

# **DMM4020**

Digital Multimeter

用户手册

Copyright © Tektronix. 保留所有权利。许可软件产品由 Tektronix、其子公司或提供商所有，受国家版权法及国际条约规定的保护。

Tektronix 产品受美国和外国专利权（包括已取得的和正在申请的专利权）的保护。本文中的信息将取代所有以前出版的资料中的信息。保留更改技术规格和价格的权利。

TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。

Tektronix 联系信息

Tektronix, Inc.

14200 SW Karl Braun Drive

P.O. Box 500

Beaverton, OR 97077

USA

有关产品信息、销售、服务和技术支持：

在北美地区，请拨打 1-800-833-9200。

其他地区用户请访问 [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)，以查找当地的联系信息。

## 担保

Tektronix 保证，本产品从授权的 Tektronix 分销商最初购买之日起三 (3) 年内不会出现材料和工艺缺陷。如果在保修期内证明产品有缺陷，根据用户的选择，Tektronix 将或者修复有缺陷的产品且不收部件和人工费用，或者更换有缺陷的产品。电池不在保证范围内。Tektronix 作保证用途的部件、模块和更换产品可能是全新的，或者经修理具有相当于新产品的性能。所有更换的部件、模块和产品将成为 Tektronix 的财产。

为得到本保证声明承诺的服务，客户必须在保修期内向 Tektronix 通报缺陷，并为服务的履行做适当安排。客户应负责将有缺陷的产品打包并运送到 Tektronix 指定的服务中心，请预付运费，并附带客户购买证明副本。如果产品运送到 Tektronix 维修中心所在国之内的地点，Tektronix 应支付向客户送返产品的费用。如果产品送返到任何其他地点，客户应负责支付所有的运费、关税、税金及任何其他费用。

本保证声明不适用于由于使用不当或者维护保养不当或不足所造成的任何缺陷、故障或损坏。Tektronix 在本保证声明下没有义务提供以下服务：a) 修理由非 Tektronix 服务代表人员对产品进行安装、修理或维护所导致的损坏；b) 修理由于使用不当或与不兼容的设备连接造成的损坏；c) 修理由于使用非 Tektronix 提供的电源而造成的任何损坏或故障；d) 维修已改动或者与其他产品集成的产品（如果这种改动或集成会增加产品维修的时间或难度）。

本保证由 TEKTRONIX 关于本产品而订立，用于替代任何其他的明示或暗示的保证。TEKTRONIX 及其供应商拒绝对于特殊目的的适销性或适用性做任何暗示的保证。对于违反本保证的情况，TEKTRONIX 负责修理或更换有缺陷产品是提供给客户的唯一和独有的补救措施。无论 TEKTRONIX 及其供应商是否被预先告知可能发生任何间接、特殊、意外或引发的损坏，TEKTRONIX 及其供应商对这些损坏都不负有责任。

[W16 – 15AUG04]



# 目录

章节	标题	页码
<b>1</b>	<b>章概述和技术指标.....</b>	<b>1-1</b>
	一般安全概要 .....	1-3
	为了避免火灾或人身伤害 .....	1-3
	符号及术语 .....	1-6
	安全和电气符号 .....	1-6
	IEC 61010 测量类别说明 .....	1-7
	合规性信息 .....	1-8
	电磁兼容性合规性 .....	1-8
	EC (欧共体) 符合性声明—电磁兼容性 .....	1-8
	澳大利亚/新西兰符合性声明 - 电磁兼容性 .....	1-9
	安全标准合规性 .....	1-9
	EC 符合性声明 - 低电压 .....	1-9
	美国国家认可测试实验室列表 .....	1-9
	加拿大认证 .....	1-9
	其它合规性情况 .....	1-9
	设备类型 .....	1-9
	安全等级 .....	1-9
	污染等级说明 .....	1-9
	污染等级 .....	1-10
	测量过电压类别 .....	1-10
	环境考虑因素 .....	1-10
	对到达使用寿命的产品的处理 .....	1-10
	设备回收 .....	1-10
	对有害物质的限制 .....	1-10
	概述 .....	1-11
	用户文档 .....	1-12
	关于本手册 .....	1-12
	仪器安全程序 .....	1-13
	易失性存储器 .....	1-13
	非易失性存储器 .....	1-13
	选项和附件 .....	1-14
	通用技术指标 .....	1-14
	电压 .....	1-14
	尺寸 .....	1-14

显示屏 .....	1-15
环境 .....	1-15
触发 .....	1-15
计算功能 .....	1-15
电气 .....	1-15
程控接口 .....	1-15
保修期 .....	1-15
电气技术指标 .....	1-16
直流电压技术指标 .....	1-16
交流电压规格 .....	1-17
电阻 .....	1-18
直流电流 .....	1-18
交流电流 .....	1-19
频率 .....	1-20
通断性 .....	1-20
二极管测试 .....	1-20
<b>2 章工作准备 .....</b>	<b>2-1</b>
概述 .....	2-3
打开万用表包装及检查万用表 .....	2-3
贮存及运输万用表 .....	2-3
电源 .....	2-3
选择电源电压 .....	2-4
更换保险丝 .....	2-4
电源保险丝 .....	2-4
电流输入保险丝 .....	2-5
连接电源 .....	2-7
上电 .....	2-7
调整支架 .....	2-8
将万用表安装到设备机柜中 .....	2-9
清洁仪表 .....	2-10
Fluke 45模拟模式 .....	2-10
点亮所有显示字段 .....	2-10
<b>3 章通过前面板操作万用表 .....</b>	<b>3-1</b>
概述 .....	3-3
双显 .....	3-6
主显示屏 .....	3-6
副显示屏 .....	3-6
后面板 .....	3-8
调整万用表量程 .....	3-9
选择测量速度 .....	3-9
选择测量功能 .....	3-9
测量电压 .....	3-9
测量频率 .....	3-10
频率量程 .....	3-10
测量电阻 .....	3-11
2线测量电阻 .....	3-11
4线电阻测量 .....	3-12
测量电流 .....	3-13
自动输入端子检测 .....	3-14
二极管 / 通断性测试 .....	3-14
触发测量 .....	3-16
设置触发模式 .....	3-16

外部触发连接.....	3-16
选择功能调节器.....	3-18
相对读数调节器 (REL).....	3-18
分贝和自动功率调节器.....	3-18
接触保持 (HOLD) 功能.....	3-19
最小/最大调节器 (MIN MAX).....	3-20
组合使用功能调节器.....	3-21
第二功能 (使用 SHIFT 按钮).....	3-21
比对功能 (COMP).....	3-22
设置比对范围.....	3-22
使用比对功能.....	3-22
列表和数字编辑器.....	3-22
使用列表编辑器.....	3-23
使用数字编辑器.....	3-24
功能键 S1 – S6.....	3-25
上电配置.....	3-26
校准.....	3-26
<b>4 章通过计算机接口操作万用表.....</b>	<b>4-1</b>
概述.....	4-3
本地和远程操作.....	4-3
计算机接口.....	4-3
通过 RS-232 接口进行操作的准备工作.....	4-3
设置通信参数 (RS-232).....	4-3
RS-232 打印模式.....	4-4
将万用表连接到主机或打印机 (RS-232).....	4-5
字符回显和删除.....	4-6
利用 ^C (CNTRL C) 键清除设备.....	4-6
RS-232 提示符.....	4-6
首先进行安装测试.....	4-6
RS-232 操作的安装测试.....	4-6
测试失败.....	4-7
万用表如何处理输入.....	4-7
输入字符串.....	4-7
输入结束符.....	4-7
向万用表发送数字值.....	4-8
向万用表发送命令字符串.....	4-8
万用表如何处理输出.....	4-8
触发输出.....	4-9
前面板外触发.....	4-10
设置触发类型配置.....	4-10
通过计算机接口的外部触发.....	4-11
状态寄存器.....	4-12
事件状态和事件状态使能寄存器.....	4-14
状态字节寄存器.....	4-15
读取状态字节寄存器.....	4-16
计算机接口命令集.....	4-16
通用命令.....	4-17
功能命令和查询.....	4-18
功能调节器命令和查询.....	4-20
量程和测量速度命令和查询.....	4-22
测量查询.....	4-24
比对命令和查询.....	4-25
触发配置命令.....	4-25

其它命令和查询 .....	4-26
RS-232 远程 / 本地配置 .....	4-27
RS-232 保存/调用系统配置 .....	4-27
使用 RS-232 计算机接口的程序实例 .....	4-27

**附录**

A 应用 .....	A-1
B 2X4 测试线 .....	B-1

**索引**

# 表格索引

表格	标题	页码
1-1.	易失性存储器.....	1-13
1-2.	非易失性存储器.....	1-13
1-3.	附件.....	1-14
2-1.	电源电压和保险丝额定值.....	2-4
2-2.	可从 Tektronix 购买的电源电缆类型.....	2-7
3-1.	前面板功能.....	3-4
3-2.	显示符号和指示.....	3-7
3-3.	后面板特性.....	3-8
3-4.	RS-232 管脚输出.....	3-17
3-5.	RS-232 管脚输出.....	3-19
3-6.	第二功能.....	3-21
3-7.	列表编辑器选项.....	3-23
3-8.	数字编辑器选项.....	3-24
3-9.	出厂上电配置.....	3-26
4-1.	RS-232 通信参数的出厂设置.....	4-4
4-2.	RS-232 打印模式下的打印速率.....	4-5
4-3.	触发类型.....	4-9
4-4.	RS-232 读数传输率.....	4-10
4-5.	状态寄存器摘要.....	4-12
4-6.	ESR 和 ESE 比特位说明.....	4-15
4-7.	状态字节寄存器 (STB) 比特位说明.....	4-15
4-8.	通用命令.....	4-17
4-9.	功能命令和查询.....	4-18
4-10.	功能调节器命令和查询.....	4-20
4-11.	量程和测量速度命令和查询.....	4-22
4-12.	测量查询.....	4-24
4-13.	比对命令和查询.....	4-25
4-14.	触发配置命令.....	4-25
4-15.	其它命令和查询.....	4-26
4-16.	输出格式2的测量单位.....	4-26
4-17.	远程/本地配置命令.....	4-27
4-18.	保存 / 调用系统配置命令.....	4-27



# 图片索引

图示	标题	页码
1-1.	IEC 61010 IEC 61010 测量类别 (CAT) 等级 .....	1-7
2-1.	更换电源保险丝 .....	2-5
2-2.	更换电流输入保险丝 .....	2-6
2-3.	调整和移开支架 .....	2-8
2-4.	取下护套 .....	2-9
3-1.	前面板 .....	3-4
3-2.	显示符号和指示 .....	3-6
3-3.	后面板 .....	3-8
3-4.	电压和频率测量 .....	3-10
3-5.	2线电阻测量 .....	3-11
3-6.	4线电阻测量 .....	3-12
3-7.	采用2×4线法进行4线电阻测量的输入连接 .....	3-13
3-8.	电流测量 <200 mA .....	3-14
3-9.	电流测量 200 mA~10 A .....	3-14
3-10.	通断性测试 .....	3-15
3-11.	二极管测试 .....	3-15
3-12.	外部触发电路 .....	3-17
4-1.	通过 RS-232 接口的管脚9进行外触发 .....	4-11
4-2.	状态数据结构 .....	4-13
4-3.	事件状态和事件状态使能寄存器 .....	4-14
4-4.	RS-232 计算机接口程序实例 .....	4-28



# 第 1 章 概述和技术指标

标题	页
一般安全概要 .....	1-3
为了避免火灾或人身伤害 .....	1-3
符号及术语 .....	1-6
安全和电气符号 .....	1-6
IEC 61010 测量类别说明 .....	1-7
合规性信息 .....	1-8
电磁兼容性合规性 .....	1-8
EC (欧共体) 符合性声明—电磁兼容性 .....	1-8
澳大利亚/新西兰符合性声明 - 电磁兼容性 .....	1-9
安全标准合规性 .....	1-9
EC 符合性声明 - 低电压 .....	1-9
美国国家认可测试实验室列表 .....	1-9
加拿大认证 .....	1-9
其它合规性情况 .....	1-9
设备类型 .....	1-9
安全等级 .....	1-9
污染等级说明 .....	1-9
污染等级 .....	1-10
测量过电压类别 .....	1-10
环境考虑因素 .....	1-10
对到达使用寿命的产品的处理 .....	1-10
设备回收 .....	1-10
对有害物质的限制 .....	1-10
概述 .....	1-11
用户文档 .....	1-12
关于本手册 .....	1-12
仪器安全程序 .....	1-13
易失性存储器 .....	1-13
非易失性存储器 .....	1-13
选项和附件 .....	1-14
通用技术指标 .....	1-14
电压 .....	1-14
尺寸 .....	1-14
显示屏 .....	1-15
环境 .....	1-15

触发 .....	1-15
计算功能 .....	1-15
电气 .....	1-15
程控接口 .....	1-15
保修期 .....	1-15
电气技术指标 .....	1-16
直流电压技术指标 .....	1-16
交流电压规格 .....	1-17
电阻 .....	1-18
直流电流 .....	1-18
交流电流 .....	1-19
频率 .....	1-20
通断性 .....	1-20
二极管测试 .....	1-20

## 一般安全概要

请查看以下安全注意事项，以防止造成人身伤害，并避免对本产品或与本产品连接的任何其它产品造成损害。

为避免潜在危险，仅应按照规定使用本产品。

仅应由合格人员执行维修程序。

在使用本产品的过程中，可能需要访问一个更大系统中的其它部件。请阅读其它组件手册中有关安全部分，以了解与系统操作相关的警告和注意事项。

该仪器的设计和测试符合欧洲标准 EN 61010-1:2001 和美国/加拿大标准 UL 61010-1 及 CAN/CSA-C22.2 No.61010-1-04。仪器在提供时处于安全状态。

本手册中提供了保证仪器处于安全状态和安全工作所必需遵守的信息和警告。

为了正确、安全地使用仪表，请仔细阅读并遵守本部分所述的注意事项，并严格遵守本手册中与特定测量功能相关的安全说明或警告。另外，请遵守电气工作环境下普遍公认的安全实践和规程要求。

**CAT I**（第一类）设备的设计使设备能够承受高压、低能电源，例如电子电路或复印机产生的瞬态高压。

**CAT II**（第二类）设备的设计使设备能够承受由固定安装设备提供电源的耗能设备，例如电视机、电脑、便携工具及其它家用电器所产生的瞬态高压。

### 为了避免火灾或人身伤害

**使用适当的电源电缆。** 仅应使用指定用于本产品且经认证可在所在国家或地区使用的电源电缆。

**使用适当的电压设置。** 在通电之前，请确保线路选择器位于正在使用的电源的对应位置。

**正确连接和断开。** 当探针或测试线连接至电压源时，请不要对其进行连接或断开操作。

**将本产品接地。** 本产品通过电源电缆的接地导线接地。为防止电击，接地导线必须接地。在连接产品的输入或输出端子之前，请确保产品已正确接地。

**严格遵守所有端子额定值。** 为避免火灾或电击危险，应严格遵守产品上注明的所有额定值和标识。在连接本产品之前，请查阅产品手册以了解详细的额定值信息。

请勿对包括共接端子在内的任何端子施加超过该端子最大额定值的电势。

**有关断开电源的事项。** 可通过操作电源电缆将产品从电源断开。请勿阻塞电源电缆；对于用户，电源电缆必须随时处于可接触到的位置。

**请勿在无机壳的情况下使用本产品。** 请勿在拆除机壳或面板的情况下使用本产品。

**请勿在有疑似故障的情况下使用本产品。** 如果您怀疑本产品有损坏，请让合格的维修人员进行检查。

**避免接触外露电路。** 通电后，请勿触碰外露的连接部位和组件。

**使用正确的保险丝。** 仅应使用指定用于本产品的保险丝类型和额定值。

**保持产品表面洁净和干燥。**

### ⚠⚠警告

为防止电击和人员伤亡，请务必在使用万用表之前仔细阅读以下信息。

- 请严格按照本手册的说明使用数字多用表，否则数字多用表的保护功能可能会被削弱。
- 请勿在潮湿的环境中使用数字多用表。
- 请在使用数字多用表之前对其进行检查。请勿使用已被损坏的数字多用表。
- 请在使用测试线之前对其进行检查。请勿使用绝缘被损坏或有金属裸露的测试线。请检查测试线的通断性。请在使用数字多用表之前更换已被损坏的测试线。
- 在使用数字多用表前后，通过测量已知的电压来验证数字多用表的功能。请勿使用工作异常的数字多用表。若怀疑数字多用表的保护功能被削弱，请将数字多用表送修。
- 一旦怀疑数字多用表的安全保护功能被削弱，请立即将其置于非运行状态，并确保不会被意外操作。
- 应由合格维修人员对万多用表进行维修。
- 请勿在连接端子之间或任何端子和地面之间施加高于万用表上标记的额定值电压。
- 当处于 IEC 测量类别 II 环境中时，请勿对万用表的输入端施加超过 **600 V** 的交流电压。请参阅本手册随后的“IEC 61010 测量类别说明”部分。
- 请使用与所在国或地区的电压和插座相匹配的电源电缆和连接器。
- 请始终使用具有接地连接的电源电缆，并确保接地连接正确地连接至配电系统。
- 在打开外壳之前，请从数字多用表断开测试线。
- 在打开数字多用表机盖或外壳之前，请务必断开电源。
- 对 **30 V** 交流（有效值）、**42 V** 交流（峰值）或 **42 V** 直流以上的电压，应格外小心。这些电压有电击危险。
- 请仅使用手册中规定的替代保险丝。
- 测量时请选择合适的接线端子、功能和量程。

- 请勿在有爆炸性气体、水蒸气或粉尘环境中使用数字多用表。
- 在使用探头时，确保手指位于护手板之后。
- 在进行电气连接时，首先连接公用测试线，然后再连接带电测试线；在断开测试线时，首先断开带电测试线，然后在断开公用测试线。
- 在测试电阻、通断性、二极管或电容之前，请断开电路电源，并对所有的高压电容器进行放电。
- 在测量电流之前，请检查数字多用表的保险丝，并在将数字多用表连接至电路之前，断开电路的电源。
- 在维修数字多用表时，请务必使用指定的备件。

### 符号及术语

手册中或产品上可能会出现以下术语以及安全和电气符号：

**⚠⚠ 警告** 表示可能会造成伤害或死亡的条件或操作。

**⚠ 注意** 表示可能会对数字多用表及其连接的设备造成损坏的条件或操作。

### ⚠⚠ 警告

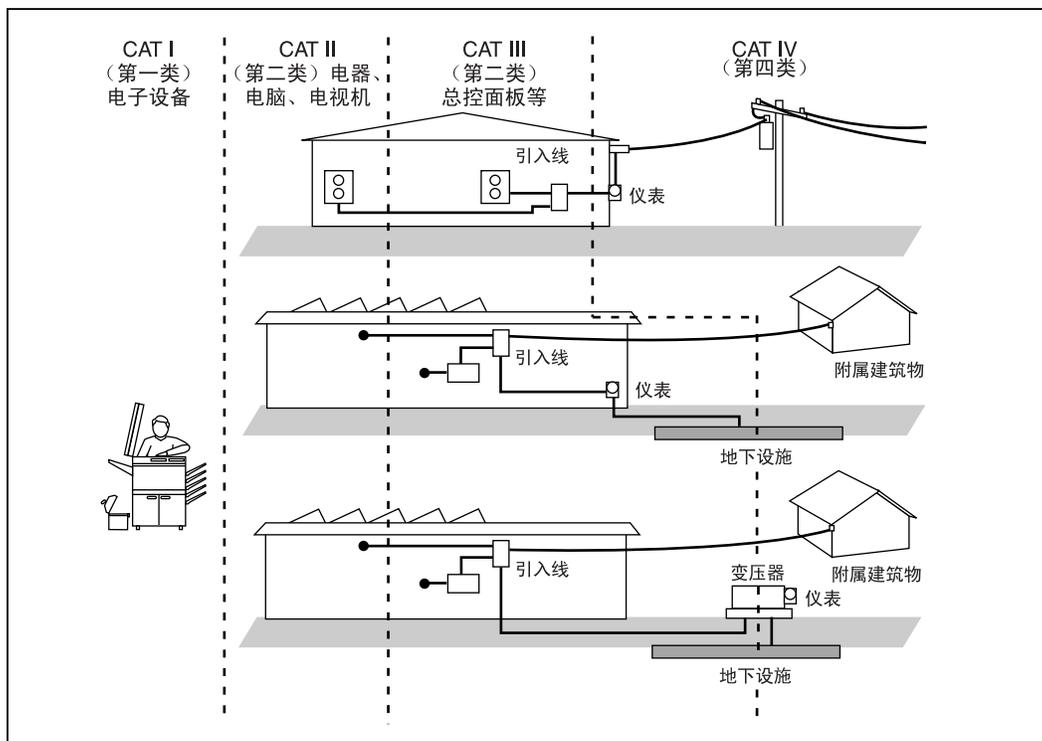
为防止电击和人员伤亡，请务必在安装、使用或维修万用表之前仔细阅读“一般安全概要”部分的内容。

### 安全和电气符号

符号	说明	符号	说明
	危险。重要信息。请参阅手册。		显示 ON / OFF，仪表复位。
	危险电压。可能会发生大约30 V 的直流或交流峰值电压。		接地
	AC（交流电）		电容
	DC（直流电）		二极管
 或 	AC 或 DC（交流或直流电）		保险丝
	通断性测试或通断性蜂鸣声		数字信号
	潜在的危险电压		维护或维修
	双重绝缘		注意静电。静电放电可能会导致部件受损。
CAT II	测量类别II，适用于对直接连接到低压装置的电路进行测量。	CAT I	测量类别I，适用于非直接连接到电源的测量。

### IEC 61010 测量类别说明

IEC 61010 安全标准根据瞬态脉冲的危险性程度定义四种过电压（设备）类别（CAT I 至 CAT IV），如图 1-1 所示。



CAT\_CS\_B.eps

图 1-1. IEC 61010 测量类别 (CAT) 等级

IEC 61010 测量类别等级表示仪表提供的承受脉冲耐压的保护水平。

**CAT I**（第一类）设备的设计使设备能够承受高压、低能电源，例如电子电路或复印机产生的瞬态高压。

**CAT II**（第二类）设备用于防止受到由固定装置提供电源的耗能设备，例如电视机、电脑、便携工具及其它家用电器所产生的瞬态损害。

**CAT III**（第三类）设备用于保护固定设备装置中的设备，如配电盘、馈线和短分支电路及大型建筑中的防雷设施免受瞬态电压的损害。

**CAT IV**（第四类）设备用于保护设备免受一级电源等级，如电表或高空线路或电下线路设施产生的瞬态电压的损害。

## 合规性信息

本部分列出了此仪器符合的 EMC（电磁兼容性）、安全和环境标准。

### 电磁兼容性合规性

#### EC（欧共体）符合性声明—电磁兼容性

符合电磁兼容性指令 2004/108/EC 的要求。符合《欧洲共同体公报》中列出的以下规范：

**EN 61326-1 2006、EN 61326-2 2006。** 测量、控制和实验室用电气设备的电磁兼容性要求。<sup>1, 2, 3</sup>

- CISPR 11:2003。辐射和传导发射，组 1，等级 A
- IEC 61000-4-2:2001。静电放电抗扰度
- IEC 61000-4-3:2002。射频电磁场抗扰度
- IEC 61000-4-4:2004。电快速瞬变脉冲群抗扰度
- IEC 61000-4-5:2001。电力线浪涌抗扰度
- IEC 61000-4-6:2003。传导射频抗扰度<sup>4</sup>
- IEC 61000-4-11:2004。电压骤降和中断抗扰度<sup>5</sup>

