34450A 5 ½ 数字万用表

KEYSIGHT

用户指南

声明

版权声明

© 是德科技 2012-2020、 2023

根据美国和国际版权法，未经是德科技事先允许和书面同意，不得以任何形式（包括电子存储和检索或翻译为其他国家或地区语言）复制本手册中的任何内容。

商标

Microsoft ® 是 Microsoft Corporation 在美国的注册商标。

手册部件号

34450-90006

版本

第 9 版， 2023 年 10 月

印刷地区：

马来西亚印刷

发布者：

是德科技
Bayan Lepas Free Industrial Zone,
11900 Penang, Malaysia

技术许可

本文档中描述的硬件和 / 或软件仅在得到许可的情况下提供并且只能根据此类许可的条款进行使用或复制。

符合性声明

可以从 Web 上下载本产品以及其他 Keysight 产品的符合性声明。请访问 http://www.keysight.com/go/conformity。然后，可以按产品编号进行搜索，查找最新的符合性声明。

美国政府权利

本软件属于联邦政府采购法规（“FAR”）2.101 定义的 “商用计算机软件”。按照 FAR 12.212 和 27.405-3 以及国防部 FAR 补充条款 （“DFARS”） 227.7202，美国政府根据向公众提供商用计算机软件的一般条款获得本软件。同样，Keysight 根据其标准商业许可证向美国政府客户提供本软件，该许可证包含在其最终用户许可协议 (EULA) 中，可以在以下位置找到该许可协议的副本：http://www.keysight.com/find/sweula。EULA 中所述的许可证阐述了美国政府在使用、修改、分发或披露本软件方面的专属权利。除了其他事项之外，EULA 及其所述的许可证不要求或不允许 Keysight：(1) 提供通常不会向公众提供的与商用计算机软件或商用计算机软件文档相关的技术信息；或者 (2) 让与或以其他方式提供的政府权利超过通常向公众提供的有关使用、修改、复制、发布、执行、显示或披露商用计算机软件或商用计算机软件文档方面的权利。EULA 中未涉及的其他政府要求不适用，除非按照 FAR 和 DFARS 的规定明确要求所有商用计算机软件提供商提供这些条款、权利或许可证，并且 EULA 中的其他地方有专门的书面说明。Keysight 不承担更新、修订或修改本软件的责任。关于 FAR 2.101 所定义的技术数据，根据 FAR 12.211 和 27.404.2 以及 DFARS 227.7102，美国政府获得的权利不超过 FAR 27.401 或 DFAR 227.7103-5 (c) 中定义的有限权利，这适用于任何技术数据。

担保

本文档中包含的材料 “按原样” 提供，如有更改，恕不另行通知。此外，在适用法律允许的最大范围内， Keysight 不承诺与本手册及其包含的任何信息相关的任何明示或暗示的保证，包括但不限于对特定目的的适销性和适合性的暗示担保。对于因提供、使用或运用本文档或其包含的任何信息所导致的错误或者意外或必然损害，Keysight 概不负责。如果 Keysight 和用户另有书面协议，并且其中的某些担保条款涉及了本文档中与这些条款冲突的资料，则以此协议中的担保条款为准。

安全信息

小心

“小心” 标志表示存在危险。它要求重视操作程序、做法等。如果不正确地执行或不遵守此类操作规程，则可能导致产品损坏或重要数据丢失。在没有完全理解指定的条件且不满足这些条件的情况下，请勿继续执行小心声明所指示的任何操作。

警告

“警告” 标志表示有危险。它要求在执行操作步骤时必须加以注意，如果不正确地执行操作或不遵守操作步骤，则可能导致人身伤亡。在没有完全理解指定的条件且不满足这些条件的情况下，请勿继续执行 “警告” 标志所指示的任何操作。

安全标志

仪器上及文档中的下列标志表示为了保证安全操作仪器而必须采取的预防措施。

	接地端		小心，有危险 （请参阅本手册了解具体的“警告”或“小心”信息）
	小心，电击风险	**CAT II 300 V**	IEC 测量类别 II。在 II 类过电压条件下，输入端子可以连接到主电路 （最高可达 300 VAC）。
	框架或机架端		

法规标记

CE ISM 1-A	CE 标记是欧洲共同体的注册商标。此 CE 标记表示产品符合所有相关的欧洲法律规定。		RCM 标记是澳大利亚通讯及媒体局的注册商标。
ICES/NMB-001	ICES/NMB-001 表示此 ISM 设备符合加拿大 ICES-001 规定。 Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB-001 du Canada.		此仪器符合 WEEE 指令 (2002/96/EC) 标记要求。此附加产品标签说明不得将此电气 / 电子产品丢弃在家庭垃圾中。
 C US	CSA 标记是加拿大标准协会的注册商标。		此符号表示在所示的时间段内，危险或有毒物质不会在正常使用中泄漏或造成损坏。该产品的使用寿命为四十年。

一般安全信息

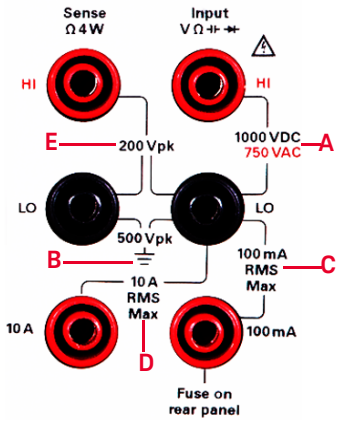
在本仪器的操作、服务和维修的各个阶段中，必须遵循下面的常规安全预防措施。如果未遵循这些预防措施或本手册其他部分说明中的特定警告，则会违反有关仪器的设计、制造和用途方面的安全标准。 Keysight Technologies 对用户不遵守这些预防措施的行为不承担任何责任。

警告

- 请勿破坏电源线安全接地功能。插入到接地 （地面）插座。
- 请严格按照制造商规定的方法使用仪器。
- 为避免电击或伤害，请勿在无安装面板或机盖的情况下操作万用表。
- 请勿更换部件或改装仪器，以避免引发其他危险。将仪器返回至 Keysight 技术销售与维修处进行维修，以确保功能部件安全。
- 主电源和测试输入端断开连接：从墙壁插座拔出仪器，拔下电源线，然后拔下所有端子上的所有探头，之后再进行维修。拆卸仪器盖只能由合格的经过维修培训的人员来执行。
- 线路和电流保护保险丝：为了持续保护以免火灾，请用指定类型和额定指标的保险丝更换线路保险丝和电流保护保险丝。
- IEC 测量类别 II。在 IEC II 类安装中， HI 和 LO 输入端子可以连接到主电路，线电压最高可达 300 VAC。为了避免电击危险，请勿将输入端子连接到线电压超过 300 VAC 的主电路。有关进一步的信息，请参阅以下页面中的 “IEC 测量 II 类过压保护 ”。
- 保护限制：为避免仪器损坏和电击危险，请不要超过以下部分中规定的任何保护限制。
- 如果以非 Keysight Technologies 指定的方式使用 “ 测试引线集 ”，则将削弱 “ 测试引线集 ” 提供的保护效果。并且，不要使用损坏或磨损的测试引线套件。否则，可能会导致仪器损坏或人身伤害。
- 请勿在存在易燃气体或烟雾、蒸汽或潮湿的环境中操作设备。

保护限制

Keysight 34450A 5½ 数字万用表提供了电路保护功能，只要不超过保护限制，即可防止仪器损坏和电击危险。要确保仪器的安全运行，请不要超过前面板上注明的和以下规定的保护限制：



注意：前面板端子和电流保护保险丝如上所述。

输入端子保护限制

保护限制是为输入端子定义的：

主输入（HI 和 LO）端子。 HI 和 LO 输入端子用于电压、电阻、电容和二极管测量。有两个保护限制是为这些端子定义的：

HI 到 LO 保护限制。从 HI 到 LO 的保护限制（上图中的 “A”）是 1000 VDC 或 750 VAC，这也是最大电压度量。此限制也可以表述为 1000 Vpk （最大值）。

LO 到接地保护限制。相对于接地，LO 输入端子可以安全地最大 “ 浮充 ” 500 Vpk。这是图中的保护限制 “B”。

虽然上图中未显示，HI 端子的保护限制相对于接地最大为 1000 Vpk。因此，“浮充”电压和测得的电压之和不得超过 1000 Vpk。

电流输入端子。电流输入 （“I”）端子对从 LO 输入端子流入的电流的保护限制最大为 100A (rms)。这是图中的保护限制 “C”。注意：电流输入端子的电压将大致与 LO 端子相同。

注意：电流保护电路包括后面板上的保险丝。要维持保护状态，只能使用指定类型和额定指标的保险丝更换此保险丝。

10 A 电流输入端子。 10 A 电流输入端子对从 LO 输入端子流入的电流的保护限制最大为 10 A (rms)。这是图中的保护限制 “D”。注意：电流输入端子的电压将大致与 LO 端子相同。

注意：电流保护电路包括一个内部保险丝。要维持保护状态，只能由经过电气维修培训的专业人员使用指定类型和额定的保险丝更换此保险丝。

感应端子保护限制

HI 和 LO 感应端子只能用于四线电阻测量 (" Ω 4W")。对于所有端子对，保护限制是 200 Vpk （图中的 “E”）：

LO 感应端子到 LO 输入端子。
HI 感应端子到 LO 输入端子。
HI 感应端子到 LO 感应端子。

注意：感应端子上的 200 Vpk 限制就是保护限制。在正常操作中，电阻测量中的可操作电压更低 - 不到 5 V。

IEC 测量 II 类过压保护

为防止出现电击危险，Keysight 34450A 5½ 数字万用表为线路电压主电路连接提供了过压保护，这些连接符合以下***两个***条件：

在测量 II 类条件 （如下定义）下，HI 和 LO 输入端子与主电路连接，***以及***

主电路限制的最大线路电压为 300 VAC。

IEC 测量 II 类包括连接到分支电路中插座上的主电路的电器设备。这类设备包括大多数小型电器设备、测试设备和插入到分支插座或插槽的其他设备。可以使用 34450A 来对连接到此类设备的主电路或分支插座本身的 HI 和 LO 输入端子进行测量 （最高可达 300 VAC）。但是， 34450A 不能用于连接到永久安装的电器设备中的主电路的 HI 和 LO 输入端子，这类设备有主电路断路板、安装板断路箱或永久连接的电机等。这类设备和电路会受到可能超过 34450A 保护限制的过压影响。

注意：高于 300 VAC 的电压只能在与主电路隔离的电路中进行测量。但是，与主电路隔离的电路中还可能出现瞬间过压。34450A 可以安全经受住高达 2500 Vpk 的偶然瞬间过压。请勿使用此万用表来测量瞬间过压可能超过此水平的电路。

一般特性

技术指标测量	技术指标
电源	– 100 V/120 V(127 V)/220 V(230 V)/240 V ± 10% – AC 线路频率 45 Hz – 66 Hz 和 （360 Hz – 440 Hz，100/120 V 操作） – 加电时自动检测

环境条件

此仪器设计为仅允许在室内以及低凝结区域使用。下表显示了本仪器的一般环境要求。

环境条件	要求
操作温度	在 0 °C 至 55 °C 时为完全精度
操作湿度	在 0 °C 至 30 °C 下、相对湿度为 80 % 时的完全精度（非冷凝） 在 30 °C 至 55 °C 下、相对湿度为 40% 时的完全精度（非冷凝）
存放温度	–40 °C 至 70 °C
海拔高度	操作海拔高达 3000 米
污染度	污染度 2

小心 在出现与仪器的电源线或 I/O 电缆耦合的环境电磁场 (EM) 和噪音时，会导致某些产品规格降级。如果消除环境电磁场和噪音源，或对仪器采取了防止环境电磁场干扰的措施，或仪器电缆具有屏蔽环境电磁噪声的功能，则仪器会自行恢复所有规格并按全规格功率运行。

产品法规和合规性

本 34450A 5½ 数字双显示屏万用表符合安全和 EMC 要求。

请参考最新版本的合规性声明，网址为
http://www.keysight.com/go/conformity 。

废弃电气和电子设备 (WEEE) 指令 2002/96/EC

此仪器符合 WEEE 指令 (2002/96/EC) 标记要求。此附加产品标签说明不得将此电气或电子产品丢弃在家庭垃圾中。

产品类别：

根据 WEEE 指令附件 1 中说明的设备类型，将此仪器分类为“ 监测和控制仪器 ”产品。

附加的产品标签显示如下。



切勿丢弃在家庭垃圾中。

要退还不需要的仪器，请与您最近的 Keysight 服务中心联系，或访问 http://about.keysight.com/en/companyinfo/environment/takeback.shtml 了解详细信息。

销售与技术支持

要联系 Keysight 的销售和技术支持，请参考以下 Keysight 网站上的支持链接：

- www.keysight.com/find/34450A
  （特定于产品的信息和支持、软件与文档更新）
- www.keysight.com/find/assist
  （查询世界各地的维修和服务联系信息）

其他声明

Keysight 34450A 附带有 Keysight 34138A 测试引线套件，如下所述。

测试引线额定值

测试引线 - 1000 V， 15 A

尖头探头附件 - 300 V， 3 A

微型夹附件 - 300 V， 3 A

SMT 夹附件 - 300 V， 3 A

操作

尖头探头、微型夹附、和 SMT 夹附件都将插入测试引线探头末端。

维护

如果测试引线套件有任何部分磨损或损坏，请勿使用。请使用心的 Keysight 34138A 测试引线套件进行更换。

警告 如果以非 Keysight Technologies 指定的方式使用 “ 测试引线集 ”，则将削弱 “ 测试引线集 ” 提供的保护效果。并且，不要使用损坏或磨损的测试引线组。否则，可能会导致仪器损坏或人身伤害。

目录

安全标志 . . . 3
法规标记 . . . 4
一般安全信息 . . . 5
一般特性 . . . 7
环境条件 . . . 7
废弃电气和电子设备 (WEEE) 指令 2002/96/EC . . . 9
产品类别： . . . 9
销售与技术支持 . . . 9
其他声明 . . . 10

1 入门教程

前面板概览 . . . 20
显示屏概览 . . . 21
单显示屏 . . . 21
双显示屏 . . . 21
键盘概览 . . . 24
功能升级 . . . 27
后面板概览 . . . 28
进行测量 . . . 29
使用按键 . . . 29
数字屏蔽 . . . 30
选择电流输入端和测量范围 . . . 31
测量 AC (RMS) 或 DC 电压 . . . 31
测量电阻 . . . 33
测量 AC (RMS) 或 DC 电流，最大 100 mA . . . 34
测量 AC (RMS) 或 DC 电流，最大 10 A . . . 35
测量电压频率 . . . 36
测量电流频率 . . . 37
测试通断 . . . 38
检查二极管 . . . 39
测量温度 . . . 40

测量电容 . . . 41
选择量程 . . . 42
远程操作 . . . 43
USB 接口 . . . 43
串口 . . . 44
GPIB IEEE-488（可选） . . . 45
代码兼容模式 . . . 46
SCPI 命令 . . . 46

2 功能和特性

数学运算 . . . 48
Null 测量 . . . 49
保留测量 . . . 51
限制测量 . . . 52
访问数学菜单 . . . 53
编辑单个统计数据 . . . 54
编辑所有统计数据 . . . 55
编辑 dB 测量 . . . 56
编辑 dBm 测量 . . . 57
数学信号器 . . . 58
编辑数学函数参考值 . . . 58
编辑值 . . . 59
双显示屏 . . . 60
使用双显示屏 . . . 61
双显示屏操作示例 . . . 63
使用实用程序菜单 . . . 65
RS232 实用程序子菜单 . . . 69
GPIB 实用程序子菜单 . . . 71
读取错误消息 . . . 72
蜂鸣器 . . . 73
存储和重新调用仪器状态 . . . 74
复位/加电状态 . . . 75
触发万用表 . . . 77
数据记录 . . . 80

查看记录信息 . . . 84
查看记录列表 . . . 85
查看记录直方图 . . . 86
查看记录统计信息 . . . 87
Fluke 45/Fluke 8808A 代码兼容模式 . . . 88
启用代码兼容模式 . . . 88
Fluke 45/Fluke 8808A 代码兼容模式说明 . . . 89

3 测量教程

DC 测量的注意事项 . . . 92
噪音抑制 . . . 93
测量速度考虑因素 . . . 95
双测量注意事项 . . . 96
双测量中的 DC 电压动态量程 . . . 96
双测量中的电源和电流 . . . 97
电阻测量的注意事项 . . . 99
True RMS AC 测量 . . . 102
其他主要测量函数 . . . 106
频率测量误差 . . . 106
DC 电流测量 . . . 107
电容测量 . . . 108
温度测量 . . . 110
其他测量误差源 . . . 111

4 特征和规格

本页特意留为空白。

图列表

图 1-1 34450A 前面板 20
图 1-2 典型的单显示屏 21
图 1-3 典型的双显示屏 21
图 1-4 34450A 键盘 24
图 1-5 后面板概览 28
图 1-6 ACV rms 和 DCV 端子连接和显示屏 32
图 1-7 双线 Ω 端子连接和显示屏 33
图 1-8 四线 Ω 端子连接和显示屏 33
图 1-9 ACI RMS 或 DCI (mA) 端子连接和显示屏 34
图 1-10 ACI RMS 或 DCI (A) 端子连接和显示屏 35
图 1-11 频率端子连接和显示 36
图 1-12 频率端子连接和显示屏，适用于 ACI (mA) . . . 37
图 1-13 频率端子连接和显示屏，适用于 ACI (A) 37
图 1-14 通断测试端子连接和显示屏 38
图 1-15 正向偏压二极管端子连接和显示屏 39
图 1-16 反向偏压二极管端子连接和显示屏 39
图 1-17 温度端子连接和显示屏 40
图 1-18 电容端子连接和显示屏 41
图 1-19 串口连接器图表 45
图 2-1 访问 Null 测量 50
图 2-2 访问保留测量 51
图 2-3 实用程序菜单的第一页 65
图 2-4 实用程序菜单的第二页 65
图 2-5 触发输入连接器 78
图 2-6 触发输出连接器 79
图 3-1 共模抑制 (CMR) 93
图 3-2 接地环产生的噪音 94
图 3-3 ADC 动态量程 97
图 3-4 在双测量模式下测量电压和电流的示例 98
图 3-5 电线电阻和电流分流器电阻器 107
图 3-6 将电流应用于电容器 108

本页特意留为空白。

表列表

表 1-1 显示信号器 22
表 1-2 键盘功能 24
表 1-3 许可证详细信息 27
表 2-1 数学运算 48
表 2-2 数学值信号器 58
表 2-3 在双显示屏模式下可用的测量 60
表 2-4 DCV-ACI 的测量操作频率 61
表 2-5 实用程序菜单的可用设置 66
表 2-6 RS232 实用程序子菜单 70
表 2-7 复位 / 加电状态 75
表 2-8 数据记录菜单选项 82
表 3-1 异种金属之间的连接的常见热电电压 92
表 3-2 量程示例 99
表 3-3 各种波形的典型误差显示为输入脉冲频率的函数 104

本页特意留为空白。

1 入门教程

前面板概览 20
键盘概览 24
功能升级 27
后面板概览 28
进行测量 29
选择量程 42
远程操作 43

本章提供了有关如何开始使用 Keysight 34450A 5 ½ 数字万用表和使用前面板以进行测量的教程。

前面板概览

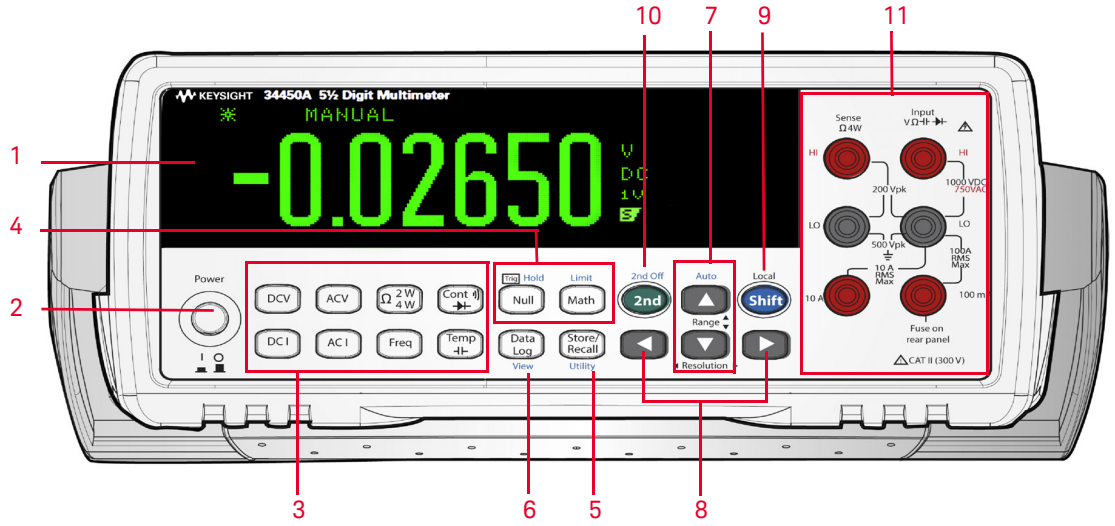


图 1-1 34450A 前面板

1. 显示屏
2. 电源开关
3. 测量功能
4. 数学运算
5. 状态存储 / 重新调用，实用程序菜单
6. 数据记录，查看
7. 自动量程和手动量程
8. 解析度，测量速度
9. SHIFT （选择蓝色切换按键）和 Local （本地）按键
10. 副显示屏按键
11. 输入端子

