

第一章 引言

一、FLUKE 45 双显示多用表简介

注：为保证安全使用双显表，必须遵守本手册中所有的说明和警告。

警告

用双显表之前，应阅读第二章前边的“多用表的安全规定”

FLUKE 45双显示多用表(以下简称“双显表”)是具有5位(100000码)高分辨力的 $4\frac{1}{2}$ 位(30000 码) 多用表。这是为现场维修和系统应用而设计的台式表。完整的技术指标见附录 A。

双显表如果装入了IEEE-488接口(选件)，它在IEEE-488.1标准接口总线(1987)上是一台完全可编程的仪器，并且与IEEE-488.2 (1987)兼容。

双显示表的特色：

- 真空荧光管双路显示，可以同时显示输入信号的两个特性。(例如，在一路显示器上显示交流电压值，在另一路显示器上显示它的频率值。)
- 可借助于RS-232(固有件)或IEEE-488(选件)接口进行远控操作。
- 交流测量是真有效值。
- (AC+DC)是计算有效值。
- 频率测量高达1MHz。
- 直流电压测量的灵敏度为1 μ V。
- 分贝测量。其参考阻抗可以选择，并且能测音频功率。
- 用比较模式可以确定一个测量结果是超过、低于或是在一个指定范围内。
- 可选读数速率，每秒2.5、5、20个 读数(rps.)分别对应100000、30000、3000码的分辨率。
- 双显表有自测试功能和不开盖校准功能(无须内部 校准调节)。

二、选件和附件

有两个任选件可供选择。这些选件可在制造厂或由用户在现场安装在双显表内。

● IEEE-488接口(选件05K)有完全可编程和自动校准能力，IEEE-488计算机接口指令的设置完全与RS-232接口指令相同，适应性强。

● 机内电池(选件01K)由复充电8V 铅-酸电池组成，带有电池支架和充电器。电池典型工作时间为8小时，工作环境温度为0~50℃。电池技术指标见附录 A。

可提供的附件及其说明列在表1-1中

表1-1 附件

型 号	说 明
C40	包装箱，内装防护衬垫，一个装说明书的口袋和一个装测试线及电源线的小袋。
M00-200-634	装架工具，可以把双显表安装在19英寸标准导轨的左边或右边。

续上表

型 号	说 明
RS40	RS-232接口电缆插头,具有通用的DTE插头(DB-25,凸插头),适用于IBM PC,IBM PC/XT,IBM PS/2 (型号为25,30,50,60,70和80)。
RS41	RS-232 调制解调电缆,可把45表连接到一个调制解调器上。
S45	PC 软件包,当用RS-232 计算机接口操作45表时能简化操作,把读数记录在文件中。其中资料可由Lotus1-2-3,dBaseIII和其它图形插件存取。
Y8021	IEEE-488 1米屏蔽电缆,一端有插头另一端有插座。
Y8022	IEEE-488 2米屏蔽电缆,一端有插头,另一端有插座。
Y8023	IEEE-488 4米屏蔽电缆,一端有插头另一端有插座。

三、手册使用指南

这本手册能帮助您迅速熟悉双显表。在您使用双显表之前,不必去阅读全部手册,建议您这样开始:先看目录,熟悉手册的编排。然后读第二章基本操作,再根据需要去参考手册相应的章节。每章内容概括如下:

第一章 引言

FLUKE 45双显示多用表简介,叙述它的功能、选件和附件及用户手册。

第二章 基本操作

为快速开始操作双显表,向您介绍从前面板进行基本测量的基础知识。

第三章 从前面板操作双显表

本章结构是把有联系的操作和功能集合到一起,详细说明如何用前面板上的按键操作双显表。

第四章 应用

进一步说明双显表的操作和更复杂的应用。帮助您从理论上加深理解。

第五章 用计算机接口操作双显表

说明如何把双显表连接到主控机或终端,以及如何使用RS-232C或IEEE-488 接口(选件)去操作双显表。

第六章 维护

说明如何进行简单的维护和修理(例如,更换保险丝),以及更换部件的步骤。进行维修和修理的步骤包含在“FLUKE 45双显示多用表维修手册”中(P/N856042)

附录

- A,技术指标。
- B,ASCII / IEEE-488总线码。
- C,IEEE-488.2设计文件要求。
- D,维修中心。

四、多用表的安全规定

FLUKE 45双显示多用表的设计和测试符合IEC所订电子测量仪器的安全要求。
为保证安全使用双显表，必须遵守本手册中所有的说明和警告。
双显表按 IEC664 安装类型 II 设计，它不能用于额定值超过 4800VA 的电路中。
本手册中使用的一些国际通用电气符号说明如下：

○	电源开关断开		危险电压
	电源开关接通		接大地
~	AC—交流		见手册中的解释
—	DC—直流		见手册中更换 保险丝的说明
—	直流或交流		

使用双显示之前要仔细阅读下述安全规定。“警告”是预先指出对使用者有危险的状态和动作。
“注意”是预先指出可能损坏双显表的状态和动作。

- 避免单独操作。
- 在仪器使用中遵守全部安全规定。
- 检查测试引线的绝缘有无损坏及露出金属的地方。检查测试引线的连接情况。导线如有损坏必须更换。
- 不能使用有故障的仪器。
- 要选好适用的功能。
- 为避免触电，在直流60伏或交流有效值20伏以上的电压下工作时，要特别注意警告。
- 在断开公共端(Common)上测试引线以前要首先断开带电的测试线。
- 在进行Ω和  测试之前,要先断开被测电路的电源并使其高压电容放电。
- 当进行电流测量时,要先关掉被测电路电源,再把双显表接到电路中。
- 测量变压器次级或马达线圈电路之前要检查双显表的保险丝(见第六章“维护”)。保险丝开路能产生危险的高电压,这是危险的。
- 测量超过10安培的电流时要用钳形探头。

第二章 基本操作

一、引言

第二章叙述怎样做好双显表的操作准备，讨论一般操作功能，并引导您进行一些基本测量。

二、准备

1. 双显表的启封和检查

小心地把双显表从它的包装中取出，并查看有无损坏或遗漏。如果双显表有损坏或有些东西遗漏了，要立即与购置地联系。保存好包装箱和箱内的材料，以便在运回双显表时使用。

2. 前面板和后面板

前面板（见图2-1）有三个主要部分：左侧为输入端，第一和第二显示器，按键。按键用于选择主要功能、工作量程及功能模式。这些部份在第三章中有详细叙述。

后面板（见图2-2）包括电源线插座，RS-232接口插座，为安装 IEEE-488 接口（选件）插座留的窗口，系列号标签和电源保险丝（保险丝的测试和更换步骤参见第六章）。双显表在使用前应将后框下边的手把旋转 180 度。

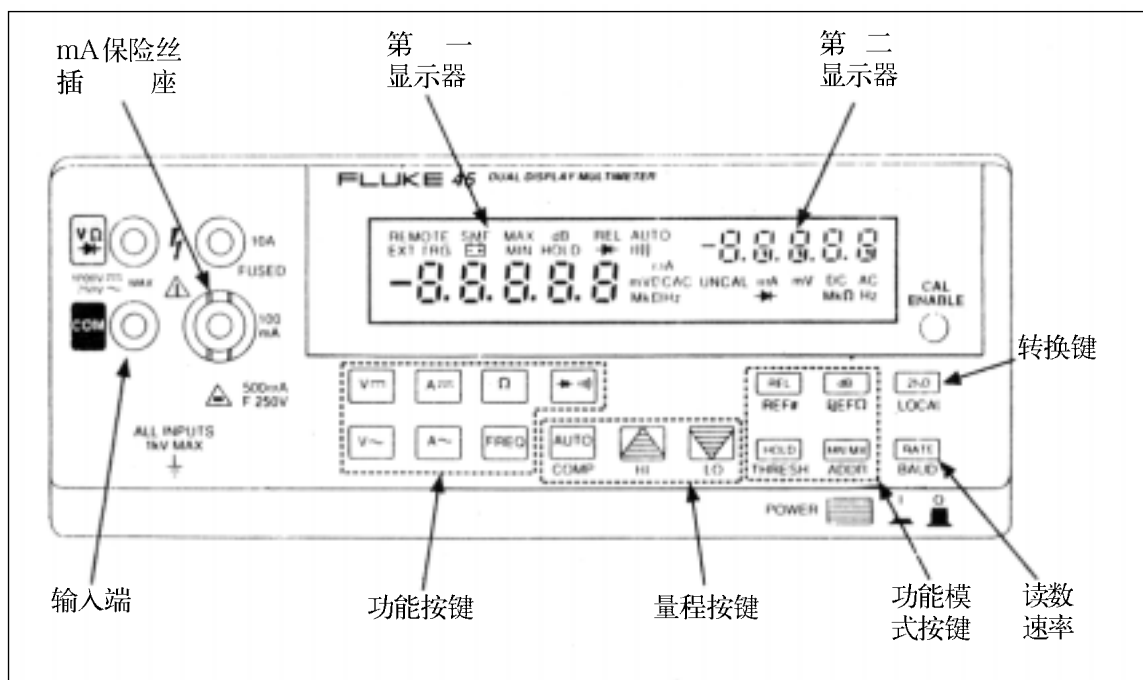


图2-1 前面板

3. 手把的调整

手把能使双显表在桌子上呈现出两个观察角度。调整手把的位置时，要拨出它的两个端轴（每边约 $\frac{1}{4}$ 英寸），并转动到它的四个停止位置之一上，如图2-3所示。

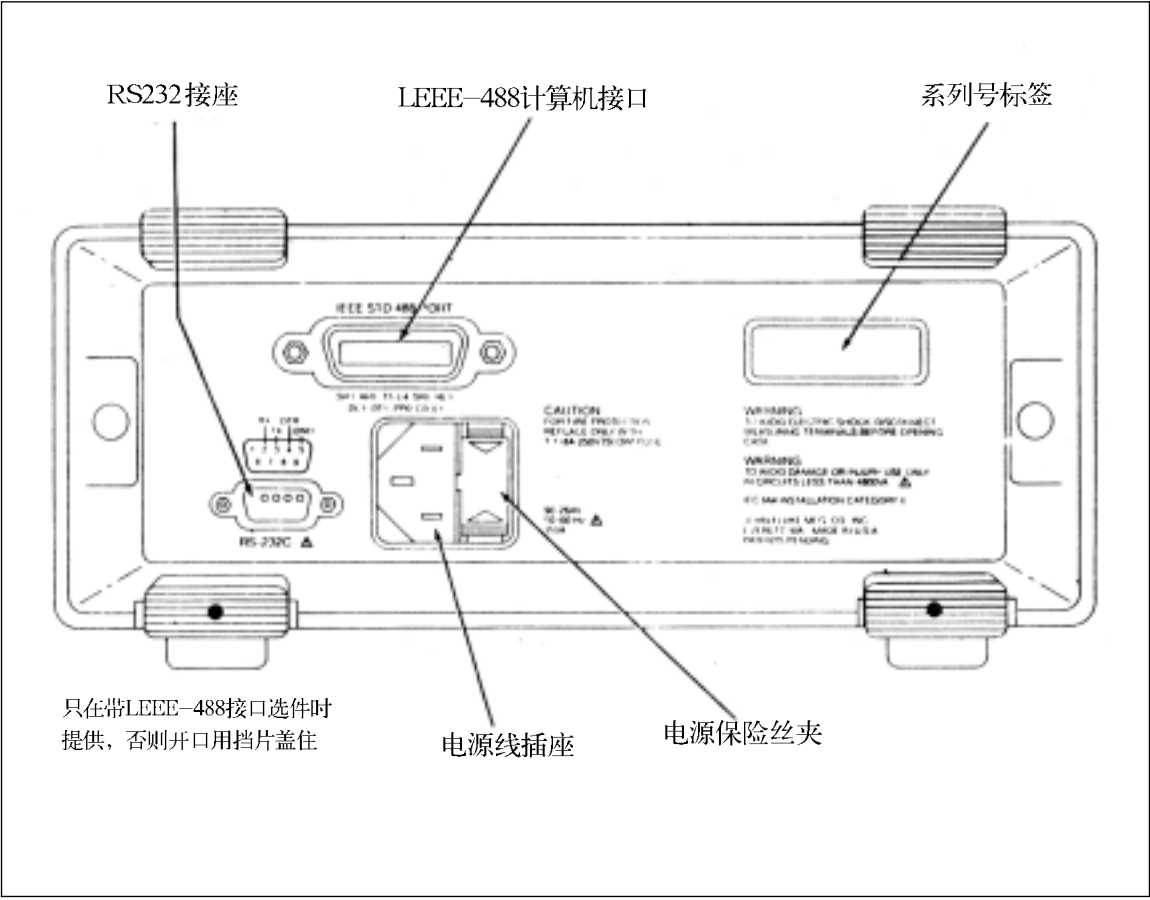


图2-2 后面板

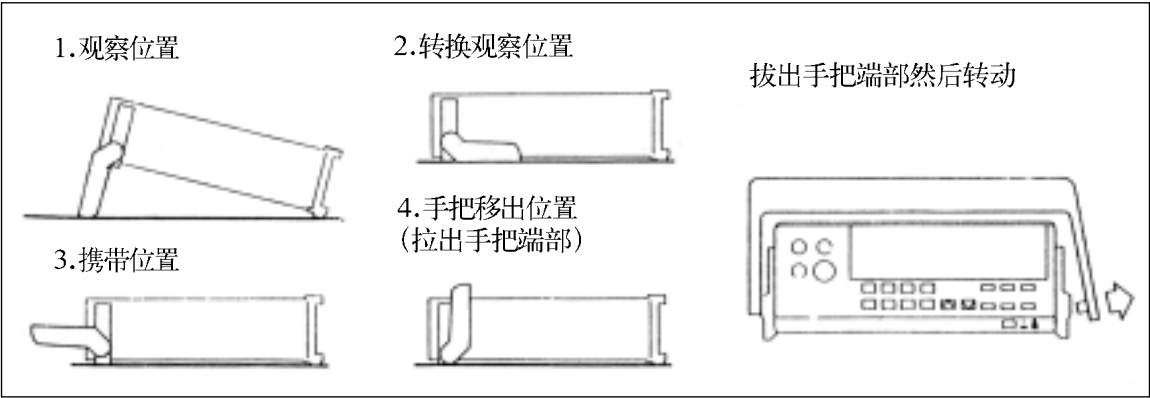


图2-3 手把的调整

4. 电源

警 告

为避免触电，仪器电源线的地线要接大地。

电源线可直接插入后面板上的电源插座中。无须调整,双显表就能在90~264V交流市电电压下工作,电源频率可以在45~440Hz。但是它只能在50/60Hz时才保证满足技术指标。

三、开机

双显表开机时须按下前面板上右下方的绿色“POWER”键。

双显表开机瞬间,第一和第二显示器上的全部字段显示约4秒钟。在此瞬间双显表执行数字电路的自测试。这些测试检查RAM,ROM,A/D,校准和显示。如果显示没有出现错误码,这说明双显表通过了全部测试并准备正常工作。然而,即使发现了错误,双显表也能试探着工作。(参见第六章中的“自测试诊断和错误代码”)。

开机程序正在运行时,如果按下前面板上除□AUTO外的任何按键,全部显示将保持住。当另外的按键被按下时,程序又继续运行。

双显表的开机程序完成之后,它呈现非易失存储器中的开机组态。制造厂设置的开机组态列在表3-13中。(要改变开机组态,参考第三章中“改变开机组态”一节)。

四、按键的使用

用前面板上的按键选择双显表的功能或操作。按键基本操作概述在图2-4中。

按键有三种使用方法:

- 按动单一按键去选择一个功能和操作。例如,按动[V]在第一显示器上选择交流电压。
- 按动一个然后按动另一个按键。例如先按动[V]在第一显示器上选择交流电压,然后按动[DB]选择分贝模式。
- 同时按动多个按键。例如,同时按动[V]和[V],在第一显示器上选择交流加直流电压(计算有效值)。详细的按键使用方法请参考第三章中“从前面板操作双显表”一节。

五、选择测量量程

测量量程在手动量程模式时,由用户手动选择。在自动量程模式时,双显表根据测量读数自动选择适当的量程。

按动[AUTO]键则进入(或退出)手动量程模式。在自动量程模式时,按动  或  则退出自动量程。在手动量程模式时,按动  或  键可升高或降低量程。更多的细节请参考第三章中的“量程”一节。

六、自动选择输入端

在自动量程模式,如果双显表开始测量电流,(直流或交流),并且在100mA输入端没有输入,双显表会自动地在100mA和10A输入端之间自动切换对信号进行探查。前面板上的显示指示出双显表是在mA量程。同时双显表正在致力于寻找准确的电流输入端。

当电流信号在输入端之一被检测到时,双显表就将测量结果显示出来。如果两个输入端上都没有电流输入,双显表就在mA输入端上进行测量。

双显表在手动量程模式时,自动选择输入端的功能不起作用。这时可用  或  键去选择适当的输入端和量程。

七、执行一些基本测量

警 告

使用双显表之前请先阅读“多用表安全规定”

下面叙述从前面板进行一些基本测量步骤。这些步骤是为那些既想尽快使用双显表又不便阅读全部手册的用户准备的。但是，为了发挥双显表的全部优势，今后仍应当仔细地完整地阅读本手册的其余部分。