**EN 61000-3-2:2006。** 交流电力线谐波发射。

**EN 61000-3-3:1995。** 电压变化、波动和闪变。

### 欧洲联系地址

Tektronix UK, Ltd.  
Western Peninsula  
Western Road  
Bracknell, RG12 1RF  
英国

<sup>1</sup> 本产品仅限于在非居民区使用。在居民区使用可能会导致电磁干扰。

<sup>2</sup> 此设备连接至测试对象后，产生的发射可能会超过该标准规定的水平。

<sup>3</sup> 为确保符合此处列出的电磁兼容性标准，应使用高质量屏蔽接口电缆。

<sup>4</sup> 当施加注入测试信号（在 150 kHz 至 80 MHz 的频率范围内，有效值为 3 V，1 kHz 下 80% 调幅）时，VAC 功能的低频率范围的规定容差依赖于一个已知的静默保护接地参考连接。DMM4020 经使用 M2 CDN 而评估（仪器机壳参考接地）。如果机壳参考条件过度嘈杂，则可能会造成严重的测量错误。（IEC 61000-4-6）。

<sup>5</sup> 适用于 0%/250 循环电压中断测试等级的性能标准 C（IEC 61000-4-11）。

### 澳大利亚/新西兰符合性声明 – 电磁兼容性

符合《无线电通信法案》的电磁兼容性条款，符合以下标准，遵循 ACMA 的规定：

**CISPR 11:2003。** 辐射和传导发射，组 1，等级 A，依照 EN 61326-1:2006 和 EN 61326-2-1:2006。

### 安全标准合规性

#### EC 符合性声明 – 低电压

符合《欧洲共同体公报》中列出的以下规范：

低电压指令 2006/95/EC。

- **EN 61010-1: 2001。** 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求。

#### 美国国家认可测试实验室列表

- **ISA-82.02.01。** 电气和电子测试、测量、控制及相关设备的安全标准 -- 一般要求。

#### 加拿大认证

- **CAN/CSA-C22.2 编号 61010-1:2004。** 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求。第 1 部分

#### 其它合规性情况

- **IEC 61010-1: 2001。** 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求。
- **ANSI/UL 61010-1:2004, 第 2 版。** 电气测量和测试设备标准。

### 设备类型

测试和测量

### 安全等级

等级 1 — 接地的产品。

### 污染等级说明

对产品周围和内部环境中可能产生的污染物的量度。通常，将产品内部环境和外部环境视为相同环境。产品仅应在符合产品额定条件的环境中使用。

- 污染等级 1。无污染，或仅产生干燥、不具传导性的污染。此类别的产品通常被封装、密封或置于净化室中。
- 污染等级 2。通常仅产生干燥、无传导性的污染。有时候可能会因为冷凝而产生短暂的传导性。典型的办公室/家庭环境便是这样一种地方。仅当在产品未处于使用状态时才会产生短暂冷凝。
- 污染等级 3。传导性污染，或因为冷凝而变得具有传导性的干燥、无传导性污染。这种环境指未控制温度和湿度的掩蔽场所。这种区域不直接暴露于阳光、雨水和风中。
- 污染等级 4。通过带传导性的灰尘、雨水或积雪而产生持续传导性的污染。这种环境指典型的户外场所。

### 污染等级

污染等级 2（如 IEC 61010-1 中所定义）注意：仅能在符合额定条件的室内环境中使用。

### 测量过电压类别

CAT I – 1000V / CAT II – 600V

### 环境考虑因素

本部分提供本产品的环境影响方面的信息。

### 对到达使用寿命的产品的处理

在回收仪器或部件时，请遵守以下指导原则：

### 设备回收

本设备的生产要求提取和使用自然资源。在到达产品使用寿命时，本设备含有的某些物质如果未经正确处理，可能会对环境或人类健康造成损害。为防止此类物质被释放到环境中，同时为了减少自然资源的使用，我们鼓励用户通过能够确保以恰当方式最大限度重用和回收这些材料的合适系统，实现本产品的回收。

	此标志表示本产品符合与废弃电气和电子设备 (WEEE) 及电池相关的欧盟指令 2002/96/EC 和 2006/66/EC 的相关要求。有关回收选项的信息，请查阅 Tektronix 网站 ( <a href="http://www.tektronix.com">www.tektronix.com</a> ) 的支持/服务部分。
--	--

### 对有害物质的限制

本产品被归类为监视和控制设备，不受 2002/95/EC 《限制使用有害物质指令》的约束。

## 概述

Tektronix DMM4020 数字万用表（以下简称万用表）是一款 5-1/2 位数字双显万用表，旨在用于台式应用、现场服务和系统应用。完善的测量功能，再加上RS-232 远程接口，使这款万用表无论对于精密手动测量还是被用于自动化系统，都是理想选择。为提高便携性，该万用表提供了一个提手，同时亦可作为台式应用时的支架。

该万用表提供的部分特性包括：

- 一个双真空荧光显示屏，可同时显示同一输入信号的两项特性（例如，利用一个显示屏显示交流电压，另一个显示频率）
- 5-1/2位分辨率
- 交流真有效值（True-rms）
- 2、4线电阻测量，或2×4线电阻测量技术
- 200 mV~1000 V直流量程，灵敏度为1  $\mu$ V
- 200 mV~ 750 V交流有效值，灵敏度为1  $\mu$ V
- 200  $\Omega$ ~100 M $\Omega$ 量程，灵敏度为1 m $\Omega$
- 200  $\mu$ A~10 A直流量程，灵敏度为1 nA
- 20 mA~10 A交流量程，灵敏度为100 nA
- 频率测量范围为20 Hz~1 MHz
- 通断性和二极管测试
- 测量速率为2.5、20 和100 次/秒（分别为慢、中和快）
- 前面板设置键，单次按键即可操作保存的设置
- 比对模式，可确定测量结果是否在预设的限值范围之内
- 通过RS-232接口远程操作
- 不开盖校准（无需进行内部机械调整）

## 用户文档

本万用表的用户文档包括下列部分：

附件	获取方式	产品号
安全及安装手册	 +  +  www.Tektronix.com	071-2694-xx
技术参考 (技术规格和性能验证)	 +  www.Tektronix.com	077-0365-xx
用户手册 (本手册) 有以下语言的版本： 英语 法语 意大利语 德语 西班牙语 日语 简体中文 繁体中文 韩语 俄语	 +  www.Tektronix.com	077-0364-xx 077-0376-xx 077-0377-xx 077-0378-xx 077-0379-xx 077-0380-xx 077-0381-xx 077-0382-xx 077-0383-xx 077-0384-xx

## 关于本手册

本手册包含了新用户有效操作万用表所需的全部信息。本手册包括以下几章内容：

第1章“概述和技术指标”，提供了关于如何安全使用万用表的信息、万用表的标配和可选附件，以及技术指标。

第2章“准备工作”，提供了关于设置数字万用表电源电压、将其连接至电源和打开数字万用表的信息。

第3章“通过前面板操作万用表”，介绍了通过前面板使用数字万用表的详细信息。

第4章“应用”，提供了关于利用万用表进行电气测量的详细信息。

第5章“通过计算机接口操作万用表”，介绍如何利用万用表后面板上的RS-232通信接口设置、配置和操作万用表。

附录

## 仪器安全程序

本部分介绍数字多用表的记忆元件和清除程序。

### 易失性存储器

表 1-1 中列出了数字多用表的易失性存储器元件。

表 1-1. 易失性存储器

类型	大小	功能
RAM	2 KB	U44, 微处理器存储器: 测量数据、用户字符串和临时配置信息。

### 非易失性存储器

表 1-2 中列出了数字多用表的非易失性存储器。

表 1-2. 非易失性存储器

类型	大小	功能
Flash	60 KB	U44, 微处理器存储器: 应用程序存储。
Flash	256 B	U44, 微处理器存储器: 未使用。
EEPROM	16 KB	U45, IC, 存储器: 校准常量、硬件设置和用户配置信息。

要清除表 1-1 中列出的易失性存储元素及表 1-2 中列出的非易失性用户存储仪器前面板设置, 请执行下列操作:

1. 将位于后面板电力插座上的电源开关关闭, 然后再打开, 以重新启动万用表。  
该操作会将万用表恢复到默认设置。
2. 按前面板上的  开启万用表。
3. 按  按钮。
4. 从  到  依次按每个功能键, 按每个键之前请等待几秒。该操作会将用户前面板仪器设置存储器位置恢复到出厂设置。
5. 按  按钮退出切换模式。

## 选项和附件

表 1-3 列出了可用的选件和附件。

表 1-3.附件

型号/产品号 <sup>1</sup>	说明
TL710 196-3520-00	豪华测试线组
013-0369-00	校准设备；4 根端子短路棒
Y8846S (Fluke)	机柜安装套件（单）
Y8846D (Fluke)	机柜安装套件（双）
TL705	2x4 线式电阻精度测试线
TL725	2x4 线式电阻镊子测试线
159-0488-00	保险丝，11 A，1000 V，快熔式，.406INX1.5IN，散装
159-0487-00	保险丝，440 mA，1000 V，快熔式，.406X1.375，散装
174-5813-00	USB 至 RS-232 电缆组件
012-0991-01	GPIB 电缆；低 EMI；1 米
159-0579-00	保险丝，0.100 A，250 V AC，慢熔
159-0044-00	保险丝，0.200 A，250 V，慢熔
HCTEK4321	硬盒，塑料
AC4000	软盒，尼龙

<sup>1</sup> 对于所有非 Tektronix 产品的型号和产品号，在括号中列明了厂商。

## 通用技术指标

### 电压

100 V 设置 .....	90 V~110 V
120 V 设置 .....	108 V~132 V
220 V 设置 .....	198 V~242 V
240 V 设置 .....	216 V~264 V
频率 .....	47 Hz~440 Hz
功耗 .....	25 VA 峰值 (平均10 W)

### 尺寸

高 .....	88 mm (3.46 in)
宽 .....	217 mm (8.56 in)
深 .....	297 mm (11.7 in)
重量 .....	2.1 kg (4.6 lbs)

## 显示屏

真空荧光显示屏，字段式

## 环境

### 温度

工作.....	0 °C~50 °C
储存.....	-40 °C~70 °C
预热.....	½ 小时可完全达到不确定度技术指标

### 相对湿度 (无凝结)

工作.....	<90 % (0 °C~28 °C) <75 % (28 °C~40 °C) <45 % (40 °C~50 °C)
储存.....	-40 °C~70 °C <95 %

### 海拔高度

工作.....	2,000 米
储存.....	12,000 米
振动.....	符合 MIL-PRF-28800F Class 3标准

## 触发

触发延迟 .....	400 ms
外触发延迟 .....	<2 ms
外触发抖动 .....	<1 ms
触发输入 .....	TTL 电平
触发输出 .....	最大5 V

## 计算功能

最小/最大、相对、保持，比对和dB功能

## 电气

输入保护 .....	1000 V，全量程
过量程 .....	10 %，除通断性和二极管测试之外的所有功能下的最大量程

## 程控接口

RS-232C

## 保修期

三年

## 电气技术指标

技术指标是指至少预热半小时之后在 5-1/2 位模式下的技术指标。

### 直流电压技术指标

最大输入 .....	1000 V, 所有量程
共模抑制 .....	120 dB, 在 50 或 60 Hz±0.1%(1 kΩ不平衡)
标准模式抑制 .....	80 dB, 慢速
A/D 非线性度 .....	15 ppm 量程
输入偏置电流 .....	<30 pA, 25 °C时
稳定时间 .....	测量稳定时间受源阻抗、电缆介质特性和输入信号变化的影响

### 输入特性

量程	满刻度 (5-1/2 位)	分辨率			输入阻抗
		慢	中等	快	
200 mV	199.999 mV	1 μV	10 μV	10 μV	>10 GΩ <sup>[1]</sup>
2 V	1.99999 V	10 μV	100 μV	100 μV	>10 GΩ <sup>[1]</sup>
20 V	19.9999 V	100 μV	1000 μV	1000 μV	10 MΩ ±1%
200 V	199.999 V	1 mV	10 mV	10 mV	10 MΩ ±1%
1000 V	1000.00 V	10 mV	100 mV	100 mV	10 MΩ ±1%

注:  
[1]在有些双显测量中, 200 mV和2 V量程的输入阻抗可能会变为10MΩ.

### 准确度

量程	不确定度 <sup>[1]</sup>		温度系数 /°C 18~28°C 范围之外
	90天	一年	
	23 °C ± 5 °C		
200 mV	0.01 + 0.003	0.015 + 0.004	0.0015 + 0.0005
2 V	0.01 + 0.002	0.015 + 0.003	0.001 + 0.0005
20 V	0.01 + 0.003	0.015 + 0.004	0.0020 + 0.0005
200 V	0.01 + 0.002	0.015 + 0.003	0.0015 + 0.0005
1000 V	0.01 + 0.002	0.015 + 0.003	0.0015 + 0.0005

注:  
[1] 不确定度格式为±(% 读数 + % 量程)

### 交流电压规格

交流电压技术指标是指在 >5 % 量程的交流正弦信号下的技术指标。对于 1 %~5 % 量程和 < 50 kHz 的信号，增加的误差为 0.1 % 量程，对于 50 kHz~100 kHz 的频率，增加 0.13 % 量程。

最大输入 .....	750 V rms 或 1000 V 峰值或 $8 \times 10^7$ 电压频率乘积
测量方法 .....	交流耦合的真有效值。测量输入的交流分量，所有量程的最大直流偏置可达 1000 V。
交流滤波器带宽 .....	20 Hz – 100 kHz
共模抑制 .....	60 dB，当 50 Hz 或 60 Hz（1 k $\Omega$ 不平衡）时
最大波峰因子 .....	3:1（满刻度时）
附加波峰因子误差 (<100 Hz) .....	波峰因子 1-2, 0.05 % 的满刻度 波峰因子 2-3, 0.2 % 的满刻度 仅适用于非正弦曲线信号

### 输入特性

量程	满刻度 (5-1/2 位)	分辨率			输入阻抗
		慢	中等	快	
200 mV	199.999 mV	1 $\mu$ V	10 $\mu$ V	10 $\mu$ V	1 M $\Omega$ $\pm$ 2 %，并联电容 <100 pf
2 V	1.99999 V	10 $\mu$ V	100 $\mu$ V	100 $\mu$ V	
20 V	19.9999 V	100 $\mu$ V	1000 $\mu$ V	1000 $\mu$ V	
200 V	199.999 V	1 mV	10 mV	10 mV	
750 V	750.00 V	10 mV	100 mV	100 mV	

### 准确度

量程	频率	不确定度 <sup>[1]</sup>		温度系数/ °C 18~ 28°C 范围之外
		90天	一年	
		23 °C $\pm$ 5 °C	23 °C $\pm$ 5 °C	
200 mV	20 Hz – 45 Hz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.01 + 0.005
	45 Hz – 20 kHz	0.15 + 0.05	0.2 + 0.05	0.01 + 0.005
	20 kHz – 50 kHz	0.3 + 0.05	0.35 + 0.05	0.01 + 0.005
	50 kHz – 100 kHz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.05 + 0.01
2 V	20 Hz – 45 Hz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.01 + 0.005
	45 Hz – 20 kHz	0.15 + 0.05	0.2 + 0.05	0.01 + 0.005
	20 kHz – 50 kHz	0.3 + 0.05	0.35 + 0.05	0.01 + 0.005
	50 kHz – 100 kHz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.05 + 0.01
20 V	20 Hz – 45 Hz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.01 + 0.005
	45 Hz – 20 kHz	0.15 + 0.05	0.2 + 0.05	0.01 + 0.005
	20 kHz – 50 kHz	0.3 + 0.05	0.35 + 0.05	0.01 + 0.005
	50 kHz – 100 kHz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.05 + 0.01
200 V	20 Hz – 45 Hz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.01 + 0.005
	45 Hz – 20 kHz	0.15 + 0.05	0.2 + 0.05	0.01 + 0.005
	20 kHz – 50 kHz	0.3 + 0.05	0.35 + 0.05	0.01 + 0.005
	50 kHz – 100 kHz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.05 + 0.01
750 V	20 Hz – 45 Hz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.01 + 0.005
	45 Hz – 20 kHz	0.15 + 0.05	0.2 + 0.05	0.01 + 0.005
	20 kHz – 50 kHz	0.3 + 0.05	0.35 + 0.05	0.01 + 0.005
	50 kHz – 100 kHz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.05 + 0.01

注：

[1] 不确定度格式为 $\pm$ (% 读数 + % 量程)

## 电阻

技术指标为4线电阻测量功能、或采用相对模式时2线电阻下的技术指标。如果没有采用相对模式，2线电阻则增加0.2Ω

测量方法 ..... 电流源以 LO 输入端作参考。

最大线阻 (4 线电阻功能) ..... 对于 200 Ω、2 kΩ 量程为 10 %，其它所有量程下为1 kΩ/测试线

输入保护 ..... 1000 V，所有量程。

### 输入特性

量程	满刻度 (5-1/2 位)	分辨率			电流输出
		慢	中等	快	
200 Ω	199.999 Ω	0.001 Ω	0.01 Ω	0.01 Ω	0.8 mA
2 kΩ	1.99999 kΩ	0.01 Ω	0.1 Ω	0.1 Ω	0.8 mA
20 kΩ	19.9999 kΩ	0.1 Ω	1 Ω	1 Ω	0.08 mA
200 kΩ	199.999 kΩ	1 Ω	10 Ω	10 Ω	0.008 mA
2 MΩ	1.99999 MΩ	10 Ω	100 Ω	100 Ω	0.9 μA
20 MΩ	19.9999 MΩ	100 Ω	1 kΩ	1 kΩ	0.16 μA
100 MΩ	100.000 MΩ	1 kΩ	10 kΩ	10 kΩ	0.16 μA    10 MΩ

### 准确度

量程	不确定度 <sup>[1]</sup>		温度系数°C 18~28°C 范围之外
	90天	一年	
	23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	
200 Ω	0.02 + 0.004	0.03 + 0.004	0.003 + 0.0006
2 kΩ	0.015 + 0.002	0.02 + 0.003	0.003 + 0.0005
20 kΩ	0.015 + 0.002	0.02 + 0.003	0.003 + 0.0005
200 kΩ	0.015 + 0.002	0.02 + 0.003	0.003 + 0.0005
2 MΩ	0.03 + 0.003	0.04 + 0.004	0.004 + 0.0005
20 MΩ	0.2 + 0.003	0.25 + 0.003	0.01 + 0.0005
100 MΩ	1.5 + 0.004	1.75 + 0.004	0.2 + 0.0005

注：  
[1] 不确定度格式为±(% 读数 + % 量程)

## 直流电流

输入保护 ..... 使用工具可安装的 11 A / 1000 V 和 440 mA / 1000 V 保险丝。

分流电阻 ..... 0.01Ω用于 2 A 和 10 A 量程

1Ω用于 20 mA 和 200 mA

负载电压 < 5 mV 用于 200 μA 和 2 mA 量程。

### 输入特性

量程	满刻度 (5-1/2 位)	分辨率			分担电压
		慢	中等	快	
200 μA	199.999 μA	0.001 μA	0.01 μA	0.01 μA	<5 mV
2 mA	1999.99 μA	0.01 μA	0.1 μA	0.1 μA	<5 mV
20 mA	19.9999 mA	0.1 μA	1 μA	1 μA	<0.05 V
200 mA	199.999 mA	1 μA	10 μA	10 μA	<0.5 V
2 A	1.99999 A	10 μA	100 μA	100 μA	<0.1 V
10 A	10.0000 A	100 μA	1 mA	1 mA	<0.5 V

### 准确度

量程	不确定度 <sup>[1]</sup>		温度系数 /°C 18~28°C 范围之外
	90天	一年	
	23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	
200 μA	0.02 + 0.005	0.03 + 0.005	0.003 + 0.001
2 mA	0.015 + 0.005	0.02 + 0.005	0.002 + 0.001
20 mA	0.03 + 0.02	0.04 + 0.02	0.005 + 0.001
200 mA	0.02 + 0.005	0.03 + 0.008	0.005 + 0.001
2 A	0.05 + 0.02	0.08 + 0.02	0.008 + 0.001
10 A	0.18 + 0.01	0.2 + 0.01	0.008 + 0.001

注：  
[1] 不确定度格式为±(% 读数 + % 量程)

### 交流电流

以下的交流电流技术指标指的是在幅值大于 5 % 量程的正弦信号下的技术指标。对于 1 %~5 % 量程的输入，增加 0.1 % 量程的附加误差。

输入保护 .....	使用工具可安装的 11 A / 1000 V 和 440 mA / 1000 V 保险丝
测量方法 .....	交流耦合真有效值 (True RMS)
分流电阻 .....	0.01Ω用于 2 A 和 10 A 量程 1Ω用于 20 mA 和 200 mA
交流滤波器带宽 .....	20 Hz – 100 kHz
最大波峰因子 .....	3:1 (满刻度时)
附加波峰因子误差 (<100 Hz) .....	波峰因子 1-2, 满刻度的 0.05% 波峰因子 2-3, 满刻度的 0.2% 仅适用于非正弦波信号

### 输入特性

量程	满刻度 (5-1/2 位)	分辨率			分担电压
		慢	中等	快	
20 mA	19.9999 mA	0.1 μA	1 μA	1 μA	<0.05 V
200 mA	199.999 mA	1 μA	10 μA	10 μA	<0.5 V
2 A	1.99999 A	10 μA	100 μA	100 μA	<0.1 V
10 A	10.0000 A	100 μA	1 mA	1 mA	<0.5 V

### 准确度

量程	频率	不确定度 <sup>[1]</sup>		温度系数 °C 18~28°C 范围之外
		90天	一年	
		23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	
20 mA	20 Hz – 45 Hz	1 + 0.05	1.25 + 0.06	0.015 + 0.005
	45 Hz - 2 kHz	0.25 + 0.05	0.3 + 0.06	0.015 + 0.005
200 mA	20 Hz – 45 Hz	0.8 + 0.05	1 + 0.06	0.015 + 0.005
	45 Hz - 2 kHz	0.25 + 0.05	0.3 + 0.06	0.015 + 0.005
2 A	20 Hz – 45 Hz	1 + 0.05	1.25 + 0.06	0.015 + 0.005
	45 Hz - 2 kHz	0.25 + 0.05	0.3 + 0.06	0.015 + 0.005
10 A	20 Hz – 45 Hz	1 + 0.1	1.25 + 0.12	0.015 + 0.005
	45 Hz - 2 kHz	0.35 + 0.1	0.5 + 0.12	0.015 + 0.005

注：  
[1] 不确定度格式为±(% 读数 + % 量程)

### 频率

闸门时间 .....	131 ms
测量方法 .....	利用交流电压测量功能的交流耦合输入。
稳定时间 .....	在直流偏置电压变化之后测量频率或周期时，可能会产生误差。为了实现最为准确的测量，请等候 1 秒钟的时间，使输入隔直电容器达到稳定。
测量事项 .....	为使测量误差达到最小，在测量低压、低频信号时，请屏蔽输入，免受外部噪声的影响。

### 准确度

量程	频率	不确定度		温度系数/°C 18~28°C 范围之外
		90天	一年	
		23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	
100 mV to 750 V <sup>[1,2]</sup>	20 Hz – 2 kHz	0.01 + 0.002	0.01 + 0.003	0.002 + 0.001
	2 kHz – 20 kHz	0.01 + 0.002	0.01 + 0.003	0.002 + 0.001
	20 kHz – 200 kHz	0.01 + 0.002	0.01 + 0.003	0.002 + 0.001
	200 kHz – 1 MHz	0.01 + 0.004	0.01 + 0.006	0.002 + 0.002
注： [1] 输入 > 100 mV [2] 限制为 8* 10 <sup>7</sup> V Hz				

