并继续执行。
- 外部触发包括如下两种触发：
 - 收到总线触发 (*TRG) 命令。
 - 收到 Ext Trig 触发信号。
 - 前面板 **Trig** 键被按下 (**注意**：要使 TH1951 响应 **Trig** 键，TH1951 不能处于远程控制模式下)。

(3). 延时

可编程设定的延时处于触发检测之后。延时有两种方式可以选择：手动延时或自动延时。

对于自动延时，TH1951 根据功能和量程来进行延时；自动延时的时间设置如下表 4-1 所示：

功能	量程和延时						
	100mV	1V	10V	100V	1000V		
DCV	1ms	1ms	1ms	5ms	5ms		
	400ms	400ms	400ms	400ms	400ms		
ACV	100mV	1V	10V	100V	750V		
	400ms	400ms	400ms	400ms	400ms		
FREQ	100mV	1V	10V	100V	750V		
	1ms	1ms	1ms	1ms	1ms		
DCI	10mA	100mA	1A	10A			
	2ms	2ms	2ms	2ms			
ACI	10mA		1A	10A			
	400ms		400ms	400ms			
Ω 2W, Ω 4W	100 Ω	1k Ω	10k Ω	100k Ω	1M Ω	10M Ω	100M Ω
	3ms	3ms	13ms	25ms	100ms	150ms	250ms
Continuity		1k Ω					
Diod testing		3ms					
		1mA	100 μ A	10 μ A			
		1ms	1ms	1ms			

表 4-1 自动延时设置

对延时设置步骤如下：

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **C:TRIG MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **3:TRIG MODE** 命令，按 **▼** 键进入参数 (IMM、MAN 或 BUS) 设定。
2. 使用 **◀** 或 **▶** 选择 **IMM、MAN 或 BUS**，然后按 **Auto** 键确认。
3. 使用 **▶** 选择 **4:TRIG DELAY**，按 **▼** 确认键进入延时参数设定。
4. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择 **AUTO 或 MANU** 延时，当选择了手动延时后，仪器会提示 **DELAY: 0000ms**
5. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择欲改变的位数，然后用 **▲** 和 **▼** 来增减数值，键入一个希望的延时数值。
6. 按 **Auto** 确认键设定欲延时的时间 (0~6000ms)。

说明：当某一种测量功能改变为手动延时时，同时，也改变了所有测量功能为手动延时。

(4). 测量采样

仪器最主要的工作就是测量。同时，测量可能又包括下面这些额外的工作：

- **Filtering** — 如果 Repeating 滤波器启动，仪器采样指定数量的测量读数后进行平均产生一个滤波后的测量结果。如果取消滤波器功能或者已经达到了 Moving average 滤波器指定数量的读数，则仪器只进行一次测量读数。滤波后的输出结果传递给 Hold 功能。
- **Hold** — 如果 Hold 功能已开启，第一个被处理的读数称为“Seed”读数，接着仪器操作就在“测量采样”块内循环。得到第二个被处理的读数后，仪器会检查第二个读数是否在“Seed”读数的有效范围 (0.01% , 0.1% , 1% , 10%) 之内；如果这个读数在所选择的范围之内，仪器操作再次在“测量采样”块内循环。这个循环继续，直至得到在有效范围内连续指定数量 (2~100) 的读数。如果某一个读数不在此范围之内，仪器把这个读数作为一个新的“Seed”读数，Hold 处理继续循环。

4.2.2 读数保持 (Reading hold)

当像前面“测量采样”中描述的那样得到一个 Hold 读数后，蜂鸣器 (如果已打开) 就会发出声响，这个读数 (“Seed” 读数) 就被认为是一个“真实的测量”结果。读数结果 (“Seed” 读数) 会显示在显示屏上直至得到一个“超出范围”的读数，重新开始 Hold 处理过程。读数保持特性允许你去捕捉并且在显示屏上保持一个稳定的读数。

可以按照下面的步骤来打开并设置读数保持功能

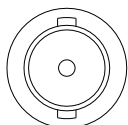
1. 按 **Shift** + **Trig** 开启仪器的读数保持功能。
 2. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **C:TRIG MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **1:READ HOLD** 命令，按 **▼** 键进入参数选择。
 3. 使用 **◀** 或 **▶** 选择范围 (0.01% , 0.1% , 1% , 10%) , 然后按 **Auto** 键确认所选的范围。
 4. 使用 **▶** 选择 **2:READ COUNT** , 按 **▼** 确认键进入参数设定 (默认为 5) :
RDGS: 005
 5. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择欲改变的位数, 然后用 **▲** 和 **▼** 来增减数值, 键入一个希望的数值。
5. 按 **Auto** 键确认设定的个数 (2~100)。

4.2.3 外触发端子

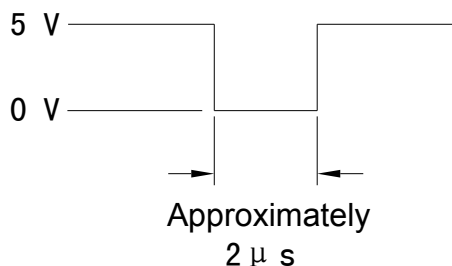
voltmeter complete

后面板上的 VM Comp (voltmeter complete) 端子在完成每次测量后输出一个低电平有效脉冲, 它与 Ext Trig (external trigger) 端子组合一起, 在仪器测量和其他测试设备间提供一个标准的硬件握手时序信号。

VM Comp



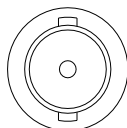
Output



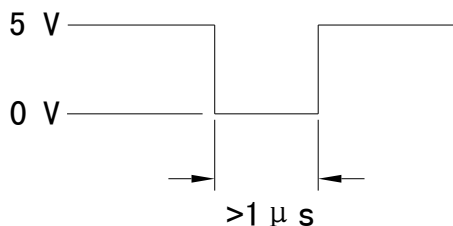
external trigger

给 Ext Trig (external trigger) 端子输入一个低电平有效脉冲信号可触发多用表, 如需要使用这个端子, 则必须选择外部触发源来触发。

Ext Trig



Output



4.3 暂存器应用 (Buffer operations)

TH1951 配备有可储存从 2 到 512 个读数的暂存器, 除此之外, 在存储的信息中, 系统还会自动提供存储数据的最大值、最小值、平均值、和标准偏差统计的信息。

暂存器所存储的读数个数可以由操作者自行设定, 当暂存器存完用户指定的个数之后, 便会自动停止。暂存器所存储的读数是经过数学运算之后的读数信息。这些信息并不是固定不变的, 关机后信息即会消除, 当再次启动此功能后, 原来的信息将会被后来的读数覆盖。

说明: 存储器中存储的只是读数, 各种功能的标志 (VDC, OHM 等) 没有和测量读数一起存储。

下面将要讨论有关暂存器以及一些相关的信息。

4.3.1 储存读数 (Storing Reading)

按照下面的步骤来储存读数

1. 将仪器设定在您所需的测量功能。
2. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”, 然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 D:SYS MENU, 按 **▼** 键进入“命令选项”, 使用 **◀** 或 **▶** 键找到 1:RDGS STORE 命令, 按 **▼** 键进入参数 (ON 或 OFF) 设定。
3. 使用 **◀** 或 **▶** 选择 ON 或 OFF, 然后按 **Auto** 键确认。
4. 使用 **▶** 选择 2:RDGS COUNT, 按 **▼** 确认键进入参数设定。
5. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择欲改变的位数, 然后用 **▲** 和 **▼** 来增减数值, 键入一个希望的数值。
6. 按 **Auto** 确认键设定欲存储的个数 (2~512)。
7. 退出菜单设置, 可以看到星号 (*) 标记被点亮, 表示读数存储功能已开启, 当完成欲存储个数的读数后, 星号 (*) 标记将关闭。

说明: 当存储读数的功能打开时, 前面板的指示符号 (*) 将被点亮, 直到存储完设定个数的读数后才熄灭。






4.3.2 读取读数 (Recalling Readings)

依照下列步骤来读取存储的读数以及统计信息:

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”, 然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 D:SYS MENU 然后按 **▼** 键进入“命令选项”, 使用 **◀** 或 **▶** 键找到 3:SAVED RDGS 命令, 按 **▼** 键读取存储的读数 (如果没有存储读数, 则仪器会提示 BUFFER EMPTY), 此时屏幕上的 MEM 标记被点亮。
2. 使用 **◀** 或 **▶** 读取更多被存储的读数。
3. 使用功能按键或 **Shift** + **◀** 返回到正常测量状态。

或者执行下列步骤也可以读取读数:

1. 按 **Shift** + **▶** 键调出 2: RDGS COUNT 命令, 然后使用 **▶** 键找到找到

- 3:SAVED RDGS 命令, 按  键读取存储的读数(如果没有存储读数, 则仪器会提示 BUFFER EMPTY), 此时屏幕上的 MEM 显示灯亮起。
2. 使用  或  读取更多被存储的读数。
 3. 使用功能按键或  +  返回到正常测量状态。

4.3.3 暂存器统计 (Buffer statistics)

暂存器中存储读数的最大和最小值分别用 MAX 和 MIN 标记。平均值是暂存器中读数的平均, 用 AVR 标记; 平均值的计算公式如下:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

其中: X_i 是被存储的读数
 n 是存储的读数个数。

暂存器存储读数的标准偏差用 STD 来标记; 标准偏差的计算公式如下:

$$y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{n-1}}$$

其中: X_i 是被储存的读数
 n 是储存的读数个数。

4.4 极限测量 (Limit Operations)

极限测量功能的设定和控制决定测量值是在 HI、IN 或 LO 状态的读数。除导通测量以外，极限测量能够适用在所有的测量功能。极限测量功能应用在 $mX+b$ 和百分比数学运算之后，测量值的单位已在应用此功能之前设定。例如：

- 低限 (Low limit) = -1.0; 高限 (high limit) = 1.0。
一个 150mV 的读数即 0.15V (IN)。
- 低限 (Low limit) = -1.0; 高限 (high limit) = 1.0。
一个 0.6k Ω 的读数即 600 Ω (HI)。

通过设置菜单 **B:MATH MENU** 下的 **9:LIMIT BEEP** 讯响状态，可以选择当测量读数在何种状态 (NEVER, HI, IN, LO, OUT) 时，TH1951 发出报警声音 (如果 Beep 打开)。

4.4.1 打开极限测量 (Enabling limits)

按照下列程序来打开极限测量功能：

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **B:MATH MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **6:LIMIT TEST** 命令，按 **▼** 键进入参数 (ON 或 OFF) 设定。
2. 使用 **◀** 或 **▶** 选择 ON 或 OFF, 然后按 **Auto** 键确认。

4.4.2 设置极限范围 (Setting Limit Values)

依照下列步骤去设定高或低限的范围：

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **B:MATH MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **7:HIGH LIMIT** 命令，按 **▼** 键进入参数设定：
HI: +1.00000 Δ
2. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择欲改变的位数，然后用 **▲** 和 **▼** 来增减数值，键入一个希望的数值，按 **Auto** 确认键设定高限值。
3. 使用 **▶** 选择 **8:LOW LIMIT**，按 **▼** 键进入低限参数设定：
LO: -1.00000 Δ
4. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择欲改变的位数，然后用 **▲** 和 **▼** 来增减数值，键入一个希望的数值，按 **Auto** 确认键设定低限值。
5. 使用功能按键或 **Shift** + **◀** 返回到正常读数显示状态。

当仪器返回到正常的测量状态后，状态信息 HI/IN/LO 会随着读数同时显示。

4.5 系统应用 (System Operations)

TH1951 还有其他一些菜单的操作：系统 Beep 的开/关状态；保存和恢复系统设置信息，显示状态的控制，按键声音的开关，仪器的自我检测以及仪器校准。下面将就这些设置进行简单的介绍。

4.5.1 蜂鸣器控制 (Beep)

在一定的条件下，仪器将会发出一报警声音，例如：打开读数保持 (Hold) 功能后，当仪器捕捉到一个稳定的读数时，就会发出 Beep 声。当然，在某种情况下，你可能想去关闭 Beep。

当 Beep 处于关闭状态下，仪器在下列几种情况下将不会发出声响：

1. 在极限测量时，读数超出极限。
2. 打开读数保持功能后，捕捉到一个稳定的读数时。

在 Beep 处于关闭状态下，仪器在下列几种情况下将不受影响：

1. 仪器内部有错误发生。
2. 对仪器的导通测量功能。
3. 对按键的声音

仪器 Beep 的开关状态保存在非易失存储器中，当关闭电源或仪器复位后，Beep 的状态将不会改变。厂家的默认状态为打开。

对蜂鸣器的状态改变可以进行如下操作：

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **D:SYS MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **4: BEEP** 命令，按 **▼** 键进入参数设定。
2. 使用 **◀** 或 **▶** 选择 **ON** 或 **OFF**，然后按 **Auto** 键确认。

4.5.2 保存设置 (Save Settings)

TH1951 允许用户保存对当前仪器的一些设置，这些设置以文件 (最多可以保存 10 个文件：FILE-0 ~ FILE-9) 的形式保存在非易失性存储器中，当关闭电源或仪器复位后，文件不会丢失；避免下次开机后再重新对机器进行设置。关于保存的文件内容，请参阅第二章中的厂家默认设置。

保存当前的配置作为用户的设置，方法如下：

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **D:SYS MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **5:SAVE CNFG** 命令，按 **▼** 键进入参数设定。
2. 使用 **◀** 或 **▶** 选择 (FILE-0 ~ FILE-9) 中任一文件名，然后按 **Auto** 键确认，这时仪器提示“FILE SAVING”。
3. 当仪器保存完当前的配置后，仪器提示“SAVE SUCCEED”信息，并返回到菜单的“命令选项” 5:SAVE CNFG。

4.5.3 恢复设置 (Restore Settings)

如果想要恢复厂家的默认设置（第二章已有叙述）或用户已保存的设置（FILE-0 ~ FILE-9），可以按照如下的步骤来操作：

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **D:SYS MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **6:LOAD CNFG** 命令，按 **▼** 键进入恢复设置选项。
2. 使用 **◀** 或 **▶** 选择 **FACT** 或用户保存的设置 (FILE-0 ~ FILE-9) ，然后按 **Auto** 键确认，这时仪器提示“FILE LOADING”。
3. 当仪器恢复完所选择的文件后，仪器提示“LOAD SUCCEED”信息，返回到菜单的“命令选项” 6:LOAD CNFG。

注意:如果在 6:LOAD CNFG 菜单下选择了 FACT 或用户自己已保存的设置 (FILE-0 ~ FILE-9) 中的任何一种后，仪器下次开机时的默认设置就是最后一次所选择的设置!