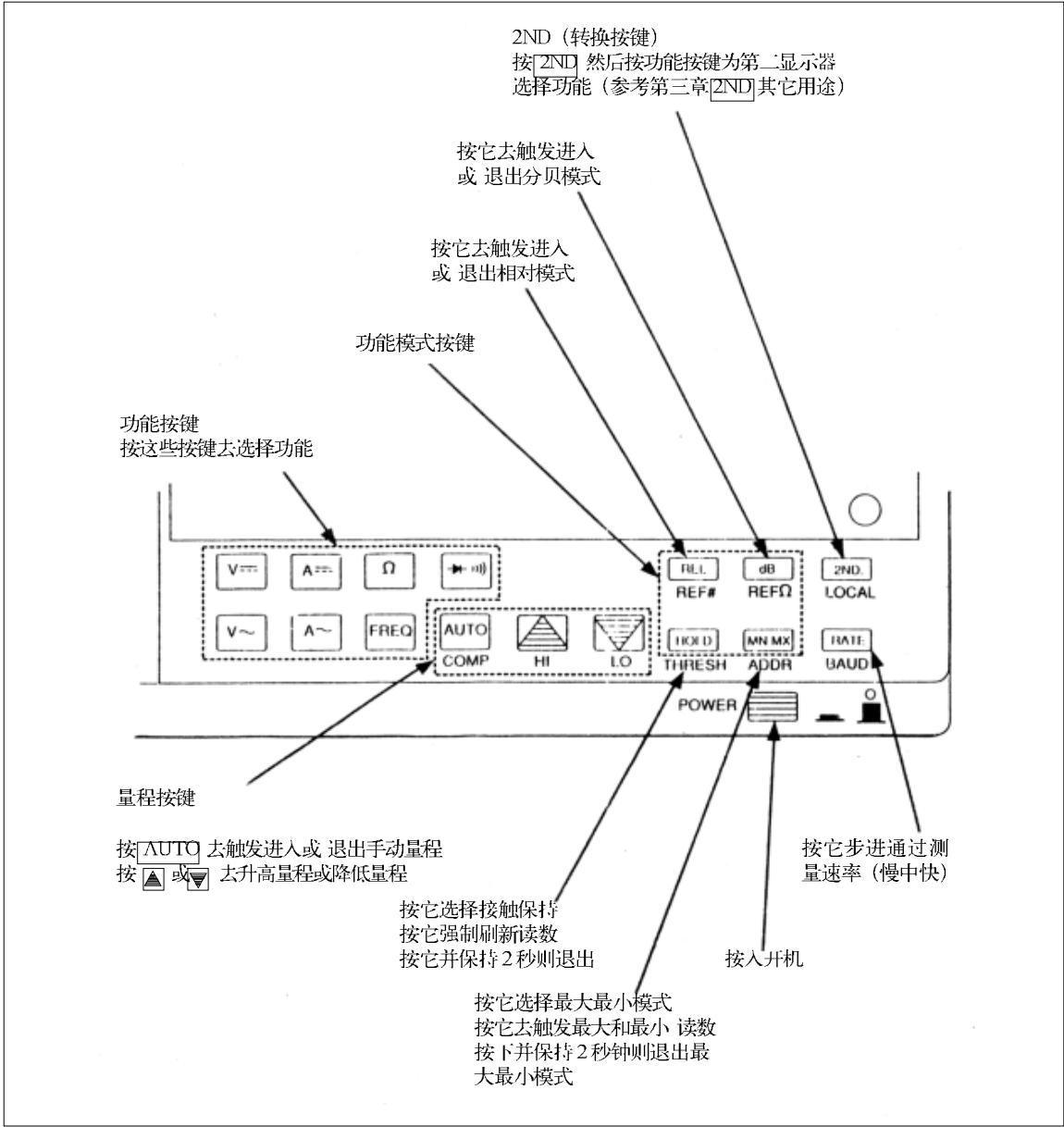


图2-4 按键基本操作概述

警 告

为避免触电或损坏双显表，在任何输入端与地之间所加电压不得高于1000v（峰值）。双显表的过载极限列在表 3-1 中。超出这些极限会对双显表和操作者构成危险。

1. 测量电压、电阻或频率

测量电压、电阻或频率时，根据需要按动相应的按键，并按图2-5连接测试线。在自动量程模式，双显表将自动地选择适当的量程，而且显示器上将指示出测量单位。

注：当测量1000V直流高压后若立即进行1到10 μ V分辨力的低压测量时，会产生误差。应当间隔两分钟之后再测低电压

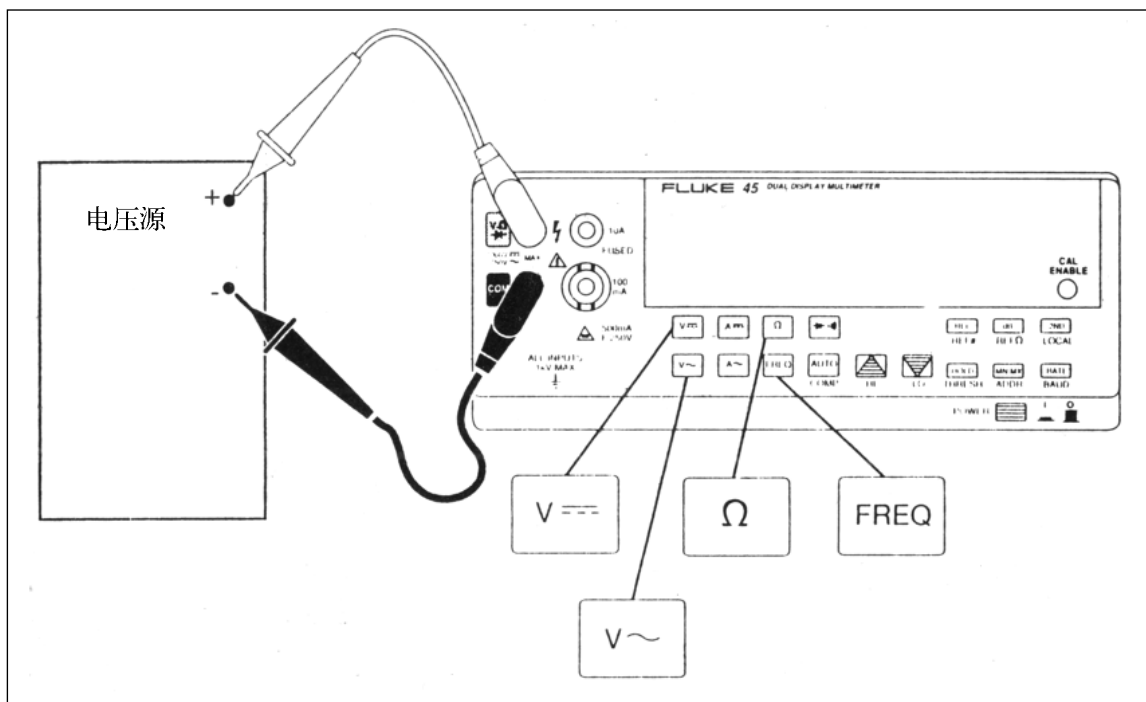


图2-5 测量电压、电阻或频率

2. 测量电流

测量100mA以下的电流时，测试线应插入100mA输入端。测大电流则插入10A输入端。按 $\boxed{A \equiv}$ 或 $\boxed{A \sim}$ 键，并按图2-6所示连接测试线，执行下述步骤

- ①. 关闭被测电路电源。
- ②. 断开被测电路(在地线一边断开，以减少共模电压)，并把表串接在断点之间。(测量电流时若不断开被测电路必须用电流钳测量)。
- ③. 接通被测电路电源，并读显示器。双显表将自动选择适当的量程，显示器上指示出测量值的单位。
- ④. 关闭被测电路电源，把双显示表从测试电路断开。

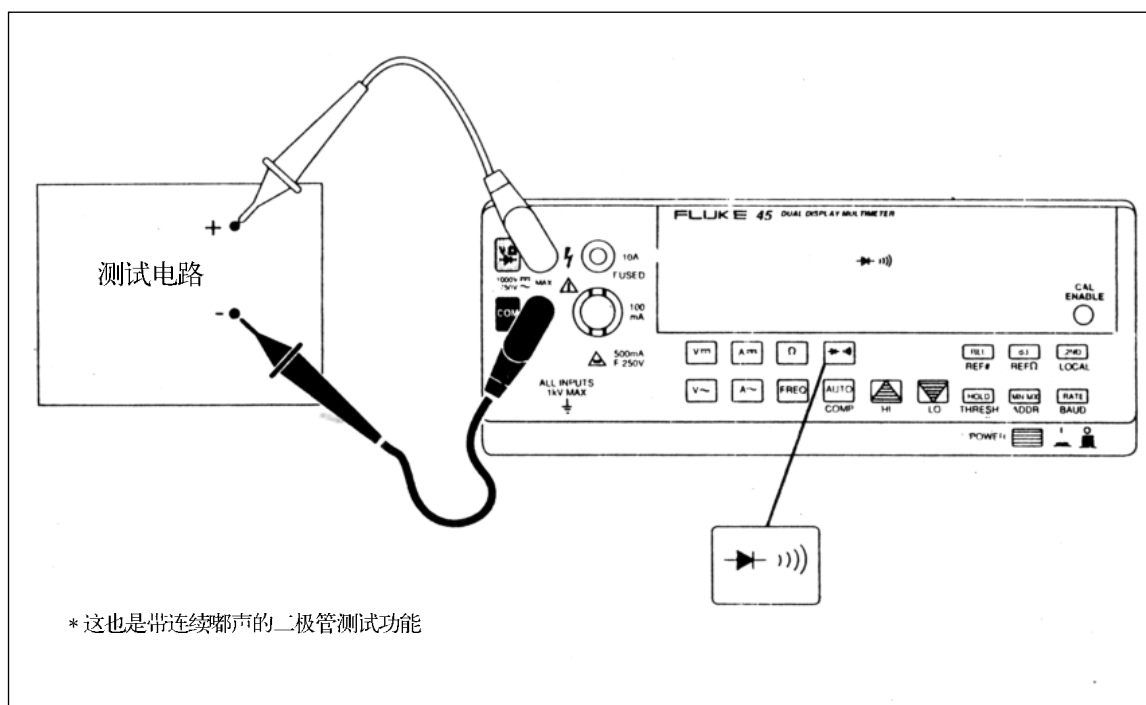
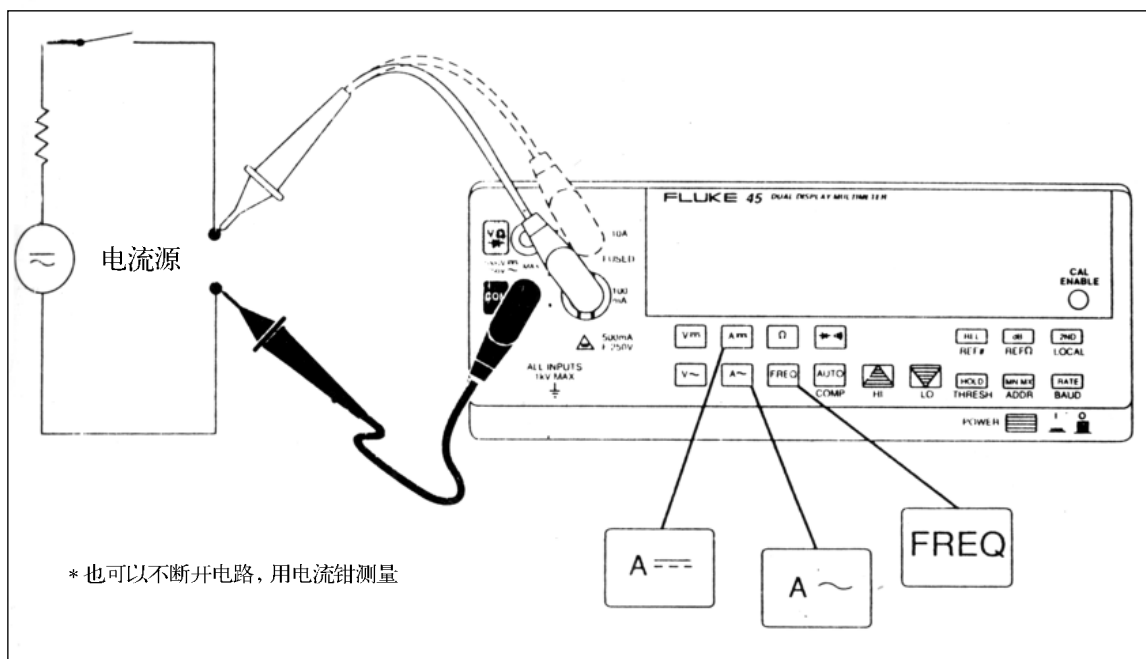
注：在用10A输入端测量大电流时会产生热势，随后即测量低量程(高灵敏度)的直流电压、电流或电阻时会引入误差。测完大电流后要等待10分钟后再进行精密测量，以使热量散失。

3. 二极管/连续性测试

二极管和连续性测试是用带连续“嘟”声的二极管测试功能，执行通或断的测试。

连续性测试能确定一个电路是否正常(即电阻大约低于30 Ω)。双显表能发现连续测试中的间断。如50 μ s的短暂间断。连续性测试不能在第二显示器上选取。

进行连续性测试时按 $\boxed{\rightarrow \parallel}$ 键，并如图2-7所示去连接测试线。当输入跌落到低于+0.8V时(约为1k Ω)喇叭发出“嘟嘟”声；当输入低于+25mV时(约为30 Ω)发出连续声。



二极管测试用来测量一个半导体结（或一组结）通过约0.7mA时的正向电压，在中速或快速测量时，读数在3V量程上显示。电压超过2.5V时显示“OL”。如果在低速时测量二极管，读数则在1000mV（1V）量程上以毫伏显示。

执行一个二极管式晶体管结测试时，按  键以选择二极管/连续性功能。（每按  键可通断连续性喇叭）。然后用测试导线跨接二极管如图2-8所示。注意测试导线如何放置，颠倒极性将使二极管偏置相反。

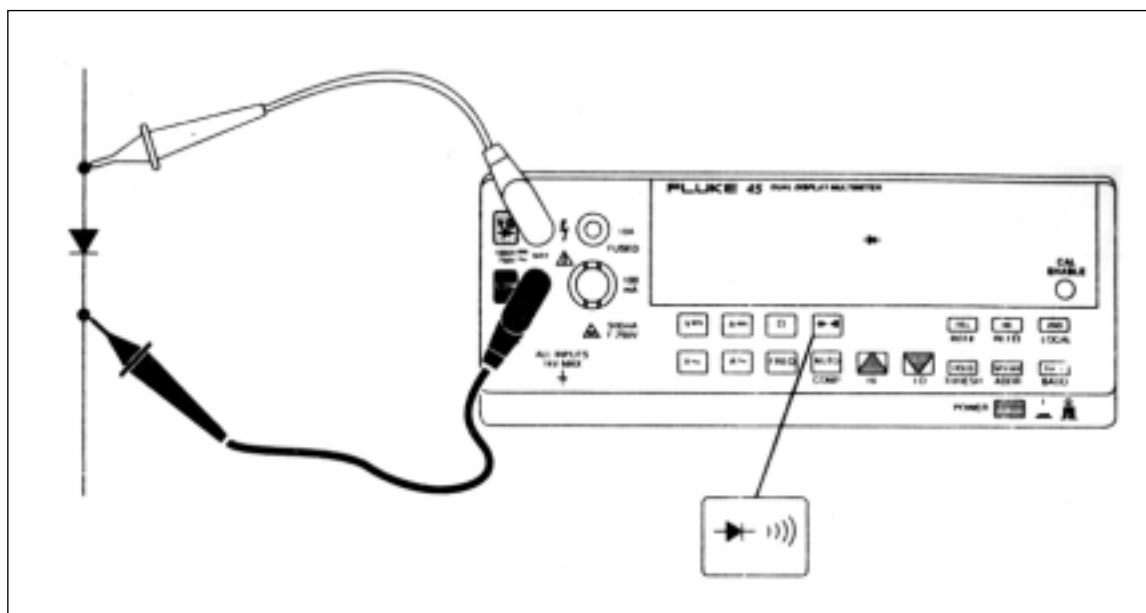


图2-8 二极管测试

八、用电池（选件）操作双显表

双显表可由8V的铅——酸蓄电池供电。电池组件由电池、电池夹子和电池充电器组成。电池可复充电，不需维护，工作环境温度在0~50℃。技术指标见附录A。

电池标称工作时间为8小时。当电池寿命低于半小时时，信号器  接通。如果  发光，您又关了双显表，您必须等待5秒钟后再开机，否则双显表电源不接通。

为保持电池充满电（以便尽力延长电池寿命）在双显表用电池工作之后，需要再充电。把双显表电源线插入电网电源，并把双显表的开关关掉，电池就开始充电了。用关掉的双显表给完全放电的电池充电大约需要16个小时充满。

保持电池充满电，双显表要长时间接在电网电源中。电源电压超过电池充电范围时，您必须断开电网连接。存贮电池的时间不要超过电池完全放电周期。电池要充满电再存贮。已装有电池的双显表长时间存贮后要先充满电再使用。

九、装入仪器架

你可以用M00-200-634装架工具把双显表固定在标准的19英寸支架中。手把能转入后框内，以便少占用支架空间。

安装装架工具请参考提供的原文说明书。

第三章 从前面板操作双显表

一、引言

第三章说明如何从前面板操作双显表,参照第四章关于双显表应用的详细资料及第五章如何使用计算机接口(RS-232或IEEE-488)操作双显表的说明。

二、前面板操作

前面板能进行下述操作:

- 为第一和第二显示器选择测量功能(直流电压,交流电压,直流电流,交流电流,电阻,频率和二极管/连续性测试)。
 - 执行测量和显示读数。
 - 手动选择第一显示器的测量量程。
 - 选择功能模式,使双显表显示相对读数(REL),最大或最小值(MN MX),分贝(dB),进入保持状态(HOLD),在第一显示器上保持一个读数。
 - 改变测量速率(慢、中、快)。
 - 设置dB参考电阻(REF Ω)。
 - 进行测量并把测量结果与允差范围比较(COMP),显示高于、低于或通过。
 - 用编辑器设置可选项,如输入一个相对基数,或为比较模式(COMP)输入高、低(HI-LO)范围。
 - 计算机接口(RS-232或IEEE-488)组态。
 - 测取音频功率读数。
 - 通过RS-232接口(RS-232只打印模式)发送一个测量结果直接到打印机或终端设备。
- 本章下面叙述这些操作以及其它前面板操作的方法。

三、显示

双显表有两个五位真空荧光管显示器,除显示测量读数外还可显示其它资料。显示器上有许多信号器,指示出测量单位和双显表的工作状态。双显示使您能观察到同一输入信号的两个参数(如交流电压和频率)。测量读数是用交错方式获取和显示的,就是说,输入信号的一个参数被获取并把读数送往一个显示器后,再去测取这个信号的另一个参数,并把读数送往另一个显示器。(更多的细节请参阅第四章中“怎样用双显表做双显示测量”一节)。

当测量超过直流1000V或交流750V的最大额定输入时,显示器就要闪烁。如果输入值超过量程的满度值时,则显示出过载信号(OL)

1. 第一显示器

第一显示器(见图3-1)包含有较多的位数和信号器(见图3-2),它设置在前面板的左边。相对(REL)最小最大(MN MX),保持(HOLD)或分贝(dB)等功能模式的读数只能在第一显示器上显示。

2. 第二显示器

第二显示器在双显示器的右边。它的设置比第一显示器少。(见图3-3)。

按动 $\square 2ND$ 键便可打开或关闭第二显示器。当第二显示器被打开,但是还没有选定功能时,上边显示一串五个长划。

打开第二显示器后,用功能按键(白色)为第二显示器选择测量功能,这时第一显示器中的读数不受影响。当第二显示器工作时,再按动任何一个功能按键都会关闭第二显示器,并且第一显示器上选择了那个按键的功能。为了不影响第一显示器,想关闭第二显示器时,可以按动两次 $\square 2ND$ 键。

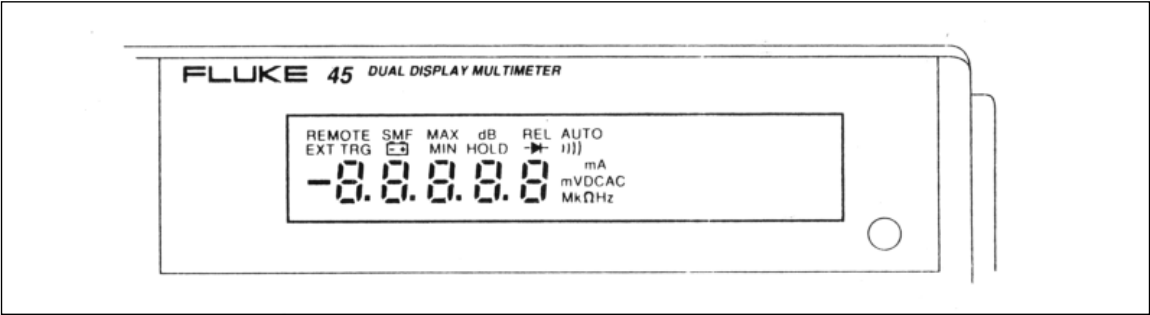


图3-1 第一显示器

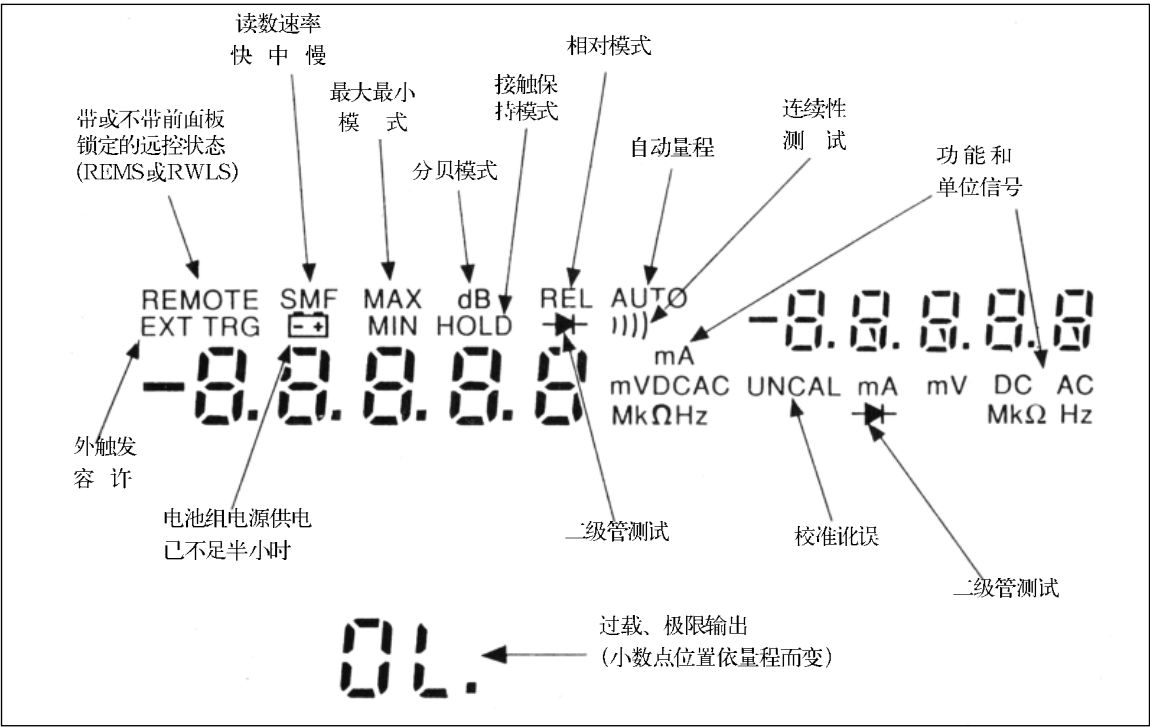


图3-2 显示器上的信号器

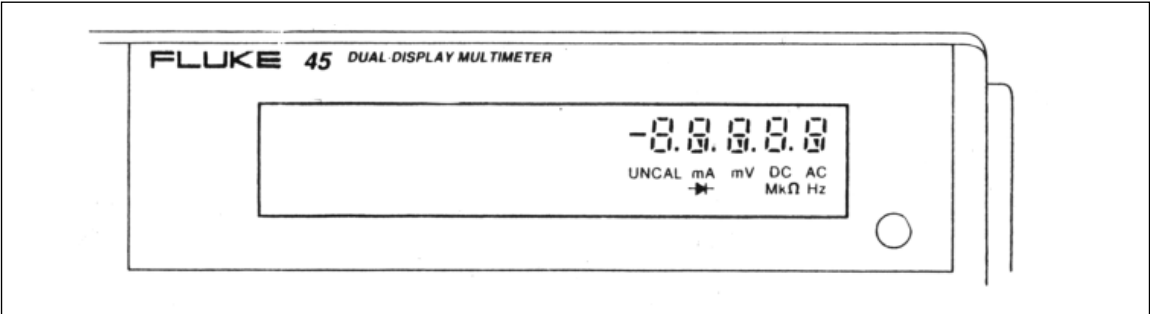


图3-3 第二显示器

注: 如果在选择第二显示器功能时您按下  键,第二显示器只显示二极管测试的电压读数,连续性测试只能由第一显示器选择。

第二显示器既不能选择功能模式(REL, dB, HOLO和MN MX)也不能选择手动量程模式。第二显示器总是处于自动量程模式。

译者注:

①.欲改变第二显示器的功能,又不能影响第一显示器时,可先按一次  键,这时第二显示器退出原来选定的功能,出现五个长划,再按动你需要的功能键,就可以为第二显示器选择新功能,又不影响第一显示器。

②.当为第一显示器设置功能时,第一次按动  键,第一显示器进入连续性测试功能,再按动  键,第一显示器进入二极管测试功能。以后每按动一次  键,均在连续性测试和二极管测试两个功能之间切换。

③.当为第二显示器设置功能时,按动  键只能选择二极管测试功能,而没有连续性测试功能。

四、输入端

双显表的输入端设置在前面板的左边。见图3-4。

双显表输入极限列在表3-1中,为避免双显表过载,使用中不要超过这些极限。超过这些极限,对双显表和操作者都会有危险。

表3-1 输入极限

功 能	输入端	最大输入
V=	V_{Ω}  和COM	1000Vdc。
V~和FREQ	V_{Ω}  和COM	750Vrms,1000V peak,常模 2×10^7 V-Hz共模 1×10^6 V-Hz (取二者中的低者)
mA 和FREQ	100mA 和COM	300mAdc或ac rms。
A~和FREQ	10A 和COM	10Adc 或ac rms(或最长测量30秒钟的20Adc及ac rms)。
Ω 	V_{Ω}  和COM	在满量程为500Vdc或ac rms
	V_{Ω}  和COM	500Vdc或ac rms。
所有功能	任何输入端对地	1000Vdc或ac peak。

五、选择一个测量功能

按动图3-5中的功能按键(白色)去选择一个测量功能。同时按动  和  或  和  选择ac+dc的总有效值读数。

当你选中一个功能时,相应的信号器接通,指示出所选的功能。当第二显示器正在显示读数时,若按动功能按键可使第二显示器关闭。

量程划分和满度值列在下面几个表中: 电压,在表3-2中; 电流,在表3-3中; 欧姆,在表3-4中; 频率,在表3-5中。

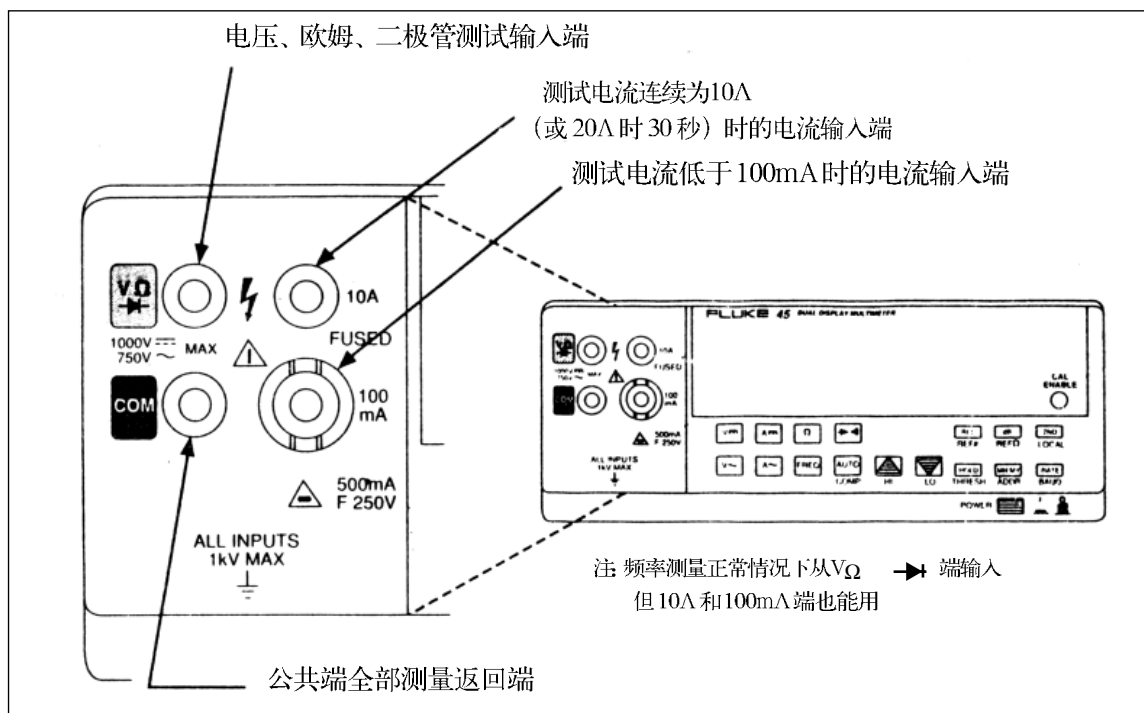


图3-4 输入端

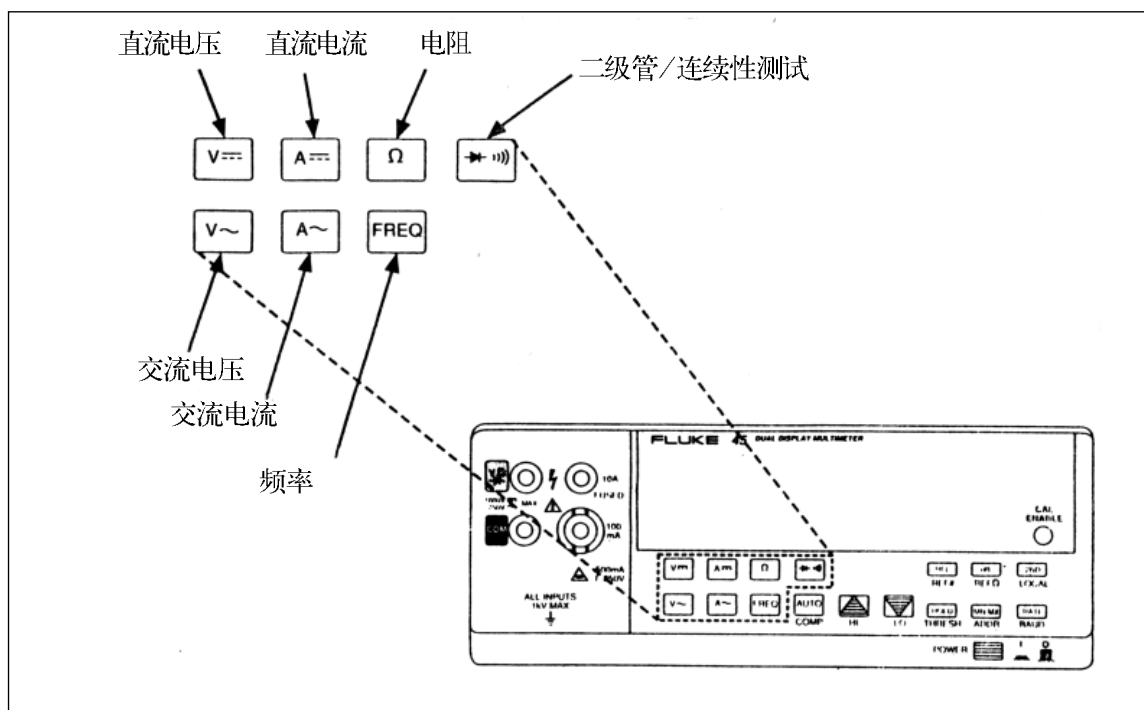


图3-5 功能选择按键

表3-2 电压量程和满度值

快读数速率		中读数速率		慢读数速率	
量程	满度	量程	满度	量程	满度
300mV	300.0mV	300mV	300.00mV	100mV	99.999mV
3V	3.000V	3V	3.0000V	1000mV	999.99mV
30V	30.000V	30V	30.000V	10V	9.9999V
300V	300.0V	300V	300.00V	100V	99.999V
1000V*	1000V*	1000V*	1000.0V*	1000V*	999.99V

* 对交流为 750V

表3-3 电流量程和满度值

快读数速率		中读数速率		慢读数速率	
量程	满度	量程	满度	量程	满度
30mV	30.00mA	30mA	30.000mA	10mA	9.9999A
100mA	100.0mA	100mA	100.00mA	100mA	99.999A
10A	10.00A	10A	10.000A	10A	9.9999A

* 可测连续时间不超过 30 秒钟的 20A 电流

表3-4 欧姆量程和满度值

快读数速率		中读数速率		慢读数速率	
量程	满度	量程	满度	量程	满度
300 Ω	300.0 Ω	300 Ω	300.00 Ω	100 Ω	98.000 Ω
3k Ω	3.000k Ω	3k Ω	3.0000k Ω	1000 Ω	980.00 Ω
30k Ω	30.00k Ω	30k Ω	30.000k Ω	10k Ω	9.8000k Ω
300k Ω	300.0k Ω	300k Ω	300.00k Ω	100k Ω	98.000k Ω
3M Ω	3.000M Ω	3M Ω	3.0000M Ω	1000k Ω	980.00k Ω
30M Ω	30.00M Ω	30M Ω	30.000M Ω	10M Ω	9.8000M Ω
300M Ω	300M Ω	300M Ω	300.0M Ω	100M Ω	98.0M Ω **

* 典型值

**由于测量电阻方法的原因, 100M Ω (慢速)和300 M Ω (中速和快速)量程分别能够测量低到3.125 M Ω 和20M Ω , 电阻低于这些额定值时, 显示器上出现“UL”(欠载)而且计算机接口送出字符“+1E-9”。

表3-5 频率量程和满度值(慢速和中速*)

量 程	满 度
1000Hz	999.99Hz
10kHz	9.9999kHz
100kHz	99.999kHz
1000kHz	999.99kHz
1MHz	9.9999MHz

* 在快读数速率时, 分辨力少一位。

六、量程(**AUTO**, **▲**, **▼**)

用按键**AUTO**, **▲** 和 **▼** 进行量程选择(见图3-6)。

1. 自动量程

双显表处于自动量程模式时,信号器 **AUTO** 发光。

在自动量程模式,当读数大于满度时,双显表自动地选择下一个较高的量程。如果没有较高的量程可选,在第一或第二显示器上出现“OL”(过载)。当读数低到约为满度9%时,双显表自动地选择较低量程。

2. 手动量程

按动**AUTO** 键或进入或退出手动量程。当进入手动量程模式时,原来所在的量程变成当前所选量程。

在手动量程模式,双显表不管输入如何,总是保持在所选量程。按 **AUTO** 键可以回到自动量程模式。手动量程模式只能在第一显示器上选取,而第二显示器上总是处于自动量程模式。

按动**▲** 键升高量程。当双显表仍处在自动量程时,按动 **▲** 键就进入了手动量程, **AUTO** 信号器关闭,并且进入下一个较高的量程(在有较高的量程时)。

按动**▼** 键降低量程。当双显表仍处在自动量程时,按动 **▼** 键就进入了手动量程, **AUTO** 信号器关闭,并且进入下一个较低量程(当然是在有较低量程情况下)。

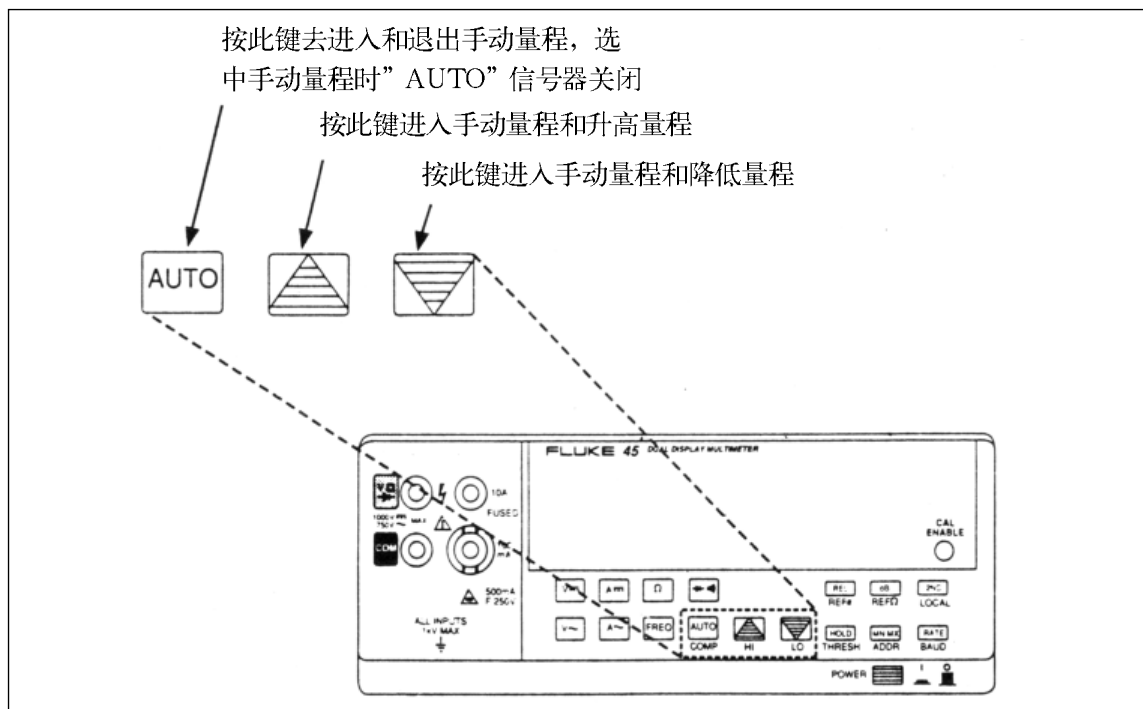


图3-6 量程选择按键

七、频率测量(**FREQ**)

1、频率测量的量程

选择频率功能的同时也就进入了自动量程,因此,频率测量 总是用最佳分辨率来显示。

自动量程的测量范围是5 Hz ~ 1MHz。实际可测频率高于1MHz,但是不给技术指标。

如果在第一显示器上选择了频率功能,可以按动 $\blacktriangle$ 或 $\blacktriangledown$ 键使其退出自动量程模式,进入手动量程,即手动选择频率量程。当测量的频率超过所选量程满度值时,显示“OL”(过载)。频率量程和满度值见表3-5。

在第二显示器上只有自动量程模式,不能手动选择频率量程。

2、频率测量的速率

频率测量速率是被测频率的因数(见表3-6)。

当选中频率测量功能时,按 $\boxed{\text{RATE}}$ 键并不影响测量速率。

表3-6 频率测量速率

频 率	读数速率
$> 150\text{Hz}$	1.8/秒
在 100Hz	1.6/秒
在 60Hz	1.3/秒
在 15Hz	1/1.2秒
在 10Hz	1/1.7秒
在 5Hz	1/3.2秒

3、在 100mA 和 10A 输入端上测量电流频率

测量频率由双显表的交流输入电路执行,通常在 V_{Ω} $\rightarrow$ 输入端上采样。双显表也可以测量输入电流的频率,但是,交流电流幅度要在第一显示器上显示,而频率必须在第二显示器上显示。

当第一显示器选中 mA 量程,而第二显示器选中频率功能时,测量频率是在 100mA 输入端上采样。同样,当第一显示器选中 10A 量程,而第二显示器选择了频率功能 时,电流频率测量是在 10A 输入端采样。

4、频率测量的灵敏度选择

频率测量开始以前,先对输入信号的幅度采样,并且自动选择最佳测量量程,以最好的灵敏度去获取稳定的频率读数,用户不必为此担心。

然而,如果有必要,频率测量的灵敏度也可以手动选择,在这种情况下双显示使用方法如下:

- ①,开机,按动 $\boxed{V\sim}$ 或 $\boxed{A\sim}$ 键,在第一显示器上选择交流电压或电流功能。
- ②,按动 $\boxed{\text{AUTO}}$, $\blacktriangle$ 或 $\blacktriangledown$,手动选择一个测量量程。
- ③,先按动 $\boxed{2\text{ND}}$ 键,然后再按动 $\boxed{\text{FREQ}}$ 键,在第二显示器上选择频率功能。

这时第二显示器上的频率测量都在第一显示器所选的交流量程中测取。

在各交流量程上能获得可靠的频率测量读数的最大输入电压列于表3-7中。

能得到稳定的频率测量结果的最小输入信号依照被测频率和波形而有变化。

表3-7 频率测量的最大正弦波输入

量 程	最大输入电压
300mV	1Vrms
3V	6Vrms
30V	60Vrms
300V	750Vrms
750V	750Vrms

附录 A 中频率技术指标下边的表中列出了输入信号的灵敏度。

这些值是在正弦波形基础上得出的,对于较低波峰因数的输入信号,电平还要增大。(波峰因数是波形的峰值电压对真有效值电压之比)。如果输入信号低于要求的电平,频率将显示为零。如果测量是不稳定的,那是输入信号电压已接近门限电平的缘故。