### 通断性

通断门限 .....	20 Ω
测试电流 .....	1 mA
响应时间 .....	100 采样/秒，音频提示
速度 .....	快
最大读数 .....	199.99 Ω
分辨率 .....	0.01 Ω

### 二极管测试

响应时间 .....	100 采样/秒，音频提示
速度 .....	快
最大读数 .....	1.9999 V
分辨率 .....	0.1 mV

## 第2章 准备工作

标题	页
概述 .....	2-3
打开万用表包装及检查万用表.....	2-3
贮存及运输万用表 .....	2-3
电源 .....	2-3
选择电源电压 .....	2-4
更换保险丝 .....	2-4
电源保险丝.....	2-4
电流输入保险丝.....	2-5
连接电源 .....	2-7
上电 .....	2-7
调整支架 .....	2-8
将万用表安装到设备机柜中 .....	2-9
清洁仪表 .....	2-10
Fluke 45模拟模式 .....	2-10
点亮所有显示字段 .....	2-10



## 概述

本章介绍使用万用表之前的准备工作，包括如何选择线电压、针对所选线电压连接合适的电源线以及打开万用表。本章还介绍了关于正确储存、运输和清洁万用表的信息。

## 打开万用表包装及检查万用表

包装材料经过严格挑选，确保仪器能够以理想状态到达目的地。如果仪器在运输过程中未经正确处理，运输箱外部会发现损坏现象。如发生损毁，请保管好包装箱和缓冲材料，以备承运人进行调查。

请小心将仪器从运输箱中拿出，并检查是否发生损坏或部件丢失。如果万用表发生损坏或丢失了部件，请立即联系承运人和 Tektronix。请保管好包装箱和缓冲材料，以备将来将仪表返回。

## 贮存及运输万用表

如需储存或运输万用表，请将其放入密封的袋子中，将袋子放入运输箱内的缓冲材料中。请尽量使用原始的包装材料，它能够承受正常搬运所产生的振动。如果没有原始运输箱可用，请使用17.5×15.5×8.0”的运输箱，并在数字万用表和箱壁之间填充缓冲材料，也能够提供相当的防振作用。

在储存万用表时，请将包装箱置于符合本手册第1章中“通用技术指标”部分介绍的储存环境技术要求的环境中。

## 电源

万用表能够工作于各种电源标准，必须根据供电电压对其进行设置。数字多用表的原始工作电压在订购时就决定了。如果所选的电源电压不同于使用时的工作电压，必须修改数字万用表的电源电压设置，并可能需要更换保险丝。

### 选择电源电压

万用表能够工作于4种不同的输入电源电压中之一。从万用表后面板的保险丝支架窗口中，能够看到电源电压设置。

1. 从万用表拔出电源电缆
2. 从保险丝支架左边的窄缝中插入小螺丝刀，向右撬动，直到弹出支架，如图2-1所示。请见图2-1。
3. 从保险丝支架中取出电压选择器模块。
4. 旋转选择器，直到相应的额定电压值朝正前方。
5. 将选择器模块放回保险丝支架。
6. 将保险丝支架放回到数字万用表，并重新连接好电源电缆。

为了正常工作，更改了电源电压设置后可能需要不同电源电压的保险丝。

### 更换保险丝

万用表利用1个保险丝进行电源输入保护，2个保险丝进行电流测量输入保护。

### 电源保险丝

万用表的电源保险丝是与电源串联的。表 2-1 列出了四种电源电压设置下相对应的保险丝。该保险丝位于万用表的后面板。

1. 从万用表拔出电源电缆
2. 从保险丝支架左边的窄缝中插入小螺丝刀，向右撬动，直到弹出支架，如图2-1所示。请见图2-1。
3. 拿下保险丝，并用另一个与所选电源电压相对应的保险丝替换。请见表2-1。
4. 将选择器模块放回保险丝支架

#### 警告

为了避免触电或发生火灾，请勿使用保险丝的临时替代品或者将保险丝座短路。

表 2-1. 电源电压和保险丝额定值

电源电压选项	保险丝额定值
100 / 120	0.200 A, 250 V (慢熔)
220 / 240	0.100 A, 250 V (慢熔)

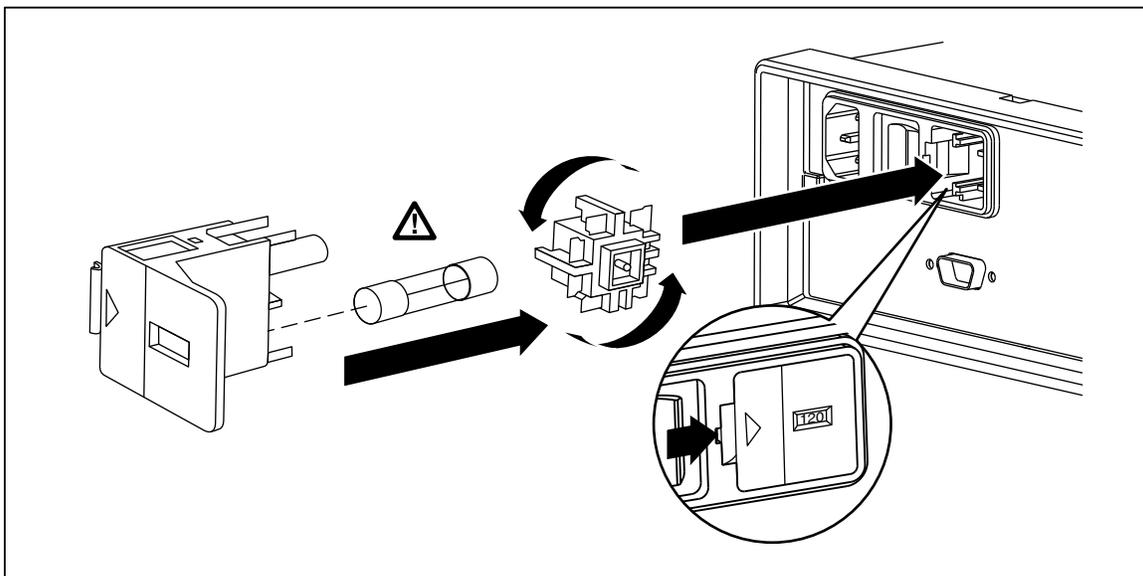


图 2-1. 更换电源保险丝

### 电流输入保险丝

200 mA和10 A 输入是由用户可更换的保险丝保护的。

- **200 mA**输入保护保险丝（F2）的额定值为 440 mA, 1000 V (快熔), 10,000 A最小熔断容量。
- **10 A** 输入保护保险丝（F1）的额定值为11 A, 1000 V（快熔），10,000 A最小熔断容量。

#### ⚠️⚠️ 警告

为防止发生火灾或电弧，请务必使用相同额定值的保险丝进行替换。

请按以下步骤测试电流输入保险丝：

1. 打开万用表，将测试线插入到**INPUT VΩ→+)** HI 端子。
2. 按 **Ω**。
3. 按 **▼** 键，直到量程被设置为200Ω。只有200 Ω、2 kΩ和20 kΩ量程可被用来测试 mA输入保险丝。
4. 将测试线的另一端插入到 **mA** 端子。如果保险丝良好，万用表则会显示一个小于10 Ω的读数；如果保险丝是烧断的，万用表则显示 **OL** 表示过载。
5. 从**mA**端子拔下测试线，并插入到**10 A** 端子。如果保险丝良好，万用表则会显示一个小于2 Ω的读数；如果保险丝是烧断的，万用表则显示 **OL** 表示过载。

#### ⚠️⚠️ 警告

为防止电击，请在打开电流输入保险丝舱门之前从万用表断开电源线和所有测试线。

请按照以下步骤更换电流输入保险丝：

1. 断开电源线。
2. 将万用表底面朝上。
3. 拧开万用表底部上的保险丝舱门上的固定螺钉，如图2-2所示。
4. 轻轻压下防护盖的后沿，使其从印刷电路板上松开。拉起防护盖的后沿，并将其从保险丝舱下拿开。
5. 拿下已损坏的保险丝，并用相应额定值的保险丝替换。请见表 2-1。
6. 将防护盖重新盖上，注意将固定爪与印制板上的孔对准。按下防护盖，直到固定爪卡住印制板。
7. 将保险丝舱门盖上，并拧紧固定螺钉。

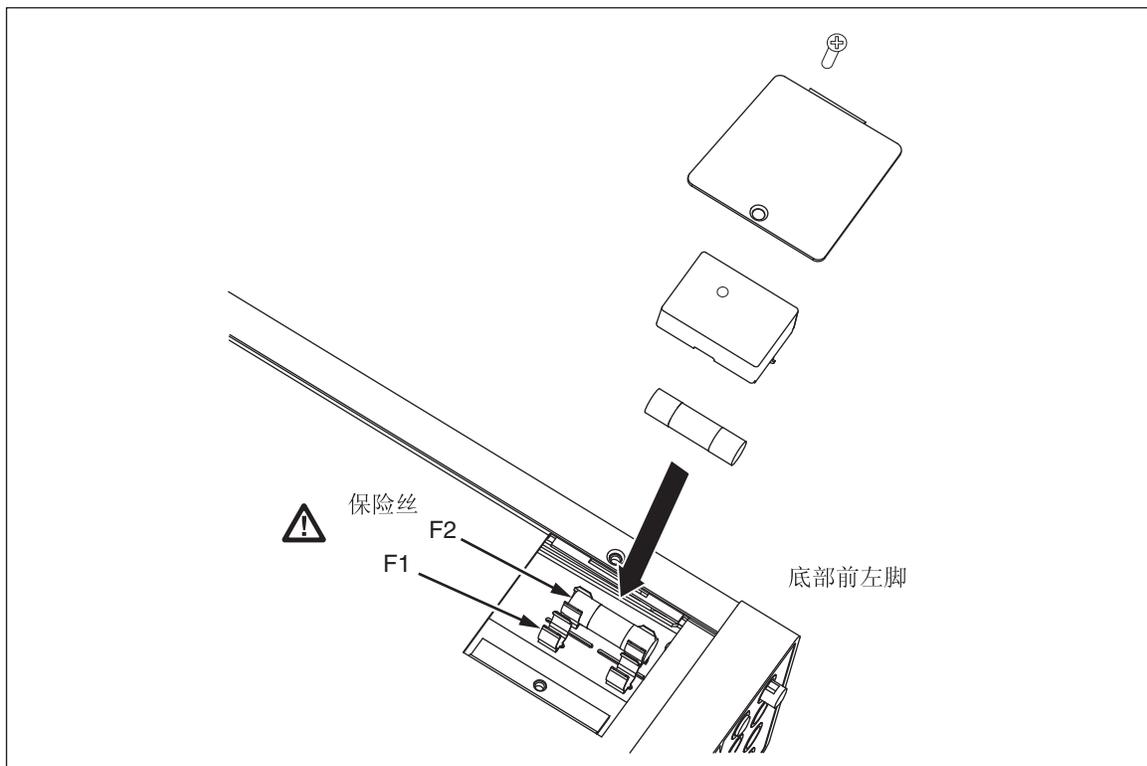


图 2-2. 更换电流输入保险丝

fck04.eps



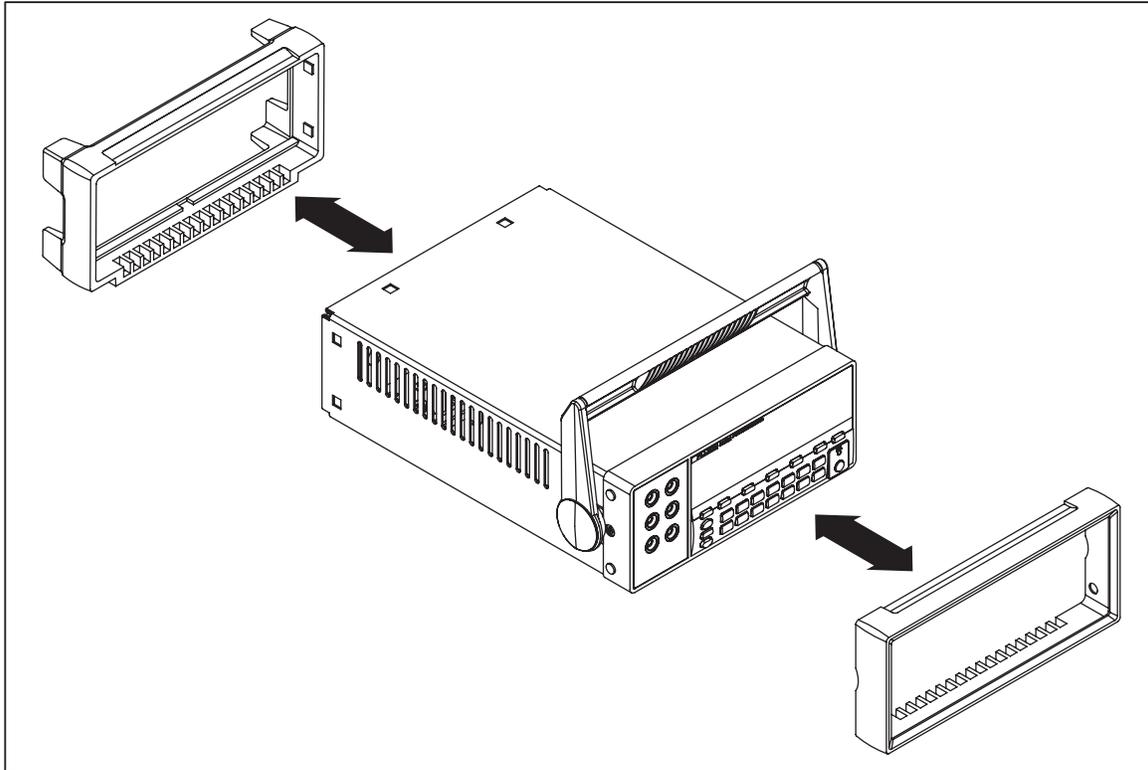


## 将万用表安装到设备机柜中

利用机柜安装套件，可以将万用表安装到标准的 19 英寸机柜中。关于订购信息，请参阅第 1 章的“附件”部分。

关于订购信息请参阅本手册第1章中的“选件和附件”部分在准备将万用表安装到机柜时，请摘下支架和前、后保护套。请按图2-4所示，拉开边角，将护套取下。

然后按照机柜安装套件的说明安装万用表。



eue22.eps

图 2-4。取下护套



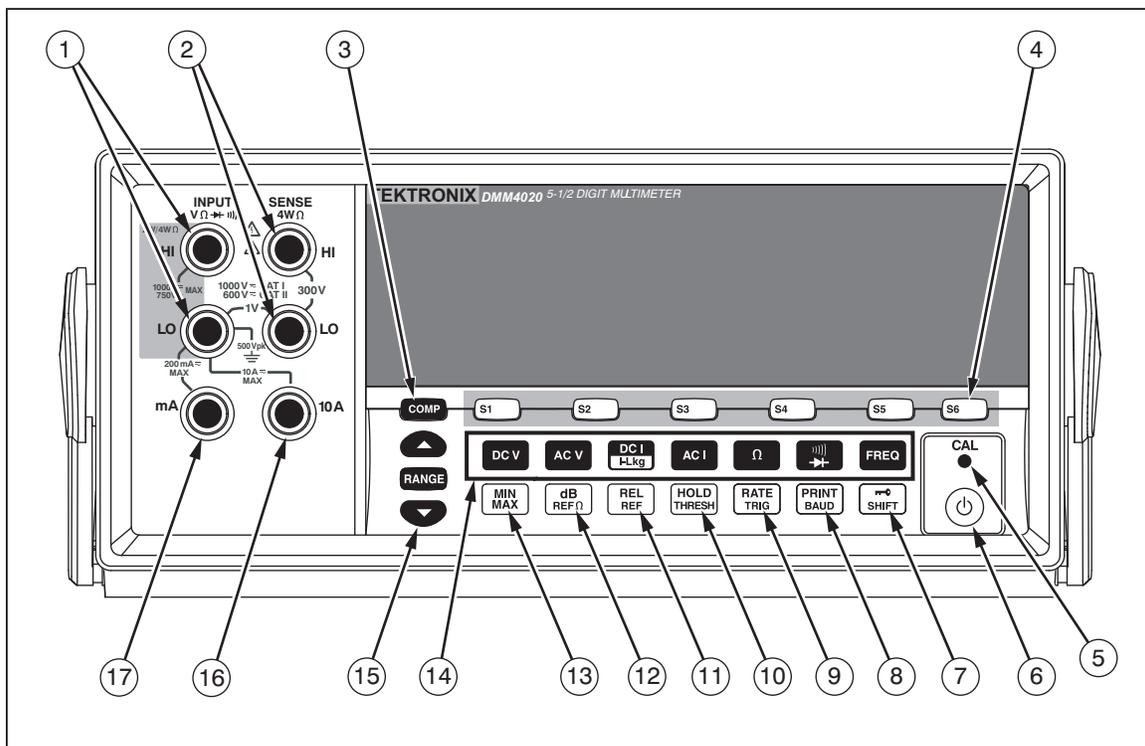
## 第 3 章

# 通过前面板操作万用表

标题	页
概述 .....	3-3
双显 .....	3-6
主显示屏 .....	3-6
副显示屏 .....	3-6
后面板 .....	3-8
调整万用表量程 .....	3-9
选择测量速度 .....	3-9
选择测量功能 .....	3-9
测量电压 .....	3-9
测量频率 .....	3-10
频率量程 .....	3-10
测量电阻 .....	3-11
2 线测量电阻 .....	3-11
4 线电阻测量 .....	3-12
测量电流 .....	3-13
自动输入端子检测 .....	3-14
二极管 / 通断性测试 .....	3-14
触发测量 .....	3-16
设置触发模式 .....	3-16
外部触发连接 .....	3-16
选择功能调节器 .....	3-18
相对读数调节器 (REL) .....	3-18
分贝和自动功率调节器 .....	3-18
接触保持 (HOLD) 功能 .....	3-19
最小/最大调节器 (MIN MAX) .....	3-20
组合使用功能调节器 .....	3-21
第二功能 (使用 SHIFT 按钮) .....	3-21
比对功能 (COMP) .....	3-22
设置比对范围 .....	3-22
使用比对功能 .....	3-22
列表和数字编辑器 .....	3-22
使用列表编辑器 .....	3-23
使用数字编辑器 .....	3-24
功能键 S1 – S6 .....	3-25
上电配置 .....	3-26
校准 .....	3-26







gdb02.eps

图 3-1. 前面板

表 3-1. 前面板功能

号	名称	描述
①	INPUT $V\Omega \rightarrow \rightarrow \rightarrow$ HI, LO	电压、2线和4线电阻及频率测量时的输入端子。所有的测量功能使用输入LO连接器作为公共输入。LO输入是隔离的，无论测量类型是什么，都能够安全隔离高于地电压达500 V峰值的电压。输入HI和LO连接器之间的最大电压额定值为直流1000 V。
②	SENSE 4WΩ HI, LO	4线电阻测量的测量端子。
③	COMP	比对功能，用于确定读数是否在规定的限值范围内。
④	S1 S3 S3 S4 S5 S6	用于保存和调用测试配置，最多为6组。
⑤	CAL (内陷式按钮)	校准万用表。
⑥	⏻	激活/解除待机模式，以节约电能。
⑦	⇐ SHIFT	激活功能按钮的第二功能。 在远程模式下，锁定前面板。
⑧	PRINT BAUD	第一功能：选择万用表打印模式。 第二功能：设置RS-232通信参数（波特率、奇偶校验、回显）。









## 调整万用表量程

量程选择是通过 **RANGE**、**▲** 和 **▼** 按键实现的。按 **RANGE** 键在自动量程和手动量程模式之间切换。当选中自动量程时，仪器则显示“Auto Range”；当选中手动量程时，仪器则显示“Manual Range”。

在自动量程模式下，当读数大于满刻度时，万用表自动选择上一档更高的量程。若没有过更高的量程可用，就会在主或副显示屏上显示 **OL**，表示过载。当读数小于满刻度的95%时，万用表自动选择下一档更低的量程。

在自动量程模式下，按 **▲** 或 **▼** 键将被切换到手动量程模式。如果按 **▲** 键，则选择上一档更高的量程（如果有的话）；如果按 **▼** 键，则选择下一档更低的量程。

在手动模式下，进入该模式时的量程将被作为所选量程。无论输入如何，万用表都会保持在所选量程。手动量程仅适用于主显示屏上显示的读数。副显示屏上的读数为自动量程，或者在主、副显示屏功能相同时，副屏被设置为与主屏采用相同的量程。

## 选择测量速度

万用表具有三档用户可选的测量速度：慢、中和快。通过选择速度，可以将测量速度设置为最佳，这会影响到准确度。通过选择速度，可以将测量速度设置为最佳，这会影响到准确度。所选速度被显示在副屏上：**Slow**、**Medium** 或 **Fast**（慢、中或快）。

按 **RATE TRIG** 键设置测量速度。所选的速度适用于除频率之外的所有基本测量。在测量频率时，速度固定为4次/秒。按下 **RATE TRIG**，不会影响频率功能测量速率。对于二极管和导通测试，测量速率总为高速模式。

## 选择测量功能

若需选择某项测量功能，按相应的功能按键即可（请参见表 3-1）。仪器会显示相应的符号，表示所选的功能（例如，若测量直流电压，按键，即会显示 **DCV** DC）。

若需选择 **(ac + dc)** 总有效值读数，同时按下 **ACV** 和 **DCV** 键保持2秒钟以上；或者同时按下 **ACI** 和 **DCI FLK<sub>g</sub>** 键保持2秒钟以上。

如果在按下功能键时副屏上显示有一个读数，那么副屏将关闭，所选功能将被用于主屏。

## 测量电压

万用表能够测量高达1000 V的直流和750 V的交流电压。

### ⚠ 小心

为防止损坏万用表，在正确连接测试线并选择合适的电压功能之前，请勿向万用表的输入施加电压。

请按以下步骤测量电压：

1. 按图 3-4 所示连接表笔和被测电路。
2. 按 **DCV** 键测量直流电压，或按 **ACV** 键测量交流电压。

在自动量程模式下，万用表会自动选择合适的量程。仪器将显示功能符号和测量值。

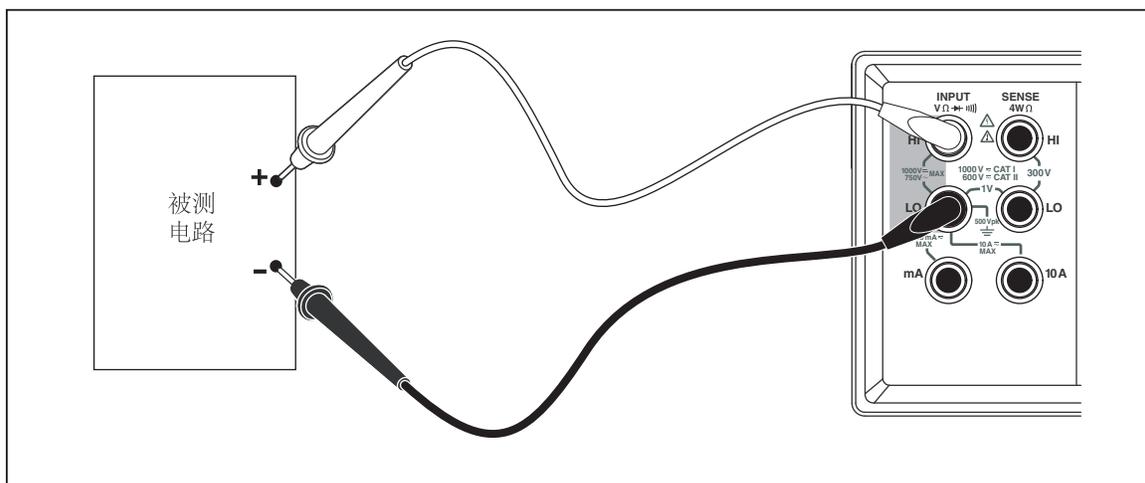


图 3-4。电压和频率测量

fck10.eps

### 测量频率

万用表可测量20 Hz~1 MHz交流信号的频率。

请按以下步骤测量频率：

1. 按图 3-4 所示连接表笔和被测电路。
2. 按 **FREQ** 键测量交流信号的频率。  
仪器将显示功能符号和测量值。

### 频率量程

频率测量采用自动量程，所以总是以最高分辨率显示频率测量值。

若需手动选择量程，请按 **FREQ** 键选择频率功能，然后按 **▲** 或 **▼** 键手动选择一个量程。手动量程仅适用于主屏上显示的读数。

如果手动选择了频率量程，且测量值超过该量程的满刻度，仪器就会显示 **OL**，表示过载。关于频率量程和满刻度值的相关信息，请参阅第1章中的“电气技术指标”部分。