4.5.4 显示 (Display)

当仪器处于远程控制时，为了加快仪器的测量速度，TH1951 允许用户关闭前面板显示。当然，在远程控制时，也可以打开前面板的显示。

当显示被关闭后，测量的读数将不在送到前面板显示，但前面板上的一些辅助显示信息仍会显示。前面的按键操作不受关闭显示的影响。

在电源关闭或远程信号的复位后，前面板显示将会重新打开。

关于显示的设置可以按照如下步骤来操作：

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **D:SYS MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **7:DISPLAY** 命令，按 **▼** 键进入显示设置选项。
2. 使用 **◀** 或 **▶** 选择 **ON** 或 **OFF** ，然后按 **Auto** 键确认。

4.5.5 按键音 (Key Sound)

有时为了防止误操作，TH1951 具有按键音功能，你可以打开或关闭按键音。仪器的厂家默认状态是打开。仪器的按键音的设置存储在非易失存储器中，在关闭电源或远程仪器复位后，按键音的状态不会改变。

对于按键音的状态设置可以按如下步骤来进行操作：

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **D:SYS MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **8:KEY SOUND** 命令，按 **▼** 键进入按键音设置选项。
2. 使用 **◀** 或 **▶** 选择 **ON** 或 **OFF**，然后按 **Auto** 键确认。

4.5.6 自检 (Self-test)

系统的自检操作是仪器自身的一种诊断工具，它可以帮助维修人员快速的发现仪器的问题所在。

TH1951 具有开机自检功能，可以通过开机自检，说明仪器是可操作的。开机自检只是自检操作中的一部分，它不包括仪器的模拟电路部分的自检。

4.5.7 校准 (Calibration)

为了确保仪器能够达到设计的性能技术指标，要求至少一年重新校准和校验一次这个仪表。仪器的校准可以通过前面板的校准菜单或通过 RS-232 接口软件。

校准菜单可以用来查看仪器的校准日期、仪器已被校准的次数以及对仪器进行校准。其中对仪器校准这一选项是被密码保护的，防止用户不经意的改变仪器校准数据。关于校准的具体操作步骤请参照校准手册。

⚠ 注意: 为了避免破坏储存在非易失性存储器中的校准数据，对仪器的校准只能由授权的服务中心或有资格的个人使用满足要求的设备去进行校准。

第五章 远程操作

本仪器除前面板可以控制仪器之外，还可以使用 RS-232 串行接口或 GPIB 并行接口进行远程控制，但这两种接口不可同时使用；它们具有相同的程控命令（SCPI: Standard Commands for Programmable Instruments），但使用不同的硬件配置和通讯协议。

本章将就下面这些内容加以说明：

- 选择一种接口
- RS-232 接口说明及操作
- GPIB 总线说明及操作

5.1 选择一种接口

TH1951 多用表可以支持两种接口：

- USB 接口
- RS-232 接口（选件）
- GPIB 总线接口（选件）

在同一时间你只能使用一种接口。厂家默认的接口选项是 RS-232 接口。你可以通过前面板来选择使用哪种接口；接口选择后被存储在非易失性存储器中，当关闭电源或远程复位后不会改变。

5.1.1 USB

随着 PC 技术在的日新月异，RS232 接口不再是 PC 的标准配置，而 USB 接口逐渐被越来越广泛的使用，但同时 RS232 接口的易操作性还是为我们提供了很大的方便，TH1951 数字多用表的 USB 接口正是迎合了这一趋势，在为我们提供极大方便快捷的同时，又使我们的使用具有很好灵活性，通过安装我公司提供的 USB 驱动程序，就可以方便的把 USB 接口虚拟为我们日常所熟悉的 RS232 接口，在操作 USB 接口时就像操作 RS232 串行口一样简单方便，所有 RS232 接口的以下设置都适合由 USB 所虚拟的串行接口。关于更详细的设置请参见以下 RS232 接口设置。

5.1.2 RS-232

你可以连接计算机到 TH1951 的 RS-232 接口，但是有一些因素需要注意：

- 必须选择一种波特率
- 必须使用 SCPI 程序语言

依照下列步骤选择 RS-232 作为远程接口：

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **E: I/O MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **2: INTERFACE** 命令，按 **▼** 键进入参数 (RS232 或 GPIB) 设定。
2. 使用 **◀** 或 **▶** 键选择 **RS232**，然后按 **Auto** 键确认选择 RS-232 接口。
3. 使用功能按键或 **Shift** + **◀** 返回到正常读数显示状态。

关于 RS-232 接口更多的信息，请看 RS-232 接口说明及操作。

5.1.3 GPIB

GPIB 总线即是 IEEE-488 接口。用户必须为 TH1951 选择一个唯一的地址，厂家默认的地址是 8。

依照下列步骤选择 GPIB 作为远程接口：

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **E: I/O MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **2: INTERFACE** 命令，按 **▼** 键进入参数 (RS232 或 GPIB) 设定。
2. 使用 **◀** 或 **▶** 键选择 **GPIB**，然后按 **Auto** 键确认选择 GPIB 接口。
3. 使用功能按键或 **Shift** + **◀** 返回到正常读数显示状态。

关于 GPIB 接口更多的信息，请看 GPIB 接口说明及操作。

5.2 RS-232 接口说明及操作

仪器提供丰富的程控命令，通过 RS-232 接口，计算机可以实现仪器面板上几乎所有的控制操作。

5.2.1 RS-232 接口简介

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，用于实现计算机和计算机之间、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，它规定每次一位数据经一条数据线传输。

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) 的。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

同世界上大多数串行口一样，本仪器的串行接口不是严格基于 RS-232 标准的，而是只提供一个最小的子集。如下表：

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

这是使用串行口通讯最简单而又便宜的方法。

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相同。

本仪器的 RS-232 连接器使用 9 芯针式 DB 型插座，引脚顺序如下图所示：



后面板连接器

使用标准的 DB 型 9 芯孔式插头可以与之直接连接。

警告：为避免电气冲击，插拔连接器时，应先关掉电源；请勿随意短接输出端子，或与机壳短接，以免损坏器件。

5.2.2 RS-232 操作

(1). RS232 与计算机连接如图 5-1 所示:

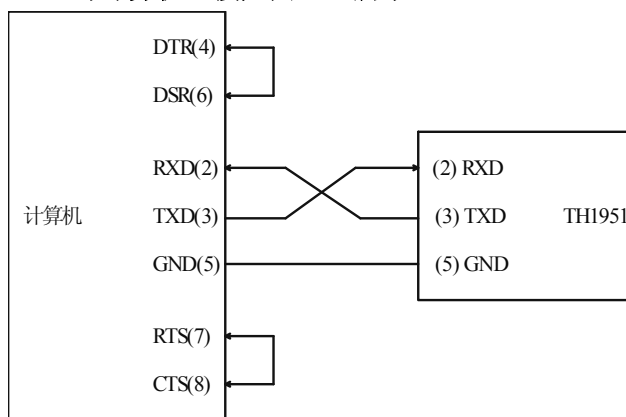


图 5-1 RS-232 连接示意图

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作三线连接电缆（长度应小于 1.5m）或从我公司购买计算机与仪器间的串行接口电缆线。

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。

(2). 发送和接收的数据格式

TH1951 使用含有起始位和停止位的全双工异步通讯传输方式，RS-232 的数据传输格式为：8 位 (bit) 数据位，1 位 (bit) 停止位，没有校验位 (bit)，结束符为 <LF>（换行符，ASCII 代码为 10）。

(3). 选择波特率 (Baud rate)

波特率是 TH1951 和计算机通讯的速率；选择一种合适的波特率：

- 115.2k
- 57.6k
- 38.4k
- 19.2k
- 9600
- 4800
- 2400
- 1200
- 600

说明：厂家默认的波特率是 9600。

当用户选择波特率时，首先确认你连接到 TH1951 上的可编程控制者（一般指计算机）能够支持你所选择的波特率。

依照下列步骤去设定仪器的波特率：

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **E:I/O MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **3:BAUD RATE** 命令，按 **▼** 键进入波特率参数的选项；你将看到：
BAUD: <rate>。
2. 使用 **◀** 或 **▶** 键选择将要设定的波特率，然后按 **Auto** 键确认你的选择。
2. 使用功能按键或 **Shift** + **◀** 返回到正常读数显示状态。

(4). 奇偶校验位

选择一种通讯命令的校验方式 (NONE、EVEN 或 ODD)。

依照下列步骤去设定仪器的结束符：

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **E:I/O MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **4:PARITY** 命令，按 **▼** 键进入结束符参数的选项；你将看到：
PARITY: NONE。
2. 使用 **◀** 或 **▶** 键选择将要设定的校验方式，然后按 **Auto** 键确认你的选择。
3. 使用功能按键或 **Shift** + **◀** 返回到正常读数显示状态。

(5). 选择结束符

结束符是 TH1951 与计算机通讯过程中每条信息结束的符号。选择一种合适的结束符 (LF、CR 或 LFCR)。

依照下列步骤去设定仪器的结束符：

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **E:I/O MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **5:TX TERM** 命令，按 **▼** 键进入结束符参数的选项；你将看到：
TX TERM: LF。
2. 使用 **◀** 或 **▶** 键选择将要设定的结束符，然后按 **Auto** 键确认你的选择。
3. 使用功能按键或 **Shift** + **◀** 返回到正常读数显示状态。






(6). 握手信号

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，但是你可以通过设置，关闭字符回送的联络方式。

依照下列步骤去设定仪器的结束符：

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **E:I/O MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **6:RETURN** 命令，按 **▼** 键进入结束符参数的选项；你将看到：

RETURN: ON。

2. 使用  或  键选择将要设定的状态，然后按  键确认你的选择。
3. 使用功能按键或  +  返回到正常读数显示状态。

(5). 软件协议

由于在 RS-232 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 ASC II 代码传送,以<LF>(即换行符,ASC II 代码 10)为结束符,仪器在收到结束符后开始执行命令串。
- 仪器每接收到一个字符后,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。如接收不到回送字符,可能因素有:
 1. 串行口连接故障
 2. 检查仪器是否已打开 RS232 接口功能,波特率的选择是否正确
 3. 仪器正在执行总线命令,暂时不能响应串行接收。此时,上一发送字符被仪器忽略,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 ASC II 码字符串送出,以<LF>(即换行符,ASC II 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),主机应处于接收数据状态,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(接收到<LF>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,如复位等,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。

(6) 串行接口程序举例

关于串行接口程序的示例,请参照附录 B.