八、选择功能模式

功能模式(见图3-7)使双显表在显示读数之前对输入进行处理(例如,变换成分贝或与另一个值做比较)。功能模式可以组合使用(见本章后边“功能模式的联合使用”一节)。

使用功能模式的方法是:先按动一个功能按键选取第一功能,然后按动一个(或几个)功能模式按键。功能模式只能在第一显示器上选用。

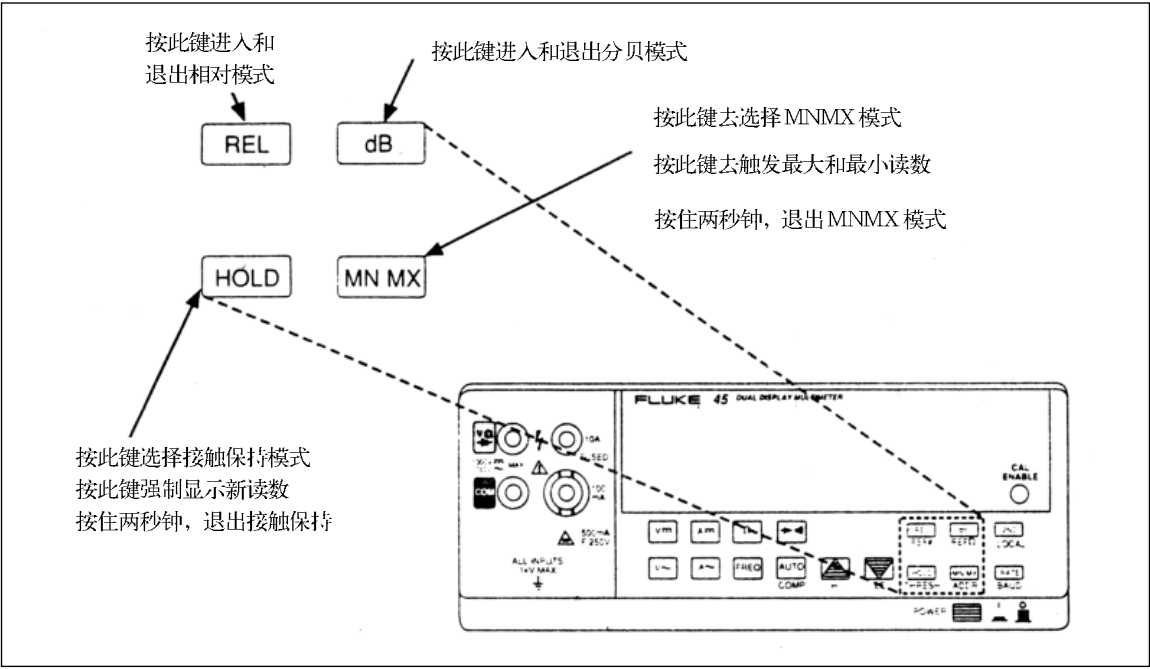


图3-7 功能模式选择按键

1、REL(相对读数)模式

相对模式(REL)被选中时,第一显示器上的读数总是表示出测量的输入值与相对基数之差。例如,如果相对基数是15.000V,而当前测得的输入值是14.100V,则显示的是其差-0.900。

警告

记住,相对读数不能用于指示在输入端或测试线上存在的危险电压。要小心使用,避免触电或损坏双显表。

按动[REL]键可以进入或退出相对模式。当选中相对模式时,显示器上最后的有效读数被当做相对基数存贮起来,第一显示器的显示变为零。同时,第一显示器上还显示“REL”。(第二显示器不受影响)。相对基数还可以用数字编辑器去设置。其说明在本章后边“使用数字编辑器”一节中。

注:如果显示器显示“OL”或消隐时,不能选中相对模式。(例如,因为外触发或量程变换而使显

示消隐)。

选定了相对模式 (REL) 则关闭自动量程, 而且锁定在当前所在量程中。因此, 在选择相对模式之前, 一定要使双显表处于你所需要的量程之中。在相对模式选中后。如果再按动  或  键, 双显表就自动退出相对模式。

当处于相对模式时, 按住 **2ND** (不要放开), 再按动 **REL** 键, 第二显示器上将显示相对基数。按住 **2ND** 键, 再按动 **REL** 键, 则可关闭这一基数显示。

2、dB (分贝和音频功率) 模式

分贝测量使电压测量结果变换为dBm (相对于 1 毫瓦的分贝测量), 并且在第一显示器上显示结果。

按动 **dB** 键可以进入或退出分贝模式。选中分贝模式时, 第一显示器上显示 “dB”。

只有第一显示器上选择了电压功能 (交流电压, 直流电压或交流加直流电压) 才能选中dB测量。分贝测量总是单一显示的, 用固定量程其分辨力固定为0.01 dB 而其基本测量的本身 (如交流电压) 仍是自动量程。

电压测量的结果, 用下式换算为dBm:

$$dBm = 10 * \log_{10} (1000 * [测量值]^2 / 参考电阻)$$

式中的“测量值”是测量结果的数值。参考电阻可以用选项编辑器设置, 参考电阻值可以选择表 3 - 8 中所列 21 个参考电阻中的任何一个。详细说明请参考本章后边 “使用选项编辑器” 一节。

图3-8 以欧姆为单位的参考电阻

8000	300	93
1200	250	75
1000 **	150	50
900	135	16*
800	125	8*
600	124	4*
500	110	2*

* 测量音频功率可用的电阻值

* * 电压信号器发光

按动 **2ND** 键然后按动 **dB (REFΩ)** 键便可查找表中所列的参考电阻。这时, 目前所选参考电阻和dB、Ω信号器一起发光, 按动  和  键去向上或向下卷动电阻值选出想要的值, 然后按动 **AUTO** 键选定这个参考电阻, 并使第一显示器回到测量功能。如果不想选择新值, 按动任何功能键 (白色) 或功能模式键 (浅灰色, 在前面板右下方) 则可退出选参考电阻操作。

把dB的参考电阻设置在16、8、4或2欧姆, 可以用双显表去计算音频功率。参考电阻设置在16、8、4或2欧姆之后, 按动两次 **dB** 键去选取音频功率模式。第二显示器将显示 “POWER”。

音频功率用下面的方程式计算:

$$音频功率 = (电压)^2 / 参考电阻值$$

式内 “电压” 是测量结果的数值。

3、HOLD (保持) 模式

保持模式使你在进行测量时能保持显示器上的测量结果。这个特性在困难或危险情况时特别有用。比如, 你的眼睛先要去注意观察容易出危险的探头, 在小心地取样之后, 取下探头, 再回头来看读数。

当双显表检测到一个新的稳定读数时，会发出嘟声，而且显示器会自动显示出此读数。

按动 **[HOLD]** 键选择保持模式。当保持模式选中时，第一显示器上的“HOLD”信号器发光。在保持模式中，每按动一次 **[HOLD]** 键，就显示一个新的读数。按住 **[HOLD]** 键并保持2秒钟，即可退出保持模式。

在自动量程模式时选择了保持，仍然处于自动量程，双显表会自动选择正确的量程。如果在手动量程模式时选择了保持，就带着原来所在的（固定的）量程进入保持状态。

保持模式可以和最大最小（MN/MX）模式联合使用，可以保持检测到的最大，最小值，只有在检测到新的最大，最小值时才刷新原来的值。在保持模式，按住 **[HOLD]** 键低于两秒钟可强制显示器刷新。

双显表可以从三个保持灵敏度级别中进行选择，使得测量值被检测到时，有足够的稳定性被捕捉到和显示出来：

- 级别1 非常稳定的输入
- 级别2 稳定的输入
- 级别3 较不稳定的输入

改变级别的方法：按动 **[2ND]** 键，然后按动 **[HOLD]** 键，数字“1”，“2”或“3”出现在第一显示器上，按动 **▲** 键或 **▼** 键步进到想要的灵敏度级别，再按动 **[AUTO]** 键设定这一级别，并且使第一显示器复原。如果你不想改变灵敏度级别，按动除 **[AUTO]**，**▲**或 **▼** 以外的任何按键就可以恢复为原有的显示。

4、MN/MX（最小最大）模式

MN/MX模式使双显表存贮自MN/MX模式选中以来测到的最小和最大输入值。

按动 **[MN/MX]** 键选择MN/MX模式。当第一次选择 MN/MX 模式时，就把当时第一显示器上所显示的读数设置为最小和最大值，而且“MIN”信号器发亮。再次按动 **[MN/MX]** 键，则显示最大读数（而且“MAX”信号器发亮）。以后每次按动 **[MN/MX]** 键则轮流显示最小和最大测量值。按住 **[MN/MX]** 键长达2秒钟则退出MN/MX模式。

选择了MN/MX模式就关闭了自动量程，而且锁定在当时的量程上。因此，在选择MN/MX模式之前一定要使双显表处于你所需要的量程上。在MN/MX模式选中后，如果在按 **▲**或 **▼** 键，双显表就自动退出MN/MX模式。

在不必重新调出最大最小值而要观察正在测量的量值时，可以使用第二显示器。方法是先按动 **[2ND]** 键，在选择与第一显示器所选的同一测量功能。

九、功能模式的联合使用

双显表允许你同时使用多个功能模式(dB,REL,HOLD,MN/MX)。所选功能模式在下述顺序中赋值：HOLD,dB ,MN/MX和REL。就是说，双显表先注意保持的稳定测量结果，然后把它转换为分贝，如果这测量结果是新的最大值或最小值时，存贮起来并且从测量结果中减去相对基数。

使用多个功能模式时，选择模式的顺序是重要的。例如，当你处于MN/MX模式中时，按动 **[REL]** 键，最大值和最小值之一（它们总是当前显示值）成为相对基数，再按动 **[MN/MX]** 键，是使双显表显示出最大和最小值间的差额。在另一种情况下，当你处于REL模式中时，按动 **[MN/MX]** 键，双显表显示出相对基数与最大或最小值（取决于谁被显示）之差。

十、选择一个测量速率(RATE)

双显表有三种可供用户选择的速率：慢、中、快。可选速率使你能对影响准确度的两个因素——测量速度和噪声抑制取得最佳配合。见表(3—9)。所选速率在第一显示器上“S”，“M”，“F”表示（分别指慢速、中速和快速）。

按动位于前面板右下角的 [RATE] 键可以逐步通过各测量速率。选择速率适用于除频率以外的全部基本测量。(在频率测量时,速率是随被测频率而变的[见表3-6]而且按下 [RATE] 键并不影响用被测频率控制测量速率)。

表3-9 单一测量功能的测量速率

测量速率	位 数	显 示 数	每秒测量结果
慢	5	99.999*	$2\frac{1}{2}$
中	$4\frac{1}{2}$	30.000	5
快	$3\frac{1}{2}$	3.000	20

* 除欧姆外的全部功能和量程显示到99999,欧姆显示到97000(典型值)。

十一、使用[2ND]键

按动 [2ND] 键(位于前面板右下方)使得下一个键按下时执行第二级操作。

第二级操作能用下述方法选择:

- 按动[2ND] 键然后按动另一个按键(或几个按键)。
- 按住[2ND] 键并保持住,在按另一个键。

第二级操作的名称蚀刻在按键下方的前面板上。而在表 3-10 中是写在括号里的,(双显表只在 REMS 方式中[前面板不封锁的远地操作]才能使 LOCAL(本地)功能与 2ND 键联合操作。详见第五章中的表5-16)

图3-10 [2ND]按键的操作

按 键	作 用
[2ND]然后[V~]	在第二显示器上显示交流电压 读数。
[2ND]然后[V≡]	在第二显示器上显示直流电压 读数。
[2ND]然后[V~]和[V≡]同时	在第二显示器上显示交流电压加直流电压的计算有效值 读数。。
[2ND]然后[A~]	在第二显示器上显示交流电流读数。
[2ND]然后[A≡]	在第二显示器上显示直流电流读数。
[2ND]然后[A~]和[A≡]同时	在第二显示器上显示交流加直流电流的计算有效值读数。
[2ND]然后[Ω]	在第二显示器上显示欧姆读数。
[2ND]然后[FREQ]	在第二显示器上显示 Hz 读数。
[2ND]然后[→)]]	在第二显示器上显示二极管测试读数。
[2ND]然后[AUTO](COMP)	在第一显示器上是比较模式(见本 章下边“使用比较功能”)

续上表

2ND 然后 ▼ (LO)	编辑比较模式的低点(见本章下边的“使用比较功能”)。
2ND 然后 ▲ (HI)	编辑比较模式的高点(见本章下边的“使用比较功能”)。
2ND 和 ▼ (LO)	把第一显示器上的值做为比较模式的低点。(见本章下边“使用比较功能”)。
2ND 和 ▲ (HI)	把第一显示器上的值做为比较模式的高点。(见本章下边“使用比较功能”)。
2ND 然后 REL (REF#)	编辑相对基数。(见本章下边的“使用选项表和数字编辑器”)。
2ND 和 REL	在第二显示器上显示相对基数。
2ND 然后 HOLD (THRESH)	选择“保持”的灵敏度级别。
2ND 然后 dB (REF Ω)	选择dB参考电阻。
2ND 然后 MN/MX (ADDR)	为IEEE-488操作选择计算机接口地址或RS-232只打印速率(见第五章中“RS-232只打印模式”一节)。
2ND 然后 RATE (BAUD)	选择RS-232波特率或显示“IEEE”表示使已安装好的IEEE-488接口赋能。
2ND 然后 2ND	关闭第二显示器,使留下的第一显示器不受影响。
2ND 和 AUTO	将双显表现在的工作状态存贮为开机组态(见本章下边的“改变开机组态”一节)。
2ND 和 RATE	显示软件版本。

十二、使用比较功能 (COMP)

比较功能 (COMP) 提供了一种简易的方法,以便判断读数是否落入设定值的范围之中。在比较模式中,双显表在第一显示器上显示读数,而在第二显示器上指示出读数所落入的范围:比指定范围低 (LO);比指定范围高 (HI);或在所选定的范围之内 (PASS)。

比较功能可以与任何其它功能模式一起使用—例如,REL, MN/MX, HOLD 或 dB。

选择比较功能之前,要设置容差范围的高点和低点,读数将与它比较。这可用三种方法操作:

- 按住**2ND** 然后按动**▲** (HI)或**▼** (LO)中的一个,就把当前显示的读数设置为高或低比较点。如果这时第一显示器的显示消隐了,双显表就发出一声“嘟”,而且设置的高或低点值仍就保持不变。

或者用：

● 用数字编辑器，在本章后边“用数字编辑器”中有说明。（在进入数字编辑器之前，一定要使双显表处于你所需要的量程）。

小数点和输入范围是根据编辑器所在的量程而被固定的。

或者用：

● 用计算机接口指令COMP HI或COMP LO远控设置高或低比较点。（请参考第五章和表5-13）

按动[2ND] 然后按动[AUTO] (COMP) 便进入比较功能。当第一次选中比较功能时，接触保持 (Touch Hold) 也被选中 (“HOLD”信号灯亮)。在测到一个稳定值以前，第二显示器上显示两个长划。一旦发现了稳定值，双显表发出一声“嘟”。同时读数显示在第一显示器上，第二显示器则显示“HI”，“LO”或“PASS”。如果这值是 HI 或 LO，双显表发出第二个“嘟”声。（如果读数接近零，第二显示器上显示两个长划）

按住[HOLD] 键并保持 1 秒钟，可以关闭接触保持功能。当获得新的读数而刷新第二显示器时，双显表不再发出“嘟”声。

十三、选项和数字编辑器

从前面板可以调用两个编辑器：

- “选项编辑器”，使你可以去卷动选项表和进行选择。
- “数字编辑器”，使你可以编辑或打入所需要的参数值。

“编辑”在第一显示器上执行。当调用任何一个编辑器时，双显表即中断正常工作。

双显表在编辑操作期间，如果接到计算机接口指令，编辑工作立即结束。双显表回到正常工作状态。已经编完的项目并不受影响。

1、使用选项编辑器

使用选项编辑器可以从选项表中选取所需要的项目内容。表3-11概括了通过选项编辑器可做的项目选择。

表3-11 通过选项编辑器可做的选择

设 置	按 键	可选项目	信 号 器
接触 保持灵敏度阈	[2ND]然后 HOLD (THRESH)	“1”(0.3%~0.5%)量程 “2”(1 ~ 2%)量程 “3”(10 ~ 15%)量程	“HOLD”
分贝测量的参考电阻 (用 Ω 表示)	[2ND]然后[dB]	2, 4, 8, 16, 50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150, 250, 300, 500, 600, 800, 900, 1000, 1200, 8000。	“dB” 和 “ Ω ” 当 1000 Ω 时 “V” 也亮
RS-232波特率	[2ND]然后[RATE] (BAUD)	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600。	“bAud”

续上表

设 置	按 键	可选项目	信 号 器
IEEE-488 地址 (IEEE-488 接口已 安装并赋能)	显示奇偶性选项表 响应模式 [2ND]然后[MN-MX] (ADDR)	“E”(偶) “O”(奇) “no” (不检) On 或 off 有效地址在 0 ~ 30 之间	在有奇偶性情况下 “PAR”“Echo”和“On” “OFF” “IEEE”
RS-232只打印模式 速率 (在RS-232接 口已选中时)	[2ND]然后[MN-MX] (ADDR)	1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000, 50000	“PRINT”
触发类型	[AUTO]和 [▼] 同时 按下	1, 2, 3, 4, 5 (见表 5-14)	“tri”

使用选项编辑器步骤如下:

①按动[2ND]

②按动适当的功能模式按键,如表3-11所示,选项编辑器的选项表即被调出。

第一显示器上显示当前所选项目,第二显示器上显示选项表中所列的信号器指示的信号

③按动[▲] 或 [▼] 键向前或向后通过选中的项表。(按住其中一个键2秒钟就引起选项表向某一方向连续卷动)。当逐步通过选项表时,原先所选中的项目用正常亮度(发光)显示,所有其余项目均是暗光显示。当移动到你想选的项目时,按动 [AUTO],这一项就被选中,而且用正常亮度显示出来。

④按动除 [AUTO], [▲] 或 [▼] 以外的任一个按键就中止编辑工作,双显表退出编辑器,并返回到正常操作状态。

例如,欲设置分贝测量的参考电阻为16,操作步骤如下:

①按动[2ND]键,然后按动 [dB]键。

“Ω” “dB” 和参考电阻出现在第一显示器上。

②按动 [▼] 键移动可选项到16(如果原来所选参考电阻比16小,则按动[▲]键)。选中的参考电阻是正常亮度,未选项都是暗光显示。当移动到能测音频功率的参考电阻(16, 8, 4, 2)时,第二显示器上显示出“POWER”。

③当移动到16时,按动 [AUTO] 键,设置dB参考电阻,这时“16”变为正常(发光)亮度,表示它是被选中的值。这一选择将一直保持,直到你再按上述方法去重新设置它。

关闭双显表或双显表开机时按住 [AUTO] 键,可以使双显表复位到开机组态(见本章下边的“改变开机组态”)。

2、使用数字编辑器

使用数字编辑器设置相对基数或比较操作 (COMP) 的低点 (LO) 和高点 (HI), (见本章前边的“使用比较功能”)。

按下述步骤使用数字编辑器:

①、调用需要的数字编辑器,按动 **AUTO** 键,然后按动 **▲**、**▼** 或 **REL**(REL#)键(见表3-12)

表3 -12 选择数字编辑器

按 键	调出的数字编辑器
2ND 然后 ▼ (LO)	比较模式的低点
2ND 然后 ▲ (HI)	比较模式的高点
2ND 然后 REL (REL#)	相对基数

在此之前刚打入的数字（或者，在 REL 功能刚测量的值）最左边位用亮度正常显示，其余位仍是暗显示。（如果数字是负值，负号是暗显示。）有关的信号器发亮，而“EDT”在第二显示器上显示出来。

- ②、按动 **▲** 键使明亮位逐步通过0~9之间各数值,按住 **▲** 键不动0~9之间的数即连续移动。
- 按动**▼** 键选择需要编辑的位,每按动一次**▼** ,使得明亮位(被编辑位)向右移动一位,原选编辑过的位变成暗显示。当最右边的位选择完,再按动 **▼** 键选择符号位。如果符号选为正的,则负号做“明—暗”交替闪烁。如果符号选为负的,则负号是明亮的。按动 **▲**键使符号在正负之间变换。
- ③、在编辑期间,随时可以按动 **AUTO** 键将选定的值贮存起来。
- ④、除 **AUTO** ,**▲** 和**▼** 键之外,按动任何其它按键均可使编辑工作停止,双显表回到正常工作状态。