## 测量电阻

万用表提供2线和4线电阻测量功能。按  $\Omega$  键切换2线和4线测量模式。在2线或2×4线电阻测量模式下，万用表显示2\*4 Wire；在4线电阻测量模式下显示4 Wire。

### 2 线测量电阻

请按以下步骤进行 2 线电阻测量：

1. 按图 3-5 所示连接表笔和被测电路。
2. 如果需要，按  $\Omega$  键选择2线电阻测量模式。仪器会显示2\*4 Wire。仪器将显示功能符号和测量值。

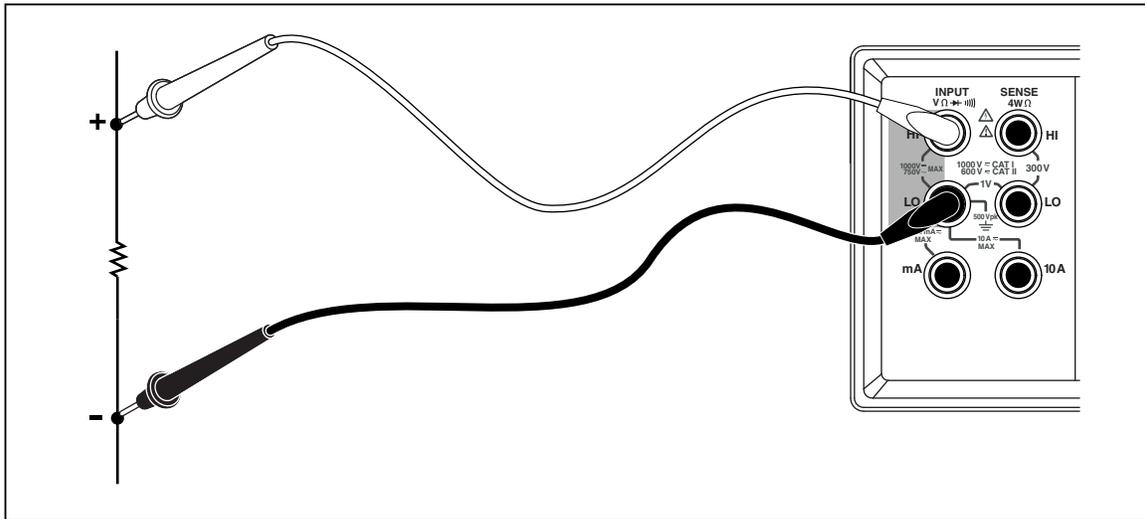


图 3-5。2线电阻测量

eue11.eps

### 4线电阻测量

本万用表结合了两种 4 线电阻测量的方法。传统的方法是使用 4 根测试线将万用表连接到待测电阻。可选的 2×4 线测量方法简化了 4 线测量，因此仅需将两根测量线插入到万用表的 **Input HI** 和 **LO** 连接器。

请按以下步骤采用 4 根测试线进行 4 线电阻测量：

1. 按图 3-6 所示连接表笔和被测电路。
2. 如果需要，按 **Ω** 键选择 4 线电阻测量模式。仪器会显示 **4 Wire**。  
仪器将显示功能符号和测量值。

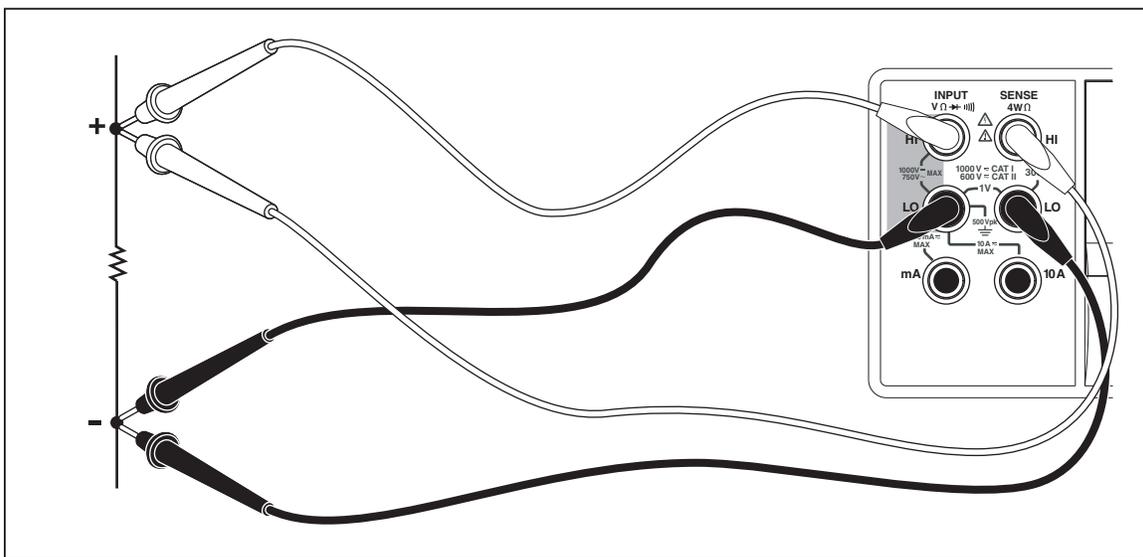
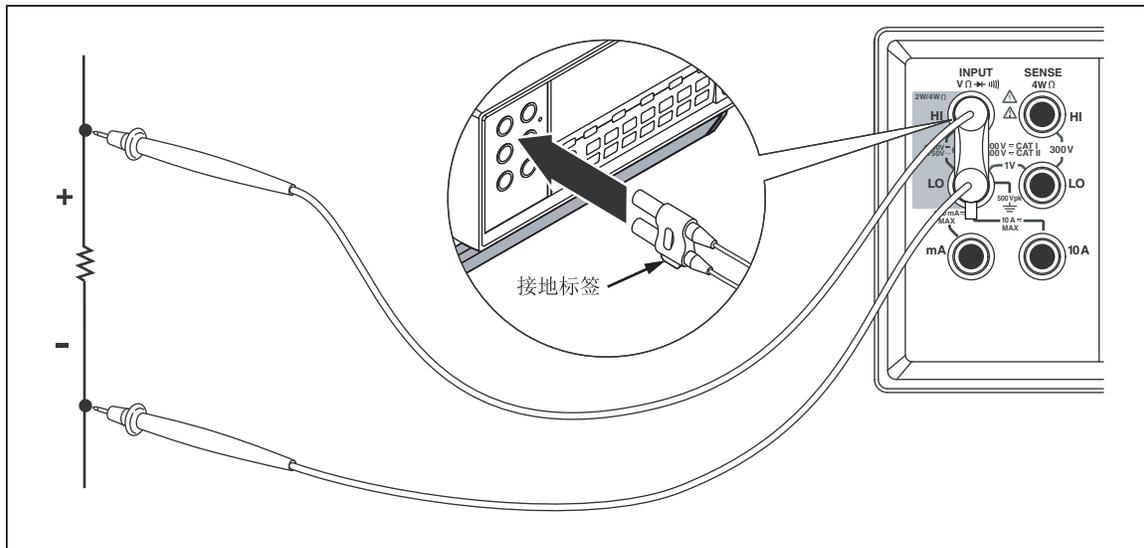


图 3-6。4线电阻测量

eue12.eps

利用福禄克的 2X4 测试线进行4线电阻测量。

1. 按图3-7所示，将测试线连接到万用表的输入连接器。
2. 按  $\Omega$  键，仪器即显示2\*4 Wire。



fck26.eps

图 3-7. 采用2×4线法进行4线电阻测量的输入连接

## 测量电流

### ⚠ 小心

为防止烧断电流保险丝或损坏万用表，在将测试线正确连接到相应的输入端子之前，请勿向被测电路加电。对于200 mA以上的电流测量，请务必将测试线连接到10 A和LO连接端子。

万用表能够测量最大10 A的交流和直流电流。

请按以下步骤测量电流：

1. 关闭被测电路的电源。
2. 连接万用表和被测电路之间的测试线。
3. 如果电路电流是未知的，请首先使用10 A和LO连接端子。
4. 如果预计测量电流小于200 mA，可将测试线连接到200 mA 和 LO 端子，并断开10 A连接端子上的所有测试线。请见图 3-8。
5. 若预计电流为 200 mA~10 A，请务必将表笔连接到 10A 和 LO 端子。请见图 3-9。
6. 按  $AC I$  键测量交流电流，或按  $DC I$  键测量直流电流。
7. 给被测电路加电。

在自动量程模式下，万用表会自动选择合适的量程。仪器将显示功能符号和测量值。

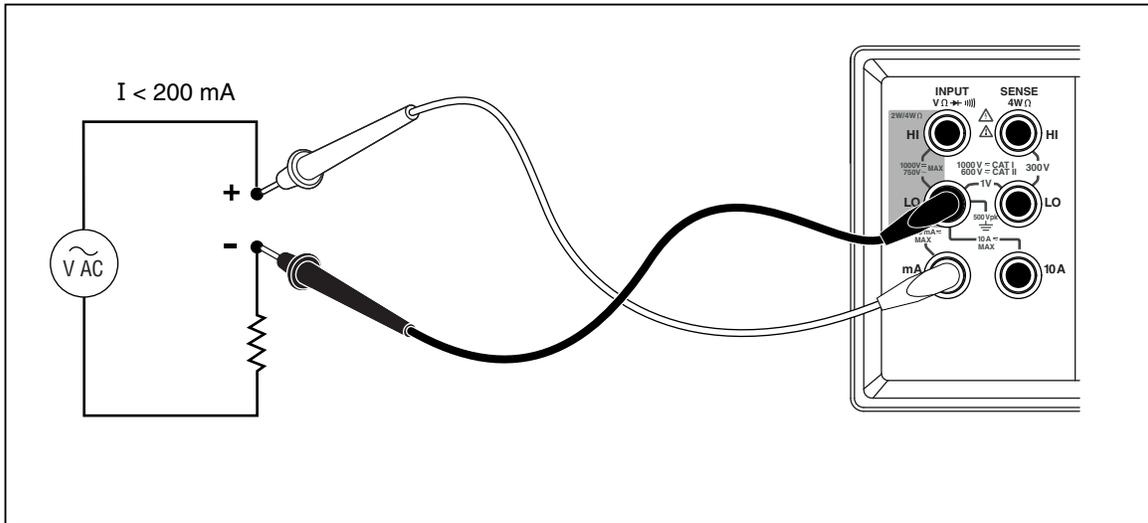


图 3-8。电流测量 <200 mA

eue13.eps

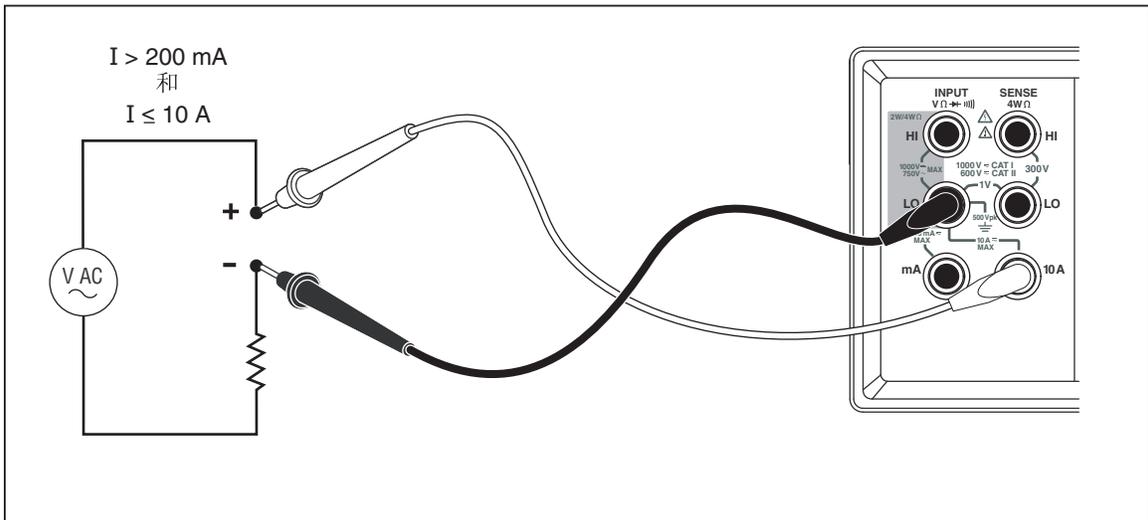


图 3-9。电流测量 200 mA~10 A

fck14.eps

### 自动输入端子检测

对于交流和直流电流测量功能，万用表自动检测mA和10A输入端子上的信号输入。前面板上的一个指示符将显示万用表是处于mA量程还是处于A量程。

如果一根测试线被插入到mA输入端子，而在10A端子上没有测试线，则仅可以选择200 μA~200 mA量程；如果10A端子上有测试线，则仅可以选择2 A~10 A量程。

### 二极管/通断性测试

按  键切换主屏的通断性和二极管测试功能（这些测试功能不适用于副屏）。

请按以下步骤测试通断性：

1. 如果需要，按  键选择通断性测试功能。
2. 按图 3-10 所示连接表笔和被测电路。

如果输入小于 $20\ \Omega$ ，蜂鸣器则发出连续音频。

请按以下步骤测试二极管或晶体管结：

1. 如果需要，按  键选择二极管测试功能。
2. 按图 3-11 所示连接表笔和二极管或晶体管结。

仪器将测量半导体结的正向偏压。快速测量速度下，在 $2\ \text{V}$ 量程显示读数。如果输入高于 $+2\ \text{V}$ ，万用表则显示 $\text{OL}$ 。

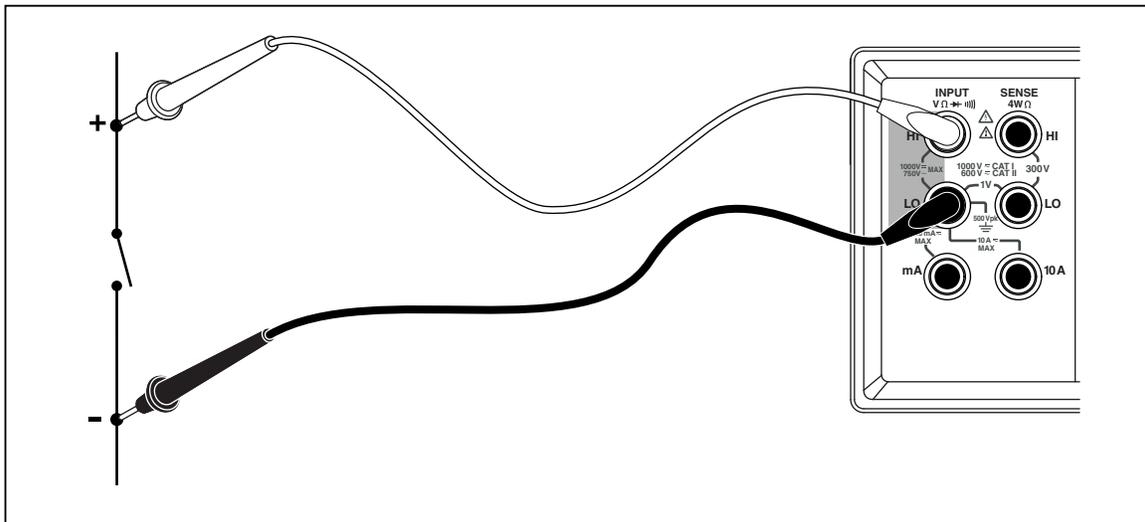


图 3-10。通断性测试

eue15.eps

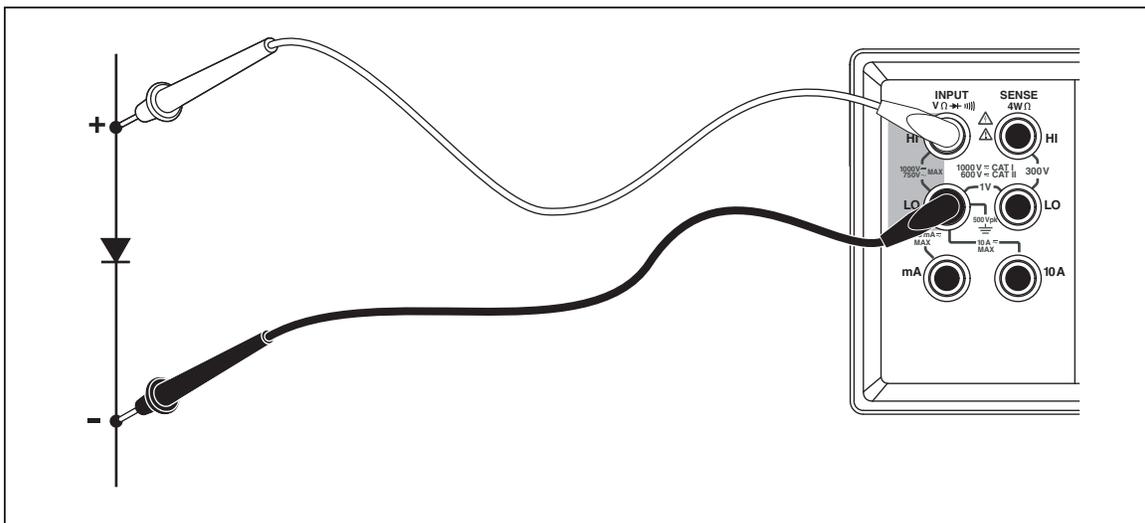


图 3-11。二极管测试

eue16.eps

## 触发测量

万用表具有触发功能，用户可选择一个测量触发源。当触发模式被设置为3或5时，接受触发和启动测量之间的延迟为400 ms。关于触发延迟响应的技术指标请参见第1章。在完成每次测量后，仪器即向后面板上的外部触发端子发送一个“测量完成”信号（低电平有效脉冲）。关于该信号的信息，请参见第1章中“电气技术指标”部分。

以下部分讨论利用内部触发自动触发万用表，或者利用前面板上的触发键及后面板上的触发端子从外部触发万用表。

## 设置触发模式

在进行触发测量时，有5种可能的触发源：

- 模式1为自动模式。内部触发测量，并以配置允许的最大速度连续触发。
- 模式2通过  键进行无延迟触发。
- 模式3通过  键进行延迟触发。
- 模式4通过外部信号进行无延迟触发。
- 模式5通过外部信号进行延迟触发。

请按照以下步骤选择触发源：

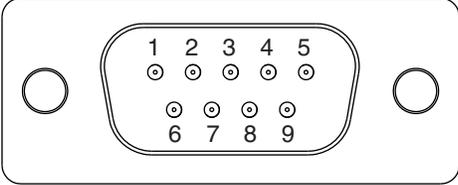
1. 依次按  和  键。
2. 按  或  键选择触发模式。
3. 按下  键并保持2秒钟，保存所选的模式。

## 外部触发连接

万用表提供了2种外部触发连接方法，可用于不同的工作模式。表3-4所示为 TRIG/IO\_RS232连接器的管脚排列。

管脚 9 上的外部TTL信号将触发测量循环。或者，RS-232接口的管脚 9 可通过一个外部开关连接到管脚 1。请见图3-12。当开关闭合时，来自于管脚 1 的+5 V电压将被加到管脚9，从而触发测量。触发事件发生在管脚9所连接信号的上升沿。

表 3-4.RS-232 管脚输出



eue23.eps

管脚编号	说明	管脚编号	说明
1	+5 V 输出	2	RS-232 RXD
3	RS-232 TXD	5	RS-232 GND
6	触发输出	9	触发输入

图 3-12 所示为通过外部开关利用 +5 V 输出(管脚1)信号触发仪表的方式

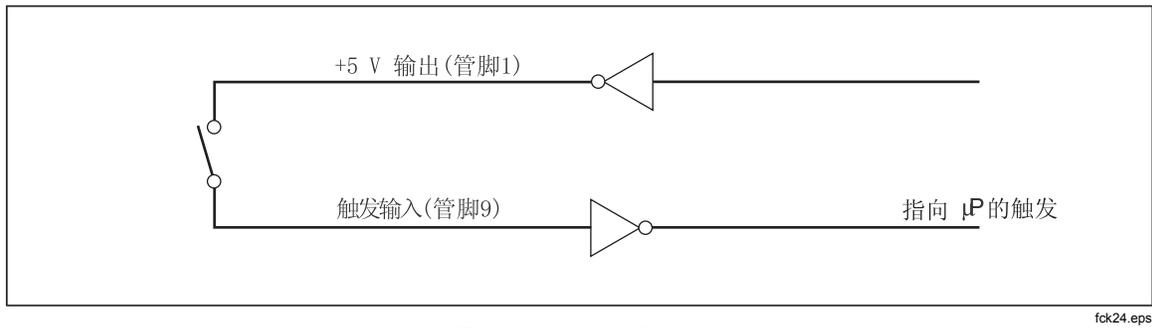


图 3-12。外部触发电路

## 选择功能调节器

本节介绍万用表可用的功能调节器。功能调节器是指万用表在显示读数之前对输入所采取的动作（例如，与另一个值进行比对）。功能调节器可组合使用。请参见本章随后的“组合使用功能调节器”部分内容。

若继续使用一个功能调节器，请按下测量功能按键选中功能，然后按下功能调节器按键修改功能（例如，按 **DCV** 键选择直流电压测量功能，然后按 **HOLD** **THRESH** 键选择接触保持（Touch Hold）功能来保持测量结果。注意，经过调整的读数只能被显示在主屏上。

在选中功能调节器后，按任意功能键都将关闭所有的调节器，使副屏为空白，并且主屏将返回至未调整的读数。

## 相对读数调节器 (REL)

相对读数调节器显示相对基值和输入测量值之间的差值。例如，如果相对基值为 15.000 V，当前输入测量值为 14.100 V，显示读数则为 -0.900 值。读数被显示在主屏上。

### 警告

为防止电击或损坏万用表，测量期间请勿接触输入端子或测试线。相对读数可能并不显示在输入端子或测试线上有危险电压。

### 注意

如果显示屏显示有 **OL**（过载）或为空白，则不能选择相对读数调节器。

若需要测量相对读数，请按 **REL** 键选择相对读数调节器。上次的有效读数将被保存为相对基值，主屏将清零，并在主屏上显示 **RELA**。（副屏不受影响。）

若需编辑相对基值，请使用数字编辑器按照本章随后的“使用数字编辑器”部分的说明进行编辑。

选择相对读数调节器将关闭自动量程，并锁定至当前量程。请务必在按 **REL** 键之前确保处于正确的量程。如果按 **▲** 键后再按 **▼** 或 **REL** 键，万用表将退出相对读数模式。