5.3 GPIB 接口说明及操作

这一部分将介绍 GPIB 总线标准、连接方法和仪器的一些设定。

5.3.1 GPIB 总线

GPIB(IEEE-488)通用并行总线接口是国际通用的智能仪器总线接口标准。IEEE 为电气与电子工程师学会的英文缩写，488 为标准号。通过该接口可以与计算机或其它智能化设备连接通讯，可以方便地与其他测试仪器一起组成自动测试系统。在同一总线上可以同时连接多台测试仪器。在本仪器中，仪器采用 IEEE488.2 标准，GPIB 接口由用户选购。控制指令系统是开放的，用户可以使用产品提供的计算机操作界面，也可以自己根据该控制指令系统编程以达到目的。控制指令系统支持仪器绝大多数功能，也就是说，在控制计算机上可以达到仪器几乎所有功能的操作，以实现仪器的远程控制。

使用本仪器 GPIB 系统时，应注意以下几点：

1. 一个总线系统中，每次连接测试仪器的电缆长度不应超过 2 米，所有连接的测试仪器的电缆总长度不应超过 20 米。
2. 同一总线上最多可同时连接 15 台测试仪器。
3. 电缆如何连接在一起并无限制，但推荐在任一测试仪器上仅叠加 4 个背式接插件。

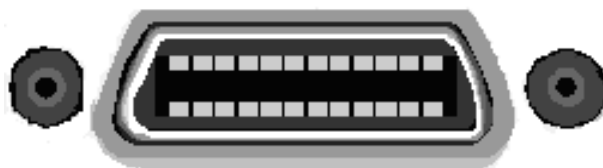


图 5-2 后面板 GPIB 接口

(1). GPIB 电缆连接法一:

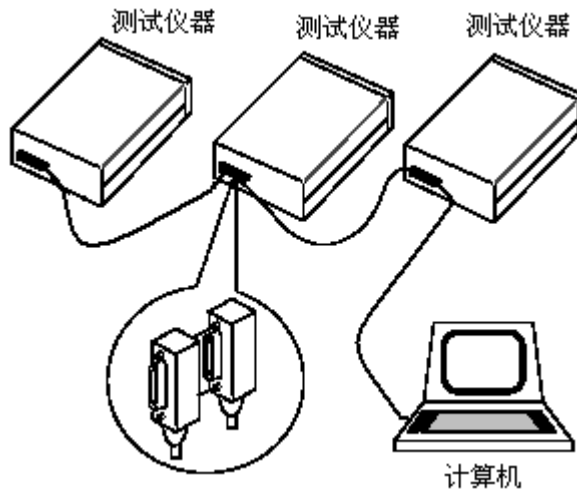


图 5-3 双背式接插件叠加

(2). GPIB 电缆连接法二:

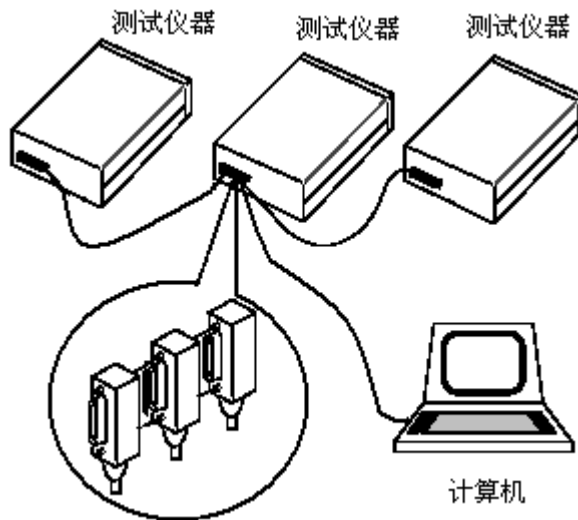


图 5-4 三背式接插件叠加

5.3.2 GPIB 接口功能

本仪器提供了除控者以外的绝大多数 GPIB 通用功能，参见下表：

代号	功能
SH1	支持全部数据源联络功能
AH1	支持全部受信器联络功能
T5	基本讲功能，只讲功能，MLA 时讲取消，不支持串行点名
L4	基本听功能，MTA 时听取消，无只听功能
RL1	远控/本地功能
DC1	设备清除功能
DT1	设备触发功能
C0	无控者功能
E1	开集电极驱动

5.3.3 设置 GPIB 地址

本仪器的 GPIB 以单地址方式寻址，没有副地址；TH1951 出厂时的默认 GPIB 地址是 8。用户可以自行设置 GPIB 地址（0~30），地址值可自动被保存在非易失性存储器中。在一个 GPIB 总线系统中，不允许分配和其他设备或控制者（计算机）相同的地址。

依照下列步骤设定 TH1951 的 GPIB 地址

1. 按 **Shift** + **◀** 键调出“菜单选项”，然后使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **E:I/O MENU** 然后按 **▼** 键进入“命令选项”，使用 **◀** 或 **▶** 键找到 **1:GPIB ADDR** 命令，按 **▼** 键进入 GPIB 地址参数的选项；你将看到：ADDR: 08。
2. 使用 **◀** 和 **▶** 键选择欲改变的位数，然后用 **▲** 和 **▼** 来增减数值，键入一个希望的 GPIB 地址，然后按 **Auto** 键确认你的设置。
3. 使用功能按键或 **Shift** + **◀** 返回到正常读数显示状态。

5.3.4 通用总线命令

通用总线命令（像 DCL）是不论何种机器都具有相同的含义。
通用命令和辅助说明：

命令	命令说明	对 TH1951 多用表的控制说明
REM	REMOTE 8	使仪器进入远程控制方式
IFC	ABORT 8	使仪器接口复位到空闲状态
LLO	LOCAL LOCKOUT	封锁本地消息，使面板上所有键均不可操作
GTL	LOCAL 8	仪器返回本地控制，面板上按键处于有效状态
DCL	CLEAR	清除所有仪器的输入输出缓冲器
SDC	CLEAR 8	清除 TH1951 的输入输出缓冲器
GET	TRIGGER 8	触发一次仪器，仪器测量后将测量结果送入输出缓冲器
SPE, SPD	SPOLL 8	串行点名命令

通用总线命令(SCPI)的详细说明请参见第六章：SCPI 命令参考。

5.4 数据格式

仪器从接口总线输出测量结果时，以 ASCII 字符串的格式传送。
数据格式如下：

```
SD.DDDDDDESDDD<NL>
S: +/-
D: 数字 0~9
E: 指数符号（尾数的“+”号省略）
<NL>: 换行符，其 ASCII 为 10
```

第六章 SCPI 命令参考

6.1 命令结构

TH1951 命令分为两种类型：GPIB 公用命令和 SCPI(可编程仪器命令标准)命令。GPIB 公用命令由 IEEE488.2-1987 标准定义，这些命令适用于所有仪器装置，但本仪器并不支持全部公用命令。SCPI 命令是树状结构的，最多可以有三层，在这里最高层称为子系统命令。只有选择了子系统命令，该子系统命令下的层才能有效，使用冒号(:)来分隔高层命令和低层命令。例图 1-1。

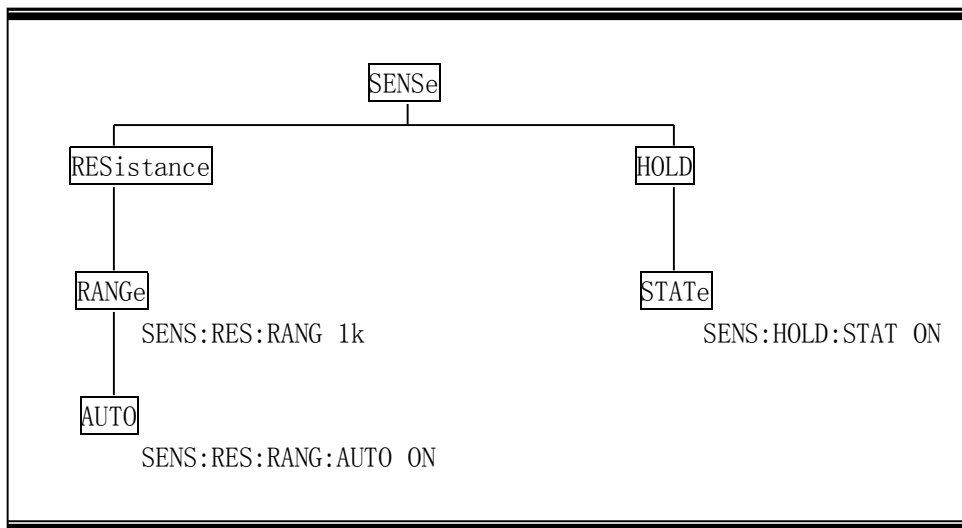


图 6-1 命令树例子

6.2 命令语法

下面对公共命令和 SCPI 命令的语法作简要介绍。

6.2.1 命令关键字和参数：

公共命令和 SCPI 命令分为两种：带参数与不带参数的命令。下面是一些例子：

*RST	没有参数
:FORMat <name>	带参数 (name)
:IMMediate	没有参数

在命令关键字和参数之间应该至少有一个空格。

- []: 有些命令字被放在方括号中, 意味着这些命令字是可选, 在编写程序时, 可以不写这些信息。例如:

```
:RANGe[:UPPer] <n>
```

 这个方括号表示:UPPer 是可选择的, 可以不必使用。这样上面的命令可以用下面这两种方式发送:

```
:RANGe <n> 或者 :RANGe:UPPer <n>
```

注意: 使用可选命令时, 不要使用方括号 ([])。
- < >: 使用尖括号表示一个参数类型。在编写程序时不包括尖括号 (< >)。例如:

```
:HOLD:STATe <b>
```

 参数表示此处是一个布尔类型的参数。因此, 如果打开 HOLD 功能, 你必须发送带有 ON 或 1 的参数命令, 如下:

```
:HOLD:STATe ON 或者 :HOLD:STATe 1
```
- 参数类型: 下面是一些公用的参数类型:
 - Boolean:用该参数来打开或关闭仪器的某项操作功能。0 (OFF) 关闭该操作; 1 (ON) 打开该操作。例如:

```
:CURRent:AC:RANGe:AUTO ON 打开 AUTO 量程
```
 - <name> Name parameter:从所列出的参数名种选择一个参数。例如:

```
<name> = MOVing
          REPeat
          :RESistance:AVERage:TCONtrol MOVing
```
 - <NRf> Numeric Representation format:这个参数代表一个整数 (6), 实数 (25.3) 或者是浮点数 (5.6E2) 的数字。例如:

```
:MMFactor 5
```
 - <n> Numeric value:这个参数值代表 NRf 数字或如下这些参数名:

```
DEFault, MINimum, MAXimum. 例如:
[:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:NPLCycles 1
[:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:NPLCycles DEFault
[:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:NPLCycles MINimum
[:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:NPLCycles MAXimum
```

6.2.2 命令关键字缩写规则

使用如下这些规则去决定任何 SCPI 命令的缩写形式。

- 如果命令关键字的长度小于或等于四个字符, 则没有缩写形式。例如:

```
:AUTO = :AUTO
```
- 这些规则适用于除四个字符以外的命令关键字。

- 如果命令关键字的第四个字符是 v, o, w, e, l 其中之一，则去掉它和它后面的所有字符。例如：

```
:immediate = :imm
```

- 特殊规则--下面这个命令的缩写形式仅使用关键字的前两个字符：

```
:TCouple = :tc
```

- 如果命令关键字的第四个字符是一个辅音字母，则保留它并去掉后面的所有字符。例如：

```
:format = :form
```

- 如果这个命令包含查询标记 (?) 或者一个不可选择的数字在命令关键字中，则在缩写形式中必须包含它。例如：

```
:delay? = :del?
```

- 包含在方括号 ([]) 中的命令关键字或字符都是可选择的，在程序代码中可以不包含他们。

6.2.3 命令结构基本规则：

- 忽略大小写。

例：FUNC:VOLT:DC = func:volt:dc = Func:Volt:Dc

- 空格 (表示空格) 不能放在冒号的前后。

例：☒ FUNC:_ VOLT:DC ☒ FUNC: VOLT:DC

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

例：FUNCTION:VOLTAGE:DC = FUNC:VOLT:DC

- 命令后紧跟一个问号(?)执行一次对应于该命令的查询。

例：FUNC?

6.2.4 多重命令规则

用分号(;)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：CALCulate3:LIMit[1]:STATe ;STATe?

- 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：:CALCulate[1]:FORMat?;:CALCulate[1]:KMATH:MMFactor <Nrf>

- 公共命令和 SCPI 命令只要它们用分号(;)分开就可以在同一命令信息中使用。

例：CALCulate3:LIMit[1]:STATe ; *IDN?

6.2.5 命令路径规则

- 每一个新的程序消息必须从根命令开始，除非根命令是可选的（例如：`[SENSe]`）。如果根命令是可选的，可以把下一级的命令字作为根命令。
- 在程序开始处的冒号(:)是可选的，可以不必使用。例如：
`:DISPlay:ENABle = DISPlay:ENABle `
- 当仪器检测到一个冒号(:)程序指针会移动到下一个命令级。
- 当仪器的程序指针检测到冒号(:)后面紧跟着一个分号(;)时，它会返回到根命令级。
- 仪器的程序指针只能向下一级移动，不能向上一级移动；所以当执行一个高一级的命令时，需要从根命令重新开始。

6.3 命令参考

TH1951 共有如下子系统命令：

●DISPlay ●CALCulate ●SENSe ●SYStem ●UNIT ●TRIGger ●R

TH1951 共有如下公共命令：

◆ *RST ◆ *TRG ◆ *IDN

6.3.1 SCPI 定向测量命令

通常使用SCPI定向测量命令获取读数。你能够使用这些高级命令来控制测量过程。这些命令简述如下表6-1。

命令	功能简述
:MEASure:<function>?	执行一:ABORt, :CONFIgure:<function>, 和:READ?命令。
:CONFIgure:<function>	为指定的测量功能, 放 TH1951 在“单次”测量模式下
:FETCh?	获取最新的仪器读数
:READ?	执行一:ABORt, :INITiate, 和:FETCh?命令

MEASure 命令

命令语法: :MEASure:<function>?

命令参数: <function> = VOLTage[:DC] 直流电压
 VOLTage:AC 交流电压
 CURRent[:DC] 直流电流
 CURRent:AC 交流电流
 RESistance 两线电阻
 FRESistance 四线电阻
 FREQuency 频率
 PERiod 周期
 DIODE 二极管
 CONTInuity 导通

功能: 这个命令包含了所有其他的 SCPI 定向测量命令, 执行一“单次”测量并获取读数。

当这个命令发送后, 下面这些命令依次按顺序执行:

:ABORt

:CONFIgure:<function>

:READ?

