

Keysight 34401A

6½ 位数字多用表



用户指南

注意：本文件內容包含安捷倫參考資料。
安捷倫科技 (Agilent Technologies) 已正式拆
分其電子量測事業群，新公司名稱為 - 是德
科技 (Keysight Technologies Inc.)。
您可瀏覽是德科技網站 www.keysight.com，
以獲得更詳細的資訊。



© Copyright
Agilent Technologies, Inc.
1991-2003
版本沿革
第一版 1991 年 11 月
第二版 1992 年 3 月
第三版 1992 年 6 月
第四版 2003 年 3 月

新版本是手册的完全修订版，在两个版本间的更新部分，包括附加的资料和更换页由用户插入手册。只有在发行新的版本时才改变该页的日期。

确认

安捷伦确认该产品在发运时符合所发布的技术指标。安捷伦进一步确认对该产品的校准可追溯至美国国家标准与技术协会（原国家标准局），该组织认可的校准机构或其它国际标准组织的校准机构。

担保

安捷伦的产品对发货之日起三年内由于材料和制造工艺造成的缺陷提供担保。担保的时间和条件包括将该产品（作为部件）集成到安捷伦的其它产品中。在担保期内，安捷伦对证明确有缺陷的产品，可以选择修理或更换。

担保的服务

对于所担保的服务和维修，该产品必须返回安捷伦指定的维修机构。产品购买方应预付发至安捷伦的运输费用，而安捷伦负责支付产品返回购买方的运输费用。但若产品从另一个国家返回安捷伦，购买者应付全部运输费、关税和其它税项。

担保的限制

上述的担保不适用于由于购买方不适当的或不正确的维护、使用购买方提供的产品或接口、非授权的调节或误用、在产品规定的环境条件之外工作、以及在不适当的情况下进行配置或维护所造成的产品缺陷。使用该产品设计和实现电路是购买方单独的责任。安捷伦不担保购买方的电路故障或由于购买方电路造成安捷伦产品的故障。此外，安捷伦不担保购买方电路损坏以及由于使用购买方提供的产品造成和任何缺陷。

没有其它直接的或隐含的担保。安捷伦特别否认对任何商业的或适应特定目的的隐含担保。

唯一的补救

这里提供的补救是对购买方本身的和唯一的补救。安捷伦不对任何直接的、间接的、特别的、偶然的或连带的损坏承担责任，不管是根据合同、民事行为或任何法律理论。

注意

本文件所包含的资料可以不经通知而修改。安捷伦不提供任何商业的或适应特定目的的隐含担保。

安捷伦不对本资料中包含的错误或与本资料的提供、内容、使用相关造成的偶然的或间接的损坏承担责任。没有安捷伦事先的书面许可，本资料不得复制、转载或翻译成任何语言。

约束权

使用、复制或泄露受政府发布的技术数据和计算机软件权利法规
52.227-7013 章
(b) (3) (ii) 节的约束。
Agilent Technologies, Inc.
815 14th Street S.W.
Loveland, Colorado
80537 U.S.A.

安全

不要装上任何代用零件或对产品进行任何非授权的调节。把产品返回安捷伦销售和服务部门进行维修可确保产品的安全性能。

安全符号

警告

对可能造成人身伤害或影响人体健康的步骤、操作或条件提醒注意。

注意

对可能造成设备损坏或数据永久丢失的步骤、操作或条件提醒注意。



接入大地符号



机箱接地符号



手动指示符号

参看手册中有关避免人身伤害或产品损坏的警告和注意的内容。



指示可能存在危险电压

Agilent 34401A 是一台 6½位、高性能的数字万用表。它结合了实验室及系统的特性，可满足您现在和未来在测量方面的多种需求。

便利的实验特性

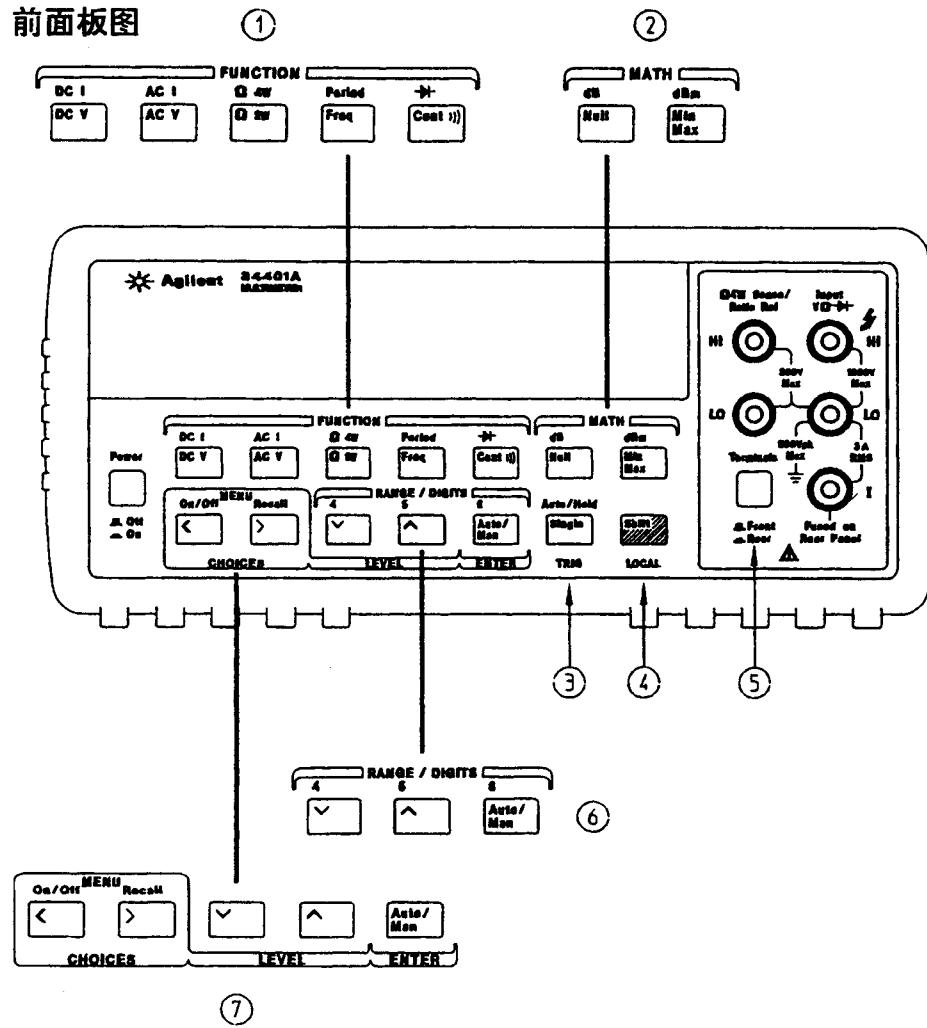
- * 清晰的真空萤光显示器。
- * 固化的数学运算功能。
- * 连续性和二极管的测试功能。
- * 免手动、读数保持特性。
- * 便携式、无滑轨的坚固外壳。

灵活的系统特性

- * GPIB(IEEE-488)和 RS-232 标准接口。
- * 标准编程语言包括:SCPI, Agilent 3478A 和 Fluke8840。
- * 读取速率每秒高达 1000 个读数。
- * 存储量可达 512 个读数。
- * 极限测试，并有通过/不通过信号。
- * 配有 Agilent 34812A BenchLink/Meter 软件选件(Microsoft WindowsTM)

Agilent 34401A 万用表

前面板图

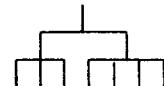


1. 测量功能键
2. 数学运算键
3. 单次触发/自动触发/读数
保持键
4. 转换键(Shift)/本地键

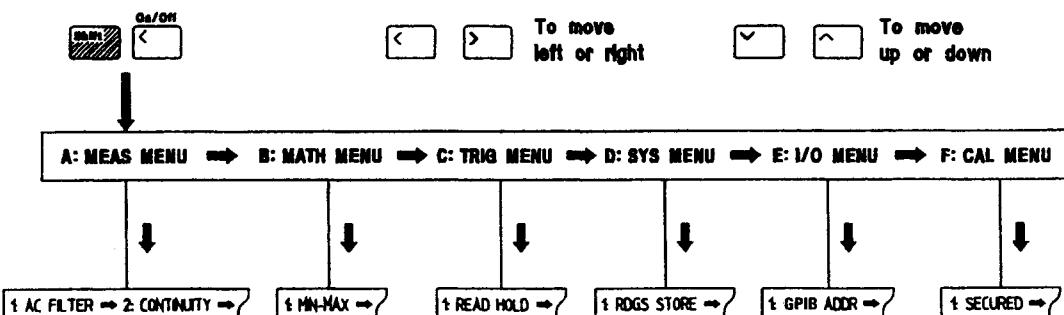
5. 前/后输入端开关
6. 量程/位数显示键
7. 菜单操作键

前面板菜单图

这个菜单是以一个由上而下,具有三层的树状结构所组成。



To turn on menu press:



To enter command press:



A. 测量菜单

1:AC FILTER→2:CONTINUITY→3:INPUT R→4:RATIO FUNC→5:RESOLUTION

B:数学菜单

1:MIN-MAX→2:NULL VALUE→3:dB REL→4:dBm REF R→5:LIMIT TEST→6:HIGH LIMIT→7:LOW LIMIT

C:触发菜单

1:READ HOLD→2:TRIG DELAY→3:N SAMPLES

D:系统菜单

1:RDGS STORE→2:SAVED RDGS→3:ERROR→4:TEST→5:DISPLAY→6:BEEP→7:COMMA→8:REVISION

E:输入/输出菜单

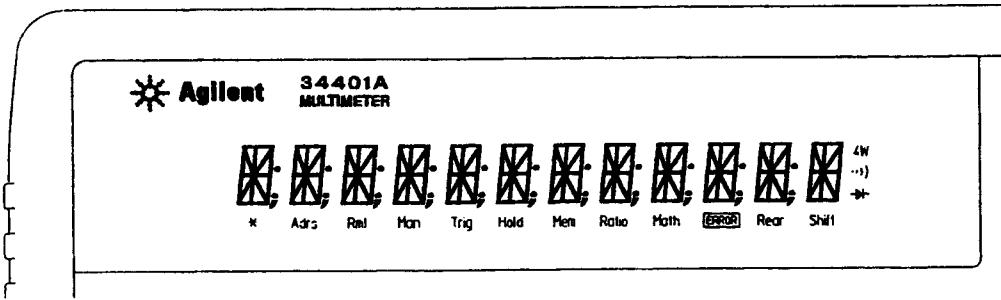
1:GPIB ADDR→2:INTEFACE→3:BAUD RATE→4:PARITY→5:LANGUAGE

F:校准菜单

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

附注:除非万用表处于 UNSECURED 状态以备校准,否则校准菜单中以方括弧([])括住的两个命令,是“隐藏”起来的。

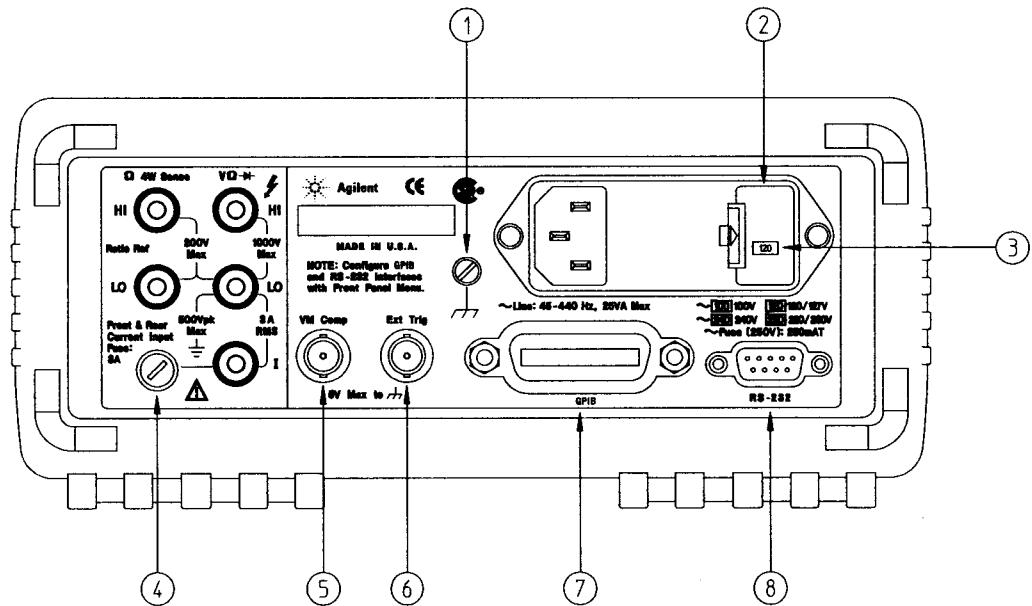
显示指示器



- * 测量期间会自动点亮。
- Adrs** 万用表的可编址在 GPIB 接口上听或讲。
- Rmt** 万用表处于遥控方式(遥控接口)。
- Man** 万用表正使用手动选档功能(自动选档功能停用)。
- Trig** 万用表正等待单次触发或外部触发。
- Hold** 读数保持功能启动。
- Mem** 启动读数存储器后, MEM 便点亮。
- Ratio** 万用表处于 DC 电压比功能。
- Math** 数学运算功能启动(包含零, 最小值-最大值; dB、dBm 或极限测试)。
- ERROR** 检测硬件或遥控接口命令的错误。
- Rear** 选择后输入端。
- Shift** Shift 键已被按下, 再按 Shift 就断开。
- 4W** 万用表处于四线电阻测试功能状态。
- 万用表处于连续测试功能状态。
- 万用表处于二极管测试功能状态。

若要察看显示动作表示器, 请在您接通万用表的同时, 按下 Shift 键。

后面板图



- | | |
|--------------|------------------------|
| 1. 底板接地 | 5. 电压表输出端 |
| 2. 电源保险丝组件 | 6. 外部触发输入端 |
| 3. 电源电压值设定 | 7. GPIB(IEEE-488)接口连接器 |
| 4. 前后电流输入保险丝 | 8. RS-232 接口连接器 |

请使用前面板的输出/输入菜单, 执行:

- 选择 GPIB 或 RS-232 接口(请参阅第四章)。
- 设定 GPIB 总线的地址(请参阅第四章)。
- 设定 RS-232 波特率和奇偶性(请参阅第四章)。

本书内容的编排

第一章[快速入门],说明使用万用表之前的准备工作,并帮助您熟悉一些前面板的特性。

第二章[前面板菜单操作]介绍前面板的菜单,并说明一些万用表菜单的特性。

第三章[特性和功能],详细说明了万用表的功能和操作。无论您是利用前面或遥控接口操作万用表,您都会发现这一章相当有用。

第四章[遥控接口参考资料]包含了利用遥控接口来编辑万用表所需的资料。

第五章[出错信息]列出使用万用表时可能出现的出错信息。其中的每一项都有足够帮您诊断问题,进而解决问题的信息。

第六章[应用程序]包含数个遥控接口应用程序,有助于您设计自己的测量应用程序。

第七章[测量指导]讨论了测量时所需考虑到的事项和技巧,可帮助您获得最佳测量精度,并降低测量误差。

第八章[技术规格],列出万用电表的技术规格,并说明如何解释这些技术规格。

如果您对于操作万用表有任何疑问,请拨(010)－65050149 咨询热线,或就近联络当地的 Agilent 销售处。

目录

第一章 快速入门

使用万用表前的准备	13
尚未接通万用表	14
调整手提把手	16
测量电压值	17
测量电阻	17
测量电流	18
测量频率(或周期)	18
测试连续性	19
检查二极管	19
选择量程	20
设定分辨率	21
前面板的显示格式	22
架装万用表	23

第二章 前面板菜单操作

前面板菜单参考	27
前面板菜单指导	29
关闭逗点分隔号	37
执行零位(相对的)测量	38
存储最大和最小的读数	39
作 dB 测量	40
作 dBm 测量	41
触发万用表	42
使用读数保持	43
作 DC 电压比测量	44
使用读数存储器	46

第三章 特性和功能

测量配置	
AC 信号滤波器	51
连续性门限电阻	52
DC 输入电阻	53
分辨率	54
积分时间	57
前/后输入端切换	58
自动回零	59
选择测量范围(量程档)	60

目录

第三章 特性和功能(续)

数学运算

最小—最大运算 63

零位(相对)运算 64

dB 值测量 66

dBm 测量 68

极限测试 69

触发

触发源选择 73

等待触发状态 76

暂停进行中的测量 76

采样次数 77

触发次数 78

触发延迟 79

自动触发延迟 81

读数保持 82

电压表完成端 83

外部触发端 83

系统相关操作

读数存储器 84

错误状态 85

自检 86

显示器控制 87

蜂鸣器控制 88

逗点分隔 89

固件修订查询 89

SCPI 语言版本 90

遥控接口配置

GPIB 地址 92

波特率选择(RS-232) 93

奇偶性选择(RS-232) 93

程序设计语言选择 94

校准

校准安全保密 95

校准计数 98

校准信息 99

操作人员维护

更换保险丝 100

更换电流输入保险丝 100

电流接通和恢复状态 101

目录

第四章 遥控接口参考资料

命令摘要	105
简化的程序序列	110
MEASure? 命令和 CONFigure 命令	117
测量配置命令	121
数学运算命令	124
触发	127
触发命令	130
系统相关命令	132
SCPI 状态模型	134
状态报告命令	144
校准命令	146
RS-232 接口配置	148
RS-232 接口命令	153
SCPI 语言简介	154
输出数据格式	159
使用设备清除功能来暂停测量	160
打印机用的 TALK ONLY	160
设定 GPIB 地址	161
遥控接口选择	162
设定波特率	163
设定奇偶性	164
程序设计语言选择	165
其它程序设计语言的兼容	166
SCPI 相容性信息	168
IEEE-488 相容性信息	169

第五章 出错信息

执行错误	173
自检错误	179
校准错误	180

第六章 应用程序

使用 MEASuree? 进行单次测量	185
使用 CONFigure 于算数运算	186
使用状态寄存器	188
使用 QuickBASIC 的 RS-232 操作	192
使用 TurboCode 的 RS-232 操作	193

目录

第七章 测量指导

热 EMF 误差	199
负载误差(DCV 直流电压)	199
漏电流误差	199
电源噪声电压抑制	200
共模抑制(CMR)	201
磁路引起的噪声	201
由接地回路引起的噪声	202
电阻测量	203
四线电阻测量	203
去除测试引线电阻误差	204
功率耗散影响	204
建立时间影响	204
高电阻测量误差	205
DC 电流测量误差	205
有效 RMS AC 测量	206
波峰因子误差	207
负载误差(AC 电压)	209
满刻度下的测量	210
高电压自我加热误差	210
温度系数和过载误差	210
低电平信号测量误差	211
共模误差	212
AC 电流测量误差	212
频率和周期测量误差	213
高速 DC 和电阻测量	213
高速 AC 测量	213

第八章 技术规格

DC 特性	216
AC 特性	218
频率特性和周期特性	220
一般信息	222
产品体积尺寸	223
总测量误差计算	224
万用表技术规格注释	226
最高精度测量的配置	229

索引 231

快速入门

快速入门

在开始使用万用表之前,首先必须熟悉万用表的前面板。在这一章中,我们准备了几个练习,以进行万用表使用前的准备工作,并帮您熟悉前面板的一些操作程序。

前面板有两行按键,可用来选择各种功能和操作。大部分的键都有“转换”(shift)的功能,如键上方的蓝字所示。若要执行转换功能,请按**Shift**(此时 Shift 指示器点亮)。然后,再按标示有您想执行的功能的键。举例来说,若要选择 DC 电流功能,则请按**Shift** 及**DC V** 键。

如果您不小心按了**Shift** 键,只要再按一次,便可关闭 Shift 指示器。

本书封底有一份折叠式的快速参考手册。您可以在上面找到各种万用表特性的简易摘要。

使用万用表前的准备

以下步骤可帮您检查万用表是否已经准备好。

1. 核对标准装箱单。

请检查您收到的万用电表是否附有下列项目。如果有任何东西遗漏，请就近联络(Agilent)销售处。

- 一套测试引线夹具。
- 一条电源线。
- 此使用手册。
- 一本维修手册。
- 一张折叠的快速入门参考卡片。
- 校准证书

2. 接上电源线和接通万用表。

当万用表完成它的电源接通和本身的自校时,前面板显示器将亮。显示出 GPIB 总线的地址。注意:万用表电源是在直流电压功能上完成、自动量程可以使用。

为用所有的接通的指示器来检查电源接通的显示,要保持按下 Shift 键,使多用表接通。

3. 完成全部的自检。

全部的自检要比在电源接通所完成的那些自检范围要大的多。持续按下 Shift 键,再按电源开关接通万用表。Shift 键要持续按下时间不短于 5 秒。当未松开该键时,万用表的自检就开始。

如果自检成功,就显示通过。如果自检不成功,就显示故障,同时出错指示器亮。为此参阅维修手册的说明,把万用表退回 Agilent 公司维修。

如果万用表接不上电

当接通万用表时,用下列步骤来帮助你解决可能碰到的问题。如果需要更多的帮助请参阅维修手册中的说明,把万用表送回 Agilent 公司维修。

1. 检查交流电源是否接到万用表。

首先,检查万用表的电源开关是否在接通位置,也就是确认电源线是否牢固地插进后面板的电源插座,同时也应该确认插进万用表的电源是否供电。

2. 检查电源电压值的设置。

万用表出厂时,电源电压是按你所在国家规定的电压值来设定的。如果设置的不正确,可以变电压值的设置。电压值的设置可以是 100、120、220 或 240Vac(对 230Vac 运行的可以用 220Vac 设置)。

如果你需要改变电源电压的设置请参阅下一页。

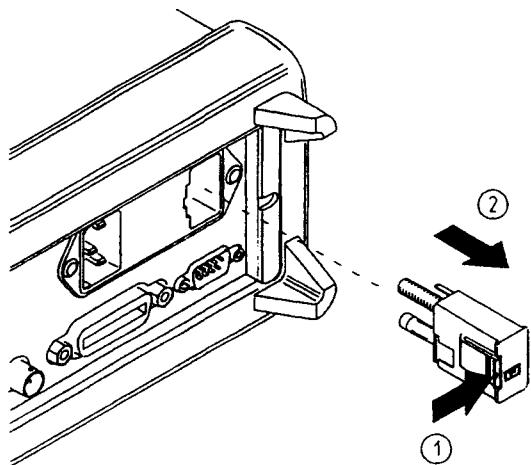
3. 检查电源保险丝是否是好的。

万用表出厂时,是安装上一 250mA 的保险丝。对于所有的电源电压,这个保险丝都是适用的。

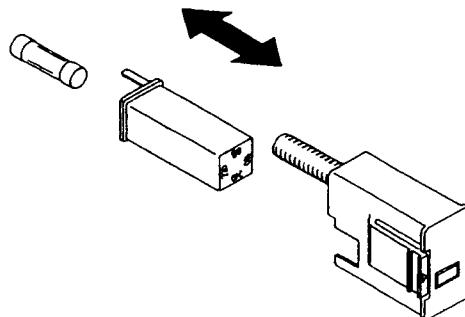
如果需要更换电源保险丝,参阅下一页。

要更换 250mA 保险丝,请订购 Agilent 元件编号 :2110-0817。

1. 移开电源线，移出后面板的保险丝座组件。

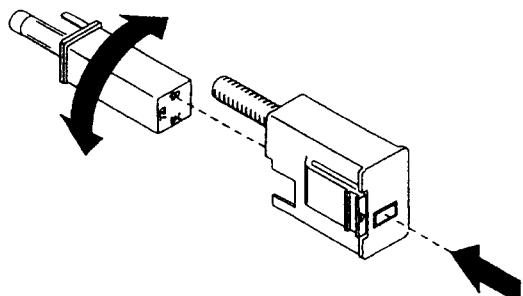


2. 移出保险丝座组件中的电源电压选择器。



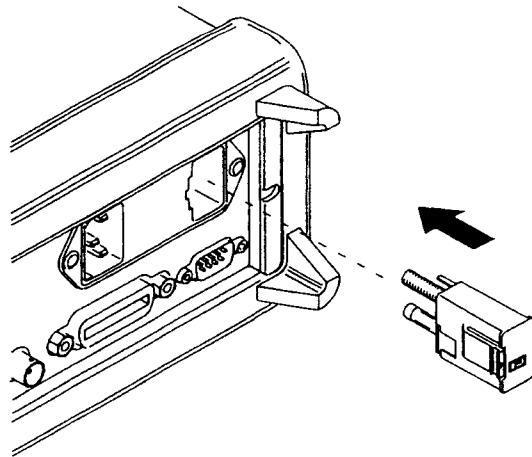
所有电源电压都使用 250mA T 保险丝

3. 旋转电源电压选择器。直到视窗中出现正确的电压值为止。



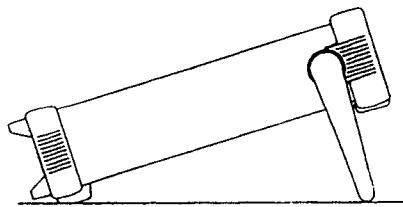
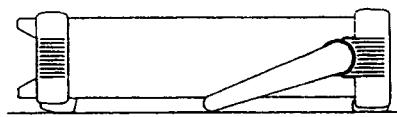
并检查视窗中的电源电压是否正确和电源保险丝是否好。

4. 将保险丝座组件重新装到后面板上。

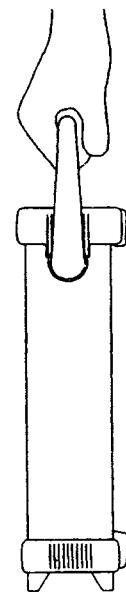


调整手提把手

为了调整位置, 抓住靠边的把手往外推, 然后转动把手到所需求的位置。



台面上观察到的位置



手提的位置

第一章 快速入门

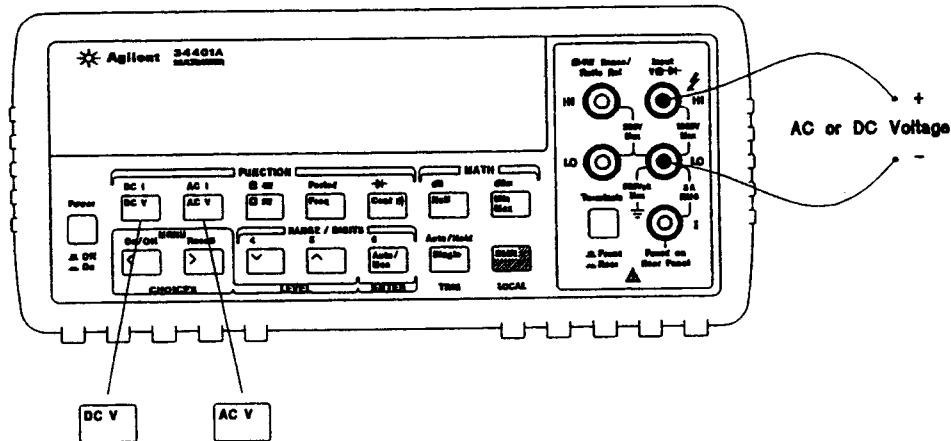
测量电压值

测量电压值

量程: 100mV、1V、10V、100V 或 1000V(750Vac)

最大分辨率: 100nV(在 100mV 的量程时)

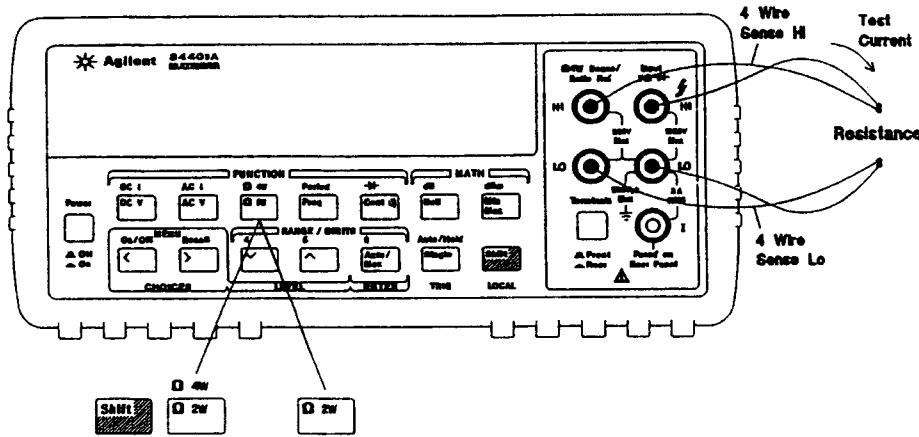
AC 技术: RMS 及 AC 耦合测量



测量电阻

量程: 100Ω、1KΩ、10KΩ、100KΩ、1MΩ、10MΩ、100MΩ

最大分辨率: 100μΩ(在 100Ω 量程)

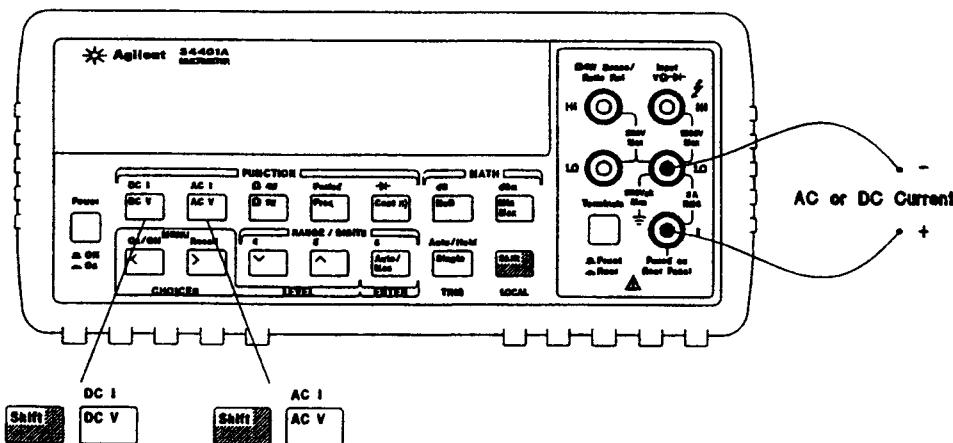


测量电流

量程:10mA(只适用于 DC)、100mA(只适用于 DC)、1A、3A

最高分辨率:10nA(在 10mA 量程)

AC 技术:RMS,AC 耦合

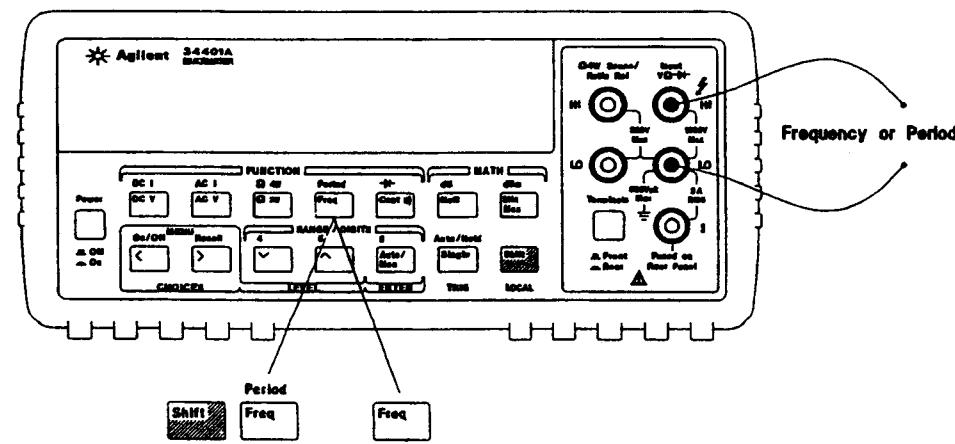


测量频率(或周期)

测量频带:从 3Hz 到 300kHz(0.33sec 到 3.3μsec)

输入信号范围:从 10mVac 到 750Vac

技术:往复计数

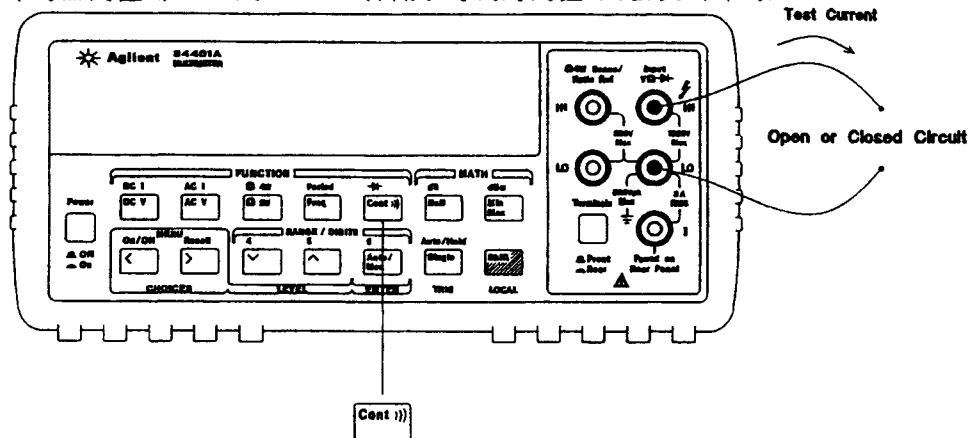


测试连续性

测试电流源:1mA

最高分辨率:0.1Ω(量程固定于1KΩ)

蜂鸣器阈值:从1Ω到1000Ω(若低于可调的阈值,则会发出蜂鸣声)

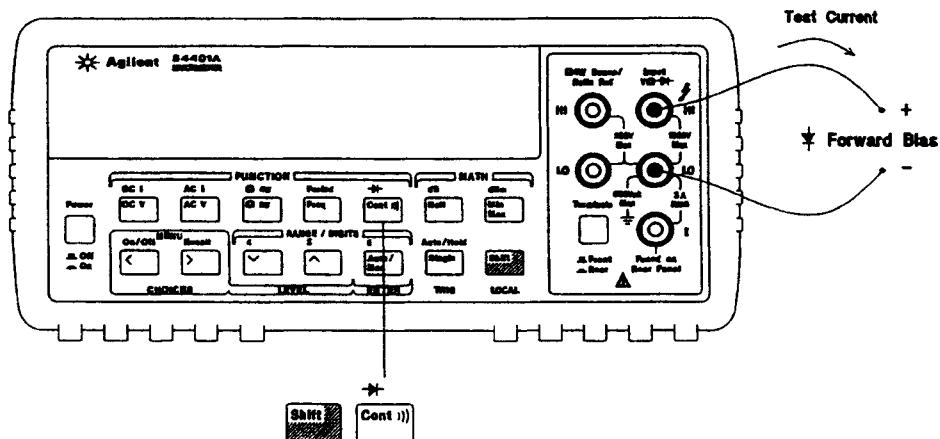


检查二极管

测试电流源:1mA

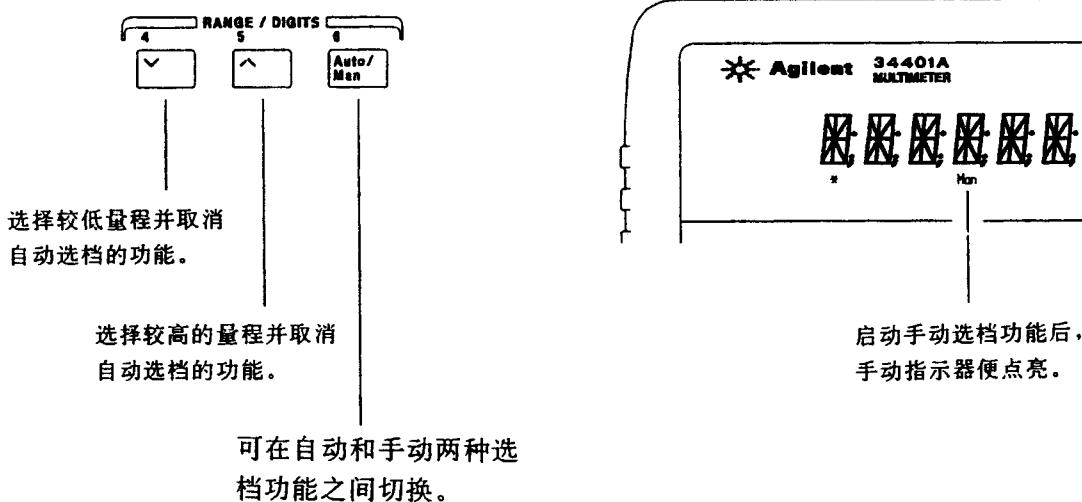
最高分辨率:100μV(量程固定于1Vdc)

蜂鸣器阈值:0.3V≤测量到的V值<0.8V(不可调)



选择量程

您可利用万用表的自动选档功能来选择量程,或使用手动选档功能选择固定的量程。

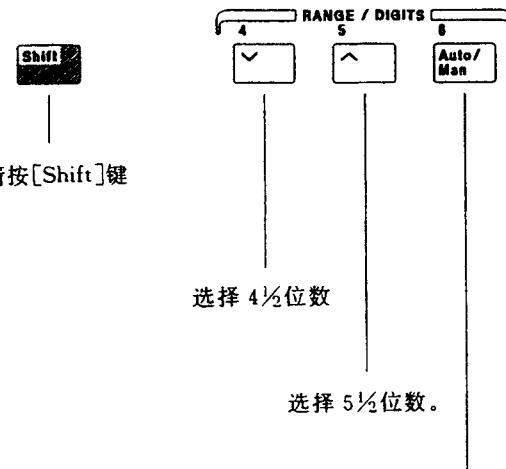


- 自动量程(自动选择量程)功能,是在电源开启和遥控接口复位之后选定。
- 自动量程功能的阈值:
 - 往下的量程<该量程的 10%
 - 往上的量程>该量程的 120%
- 输入信号大于目前可测量的值,万用表会指出超载(OVLD)。
- 经由前面板测量频率和周期,量程的设定适用于信号的输入电压,而非频率。
- 在连续性和二极管测试中,量程是固定的,测量连续性时为 1KΩ,测试二极限管时为 1Vdc。

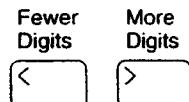
选档设定只对于所选定的功能有效。这表示您可以单独选出每一种功能的选档方法(自动或手动)。若以手动方法选档(选择量程),所选出的量程限于该功能;功能转换时,万用表会记住每一个设定的量程。

设定分辨率

您可以将显示分辨率设定为 $4\frac{1}{2}$, $5\frac{1}{2}$ 或 $6\frac{1}{2}$ 位, 以加强测量速率或噪声抑制的能力。在本书中, 最高有效位(位于显示器最左边)是指“ $\frac{1}{2}$ ”那个位数, 因为该位数只可能是“0”或“1”。



- 开机是和遥控接口复位后, 分辨率均设定为 $5\frac{1}{2}$ 位数。
- 在连续性和二极管测试中, 分辨率固定为 $4\frac{1}{2}$ 位数。
- 使用箭头键你也可以改变已显示的位数
(但是累计时间是不变)



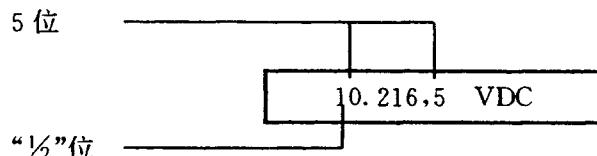
分辨率限于所选定的功能。这表示您可以单独选出每一种功能的分辨率。在功能转换时, 万用表会记住每一个分辨率。

前面板的显示格式

-H. DDD,DDD.EFFF

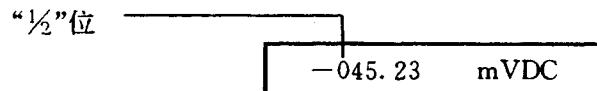
前面板的显示格式

- 负号或空白(正号)
- H “1/2”位数(0 或 1)
- D 数字
- E 指数(m, k, M)
- F 测量单位(VDC, OHM, HZ, dB)



“½”位

所示为 100Vdc 档, 显示 5½位数。



所示为 100mVdc 档, 显示 4½位数。

113. 325,6 OHM

所示为 100 欧姆档, 显示 6½位数。

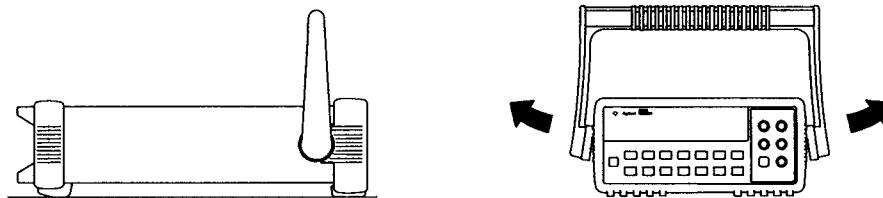
OVL. D mVDC

所示为 100mVdc 档上的超载指示。

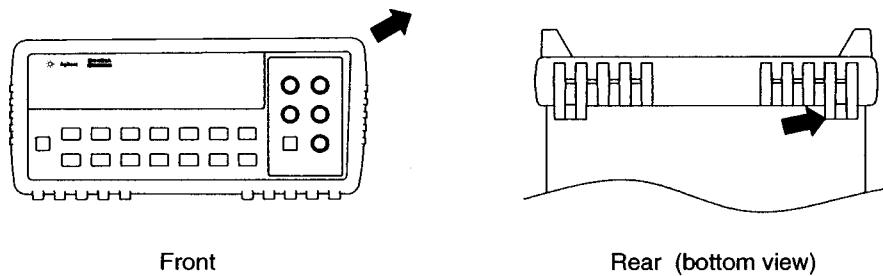
架装万用表

您可选用三种选择工具箱中的一种，将万用表装在标准的 19 英寸箱架上。每套架装零件组包含说明书和架装硬件。任何 Agilent System I 仪器都可以架装在 Agilent 34401A 万用表旁。