## 分贝和自动功率调节器

分贝调节器将测量电压，并将其转换为 dBm（相对于毫瓦的分贝值），然后在主屏上显示结果。

按 **dB** 键进入或退出分贝调节器模式。当分贝调节器被选中时，主屏上将显示“dB”。

只有当主屏上被选中电压测量功能（交流电压、直流电压或交流+直流）时才可选择分贝调节器。所显示的分贝值总是介于单一固定的量程之内，精确度为 0.001 dB。然而，基本测量本身（例如交流电压）是自动量程的。

电压测量值按照下式被转换为dBm值（“Value”为测量值）：

$$dBm = 10 \log \left( \frac{1000 * Value^2}{R_{ref.}} \right)$$

参考阻抗可被设置为表3-5所列的21种参考阻抗之一。请参见本章稍后部分“使用列表编辑器”中介绍的列表编辑器。

表 3-5.dBm 参考阻抗

阻抗	阻抗	阻抗
8000 Ω	300 Ω	93 Ω
1200 Ω	250 Ω	75 Ω
1000 Ω <sup>[1]</sup>	150 Ω	50Ω
900 Ω	135 Ω	16 Ω <sup>[2]</sup>
800 Ω	125 Ω	8 Ω <sup>[2]</sup>
600 Ω	124 Ω	4 Ω <sup>[2]</sup>
500 Ω	110 Ω	2 Ω <sup>[2]</sup>
[1] 电压符号被点亮		
[2] 可计算音频功率		

若需调用参考阻抗列表，请按  键，然后再按  键。仪器即显示当前选中的参考阻抗，以及“db”和“ohm”符号。按  或  键滚动切换至所需的参考值，然后按  键选中参考阻抗并将主屏返回至测量功能。按任意功能键或调节器按钮都将退出参考阻抗列表，并不选中任何新值。

将dB参考阻抗选择为16、8、4或2欧姆，则可以使万用表计算音频功率。在参考阻抗被设置为16、8、4或2欧姆后，按两次  键选择音频功率调节器。仪器将显示功率符号。

采用下式计算功率（“Volts”为测量值）：

$$Audio Power = \frac{Volts^2}{R_{ref}}$$

### 接触保持 (HOLD) 功能

接触保持 (Touch Hold) 功能在显示屏上保持测量结果。在难以测量或危险电路环境下，当您希望将注意力集中在探头上，在足够安全或方便的时候再查看读数时，接触保持功能是非常有用的。当检测到稳定的新读数后，仪器会发出一声蜂鸣声并自动刷新显示。

若需选择接触保持功能，请按  键，仪器即显示 **HOLD**。在接触保持模式下，在每次按下  键后，将显示一个新的读数。若要退出接触保持功能，请按下  键并保持2秒钟。

若选择接触保持功能时正处于自动量程模式，将由自动量程切换至正确的量程；若选择接触保持功能时正处于手动量程模式，将被固定在选中接触保持功能时所处的量程。

接触保持功能可以与最小/最大值调节器组合使用，只有在检测到新的最小或最大值时进行保持并刷新。若需强制显示刷新，在选中接触保持功能时，按 **HOLD (THRESH)** 键并保持最少2秒钟。

万用表可选择接触保持功能捕获和显示测量值所需的最小响应电平。用户可从以下4个响应电平中进行选择：

- 级别 1（5 % 的量程）
- 级别 2（7 % 的量程）
- 级别 3（8 % 的量程）

若需修改响应电平，请按 **SHIFT** 和 **HOLD (THRESH)** 键。当前所选的响应电平（1、2、3或4）被显示在主屏上。按 **▲** 或 **▼** 键设置相应的响应电平，然后按 **RANGE** 键持续2秒钟，设置电平并返回到主屏。**RANGE** 按下除 **▲**、**▼** 或之外的任意键，可返回到主屏而不修改响应电平。

### 最小/最大调节器 (MIN MAX)

最小/最大 (MIN MAX) 调节器保存测量结果的最小和最大输入值。

选择MIN MAX调节器将关闭自动量程，并锁定在当前量程，所以在按 **MIN MAX** 键之前，请确保当前处于正确的量程。如果按 **▲** 键后再按 **▼** 或 **MIN MAX** 键，万用表将退出MIN MAX模式。

请按以下步骤储存最小和最大值：

1. 按 **MIN MAX** 键选择MIN MAX 调节器。  
当第一次按下 **MIN MAX** 键时，最小和最大值被设置为当前显示的读数。仪器显示 **MAX**，并在屏幕上显示最新的最大读数。
2. 再次按 **MIN MAX** 键即显示最小读数。仪器显示 **MIN**，并在屏幕上显示最新的的最小读数。
3. 再次按 **MIN MAX** 键即显示最下或最大读数。仪器显示 **MINMAX**，并在屏幕上显示最小或最大读数。
4. 若需退出MIN MAX模式，按下 **MIN MAX** 键并保持2秒钟。
5. 若需观察实际读数而不复位保存的测量值，请按 **SHIFT** 键，然后选择与主屏显示相同的测量功能。

### 组合使用功能调节器

您可同时使用多个功能调节器。

所选的调节器按以下顺序确定优先级：接触保持、最小/最大值，然后是相对读数。万用表首先检测接触保持功能的稳定测量值，然后确定该测量值是否为新的最小或最大值，再然后从测量值中减去相对基值。

当使用多个调节器时，用户选择调节器的顺序将会影响响应方式。例如，如果处于最小/最大模式，若按 **REF** 键，当前显示的值将成为相对基值。按 **MIN** 键则显示最小和最大值之间的差值。此外，如果处于相对读数模式，按 **MAX** 键则显示相对基值和最小或最大值（适用值）之间的差值。

### 第二功能（使用 SHIFT 按钮）

按 **SHIFT** 键后，随后按下的按钮将执行其第二功能。第二功能在相应的按钮上以红色印刷。当按下 **SHIFT** 键后，仪器将显示 **Shift**。

关于第二功能以及用来激活第二功能的按键的相关说明，请参见表 3-6。

表 3-6.第二功能

按钮	说明
<b>SHIFT</b> → <b>AC V</b>	在副屏上显示交流电压读数
<b>SHIFT</b> → <b>DC V</b>	在副屏上显示直流电压读数
<b>SHIFT</b> → <b>AC I</b>	在副屏上显示交流电流读数
<b>SHIFT</b> → <b>DC I</b> <small>ILkg</small>	在副屏上显示直流电流读数
<b>SHIFT</b> → <b>FREQ</b>	在副屏上显示频率读数
<b>SHIFT</b> → <b>Ω</b>	在副屏上显示电阻读数
<b>SHIFT</b> → <b>HOLD THRESH</b>	设置触发保持（Touch Hold）灵敏度门限
<b>SHIFT</b> → <b>REL REF</b>	编辑相对基值，并将万用表设置为相对读数模式（请参阅本手册随后的“列表和数字编辑器”部分）
<b>SHIFT</b> → <b>PRINT BAUD</b>	设置通信参数（RS-232），包括波特率、奇偶校验、回显
<b>SHIFT</b> → <b>RATE TRIG</b>	设置触发模式
<b>SHIFT</b> → <b>SHIFT</b>	关闭副屏（主屏不受影响）
<b>SHIFT</b> → <b>▼</b>	编辑比对模式下限（请参阅本手册随后的“使用比对功能”部分）
<b>SHIFT</b> → <b>▲</b>	编辑比对模式上限（请参阅本手册随后的“使用比对功能”部分）
<b>SHIFT</b> → <b>REL REF</b>	在相对模式下，切换副屏的相对基值
<b>SHIFT</b> → <b>RATE TRIG</b>	显示软件版本号

### 3-6. 第二功能 (续)

按钮	说明
 → 	在COMP模式，将主屏上的值保存为LO比对值（请参阅本手册随后的“使用比对功能”部分）
 → 	在COMP模式下，将主屏上的值保存为HI比对值（请参阅本手册随后的“使用比对功能”部分）
[1] 保持按下两个按键持续2秒钟。	

## 比对功能 (COMP)

万用表提供了比对功能（COMP），可方便地确定读数是否在规定的限值范围之内。比对功能可以和任意功能调节器组合使用。

### 设置比对范围

在选择比对功能之前，需要设置与读数进行比对的容差范围。有以下三种方式用来设置比对范围：

- 按 **COMP** 键进入到比对模式。进入模式时显示的读数将被设置为上限或下限。若需将读数设置为上限，请按 **Shift** 和  键保持2秒钟；若需将读数设置为下限，请按下 **Shift** 和  键持续2秒钟。万用表发出蜂鸣声，表示已经设置好限值。如果显示屏为空白或显示OL（过载），则不能设置限值，上限和下降将仍然保持之前的设置。
- 使用数字键，参见本章随后“使用数字编辑器”部分的介绍（在进入数字编辑器之前，请确保处于正确的量程）。根据编辑器中的量程，十进制小数点和输入范围是固定的。
- 使用计算机接口命令COMPHI 和 COMPLO 远程设置比对上限和下限。请参见第4章中的“命令和查询比较”部分。

### 使用比对功能

按 **COMP** 键选择比对功能。当第一次选中比对功能时，接触保持（Touch Hold）功能亦被激活，并显示 **HOLD**。若需关闭接触保持功能，请按下  键并保持2秒钟。副屏将在每次获得新读数时进行刷新。

当检测到稳定值后，如果保持功能被打开，并在主屏上显示了读数，万用表就会发出蜂鸣声。如果测量值在设定的范围之内，就会在副屏上显示 **PASS**；如果测量值超出设定的范围，就会在副屏上相对应显示 **HI** 或 **LO**。

## 列表和数字编辑器

万用表提供了列表编辑器和数字编辑器。利用列表编辑器可以在选项列表中循环滚动并进行选择；利用数字编辑器可输入或编辑数字值。

编辑是在主屏上完成的。当任一编辑器被激活时，万用表的正常工作将被中断。如果万用表在编辑期间接收到一个计算机命令，将中止编辑，万用表返回至正常工作模式。被编辑项目将不会被改变。

### 使用列表编辑器

列表编辑器用来选择表 3-7 中描述的选项。按下  键即可放弃编辑并返回正常工作模式。

列表编辑器使用方法如下：

1. 通过按下相应的按键选择要编辑的选项列表，如表 3-7 所示。选项列表类型被显示在副屏上，相对应的选项显示在主屏上。
2. 按  或  键滚动切换选项（按其中一个按钮滚动切换选项）。在滚动切换按钮时，只有被选中的选项被正常显示（高亮），而其它选项则为暗灰色。
3. 当显示出相应的选项后，按  键将其选中。被选中的选项将被正常显示（高亮）。被选中的选项将被正常显示（高亮）。

表 3-7.列表编辑器选项

被设置参数	按钮	选项	符号
接触保持（Touch Hold）最小响应电平	 → 	1 = 5 % 量程 2 = 7 % 量程 3 = 8 % 量程	<b>Hold</b>
RS-232打印模式（如果已选中RS-232接口）		0、1、2、5、10、20、50、100、200、500、1000、2000、5000、10000、20000或50000	<b>Print</b>
RS-232波特率	 → 	300、600、1200、2400、4800、9600或19200	<b>baud</b>
	数据位	8 7	<b>data</b>
	奇偶校验选项	E = 偶校验 Odd = 奇校验 No = 无	<b>Par</b>
	停止位	1 2	<b>Stop</b>
	回显模式	开启 关闭	<b>Echo</b>
触发模式	 → 	1, 2, 3, 4, 5	<b>trig</b>

### 使用数字编辑器

利用数字编辑器可编辑相对读数调节器的相对基值，以及设置比对功能的上限和下限值。

注意，按  键可中断数字编辑并返回到正常工作模式。

数字编辑器使用方法如下：

1. 通过按下相应的按键选择要编辑的数字，如表 3-8 所示。

最后输入的数字或测量值被显示在屏幕上，其最左侧的数字被高亮显示，其它位为暗灰色（如果数字为负值，则突出显示负号）。屏幕上还显示相关的负号。

表 3-8.数字编辑器选项

按钮	激活的数字编辑器
 → 	比对模式的下限
 → 	比对模式的上限
 → 	相对读数调节器的相对基值

2. 按  或  键增大或减小被高亮显示的数字位，直到相应的数字（0~9）。当数字位被设置为相应的值后，按 S1~S6 键选择下一位待编辑数字。S1 对应最左边的数字位，S6 对应最右边的数字位。重复以上步骤，直到将所有数字为设置为所希望的值。
3. 在设置好数值之后，按  键切换正号和负号。如果符号为正，负号(-) 将被关闭；如果符号为负，则显示负号(-)。
4. 对于下限和上限，按  键选择相应的门限值量程。按一次  按钮，量程步进一步。如果范围达到了最大量程，再按该键将返回至量程1，值将被清除。
5. 完成编辑数字后，按下  键并保持2秒钟，储存该值。

## 功能键 S1 - S6

利用功能键(S1) ~ (S6)，可以保存和调用最多6组设置。这样能加快万用表设置，特别是需要重复使用相同的配置时尤其有用。

若要保存当前的配置，请按 $\left[ \begin{array}{c} \text{SHIFT} \\ \text{S1-S6} \end{array} \right]$ 键，然后再按希望用来保存配置的功能键。

若要调用某项配置，请按相应的功能键。当配置可以使用时，仪器会发出一声蜂鸣声，Setup将指示最新保存的配置。

在保存配置时，包括以下信息：

- 主屏上的测量功能和最初量程
- 屏幕上的测量功能
- 主屏的量程模式（手动或自动）
- 测量速度（慢、中、快）
- 双屏状态（激活或非激活）
- 所选功能调节器的所有组合
- 接触保持电平（1、2、3、4）
- MIN MAX调节器最新记录的最小和最大值
- 上次记录的相对基值
- 副屏上显示的相对基值（允许或禁用）
- 比对模式下的最新HI-LO设置
- 触发模式（1、2、3、4、5）
- 回显设置（打开或关闭）
- dB和dB参考
- RS-232设置
- PRINT模式
- 通过RS-232发送的数据格式（有、无单位）

## 上电配置

当仪表被打开，并完成上电自检后，其仪表默认的上电配置如表 3-9 所示。

当电源被关闭和打开时，RS-232接口的波特率、奇偶校验和回显模式不会被改变。这些参数将保持不变，直到被用户修改。

表 3-9.出厂上电配置

参数	配置
功能设置	直流电压
量程模式	自动量程
读数速度	慢 (2.5读数/秒)
接触保持 (Touch Hold) 灵敏度电平	1 (5% 读数)
比对模式 (COMP) 的上/下限	0
MIN MAX功能调节器的最小和最大值	0
相对基值	0
副屏上的相对基值	已停用
触发类型	1 (内部)
触发类型	0

## 校准

有关校准万用表的说明，请参见《DMM4020 技术参考》。

## 第 4 章

# 通过计算机接口操作万用表

标题	页
概述 .....	4-3
本地和远程操作 .....	4-3
计算机接口 .....	4-3
通过 RS-232 接口进行操作的准备工作 .....	4-3
设置通信参数 (RS-232) .....	4-3
RS-232 打印模式 .....	4-4
将万用表连接到主机或打印机 (RS-232) .....	4-5
字符回显和删除 .....	4-6
利用 ^C (CNTRL C) 键清除设备 .....	4-6
RS-232 提示符 .....	4-6
首先进行安装测试 .....	4-6
RS-232 操作的安装测试 .....	4-6
测试失败 .....	4-7
万用表如何处理输入 .....	4-7
输入字符串 .....	4-7
输入结束符 .....	4-7
向万用表发送数字值 .....	4-8
向万用表发送命令字符串 .....	4-8
万用表如何处理输出 .....	4-8
触发输出 .....	4-9
前面板外触发 .....	4-10
设置触发类型配置 .....	4-10
通过计算机接口的外部触发 .....	4-11
状态寄存器 .....	4-12
事件状态和事件状态使能寄存器 .....	4-14
状态字节寄存器 .....	4-15
读取状态字节寄存器 .....	4-16
计算机接口命令集 .....	4-16
通用命令 .....	4-17
功能命令和查询 .....	4-18
功能调节器命令和查询 .....	4-20
量程和测量速度命令和查询 .....	4-22
测量查询 .....	4-24
比对命令和查询 .....	4-25
触发配置命令 .....	4-25

其它命令和查询 .....	4-26
RS-232 远程 / 本地配置 .....	4-27
RS-232 保存/调用系统配置 .....	4-27
使用 RS-232 计算机接口的程序实例 .....	4-27

## 概述

本章介绍如何利用万用表后面板上的 RS-232 通信接口设置、配置和操作万用表。可以通过一台主机（终端、控制器、PC 或计算机）向万用表的计算机接口发送命令来控制万用表。

在本章末尾提供了一个包含注释的例子程序，来说明 RS-232 计算机接口的使用方法。关于万用表全部功能和特性的完整说明，请参阅第 3 章。

本章认为读者已经熟悉数据通信和 RS-232 接口的基本知识。

## 本地和远程操作

当万用表在主机控制下工作时，就说它是被远程操作的；当通过前面板操作万用表时，就说它是本地操作的。

绝大多数本地能完成的操作均可通过计算机接口实现。有些操作，例如设置 RS-232 接口的通信参数，则只能从前面板实现。

## 计算机接口

万用表标配有一个 RS-232（串行）接口。利用该接口可将万用表变为一款完全可编程的仪器，可被集成到自动测量系统中。

## 通过 RS-232 接口进行操作的准备工作

RS-232 接口能够实现万用表和主机、串行打印机或终端之间的异步串行通信。

## 设置通信参数 (RS-232)

表 4-1 中列出了 RS-232 通信参数的出厂设置。RS-232 通信参数的设置只能通过前面板完成。

为了实现万用表和主机之间通过 RS-232 接口正确通信，万用表的通信参数必须与主机的参数相匹配。如果主机和万用表的通信参数不匹配，请按照以下步骤设置合适的波特率和奇偶校验参数：

1. 按  键打开万用表。
2. 按  键，然后再按  键。当前所选的波特率将被显示在主屏上，并在副屏上显示 **būd**。
3. 按  或  键滚动到相应的波特率，然后按  键设置 RS-232 的波特率。
4. 按  或  键滚动到相应的数据位（7 或 8 位）选项，然后按  键设置奇偶校验。在副屏上将显示 **Echo**，并在主屏上显示 **On** 或 **OFF**。
5. 若要选择回显模式，请按  或  键选择 **On** 或 **OFF**，然后按  键设置所选的回显状态。当回显功能被打开时，通过 RS-232 被发送到万用表的每个命令都将被显示在主机的主显示屏上；当回显功能被关闭时，则不回显命令。
6. 按  键检查设置。当确认接受设置时，按下并保持  键。

表 4-1.RS-232 通信参数的出厂设置

参数	出厂设置
接口	RS-232 (打印速度被设置为0)
波特率	9600
奇偶校验	无 (奇偶位为0)
数据位	8 (7 位数据位加1位奇偶位)
停止位	1
回显	关闭

### RS-232 打印模式

打印模式被用来自动将测量结果发送到打印机或终端。

在打印工作模式下，由于万用表将响应远程命令，所以 Tektronix 建议首先将万用表的回显模式设置为 **OFF** (关闭)。这样能够防止将回显的命令字符与输入的数据相混淆。请参阅本章上文中的“设置通信参数 (RS-232)”部分。

在打印模式下，万用表以主屏和/或副屏上的每N个读数向 RS-232 发送数据，其中 N为打印速度。打印速率是从表 4-2 所列的可用值中选择的。输出之间的间隔时间由打印速度和万用表的读数速度决定。最小速度为 2.5/s，中速为 20.0/s，快速为 100.0/s。从主显示屏打印时，输出被格式化为每行一个测量值，从主屏和副屏打印时被格式化为每行 2 个测量值。

请按以下步骤选择打印模式及设置打印速度 (N)：

#### 注意

对于频率测量，读数速度被固定为4个读数/s。对于二极管和通断性测试，读数速度总是很快。

1. 按  键打开万用表。

按  键。如果RS-232接口被选中，仪器则显示 **Print**，并在打印速度列表中激活列表编辑器。

2. 按  键或  键选择所需的打印速率，如表 4-2 所示，然后按下并按住  键两秒以选择该速率。(注意，打印速度 0 将禁用打印模式)。现在，万用表就被配置为通过 RS-232 进行打印了。万用表将退出列表编辑器并返回到正常工作模式。

表 4-2.RS-232 打印模式下的打印速率

速度 (N)	输出之间的间隔秒数			输出之间的间隔分钟数			输出之间的间隔小时数		
	慢	中等	快	慢	中等	快	慢	中等	快
1	0.4	0.05	0.01	0.01					
2	0.8	0.1	0.02	0.01					
5	2.0	0.25	0.05	0.03					
10	4.0	0.5	0.1	0.07	0.01				
20	8.0	1.0	0.2	0.13	0.02				
50	20.0	2.5	0.5	0.33	0.04	0.01	0.01		
100	40.0	5.0	1.0	0.67	0.08	0.02	0.01		
200	80.0	10.0	2.0	1.33	0.17	0.03	0.02		
500	200.0	25.0	5.0	3.33	0.42	0.08	0.06	0.01	
1000	400.0	50.0	10.0	6.67	0.83	0.17	0.11	0.01	
2000	800.0	100.0	20.0	13.33	1.67	0.33	0.22	0.03	0.01
5000	2000.0	250.0	50.0	33.33	4.17	0.83	0.56	0.07	0.01
10000	4000.0	500.0	100.0	66.67	8.33	1.67	1.11	0.14	0.03
20000	8000.0	1000.0	200.0	133.33	16.67	3.33	2.22	0.28	0.06
50000	20000.0	2500.0	500.0	333.33	41.67	8.33	5.56	0.69	0.14

**将万用表连接到主机或打印机 (RS-232)**

万用表通过后面板上的DB-9针接口连接器与主机进行通信。万用表的后面板提供了一个 RS-232 接口的连接器管脚分配图。

**注意**

在将万用表连接到主机或终端时，请使用满足具体应用的电缆。建议使用短于 15 米 (50 英尺) 的电缆，这有助于防止性能衰减。如果接口点 (包括信号连接端子) 的负载电容小于 2500 pf，则可以使用较长的电缆。

在将万用表连接到 PC (使用 DB-9 连接器) 时，请使用调制解调器电缆。

在将万用表连接到指定品牌的 RS-232 打印机时，请使用用来将打印机连接到 PC 上 RS-232 接口的电缆 (带 DB-9 连接器)。

### 字符回显和删除

当通过 RS-232 接口操作万用表时，可以控制是否向主机的显示屏回显字符。

当回显功能被打开时，被发送到万用表的字符将被回显在主机的显示屏上，并返回提示符；当回显功能被关闭时，则不回显字符，也不返回提示符。若需设置回显参数，请参阅本章上文中的“设置通信参数（RS-232）”部分。

如果通过 RS-232 接口直接由键盘向万用表发送一个字符，按<BACKSPACE>（回退）键将删除前一个字符。如果回显功能被打开，则会向显示屏回显一个退格符。

### 利用^C（CNTRL C）键清除设备

^C (CNTRL C) 键将返回提示符“=>”，并输出一个回车换行。

### RS-232 提示符

当主机通过 RS-232 接口向万用表发送一个命令时，万用表会解析该命令并执行，并返回一个响应（如果适用），然后返回以下提示符之一：

- => 未检测到错误。成功解析并执行命令。接口已准备好接收下一个命令。
- ?> 检测到命令错误。由于不能解析命令，所以未执行。例如，万用表接收到一个具有语法错误的输入字符串。
- !> 执行错误或检测到与设备相关的错误。命令能够被正确解析，但是不能执行。例如，用户视图用 **FREQ** 执行 **VDC** 测量。

## 首先进行安装测试

当按照“将万用表连接到主机或打印机（RS-232）”部分的说明将万用表连接到主机，并准备通过 RS-232 接口与主机通信时，请按照以下步骤测试系统，验证其工作正常。