十四、开机组态

1、制造厂设置的开机组态

双显表接通电源并完成预先安排的程序后即进入开机组态。在制造厂设置的开机组态列于表3-13中。

IEEE-488接口地址、RS-232波特率、奇偶校验、回送和只打印速率等参数设置在反复开关电源循环中保持不变。用户可以通过一定的步骤去重新设置它们。

表3-13 制造厂设置的开机组态

参 数	状 态
功能设置	直流电压
量程模式	自动量程
读数速率	中速 (30000 码, 5 个读数 / 每秒)
接触保持灵敏度级别	级别 “2”(1 ~ 2%量程)
dB 测量的参考电阻	600Ω
比较 (COMP) 模式高 / 低点的值	0
MN MX模式中的最小和最大值	0
相对基数	0
第二显示器的相对基数	0
触发类型	内触发

2、改变开机组态

用户能够改变开机组态，使它更接近用户的实际需要和使用中要优先考虑的因素。

在双显表中存贮开机组态的操作的方法是：按住 **[END]**，再按动 **[AUTO]**，这时双显表的下述参数存入存贮器：

- 在第一显示器上的测量功能和起始量程。
- 在第二显示器上的测量功能和起始量程。
- 在第一显示器上的量程模式(手动量程或自动量程)。
- 测量读数速率(“S”[2.5/秒], “M”[5/秒], “F”[20/秒])。
- 双显示状态(第二显示器开还是关)。
- 选择的任何功能模式彼此之间的组合(“MIN”或“MAX”, HOLD, dB或dB “POWER”, REL和“COMP”等)。
- 接触保持的灵敏度级别(“1”, “2”或“3”)
- dB测量的参考电阻(可选值见表3-8)。
- 在MNMX模式中最后记录的最大和最小值。
- 最后记录的相对基数。
- 在第二显示器上是否显示相对基数。
- 比较模式中最后的HI-LO点设置。
- 触发类型。(供选择的触发类型表5-3中)。
- 回送(通或断)。

欲抹去用户规定的开机组态并重新存入制造厂设置的开机组态，只须在双显表开机时按住 **[AUTO]** 键，当双显表发出一声“嘟”时，制造厂设置的开机组态已经存入，再放开 **[AUTO]** 键。

十五、校准

校准赋能按键(CAL ENABLE)位于显示器的右下角，按下并保持3秒钟后，双显表就进入被校准状态。双显表可以用外参考源进行不开盖校准。详细校准步骤请参考“FLUKE 45双显示多用表维修手册”(编号P/N856042)。

第四章 应用

一、引言

本章讨论一些应用问题,以便帮助你更有效地使用双显表。这些讨论是基于你已经熟悉了双显表的基本操作,并且对电的基本知识有所了解。但是,不要求你已经熟悉了双显表的详细电路。

二、双显示器的应用

有效地和巧妙地使用双显示器能大大地提高你的测试和测量能力,使你能够在单一输入信号上进行一系列的测量。过去需要用两块表或必须进行多次测量的工作,现在用双显表进行就变得相当简单了。

双显表的使用很方便。例如,用下述步骤去测量电网电压和频率,在一个显示器上显示信号的幅度,而在另一个显示器上显示它的频率。

- ①、按入“POWER”键使双显表开机。
- ②、把测试线插入V Ω $\rightarrow$ COM输入端。
- ③、按动 $\boxed{V\sim}$ 键,为第一显示器选择交流电压功能。
- ④、按动 $\boxed{2ND}$ 键,然后按动 $\boxed{FREQ}$ 键,为第二显示器选择频率功能。
- ⑤、把测试线插头插入电源插座,双显表显示器上出现的情况如图4-1所示。

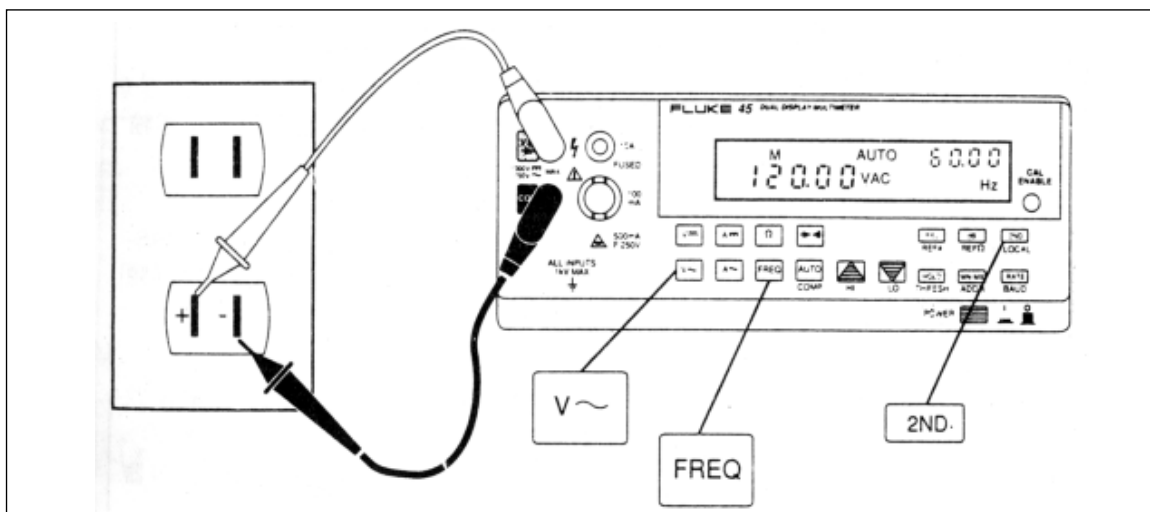


图4-1 双显示器显示交流电压和频率

1、测量功能的联合使用

双显示器使你可以显示被测输入信号的两个特性参数。

下列的任何两个特性可以联合使用,超出这个范围则无效:

直流电压;交流电压;直流电流;交流电流;电阻;频率。

二极管测试/连续性:

(直流+交流) 计算有效值电压;

(直流+交流) 计算有效值电流。

如果你选用功能模式,双显示读数的附加联合功能还可以增加,例如REL, MN, MX, HOLD或dB。

测量功能和功能模式在双显示中的联合应用列在表4-1中。

表4-1 双显示应用举例

第一显示器	第二显示器	应 用
直流电压	交流电压	● 监视供电源的直流电压和交流纹波。
直流电压	直流电流	● 检测放大电路故障。 ● 检测 供电源负载调整度。 ● 监视被测单元的电流拉出和电路电压的关系。 ● 监视穿过发射机的回路电流和电压跌落。
直流电压	交流电流	● 电网及负载调整测试。 ● 直流/交流或交流 /直流转换器。
交流电压	直流电流	● 电网及负载调整测试。 ● 直流/交流或交流 /直流转换器。
交流电压	交流电流	● 电网及负载调整测试。 ● 变压器(磁性电路)的 饱和测试 。
交流电压	频率	● 为进行电网电压或交流信号分析,测量交流电压的幅度和频率。 ● 测量放大器的频率响 应。 ● 交流电机的控制调整。 ● 通信应用中的噪声读取。 ● 调整便携式发电机达到最佳功率输出。 ● 建立网络的频率补偿。
dB (测直流电压时)	频率	● 用于“只打印”模式(见第五章中“RS-232 只打印模式”)的快速波德曲线(频率对幅度)分析。
直流电流	交流电流	● 测试频率响应。 ● 测量开关电源的纹波和直流电流跌落。 ● 用于测量供电源中保护保险丝电阻器的耗散电流。
MN MX	实际值	● 测量电网纹波和噪声。 ● 显示记录到的最小最大值和当前测量结果。
REL	实际值	● 显示实际测量结果和这个值与相对基数之差。
REL	电阻	● 电阻的选择和分类(见第三章中“使用比较功能”)。
HOLD	实际值	● 显示实际测量结果并且在第一显示器上保持以前的稳定的量值。

所选择的测量功能，测量数据的生成方式（仅用第一显示器的单一测量，还是用第一和第二显示器测出的两个测量结果），输入电平，量程类型（自动量程或手动量程），测量速率（慢、中或快）以及是否混合使用测量类型（交流类测量[交流电压和电流]，直流类测量[所有其它测量功能]，所进行的测量是同属一类还是分属两类）。

表4-2中列出了单一测量的典型响应时间。在单一测量时，测量结果一旦被相应的量程发现就显示。然而，为了使测量完全稳定下来，以使显示结果满足双显表的精确度技术指标，附加一个稳定延迟时间是必要的。“稳定延迟”的变化取决于第一和第二显示器之间的差别。

当交流类和直流类测量混合使用时，稳定延迟时间是较长的。交流类测量和直流类测量混合使用的例子是：直流电压和交流电流及交流电压和直流电流。典型的稳定延迟时间列在表4-3中。

表4-2 典型单一测量响应时间(以秒为单位)

测量功能	慢速率		中速率		快速率	
	自动量程*	单一量程**	自动量程*	单一量程**	自动量程*	单一量程**
V=	1.00	0.60	0.80	0.40	0.30	0.10
V~	2.20	0.80	2.00	0.60	1.00	0.30
A=	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10
A~	0.60	0.50	0.40	0.30	0.50	0.30
Ω	1.40	0.60	1.20	0.40	0.40	0.10
	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.10
FREQ***	1.20	0.50	1.20	0.50	0.70	0.30

- * 一个新的量程是从最低量程变到最高量程并显示测量结果所需要的时间。
- ** 改变到下一个较低或较高的量程并显示测量结果所需要的时间。
- *** 指比150Hz更高的频率。请参看表3-6中的频率测量速率。

表4-3 典型的稳定延迟(以秒为单位)

测量功能	量 程	单一功能，全交流或全直流类			交流类型和直流类型混合		
		慢	中	快	慢	中	快
V=	全部	0.30	0.30	0.00	0.40	0.40	0.00
V~	全部	1.00	1.00	0.20	1.30	1.30	0.20
A=	全部	0.30	0.30	0.00	0.40	0.40	0.00
A~	全部	1.00	1.00	0.20	1.30	1.30	0.20
Ω	300 Ω	0.30	0.30	0.00	—	—	—
	3K Ω	0.30	0.30	0.00	—	—	—
	30K Ω	0.30	0.30	0.00	—	—	—
	300K Ω	0.70	0.70	0.00	—	—	—
	3M Ω	0.70	0.70	0.00	—	—	—
Ω	30M Ω	1.40	1.40	0.00	—	—	—
	300M Ω	1.60	1.60	0.00	—	—	—
	—	0.70	0.50	0.10	—	—	—
	—	0.50	0.50	0.30	0.70	0.70	0.30

四、怎样用双显表做双显示测量

当双显表处于双显示模式时（如第一和第二显示器都打开），双显表用下述两种方法之一进行测量和刷新显示；

- ①、双显表进行单一测量和刷新用于这个测量的显示器；
- ②、双显示表分别刷新用于分离测量的每一个显示器。

1、在单一测量情况下，刷新第一和第二显示器。

单一测量情况是指双显表只在自动量程模式中测量并刷新两个显示器，或者是第一和第二两个显示器上的功能和量程都相同时的情形。

比如有这种情况：若dB（它总是在第一显示器上处于自动量程时用于电压测量）或HOLD（也用自动量程）被用做第一显示器上的功能，而第二显示器也选用了同一功能。

例如，一个交流电压测量的分贝值显示在第一显示器中，而交流电压本身显示在第二显示器中。双显表进行的是单一测量，并且用这个测量结果去刷新两个显示器。

2、在分离测量情况下，刷新第一和第二显示器。

分离测量情况是指第一显示器上的功能、量程和量程模式与第二显示器上的不同。这时双显表分别进行测量并且用各自的测量结果去刷新两个显示器。

例如，假定双显表有一个1伏直流电压输入，并对其进行测量。第一显示器处于手动量程模式，选用30V量程，中读数速率，（自动量程被关闭）。第一显示器用30V量程上的测量结果去刷新显示读数。如果你这时在第二显示器上选的是直流电压功能，双显表将不用这个测量结果去刷新第二显示器。第二显示器将自动选择3V量程（第二显示器总是处于自动量程中，无手动量程）并且对这个输入在3伏量程上一次追加的测量，用这个测量结果去刷新第二显示器上的读数。

3、在双显示模式中刷新速率。

刷新速率是对一个处于稳定状态的信号相继两次测量之间的时间。

在双显示模式（即第一和第二显示器都打开时），如果在第一和第二显示器上所选的测量功能和量程是互异的，那么每个测量功能的刷新速率将不同于只打开第一显示器时测量功能的刷新速率。

第二显示器打开时，双显表在量程或功能改变之后，显示一个读数之前，总是要等测量完全稳定下来。对第一和第二显示器的总的延迟取决于功能和量程和选择，如表4-3所示。

不管怎样，交流电压和直流电压测量总是取最小的延迟（包括交流加直流电压）。这些测量的刷新速率可以用在单一显示的测量刷新速率上再加上75ms的方法求得。

当第一和第二显示器的功能或量程不同时，两次测量之间的时间间隔列在表4-4中。这些时间间隔是依照测量功能、量程、测量速率（慢、中、快）和测量类型（交流和直流测量类型是否混合使用）而变化。

表4—4 对双显示测量的典型测量时间间隔(以秒为单位)

测量功能	量 程	全部交流或全部直流类型			交流和直流类型相混合		
		慢	中	快	慢	中	快
V=	300mV	0.70	0.50	0.10	1.10	0.90	0.10
	3V	0.70	0.50	0.10	1.00	0.80	0.10
	30V	0.80	0.60	0.10	1.10	0.90	0.10
	300V	0.80	0.60	0.10	1.00	0.80	0.10
	1000V	0.80	0.60	0.10	1.00	0.80	0.10
V~	全部	1.80	1.60	0.50	2.30	2.10	0.50
A=	全部	0.70	0.50	0.10	0.90	0.70	0.10
A~	全部	1.50	1.30	0.50	1.80	1.60	0.50
Ω	300 Ω	0.70	0.50	0.10	—	—	—
	3K Ω	0.80	0.60	0.10	—	—	—
	30K Ω	0.90	0.70	0.10	—	—	—
	300K Ω	1.40	1.20	0.10	—	—	—
	3M Ω	1.30	1.10	0.10	—	—	—
	30M Ω	1.90	1.70	0.10	—	—	—
	300M Ω	2.10	1.90	0.10	—	—	—
	—	0.70	0.50	0.10	—	—	—
 FREQ*	—	0.50	0.50	0.30	0.70	0.70	0.30

* 频率大于150Hz请参看表3—6中的频率测量速率。

五、外触发

使用外触发时,可以带或不带稳定延迟,参见表4—3(参考5—3触发类型)。总的触发延迟的变化取决于第一和第二显示器间的不同,如本手册中各章所讨论的。

当外部触发赋能时,双显表根据这时的输入来确定第一和第二(如果第二显示器已打开)显示器上的量程。当双显表准备好在优选的量程上开始测量输入时,一旦被触发,立即接收输入信号。如果触发脉冲被接到后,输入信号发生了变化,使得每个显示要重新自动选择量程时,在每个测量结果被显示之前,需要一个自动量程响应时间(如表4—2所示)。

后面板触发是电平敏感的。当触发的时候,一个高电平(高于+3V)最多在3毫秒之内即被识别(如果触发时正值计算机接口或前面板使用期间,要多于3毫秒)。当先前触发的测量完成之后,而外触发线还一直保持在高电平,就将触发另一次测量。

六、热电势

热电势是在不同的金属之间接触时产生的热电流电位。典型的热电势产生在接线端上,一般大于1 μ V。当进行低电平直流测量时,热电势能表现为一个附加的误差源。

热电势也能在电阻测量的低量程上引起麻烦。一些低值电阻是由不同的金属构成的,正巧测量这种电阻时它产生的热电势大到足以引入测量误差。

用下述措施减少热电势效应:

- ①,所有存在连接的地方,都用同一种金属材料(如:铜—铜,金—金等)。

- ②，用紧密连接。
- ③，连接面要干净（尤其要避免油脂和灰尘的影响）。
- ④，谨慎处理被测试的电路。
- ⑤，等待电路达到热平衡状态后再测取读数（热电势只有在有温度梯度处产生）。

七、电阻测量

1、两线接线法

双显表在两线接法中测量电阻，采用的是电阻比率技术（有时还调用比率欧姆）两线接法测量电阻是一种简易的方法，而且在大多数测量条件下能得出很好的结果。

各电阻量程的满度测试电压列在表4—5中。对COM线而言，V Ω → 输入端上的测试线是正端。

2、测试线电阻的修正

当测量低值电阻时，这种测试连接的导线能引入测量误差。一般的测试连接导线引入到读数中的误差大约为0.5 Ω 。

用相对模式（REL）去修正这个误差：

- ①，将测试连接导线插入V Ω → 和COM输入端。
- ②，使用双显表开机，按 Ω 键去选择电阻测量功能。
- ③，按动 AUTO ， $\blacktriangle$ 或 $\blacktriangledown$ 键选择手动量程模式，然后按动 $\blacktriangle$ 和 $\blacktriangledown$ 键选需要的量程。

这一步是必要，因为当选中相对模式时，自动量程被关闭，（而且双显表被锁定在当时它所在的量程中）。

④，将两根测试导线端短接在一起，这时，显示器上显示出这两根引线的电阻值。

⑤，在保持测试连接导线一直在短接的情况下，按动 REL 键。这时，测试连接导线的电阻值变成相对基数，而且双显表显示为0 Ω 。

⑥，只要保持所选中的相对模式，在测量电阻时，显示器上显示的电阻读数就是双显表测到的电阻值减去相对基数。在这种情况下，相对基数是测试连接导线的电阻值，而显示器上显示的是被测电阻的阻值。

表4—5 测试欧姆时的电压

中和快读数速率		慢读数速率	
量 程	典型满度电压 V	量 程	典型满度电压 V
300 Ω	0.25	100 Ω	0.09
3k Ω	0.24	1000 Ω	0.10
30k Ω	0.29	10k Ω	0.11
300k Ω	0.29	300k Ω	0.11
3M Ω	0.3	1000k Ω	0.12
30M Ω	2.25	10M Ω	0.65
300M Ω	2.9	100M Ω	2.75
开路电压：在 100 Ω ，300 Ω ，30M Ω ，100M Ω 和 300M Ω 是 3.2V（最大），所有其它量程是 1.5V(最大)。			

八、真有效值测量

双显表测出的交流电压和交流电流值是真有效值。在物理术语中，波形的rms（均方根）值是一个在电阻中产生相同的热耗散总值的等效直流值。真有效值测量极大地简化了复杂的交流信号分析。既然有效值是波形等效的直流值，它为比较不同的波形提供了一个可靠的基础。

相比之下，任何多用表与其用平均值交流变换，不如用真有效值变换。这些多用表中的刻度系数是这样调整的，使它们对单独的正弦波信号显示其有效值（rms），而对非正弦波信号，平均值响应的多用表则不能显示其正确的有效值读数。

1、交流测量中内部噪声的影响

在交流功能中（交流电压，交流电流或频率）使输入短路，由于内部放大器噪声的影响，显示器将有近似于 50 的读数。因为双显表是真有效值响应的表，在每个量程规定的底音上（在中等速率是 1500 码），这噪声对读数的影响是极小的。当两个信号（内部噪声和量程底音）的有效值计算出来时，这种噪声影响表现为：

$$\text{总有效值数} = \sqrt{(50)^2 + (1500)^2} = 1500.8$$

显示器上读数为 1501。在下量程点（在中等速率是 2800 显示码）显示器上的读数为 2800，没有可观察到的误差。

注：不要用相对模式（REL）使双显表“清零”（Zero），因为相对模式是单纯地从当前读数减去一个固定值，而上述误差在不同的读数中其影响是变化的。

2、测量（AC+DC）计算有效值

同时按下 $\boxed{V\sqcup}$ 键和 $\boxed{V}$ 键或 $\boxed{A\sqcup}$ 键的 $\boxed{A\sim}$ 键时，双显表将交替进行直流和交流测量，然后计算并且显示有效值：

$$\text{RMS值} = \sqrt{dc^2 + ac^2}$$

在双显示模式，当选中交流电压和直流电压功能时，10M Ω 直流输入分压器是与交流热耦的1M Ω 交流分压器并联的。

3、波形比较（真有效值响应与平均值响应的多用表之间的比较）

图4-3用图说明对正常波形的交流和直流分量间的关系，以及真有效值响应的多用表和平均值响应的多用表两者读数的比较。例如，研究第一波形，一个1.4142V（零—波峰）的正弦波，Fluke45双显示多用表与有效值校准而以平均值响应的多用表二者均能正确显示有效值读数1.0000V（直流分量等于零）。然而，考虑2V方波（峰—峰）时，两种类型的多用表都能正确地测量出直流分量（0V），但是，Fluke 45双显表还能正确地测量出交流分量（1.0000V），而平均值响应的多用表测量结果都是1.111V，总误差高达11%。