显示屏概览

单显示屏



图 1-2 典型的单显示屏

双显示屏



图 1-3 典型的双显示屏

系统信号器如表 1-1 中所述。（有关数学运算信号器的说明，请参见第 58 页上的表 2-2）。

表 1-1 显示信号器

系统信号器	说明
	样品信号器 - 指示要进行读数
	键盘已锁定。同时按 ◀ + ▶ 键超过 3 秒即可解锁
	为主函数选择固定量程
	为主函数选择自动量程
	正在记录数据
	为 DCV 函数配置高输入阻抗
	已启用双线电阻功能
	已启用四线电阻功能
	已启用二极管测试功能
	已启用电容功能
	已启用通断测试功能
	队列中的错误
	已选择快速
	已选择中速
	已选择慢速
	远程接口操作
	代码兼容模式
	已按下第二个键
	已启用触发，并且万用表处于 “ 等待触发 ” 状态
	已按下 Shift 键

表 1-1 显示信号器 （续）

系统信号器	说明
	已为辅助函数选择了固定量程
	已为辅助函数选择了自动量程
	直流电
	交流电

键盘概览

下面的表 1-2 中介绍了每个键的操作。按测量功能键可更改当前键的操作，在显示屏上弹出相关符号 （请参见第 21 页上的 “ 显示屏概览 ”），然后发出蜂鸣声。

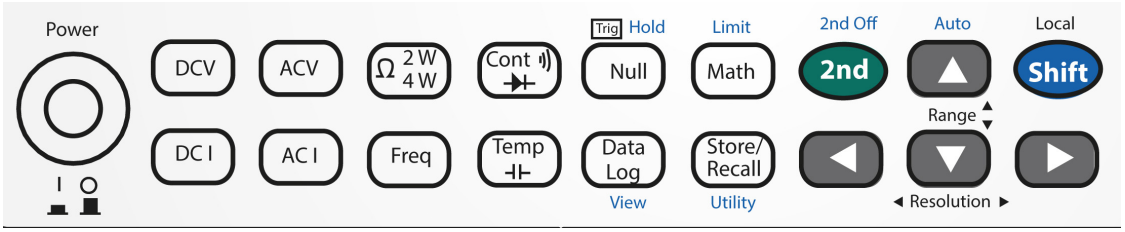


图 1-4 34450A 键盘

表 1-2 键盘功能

键	说明
系统相关的操作	
	按下以打开或关闭 34450A 万用表
	按下以启用对按钮备选功能的访问
	按下以启用副显示屏
	按下以禁用副显示屏
	– 按下以调整测量速度和解析度 – 按下以导航菜单
	– 按下以调整量程 – 按下以调整值

表 1-2 键盘功能 （续）

键	说明
Shift > Store/Recall (Utility)	按下以访问实用程序菜单。请参见第 33 页上的 “ 测量电阻 ”
◀ + ▶	同时按下持续 3 秒可锁定和解锁键盘
测量功能	
DCV	按下以选择 DC 电压测量
ACV	按下以选择 AC 电压测量
DC I	按下以选择 DC 电流测量
AC I	按下以选择 AC 电流测量
Ω 2W 4W	按下以选择双线或四线电阻测量
Freq	按下以选择频率测量
Cont	按下以选择通断或二极管测量
Temp	按下以选择温度或电容测量
测量相关函数	
Null	按下以启用 Null 函数。请参见第 49 页上的 “Null 测量 ”
Math	按下以访问数学函数菜单。请参见第 48 页上的 “ 数学运算 ”
Data Log	按下以访问数据记录菜单。请参见第 80 页上的 “ 数据记录 ”
Store/Recall	按下以访问存储 / 重新调用菜单。请参见第 74 页上的 “ 存储和重新调用仪器状态 ”

表 1-2 键盘功能 （续）

键	说明
	按下以启用触发 / 保留。请参见第 51 页上的 “ 保留测量 ”
	按下以访问限制功能。请参见第 52 页上的 “ 限制测量 ”
	按下以访问数据日志查看菜单。请参见第 84 页上的 “ 查看记录信息 ”

功能升级

表 1-3 中列出了两个许可证，以供用户购买：

表 1-3 许可证详细信息

	认出厂设置	许可证	部件号
数据记录储存器	5000 条读数	50000 条读数 （3445MEMU 选件）	34450A-801
GPIB 远程操作	禁用	启用 （3445GPBU 选件）	34450A-800

对于许可证升级程序，请参考许可证兑现电子邮件。

后面板概览

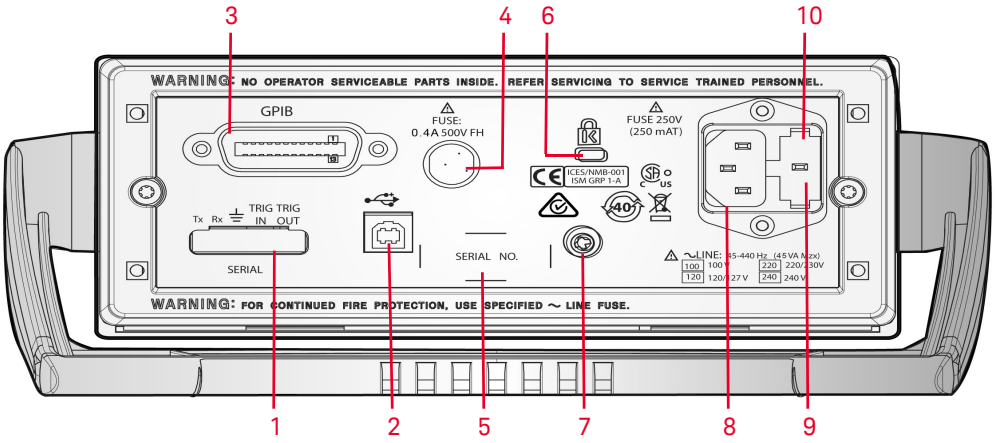


图 1-5 后面板概览

1 串行接口连接器
2 USB 接口连接器
3 安装了 3445GPBU 选件的 GPIB
4 电流保险丝
5 型号和序列号标签
6 Kensington 锁
7 机架接地片
8 交流电源连接器
9 交流电线保险丝
10 交流电线电压选择器

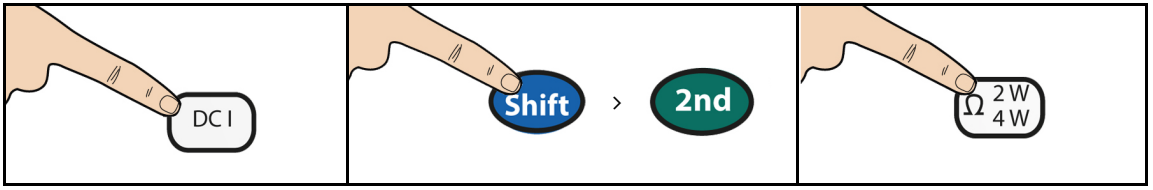
进行测量

以下各页介绍如何进行测量连接，如何从前面板中为每种测量功能选择测量函数。

有关进行远程操作的说明，请参考 *Keysight 34450A 联机程序员参考*帮助文件中的 MEASure 子系统。

使用按键

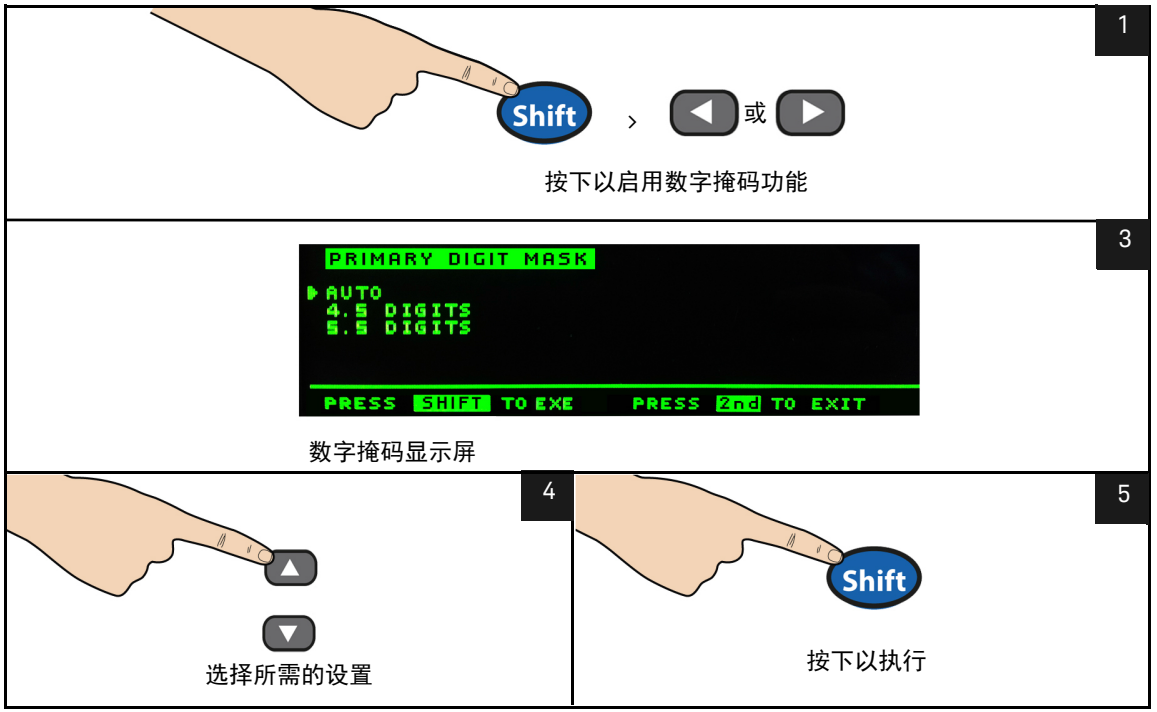
可通过按前面板上的按钮来选择此万用表的功能和操作；请参见 第 24 页上的“键盘概览”。可以通过几种不同的方法使用这些按钮来选择万用表的功能和操作。使用这些按钮的方法如下所示：



按一次　　依次按下按钮　　按两次

数字屏蔽

导航键盘可提供屏蔽主显示屏上的读数 （更改所显示的数字个数）的快捷方式，以便于读取。屏蔽数字只会影响显示的内容。它不会影响测量速度或准确性。它适用于除通断、二极管测试、温度和电容测量之外的所有功能。要启用屏蔽功能，请按照以下说明进行操作：



选择电流输入端和测量范围

如果在自动量程模式下测量 AC 或 DC 电流，信号输入为 100 mA，则万用表将自动选择 100 µA 到 100 mA 的量程。

如果信号输入应用到 10 A 输入端，则万用表将自动选择 1 A 到 10 A 的量程。

测量 AC (RMS) 或 DC 电压

AC 电压：

- **测量范围：**100.000 mV、 1.00000 V、 10.0000 V、 100.000 V、 750.00 V
- **速度：**慢速 -2 Hz，中速 -20 Hz，快速 -200 Hz
- **默认设置：**自动量程，慢速测量
- **测量方法:** AC 电偶 True RMS - 以任意量程测量高达 400 VDC 偏量的 AC 分量
- **振幅：**满程时的最大比例为 3:1
- **输入阻抗：**1 MΩ ± 2% 并联，所有量程 <100 pF
- **输入保护：**750 V rms，所有量程 （HI 端子）

DC 电压：

- **测量范围：**100.000 mV、 1.00000 V、 10.0000 V、 100.000 V、 1000.00 V
- **速度：**慢速、中速、快速
- **默认设置：**自动量程，慢速测量
- **测量方法：**Sigma Delta A-to-D 转换器
- **输入阻抗：**>10 GΩ，选定量程 （仅适用于 0.1 V 和 1 V）或 ~10 MΩ，所有量程 （典型）
- **输入保护：**1000 V，所有量程 （HI 端子）

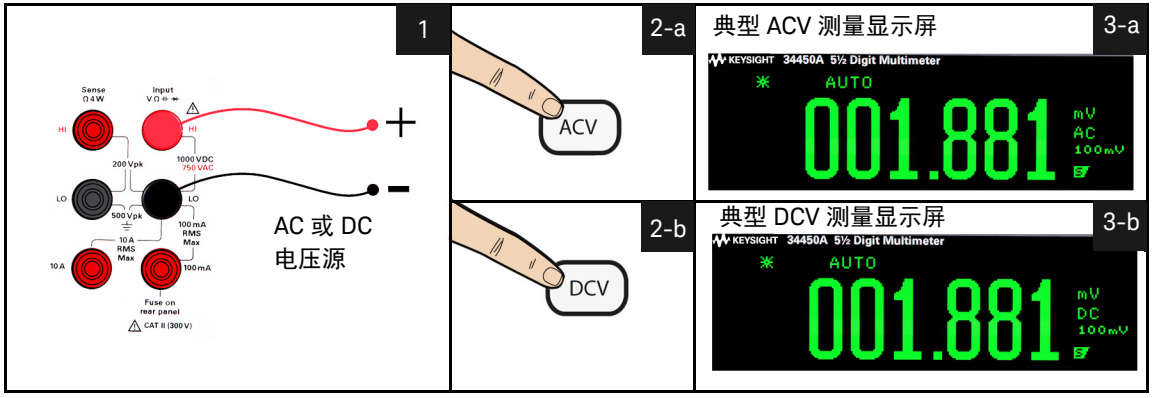


图 1-6 ACV rms 和 DCV 端子连接和显示屏

警告 请勿将任何电压应用到仪器输入端，直到正确连接了所有的端子。在应用高压时插入或拔出测试引线会导致仪器损坏，并且可能会提高电击风险。

测量电阻

- **测量范围：**100.000 Ω、 1.00000 kΩ、 10.0000 kΩ、 100.000 kΩ、 1.00000 MΩ、 10.0000 MΩ、 100.000 MΩ。
- **速度：**慢速、中速、快速
- **默认设置：**自动量程，慢速测量
- **测量方法：**双线电阻或四线电阻 （欧姆）
- **输入保护：**1000 V，所有量程 （HI 端子）

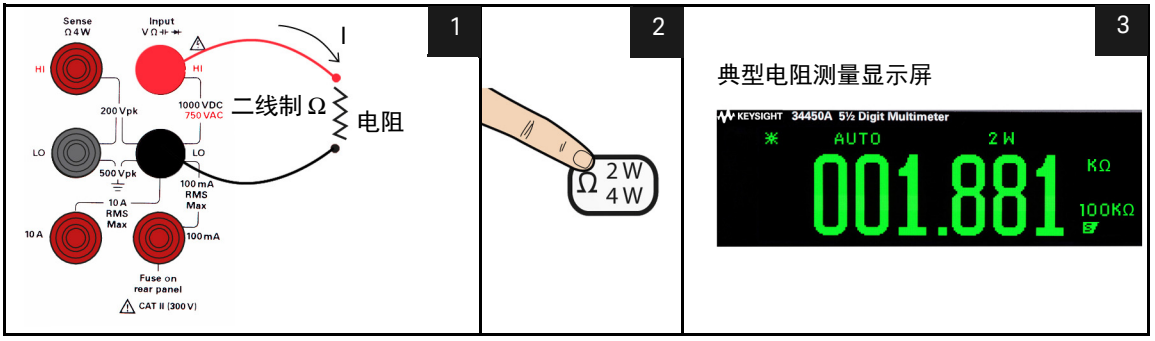


图 1-7 双线 Ω 端子连接和显示屏

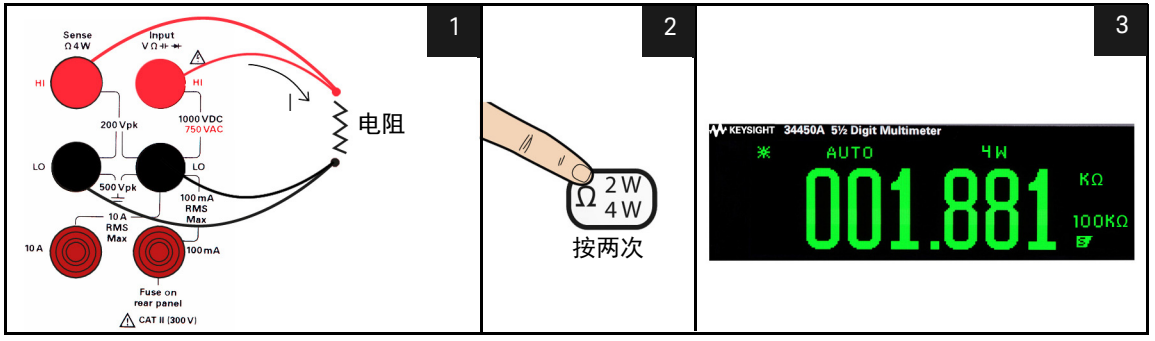


图 1-8 四线 Ω 端子连接和显示屏

测量 AC (RMS) 或 DC 电流，最大 100 mA

- **测量范围 (AC)：**10.0000 mA 和 100.000 mA
- **测量范围 (DC)：**100.000 µA、 1.00000 mA、 10.0000 mA、 100.000 mA
- **速度 (AC)：**慢速 -2 Hz，中速 -20 Hz，快速 -200 Hz
- **速度 (DC)：**慢速、中速、快速
- **默认设置：**自动量程，慢速测量
- **分流器电阻：**1 Ω，对于 10 mA 和 100 mA 量程；以及 90 Ω，对于 100 µA 到 1 mA 量程
- **输入保护：**后面板 0.4 A， 500 V FH 保险丝，适用于 I 端子

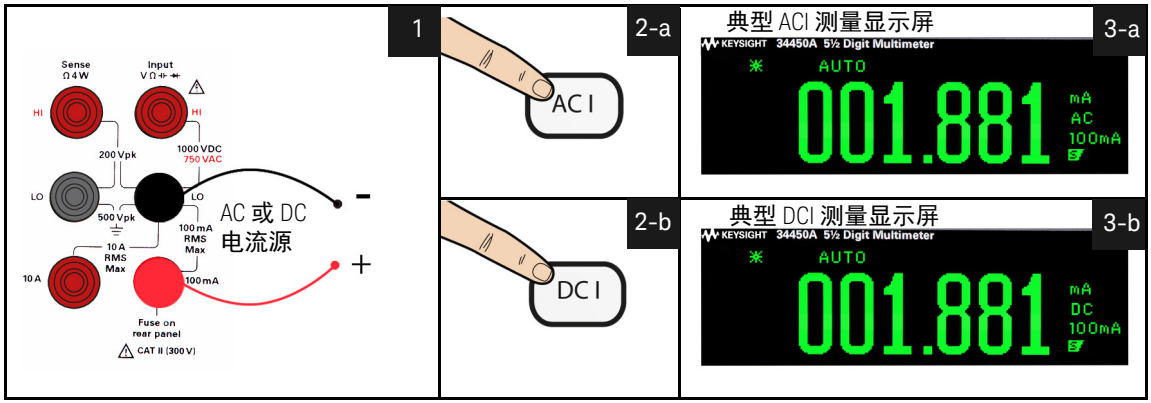


图 1-9 ACI RMS 或 DCI (mA) 端子连接和显示屏

测量 AC (RMS) 或 DC 电流，最大 10 A

- **测量范围 (AC)**：1.00000 A， 10.0000 A
- **测量范围 (DC)**：1.00000 A， 10.0000 A
- **速度 (AC)**：慢速 -2 Hz，中速 -20 Hz，快速 -200 Hz
- **速度 (DC)**：慢速、中速、快速
- **默认设置**：自动量程，慢速测量
- **分流器电阻**：0.01 Ω，适用于 1 A 和 10 A 量程
- **输入保护**：对于 10 A 端子，内部 11 A， 1000 V 保险丝

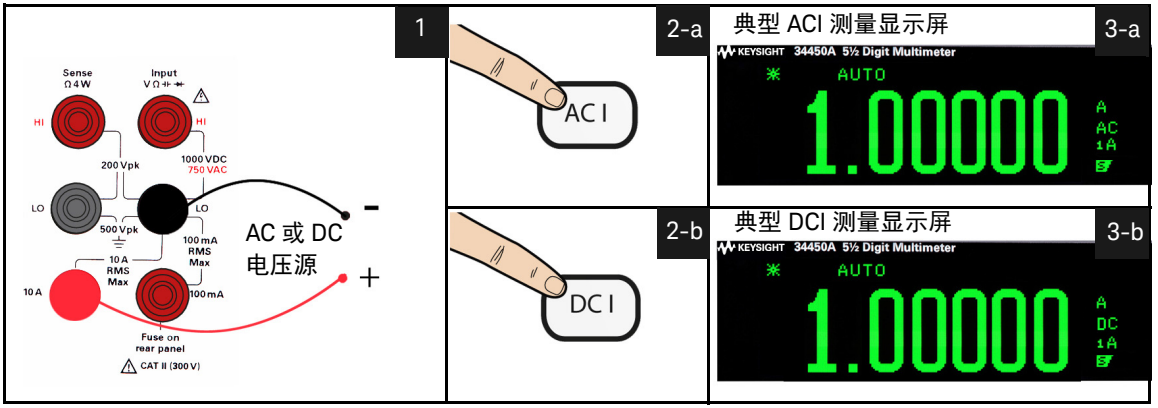


图 1-10 ACI RMS 或 DCI (A) 端子连接和显示屏

测量电压频率

- **测量范围：**100.000 mV、1.00000 V、10.0000 V、100.000 V、750.00 V。量程基于信号的电压级别而不是频率。
- **速度：**慢速、中速
- **测量方法：**倒数计数方法
- **信号级别：**除非另有注明，否则所有量程以 10% 的量程进行满程输入。100 mV 量程规格适用于满程或更高输入。对于 10 mV 到 100 mV 的输入，将读数误差的总体百分比 (%) 乘以 10。
- **门控时间：**1 秒 （慢速）或 0.1 秒 （中速）
- **输入保护：**750 V rms，所有量程 （HI 端子）