当:ABORt执行完后, 如果:INITiate:CONTInuous 被取消, 仪器将进入到空闲状态; 如果:INITiate:CONTInuous 被使能, 仪器将在触发模型的开始处重新开始操作。

当:CONFigure被执行后, 仪器进入到“单次”测量模式。

当:READ?被执行后, 仪器的操作将被完成。通常, 另一个:ABORt被执行, 然后一个:INITiate, 最后一个FETCh?得到这个读数。

CONFigure 命令

命令语法: :CONFigure:<function>

命令参数:	<function> =	VOLTage[:DC]	直流电压
		VOLTage:AC	交流电压
		CURRent[:DC]	直流电流
		CURRent:AC	交流电流
		RESistance	两线电阻
		FRESistance	四线电阻
		FREQuency	频率
		PERiod	周期
		DIODE	二极管
		CONTInuity	导通

查询: :CONFigure? 查询选择的功能

功能: 该命令为以后的测量配置仪器为指定的测量功能。最主要的, 这个命令配置仪器到“单次”测量模式下, 但不触发仪器进行测量。你可以使用:READ?命令去触发一次测量并获取读数。

当这个命令发送后, TH1951 将按如下所述配置:

- 由该命令所指定的功能被选中
- 与该功能相关的所有控制默认到*RST后的值
- 连续触发被关闭(:INITiate:CONTInuous OFF)
- 触发模型的控制源设置到 IMMEDIATE
- 触发模型的 Count 值设置为 1
- 触发模型的延时被设置到 0
- TH1951 进入到空闲状态
- 所有数学运算功能被关闭
- 暂存器操作被关闭, 当前的存储操作将被中断。
- 自动校零设置到*RST 默认值。

当:MEASure?命令被发送后, 这个命令自动地插入。

FETCh? 命令

命令语法: :FETCh?

功能: 这个查询命令获得仪器的最新处理的读数。该命令不影响仪器的设置。该命令仅仅得到最新的有效读数。注意: 这个命令能够重复的得到同一个读数, 直到仪器得到一个新的读数。

当:READ?或:MEASure?命令发送后, 这个命令自动地插入。

READ? 命令

命令语法: :READ?

功能: 通常, 该命令用于仪器在“单次”测量模式下触发并得到指定数量的读数。使用:SAMPle:COUNt去指定读数的数量。注意: 读数被存储在缓冲区中。

当这个命令发送后, 下面这些命令按顺序依次执行:

:ABORt

:INITiate

:FETCh?

当:ABORt执行完后, 如果:INITiate:CONTinuous 被取消, 仪器将进入到空闲状态; 如果:INITiate:CONTinuous 被使能, 仪器将在触发模型的开始处重新开始操作。

如果仪器在空闲状态, :INITiate命令将使仪器跳出空闲状态。如连续触发(:INITiate:CONTinuous ON)打开, 那么:INITiate命令会产生一个错误并且忽略这个命令。

关于一些细节看:FETCh?命令。注意: “Init” 错误将不会取消:FETCh?命令的执行。

注意: 如果采样个数(*sample count*) > 1或缓冲区中有读数, 你不能使用:READ?命令。或者设置采样个数(*sample count*)为 1 或者清除缓冲区。

6.3.2 DISPlay 子系统命令

DISPlay 子系统命令主要用于设定仪器的显示页面。表 1-2 是 DISPlay 子系统命令的命令树结构。

命令	功能简述
:DISPlay	仪器的显示控制命令
:ENABle 	使能或取消前面板显示
:ENABle?	查询显示状态
:TEXT <quoted string>	在前面板上显示字符串
:TEXT ?	查询前面板显示的字符串
:CLEar	清除前面板显示的字符串

表 1-2 DISPlay 子系统命令树

:DISPlay

:ENABle

命令语法: :DISPlay:ENABle

参数 = 0 或 OFF 取消前面板显示
1 或 ON 使能前面板显示

查询 :ENABle? 查询显示状态

功能 该命令用于使能或取消前面板显示。当取消后，仪器处于高速操作状态，显示被固定，所有的前面板操作被取消（除了 LOCAL）。通过使用:ENABle 命令或按 LOCAL 键回复通常的显示。

:TEXT <quoted string>

命令语法: :DISPlay:TEXT <quoted string>

参数 <quoted string> = ' text ' 前面板显示的信息

查询 :TEXT ? 查询显示信息

清除 :TEXT:CLEar 清除前面板的显示信息

功能 该命令主要用于在测量过程中，同时在前面板显示一些提示信息。

注意：显示信息最多 12 个字符。当在前面板显示了提示信息之后，则仪器的测量结果就不能同时显示在显示屏上，必须通过 DISPlay:TEXT:CLEar 命令来清除提示信息之后，测量结果才能正常显示在显示屏上。

6.3.3 CALCulate 子系统命令:

CALCulate 子系统命令主要用于设置和控制仪器的数学计算。下表是 CALCulate 子系统命令的命令树结构

命令	功能简述	默认参数
:CALCulate[1]	控制 CALC1 的子系统	
:FORMat <name>	选择数学功能 (NONE, MXB, PERCent)	PERCent
:FORMat?	查询数学功能	
:KMATH	配置数学计算路径	
:MMFactor <NRf>	为 mx+b 设置 “m” 参数(-100e6 ~ 100e6)	1
:MMFactor?	查询 “m” 参数	
:MBFactor <NRf>	为 mx+b 设置 “b” 参数(-100e6 ~ 100e6)	0
:MBFactor?	查询 “b” 参数	
:PERCent <NRf>	为 PERCent 计算设定参数值 (-100e6 ~ 100e6)	1
:ACquire	把输入信号作为参数值	
:PERCent?	查询 PERCent 的参数	
:STATe 	能动或取消 KMATH 计算	
:STATe?	查询 KMATH 计算功能	
:DATA?	读出 KMATH 计算结果	
:CALCulate2	控制 CALC2 的子系统	
:TRACe		
:CLEar	清除缓冲区中的读数	
:POINts	指定缓冲区的大小 (2 到 512)	
:POINts?	查询缓冲区的大小	
:DATA?	读取缓冲区中的所有读数	
:FORMat <name>	选择数学功能: (MEAN, SEDViation, MAXimum, MINimum, NONE)	NONE
:FORMat?	查询数学功能	
:STATe 	能动或取消计算	
:STATe?	查询计算	
:IMMediate	重新计算缓冲区中的原始数据	
:IMMediate?	执行计算并且读出计算结果	
:DATA?	读出 CALC2 数学计算结果	
:CALCulate3	控制 CALC3 的子系统 (limit test)	
:LImit[1]	控制 LIMIT 1 测试路径	
:UPPer <n>	设定界限测试上限 (-100e6 ~ 100e6)	1
:UPPer?	查询上限	
:LOWer <n>	设定界限测试下限 (-100e6 ~ 100e6)	-1

:LOWer?	查询下限	OFF
:STATe 	能动或取消界限测试	
:STATe?	查询界限测试状态	
:FAIL?	查询测试结果 (1=pass, 0=fail)	

:CALCulate[1]

使用这些命令设置和控制 MXB 和 percent 的数学计算功能。

:FORMat <name>

命令语法: :CALCulate[1]:FORMat <name>

参数 <name> = NONE 不进行计算
 MXB 进行多项式的数学运算
 PERCent 进行百分比的数学运算

查询 :FORMat? 查询进行的数学运算

功能 使用这个命令去说明对 CALC1 进行的数学运算方式。如果 NONE 被选, 将没有数学运算进行。

:KMATH 命令

:MMFactor <NRf>

命令语法: :CALCulate[1]:KMATH:MMFactor <NRf>

参数 <NRf> = -100e6 ~ 100e6 设定“m”系数

查询 :MMFactor? 查询“m”系数

功能 使用这个命令去为 $Mx+B$ 设定其系数“m”。

:MBFactor <NRf>

命令语法: :CALCulate[1]:KMATH:MBFactor <NRf>

参数 <NRf> = -100e6 ~ 100e6 设定“b”系数

查询 :MBFactor? 查询“b”系数

功能 使用这个命令去为 $Mx+B$ 设定其系数“b”。

:PERCent <NRf>

命令语法: :CALCulate[1]:KMATH:PERCent <NRf>

参数 <NRf> = -1e8 ~ 1e8 设定该对象的值

查询 :PERCent? 查询 percent 的值

功能 使用这个命令去设定 percent 的参数值。

:ACquire

命令语法: :CALCulate[1]:KMATH:PERCent:ACquire

功能 使用该命令去获得当前输入信号的读数并且把它当作 PERCent 计算的目标值。

**:STATe **

命令语法: :CALCulate[1]:STATe

参数 = 0 或 OFF 取消 CALC1 运算
1 或 ON 使能 CALC1 运算

查询 :STATe? 查询 CALC1 的状态 (ON ,OFF)

功能 使用这个命令去使能或取消 CALC1 运算, 如果该运算被使能, 仪器的读数将被所选的运算影响。

:DATA?

命令语法: :CALCulate[1]:DATA?

功能 使用这个查询命令去读取 CALC1 运算的结果, 如果 CALC1 被取消或 NONE, 原始数据将被读出。

:CALCulate2

使用这些命令用来设置存储的读数和对缓冲区中读数的进行计算。

:TRACe 命令**:CLEAr**

命令语法: :CALCulate2:TRACe:CLEAr

功能 此命令用作清除缓冲区中的读数。如果没有清除缓冲区, 则以后的存储将覆盖以前的读数。如果后来的读数没有填满缓冲区, 那么以前的读数仍被保留在缓冲区中。

:PIONts <NRf>

命令语法: :CALCulate2:TRACe:POINts <NRf>

参数 <NRf> = 2 ~ 512 指定缓冲区的大小

查询 :POINts? 查询指定缓冲区的大小

功能 此命令用来指定存储读数的缓冲区的大小。

:DATA?

命令语法: :CALCulate2:TRACe:DATA?

功能 当这个命令被发送后, TH1951 被指定为讲, 存储在缓冲区中的所有读数被发送。

:FORMat <name>

命令语法: :CALCulate2:FORMat <name>

参数 <name> = NONE 不进行计算
MEAN 计算存储读数的平均值
SEdViation 计算存储读数的标准偏差
MAXimum 计算存储读数的最大值
MINimum 计算存储读数的最小值

查询 :FORMat? 查询进行的数学运算方式

功能 使用该命令去为 CALC2 指定一种数学运算方式，如 NONE 被选，则没有运算被执行；如 CALC2 被使能并且其他任何一种计算方式被选择，当 :DATA? 命令执行时，这个数学运算将被执行。

:STATe

命令语法: :CALCulate2:STATe

参数 = 0 或 OFF 取消 CALC2 运算
1 或 ON 使能 CALC2 运算

查询 :STATe? 查询 CALC2 的状态 (ON , OFF)

功能 使用这个命令去使能或取消 CALC2 运算，如果该运算被使能，当 :DATA? 命令执行时，这个数学运算将被执行。

:DATA?

命令语法: :CALCulate2:DATA?

功能 使用这个查询命令去读取 CALC2 运算的结果，如果 CALC2 被取消或 NONE，原始数据将被读出。

:CALCulate3

这些命令被用作设置和控制 CALC3 的 LIMIT 测试功能。

:LIMit[1]

:UPPer <n> 设定界限测试的上限

:LOWer <n> 设定界限测试的下限

命令语法: :CALCulate3:LIMit[1]:UPPer <n>

:CALCulate3:LIMit[1]:LOWer <n>

参数 <n> = -100e6 ~ 100e6 设定界限测试值
DEFault 设定上限值是 1
设定下限值是 -1
MINimum 设定限制值是 -100e6
MAXimum 设定限制值是 +100e6

查询 :UPPer? 查询界限测试的上限

:LOWer? 查询界限测试的下限

功能 使用这个命令区设定 LIMIT 的上限和下限值，实际的限值根据当前所选择的测量功能。例如：限值 1 对电压 (ACV,DCV) 测量功能是 1V，对电流 (DCI,ACI) 是 1A，对电阻 (2, 4) 是 1Ω。界限值对范围是不敏感的，限值 1 对 DCV 是 1V 对所有测量范围。

**:STATe **

命令语法: :CALCulate3:LIMit[1]:STATe

参数 = 0 或 OFF 取消界限测试
1 或 ON 使能界限测试

查询 :STATe? 查询界限测试的状态 (ON , OFF)

功能 使用这个命令去使能或取消界限测试, 如被使能, 进行测试时, 界限测试将被执行。

:FAIL?

命令语法: :CALCulate3:LIMit[1]:FAIL?