在架装万用表之前，请先移除提把及前后两个橡胶减震器。



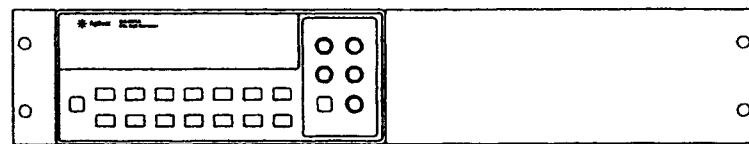
若要移除提把，请将其转到垂直方向，然后将底端往外拉。



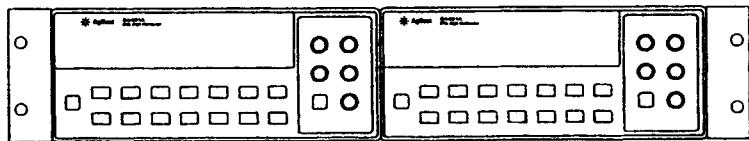
Front

Rear (bottom view)

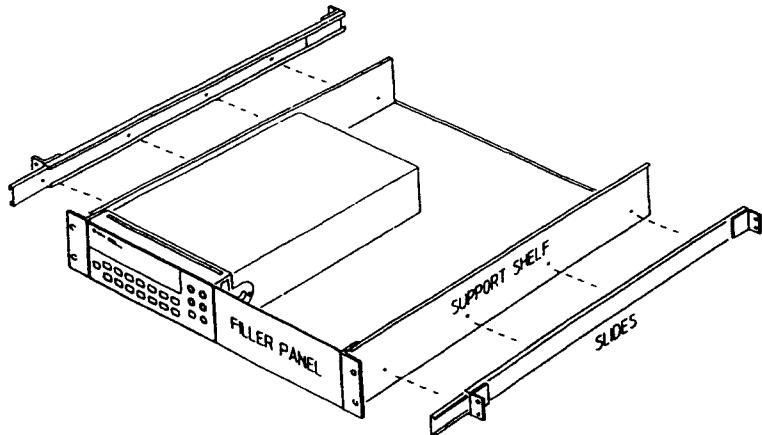
若要移除橡胶减震器，请撑开一个角，然后剥开。



架装单一台仪器,请订购转换器零件组 5063-9240 。



将两套仪器邻接架装,请订购闭锁连接零件组 5061-9694 和凸缘零件组 5063-9212 。



在一个滑动的支撑架上安装一种或两种仪器,请订购支撑架 5063-9255 和滑动零件组 1494-0015(如果只安装一种仪器,尚需订购填充面板 5002-3999)。

前面板菜单操作

前面板菜单操作

现在您应该已熟悉前面板的 FUNCTION(功能)和 RANGE/DIGITS(量程/位数)键组了。您应该也知道如何使用前面板接线来做各种类型的测量了。如果您对上面两项还不熟悉,建议您阅读第一章“快速入门”,从第十一页开始。

在这一章中,我们将介绍三组新的前面板按键: MENU、MATH 和 TRIG。您也将学到如何使用逗点分隔号,以及如何将读数存储到存储器中。本章并不详述每一个前面板按键的功能,或每一个菜单的操作。但我们将对前面板菜单和许多前面板操作做一个全面性的综览。请参阅第三章“特性和功能”,其中对万用表的功能和操作有全面的讨论。

前面板菜单参考

A : MEASurement MENU

1:AC FILTER→2:CONTINUITY→3:INPUT R→4:RATIO FUNC→5:RESOLUTION

- 1:AC FILTER** 选择慢速、中速或快速的交流滤波器。
- 2:CONTINUITY** 设定连续性蜂鸣器阈值(1Ω 到 1000Ω)。
- 3:INPUT R** 设定输入电阻,以便测量 DC 电压。
- 4:RATIO FUNC** 启动 DC 电压比功能。
- 5:RESOLUTION** 选择测量分辨率。

B : MATH MENU

1:MIN-MAX→2:NULL VALUE→3:dB REL→4:dBm REF R→5:LIMIT TEST→6:HIGH LIMIT→7:LOW LIMIT

- 1:MIN-MAX** 调出存储的最小值、最大值、平均值和读数计数。
- 2:NULL VALUE** 调出或设定存储于零位寄存器中的零值。
- 3:dB REL** 调出或设定 dB 相关寄存器中的 dB 值。
- 4:dBm REF R** 选择 dBm 的参考电阻值。
- 5:LIMIT TEST** 启动或取消极限测试。
- 6:HIGH LIMIT** 设定极限测试的上限。
- 7:LOW LIMIT** 设定极限测试的下限。

C : TRIGger MENU

1:READ HOLD→2:TRIG DELAY→3:N SAMPLES

- 1:READ HOLD** 设定读数保持灵敏带。
- 2:TRIG DELAY** 指定测量之前插入的时间间隔。
- 3:N SAMPLES** 设定每次触发的采样数。

第二章 前面板菜单操作

前面板菜单参考

D:SYStem MENU

**1:RDGS STORE→2:SAVED RDGS→3:ERROR→4:TEST→5:DISPLAY→6:BEEP→
7:COMMA→8:REVISION**

- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| 1:RDGS STORE | 启动或停用读数存储器。 |
| 2:SAVED RDGS | 调出存储在存储器中的读数(最多可有 512 个读数)。 |
| 3:ERROR | 从错误队列中纠正错误(最多可有 20 个错误)。 |
| 4:TEST | 执行全部的自检。 |
| 5:DISPLAY | 启动或停用前面板显示器。 |
| 6:BEEP | 启动或停用蜂鸣器功能。 |
| 7:COMMA | 启动或停用显示器上数字之间的逗号分隔号。 |
| 8:REVISION | 显示万用电表的固件修改码。 |

E:input/output MENU

1: GPIB ADDR→2:INTERFACE→3:BAUD RATE→4:PARITY→5:LANGUAGE

- | | |
|--------------------|---|
| 1:GPIB ADDR | 设定 GPIB 总线的地址(从 0 到 31)。 |
| 2:INTERFACE | 选择 GPIB 或 RS-232 接口。 |
| 3:BAUD RATE | 选择 RS-232 操作的波特率。 |
| 4:PARITY | 选择偶、奇或有奇偶位的 RS-232 操作。 |
| 5:LANGUAGE | 选择接口语言:SCPI、Agilent 3478 或 Fluke8840/42 |

E:CALibration MENU *

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

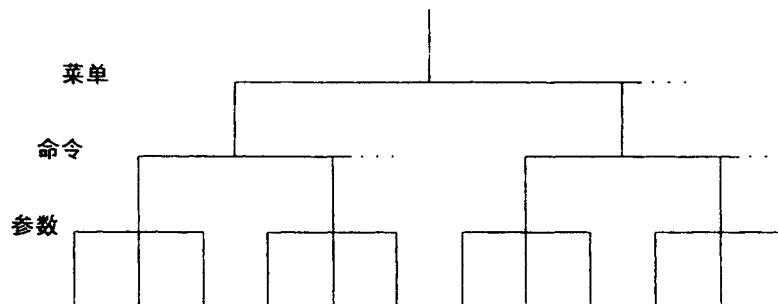
- | | |
|--------------------|----------------------------------|
| 1:SECURED | 万用电表对校准作保护性保密。输入密码以解除保护。 |
| 1:UNSECURED | 万用电表对校准解除保护状态,请输入密码,以进入保护状态。 |
| 2:CALIBRATE | 执行现行功能的全面校准;此时必须处于 UNSECURED 状态。 |
| 3:CAL COUNT | 读出万用电表已校准的总次数。 |
| 4:MESSAGE | 读出从遥控输入的校准字串(最多 12 个字符)。 |

* 附注:除非万用表处于 UNSECURED 状态以备校准,否则以方括弧([])括住的两个命令是[隐藏]起来的。

前面板菜单指导

这一节将循序渐进地指导您使用前面板菜单。建议您花几分钟的时间阅读这一节，如此能更适应菜单的结构和操作。

这个菜单是以一个由上而下具有三层（菜单、命令和参数）的树状结构所组成。您可以在树上，上 \wedge 、下 \vee 移动，从一个层次跳到另一个层次。每一个层次都有几项水平选项，您可以左 \leftarrow 、右 \rightarrow 移动，察看每个选项。



- 若要开启菜单，请按 Shift Menu On/Off 。
- 若要关闭菜单，请按 Shift Menu On/Off 或按前面板第一列的任一功能键或数学键。
- 若要执行菜单命令，请按 Enter 。
- 若要调用已执行过的最后一个菜单命令，请按 Shift Recall

菜单使用期间所显示的信息

TOP OF MENU 您在“菜单”层按了 **[A]**; 这是菜单的顶层, 您不能再上更高层次了。

若要关闭菜单, 请按 **[Shift] [L]** (菜单开启/关闭)。若要在同一层次的选项上移动, 请按 **[<] 或 [>]**。若要往下移一个层次, 请按 **[V]**。

MENUS 您正位于“菜单”层。若要察看选项, 请按 **[<] 或 [>]**。

COMMANDS 您正位于“命令”层。若要察看所选的菜单群组中的命令选项, 请按 **[<] 或 [>]**。

PAPAMETER 您正位于“参数”层。若要察看或编辑所选命令中的参数, 请按 **[<] 或 [>]**。

MENU BOTTOM 您在“参数”层按了 **[V]**; 这已是菜单底层, 您不能下移更低层次了。若要关闭菜单, 请按 **[Shift] [L]** (菜单开启/关闭)。若要往上移一层, 请按 **[A]**。

CHANGE SAVED 您在“参数”层上所作的变动, 都已存储起来。这个信息会在您按下 **Auto/Man** (菜单输入) 执行命令之后显示出来。

MIN VALUE 您在“参数”层上指定的值太小, 无法执行所选的命令。系统允许的最小值会显示在显示器上让您编辑。

MAX VALUE: 您在“参数”层上指定的值太大, 无法执行所选的命令。系统允许的最大值会显示在显示器上让您编辑。

EXITING MENU 当您按下 **[Shift] [L]** (菜单开启/关闭) 键或前面板功能/数学键以关闭菜单时, 您都会看到这个信息。您不曾曾在“参数”层编辑过任何数值, 而且所有的变更也不曾存储。

NOT ENTERED 当您按下 **[Shift] [L]** (菜单开启/关闭) 键或前面板功能/数学键以关闭菜单时, 您都会看到这个信息。您曾编辑过某些参数, 但是所有的变更都没有存储。若要存储在“参数”层次上所做的变更, 请按 **Auto/Man** (菜单输入) 键。

NOT RELEVANT 选出的数学运算对使用中的功能无效。

菜单范例

On/Off

Shift <

以下的步骤将指导您如何开启菜单在不同层次间上下移动,在同一层次的选项上移动,以及关闭菜单。在这个范例中,您将关闭前面板蜂鸣器。

>>>

1. 开启菜单。

此时您进入了“菜单”(menus)层上的菜单。MEAS MENU 是您在这个层次上的第一个选项。

A : MEAS MENU

V

2. 移到同一层的 SYS MENU 选项。

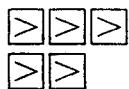
在“菜单”层中有六个菜单群组可供选择。为了容易识别起见,每一选项都有一个字母作字首(如 A: ,B: 等等)。

D : SYS MENU

3. 往下移到 SYS MENU 中的“命令”层。

RDGS STORE 命令是您在这个层次上的第一个选项。

1 : RDGS STORE



4. 请移到“命令”层的 BEEP 命令。

SYS MENU 上有八个命令选举项。为了容易识别起见,每一个选项都有一个数字作字首(如 1:,2:等等)。

6:BEEP



5. 请往下移一层,到 BEEP 参数的选项上。

BEEP 命令的第一个参数选项为“ON”(蜂鸣器的设定存于永久性存储器,而“ON”即为出厂时的设定值)。

ON



6. 移到“OFF”选项。

BEEP 有两个参数选项。

OFF

Auto/Man
ENTER

7. 存储变更信息,并关闭菜单。

万用表发出哔哔声并显示信息,表示变更已生效。然后您便退出菜单。

CHANGE SAVED

菜单范例 2：

下一个练习将示范如何使用菜单的调出特性,以便迅速地将 BEEP 命令改回原始设定。在开始执行这个范例之前,您必须先执行范例 1 所列的步骤。

Recall
Shift >

1. 使用菜单调出,回到 BEEP 命令。

这个步骤会使您回到 BEEP 命令,亦即您在范例 1 中退出菜单之前使用的最后一个命令。

6;BEEP

V

2. 往下移到 BEEP 参数的选项。

第一个参数选项为“OFF”(范例 1 中的设定)。

OFF

>

3. 移到“ON”选项。

将参数设回其原始值。

ON

Auto/Man

ENTER

4. 存储变更后的信息,并关闭菜单。

万用表发出哔哔声并显示信息,表示变更现在已是有效。然后您便退出菜单。

CHANGE SAVED

菜单范例 3

菜单中某些命令要求您输入数字参数值,以下步骤将指导您如何在菜单中输入数值。在这个范例中,您将把零位值设定为-2.0V。

请确认万用表处于 DC 电压功能状态,并具有显示 5½位的分辨率。请切断万用表的所有输入。

On/off

Shift



<

1. 请开启菜单。

您进入了“菜单”(menus)层上的菜单。MEAS MENU 是您在这个层上的第一选项。

A:MEAS MENU

>

2. 移到这一层的 MATH MENU 选项。

这个层次有六个菜单群组选项可供选择。

B:MATH MENU

v

3. 往下移到 MATH MENU 中的“命令”层。

MIN-MAX 命令是您在这个层上的第一个选项。

1:MIN-MAX

>

4. 移到这一层的 NULL VALUE 命令。

在 MATH MENU 中有七个命令选项可供选择。

2:NULL VALUE

V

5. 往下移以便编辑 NULL VALUE 参数。

当您第一次到达菜单的这一点时,零位值应为 0.0Vdc。在这个范例中,您将会把零位值设定为 -2.0V。

Λ 000.000 mVDC

当您看见显示器左边闪烁的“Λ”时,便可按下Λ以便中断编辑,并回到“命令”层。

V

6. 将数值变成负值。

显示器上最左边的字符会在+与-之间切换。

- 000.000 mVDC

>

7. 将闪烁的游标移到第一位数,以便编辑此位数。

请注意,最左边的数正在闪烁。

- 000.000 mVDC

Λ Λ

8. 将第一位数增加量,直到“2”出现。

您可以单独减少或增加每一位数的值;临近的位不会受到影响。

- 200.000 mVDC



9. 请将闪烁的游标移到“单位”位置。

请注意,单位在显示器的右边闪烁。

— 200. 000 mVDC



10. 显示的数值增加 10 倍。

请注意,小数点的位置改变了,而显示的数值增加 10 倍。

— 200. 000 VDC

Auto/Man
ENTER

11. 存储变更后的信息,并关闭菜单。

万用表发出哔哔声并显示信息,表示变更已生效。然后您便退出菜单。

CHANGE SAVED

请记住,数学零位值已经开启, -2. 0V 可用作测量用的零位值。若要清除零值,请按 **NULL**。

前面板菜单的指导至此结束。

本章剩余部分将讨论几个最常用的前面板操作。

关闭逗号分隔号

万用表的前面板读数,可以逗号分隔号或不以逗号分隔号显示。以下的步骤显示如何取消逗号。

08. 241,53 VDC

有逗号分隔号(出厂时的设定)

08. 24153 VDC

没有逗号分隔号

On/Off
Shift <

1. 开启菜单。

A:MEAS MENU

>>>

2. 移到“菜单”层上的 SYS MENU 选项。

D:SYS MENU

V < <

3. 往下移一层,然后移到 COMMA 命令。

7:COMMA

V >

4. 再往下移一层,然后移到“OFF”选项。

OFF

Auto/Man
ENTER

5. 存储变更的信息,并关闭菜单。

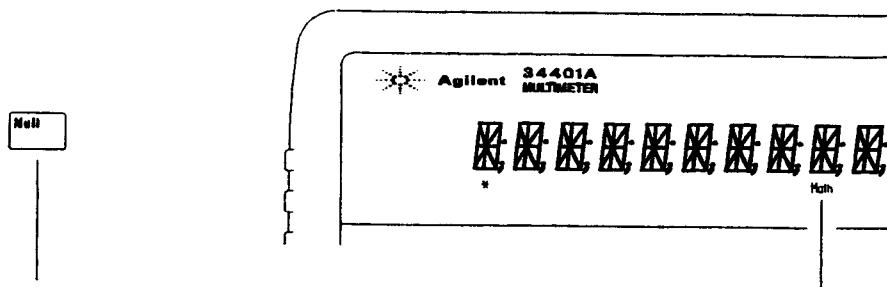
逗号分隔号设定被存储于永久性存储器中,因此即使在电源关闭或遥控接口复位的情况下,该项设定也不会改变。

执行零位(相对)测量

零位测量也称相对测量,是已存储的零位值和输入信号之间的差值。

结果=读数-零位值

若要读取或编辑零位值,
请使用 MATH 菜单。



启动“零位”(null)运
算;再按一次即可取消。

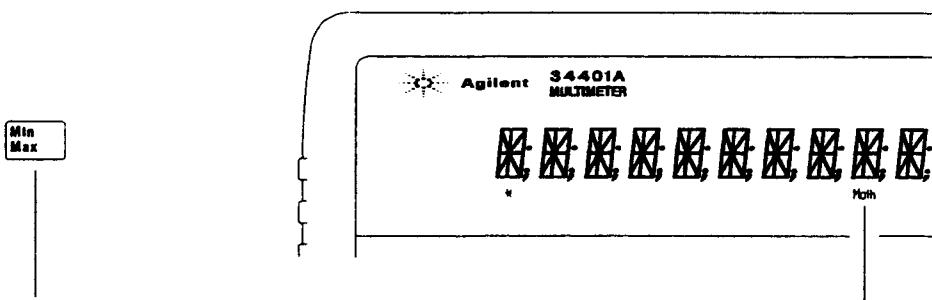
启动零位运算后,数学
指示器便自动点亮。

- 除了连续性、二极管或比例测试之外,您可以用任何功能作零位测量。零位运算限于所选的功能;当您改变功能时,零位测量就会被取消。
- 若要使测试引线电阻为零以便更精确测量两线电阻值,请短路测试引线的两端,然后按 Null 键。
- 在您按下 Null 之后,第一个读数会作为零位值存储于零位值寄存器中。新值会取代前存储的值。
- 在启动零位运算之后,您可以按 Shift □ (菜单调出)来编辑已存储的零位值。这使您移到 MATH MENU 中的“NULL VALUE”命令(只有在消零运算启动的情况下)。请向下移到“参数”层,然后编辑显示出来的数值。
- 当您改变功能、关闭零位运算、关闭电源或执行遥控接口复位时,零位值寄存器都会被清除。

存储最大和最小的读数

您可以在进行一系列的测量时，存储最大和最小的读数。以下的讨论将指出如何读取最大值、最小值、平均值和读数计数。

若要读取最小值、最大值、平均值和计数，请使用 MATH 菜单。



开启极值运算；再按一次即可取消。

启动最大最小值运算后数学指示器便点亮。

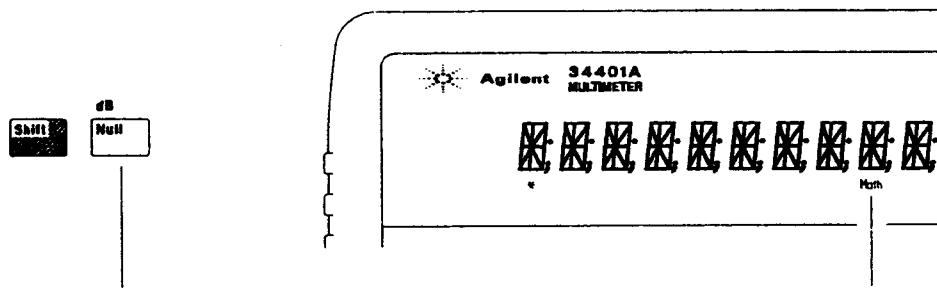
- 除了连续性或二极管测试之外，您可以将极值运算和任何一个功能搭配使用。极值运算限于所选的功能；当您改变功能时，极值运算便会被取消。
- 启动极值运算之后，您可以按 **Shift >** (菜单调出) 来读取所存储的最大值、最小值、平均值和读数计数。这使您移到 MATH MENU 中的“MIN-MAX”指令(只有在启动极值运算的情况下)。再向下移到“参数”层，然后按下 **<** 或 **>** 来读取数值。
- 当您关闭极值运算、关闭电源或执行遥控接口复位时，所存储的数值均会被清除。
- 平均值是指启动极值运算后所有读数的平均值(并非只是所存储的最小值和最大值的平均值)。读数计数是启动极值运算所有读数的总次数。

作 dB 测量

dB 测量是已存储的相对值,和输入信号间的差值。这两个值都转换为 dBm。

dB=以 dBm 读的值-以 dB 表示的相对值。

若要读取或编辑相对值的 dB
值,请使用 MATH 菜单。



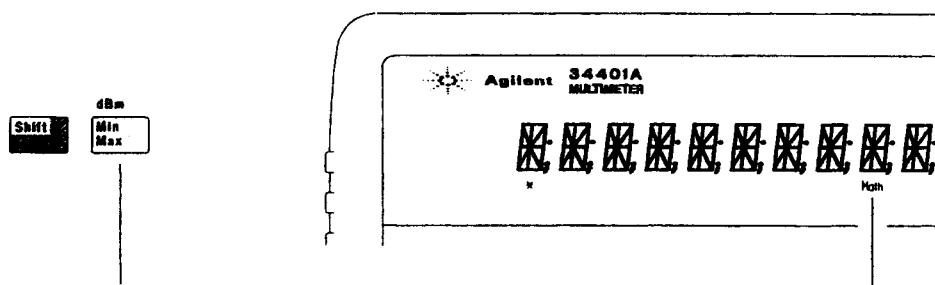
启动 dB 运算;再
按一次即可取消。

开启 dB 运算后,数
学指示器便点亮。

- 选择 **DC V** 或 **AC V**。
- 在您启动 dB 测量之后首先读数被转换成 dBm 值,并当作相对值存储于 dB 相对值寄存器中。新值取代先前存储的值。
- 在启动 dB 操作之后,您可以按下 **Shift** **▷** (菜单调出) 来编辑相对值。之后,您便用 MATH MENU 的“dB REL”命令(只有在启动 dB 的情况下)。请再向下移到“参数”层,然后编辑显示的数值。
- 当您改变功能,关闭 dB 操作、关闭电源或执行遥控接口复位时,寄存器均被清除。

dBm 测量操作,是计算传送到电阻的功率,而以 1 毫瓦为参考电平。
 $dBm = 10 \times \log_{10}(\text{读数的平方}/\text{参考电阻}/1mW)$

若要读取或编辑参考电阻值,请使用
MATH 菜单。



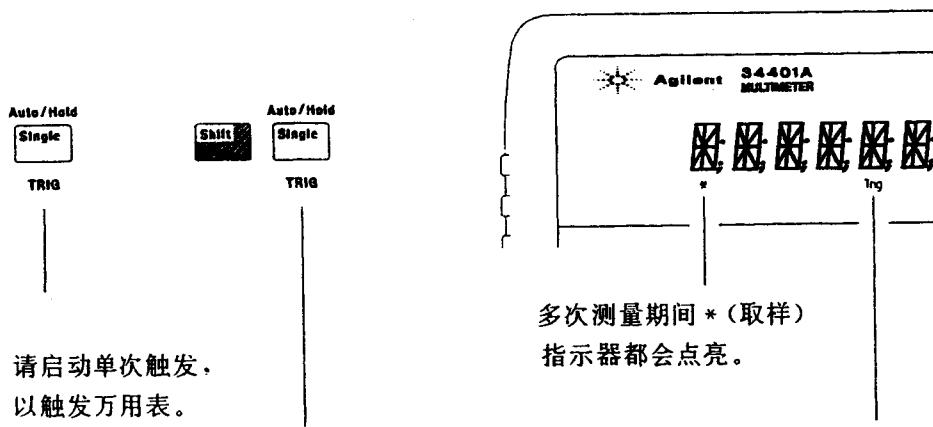
请启动 dBm 运算;再
按一次即可取消。

启动 dBm 运算后,数学表
示器便点亮。

- 选择 **DC V** 或 **AC V**。
- 出厂时的参考电阻为 600Ω 。若要选择不同的数值,在启动 dBm 运算之后,
请按下 **Shift >** (菜单调出) 键。之后,您便用到 MATH MENU 中的
“dBmREF R”命令(只有在启动 dBm 的情况下)。再向下移到“参数”层,
然后选择一个值:50,75,93,110,124,125,135,150,250,300,500,600,800,
900,1000,1200 或 8000Ω 。
- 参考电阻存储于永久性存储器中,因此不会因电源关闭或遥控接口复位而
改变。

触发万用表

您可以在前面板使用单次触发或自动触发来触发万用表。



万用表在等待单次触发时
(自动触发功能停用)触发
指示器会点亮。

- 在您接通万用表时，自动触发即启动。请注意，采样指示器在每一次测量期间都会点亮。
- 单次触发是指每当您按 Single 键时便采样一个读数，然后等待下一个触发。若要触发万用表，请继续按这个键。

使用外部触发

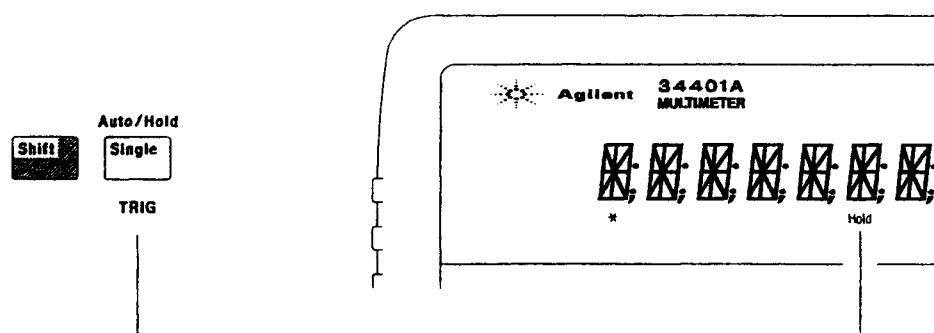
外部触发模式也利用 Single 键启动。除了在后面板的 Ext Trig 端子上加上一个触发脉冲之外，外部触发模式和单次一触发模式都相同。万用表在 TTL 脉冲的负沿触发。

当万用表处于遥控模式时，前面板的 Single 键功能便被取消。

使用读数保持功能

读数保持的特性准许您在显示器上捕捉和保持一稳定的读数。万用表检测到稳定读数时会发出哔哔声，并将这个数值保持在显示器上。

若要调整读数保持灵敏范围，请使用 TRIG 菜单。



读数保持功能和自动触发功能两者可彼此切换。

启动读数保持功能后保持指示器便点亮。

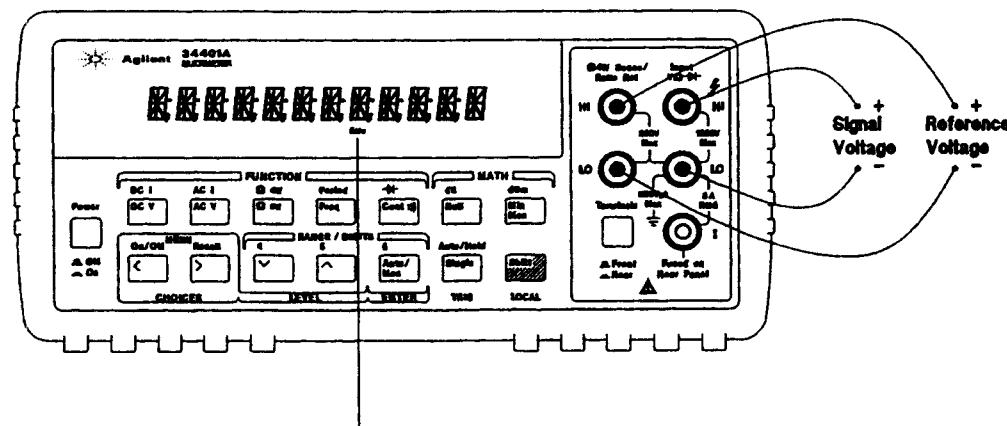
- 读数保持中有可调的灵敏范围，能让您选择哪些读数已经足够稳定，可以被显示出来。这个灵敏范围的大小，是以占选定量程读数的百分比来表示。万用表连续三次发现读数在灵敏范围之内后，便会捕获此新值，并显示出来。
- 内定的灵敏范围是读数的 0.10%。启动读数保持之后，您可以按下 Shift > (菜单调出) 键来选择不同的灵敏范围。这使您使用 TRIG MENU 中的“READ HOLD”命令（只有在启动读数保持的情况下）。
- 请再往下移到“参数”层，然后选择下列数值之一：读数的 0.01%，0.10%，1.00% 或 10.00%。
- 灵敏范围储存于暂时性存储器中；万用表会在电源关闭或遥控接口复位后，将灵敏范围设为读数的 0.10%。

作 DC 电压比测量

若要计算比值测量,万用表必须测量加到读出端的 DC 参考电压,以及加到输入端的输入电压。

$$\text{电压比} = \frac{\text{DC 信号电压值}}{\text{DC 参考电压值}}$$

若要开启比值测量,请使用 NEAS 菜单。



启动比值测量后,比值
指示器便自动点亮。

- 在读出端的参考电压只能是 DC 电压,并且可测量的最大输入电压为±12Vdc。测量读出端参考电压时,会自动选择自动选档的方式。
- 输入 LO 端和读出 LO 端必须有共同的参考点,并且其电压差不能大于±2V。
- 指定的测量量程只适用于连接到输入端的信号。输入端上的信号,可以是任何低于 1000V 的 DC 电压。

第二章 前面板菜单操作
作 DC 电压比测量

以下的步骤将指导您如何使用前面板菜单来选择比值功能。

On/Off
Shift <

1. 开启菜单。

A:MEAS MENU

2

V < <

2. 请往下移一层,然后移到 RATIO FUNC 命令。

4:RATIO FUNC

V

3. 请再往下移到“参数”层。

这个命令在这一层只有一个选项。

DCV:DCV

Auto/Man
ENTER

4. 选择比值功能,然后关闭菜单。

注意,比值指示器点亮了。

CHANGE SAVED

若要停用比值测量,请按前面板的任一功能键,以选择不同的测量功能。

使用读数存储器

万用表最多可在内部存储器中存储 512 个读数。以下步骤将示范如何存取读数。

1. 选择功能。

选择任何一种测量功能。您也可以选择零位运算、最小—最大、dB、dBm 或极限测试。您也可以在读存储器期间，任意改变选定的功能。

Single

2. 选择单次触发模式。

请注意，Trig 指示器点亮。当读数存储器启动时，万用表一被触发，读数便会被存储。

在这个范例中，我们是以单次触发来存储读数。您也可以使用自动触发或读数保持。

On/Off
Shift <

3. 开启菜单。

A : MEAS MENU

>>>

4. 移到同一层的 SYS MENU 选项。

D : SYS MENU

V

5. 往下移一层，移到 RDGS STORE 命令。

1 : RDGS STORE

第二章 前面板菜单操作
使用读数存储器

>

6. 再往下移一层,然后再移到“ON”选项。

ON

2

Auto/Man

ENTER

7. 存储变更的信息,并退出菜单。

请注意,Mem(存储器)指示器点亮,表示万用表已经准备好可以存储读数了。以先进先出(FIFO)的次序最多可存储 512 个读数。如果存储器存满了,Mem 指示器便会熄灭。读数会被保存起来,直到您在另一时间重新启动读数存储器、关闭电源,或执行遥控接口复位。

Single
Single
Single

Recall
 >

8. 触发万用表三次。

如此便可以将三个读数存储于存储器中。

9. 若要重新得到已存储的读数,请使用菜单调出。

之后您便需要 SYS MENU 的“SAVED RDGS”命令。

2:SAVED RDGS

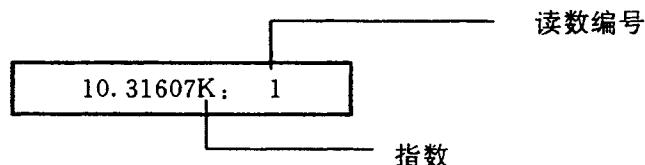
第二章 前面板菜单操作
使用读数存储器

V

10. 往下移一层,察看第一个存储的读数。

当您到达菜单的“参数”层时,读数存储器会自动关闭。

显示出来的第一个读数,即为存储的第一个读数(FIFO)。如果存储器中并未存储任何读数,则显示“EMPTY”。存储的读数以适当的单位(μ ,m,K 等等)显示。例如:



>>

11. 移到所存储的另外两个读数上,并察看这两个读数。

读数水平地存储在“参数”层上。若您在到达“参数”层时按下<键,便可看见最后一个读数,同时也会知道存储的读数数量。

On/off
Shift <

12. 请关闭菜单。

EXITING MENU

特性和功能

特性和功能

在这一章中您可以很容易地查阅万用表某一特性的所有细节,不论您从前面板或从遥控接口操作万用表,这一章的内容都会很有用。

本章包含以下几节:

- 测量配置(第 51 页)
- 数学运算(第 63 页)
- 触发(第 71 页)
- 系统相关操作(第 84 页)
- 遥控接口配置(第 91 页)
- 校准概述(第 96 页)
- 操作员维护(第 100 页)
- 电源开启和复位状态(第 101 页)

在读这一章之前,前面板菜单的一些知识,将有助于学习。所以如果您还没有读过从 25 页开始的第二章前面板菜单操作的话,最好现在应该去读它。而从 103 页开始的第四章遥控接口参考列出了利用程序设定万用表的 SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments 可编程仪器用标准命令)命令语法。

整个手册内容,下面的约定被用于遥控接口编程用的 SCPI 命令句法。

- 方括号([])指出可选择的关键字或参数。
- 大括号({})用来括住命令串中的参数。
- 三角括号(<>)表示必须用一数值来取代括号中的参数。
- 垂直条(|)隔开多重参数的选择。

测量配置

这一节中我们将提供配置万用表以执行测量所需要的资料。您可能永久不必改变这里所提到的任何测量参数,但是我们还是在此提出来,以备您随时查阅。

AC 信号滤波器

本万用表中有三种不同的交流滤波器,可使低频准确度达到最佳化,或使 AC 稳定时间达到最短,并可根据输入信号的频率,来选择慢速、中速或快速的滤波器。

AC 信号滤波器仅限于 AC 电压和 AC 电流测量中使用。

输入频率	选定的 AC 滤波器	设置时间
3Hz to 300kHz	慢速滤波器	7 秒/读数
20Hz to 300kHz	中速滤波器(内定值)	1 读数/秒
200Hz to 300kHz	快速滤波器	10 读数/秒

- AC 滤波器的选择存储在易失性存储器中,在电源关闭或遥控接口复位之后,万用表会选择中等速度滤波器(20Hz)。
- 前面板操作:请从菜单中选择慢速滤波器(3Hz)、中速滤波器(20Hz)或快速滤波器(200Hz)。缺省选择为中速滤波器。

1:AC FILTER (MEAS MENU)

- 遥控接口操作:指定输入信号可能的最低频率。万用表会根据您所指定的频率(请参阅上表)选择适当的滤波器。CONFigure 和 MEASure? 命令选择 20Hz(中速)的滤波器。

DETector,BANDwidth{30|20|200|MINimum|MAXimum}

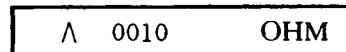
连续性门限电阻

在执行连续性测量时,如果测量电阻小于门限电阻时,万用表会发出一个连续单音。门限电阻值可设为 1Ω 到 1000Ω 之间的任意数。

门限电阻只能从前面板上调整

- 门限电阻储存在永久性存储器中,在电源关闭或遥控接口复位之后,还是不会改变。
- 万用表出厂时门限电阻设定为 10Ω 。
- 在启动连续性功能之后,可以按下 [Shift] > (菜单调出),选择不同的门限电阻。

2:CONTINUITY (MEAS MENU)

 Λ 0010 OHM

请同时参阅第 19 页上的“测试连续性”。

DC 输入电阻

通常,万用表所有 DC 电压档的输入电阻,都固定为 $10M\Omega$ 以降低噪声。而若要减少测量负载误差所引起的效应,可将 $100mVdc$, $1Vdc$ 和 $10Vdc$ 等档的输入电阻,设定大于 $10G\Omega$ 。

DC 输入电阻仅限于 DC 电压测量时使用。

	输入电阻 $100mV, 1V, 10V$ ranges	输入电阻 $100V, 1000V$ ranges
固定电阻 ON(内定值)	$10M\Omega$	$10M\Omega$
固定电阻 OFF	$>10G\Omega$	$10M\Omega$

- 输入电阻的设定存储在易失性存储器中,在电源关闭或遥控接口复位之后,万用表会改选 $10M\Omega$ (包括所有 DC 电压档)。
- 前面板操作:请从菜单中选择 $10M\Omega$ 方式(所有 DC 电压档都为固定电阻)或 $>10G\Omega$ 方式。缺省值为 $10M\Omega$ 。

3: INPUT R(MEAS MENU)

- 遥控接口操作:您可以启动或取消自动输入电阻的方式。在 AUTO OFF(预量值)方式,所有档的输入电阻,都固定为 $10M\Omega$ 。在 AUTO ON 方式时,三个最低 DC 电压档的输入电阻设定为 $>10G\Omega$ 。CONFigure 和 MEASURE? 命令会自动关闭 AUTO 功能。

INPut IMPedance:AUTO{OFF/ON}

分辨率

分辨率是以万用表可以测量或显示的位数来表示,可设定为 4,5 或 6 个完整的位数,再加上以[0]或[1],来表示的 $\frac{1}{2}$ 个位数。若要增加测量精度和噪声的抑制,请选择 6 $\frac{1}{2}$ 位数。而若要加快测量速度,请选择 4 $\frac{1}{2}$ 位数。

分辨率的设定,适用于所有测量功能。数学运算(零位值、极值、dB、dBm 和极限测试)分辨率,和测量功能的分辨率相同。

分辨率位数和积分时间(在电源周期内)之间的对应关系如下。在设定分辨率时,会间接设定自动调零模式。请同时参阅第 59 页的[自动回零]。

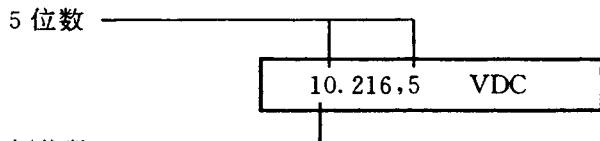
分辨率	积分时间
快速 4 位数	0.02PLC
* 慢速 4 位数	1PLC
快速 5 位数	0.2PLC
* 慢速 5 位数(内定值)	10PLC
* 快速 6 位数	10PLC
慢速 6 位数	100PLC

- * 利用这些设定所配置的万用表,和按下前面板对应的[DIGITS]键所配置的万用表一样。

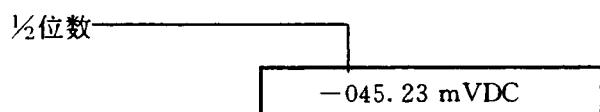
对选定的测量功能而言,分辨率的设定只是本地的,这表示您可以个别设定每一个功能的分辨率。而在切换测量功能的时候,万用表会记住每一个功能的分辨率。

第三章 特性和功能 测量配置

3



这是 10Vdc 档, 5½位数的显示。



这是 100mVdc 档, 4½位数的显示。

113.325,6 OHM

这是 100Ω 档, 6½位数的显示。

- 分辨率被存储在易失性存储器中, 在电源关闭或遥控接口复位之后, 万用表会将所有测量功能的分辨率都设为 5 ½位数。
- 在作 DC 连续性和二极管测试时, 分辨率固定为 4½位数。
- 在作 DC 和电阻测量时, 改变分辨率的位数不仅只改变万用表的分辨率而已, 它同时也会改变积分时间, 即在一次测量期间, 万用电表上模拟/数字转换器(A/D Converter)采样输入信号的周期。请同时参阅第 57 页的[积分时间]。
- 在作 AC 测量时, 分辨率实际上都固定为 6½位数。如果您选择的分辨率是 4½位数或 5 ½位数, 万用表会“遮掉”一个或两个位数。设定触发延迟时间(请参阅第 79 页)是唯一控制 AC 测量读数速率的方法。
- 在作比值测量时, 分辨率表示接到输入端的信号的分辨率。

第三章 特性和功能

测量配置

分辨率(续)

- 前面板操作:选择每一种分辨率的设定方式,慢速或快速。缺省方式是5位数的慢速方式。

5:RESOLUTION (MEAS MENU)