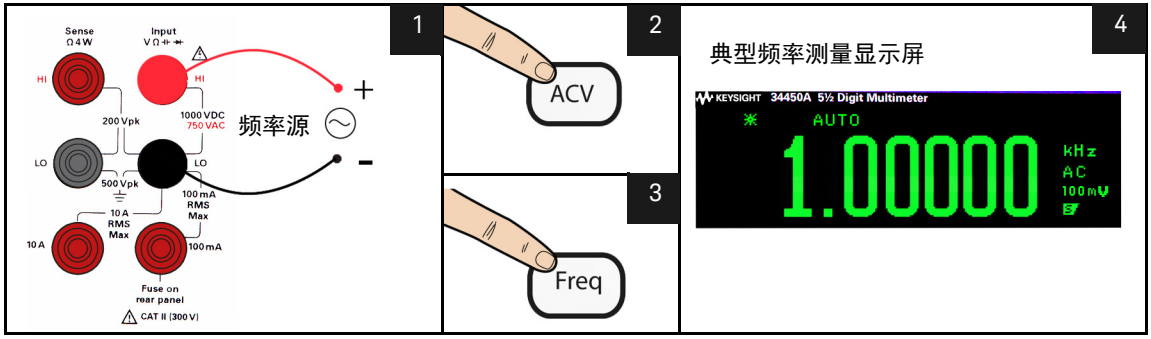


图 1-11 频率端子连接和显示

测量电流频率

- **测量范围：**10.0000 mA、100.000 mA、1.00000 A、10.0000 A。量程基于信号的电流级别，而不是频率。
- **速度：**慢速、中速
- **测量方法：**倒数计数方法
- **信号级别：**除非另有注明，否则所有量程以 10% 的量程进行满程输入。10 mV 量程规格适用于满程或更高输入。对于 1 mV 到 10 mV 的输入，将读数误差的总体百分比 (%) 乘以 10。
- **门控时间：**1 秒 （慢速）或 0.1 秒 （中速）
- **输入保护：**750 V rms，所有量程 （HI 端子）

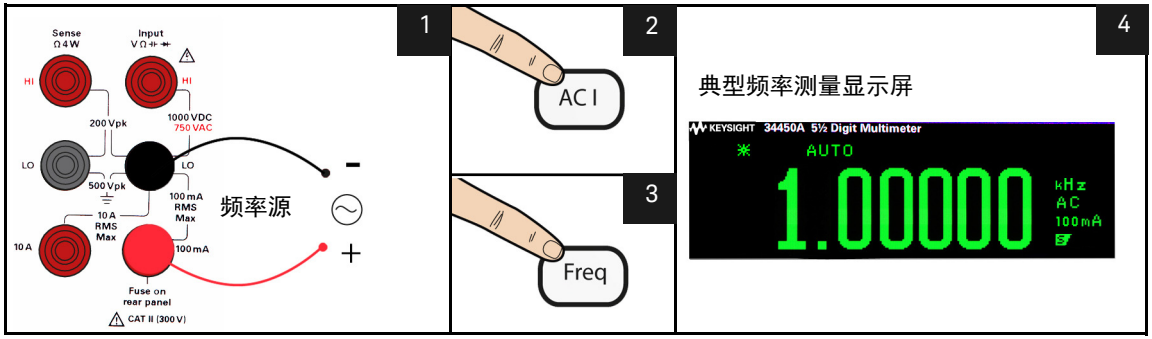


图 1-12 频率端子连接和显示屏，适用于 ACI (mA)

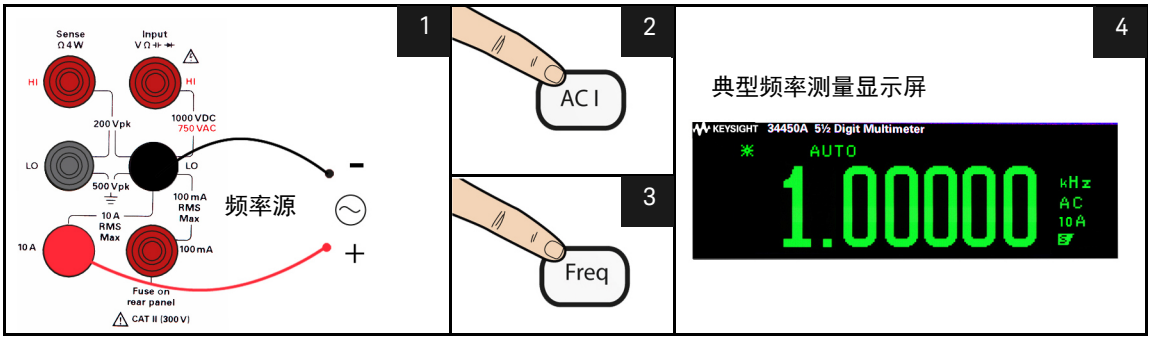


图 1-13 频率端子连接和显示屏，适用于 ACI (A)

测试通断

- **测量方法：**0.5 mA ± 0.2% 恒流源
- **响应时间：**165 个样品 / 秒，并发出声音
- **通断阈值：**固定 10 Ω
- **输入保护：**1000 V （HI 端子）

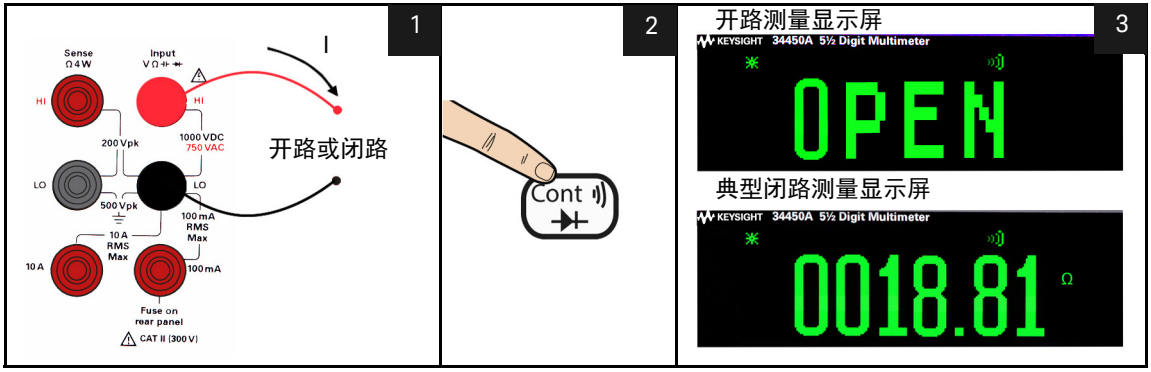


图 1-14 通断测试端子连接和显示屏

检查二极管

- **测量方法：**使用 0.5 mA ± 0.2% 恒流源
- **响应时间：**190 个样品 / 秒，并发出声音
- **输入保护：**1000 V （HI 端子）

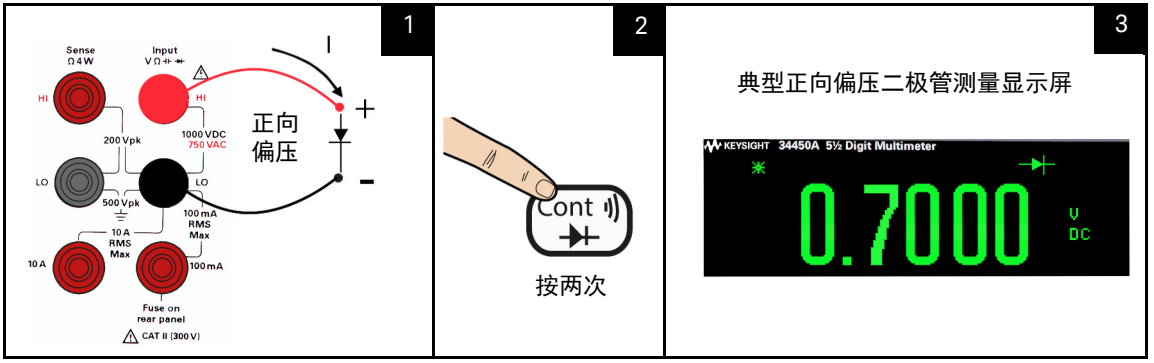


图 1-15 正向偏压二极管端子连接和显示屏

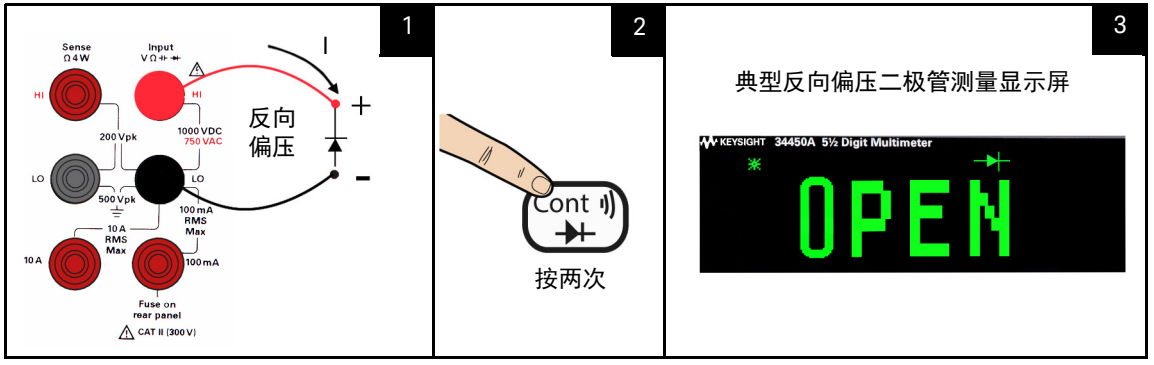


图 1-16 反向偏压二极管端子连接和显示屏

测量温度

- **测量范围：**–80.0 °C 到 150.0 °C， –110.0 °F 到 300.0 °F
- **测量方法：**5 kΩ 热敏电阻传感器 (E2308A) 双线电阻测量，通过计算转换
- **输入保护：**1000 V （HI 端子）
- **可选配件：**E2308A 热敏电阻温度探测

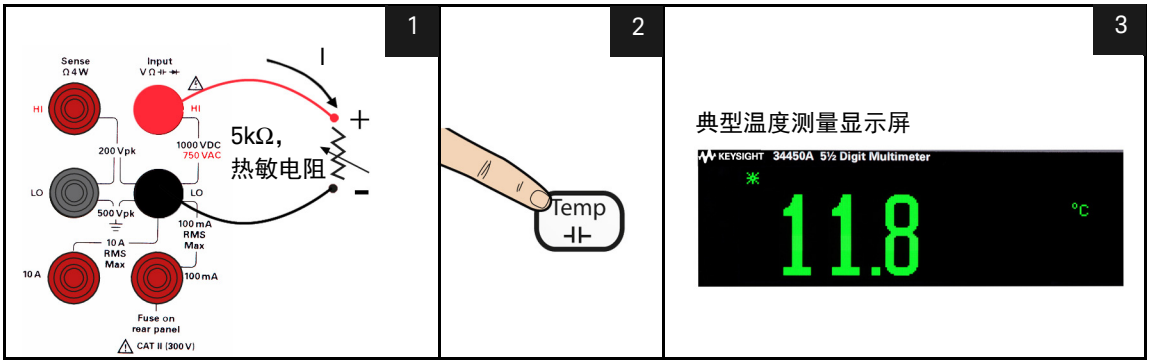


图 1-17 温度端子连接和显示屏

测量电容

- **测量范围：**1.000 nF、10.00 nF、100.0 nF、1.000 µF、10.00 µF、100.0 µF、1.000 mF、 10.00 mF
- **默认设置：**自动量程
- **测量方法：**根据恒流源放电时间计算。典型 0.12 V 到 1.0 V AC 信号电平
- **输入保护：**1000 V （HI 端子）

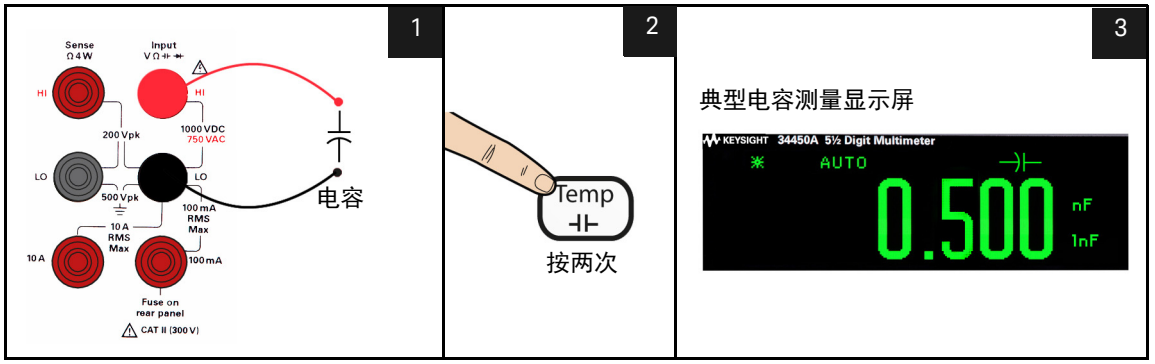
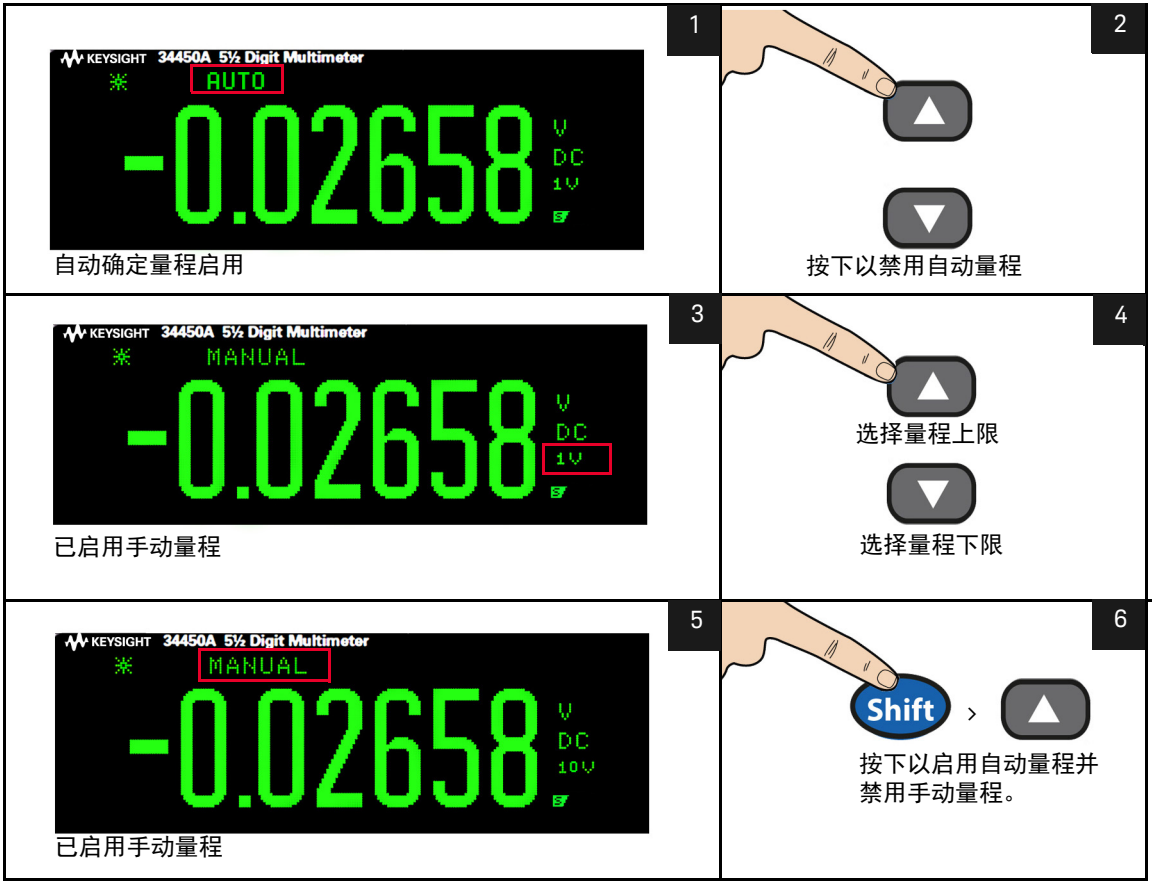


图 1-18 电容端子连接和显示屏

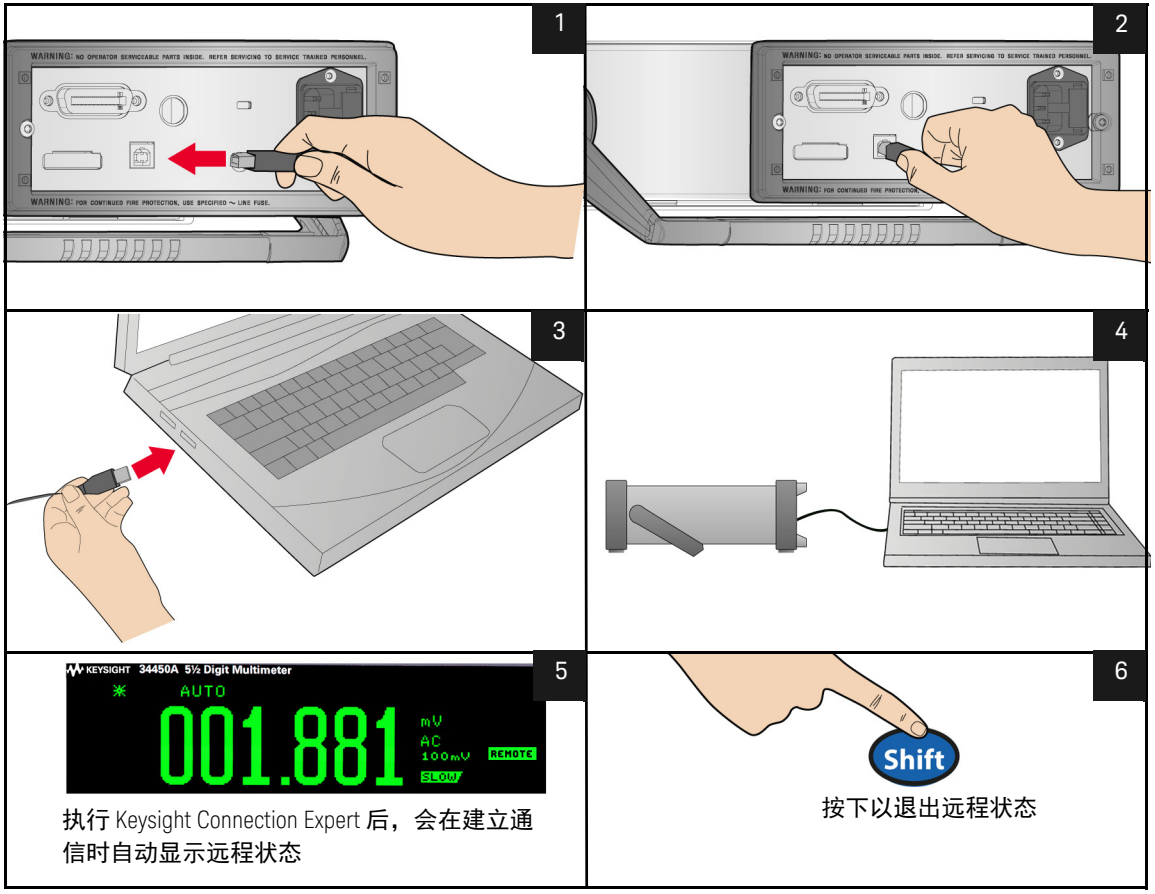
选择量程

您可以使用自动量程功能让此万用表自动选择量程，也可以使用手动量程功能选择固定量程。由于万用表会自动为每次感应和显示测量选择适当的量程，因此自动量程十分方便。但是，由于万用表无法确定对每个测量应用哪个量程，因此手动量程可以提高性能。



远程操作

USB 接口



执行 Keysight Connection Expert 后，会在建立通信时自动显示远程状态

按下以退出远程状态

注意 为了方便地配置和验证 34450A 与 PC 之间的接口连接，请使用 *Keysight IO Libraries Suite* 和 *Keysight Connection Expert* 应用程序。有关 Keysight I/O 连接软件的详细信息，请访问 www.keysight.com/find/iolib。