### RS-232 操作的安装测试

本程序确认万用表配置和连接适当，可进行远程操作：

1. 按 **Ⓞ** 键打开万用表。
2. 验证计算机接口参数（波特率、奇偶校验，等）设置正确。
3. 打开主机。
4. 键入“\*IDN?”，然后回车。
5. 验证万用表发送了以下响应：

```
TEKTRONIX, DMM4020, nnnnnnn, n.n Dn.n
```

其中，“nnnnnnn”是万用表的序列号，“n.n”是主软件版本，“Dn.n”是显示屏的软件版本。

6. 如果万用表没有正确响应，请参阅“测试失败”部分。

### 测试失败

如果万用表没有如“RS-232 操作的安装测试”部分所述进行响应，请执行以下步骤：

1. 确认所有的电缆连接正确，请参阅本章上文中的“将万用表连接到主机或打印机（RS-232）”部分。
2. 确认万用表和主机上的通信参数（波特率、奇偶校验，等）是一致的。请参阅本章上文中的“设置通信参数（RS-232）”部分。

### 万用表如何处理输入

以下部分介绍万用表如何处理从主机或独立终端接收到的输入。

#### 注意

在本节中，“输入”是指从主机发送到万用表的一个字符串，“输出”是指从万用表通过计算机接口发送到主机的字符串。

### 输入字符串

万用表处理并执行由主机发送的有效输入字符串。有效的输入字符串是指一个或多个语法正确的命令，后边跟一个输入结束符。

当万用表接收到输入时，即将其储存在一个 50 字节大的输入缓冲器中。

#### 注意

只有在接收到一个输入结束符，或者输入缓冲器已满时，才会对通过 RS-232 接口接收到的输入字符串进行语法检查并执行。

万用表接收大写和小写格式的文字字符。如果不能解析某个命令，则该命令及命令行中的其它部分都将被忽略。

### 输入结束符

当万用表接收到一个输入结束符时，则以“先进先出”的原则执行命令。

随着输入字符的处理和执行，在输入缓冲器中就会有空闲的空间可用于新的字符。在 RS-232 应用程序中，如果检测到通信错误（奇偶、数据帧、溢出），就会产生一个设备相关错误，输入字符串将被丢弃。如果万用表通过 RS-232 接口操作时输入缓冲器已满，就会产生一个设备相关错误（请参见“事件状态和事件状态寄存器”），输入字符串被丢弃。

RS-232 接口的有效结束符有：

- CR（回车）
- LF（换行）
- CR LF（回车/换行）

在有些情况下，会在主机输出字符串（万用表的输入字符串）的末尾自动发送一个结束符。

### 向万用表发送数字值

数字值可作为整数、实数或指数实数，如下例所示：

+12345689      发送带符号整数 “12345689”  
-1.2345E2      发送 “-1.2345E2”或 “-123.45”

### 向万用表发送命令字符串

在构建被通过计算机接口发送到万用表的字符串时，需遵守以下规则：

- 规则 1：每个查询命令读取万用表的输出缓冲器一次。  
万用表的输出缓冲器在读取之后被清除。这能防止之前被读取的数据被第二次读取。如果您不经过查询而试图两次读取万用表的输出缓冲器，万用表将不响应第二次读取。
- 规则 2：在发送下一个命令字符串之前读取查询响应。  
输出缓冲器中的输出数据将保持有效，直到主机读取或万用表接收到下一个命令字符串。这意味着主机在下一个命令被发送到万用表之前，必须读取万用表的输出缓冲器。
- 规则 3：万用表按照接收顺序完整执行每个命令，然后才是下一个命令。  
如果一个输入字符串包含一个触发，则按以下顺序输入命令：
  1. 配置万用表的命令（如果有）
  2. 触发命令
  3. 读取触发测量结果的命令（VAL?），或者重新配置仪器的命令（如果有）
  4. 结束符

#### 注意

如果使用“MEAS?”、“MEAS1?”或“MEAS2?”命令，则应该在配置和触发命令之后使用。

### 万用表如何处理输出

以下内容介绍万用表如何处理输出。万用表在响应主机的命令时会输出一个数文字符串（查询命令以“?”结束）。RS-232 应用程序的输出字符串是以回车和换行（(<CR><LF>）符结束的。

在通过 RS-232 接口向万用表发送一个命令后，在发送下一个命令之前会等待万用表返回一台提示符。若以上命令失败，则会产生一个设备相关命令错误，第二个字符串被丢弃。

万用表的数文输出如下例所示：

+1.2345E+0（格式 1）	测量值 1.2345
+1.2345E+6（格式 1）	测量值 1.2345M
+12.345E+6 OHM（格式 2）	测量值 12.345M Ω
+/- 1.0E+9	过载（屏幕上显示 OL）

## 触发输出

当发生测量触发时，万用表即进行测量。有 5 种触发类型，请参见表 4-3。触发可归结为 2 种基本类型：

- 内触发，连续触发测量
- 外触发，以用户方向触发测量

测量可外触发如下：

- 后面板触发禁用的外触发。这包括触发类型 2 和 3，参见表 4-3。
- 后面板触发允许的外触发。这包括触发类型 4 和 5，参见表 4-3。
- \*TRG 命令

关于使用 \*TRG 命令的信息，请参见“通用命令”。

表 4-3.触发类型

类型	扳机	后面板触发	稳定延迟
1	内部	已停用	—
2	外部	已停用	关闭
3	外部	已停用	开启
4	外部	已启用	关闭
5	外部	已启用	开启

### 前面板外触发

请按照以下步骤激活前面板外触发：

1. 按  键，然后再按  键。仪器将显示 Ext Trig 及与所选类型相对应的数字（1、2、3、4 或 5）。触发类型请参见表 4-3。
2. 按  或  键在触发类型列表中滚动切换。高亮显示触发类型，然后按  键持续 2 秒钟将其选中。

选择触发类型 2 将禁用稳定延迟；选择触发类型 3 将使用稳定延迟。典型的稳定延迟请参见表 4-3。

当选中触发类型 2 或 3 时，仪器即显示 **Ext Trig**（外触发），确认未处于远程模式，并启用外触发（如果处于远程模式，则不能从前面板触发测量）。

3. 按  键触发测量（每按一次  键则触发一次测量）。
4. 若需返回万用表的内部（连续）触发状态，执行步骤 3，然后选择触发类型 1。

如果进入远程模式，并选中触发类型 4 或 5，万用表则保持其外触发状态；然而，由于万用表处于远程模式，所以只能通过后面板触发类型 4 和 5 进行触发测量。若需退出远程模式，执行步骤 1 和 2，然后选择触发类型 2 或 3（如适用）。

#### 注意

在外触发模式（模式 2 ~ 模式 5）下，\*TRG 命令总是有效的。

### 设置触发类型配置

若要通过计算机接口设置触发类型配置，需输入命令 TRIGGER <type>（其中 <type> 为触发类型），然后按回车。触发类型请参见表 4-3。

如果输入信号在测量被触发之前未达到稳定，请选择触发类型 3 或 5 以启用稳定延迟。典型的稳定延迟请参见表 4-3。RS-232 读数传输率请参见表 4-4。

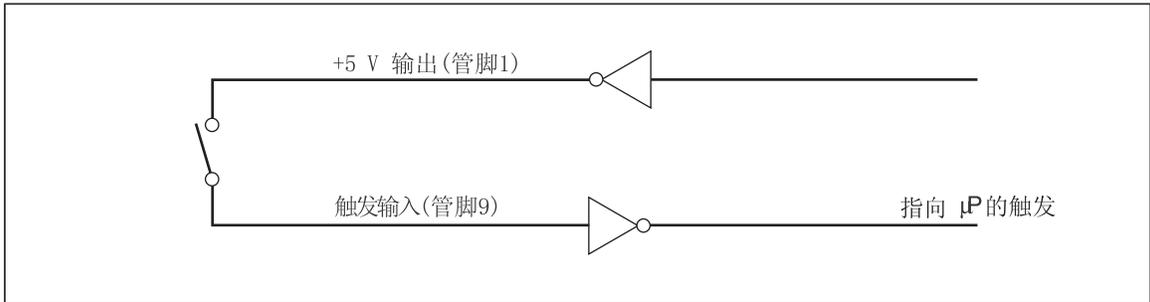
表 4-4.RS-232 读数传输率

速率	读数/秒	
	内触发（类型 1）	外触发（类型 4）
慢	2.5 <sup>[1]</sup>	2.5 <sup>[2]</sup>
中等	20 <sup>[1]</sup>	20 <sup>[2]</sup>
快	100 <sup>[1]</sup>	100 <sup>[2]</sup>
[1] 取决于 A/D 触发速度		
[2] 取决于触发信号的传输速率		

**通过计算机接口的外部触发**

若需通过 RS-232 计算机接口触发测量，请输入命令 \*TRG，然后回车。关于 \*TRG 命令的使用方法，请参见本章“通用命令”部分、

关于通过 RS-232 接口的9号管脚触发测量的信息，请参见图 4-1。



fck24.eps

图 4-1。通过 RS-232 接口的管脚9进行外触发

## 状态寄存器

状态寄存器（STB）的内容是由使能寄存器（SRE）、事件状态寄存器（ESR）、事件状态使能寄存器（ESE），以及输出缓冲器决定的。这些状态寄存器将在以下段落中介绍，总结如表 4-5。

图 4-2 所示为这些寄存器的关系。

表 4-5. 状态寄存器摘要

寄存器	读命令	写命令	使能寄存器
事件字节寄存器	*STB?	无	*SRE
请求使能寄存器	*SRE?	*SRE	无
事件状态寄存器	*ESR?	无	*ESE?
事件状态使能寄存器	*ESE?	*ESE?	无

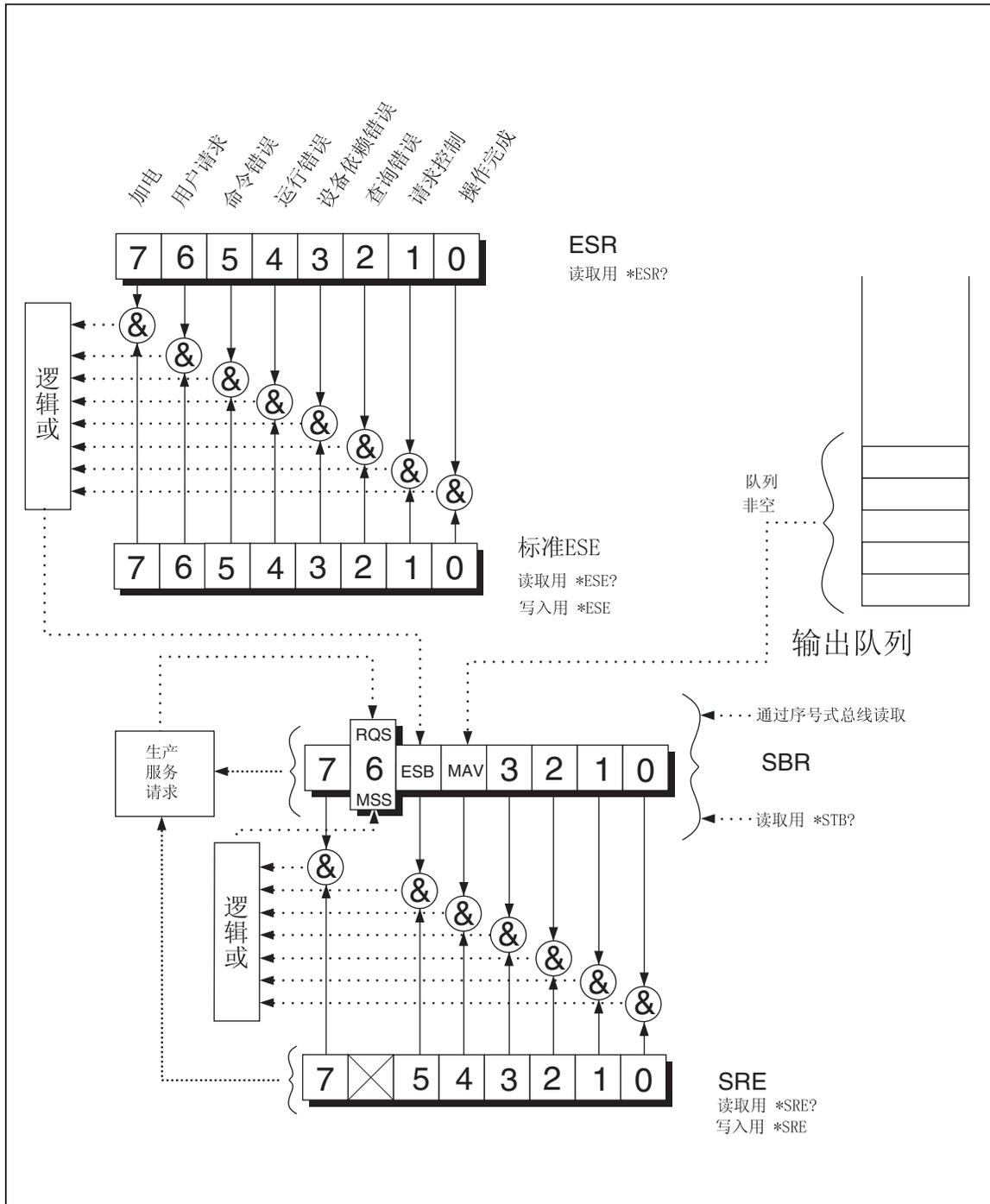


图 4-2. 状态数据结构

fok21f.eps

### 事件状态和事件状态使能寄存器

ESR 寄存器将特定的位分配给特定的事件。（参见图 4-3 和表 4-6。）当 ESR 中的某个位被设置为 1 时，则说明自寄存器上次被读取或清零后发生了与该位相对应的事件。例如，如果 bit 3（DDE）被设置为 1，则说明发生了设备相关的错误。

ESE 是一个屏蔽寄存器，使主机能够允许或禁用（屏蔽）ESR 中的每个比特位。当 ESE 中的某个位被设置为 1 时，则 ESR 中与之向对应的比特位将被允许。当 ESR 中的任何被允许的比特位从 0 变为 1 时，STB 中的 ESB 比特位也将变为 1。当 ESR 被 \*ESR? 命令读取，或者被 \*CLS 命令清除时，STB 中的 ESB 比特位将返回至 0。

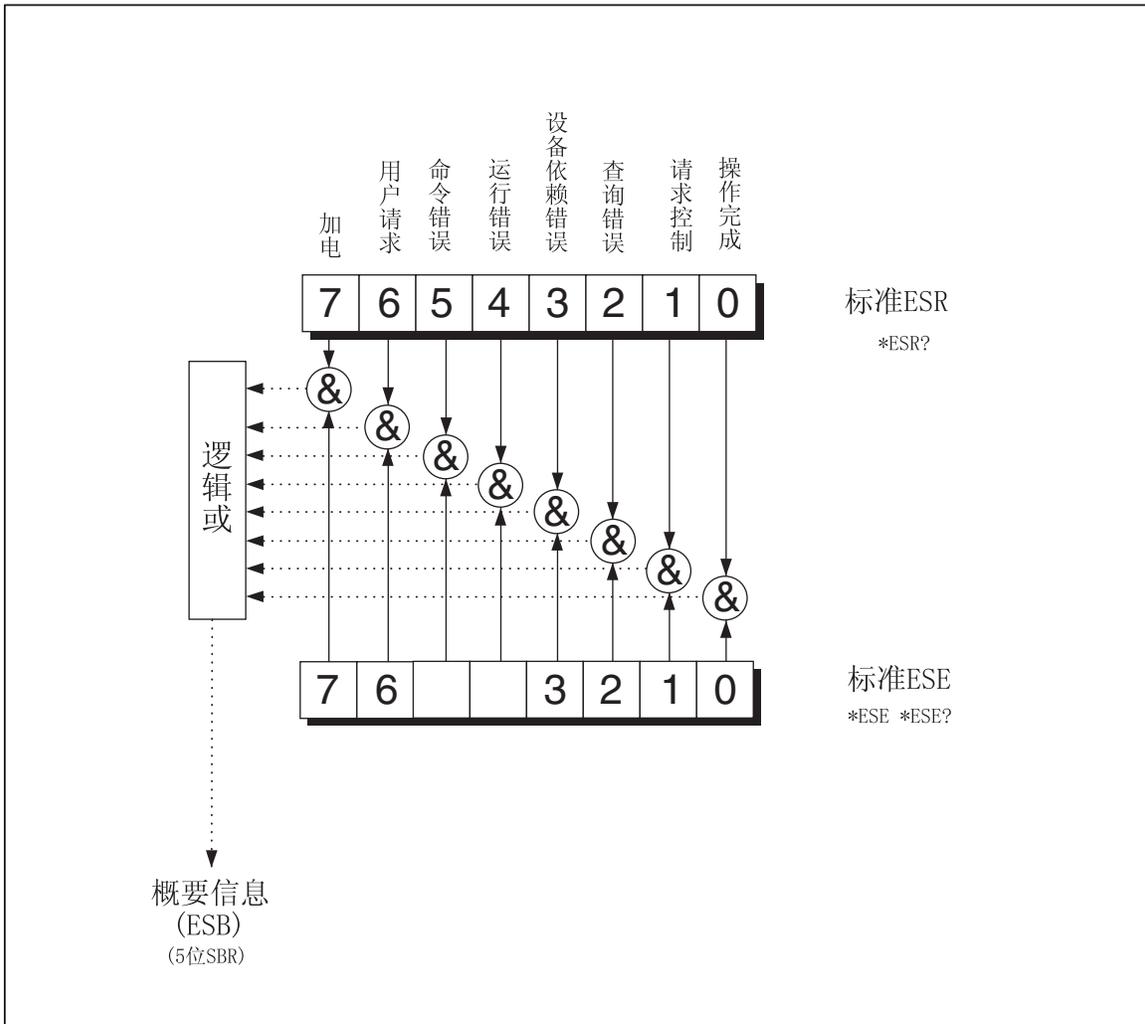


图 4-3。事件状态和事件状态使能寄存器

fck22f.eps

表 4-6.ESR 和 ESE 比特位说明

比特位编号	名称	状态
0	操作完成 (OPC)	在 *OPC 命令之前的所有命令均已成功执行。接口准备好接收下一个消息。
1	未使用	总是被设置为0。
2	查询错误 (QYE)	在没有输出或未定输出时, 试图从万用表的输出缓冲器读取数据。 或者在读取前一个查询之前接收到一个新的命令行。 或者输入和输出缓冲器已满。
3	设备相关错误 (DDE)	校准期间发生不正确的输入。 或者 RS-232 输入缓冲器益处。
4	执行错误 (EXE)	能够解析命令, 但不能执行。原因可能是命令中包含不合适的参数。
5	命令错误 (CME)	由于不能解析命令, 所以未执行。原因可能是命令中包含语法错误。
6	未使用	总是被设置为 0。
7	上电	自上次 ESR 被读取或清除以来, 电源被关闭后又被打开。

### 状态字节寄存器

STB 是一个二进制编码的寄存器, 包括 8 个比特位。注意, SRE 使用 1~5 和 7 位来设置比特位 6, 主机摘要状态 (MSS) 位。8 个 STB 比特位说明请参见表 4-7, 采用 \*STB? 命令读取。

表 4-7.状态字节寄存器 (STB) 比特位说明

比特位编号	名称	状态
0	未使用	总是被设置为 0。
1	未使用	总是被设置为0。
2	未使用	总是被设置为 0。
3	未使用	总是被设置为 0。
4	消息可用 (MAV)	输出缓冲器中的数据可用。当对查询的响应被置于输出缓冲器中时, 该位被设置为 1; 当输出结束符被发送给主机后, 被清除 (设置为 0)。
5	事件状态 (ESB)	发生了一个或多个在事件状态寄存器中被允许的事件。若要确定发生了哪些事件, 可发送 *ERR? 命令来读取事件状态寄存器。

表 4-7. 状态字节寄存器 (STB) 比特位说明 (续)

比特位 编号	名称	状态
6	主机摘要状态 (MSS) <sup>[1]</sup>	如果 STB (MSS) 寄存器中的任何位被设置为 1, 则被设置为 1; 否则被设置为 0。若需确定 MSS 位的状态, 可发送 STB? 查询命令。  如果来自于前面板或 MSS 的服务请求被设置为 1, 服务请求 (RQS) 被设置为 1。比特位的状态是由串行轮询返回的, 它将清除 RQS。
7	未使用	总是被设置为 0。
[1] 与通过 *STB? 命令读取一样。如果 STB 被串行轮询读取, 比特 6 则被作为 RQS 返回。		

### 读取状态字节寄存器

主机通过串行轮询或向万用表发送一个 \*STB? 查询命令读取 STB (状态字节的值不受 STB? 查询命令的影响)。当 STB 被读取时, 将返回一个整数。该整数是一个与 8 位二进制数字等值的十进制值。例如, 48 则是二进制 00110000 的十进制等效值, 表示比特位 4 (MAV) 和比特位 5 (ESB) 被设置为 1。

如果用 \*STB? 查询命令读取状态字节, 则比特位 6 被作为主机摘要状态 (MSS) 返回。

请参见下例:

\*STB? 读取 STB。如果返回 32, 将其转换为二进制则为 00100000, 表示比特位 5 (ESB) 被设置为 1。为了确定事件状态, 用 \*ESR? 命令以相同方式读取 ESB。

### 计算机接口命令集

本章的以下部分介绍 RS-232 计算机接口命令。命令按功能分组, 并列在表格中。用户必须提供的参数, 或者万用表返回字符串中必须提供的参数在尖括号内 (例如 <value>)。

通用命令

表 4-8 所列为通用命令的说明。

表 4-8.通用命令

命令	名称	描述
*CLS	清除状态	清除状态字节中的所有事件寄存器（消息可用寄存器除外，该寄存器只有在 *CLS 为命令行中的第一个消息时才会被清除）。
*ESE <value >	事件状态允许	将事件状态允许寄存器（ESE）设置为 <value>，其中 <value> 是介于 0 ~ 255 之间的一个整数。  <value> 是一个整数，其二进制数对应于寄存器中的比特位状态（1 或 0）。如果 <value> 超出 0 ~ 255 范围，则发生执行错误。  例子：十进制 16 被转换为二进制 0010000，将 ESE 的比特位 4（EXE）设置为 1。
*ESE?	事件状态允许查询	万用表返回事件状态允许寄存器（ESE）的值 <value>，与 *ESE 命令设置内容相同。  <value> 是一个整数，其二进制对应于寄存器中比特位的状态（1 或 0）。
*ESR?	事件状态寄存器查询	万用表返回事件状态寄存器（ESR）的值 <value>，并将其清除。  <value> 为一个整数，其二进制对应于寄存器中比特位的状态（1或0）。
*IDN?	标识码查询	万用表返回其标识码，为逗号分隔的 4 个域。这些域段为：制造商 (TEKTRONIX)；型号 (DMM4020)；7 位序列号；主软件及显示软件的版本号。
*OPC	操作完成命令	当接收到该命令后，万用表将标准事件状态寄存器（SES）中的操作完成比特位置位。
*OPC?	操作完成查询	当接收到该命令后，万用表在输出序列中放置一个 ASCII 吗1。
*RST	重置	万用表执行上电复位。

表 4-8. 通用命令 (续)