请同时参阅第21页的“设定分辨率”。

- 遥控接口操作:您可以利用以下命令来设定分辨率。

CONFigure:<function>{<range>|MIN|MAX|DEF},{resolution}>|MIN|MAX|DEF}

MEASure:<function>?{<range>|MIN|MAX|DEF},{resolution}>|MIN|MAX|DEF}

<funciton>:RESolution{<resolution>|MIN|MAX}

分辨率的单位必须和测量功能的单位相同,而不是以位数的个数来表示。例如,DC电压的分辨率单位为V,频率的分辨率单位为Hz。

CONF:VOLT DC 10,0.001 10Vdc 档、4½位数。

MEAS:CURR:AC? 1,1E-6 1A 档、6½位数。

CONF:FREQ 1 KHZ,0.1Hz 1000Hz 输入信号、0.1Hz 分辨率。

VOLT:AC RES 0.05 AC 测量功能、50mV 分辨率。

积分时间

积分时间是指在测量期间,万用表上模拟/数字转换器(A/D Converter)采样输入信号的周期。积分时间会影响测量分辨率(若想得到较好的分辨率,可设定较长的积分时间)和测量速度(若要快速测量,可设定较短的积分时间)。

积分时间的设定仅适用于除 AC 电压,AC 电流、频率和周期之外的所有测量功能。数学运算的积分时间(零位、极值、dB、dBm 和极限测试)和所使用的测量功能的积分时间相同。

- 积分时间以电源周期数(NPLC)来表示。可选择 0.02 个,0.2 个,1 个,10 个或 100 个电源周期。它的缺省值为 10 个电源周期。
- 积分时间存储在易失性存储器中,在电源关闭或接口复位之后,万用表会选择 10PLCs 的积分时间。
- 只有整数电源周期(1、10 或 100PLC)提供常态模(电源频率噪声)抑制。
- 设定触发延迟时间(请参阅第 79 页)是唯一控制 AC 测量读数速率的方法。

- 下列示出积分时间和分辨率之间的关系

积分时间	分辨率
0.02 NPLC	0.0001×满刻度
0.2NPLC	0.00001×满刻度
1 NPLC	0.000003×满刻度
10 NPLC	0.000001×满刻度
100 NPLC	0.0000003×满刻度

第三章 特性和功能

测量配置

- 前面板操作:选择分辨率位数时,也会间接设定积分时间。请参阅第 55 页表格上的分辨率。

- 遥控接口操作:

<function>:NPLCycles{0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}

在执行频率或周期测量时,孔径时间(Aperture Time)或闸门时间(Gate Time)和积分时间的功能类似,可设定为 10mS(4½位数)100mS(内定值,5½位数)或 1 S(6½位数)。

FREQency:APERture{0.01|0.1|1||MIN|MAX}

PERiod:APERture{0.01|0.1|1||MIN|MAX}

前/后输入端切换

利用前输入端所作的任何测量,也可以利用后面板上的输入端来进行。有关前/后开关的位置,请参阅第 2 页的“前面板”。

输入端的位置只能从前面板来设定。虽然不能从遥控接口选择输入端,但是可以由遥控接口来查询目前输入端的设定值。

- 在选择后输入端后,Rear 动作指示器就会点亮。
- 遥控接口操作:可查询得知万用表所选择的是前输入端还是后输入端。

ROUTE:TERMINALS? 传回值为 FRON 或 REAR

自动调零

当自动调零功能起动时(缺省方式),每次测量之后,万用表内部会将输入信号和测量电路分离,并取一零输入的读数,然后再将先前的读数减去零输入的读数。如此可防止万用表输入电路上的偏压,影响测量精度。

当自动调零功能取消时,万用表会先测量一个零输入的读数,以后所有的测量值都会减去这个读数。每次改变测量功能、量程或积分时间的时候,万用表都会重新测量零输入读数。

自动调零功能仅适用于 DC 电压、DC 电流和两线电阻测量。选择四线电阻测量或比值测量时,自动调零功能会自动启动。

- 自动调零方式存储在易失性存储器中,电源关闭或遥控接口复位后,万用表会自动启动自动调零功能。
- 前面板操作:设定分辨率时,也会间接设定自动调零方式。

分辨率选择	积分时间	自动调零功能
快速 4 位数	0.02PLC	OFF
* 慢速 4 位数	1PLC	ON
快速 5 位数	0.2PLC	OFF
* 慢速 5 位数(缺省值)	10PLC	ON
* 快速 6 位数	10PLC	ON
慢速 6 位数	100PLC	ON

* 利用这些设定所配置的万用表,和按下前面板对应的 DIGITS 键所配置的万用表一样。

- 遥控接口操作:OFF 参数和 ONCE 参数有关类似的效果。自调回零 OFF 不会执行新的零输入测量,自动调零 ONCE 则会立即执行一次零输入测量。

ZERO:AUTO {OFF|ONCE|ON}

第三章 特性和功能

测量配置

自动调零(续)

下列表示出积分时间和从遥控接口和相应的前面板设置的自动调零之间的关系：

遥控配置	前面板当量	从 Agilent 34401 技术规格	
		显示位数	每秒读数
NPLC:10 自动调零:ON 显示位数:6位半	慢速 6 位	N/A	N/A
NPLC:100 自动调零:Off 显示位数:6位半	N/A	6 位半	0.6
NPLC:10 自动调零:On 显示位数:6位半	快速 6 位 慢速 5 位	N/A	N/A
NPLC:10 自动调零:Off 显示位数:6位半	N/A	6 位半	6
NPLC:1 自动调零:On 显示位数:5位半	慢速 4 位	N/A	N/A
NPLC:1 自动调零:Off 显示位数:5位半	N/A	5 位半	60
NPLC:0.2 自动调零:On 显示位数:5位半	N/A	N/A	N/A
NPLC:0.2 自动调零:Off 显示位数:5位半	快速 5 位半	5 位半	300
NPLC:0.02 自动调零:On 显示位数:4位半	N/A	N/A	N/A
NPLC:0.02 自动调零:Off 显示位数:4位半	快速 4 位	4 位半	1000

¹ 参阅在第 217 页上列出的 Agilent 34401A 技术规格。

选择量程(测量档)

您可以利用自动选档功能,让万用表自行选择量程,或利用手动选档功能,选择固定的量程。自动选档功能很方便,因为万用表会自动选出适合每一次测量的量程。不过,使用手动选档功能可加速测量,因为万用表不需要花时间决定每一次测量的量程。

- 选定的选档方式(自动或手动选档)被储存在易失性存储器中,在电源关闭或遥控接口复位后,万用表会回复到自动选档方式。
- 自动选档门限值:

低端量程<10%的量程

高端量程>120%的量程

- 如果输入信号大于目前可以测量的量程,万用表会给出超载指示:前面板上以“OVLD”来表示,遥控接口则以“9.9000000E+37”来表示。
- 在执行频率和周期测量时,万用表只使用一个测量“量程”来包含所有3Hz到300kHz之间的输入信号。万用表是以一个3Hz的信号来决定内部的分辨率。如果您查询万用表的量程,传回值会是“3Hz”。如果没有输入信号、频率和周期测量的传回值为“0”。
- 在执行连续性测试时,量程固定为 $1K\Omega$,在执行二极管测试时,量程为1Vdc电流源输出为1mA。
- 在执行比值测量时,指定的量程适用于输入端的信号。测量读出(Sense)端的参考电压时,万用表会自动选择自动选档功能。

对选定的功能而言,量程的设定是本地的,这表示您可以个别选择每一个测量功能的选档方式(自动或手动)。选择手动选档方式时,选定的量程对测量功能而言也是本地的;在切换测量功能时,万用表会记住每一个功能的选档方式。

第三章 特性和功能

测量配置

- 前面板操作:请使用前面板上的 RANGE(量程)键,选择自动选档或手动选档。如果从前面板进行频率和周期测量,选档功能适用于信号的输入电压,而不是频率。

请同时参阅第 20 页“选择量程”。

- 遥控接口操作:您可以利用以下任一命令来设定量程。

CONFigure:<function>{<range>|MIN|MAX|DEF},{resolution>}|
MIN|MAX|DEF}

MEASure:<function>? {<range>|MIN|MAX|DEF},{resolution>}|
MIN|MAX|DEF}

<function>:RANGE{<range>|MIN|MAX}
<function>:RANGE:AUTO{OFF|ON}

数学运算

可用的数学运算总共五种,但是每次只能启动一种。数学运算功能是对每一个读数或已存储的一系列读数数据执行数学运算。选定的数学运算功能保持有效,直到您取消数学运算、改变功能、关闭电源或执行遥控接口复位为止。

数学运算使用一个,或多个内部寄存器,可以在某些寄存器中预置数值,而其它的保持其数学运算结果。

下表中所示为数学运算功能和测量功能的可能组合,其中每一个 X 表示一可能的组合。如果您所选择的数学运算不能在目前的测量中执行,数学运算功能会自动取消。而如果您将有效的数学运算,改变为无效的数学运算,遥控接口会产生“Settings conflict”的错误信息。

	DC 电压	AC 电压	DC 电流	AC 电流	两线电阻	四线电阻	频率	周期	连续性	二极管	比例
消零	X	X	X	X	X	X	X	X			
极值	X	X	X	X	X	X	X	X			X
dB	X	X									
dBm	X	X									
极限	X	X	X	X	X	X	X	X			X

您可以按下前面板上适当的按键,启动一种数学运算功能。唯一的例外是,您必须使用 MATH MENU 菜单中的 LIMIT TEST 命令启动极限测试。

如果经由遥控接口,数学运算和寄存器必须以 CALCulate 命令子系统中的命令来控制。首先,请选择您想要用的数学运算(数学功能的缺省功能是零位):

CALCulate:FUNCTION {NULL|dB|dBm|AVERage|LIMit}

然后由开启数学运算状态,来启动选定的数学功能:

CALCulate:STATe ON

极值运算

极值运算存储一系列测量中的最大和最小读数。然后万用表会计算所有读数的平均值，并记录极值运算功能启动后的读数次数。

极值运算适用于除了连续性和二极管测试以外的所有测量功能。

- 在极值运算启动之后，万用表所测到的第一个读数，作为最大值和最小值被储存。最小值则会被随后任何更小的读数取代，最大值则会被随后任何更大的读数取代。
- 万用表一旦找到了新的最大值或最小值，会显示“MIN”或“MAX”并发出蜂鸣声（如果前面板的蜂鸣器已被启动）。有一种情况是显示的读数没有改变，万用表却发出蜂鸣声，这是因为万用表内部的分辨率，可能大于显示的分辨率。请同时参阅第 88 页的“蜂鸣器控制”。
- 最大值、最小值、平均值和读数计数都存储在易失性存储器中，万用表会在极值运算启动时电源关闭或遥控接口复位之后，清除所有存储的数值。
- 前面板操作：在启动极值运算之后，您可以按下 Shift ▶（菜单调出），读取所存储的最大值、最小值、平均值和读数计数。开启菜单不会取消极值运算；关闭菜单之后，万用表会继续进行测量。

1: MIN-MAX (MATH MENU)

请同时参阅第 39 页的“存储最大和最小的读数”。

- 遥控接口操作:您可以利用以下命令进行极值测量。

CALCulate:FUNCTION AVERage	
CALCulate:STATe{OFF ON}	
CALCulate:AVERage:MINimum?	读取最小值
CALCulate:AVERage:MAXimum?	读取最大值
CALCulate:AVERage:AVERage?	读取所有读数的平均值
CALCulate:AVERage:COUNt?	读取读数计数

一个新的命令首先是适用于固件修订本 2, 它允许你用 INITiate 命令取读数而不需要把读数存入内部存储器。这个命令可能对极值运算是有用的。因为它允许你确定一系列读数的平均值, 而无需把它们分别储存。

DATA:FEED RDG-STORE,"" 不储存读数
DATA:FEED RDG-STORE,"CALCulate" 储存读数(缺省)

有关使用 DATA:FEED 命令的更详细资料请参阅第 126 页。

零位(相对)运算

执行零位测量(也称为相对测量)时, 读数为输入信号和已存储的零位值之间的差值。零位运算的应用之一是用来抵消测试引线的电阻, 以得到更准确的两线电阻测量。

结果 = 读数 - 零位值

零位运算适用于除了连续性, 二极管和比值测量以外的所有测量功能。

- 零位值可调整, 可设定为 0 到当前功能中最高量程的 120% 之间的任意数。
- 零位值存储在易失性存储器中, 电源关闭、遥控接口复位或测量功能改变之后, 零值就会被清除。

零位(相对)运算(续) 零位值存储在万用表的零位值寄存器中。您可以利用两种方法来设定零位值,第一种是从前面板的菜单或遥控接口,将特定的数值输入寄存器中,先前存储的数值会被新的数值取代。如果您是经由前面板操作万用表,输入零位值会连带启动零位功能。

第二种方法是让万用表将第一个显示的读数存储在寄存器中。在启动零位功能之后,第一个显示的读数会是零(如果寄存器中的值没有改变)。如果您如上一段中所述输入一个数值到寄存器中,第一个读数将不会改写已存储的数值。

- **前面板操作:**在启动零位功能后,您可以按下`Shift >`(菜单调出)来编辑已存储的零位值,先前存储的数值会被新的数值取代。开启菜单不会取消零位运算,而在关闭菜单之后,万用表会继续进行测量。

2:NULL VALUE (MATH MENU)

请同时参阅第 38 页的“执行零位(相对)测量”。

- **遥控接口操作:**您可以利用以下命令来执行零位测量,在将数值存储在零位寄存器之前,必须先启动 Math 功能。

```
CALCulate:FUNCTION NULL
CALCulate:STATE{OFF ON}
CALCulate:NULL:OFFSET{<value>}|MIN|MAX}
```

下面程序段为启动零位功能和设定偏置数值的正确次序。

```
CALC:FUNC NULL
CALC:STAT ON
CALC:NULL:OFFS-2.0
```

dB 值测量

每个 dB 值测量为输入信号和已存储的相对值之间的差值,而这两个数值都已转换成 dBm 值。

dB 值 = 读数的 dBm 数值 - 相对值的 dBm 数值。

dB 值测量仅适用于 DC 电压测量和 AC 电压测量。

- 相对数值可调整,可设定为 0 dBm 到 200.00dBm 之间的任意数值。
- 相对数值被存储在易失性存储器中,电源关闭,遥控接口复位或测量功能改变之后,相对数值就会被清除。
- 相对数值被存储在万用表的 dB 相对寄存器中,您可以利用两种方法来设定相对数值,第一种是从前面板的菜单或从遥控接口,将特定的数值输入寄存器中,先前存储的数值会被新的数值取代。如果您是经由前面板操作万用表,输入相对数值会连带启动 dB 功能。

第二种方法是让万用表测得第一个读数,并将其转换成 dBm 值后存储在寄存器中。改变 dBm 参考电阻(请参阅第 68 页),不会改变已存储的相对数值。在启动 dB 功能之后,第一个显示的读数会是 0 dB(如果寄存器中的值有改变)。如果您如上一段中所述输入一个数值到寄存器中,第一个读数将不会改写已存储的数值。

- 前面板操作;在启动 dB 功能后,您可以按下 [Shift] [>] (菜单调出) 来改写已存储的相对值,先前存储的数值被新的数值取代。开启菜单不会取消 dB 值运算,而在关闭菜单之后,万用表会继续进行测量。

3 :dB REL (MATH MENU)

请同时参阅第 40 页的“作 dB 测量”。

- 遥控接口操作: 您可以利用以下命令来执行 dB 测量, 在将数值存储在相对寄存器之前, 必须先启动 Math 功能。

```
CALCulate:FUNCTION DB
CALCulate:STATE{OFF|ON}
CALCulate:DB:REFerence{<value>}|MIN|MAX}
```

下面一段程序为启动 dB 功能并设定相对数值的正确次序。

```
CALC:FUNC DB
CALC:STAT ON
CALC:DB:REF 3.0
```

dBm 测量

dBm 运算是计算传送到电阻上的功率, 以 1mW 作参考。

$$dBm = 10 \times \log_{10}(\text{读数平方}/\text{参考电阻}/1mW)$$

dBm 测量仅适用于 DC 电压测量和 AC 电压测量。

- 参考电阻值有 17 种可供选择, 出厂时参考电阻设定为 600Ω 。
这 17 种参考电阻值分别为: 50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150, 250, 300, 500, 600, 800, 900, 1000, 1200 或 8000Ω 。
- 参考电阻值存储在永久性存储器中, 无论在电源关闭或遥控接口复位之后, 都不会改变这个数值。
- 前面板操作: 在启动 dB 功能后, 您可以按下 Shift > (菜单调出) 选择新的参考电阻值。开启菜单不会取消 dB 值运算, 而在关闭菜单之后, 万用表会继续进行测量。

```
4:dBm REF R(MATH MENU)
```

请同时参阅第 41 页“作 dBm 测量”。

- 遥控接口操作: 您可以利用以下命令来执行 dBm 测量。

```
CALCulate:FUNCTION DBM
CALCulate:STATE{OFF|ON}
CALCulate:DBM:REFerence{<value>}|MIN|MAX}
```

极限测试

极限测试操作是根据您所指定的上下限,执行通过或不通过的测试。极限测试适用于除了连续性测试和二极管测试以外的所有测量功能。

- 上下限可设定为 0 到当前功能中最高量程的 120% 之间的任意数,而且上限数必须比下限数值大。内定的上下限数值都是“0”。
- 上下限数值都存储在暂时性存储器中,万用表在电源关闭,遥控接口复位或测量功能改变后,会将上下限数值都设定为 0。
- 万用表可配置为在第一次出现不通过读数时,就产生服务要求(Service Request SRQ)。若需要更详尽的资料,请参阅第 132 页开始的“SCPI 状态模式”。
- 前面板操作:如果每一次读数都在指定的极限范围之内,万用表会显示“OK”而如果读数超过上限或下限,万用电表则会显示“HI”或“LO”。万用表在测到一次正常读数之后,第一次测到不通过读数的时候,会发出蜂鸣声一次(如果前面板蜂鸣器已被打开)。请同时参阅第 88 页的“蜂鸣控制器”。

5:LIMIT TEST (MATH MENU)	启动或取消极限测试
6:HIGH LIMIT (MATH MENU)	设定上限
7:LOW LIMIT (MATH MENU)	设定下限

您也可以经由前面板选择不同的数学运算(每次只能启动一种数学运算)来关闭极限测试。

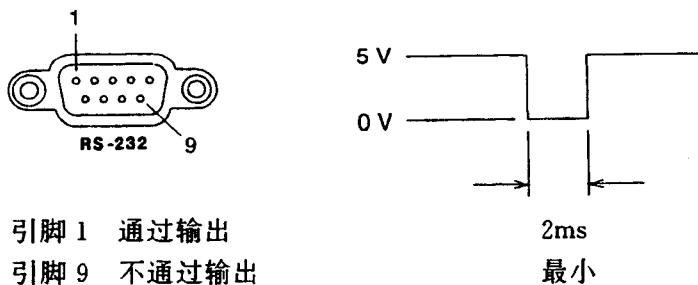
极限测试(续)

- 遥控接口操作: 您可以利用以下命令来执行极限测试。

```
CALCulate:FUNCTION LIMit
CALCulate:STATe{OFF|ON}
CALCulate:LIMit:LOWER{<value>}{MIN|MAX}
CALCulate:LIMit:UPPer{<value>}{MIN|MAX}
```

- RS-232 接口连接器上有两个没有使用的引脚, 可用来表示极限测试所取读数的通过/不通过状态。若要配置这两支引脚用来作极限测试, 您必须在万用表里连接两条跨接线。若需要更详尽的资料, 请参阅维修手册。

如果测到的读数在指定的极限范围之内, 万用表会在引脚 1 上输出一个负脉冲。而如果读数超过指定的上下限, 万用表会在引脚 9 上输出一个负脉冲。



注意:

如果您已在 RS-232 连接器的引脚 1 和引脚 9 上设定了万用表输出通过/不通过信号, 请不要再使用 RS-232 接口, 因为 RS-232 接口电路的内部组会因此而损坏。件可能

触发

万用电表的触发系统可让您以手动或自动方式产生触发信号,每次触发都可取多重读数,并且每个读数之前都可插入一段延迟时间。通常万用表每收到一个触发信号会取一个读数,但是您可以指定每次触发取数个读数(最多 50,000 个)。

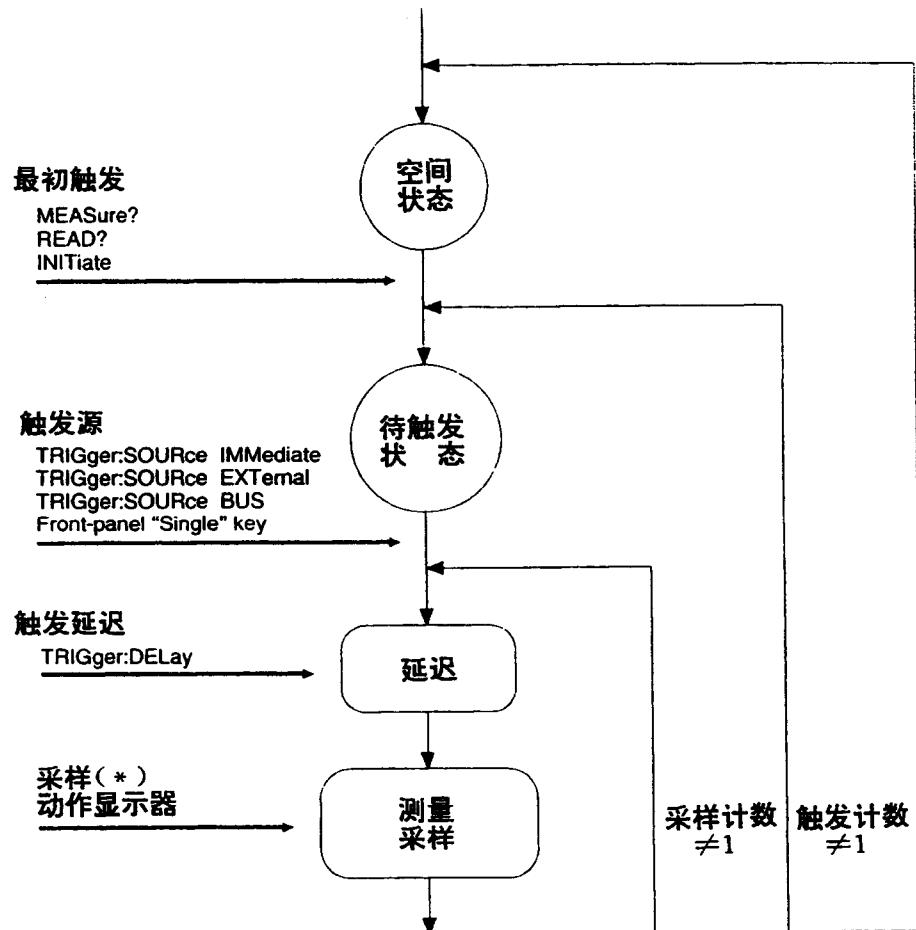
您可以经由前面板使用单次触发,外部触发或自动触发来触发万用电表。单次触发是每按一次 **Single** 键,万用表就取一个读数。外部触发与单次触发一样,但是万用表会等待后面板 Ext Trig(外部触发)端的脉冲信号,才取读数。自动触发则会以目前配置下所允许的最快速度,连续取读数。请同时参阅第 42 页的“触发万用表”。

经由遥控接口触发万用表是一多重步骤的过程,这些步骤可提高触发灵活性。

- 首先,您必须选择测量功能、量程和分辨率等,来做万用表的测量配置。
- 接着您必须指定触发源,万用表将从这个触发源,接受触发信号。万用表可接受经由遥控接口而来的软件(总线)触发,Ext Trig 端的硬件触发或立即内部触发。
- 然后,您必须确认万用表已经预备好,可以接受从指定触发源来的触发信号(这就是所谓的等待触发状态)。

下一页是万用表的触发系统图。

Agilent 34401A 触发系统



触发万用表是一多重步骤的处理程序

触发源选择

您必须指定万用表将接受触发信号的触发源。万用表可经由前面板接受单次触发、Ext Trig 端的硬件触发或使用自动触发连续取读数。在接通电源时采用自动触发。经由遥控接口，万用表则可接受软件(总线)触发、Ext Trig 端的硬件触发或立即内部触发。每一次测量时 * (采样)指示器都会点亮。

- 触发源存储在易失性存储器中，触发源在电源关闭或遥控接口复位后，会设定为自动触发(前面板)或立即触发(遥控接口)。
- 若要经由遥控接口选择触发源，请使用以下命令。CONFigure 和 MEASURE? 命令会自动将触发源设为 IMMEDIATE

TRIGger:SOURce{BUS|IMMEDIATE|EXTernal|}

自动触发 在自动触发方式(仅限于前面板操作)中，万用表会以目前配置所准许的最快速度，连续取读数。自动触发是前面板操作下开机设定的触发源。

单次触发 在单次触发器方式(仅限于前面板操作)中，您可以按下 Single 键触发万用表。当您按下键时，万用表就会取一个读数，或指定数量的读数(采样计数)。当万用表在等待触发时，Trig 指示器会点亮。

在遥控操作时，前面板 Single 键的功能会被取消。

第三章 特性和功能 触发

外部触发 在外部触发方式时,万用表会接受 Ext Trig 端的硬件触发。每当 Ext Trig 有负(LOW True)脉冲时,万用表就会取一个读数,或指定数量的读数(采样计数)。

请同时参阅第 83 页的“外部触发端”。

- 万用表可以缓存一个外部触发信号,这表示如果万用表正在取一个读数,而有另一个外部触发产生,这个触发会被接受(不会产生“Trigger ignored”的错误信息)。在完成进行中的读数之后,被存储的触发会满足触发源的要求,而发出触发信号。
- 前面板操作:只是触发信号必须加在 Ext Trig 端外,外部触发方式和单次触发方式一样。按下 Single 键会启动单次触发方式也启动外部触发方式。当万用表在等待外部触发信号时,Trig 动作指示器会点亮。
当遥控时,前面板 Single 键的功能会被取消。
- 遥控接口操作:

TRIGger:SOURce EXTernal

第三章 特性和功能 触发

内部触发 在内部触发方式(仅限于遥控接口操作)时,触发信号会一直存在。所以当您将万用表设定在等待触发状态时,万用表会立即发出触发信号。这是供遥控接口操作用的开机设定的触发源。

若要选择内部触发源,请发送以下命令。CONFigure 和 MEASure? 命令会自动将触发源设定为 IMMEDIATE。

TRIGger:SOURce IMMEDIATE

软件(总线)触发 总线触发方式仅限于遥控接口操作时使用。这个方式和前面板的单一触发方式类似,只是必须经由发送总线触发命令来触发万用表。

- 若要选择总线触发源,请发送以下命令。

TRIGger:SOURce BUS

- 若要经遥控接口(GPIB 或 RS-232)触发万用表,请发送 *TRG(触发)命令。而除非万用表是在等待触发状态下,否则 TRG 命令不会被接受。
- 您也可以发送 IEEE-488 群组执行触发(Group Execute Trigger,GET)信息,经由 GPIB 接口触发万用表。这时候,万用表必须在等待触发状态下。以下语句为如何用 BASIC 发送 GET。

TRIGGER722 群组执行触发

等待触发状态

在您配置万用表和选择触发源之后,您必须将万用表设定为等待触发状态,万用表必须在这个状态下,触发信号才会被接受,如果万用表在“等待触发”状态,并有触发信号进来,测量程序就会开始进行,并开始取读数。

“等待触发”状态主要是用于遥控接口操作的一个术语。如果由前面板操作,万用表会一直处于“等待触发”状态,除非正在进行测量,否则万用表可随时接受触发信号。

您可以由遥控接口执行下列命令中的任何一个,将万用表设定为“等待触发”状态。

MEASure?

READ?

INITiate

在您发送命令改变为“等待触发”状态后,万用表需要大约 20mS 的建立时间。在建立期间内所发生的任何触发信号都会被忽略。

暂停进行中的测量

您可以在任何时候发送装置清除信号,使进行中的测量暂停,并将万用表设为“闲置状态”。以下语句示出如用 BASIC 通过 GPIB 发送装置清除命令。

CLEAR 722 IEEE-488 Device Clear

装置清除不会影响触发系统的配置。触发源、采样计数、触发延迟时间和触发数量都不会改变。

采样次数

通常如果万用表是在等待触发状态,万用表每收到一个选定触发源来的触发信号,就会取一个读数(或取样)。不过,你重新设定万用表,使它每收到一次触发就取多重读数。

- 采样次数:1 到 50.000。缺省设置为每次触发取 1 个采样。
- 选定的采样次数存储在易失性存储器中,万用表会在电源关闭或遥控接口复位后将采样计数设为 1。CONFigure 和 MEASure? 命令会自动将采样计数设为 1。
- 前面板操作:

3;N SAMPLES (TRIG MENU)

- 遥控接口操作:

SAMPLE:COUNt{<value>|MIN|MAX}

触发次数

通常万用电表在回到“闲置”触发状态之前，只能接受一个触发信号。不过，您可以设定万用表为可接受多重触发信号。

这个特性仅适用于遥控接口的操作。如果您设定了触发计数，然后回到本地(前面板)，万用表会忽略您所选定的触发计数值。当您再回到遥控时，触发计数会回到您所选定的值。

- 触发次数：1 到 50,000，缺省设置为 1 次触发。
- 触发次数的设定值，是存储在易失性存储器中，万用表会在电源关闭或遥控接口复位后会将触发计数设定为 1。CONFigure 和 MEASure? 命令会自动将触发计数设为 1。
- 遥控接口操作：

```
TRIGger:COUNt{<value>}|MIN|MAX|INFinite}
```

触发延迟

您可以在触发信号和其后的每一个采样之间加入延迟时间。这对于您想在捕获读数之前,先让输入信号安定下来,或调整一连串取读数的间隔等应用上会很有帮助,万用表会自动选定延迟时间。

- 延迟时间范围:0 到 3600S。内定的触发延迟时间为自动调整的时间;这个时间是由测量功能、量程、积分时间和 AC 滤波器的设定共同决定(请同时参阅第 81 页的“自动触发延迟”)。
- 触发延迟时间存储在易失性存储器,万用表在电源关闭或遥控接口复位后,会选择自动触发延迟。CONFigure 和 MEASure? 命令,会自动将触发延迟设定为自动设定状态。
- 如果您指定的是非自动设定状态,这个延迟时间将适用于所有的测量功能和量程
- 如果万用表的配置为每次触发要取一个以上的读数(采样计数>1),在触发信号和每一个读数之间就会插入您所指定的触发延迟时间。
- 前面板操作:您可以使用自动触发延迟功能,或指定延迟时间,以秒为单位。

2: TRIG DELAY(TRIG MENU)

如果自动触发延迟功能开启,在实际秒数被显示之前,荧幕上将短暂地显示“AUTO”。

-----AUTO-----

第三章 特性和功能 触发

触发延迟(续)

· 前面板操作(续)

若要设定延迟时间为 0 秒,请选择 TRIG DELAY 命令的“参数”层次,然后将闪烁的游标移到显示器右边“units”位置。按下 **V** 直到看到 ZERO DELAY 为止,然后再按下 Menu Enter(菜单输入)。

ZERO DELAY

若要选择自动触发延迟,请选择 TRIG DELAY 命令的“参数”层次。然后,将闪烁的游标移到显示器右边的“units”位置。按下 **V** 直到看到 AUTO DELAY 为止,然后再按下 Menu Enter。

AUTO DELAY

· 遥控接口操作:

您可以利用以下命令来设定触发延迟。

TRIGger:DELay{<sec\hds>|MIN|MAX|}

您可以利用以下命令来设定自动触发延迟时间。

TRIGger:DELay:AUTO{OFF|ON}

自动触发延迟

如果您没有指定触发延迟，万用表自动选定延迟。这个延迟时间是由测量功能、量程、积分时间和 AC 滤波器的设定共同决定。

- DC 电压和 DC 电流(包含所有量程)。

积分时间	触发延迟时间
NPLC ≥ 1	1.5ms
NPLC < 1	1.0ms

- 电阻(两线与四线)：

量程	触发延迟时间
100Ω	1.5ms
1KΩ	1.5ms
10KΩ	1.5ms
100KΩ	1.5ms
1MΩ	15ms
10MΩ	100ms
100MΩ	100ms

量程	触发延迟时间
100Ω	1.0ms
1KΩ	1.0ms
10KΩ	1.0ms
100KΩ	1.0ms
1MΩ	10ms
10MΩ	100ms
100MΩ	100ms

- AC 电压和 AC 电流(包含所有量程)：

遥控操作或单次/外部触发

AC 滤波器	触发延迟时间
慢速	7.0sec
中速	1.0sec
快速	600ms

前面板操作且自动触发功能开启

AC 滤波器	触发延迟时间
慢速	1.5sec
中速	200ms
快速	100ms

- 频率和周期：

遥控操作或单次/外部触发

触发延迟时间
1.0sec

前面板操作且自动触发功能开启

触发延迟时间
0 sec

读数保持

读数保持的特性可让您获得稳定的读数并保持在前面板的显示器上。这种功能在您取读数后移走测试探头,而想使读数保持在显示器上的时候特别有用。万用表在探测出稳定的读数时,并将此读数保持在显示器上。请同时参阅第 88 页的“蜂鸣器控制”。

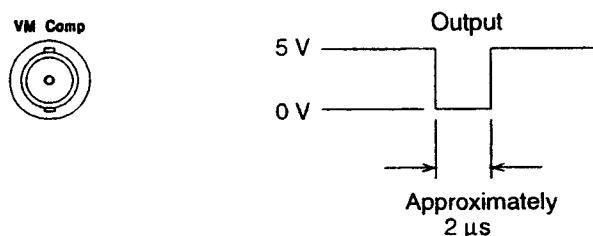
读数保持特性仅适用于前面板操作。如果在遥控操作方式而读数保持功能都开启时,万用表会忽略这项功能。当您会到本地(前面板)操作时,读数保持功能就会再开启。

- 读数保持功能有一可调整的灵敏度范围(只能从前面板调整),可决定读数是否已足够稳定,可显示出来。这个范围是以选定量程读数的百分比来表示。如果连续三次读数都在选定的灵敏度范围之内,万用表才会抓住并显示出新的读数。灵敏度范围为下列数值之一:读数的 0.01%、0.10%(内定值)、1.00% 或 10.00%。举例说明,假设您选择 1.00% 的范围,万用表的输入信号为 5V。如果连续三次读数都在 4.975V 到 5.025V 之间,就会显示新的读数。
- 灵敏度范围存储在易失性存储器中,万用表在电源关闭或遥控接口复位后,会将灵敏设定设为 0.10%。
- 如果当您开启读数保持功能时,万用表处于自动选档功能方式,这时,万用表就会自动设定到正确的量程。如果万用表处于手动选档方式,读数保持功能会使用相同的固定量程。
- 读数保持功能开启时,所有 DC 电压档的输入电阻会自动设为 $10M\Omega$ (AUTO OFF)。这有助于在测试引线开路时,将噪声减到最低。
- 在某些应用上,将读数保持功能与读数存储器一起使用,可能会很有用。请同时参阅第 84 页的“读数存储器”。
- 前面板操作:启动读数保持功能后,您可以按下 Shift > (菜单调出),选择不同的灵敏度范围。请同时参阅第 43 页的“使用读数保持”。

1:READ HOLD (TRIG MENU)

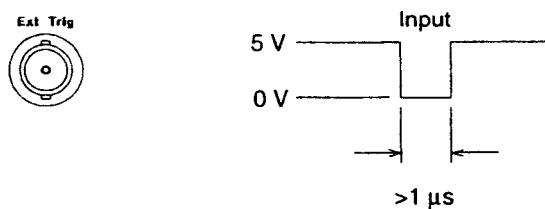
电压表完全端接

后面板的 VM Comp(电压表完成端), voltmeter Complete Terminal)在完成每一次测量之后会提供一个负(Low-true)脉冲。电压表完成信号和外部触发信号(请参阅下图)可以实现测量装置和切换装置之间的标准硬件交换(Hand Shake)序列。

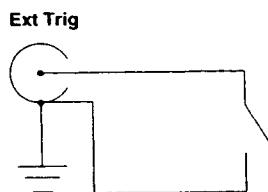


外部触发端

您可以将负脉冲加到后面板的 Ext Trig(外部触发)端上, 来触发万用表。若要经由遥控接口使用此端子, 您必须选择外部触发源(TRIGger: SOURce EXTernal)。



采用 Ext Trig 输入信号时, 您可以如下图所示用简单的开关来产生外部触发信号。



系统相关操作

在这课题的一节中,我们将提供有关读数存储器,错误信息、自检和前面板显示控制器等课题的信息。这些信息虽然和测量没有直接的关系,但却是操作万用表时不可缺少的重要组成部分。

读数存储器

万用表在内部存储器中,最多可以存储 512 个读数。这些读数以先进先出(First-In-First-out FIFO)的次序存储,所以,第一个传回的读数,是第一个存储的读数。读数存储器的功能,只能由前面板使用。

- 读数存储器可以和所有功能,数学运算和读数保持一起使用。在启动读数存储之后,您还可以改变功能。不过,请注意,功能的标记(例如 VDC 和 OHM 等等)没有和读数一起存储起来。
- 启动读数存储器后,读数会被存储在易失性存储器中。而万用表会在重新启动读数存储器,关闭电源时、自检或遥控接口复位之后,清除已存储的读数。
- 读数存储器可以和自动触发、单次触发、外部触发和读数保持一起使用。如果万用表配置为每一次触发取多重读数,则每收到一次触发信号,就会有指定数量的读数存入存储器中。
- 前面板操作:

- | | |
|-------------------------|-----------|
| 1:RDGS STORE (SYS MENU) | 将读数存入存储器中 |
| 2:SAVED RDGS (SYS MENU) | 读取存储的读数 |

当您在菜单上的“参数”层,要调出读数时,读数存储器会自动关闭。请同时参阅第 46 页的“使用读数存储器”。

- 遥控接口操作:INITiate 命令可在 FETCH? 命令之前,使用读数存储器来存储读数。您可以经由遥控接口发送 DATA:POINTS?命令,查询存储器中读数的存储数量。

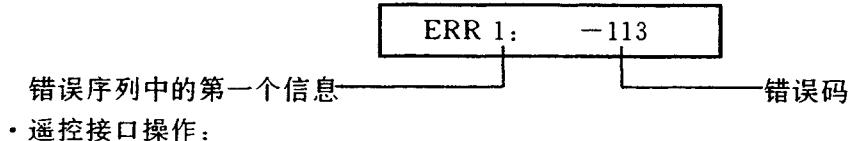
错误状况

前面板的 ERROR 指示器点亮时,表示系统查到一个或一个以上的命令语法或硬件错误。万用表的错误序列最多可以存储 20 个错误记录。若需要全部出错信息的清单,请参阅第五章“出错信息”。

- 出错信息是以先进先出(First-In-First-Out FIFO)的次序取出。所以,第一个传回的出错信息是第一个存储出错信息。当您读完序列中所有出错信息时,ERROR 指示器就会熄灭。每次产生错误时,万用表就会发出一声蜂鸣声。
- 如果产生 20 个以上错误时,序列中的最后一个错误(最近发生的错误)会被 -350, “Too many errors” (“太多错误”)取代。此后错误便不会被再存储,直到移开一些出错信息为止。如果要读取错误序列,而错误序列中没有出错信息时,万用表的反应是 +0, “No error” (“没有错误”)。
- 错误序列会在电源关闭后,或执行过 *CLS(清除状态)命令之后清除。
- 前面板操作:

3:ERROR (SYS MENU)

当 ERROR 指示器点亮时,请按 Shift > (菜单调出),读取存储在错误序列中的信息。出错信息会平行地被列在“参数”层。当您进入“参数”层,然后关闭菜单时,错误序列就会被清除。



- 遥控接口操作:

SYSTem ERRor? 从错误序列读出一错误信息

出错信息的格式如下(错误字串最多可包含 80 个字)。

-113“Undefined header”

自检

当万用表被开启时,它会自动执行开机自检。这项局部测试可确保万用表处于正常状况。但是这项自检并不执行更多的模拟测试,这一部分内容将是下面所述完整自检中的一部分。

完整的自检必须执行一系列的测试,大约需要花费 15 秒钟。如果所有测试都能通过,便可确保万用表得以正常工作。

- 完整自检的结果,存储在内部读数存储器中(请参阅第 84 页)。自检存储其测试结果时,也会同时清除内部读数存储器。除了清除这个存储器之外,完整的自检不会变更任何万用表的状态。
- 如果完整的自检测试成功,“PASS”便会显示在前面板上。如果自检失败,前面板会显示“FAIL”并且 ERROR 指示器会点亮。请参阅维修手册,以便了解将万用表送回 Agilent 维修的步骤。
- 前面板操作:您可以分别执行某些测试(完整自检),或一次执行所有的测试。

4: TEST(SYS MENU)

另一种执行完整的前面板自检的方法如下:按下电源开关接通万用表的同时按下 Shift;按住 Shift 键超过 5 秒,然后放开 Shift 键自检便会开始执行。

- 遥控接口操作:

* TST?