因为平均值响应的多用表使用时间很长了，你能够在长期使用它们的基础上积累出一些经验数据，以对它们的读数进行修正。图4-3中的转换因子将帮助你处理两种测量方法间的转换。

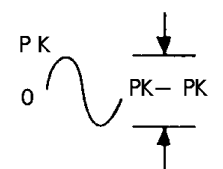
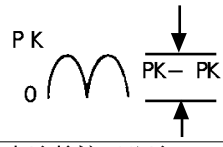
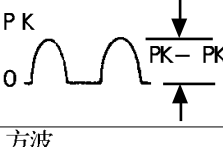
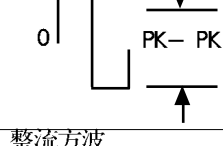
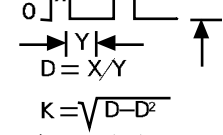
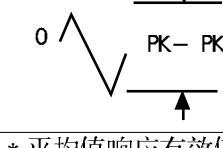
交流耦合输入波形	峰值电压		表测电压			直流和交流总有效值
	PK-PK	O-PK	仅交流组分		仅交流组分	真有效值= $\sqrt{ac^2+dc^2}$
			平均值响应有效值校准的表*	FLUKE 45		
正弦波 	2.828	1.414	1.000	1.000	0.000	1.000
全波整流正弦波 	1.414	1.414	0.421	0.436	0.900	1.000
半波整流正弦波 	2.000	2.000	0.779	0.771	0.636	1.000
方波 	2.000	1.000	1.111	1.000	0.000	1.000
整流方波 	1.414	1.414	0.785	0.707	0.707	1.000
矩形脉冲波  $D = X/Y$ $K = \sqrt{D-D^2}$	2.000	2.000	$4.442K^2$	2K	2D	$\sqrt{2D}$
三角形锯齿波 	3.464	1.732	0.962	1.000	0.000	1.000
* 平均值响应有效值校准的表是平均值响应表的显示值，它的显示是按正弦波的有效值校准的。						

图4-3 图形比较

第五章 用计算机接口操作双显表

一、引言

双显表能够由主控机(例如, 终端, 控者, 个人计算机或计算机)通过双显表后面板上的计算机接口发送指令来操作。

第五章叙述如何借助于RS-232或IEEE-488(选件)计算机接口来准备、组态和操作双显表。装有IEEE-488(选件)计算机接口的双显表在IEEE-488.1(1987)接口总线上是完全可编程的。双显表的设计还依从补充的标准IEEE-488.2(1987)。

本章的叙述是基于你已具有数据通讯的基础知识, 熟悉RS-232接口和IEEE-488总线。为介绍IEEE-488接口, 还需要了解FLUKE应用通报AB-36, 用于可编程仪器的IEEE-488-1978数据接口。

第五章末尾提供了一个说明RS-232接口使用的程序注释实例。所有关于双显表功能和特性的完整说明请参考第三章。远地校准步骤, 在FLUKE45双显示多用表维修手册中有说明。代号为P/N856042

1. 本地和远地操作

当双显表由主控机操作时, 它被称为“远地”操作。当双显表从它的前面板操作时, 它被说成“本地”操作。

大多数操作既能用本地操作进行, 也可以通过计算机接口用远地操作进行。有些操作只能从前面板执行, 如为RS-232接口设置通讯参数和为IEEE-488接口设置双显表的地址等操作。

2. 计算机接口

双显表购进时便已装有RS-232(串行)接口。IEEE-488接口任选件, 而且包含在一个单独的印刷电路组件板(pca.)上。在同一时间只能有一个计算机接口工作。用任何一个接口都可以使双显表成为完全可编程的仪器进入自动仪器系统。

当计算机接口已赋能时, 按进POWER键使双显表开机, 按动 **2ND** 键, 然后按动 **RATE** 键, 如果显示是“bAud”和一个速率时, 说明RS-232接口已赋能; 如果显示是“IEEE”时, 则说明IEEE-488接口已赋能。

二、借助于RS-232 接口操作双显表的准备

RS-232接口允许用ASC II码在双显表和主控机、串行打印机或终端之间进行异步串行通信。

1、设置RS-232 接口的通信参数

RS-232计算机接口的通信参数列在表5-1中。它们在离开制造厂时即已设定。接口、波特率、和奇偶性参数可以由用户直接设置; 数据比特(bit)和停止比特(bit)不能由用户设置。

为了在双显表和主控机之间用RS-232接口进行通信, 双显表通信参数必须与主控机相匹配。只能从前面板设置通信参数。如果主控机和双显表的通信参数不匹配, 按下述步骤去选择双显表的波特率和奇偶性:

①, 按入前面板上的 POWER 键使双显表开机;

②, 按 **2ND** 键, 然后按动 **RATE** 键

这时, 第一显示器上显示当前所选的波特率, 第二显示器上显示“bAud”。

③, 按动 **▲** 或 **▼** 键, 移动到想选的波特率, 然后按动 **AUTO** 键去设置所选的波特率。

如果选定了一个波特率, 这时显示器上不显示“IEEE”, 说明RS-232接口赋能, 而且奇偶校验选项编辑器被调出。

④, 按动  或  键移动选项表。对偶数奇偶校验, 移动到“E”, 对奇数奇偶校验, 移动到“odd”, 不校验则移动到“no”。然后按动  键去设置奇偶性。

⑤, 设置奇偶性后, “Echo” 出现在第二显示器上, 而且 “on” 或 “OFF” 出现在第一显示器上。
如果回送是 “On” 时, 每一个通过 RS-232 接口发送到双显表的指令被回送到主控机的显示屏上。
如果回送设为 “OFF”, 指令不回送。

选择回送模式可以按动  和  键去选择 “OFF” 或 “On”, 然后按动  键去设置所选的回送状态。

图5-1 制造厂设置的RS-232通信参数

参 数	制造厂设置
接口	RS-232(只打印速率设置为0)
波特率	9600
奇偶性校验	不 (奇偶比特为 0)
数据比特数	8(7 位数据比特加1个奇偶比特)。
停止比特数	1
回送	接通

2、RS-232 只打印模式

只打印模式主要用于把双显表的测量结果自动地发送到一个打印机或终端。

在 “只打印” 操作期间, 双显表响应远动指令。我们建议首先设置双显表的回送方式为 “OFF”, (见前边的说明), 这可以避免回送的指令字符与送入的数据相混。

在只打印模式, 双显表每次将第一或第二显示器上的第N次读数发送到RS-232通道。用户可以从表5-2中选择打印速率 (N), 输出间隔时间由双显表的读数速率 (慢、中、快) 和只打印速率决定。输出格式分为两种情况: 只从第一显示器输出为每行一个测量结果, 第一和第二显示器一起输出时, 为每行两个测量结果。

用下述步骤去选择只打印模式和设置打印速率 (N):

- ① 按入前面板上的POWER键使双显表开机。
- ② 按动  键, 然后按动  键。

如果已选择了RS-232接口, 第二显示器将显示 “PRINT”, 并且进入选项编辑, 打印速率表被调出。

③ 按动  或  键, 从表5-2中选取一个合用的打印速率, 然后按动  去设置这个速率。
打印速率为 “0” 时, 表示切断只打印模式。

执行完上述步骤后, 双显表退出选项编辑, 回到正常操作状态, 并且处于RS-232只打印操作状态。

表5-2 RS-232 只打印模式中的打印速率 (单一功能时)

速率 (N)	输出间隔 (秒)			输出间隔 (分)			输出间隔 (小时)		
	慢	中	快	慢	中	快	慢	中	快
1	0.4	0.2	0.05	—	—	—	—	—	—
2	0.8	0.4	0.1	—	—	—	—	—	—
5	2.0	1.0	0.3	—	—	—	—	—	—
10	4.0	2.0	0.5	0.1	—	—	—	—	—

速率 (N)	输出间隔 (秒)			输出间隔 (分)			输出间隔 (小时)		
	慢	中	快	慢	中	快	慢	中	快
20	8.0	4.0	1.0	0.1	0.1	—	—	—	—
50	20.0	10.0	2.5	0.3	0.2	—	—	—	—
100	40.0	20.0	5.0	0.7	0.3	0.1	—	—	—
200	80.0	40.0	10.0	1.3	0.7	0.2	—	—	—
500	200.0	100.0	25.0	3.3	1.7	0.4	0.1	—	—
1000	400.0	200.0	50.0	6.7	3.3	0.8	0.1	0.1	—
2000	800.0	400.0	100.0	12.3	6.7	1.7	0.2	0.1	—
5000	2000.0	1000.0	250.0	33.3	16.7	4.2	0.6	0.3	0.1
10000	4000.0	2000.0	500.0	66.7	33.3	8.3	1.1	0.6	0.1
20000	8000.0	4000.0	1000.0	133.3	66.7	16.7	2.2	1.1	0.3
50000	20000.0	10000.0	2500.0	333.3	166.7	41.7	5.6	2.8	0.7

3、双显表与主控机或打印机 (RS-232) 的电缆连接

双显表通过它后面板上的DB-9接口插座与主控机通信。这个RS-232接口的针形插座装在双显表的后面板上。

选择一条合适的电缆 (见表1-1) 把双显表与主控机或终端连接起来, 它应小于50英尺 (15公尺)。在接口点测量包括信号终端在内的负载电容不超过 2500 μ F 的较长电缆也可以使用。

双显表与IBM PC/AT (DB-9插座) 连接用的RS40和RS41电缆是头对头连接的。这种电缆也可以用于两个IBM PC/AT间的相互连接。

连接打印机到IBM PC/AT (DB-9插座) 的RS-232通道电缆也可以用来连接双显表和RS-232打印机。

电缆完成以后, 使表重新开机。现在可以使用RS-232接口来操作双显表了。

4、字符回送和删除

当借助于RS-232接口操作双显表时, 你可以决定是否把双显表收到的字符串送回到主控机的显示屏上去。

当设置回送为“On”时, 发送到双显表的字符被回送到主控机的显示屏上。在设置回送为“OFF”时, 字符不回送。回送参数的设置方法请参考前面的“设置RS-232接口通信参数”中的步骤。

当直接用键盘通过RS-232接口发送一个字符到双显表时, 按动<DELETE>键或<BACKSPACE>键删除以前的字符。这时回送如果是“On”, 主控机显示屏上将被送回一个回车。

5、使用 ^ C (CNTRL C) 执行设备清除。

RS-232的 ^ C (CNTRL C) 等效于IEEE-488的DC1 (器件清除), 引发“=>”, 继之有滑架返回和换行送往输出。

6、RS-232 接口的提示

主控机通过RS-232接口发送一个指令到双显表时, 双显表进行分析并用执行, 如果适宜, 则送回一个响应, 给你发出下述三个提示中的一个:

=> 没有发现错误, 指令分析完全成功并付诸执行。

?> 指令有错误, 无法理解, 故不执行。

例如，当向双显表发送一个带语法错误的输入行时，“? >”将被返回。

! > 发现执行错误。指令已理解，但不能执行（例如，有设备相关错误）。

例如，如果你试图在频率测量（FREQ）上使用分贝模式，或者当双显表不在校准模式时你向双显表发送校准指令，这时双显表将送回这一提示。

三、借助于 IEEE-488 接口操作双显表的准备

用IEEE-488接口选件可以使双显表成为自动测试系统中的一个完全可编程单元。具体说明如下：

1、IEEE-488 工作限制

IEEE-488接口的工作受下述限制的影响：

- 在单一的IEEE-488总线系统中最多连接15台设备。
- 在同一个IEEE-488总线系统中使用的IEEE-488电缆总长必须低于20公尺，或者电缆总长度的公尺数为系统中装备数的两倍。

2、IEEE-488 接口安装

对于购买时没带已装好的 IEEE-488 选件的双显表，需要按照随接口选件带来的说明书来安装 IEEE-488接口。

如果双显表能显示“IEEE”，说明IEEE-488接口已安装好，用下面步骤进行IEEE-488接口赋能。

3、IEEE-488 接口赋能

IEEE-488接口只能从前面板赋能。执行下述步骤使IEEE-488接口赋能。

① 按入前面板上的POWER按键，使双显表开机。

② 按动 $\boxed{\text{2ND}}$ 键，然后按 $\boxed{\text{RATE}}$ 键。

这时在第一显示器上选择波特率，第二显示器上出现“bAud”。

③ 按 $\boxed{\blacktriangledown}$ 键，使选项表移动到“IEEE”，然后按动 $\boxed{\text{AUTO}}$ 键，使IEEE-488接口赋能，同时阻断了RS-232功能。

注：仅在IEEE-488接口板已安装好，并且双显表接在电网电源上时，才能选中“IEEE”。如果双显表用电池电源工作，而你想选择“IEEE”，这时 $\boxed{\text{IEEE}}$ 信号器闪光，而且“IEEE”不能选中。

4、确定双显表的地址

IEEE-488接口板已安装好并且赋能后，双显表还必须有一个地址，这个地址用“0”和“30”之间的一个数字表示。

执行下述步骤赋予双显表一个有效的地址：

① 按入POWER键使双显表开机。

② 按动 $\boxed{\text{2ND}}$ 键，然后按动 $\boxed{\text{MN}} \boxed{\text{MX}} (\text{ADDR})$ 键。

③ 按动 $\boxed{\blacktriangle}$ 键或 $\boxed{\blacktriangledown}$ 键移动选项表到要选的地址，然后按动 $\boxed{\text{AUTO}}$ 键就选定了这个地址。

这个地址将一直保持下去，直到下一次再重新设置为止。

④ 除改变地址用的 $\boxed{\text{AUTO}}$ ， $\boxed{\blacktriangle}$ 或 $\boxed{\blacktriangledown}$ 键外，按任何其它按键可使双显表退出选址操作而回到正常操作。

5、双显表到主控机的电缆连接

双显表通过它后面板上的接口插座与主控机通信。首先将双显表关机，再用电线连接双显表和主控机。

四、安装测试

双显表与主控机连接好并准备借助于RS-232或IEEE-488接口通信后，对系统进行测试以核实它的操作可靠性。

1、RS-232 接口的安装测试

下面举例说明双显表如何执行RS-232计算机接口指令,与此同时也就证明双显表已为远地操作进行了正确的设置和缆接。

- ① 按入POWER键使双显表开机。
- ② 检查计算机接口参数(如,波特率、奇偶校验等)设置是否正确。
- ③ 主控机开机。
- ④ 对双显表发送下述指令:
IDN? <CR>
- ⑤ 双显表应发出下述响应
FLUKE,45,nnnnnnn,n.nDn.n
=>

其中nnnnnnn是双显表的系列码,n.n是主软件版本号,Dn.n是显示软件版本号。RS-232的提示符=>意义是:指令被执行,而且接口准备好接收另外的指令。

2、IEEE-488 接口的安装测试

下面举例说明双显表如何执行IEEE-488计算机接口指令,与此同时也就证实了双显表为IEEE-488远地操作进行了正确的设置和缆接。

- ① 按入POWER键,使双显表开机。
- ② 检查双显表的IEEE-488地址设置是否正确。
- ③ 主控机或控者开机。
- ④ 在主控机上打入下述内容:

注:这是从FLUKE 1722仪器控制器上用FLUKE BASIC指令打入的程序,其语法可能与主控机不同。

```
INIT PORT 0<CR>
CLEAR PORT 0<CR>
PRINT@<<address of meter>," * IDN?"<CR>
INPUT LINE@<address of meter>,A$ <CR>
PRINT A$<CR>
```

- ⑤ 双显表应发出下述响应
FLUKE,45,nnnnnnn,n.nDn.n

其中nnnnnnn是双显表的系列码,n.n是主软件版本号。而Dn.n是显示软件版本号。

3、如果测试失败怎么办

如果双显表对测试程序指令不响应:

- ① 检查全部电缆连接。
- ② 当使用的是RS-232接口时,检查双显表和主控机的通信参数是否一致(例如:波特率、奇偶校验等)。
- ③ 当使用的是IEEE-488接口时,检查是否赋能和地址选择是否正确。

五、双显表如何处理输入

下述各段概述双显表如何处理从主控机(或独立使用的终端)接收的输入信号。

注:在本手册中“输入”(input)一词指的是从主控机发送到双显表的一个字符串,“输出”(output)一词指的是从双显表通过计算机接口发送到主控机的一个字符串。

1、输入字符串

双显表处理和执行由主控机发来的有效“输入字符串”。一个有效输入字符串是指语法正确的一个或更多个指令，它后面带有一个“输入终止符”。ASCII和IEEE-488总线码提供在附录B中。

双显表把接收到的输入存入一个350字节的输入缓冲器中。

注：在RS-232接口上输入的字符串，在接收到终止符或输入缓冲器充满之前，并不执行，也不进行语法正确性检查。

双显表可以接收字母表中的任何一种字符，大写或小写均可。如果指令不被理解，（例如，相当于IEEE-488的“指令错误”的情况。）则指令和指令停止符均被舍弃。

2、输入终止符

输入终止符是一个字符或指令（在IEEE-488接口中），由主控机做为字符串结尾识别符发送。

在RS-232应用中，双显表接收到一个输入终止符时，它根据先进先出的原则，顺序执行最后的终止符以前的全部指令。（在IEEE-488应用中，指令按照它们被接收的顺序执行，而没有收到终止符以前的延迟。）

由于输入字符被处理和执行，输入缓冲器为新接收到的字符腾出了可资利用的空间。在RS-232接口应用中，如果发现了一个通信错误（例如，奇偶校验，成帧、超限等），便发出一个设备相关错误，而且输入的字符串丢失。当双显表使用RS-232接口时，若输入缓冲器被充满，就发一个设备相关错误（见后边第五章中的“事件状态和事件状态赋能寄存器”一节），而且输入字符串丢失。另一方面，当使用IEEE-488接口时，若输入缓冲器充满了，双显表就停止接收字符，直到缓冲器中有了空间，再断续接收。用IEEE-488接口时，字符在输入缓冲器中不能被重写。

对RS-232接口，正确的终止符是：

- LF(换行)
- CR(回车)
- CR LF(回车/换行)

对IEEE-488接口，正确的终止符是：

- EOI(结束或识别)，在任何字符串后面。
- LF(换行)