功能 使用这个命令去读取界限测试的结果:
0 = 界限测试失败
1 = 界限测试通过
这个回答信息 (0, 1) 仅仅告诉你界限测试是通过还是失败, 它不能告诉你哪一个界限 (上限或下限) 失败。

6.3.4 SENSE 子系统命令

这个 SENSE 子系统命令用来设置和控制 TH1951 的测量功能,

命令	功能简述	默认参数
[[:SENSe[1]] :FUNctIon <name>	选择测量功能: 'VOLTage:AC', 'VOLTage:DC', 'RESistance', 'FRESistance', 'CURRent:AC', 'CURRent:DC', 'FREQuency', 'PERiod', 'DIODe', 'CONTInuity'.	VOLT:DC
:FUNctIon?	查询测量功能	
:DATA?	输出仪器最新的测量结果	
:HOLD	设置 HOLD 参数路径	
:WINDow <NRf>	设置 HOLD 范围 (%); 0.01 到 10	1
:WINDow?	查询 HOLD 范围	
:COUNt <NRf>	设置 HOLD 计数; 2 到 100	5
:COUNt?	查询 HOLD 计数	
:STATe <NRf>	使能或取消 HOLD	OFF
:STATe?	查询 HOLD 状态	

命令	功能简述	默认参数
:CURRent:AC :NPLCycles <n> :NPLCycles? :RANGe [:UPPer] <n> [:UPPer]? :AUTO :AUTO? :REFerence <n> :STATe :STATe? :ACQuire :REFerence? :AVERage :TCONtrol <name> :TCONtrol? :COUNT <n> :COUNT? :STATe :STATe?	设置交流电流测量路径 设置 A/D 积分时间(线性周期: 0.1 到 10) 查询 A/D 积分时间 设置测量范围路径 选择范围 (0~10) 查询范围 使能或取消自动测量范围 查询自动范围 设定参考值 (-12~12) 使能或取消参考 查询参考状态 使用输入信号作为参考 查询参考值 设置和控制滤波器路径 选择滤波器的类型 (MOVing, REPeat) 查询滤波器的类型 设定滤波个数 (1~100) 查询滤波个数 使能或取消滤波器 查询数字滤波器的状态	1 10 ON 0 OFF 5 OFF
:CURRent:DC :NPLCycles <n> :NPLCycles? :RANGe [:UPPer] <n> [:UPPer]? :AUTO :AUTO? :REFerence <n> :STATe :STATe? :ACQuire :REFerence?	设置直流电流测量路径 设置 A/D 积分时间(线性周期: 0.1 到 10) 查询 A/D 积分时间 设置测量范围路径 选择范围 (0~10) 查询范围 使能或取消自动测量范围 查询自动范围 设定参考值 (-12~12) 使能或取消参考 查询参考状态 使用输入信号作为参考 查询参考值	1 10 ON 0 OFF

命令	功能简述	默认参数
:AVERage :TCONtrol <name> :TCONtrol? :COUNt <n> :COUNt? :STATe :STATe?	设置和控制滤波器路径 选择滤波器的类型 (MOVing, REPeat) 查询滤波器的类型 设定滤波个数(1~100) 查询滤波个数 使能或取消滤波器 查询数字滤波器的状态	5 OFF
:VOLTage:AC :NPLCycles <n> :NPLCycles? :RANGe [:UPPer] <n> [:UPPer]? :AUTO :AUTO? :REFerence <n> :STATe :STATe? :ACQuire :REFerence? :AVERage :TCONtrol <name> :TCONtrol? :COUNt <n> :COUNt? :STATe :STATe?	设置交流电压测量路径 设置 A/D 积分时间(线性周期: 0.1 到 10) 查询 A/D 积分时间 设置测量范围路径 选择范围 (0~757.5) 查询范围 使能或取消自动测量范围 查询自动范围 设定参考值 (-757.5~757.5) 使能或取消参考 查询参考状态 使用输入信号作为参考 查询参考值 设置和控制滤波器路径 选择滤波器的类型 (MOVing, REPeat) 查询滤波器的类型 设定滤波个数(1~100) 查询滤波个数 使能或取消滤波器 查询数字滤波器的状态	1 757.5 ON 0 OFF 5 OFF

命令	功能简述	默认参数
:VOLTage:DC :NPLCycles <n> :NPLCycles? :RANGe [:UPPer] <n> [:UPPer]? :AUTO :AUTO? :REFerence <n> :STATe :STATe? :ACQuire :REFerence? :AVERage :TCONtrol <name> :TCONtrol? :COUNt <n> :COUNt? :STATe :STATe?	设置直流电压测量路径 设置 A/D 积分时间(线性周期: 0.1 到 10) 查询 A/D 积分时间 设置测量范围路径 选择范围 (0~1010) 查询范围 使能或取消自动测量范围 查询自动范围 设定参考值 (-1010~1010) 使能或取消参考 查询参考状态 (0, 1) 使用输入信号作为参考 查询参考值 设置和控制滤波器路径 选择滤波器的类型 (MOVing, REPeat) 查询滤波器的类型 设定滤波个数(1~100) 查询滤波个数 使能或取消滤波器 查询数字滤波器的状态	1 1000 ON 0 OFF 5 OFF
:RESistance :NPLCycles <n> :NPLCycles? :RANGe [:UPPer] <n> [:UPPer]? :AUTO :AUTO? :REFerence <n> :STATe :STATe? :ACQuire :REFerence?	设置 2 端电阻测量路径 设置 A/D 积分时间(线性周期: 0.1 到 10) 查询 A/D 积分时间 设置测量范围路径 选择范围 (0~120e6) 查询范围 使能或取消自动测量范围 查询自动范围 设定参考值 (0~120e6) 使能或取消参考 查询参考状态 使用输入信号作为参考 查询参考值	1 100e6 ON 0 OFF

命令	功能简述	默认参数
:AVERage :TCONtrol <name> :TCONtrol? :COUNt <n> :COUNt? :STATe :STATe?	设置和控制滤波器路径 选择滤波器的类型 (MOVing, REPeat) 查询滤波器的类型 设定滤波个数(1~100) 查询滤波个数 使能或取消滤波器 查询数字滤波器的状态	 5 OFF
:FRESistance :NPLCycles <n> :NPLCycles? :RANGe [:UPPer] <n> [:UPPer]? :AUTO :AUTO? :REFerence <n> :STATe :STATe? :ACQuire :REFerence? :AVERage :TCONtrol <name> :TCONtrol? :COUNt <n> :COUNt? :STATe :STATe?	设置 4 端电阻测量路径 设置 A/D 积分时间(线性周期: 0.1 到 10) 查询 A/D 积分时间 设置测量范围路径 选择范围 (0~120e6) 查询范围 使能或取消自动测量范围 查询自动范围 设定参考值 (0~120e6) 使能或取消参考 查询参考状态 使用输入信号作为参考 查询参考值 设置和控制滤波器路径 选择滤波器的类型 (MOVing, REPeat) 查询滤波器的类型 设定滤波个数(1~100) 查询滤波个数 使能或取消滤波器 查询数字滤波器的状态	 1 100e6 ON 0 OFF 5 OFF

命令	功能简述	默认参数
:FREQuency :THReshold :VOLTage :RANGe <n> :RANGe? :REFErence <n> :STATe :STATe? :ACQuire :REFErence?	设置频率测量功能路径 选择电压的量程范围路径 选择量程范围(0~750). 查询量程范围 设定参考值(0~1.5e7) 使能或取消参考 查询参考状态 使用输入信号作为参考 查询参考值	10 0 OFF
:PERiod :THReshold :VOLTage :RANGe <n> :RANGe? :REFErence <n> :STATe :STATe? :ACQuire :REFErence?	设置周期测量功能路径 选择电压的量程范围路径 选择量程范围(0~750). 查询量程范围 设定参考值(0~1) 使能或取消参考 查询参考状态 使用输入信号作为参考 查询参考值	10 0 OFF
:DIODe :CURRent :RANGe [:UPPer] <NRf> [:UPPer]?	设置二极管测量功能路径 选择测试范围路径 选择范围(0~1e-3) 查询范围	1e-3
:CONTInuity :THReshold <NRf> :THReshold?	设置连续性测试功能路径 设定参考电阻值(1~1000) 查询参考电阻值	10

: [SENSe[1]]

FUNCTION 命令

:FUNCTION <name>

命令语法: [:SENSe[1]]:FUNCTION <name>

参数	<name> =	‘VOLTage:AC’	选择交流电压测量功能
		‘VOLTage[:DC]’	选择直流电压测量功能
		‘CURRent:AC’	选择交流电流测量功能
		‘CURRent[:DC]’	选择直流电压测量功能
		‘RESistance’	选择 2 端电阻测量功能
		‘FRESistance’	选择 4 端电阻测量功能
		‘FREQuency’	选择频率测量功能
		‘PERiod’	选择周期测量功能
		‘DIODE’	选择二极管测量功能
		‘CONTinuity’	选择连续性测量功能

查询 :FUNCTION? 查询当前的测量功能

功能 用这个命令去选择仪器的测量功能。

注意: 这个参数名是用单引号 (‘’) 引起来的。但是, 双引号 (“”) 也能够替换单引号使用。

例如:

```
:FUNC ‘VOLT’ = :FUNC “VOLT”
```

针对所有测量功能中的某一种来说: 它自己可以进行单独的设置配置, 如范围, 速度, 滤波器和相对读数。这就避免了当从一种功能切换到另一种功能时重新设置条件的必要性。

:DATA?

命令语法: [:SENSe[1]]:DATA? 返回读数

功能 这个查询命令用来输出最新的仪器读数, 这个命令得到的是原始数据或者是设定了参考 (在前面板设定的 REL) 值之后的数据。例如: 如果已经设定了一个参考值 1.0, 有这个命令返回的读数将是“原始”读数减去 1.0。数学运算的读数不能用这条命令读取 (对于如何读取数学计算的数据参考 CALC 子系统命令)。

读数是以指数的形式返回, 例如: 10V 的直流电压读数将被显示在 CRT 上: +1.000000E+01。

注意: 在返回的信息中不包括测量功能。这样, 你可以在读数查询之后去执行一个功能查询。

:HOLD 命令

下面这些命令被用作配置和控制 HOLD 特性。

:WINDow <NRf>

命令语法: [:SENSe[1]]:HOLD:WINDow <NRf>
 参数 <NRf> = 0.01 到 10 设置范围 (percent)
 查询 :WINDow? 查询 HOLD 范围
 功能 该命令用来设定 HOLD 范围。用一个“种子”读数的百分比作为 HOLD 处理的误差范围。

:COUNt <NRf>

命令语法: [:SENSe[1]]:HOLD:COUNt <NRf>
 参数 <NRf> = 2 到 100 设置 HOLD 计数个数
 查询 :COUNt? 查询 HOLD 计数个数
 功能 该命令用来指定 HOLD 功能的计数个数。COUNt 是在 HOLD 处理过程中符合“种子”的误差范围内的读数的个数。

**:STATe **

命令语法: [:SENSe[1]]:HOLD:STATe
 参数 = 0 或 OFF 取消 HOLD
 1 或 ON 使能 HOLD
 查询 :STATe? 查询 HOLD 状态
 功能 该命令用作使能或取消 HOLD。

Speed 命令**: NPLCycles <n>**

命令语法: [:SENSe[1]]:CURRent:AC:NPLCycles <n> 对 ACI 设定速度
 命令语法: [:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:NPLCycles <n> 对 DCI 设定速度
 命令语法: [:SENSe[1]]:VOLTage:AC:NPLCycles <n> 对 ACV 设定速度
 命令语法: [:SENSe[1]]:VOLTage[:DC]:NPLCycles <n> 对 DCV 设定速度
 命令语法: [:SENSe[1]]:RESistance:NPLCycles <n> 对 $\Omega 2$ 设定速度
 命令语法: [:SENSe[1]]:FRESistance:NPLCycles <n> 对 $\Omega 4$ 设定速度
 参数 <n> = 0.1 到 10 用来设置 A/D 的积分时间
 DEFault 1
 MINimum 0.1
 MAXimum 10
 查询 :NPLCycles? 查询 A/D 积分器的积分时间
 功能 基本测量功能 (除频率和周期) 的积分时间 (测量速度) 使用 :NPLCycles 命令设定。

:RANGe 命令**: [UPPer] <n>**

命令语法: [:SENSe[1]]:CURRent:AC:RANGe[:UPPer] <n> 设置 ACI 的测量范围

命令语法: [:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:RANGe[:UPPer] <n> 设置 DCI 的测量范围

命令语法: [:SENSe[1]]:VOLTagE:AC:RANGe[:UPPer] <n> 设置 ACV 的测量范围

命令语法: [:SENSe[1]]:VOLTagE[:DC]:RANGe[:UPPer] <n> 设置 DCV 的测量范围

命令语法: [:SENSe[1]]:RESistance:RANGe[:UPPer] <n> 设置 $\Omega 2$ 的测量范围命令语法: [:SENSe[1]]:FRESistance:RANGe[:UPPer] <n> 设置 $\Omega 4$ 的测量范围

参数	<n> = 0~10 (A)	ACI, DCI
	0~757.5 (V)	ACV
	0~1010 (V)	DCV
	0~120e6 (Ω)	$\Omega 2, \Omega 4$
	DEFault	10 (ACI, DCI) 757.5 (ACV) 1000 (DCV) 100e6 (Ω)
	MINimum	0 (所有功能)
	MAXimum	与默认值相同

查询 :RANGe[:UPPer]? 查询各测量功能的测量范围

功能 此命令用来对所指定的测量功能手动的选择测量范围。范围的选定依据指定的期望读数作为一个绝对值。仪器然后转换到与估计值最接近的范围。例如：如果你期望的读数接近 50mV, 你就使参数<n>=0.05 (或 50e-3), 这样, 仪器自动选择了 100mV 量程。

**:AUTO **

命令语法: [:SENSe[1]]:CURRent:AC:RANGe:AUTO 设置 ACI 为自动量程

命令语法: [:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:RANGe:AUTO 设置 DCI 为自动量程

命令语法: [:SENSe[1]]:VOLTagE:AC:RANGe:AUTO 设置 ACV 为自动量程

命令语法: [:SENSe[1]]:VOLTagE[:DC]:RANGe:AUTO 设置 DCV 为自动量程

命令语法: [:SENSe[1]]:RESistance:RANGe:AUTO 设置 $\Omega 2$ 为自动量程命令语法: [:SENSe[1]]:FRESistance:RANGe:AUTO 设置 $\Omega 4$ 为自动量程

参数	 = 1 或 ON	使能自动量程
	0 或 OFF	取消自动量程

查询 :AUTO? 查询自动范围 (ON, OFF)

功能 使用此命令去控制自动量程。如果使能自动量程, 仪器将自动的选择最合适的量程范围来进行测量, 命令:RANGe <n>的参数值<n>也将改变到自动选择的范围值上。因此, 当自动量程取消之后, 仪器仍保持在自动选择的量程上。当一个有效的命令:RANGe <n>发送之后, 自动量程将被取消。

:REfERENCE 命令**:REfERENCE <n>**

命令语法:	[:SENSe[1]] :CURRent:AC:REfERENCE <n>	设置 ACI 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]] :CURRent[:DC]:REfERENCE <n>	设置 DCI 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]] :VOLTagE:AC:REfERENCE <n>	设置 ACV 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]] :VOLTagE[:DC]:REfERENCE <n>	设置 DCV 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]] :RESistance:REfERENCE <n>	设置 $\Omega 2$ 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]] :FRESistance:REfERENCE <n>	设置 $\Omega 4$ 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]] :FREQuency:REfERENCE <n>	设置 FREQ 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]] :PERiod:REfERENCE <n>	设置 PER 的参考值

参数	<n> = -12~12	ACI 和 DCI 的参考值
	-757.5~757.5	ACV 的参考值
	-1010~1010	DCV 的参考值
	0~120e6	$\Omega 2$ 和 $\Omega 4$ 的参考值
	0~1.5e7	FREQ 的参考值
	0~1	PER 的参考值
	DEFault	0 (所有的测量功能)
	MINimum	指定功能的最小值
	MAXimum	指定功能的最大值

查询 :REfERENCE?