如果自检成功,传回值为“0”。如果执行失败,传回值为“1”。

显示器控制

若要加快测量速度,或基于某些安全因素,您可能会关掉前面板显示器。经由遥控接口,您可以在前面板上显示 12 个字符的信息。

- 当显示器关闭后,读数就不会送到显示器,并且,除了 ERROR 和 Shift 以外,其它所有显示指示器都会关闭。前面板的操作则不受显示器关闭的影响。
- 显示器的状态存储在易失性存储器中,在电源关闭或遥控接口复位之后,显示器便会自动开启。
- 您可由遥控接口发送命令,将信息显示在前面板上。万用表最多可以将 12 个字符的信息,显示在前面板上,再多的字符就会被舍去。逗点、句号和分号会和前一个字符共用一个显示空间,不被视为一个单独的字符。当显示出信息时,读数就不会被送到显示器上。
- 从遥控接口发送信息到显示器上,会盖过显示状态。这也就是说,即使显示器已被关掉,您也可以由遥控接口将信息显示在显示器上。
- 前面板操作:

5:DISPLAY (SYS MENU)

在操作菜单时,显示器会一直开启;这表示,即使显示器原先被关掉,您仍然可以操作菜单。

- 遥控接口操作:

DISPlay{OFF|ON}关闭/开启显示器

DISPlay:TEXT<quoted string>显示括号中的字串

DISPlay:TEXT:CLEar 清除显示器上的信息

下面是如何由 HP 控制器,将信息显示在前面板上的语句。

OUTPUT 722;“DISP:TEXT ‘HELLO’”。

蜂鸣器控制

通常,只要符合某些特定的条件,万用表便会从前面板发出一声蜂鸣声。例如,万用表会在读数保持状态捕捉到稳定读数时,发出蜂鸣声。但是您可能希望在某些情况下,关闭前面板的蜂鸣器。

- 停用蜂鸣器以后,万用表在下列情况下,就不会再发出蜂鸣声:

1. 在极值测量时,找到新的最大值或最小值。
2. 在读数保持状态时,捕捉到稳定的读数。
3. 在极限测试时,超过极限值。
4. 在二极管测试功能时,测到正向偏压的二极管。

- 在下列情况下,停用蜂鸣器会产生蜂鸣声:

1. 错误发生时。
2. 超过连续性门限值时。
3. 关闭前面板菜单。

关闭蜂鸣器不会影响按下前面板按键时所产生的滴嗒声。

- 蜂鸣器的状态存储在永久性存储器中,在电源关闭或遥控接口复位之后,蜂鸣器的状态不会改变。万用表在出厂时,蜂鸣器就被开启了。

- 前面板操作:

6:BEEP (SYS MENU)

- 遥控接口操作:

SYSTem:BEEPer 立即发出一声蜂鸣声

SYSTem:BEEPer:STATE{OFF|ON} 关闭/打开蜂鸣器状态。

逗号分隔符

万用表前面板显示的读数可以含有或没有逗号分隔符。这个特性只能由前面板使用。

↓
08.241,53 VDC 08.24153 VDC

有逗号分隔符(出厂时的设定)

没有逗号分隔符

- 显示器的格式存储在永久性存储器中，在电源关闭或遥控接口复位之后，显示器的格式不会改变。万用表出厂时，逗号分隔符已被开启。
- 前面板操作：

7:COMMA(SYS MENU)

请同时参阅第 37 页的“关闭逗号分隔符”。

固件版本查询

万用表有三个微处理器，来控制所有内部系统。您可以查询万用表，了解每一个微处理器所安装的固件版本。

- 万用表会传回三个数码。第一个数码是测量处理器的固件版本编号，第二个数码是输入/输出处理器的固件版本编号。第三个数码是前面板处理器。
- 前面板操作：

8:REVISION(SYS MENU)

REV XX-XX-XX

- 遥控接口操作：

* IDN? returns "HEWLETT-PACKARD,34401A,O,XX-XX-XX"

请务必预留至少 35 个字符长的字符串变量。

SCPI 语言版本查询

本万用表与 SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments, 可编程仪器用标准命令) 现行版本完全兼容。您可以经由遥控接口发送命令, 来了解万用表所遵循的 SCPI 版本。

但是您不能从前面板查询 SCPI 的版本。

- 下面的命令返回 SCPI 的版本。

SYSTem: VERSion?

返回字符串的格式为“YYYY. V”, 其中“YYYY”代表版本的年份, “V”代表这一年中的版本编号(例如 1991. 0)。

遥控接口配置

在这一节中,我们将提供有关配置遥控接口的信息。若需要更详尽的资料,请参阅从 103 页开始的第四章“遥控接口参考资料”。

GPIB 地址

在 GPIB 接口上的每一个设备,都必须具有一个唯一的地址。万用表的地址,可设定为 0 到 31 之间的任意数。万用表的地址在出厂时设定为“22”。当您打开万用表时,GPIB 地址便会显示在显示器上。

GPIB 地址只能由前面板来设定。

- GPIB 地址存储在永久性存储器上,在电源关闭或遥控接口复位之后,GPIB 地址不会改变。
- 您可以将 GPIB 地址设为“31”即只讲(Talk only)模式。在这种模式下,万用表可以直接将读数输出到打印机,不必受总线控制器的地址控制。如果您利用总线控制器,经由 GPIB 接口操作万用表,则不能使用地址 31。
- 如果您选用 RS-232 接口,并将 GPIB 地址设为只讲状态地址(31),则在本地方式,万用表会经由 RS-232 接口传送读数。
- GPIB 总线控制器有它自己的地址。请务必避免将接口总线上仪器的地址,设为总线控制器的地址。Agilent 的控制器一般都使用地址“21”。
- 前面板操作:

1: GPIB ADDR(I/O MENU)

请同时参阅 161 页的“设定 GPIB 地址”。

遥控接口选择

万用表上同时附有 GPIB(IEEE-488)接口和 RS-232 接口,但是一次只能启动一个接口。万用表的接口在出厂时选定为 GPIB 接口。

接口只能由前面板来设定。

- 接口的选定存储在永久性存储器上,在电源关闭或遥控接口复位之后,选定的接口不会改变。
- 如果您选择 GPIB 接口,您必须选出一个唯一的地址给万用表。当您接通万用表时,GPIB 的地址就会显示在显示器上。
- 如果您选择 RS-232 接口,您必须设定万用表的波特率和奇偶性。当您打开万用表时,“RS-232”就会显示在显示器上。
- 如果您选用 RS-232 接口,并将 GPIB 地址设为只讲状态地址(31),则在本地方式,万用表会经由 RS-232 接口传送读数。
- 当您在选择遥控接口时,有某些限制要特别注意(请同时参阅“程序设计语言选择”第 94 页)。唯一支持 RS-232 的程序设计语言是 SCPI。

	GPIB/488	RS-232
SCPI 语言	X	X
Agilent 3478A 语言	X	不准许
Fluke8840A 语言	X	不准许

- 前面板操作:

2:INTERFACE(I/O MENU)

请同时参阅 162 页的“遥控接口选择”。

第三章 特性和功能 遥控接口配置

波特率选择(RS-232)

在 RS-232 操作时,您有六种波特率(Baud Rate)可以选择。万用表的波特率在出厂时设定为 9600。

波特率只能经由前面板来设定。

- 请选择下列波特率之一:300,600,1200,2400,4800 或 9600(出厂时的设定)。
- 选定的波特率存储在永久性存储器中,在电源关闭或遥控接口复位之后,选定的波特率不会改变。
- 前面板操作

3:BAUD RATE(I/O MENU)

请同时参阅 163 页的“设定波特率”。

奇偶校验选择(RS-232)

您可以选择 RS-232 操作的奇偶校验。万用表在出厂时的配置为 7 个数据位外加偶校验位。

奇偶校验只能经由前面板来设定

- 请选择下列校验之一:无校验(8 个数据位)偶校验(7 个数据位)或奇校验(7 个数据位)。当您设定奇偶校验时,间接也设定了数据位的个数。
- 选定的奇偶校验存储在永久性存储器上,在电源关闭或遥控接口复位之后,选定的奇偶校验不会改变。
- 前面板操作:

4:PARITY (I/O MENU)

请同时参阅第 164 页的“设定奇偶校验”。

程序设计语言选择

您可以经由选定的遥控接口选择三种语言中的一种,来编程万用表。万用表在出厂时选定的语言为 SCPI。

接口语言只能经由前面板来设定。

- 请选择下列语言之一:SCPI、Agilent 3478A 或 Fluke 8840A。
- 选定的语言存储在永久性存储器上,在电源关闭或遥控接口复位之后,选定的语言不会改变。
- 当您在选择接口语言时,有些限制要特别注意(请同时参阅第 92 页的“遥控接口选择”)。RS-232 接口不支持 Agilent 3478A 和 Fluke 8840A/8842A 语言。

	GPIB/488	RS-232
SCPI 语言	X	X
Agilent 3478A 语言	X	不准许
Fluke8840A 语言	X	不准许

- 前面板操作:

5:LANGUAGE(I/O MENU)

请同时参阅第 165 页的“程序设计语言选择”。

- 遥控接口操作:

L1 选择 SCPI 语言
L2 选择 Agilent 3478A 语言
L3 选择 Fluke8840A 语言

校准概述

在这一节中,我们将简单地介绍万用表的校准特性。有关校准程序更详尽的讨论,请参阅售后维修手册的第四章。

校准保护

这个特性能让您输入密码,防止万用表意外或未经授权地被校准。当您刚拿到万用表时,它便处于保护状态。在您要校准万用表之前,您必须输入正确的密码,为万用表解密。

- 万用表的密码在出厂时设定为“HP 034401”。选定的密码存储在永久性存储器上,在电源关闭和遥控接口复位之后,选定的密码不会改变。
- 若要经由遥控接口将万用表设为保护状态,安全码最多可包含 12 个字母数字字符,如下所示。其中第一个字符必须是字母,其余的字符则可以是字母或数字。您可以不必使用所有 12 个字符,但是第一个字符一定要是字母。

A----- (12 个字符)

- 若要经由遥控接口将万用表设为保护状态,并从前面板将万用表设为解除保护状态显示,请使用 8 个字符的格式,如下所示。前两个字符必须是“HP”,并且其余字符都必须是数字。虽然,前面板只识别最后 6 个字符,但是全部 8 个字符都是必要的(若要经由前面板将万用表设为解除保护状态,请省略“HP”,并输入其余数字如以后各页中所示)。

H P----- (8 个字符)

如果您忘记了您的密码,您可以在万用表中加入一个跨接线,取消保护功能,然后输入新的密码。若需更详尽的资料,请参阅维修手册。

校准概述(续)

解除校准保护

您可以经由前面板或遥控接口,将万用表设为解除保护状态进行校准。万用表在出厂时已设定至保护状态,密码为“HP 034401”。

- 前面板操作:

1:SECURED (CAL MENU)

如果万用表处于保护状态,当您进入 CAL MENU 时,您就会看到上列命令(如果您移动通过菜单的“命令”层,您会发现,如果万用表处于保护状态,“2:CALI BRATE”命令就会被“隐藏起来”)。若是将万用表设为解除保护状态,请选择 SECURED 命令的“参数”层,输入密码,然后,按下 Menu Enter(菜单输入)。

Λ 000000 CODE

当您再到 CAL MENU 的“命令”层时,您就会发现万用表已经处于解除保护的状态了。请注意,这时候“2:CALIBRATE”命令不再被隐藏起来。而您可以执行校准了。

1:UNSECURED

- 遥控接口操作:

CALibration:SECure:STATe{OFF|ON},<code>

若要将万用表设为解除保护状态,请发送一带有与加密相同的密码的上列命令。例如,

“CAL:SEC:STAT OFF,HP 034401”

校准概述(续)

加密防止校准

您可以经由前面板或遥控接口,将万用表设为保护状态防止校准。万用表在出厂时已设定至保护状态,密码为“HP 034401”。

请确认在试图将万用表设为保护状态以前,您已经读过第 95 页上的密码规则。

- 前面板操作:

1:UNSECURED(CAL MENU)

如果万用表是处于解除保护状态,当您进入 CAL MENU 时,您就会看到上列命令,若是将万用表设为保护状态,请选择 UNSECURDE 命令的“参数”层,输入密码然后按下 Menu Enter。

Λ 000000 CODE

当您再到 CAL MENU 的“命令”层时,您就会发现万用表已经处于保护的状态了。请注意,这时候“2:CALIBRATE”命令已经被隐藏起来,而您不能再执行校准了。

1:SECURED

- 遥控接口操作:

CALibration:SECure:STATe{OFF|ON},<code>

若要将万用表设为保护状态,请发送上列命令和发送一与用来解除万用表保护相同的密码。例如:

CAL:SEC:STAT ON,HP 034401

校准概述(续)

改变密码

若要改变密码,首先您必须将万用表设为解除保护的状态,然后输入新的密码。请确认在试图将万用表设为保护状态以前,您已经读过第 95 页上的密码规则。

- 前面板操作:若要改变密码,首先要确认万用表处于解除保护的状态。请选择 UNSECURED 命令的“参数”层,输入新的密码,然后再按下 Menu Enter。从前面板改变密码,同时会改变遥控接口的密码。
- 遥控接口操作:

CALibration:SECure:CODE<new Code>

若要改变密码,首先请用旧的密码,将万用表设为解除保护的状态,然后输入新的密码。例如:

CAL:SEC:STAT OFF,HP 034401 旧的密码解除保护状态。

CAL:SEC:CODE ZZ010443 输入新的密码

校准计数

您可以知道您的万用表已经校准过的次数。万用表在出厂之前已经校准过。当你收到你的万用表,请读出计数以确定万用表的初始次数。

- 校准计数存储在永久性存储器上,在电源关闭或遥控接口复位之后,校准计数不会改变。
- 校准计数最多为 32,767 过了 32,767 之后就会回到 0。因为对每个校准点,校准计数是增加 1,整个校准完成后,计数就要增加好几个数。

- 前面板操作:

3:CAL COUNT(CAL MENU)

- 遥控接口操作:

CALibration COUNt?

校准概述(续)

校准信息

您可以利用校准信息的特性,记录万用表的校准信息。例如,您可以存储上一次校准的日期,下一次必须校准的日期、万用表的序列号或甚至要重新校准时,必须联络的人的姓名和电话号码。

您只能经由遥控接口,将信息记录在校准信息中,但是,您可以经由前面板或遥控接口,读取信息。

3

- 校准信息最多可以有 40 个字符。万用表能显示的最多只有 12 个字符的信息,显示在前面板上,再多的字符就会被舍去。
- 校准信息存储在永久性存储器上,在电源关闭或遥控接口复位之后,校准信息不会改变。
- 前面板操作:

4:MESSAGE(CAL MENU) 读取校准信息。

- 遥控接口操作:

CALibration:STRing<quoted string> 存储校准信息

下面命令字串示出如何储存校准信息:

“CAL:STR ‘CAL 2-1-96’”

操作员维护

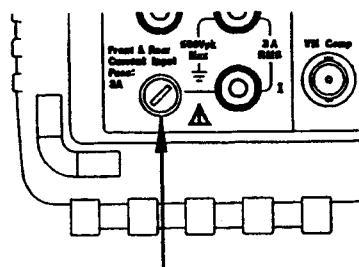
这一节我们将叙述如何更换电源和电流保险丝。如果您需要有关零件替换或万用表维修的更详尽的资料,请参阅维修手册。

更换电源保险丝

电源保险丝位于万用表后面板的保险丝座组件之中(请参阅第 15 页)。对所有的电源电压,你必须使用 -250mA T 慢熔保险丝(Agilent 零件编号 2110-0817)。

更换电流输入保险丝

前、后电流输入端,都由两个串联的保险丝保护。第一个保险丝是 3A, 250Vac 快熔保险丝,位于后面板上。若要更换这保险丝,请定购 Agilent 零件编号 2110-0780。



用小平头螺丝起子压住保险丝插接帽,然后逆时针旋转,取出保险丝插接帽和保险丝。

第二个保险丝装在万用表里面,提供额外电平的电流保护。这个保险丝是 7A, 250Vac 高烧断率保险丝,Agilent 零件编号 2110-0614)。若要更换这保险丝,您必须拧松三颗螺丝,移开万用表的外壳。若需有关拆开万用表更详尽的资料,请参阅维修手册。

电源接通和复位时的状态

带有(*)标记的参数是被储存在永久性存储器,工厂的设置如下:

测量配置	电源接通/复位状态
AC 滤波器	20Hz(中速滤波器)
自动调零	接通
* 连续性门限值	* 10Ω
功能	DC 电压
输入电阻	10MΩ(适用于所有 DC 电压量程)
积分时间	10PLCs
量程	自动选档设定
分辨率	5½位数,慢速方式
数学运算	电源接通/复位状态
数学状态、功能	关闭,零位
数学寄存器	消除所有寄存器
* dBm 参考电阻	* 600Ω
触发操作	电源接通/复位重置状态
读数保持门限值	满刻度的 0.10%
每次触发采样数	1 个取样
触发延迟	自动延迟
触发源	自动触发
系统相关操作	电源接通/复位状态
* 蜂鸣器模式	* 接通
* 逗号分隔符	* 接通
显示器模式	接通
读数存储器	关闭(清除)
输入/输出配置	电源接通/复位状态
* 波特率	* 9600 波特
* GPIB 地址	* 22
* 接口	* GPIB(IEEE-488)
* 语言	* SCPI
* 奇偶	* 偶同位(7 个资料位元)
校准	电源接通/复位状态
* 校准状态	* 保护状态

遥控接口参考资料

遥控接口参考

- 命令摘要(第 105 页起)
- 简化编程概述(第 112 页起)
 - MEASure? 命令和 CONFigure 命令(第 117 页起)
 - 测量配置命令(第 121 页起)
 - 数学运算命令(第 124 页起)
 - 触发(第 127 页起)
 - 触发命令(第 130 页起)
 - 系统相关命令(第 132 页起)
 - SCPI 状态模式(第 134 页起)
 - 状态反应命令(第 144 页起)
 - 校准命令(第 146 页起)
 - RS-232 接口配置(第 148 页起)
 - RS-232 接口命令(第 153 页)
- SCPI 语言简介(第 154 页起)
 - 输出数据格式(第 159 页)
 - 使用设备清除来暂停测量(第 160 页)
 - 打印机只讲(TALK ONLY)(第 160 页)
 - 设定 GPIB 地址(第 161 页)
 - 遥控接口选择(第 162 页)
 - 设定波特率(第 163 页)
 - 设定奇偶位(第 164 页)
 - 程序设计语言选择(第 165 页)
 - 其它程序设计语言的兼容性(第 166 页起)
 - SCPI 符合信息(第 168 页)
 - IEEE-488 符合信息(第 169 页)

命令摘要

这一节我们将归纳列出,用来设定万用电表的 SCPI 命令。如果需要有关每一个命令更详尽的资料,请参阅本章的最后一节。

本手册使用以下的方式来表示 SCPI 命令的语法。方括弧([])表示选件的关键字或参数。大括弧({})中为命令字串的参数。三角括弧(<>)表示您必须以一个数值取代括弧中的参数。



First-time
SCPI users,
see page 154.

The MEASure? and CONFigure Command

(更详细资料参阅第 117 页)

MEASure

```
:VOLTage:DC? {<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:VOLTage:DC:RATio?{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:VOLTage:AC? {<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:CURRent:DC? {<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:CURRent:AC? {<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:RESistance? {<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:FRESistance? {<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:FREQuency? {<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:PERiod? {<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:CONTinuity?  
:DIODe?
```

CONFigure

```
:VOLTage:DC{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:VOLTage:DC:RATio{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:VOLTage:AC{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:VOLTage:AC{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:CURRent:DC{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:CURRent:AC{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:RESistance{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:FRESistance{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:FREQuency{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:PERiod{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF}  
:CONTinuity?  
:DIODe
```

CONFigure?

测量配置命令

(更详细资料参阅 121 页)

[SENSe:]

FUNCtion“VOLTage:DC”
 FUNCtion“VOLTage:DC:RATio”
 FUNCtion“VOLTage:AC”
 FUNCtion“CURRent:DC”
 FUNCtion“CURRent:AC”
 FUNCtion“RESistance”(两线电阻值)
 FUNCtion“FRESistance”(四线电阻值)
 FUNCtion“FREQuency”
 FUNCtion“PERiod”
 FUNCtion“CONTinuity”
 FUNCtion“DIODE”
 FUNCtion?

[SENSe:]

VOLTage:DC:RANGE{<range>}|MIN|MAX
 VOLTage:DC:RANGE? [MIN|MAX]
 VOLTage:AC:RANGE{<range>}|MIN|MAX
 VOLTage:AC:RANGE? [MIN|MAX]
 CURRENT:DC:RANGE{<range>}|MIN|MAX
 CURRENT:DC:RANGE? [MIN|MAX]
 CURRENT:AC:RANGE{<range>}|MIN|MAX
 CURRENT:AC:RANGE? [MIN|MAX]
 RESistance:RANGE{<range>}|MIN|MAX
 RESistance:RANGE? [MIN|MAX]
 FRESistance:RANGE{<range>}|MIN|MAX
 FRESistance:RANGE? [MIN|MAX]
 FREQuency:VOLTage:RANGE{<range>}|MIN|MAX
 FREQuency:VOLTage:RANGE? [MIN|MAX]
 PERiod:VOLTage:RANGE{<range>}|MIN|MAX
 PERiod:VOLTage:RANGE? [MIN|MAX]

[SENSe:]

VOLTage:DC:RANGE:AUTO(OFF|ON)
 VOLTage:DC:RANGE:AUTO?
 VOLTage:AC:RANGE:AUTO(OFF|ON)
 VOLTage:AC:RANGE:AUTO?
 CURRENT:DC:RANGE:AUTO(OFF|ON)
 CURRENT:DC:RANGE:AUTO?
 CURRENT:AC:RANGE:AUTO(OFF|ON)
 CURRENT:AC:RANGE:AUTO?
 RESistance:RANGE:AUTO(OFF|ON)
 RESistance:RANGE:AUTO?
 FRESistance:RANGE:AUTO(OFF|ON)
 FRESistance:RANGE:AUTO?
 FREQuency:VOLTage:RANGE:AUTO(OFF|ON)
 FREQuency:VOLTage:RANGE:AUTO?
 PERiod:VOLTage:RANGE:AUTO(OFF|ON)
 PERiod:VOLTage:RANGE:AUTO?

测量配置命令

(续)

```
[SENSe:]  
VOLTage:DC:RESolution{<resolution>|MIN|MAX}  
VOLTage:DC:RESolution[MIN|MAX]  
VOLTage:AC:RESolution{<resolution>|MIN|MAX}  
VOLTage:AC:RESolution? [MIN|MAX]  
CURRent:DC:RESolution{<resolution>|MIN|MAX}  
CURRent:DC:RESolution? [MIN|MAX]  
CURRent:AC:RESolution{<resolution>|MIN|MAX}  
CURRent:AC:RESolution? [MIN|MAX]  
RESistance:RESolution{<resolution>|MIN|MAX}  
RESistance:RESolution? [MIN|MAX]  
FRESistance:RESolution{<resolution>|MIN|MAX}  
FRESistance:RESolution? [MIN|MAX]
```

```
[SENSe:]  
VOLTage:DC:NPLCycles{0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}  
VOLTage:DC:NPLCycles[MIN|MAX]  
CURRent:DC:NPLCycles{0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}  
CURRent:DC:NPLCycles[MIN|MAX]  
RESistance:NPLCycles{0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}  
RESistance:NPLCycles[MIN|MAX]  
FRESistance:NPLCycles{0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}  
FRESistance:NPLCycles[MIN|MAX]
```

```
[SENSe:]  
FREQuency:APERture{0.01|0.1|1|MIN|MAX}  
FREQuency:APERture? [MIN|MAX]  
PERiod:APERture{0.01|0.1|1|MIN|MAX}  
PERiod:APERture? [MIN|MAX]
```

```
[SENSe:]  
DETector:BANDwidth{3|20|200|MIN|MAX}  
DETector:BANDwidth? [MIN|MAX]
```

```
[SENSe:]  
ZERO:AUTO(OFF|ON)  
ZERO:AUTO?
```

```
INput  
:IMPedance:AUTO(OFF|ON)  
:IMPedance:AUTO?
```

```
ROUTE:TERMinals?
```

数学运算命令
(更详细资料参阅第 124 页)

```
CALCulate
:FUNCTION{NULL|DB|DBM|AVERage|LIMit}
:FUNCTION?
:STATe{OFF|ON}
:STATe?

CALCulate
:AVERage:MINimum?
:AVERage:MAXimum?
:AVERage:AVERage?
:AVERage:COUNt?

CALCulate
:NULL:OFFSet{<value>|MIN|MAX}
:NULL:OFFSet? [MIN|MAX]

CALCulate
:DB:OFFSet{<value>|MIN|MAX}
:DB:OFFSet? [MIN|MAX]

CALCulate
:DBM:OFFSet{<value>|MIN|MAX}
:DBM:OFFSet? [MIN|MAX]

CALCulate
:LIMit:LOWER{<value>|MIN|MAX}
:LIMit:LOWER[MIN|MAX]
:LIMit:UPPer{<value>|MIN|MAX}
:LIMit:UPPer[MIN|MAX]

DATA:FEED RDG_STORE,("CALCulate"1"")
DATA:FEED?
```

第四章 遥控接口参考资料

命令摘要

4

触发命令 (更详细资料参阅第 127 页)

```
INITiate
READ?
TRIGger
:SOURce{BUS|IMMEDIATE|EXTernal}
:SOURce?

TRIGger
:DElAy{<seconds>}|MIN|MAX
:DElAy? [MIN|MAX]

TRIGger
:DElAy:AUTO{OFF|ON}
:DElAy:AUTO?

SAMPLE
:COUNt{<value>}|MIN|MAX
:COUNt? [MIN|MAX]

TRIGger
:COUNt{<value>}|MIN|MAX|INFinite
:COUNt? [MIN|MAX]
```

系统相关命令 (更详细资料参阅第 132 页)

FETCh?	SYSTem:ERRor?
READ?	SYSTem:VERSion?
DISPlay{OFF ON}	DATA:POINTs?
DISPlay?	* RST
DISPlay	* TST?
:TEXT<quoted string>	* IDN?
:TEXT?	L1
:TEXT:CLEar	L2
SYSTem	L3
:BEEPer	
:BEEPer:STATe{OFF ON}	
:BEEPer:STATe?	

状态报告命令
(更详细资料参阅第 144 页)

SYSTem:ERRor?

STATus

:QUEStionable:ENABle<enable value>
:QUEStionable:ENABle?
:QUEStionable:EVENt?

STATus:PRESet

* CLS

* ESE<enable value>
* ESE?

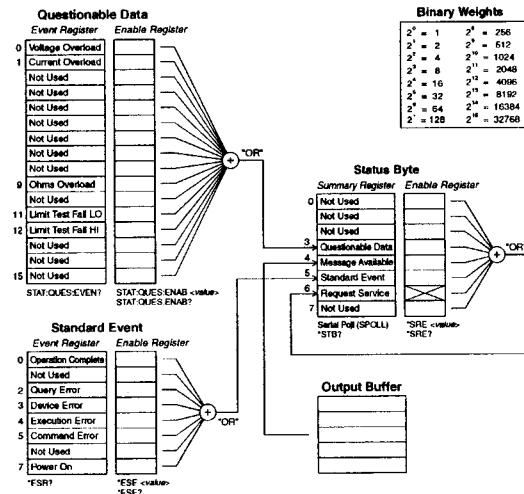
* ESR?

* OPC

* OPC?

* PSC{0|1}
* PSC?

* SRE<enable value>
* SRE?



校准命令

(更详细资料参阅第 146 页)

CALibration?

CALibration:COUNT?

CALibration

:SECure:CODE<new Code>
:SECure:STATE{OFF|ON},<code>
:SECure:STATE?

CALibration

:STRing<quoted string>
:STRing?

CALibration

:VALue<value>
:VALue?

第四章 遥控接口参考资料 命令摘要

RS-232 接口命令 (更详细资料参阅第 148 页)

SYSTem:LOCal

SYSTem:REMote

SYSTem:RWLock

IEEE-488.2 共同命令 (更详细资料参阅第 169 页)

* CLS

* ESE<enable value>
* ESE?

* ESR?

* IDN?

* OPC

* OPC?

* PSC{0|1}
* PSC?

* RST

* SRE<enable value>
* SRE?

* STB?

* TRG?

* TST?

4

预置参数用黑体标注

简化编程顺序

您可以利用下面七个简单的步骤,经由遥控接口编程万用表,并进行测量。

1. 将万用表设定在一已知的状态(通常在复位状态)。
2. 将万用表的设定,改变为想要的配置。
3. 设定触发条件。
4. 启动或导引万用电表开始测量。
5. 触发万用电表进行测量。
6. 从输出缓冲器或内部存储器上取出读数。
7. 将测量的数据读进总线控制器。

MEASure? 和 CONFigure 命令提供最直接的方法编程万用电表进行测量。您可以在一个命令里,选择测量功能、量程和分辨率。万用电表将如以下所示,自动预设其它测量参数(例如 AC 滤波器、自动调零和触发计数等等)为缺省值。

MEASure? 和 CONFigure 的预置状态

指令	MEASure? 和 CONFigure 的设定
AC 滤波器(DET:BAND)	20Hz(中等速度滤波器)
自动调零(ZERO:AUTO)	如果设定的分辨率使 NPLC<1 时为 OFF; 如果设定的分辨率使 NPLC≥1 时为 ON
输入电阻(INP:IMP:AUTO)	OFF(在所有 DC 电压范围内,固定为 10MΩ)
每次触发采样数(SAMP:COUN)	1 个采样
触发器计数(TRIG:COUN)	1 个触发
触发器延迟时间(TRIG:DEL)	自动延迟时间
触发源(TRIG:SOUR)	立即触发源
数学功能(CAL Culate 子系统)	OFF

使用 MEASuer? 命令

利用 MEASuer? 命令编程万用表,进行测量是最简单方法。但这个命令不提供灵活性。在执行命令的时候,万用表必须先将所要的配置预设成最好的设定,并且立即执行测量。在测量之前,不能更改任何设定(功能、量程和分辨率除外)。测量结果会送到输出缓冲器。

发送 MEASuer? 命令和发送 CONFigure 命令一样,后面必须立即接一个 RDAD? 命令。

使用 CONFigure 命令

如果您想要编程更灵活一些,您可以使用 CONFigure 命令。在执行这个命令的时候,万用表必须先将所要的配置预设成最好的设定。(和 MEASure? 命令一样)。不过,测量不会自动开始,因此您可以在测量之前更改测量参数。这可使您从预设条件,(一点一点增加地)改变万用表的配置。万用表在 INPut SENSe CALCulate TRIGger 子系统上,提供许多低阶命令,您可以利用 SENSe:FUNCTION 命令来改变测量功能而不用 MEASure? 或 CONFigure 命令。

请使用 INITiate 或 READ? 命令启动测量。

使用量程和分辨率参数

在使用 MEASure? 和 CONFigure 命令时, 您可以在一个命令中, 同时选择测量功能, 量程和分辨率。使用 range 参数指定输入信号的预期值。然后万用表就选择正确的量程。

万用表作频率和周期测量时, 对频率在 3Hz 到 300kHz 之间的所有输入信号都使用一个“量程”。这时量程参数只用来指定分辨率。因此, 不必要每测量一个频率, 送一个命令。

用分辨率参数, 指定测量时想要的分辨率。分辨率的单位必须和测量功能的单位相同, 而不是以数字的个数为单位。例如在测量 DC 电压时, 分辨率的单位必须是 V。而测量频率时, 分辨率的单位必须是 Hz。

您必须指定量程以使用分辨率参数。

使用 READ? 命令

READ? 命令将触发系统的状态, 从“闲置”状态改为“等待触发”状态。在收到 READ? 命令之后, 如满足指定的触发条件, 测量便会开始。并且读数会立即送到输出缓冲器上。而您必须将读数数据输入到总线控制器上, 否则万用表输出缓冲器满了之后, 测量就会停止。使用 READ? 命令时, 万用表的读数不会存储在内部存储器上。

发送 READ? 命令和发送 INITiate 命令一样, 后面必须立即跟随一个 FETCh? 命令, 除非读数不是存在内部缓冲器上。

注意：

如果您送了两个查询命令,而没有读取第一个命令的反应,便尝试读取第二个命令的反应,您可能会先接收第一个反应的一些数据,接着才会收到第二个反应的完整数据。若要避免这种情形发生,没有读取反应数据时请不要发送查询命令。当您无法避免这种状况时,请在送第二个查询命令之前,先送一个设备清除命令。

使用 INITiate 和 FETCh? 命令

INITiate 和 FETCh? 命令提供测量触发和读数取出最低阶的控制(拥有最大灵活性)。在配置万用表之后,使用 INITiate 命令。这将使触发系统的状态从“闲置”状态改为“等待触发”状态。在收到 INITiate 命令之后,当指定的触发条件满足时,测量便会开始。读数将会存入万用表的内部存储器中(最多可以存储 512 个读数)。读数会一直存在存储器中,直到您取出它们为止。

请使用 FETCh? 命令,将读数从万用表的内部存储器移到万用表的输出缓冲器,您可以从那里再将读数读到总线控制器上。

MEASure? 范例：

下面一程序段示出如何使用 MEASure? 命令来作测量。这个范例将万用表配置为测量 DC 电压,并自动将万用表设定至“等待触发”状态,内部触发万用表取一个读数,然后将读数送到输出缓冲器上。

```
MEAS:VOLT:DC? 10,0.003  
bus enter statement
```

这是读取读数最简单的方法。不过,您没有任何机会使用 MEASure 来设定触发计数、取样计数和触发延迟等。除了功能,量程和分辨率之外,所有测量参数都会自动预设(请参阅第 112 页上的表)。

CONFigure 范例：

下面一程序段示出在使用 CONFigure 时如何利用 READ? 命令, 来作外部触发的测量。这个范例将万用电表配置为测量 DC 电压。CONFigure 不会将万用电表设至“等待触发”状态。但是 READ? 命令会将万用表设至“等待触发”状态, 且在 Ext Trig 端有脉冲时, 取一个读数, 并将读数送到输出缓冲器上。

```
CONF:VOLT:DC 10 0.003  
TRIG:SOUR EXT  
READ?  
bus enter statement
```

CONFigure 范例：

下面一程序段和上一程序段类似, 但是它使用 INITiate 将万用电表设至“等待触发”状态。INITiate 命令会将万用电表设至“等待触发”状态, 且在 Ext Trig 端有脉冲时, 取一个读数, 并将读数送到万用电表的内部存储器上。而 FETCh? 命令会将内部存储器上的读数转移到输出缓冲器上。

```
CONF:VOLT:DC 10 0.003  
TRIG:SOUR EXT  
INIT  
FETC?  
bus enter statement
```

使用 INITiate 命令将读数存储在存储器中, 要比使用 READ? 命令将读数送到输出缓冲器快。万用电表最多可在内部存储器存储 512 个读数, 如果取出的读数超过 512 个(使用采样计数和触发计数), 然后送出 INITiate 命令, 会产生存储器错误。

您执行 INITiate 命令之后, 万用电表就不会再接受命令, 直到测量程序完成为止。不过, 如果您选择 TRIGger:SOURCE BUS, 万用电表会接受 *TRG 命令(总线触发), 或 IEEE-488 组合执行触发(GROUP EXecute Trigger)信息。

MEASure? 和 CONFigure 命令

请同时参阅第三章从第 51 页开始的“测量配置”。

- 量程参数中的 MIN, 为已选择的功能选择最低量程, MAX 选出最高量程; 而 DEF 选择自动选档。
- 分辨率参数用来指定分辨率, 其单位必须和测量功能的单位相同, 而不是以数字的个数为单位。MIN 选出可接受的最小值, 即最好的分辨率; MAX 选出可接受最大值, 即最差的分辨率; DEF 选择内定分辨率 5½位慢速(10 PLC)。

注意: 您必须先指定量程, 才能使用分辨率参数。

MEASure:VOLTage:DC? {<range>} | MIN | MAX | DEF }, {<resolution>} | MIN | MAX | DEF } 以指定的量程和分辨率, 预置并执行 DC 电压测量。并将读数送到输出缓冲器上。

MEASure:VOLTage:DC RATio? {<range>} | MIN | MAX | DEF }, {<resolution>} | MIN | MAX | DEF } 以指定的量程和分辨率, 预置并执行 DC 比值测量。并将读数送到输出缓冲器上。执行比值测量时, 指定的量程适用于接在 Input 端上的信号。而在测量 Sense 端的参考电压时, 万用电表将自动地选择自动选档功能。

MEASure:VOLTage:AC? {<range>} | MIN | MAX | DEF }, {<resolution>} | MIN | MAX | DEF } 以指定的量程和分辨率, 预置并执行 AC 电压测量。并将读数送到输出缓冲器上。在作 AC 测量时, 实际上分辨率固定为 6½位, 分辨率参数只影响前面板的显示。

MEASure:CURRent:DC? {<range>} | MIN | MAX | DEF }, {<resolution>} | MIN | MAX | DEF } 以指定的量程和分辨率, 预置并执行 DC 电流测量。并将读数送到输出缓冲器上。

MEASure:CURREnt:AC? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|
MIN|MAX|DEF} 以指定的量程和分辨率,预置并执行 AC 电流测量。并将读数送到输出缓冲器上。在作 AC 测量时,实际上分辨率固定为 6½位,分辨率参数只影响前面板的显示。

MEASure:RESistance? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|
MIN|MAX|DEF} 以指定的量程和分辨率,预置并执行二线电阻测量。并将读数送到输出缓冲器上。

MEASure:FRESistance? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|
MIN|MAX|DEF} 以指定的量程和分辨率,预置并执行四线电阻测量。并将读数送到输出缓冲器上。

MEASure:FREQuency? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|
MIN|MAX|DEF} 以指定的量程和分辨率,预置并执行频率测量。并将读数送到输出缓冲器上。在作频率测量时,万用表对频率在 3Hz 到 300kHz 之间的所有输入信号采用一个“量程”。当没有加输入信号时,频率的测量值为“0”。

MEASure:PERiod? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|
MIN|MAX|DEF} 以指定的量程和分辨率,预置并执行周期测量。并将读数送到输出缓冲器上。在作周期测量时,万用电表对周期在 0.335 至 3.3μs 之间的所有输入信号只用一个“量程”。当没有加输入信号时,周期的测量值为“0”。

MEASure:CONTinuity?

预置并执行连续性测量。读数送到输出缓冲器。在作连续性测量时,量程和分辨率都固定不变(1kΩ 的量程和 4½位)。

MEASure:DIODE?

预置并执行二极管测量。读数送到输出缓冲器。测量二极管时,量程和分辨率都固定不变(1Vdc 的量程和 4½位)。

第四章 遥控接口参考资料 MEASure? 和 CONFigure 命令

CONFFigure:VOLTage:DC{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF} 以指定的量程和分辨率,预置并配置万用表以便执行 DC 电压测量。这个命令不会启动测量。

CONFFigure:VOLTage:DC:RATio{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF} 以指定的量程和分辨率,预置并配置万用表以便执行 DC 比值测量。这个命令不会启动测量。在作比值测量时,指定的量程适用于接在 Input 端上的信号。而在测量 Sense 端的参考电压时,万用表会自动地选择自动选档功能。

CONFFigure:VOLTage:AC{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF} 以指定的量程和分辨率,预置并配置万用表以便执行 AC 电压测量。这个命令不会启动测量。在作 AC 测量时,实际上分辨率固定为 6½位,分辨率参数只会影响前面板的显示。

CONFFigure:CURREnt:DC{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF} 以指定的量程和分辨率,预置并配置万用表以便执行 DC 电流测量。这个命令不会启动测量。

CONFFigure:CURREnt:AC{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF} 以指定的量程和分辨率,预置并配置万用表以便执行 AC 电流测量。这个命令不会启动测量。在作 AC 测量时,实际上分辨率固定为 6 1/2 位,分辨率参数只会影响前面板的显示。

CONFFigure:RESistance{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF} 以指定的量程和分辨率,预置并配置万用表以便执行两线电阻测量。这个命令不会启动测量。

CONFFigure:FRESistance{<range>}|MIN|MAX|DEF},{<resolution>}|MIN|MAX|DEF} 以指定的量程和分辨率,预置并配置万用表以便执行四线电阻测量。这个命令不会启动测量。

CONFigure:FREQuency{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF} 以指定的量程和分辨率,预置并配置频率测量。此命令不启动测量。对于这种频率测量,万用电表对于所有输入只使用从 3Hz 到 300kHz 一个“量程”,如没有合适的输入信号,频率测量值回“0”。

CONFigure:PERiod{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF} 以指定的量程和分辨率,预置并配置周期测量。此命令不能触发测量。对于这种周期测量,万用电表对于所有输入只使用从 0.335 到 3.3μs 一个“量程”,如没有合适的输入信号,频率测量值回“0”。

CONFigure:CONTinuity

预设并配置万用电表以便执行连续性测量。这个命令不会启动测量。在作连续测量时,量程和分辨率都固定不变(1kΩ 的量程和 4½位)。

CONFigure:DIODe

预设并配置万用电表以便执行二级管测量。这个命令不会启动测量。在测量二极管时,量程和分辨率都固定不变(1Vdc 的量程和 4½位)。

CONFigure?

查询万用电表目前的配置,并传回一引证的字串。

测量配置命令

请参阅第三章从第 51 页开始的“测量配置”。

FUNCTION“<function>”

选择测量功能。命令字串中的功能必须用引号括起来(FUNC “VOLT:DC”),且为下列字串之一。

VOLTage:DC	FREStance(四线电阻)
VOLTage:DC:RATio	FREQuency
VOLTage:AC	PERiod
CURRent:DC	CONTinuity
CURRent:AC	DIODE
RESistance(两线电阻)	

FUNCTION?

查询测量功能，并传回引证的字串。

<function>:RANGE{<range>|MIN|MAX}

选出已选择的功能的量程。在作频率和周期测量时，量程适用于信号的输入电压，而不是它的频率(请使用 FREQuency: VOLTage，或 PERiod: VOLTage)。MIN 对已选择的功能是选择最低量程，而 MAX 选出最高量程。
[存入易失性存储器]

<function>:RANGE? [MIN|MAX]

查询已选择的功能的量程。

<function>:RANGE:AUTO{OFF|ON}

停用或启动指定功能的自动选档。在作频率或周期测量时，请使用 FREQuency: VOLTage 或 PERiod: VOLTage。自动选档设定的门限值：低端的量程应小于该量程的 10%；高端的量程应大于该量程的 120%。
[存入易失性存储器]。

<function>:RANGE:AUTO?