在某些情况下，当主控机的输出字符串（即双显表的输入字符串）结束时，自动发送终止符。例如，在Fluke BASIC PRINT语句结束时就带有成对的CR LF。

3、典型的 IEEE-488 输入字符串

图5-1中所示是通过IEEE-488接口发出的两个典型字符串，这些字符串是用Fluke BASIC写的，由Fluke 1722A仪器控制器发送的。

在下述例子中指令间的〈空格〉只是为了方便阅读然而〈空格〉是指令和它的自变量之间所要求的在字符串末尾，PRINT指令发送一个终止符。

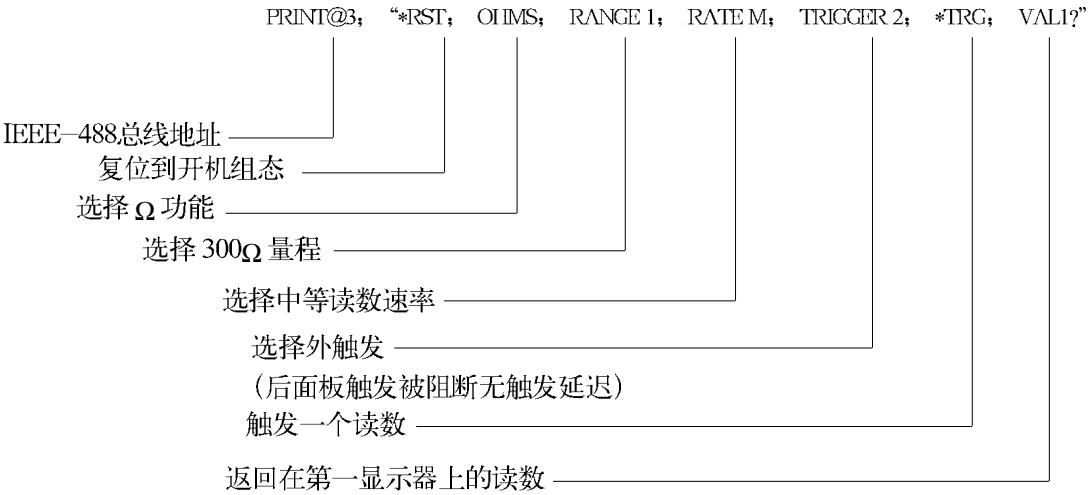
4、向双显表发送数据值

数据值能够发送到双显表。如，整数、实数，或带指数的实数，如下面例子所述：

例子	说 明
+123456789	发送带正负号的整数“+123456789”
-1.2345E2	发送 -1.2345×10^2

在下述例子中指令间的 < 空格 > 只是为了方便阅读然而<空格>是指令和它的自变量之间所要求的在字符末尾, PRINT 指令发送一个终止符。

例1:下述字符串组态 双显表和触发一个欧姆读数 并在第一显示器上显示



例2:下述字符串组态 双显表和触发一个在第一显示器中的交流电压读数和在一个在第二显示器中的频率读数

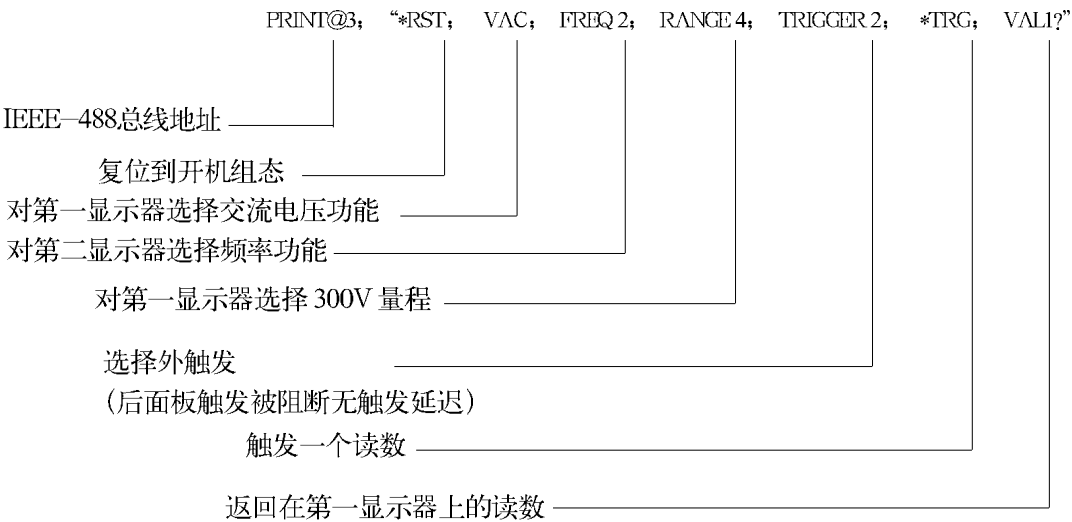


图5-1 典型IEEE-488输入字符串

5、向双显表发送指令字符串

当你设计通过计算机接口向双显表发送的字符串时,要遵守下述规则:

- 规划1:每个查询指令只读一次双显表的输出缓冲器。

双显表的输出缓冲器被读后立即清除,这是为了避免以前读过的数据被第二次错读。下一次再想去读双显表的输出缓冲器时,必须插入一个查询,否则双显表不响应第二次读指令。

- 规则2: 读查询响应必须在发送另外的指令串之前进行。

输出数据在输出缓冲器中保留的时间截止到被主控机读取或双显表开始接收下一个指令串。这意味着必须在下一个指令发送到双显表以前读取双显表的输出缓冲器,而不能在向双显表发送完下一个指令串后再去读。

- 规则3: 双显表在转移到下一个指令之前,按接收的顺序执行每一个完整的指令。

假定有一个包含触发指令的输入字符串,按下述顺序输入指令,也就是说,像写字那样从左向右:

- ① 组态双显表的指令(如果需要的话)。
- ② 触发指令。
- ③ 读触发测量的结果(VAL?)或重新组态双显表(如果需要的话)的指令。
- ④ 终止符。

六、双显表如何处理输出

下面的例子叙述表如何处理输出。双显表为响应主控机的查询指令(查询指令很容易识别,因为它们在结尾会带有“?”)输出一个字母数字串。RS-232的输出指令串用回车和换行(<CR> <LF>)结束。IEEE-488的输出指令串用带有结束识别标记的换行符号(<LF> <EOI>)来结束。

双显表在借助于RS-232接口发送一个指令后,在发送另外的指令之前,要等待返回一个提示。如果你不这样安排,就会生成一个设备相关错误,并且第二个指令串被丢弃。

如果双显表是IEEE-488总线系统的一部分时,在主控机寻址到做为讲者的双显表之前,输出数据实际上并未发送到总线上。当输出缓冲器被加载时,状态字节寄存器中的信息可用(MAV) 字位被设置为真。(更详细的情况参见本章后边的“状态字节寄存器”一节)

双显表的输出数据显示如下例所示:

例 子	说 明
+1.2345E+0	1.2345的测量值
+1.2345E+6	1.2345×10^6 测量值
+12.345E+60HM	$12.345 \times 10^6 \Omega$ 的测量值(格式2)
+1E+9	正的过载(显示器上为OL)
-1E+9	负的过载(显示器上为OL)

七、输出的触发

双显表被触发即开始进行测量。双显表触发有五个类型,(见表5-3)可以分成两种基本类型:

表5-3 触发类型

类 型	触 发	后触发	稳定延迟
1	内	阻断	—
2	外	阻断	关
3	外	阻断	开
4	外	赋能	关
5	外	赋能	开

- “内触发”,触发后进行连续测量。

- “外触发”，只在用户引发时进行测量。

外触发能以四种方式引发一个测量：

- 后触发阻断的外触发（表5-3中触发类型“2”或“3”）见下边的“从前面板外触发”
- 后触发赋能的外触发（表5-3中触发类型“4”或“5”）见下边的“借助于计算机接口的外触发”。

- IEEE-488.1GET指令
- IEEE-488.2*TRG指令(见表5-8)。

1、从前面板进行外触发

执行下述步骤使外触发赋能和从前面板触发一个测量结果：

① 按动 **2ND** 键,使RS-232接口赋能,然后按动 **RATE** 键,如果显示“bAud”和一个波特率,则说明RS-232接口已经赋能。

如果RS-232接口已经赋能,按动 **AUTO**, **▲** 或 **▼** 键以外的任何按键可以解除赋能。

如果RS-232接口需要赋能,请参考本章开始部分的“设置RS-232接口通信参数”中说明的步骤。

② 同时按下 **AUTO** 键和 **▼** 键。

显示器上显示的“tri”和一个数字,这个数字相应于所选的触发类型(根据表5-3为“1”、“2”,“3”,“4”或“5”)。

注:如果 **AUTO** 键在 **▼** 键之前按下而不是同时按下,双显表将由自动量程转为手动量程,或由手动量程转为自动量程,这取决于当时处于何种量程模式。

③ 按动 **▲** 或 **▼** 键去向上或向下步进地通过表5-3所列的各种触发类型。

选择触发类型“2”(带有稳定延迟的外触发)或“3”(无稳定延迟的外触发)允许从前面板触发一次测量。(典型稳定延迟列在表4-3中)

④ 按动 **AUTO** 选中所需的触发类型,所选触发类型的数字变成明亮的显示。

选中触发类型“2”或“3”后,将显示出“REMOTE”和“EXT TRG”,这时即处于远动模式和外触发状态中。(如果不处于远动模式,就不能从前面板进行触发测量)。

⑤ 按动 **▼** 键去触发一个测量结果。以后每按动一次 **▼** 键就触发一个测量结果。

⑥ 按动 **2ND** 即可退出远动模式。

此后双显表将一直处于外触发模式之中。为了使双显表返回到内(连续)触发状态,需再重复一次上述步骤1-3,选择触发类型“1”。

如果选中触发类型“4”或“5”而退出了远动模式,则双显表一直处于外触发状态,但是因为不再处于远动模式,就不能从前面板触发,而只能用后触发(类型“4”或“5”)或通过计算机接口(用“*TRG指令)去触发测量结果。欲返回远动模式,必须按上述方法重新选择触发类型“2”或“3”。

2、通过计算机接口设置触发类型

通过计算机接口选择触发类型,必须发送指令:

TRIGGER <type>

这里<type>是一个1和5之间的数字,标明触发类型,见表5-3。如果<type>不是这些数字中的任何一个,就会产生一个执行错误回送出来(Execution Error)

当触发测量结果之前输入的信号不稳定时,可以选择一个有稳定延迟的触发类型(类型“3”或“5”)。典型的稳定延迟列在表4-3中。

3、借助于计算机接口的外触发

欲通过RS-232或IEEE-488计算机接口触发一个测量结果,必须通过计算机接口发送给双显表一

个“TRG 指令，见表5-8。

下述触发方法只能用于IEEE-488接口赋能的情况下：

- 当IEEE-488接口赋能后，RS-232接口的接收脚（RX）能够作为一个外触发输入端一样被使用，（见表5-14中TRI GGER指令）。此脚上的输入信号大于+3V时，便能触发一个测量结果。用DTR（脚4） 和一个外开关触发测量的方法描述在图5-2中。
- 发送IEEE-488GET接口消息(IEEE-488操作)。

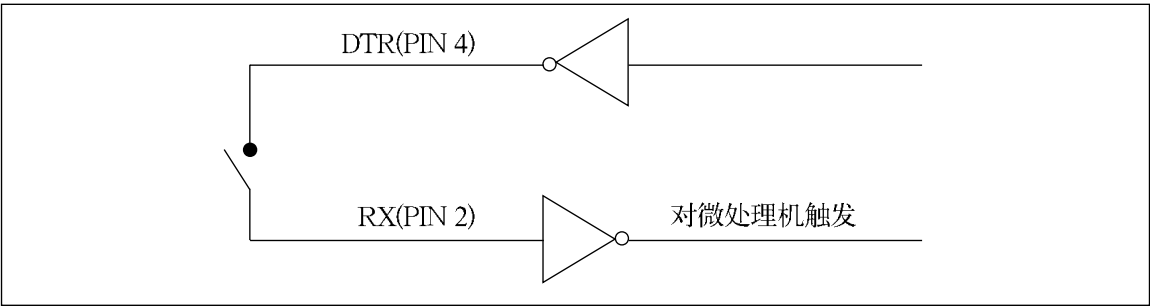


图5-2 用 RS-232 接口接收脚 (RX) 外触发

八、服务请求（只用于 IEEE-488）和状态寄存器

服务请求是使主控机来注意IEEE-488总线上的双显表。服务请求是通过总线上的服务请求线发送的。

注：除非前面板被封锁，（例如，REMS）如果双显表处于远动状态，服务请求也能够从前面板上按动  键发送。

如果在总线上有更多的仪器具有发服务请求的能力，主控机用“串行查询”的办法来判明发出服务请求的仪器。总线上的每一台仪器用发送它的状态字寄存器内容来响应查询。如果总线上的一台仪器产生一个服务请求，它的状态字节寄存器的服务请求字位（位6RQS）置1，标明它是提出了服务请求的仪器。

状态字节寄存器（STB）的内容用服务请求赋能寄存器（SRE），事件状态寄存器（ESR），事件状态赋能寄存器（ESE）和输出缓冲器来判明。这些状态字寄存器将在下边讨论，并概括在表5-4中。图5-3展示出这些寄存器之间的关系。

表5-4 状态寄存器概况

寄 存 器	读指令	写指令	赋能寄存器
状态字寄存器（STB）	*STB?	无	SRE
服务请求赋赋能寄存器（SRE）	*SRE?	*SRE	无
事件状态寄存器（ ESR）	*ESR?	无	ESE
事件状态赋能寄存器（ ESE）	*ESE?	*ESE	无

1、事件状态和事件状态赋能寄存器

事件状态寄存器（ESR）把规定事件分配到特定字位（见图5-4和表5-5）。当ESR中的一个字位被设置时（例如1），说明自从寄存器被最后一次读或清除以来，一个对应于这个字位的事件发生了。例如，如果位3（DDE）被置为1，这说明发生了一个设备相关错误。

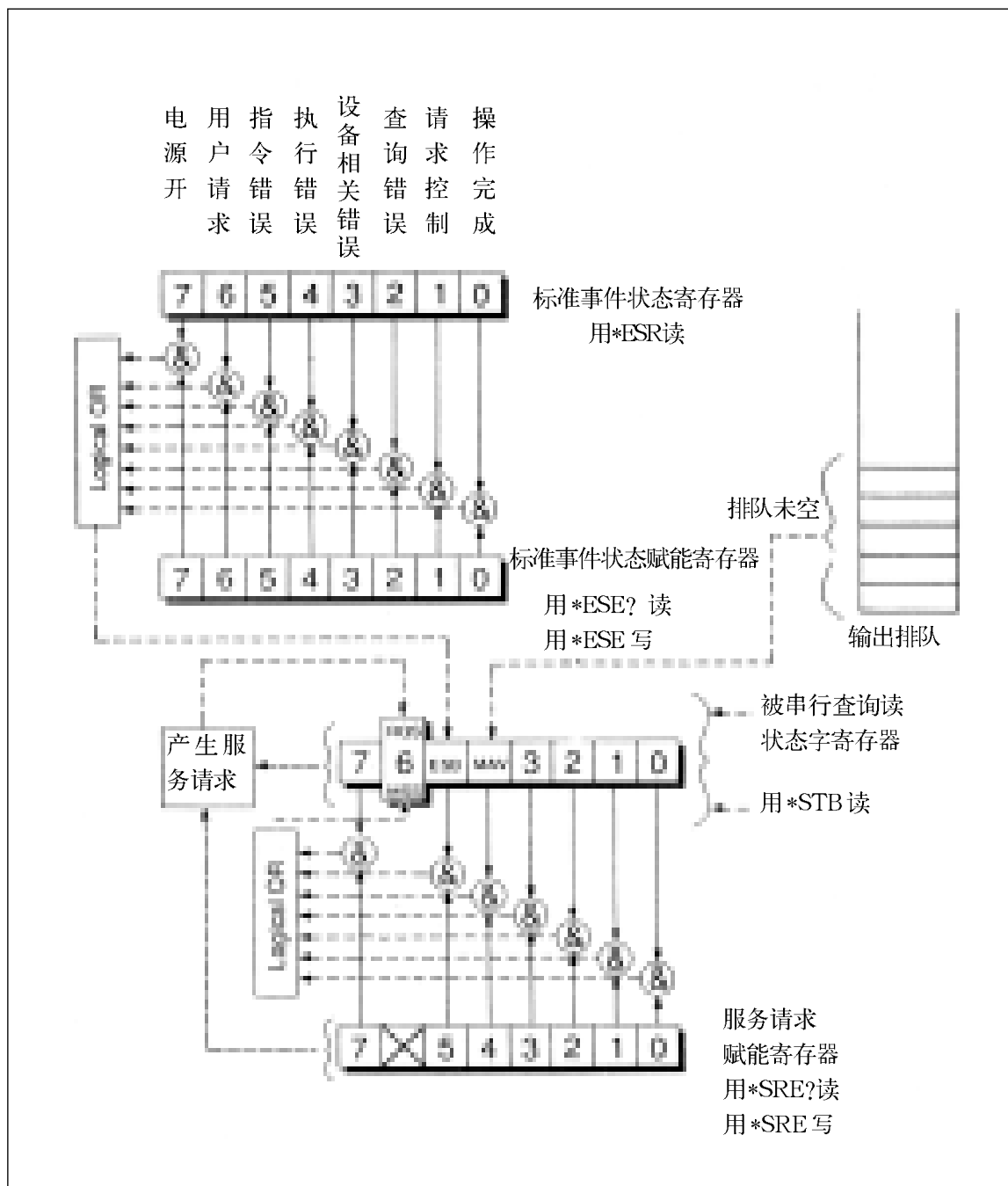


图5-3 状态数字结构概览

事件状态赋能寄存器（ESE）是一个伪寄存器，它允许主控机赋能或阻塞（屏蔽）ESE中的每一位。当ESE中的字位是1时，ESR中的相应字位被赋能。当ESR中的任何字位被赋能从0变为1时，在状态字寄存器中的ESB位也变为1。当ESR被读（用*ESR?指令）或清除（用*CLS指令）时，状态字寄存器中的ESB位返回到0。

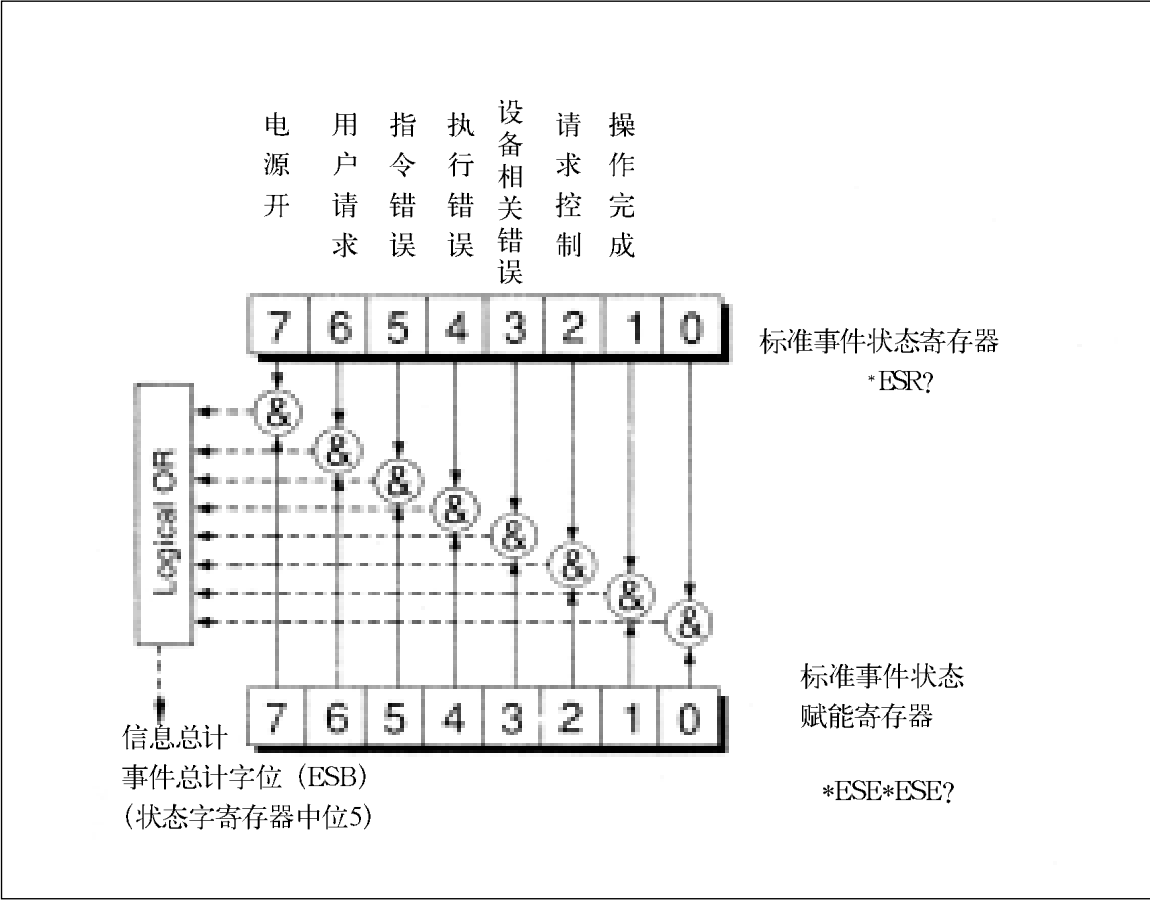


图5-4 事件状态和事件状态赋能寄存器

2、状态字寄存器

状态字位寄存器是一个包含8个字位的二进制编码寄存器。我们注意到，服务请求赋能寄存器用位1到位5和位7设置服务请求(RQS)位6，好像是被SRE赋能。当RQS位被置为真(1)时，双显表置SRQ线为真(1)，于是就产生了一个服务请求。表5-6列出了状态字寄存器的8个字位(均被*STB?指令读)的说明。