串口

注意 要使用此串口，建议使用可选的串口 -RS232 转换器 (34450A-700)。

万用表后面板上的 5 针公头连接器是用于形成最少 3 线 RS-232 连接（TX、RX、GND）的串行端口或端子。

为了通过主机或端子操作万用表，万用表中的串口的参数必须与此主机或端子提供的串口参数匹配。

万用表的默认设置为 9600 波特率、非奇偶校验、8 个数据位和 1 个停止位 (9600, n, 8, 1)。

连接图表和设置过程如下面的串口连接器图表和第 69 页上的“RS232 实用程序子菜单”中所示。

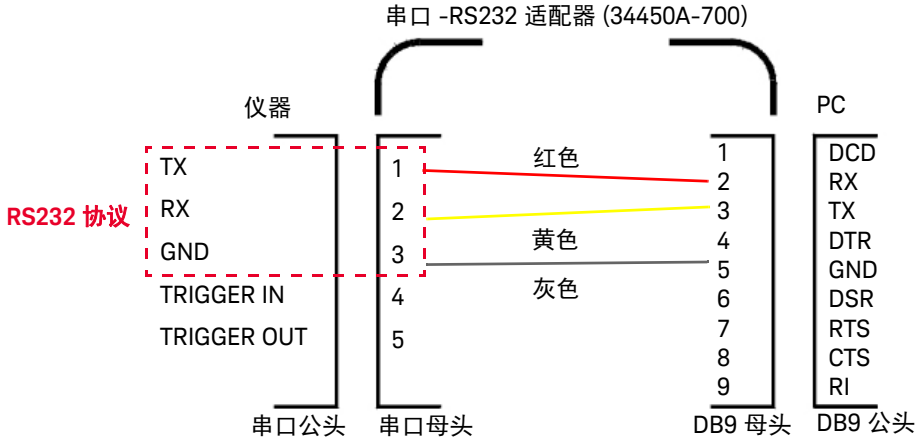


图 1-19 串口连接器图表

GPIB IEEE-488 （可选）

GPIB 接口是将万用表链接到主机或其他 GPIB 控制仪器的总线结构，用于形成自动测量系统。

可以使用该接口来在连续的总线、星型或线性总线网络上连接多达 15 个设备。

为了通过主机或端子操作万用表，万用表中的 GPIB 接口的参数必须与此主机或端子提供的 GPIB 接口中的参数匹配。

默认出厂设置是地址 22。

代码兼容模式

34450A 包括代码兼容模式。此模式消除了使用 34450A SCPI 命令来重新写入程序，从而节省时间和精力。

SCPI 命令

Keysight 34450A 符合 SCPI *（可编程仪器的标准命令）*的语法规则和惯例。

注意 有关 34450A SCPI 语法的*完整*说明，请参考 *Keysight 34450A 程序员参考* 帮助文件。

SCPI 语言版本

通过从远程接口发送 `SYSTem:VERSion?` 命令，可以确定万用表的 SCPI 语言版本。

- 您只能从远程接口查询 SCPI 版本。
- SCPI 版本采用 “YYYY.V” 形式返回，其中 “YYYY” 表示版本的年份，“V” 表示该年份的版本号 （例如， `1994.0`）。

2 功能和特性

数学运算 48
双显示屏 60
使用实用程序菜单 65
存储和重新调用仪器状态 74
复位 / 加电状态 75
触发万用表 77
数据记录 80
Fluke 45/Fluke 8808A 代码兼容模式 88

本章包含有关 Keysight 34450A 5 ½ 数字万用表的功能和特性以及如何使用前面板操作这些设置的信息。

数学运算

下面的表 2-1 介绍了可用于每种测量功能的数学运算。

表 2-1 数学运算

数学函数	测量功能									
	DCV	ACV	DCI	ACI	W	FREQ	DIODE	CONT	TEMP	CAP
Null	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓
Limit	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓
Hold	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓
dB	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
dBm	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
Stats	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓

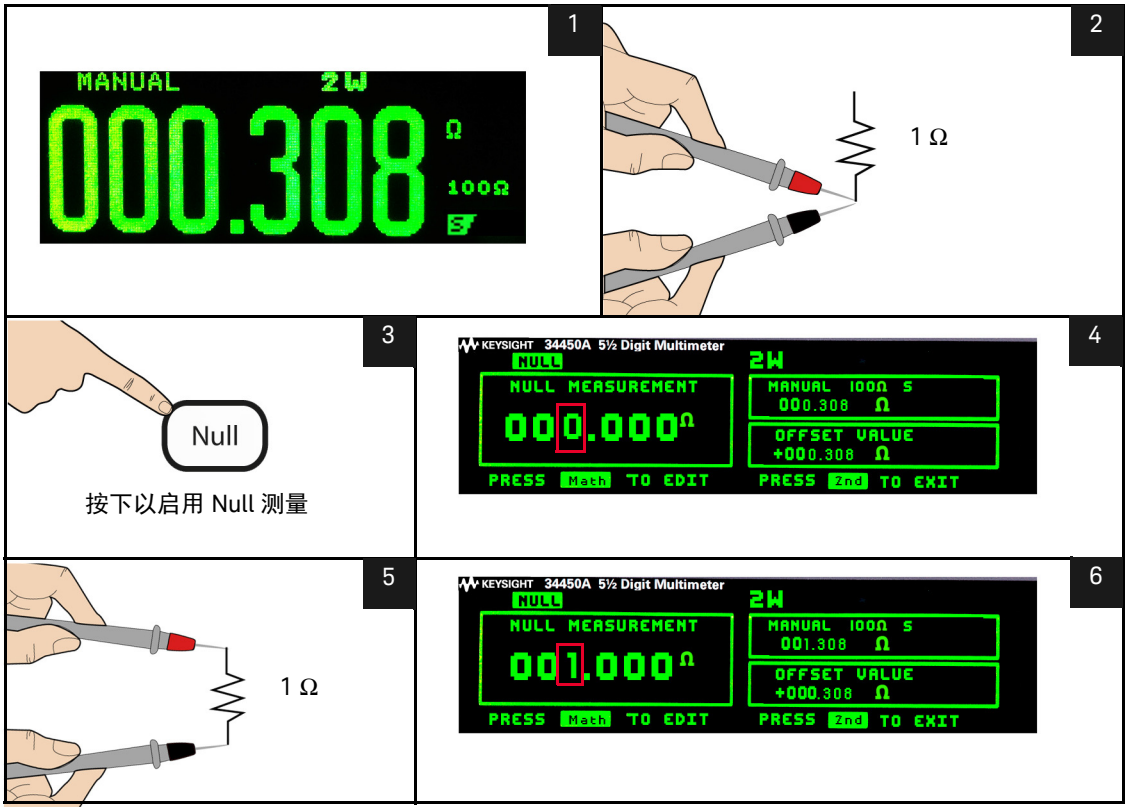
- 一次只能打开一个数学运算。
- 数学运算不支持外部触发。
- 保留操作不支持快速模式。
- 在双显示屏模式下，选择数学运算将适用于主测量功能，并且会关闭辅助功能。
- 允许对所有数学运算进行量程和解析度更改。
- 用于 Null、 Limit、 dB 和 dBm 数学函数的参考值 / 偏移值 / 限值都可编辑。
- 有关远程操作，请参考 *Keysight 34450A 程序员参考*帮助文件中的 `CALCulate` 子系统。

Null 测量

在进行 Null 测量 （也称为相对测量）时，每个读数都是存储的 Null 值与输入信号之间的差值。

例如，通过使测试引线电阻恢复零位，可将此功能用于进行更加准确的电阻测量。

在执行 Null 测量之前，请通过以下步骤消除与测试引线电阻相关的偏移误差：



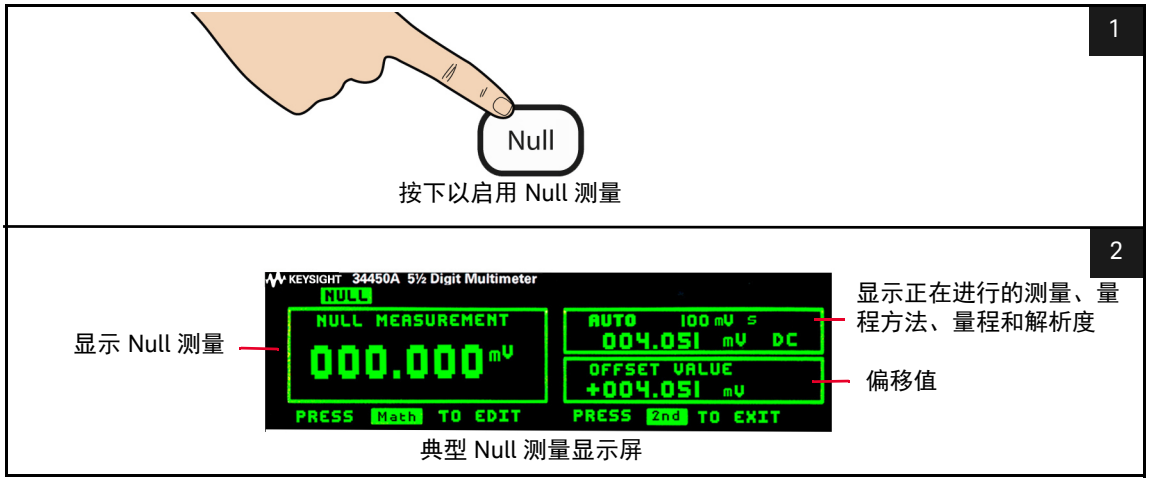


图 2-1 访问 Null 测量

在您启用 Null 运算之后，万用表会将下一个读数存储到偏移寄存器中，然后立即显示 Null 测量：

Null 测量显示值 = 读数 – 偏移值

您可以按第 58 页上的“编辑数学函数参考值”中所述在副显示屏中查看和编辑偏移值。

保留测量

保留功能允许您捕获并保留前面板显示屏上的稳定读数。

在检测到稳定读数时，万用表会发出蜂鸣声 （如果已在实用工具菜单中启用了蜂鸣器），并保留主显示屏上的读数。

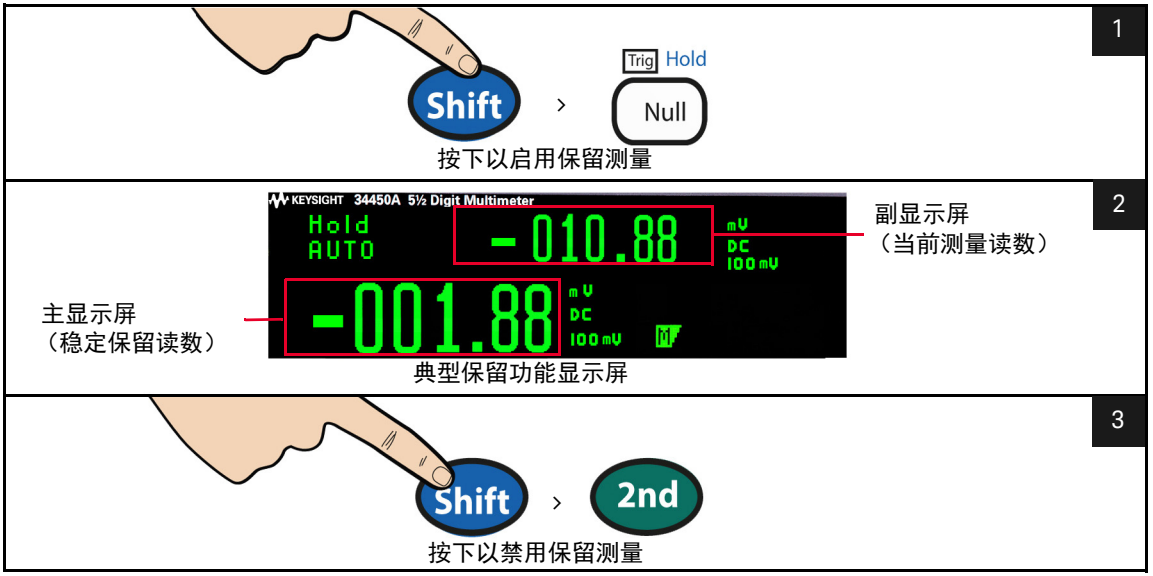


图 2-2 访问保留测量

启用后，保留运算将打开保留信号器，然后开始使用如下所述的规则评估读数：

主显示屏 = 读数 $_N$ IF Max() − Min() ≤ 0.1% × 读数 $_N$

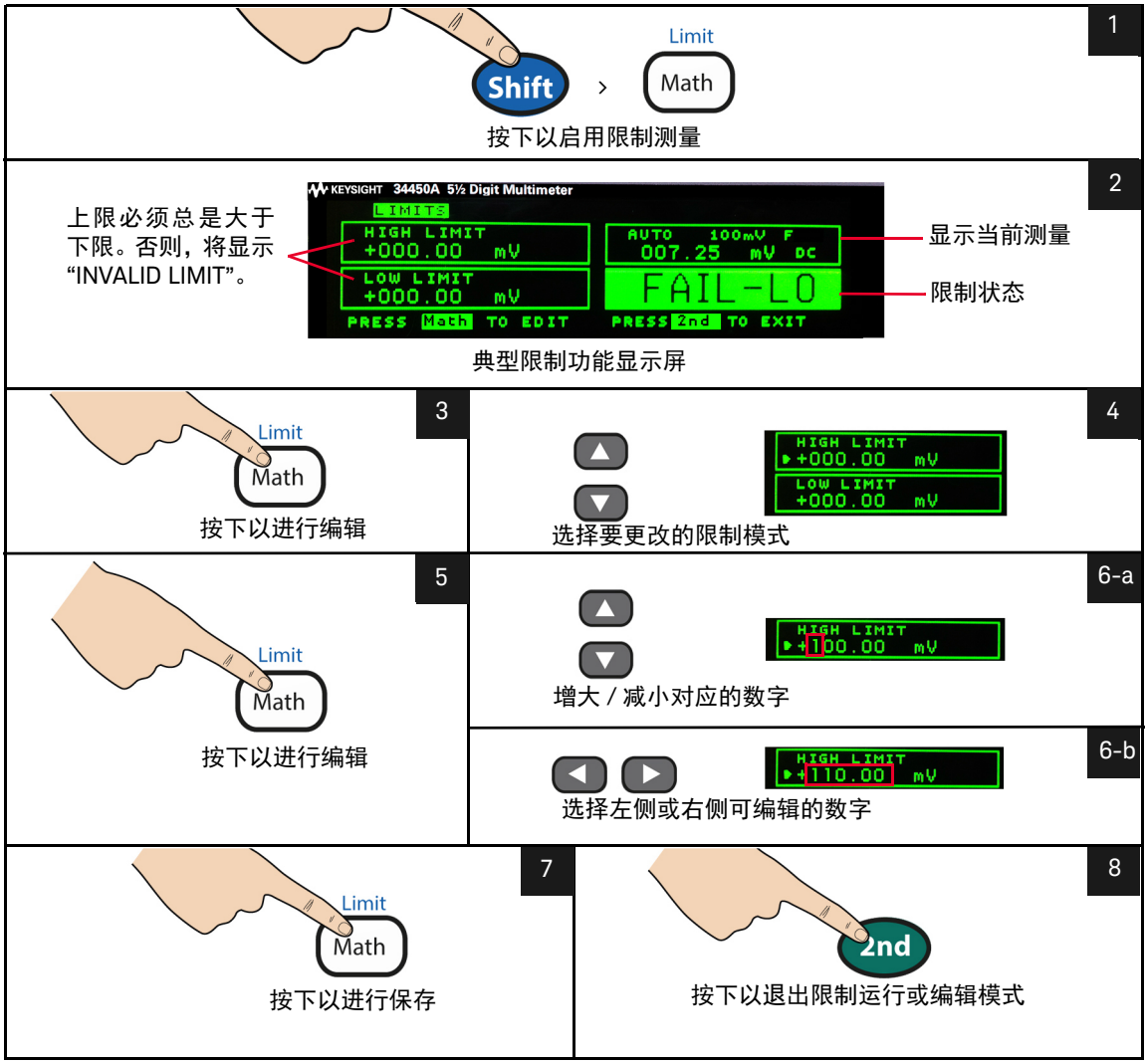
对主显示屏中的新读数值进行更新的决定，是根据当前读数的箱式车移动统计数据以及三个以前的读数进行的：

Max (读数 $_N$ 读数 $_{N-1}$ 读数 $_{N-2}$ 读数 $_{N-3}$)

Min (读数 $_N$ 读数 $_{N-1}$ 读数 $_{N-2}$ 读数 $_{N-3}$)

限制测量

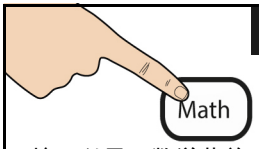
限制运算可让您根据指定的上限和下限执行通过 / 失败测试。



访问数学菜单

可以通过以下步骤启用数学运算：

1



按下以显示数学菜单

2



数学菜单显示屏

编辑单个统计数据

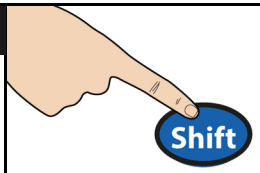
可以通过以下步骤编辑单个统计数据：

1



选择 STATS (SINGLE) 选项

2



按下以开始

3

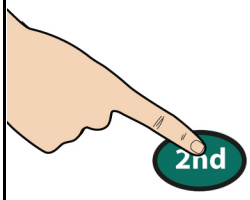


当前测量

统计值

用于最大读数的典型统计 （单）显示屏

4



按下以进行编辑

5



按下以切换
Max/Min/Avg/N 值

6



Max 最大读数
Min 最小读数
Avg 所有读数的平均值
N 读取的读数条数

7



按下以退出

注意：每次存储新的最小值或最大值时，万用表都会发出一声蜂鸣（如果在实用工具菜单中打开蜂鸣器），并且 Min 或 Max 信号器会在副显示屏旁边短暂打开，持续 1 秒钟。

编辑所有统计数据

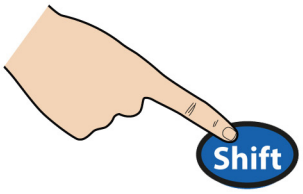
可以通过以下步骤编辑数学运算中的所有统计数据：

1



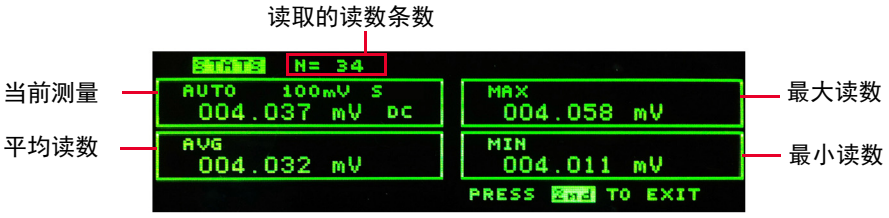
选择 STATS (ALL)

2



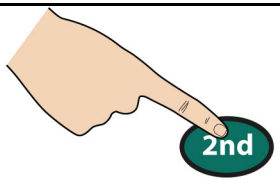
按下以开始

3



注意：每次存储新的最小值或最大值时，万用表都会发出一声蜂鸣 （如果在实用工具菜单中打开蜂鸣器），并且 New 信号器会在对应的最小值或最大值框中短暂打开，持续 1 秒钟。

4



按下以退出

编辑 dB 测量

启用时，dB 运算将计算下一个读数的 dBm 值，将 dBm 结果存储在 dB 参考寄存器中，并立即产生以下计算结果。显示的第一个读数始终恰好为 000.00 dB。

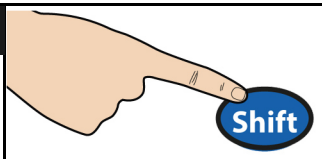
$$dB = 10 \times \mathrm{Log}_{10}\left[(\text{读数}^2/R_{REF})/0.001\ W\right] - dB\ Ref$$