查询自动选档设定。传回值为“0”(OFF)或“1”(ON)。

<function> :RESolution {<range> |MIN|MAX}

选出所指定功能的分辨率(不适用于频率、周期或比值测量)。分辨率的单位必须和测量功能的单位相同,而不是以数字的个数为单位。MIN 选出可接受的最小值,即最好的分辨率;MAX 选出可接受的最大值,即最差的分辨率。[存入易失性存储器]

<function> :RESolution? { |MIN|MAX}

查询指定功能的分辨率。在作频率或周期测量时,万用表将会根据3Hz 的输入频率,传回分辨率的设定值。

<function> :NPLCycles? {0.02|0.2||10|100|MIN|MAX}

选出目前功能的积分时间,以电源的周期数为单位(内定值为 10 PLC)。这个命令仅适用于 DC 电压比值、DC 电流、两线电阻和四线电阻测量。MIN = 0.02 MAX = 100。[存入易失性存储器]

<function> :NPLCycles? [MIN|MAX]

查询指定功能的积分时间。

FREQuency :APERture{0.01|0.1|1|MIN|MAX}

选出频率测量的孔径时间(或闸门时间),(缺省值为 0.1s)。您可以指定10ms (4½位数),100ms(缺省值为 5½位数),或是 1s(6½位数)。MIN = 0.01s。MAX = 1s。[存入易失性存储器]

FREQuency :APERture? [MIN|MAX]

查询频率测量的孔径时间。

PERiod :APERture{0.01|0.1|1|MIN|MAX}

选出周期测量的孔径时间(或闸门时间),(缺省值为 0.1s)。您可以指定10ms (4½位数),100ms(默认值,5½位数),或是 1s(6½位数)。MIN = 0.01s。MAX = 1s。[存入易失性存储器]

PERiod :APERture? [MIN|MAX]

查询周期测量的孔径时间。

第四章 遥控接口参考资料 测量配置命令

[SENSe:]DETector:BANDwidtn{3|20|200|MIN|MAX}

指定输入信号可能的最低频率。万用电表会根据您指定的频率,选择慢速、中速(缺省值),或快速 AC 滤波器。MIN = 3Hz。MAX = 200Hz。[存入易失性存储器]

[SENSe:]DETector:BANDwidtn? [MIN|MAX]

查询 AC 滤波器。传回值为“3”,“20”或“200”。

[SENSe:]ZERO:AUTO{OFF|ONCE|ON}

停用或启动(缺省值)自动调零模式。OFF 参数和 ONCE 参数有类似的效果。在万用电表再度进入[等待触发]状态之前,自动调零 OFF 不会执行新的零点测量。自动调零 ONCE 发出直接的零测量。[存入易失性存储器]

[SENSe:]ZERO:AUTO?

查询自动调零方式。传回值为“0”(OFF 或 ONCE)或“1”(ON)。

INPut:IMPedance:AUTO{OFF|ON}

停用或启动 DC 电压测量的自动输入电阻方式。如果输入电阻方式为 AUTO OFF(隐含值),所有量程的输入电阻固定为 $10M\Omega$ 。如果输入电阻方式为 AUTO ON,而量程为 100MV、1V 或 10V 时,输入电阻的设定为 $> 10G\Omega$ [存入易失性存储器]

INPut:IMPedance:AUTO?

查询输入电阻方式。传回值为“0”(OFF)或“1”(ON)。

ROUTe:TERMinals?

查询万用电表选用前输入,或后输入端。传回值为“FRON”或“REAR”。

数学运算命令

请同时参阅第三章从第 63 页开始的“数学运算”。

数学运算有五种，每次只能启动一种。每种数学运算，都可对每个读数执行数学运算，或将数据存储在一系列的读数上。选定了数学运算之后，这个运算会一直有效，直到您停用它，改变功能、关闭电源或执行遥控接口复位为止。数学运算需要使用一些内部的寄存器。您可以预先设定某些寄存器的值，其它寄存器则可用来存放数学运算的结果。

下面为数学运算和测量功能的组合表。“X”表示可能的组合。如果您选择了不能和测量功能合用的数学运算，数学运算会关闭。而如果您将有效的数学运算，改为无效的数学运算，遥控接口上会产生“设定冲突”(settings Conflict)的出错信息。在作零位测量或 dB 测量时，您必须在写入数学寄存器之前，先启动数学运算。

	DC V	AC V	DC 1	AC 1	两线电阻	四线电阻	频率	周期	连续性	二极管	比值
零位	X	X	X	X	X	X	X		X		
极值	X	X	X	X	X	X	X		X		X
dB	X	X									
dBm	X	X									
限制	X	X	X	X	X	X	X		X		X

CALCulate:FUNCTION{NULL|DB|DBM|AVERage|LIMit}

选择数学功能。每次只能启动一个功能。缺省的功能为零位。[存入易失性存储器]

CALCulate:FUNCTION?

查询目前的数学功能。传回值为 NULL,DB,DBM,AVER 或 LIM。

CALCulate:STATE{OFF|ON}

停用或启动指定的数学功能。[存入易失性存储器]

CALCulate:STATE?

查询数学功能的状态。传回值为“0”(OFF)或“1”(ON)。

第四章 遥控接口参考资料 数学运算命令

CALCulate : AVERage : MINimum?

读取在极值运算期间找到的最小值。在启动极值运算、关闭电源或遥控接口复位之后，万用电表会清除这个值。[存入易失性存储器]

CALCulate : AVERage : MAXimum?

读取在极值运算期间找到的最大值。在启动极值运算、关闭电源或遥控接口重设之后，万用电表会清除这个值。[存入易失性存储器]

CALCulate : AVERage : AVERage?

读取极值运算启动后所有读数的平均值。在启动极值运算、关闭电源或遥控接口复位之后，万用电表会清除这个值。[存入易失性存储器]

CALCulate : AVERage : COUNt?

读取极值运算启动后读数的个数。在启动极值运算、关闭电源或遥控接口复位之后，万用电表会清除这个值。[存入易失性存储器]

CALCulate : NULL : OFFSet {<Value>} | MIN | MAX

在万用电表的零值寄存器上存储一个零位值。在写入数学寄存器之前，必须先启动数学运算。而零位值则可设为目前功能最高量程的 0 到 $\pm 120\%$ 之间的任意数。MIN=最高量程的 -120% 。MAX=最高量程的 120% 。[存入易失性存储器]

CALCulate : NULL : OFFSet? [MIN | MAX]

查询零位值。

CALCulate : DB : REference {<Value>} | MIN | MAX

在 dB 相对寄存器存储一个相对值。在写入数学寄存器之前，必须先启动数学运算。相对值可以设为 0dBm 和 $\pm 200\text{dBm}$ 之间的任意数。MIN= -200.00dBm 。MAX= 200.00dBm 。[存入易失性存储器]

CALCulate : DB : REference? [MIN | MAX]

查询 dB 相对值。

CALCulate:DBM:REFerence{<Value>}|MIN|MAX}

选择 dBm 参考值。dBm 参考值为下列之一：50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150, 250, 300, 500, 600, 800, 900, 1000, 1200, 或 8000Ω。MIN = 50Ω。MAX = 8000Ω。[存入非易失性存储器]

CALCulate:DBM:REFerence{MIN|MAX}

查询 dBm 参考电阻。

CALCulate:LIMit:LOWER{<Value>}|MIN|MAX}

设定极限测试的下限。下限可设为目前功能最高量程的 0 到 ±120% 之间的任意数。MIN = 最高量程的 -120%。MAX = 最高量程的 120%。[存入暂时性存储器]

CALCulate:LIMit:LOWER{MIN|MAX}

查询下限。

CALCulate:LIMit:UPPer{<Value>}|MIN|MAX}

设定极限测试的上限。下限可设为目前功能最高量程的 0 到 ±120% 之间的任意数。MIN = 最高量程的 -120%。MAX = 最高量程的 120%。[存入暂时性存储器]

CALCulate:LIMit:UPPer{MIN|MAX}

查询上限。

DATA:FEED RDG_STORE{“CALCulate”“1”}

选择使用 INITiate 命令取出存储在万用表的内部存储器或是未存入的读数。

在缺省状态 (DATA:FEED RDG_STORE, “CALC”) 当执行 INITiate 时存储器可存储多至 512 个读数。MEASure? 和 CONFIGure 命令自动选择 CALC。在存储器停用时 (DATA:FEED RDG_STORE, “CALC”), 使用 INITiate 测得读数未被存储。在极值操作中此命令可能有用, 因为它使你得到读数的平均值而不用存储每一个值。若您要试图使用 FETCH? 命令将读数传送到输出缓冲器, 就会产生错误。

DATA:FEED?

查询读数存储器状态返回“CALC”或“”。

触发

请同时参阅第三章从第 71 页开始的“触发”。

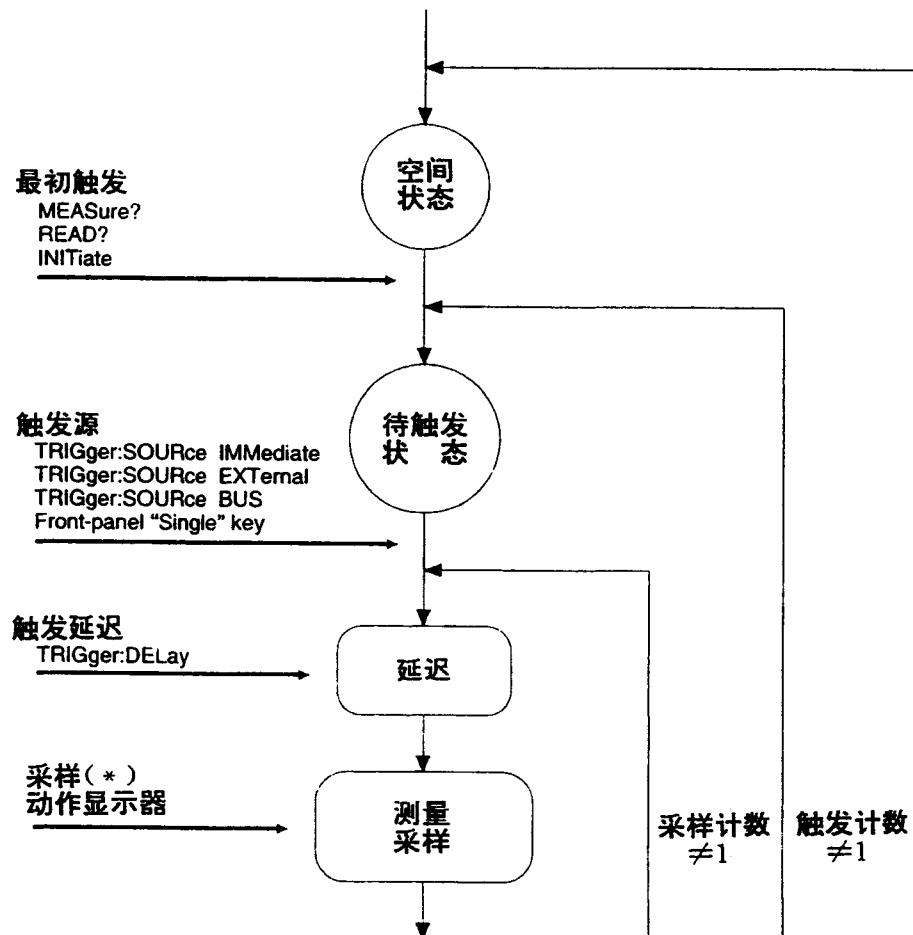
您可以利用万用电表的触发系统,手动或自动地产生触发信号。每次触发可取数个读数,并可在每次取读数之前插入延迟时间。在正常状况下,万用电表每接收一个触发信号,会取一个读数,但是您可以指定每次触发取数个读数(最多到 50,000 个)。

经由遥控接口触发万用电表需要多重处理步骤,这些步骤可提高触发灵活性。

- 首先,您必须选择功能、量程和分辨率等等,来配置万用电表进行测量。
- 接着您必须指定触发源,万用电表将从这个触发源接受触发信号。万用电表可以接受从遥控接口来的软件(总线)触发,从后面板 Ext Trig(外部触发),端来的硬件触发,或内部的立即触发。
- 然后,您必须确认万用电表是否已经准备好,可以接受从指定触发源来的触发信号(这就是所谓的等待触发状态)。

下一页是万用电表的触发系统图。

Agilent 34401A 触发系统



触发万用表是一多重步骤的处理程序

等待触发状态

在您配置了万用电表并选择触发源之后,您必须将万用电表设为等待触发状态。万用电表必须在这种状态,才会接受触发信号。如果有触发信号,并且万用电表在“等待触发”状态,测量程序就会开始,并且开始取读数。

“等待触发”状态主要用于遥控接口操作。如果触发信号从前面进来,则万用电表会一直处于“等待触发”状态,并可随时接受触发信号,除非测量正在进行中。

您可以将万用电表设为“等待触发”状态,从遥控接口执行下列任一命令。

MEASure?

READ?

INITiate

在您送出命令将万用电表改变“等待触发”状态之后,万用电表大约需要 20ms 的建立时间。在建立时间内发生的任何外部触发,都会被忽略。

触发命令

请同时参考第三章从第 71 页开始的“触发”。

INITiate

将触发系统的状态从“闲置”状态，改变为“等待触发”状态。在收到 INITiate 命令之后，当满足指定的触发条件时，测量便会开始。读数将会存入万用表的内部存储器中(最多可以存储 512 个读数)。读数会一直存在存储器中，直到您取回他们为止。请使用 FETCh? 命令取回读数。

从固件修订版 2 得到一个新的命令，执行开始，您可用 INITiate 读取读数，不必将这些读数存入内部存储器。在读取最小到最大值操作中，这些命令很有用，由于允许您确定的是一系列读数的平均值，不必单个存贮这些值。

DATA:FEED RDG_STORE,""	不存贮读数
------------------------	-------

DATA:FEED RDG_STORE,"CALCulate"	存贮读数(隐含)
---------------------------------	----------

请参见 124 页有关使用 DATA:FEED 命令的进一步说明。

READ?

将触发系统的状态从“闲置”状态，改为“等待触发”状态。在收到 READ? 命令之后，当满足指定的触发条件时，测量便会开始，并且读数会立即送到输出缓冲器上。

TRIGger:SOURce{BUS|IMMEDIATE|EXTernal}

选择触发源，万用表将从这个触发源接受触发信号。万用表可以接受从遥控接口来的软件(总线)触发、内部的立即触发(内定触发源)或从后面板的 Ext Trig(外部触发)端来的硬件触发。(存入暂时性存储器)

TRIGger:SOURce?

查询目前的触发源。传回值为 BUS”“IMM”，或“EXT”。

第四章 遥控接口参考资料 触发命令

TRIGger:DELay{<seconds>}|MIN|MAX}

在触发信号和跟随着的每一个采样之间插入触发延迟。如果您没有指定触发延迟，万用表会自动帮您选择一个延迟。触发延迟时间必须在 0 到 3600s 之间”MIN=0s, MAX=3600s。[存入易失性存储器]

TRIGger:DELay? [MIN|MAX]

查询触发延迟。

TRIGger:DELay:AUTO{OFF|ON}

停用或启动自动触发延迟。自动触发延迟由测量的功能量程、积分时间和 AC 滤波器的设定共同决定。如果您指定触发延迟时间，自动触发延迟会自动关闭。[存入易失性存储器]

TRIGger:DELay:AUTO?

查询自动触发延迟的设定。传回值为“0”(OFF)或“1”(ON)。

SAMPLE:COUNt{<Value>}|MIN|MAX}

设定每次触发万用表取读数(采样)的数量。每次触发取读数的数量必须在 1 到 50,000 之间。MIN=1,MAX=50,000。[存入易失性存储器]

SAMPLE:COUNe? [MIN|MAX]

查询采样计数。

TRIGger:COUNt{<Value>}|MIN|MAX|INFinite

设定万用表在回到“闲置”状态之前，可接受的触发数量。触发数量必须在 1 到 50,000 之间。INFinite 参数会使万用表持续地接受触发(若要回到“闲置”状态，您必须传送一个元件清除命令)。在作本地操作时，触发计数会被忽略。MIN=1;MAX=50,000。[存入易失性存储器]

TRIGger:COUNe? [MIN|MAX]

查询触发计数。 如果您指定触发计数为无限大，查询命令的传回值为“9. 9000000E+37”。

系统相关命令

请同时参考第三章从第 84 页开始的“系统相关操作”。

FETCh?

将读数从万用电表的内部存储器,转移到万用电表的输出缓冲器,您可以从那里再将读数读到总线控制器上。

READ?

触发系统的状态,从“闲置”状态,改为“等待触发”状态。在收到 READ? 命令之后,当满足了指定的触发条件时,测量便会开始,并且读数会立即送到输出缓冲器上。

DISPlay{OFF|ON}

关闭或打开前面板显示器。[存入易失性存储器]

DISPlay?

查询前面板显示器的设定。传回值为“0”(OFF)或“1”(ON)。

DISPlay:TEXT<gucted string>

显示信息在前面板上。万用电表最多可以显示 12 个字符的信息,过多的字符会被舍去。[存入易失性存储器]

DISPlay:TEXT?

查询送到前面板的信息,并传回一引证的字串。

DISPlay:TEXT:CLEar

清除前面板上显示的信息。

SYSTem:BEEPer

立即发出一声蜂鸣声。

SYSTem:BEEPer,STATE{OFF|ON}

停用或启动前面板的蜂鸣器。[存入非易失性存储器]

停用蜂鸣器以后万用电表在下列情况下,就不会再发出蜂鸣声。

- 1 在极值测量时,找到新的最小值或最大值。
- 2 在读数保持状态时,捕捉到稳定的读数。
- 3 在极限测试时,超过极限值。
- 4 在二极管测试功能时,量到正向偏压的二极管。

SYSTem:BEEPer,STATE?

查询前面板蜂鸣器的状态。传回值为“0(OFF)或“1”(ON)。

4

SYSTem:ERRor?

查询万用电表的出错序列。序列中最多可以存储 20 个出错信息。出错信息以先进先出(First-In-First Out FIFO)的次序取回。每一个出错字串可包含 80 个字符。

SYSTem:VERSion?

查询万用电表目前的 SCPI 版本。

DATA:POInts?

查询存储在万用电表内部存储器中的读数的数量。

*** RST**

将万用电表复位为上电时的配置。

*** TST?**

执行万用电表的完整自检。传回值为“0”表示自检成功,“1”表示自检失败。

*** IDN?**

读取万用电表的识别字符串(请确认预留给字符串变量至少 35 个字符的空间)。

SCPI 状态模式

所有 SCPI 仪器配置都以相同方法提供给状态寄存器。状态系统在三个寄存器组中记录各种仪器状况,这三个寄存器组:即状态字节(Status Byte)寄存器,标准事件(Standard Event)寄存器和质疑数据(Questionable Data)寄存器。状态字节寄存器记录了其它寄存器群组中报告的高阶摘要信息。下一页中所示的图为 SCPI 状态系统图。

第六章“应用程序”中包含使用状态寄存器的程序范例。在您读过本章以下部分之后,您会发现这些程序范例的好处。

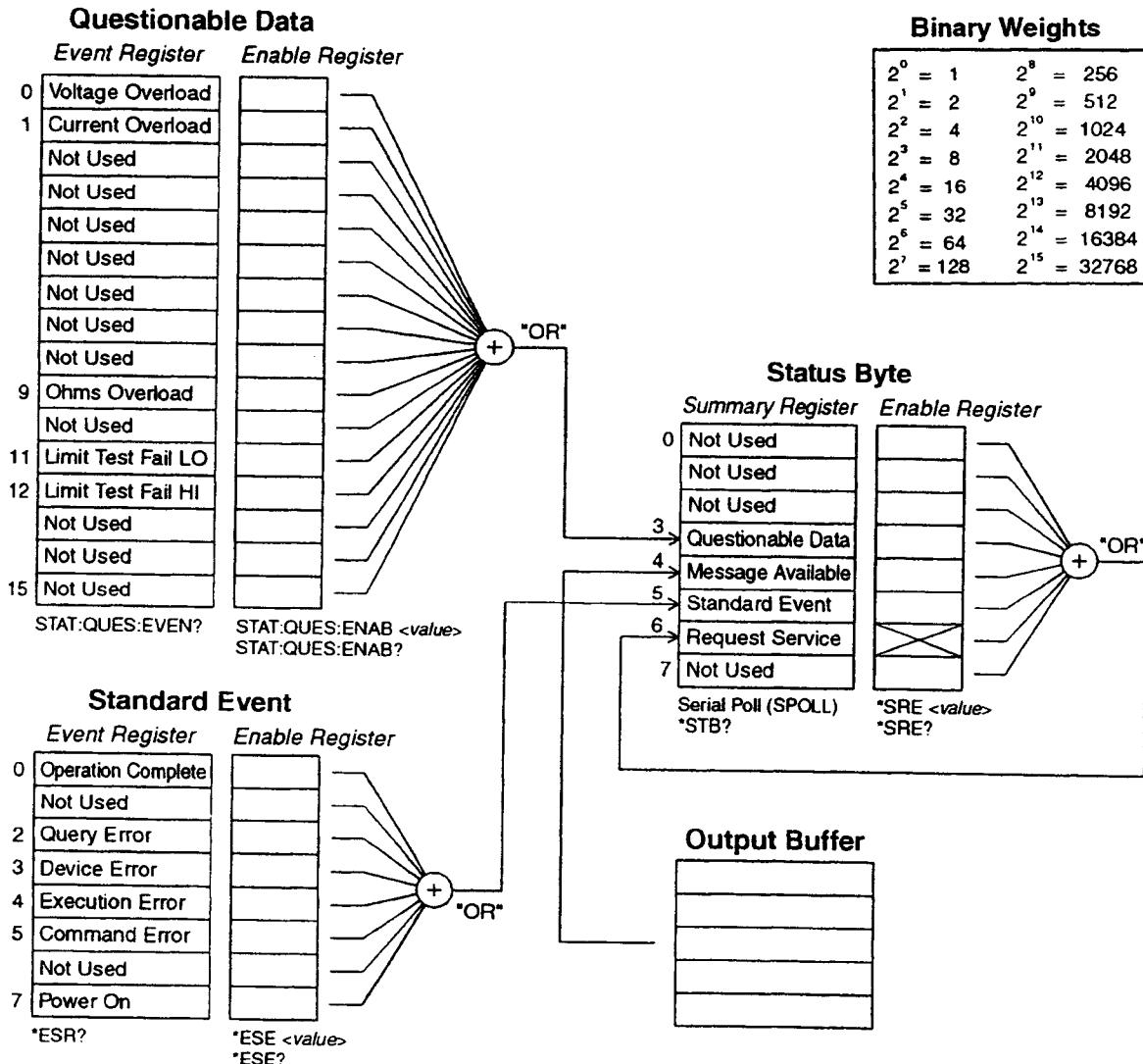
什么是事件寄存器?

标准事件和质疑数据寄存器都有事件寄存器。事件寄存器是只读寄存器它反应了万用电表中所定义的状况。寄存器中的各个位都是锁存的,只要一个事件位被设定,接下来的状态变更都会被忽略。查询寄存器(如 *ESR? 或 STAT:QUES:EVEN)? 或发送 *CLS(清除状态)命令,都会自动清除事件寄存器中的各个位。复位(*RST)或设备清除命令,不会清除事件寄存器中的各个位。查询事件寄存器传回一个十进位的数值,表示寄存器中设备的所有位的二进制加权之和。

什么是允许寄存器(Enable Requests)?

允许寄存器定义在对应的事件寄存器中哪些位进行逻辑或操作形成唯一的累加位。允许寄存器即可读也可写。查询允许寄存器不会清除寄存器的值。*CLS(清除状态)命令不会清除允许寄存器,但会清除事件寄存器中的各个位。STATus:PRESet 命令会清除质疑数据启动寄存器。若要设定允许寄存器中的各个位,您必须将想设定的位所代表的二进位数,以十进位数表示,写入寄存器。

SCPI 状态系统



状态字节

这个状态字节累加寄存器所反应的是来自其他各状态寄存器的状况。查询数据留在多用表的输出缓冲器上，通过“信息可得”位(bit4)立刻反应出来。累加寄存器中的这些位没有被封闭。清除一个事件也把状态字节累加寄存器中的有关位清除了。读取输出缓冲器中的所有信息，其中包括悬而未决的查询，也将“信息可得”位清除。

位定义：状态字节寄存器

位	十进位数值	定义
0 没有使用	1	总是设定为 0。
1 没有使用	2	总是设定为 0。
2 没有使用	4	总是设定为 0。
3 质疑数据	8	质疑数据寄存器中一个或一个以上的位已设置允许寄存器中的位必须“允许”。
4 信息可得	16	万用电表的输出缓冲器上已有可用的数据
5 标准事件	32	标准事件寄存器有一个或一个以上的位已设置(允许寄存器中的位元必须“允许”)。
6 服务请求	64	万用电表要求服务(串行查询)
7 没有使用	128	总是设定为 0。

状态字节摘要寄存器在下列状况时会被清除：

- 执行 *CLS(清除状态)命令。
- 查询标准事件寄存器和质疑资料寄存器，只会清除摘要寄存器上相对应的位。

状态字节使能寄存器(服务请求)在下列状况会被清除：

- 在开启电源之前使用 *PSC 1 命令配置万用电表。
- 执行 *SRE 0 命令。

如果您先前使用 *PSC 0 设定万用电表，状态字节使能寄存器在上电时便不会被清除。

使用服务请求(Service Request,SRQ)和串行查询(Serial POLL)

您必须将总线控制器,配置为能响应 IEEE-488 的服务请求(SRQ)中断信号,来使用这项功能。使用状态字节允许寄存器,以便选择哪几位的累计位将设置低电平的 IEEE-488 SRQ 信号。当状态字节的“服务请求”位(位 6)设为 1 时,会有一个 IEEE-488 SRQ 中断信号自动被送到总线控制器上。接着总线控制器会查询总线上的所有仪器,以确定那一个仪器在要求服务(状态字节中第 6 位设为 1 的那一个)。要求服务位只有在使用 IEEE-488 序列查询来读取状态字节,或在读取累加位已引起服务要求的事件寄存器时才会被清除。

若要读取状态字节累计寄存器,请送出 IEEE-488 串行查询信息。查询累计寄存器的传回值是一个十进位的数值,用来表示寄存器中所有二进位所代表的数值。串行查询将自动清除状态字节累计寄存器上的“要求服务”。位,其它位则不受影响。执行串行查询不会影响仪器的吞吐量。

注意

IEEE-488.2 标准并不确保总线控制器程序和仪器之间的同步。使用 *OPC?命令可保证传送到仪器的前一个命令已执行完毕。在 *RST、*CLS 或其它命令执行完毕之前,执行串行查询,会发生上述同步的问题。

使用 *STB? 读取状态字节

*STB? (状态字节查询)命令和串行查询类似,其不同之处只在于它和任何其它仪器命令的处理方式完全相同。*STB? 命令的传回值和 IEEE-488 串行查询相同,所不同的是,如果串行查询已发生不会清除“服务请求”位。STB? 命令不能自动由 IEEE-488 总线接口硬件处理,并且 STB? 命令只能在以前的命令执行完毕之后,才能执行。使用 *STB? 命令不能进行查询。使用 *STB? 命令不会清除状态字节累计寄存器。

使用 SRQ 中断总线控制器

- 发送总线元件清除信息。
- 用 *CLS(清除状态)命令清除事件寄存器。
- 设定 *ESE(Standard Event Register, 标准事件寄存器)和 *SRE(Status Byte Register 状态字节寄存器)启动遮罩功能。
- 发送 *OPC? (Operation Complete Query)命令并输入其结果,以保证同步。
- 启动总线控制器的 IEEE-488 SRQ 中断信号。

若要确定命令序列什么时间完成

- 发送设备清除信息,以清除万用电表的输出缓冲器。
- 使用 *CLS(清除状态)命令清除事件寄存器。
- 使用 *ESE 1 命令(标准事件寄存器)启动“执行完毕”。
- 发送 *OPC?(Operation Complete Query, 执行完毕查询)命令并输入其结果,以保证同步。
- 发送程序命令字符串,并和前一个命令一样,发送 *OPC(执行完毕)命令。
- 使用串行查询检查状态字节累加寄存器的位 5(标准事件)何时会被设为 1。您也可以发送 *SRE 32(状态字节使能寄存器的位 5),使万用电表产生 SRQ 中断信号。

如何使用信息可得位(Message Available Bit , MAV)

您可以用状态字节的“信息可得”位(位 4),决定可将数据读进总线控制器的时间。当第一个读数触发发生(可能是 TRIGger:SouRce;IMMEDIATE)时,万用表就会将位 4 设为 1。而万用表只有在从输出缓冲器读完所有信息之后,才会清除位 4。

信息可得(MAV)位只能指出,在 READ? 命令之后,何时可使用第一个读数。它不能告诉您什么时候 BUS 或 EXTERNAL 触发事件会发生。

在使用 FETCh? 命令之后接着使用 INITiate 命令,且所有指定测量都执行完毕之后,MAV 位才会被设为 1。在使用 INITiate 时,读数会被放入万用表的内部存储器中。发送 FETCh? 命令会将读数(以 INITiate 命令存储在内部存储器中)转移到万用表的输出缓冲器上。因此,MAV 位只能在所有测量都执行完毕之后,才能设为 1。

使用 *OPC 显示输出缓冲器中的信号

一般而言,最好是使用标准事件寄存器的“执行完毕”位(位 0),来表示命令序列已经执行完毕。在执行 *OPC 命令之后,这个位就会被设为 1。如果在将信息载入万用表输出缓冲器的命令(无论是读取数据或查询数据)之后发送 *OPC,您可以使用执行完毕位来判断什么时候信息可利用。不过,如果在 *OPC 命令执行(依序)之前有太多信息产生,输出缓冲器会饱和,万用表就会停止取读数。

标准的事件寄存器

标准事件寄存器可用来反应下列仪器事件：开机检测、命令语法错误、命令执行错误、自检或校准错误、查询错误或执行 *OPC 命令。上列任一状况或所有状况都可以经由允许寄存器而被反应在标准事件累计位上。您必须使用 *ESE(事件状态启动)命令，写入一个十进位数值，来设定允许寄存器遮罩。

附注：出错状况（标准事件寄存器位 2,3,4 和 5）会记录万用电表错误序列上的一个，或更多个的错误，但是下述状况会除外。使用 SYSTem:ERRor? 读取错误序列。

读数超载状况会同时反应在标准事件寄存器（位 3）和质疑数据事件寄存器 9 位 0,1 或 9 上，但是，万用电表的错误序列上，不会有出错误信息的记录。

位定义：—标准事件寄存器

位	十进位数值	定义
0 操作完毕	1	所有之前的命令以及包括 *OPC 的命令都已执行完毕。
1 没有使用	2	总是设为 0。
2 查询错误	4	万用电表尝试读输出缓冲器，但是，输出缓冲器是空的。或在前一个查询尚未执行完毕之前，又接到一个新的命令。或输入缓冲器和输出缓冲器都已存满。
3 设备错误	8	发生自检、校准或读取超载错误（请参阅第五章中，编号从 501 到 748 的出错信息）。
4 执行错误	16	发生执行错误（请参阅第五章中，编号从 -211 到 -230 的出错信息）。
5 命令错误	32	发生命令语法错误（请参阅第五章中，编号从 -101 到 -158 的出错信息）。
6 没有使用	64	总是设为 0
7 开启电源	128	最后的事件寄存器被读取或清除之后，电源已被关闭和接通。

标准事件寄存器在下列状况时会被清除：

- 发送 *CLS(清除状态)命令。
- 使用 *ESR? (事件状态寄存器)命令查询事件寄存器。

标准事件允许寄存器在下列状况时会被清除：

- 开启电源之前使用 *PSC 1 命令来配置万用电表。
- 执行 *ESE 0 命令。

如果您原先使用 *PSC 0 来配置万用电表,开启电源时,标准事件允许寄存器不会被清除。

质疑数据寄存器

质疑数据寄存器提供了有关万用电表测量结果质量的信息，并反应超载状况和高/低极限测试的结果。所有或其中任一状况都可以经由允许寄存器，反应在质疑数据累计位上。您必须使用 STATus:QUEStionable ENABle 命令，写入一个十进位数值，来设定允许寄存器掩模。

附注：读数超载状况会同时反应在标准事件寄存器(位 3)和质疑数据事件寄存器(位 0,1 或 9)上，但是，万用电表的错误序列上不会有出错信息的记录。

位定义：质疑数据寄存器

定义	位	十进制位值
0 电压超载	1	超过 DC 电压、AC 电压、频率、周期、二极管或比值功能的量程。
1 电流超载	2	超过 DC 或 AC 电流功能的量程。
2 没有使用	4	总是设为 0。
3 没有使用	8	总是设为 0。
4 没有使用	16	总是设为 0。
5 没有使用	32	总是设为 0。
6 没有使用	64	总是设为 0。
7 没有使用	128	总是设为 0。
8 没有使用	256	总是设为 0。
9 电阻越载	512	超过两线或四线电阻功能的量程。
10 没有使用	1024	总是设为 0。
11 极限测试失败 LO	2048	读数小于极限测试的下限。
12 极限测试失败 HI	4096	读数超过极限测试的上限。
13 没有使用	8192	总是设为 0。
14 没有使用	16384	总是设为 0。
15 没有使用	32768	总是设为 0。

质疑数据事件寄存器在下列状况时会被清除：

- 执行 *CLS(清除状态)命令。
- 使用 STATus:QUEStionable:EVENt? 查询事件寄存器。

质疑数据使能寄存器在正确状况时会被清除：

- 开启电源(不必使用 *PSC)。
- 执行 STATus:PRESet 命令。
- 执行 STATus:QUEStionable:ENABLE 0 命令。

状态报告命令

SYSTem:ERRor?

查询万用表的错误序列。序列中最多可以存储 20 个出错信息。出错信息以先进先出(First-In-First Out, FIFO)的次序取回。每一个错误字符串可包含 80 个字符。

STATus:QUEStionable:ENABLE<enable value>

启动质疑数据允许寄存器中的位。而已选择的位会反应到状态字节。

STATus:QUEStionable:ENABLE?

查询质疑数据允许寄存器。万用表会传回一个二进制加权的十进制位,这表示位设定在允许寄存器中。

STATus:QUEStionable:ENENt?

查询质疑数据事件寄存器。万用表会传回一个十进制值,它相应于寄存器中设置的所有位的二进制加权之和。

STATus:PREset

清除质疑数据允许寄存器中的所有位。

*** CLS**

清除状态字节累加寄存器和所有事件寄存器。

*** ESE<enable Value>**

启动标准事件启动寄存器中的位。而已选择的位会反应到状态字节。

*** ESE?**

查询标准事件允许寄存器。万用表会传回一个十进制值,表示寄存器中设定的所有位的二进制加权之和。

第四章 遥控接口参考资料 状态报告命令

* ESR?

查询标准事件寄存器。万用电表会传回一个十进制位值,表示寄存器中设定的所有位所代表的二进制加权之和。

* OPC

在执行命令之后,设定标准事件寄存器中的“执行完毕”位(位元)。

* OPC?

在执行命令之后,传回“1”到输出缓冲器。

* PSC{0|1}

开机后便清除状态。在电源开启(* PSC 1)时清除状态字节和标准事件寄存器的启动遮罩。如果已先执行 * PSC 0,则在电源开启(* PSC 1)时,状态字节和标准事件寄存器的启动遮罩不会被清除。[永久性存储器]

* PSC?

查询上电状态清除设置。传回值为“0”(* PSC 0)或“1”(* PSC 1)。

* SRE<enable value>

启动状态字节允许寄存器中的位。

* SRE?

查询状态字节允许寄存器。万用电表会传回一个十进制位值,表示寄存器中设定的所有位代表的二进制加权之和。

* STB?

查询状态字节累加寄存器,STB? 命类似于串行查询,但是它像任何其他仪器命令被处理。* STB? 命返回一像串行查询那样的结果,而“请求服务”位(位 6)尽管串行查询出现也不被清除。

校准命令

有关万用表校准特性的概况请参阅从第 95 页开始的“校准概述”。

CALibration?

使用指定的校准值(CALibration: VALue Command)完成校准。在你能够校准万用表之前,必须用输入一正确的密码对万用表解除保护。

CALibration: COUNT?

查询万用表来确定已被校准的次数。你的万用表它已经在出厂之前就被校准了。在你收到你的万用表时,要读出计数来确定它的原始数据。[已存入永久性存储器]

- 校准次数可以高达 32,767 次(即最高的次数,而超出此次数后,就要回到零。因为每做一校准点就增加一次。一个完整的校准将要增加很多次数。

CALibration: SECure:CODE<new code>

输入一新的密码。为了改变密码,就必须先用一旧的密码,来解除对万用表的保护,然后再输入一新的代码。校准代码可以包含有多达 12 个字符。[已存入永久性存储器]

CALibration: SECure: STAtE {OFF|ON}<code>

解除、或保护万用表的校准保护。校准代码可以包含有多达 12 个字符。[已存入永久性存储器]

CALibration: SECure: STAtE?

查询万用表的保护状态,返回“0”(OFF)或“1”(ON)。

CALibration: STRing <quoted string>

记录多用表的校准资料。比如,你可以储存最后的校准时间、下一次校准的预定日期,仪器的串序号、或为一次新的校准进行连络的人员的姓名和电话等。[存入永久性存储器]

- 你可以通过遥控接口记录校准信息有关的资料,但是你可以从前面板菜单、或遥控接口读出信息。
- 校准信息可以容纳多达 40 个字符。但是,万用表只能在前面板上显示信息的 12 个字符(多余的字符都被舍去)。

CALibration: STRing?

查询校准信息,返回一引证字符串。

CALibration: VALue<Value>

通过校准步骤确定已知的校准信号的值。

CALibration: VALue?