功能 此命令用来对已指定的功能设置一个参考值。如参考值使能 (:REfERENCE:STATe), 读数与输入信号和参考值间有如下关系:
 读数 = 输入信号 - 参考值
 从前面板来看, 参考值既是相对运算 (REL)。
 命令:REfERENCE <n>与命令:ACQuire 是相结合的。当一个参考值使用命令:REfERENCE <n>和命令:ACQuire 设置后, 都可以用:REfERENCE? 命令进行查询, 得到参考值。

**:STATe **

命令语法:	[:SENSe[1]] :CURRent:AC:REfERENCE:STATe 	控制 ACI 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]] :CURRent[:DC]:REfERENCE:STATe 	控制 DCI 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]] :VOLTagE:AC:REfERENCE:STATe 	控制 ACV 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]] :VOLTagE[:DC]:REfERENCE:STATe 	控制 DCV 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]] :RESistance:REfERENCE:STATe 	控制 $\Omega 2$ 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]] :FRESistance:REfERENCE:STATe 	控制 $\Omega 4$ 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]] :FREQuency:REfERENCE:STATe 	控制 FREQ 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]] :PERiod:REfERENCE:STATe 	控制 PER 的参考值

参数	 = 1 或 ON 0 或 OFF	使能参考 取消参考
查询	:STATe?	查询参考状态
功能	此命令用来使能或取消已指定测量功能的参考值。	

:ACQUIRE

命令语法:	[:SENSe[1]]:CURRent:AC:REFErence:ACQuire	获得 ACI 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:REFErence:ACQuire	获得 DCI 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]]:VOLTage:AC:REFErence:ACQuire	获得 ACV 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]]:VOLTage[:DC]:REFErence:ACQuire	获得 DCV 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]]:RESistance:REFErence:ACQuire	获得 $\Omega 2$ 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]]:FRESistance:REFErence:ACQuire	获得 $\Omega 4$ 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]]:FREQuency:REFErence:ACQuire	获得 FREQ 的参考值
命令语法:	[:SENSe[1]]:PERiod:REFErence:ACQuire	获得 PER 的参考值
功能	当此命令被发送, 仪器将把当前测量的输入信号作为参考值。这个命令一般用作零显示。; 例如: 如果仪器正在显示一个 $1\mu\text{V}$ 的偏置, 通过发送此命令设置参考值, 从而达到零显示。此命令是针对已经指定的测量功能而言的, 当以任何其他功能的形式发送此命令将导致错误产生。同时, 如当前的读数溢出或者读数没有被触发, 发送此命令也会导致错误。	

:AVERage 命令

此命令用来配置和控制滤波器。

**:STATe **

命令语法:	[:SENSe[1]]:CURRent:AC:AVERage:STATe 	控制 ACI 的滤波器
命令语法:	[:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:AVERage:STATe 	控制 DCI 的滤波器
命令语法:	[:SENSe[1]]:VOLTage:AC:AVERage:STATe 	控制 ACV 的滤波器
命令语法:	[:SENSe[1]]:VOLTage[:DC]:AVERage:STATe 	控制 DCV 的滤波器
命令语法:	[:SENSe[1]]:RESistance:AVERage:STATe 	控制 $\Omega 2$ 的滤波器
命令语法:	[:SENSe[1]]:FRESistance:AVERage:STATe 	控制 $\Omega 4$ 的滤波器
参数	 = 1 或 ON 0 或 OFF	使能数字滤波 取消数字滤波
查询	:STATe?	查询数字滤波器的状态
功能	此命令用来对已指定的功能使能或取消数字滤波器。	

:TCONtrol <name>

命令语法: :CURRent:AC:AVERAge:TCONtrol <name> 选择 ACI 的滤波器类型
 命令语法: :CURRent[:DC]:AVERAge:TCONtrol <name> 选择 DCI 的滤波器类型
 命令语法: :VOLTage:AC:AVERAge:TCONtrol <name> 选择 ACV 的滤波器类型
 命令语法: :VOLTage[:DC]:AVERAge:TCONtrol <name> 选择 DCV 的滤波器类型
 命令语法: :RESistance:AVERAge:TCONtrol <name> 选择 $\Omega 2$ 的滤波器类型
 命令语法: :FRESistance:AVERAge:TCONtrol <name> 选择 $\Omega 4$ 的滤波器类型

参数 <name> = REPeat 选择重复平均滤波器
 MOVing 选择移动平均滤波器
 查询 :TCONtrol? 查询滤波器的类型
 功能 用此命令对已指定的功能选择滤波器的类型。

:COUNT <n>

命令语法: [:SENSe[1]]:CURRent:AC:AVERAge:COUNT <n> 指定 ACI 滤波器个数
 命令语法: [:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:AVERAge:COUNT <n> 指定 DCI 滤波器个数
 命令语法: [:SENSe[1]]:VOLTage:AC:AVERAge:COUNT <n> 指定 ACV 滤波器个数
 命令语法: [:SENSe[1]]:VOLTage[:DC]:AVERAge:COUNT <n> 指定 DCV 滤波器个数
 命令语法: [:SENSe[1]]:RESistance:AVERAge:COUNT <n> 指定 $\Omega 2$ 滤波器个数
 命令语法: [:SENSe[1]]:FRESistance:AVERAge:COUNT <n> 指定 $\Omega 4$ 滤波器个数

参数 <n> = 1~100 指定滤波器的个数
 DEFault 10
 MIMimum 1
 MAXimum 100
 查询 :COUNT? 查询滤波器的个数
 功能 此命令用来指定滤波器的个数。通常，平均计算的滤波器的个数就是由测试获得并存储在滤波缓冲区中的读数的个数。

:THReshold 命令

使用该命令设置频率和周期的测量的量程范围。

:RANGe <n>

命令语法: [:SENSe[1]]:FREQuency:THReshold:VOLTage:RANGe <n>
 [:SENSe[1]]:PERiod:THReshold:VOLTage:RANGe <n>

参数 <n> = 0 ~1010 指定信号电压范围(单位:V)
 查询 :RANGe? 查询信号量程
 功能 使用该命令去指定期望的信号量程范围。

:DIODe 命令**:RANGe[:UPPer] <NRf>**

命令语法: [:SENSe[1]]:DIODe:CURRent:RANGe[:UPPer] <NRf> 选择测试电流

参数 <NRf> = 1 (1 mA) 指定二极管的测试电流
10 (10 μ A)
100 (100 μ A)

查询 [UPPer]? 查询已选择的范围

功能 对于二极管测试这里有三种电流范围可供选择: 10 μ A, 100 μ A 和 1mA。**:CONTInuity 命令****:THReshold <n>**

命令语法: [:SENSe[1]]:CONTInuity:THReshold <NRf>

参数 <NRf> = 1~1000 指定电阻范围

查询 :THReshold? 查询电阻范围

功能 是用此命令对连续性测试指定电阻范围。当测量值小于或等于指定的电阻值时, 连续性通过。

6.3.5 SYSTem 子系统命令

命令	功能简述	默认参数
:SYSTem		
:PRESet	返回到系统默认状态	
:AZERo	自动零设置路径	
:STATe 	使能或取消自动零	ON
:STATe?	自动零状态查询	
:BEEPer	蜂鸣器控制路径	
[:STATe] 	使能或取消蜂鸣器	ON
[:STATe] ?	蜂鸣器状态查询	
:LOCal	取消远程模式, 恢复到前面板控制 (仅 RS232)	

:PRESet 命令**:PRESet**

命令语法: :SYSTem:PRESet

功能 该命令使仪器返回到返回到厂家默认状态 (列表中的默认参数)。

:AZERo 命令**:STATe **

命令语法: :SYSTem:AZERo:STATe

参数 = 1 或 ON 使能自动零
0 或 OFF 取消自动零

查询 :STATe? 查询自动零的状态

功能 该命令用作使能或取消自动零。当使能, 精确度被提高; 反之, 如取消, 测量速度速度增加, 同时降低了测量的精确度。

重要提示: 在使能和取消自动零功能之前, TH1951 首先必须在空闲状态。

:BEEPer 命令**[:STATe] **

命令语法: :SYSTem:BEEPer [:STATe]

参数 = 1 或 ON 使能蜂鸣器
0 或 OFF 取消蜂鸣器

查询 [:STATe] ? 查询蜂鸣器的状态

功能 该命令用来对于极限测试使能或取消蜂鸣器。

RS-232 接口命令**:LOCal**

命令语法: :SYSTem:LOCal

功能 该命令用作取消 TH1951 的远程控制模式, 并回到前面板操作模式。

6.3.6 UNIT 子系统命令

命令	功能简述	默认参数
:UNIT		
:VOLTage	配置电压单位路径	
:AC <name>	选择 ACV 测量的单位 (V, DB, DBM)	V
:DB	设置 DB 参考电压的路径	
:REFErence <n>	指定 DB 参考电压 (V) (1e-7~1000)	1
:REFErence?	查询 DB 参考电压值	
:DBM	设置 DBM 参考阻抗的路径	
:IMPedance <n>	指定 DBM 的参考阻抗 (1~9999)	75
:IMPedance?	查询 DBM 的参考阻抗	
:AC?	查询 ACV 的单位	
[:DC] <name>	选择 DCV 测量的单位 (V, DB, DBM)	V
:DB	设置 DB 参考电压的路径	
:REFErence <n>	指定 DB 参考电压 (V) (1e-7~1000)	1
:REFErence?	查询 DB 参考电压值	
:DBM	设置 DBM 参考阻抗的路径	
:IMPedance <n>	指定 DBM 的参考阻抗 (1~9999)	75
:IMPedance?	查询 DBM 的参考阻抗	
[:DC]?	查询 DCV 的单位	

:UNIT

这 UNIT 子系统用来对 ACV, DCV 测量功能单位的控制和配置。

:VOLTage:AC <name>

命令语法: :UNIT:VOLTage:AC <name>

参数 <name> = V 交流电压测量单位
DB 交流电压 dB 测量单位
DBM 交流电压 dBm 测量单位

查询 :VOLTage:AC? 查询交流电压的单位

功能 用此命令来选择 ACV 测量的单位。如 (V) 被选, 得到的读数是通常的交流电压; 如 (DB) 被选, 交流电压的 dB 测量功能被执行; 如 (DBM) 被选, 得到的结果就是参考值是 1mW 的分贝测量。

:DB:REFErence <n>

命令语法: :UNIT:VOLTage:AC:DB:REFErence <n>

参数 <n> = 1e-7~1000 指定参考电压值 (V)

查询 :DB:REFErence? 查询参考电压值

功能 使用该命令去设定 dB 的参考电压值。参考电压是以伏特为单位来指定的，它与电压的测量范围没有关系。例如：一个 dB 参考值为 1（即 1V），则它在所有测量范围都是 1V。

:DBM:IMPedance <n>

命令语法: :UNIT:VOLTage:AC:DBM:IMPedance <n>

参数 <n> = 1~9999 指定参考阻抗值

查询 :DBM:IMPedance? 查询参考阻抗值

功能 使用该命令去设定 dBm 的参考阻抗值。参考阻抗是以欧姆为单位来指定的，它与电压的测量范围没有关系。例如：一个 dBm 的参考阻抗值是 500（即 500 Ω），则它在所有测量范围都是 500 Ω。如果是一有理数，则被指定在最接近它的有效整数。

:VOLTage[:DC] <name>

命令语法: :UNIT:VOLTage:DC <name>

参数 <name> = V 直流电压测量单位

DB 直流电压 dB 测量单位

DBM 直流电压 dBm 测量单位

查询 :VOLTage:DC? 查询直流电压的单位

功能 用此命令来选择 DCV 测量的单位。如 (V) 被选，得到的读数是通常的直流电压；如 (DB) 被选，直流电压的 dB 测量功能被执行；如 (DBM) 被选，得到的结果就是参考值是 1mW 的分贝测量。

:DB:REFEreence <n>

命令语法: :UNIT:VOLTage:DC:DB:REFEreence <n>

参数 <n> = 1e-7~1000 指定参考电压值 (V)

查询 :DB:REFEreence? 查询参考电压值

功能 使用该命令去设定 dB 的参考电压值。参考电压是以伏特为单位来指定的，它与电压的测量范围没有关系。例如：一个 dB 参考值为 1（即 1V），则它在所有测量范围都是 1V。