命令	名称	描述
*SRE	服务请求使能	将服务请求使能寄存器 (SRE) 设置为 <value>, 其中 <value> 为介于 0 ~ 255 之间的一个整数。由于服务请求使能寄存器不使用比特位 6, 所以该位的值被忽略。  <value> 为一个整数, 其二进制与寄存器中的比特位的状态相对应。如果 <value> 超出 0 ~ 255, 则会发生执行错误。
*SRE?	服务请求使能查询	万用表返回服务请求使能寄存器 (SRE) 的值 (比特 6 被设置为 0)。  <value> 是一个整数, 其二进制对应于寄存器中比特位的状态 (1 或 0)。
*STB?	读取状态字节	万用表返回状态字节的值 <value>, 比特位 6 被作为主机摘要位。  <value> 是一个整数, 其二进制对应于寄存器中比特位的状态 (1 或 0)。
*TRG	扳机	使万用表触发测量。
*TST	自检查询	总是返回 0。
*WAI	等待继续	不执行动作。

### 功能命令和查询

表 4-9 所列为功能命令和查询的说明。关于每项功能的详细说明请参阅第 3 章。

表 4-9. 功能命令和查询

命令		功能
主显示屏	副显示屏	
AAC	AAC2	交流电流
AACDC <sup>[1]</sup>	(不适用)	交流 + 直流, RMS 电流
ADC	ADC2	直流电流
(不适用)	CLR2	清除测量值 (如果已显示)
CONT	(不适用)	连续性测试
DIODE	(不适用)	二极管测试
FREQ	FREQ2	频率

表 4-9. 功能命令和查询 (续)

命令		功能
主显示屏	副显示屏	
FUNC1?	(不适用)	万用表返回所选功能的命令助记符。例如, 如果当前所选功能为频率, FUNC1? 命令将返回 FREQ。
(不适用)	FUNC2?	万用表返回所选功能的命令助记符。例如, 如果当前所选功能为频率, FUNC2? 命令将返回 FREQ。 如果未使用副显示屏, 则会发生执行错误。
OHMS	OHMS2	电阻
WIRE2, WIRE4	(不适用)	只有在电阻功能下有效。用来切换2线和4线测量。
VAC	VAC2	交流电压
VACDC <sup>[1]</sup>	(不适用)	交流 + 直流, RMS电压
VDC (直流)	VDC2	直流电压
[1] 当选择 AACDC 或 VACDC 时, 副显示屏上无功能可供选择。如果试图操作副显示屏, 则会发生执行错误。		

### 功能调节器命令和查询

表 4-10 所列为功能调节器命令和查询的说明。一个功能调节器能让仪表修正测量功能的正常工作或者在显示读数前对测量执行某项操作。例如，相对修正符 (REL) 能让仪表显示测量值和相对基数之间的误差。功能调节器命令的结果仅显示于主屏上。

表 4-10.功能调节器命令和查询

命令	说明																																																
DB	万用表采用分贝 (dB) 调节器。主屏上的所有读数均以分贝为单位。如果万用表未处于交流电压和/或直流电压功能，则会发生执行错误。																																																
DBCLR	万用表退出分贝 (dB) 调节器模式，并以标准单位显示读数。还清除 dB 功率、REL 和 MIN MAX 调节器。																																																
DBPOWER	如果参考阻抗被设置为 2、4、8 或 16 欧姆，并且选择了电压功能，万用表则采用 dB 功率调节器。否则会发生执行错误。在 dB 功率模式下，主屏上显示的读数以瓦特 (W) 为单位。																																																
DBREF <value>	<p>将 dB 参考阻抗设置为表 4-10A 中所列的值 &lt;value&gt;。该值对应于表中所列的参考阻抗 (ohms)。如果 &lt;value&gt; 不是表 4-10A 中所列的值，则会发生执行错误。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 4-10A.参考阻抗值</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>值</th> <th>参考阻抗</th> <th>值</th> <th>参考阻抗</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2</td><td>12</td><td>150</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>13</td><td>250</td></tr> <tr><td>3</td><td>8</td><td>14</td><td>300</td></tr> <tr><td>4</td><td>16</td><td>15</td><td>500</td></tr> <tr><td>5</td><td>50</td><td>16</td><td>600</td></tr> <tr><td>6</td><td>75</td><td>17</td><td>800</td></tr> <tr><td>7</td><td>93</td><td>18</td><td>900</td></tr> <tr><td>8</td><td>110</td><td>19</td><td>1000</td></tr> <tr><td>9</td><td>124</td><td>20</td><td>1200</td></tr> <tr><td>10</td><td>125</td><td>21</td><td>8000</td></tr> <tr><td>11</td><td>135</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	值	参考阻抗	值	参考阻抗	1	2	12	150	2	4	13	250	3	8	14	300	4	16	15	500	5	50	16	600	6	75	17	800	7	93	18	900	8	110	19	1000	9	124	20	1200	10	125	21	8000	11	135		
值	参考阻抗	值	参考阻抗																																														
1	2	12	150																																														
2	4	13	250																																														
3	8	14	300																																														
4	16	15	500																																														
5	50	16	600																																														
6	75	17	800																																														
7	93	18	900																																														
8	110	19	1000																																														
9	124	20	1200																																														
10	125	21	8000																																														
11	135																																																
DBREF?	万用表返回表4-10A 中所列的值。该值对应于表中所列的参考阻抗。																																																
HOLD	万用表进入接触保持 (Touch Hold) 功能 (更多信息请参阅第 3 章中的“接触保持功能 (HOLD)”部分)。如果发送HOLD时万用表已经处于接触保持模式，则强制读数并显示在屏幕上。																																																
HOLDCLR	万用表退出接触保持 (Touch Hold) 功能，并恢复至正常工作。																																																
HOLDTHRESH <threshold>	<p>设置 HOLD 测量门限为 &lt;threshold&gt;。</p> <p>&lt;threshold&gt; 必须为 1、2、3 或 4 (分别对应于 0.01 %、0.1 %、1 % 和 10 %)。任何其它值都会发生执行错误。(更多信息请参阅第 3 章中的“接触保持功能 (HOLD)”部分)。</p>																																																

表 4-10. 功能调节器和查询 (续)

命令	说明
HOLDTHRESH?	万用表返回 HOLD 测量门限为 <threshold> (1、2、3 或 4)。(更多信息请参阅第 3 章中的“接触保持功能 (HOLD)”部分)。
最大值	万用表进入 MAX 调节器模式, 并将当前读数作为最大值。如果已经处于 MAX 调节器模式, 万用表则显示最大值。在 MAX 调节器模式下, 自动量程功能被禁用。更多信息请参阅第 3 章中的“最小/最大调节器 (MIN MAX)”部分。
MAXSET <numeric value>	万用表进入 MAX 调节器模式, 并将 <numeric value> 作为最大值。 <numeric value> 可为带符号整数、带符号的无指数实数或带符号的指数实数。自动量程被禁用。更多信息请参阅第 3 章中的“最小/最大调节器 (MIN MAX)”部分。 如果 <numeric value> 超过测量量程, 则会发生执行错误。
最小值	万用表进入 MIN 调节器模式, 并将当前读数作为最小值。如果已经处于 MIN 调节器模式, 万用表则显示最小值。在 MIN 调节器模式下, 自动量程功能被禁用。更多信息请参阅第 3 章中的“最小/最大调节器 (MIN MAX)”部分。
MINSET <numeric value>	万用表进入 MIN 调节器模式, 并将 <numeric value> 作为最小值。 <numeric value> 可为带符号整数、带符号的无指数实数或带符号的指数实数。自动量程被禁用。更多信息请参阅第 3 章中的“最小/最大调节器 (MIN MAX)”部分。 如果 <numeric value> 超过测量量程, 则会发生执行错误。
MNMX	万用表进入 MIN MAX 调节器模式, 并将当前读数作为最小和最大值。如果已经处于 MIN MAX 调节器模式, 万用表则显示最小或最大值。在 MIN MAX 调节器模式下, 自动量程功能被禁用。更多信息请参阅第 3 章中的“最小/最大调节器 (MIN MAX)”部分。 在 MIN MAX 调节器模式下, 可以在显示最小和最大读数之间切换, 而不会丢失保存的最小和最大值。
MNMXSET <numeric1, numeric2>	万用表进入 MIN MAX 调节器模式, 并将 <numeric1> 作为最小值, 将 <numeric2> 作为最大值。 <numeric1> 和 <numeric2> 可为带符号整数、带符号的无指数实数或带符号的指数实数。自动量程被禁用。更多信息请参阅第 3 章中的“最小/最大调节器 (MIN MAX)”部分。 如果 <numeric1> 或 <numeric2> 超过测量量程, 则会发生执行错误。
MMCLR	万用表退出 MN MX 调节器模式。保存的最小和最大值将被丢失, 万用表返回至量程模式, 所选的量程为选择 MN MX 调节器之前的量程。

表 4-10. 功能调节器和查询 (续)

命令	说明
MOD?	万用表返回一个数字值，说明使用的调节器，其中，1 = MIN；2 = MAX；4 = HOLD；8 = dB；16 = dB 功率；32 = REL；64 = COMP。  如果有多个调节器被选中，返回的值则等于所选中调整对应的值之和。例如，如果选中了dB 和 REL，则返回 40。
REL	万用表进入相对读数调节器 (REL) 模式，将主屏上显示的值作为相对基值。自动量程被禁用。更多信息请参见第 3 章中的“相对读数调节器 (REL)”。
RELCLR	万用表退出 REL 调节器模式，并返回至量程模式，所选量程为选择 REL 之前的量程。
RELSET <relative base>	万用表进入 REL 调节器模式，使用 <relative base> 作为相对基值。  <relative base> 可为带符号整数、带符号的无指数实数或带符号的指数实数。自动量程被禁用。  如果 <relative base> 超过测量量程，则会发生执行错误。更多信息请参见第 3 章中的“相对读数调节器 (REL)”。
RELSET?	万用表返回相对基值 <relative base>。如果未选中REL调节器，则会发生执行错误。

### 量程和测量速度命令和查询

表 4-11 所列为量程和测量速度命令和查询。在自动量程模式下，万用表自动为每个读数选择量程；在手动模式下，用户选择固定的量程。

表 4-11. 量程和测量速度命令和查询

命令	说明
AUTO	万用表的主屏进入自动量程模式。如果不能选择自动量程模式（如果选中了 REL、MIN MAX 或二极管/通断性测试），则会发生执行错误。
AUTO?	如果万用表处于自动量程模式，则返回 1；否则返回 0。
FIXED	万用表的主屏退出自动量程模式，并采用手动量程。当前的量程成为所选量程。

表 4-11. 量程和测量速度命令和查询 (续)

命令	说明																																																
RANGE <value range>	<p>将主屏设置为量程 &lt;value range&gt;, 其中&lt;value range&gt;为表 4 中“量程编号”栏中的值, 该值与适用功能(电压、电阻、电流等)的量程相对应。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 4-11A. 每项功能的量程</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>量程编号</th> <th>电压量程</th> <th>欧姆量程</th> <th>交流电流</th> <th>频率量程</th> <th>直流电流</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>200 mV</td> <td>200 Ω</td> <td>20 mA</td> <td>2 kHz</td> <td>200 μA (毫安)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2 V</td> <td>2 kΩ</td> <td>200 mA</td> <td>20 kHz</td> <td>2000 μA (毫安)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20 V</td> <td>20 kΩ</td> <td>2 A</td> <td>200 kHz</td> <td>20 mA</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>200 V</td> <td>200 kΩ</td> <td>10 A</td> <td>1000 kHz</td> <td>200 mA</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1000 V dc<sup>[1]</sup></td> <td>2 MΩ</td> <td>不适用</td> <td>不适用</td> <td>2 A</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>不适用</td> <td>20 MΩ</td> <td>不适用</td> <td>不适用</td> <td>10 A</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>不适用</td> <td>100 MΩ</td> <td>不适用</td> <td>不适用</td> <td>不适用</td> </tr> </tbody> </table> <p>[1] 1000 V dc, 750 V ac</p>	量程编号	电压量程	欧姆量程	交流电流	频率量程	直流电流	1	200 mV	200 Ω	20 mA	2 kHz	200 μA (毫安)	2	2 V	2 kΩ	200 mA	20 kHz	2000 μA (毫安)	3	20 V	20 kΩ	2 A	200 kHz	20 mA	4	200 V	200 kΩ	10 A	1000 kHz	200 mA	5	1000 V dc <sup>[1]</sup>	2 MΩ	不适用	不适用	2 A	6	不适用	20 MΩ	不适用	不适用	10 A	7	不适用	100 MΩ	不适用	不适用	不适用
量程编号	电压量程	欧姆量程	交流电流	频率量程	直流电流																																												
1	200 mV	200 Ω	20 mA	2 kHz	200 μA (毫安)																																												
2	2 V	2 kΩ	200 mA	20 kHz	2000 μA (毫安)																																												
3	20 V	20 kΩ	2 A	200 kHz	20 mA																																												
4	200 V	200 kΩ	10 A	1000 kHz	200 mA																																												
5	1000 V dc <sup>[1]</sup>	2 MΩ	不适用	不适用	2 A																																												
6	不适用	20 MΩ	不适用	不适用	10 A																																												
7	不适用	100 MΩ	不适用	不适用	不适用																																												
RANGE1?	返回主屏上当前所选的量程。																																																
RANGE2?	返回副屏上当前所选的量程。如果副屏未激活, 则会发生执行错误。																																																
RATE <speed>	<p>将测量速度设置为 &lt;speed&gt;, 其中 &lt;speed&gt;为 S (2.5 读数/秒)、M (20 读数/秒) 或 F (100 读数/秒)。</p> <p>S、M 和 F 可以是大写或小写。&lt;speed&gt; 为其它任何字符都会发生执行错误。</p>																																																
RATE?	返回 <speed>: 慢速 S (2.5 读数/秒)、中速 M (20 读数/秒) 或快速 F (100 读数/秒)。																																																

## 测量查询

表 4-12 所列为测量查询的说明，该测量值被显示在主屏和/或副屏上。

表 4-12.测量查询

命令	说明
MEAS1?	万用表在完成下次触发测量后，返回主屏上显示的值。
MEAS2?	万用表在完成下次触发测量后，返回副屏上显示的值。如果副屏被关闭，则会发生执行错误。
MEAS?	<p>如果两个显示屏均被打开，仪表则在完成下次触发测量后，以选定的格式返回两个屏幕上显示的值（请参阅表 4-15 中的 <b>FORMAT</b> 命令）。请参见以下的格式例子：</p> <p>格式1的例子：+1.2345E+0,+6.7890E+3&lt;CR&gt;&lt;LF&gt;</p> <p>格式 2 的例子：+1.2345E+0 VDC, +6.7890E+3 ADC&lt;CR&gt;&lt;LF&gt;</p> <p>如果副屏未打开，则 MEAS? 等效于 MEAS1?</p> <p>注：如果在外触发（触发类型 2 ~ 5）模式下使用MEAS，则会发生不可预期的结果。</p>
VAL1?	万用表返回主屏上显示的值。如果主屏为空白，则返回下次触发测量的值。
VAL2?	万用表返回副屏上显示的值。如果副屏为空白，则返回下次触发测量的值。如果副屏被关闭，则会发生执行错误。
VAL?	<p>如果两个显示屏均被打开，仪表以选定的格式返回两个屏幕上显示的值。（请参阅表 4-15 中的 <b>FORMAT</b> 命令）。请参见以下的格式例子：</p> <p>格式1的例子：+1.2345E+0,+6.7890E+3&lt;CR&gt;&lt;LF&gt;</p> <p>格式 2 的例子：+1.2345E+0 VDC, +6.7890E+3 ADC&lt;CR&gt;&lt;LF&gt;</p> <p>如果副屏未打开，则VAL 等效于 VAL1。如果一个显示屏为空白，则返回该显示屏（或两个显示屏）上在下次触发后显示的测量值。</p>

### 比对命令和查询

表 4-13 所列为比对命令和查询的说明。这些命令使万用表确定测得的值是否高于、低于或位于规定范围之内。这些命令与前面板上的 **COMP**、 和  键相对应。

表 4-13. 比对命令和查询

命令	说明
COMP	万用表进入比对（COMP）模式。接触保持（Touch Hold）功能自动被打开。（可使用 HOLDCLR 命令将触发保持功能关闭）
COMP?	如果上一 COMP 测量读数高于比对范围的上限，则返回 HI；如果低于比对模式的下限，则返回 LO；如果在比对范围之内，则返回 PASS；如果尚未完成测量，则返回破折号（—）。
COMPCLR	万用表退出比对模式（如果选择了接触保持 HOLD，则退出），并返回至正常工作。
COMPHI <high value>	将比对（COMP）值的HI设置为 <high value>。 <high value> 值可为带符号整数、带符号的无指数实数或带符号的指数实数。
COMPLO <low value>	将比对（COMP）值的LO设置为 < low value >。 < low value > 值可为带符号整数、带符号的无指数实数或带符号的指数实数。
HOLDCLR	万用表退出接触保持（Touch Hold）功能，并返回至正常工作，但是并不退出比对功能模式。

### 触发配置命令

表 4-14 所列为触发配置命令的说明，这些命令设置及返回触发配置。

表 4-14. 触发配置命令

命令	说明
TRIGGER <type>	将触发类型配置为 <type>，其中 <type> 为表 4-3 中与相应的触发、后面板触发和稳定延迟相对应的类型编号。如果 <type> 超出 1 ~ 5 范围，则会发生功能执行错误。  如果信号在测量被触发之前未达到稳定，请选择具有稳定延迟的触发类型（触发类型 3 或 5）。典型的稳定延迟请参见表 4-3。
TRIGGER?	返回通过 TRIGGER 命令设置的触发类型。

**其它命令和查询**

表 4-15 所列为其它命令和查询的说明。

**表 4-15.其它命令和查询**

命令	说明
^C (CONTRL C)	输出=><CR><LF>。
FORMAT <format>	将输出格式 <format> 设置为 1 或 2。 格式1输出没有测量单位（VDC、ADC、OHMS，等）的测量值。 格式 2可输出包括测量单位的测量值。（参见表 4-16。）格式 2 主要用于 RS-232 打印模式。
FORMAT?	返回当前使用的格式（1 或 2）。
PRINT <rate>	设置打印模式的打印速度。请参见表 4-2。
SERIAL?	返回万用表的序列号。

**表 4-16.输出格式2的测量单位**

测量类型	输出单位
直流电压	VDC（直流）
交流电压	VAC
直流电流	ADC
交流电流	AAC
电阻	OHMS
频率	HZ
DIODE	VDC（直流）
蜂料俶聆佻	OHMS

### RS-232 远程 / 本地配置

表 4-17 所列为 RS-232 远程和本地配置命令的说明，这些命令用于通过 RS-232 接口设置仪表的远程/本地配置。只有在激活 RS-232 接口后这些命令才有效。

表 4-17.远程/本地配置命令

命令	说明
REMS	将万用表设置为远程（REMS）状态模式，不锁定前面板。屏幕上显示 <b>Remote</b> 标识。
RWLS	将万用表设置为远程锁定状态（RWLS），前面板被锁定。屏幕上显示 <b>Remote</b> 和  标识。在RWLS模式下，所有的前面板按钮均被禁用。
LOCS	将万用表设置为本地状态（LOCS）模式，不锁定。所有的前面板按钮均有效。
LWLS	将万用表设置为本地锁定状态（LWLS）模式。所有的前面板按钮均被禁用。屏幕上显示  标识。

### RS-232 保存/调用系统配置

表 4-18 所列为 RS-232 保存/调用系统配置命令的说明，这些命令被用于通过 RS-232 接口设置仪表的远程/本地配置。

表 4-18.保存 / 调用系统配置命令

命令	说明
Save <position>	将当前的工作状态保存至 <position>，其中 <position> 为 1~6。
Call <position>	从<position>调用工作状态，其中<position>为 1~6。

### 使用 RS-232 计算机接口的程序实例

图 4-4 为一个包含注释的 BASIC A 程序，用于说明如何使用万用表的 RS-232 计算机接口。

```

10 ' EXAMPLE.BAS          The program to record magnitude and frequency data
11 '                    - initialize RS-232 communication and set up F45 emulation
12 '                    - check command acceptance by F45
13 '                    - display and record measurement data in 'TESTDATA.PRN'
100 CLS : KEY OFF
110 RESULTS = ""         ' Define data input
120 PROMPTS = ""        ' Define string to hold command completion prompt
130 CMD$ = ""           ' Define string to hold command to Fluke 45
140 IN$ = ""           ' Define input string
150 ESC$ = CHR$(27)     ' Define program termination command string
160 COUNT = 0          ' Initialize number of readings
200 '
201 ' Open                port 9600 Baud, no parity, 8 bit data,
202 '   ignore Clear to Send, Data Set Ready, Carrier Detect
210 OPEN "com1:9600,n,8,,cs,ds,cd" AS #1
220 IF ERRORCODE <> 0 THEN PRINT "ERROR - Could not open com1:" : END
221 '
230 OPEN "testdata.prn" FOR OUTPUT AS #2      ' Open data file
231 '
232 ' Set up F45:
233 '   "rems"           Put F45 into Remote mode
234 '   "vac"           Primary measurement is Volts AC
235 '   "db"            Add decibels modifier to primary measurement
236 '   "freq2"        Secondary display measurement to be frequency
237 '   "format 1"     Data to be formatted without units
240 GMD$ = "rems; vac; db; freq2; format 1"
250 GOSUB 1000        ' Send command and get response
300 '
310 LOCATE 1, 1 : PRINT "Program to record Magnitude and Frequency data."
320 LOCATE 12, 15 : PRINT "Magnitude/Frequency: ";
330 LOCATE 25, 10 : PRINT "Press any key to record      Press ESC key to exit";
331 '
340 WHILE IN$ <> ESC$
350   PRINT #1, "meas?"          ' Request next measurement results
360   ECHO$ = INPUT$(LEN("meas?")+2, #1) ' Discard echoed command string
370   LINE INPUT #1, RESULTS    ' Get the measurements
380   PROMPTS = INPUT$(5, #1)   ' Get the prompt + trailing <LF>
390   LOCATE 12, 36 : PRINT RESULTS; ' Print the measurement result
400   IN$ = INKEY$             ' Read the keyboard buffer
401 '   If a key has been pressed, record the data
410   IF IN$ = "" OR IN$ = ESC$ THEN GOTO 450
420   PRINT #2, RESULTS        ' Store data in Lotus ".PRN" format
430   COUNT = COUNT + 1      ' Increment number of readings
440   LOCATE 13, 32 : PRINT COUNT; " Readings recorded";
441 '   ENDF
450 WEND
460 LOCATE 14, 1 : PRINT "Test Complete - Data stored in 'TESTDATA.PRN'";
470 CLOSE 1, 2
480 KEY ON
490 END
1000 '
1001 ' Subroutine: Command_check
1002 ' Reads and discards echoed commands and checks for error response prompt
1003 ' The possible command responses are:
1004 '   "=><CR><LF>" (command successful)
1005 '   "?><CR><LF>" (command syntax error)
1006 '   "!><CR><LF>" (command execution error)
1007 '
1010 PRINT #1, CMD$
1020 ECHO$ = INPUT$(LEN(CMD$)+2, #1) ' Discard echoed command string
1030 PROMPTS = INPUT$(4, #1)        ' Get prompt
1040 IF INSTR(1, PROMPTS, "=>") <> 0 THEN RETURN ' Command successful
1050 IF INSTR(1, PROMPTS, "?>") <> 0 THEN PRINT "Command syntax!!"
1060 IF INSTR(1, PROMPTS, "!>") <> 0 THEN PRINT "Command failure!!"
1070 PRINT "Program execution Halted"
1080 END