查询现今的校准值。

RS-232 接口配置

请参阅第三章第 91 页的“遥控接口的配置”。

用位于后面板的 9 针(DB-9)系列的连接器,把万用表与 RS-232 接口连接。万用表就成为一数字终端设备(DTE)的结构。对于用 RS-232 接口的通讯,万用表使用两个信号交换线:即在第 4 针上的 DTR 和在第 6 针上的 DSR。

以下各节包括了帮助你在 RS-232 接口上使用万用表的资料。RS-232 用的程序命令列于第 153 页上。

RS-232 配置概述

用下列所示的参数来构成 RS-232 接口。

用前面板的 I/OMENU 来选择波特率、奇偶性和数据位数(如要详细资料参阅第 163 和 164 页)。

- 波特率:300,600,1200,2400,4800 或 **9600 波特**(工厂设置为 9600)。
- 奇偶性和数据位:**None/8 个数据位**(工厂设置)

偶数/7 个数据位

或奇数/7 个数据位

- 起始位数:**1 位**(固定的)
- 终止位数:**2 位**(固定的)

小心

如果你已经给万用表在第 1 针和第九针上配置了输出通过和不通过信号时,就不用 RS-232 接口。

RS-232 数据帧格式

字符帧组成了所有的传输位,帧是由单个字符组成的。帧是被定为从起始位到最后终止位之间的字符(也包括了起始位和终止位)在帧当中,可以选择波特率,数据位数和奇偶类别。万用表用下列的7个数据位和8个数据位的帧格式。

奇偶性 = 偶、奇	起始位	7个数据位	奇偶位	终止位	终止位
奇偶性 = NONE	起始位	8个数据位		终止位	终止位

连接计算机、或终端设备

为把万用表接到计算机、或终端设备。你应该要有通用的接口电 *。大多数的计算机和终端是 DTE 设备。因为万用表也是一 DTE 设备;所以你必须用一 DTE 设备对接的接口电 *。这些电 * 也被称为零位调制解调器 (null-modem)、调制解调等效天线(modem-eliminator)或交迭(Crossver)电 *。

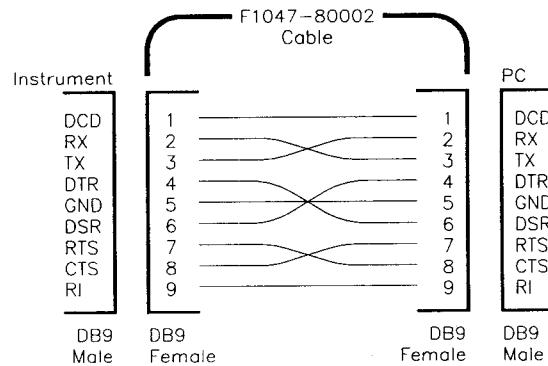
接口电 * 的每个端后上也必须是通用的连结器、并且内部装线也必须正确。典型的连接器有 9 针(DB-9 连接器)或 25 针(DB-25 连接器)并带有一“阳性”或“阴性”插头。阳性连接器有插针在连接器壳体里面,而阴性连接器有洞孔在连接器壳体里面。

如果你为你的配置找到正确的电 *。你可以要用一接线转换器,如果你正在使用一 DTE 设备对接电 *,确认转换器是一直通型。那么典型的转换器包括阴-阳性的变换、零位调制解调转换和 DB-9 对 DB-25 转换。

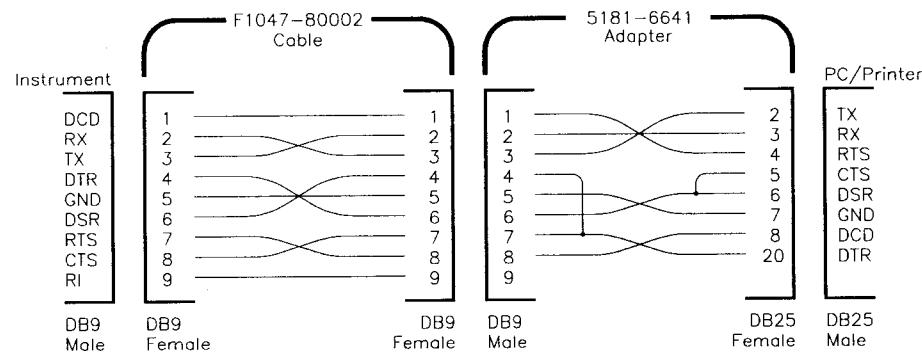
参阅在下一页万用表与大多数计算机或终端设备连接的电 * 和转换器的示意图。如果你的配置与那些叙述的不相同。那么就订购 Agilent 34399A 转换器附件。这个附件包括连接其它计算机用的转换器、终端、和调制解调器。同附件中还包括了说明书和引线图。

DB-9 串行连接

如果你的计算机,或终端设备有一带阳性连接器的 9 针串行接口。就使用 Agilent 34398A 电缆附件包中的零位调制解调电缆。这个电 * 的每个终面上有一 9 针阴性连接器,电缆的 9 针示意图如下图所示。

**DB-25 串行连接:**

如果你的计算机、或终端设备有一带阳性连接器的 25 针串行接口。那么就使用 Agilent 34398A 电缆附件包中的零位调制解调电缆和 25 针转换器。电缆和转换器的示意图如下图所示。



DTR 和 DSR 信号交换协议

把万用表配置成为一 DTE 设备，并用 RS-232 接口的 DTR 和 DSR 线来实现信号交换。万用表用 DTR 线发送一释抑(hold-off)信号、DTR 线必须是在万用表将从接口接受数据之前安装好。当万用表把 DTR 线设置错误时，数据必须在 10 个字符之内被仃止。

为了阻止 DTR 和 DSR 之间信号交换，不连接 DTR 线，并且连接 DSR 线到逻辑真。如果你阻止 DTR 和 DSR 信号交换、也选择一慢速的波特率(300、600 或 1200 波特)来保证数据的正确传输。

万用表在下列情况设置 DTR 线为错误(FALSE)。

1. 当万用表的输入缓冲器已满(即已经接收了大约 100 个字符)时，它设置 DTR 线于错误(RS-232 连接器上第 4 针)当在输入缓冲器中有足够的字符已经被移开，腾出空间时，万用表就设置 DTR 线为真(除非第二个情况(如下述)防止这个设置外)。
2. 当万用表想通过接口对话(其意思是它已经处理查询)并接收 -<new line> 信息终端负载时，万用表将设置 DTR 为错误。这意味着一旦查询已经被送到万用表、控制器应该在企图再送数据之前读出反应。也就是说，-<new line> 必须终止命令行。反应已被输出后，万用表再设置 DTR 线为真，除非第一种情况(如上述)防止这个设置外。

万用表监测 DSR 线，确定控制器什么时候准备好接受接口上的数据。万用表在每个字符送出之前监视 DSR 线(在 RS-232 连接器上第 6 针)。如果 DSR 是错误、输出被中止。当 DSR 线是真的，传输将又恢复。

←—当输出被中止时,万用表保持 DTR 线为错误状态。接口的僵局状况一直存在到控制器维护 DSR 线是真,允许万用表完成传输为止。你可以通过发送<Ctrl-C>字符来打破接口的僵局,即清除进行中的操作,并放弃期间的输出(这是相当于 IEEE-488 设备的清除作用),对于<Ctrl-C>字符,当万用表保持 DTR 线为错误状态时,由万用表可靠地识别,控制器首先必须设置 DSR 为错误状态。

RS-232 故障诊断

这儿有些关于查对你通过 RS-232 接口进行通讯时是否有问题的事情。
如果你需要额外的帮助,用你的计算机查阅有关文件:

- 核实万用表和你的计算机是否配置相同的波特率、奇偶性和数据位数。确认你的计算机是否用一个起始位、二个终止位。<这些值在万用表上是固定的)
- 确认执行 SYSTem:REMote 命令使万用表置于遥控状态。
- 核实你已经连接正确的接口电缆和转换器、电缆是否有供你系统用的通用连接器,内部连线是否正确。Agilent 34398A 电缆附件包可以用于把万用表与绝大多数的计算机、或终端设备连接。
- 核实你现有的连接的接口电缆,是正确接到你的计算机上的串行接口 (COM₁, COM₂ 等)。

RS-232 接口命令

用前面板 I/QMENU(菜单)来选择波特率、奇偶性、和数据位数<更详细的资料参阅第 163 页和 164 页>。

SYSTem:LOCAL.

把万用表置于用 RS-232 操作的本地(local)模式。所有在前面板上的按键都是功能键。

4

SYSTem:REMote

把万用表置于用 RS-232 操作的遥控模式,前面板上所有按键(除了 LOCAL 键以外)都被释放。

送 SYSTem:REMote 命令把万用表置于遥控模式、当没有将万用表配置为遥控操作时、通过 RS-232 接口传送、或接收数据可能会出现无法预测的结果。

SYSTem:RWLock

将万用表置于 RS-232 操作用的遥控模式、这个命令是与 SYSTem:REMote 命令相同、除了前面板上所有的键包括 LOCAL 键在内都被释放。

Ctrl-C

通过 RS-232 接口清除过程中的操作,并放弃任何悬而未解决的输出数据,这是等效于 GPIB 接口上 IEEE-488 设备清除作用。

SCPI 语言介绍

SCPI(可程控仪器用的标准语言)是一为测试和测量仪器而设计的基于 ASCII 仪器命令语言。有关万用表在遥控接口编程的基本技术的介绍请参阅第 112 页开始的“简化编程的概述”一文。

SCPI 命令是基于一分级结构,也就是众所周知的“树”、系统。在这系统中,连带的命令聚集在一起,成为公共层或根层,于是形成了子系统。SENSE 子系统的部份正如下面所示的例子说明了“树”系统。

SENSE:

VOLTage:

DC:RANGE{<rang>|MINimum|MAXimum|}

VOLTage:

DC:RANGE? [MINimum|MAXimum]

FREQency:

VOLTage:RANGE{<rang>|MINimum|MAXimum}

FREQency:

VOLTage:RANGE? [MINimum|MAXimum]

DETector:

BANDwidth{3|20|200|MINimum|MAXimum}

DETector:

BANDwidth? [MINimum|MAXimum]

ZERO:

AUTO{OFF|ONCE|ON}

ZERO

AUTO?

SENSe 是命令的根部层关键词,VOLTage 和 FREQency 是第二级(层)关键词,DC 和 VOLTage 是第三级(层)的关键词。冒号(:)从较低层的关键词分隔出一公用的关键词。

在本手册中使用的命令格式

在这手册中用于表示命令的格式如下述所示：

VOLTage:DC:RANGe{<range>}|MINimum|MAXimum}

命令语法示出,大多数命令(和部份参数)是以大写和小写字母混合使用。大写字母指出命令中缩写拼读,对于比较短的程序行,送缩写结构,对于比较易读的程序送一长的结构。

比如,在上述语法语句中,VOLT 和 VOLTAGE 是两种可接式的格式,你可以用大写、或小写字母,而 VOLTAGE、volt、和 volt 都是可以接受的,其它格式,如 VOL 和 VOLTAG 将产生一错误。

大括号({})封闭了为给命令语法选择的参数。大括号是不同命令语法一起送出。

垂直条(|)指出命令语法的多种选择参数。

三角括号(<>)表示你必须为已封闭的参数定义一数值。比如,上述语法语句示出在三角括号中被封闭的量程参数。括号是不同命令语法一同送出,你必须为参数定义一数值(比如:(VOLT:DC:RANG10")。

某些参数被封闭在方括号([])中。这种括号示出:参数是可选择的,并且是可以被忽略的。括号是不同命令语法一词送出。如果你没有为可选的参数定义一个数值,万用表就要选择一预定值。

命令分离符

冒号(:)是用于从一较低层次的关键词中分离出命令的关键词。你必须在一从命令关键词分离出的参数插入一空白间隔。如果,命令要求十个以上参数、你必须用一如下面所示的逗号把紧接着的参数分隔开:

“CONF:VOLT:DC 10,0.03”

分号(;)用于分隔在同一子系统中的命令。比如:发送如下的命令语法:

“TRIG:DELAY 1; COUNT 10”

这是与发送下面所示的两个命令相同:

“TRIG:DELAY 1”

“TRIG:COUNT 10”

用一冒号和一分号来连结从不同子系统来的命令,比如:在下面的命令语法中,如果你不同冒号和分号就会产生错误:

“SAMP:COUN 10;:TRIG:SOUR EXT”

使用最小,和最大参数。

你可以为许多命令以 MINimum 或 MAXimum 代替一参数,比如:考虑下述命令:

VOLTage:DC:RANGe{<range>}|MINimum|MAXimum}

代替选择一专用的电压量程,你可以 MIN 代替设置的量程中它的最小值,或以 MAX 代替设置的量程中它的最大值。

查询参数的设置：

你可以用加上问号(?)来查询大多数参数现行值,比如,下列的命令设置取样计数为 10 个读数,如:

“SAMP:COUN10”

你可以用执行下列命令来查询取样计数:

“SAMP:COUN?”

你也可以查询正如下列所允许的最小或最大的计数,如:

“SAMP:COUN? MIN ”

“SAMP:COUN? MAX”

小心

如果你发送了两个查询命令,而没有读取第一个命令的响应,更力图读第二个命令的响应,你可能会先接收一些第一个响应的数据,接着才是第二个响应的完整数据。为避免这种情况,在发没有读取响应时,不发送查询命令。当你无法避免这种情况时,在送第二个查询命令之前先发送一设备清除命令。

SCPI 命令终止

命令语法送到万用表必须用—<new line>字符终止。IEEE-488EQI 信息是作为—<new line>字符来断读,并可以被用于终止一命令语法而代替<new line>字符。<Carriage return>后面是<new line>亦是可以接受的。命令语法的终止将总是复原现行的 SCPI 命令通路于根层。

IEEE-488.2 通用命令：

IEEE-488.2 标准规定通用命令的设置。它执行像复位，自检、和状态操作等功能。通用命令总是以一星号(*)开头，有4个到5个字符那么长，并且可能包括一个或多个参数。命令的关键词从第一个参数开始用一空白间隔分隔开。用一分号来分隔像下列所示的多重命令的命令：

“‘RST；‘CLS；‘ESE32；‘OPC?’”

SCPI 参数的类别

SCPI 语言定义几个不同的数据格式，被用于程序信息，和响应信息。

数字参数：

需要数字参数的命令将接受所有通常使用的十进制的数字表达式，包括：任意选择的正负号、小数点、和科学符号。对于数字参数的专用值，如 MINimum(最小值) MAXimum(最大值) 和 DEFault<缺省值>也是被接受。你也可以送工程单位的后缀，它具有数字参数(即是 M,K, 或 U)。如果只是接受特殊的数字值，那么万用表将自动地完成输入数字参数。下列命令使用数字参数，

VOLTage:DC:RANGE{<range>|MINimum|MAXimum}

离散参数：

离散参数被用于程序设置，它有有限的若干个值(像 BUS、IMMEDIATE, EXTERNAL)，它有像命令的关键词那样的长格式和短格式。你可以用大写字母和小写字母混合组成。查询响应将总是以全部大写字母返回短格式。下述的命令就是用离散参数：

TRLGger:SOURce{BUS|IMMEDIATE|EXTERNAL}

布尔参数：

布尔参数代表一单一二进制状态，它要嘛是真、要嘛是假。对一假的状态，万用表将接受“OFF”或“0”。对于一真的状态，万用表将接受“ON”或“1”。当你查询一布尔设置时，仪器总是返回到“1”或“0”。下列的命令使用一布尔参数。

INPut:IMPedance:AUTO{OFF|ON}

成串参数：

字符串参数(string Parameter)实际上可能包括任何的 ASCII 字符集。字符串必须以相适应的引号(引号可以是单引号,或双引号)来开始和结束。如果要将引号当作字符串的一部分。可以连续打两次,键入两个引号,引号中间不能有任何字符。下列的命令是用一字符串参数。

DISPlay:TEXT<quoted string>

输出数据的格式

输出数据将是在下列表中所示的格式之一：

输出数据的类别	输出数据的格式
非读数查询	<80 个 ASCII 字符串
单个读数(IEEE-488)	SD. DDDDDDDDESDD<nl>
多重读数(IEEE-488)	SD. DDDDDDDDESDD, … , … , <nl>
单个读数(IEEE-488)	SD. DDDDDDDDESDD<cr><nl>
多重读数(IEEE-488)	SD. DDDDDDDDESDD, … , … , <cr><nl>
S 正负号	
D 数值数字	
E 指数	
<nl> 新行字符	
<cr> 回车字符	

使用设备清除命令暂停测量

设备清除是 IEEE-488 的低电平总线信息,可以用来暂停进行中的测量。不同的程序设计语言和 IEEE-488 接口卡,通过各自不同的命令提供存取这项能力。在收到设备清除信息时,状态暂存器,出错序列和所有的配置状态都不会改变。设备清除执行了下列动作:

- 所有进行中的测量立即停止。
- 万用电表回到触发“闲置状态”。
- 清除万用电表的输出和输入缓冲器。
- 万用电表准备好,可以接受新的命令字串。

在 RS-232 操作时,发送 ctrl-c 字符和执行 IEEE-488 设备清除信息具有同等效应。万用电表的 DTR(Data Terminal Ready)信号交换线会在设备清除信息之后设为真。如果需要更详细的资料,请参阅第 146 页的“DTR 和 DSR 信号交换协议”。

设定 TALK ONLY 以使用打印机

您可以将万用电表的 GPIB 地址,设定为“31”即只讲状态(Talk Only)。在这种方式下,万用电表可以直接将读数输出到打印机,不必受总线控制器的地址控制。如果您利用总线控制器,经由 GPIB 接口操作万用电表,则不能使用地址 31。

如果您选择使用 RS-232 接口,并设定 GPIB 地址为只讲状态(31)位址,万用电表会在本地方式时,通过 RS-232 接口发送读数。

设定 GPIB 地址

在 GPIB(IEEE-488)接口上的每一个设备,都必须有一个唯一的地址。万用电表的地址可设定为 0 到 31 之间的任意数。万用电表的地址在出厂时设定为“22”。打开万用电表,地址会显示在前面板上。请同时参阅第 91 页的“GPIB 地址”。

on/off
Shift <

1. 打开前面板菜单。

A:MEAS MENU

4

<<

2. 移到同一层次上的 I/O MENU 选择。

E:I/O MENU

V

3. 往下移一个层次到 GPIB ADDR 命令。

1: GPIB ADDR

V

4. 往下移到“参数”层次,设定地址。

使用左/右和下/上箭号键来改变地址。

^ 22 ADDR

Auto/Man

ENTER

5. 将所有改动存储起来,并关闭菜单。

选定的地址被存储在永久性存储器上,当电源关掉,或遥控接口复位之后,都不会改变。

遥控接口选择

万用电表上同时装有 GPIB(IEEE-488)接口和 RS-232 接口,但是一次只能使能一个接口。万用电表的接口在出厂时选定为 GPIB 接口。请同时参阅第 92 页的“遥控接口选择”。

on/off
Shift <

1. 打开前面板菜单。

A : MEAS MENU

< <

2. 移到同一层次上的 I/O MENU 选择。

E : I/O MENU

V >

3. 往下移一个层次,然后移到 INTERFACE 命令。

2 : INTERFACE

V

4. 往下移到“参数”层次,以选择接口。

使用左/右和下/上箭号键来看接口的选择。选择下列项目之一:GPIB/488 或 RS-232。

GPIB / 488

Auto/Man

ENTER

5. 将所有改动存储起来,并关闭菜单。

选定的接口被存储在永久性存储器上、当电源关掉,遥控接口复位之后,都不会改变。

设定波特率

在 RS-232 操作时,您有六种波特率(Baud Rate)可以选择。万用表的波特率在出厂时设定为 9600。请同时参阅第 93 页“波特率选择”。

on/off
Shift <

1. 打开前面板菜单。

A:MEAS MENU

<<

2. 移到同一层次上的 I/O MENU 选择止。

E:I/O MENU

V > >

3. 往下移一个层次,然后移到 BAUD RATE 命令。

3:BAUD RATE

V

4. 往下移到“参数”层次,以选择波特率。

使用左/右和下/上箭号键来看波特率的选择。选择下列波特率之一:330,
600,1200,2400,4800 或 9600 波特。

9600 BAUD

Auto/Man

ENTER

5. 将所有更动存储起来,并退出菜单。

选定的波特率被存储在永久性存储器上,当电源关掉,或遥控接口复位之后,都不会改变。

设定奇偶校验

您可以选择 RS-232 操作的奇偶。万用表在出厂时的配置为 7 个数据位外加偶位。请同时参阅第 93 页“奇偶选择”。

on/off
Shift <

1. 打开前面板菜单。

A:MEAS MENU

<<

2. 移到同一层次上的 I/O MENU 选择。

E:I/O MENU

V <<

3. 往下移一个层次,然后移到 PARITY 命令。

4:PARITY

V

4. 往下移到“参数”层次,选择奇偶。

使用左/右和下/上箭号键来看奇偶的选择。选择下列之一:无奇偶校验(8 个数据位)偶(7 个数据位)或奇(7 个数据位)。当您设定奇偶时,间接也设定了数据位的个数。

EVEN:7 BTTS

Auto/Man

ENTER

5. 将所有改动存储起来,并关闭菜单。

选定的奇偶被存储在永久性存储器上,当电源关掉,或遥控接口复位之后,都不会改变。

程序语言选择

您可以选择 3 种语言中的一种,经由选定的遥控接口,来为万用电表编程。万用电表在出厂时选定的语言为 SCPI。请同时参阅参 94 页的“程序语言选择”。

On/Off
Shift <

1. 打开前面板菜单。

A : MEAS MENU

4

<<

2. 移到同一层次上的 I/O MENU 选择。

E : I/O MENU

V <

3. 往下移一个层次,然后移到 LANGUAGE 命令。

5 : LANGUAGE

V

4. 往下移到“参数”层次,以选择语言。

选择下列语言之一:SCPI, Agilent 3478A 或 Fluke8840A。

SCPI

Auto/Man

ENTER

5. 将所有变动存储起来,并关闭菜单。

选定的语言被存储在永久性存储器上,当电源关掉,或遥控接口复位后,都不会改变。

其它程序语言的兼容性

您可以设定 Agilent 34401A 去接受，并执行 Agilent 3478A 万用表，或 Fluke 8840A/8842A 万用表的命令。在遥控操作时，您只能存取选定的万用表语言的功能。而您只有通过 SCPI 程序语言，才能完全利用到 Agilent 34401A 的功能。若需更多有关从前面板菜单选择其它语言的资料，请参阅前一页的“程序语言选择”。

原则上，除了自检和校准命令以外，其它两种万用表的所有命令，都可在 Agilent 34401A 上执行。校准 Agilent 34401A 一定要用 SCPI 语言。其它两种万用表的校准命令，不会被执行。

请务必了解，在其它语言的兼容模式，测量的时序可能会有不同。

Agilent 3478 语言设定

除下面所列的命令之外，Agilent 3478A 的所有命令，都可被 Agilent 34401A 以相等的操作接受并执行。若需要有关遥控接口程序更详尽的资料，请参考 Agilent 3478A 操作手册。

Agilent 3478 命令	说明	Agilent 34401A 动作
C	执行校准	该命令可以被接受，但是会被忽略不执行
元件清除	执行自检并复位	不执行自检

Fluke8840A/8842A 语言设定

除了下面所列的命令之外,Fluke8840A 或 8842A 的所有命令,都可以被 Agilent 34401A 以相等的操作接受并执行。若需要有关遥控接口程序设计更详尽的资料,请参考 Fluke8840A 或 8842A 指令手册。

Fluke8840A 命令	说明	Agilent 34401A 动作
G2	GET(取出)校准输入提示	产生 8840A/8842A 第 51 号错误
G4	GET 校准状态	传回“1000”
G8	返回识别字符串	返 回 “ HEWLETT-PACKARD34401A、0.X-X-X”
P2	PUT(放入)可变的校准值	产生 8840A/8842A 的第 51 号错误
P3	PUT 使用者自订的信息	产生 8840A/8842A 的第 51 号错误
Z0	执行自检	自检不会执行但是状态字节中也不会有出错的记录。
C0	存储输入当作校准值	产生 8840A/8842A 的第 51 号错误
C1	开始执行 A/D 校准	产生 8840A/8842A 的第 51 号错误
C2	开始执行高频 AC 校准	产生 8840A/8842A 的第 51 号错误
C3	进入 ERASE 模式	产生 8840A/8842A 的第 51 号错误

SCPI 相容性信息

以下命令只适用于 Agilent 34401A，不包含在 1991.0 版的 SCPI 标准中。不过，这些命令都以 SCPI 格式来设计，并遵循 SCPI 标准的所有语法规则。

许多必要的 SCPI 命令可被万用表接受；但为了简单明了起见，在这本手册中不作说明。这些不作说明的命令的大部分，都和这一章所描述的命令功能相同。

IEEE-488 相容性信息

专用硬件线路	地址命令
ATN 注意	DCL 设备清除
IFC 接口清除	EOI 结束或识别信息终止符号
REN 遥控使能	GET 群组执行触发
SRQ 服务请求中断	GTL 到本地
	LLO 本地锁定(Lock-Out)
	SDC 选定设备清除
	SPD 串行串询取消
	SPE 串行查询启动
IEEE-488.2 共同命令	
* CLS	RST
* ESE<enable value>	* SRE<enable value>
* ESE?	* SRE?
* ESR?	* STB?
* IDN?	* TRG
* OPC	* TST?
* OPC?	
* PSC{0 1}	
* PSC?	

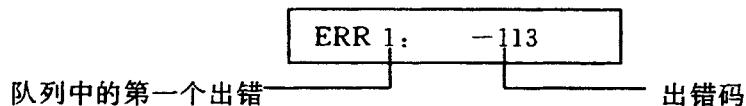
出错信息

出错信息

- 出错按先进先出顺序(FIFO)被检索。返回的第一个出错是第一个被储存的出错。当你已经从队列中读出所有信息时,ERROR 指示器就关闭。万用表每出现一次出错就发出一“嘀”声。
- 发生的出错超过 20 次时,被存入队列的最后一次出错被 -350, “Too many error”话句所代替。在你从队列移出出错之前,没有其它的出错被存入。如果当你读出出错队列时没有发生出错,万用表将以 to, “Noerror”响应。
- 当电源已经关掉或 *CLS(清除状态)命令被执行后,* RST(复位)命令就不再清除出错队列。
- 前面板操作:

3:ERROR (SYS MENU)

如果 ERROR 指示器接通,请按 Shift > (Recall Menu) 键、读出存入队列中的出错、出错在“参数”层水平方向列出。当你来到“参数”层,并关掉菜单时,所有的出错被清除。



- 遥控接口操作:

SYSTem ERRor? 从队列中读出的一个出错

出错有下列格式(出错字符串可以含有多达 80 个字符):

-113, “Undefined header”

执行错误

- 101

Invalid character

在命令字符串中发现无效的字符。你可以在命令标题或参数中插入一个像#、\$或%等字符。例子:CONF:VOLT # DC

- 102

Syntax error

在命令字符串中发现无效的语法。你可以在命令标题头中冒号之前或之后插入一空格,或逗号之前插入一空格。范例:SAMP:COUN,1

- 103

Invalid separator

在命令字符串中发现无效的分隔字符。您可能应该使用冒号、分号或空格,来代替逗号;或可能应该使用逗号,代替了空格。范例:TRIG:COUN,1 或 CONF:FREQ1000 0.1

- 104

Data type error

在命令字符串中发现错误的参数类型。您可能在应该指定字符串的地方,指定一数值或字符串。范例:DISP:TEXT5.0

- 105

GET not allowed

在命令字符串中不能使用群组执行触发(GET)。

- 108

Parameter not allowed

接收到的参数太多,它比命令预期的要多,你可能输入一多余的参数、或是加一个到命令去的参数不能被接受。例:READ? 10

- 109

Missing Parameter

接收到的参数太小,它比命令预期的要少。你可能遗漏了命令所需要的参数,是一个或多个。例:SAMP:COUN

- 112 **Program mnemonic too long** 命令标题头过长。命令标题最多只能有 12 个字符。范例:CONFIGURATION:VOLT:DC
- 113 **Undefined header**
收到的这个命令并不适用于本万用电表。您可能拼错了命令,或这个命令不是有效的命令。如果您使用简要形式的命令,请记住最多只有 4 个字母。范例:TRIGG:COUN3
- 121 **Invalid character in number**
在指定的参数值中发现无效的字符。范例:STAT:QUES:ENAB # B01010102
- 123 **Numeric overflow**
数字参数的指数超过 32,000。范例:TRIG:COUN1E34000
- 124 **Too many digits**
数字参数的小数部分超过 255 个位数(紧接着小数点后的零除外)。
- 131 **Invalid suffix**
数字参数的后缀(suffix)指定错误。后缀可能拼错了。范例:TRIG:DEL0.5 SECS
- 138 **Suffix not allowed**
在数字参数之后收到后缀,但是这个数字参数并不接受后缀。范例:SAMP: COUN 1 SEC(SEC 不是有效的后缀)。
- 148 **Character data not allowed**
收到离散参数,但是字符串参数或数值参数才是期待收到的参数。请检查参数列表,以确定您使用了有效的参数类型。范例:DISP:TEXT ON

- 151 **Invalid string data** 收到无效的字符串。请检查字符串是否以单引号或双引号括住并且字符串包括有效的 ASCII 字符。范例:DISP:TEXT ON(遗漏了后面的引号)。
- 158 **String data not allowed** 所收到的字符串为命令所不准许。请检查参数列表,以确定您使用了有效的参数类型。范例:CALC:STAT 'ON'
- 160 to — 168 **Block data errors** 万用电表不接受区段数据。
- 170 to — 178 **Expression errors** 万用电表不接受数学运算式。
- 211 **Trigger ignored** 收到群组执行触发(GET)或 *TRG,但是触发被忽略。请在发出触发信号之前,确认万用电表处于“等待触发”状态,并确认已选定了正确的触发源。
- 213 **Init ignored** 收到 INITiate 命令,但是由于已经在进行测量,所以无法执行。请发送设备清除使进行中的测量暂停,并将万用电表设为“闲置”状态。
- 214 **Trigger deadlock** 当触发源是 BUS 和接收 READ? 命令时,触发死结就会发生。

— 221

Settings conflict

下列状况之一会产生这个错误：

- 您在自动选档功能启动和具有固定分辨率的状况下,送出 CONFigure 或 MEASure 命令。范例:CONF:VOLT:DCDEF,0.1
- 您开启了数学运算功能(CALC:STAT ON),并改变其中一项数学运算,但是在目前的测量功能中,不能使用这项数学运算功能。例如,在两线电阻测量中不能使用 dB。数学状态会因为这种状况而关闭。

— 222

Data out of range

数字参数值超出命令的有效范围。范例:TRIG:COUN=3

— 223

TOO much data

所收到的字符串长度超过 12 个字符,因而无法执行。这个错误可能由 CALibration:STRing 命令或 DISRlay:TEXT 命令产生。

— 224

Illegal parameter value

收到离散参数,但它不是命令的有效选择命令。您可能使用了无效参数选择。
范例:CALC:FUNC SCALE(SCALE 是无效选择)

— 230

Data stale

收到 FETCh? 命令,但是内部读数存储器是空的。所取回的读数可能无效。

— 330

Self-test failed

从遥控接口(TST? 命令)来的万用电表完整自检失败。除此之外,还有其它特定的自检错误也会反应出来。请同时参阅从第 179 页开始的“自检错误”。

— 350

Too many errors

已发生超过 20 个错误, 错误序列已经饱和。这时候不会再存储其它错误, 直到您从序列中删除一些错误为止。在关闭电源或执行 CLS(清除状态)命令之后, 错误序列会清除。

— 410

Query INTERRUPTED

收到要发送数据到输出缓冲器的命令, 但是输出缓冲器上还包含前一个命令送来的数据(前一个数据并未被改写)。在关闭电源或执行 * RST(复位)命令之后, 输出缓冲器会被清除。

— 420

Query UNTERMINATED

万用电表的地址设为只讲状态位址(也就是说, 经由接口发送数据), 但是并未收到要发送数据到输出缓冲器的命令。例如, 您在执行 CONFigure 命令(这个命令不会产生任何数据)之后, 尝试输入 ENTER 叙述句, 到从遥控接口来的读取数据。

— 430

Query DEADLOCKED

收到的命令产生太多数据, 无法再存入输出缓冲器, 并且输入缓冲器也已经饱和。这个命令将会继续执行, 但是所有的数据都会遗失。

— 440

Query UNTERMINATED after indefinite response

* IDN? 命令必须是命令字串中的最后一个查询命令。范例: IDN?:SYST: VERS?

第五章 出错信息

执行错误

501	Isolator UART framing error
502	Isolator UART overrun error
511	RS-232 framing error
512	RS-232 overrun error
513	RS-232 parity error
514	Command allowed only with RS-232 用 RS-232 接口,只允许三个命令,即 SYSTem:Local,SYSTem:REmote, SYSTem:RWLock
521	Input buffer overflow
522	Output buffer overflow
531	Insufficient memory 使用 INITiate 命令时,在内部存储器中并无足够的存储量可存储所要求的 读数数量。采样计数(SAMPLE:COUNt)和触发计数(TRIGger:COuNt)的乘 积,不能超过 512 个读数。
532	Cannot achieve requested resolution 万用电表不能达到所要求的测量分辨率。您可能是在 CONFIGure 或 MEA- SURE 命令中,指定了无效分辨率。
540	Cannot use overload as matn reference 当数学功能为零位,或 dB 测量时,万用电表无法存储超载读数(9. 90000000E+37)。数学状态会因为这种状况而关闭。
550	Command not allowed in local 在 RS-232 操作本地模式时,万用电表收到 READ? 命令。在经由接口发送其 它的命令之前,应先执行 SYSTem:REMote 命令。

自检错误

下列出错信息为自检时可能产生失败的原因。若需更详细的资料,请参阅维修手册。

- 601 Front panel does not respond
- 602 RAM read/write failed
- 603 A/D sync stuck
- 604 A/D slope convergence failed
- 605 Cannot calibrate rundown gain
- 606 Rundown gain out of range
- 607 Rundown too noisy
- 608 Serial configuration readback failed
- 609 DC gain x1 failed
- 610 DC gain x10 failed
- 611 DC gain x100 failed
- 612 Ohms 500 nA Source failed
- 613 ohms 5uA source failed
- 614 DC 1000V Zero failed
- 615 ohms 10uA source failed

616	DC current sense failed
617	Ohms 100uA source failed
618	DC high voltage attenuator failed
619	Ohms 1 mA source failed
620	AC rms Zero failed
621	AC rms full scale failed
622	Frequency counter failed
623	Cannot calibrate precharge
624	Unable to sense line frequency
625	I/O processor does not respond
626	I/O processor failed self-test

校准错误

下列出错信息为校准时可能产生失败的原因。若需更详尽的资料,请参阅维修手册。

701	Cal security disabled by jumper 校准保护功能已经被万用电表里面的跨接线取消了。果真如此,这个错误会在电源开启时产生,警告您万用电表正处于解除保护的状况。
702	Cal secured 万用电表处于保护状态,无法校准。

- 703 **Invalid secure code**
在尝试解除保护或保护万用表时收到无效的校准安全码。您必须使用保护万用表时所用的安全码,来解除保护,反之亦然。安全码最多可包含 12 个字母数字符,但是第一个字符必须是字母。
- 704 **Secure code too long.**
接收的安全码超过 12 个字符。
- 705 **Cal aborted**
如果您在校准进行中,按下前面版的任何一个按键、发送设备清除或改变万用表的本地遥控状态,校准会立即终止。
- 706 **Cal value out of range**
指定的校准值(CAL:VALue)对目前的功能和范围无效。
- 707 **Cal signal measurement out of range** 指定的校准值(CAL:VALue)与万用表的输入信号不匹配。
- 708 **Cal signal frequency out of range**
AC 校准的输入信号频率不符合校准所需要的输入信号频率。
- 709 **No cal for this function or range**
您不能在作 AC 电流、周期、连续性、二极管,或比值测量,或使用 100MΩ 量程时,执行校准。
- 710 **Full scale correction out of range**
- 720 **Cal DCV offset out of range**
- 721 **Cal DCI offset out of range**
- 722 **Cal RES offset out of range**
- 723 **Cal FRES offset out of range**
- 724 **Extended resistance self cal failed**

725	500V DC correction out of range
730	Precharge DAC convergence failed
731	A/D turnover correction out of range
732	AC flatness DAC convergence failed
733	AC low frequency convergence failed
734	AC low frequency correction out of range
735	AC rms converter noise correction out of range
736	ACrms 100th scale linearity correction out of range
740	Cal checksum failed ,741 Cal checksum failed ,string data
742	Cal checksum failed ,DCV corrections
743	Cal checksum failed ,DCI corrections
744	Cal checksum failed ,RES corrections
745	Cal checksum failed ,FRES corrections
746	Cal checksum failed ,AC corrections
747	Cal checksum failed , GPIB address
748	Cal checksum failed ,internal data

应用程序

应用程序

本章包含了一些遥控接口应用程序,可协助您开发您的测量应用程序。第四章的“遥控接口参考资料”(第 103 页)开始,列出了 SCPI(*standard commands for programmable Instruments*,可编程仪器用标准命令)命令的语法,您可以利用它为万用表编程。QuickBASIC 的范例程序是为 Agilent 82335A GPIB 接口卡和 IBM(R)PC 兼容电脑的命令程序库而写。

在万用电表出厂时,GPIB(IEEE-488)的地址设定为“22”。在本章的范例中,GPIB 的地址假设为 22。发送遥控接口命令时,您必须将这个地址附加到 GPIB 接口的选择码(通常是 7)上。因此,如果地址为 22,选择码为 7,则组合后的结果为“722”。

IBM 是国际商业机器公司(*International Business Machines Corporation*)的美国注册商标。

使用 MEASure? 进行单次测量

以下是使用 MEASure? 命令, 进行单次 AC 电流测量的范例。这是对万用表进行测量的编程的最简单方法。不过, MEASure? 所提供的灵活性并不大。本范例是以 BASIC 和 QuickBASIC 撰写。

使用 BASIC 的 GPIB 操作

```
10  REAL Rdg
20  ASSIGN @Dmm TO 722
30  CLEAR 7          ! Clear GPIB and dmm
40  OUTPUT @Dmm; "*RST" ! Reset dmm
50  OUTPUT @Dmm; "*CLS" ! Clear dmm status registers
60  OUTPUT @Dmm; "MEASURE:CURRENT:AC? 1A,0.001MA" ! Set to 1 amp ac range
70  ENTER @Dmm; Rdg
80  PRINT Rdg
90  END
```

使用 QuickBASIC 的 GPIB 操作

```
REM $Include "QBSetup"
DEV&=722
INFO1$=*RST*
LENGTH1%=LEN(INFO1$)
INFO2$=*CLS*
LENGTH2%=LEN(INFO2$)
INFO3$=MEASURE:CURRENT:AC? 1A,0.001MA"
LENGTH3%=LEN(INFO3$)

Call IOCLEAR(DEV&)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO1$, LENGTH1%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO2$, LENGTH2%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO3$, LENGTH3%)
Call IOENTER(DEV&, Rdg)
Print Rdg
END
```

使用 CONFigure 于数学运算

以下是使用 CONFigure 于 dBm 数学运算的范例。CONFigure 命令的程序设计灵活性比 MEASure? 命令更大一点。它可使您“一点一点增加”地变更万用电表的配置。本范例以 BASIC 和 QuickBASIC 撰写。

使用 BASIC 的 GPIB 操作

```
10  DIM Rdgs(1:5)
20  ASSIGN @Dmm TO 722
30  CLEAR 7          ! Clear GPIB and dmm
40  OUTPUT @Dmm; "**RST"    ! Reset dmm
50  OUTPUT @Dmm; "**CLS"    ! Clear dmm status registers
60  OUTPUT @Dmm; "CALC:DBM:REF 50"      ! 50 ohm reference resistance
70  OUTPUT @Dmm; "CONF:VOLT:AC 1,0.001" ! Set dmm to 1 amp ac range
80  OUTPUT @Dmm; "DET:BAND 200"        ! Select 200 Hz (fast) ac filter
90  OUTPUT @Dmm; "TRIG:COUN 5"        ! Dmm will accept 5 triggers
100 OUTPUT @Dmm; "TRIG:SOUR IMM"      ! Trigger source is IMMEDIATE
110 OUTPUT @Dmm; "CALC:FUNC DBM"      ! Select dBm function
120 OUTPUT @Dmm; "CALC:STAT ON"       ! Enable math
130 OUTPUT @Dmm; "READ?"            ! Take readings; send to output buffer
140 ENTER @Dmm; Rdgs(*)
150 PRINT USING "K, /"; Rdgs(*)
160 END
```

使用 QuickBASIC 于数学运算

```
REM $Include "QBSetup"
DEV&=722
INFO1$="*RST"
LENGTH1%=LEN(INFO1$)
INFO2$="*CLS"
LENGTH2%=LEN(INFO2$)
INFO3$="CALC:DBM:REF 50"
LENGTH3%=LEN(INFO3$)
INFO4$="CONF:VOLT:AC 1,0.001"
LENGTH4%=LEN(INFO4$)
INFO5$="DET:BAND 200"
LENGTH5%=LEN(INFO5$)
INFO6$="TRIG:COUN 5"
LENGTH6%=LEN(INFO6$)
INFO7$="TRIG:SOUR IMM"
LENGTH7%=LEN(INFO7$)
INFO8$="CALC:FUNC DBM"
LENGTH8%=LEN(INFO8$)
INFO9$="CALC:STAT ON"
LENGTH9%=LEN(INFO9$)
INFO10$="READ?"
LENGTH10%=LEN(INFO10$)
DIM A(1:5)
Actual%=0

Call IOCLEAR(DEV&)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO1$, LENGTH1%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO2$, LENGTH2%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO3$, LENGTH3%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO4$, LENGTH4%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO5$, LENGTH5%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO6$, LENGTH6%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO7$, LENGTH7%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO8$, LENGTH8%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO9$, LENGTH9%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO10$, LENGTH10%)
Call IOENTER(DEV&, Seg A(1),5,Actual%)
For I=1 to 5
    Print A(I);
Next I
END
```

使用状态寄存器

以下范例将告诉您,如何使用万用电表的状态寄存器,来判断命令序列执行完毕的时间。若需要详尽的资料,请参阅从第 134 页开始的“SCPI 状态模式”。本范例以 BASIC 和 QuickBASIC 撰写(请参阅第 190 页)。

使用 BASIC 的 GPIB 操作

```
10  REAL Aver,Min_rdg,Max_rdg
20  INTEGER Val,Hpib,Mask,Task
30  ASSIGN @Dmm TO 722
40  CLEAR 7          ! Clear GPIB and dmm
50  OUTPUT @Dmm; "**RST"    ! Reset dmm
60  OUTPUT @Dmm; "**CLS"    ! Clear dmm status registers
70  OUTPUT @Dmm; "**ESE 1"   ! Enable "operation complete" bit to set
                                ! "standard event" bit in status byte
80  OUTPUT @Dmm; "**SRE 32"  ! Enable "standard event" bit in status byte
                                ! to pull the IEEE-488 SRQ line
90  OUTPUT @Dmm; "*OPC?"    ! Assure synchronization
100 ENTER @Dmm; Val
110 !
120 ! Configure the multimeter to make measurements
130 !
140 OUTPUT @Dmm; "CONF:VOLT:DC 10" ! Set dmm to 10 volt dc range
150 OUTPUT @Dmm; "VOLT:DC:NPLC 10" ! Set the integration time to 10 PLCs
160 OUTPUT @Dmm; "TRIG:COUN 100"   ! Dmm will accept 100 triggers
170 OUTPUT @Dmm; "CALC:FUNC AVER;STAT ON" ! Select min-max and enable math
180 OUTPUT @Dmm; "INIT"         ! Place dmm in "wait-for-trigger" state
190 OUTPUT @Dmm; "*OPC"        ! Set "operation complete" bit in standard event
                                ! registers when measurement is complete
200 !
210 Hpib=7
220 ON INTR Hpib GOSUB Read_data
230 Mask=2           ! Bit 1 is SRQ
240 ENABLE INTR Hpib;Mask ! Enable SRQ to interrupt the program
250 !
260 ! Execute other tasks while waiting for data
270 !
```

Continued on next page ➔

使用 BASIC 的 GPIB 操作(续)

```
280 Task=1
290 WHILE Task=1
300   DISP "Taking Readings"
310   WAIT .5
320   DISP ""
330   WAIT .5
340 END WHILE
350 DISP "AVE = ";Aver; "      MIN = ";Min_rdg; "      MAX = ";Max_rdg
360 STOP
370 !
380 Read_data:      !
390 OUTPUT @Dmm; "CALC:AVER:AVER?;MIN?;MAX?" ! Read the average, min, and max
400 ENTER @Dmm; Aver, Min_rdg, Max_rdg
410 OUTPUT @Dmm; "*CLS"      ! Clear dmm status registers
420 Task=0
430 RETURN
440 END
```