1



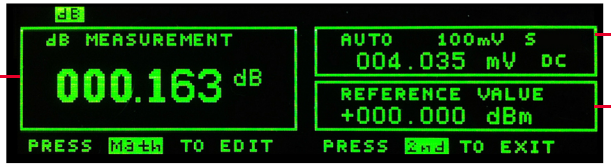
选择 dB 选项

2



按下以进行编辑

3

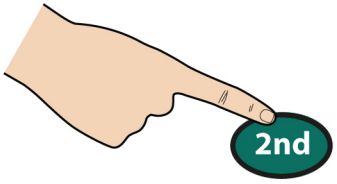


dB 测量

正在进行的测量

参考值 0dB 到 ±120.0000 dBm（默认情况下）：R_{REF} 为 0 dBm

4



按下以退出

您可以按照第 58 页上的“ 编辑数学函数参考值 ”中所述查看和编辑 dB 参考值。

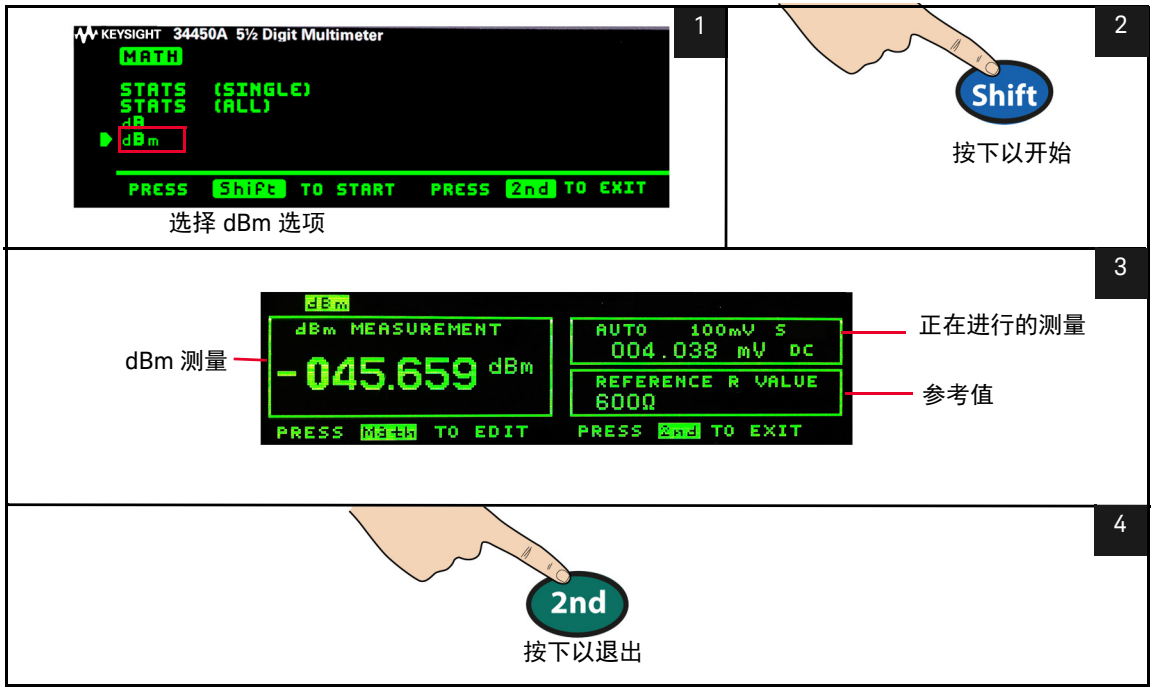
编辑 dBm 测量

对数 dBm （每毫瓦特的分贝数）刻度通常用于 RF 信号测量。万用表的 dBm 运算可测量和计算传递给参考阻抗的能量（通常为 50、75 或 600 Ω）。用于转换电压读数的公式：

$$dBm = 10 \times \text{Log}_{10} [（读数^2 / R_{REF}） / 0.001\ \Omega]$$

您可以从几个参考电阻值中进行选择：

R_{REF} = 2 Ω、4 Ω、8 Ω、16 Ω、50 Ω、75 Ω、93 Ω、110 Ω、124 Ω、125 Ω、135 Ω、150 Ω、250 Ω、300 Ω、500 Ω、600 Ω、800 Ω、900 Ω、1000 Ω、1200 Ω 或 8000 Ω。



您可以按第 58 页上的“编辑数学函数参考值”中所述查看和选择参考值。

数学信号器

下面的表 2-2 显示可能会在显示屏上出现的数学信号器以及可编辑的值。

表 2-2 数学值信号器

数学运算	在查看 / 编辑时	可编辑	数学信号器
Null	偏移	✓	偏移值
dBm	R_{REF}	✓	参考 R 值
dB	dB Ref	✓	参考值
统计	最大值	-	Max
	最小值	-	Min
	平均值	-	Avg
	读数计数	-	N
限值	HI Limit	✓	上限
	LO Limit	✓	下限

编辑数学函数参考值

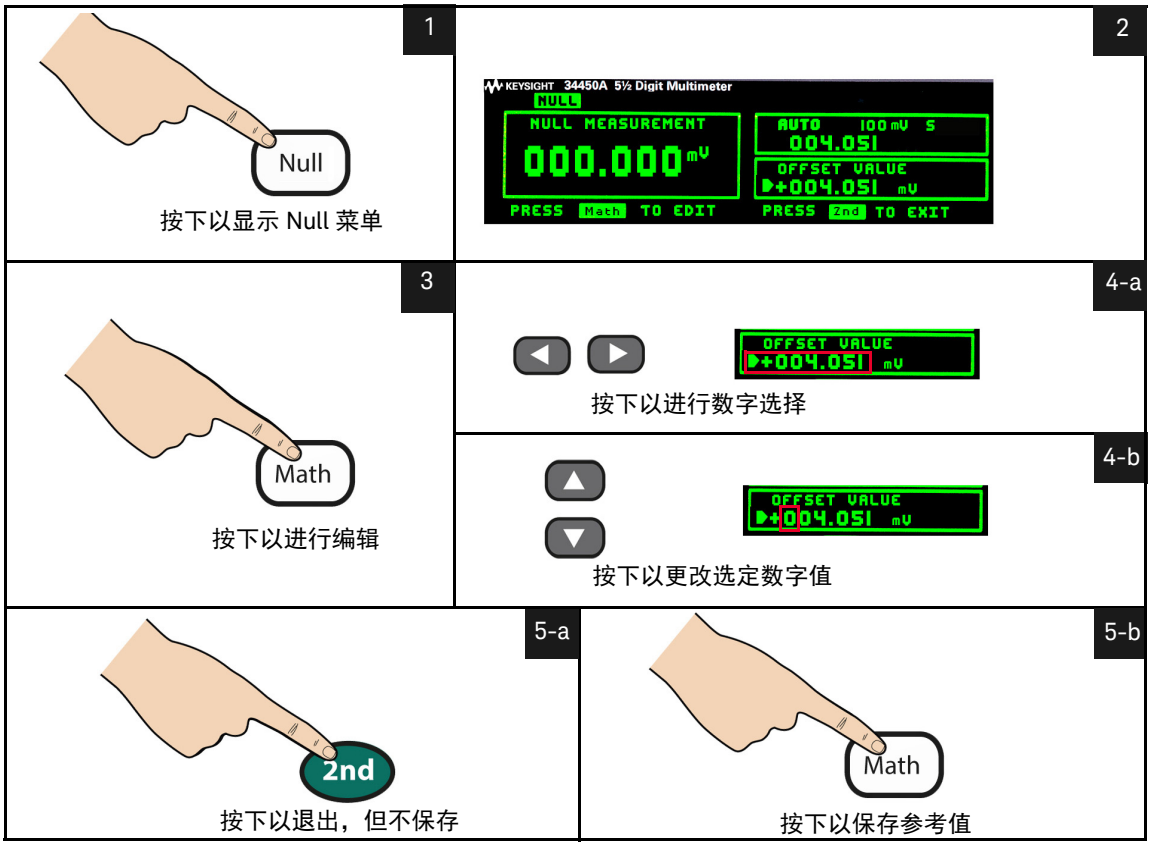
可以在启用所述的函数时编辑用于 Null、 Limit、 dB 或 dBM 数学函数的参考值（请参考第 58 页上的表 2-2 获得相关列表）。

有关远程操作的说明，请参阅 *Keysight 34450A 程序员参考*帮助文件中的 `CALCulate` 子系统。

编辑值

对于具有可编辑值的数学函数，将会在显示屏左下角显示“**PRESS MATH TO EDIT**”标签。

要编辑数学值，请执行以下步骤：



双显示屏

大多数测量功能都具有预定义的量程或测量能力，这些会在双测量模式下显示出来。所有数学运算都有预定义的运算，这些会在双显示屏中显示出来。

下面的表 2-3 显示了在双显示屏模式下可编辑的测量功能。

表 2-3 在双显示屏模式下可用的测量 [a][b][c][d][e]

主显示屏	副显示屏				
	DCV	ACV	DCI	ACI	频率
DCV	-	✓	✓	✓	-
ACV	✓	-	✓	✓	✓
DCI	✓	✓	-	✓	-
ACI	✓	✓	✓	-	✓
频率	-	✓	-	✓	-

[a] 仅在单显示屏下确保符合所有规格。

[b] 对于 ACI-ACV 双测量，ACV 输入信号限制为 500000 VxHz。

[c] 对于 DCI-ACV 双测量，ACV 输入信号限制为 6000000 V×Hz。

[d] 对于 DCV-ACV 双重测量，当 ACV 输入信号在 100 mV 范围内时，会将 DCV 输入信号限制为 500 V。ACV 输入信号必须大于 50 mV。

[e] 对于 ACI-DCV 双测量操作频率，请参考第 61 页上的表 2-4。

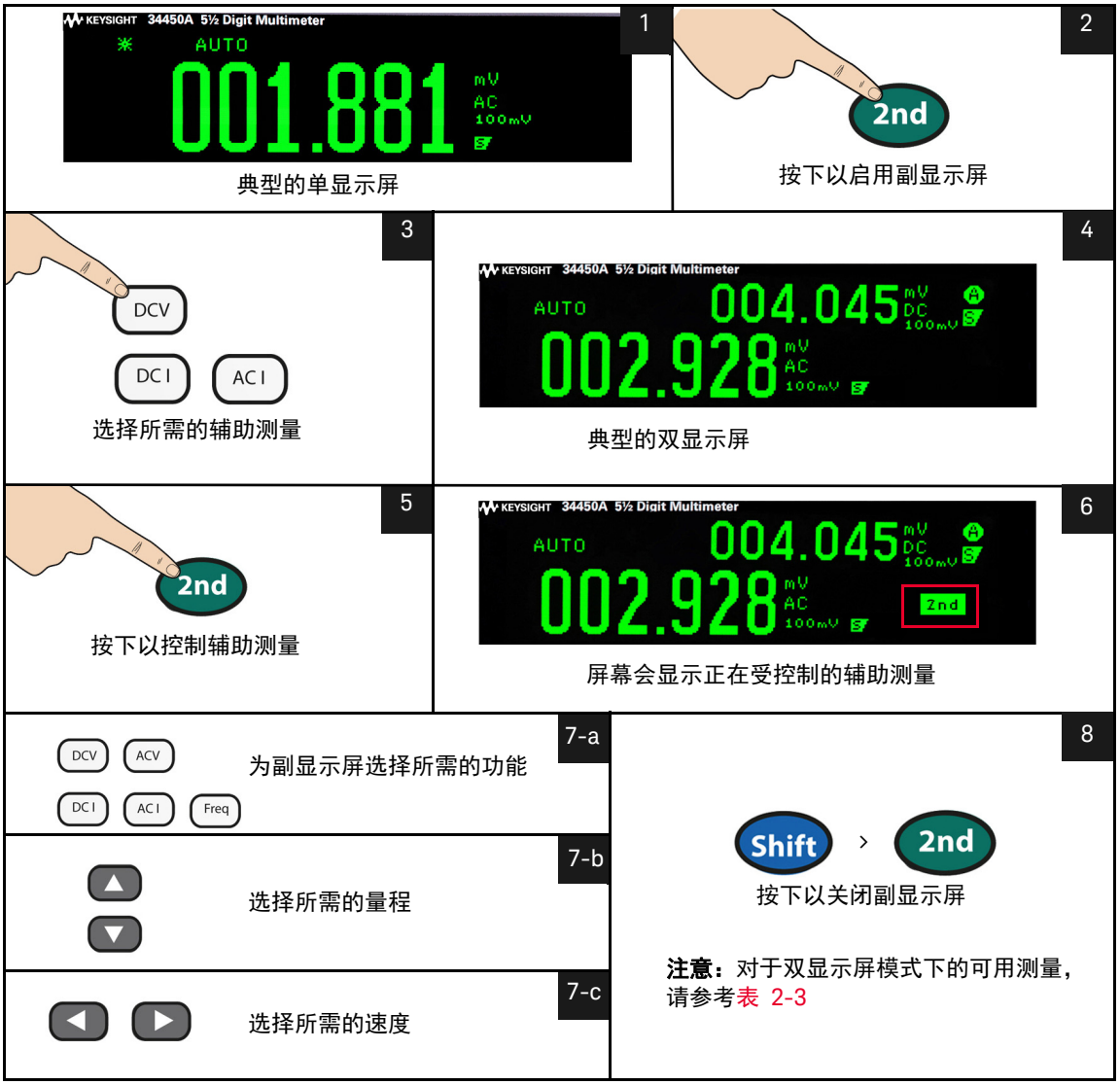
表 2-4 DCV-ACI 的测量操作频率

DCV-ACI	测量操作频率
慢速 / 中速	>500 Hz (600 Hz) / n x 50 Hz (60 Hz)，对于 <500 Hz
快速	>10 kHz / n x 1 kHz，对于 <10 kHz

有关更多信息，请参阅第 3 章，“ 测量速度考虑因素 ”。

使用双显示屏

要启用双显示屏，请执行以下操作：



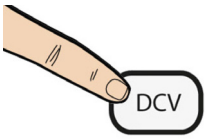
有关远程操作的说明，请参考 *Keysight 34450A 程序员参考*帮助文件中的 DISPlay:WINDow2 命令。

双显示屏操作示例

本部分介绍了使用双显示屏功能的某些实际操作。

测量整流电路上的 DC 电压和 AC 波动。

测试整流器电路时，会通过这两个显示屏显示对 DC 电压和 AC 纹波的单独测量。

<table>
<tr>
<td>1
将红色和黑色的测试引线连接到输入端子并检测测试点。</td>
<td>2


按下以选择主显示屏中的 DC 电压测量。</td>
<td>3


按下以启用副显示屏。</td>
</tr>
<tr>
<td>4


为副显示屏选择</td>
<td colspan="2">5

按下以选择所需的速度。</td>
</tr>
<tr>
<td>6

按下以选择所需的量程。</td>
<td colspan="2">7
注意：按下以关闭副显示屏。

</td>
</tr>
</table>

测量整流电路上的 AC 和 DC 电流。

测试整流器电路时，会通过这两个显示屏显示对 AC 电流和 DC 电流的单独测量。

警告

- 请确保根据所用的输入量程选择正确的输入端子。
- 请不要使用超出毫安或安输入端子指定量程的电流。

1

将红色和黑色的测试引线连接到输入端子并检测测试点。

2



按下以选择主显示屏中的 AC 电流测量。

3



按下以启用副显示屏。

4



为副显示屏选择

5



按下以选择所需的速度。

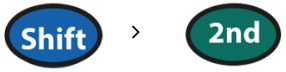
6



按下以选择所需的量程。

7

注意：按下以关闭副显示屏。



使用实用程序菜单

实用程序菜单允许您自定义一系列非易失仪器配置。它也会显示任何 SCPI 错误消息和最新的固件版本代码。

实用程序菜单中的菜单项及其选项的说明如第 66 页上的表 2-5 中所示。



图 2-3 实用程序菜单的第一页



图 2-4 实用程序菜单的第二页

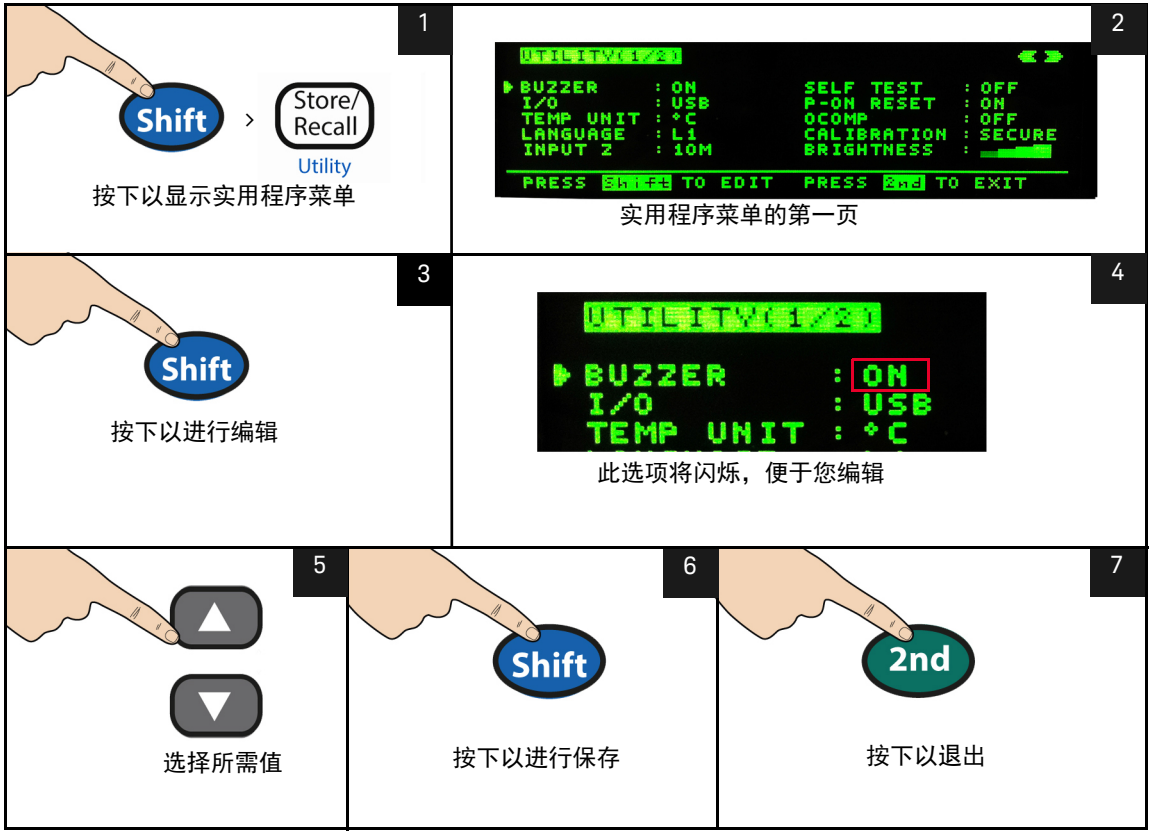
表 2-5 实用程序菜单的可用设置

功能	默认值	可用设置	说明	远程命令
BUZZER	ON	ON 或 OFF	启用或禁用二极管、统计、限值和保留蜂鸣操作。 关闭蜂鸣器不会禁用前面板按键蜂鸣操作和通断蜂鸣操作。 有关详细信息，请参考第 73 页上的“蜂鸣器”。	SYSTem:BEEPer:STATe
I/O	USB	USB、GPIB 或 RS232	– 禁用或启用 GPIB、USB 或 RS232 远程接口 – 如果选择 GPIB，请参考第 71 页上的“GPIB 实用程序子菜单” – 如果选择 RS232，请参考第 69 页上的“RS232 实用程序子菜单” – 在禁用所有 I/O 时，设置中会显示 DISABLE。	SYSTem:COMMunicate:ENABle <mode>, <interface>
TEMP UNIT	°C	°C 或 °F	选择温度测量单位	UNIT:TEMPerature <units>
LANGUAGE	L1	L1 或 L2	L1 表示 Keysight 模式 L2 表示 Fluke 45/8808A 模式 有关更多信息，请参考第 88 页上的“启用代码兼容模式”	SYSTem:LANGuage
INPUT Z	10 M	10M 或 HIGH Z	为 DCV 测量设置输入阻抗（仅对于 100 mV 和 1 V 量程才能选择 HIGH Z）	[SENSe:]VOLTage[:DC]:IMPedance:AUTO <mode>
SELF TEST	OFF	ON 或 OFF	ON 可启用万用表的立即自检。在完成自检后返回到正常运行。	*TST?
P-ON RESET	ON	ON 或 OFF	在打开电源时禁用或启用关机状态的自动重新调用功能	MEMory:STATe:RECall:AUTO
OCOMP	OFF	ON 或 OFF	对电阻测量启用或禁用偏移补偿	[SENSe:]RESistance:OCOMpensated <mode>
校准	SECURE	SECURE 或 UNSEC	用于固定或结束固定仪器的校准调整。选择它会打开 [校准子菜单]	CALibration:SECure:STATe <mode>, <code>

表 2-5 实用程序菜单的可用设置 （续）

功能	默认值	可用设置	说明	远程命令
BRIGHTNESS			可以调整万用表显示屏的亮度	-
SCPI ERR	NONE	NONE 或 （错误消息）	可用设置； NONE 或 （错误数） 说明；如果出现错误，选择它将打开 [SCPI 错误子菜单]	SYSTem:ERRor?
FW VER	-	XX.XX - XX.XX	显示万用表的固件版本。前 4 个数字是 IO 固件版本，而后 4 个数字是测量固件版本。	-