:DBM:IMPedance <n>

命令语法: :UNIT:VOLTage:DC:DBM:IMPedance <n>

参数 <n> = 1~9999 指定参考阻抗值

查询 :DBM:IMPedance? 查询参考阻抗值

功能 使用该命令去设定 dBm 的参考阻抗值。参考阻抗是以欧姆为单位来指定的，它与电压的测量范围没有关系。例如：一个 dBm 的参考阻抗值是 500（即 500 Ω），则它在所有测量范围都是 500 Ω。如果是一有理数，则被指定在最接近它的有效整数。

6.3.7 TRIGger 子系统命令

命令	功能简述	默认参数
:INITiate	改变触发系统的状态	
[:IMMediate]	开始一个触发循环	
:CONTInuous 	打开或关闭连续开始	
:CONTInuous	查询连续开始	
:ABORt	复位触发系统	
:TRIGger		
:SOURce <name>	用于设定仪器的触发模式	IMMediate
:SOURce?	查询当前的触发模式	
:DELay <n>	用于设定仪器触发后的延时时间	0
:AUTO 	打开或关闭仪器的自动延时	OFF
:AUTO?	查询自动延时的状态	
:DELay?	查询当前的延时时间	
:COUNt <n>	多用表可以被触发的次数	infinite
:COUNt?	查询触发的次数	
:SAMPlE		
:COUNt <NRf>	设置仪器触发后的采样读数个数	1
:COUNt?	查询仪器触发后的采样个数	

:INITiate**[:IMMediate]****命令语法: :INITiate[:IMMediate]**

改变触发系统从“空闲”状态进入到“等待触发”状态。仪器在收到 INITiate 命令后，当指定的触发条件满足时，测量开始。仪器得到的读数被放到仪器的暂存器中（直到 512 个读数被储存）。读数存储在暂存器中，直到你能读取它们。你可以使用 FETCH? 来读取这些读数。

使用 :INITiate 命令储存读数在内存中比使用 :READ? 命令直接发送数据到输出缓冲器中快。多用表能够储存 512 个读数在内存中。

:CONTInous

命令语法: :INITiate:CONTInous 控制连续触发

参数: = 0 或 OFF 关闭连续触发

 1 或 ON 打开连续触发

查询 :CONTInous ? 查询连续触发

功能: 当选择了连续触发 (ON)，仪器跳出空闲状态。在所有可编程操作结束之后，仪器返回到触发模型的顶部。

注意: 打开连续触发后，你不能使用 :READ? 命令或设置采样数 (sample count) 大于 1。

ABORt

ABORt 命令用于中断仪器测量而重新开始一次测量。

:ABORt

ABORt

功能 该命令发送后，TH1951 中断测量并返回到触发模型的顶部。如果连续触发关闭，仪器进入到空闲状态；如果连续触发打开，操作继续在触发模型顶部。

:TRIGger

TRIGger 子系统命令用于设定仪器的触发模式，触发后的延时，和触发一次测量。

:SOURce <name>

命令语法: :TRIGger:SOURce <name>

参数	<name> = IMMEDIATE	内部触发，是仪器的默认设置
	BUS	被 RS232 接口或 GPIB 接口触发
	MANual	在面板按 Trig 键触发
	EXTernal	后面板的 Ext Trig 触发

查询 :SOURce? 查询当前的触发模式

功能 该命令用于设置仪器的触发模式。

:DELay <n>

命令语法: :TRIGger:DELay <n>

参数	<n> = 0~60000	设定延时时间 (ms)
	MINimum	设定延时参数为 0 秒
	MAXimum	设定延时参数为 60 秒

查询 :DELay? 查询当前的延时参数

功能 该命令用来设定触发模式时的延时参数。延时参数也可以通过 AUTO 参数自行设定。该参数保存在易失性存储器中。

**:AUTO **

命令语法: :TRIGger:DELay:AUTO

参数	 = 1 或 ON	使能自动延时
	0 或 OFF	取消自动延时

查询 :AUTO? 查询当前的延时状态

功能 该命令用来使能或取消触发模式下的自动延时状态。

:COUNT <n>

命令语法: :TRIGger:COUNT <n>

参数	<n> = 1~9999	设定触发次数
	INFinite	设定触发次数为无穷大
	MINimum	设定触发次数为 1
	MAXimum	设定触发次数为 9999

查询 COUNT? 查询当前的触发次数

功能 设置多用表返回“空闲”状态前可以被触发的次数。参数 INFinite 表示多用表可以连续的接收触发。当仪器在本地控制状态时，触发次数被忽略。该参数保存在易失性存储器中。

:SAMPle

:COUNT <NRf>

命令语法 :SAMPle:COUNT <NRf>

参数 <NRf> = 1~30000 设置触发后采样读数的个数
 MINimum 设置触发后采样读数个数为 1
 MAXimum 设置触发后采样读数的个数 30000

查询 :SAMPle?

功能 设置多用表每次触发后采样的读数个数。采样后的读数存储在易失性存储器中。该参数保存在易失性存储器中。

6.3.8 R 子系统命令

命令语法 :R?

功能 使用该命令可以读取存储于易失性存储器中采样的所有读数。但是不会删除易失性存储器中的读数。

6.3.9 公共命令

公共命令是在所有设备上都可以使用的仪器命令。本仪器提供以下几种公用命令。

*RST

命令语法: *RST

功能 当该命令用于对仪器进行复位。

*TRG

命令语法: *TRG

功能 该命令用于触发仪器测量。

*IDN?

查询语法: *IDN?

查询返回: <product>, <version><LF^END>

这里:

<product> TH1951 Digital Multimeter

<version> Ver1.0

功能 该命令用于查询返回仪器信息。

附录 A

技术指标

A-1 介绍

附录 A 主要讲述了 TH1951 数字多用表的所有技术指标说明。

A-2 技术说明

- 技术指标假定
 - 一年的校准周期
 - 操作温度环境：在 18℃~28℃。
 - 精确度的表示： \pm (% of reading + digits)，在 30 分钟的开机预热条件下。
 - 温度系数：0℃~18℃及 28℃~40℃ 增加 $\pm 0.1\% \times$ 准确度/℃
 - 工作湿度环境：在 0℃~28℃（当电阻量程 $\geq 10M$ 时， $\leq 70\%RH$ ）， $\leq 80\%RH$ ，在 28℃~40℃， $\leq 70\%RH$ ；

● 显示读数和读数速率

满量程显示读数：

Slow	Med	Fast
119,999	119,999	11,999

在前面板显示状态下的读数速率（ 读数/秒 ）

测量功能	Slow	Med	Fast
DCV	4	16	57
DCA	4	16	57
ACV	3	4	25
ACA	3	4	25
2-Wire (100k Ω 以下量程)	4	16	57
2-Wre (100k Ω 量程及以上量程)	4	16	25
4-Wre (100k Ω 以下量程)	3	10	33
4-Wre (100k Ω 量程及以上量程)	3	10	20
Freq	1	————	————
Period	1	————	————
Diod	————	13	————
Continuity	————	————	45

● 直流电压((DC Voltage)

分辨率, 满读读数及精度

速度	量程	分辨率	满度读数	精确度 (1 年)	输入阻抗
Slow	100.000mV	1 μ V	119.999	0.02%+8 ⁽¹⁾	>10G
	1.00000 V	10 μ V	1.19999	0.01%+4 ⁽¹⁾	>10G
	10.0000 V	100 μ V	11.9999	0.01%+4	>10G
	100.000 V	1 mV	119.999	0.01%+4	10M \pm 1%
	1000.00 V	10 mV	1010.00 ⁽²⁾	0.01%+4	10M \pm 1%
Med	100.000mV	1 μ V	119.999	0.02%+15 ⁽¹⁾	>10G
	1.00000 V	10 μ V	1.19999	0.01%+8 ⁽¹⁾	>10G
	10.0000 V	100 μ V	11.9999	0.01%+8	>10G
	100.000 V	1 mV	119.999	0.01%+8	10M \pm 1%
	1000.00 V	10 mV	1010.00 ⁽²⁾	0.01%+8	10M \pm 1%
Fast	100.00mV	10 μ V	119.99	0.02%+4 ⁽¹⁾	>10G
	1.0000 V	100 μ V	1.1999	0.02%+2 ⁽¹⁾	>10G
	10.000 V	1 mV	11.999	0.02%+2	>10G
	100.00 V	10 mV	119.99	0.02%+2	10M \pm 1%
	1000.0 V	100 mV	1010.0 ⁽²⁾	0.02%+2	10M \pm 1%
⁽¹⁾ 在使用 REI 状态下 ⁽²⁾ 在 1000V 量程, 超过量程的 1% (1010 VDC)是可读的。					

- 最大输入电压: 在任何量程 1000VDC。

● 交流电压(AC Voltage)

分辨率和满度读数

量程	分辨率		满度读数	
	Slow & Med	Fast	Slow & Med	Fast
100.000 mV	1 μ V	10 μ V	119,999	119.99
1.00000 V	10 μ V	100 μ V	1.19999	1.1999
10.0000 V	100 μ V	1 mV	11.9999	11.999
100.000 V	1 mV	10 mV	119.999	119.99
750.00 V	10 mV	100 mV	757.50 ⁽¹⁾	757.5 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ 在 750V 量程, 超过量程的 1% (757.50 Vac) 是可读的。

精确度

速度	量程	精确度 (1 年) ⁽¹⁾				
		10~20 Hz	20~50 Hz	50~20 kHz	20~50 kHz	50~100 kHz
Slow	100.000 mV	1.5%+100	0.5%+100	0.1%+100	0.3%+150	1%+150
	1.00000 V	1.5%+100	0.5%+100	0.1%+100	0.3%+100	1%+100
	10.0000 V	1.5%+100	0.5%+100	0.1%+100	0.3%+100	1%+100
	100.000 V	1.5%+100	0.5%+100	0.1%+100	0.3%+100	1%+100
	750.00 V	1.5%+100	0.5%+100	0.1%+100	0.3%+100 ⁽²⁾	1%+100 ⁽¹⁾
Med	100.000 mV	1.5%+200	0.5%+200	0.1%+200	0.3%+300	1%+300
	1.00000 V	1.5%+150	0.5%+150	0.1%+150	0.3%+200	1%+200
	10.0000 V	1.5%+150	0.5%+150	0.1%+150	0.3%+200	1%+200
	100.000 V	1.5%+150	0.5%+150	0.1%+150	0.3%+200	1%+200
	750.00 V	1.5%+150	0.5%+150	0.1%+150	0.3%+200 ⁽²⁾	1%+200 ⁽¹⁾
Fast	100.00 mV		1.5%+30	0.2%+30	0.5%+35	1.5%+30
	1.0000 V		1.5%+20	0.2%+20	0.5%+25	1.5%+20
	10.000 V		1.5%+20	0.2%+20	0.5%+25	1.5%+20
	100.00 V		1.5%+20	0.2%+20	0.5%+25	1.5%+20
	750.0 V		1.5%+20	0.2%+20	0.5%+25 ⁽²⁾	1.5%+20 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ 精确度在慢速(SLOW), 输入大于量程 5% 的正弦波。
⁽²⁾ 在 750VAC 量程, 限制在 40kHz 或者 3×10^7 Volt - Hz

- 测量方式: 真有效值测量
- 最大波形系数: 在满度时 3
- 最大输入电压: 在所有量程 750Vrms, $\leq 3 \times 10^7$ Volt - Hz
- 输入阻抗: $1M\Omega \pm 2\%$ 和 $<100pF$ 并联
- 最大 DCV: 在交流任何量程 500V

● 直流电流(DC Current)

速度	量程	分辨率	满度读数	精确度 (1年)	负载电压 ⁽¹⁾ /分流电阻
Slow	10.0000mA	0.1 μ A	11.9999	0.05%+8 ⁽²⁾	<0.15V / 10.1 Ω
	100.000mA	1 μ A	119.999	0.05%+4 ⁽²⁾	<1.5V / 10.1 Ω
	1.00000 A	10 μ A	1.19999	0.10%+4	<0.3V / 0.1 Ω
	10.0000 A	100 μ A	11.9999	0.25%+4	<0.15V / 10m Ω
Med	10.0000mA	0.1 μ A	11.9999	0.05%+15 ⁽²⁾	<0.15V / 10.1 Ω
	100.000mA	1 μ A	119.999	0.05%+8 ⁽²⁾	<1.5V / 10.1 Ω
	1.00000 A	10 μ A	1.19999	0.10%+8	<0.3V / 0.1 Ω
	10.0000 A	100 μ A	1.19999	0.25%+8	<0.15V / 10m Ω
Fast	10.000mA	1 μ A	11.999	0.1%+2 ⁽²⁾	<0.15V / 10.1 Ω
	100.00mA	10 μ A	119.99	0.1%+2 ⁽²⁾	<1.5V / 10.1 Ω
	1.0000 A	100 μ A	1.1999	0.1%+2	<0.3V / 0.1 Ω
	10.000 A	1 mA	1.1999	0.25%+2	<0.15V / 10m Ω
<p>⁽¹⁾ 负载电压为在满度读数时，输入两端的电压。</p> <p>⁽²⁾ 使用 REL 的情况下。</p>					

- 输入保护：2A,250V 保险丝。
- 在 10A 量程下，当测试较大电流时，测试时间不要超过 20 秒。

● 交流电流(AC Current, 真有效值)