使用 QuickBASIC 的 GPIB 操作

```
REM $Include "QBSetup"
ISC&=7
DEV&=722
INFO1$="*RST"
LENGTH1%=LEN(INFO1$)
INFO2$="*CLS"
LENGTH2%=LEN(INFO2$)
INFO3$="*ESE 1"
LENGTH3%=LEN(INFO3$)
INFO4$="*SRE 32"
LENGTH4%=LEN(INFO4$)
INFO5$="*OPC?"
LENGTH5%=LEN(INFO5$)
INFO6$="CONF:VOLT:DC 10"
LENGTH6%=LEN(INFO6$)
INFO7$="VOLT:DC:NPLC 10"
LENGTH7%=LEN(INFO7$)
INFO8$="TRIG:COUN 100"
LENGTH8%=LEN(INFO8$)
INFO9$="CALC:FUNC AVER;STAT ON"
LENGTH9%=LEN(INFO9$)
INFO10$="INIT"
LENGTH10%=LEN(INFO10$)
INFO11$="*OPC"
LENGTH11%=LEN(INFO11$)
INFO12$="CALC:AVER:AVER?;MIN?;MAX?"
LENGTH12%=LEN(INFO12$)
INFO13$="*CLS"
LENGTH13%=LEN(INFO13$)
DIM A(1:3)
Actual%=0
Reading=0
```

Continued on next page ➔

使用 QuickBASIC 的 GPIB 操作(续)

```
Call IOCLEAR(DEV&)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO1$, LENGTH1%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO2$, LENGTH2%)
ON PEN GOSUB RESULTS
PEN ON
Call IOPEN(ISC&, 0)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO3$, LENGTH3%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO4$, LENGTH4%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO5$, LENGTH5%)
Call IOENTER(DEV&, Reading)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO6$, LENGTH6%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO7$, LENGTH7%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO8$, LENGTH8%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO9$, LENGTH9%)
BACK:GOTO BACK
RESULTS:
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO10$, LENGTH10%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO11$, LENGTH11%)
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO12$, LENGTH12%)
Call IOENTERA(DEV&, Seg A(1), 3, Actual%)
For I=1 to 3
    Print A(I);
Next I
Call IOOUTPUTS(DEV&, INFO13$, LENGTH13%)
END
```

使用 Quick BASIC 的 RS-232 操作

以下范例将告诉您,如何利用 Quick BASIC 并经由 RS-232 接口发送命令指令,及接收命令的响应。

使用 Quick BASIC 的 RS-232 操作

```
CLS
LOCATE 1, 1
DIM cmd$(100), resp$(1000)
' Set up serial port for 9600 baud, even parity, 7 bits;
' Ignore Request to Send and Carrier Detect; Send line feed,
' enable parity check, reserve 1000 bytes for input buffer
'
OPEN "com1:9600,e,7,2,rs,cd,lf,pe" FOR RANDOM AS #1 LEN = 1000
'
' Put the multimeter into the remote operation mode
PRINT #1, ":SYST:REM"
'
' Query the multimeter's id string
'
PRINT #1, "*IDN?"
LINE INPUT #1, resp$
PRINT "*IDN? returned: ", resp$
'
' Ask what revision of SCPI the multimeter conforms to
PRINT #1, ":SYST:VERS?"
LINE INPUT #1, resp$
PRINT ":SYST:VERS? returned: ", resp$
'
' Send a message to the multimeter's display, and generate a beep
PRINT #1, ":SYST:BEEP;:DISP:TEXT 'HP 34401A'"
'
' Configure the multimeter for dc voltage readings,
' 10 V range, 0.1 V resolution, 4 readings
PRINT #1, ":CONF:VOLT:DC 10,0.1;:SAMP:COUN 4"
' Trigger the readings, and fetch the results
PRINT #1, ":READ?"
LINE INPUT #1, resp$
PRINT ":READ? returned: ", resp$
END
```

使用 Turbo C 的 RS-232 操作

以下范例告诉您,如何对 AT 个人电脑编程,以进行中断驱动的 COM 端口通讯。AT 电脑上的 SCPI 命令可以送到 Agilent 34401A 上,并且可以接收查询信息命令的反应。本范例以 Turbo C 提写,但是,可以很容易地被修改为 Microsoft(R)Quick C 的程序。

使用 Turbo C 的 RS-232 操作

```
#include <bios.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <dos.h>
#include <conio.h>

#define EVEN_7 (0x18 | 0x02 | 0x04)      /* Even parity, 7 data, 2 stop */
#define ODD_7 (0x08 | 0x02 | 0x04)       /* Odd parity, 7 data, 2 stop */
#define NONE_8 (0x00 | 0x03 | 0x04)      /* None parity, 8 data, 2 stop */
#define BAUD300 0x40
#define BAUD600 0x60
#define BAUD1200 0x80
#define BAUD2400 0xA0
#define BAUD4800 0xC0
#define BAUD9600 0xE0

/* 8250 UART Registers */
#define COM 0x3F8 /* COM1 base port address */
#define THR COM+0 /* LCR bit 7 = 0 */
#define RDR COM+0 /* LCR bit 7 = 0 */
#define IER COM+1 /* LCR bit 7 = 0 */
#define IIR COM+2 /* The rest are don't care for bit 7 */
#define LCR COM+3
#define MCR COM+4
#define LSR COM+5
#define MSR COM+6
```

Continued on next page ➔

6

Microsoft 是微软公司(Microsoft Corporation)的美国注册商标。

使用 Turbo C 的 RS-232 操作(续)

```
#define IRQ4_int      0xC      /* IRQ4 interrupt vector number */
#define IRQ4_enab     0xEF     /* IRQ4 interrupt controller enable mask */
#define INT_controller 0x20    /* 8259 Interrupt controller address */
#define End_of_interrupt 0x20   /* Non-specific end of interrupt command */

void interrupt int_char_in(void);
void send_ctlc(void);

#define INT_BUF_size 9000

char int_buf[INT_BUF_size], *int_buf_in = int_buf, *int_buf_out = int_buf;
unsigned int int_buf_count = 0;
unsigned char int_buf_ovfl = 0;

int main(int argc, char *argv[])
{
    void interrupt (*oldvect)();
    char command[80], c;
    int i;

    oldvect = getvect(IRQ4_int);           /* Save old interrupt vector */
    setvect(IRQ4_int,int_char_in);        /* Set up new interrupt handler */
    bioscom(0,BAUD9600 | EVEN_7,0);      /* Initialize settings for COM1 */
    outportb(MCR,0x9);                  /* Enable IRQ buffer, DTR = 1 */
    outportb(IER,0x1);                  /* Enable UART data receive interrupt */

    /* Enable IRQ4 in 8259 interrupt controller register */
    outportb(INT_controller+1,inportb(INT_controller+1) & IRQ4_enab);

    do {
        if(int_buf_ovfl) {
            printf("\nBuffer Overflow!!!\n\n");
            int_buf_in = int_buf_out = int_buf;
            int_buf_count = int_buf_ovfl = 0;
        }
    }
```

Continued on next page ➔

使用 Turbo C 的 RS-232 操作(续)

```
printf("\nEnter command string:\n");
gets(command); strcat(command, "\n"); /* SCPI requires line feed */

if(command[0] == 0x19) send_ctlc(); /* If ^Y then send ^C */
else if(command[0] != 'q') {
    for(i=0; i<strlen(command); i++) {
        /* Wait for DSR and transmitter hold register empty */
        while(!(inportb(LSR) & inportb(MSR) & 0x20));
        outportb(THR,command[i]); /* Send character */
    }
}

if(strpbrk(command,"?")) { /* If query then get response */
    c = 0;
    do {
        while(int_buf_count && !kbhit()) {
            putch(c = *int_buf_out++); int_buf_count--;
            if(int_buf_out >= int_buf + INT_BUF_size) int_buf_out = int_buf;
        }

        if(kbhit()) {
            if(getch() == 0x19) send_ctlc(); /* if ^Y then send ^C */
            c = 0xa; /* Terminate loop */
        }
    }
    while(c != 0xa);
} /* End if */
}

while(command[0] != 'q'); /* 'q' to quit program */

outportb(IER,inportb(IER) & 0xfe); /* Disable UART interrupt */
outportb(MCR,0x1); /* Disable IRQ buffer, DTR = 1 */
/* Disable IRQ4 in 8259 interrupt controller register */
outportb(INT_controller+1,inportb(INT_controller+1) | ~IRQ4_enab);
setvect(IRQ4_int,oldvect); /* Restore old interrupt vector */

return(0);
}
```

Continued on next page ➡

使用 Turbo C 的 RS-232 操作(续)

```
void interrupt int_char_in(void)
{
    enable();                                /* Enable hardware interrupts */
    if(int_buf_count < INT_BUF_size) {
        *int_buf_in++ = inportb(RDR);          /* Read byte from UART */
        int_buf_count++;
        if(int_buf_in >= int_buf + INT_BUF_size) int_buf_in = int_buf;
        int_buf_ovfl = 0;
    }
    else {
        inportb(RDR);                      /* Clear UART interrupt */
        int_buf_ovfl = 1;
    }
    outportb(INT_controller,End_of_interrupt); /* Non-specific EOI */
}

void send_ctlc(void)
{
    outportb(MCR,0x8);                     /* De-assert DTR */
    delay(10);                            /* Wait 10 mS for stray characters */
    while(!(inportb(LSR) & 0x20));         /* Wait on transmitter register */
    outportb(THR,0x3);                    /* Send ^C */
    while(!(inportb(LSR) & 0x40));         /* Wait for ^C to be sent */
    int_buf_in = int_buf_out = int_buf;
    int_buf_count = int_buf_ovfl = 0;
    delay(20);                            /* 20mS for 34401 to clean up */
    outportb(MCR,0x9);                    /* Assert DTR */
}
```

测量指导

测量指导

Agilent 34401A 能执行极精确的测量,而为了达到最高准确度,您必须采取某些必要的措施,以消除可能的测量误差。在这一章中我们将叙述测量中常发生的误差,并建议您如何避免这些误差。

热电势(EMF)误差

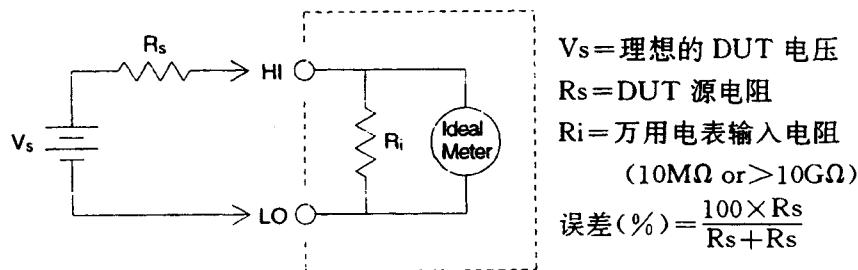
热电势(Thermoelectric)是低电平 DC 电压测量中最普通的误差源。当连接不同温度不同金属的电路时,就会产生热电势。每个金属连接面就是一个热偶(Thermocouple),它会产生和接面温度成比例的电压。您必须采取适当的防范措施,以减少热电势和低电平电压测量中的温度变化。最好的接面是铜对铜的压接。下表中所示为一般不同金属之间连接的热电势。

铜对…	估计值 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
铜	<0.3
黄金	0.5
银	0.5
黄铜	3
铍铜	5
铝	5
柯伐(kovar)或合金 42	40
矽	500
铜氧化物	1000
镉锡焊料	0.2
锡铅焊料	5

Agilent 34401A 的输入端为铜合金。

负载误差(DC V)

当测试器件(Device-Under-Test, DUT)的电阻为万用电表输入电阻的相当百分比率时,就会产生测量负载误差。下图为这个误差来源的电路图。

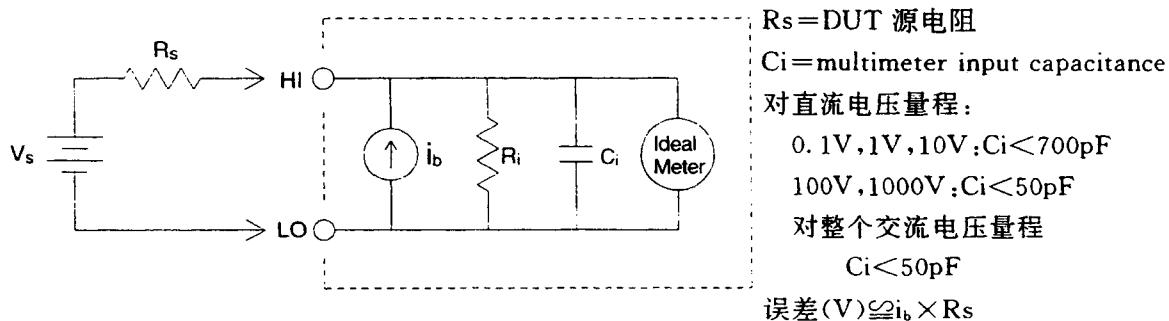


若要减少负载误差的效应和减低噪声干扰,可设定万用电表 100mvdc.1 vdc 和 10 vdc 档的输入电阻大于 $10G\Omega$ 。并将 100vdc 和 100vdc 档的输入电阻固定为 $10M\Omega$ 。

漏电流误差

当万用电表的输入端开路时,输入电容会被输入偏流“充电”(输入电阻为 $10G\Omega$)。于是在 0°C 到 30°C 的环境中,万用电表的测量电路就会有大约 30PA 的输入偏流。而且在 30°C 以上,温度每增加 8 度,偏流就会变成两倍。这个电流会在测试器件的源电阻上造成一个小偏压。这个效应在源电阻大于 $100K\Omega$ 或万用电表的操作温度远大于 30°C 时特别明显。

7



电源噪声电压抑制

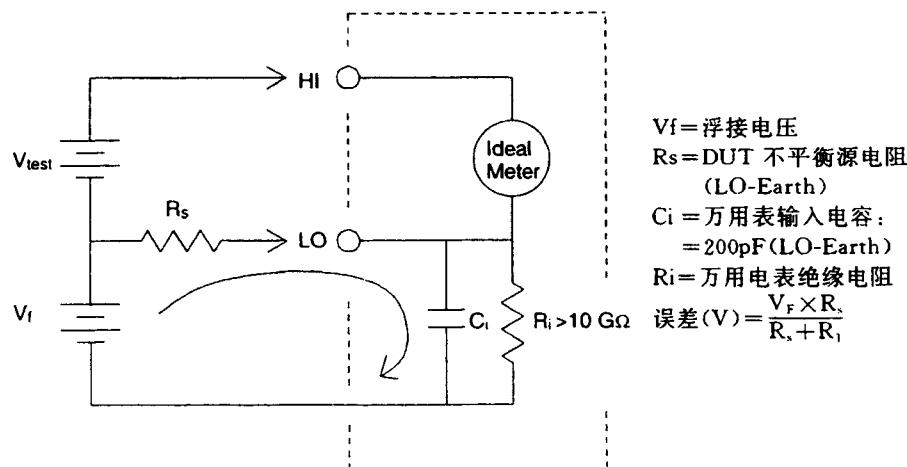
积分式模拟/数字转换器的一重要特性,就是它们抑制假信号(spurious signal)的能力。积分技术(Integrating Technique)可抑制与电源相关的噪声,这种噪声出现在输入端的 DC 信号上。这就是所谓的常模抑制(Normal Mode Rejection,NMR)。万用电表会在固定的时间内用“积分”的办法来测量输入的平均值时,就达到常模噪声抑制。如果您将积分时间设为假信号输入的电源周期(Power Line Cycles,PLC)的整数倍,这些误差(含他们的谐波)都会被平均到接近零。

Agilent 34401A 有三种 A/D 积分时间来抑制电源频率噪声(和电源频率谐波)当万用电表插上电源时,它会先测量电源频率(50Hz 或 60Hz),然后决定适当的积分时间。下表所示为各种配置的噪声抑制程度。若需要较好的分辨率并增加噪声抑制,请选择较长的积分时间。

位数	NPLCs	积分时间	
		60Hz(50Hz)	NMR
4½快速	0.02	400μs(400μs)	—
4½慢速	1	16.7ms(20ms)	60dB
5½快速	0.2	3ms(3ms)	—
5½慢速	10	167ms(200ms)	60dB
6½快速	10	167ms(200ms)	60dB
6½慢速	100	1.67sec(2sec)	70dB

共模抑制(CMR)

理论上,万用电表完全和与地相关的电路隔离。不过如下面所示,万用电表的输入 LO 端和地之间确实存在有限电阻。这会导致相对于地浮接的低电压测量产生误差。



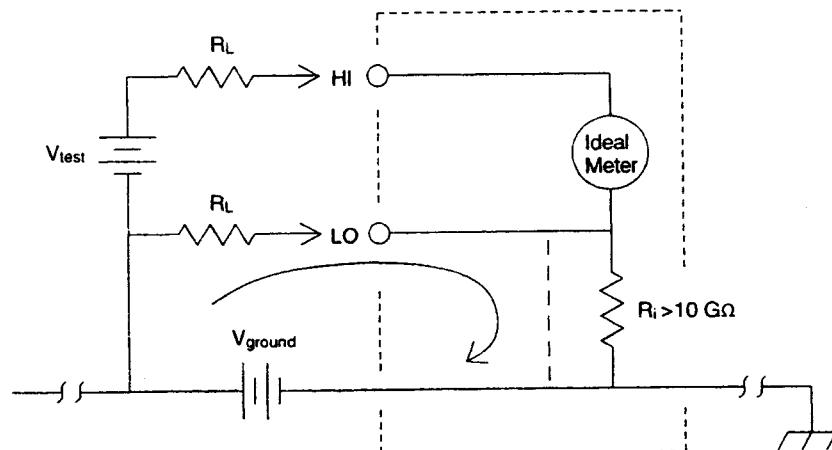
磁回路引起的噪声

如果您在磁场附近进行测量,您必须采取某些必要的措施,避免在测量接线时产生感应电压。尤其在靠近大电流导体工作时,要格外小心。您可以将双绞线连接到万用电表上,以减少噪声产生的回路区域或尽可能将测试引线的两端靠得越近越好。测试引线松脱或振动,也会产生误差电压。在磁场附近操作时,请务必确定测试引线已稳稳地接在一起。而且可能的话,请利用磁蔽材料或隔离来减少产生问题的磁场源。

接地回路引起的噪声

在测量电路上的电压时,如万用电表和测试元件(Device-Under-Test)接到公共的地,就会形成一个“接地回路”。而如以下所述,两个接地参考点(V_{ground})之间的电压差异,便会导致电流流过测量引线。这将造成测量电压的误差,例如噪声或偏压(通常和电源线有关)。

消除接地回路最好的方法是,维持万用电表和接地隔离,不要将输入端接地。如果万用电表一定要接地,请务必记得将它和测试元件,连接到相同的接地点。这将减少或消除元件之间的电压差异。同时如果可能的话,也请确认万用电表和测试元件连接在相同的电插座上。



R_L =引线电阻

R_i =万用电表的绝缘电阻

V_{ground} =接地总线上的电压降

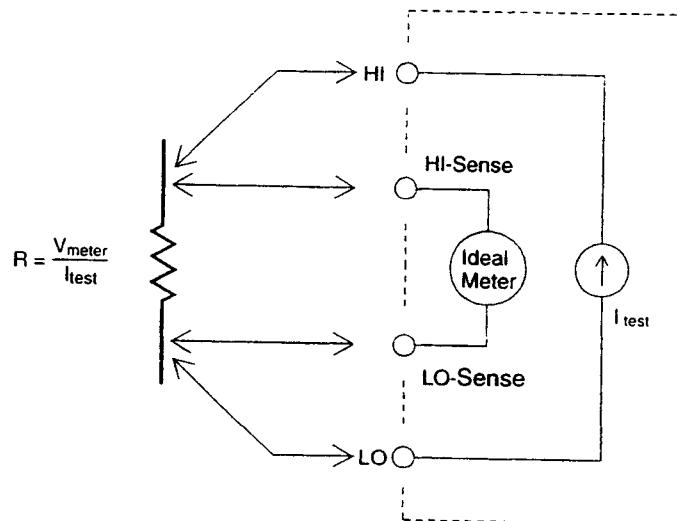
电阻测量

Agilent 34401A 提供两种方法来测量电阻：两线电阻和四线电阻测量。在这两种测量中，测试电流都从输入 HI 端流入，然后流过测量电阻。在两线电阻测量时，万用电表内部会检测被测电阻两端的电压降。因此，测试引线的电阻也会被测量到。四线电阻测量需要分离敏感端连接，由于没有电流流过敏感端引线，所以引线上的电阻不会造成测量误差。

本章前面提到的 DC 电压测量误差，在电阻测量时也会出现。在以下几页中，我们将讨论电阻测量所特有的额外误差源。

四线电阻测量

测量小电阻最精确的方法是四线电阻测量方法。在这种方法中，测试引线电阻和接触电阻的影响都会自动减少。四线电阻测量通常用于自动的测试应用，在这种场面，通常万用表和测试元件之间会有很长的电缆线、很多的接线、或具有可切换的开关。下面是四线电阻测量的建议接线图。请同时参阅第 17 页的“测量电阻”。



去除测试引线电阻误差

若要去除两线电阻测量时测试引线所引起的偏置误差,请执行下面两个步骤。

1. 请将测试引线的两端短路接在一起,万用电表会显示出测试引线的电阻值。
2. 请按下前面板的**Null**键这时候,因为测试引线的两端短路还接在一起,万用电表的屏幕会显示“0”欧姆。

功率耗散效应

测量专为温度测量设计的电阻(或其它温度系数大的电阻性元件)时,万用电表会消耗测试元件的一些功率。如果功率耗散是一个问题,您可在万用电表上,选择大一点的量程,将误差减少到可接受的范围。下表列出数个测量范例。

量程	测试电流	DUT
		满刻度功率
100Ω	1mA	100μW
1kΩ	1mA	1mW
10kΩ	100μA	100μW
100kΩ	10μA	10μW
1MΩ	5μA	30μW
10MΩ	500nA	3μW

建立时间效应

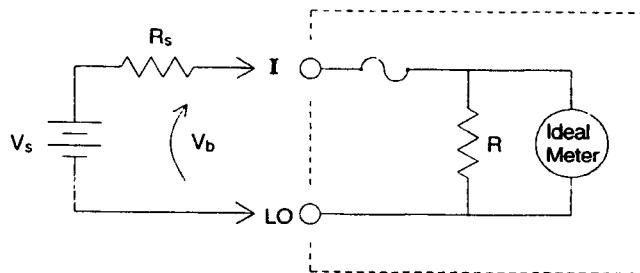
Agilent 34401A 增加自动测量建立延迟时间的功能。在电阻测量且电缆和元件电容总和小于 200pF 时,这个延迟时间的效应并不明显。但是当测量电阻大于 100kΩ 时,延迟时间就特别重要了。因为 RC 时间常数效应,会使建立时间非常长。某些精密电阻和多功能校准器,会使用大并联电容(1000pF 到 0.1μF)和高电阻,来滤掉内部电路引进的噪声电流。电缆和其他元件可能因为其中有非理想电容,而产生介质吸收效应(Dielectric Absorption/Soak Effects),使 RC 时间常数变大,造成建立时间比预测长很多。这会造成刚开始接线之后或量程改变之后的测量误差。

高电阻测量误差

在测量大电阻时,绝缘电阻和表面洁净程度有可能造成重大误差。您必须执行必要的注意事项,以维护“洁净”的高电阻系统。一般而言,测试引线和夹具对于漏电特别敏感,而绝缘材料和“肮脏”薄膜表面所吸收的湿度通常会引起漏电。尼龙和 PVC 绝缘体($10^9\Omega$)比 PTFE 绝缘体($10^{13}\Omega$)的绝缘效果差。在潮湿的环境中测量 $1M\Omega$ 电阻时,尼龙或 PVC 绝缘体的漏电可以很容易造成 0.1% 的测量误差。

DC 电流测量误差

当您将万用电表和测试电路串联测量电流时,会有测量误差产生。这个误差是由万用电表的串联负载电压引起的。如下图所示,导线电阻和万用电表的电流分路电阻共同造成负载电压。



7

V_s =电源电压

R_s =DUT 电源电阻

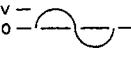
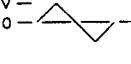
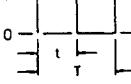
V_b =万用电表负载电压

R =万用电表电流分路电阻

$$\text{误差}(\%) = \frac{-100\% \times V_b}{V_s}$$

真有效值 AC 测量

真有效值响应的万用表,如 Agilent 34401A,可测量外加电压的“热”电位。真有效值测量和“平均响应”测量不同,它是用来测量电阻上的功率消耗。功率和测量到的真有效值电压的平方成正比,和波形无关。平均响应的 AC 万用表只校准到在测量正弦波时和真有效值万用表的读数相同。至于对其它波形,平均响应的万用表,会有下面所示的实质误差。

波形	波峰因数	AC RMS	AC+DC RMS	平均响应误差
	1.141	$\frac{V}{1.414}$	$\frac{V}{1.414}$	校准到误差为 0
	1.732	$\frac{V}{1.732}$	$\frac{V}{1.732}$	-3.9%
	$\sqrt{\frac{T}{t}}$	$\frac{V}{C.F.} \times \sqrt{1 - (\frac{1}{C.F.})^2}$	$\frac{V}{C.F.}$	-46% for C.F. = 4

万用表的 AC 电压和 AC 电流功能,测量 AC 耦合的真有效值。这和上面所示 AC+DC 的真有效值不同。输入波形中只有 AC 部分的“热值”会被(DC 会被滤掉)测量到。正弦波、三角波和方波中,AC 和 AC+DC 值相等,因为这些波形中不包含 DC 偏压。不对称的波形中,如脉冲序列,都含有 DC 电压,但是这些 DC 电压会被 AC 耦合的真有效值测量滤掉。

当在有大 DC 偏压情况下,而要测量小 AC 信号时,AC 耦合真有效值测量得到特别有用。例如,这种状况通常发生在测量 DC 电源上的 AC 纹波。不过,在某些情况下,您可能会想要知道 AC+DC 的真有效值。这个值可以由测量到的 DC 和 AC 结果,计算得到,如下所示。在执行 DC 测量时至少需要 10 个电源周期的积分时间(6 位数模态),以确保最好的 AC 抑制。

$$ac + dc = \sqrt{ac^2 + dc^2}$$

波峰因数误差(非正弦波输入)

普遍的错误观念是“由于 AC 万用电表测量的是真有效值,它的正弦波准确的技术规格自然可适用于其它波形的输入信号”。实际上,输入信号的波形会严重影响测量的准确度。一般用来描述信号波形的方法是指定峰值因数。峰值因数是波形的峰值对 RMS 值的比。

例如,脉冲序列的峰值因数,大约等于占空比倒数的平方根,如上一页表中所示。一般而言,峰值因数越大,高频谐波所包含的能量也就越大。所有万用电表的测量误差,都和峰值因数有关。Agilent 34401A 的峰值因数误差,列在第八章的规格中。请注意,在使用慢速 AC 滤波器时,峰值因数误差不适用于 100Hz 以下的输入信号。

第七章 应用程序 峰因数误差(非正弦波输入)

信号峰值因数所造成的测量误差可以估计如下：

$$\text{误差总和} = \text{误差(正弦波)} + \text{误差(峰值因数)} + \text{误差(带宽)}$$

误差(正弦波)：正弦波误差(如第八章中所示)。

误差(峰值因数)：峰值因数外加误差(如第八章中所示)。

误差(带宽)：估计带宽误差，如下所示。

$$C.F. = \text{信号峰值因数}$$

$$\text{带宽误差} = \frac{-C.F.^2 \times F}{4\pi \times BW}$$

F = 输入基频

BW = 万用电表的 -3dB 带宽

(Agilent 34401A 为 1MHz)

范例

计算脉冲序列输入的大概测量误差，峰值因数为 3，基数为 20kHz。在这个范例中，假设万用电表的九十天的精确度为：±(0.05+0.03%)。

$$\text{误差总和} = 0.08\% + 0.15\% + 1.4\% = 1.6\%$$

负载误差(AC 电压)

在使用 AC 电压测量功能时,Agilent34401A 的输入阻抗为 $1M\Omega$ 电阻并联 $100PF$ 的电容。将信号接进万用电表的电缆也会加入一些电容和负载。下表中所示为万用电表在各种频率时大约的输入电阻。

输入频率	输入电阻
100Hz	$1M\Omega$
1kHz	$850k\Omega$
10kHz	$160k\Omega$
100kHz	$16k\Omega$

低频测量时：

$$\text{误差}(\%) = \frac{-100 \times R_s}{R_s + 1M\Omega}$$

高频测量附加误差：

$$\text{误差}(\%) = 100 \times \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi \times F \times R_s \times C_{in})^2}} - 1 \right\}$$

R_s = 电阻电阻

F = 输入频率

C_{in} = 输入电容($100pf$)加上电缆的电容

满刻度下的测量

万用表在选定量程的满刻度时,有最精确的 AC 测量。自动选档的调整,发生在满刻度的 10% 和 120%。这会使您在某个量程量到满刻度的输入信号,而下一个较高的量程只能量到满刻度的 10%。这种情况的精度显著不同。所以若要得到较高的精度,您应该使用手动选档功能,将量程设到可用的最低量程。

高电压自我加热误差

当您测量超过 300VRms 的电压时,万用表内部的信号调节组件,就会发生自我加热的误差。这种误差已经包括在万用表的技术指标里。自我加热引起的万用表内部温度变化,会造成其它 AC 电压量程额外的误差。这种额外误差小于 0.02%,并且在几分钟之内就会消散。

温度系数和超载误差

Agilent 34401A 使用的 AC 测量技术,在选择不同的测量功能或电阻范围时,会先测量并减去内部的偏压。如果万用表在相同的量程下,停留相当长的一段时间,并且环境温度有显著的变化(或万用表原先没有完全预热),内部偏压就会改变。万用表的典型温度系数为每度量程的 0.02%,它会在改变测量功能或量程时自动被去掉。

在超载的状况下手动变换到新的量程时,对所选定量程,内部偏压测量可能会不准。通常,可能会加上量程 0.01% 的误差。只要您离开超载状况,并改变测量功能或量程,这种附加误差就会自动被去除。

低电平测量误差

在测量小于 100mV 的 AC 电压时,由于这些测量对于外在噪声源特别敏感,因而会导致测量误差。暴露在外的测试引线,可以视为天线,在适当的测量功能下,万用表可以测量接收到的信号。整个测量路径,包括电线源,其实可视为一个环形天线。整个回路中的循环电流,会使万用表输入端串联的任何阻抗,产生误差电压。因此,低电平的 AC 电压应该经由屏蔽电缆连接到万用表,而屏蔽必须连接到输入 LO 端。

可能的话,请确认万用表和 AC 信号源已连接到相同的电气插座上,同时也应该减少无法避免接地回路的区域。高阻抗的信号源比低阻抗的信号源,容易受到噪声的影响。您可以在万用表的输入端上,并联一电容,以减少信号源的高频阻抗。但是,您所要的正确电容值,可能需经实验证实才能决定。

大部分外来的噪声,都和输入信号本身无关。要测量误差可以计算如下:

$$\text{测量电压} = \sqrt{\text{Vin}^2 + \text{Noise}^2}$$

有相互关系的噪声虽然很少发生,但是一旦发生便会极为不利于测量。因为有相互关系的噪声会直接加到输入信号上。例如,测量和本地电源相同频率的低电平信号,是容易造成这类误差的最普遍状况。

共模误差

当万用电表的输入 LO 端,相对于地有一 AC 电压时,就会有误差产生。造成不必要共模电压最常见的状况是 AC 校准器的输出“倒”接到万用电表。理论上来说,万用电表应该不管信号源如何连接,读数都会相同。但是,信号源和万用电表的任何效应,都会打破这种理想状况。

由于输入 LO 端和地之间存在有电容(Agilent 34401A 上大约有 200pF),信号源会因为输入方式不同,感觉到不同的负载。共模误差的大小和信号源对这个负载的反应有关。由于到地杂散电容的轻微差异,万用电表的测量电路,虽然经过层层保护,但是对于倒接输入的反应仍会不同。高电压、高频率输入时,万用电表的误差会很大。通常,万用电表对 100V 100kHz 的反向输入,会有大约 0.06% 的额外误差。您可以将 DC 共模问题中所提到的接地技术,应用在 AC 共模问题上,而将 AC 共模电压减到最低(请参阅 201 页)。

AC 电流测量误差

负载电压误差发生于 DC 电流测量中,也可发生于 AC 电流测量中。不过,由于万用电表的串联电感和测量时的接线,AC 电流的负载电压会更大。负载电压会随着输入频率增加而增加。而且由于万用电表的串联电感和测量时的接线在执行电流测量时,某些电路可能会振荡。

频率和周期测量误差

万用表使用倒数计数的技术来测量频率和周期。这种方式对任何输入频率，都有相同的测量分辨率。万用电表的 AC 电压测量部分，会调节输入信号。当测量低电压、低频率的信号时，所有频率计数器都容易受到影响，而产生误差。在测量“慢速”的信号时，内部噪声和外部噪声的效应特别重要。误差和频率成反比。如果您在 DC 偏压改变之后，随即测量输入信号的频率（或周期），也会产生测量误差。您必须等到万用电表的输入 DC 隔直流电容（blocking Capacitor）完全稳定之后，才能测量信号的频率。

快速 DC 和电阻测量

万用表包含自动调零测量程序，可用来去除内部热电势 EMF 和偏流误差。每项测量实际上包含输入端的测量和紧接着的内部偏压测量。测量到的输入电压会减去内部偏压误差，以增加测量精度。这样可以补偿由于温度变更造成的偏压。若要达到最大的读取速率，请将自动调零功能关闭。这样会使 DC 电压、电阻和 DC 电流测量功能的速率，增加一倍以上。自动调零不适用于其它测量功能。

快速 AC 测量

万用电表的 AC 电压和 AC 电流测量功能,有三种不同的低频滤波器。这些滤波器可让您为快速的读数速度牺牲频率的精确度。快速滤波器可在 0.1S 内稳定,适用于频率超过 200Hz 的信号。中等速率滤波器可在 1S 内稳定,适用于测量频率超过 20Hz 的信号。慢速滤波器可在 7S 内稳定,适用于频率超过 3Hz 的信号。

只要留心几个注意事项,您就可以加快 AC 测量的速率,达每秒钟 50 个读数的速度。首先请使用手动选档功能除去自动选档功能的延迟时间。这时,只要将预编程的建立(触发)延迟时间设定为 0,每个滤波器就能够配合每秒钟高达 50 个读数的速率。不过,因为滤波器并未完全稳定下来,测量可能不会非常精确。在采样之间电平差异很大的测量上,中等速率滤波器会稳定在每秒 1 个读数的速率上,快速滤波器则会稳定在每秒 10 个读数的速率上。

如果采样之间电平差异不大,每次量取新的读数时,只需要有少许设定时间就可以了。在这种特殊状况之下,中等速度滤波器可以每秒钟 5 个读数的速率,提供减低精度的测量结果,而快速滤波器则可以每秒钟 50 个读数的速率,提供减低精度的测量结果。如果采样之间的 DC 电平不同,可能还需要再加一些建立时间。万用电表的 DC 隔直电路的稳定时间常数为 0.2S。这个建立时间只在采样之间 DC 偏压电平不同时,才会影响测量的精度。如果希望在扫描系统中,达到最大的测量速率,您可能需在大 DC 电压的通道上,加上一个外部的 DC 隔直电路。这个电路可能只是一个电阻加上一个电容而已。

技术规格

第八章 技术规格

DC 特性

DC 特性

准确度规格±(读数的%+量程的%)[1]

功能	量程[3]	测试电流或负载电压	24 小时[2] 23°C ± 1°C	90 日 23°C ± 5°C	1 年 23°C ± 5°C	温度系数 0°C - 13°C 23°C - 55°C
DC 电压	100.0000mV		0.0030+0.0030	0.0040+0.0035	0.0050+0.0035	0.0005+0.0005
	1.000000V		0.0020+0.0006	0.0030+0.0007	0.0040+0.0007	0.0005+0.0001
	10.00000V		0.0015+0.0004	0.0020+0.0005	0.0035+0.0005	0.0005+0.0001
	100.0000V		0.0020+0.0006	0.0035+0.0006	0.0045+0.0006	0.0005+0.0001
	1000.000V		0.0020+0.0006	0.0035+0.0010	0.0045+0.0010	0.0005+0.0001
电阻[4]	100.000Ω	1mA	0.0030+0.0030	0.008+0.004	0.010+0.004	0.0006+0.0005
	1.000000kΩ	1mA	0.0020+0.0005	0.008+0.001	0.010+0.001	0.0006+0.0001
	10.00000kΩ	100μA	0.0020+0.0005	0.008+0.001	0.010+0.001	0.0006+0.0001
	100.0000kΩ	10μA	0.0020+0.0005	0.008+0.001	0.010+0.001	0.0006+0.0001
	1.000000MΩ	5μA	0.002+0.001	0.008+0.001	0.010+0.001	0.0010+0.0002
	10.00000MΩ	500nA	0.015+0.001	0.020+0.001	0.040+0.001	0.0030+0.0004
	100.0000MΩ	500nA//10MΩ	0.300+0.010	0.800+0.010	0.800+0.010	0.1500+0.0002
DC 电流	10.00000mA	<0.1V	0.005+0.010	0.030+0.020	0.050+0.020	0.002+0.0020
	100.0000mA	<0.6V	0.01+0.004	0.030+0.005	0.050+0.005	0.002+0.0005
	1.000000A	<1V	0.05+0.006	0.080+0.010	0.100+0.010	0.005+0.0010
	3.000000mA	<2V	0.10+0.020	0.120+0.020	0.120+0.020	0.005+0.0020
连续性	1000.0Ω	1mA	0.002+0.010	0.008+0.020	0.010+0.020	0.001+0.002
二极管测试	1.0000V	1mA	0.002+0.010	0.008+0.020	0.010+0.020	0.001+0.002
DC 比值	100mV		(输入准确度)+(参加值准确度)			
	1000V		输入准确度 = HI-LO 输入信号的准确度规格。 参考值准确度 = HI-LO 参考输入信号的准确度规格。			

转换准确度(典型)

24 hour % of range error

2

条件

在 10 分钟和 ± 0.5°C 之内。

在起始值的 ± 10% 之内。

经过 2 小时的热机。

在固定量程的满刻度(Fullscale)的 10% 到达 100% 之间。

使用 6½ 数位慢速分辨率(100PLC)本测量使用公认的方法。

测量特性

DC 电压			
测量方法：			连续积分、多斜率 IIIA/D 转换器
A/D 线性：			
输入电阻：	读数的 0.0002% + 量程的 0.0001%		
0.1V、1V、10V 量程	10MΩ 或 >10GΩ(可选择)		
100V、1000V 量程	10MΩ ± 1%		
输入偏流：	<30PA(在 25°C 时)		
输入端点：	铜合金		
输入保护：	所有量程都是 1000V		
电阻			
测量方法：	四线或两线电阻(可选择)。 电流源为 LO 输入。		
最大引线电阻：	在 100Ω 和 1KΩ 的量程时, 每条引线为量程 10%。在其它量程时,(四线电阴)		
输入保护：	每条引线为 1KΩ。 所有量程都是 1000V		
DC 电流			
并联电阴：	在 1A 和 3A 的量程时为 0.1Ω。 在 10mA 和 100mA 量程为 5Ω。		
输入保护：	外部可使用 3A250V 保险丝。 内部 7A250V 保险丝		
连续性/二极管测试			
响应时间：	300 次采样/秒, 带音响信号		
连续性阀值：	1Ω 到 1000Ω(可调整)		
DC 比例			
测量方法：	输入 HI-LO/参考值 HL-LO		
输入 HI-LO	测量范围 100mV 到 1000V		
参考 HI-输入 LO	测量范围 100mV 到 10V (自动选档设定)		
输入比参考值	参考 LO 比输入 LO 电压 <2V 参考 HI 比输入 LO 电压 <12V		
测量噪声抑制			
60Hz(50Hz) ^[5]			
DC CMRR	140dB		
积分时间			
100PLC/1.67S(2S)	常模抑制[6]		
10PLC/167ms(200ms)	70db[7]		
1PLC/16.7ms(20ms)	60db[7]		
<PLC/3ms(800us)	60db[7]		
	0dB		

操作特性[8]

功能	位数	读数/S	外加噪声误差
DCV, DCI	6½	0.6(0.5)	量程的 0%
和电阻	6½	6(5)	量程的 0%
	5½	60(50)	量程的 0.001%
	5½	300	量程的 0.001%[10]
	4½	1000	量程的 0.01%[10]

系统速度[9]

功能变化	26 秒
量程变更	50/秒
自动选档时间	<30ms
ASCII 读数到 RS-232	55/秒
ASCII 读数到 GPIB	1000/秒
最大内触发速率	1000/秒
到存储器的最大外部触发速率	1000/秒
到 GPIB 的最大外触发速率	900/秒

自动调零 OFF 操作

在校准温度 ±1°C 之下热机 <10 分钟, 加入 0.0002% 量程额外误差 +5μV.