下面是要在实用程序菜单上编辑任何值时应该执行的步骤：



RS232 实用程序子菜单

要启用 RS232 选件，请执行以下步骤。有关 RS232 设置的列表，请参见第 70 页上的表 2-6。

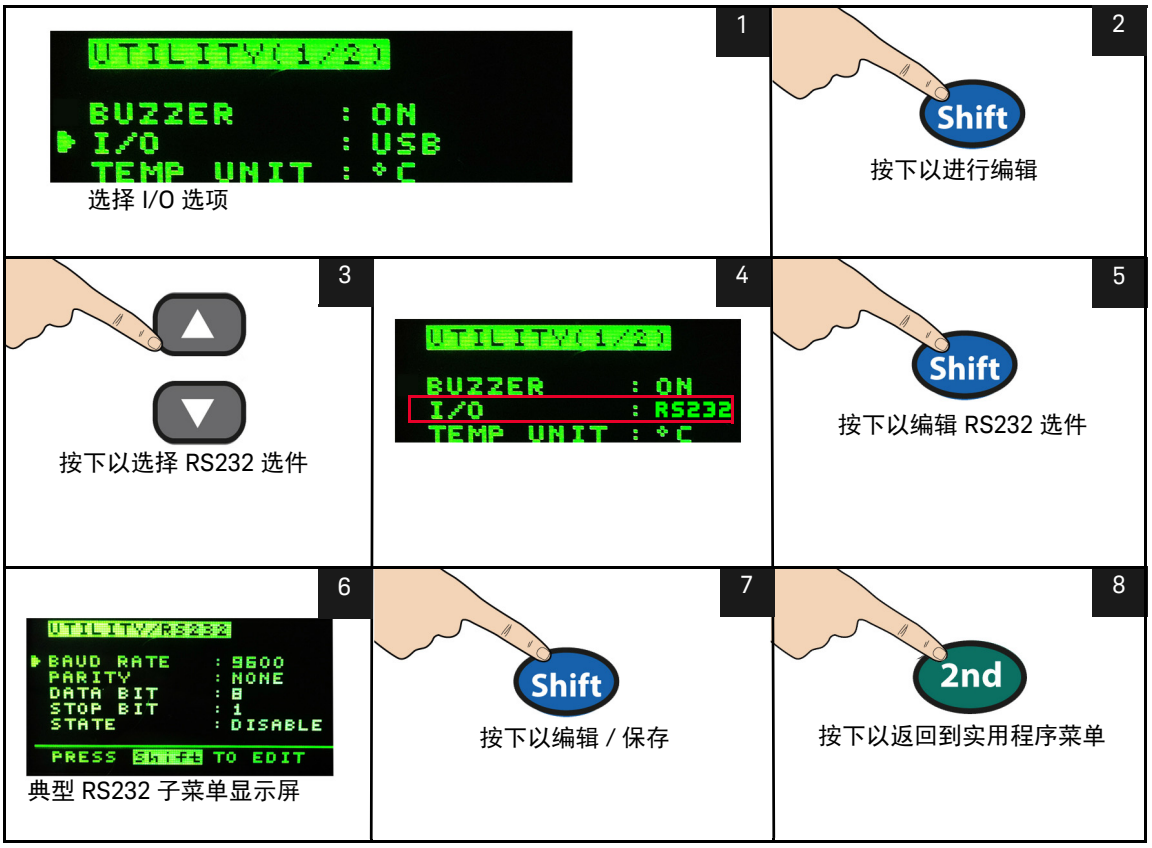


表 2-6 RS232 实用程序子菜单

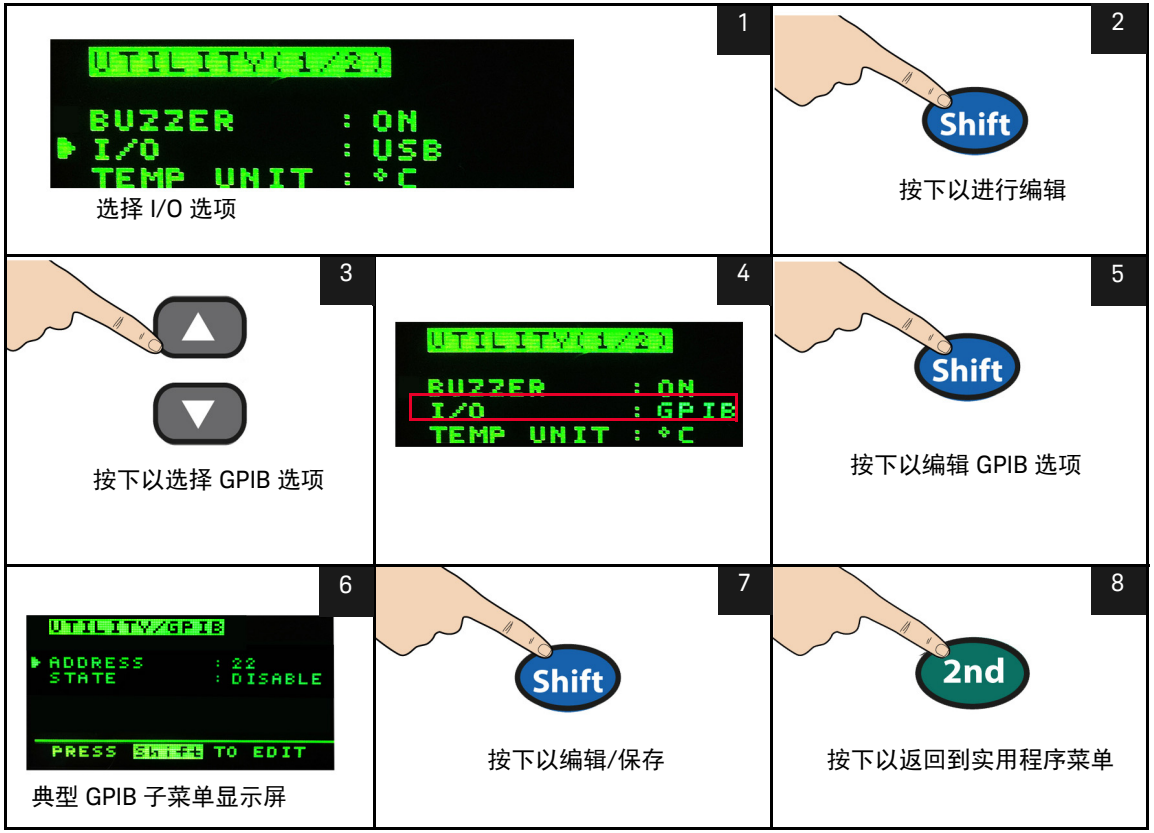
选件	默认设置	可用设置	说明
BAUD RATE	9600	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600	与 PC 远程通信的波特率 （远程控制）
PARITY	NONE	NONE、 ODD、 EVEN	与 PC 进行的远程通信的奇偶校验位
DATA BIT	8	7, 8	数据位长度
STOP BIT	1	1, 2	停止位长度
状态	禁用	禁用，启用	启用或禁用 RS232

GPIB 实用程序子菜单

要激活 GPIB，请先打开 GPIB 选件。如果没有激活 GPIB 许可证密钥，将会出现以下弹出消息：

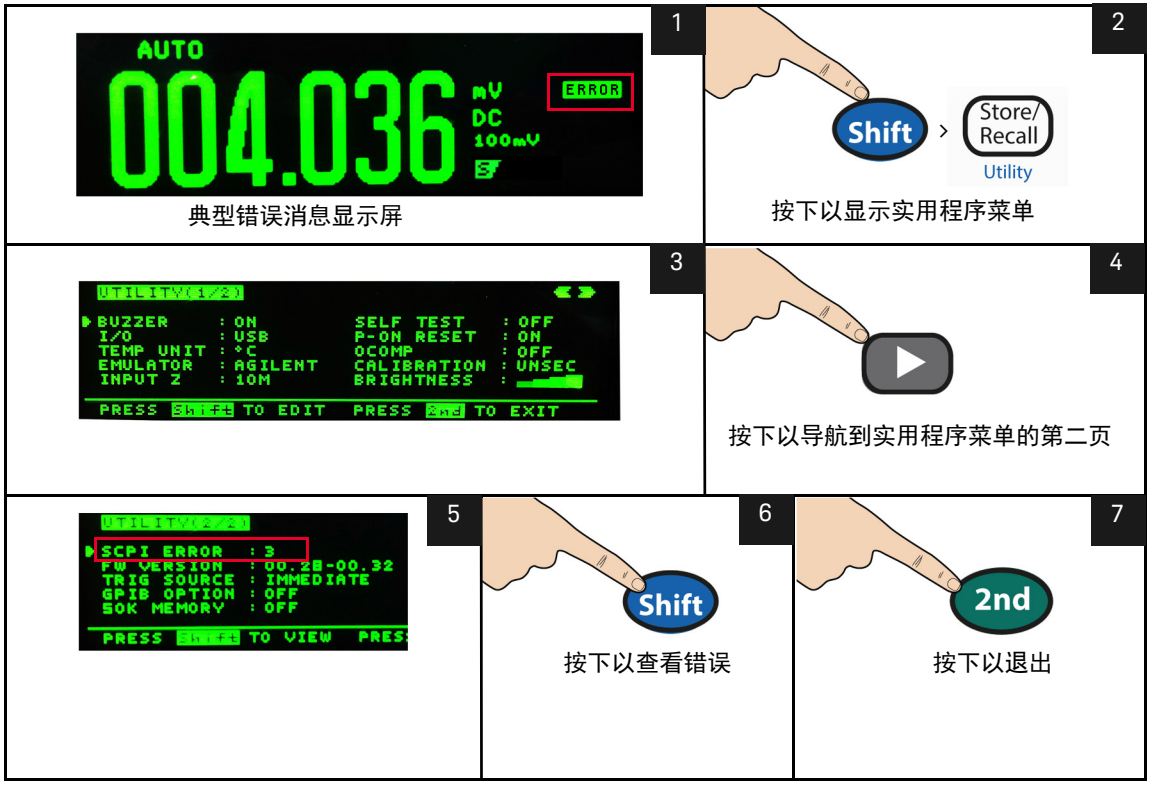
“GPIB 未启用，要启用，请访问 www.keysight.com/find/34450A”

如果选择了 GPIB 连接，将会显示一个子菜单，以便您为与 PC 的远程通信配置此地址 （从 0 到 30）。



读取错误消息

要从前面板读取错误消息，请执行以下步骤。有关远程操作的说明，请参考 SYSTem:ERRor? 命令 （在 *Keysight 34450A 程序员参考*帮助文件中）。



蜂鸣器

通常，在满足某些条件时，万用表将发出蜂鸣声 （例如，在读数保持模式下捕获稳定读数时，万用表将发出蜂鸣声）。

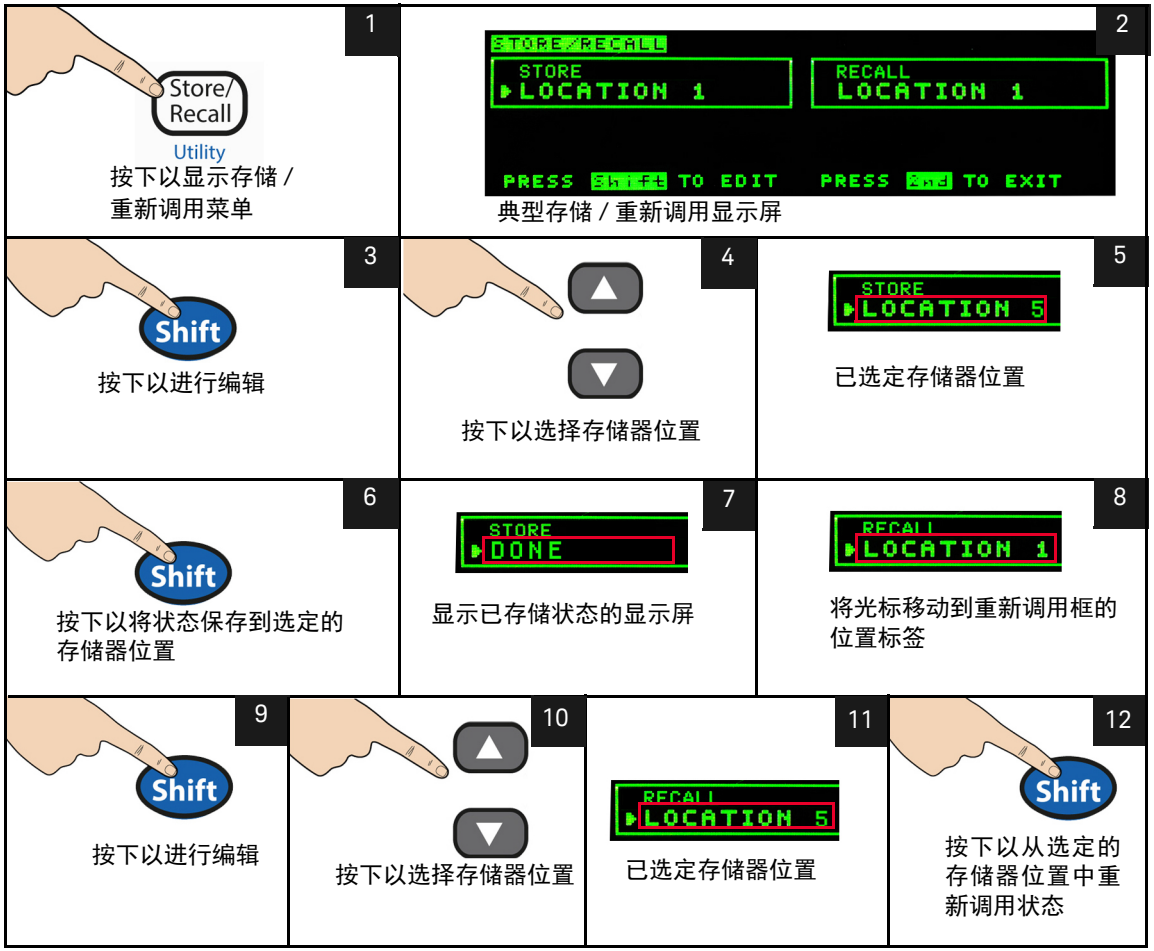
在出厂时，蜂鸣器就设置为 **ON**，但可以手动禁用或启用蜂鸣器。

- **关闭**蜂鸣器并**不会**禁用前面板的按键音。
- 在以下情况下，总是会发出按键音 （即使**关闭**了蜂鸣状态也是如此）：
  - 通断测量值小于或等于通断阈值。
  - 发出了 SYSTem:BEEPer 命令。
  - 出现错误。
- 除了上述的蜂鸣操作外，在蜂鸣**打开**时，在以下情况下还会发出一声蜂鸣（对于以下情况，**关闭**蜂鸣器会禁用蜂鸣）：
  - 存储新的**最小**或**最大**值时
  - 在显示屏上为 Math Hold 操作更新新的稳定读数时
  - 在测量结果超出 **HI** 或 **LO** 限值时
  - 使用二极管功能测量正向偏压二极管时

存储和重新调用仪器状态

可以在六个非易失存储位置之一中保存当前的万用表状态（包括测量配置、数学运算和系统操作的所有设置），并在以后对其进行重新调用。位置 LAST 会在关机时保留万用表配置。位置 LAST 和 1-5 可用于存储这些配置。

要重新调用此仪器状态，请执行以下步骤：



有关远程操作的说明，请参考 *Keysight 34450A 程序员参考* 帮助文件中的 MEMory 子系统、 *SAV 和 *RCL 命令。

复位 / 加电状态

下表汇总了 34450A 的出厂设置、关闭再加电或通过 USB 远程接口收到 *RST 命令之后的设置。非易失的用户可自定义行为差异以**粗体**显示。

表 2-7 复位 / 加电状态

参数	出厂设置	加电 / 复位状态
测量配置		
功能	DCV	DCV
范围	自动	自动
解析度	5½ 数字	5½ 数字
温度单位	°C	**用户设置**
数学运算		
数学状态，函数	关闭， Null	关闭， Null
数学寄存器	已清除	已清除
dBm 参考电阻	600 Ω	**用户设置**
触发操作		
触发源 [a]	自动触发 （本地模式） IMMediate （远程模式）	自动触发 （本地模式） IMMediate （远程模式）
系统相关的操作		
断电恢复	禁用	**用户设置**
已储存状态	0-5 已清除	未更改
蜂鸣器	On	**用户设置**
显示屏	On	On
远程 / 本地状态	本地	本地
键盘 [a]	未锁定，启用本地键	未锁定，启用本地键
读数输出缓冲 [a]	已清除	已清除
错误队列 [a]	已清除	关闭再加电时清除

表 2-7 复位 / 加电状态 （续）

参数	出厂设置	加电 / 复位状态
加电状态清除 [a]	已启用	用户设置
状态寄存器，掩码和过渡过滤器 [a]	已清除	**在启用加电状态清除时清除；**不会更改任何设置
序列号	设备的唯一值	未更改
校准		
校准状态	安全	用户设置
校准值	0	未更改
校准字符串	已清除	未更改

[a] 由 IO 处理器固件管理的状态

触发万用表

加电时，默认触发源会自动触发。自动触发将以最快的速率获得连续的读数，以进行选定的测量配置。要进行触发测量，请按照以下步骤操作：

1 通过选择函数、量程和解析度等对万用表进行配置以进行测量。

2 指定万用表的触发源。选项如下所示：

- 来自远程接口的软件 （总线）触发。
- 立即内部触发 （默认触发源）。
- 来自外部触发脉冲的外部触发。

3 确保万用表已准备好接受来自指定源的触发 （称为*等待触发*状态）。

立即触发

只能从远程接口使用立即触发模式。

在*立即*触发模式中，始终显示触发信号。将万用表设置为等待触发状态时，仪器将立即发送触发。这是远程接口操作的默认触发源。

- **远程接口操作：**以下命令将选择立即触发源：

  `TRIGger:SOURce IMMediate`

  `CONFigure` 和 `MEASure?` 命令会自动将触发源设置为 `IMMediate`。

  有关这些命令的完整说明和语法，请参考 *Keysight 34450A 程序员参考*帮助文件。

软件 （总线）触发

只能从远程接口使用总线触发模式。

通过发送总线触发命令并稍后选择 BUS 作为触发源，即可启动总线触发模式。

- 在打印操作期间， `TRIGger:SOURce` BUS 命令会选择总线触发源。
- `MEASure?` 命令将覆盖 BUS 触发，且触发 DMM 并返回测量。
- `READ?` 命令不会覆盖 BUS 触发，但会生成错误 （如果已选择）。只有在选择 IMMEdiate 触发时，该命令才会触发仪器并返回测量值。
- `INITiate` 命令仅启动测量，且需要触发器（BUS 或 EXTernal 或 IMMEdiate）才能进行实际测量。

有关这些命令的完整说明和语法，请参考 *Keysight 34450A 程序员参考*帮助文件。

外部触发

在每次万用表接收后面板外部触发连接器上的脉冲时外部触发进行一次读数（或数据记录器中指定的读数次数）。

万用表使用外部触发信号的上升沿 (POS) 来触发读取操作。以下图表显示了外部触发连接器：

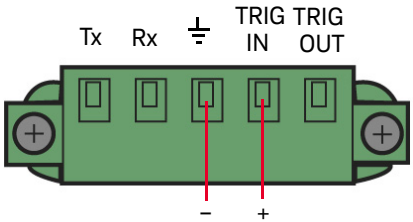


图 2-5 触发输入连接器

在万用表等待外部信号时，打开触发信号器。

在每次测量完成后，后面板触发输出连接器可提供脉冲。触发输出和外部触发可在测量和交换设备之间实施标准硬件握手序列。

触发输出

无法配置触发输出信号，但可以按以下四种方法进行实施：

在本地模式下，在前面板上更新测量时发出触发输出信号。

在远程模式下，在用户使用命令进行测量时发出触发输出信号。

在数据记录 / 外部触发模式下，在前面板上记录 / 触发和更新测量时发送触发输出信号。

在代码兼容模式下，在前面板上更新测量或使用命令进行测量时发出触发输出信号。以下图表显示了触发输出连接器：

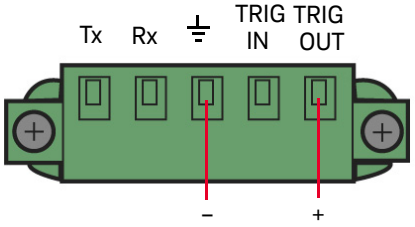
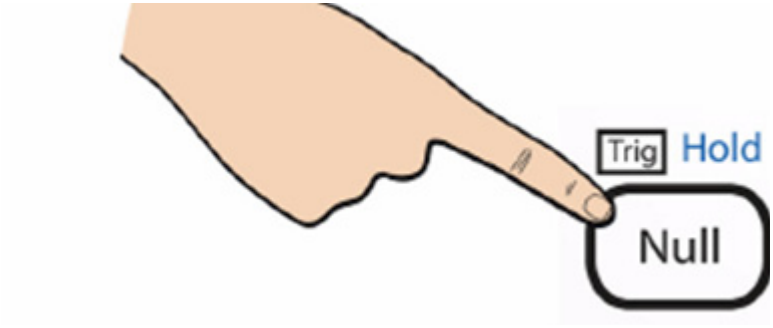


图 2-6 触发输出连接器

Manual Trigger

每当万用表接收前面板触发按钮上的脉冲时手动触发会选取一个读数（或数据记录器中指定数量的读数）。下图显示的是手动触发操作：



在万用表等待手动触发时，打开触发信号器。在每次测量完成后，后面板触发输出连接器可提供脉冲。触发输出和手动触发可在测量和交换设备之间实施标准硬件握手序列。

数据记录

数据记录器功能提供了一个前面板接口，您可以使用此接口并通过编程，将数据记录设置到仪器的非易失存储器中，无需连接到计算机。

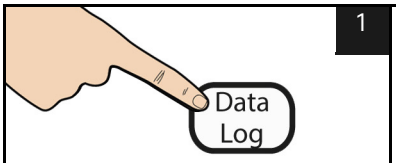
在您完成数据收集之后，您可以从前面板中查看这些数据，也可以连接计算机并使用 DATA:DATA? NVMEM 命令导入这些数据。

此仪器是通过启用日志配置连接的，一旦通过端子接收到外部脉冲，或按下触发按钮，此仪器就会开始记录测量数据。启用数据记录后，将禁用所有 IO 连接。数据记录完成或中止后，将恢复 IO 连接。