分辨率和满度读数

速度	量程	分辨率	满度读数	负载电压/分流电阻 ⁽¹⁾
Slow	10.0000mA	0.1 μ A	11.9999	<0.15V / 10.1 Ω
	1.00000 A	10 μ A	1.19999	<0.3V / 0.1 Ω
	10.0000 A	100 μ A	11.9999	<0.15V / 10m Ω
Med	10.0000mA	0.1 μ A	11.9999	<0.15V / 10.1 Ω
	1.00000 A	10 μ A	1.19999	<0.3V / 0.1 Ω
	10.0000 A	100 μ A	11.9999	<0.15V / 10m Ω
Fast	10.000mA	1 μ A	11.999	<0.15V / 10.1 Ω
	1.0000 A	100 μ A	1.1999	<0.3V / 0.1 Ω
	10.000 A	1 mA	11.999	<0.15V / 10m Ω

(1) 负载电压为在满度读数时，输入两端的电压。

精确度

速度	量程	精确度 (1年) ⁽¹⁾			
		10~20 Hz	20~50 Hz	50~2 kHz	2~10 kHz
Slow	10.0000mA	1%+80	0.5%+80	0.25%+80	2%+80
	1.00000 A	1%+80	0.5%+80	0.25%+80	2%+80
	10.0000 A	1%+80	0.5%+80	0.30%+80	-----
Med	10.0000mA	1%+150	0.5%+150	0.25%+150	2%+150
	1.00000 A	1%+150	0.5%+150	0.25%+150	2%+150
	10.0000 A	1%+150	0.5%+150	0.30%+150	-----
Fast	10.000mA		1%+20	0.5%+10	3%+10
	1.0000 A		1%+20	0.5%+10	3%+10
	10.000 A		1%+20	0.5%+10	-----

(1) 精确度在慢速(SLOW)，输入大于量程 5%的正弦波。

- 测量方式：真有效值测量
- 最大波形系数：在满度时 3
- 输入保护：2A,250V 保险丝。
- 在 10A 量程下，当测试较大电流时，测试时间不要超过 20 秒。

● 电阻(2-Wire 和 4-Wire Resistance)

速度	量程 ⁽¹⁾	分辨率	满度读数	测试电流	精确度 (1 年)
Slow	100.000 Ω	1m Ω	119.999	1 mA	0.05%+8 ⁽²⁾
	1.00000 k Ω	10m Ω	1.19999	1 mA	0.03%+4 ⁽²⁾
	10.0000k Ω	100m Ω	11.9999	100μA	0.03%+4 ⁽²⁾
	100.000 k Ω	1 Ω	119.999	10μA	0.03%+4
	1.00000M Ω	10 Ω	1.19999	10μA	0.03%+4
	10.0000M Ω	100 Ω	11.9999	7.0*R _x /(10M+R _x)	0.1%+4
	100.000M Ω	1 k Ω	119.999	7.0*R _x /(10M+R _x)	1.0%+8
Med	100.000 Ω	1m Ω	119.999	1 mA	0.05%+15 ⁽²⁾
	1.00000 k Ω	10m Ω	1.19999	1 mA	0.03%+8 ⁽²⁾
	10.0000 k Ω	100m Ω	11.9999	100μA	0.03%+8 ⁽²⁾
	100.000 k Ω	1 Ω	119.999	10μA	0.03%+8
	1.00000M Ω	10 Ω	1.19999	10μA	0.03%+8
	10.0000M Ω	100 Ω	11.9999	7.0*R _x /(10M+R _x)	0.1%+8
	100.000M Ω	1 k Ω	119.999	7.0*R _x /(10M+R _x)	1.2%+15
Fast	100.00 Ω	10m Ω	119.99	1 mA	0.05%+2 ⁽²⁾
	1.0000 k Ω	100m Ω	1.1999	1 mA	0.03%+2 ⁽²⁾
	10.000 k Ω	1 Ω	11.999	100μA	0.03%+2 ⁽²⁾
	100.00 k Ω	10 Ω	119.99	10μA	0.03%+2
	1.0000 M Ω	100 Ω	1.1999	10μA	0.05%+2
	10.000 M Ω	1 k Ω	11.999	7.0*R _x /(10M+R _x)	0.1%+2
	100.00 M Ω	10 k Ω	119.99	7.0*R _x /(10M+R _x)	1.2%+2
⁽¹⁾ 为减小测试导线上噪声的干扰, 在测量>100k Ω时, 最好使用带保护的测试导线					
⁽²⁾ 在使用 REL 状态下					

- 输入保护: 在所有量程 1000VDC 或 750VAC.
- 开路电压: 在 100 Ω, 1k Ω, 10 Ω, 10M Ω, 100M Ω 量程最大为 13.3V DC, 在 100k Ω, 1M Ω 量程最大为 7V DC.

● 连续性(Continuity)

速度	量程	分辨率	满度读数	测试电流	精确度(1年)
Fast	1 k Ω	100m Ω	999.9	1mA	0.1%+20

- 输入保护：在所有量程 1000VDC 或 750VAC.
- 开路电压：<13.3V DC
- 测试电流：约 1mA DC
- 阈值电阻：可设定 1 Ω ~ 1000 Ω ，开机默认为 10 Ω

● 二极管测量(Diode)

速度	量程	分辨率	满度读数	测试电流
Med	3.0000 V	100 μ V	2.9999	1 mA
	10.0000 V	100 μ V	10.0000	100 μ A
	10.0000 V	100 μ V	10.0000	10 μ A

输入保护：在所有量程 1000VDC 或 750VAC.

● 频率 (Frequency)

ACV 量程	频率量程	门限 时间	分辨率	满度 读数	精确度 ⁽²⁾	灵敏度 (正弦波)
100mV to 750V	5~10 Hz	1 s (Slow)	10μHz	9.99999	0.05%+100	200mV rms
	10~100Hz		100μHz	99.9999	0.01%+10	40mV rms
	100~100 kHz		1m Hz	999.999	0.005%+2	40mV rms
	100k ~1MHz ⁽¹⁾		1 Hz	999.999	0.005%+2	100mV rms

⁽¹⁾ 如果测试频率超过 1MHz, 仪器可以显示, 但是没有指定精度。
⁽²⁾ 指定精确度在输入大于量程 5%的正弦波。

- 最大波形系数: 在满度时 3.0
- 最大输入电压: 在所有量程 750Vrms, $\leq 3 \times 10^7$ Volt - Hz
- 输入阻抗: $1M\Omega \pm 2\%$ 和 $<100pF$ 并联
- 最大 DCV: 在交流任何量程 500V

● 周期 (Period)

ACV 量程	周期量程	门限 时间	分辨率	满度 读数	精确度 ⁽²⁾	灵敏度 (正弦波)
100mV to 750V	1~10μs ⁽¹⁾	1 s (Slow)	0.01ns	9.99999	0.005%+2	100mV rms
	10μs~10ms		0.1ns	9.99999	0.005%+2	40mV rms
	10ms~100ms		0.1μs	99.9999	0.01%+10	40mV rms
	100ms~200ms		1μs	199.999	0.05%+100	200mV rms

⁽¹⁾ 如果测试周期低于 1μs, 仪器可以显示, 但是没有指定精度。
⁽²⁾ 指定精确度在输入大于量程 5%的正弦波。

- 最大波形系数: 在满度时 3.0
- 最大输入电压: 在所有量程 750Vrms, $\leq 3 \times 10^7$ Volt - Hz
- 输入阻抗: $1M\Omega \pm 2\%$ 和 $<100pF$ 并联
- 最大 DCV: 在交流任何量程 500V

测试速度

最大内部触发速度	1000 次/秒.
最大外部触发速度, 数据存储于内存	1000 次/秒.

触发和存储器

读数保持误差范围: 读数的 0.01%, 0.1%, 1% 或 10%

每次触发后的采样个数: 1~30000

可编程触发延时: 0~6000ms (以 1ms 为步进)

存储器: 可存储 512 个读数

数学功能

相对运算 (Rel), 最大/最小/平均/标准偏差 (存储读数), dBm, dB, 极限测试 (Limit Test), %, 和 $mX+b$.

dBm 参考电阻值: 可自行设定 $1\ \Omega \sim 9999\ \Omega$ (以 $1\ \Omega$ 为步进), 默认为 $75\ \Omega$ 。

标准程序语言

SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments)

远程接口

GPIB (IEEE-488.2)、USB Device 和 RS-232C (选装)

一般技术指标

电源要求: $110/220V \pm 10\%$

电源频率: $50/60Hz \pm 5\%$

电源功耗: $\leq 20VA$

工作环境: $0^{\circ}C \sim 40^{\circ}C$, $\leq 90\%RH$,

储存环境: $-40^{\circ}C \sim 70^{\circ}C$

热机时间: 至少 30 分钟

体积 (W×H×D): $225mm \times 100mm \times 355mm$

重量: 约 2.5 Kg

保修期: 二年

附录 B

程序举例

串行接口程序

以下范例是以 C 语言编制的在纯 DOS 环境下运行的通讯程序,其中的 main 函数可以由用户任意扩展通讯功能,而其它子函数则示例了如何使用串行口进行字串的输入与输出。

```
#define PORT 0
#include "dos.h"
#include "stdio.h"
#include "stdlib.h"
#include "ctype.h"
#include "string.h"
#include "conio.h"

void port_init( int port, unsigned char code );
int check_stat( int port );      /* read serial port state(16bit) */
void send_port( int port, char c ); /* send a character to serial port */
char read_port( int port );     /* receive a character from serial port */

void string_wr( char *ps );     /* write a string to serial port */
void string_rd( char *ps );     /* read a string from serial port */

char input[256];                /* query receive buffer */

main()
{ port_init( PORT, 0xe3 ); /* initialize serial port: baud = 9600, no verify, 1
                           bit stop, 8 bit data */
  string_wr( "trig:sour bus;*trg" );
  string_rd( input );
  printf( "\n%s", input );

  string_wr( "volt:dc:rang 1.0" );
  string_wr( "func 'volt:ac' );
}
```

```
/* write string to serial port */
void string_wr( char *ps )
{ char c;
  int m,n;
  while( check_stat(PORT) & 256) read_port(PORT);/* read data until null */
  for( ;*ps; )
  { c = 0;
    for( m = 100;m;m-- )
    { send_port( PORT,*ps );
      for( n = 1000;n;n-- )
      { delay(2); /* wait about 2ms, can use dos.h libray funtion:delay */
        if( kbhit() && ( getch() == 27 ) ) /* if escape key keypress */
        { printf( "\nE20:Serial Port Write Canceled!" );
          exit(1);
        }
        if( check_stat(PORT) & 256 )
        { c = read_port( PORT );
          break;
        }
      }
      if( n ) break;
    }
    if( c == *ps ) ps++;
    else
    { printf( "\nE10:Serial Port Write Echo Error!" );
      exit(1);
    }
  }
  send_port( PORT, '\n' );/* send command end symbol */
  delay( 2 );
  while( !(check_stat(PORT) & 256) );
  read_port( PORT );
}
```

```
/* read string from serial port */
void string_rd( char *ps )
{ unsigned char c,i;
  for( i = 0;i < 255;i++ ) /* max read 256 characters */
  { while( ! (check_stat(PORT) & 256) ) /* wait serial recieve ready */
    if( kbhit() && (getch() == 27) ) /* if escape key keypress */
    { printf( "\nE21:Serial Port Read Canceled!" );
      exit(1);
    }
    c = read_port( PORT );
    if( c == '\n' ) break;
    *ps = c;
    ps++;
  }
  *ps = 0;
}

/* send a character to serial port */
void send_port( int port, char c )
{ union REGS r;
  r.x.dx = port; /* serial port */
  r.h.ah = 1; /* int14 function1:send character */
  r.h.al = c; /* character to be sent */
  int86( 0x14,&r,&r );
  if( r.h.ah & 128 ) /* check ah.7, if set by int86( 0x14,&r,&r ),mean trans
                    error */
  { printf( "\nE00:Serial port send error!" );
    exit(1);
  }
}
```

```
/* read a character from serial port */
char read_port( int port )
{ union REGS r;
  r.x.dx = port;          /* serial port */
  r.h.ah = 2;            /* int14 function2:read character */
  int86( 0x14,&r,&r );
  if( r.h.ah & 128 )     /* if ah.7 be set,mean trans error */
  { printf( "\nE01:Serial port read error!" );
    exit(1);
  }
  return r.h.al;
}

/* check the status of serial port */
int check_stat( int port )
{ union REGS r;
  r.x.dx = port;          /* serial port */
  r.h.ah = 3;            /* int14 function3:read status */
  int86( 0x14,&r,&r );
  return r.x.ax;         /* ax.7 show serial operation, ax.8 show serial
                          recive ready */
}

/* initialize the serial port */
void port_init( int port,unsigned char code )
{ union REGS r;
  r.x.dx = port;          /* serial port */
  r.h.ah = 0;            /* int14 function0:initial serial port */
  r.h.al = code;         /* initialization code */
  int86( 0x14,&r,&r );
}
```

附录 C

错误信息

错误信息描述:

错误代码	错误描述
ERR:-100	Ram self check failed
ERR:-200	DCV Calibrate Data is losed
ERR:-201	DCV Short Data is losed
ERR:-210	ACV Calibrate Data is losed
ERR:-211	ACV Short Data is losed
ERR:-220	DCI Calibrate Data is losed
ERR:-221	DCI open Data is losed.
ERR:-230	ACI Calibrate Data is losed
ERR:-231	ACI short data is losed
ERR:-240	R2 Calibrate Data is losed
ERR:-241	R2 short Data is losed
ERR:-250	R4 Calibrate Data is losed
ERR:-251	R4 short data is losed
ERR:-260	Eeprom cannot Write.
ERR:-300	Adc No Unk
ERR:-301	Adc No End
ERR:-303	Adc No Count