建立时间考虑因素

读数的建立时间会受源阻抗、电缆介质特性和输入信号变更的影响。

测量考虑因素

Agilent 建议在测量时, 使用 Teflon® 或其它高阻抗、低电介质的电线绝缘体。

[1]适用于 1 小时热机和 61/2 数位的规格。

[2]相对于校准标准。

[3]除了 1000Vdc 和 3A 的量程之外, 每一个量程都超过 20%。

[4]使用数学清零运算时, 四线电阴或两线电阴测量功能的规格。如果没有使用数学清零运算, 请在测量两线电阻功能时, 加入 0.2Ω 的额外误差值。

[5]适用于 LO 引线的 1KΩ 不平衡。

[6]适用于电源频率 ±0.1%。

[7]如果电源频率 ±1%, 请减 20dB。如电源频率 ±3%, 请减 30dB。

[8]60Hz 和 (50Hz) 操作时的读数速率, 自动调零功能关闭。

[9]适用于 41/2 数位、延迟时间 0、自动调零 OFF 和显示 OFF 时的速率。包含经由 GPIB 的测量和数据传输。

[10]请在测量 DC 电压时加入 20μV, 测量 DC 电流时加入 4μA, 测量电阻时加入 20mΩ.

第八章 技术规格

AC 特性

AC 特性

准确度规格士(读数的%+量程的%)[1]

功能	量程[3]	频率	24 小时[2]	90 日	1 年	温度系数
真有效值	100.0000mV	3Hz-5Hz	1.00+0.03	1.00+0.04	1.00+0.04	0.100+0.004
AC 电压 [4]	5Hz-10Hz 10Hz-20kHz 20kHz-50kHz 50kHz-100kHz 100kHz-300kHz[6]	5Hz-10Hz	0.35+0.03	0.35+0.04	0.035+0.004	0.035+0.004
		10Hz-20kHz	0.04+0.03	0.05+0.04	0.06+0.04	0.005+0.004
		20kHz-50kHz	0.10+0.05	0.11+0.05	0.12+0.05	0.011+0.005
		50kHz-100kHz	0.55+0.08	0.60+0.08	0.060+0.08	0.060+0.008
		100kHz-300kHz[6]	4.00+0.50	4.00+0.50	4.00+0.50	0.20+0.002
真有效值	1.000000V to 750.000V	3Hz-5Hz	1.00+0.02	1.00+0.03	1.00+0.03	0.100+0.003
		5Hz-10Hz	0.35+0.02	0.35+0.03	0.035+0.03	0.035+0.003
		10Hz-20kHz	0.04+0.02	0.05+0.03	0.06+0.03	0.005+0.003
		20kHz-50kHz	0.10+0.04	0.11+0.05	0.12+0.05	0.011+0.005
		50kHz-100kHz[5]	0.55+0.08	0.60+0.08	0.60+0.08	0.060+0.008
		100kHz-300kHz[6]	4.00+0.50	4.00+0.50	4.00+0.50	0.20+0.02
AC 电流 [4]	1.000000A	3Hz-5Hz	1.00+0.04	1.00+0.04	1.00+0.04	0.100+0.006
		5Hz-10Hz	0.30+0.04	0.30+0.04	0.30+0.04	0.035+0.006
		10Hz-5kHz	0.10+0.04	0.10+0.04	0.10+0.04	0.015+0.006
		3.00000A	3Hz-5Hz	1.10+0.06	1.10+0.06	1.10+0.06
		5Hz-10Hz	0.35+0.06	0.35+0.06	0.35+0.06	0.035+0.006
		10Hz-5kHz	0.15+0.06	0.15+0.06	0.15+0.06	0.015+0.006

额外的低频误差(读数的%)

额外波峰因数误差(非正弦波)[7]

频率	AC 滤波器			峰值因数	误差(读数的%)
	慢速	速度	快速		
10Hz-20Hz	0	0.74	-	1-2	0.05%
20Hz-40Hz	0	0.22	-	2-3	0.15%
40Hz-100Hz	0	0.06	0.73	3-4	0.30%
100Hz-200Hz	0	0.02	0.22	4-5	0.40%
200Hz-1kHz	0	0	0.18		
>1kHz	0	0	0		

正弦波传输精度(典型)

频率	误差(量程的%)	条件:
10Hz-50kHz	0.002%	正弦波输入。
50kHz-300kHz	0.005%	在 10 分钟和 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 之内。 在起始电压的 $\pm 10\%$ 和起始频率的 $\pm 1\%$ 之内。 经过 2 小时的热机。 在满刻度的 10% 到 100% 之间并且 $< 120\text{V}$ 的固定量程。 使用 6½ 位数分辨率。本测量使用公认的计量方法。

测量特性

测量噪声抑制[8]	
AC CMRR	70dB
真有效值 AC 电压	
测量方法:	AC 耦合真有效值 RMS – 在任 何量程上测量输入信号的 AC 部分偏压高达 400vdc
波峰因数:	在满刻度时最大为 5:1
AC 滤波器带宽:	
慢速	3Hz – 300kHz
中等速度	20Hz – 300kHz
快速	200Hz – 300kHz
输入阻抗:	1MΩ ± 2% 并联 100PF
输入保护:	所有量程都是 750Vrms
真有效值 RMS AC 电流	
测量方法:	直接耦合到保险丝和分流。AC 耦合真有效值 RMS 测量(仅测 量 AC 部分)。
并联电阻:	在 1A 和 3A 的量程时为 0.1Ω
负载电压:	1A 量程: <1Vrms; 3A 量程: <2Vrms
输入保护:	外部可使用 3A250V 保险丝; 内部 7A250V 保险丝。
建立时间考虑因素	
输入 > 300Vrms (或 > 1Arms) 的信号, 会造成信号调节元件的自我加热。这些误差已包含在仪器规格中。自我加热造成的内部温度改变, 会增加低 AC 电压测量范围的额外误差。这种额外误差小于读数的 0.02%, 并且一般会在几分钟之内消失。	

操作特性 [9]

功能	位数	读数/S	AC 滤波器
ACV, AC1	6½	7sec/reading	慢速
	6½	1	中速
	6½	1.6[10]	快速
	6½	10	快速
	6½	50[11]	快速
系统速率[11], [12]			
功能变更或量程变更			5/秒
自动选档时间			<0.8/秒
ASCII 读数到 RS-232			50/秒
ASCII 读数到 GPIB			50/秒
最大内触发速率			50/秒
到存储器的最大外触发速率			50/秒
到 GPIB 或 RS-232 的最大外部触发速率			50/秒

[1]适用于 1 小时热机, 6½ 位数, 慢速 AC 滤波器和正弦波输入的规格。

[2]相对于校准标准。

[3]除了 750vac 和 3A 的测量范围之外, 每一个量程都超过 20%。

[4]适用于正弦波输入 > 量程 5% 的规格。如果输入信号在 量程的 1% 到 5% 之间, 并且频率 < 50kHz, 请加上量程 0.1% 的额外误差值。如果输入信号的频率在 50kHz 到 100kHz 之间, 请加上量程 0.13% 的额外误差值。

[5]在 750vac 的量程时, 输入频率最高为 100kHz 或 8 × 107 Volt-Hz。

[6]一般而言, 在 1MHz 时有 30% 的读数误差。

[7]在频率低于 100Hz 时, 慢速 AC 滤波器只能用来测量正弦波输入。

[8]适用于 LO 引线的 1KΩ 不平衡。

[9]在最大读取率时, 须加上额外的 0.01% AC 步进误差。
当输入 DC 水平改变时, 须加上额外的建立延迟时间。

[10]适用于外部触发或遥控操作, 并使用内定稳定延迟时间(自动延迟时间)。

[11]改变内定的稳定的延迟时间后, 才能使用最大值。

[12]适用于 4½ 位数、延迟时间一, 自动调零 OFF, 和快速 AC 滤波器时的速率。

频率特性和周期性

准确度规格±(读数的%)[1]

功能	范围[3]	频率	24 小时(2) 23°C±1°C	90 天 23°C±5°C	1 年 23°C±5°C	温度系数 0°C±18°C 28°C±55°C
频率	100mV	3Hz—5Hz	0.10	0.10	0.10	0.005
周期[4]	to	5Hz—10Hz	0.05	0.05	0.05	0.005
	750V	10Hz—40Hz	0.03	0.03	0.03	0.001
		40Hz—300kHz	0.006	0.01	0.01	0.001

附加的低频误差(读数的%)[4]

频率	分辨率		
	6½	5½	4½
3Hz—5Hz	0	0.12	0.12
5Hz—10Hz	0	0.17	0.17
10Hz—40Hz	0	0.2	0.2
40Hz—100Hz	0	0.06	0.21
100Hz—300Hz	0	0.03	0.21
300Hz—1kHz	0	0.01	0.07
>1kHz	0	0	0.02

变换准确度(典型)

读数的 0.0005%

条件:

在 10 分钟和±0.5°C 之内。

在起始值在±10%之内。

经过 2 小时的热机。

适用于输入信号>1kHz 且>100mV。

使用 6½ 位数慢速分辨率(1S 阀门时间)。

本测量使用公认的计量方法。

测量特性

频率和周期

测量方法:	倒数计数技术。使用 AC 电压测量功能的 AC 耦合输入。
电压测量范围:	100mVrms 满刻度到 750Vrms
闸门时间:	自动或手动选档(量程)设定。 10ms, 100ms 或 1S

稳定考虑因素

在输入信号的 DC 偏压改变后,接着测量频率或周期,会产生误差。输入隔直流 RC 时间常数必须完全安定(最长为 1S)后,才会有最精确的测量。

测量考虑

在测量低压、低频信号时,所有的频率计数器都容易受到影响而导致误差。屏蔽输入信号、免除外部噪声的干扰,是将测量误差减至最低的最重要方法。

操作特性[5]

功能	位数	读数/S
频率	6½	1
周期	5½	9.8
	4½	80

系统速度[5]

配置速率	14/秒
自动选档时间	<0.6/秒
ASCII 读数到 RS-232	55/秒
ASCII 读到 GPIB	80/秒
最大内部触发率	80/秒
到记忆体的最大外部触发率	80/秒
到 GPIB 或 RS-232 的最大外部触发率	80/秒

[1]适用于 1 小时热机和 6½ 位数的规格。

[2]相对于校准标准。

[3]除了 750Vac 的测量范围之外,每个量程都超过 20%。

[4]输入信号 > 100mV。如果输入信号为 10mV, 请将读数误差的 % 乘以 10。

[5]适用于 4½ 位数、延迟时间 0、自动调零 OFF 和快速 AC 滤波器时的速率。

第八章 技术规格

一般信息

一般信息

一般规格

电源：	100V/120V/200V/240V±10%。
电源频率：	45Hz 到 66Hz 或 360Hz 到 400Hz, 电源开启时自动感应。
功耗：	峰值 25VA(平均值 10W)。
工作环境：	0°C 到 55°C 时满精度； 在 40°C 时，满精度到 80% R.H.
储藏环境：	-40°C 到 70°C
机架尺寸	
(H×W×D)：	88.5mm×212.6mm×348.3mm
重量：	3.6kg(8 磅)
安全规格：	符合 CSA, UL1244 和 IEC. 1010 的规定。
EMI：	符合 MIL-461C, FTZ1046 和 FCC 的规定。
振动和冲击：	符合 MIL-T28800E 型和 5 类的规定。
保证期：	标准保证期三年
附件：	成套测试引线含探针、鳄鱼夹和爪钩附件。使用手册、维修手册、测试报告和电源线。

触发和存储器

读数保持灵敏度：	读数的 0.01%、0.1%、1% 或 10%。
每次触发采样数：	1 到 50000
触发延迟：	0 到 3600S(步进 10μs)
外触发延迟：	<1mS
外触发晃动：	<500μs
存储器：	512 个读数

数学功能

零、最大/最少/平均、dB、dBm 和极限测试(TTL 输出)
dBm 参考电阻：50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150, 250, 300, 500, 600, 800, 900, 1000, 1200, 8000 ohms

标准程序设计语言

SCPI(仪器程序标准命令)
Agilent 3478A 语言仿真
Fluke8840A, 8842A Fluke 语言仿真

遥控接口

GPIB(IEEE-488.1, IEEE-488.2) 和 RS-232

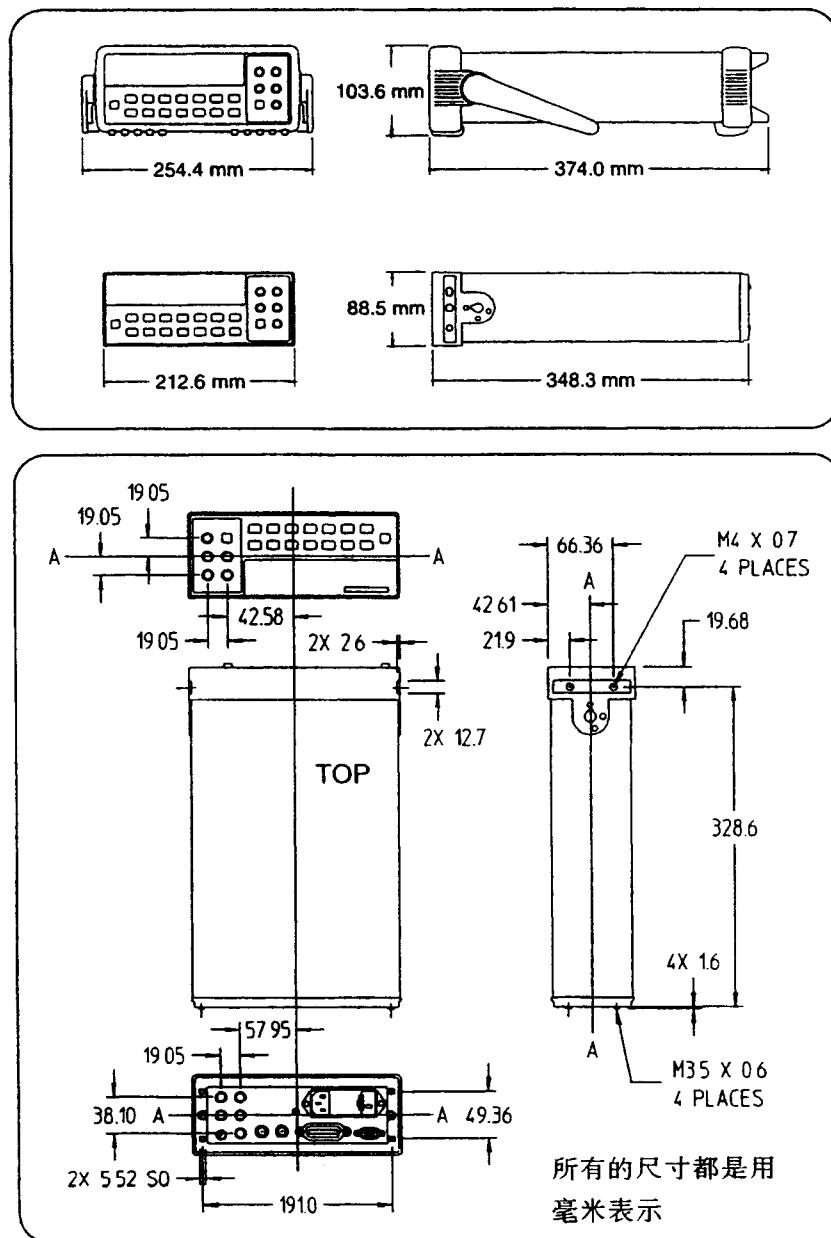
This ISM device complies with Canadian ICES-001.

Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001 du Canada.



N10149

产品的尺寸



计算总测量误差

以上所列的各项规格都包含有修正因数,用来解释由于万用电表操作极限所引起的误差。在这一节中,我们将解释这些误差,并告诉您如何用这些误差来修正您的测量。若要进一步了解我们所用的术语以及万用电表的技术规格,请参阅从第 226 页开始的“万用电表技术规格注释”。

万用电表准确度规格的格式如下:(读数的% + 量程的%)。除了读数误差和量程误差外,您可能还必须加入某些操作条件造成的额外误差。请检查下表确认对给定的功能,您包含的所有测量误差。同时,也请确认测量条件如技术规格上的注脚所述。

- 如果万用电表在规定的 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的温度范围以外操作,请加上额外的温度系数误差。
- 在 DC 电压、DC 电流和电阻测量中,您可能必须加上额外的读取速率误差或自动调零 OFF(关闭)误差。
- 在 AC 电压和 AC 电流测量中,您可能必须加上额外的低频误差或峰值因数误差。

了解“读数的%”误差

读数误差用来补偿选定功能和量程或输入信号电平所造成的不准确。读数误差会根据选定的量程上的输入电平而改变。这种误差是以读数的百分比来表示。下表中所示为万用电表 24 小时 DC 电压规格的读数误差。

量程	输入水平	读数误差 (读数的%)	读数 误差电压
10Vdc	10Vdc	0.0015	$\leq 150\mu\text{V}$
10Vdc	1Vdc	0.0015	$\leq 150\mu\text{V}$
10Vdc	0.1Vdc	0.0015	$\leq 150\mu\text{V}$

了解“量程的%”误差

量程误差用来补偿选定功能和量程所造成的不准确。量程误差为一固定误差，不因输入信号的大小而改变，它是以量程的百分比来表示。下表中所示为万用电表 24 小时 DC 电压规格的量程误差。

量程	输入水平	量程误差 (量程的%)	量程 误差电压
10Vdc	10Vdc	0.0004	$\leq 40\mu V$
10Vdc	1Vdc	0.0004	$\leq 40\mu V$
10Vdc	0.1Vdc	0.0004	$\leq 40\mu V$

测量误差总和

读数误差和量程误差相加，就是测量误差的总和。您可以利用下面公式，将测量误差总和转换成“输入信号的%”误差或“输入信号的 ppm(每百万分之)”误差。

$$\text{“输入信号的%”误差} = \frac{\text{测量误差总和}}{\text{输入信号电平}} \times 100$$

$$\text{输入信号的 ppm 误差} = \frac{\text{测量误差总和}}{\text{输入信号电平}} \times 1,000,000$$

误差范例

假定万用电表的量程为 10Vdc，输入信号为 5Vdc 请使用 90 日的精度规格，计算测量误差的总和(读数的 0.0020% + 量程的 0.0005%)。

$$\text{读数误差} = 0.0020\% \times 5\text{Vdc} = 100\mu V$$

$$\text{量程误差} = 0.0005\% \times 10\text{Vdc} = 50\mu V$$

$$\begin{aligned}\text{误差总和} &= 100\mu V + 50\mu V = \pm 150\mu V = \pm 0.0030\% \text{ of } 5\text{Vdc} \\ &= \pm 30\text{ppm of } 5\text{Vdc}\end{aligned}$$

万用电表技术规格注释

在这一节中,我们将让您更了解我们所用的术语,以及万用电表的技术规格。

位数和超量程

“位数”规格是万用电表最基本的,而有时也是最容易混淆的特性。位数等于万用电表可以测量或显示出“9”的最大个数,这表示完整的位数。但是大部分万用电表都可以超过量程,即可再加上部分或“½个位数”。

例如,Agilent 34401A 可以在 10V 量程时,测量到 9.99999Vdc,这表示分辨率为 6 个完整的位数。但是,这个万用电表也可以测量超过 10V 量程,最多可以测量到 12.00000Vdc 这就是所谓 20% 的超过量程能力和 6½ 位数的测量。

灵敏度

灵敏度是万用电表在一特定测量时,所能测量出的最小信号电平。灵敏度定义了万用电表反应输入信号电平上,小变化的能力。例如,假设您要监控一个 1mVdc 的信号,并且您想将该信号的电平维持在 $\pm 1\mu\text{V}$ 之内。若要反应这样的小幅度调整,万用电表的灵敏度至少要为 $1\mu\text{V}$ 。所以,如果万用电表只有 1Vdc 或更小的量程,则必须要有 6½ 位数。如果万用电表有 10mVdc 的量程,则只要 4½ 位数就可以了。

在 AC 电压和 AC 电流测量时,必须注意的是,可测量到的最小值和灵敏度不同。对于 Agilent 34401A 而言,这两个功能可测量到指定量程的 1%。例如,在 100mV 的量程时,Agilent 34401A 万用电表可以测量到 1mV。

分辨率

分辨率是在指定量程内,可以显示的最大值和最小值的比例。分辨率通常以百分比. 每百万分之(Parts per-Million, ppm). 计数或位来表示。例如, 具有超过 20% 量程能力和 6½ 位数的万用电, 最多可以显示的测量分辨率为 1,200,000 计数。这相对于满刻度的 0.0001% (1ppm) 或 21 位(含正负号)。这四种规格都是等效的。

准确精度

准确度是测量的“正确性”,由此可求得相对于所采用校准参考的万用电表的测量不定性。绝对准确度等同于万用电表的相对准确度规格,加上校准参考相对于国家标准(例如,美国国家标准技术局,U. S. National Institute of Standards and Technology 的标准)的已知误差。准确度规格必须在有效的条件下才有意义,这些条件应该包含温度、湿度和时间。

在万用电表的制造厂商之间,没有约定的标准,来规范制订规格的可靠程度。下表列出在特定的假设状况之下,每一种规格的失败概率。

规格标准	失败概率
Mean \pm 2Sigma	4. 5 %
Mean \pm 3Sigma	0. 3 %
Mean \pm 4Sigma	0. 006 %

读数之间和仪器之间的性能差异,在指定的规格中,会随着 Sigma 数目的增加而减少。这表示您可以指定精度规格编号,得到最大的实际测量精度。Agilent 34401A 设计和测试的性能,比上表中 $\pm 4\sigma$ 的精度规格还要好。

转换准确度

转换准确度是指万用电表由于噪声和短期漂移所造成的误差。当将一个已知准确度元件上的信号“转换”到另一个元件上，而比较两个几乎相等的信号时，这种误差就会变得很明显。

24 小时准确度

24 小时准确度规格是指在稳定的环境中，短的时间间隔，万用电表在全部的测量量程上的相对准确度。短期准确度通常是指在 245 小时期间和 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 温度范围内的准确度。

90 日和 1 年准确度

长期的准确度规格适用于 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的温度范围。这些规格包含起始校准误差，加上万用电表的长期漂移误差。

温度系数

准确度规格通常适用于 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的温度范围，这也是许多操作环境的共同温度范围。如果您在 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 以外的温度环境中操作万用电表，您必须将额外的温度系数误差加到准确度规格上。

最高准确度测量的配置

以下所示的配置已假设万用电表处于电源开启或复位状态。同时也假设已启动手动选档功能，以确保选择到适当的满刻度量程。

DC 电压、DC 电流和电阻测量：

- 请设定分辨率为 6 位数（使用 6 位数的慢速模式可以进一步减低噪声）。
- 若要有最好的 DC 的电压准确度，请高定输入电阻大于 $10G\Omega$ （适用于 $100mV$ 、 $1V$ 和 $10V$ 的量程）。
- 若要有最好的电阻精度，请使用四线电阻测理功能。
- 请使用数学零位功能，将两线电阻功能的测试引线电阻消减为零，并删除 DC 电压测量时相互连接线间的偏压。

AC 电压和 AC 电流的测量：

- 请设定分辨率为 6 位数。
- 请选择慢速 AC 滤波器（ $3Hz$ 到 $300kHz$ ）。

频率和周期测量：

- 请设定分辨率为 6 位数。

索引

- “1/2”位,21.54
2线欧姆。见“两线欧姆”
4线欧姆。见“四线欧姆”
“9.9000000E+37”,60.129
- A**
a/d 变换器,55.57
中止测量,76
ac 带宽检测器,51.214
ac 电流
 连接,18
 允许的数学功能,63.124
 量程,18
 信号滤波器,51.214
ac 设置时间,51
ac 信号滤波器,51.214
ac 电压
 连接,17
 负载误差,209
 允许的数学功能,63.124
 量程,17
 信号滤波器,51.214
Agilent 34398A 电缆配件箱,149
Agilent 34399A 转换器配件箱,149
Agilent 3478A 兼容性,160
Agilent 34812A Bench Link
包含附件,13.222
准确度,最高,229
转换器(RS-232),149
地址, GPIB,91.161
寻址指令(IEEE-488),169
交换语言的兼容性
 Fluke8840A/8842A,167
 Agilent 3478A,166
指示器,4
窗口时间,58
自动触发延迟,81
自动量程
 前面板键,20
 门限值,20.61
自动触发,42.73
自动校零
 定义,59.213
 vs. 积分时间,59
 vs. 分辨率,59
平均(最小—最大)测量
- 蜂鸣控制,88
描述,39.64
前面板,39
允许功能,62.124
- B**
带宽检测器,51.214
带宽误差,208
波特率,93.148,151.163
蜂鸣器
 连续门限,19
 二极管门限,19
 使能/禁止,88
Bench Link 软件(Agilent 34812A),1
BNC 连接器
 外触发,5.83
 电压表完成,5.83
布尔参数,159
防撞物,拆除,23
负荷电压,205.212
总线触发,75.127
- C**
电缆(RS-232),150
计算:功能,63.124
计算:状态,63.124
计算:安全,97.146
计算:字符串,99.147
校正
 更正安全码,98
 指令,146
 计数,98
 错误,180
 信息,99
 安全步骤,97
 安全码,工厂设置,95
 解除安全步骤,96
提手
 调节,16
 拆除,23
机壳地,5
消除,76
逗号分隔符,37.89
指令
 符合(SCPI),168
- 摘要,105-111
司法协定,50.105.155
公用指令,169
共模抑制(CMR),201
完整自校正,13.86
配置,113.119
 设置状态,110
证明、宣言,237
连接
 2线欧姆,17
 4线欧姆,17
 ac 电流,18
 ac 电压,17
 连续,19
 dc 电流,18
 dc 电压,17
 dcv:dcv 比值,44
 二极管,19
 频率,18
 周期,18
连接器
 外触发,5.83
 GP-IB 接口,5
 RS-232 接口,5
 电压表完成,5.83
连续
 连接,19
 电流源,19
 允许的数学功能,63.124
 门限电阻,52
波形因素误差,207.224
电流
 ac 电流
 连接,18
 允许的数学功能,63.124
 量程,18
 信号滤波器,51.214
dc 电流
 连接,18
 允许的数学功能,63.124
 测量误差,205
 量程,18
 电流输入保险丝,更换,101
电流源
 连接,19
 二极管,19

索引

D

数据: 嵌入, 65, 126, 130
 数据: 嵌入? 65, 126, 130
 数据: 指出? 84, 133
 到打印机的数据记录, 91, 160
 数据类型(SCPI), 158
 数据格式, 输出, 159
dB 测量
 描述, 40, 67
 前面板, 40
 允许功能, 63, 124
 相对值, 40, 67
dBm 测量
 描述, 41, 68
 前面板, 41
 允许的数学功能, 63, 124
 电阻值, 41, 68
dc 电流
 连接, 18
 允许的数学功能, 63, 124
 测量误差, 205
 量程, 18
dc 输入电阻, 53
dc 电压
 连接, 17
 输入电阻, 53
 负载误差, 199
 允许的数学功能, 63, 124
 量程, 17
dcv;dcv 比率测量
 连接, 44
 前面板, 44
 允许的数学功能, 63, 124
 选择, 45
 证书, 237
延迟
 设置, 204
 触发, 79
 探测器: 带宽, 51, 123
 探测器带宽, 51, 214
 器件消除, 152, 157, 160
 介质吸收, 204
 数字, 数目, 54, 226
 尺寸, 产品, 223
 离散参数, 158
 二极管

蜂鸣器控制, 88
 蜂鸣器门限, 19
 连接, 19
 电流源, 19
 允许的数学功能, 63, 124
显示
 指示器, 4
 逗号分隔符, 37, 89
 启动/禁止, 87
 格式, 22
 信息, 87
显示: 正文, 87, 132
显示: 清除, 87, 132
DTR/DSR 信息交换, 151

E

启动记录器
 清除, 139, 141
 定义, 132
出错信息
 校正错误, 174
 错误队列, 85, 166
 错误字符串长度, 85, 172
 执行错误, 167
 自检错误, 173
误差
 带宽, 208
 负荷电压, 212
 共模方式, 212
 波形因素, 207, 224
 漏电流, 199
 服务请求生成, 69, 137
 温度系数, 224
 测试线电阻, 204
 热电动势, 198
EOI(结束或识别), 157
偶校验, 93
偶记录器
 清除, 141, 143
 定义, 134
实例
 配置, 116
 前面板菜单, 31—36
 测量?, 115
外触发端, 5, 83
外触发, 42, 74, 83

F

快速 ac 滤波器, 51, 214
提取?, 115, 132
 滤波器面板, 24
 滤波器, ac 信号, 51, 214
 固件修改询问, 89
 固定量程, 61
 固定输入电阻, 53
 法兰盘组件, 24
 流程图(触发), 72
Fluke8840A/8842A 兼容性, 167
 格式, 输出数成, 159
四线欧姆
 连接, 17
 允许的数学功能, 63, 124
 量程, 17
频率, 闸门, 58, 122
频率
 闸门时间, 58
 连接, 18
 允许的数学功能, 63, 124
 测量带宽, 18
前面板
 指示器 4
 蜂鸣器, 88
 逗号分隔符, 37, 89
 显示格式, 22
 使能/禁止, 87
 菜单
 实例, 31—36
 显示信息, 30
 综述, 3
 快速参考, 27—28
 树图, 29
 信息, 前面板, 87
前面板键
 菜单, 29
 量程, 20
 分辨率, 21
 触发, 42
前/后开关, 2, 58
保险丝
 电流输入, 5, 100
 电源, 14, 100
 保险丝座部件, 5, 15

G
GPIB(IEEE-488)
地址
 开机显示,13
 工厂设置,91
 设置,91,161
 只讲方式,91,160
 符合信息,168
 连接位置,5
 选择接口,92,162
 闸门时间,58
 地,机壳,5
 地回路噪声,202
 组合执行触发(GET),75

H
 “半”位数字,21,54
硬件线(IEEE-488),169
提手
 调整,16
 拆除,23
硬件框架,24
硬件交换线(RS-232),151

I
识别字符串,89
无效触发状态,76,129
 * IDN?,89
IEEE-488(GPIB)
地址
 开机显示,13
 工厂设置,91
 设置,91,161
 只讲方式,91,160
 符合信息,168
 连接位置,5
 选择接口,92,162
感应电压,201
 初始化,115,130
输入偏置电流,199
输入:阻抗:自动,53,123
输入信息结束符,157
输入电阻:dc 电压,53
输入信号范围
 频率,18
 周期,18

输入端
 前/后开关,2,58
 询问设置,58
输入信息终止符,157
积分时间
 定义,57
 vs. 自动校零,59,60
 vs. 分辨率,54,59,57
接口(遥控)
GPIB 连接器,5
 GPIB 选择 92,162
 语言限制,92,94
 RS-232 连接器,5,150
 RS-232 选择,92,162
内部读数存储器
 允许功能,46,84
 存贮的读数数目,84
 恢复读数,46
 存贮读数据,46
内触发,75

L
 L1,L2,L3,94,166
语言
 指令综述,105–111
 兼容性,166
 符合(SCPI),168
 限制,92,94
 选择,94,162
 导线电阻,38,65,204
 漏电流误差,199
极限测试
 蜂鸣器控制,88
 描述,69
 允许的功能,63,124
 RS-232 通过/失败输出,70
 服务请求,69,142
电源频率噪声,57
电源电压
 工厂设置,14
 选择模块,15
 设置,15
负载误差
 ac 电压,209
 dc 电压,53,199
锁联部件,24

M
磁回路,201
维护,100
手动量程,20,61
数学运算
 描述,63,124
 允许功能,63,124
MEASure? 113,117
予置状态,112
测量范围
 频率,18
 周期,18
测量误差,224
测量功能
 允许的数学功能组合,64,124
测量范围
 自动量程,20,61
 前面板键,20
 过载,61,142
 选择,20

测量量程
 2 线欧姆,17
 4 线欧姆,17
 ac 电流,18
 dcv:dcv 比率,44
 ac 电压,17
 dc 电流,18
 dc 电压,17
 频率,18
 周期,18
测量分辨率
 前面板键,21
 “半位”数字,21,54
 设置,21
 电源周期,54
 vs. 自动校零,59
 vs. 积分时间,54
测量端
 前/后开关,2,58
 询问设置,58
测量指导,197
中速 ac 滤波器,51,214
 允许功能,46,84
 存贮的读数数目,84
 恢复读数,46
 存贮读数,46

索

引

菜单
 实例, 31-36
 综述, 3
 显示信息, 30
 快速参考, 27-28
 树图, 29
显示信息
 前面板, 87
 菜单, 30
信息终止符, 157
最小-最大测量
 蜂鸣控制, 88
 描述, 39, 63
 前面板, 39
 允许功能, 63, 124

N
噪声
 地线回路, 202
 磁回路, 201
 电源电压, 200
噪声干扰, 53, 199
噪声抑制, 21, 57, 200
无奇偶校验, 93
共模抑制(NMR), 57, 200
零位测量
 描述, 38, 65
 前面板, 38
 允许功能, 63, 124
 零位寄存器, 38, 66
 零位测试线电阻, 38, 65, 204
 数字个数, 54, 226
 读数个数, 77
 数值参数, 158

O
奇校验, 93
偏置(零位)测量
 描述, 38, 65
 前面板, 38
 允许功能, 62, 124
 零值寄存器, 38, 66
 消零测试线电阻, 38, 65, 204
偏置电压, 59, 196
欧姆
 2 线
 连接, 17
 允许的数学功能, 63, 124
 量程, 17
 4 线
 连接, 17
 允许的数学功能, 63, 124
 量程, 17
 * OPC, 137
操作者维护, 100
输出数据格式, 159
输出缓冲器, 139
过载, 61, 142
“OVLD”, 61, 142

P
参数类型, 158
奇偶校验, 93, 164
每百万分之一, 227
通过/失败极限测试
 蜂鸣器控制, 88
 描述, 69
 允许功能, 63, 124
 RS-232 通过/失败输出, 70
 服务请求, 69, 142
周期:闸门, 58, 122
周期
 闸门时间, 58
 连接, 18
 允许的数学功能, 63, 124
 测量范围, 18
电源线, 15
功率损耗效应, 204
电源周期, 54, 57, 200

电源频率
 上电检测, 200
电源保险丝
 工厂配置, 14
 安装, 15
电源噪声, 抑制, 200
电源电压
 工厂设置, 14
 选择模块, 15
 设置, 15
上电
 自检, 13
 序列, 13
 状态, 101
产品尺寸, 223
产品规格, 215
编程语言
 指令提要, 105-111
 兼容性, 166
 符合(SCPI), 168
 限制, 92, 94
 选择, 94, 165
按钮(前面板), 2

Q
可访问的数据寄存器
 位定义, 142
 清除, 143

R
框架安装
 防撞物, 拆除, 23
 提手, 拆除, 23
 面板填充部件, 24
 法兰盘部件, 24
 锁联部件, 24
量程
 2 线欧姆, 17
 4 线欧姆, 17
 ac 电流, 18
 ac 电压, 17
 dc 电流, 18
 dc 电压, 17
 dcv:dcv 比率, 44
 频率, 18
 周期, 18

- 量程**
 自动量程, 20, 61
 前面板键, 20
 过载, 61, 142
 选择, 20
- 比率(dcv:dcv)测量**
 连接, 44
 前面板, 44
 允许的数学功能, 63, 124
 选择, 45
- READ?, 114, 130**
- 读数保持**
 蜂鸣器控制, 88
 描述, 43, 82
 前面板, 43
 灵敏度范围, 43, 82
- 读数存贮器**
 允许的功能, 46, 84
 存贮的读数个数, 84
 恢复读数, 46
 存贮读数, 46
- 读数, 个数, 77**
- 后面板**
 输入端, 5
 图示概况, 5
- 后面板端子**
 询问设置, 58, 123
 选择, 58
- 倒数计数技术, 213**
- 寄存器图(状态), 135**
- 正式要求, 237**
- 相对值(dB), 40, 67**
- 相对测量**
 描述, 38, 65
 前面板, 38
 允许功能, 63, 124
 零值寄存器, 38, 66
 消零测试线电阻, 38, 65, 204
- 遥控接口**
 GPIB 连接器, 5
 GPIB 选择, 92, 162
 语言限制, 92, 94
 RS-232 连接器, 5, 150
 RS-232 选择, 92, 162
- 更换保险, 100**
- 复位状态, 101**
- 电阻**
 2 线
 连接器, 17
 允许的数学功能, 63, 124
 量程, 17
- 4 线
 连接器, 17
 允许的数学功能, 63, 124
 量程, 17
- 输入电阻, 53
- 分辨率**
 前面板键, 21
 “半位”数字, 21, 54
- 电源周期, 54**
- 设置, 21**
 vs. 自动校零, 59
 vs. 积分时间, 54
- 恢复存贮的读数, 46**
- 版本询问(固件), 89**
- ROUTe: TERMINals?, 58, 123**
- RS-232 接口**
 波特率选择, 93, 148, 163
 推荐电缆, 150
 指令, 153
 连接器位置, 5, 153
 连接器插针, 150
 数据格式, 159
 握手约定(DTR/DSR), 151
- 奇偶性选择, 93, 164
 通过/失败输出, 70, 150
- 插针定义, 150
 选择接口, 92, 162
 只讲方式, 91, 160
- 橡胶防撞物, 拆除, 23
- S**
- SAMPle: COUNT, 77, 131**
- 采样, 个数, 77**
- SCPI**
 指令提要, 105—111
 符合信息, 168
 数据类型, 158
 语言介绍, 154
 状态模式, 134
 语法约定, 50, 105, 155
- 版本询问, 90, 133**
- 安全码(校正)**
 更改, 98
 工厂设置, 95
 规则, 95
 字符串长度, 95
- 自热误差, 210**
- 自检**
- 完整检查, 13, 86**
- 错误, 179**
- 读数存贮器, 84, 86**
- 上电检查, 13, 86**
- 灵敏度, 226**
- 灵敏度范围(读数保持), 43, 82**
- 串行接口(RS-232)**
 波特率选择, 93, 148, 163
 推荐电缆, 95, 150
 指令, 153
 连接器位置, 5, 150
 连接器插针, 150
 数据格式, 159
 握手约定(DTR/DSR), 151
 奇偶性选择, 93, 164
 通过/失败输出, 70, 150
- 插针定义, 150
 选择接口, 92, 162
 只讲方式, 91, 160
- 串行转换态, 137**
- 服务请求(SRQ), 69, 137**
- 设置**
 延迟, 204
 触发, 79
- 信号滤波, 51, 214**
- 信号触发, 42, 73**
- 滑架部件, 24**
- 慢速 ac 滤波器, 51, 214**
- 软件(总线)触发, 75, 127**
- 性能指标, 215**
- 标准事件寄存器**
 位定义, 140
 清除, 141
 状态字节
 位定义, 136
 清除, 136
 摘要寄存器, 136

索引

引

状态寄存器
 指令, 144
 描述, 134
 图, 135
 允许寄存器, 134
 事件寄存器, 134
 * STB?, 138, 145
停止位, 148
存贮读数
 允许功能, 46, 84
 存贮的读数个数, 84
恢复读数, 46
 存贮读数, 46
字符串长度
 校正信息, 99
 显示信息, 87
 错误询问, 85
 识别字符串, 89
字符串参数, 159
摘要寄存器
 清除, 136
 定义, 136
支架部件 24
句法协定, 50, 105, 155
SYSTem:BEEPer, 88, 133
SYSTem:ERRor?, 85, 133

T
只讲方式, 91, 92, 160
温度系数, 210, 224, 228
端子
 外触发, 5, 83
 前/后开关, 2, 58
GPIB 接口, 5
询问设置, 58
RS-232 接口, 5
VM 完成, 5, 83
结束符, 输入信息, 157

测试
 完整的自检, 13, 86
 上电自检, 13, 86
 读数存贮器, 84, 86
 自检错误, 179
 测试线电阻, 38, 64, 198
 热电势误差
 门限电阻, 连续, 52
 转换精度, 228
 * TRG, 75
 触发, 75
 触发: 计数, 78, 131
 触发: 延迟, 80, 131
 触发: 延迟: 自动, 80, 131
 触发: 源, 73, 130
 触发
 中止测量, 76
 自动触发, 42, 73
 指令, 130
 延迟, 79
 外触发, 42, 74, 83
 流程图, 72
 前面板, 42
 无效触发状态, 76, 129
 内部的, 75
 多个读数(采样), 77
 多次触发, 78
 单次触发, 42, 73
 软件(总线)触发, 75, 125
 源, 73
 “等待触发”状态, 76, 129
 * TST?, 86
指导
 前面板菜单, 29
 测量, 197
双扭线连接, 201
两线欧姆
 连接, 17
 允许的数学功能, 63, 124
量程, 17

V
真空荧光显示, 1
版本
 固件, 89
 SCPI, 90
VM 完成端子, 5, 83
电压
 ac 电压
 连接, 17
 负载误差, 209
 允许的数学功能, 63, 124
 量程, 17
 信号滤波器, 51, 214
dc 电压
 连接, 17
 输入电阻, 53
 负载误差, 199
 允许的数学功能, 63, 124
 量程, 17
电压选择器模块, 15
电压表完成端子, 5, 83

W
“等待触发”状态, 76, 129
保证期资料, inside front cover
重量: 产品 222
接线转换器(RS-232), 149
接线连接
 2 线欧姆, 17
 4 线欧姆, 17
 ac 电流, 18
 ac 电压, 17
 连续, 19
 dc 电流, 18
 dc 电压, 17
 dcv:dcv 比率, 44
 二极管, 19
 频率, 18
 周期, 18

Z
校零测量, 59, 213

這些信息可能隨時更改，恕不另行通知。
© Keysight Technologies 1991 - 2014
第 5 版, 2014 年 8 月



34401-90422
www.keysight.com