34450A 具有可最多容纳 50000 条读数的存储器，这是数据记录器功能的最高限制。

下面是启用数据记录的步骤：

1



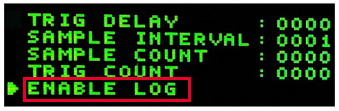
按下以启用数据记录菜单

2



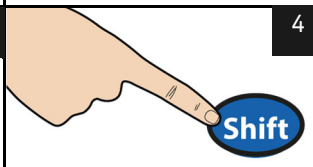
典型数据记录菜单显示屏

3



移动光标以启用记录功能

4



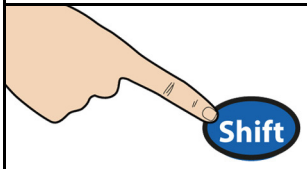
按下以执行

5



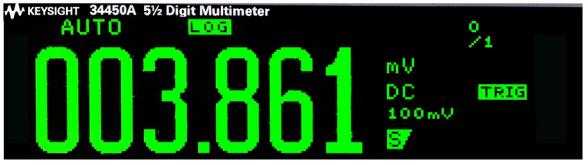
注意：启用新日志数据将自动删除以前的日志数据。

6



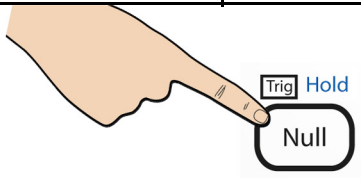
按下以继续操作

7

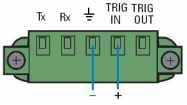


典型数据记录菜单屏幕

8



或

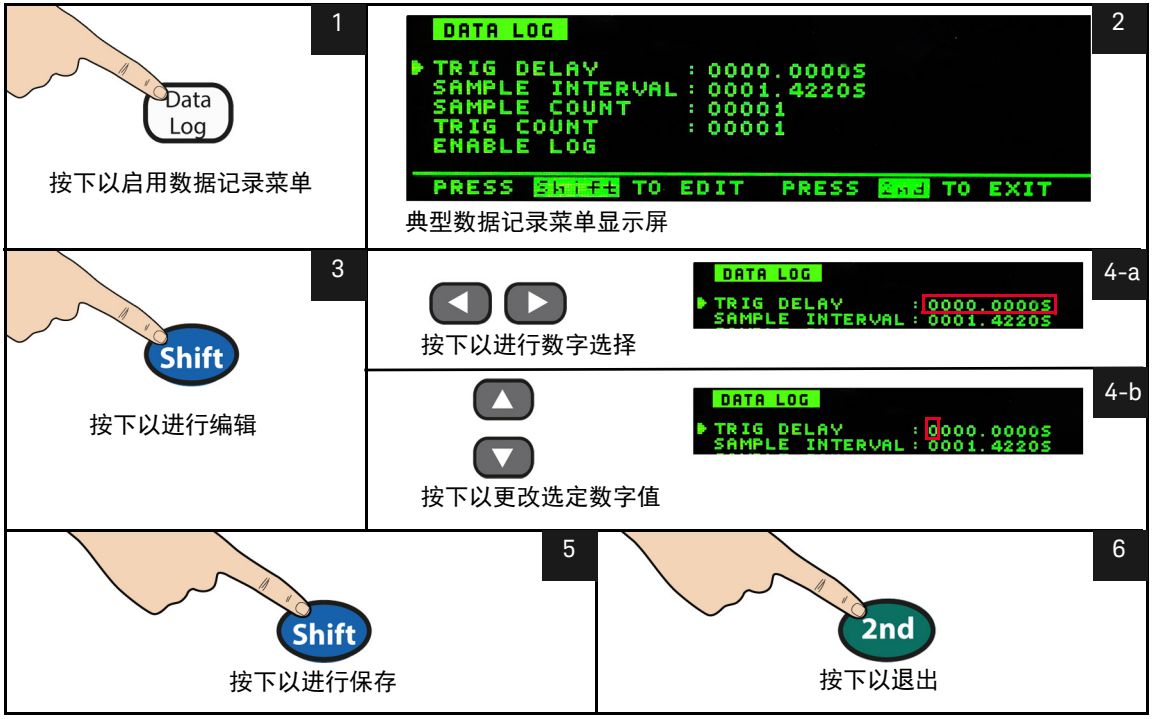


按触发按钮 （手动触发）或等待外部脉冲 （外部触发）开始进行数据记录

表 2-8 数据记录菜单选项

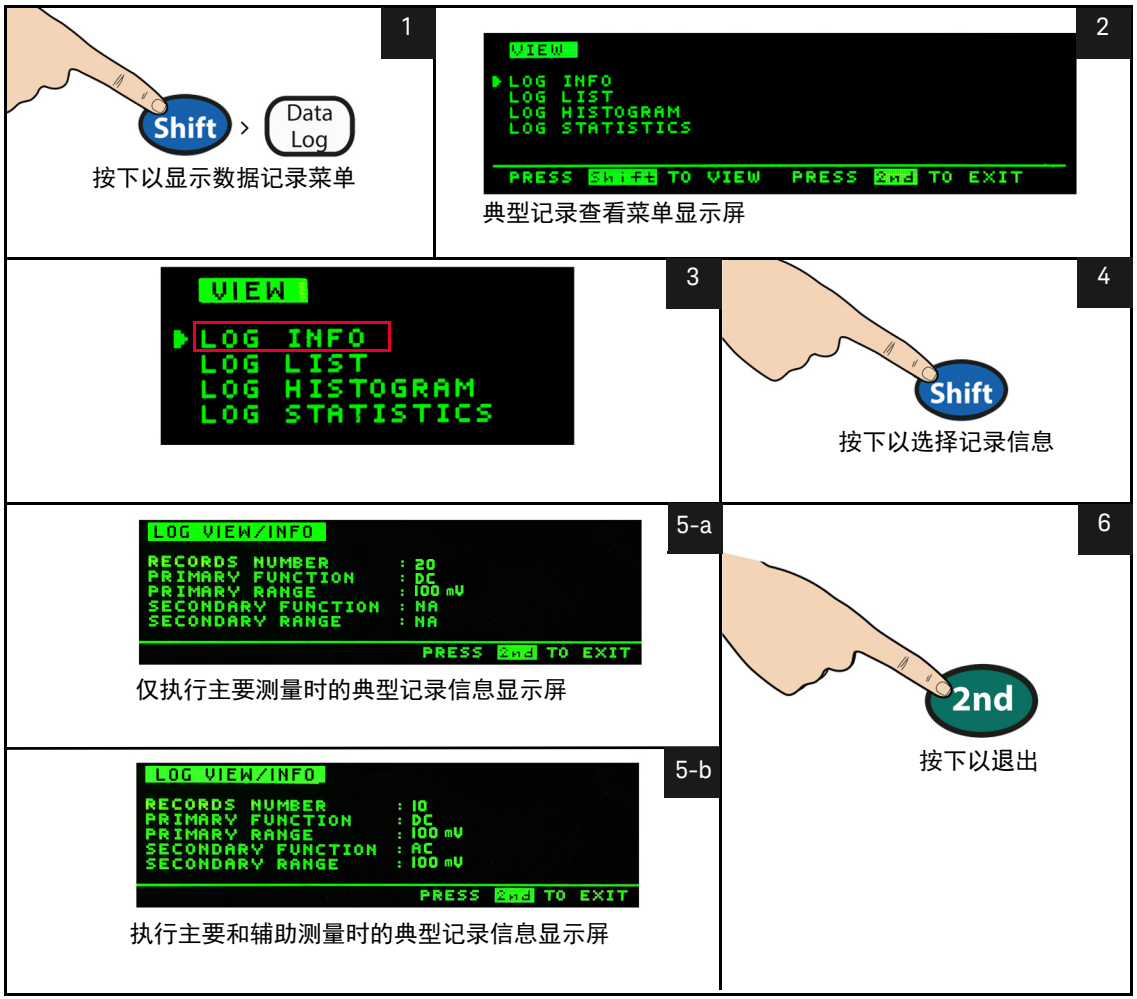
选件	可用设置	说明
TRIGGER DELAY	0 到 3600 秒	启动触发和数据记录功能读取第一个读数之间的延迟时间。最小延迟时间解析度为 100 µs。
SAMPLE INTERVAL	1 到 3600 秒	后续读数之间的延迟时间。最小解析度为 100 µs。最小间隔与配置相关，并且不到 1 秒。
SAMPLE COUNT	1 到 5000 （单显示屏测量） 1 到 2500 （双显示屏测量）	需要记录的总读数条数。对于单显示屏测量，可将其配置为 1 到 5000 条读数 （通过选件 3445MEMU 可升级到 50000 条读数），对于双显示屏测量，可将其配置为 2500 条读数（通过选件 3445MEMU 可升级到 25000 条读数）。
TRIGGER COUNT	1 到 5000 （单显示屏测量） 1 到 2500 （双显示屏测量）	将收到的总触发数。对于单显示屏测量，可将其配置为 1 到 5000 次触发 （通过选件 3445MEMU 可升级到 50000 次触发），对于双显示屏测量，可将其配置为 2500 次触发（通过选件 3445MEMU 可升级到 25000 次触发）。
ENABLE LOG	-	开始记录功能。在记录期间，锁定所有按键。要停止记录功能，请按 TRIG 键之外的任意键，然后按 SHIFT 键。

要在数据记录菜单中编辑触发延迟、样品间隔、样品计数、触发计数，请执行以下操作：



查看记录信息

记录数据后，记录信息页会显示主要测量和辅助测量的记录数据的条数、功能和量程。如果没有任何可用的记录数据，会显示 **NA**。



查看记录列表

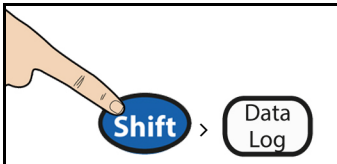
要查看查看记录列表，请执行以下步骤：



查看记录直方图

查看记录直方图，请执行以下步骤：

1



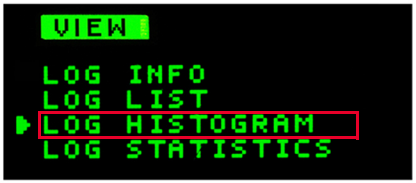
按下以显示数据记录菜单

2



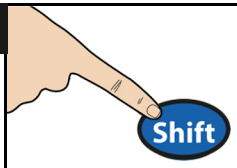
典型记录查看菜单显示屏

3



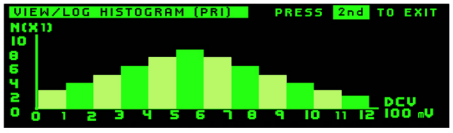
将光标移动到直方图菜单

4

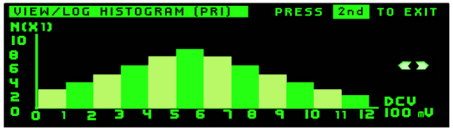


按下以进行选择

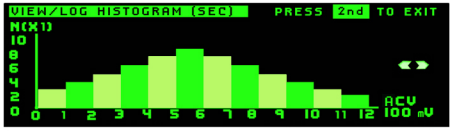
5



没有辅助测量功能的典型直方图显示屏

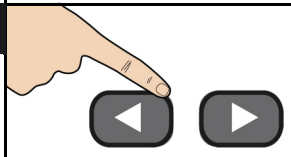


辅助测量有效时，主要测量的典型直方图显示屏



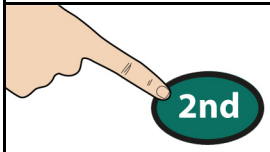
辅助测量有效时，辅助测量的典型直方图显示屏

6



按下以在主要数据或辅助数据之间切换

7

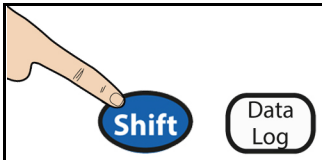


按下以退出

查看记录统计信息

要查看记录统计信息，请执行以下步骤：

1



按下以显示数据记录菜单

2



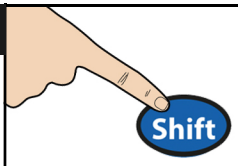
典型记录查看菜单显示屏

3



将光标移到记录统计信息菜单

4



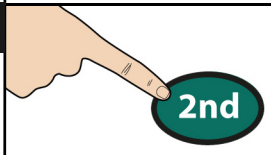
按下以进行选择

5



典型的记录统计信息显示屏

6



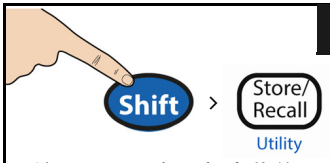
按下以退出

Fluke 45/Fluke 8808A 代码兼容模式

此代码兼容模式可让用户在仪器之间迁移时输入远程命令。

启用代码兼容模式

1



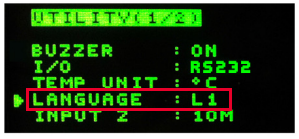
按下以显示实用程序菜单

2



典型记录实用程序菜单显示屏

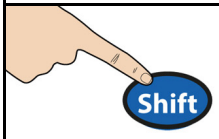
3



将光标移动到 LANGUAGE，然后更改为 L2

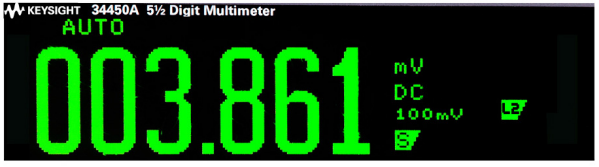
注意：必须启用 RS232 和 GPIB 连接，才能使代码兼容性模式正常运行。在开启此模式后，将禁用 USB 连接。

4



按下以进行保存

5



典型代码兼容模式屏幕显示屏

Fluke 45/Fluke 8808A 代码兼容模式说明

- 在启用代码兼容功能时，前面板将处于锁定状态，但实用程序菜单除外。
- 在开启或关闭代码兼容功能的任何时候，都可在万用表上执行复位操作。
- 在启用代码兼容模式时，速率是每个功能的全局设置。
- 万用表处于代码兼容模式时，将禁用温度或电容测量功能。
- 如果在万用表关闭之前就已经启用了代码兼容功能，则在打开万用表时，万用表会自动进入代码兼容模式。
- 在代码兼容模式下，不论何时更改主测量功能，副显示屏都会关闭。

本页特意留为空白。

3 测量教程

DC 测量的注意事项 92
噪音抑制 93
测量速度考虑因素 95
双测量注意事项 96
电阻测量的注意事项 99
True RMS AC 测量 102
其他主要测量函数 106
其他测量误差源 111

Keysight 34450A 万用表可以进行非常精确的测量。为了获得最高精度，您必须执行必要的步骤来消除潜在的测量误差。本章介绍了在测量中常见的一些误差，并给出有关如何避免这些误差的建议。

DC 测量的注意事项

热敏 EMF 误差

热电电压是低电平 DC 电压测量中最常见的误差源。当您在不同温度条件下使用异类金属进行电路连接时，将产生热电电压。金属与金属之间的连接会形成热电偶，从而产生电压，该电压与对接线温度成一定比例。您应采取必要的预防措施，最大程度地减少低电平电压测量中的热电偶电压和温度差异。最佳连接方式是将铜与铜制套筒连接在一起，因为万用表的输入端为铜合金。下表显示了常见异类金属连接产生的热电电压。

表 3-1 异种金属之间的连接的常见热电电压

铜与	大约 mV / ℃
镉锡焊料	0.2
铜	<0.3
金	0.5
银	0.5
黄铜	3
铍铜	5
铝	5
锡铅焊料	5
科瓦铁镍钴合金或合金 42	40
硅	500
氧化铜	1000

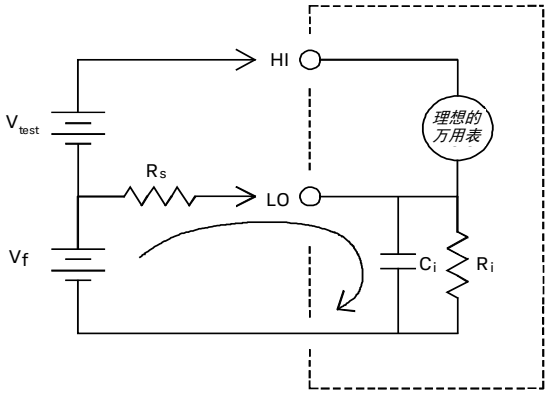
噪音抑制

抑制电源线噪音电压

积分模数 (A/D) 转换器的所需特征是用于抑制 DC 输入信号附带的电源线相关噪音的能力。这称为常模噪音抑制或 NMR。万用表可通过测量平均 DC 输入并在固定期间内对其进行 “ 积分 ” 来实现 NMR。

共模抑制 (CMR)

从理想状态来说，万用表最好完全与接地参考电路隔离。但是，万用表的输入 LO 端和接地线之间存在有限电阻，如下图所示。在测量相对于接地线浮充的低电压时，这可能会导致误差。



Vf = 浮充电压
Rs= DUT 源电阻
Ri= 万用表隔离电阻 （低接地）
Ci= 万用表输入电容：

$$\text{误差 } (v) = \frac{V_f \times R_s}{R_s + R_i}$$

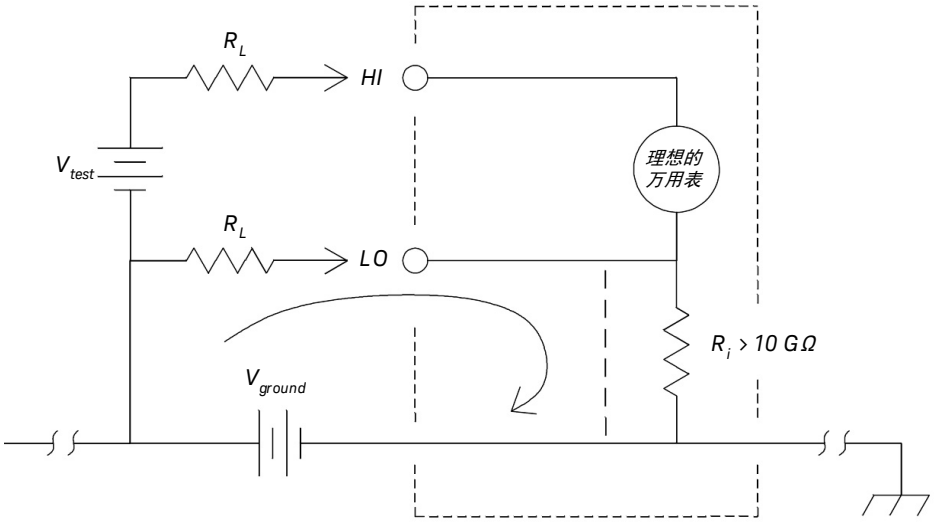
图 3-1 共模抑制 (CMR)

磁环产生的噪音

如果您在磁场附近测量，请注意避免测量连接中产生的感应电压。在存在较强电流的导体附近工作时应特别小心。您可使用双绞线与万用表相连，以便减少噪音拾取环形面积，或尽可能将测试引线靠拢。测试引线松开或抖动也会产生电压误差。在磁场附近操作时，请将测试引线安全系紧。尽可能利用防磁材料或增大到磁源的距离。

接地环产生的噪音

测量电路中的电压时，如果万用表和被测设备同时参考共同的接地线，则将形成接地环。如第 94 页上的图 3-2 所示，两个接地参考点（$V_{接地}$）之间的任何电压差异都将导致电流流经测量引线。这样会产生噪音和偏移电压（通常与电源线相关），这些噪音和偏移电压将加入测量得出的电压中。



R_L = *引线电阻*

R_i= *万用表隔离电阻*

V_{ground} = *电压降接地总线*

图 3-2 接地环产生的噪音

消除接地环的最佳方法是*不*要将输入端接地，从而将万用表与大地隔离。如果万用表必须参考接地线，则将它与被测设备连接到相同的共同接地点。如果可能，也可以将万用表和被测设备连接到同一个电源插座。

测量速度考虑因素

可以采用两种方法对在测量中取样的数据进行积分：慢速 / 中速 (NPLC) 和快速（孔径）。

您可以将解析度设置为慢速或中速，您不仅可以获得与计算时间平均值相关的改进准确度，还可以获得抑制电源线干扰功能 （正常模式抑制或 NMR）。

孔径是以秒为单位量测的周期，在此期间，万用表的模数 (A/D) 转换器会对测量的输入信息进行取样。孔径越长，产生解析度越高；孔径越短，测量速度越快。快速模式可设置特定的 1 ms 测量周期（并不根据电源线频率进行）。在孔径模式下，没有提供正常模式抑制。

双测量注意事项

双测量模式可让用户在一个显示屏中进行两个测量。在双测量模式期间，显示屏将显示两个独立的测量结果，并且在两个测量之间存在切换延迟。

下表列出了一些可使用双测量模式进行测量的应用：

双功能合并	应用
DCV 和 ACV	测量放大器输出的带 DC 偏移的 AC 信号。 测量电源的 AC 纹波噪音和 DC 输出电压。
DCV 和 DCI	测量电子电路上的 DC 电压和 DC 电流
DCV 和 ACI	变频器应用
ACV 和 DCI	变频器应用
ACV 和 ACI	测量变压器电路的主要和辅助信号
ACV / ACI 和 Freq	测量线电压的频率

双测量中的 DC 电压动态量程

在双测量模式下测量 DC 和 AC 时，请确保 DC + AC 分量不会超过万用表的 ADC 动态量程。对于每个 DCV 范围，34450A 都具有 ±1.2 V 的动态量程或 120% 满程。