```

gdb23f.eps

图 4-4. RS-232 计算机接口程序实例

# 附录

附录	标题	页
A	应用 .....	A-1
B	2X4 测试线 .....	B-1





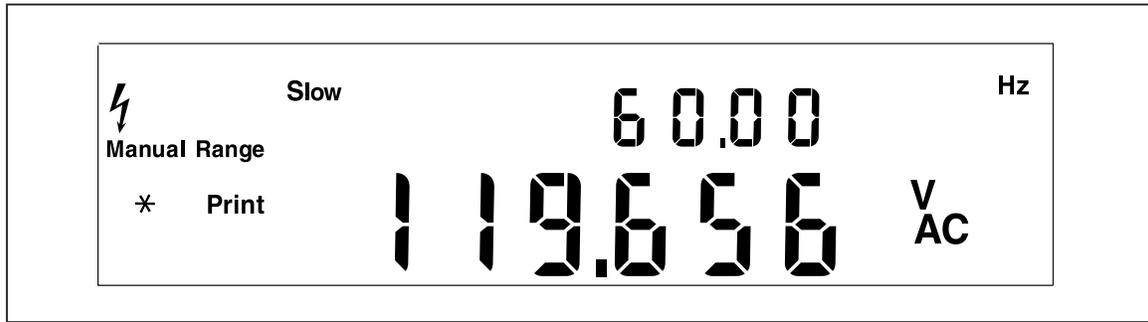


图 A-1。显示交流电压和频率的双显示屏实例

eue25.eps

## 使用组合测量功能

利用双显示屏，可显示被测输入信号的测量组合。允许的测量功能组合请参见表 A-1。

电压（dc + ac）有效值或电流（dc + ac）有效值测量只能在主屏上进行。当测量（dc + ac）时，副屏上不能有其它功能。

利用相关的读数、最小/最大和/或接触保持（Touch Hold）功能调节器，可增加更多的双读数组组合。

表 A-1.允许的测量功能组合

		主要功能					
		DC V	AC V	DC I <sup>[1]</sup>	AC I	FREQ	OHMS
副屏功能	DC V	X	X	X	X		
	AC V	X	X	X	X	X	
	DC I	X	X	X	X		
	AC I	X	X	X	X		
	FREQ		X			X	
	OHMS						X

## 万用表如何进行双显测量

当万用表处于双显模式时（主屏和副屏均被打开），万用表以两种方式之一进行测量并刷新显示：(1) 单次测量，并使用测量值刷新两个显示屏；(2) 采用独立的测量值刷新相对应的每个屏幕。

### 单次测量刷新主屏和副屏

只有当主屏和副屏的测量功能相同时，万用表才采用单次测量，并刷新两个显示屏的方法。

例如，当接触保持（Touch Hold）（自动量程功能被打开）被应用于主屏的测量功能，并且副屏也选择了相同的测量功能时，就会发生这种情况。

如果直流电压测量的相对读数值被显示在主屏上，并且直流电压本身被显示在副屏上，万用表也进行单次测量，并利用测量值刷新两个屏幕。

**采用独立测量刷新主屏和副屏**

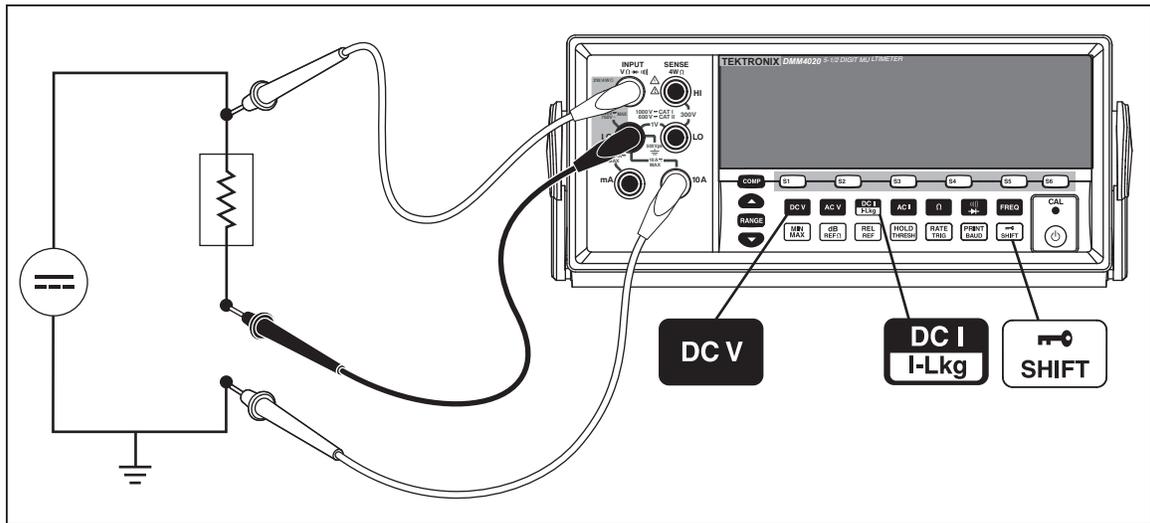
如果主屏的测量功能与副屏的测量功能不同，万用表则采用独立的测量结果来刷新每个屏幕。

**采用双显测量电压和电流**

表A-2中所列的大多数应用均可通过连接到 **INPUT VΩ→+)** HI 和 **LO** 端子的一组测试线完成。然而，若要测量一路输入信号的电压和电流，则需要三组测试线。请确保电压和电流测量共用相同的公共点，如图 A-2所示。然后只需要按照正常情况不使用电流钳测量电流的步骤执行即可。

表 A-2.双显应用实例

主屏	副屏	应用
直流电压	交流电压	<ul style="list-style-type: none"> <li>监测电源的直流电平和交流纹波放大器电路排障</li> </ul>
直流电压	直流电流	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查电源负载调整率</li> <li>监测UUT电流消耗和电路电压</li> <li>监测环路电流和电压降</li> </ul>
直流电压	交流电流	<ul style="list-style-type: none"> <li>线路和负载调整率测试</li> <li>D/A 或 A/D 转换器</li> </ul>
交流电压	直流电流	<ul style="list-style-type: none"> <li>线路和负载调整率测试</li> <li>D/A 或 A/D 转换器</li> </ul>
交流电压	交流电流	<ul style="list-style-type: none"> <li>线路和负载调整率测试</li> <li>变压器（磁路）饱和</li> </ul>
交流电压	频率	<ul style="list-style-type: none"> <li>测量线电压的交流幅值和频率，以及进行交流信号分析</li> <li>测量放大器的频率响应</li> <li>调整交流马达控制</li> <li>在电信应用中读取噪声</li> <li>将便携式发电机调整为最佳功率输出</li> <li>设置网络的频率补偿</li> </ul>
直流电流	交流电流	<ul style="list-style-type: none"> <li>测量开关电源的纹波和直流电流</li> <li>测量电源中保护保险丝电阻器的电流消耗</li> <li>测量线路的纹波和噪声</li> </ul>
MN MX MIN MAX	实际值	<ul style="list-style-type: none"> <li>显示记录的最小或最大值，以及当前测量值。</li> </ul>
REL	实际值	<ul style="list-style-type: none"> <li>显示实际值，以及该值与相对基值的差值</li> </ul>
REL	电阻	<ul style="list-style-type: none"> <li>筛选电阻器（请参见第 3 章中“使用比对功能”部分）</li> </ul>
HOLD	实际值	<ul style="list-style-type: none"> <li>显示实际值，并在主屏上保持前一个稳定测量值。</li> </ul>



gdb27.eps

图 A-2. 对输入信号进行直流电压和直流电流测量

从万用表内部测量电路到 LO 端子（前面板上）的测量线对于电压和电流测量是相同的。该线路的电阻大约为  $0.003 \Omega$ 。如果测量的是电流，在该线路的电阻上就会产生一个电压降，该电阻是由两个电路共用的。当该内部电阻被加到 COM 输入端子上的测量线的外部电阻上时，将影响电压读数的准确度。例如，如果外部线阻为  $0.007 \Omega$ ，那么“总”公共电阻则为  $0.010 \Omega$ 。如有有 1A 的电流，对电压读数的影响如下：

$$(1 \text{ A} \times 0.01 \text{ ohm}) = 0.01 \text{ V 或 } 10 \text{ mV}$$

根据具体情况的不同，这种影响可能会很明显。

如果您希望采用主屏测量一路输入信号的直流电压，而用副屏测量直流电流，请按照以下步骤执行：

1. 打开万用表。
2. 按 **DC V** 键为主屏选择直流电压测量功能。
3. 按 **SHIFT** 键，然后再按 **DC I I-Lkg** 键，为副屏选择直流电流功能。
4. 按图 A-2 所示，将测试线连接到测试电路，并从显示屏上读取测量值。尽管显示的电流为负值，但按照电流惯例，它实际上是正值。

### 响应时间

响应时间是指输入变化到显示发生变化之间的时间。万用表的响应时间取决于多个因素：所选测量功能、需要测量的次数（当仅使用主屏时测量一次，同时使用主屏和副屏时测量两次）、输入电平、量程类型（自动或手动量程）、测量速度（慢、中、快），以及测量类型是否为混合的。（要么是交流类型[交流电压或电流]，要么是直流类型[其它]）

单次测量的典型响应时间请参见表 A-3。对于单次测量，在找到正确的量程后会尽快显示结果。然而，为了使显示的结果满足万用表的准确度指标，需要更多的时间，以使测量结果完全得到稳定。“稳定延迟”变化取决于主屏和副屏之间的差异。

当混合进行交流和直流类型测量时，稳定延迟较长。交流和直流混合测量的例子有：直流电压和交流电流；交流电压和直流电流。稳定时间请参见表 A-4。

### 双显模式下的刷新率

刷新率是指连续测量一个稳态信号之间的时间。在双显模式下（主屏和副屏均被打开），如果主屏和副屏的测量功能或量程不同，每一测量功能的刷新率将不同于仅采用主屏进行测量时的刷新率。

当副屏被打开时，在量程或功能发生变化后，显示读数之前，万用表总是等待测量达到完全稳定。延迟时间量取决于主屏和副屏所选的功能和量程。请参见表 A-4所示。

表 A-5中列出了主屏和副屏的测量功能或量程不同时的测量间隔。这些间隔值随测量功能、量程、测量速度（慢、中、快），以及测量类型（交流类和直流类测量是否混合使用）而发生变化。

表 A-3.典型的单次测量响应时间 (单位为秒)

测量功能	慢速		中速		快速	
	自动量程 <sup>[1]</sup>	单次量程 <sup>[2]</sup>	自动量程 <sup>[1]</sup>	单次量程 <sup>[2]</sup>	自动量程 <sup>[1]</sup>	单次量程 <sup>[2]</sup>
 DC V	1.2	0.4	0.7	0.1	0.5	0.05
 AC V	1.2	0.2	0.7	0.1	0.5	0.05
 DC I	1.4	0.4	0.8	0.1	0.6	0.05
 AC I	1.0	0.2	0.6	0.1	0.5	0.05
 Ω	3.2	0.4	1.8	0.2	1.1	0.10
	不适用	不适用	不适用	不适用	不适用	不适用
 FREQ	1.2	0.4	0.72	0.18	0.56	0.14

[1] 从最小到最大量程自动寻找新测量的量程并显示结果所需的时间。  
[2] 改变为下一个更大或更小量程并显示结果所需的典型时间。

表 A-4.典型稳定延迟 (单位为秒)

测量功能	量程	设置延迟		
		慢	中	快
 DC V	全部	0.2	0.05	0.05
 AC V	全部	0.5	0.05	0.05
 DC I	全部	0.2	0.3	0.0
 AC I	全部	0.5	0.2	0.2
 Ω	全部	0.2	0.5	0.5
	不适用	不适用	不适用	0.05
 FREQ	不适用	0.5	0.2	0.2

表 A-5. 双显测量时的典型测量间隔（单位为秒）

测量功能	量程	慢	中	快
 DC V	全部	1.2	1.0	0.9
 AC V	全部	1.0	0.85	0.8
 DC I	全部	1.2	1.0	0.9
 AC I	全部	1.0	0.85	0.8
 Ω	不适用	不适用	不适用	不适用
	不适用	不适用	不适用	不适用
 FREQ	不适用	不适用	不适用	不适用

## 外部触发

外部触发可使用亦可不使用稳定延迟，如表 A-4 所示。（触发类型请参见表 4-3）。如上文所述，触发延迟的时间变化取决于主屏和副屏之间显示的差异。

当采用外部触发时，万用表根据当时的输入确定主屏和副屏（如果允许）的量程。一旦接收到触发，万用表即开始以最适宜的量程测量输入。如果输入发生变化，则在接收到触发后自动改变量程，在显示测量结果之前，可能需要必需的自动量程响应时（如表 A-3 所示）。

后面板触发输入为边沿触发。短于 3ms 的由低到高的脉冲（高于 +3 V）将被认为是一个触发。

## 热电势

热电势是指异金属结处产生的热电势。热电势通常发生在接线柱处，并且可超过 1  $\mu\text{V}$ 。当进行低电平直流测量时，热电势将可能成为一个附加误差源。

热电势还会引起小电阻测量问题。有些低值电阻器是采用异金属制成的。仅仅处理这样的电阻器会引起热电势大到足够引入测量误差。

请采取以下技术措施减小热电势的影响：

1. 尽量采用类金属进行连接（例如，铜和铜，金和金，等等）。
2. 连接牢固。
3. 采用清洁的连接（尤其要没有油脂和污垢）。
4. 处理被测电路时小心谨慎。
5. 等待电路达到热平衡（只有存在温度梯度时才会产生热电势）。

## 小电流测量

在许多应用中，获得小电流测量的最准确结果是至关重要的。例如，当设备采用电池供电时，为了确定电池需要重新充电前的时间，准确测量设备在待机模式下的漏流是非常关键的。传统的万用表采用分流法进行测量，如图 A-3 所示。分流电阻器将被测电流转换为一个电压，该电压被称为负荷电压。由于电流源的内阻与分流电阻器是并联的，所以流经分流电阻器的电流小于实际值，从而会产生误差。

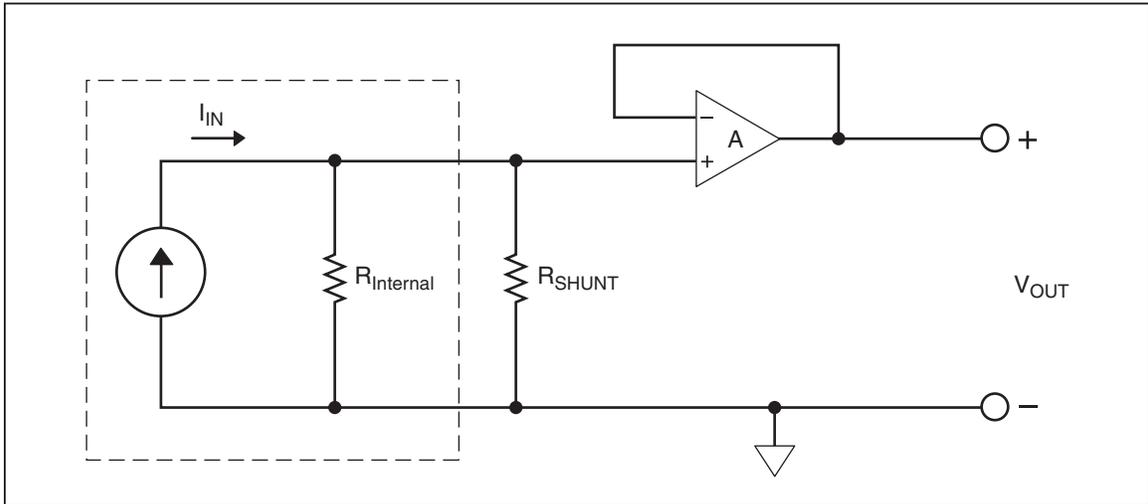


图 A-3. 分流法测量小电流

eue28.eps

另一种测量小电流的方法是如图A-4所示的反馈电阻法。反馈电流将被测电流转换为电压。高增益运算放大器将负担电压约降为零，这样就减少了简单分流电阻测量方式所带来的误差。万用表采用的零负荷电压测量法能够提供更加准确的小电流（漏泄电流）测量结果。

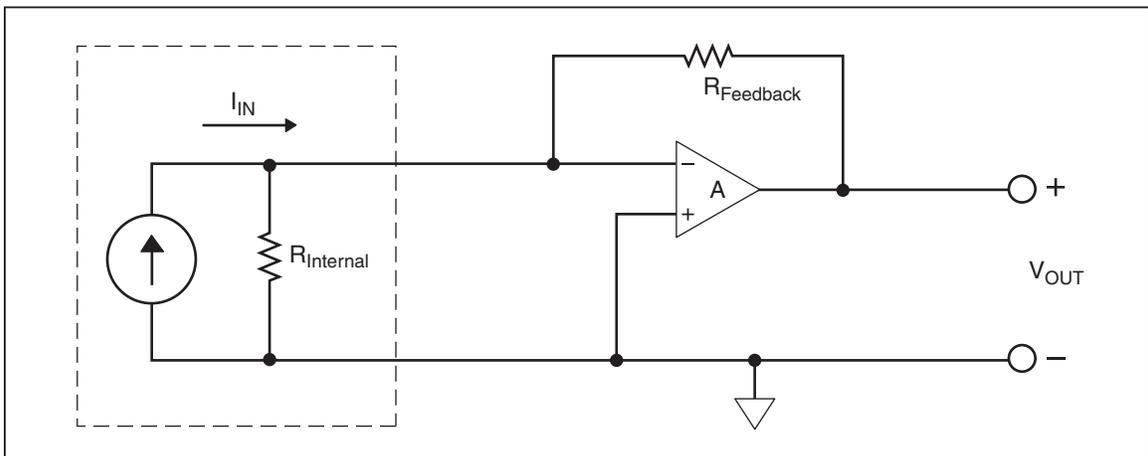


图 A-4. 零负荷电压小电流测量

eue29.eps

## 附录 B

# 2X4 测试线

### 概述

可选的 Tektronix TL705 测试线将 Hi-Hi Sense 和 Lo-Lo Sense 测试线集成到了一根电缆内，简化了 4 线电阻的测量。数字多用表的 **Input HI** 和 **LO** 插孔都具有两个连接点。一个连接点被连接到 HI 或 LO 输入电路，另一个连接点被连接到 Sense HI 和 LO 输入电路。和输入插孔一样，2×4 测试线也有两个连接点与输入插孔的连接点相对应，提供 4 线连接。

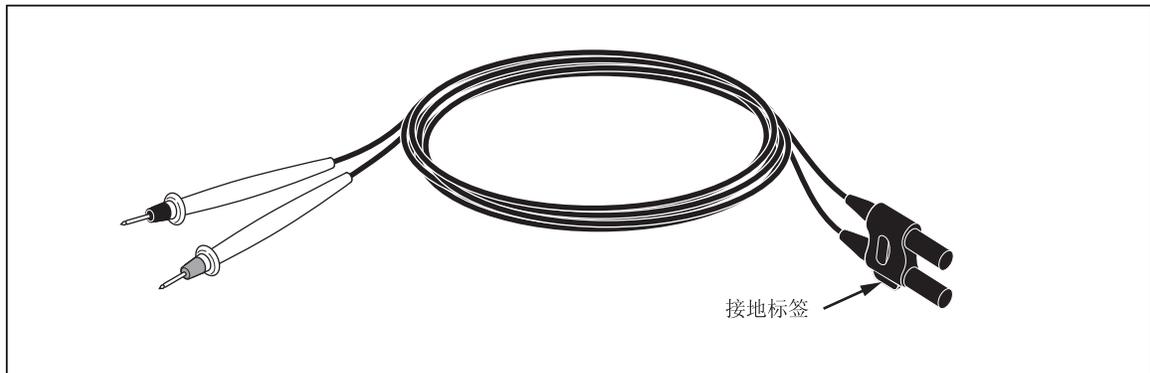


图 B-1.2X4 线测试线

fck061.eps

### ⚠️⚠️ 警告

为避免电击和损坏仪器，请务必使用本手册中指定的2×4线测试线。请在使用测试线之前对其进行检查。请勿使用绝缘被损坏或有金属裸露的测试线。请检查测试线的通断性。请在使用数字多用表之前更换已被损坏的测试线。



# 索引

## —M—

MX+B 功能, 3-13

## —R—

RTD 温度测量, 4-13

## —T—

TrendPlot 趋势绘图, 3-14

## —二—

二极管测试

检查, 4-14

电流设置, 3-10

设置电压, 3-10

## —交—

交流电压

测量, 4-5

## —产—

产品描述, 1-11

## —保—

保存读数, 3-18

保存配置, 3-20

保险丝

电流输入, 2-5

电源, 2-4

## —偏—

偏移, 设置, 3-13

## —储—

储存仪表, 2-3

## —出—

出错

读数, 3-23

## —分—

分析功能

TrendPlot 趋势绘图, 3-14

直方图, 3-15

统计, 3-11

运算

MX+B, 3-13

偏移, 3-13

限值测试, 3-12

## —前—

前面板, 3-4

前面板菜单导航, 3-8

## —副—

副显示屏

激活, 4-3

## —功—

功能符号, 4-3

## —后—

后面板, 3-7

## 一周

周期测量, 4-6

## 一固

固件

检查版本, 3-23

## 一多

多用表出错

读数, 3-23

## 一存

存储器

保存读数, 3-18

保存配置, 3-20

管理, 3-22

调用读数, 3-19

配置

调用, 3-22

存储器, 操作, 3-17

## 一打

打开电源, 2-7

## 一技

技术指标, 1-15

## 一拆

拆箱, 2-3

## 一按

按键

软键标签, 3-6

量程, 3-8

## 一支

支架

移开, 2-7

调整, 2-7

## 一数

数学运算, 3-11

## 一日

日期, 设置, 3-24

## 一时

时钟

设置日期和时间, 3-24

时间, 设置, 3-24

## 一显

显示

分辨率, 设置, 3-9

显示屏

亮度, 设置, 3-24

显示屏: 元素组成, 3-5

## 一机

机柜安装, 2-8

## 一校

校准日期

检查, 3-27

## 一检

检查多用表, 2-3

## 一测

测量

交流电压, 4-5

交流电流, 4-11

周期, 4-6

温度, 4-13

电压, 4-3

电容, 4-12

电流, 4-9

电阻, 4-7

2 线, 4-7

4 线, 4-8

直流电压, 4-3

直流电流, 4-10

频率, 4-6

测量完成

监测, 4-17

测量完成信号, 3-17

测量配置, 3-8

## 一清

清洁多用表, 2-8

## 一温

温度

设置默认温标, 3-10

温度测量, 4-13

## —滤—

滤波器

交流, 3-9

直流

电阻, 4-7

直流电压, 4-4, 4-7, 4-9, 4-11

直流电流, 4-11

## —电—

电压

交流测量, 4-5

直流测量, 4-3

电容测量, 4-12

电流测量

交流, 4-11

直流, 4-10

电阻测量, 4-7

2 线, 4-7

4 线, 4-8

## —直—

直方图, 3-15

直流电压

测量, 4-3

## —线—

线电压选择, 2-3

## —统—

统计

统计, 3-11

## —触—

触发

I/O插座, 4-17

外部, 3-16

自动, 3-16

设置延迟, 3-17, 4-16

设置样本数量, 3-17

设置模式, 4-16

选择触发源, 3-16

触发: 触发测量, 4-16

触发功能, 3-16

触发源, 3-16

## —读—

读数

保存, 3-18

调用, 3-19

## —调—

调用读数, 3-19

调用配置, 3-22

## —软—

软键, 3-4

## —输—

输入阻抗, 自动, 3-10

## —运—

运算功能

偏移, 3-13

限值测试, 3-12

运输仪表, 2-3

## —选—

选件和附件, 1-14

## —通—

通断性

测试, 4-14

门限设置, 3-10

## —配—

配置

保存, 3-20

调用, 3-22

## —量—

量程按键, 3-8

## —限—

限值测试

使用, 3-12

设置限值, 3-12

## —频—

频率测量, 4-6

## —默—

默认, 设置, 3-27