例如，图 3-3 中所示信号的 DC 偏移会导致输入端超过 ADC 动态量程上限。这可能会导致 DC 分量测量误差。

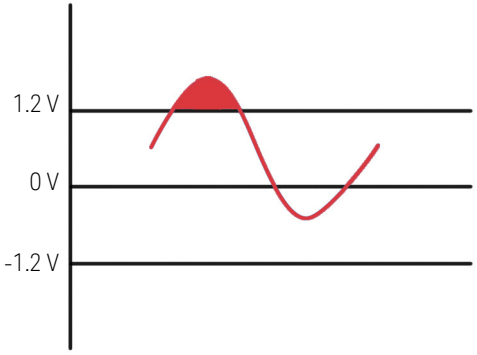


图 3-3 ADC 动态量程

分析 DC 偏移量为 100 mV 的 1 Vrms 信号的 AC 分量。在 DCV 1 V 量程下测量时，此信号的峰值电压 (V) 为 1.514 V，这超过了 1.2 V 的 ADC 动态量程，导致 DC 测量误差。

要获得更高的精度，请选择更高的 DCV 10 V 量程。

万用表系列负载电压导致的相同测量误差适用于 DCV 和 ACI 双模式。

双测量中的电源和电流

在双测量模式下测量 DC 电压和 DC 电流时，请考虑到测试引线和内部测量电路的电阻。34450A 会在 DC 电压和 DC 电流测量中共享共用的接地连接。在电流通过 LO 端子时，此电路中将出现电压降，并且会影响电压读数的精度。

请考虑到内部电阻和外部引线电阻的总和为 0.0125 ohm. 如果应用 1 A DC 电流，将会出现 (0.0125 Ω x 1 A) 0.0125 V 或 12.5 mV 误差。对于 1.2 V 的 ADC 动态量程，此误差为相对误差。

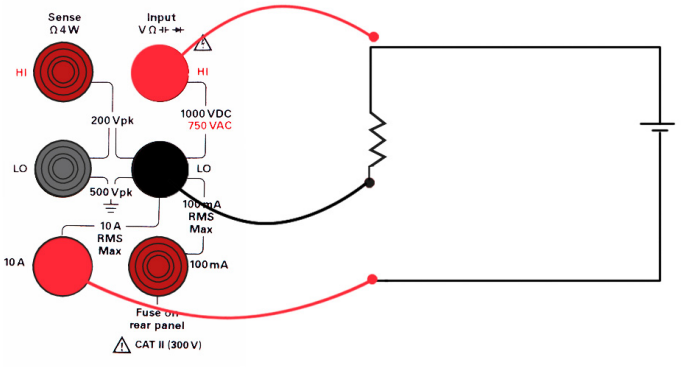


图 3-4 在双测量模式下测量电压和电流的示例

在应用更高的电流时，测量误差将很明显。

电阻测量的注意事项

测量电阻时，测试电流都会从输入高端子流向被测电阻器。被测电阻器上的电压降被内部感应到万用表。因此，测试引线中的电阻也被测量。

本章开头提到的 DC 电压测量误差也同样适用于电阻测量。在此，我们将介绍电阻测量特有的其他误差源。

消除测试引线的电阻误差

消除与测试引线电阻相关的偏移误差，请参考第 49 页上的 “Null 测量 ”。

最大程度地减少功耗影响

测量温度测量专用的电阻器 （或其他含较大温度系数的电阻设备）时，请注意，万用表将占用测试设备的一些功耗。

如果功耗确实是个问题，那么您应选择万用表的下一较高温度量程，以便将此类误差减少到可以接受的水平。下表列出了一些示例：

表 3-2 量程示例

量程	测试电流	满程时的 DUT 功率
100 Ω	1 mA	100 µW
1 kΩ	0.5 mA	250 µW
10 kΩ	100 µA	100 µW
100 kΩ	10 µA	10 µW
1 MΩ	1 µA	1 µW
10 MΩ	100 nA	100 nW
100 MΩ	100 nA / 10 MΩ	1 µW

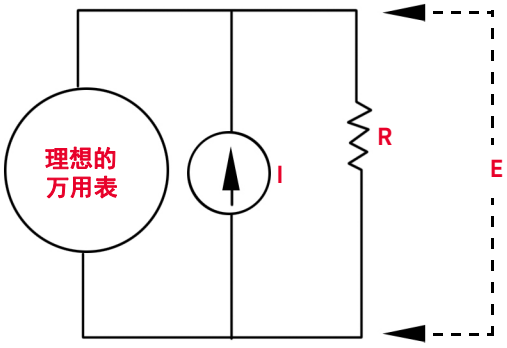
高电阻测量中的误差

测量较大电阻时，由于绝缘电阻和表面清洁度，可能会出现较大误差。您应采取必要的预防措施，使较大电阻系统保持清洁状态。因吸收绝缘材料和 “ 脏污 ” 表面膜中的湿气，测试引线和固定设置易于漏电。与 PTFE 绝缘体 (10^{13} Ω) 相比，尼龙和 PVC 是相对较差的绝缘体 (10^{9} Ω)。

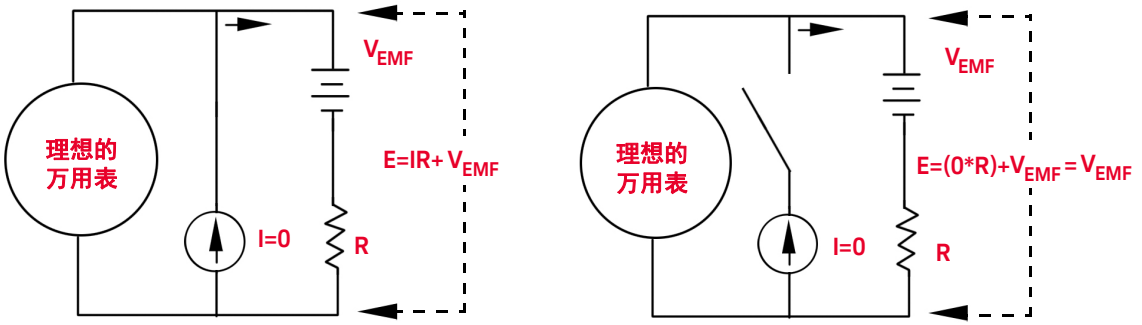
在潮湿条件下测量 1 MΩ 电阻时，因尼龙或 PVC 绝缘体漏电通常会导致出现 0.1% 的误差。

偏移补偿

电阻测量包括测量由已知电流源在电阻上引起的电压 (E)。



由异质金属引起的热电势会在测量电路 (VEMF) 中产生寄生电压。热电势可由输入引线连接产生或在电阻器 R 内部产生。一般来说，此电压不会随着在阻器上施加的电流的变化而变化。



测量得到的电压以及由此计算得到的电阻由于 VEMF 的存在而会产生偏差。使用偏移补偿可减小由 VEMF 导致的偏差。要进行偏移补偿测量，可使用万用测量两个电压，一个是在电流源打开的情况下测量，一个是在电流源关闭的情况下测量，然后将两个测量值相减。实际电压在电阻器上下降，可通以下公式计算得到电阻：

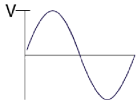
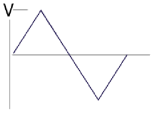
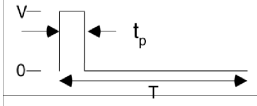
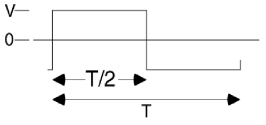
$$\textit{第一个读数} - \textit{第二个读数} = (I*R+V_{EMF}) - V_{EMF} = I*R$$

可在双线制或四线制电阻测量中使用偏移补偿（仅适用于 100 Ω、1 kΩ 和 10 kΩ）。

True RMS AC 测量

True RMS 响应万用表的方式与 34450A 类似，均可测量应用电压的潜在 " 热度 "。电阻器中的功耗与应用电压的平方根成比例，与信号的波形无关。只要波形超出仪器有效带宽的能量可以忽略不计，此万用表便可准确测量电压或电流的 True RMS。

注意， 34450A 使用相同的技术来测量电压和电流的 True RMS。

波形	振幅	AC RMS	AC+DC RMS
	$\sqrt{2}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$
	$\sqrt{3}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$
	$\sqrt{\frac{T}{t_p}}$	$\frac{V}{CF}\times\sqrt{1-\frac{1}{CF^2}}$	$\frac{V}{CF}$
	1	V	V

万用表 AC 电压和 AC 电流功能可测量 *AC 电偶的* True RMS。在此 Keysight 仪器中，仅测量输入波形的 AC 分量的 " 热值 "（抑制 DC）。正如上图所示，对于正弦波、三角波和方波， *AC 电偶值和 AC+DC* 值相等，因为这些波形未出现 DC 偏移的现象。但是，对于非对称波形 （例如，脉冲序列） ，存在 DC 电压内容，Keysight 的 AC 电偶 True RMS 测量不支持这些内容。这会带来许多益处。

在 DC 偏移较大的情况下测量较弱的 AC 信号时，需要进行 AC 电偶 True RMS 测量。例如，在测量 DC 电源上出现的 AC 纹波时，就通常会出现此情况。但是，在某些情况下，您可能需要知道 AC+DC 的 True RMS。通过将 DC 和 AC 测量结果结合在一起，您可以确定此值，如下所示：

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

为了获得最佳 AC 噪音抑制效果，您应在 S 模式下执行 DC 测量。

True RMS 精度和高频信号内容

人们普遍误认为 " 由于 AC 万用表是 True RMS，因此，其正弦波的准确度规格适用于所有波形。" 实际上，对于任何万用表，输入信号的形状对测量准确度具有很大的影响，当输入信号包含超出仪器带宽的高频分量时尤其如此。在输入信号的频率能量明显高于万用表的带宽时，就会出现 RMS 测量误差。

估计高频 （带外）误差

描述信号波形的常用方法是引用 " 振幅 "。振幅是波形峰值与 RMS 的比率。例如，对于脉冲链，振幅大致等于占空比倒数的平方根。

$$CF = \frac{1}{\sqrt{d}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{t_p}{T}}} = \frac{1}{\sqrt{prf \times t_p}}$$

注意，振幅是一个复合参数，与脉冲宽度和重复频率相关；振幅本身不足以刻画信号频率内容的特征。

在传统意义上，数字万用表包含振幅降级表，适用于所有频率。34450A 万用表中使用的测量算法不会对振幅产生内在影响，因此不需要进行此类降级处理。如前面一节所述，使用此万用表时，焦点问题是如何处理超过万用表带宽的高频信号内容。

对于周期性信号，振幅与重复率的组合可以表明高频内容量和关联测量误差。简单脉冲的第一零交点出现在

$$f_1 = \frac{1}{t_p}$$

通过确定此交点出现的位置，这可以立即将高频内容作为振幅函数进行处理：

$$f_1 = CF^{\,2} \cdot prf$$

下面的表 3-3 将各种波形的典型误差显示为输入脉冲频率的函数：

表 3-3 各种波形的典型误差显示为输入脉冲频率的函数

prf	方波、三角波和脉冲链 （CF=3、 5 或 10）的典型误差				
	方波	三角波	CF=3	CF=5	CF=10
200	–0.02%	0.00%	–0.04%	–0.09%	–0.34%
1000	–0.07%	0.00%	–0.18%	–0.44%	–1.71%
2000	–0.14%	0.00%	–0.34%	–0.88%	–3.52%
5000	–0.34%	0.00%	–0.84%	–2.29%	–8.34%
10000	–0.68%	0.00%	–1.75%	–4.94%	–26.00%
20000	–1.28%	0.00%	–3.07%	–8.20%	–45.70%
50000	–3.41%	–0.04%	–6.75%	–32.0%	–65.30%
100000	–5.10%	–0.12%	–21.8%	–50.6%	–75.40%

上表提供了每种波形的附加误差，这些误差将加入第 4 章，“ 特征和规格 ” 中提供的精度表的值中。

示例：电平为 1 V_{rms} 的脉冲链是按 1 V 量程测量的。它具有 3 V（即振幅为 3) 的脉冲高度，持续时间为 111 µs。可以按以下方式将 prf 计算为 1000 Hz：

$$prf = \frac{1}{CF^2 \times t_p}$$

因此，根据上表，可使用 0.18% 的附加误差测量此 AC 波形。

AC 滤波器

万用表的 AC 电压和 AC 电流功能可实现三个低频组合滤波器。使用这些滤波器可以折衷优化最低测量频率，以提高读取速度。“ 慢速 ” 模式滤波器以 2 Hz 频率刻度递增，适用于高于 20 Hz 的频率。“ 中速 ” 滤波器以 20 Hz 频率刻度递增，适用于高于 200 Hz 的频率。“ 快速 ” 滤波器以 200 Hz 频率刻度递增，适用于高于 1 kHz 的频率。

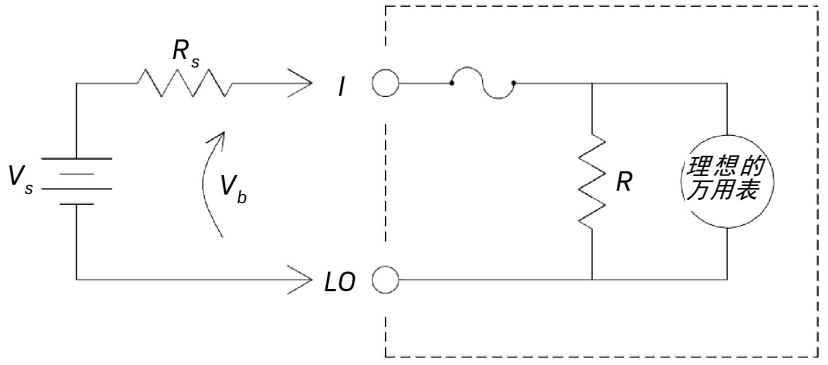
其他主要测量函数

频率测量误差

万用表采用倒数计数技术测量频率。此方法将为任何输入频率生成一个常数测量解析度。所有频率计数器都容易在测量低压、低频信号时出错。测量“慢速”信号时，内部噪音和外部噪音拾取产生的影响至关重要。误差与频率成反比。如果您尝试在 DC 偏移电压发生更改后测量输入频率，也可能会产生测量误差。在进行频率测量之前，必须让万用表的输入完全稳定。

DC 电流测量

将万用表与测试电路串联以测量电流时，将会产生测量误差。这种误差是由于万用表的串联负载电压引起的。万用表的电线电阻和电流分流器电阻器之间将产生电压，如下图所示。



Vs = 源电压
Rs = DUT 源电阻
Vb = 万用表负载电压
R = 电流分流器

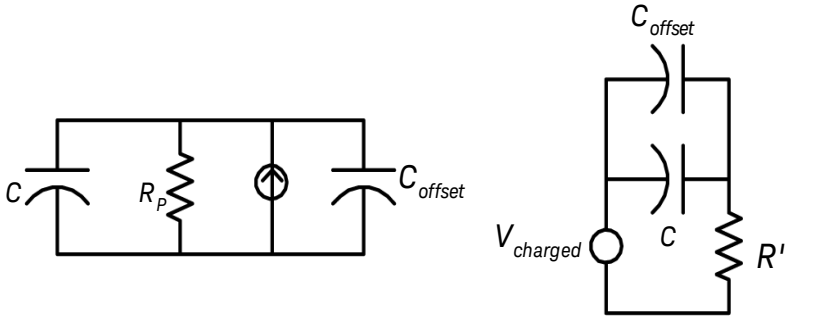
$$误差\ (\%) = \frac{-100\% \times V_b}{V_s}$$

图 3-5 电线电阻和电流分流器电阻器

如果在电流测量期间应用的电流超过 5 A，则万用表的 10 A 分流器电阻器和内部信号调节组件中就会出现自热现象。需要几分钟稳定时间，才能获得更高精度的电流测量结果。在电流测量期间应用的电流超过 5 A 之后，需要几分钟进行散热，以确保获得更高精度的其他测量结果。

电容测量

通过按如下所示将已知电流应用于电容器，万用表可以实施电容测量：



测量模型（在充电阶段） *测量模型（在放电阶段）*

图 3-6 将电流应用于电容器

通过计算 " 短孔径 " 时间 (Δt) 内出现的电压变化量 (ΔV) 来计算电容。测量周期分为两个部分：充电阶段和放电阶段。

电压 (ΔV) 变化和 " 短孔径 " 时间 (Δt) 会随量程而变化，以便最小化噪音，提高读数精度。下表列出了测量期间满程的电流源和读取速率。

量程	电流源	满程读取速率
1 nF	100 nA	1.0/ 秒
10 nF	100 nA	0.5/ 秒
100 nF	1 µA	1.5/ 秒
1 µF	1 µA	0.25/ 秒
10 µF	10 µA	0.25/ 秒
100 µF	100 µA	0.25/ 秒
1 mF	500 µA	0.25/ 秒
10 mF	1 mA	0.15/ 秒

使用万用表测量的电容和损失电阻值可能与使用 LCR 仪表测量的值不同。这是在意料之内的，因为这是基本的 DC 测量方法，而 LCR 测量使用的频率范围为 100 Hz 到 100 kHz。在大多数情况下，这两种方法都不能在精确的频率应用中测量电容器。

要获得最高精度，请使用开路探头进行零 Null 测量，以使测试引线的电容为 Null，然后将此探头连接到待测电容器上。

温度测量

万用表可通过测量 5 kΩ 热敏电阻器的温度灵敏电阻来测量温度。

热敏电阻器包含半导体材料，可提供大约 10 倍于 RTD 的灵敏度。由于它们是半导体，其温度范围有更多的限制，通常为 –80 °C 至 150 °C。热敏电阻器具有较高的非线性温度电阻关系，因此其转换算法更复杂。 Keysight 万用表使用标准的哈特 - 斯坦哈特逼近算法提供精确的转换。

其他测量误差源

载荷误差 （AC 电压）

在 AC 电压函数中，万用表的并联输入端显示为 1 MΩ 电阻，电容为 100 pF。此外，将信号与万用表相连所使用的电缆也会增加电容误差和载荷误差。

在低频情况下，载荷误差为：

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

在高频情况下，其他载荷误差为：

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

R_s = *Source Resistance*
F = *Input Frequency*
C_{in} = *Input Capacitance (100 pF) Plus Cable Capacitance*

低于满程的情况下的测量

当万用表位于或接近选定范围的满程时，您可测量到最精确的 AC 结果。自动调整范围可在满程的 10% （下限）和 120% （上限）之间移动。这样，您可以在某一范围以满程测量某些输入，而在下一更高范围内以满程的 10% 进行测量。通常，范围越低，精度越高。因此，要获得最高精度，则应尽可能为测量选择最低手动范围。

高电压自热误差

如果采用的电压大于 300 V_{rms}，则万用表内部信号调节组件中将出现自热现象。万用表规格中已包含这些误差。

由于内部加热使万用表内部温度发生变化，这有可能会导致其他 AC 电压范围出现其他误差。

AC 电流测量误差 （负载电压）

适用于 DC 电流的负载电压误差也同样适用于 AC 电流测量。但是，由于万用表的串联电感以及您采用的测量连接方式，AC 电流的负载电压可能会更大。负载电压随输入频率的增加而增加。由于万用表的串联电感以及您采用的测量连接方式，执行电流测量时，有些电路可能会出现振荡。

低电平测量误差

如果测量的 AC 电压小于 100 mV，请注意，这些测量特别易于出现因外部噪音源造成的误差。暴露的测试引线相当于一根天线，正常运行的万用表将测量收到的信号。整个测量路径 （包括电源线）相当于一根环形天线。环形天线中的循环电流在通过与万用表输入串联的任何阻抗时将产生误差电压。为此，您应通过屏蔽电缆对万用表应用低电平 AC 电压。您应将屏蔽电缆连接到 LO 端子。

任何时候，如有可能，请确保万用表和 AC 源都已连接到同一电源插座。此外，您还应最大程度地减少任何无法避免的接地环的面积。与低阻抗源相比，高阻抗源更易于拾取噪音。将电容与万用表输入端并行放置，可以减少源的高频阻抗。您可能必须为应用程序确定正确的电容值。

大多数外部噪音与输入信号无关。您可按如下方式确定误差：

$$Voltage\,Measured = \sqrt{V_{in}^2 + Noise^2}$$

相关噪音十分有害，特别是在裸露情况下时尤其如此。相关噪音经常直接添加到输入信号中。使用与本地网络电源线相同的频率测量低电平信号时，通常也容易出现此类误差。

脉冲测量误差

您可以使用 DC 测量功能来测量脉冲信号，并快速获取其相关的测量平均值。下面提供了用于计算等效脉冲信号 DC 平均值的公式。

$$\frac{1}{T}\int_{T} f(x)\,dx$$

其中， *f(x)* 是表示某一期间 *T* 内信号波形的函数。

由于存在万用表的模数 (ADC) 导轨电压，因此，在按低压量程测量脉冲信号时，会出现误差。

4 特征和规格

有关 34450A 5 ½ 数字万用表，请参考位于以下网站的数据表：
http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5991-1133EN.pdf。

本页特意留为空白。

本信息如有更改，恕不另行通知。
请始终参考是德网站中的英文版本
以获得最新的修订版。

© 是德科技 2012-2020、 2023
第 9 版， 2023 年 10 月

马来西亚印刷

34450-90006

www.keysight.com