3、读状态字寄存器

主控机能够用执行一个串行查询或向双显表发送一个“*STB?”询问来读状态字寄存器，用“*STB?”询问时，不影响状态字的值。读状态字寄存器时，返回一个整数，这个整数是十进制，等效于8位二进制数。[例如，48是十进制，等效于二进制00110000，意义是位4(MAV)和位5(ESB)被置“1”]

当用串行查询读状态字位6时，位6就返回一个服务请求；当用“*STB?”查询来读位6时，位6就返回主概要状态(MSS)。也就是说，位6对不同的查询指令表现的身份不同，

例子	说明
*STB?	读状态字寄存器,假定返回“32”,把32变换为二进制是00100000,说明位5(ESB)被置为1.你可以用同样方法,用“ESR?”指令去读事件状态寄存器,以判断事件状态情况。

表 5—5 ESR 和 ESE 中位的说明

位 号	名 称	真状态 (置 1)
0	操作完成(OPC)	*OPC 收到以前的全部指令已执行。接口已准备好接收另外的信息。
1	未用	总是置 0。
2	查询错误(QYE)	当从双显表的输出缓冲器中读取数据时,输出缓冲器中无输出内容或内容未定。或,对原先的查询 指令执行读之前又接收到了新的指令行。或,输出和输入两个缓冲器都 已满了。
3	设备相关错误(QYE)	校准期间的不恰当输入。或, RS-232输入缓冲器溢出。
4	执行错误(EXE)	指令是理解的,但是不被 执行。例如,出现一个不恰当的参数。
5	指令错误(CME)	因指令无法理解而不被执行。这种情况是经常出现的,例如,发送到双显表的指令包含有语法错误。
6	未用	总是置 0。
7	开机 (电源开)	从最后一次读或清除ESR 以来,电源一直进行开和关的循环。

表5—6 状态字寄存器中位的说明

位 号	名 称	真状态 (置 1)
0	未用	总是置 0。
1	未用	总是置 0。
2	未用	总是置 0。
3	未用	总是置 0。
4	信息可用 (MAV)	输出缓冲器中的数据可以使用。当把对查询的回答放入输出缓冲器时,此位置 1。当输出缓冲器中的内容发往主控机时,此位置清除 (置 0)。
5	事件状态 (ESB)	当事件状态寄存器中出现一个或几个事件时,此位置 1。可以向双显表发送指令 “*ESR?” 去读事件状态寄存器(ESR),以断定已发生的是什么事。

续上表

位 号	名 称	真状态 (置 1)
6	主概要状态* (MSS)	这一由STB(MSS)寄存器中的其它位决定,任何一位因赋能而置1, 另外的位置0, 位6MSS就置1, 接到查询指令“STB?”后就送出MSS位的状态。如果从前面板发出服务请求, 或MSS置1, 则服务请求位(RQS)置1, 位的状态用串行查询指令返回, 并清除RQS位。
7	未用	总是置0。
* 被*STB? 指令读。如果状态字寄存器被 串行查询读了, 位6就返回一个RQS。		

4、服务请示赋能寄存器

SRE 寄存器是一个 8 位寄存器, 它赋能或阻塞 (即屏蔽) 状态字寄存器中相应的归纳信息。

在出现错误, 或者输出可用时, 双显表能被编程产生一个服务请求。规定用 “*SRE” 指令写一个二进制值到 SRE 寄存器, 触发一个服务请求状态。

例 子 说 明

*SRE 16 当状态寄存器中的位 4 (MAV) 置 1 时, 赋能产生一个 SRQ。16 是对应于二进制 00010000 的十进制, 意义是 SRE 寄存器中的位 4 (对应于状态字寄存器中的 MAV 位) 置 1, 而其它位置 0。

*SRE 48 当状态寄存器中的位 4 和位 5 (MAV 和 ESB) 置 1, 赋能产生一个 SRQ。48 的对应二进制是 00110000, 说明位 4 和位 5 置 1。

如果 SRE 中任何一个位置 1, 状态字寄存器中的 RQS 位 (位 6) 被赋能, 意义是当 STB 中的适当位变成 1 时, 能产生一个服务请求。在开机 (电源开) 时, 或根据任何设备清除指令, SRE 寄存器被置 00 (十进制)。

用 “* SRE?” 查询 (见表 5-8) 去读 SRE 寄存器, 双显表返回一个二进制——加权正数, 代表寄存器中的赋能位 (位 6 的值永远是 0), 把返回值变换为二进制以判明寄存器中位的状态。

例 子 说 明

*SRE ? 读 SRE 寄存器的值, 假定返回一个值 “32” 改变 32 为二进制 00100000, 说明 SRE 中的位 5 被置 1。

九、计算机接口的指令设置

第五章剩下的部分是叙述 RS-232 和 IEEE-488 计算机接口指令。除指出的以外, RS-232 和 IEEE-488 指令是相同的。这些指令按所涉及的功能分组列表在下面。封闭在角度括弧内的内容是必须由用户提供的参数或是由双显表返回的字符串 (如 <值>)。

- IEEE-488 功能和通用指令 (表 5-7 和表 5-8)
- 功能指令和查询 (表 5-9)
- 量程和测量速率指令和查询 (表 5-10)
- 测量查询 (表 5-12)
- 比较指令和查询 (表 5-13)
- 触发组态指令 (表 5-14)
- 其它指令和查询 (表 5-15)
- RS-232 远地/本地组态指令 (表 5-16)

1、IEEE-488 功能和通用指令

双显表支持的IEEE-488功能列在表5-7中。

表5-8概括了IEEE-488通用指令。

表5-7 IEEE-488接口功能子集

SH1	源方挂钩
AH1	受者持钩
T5	讲者
L4	听者
SR1	服务请求
RL1	远地/本地
DC1	器件清除*
DT1	器件触发
E1	电接口
^ C(NTRL)等效于DC1的RS-232指令，引起输出 〈CR〉〈LF〉和新的提示。	

表5-8 IEEE-488通用指令

指 令	名 称	说 明
*CLS	状态清除	清除状态字中的全部事件寄存器概括。“信息可供”除外，只在*CLS是指令行中的第一个信息时才清除。
ESE<值>	事件状态赋能	置“事件状态赋能寄存器”为<值>，其中值是一个0和255之间的整数。<值>是一个对应于寄存器中位的状态(1或0)的二进制等效整数。如果<值>不在0和255之间，则产生一个执行错误。
*ESE?	事件状态赋能查询	例如：十进制的16变换为二进制的00010000，则置ESE中的位4 (EXE)为1。
*ESR?	事件状态寄存器查询	双显表由于指令*ESE? 而返回事件状态赋能寄存器的<值>。<值>是一个对应于寄存器中位的状态(1或0)的二进制等效整数。
*IDN?	识别查询	双显表返回“事件状态寄存器”的<值>，然后清除它。<值>是一个整数，它与寄存器中的二进制状态位(1或0)等效。
*OPC	操作完成指令	双显表返回它的识别码，它被逗号分割为4个字段，这些字段是：制造厂(“FLUKE”)；型式(“45”)；七位串行数；主软件版本和显示软件版本。 当语法分析完成时，双显表置标准事件状态寄存器中的操作完成位。

指 令	名 称	说 明																						
*OPC?	操作完成查询	当语法分析完成时，双显表在输出排队中放一个 ASCII 码“1”。																						
*RST	复位	双显表执行开机（电源开）复位，IEEE—488 接口状态不变，包括：①接口地址，②状态字，③事件状态寄存器。																						
*SRE<值>	服务请求赋能	置“服务请求赋能寄存器”为<值>，它是 0 到 255 之间的一个整数。位 6 值不用，因为它未被服务请求赋能寄存器使用。<值>是一个整数，它与寄存器中相应的二进制状态位(0 或 1) 等效。如果值不在 0 和 255 之间，则产生一个执行错误。																						
*SRE?	服务请求赋能查询	双显表返回“服务请求赋能寄存器”的<值>(位 6 置 0)。<值>是一个整数，它与寄存器中相应的二进制状态位(1 或 0) 等效。																						
*STB?	读状态字	双显示返回状态字的<值>，包括主概要位的位 6。<值>是一个整数，它与寄存器中相应的二进制状态位(1 或 0) 等效。																						
*TRG	触发	语法分析完成后使双显表触发一个测量结果。																						
*TST?	自测试查询	使双显表运行内部自测试程序，测试大约运行 15 秒钟，在测试期间全部显示段发光，不需用户干预。 测试后送回的相应状态代码说明在下表中。测试执行完后，双显表回复到开机（电源开）组态。 <table><tr><th>代 码</th><th>状 态</th></tr><tr><td>0</td><td>通过</td></tr><tr><td>1</td><td>A / D 自测试故障</td></tr><tr><td>2</td><td>A / D 失效</td></tr><tr><td>4</td><td>EEPROM 仪器组态坏了。</td></tr><tr><td>8</td><td>EEPROM 校准数据坏了。</td></tr><tr><td>16</td><td>显示失效</td></tr><tr><td>32</td><td>显示自测试故障</td></tr><tr><td>64</td><td>ROM 测试故障</td></tr><tr><td>128</td><td>外 RAM 测试故障</td></tr><tr><td>256</td><td>内 RAM 测试故障</td></tr></table>	代 码	状 态	0	通过	1	A / D 自测试故障	2	A / D 失效	4	EEPROM 仪器组态坏了。	8	EEPROM 校准数据坏了。	16	显示失效	32	显示自测试故障	64	ROM 测试故障	128	外 RAM 测试故障	256	内 RAM 测试故障
代 码	状 态																							
0	通过																							
1	A / D 自测试故障																							
2	A / D 失效																							
4	EEPROM 仪器组态坏了。																							
8	EEPROM 校准数据坏了。																							
16	显示失效																							
32	显示自测试故障																							
64	ROM 测试故障																							
128	外 RAM 测试故障																							
256	内 RAM 测试故障																							
*WAI	等待到继续	例：十进制的 9(8 加 1) 变换为二进制为 00001001，意义是 A / D 自测试故障和 EEPROM 校准数据坏了。 该指令是 IEEE—488 接口要求的，在 FLUKE 45 双显示多用表中不操作。命令被接收，但不起作用。																						

2、功能指令和查询

涉及测量功能的指令列在表 5-9 中。关于量程和测量速率见表 5-11。关于每一功能的详细说明参见

第三章。在第一显示器 (PRIMARY DISPLAY)和第二显示器 (SECONDARYDISPLAY)下边的指令导致的功能分别在第一显示器或第二显示器上执行。

表5-9 功能指令和查询

指 令		功 能
第一显示器	第二显示器	
AAC	AAC2	交流电流
AACDC	AACDC2	交流加直流有效值电流
ADC	ADC2	直流电流
—	CLR2	清除第二显示器上的测量结果
CONT	—	连续性测试
DIODE	DIODE2	二极管测试
FREQ	FREQ2	频率
FUNC1	—	双显表按指令记忆存贮器返回到所选功能。例如：如果第一显示器选择了频率，“FUNC1?” 返回 “FREQ”。
—	FUNC2?	双显表按指令记忆存贮器使第二显示器返回到所选功能。如果第二显示器未使用，产生一个执行错误。例如：如果第二显示器选择3 频率，“FUNC2?” 返回 “FREQ”。
OHMS	OHMS2	电阻（双线）
VAC	VAC2	交流电压
VDC	VDC2	直流电压
VACDC	VACDC2	交流加直流有效值电压。

3、功能模式指令和查询

涉及功能模式的指令列在表5-10中。功能模式使得双显表在显示一个读数之前去改变测量功能的正常操作（或对测量结果进行处理）。例如，相对模式使双显表显示测量值与相对基数之差。功能模式的结果只能显示在第一显示器上。请参考第三章中对每个功能模式的详细说明。

表5-10功能模式指令和查询

指 令	说 明
DB	双显表进入分贝模式。任何读数都按分贝数显示在第一显示器上。
DBCLR	如果双显表没有处于交流和直流电压功能。则产生一个执行错误。 双显表退出分贝模式，按正常单位显示读数。而且清除分贝功率、相对和最大最小模式。
DBPOWER	双显表进入分贝功率模式。这时参考电阻设在2、4、6或8 Ω ，选择电压功能，否则产生一个执行错误。在分贝功率模式，读数以瓦为单位显示在第一显示器中。
DBREF<值>	从表5-10A中选择一个参考电阻放到<值>中,这个值表明对应的参考电阻(Ω)。如果<值>不是表5-10A中所列的值，则产生一个执行错误。

指 令	说 明																																																
	表5—10A 参考电阻值 <table><tr><th>值</th><th>参考电阻</th><th>值</th><th>参考电阻</th><th>值</th><th>参考电阻</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>8</td><td>110</td><td>15</td><td>500</td></tr><tr><td>2</td><td>4</td><td>9</td><td>124</td><td>16</td><td>600</td></tr><tr><td>3</td><td>8</td><td>10</td><td>125</td><td>17</td><td>800</td></tr><tr><td>4</td><td>16</td><td>11</td><td>135</td><td>18</td><td>900</td></tr><tr><td>5</td><td>50</td><td>12</td><td>150</td><td>19</td><td>1000</td></tr><tr><td>6</td><td>75</td><td>13</td><td>250</td><td>20</td><td>1200</td></tr><tr><td>7</td><td>93</td><td>14</td><td>300</td><td>21</td><td>8000</td></tr></table>	值	参考电阻	值	参考电阻	值	参考电阻	1	2	8	110	15	500	2	4	9	124	16	600	3	8	10	125	17	800	4	16	11	135	18	900	5	50	12	150	19	1000	6	75	13	250	20	1200	7	93	14	300	21	8000
值	参考电阻	值	参考电阻	值	参考电阻																																												
1	2	8	110	15	500																																												
2	4	9	124	16	600																																												
3	8	10	125	17	800																																												
4	16	11	135	18	900																																												
5	50	12	150	19	1000																																												
6	75	13	250	20	1200																																												
7	93	14	300	21	8000																																												
DBREF?	双显表返回表5—10A所示的一个<值>，这个值表示相应的参考电阻。																																																
HOLD	双显表进入接触保持模式 [关于接触保持的更多情况请参见第三章中的“保持（接触保持）模式”]。当双显表已在接触保持功能准备好了，发送 HOLD 可强制双显表在显示器上显示一个读数。																																																
HOLDCLR	双显表退出接触保持，并使显示恢复到正常操作。																																																
HOLDTHRESH <threshold>	置HOLD的测量门限为<门限>,<门限>必须是“1”(非常稳定)“2”(稳定)“3”(有噪声的),除此以外的任何值均产生一个执行错误。参见第三章中的“保持（接触保持）模式”。																																																
HOLDTHRESH?	双显表送回接触保持<门限>,(例“1”,“2”或“3”)。关于接触保持门限的说明参见第三章中“保持（接触保持）模式”。																																																
MAX	双显表进入最小最大模式,并把当前读数当成最大值。如果双显表已经在最小最大模式中准备好了,就显示最大值。在最小最大模式时,双显表关闭自动量程。参见第三章中的“最小最大模式”一节。																																																
MAXSET <数字值>	双显表进入最小最大模式,并把<数字值>当做最大值。<数字值>可以是带正负号的整数,带正负号的实数（指数除外）,或带正负号又带指数的实数。双显表关闭自动量程。参见第三章中“最小最大模式”一节。 如果<数字值>超出测量量程,则产生一个执行错误。																																																
MIN	双显表进入最小最大模式,并把当前读数当做最小值。如果双显表已在最小最大模式中准备好了,就显示最小值,关闭自动量程。参见第三章中的“最大最小模式”一节。																																																
MINSET <数字值>	双显表进入最小最大模式,并把<数字值>当做最小值。<数字值>可以是带正负号的整数,除指数之外的带符号实数,或有指数的带符号实数。关闭自动量程。参见第三章中“最小最大模式”一节。 如果<数字值>超出测量量程,则产生一个执行错误。																																																

续上表

指 令	说 明
MMCLR	双显表退出最小最大模式，存贮的最小最大值被丢失。双显表回到选择最小最大模式前的量程模式及所在量程。 注：如果存贮的最小最大值不丢失，在选择最小最大模式时，你可以去触发显示最大或最小读数。
MOD?	双显表送回一个数字值表示正在使用的模式：1= 最小，2= 最大，4= 保持，8= 分贝，16= 功率分贝，32= 相对，64= 比较。 如果多功能模式被选中，送返回值等于所选模式数值的和。例如，如果dB和REL被选中，则返回“40”。
REL	双显表进入相对（REL）模式，用显示在第一显示器上的值做为相对基数，关闭自动量程。关于相对模式的更多情况，请参见第三章中“相对模式”一节。
RELCLR	双显表退出相对模式，并返回到相对模式前的量程模式及所在的量程。
RELSET (相对基数)	双显表进入相对<REL>模式，用<相对基数>当做编置值。 <相对基数>可以是一个带符号的整数，除指数之外的带符号的实数，或有指数的带符号的实数。关闭自动量程。 如果<相对基数>超出测量量程，则产生一个执行错误。关于相对模式的更多情况，请参见第三章中的“相对模式”一节。
RELSET?	双显表送回<相对基数>。如果没有选中相对模式，则产生一个执行错误。

4、量程和测量速率的指令和查询

表5-11中的指令涉及量程和测量速率（如，读数/秒）。在自动量程模式，双显表根据每一个读数自动选择一个量程；在手动量程模式，由用户选择一个固定的量程。

表5-11 量程和测量速率指令及查询

指 令	说 明
AUTO	使双显表在第一显示器上进入自动量程模式。若自动量程模式无法选中(例如，若选择了REL,dB,MN MX或二级管/连续性测试)则产生一个执行错误。
AUTO?	使双显表送回一个数值，如果双显表在自动量程，送回“1”，不在自动量程，送回“0”。
FIXED	使双显表在第一显示器上退出自动量程并且进入手动量程，当前量程成为所选量程。
RANGE<量程>	置第一显示器到由<量程>指定的量程,<量程>是一个1到7之间的数,它对应的量程列在表5-11A和表5-11B中。

续上表

指 令	说 明																																																																																
	表5-11A 快速和中速测量速率时的量程 <table><tr><th>量程值</th><th>电压量程</th><th>欧姆量程</th><th>电流量程</th><th>频率量程</th></tr><tr><td>1</td><td>300mV</td><td>300Ω</td><td>30mA</td><td>1000Hz</td></tr><tr><td>2</td><td>3V</td><td>3kΩ</td><td>100mA</td><td>10kHz</td></tr><tr><td>3</td><td>30V</td><td>30kΩ</td><td>10A</td><td>100kHz</td></tr><tr><td>4</td><td>300V</td><td>300kΩ</td><td>ERROR</td><td>1000kHz</td></tr><tr><td>5</td><td>1000VCD*</td><td>3MΩ</td><td>ERROR</td><td>1MHz</td></tr><tr><td>6</td><td>ERROR</td><td>30MΩ</td><td>ERROR</td><td>ERROR</td></tr><tr><td>7</td><td>ERROR</td><td>300MΩ</td><td>ERROR</td><td>ERROR</td></tr></table> *1000VDC, 750VAC。 表5-11B 慢速测量速率时的量程 <table><tr><th>量程值</th><th>电压量程</th><th>欧姆量程</th><th>电流量程</th><th>频率量程</th></tr><tr><td>1</td><td>100mV</td><td>100Ω</td><td>10mA</td><td>1000Hz</td></tr><tr><td>2</td><td>1000mV</td><td>1000Ω</td><td>100mA</td><td>10kHz</td></tr><tr><td>3</td><td>10V</td><td>10kΩ</td><td>10A</td><td>100kHz</td></tr><tr><td>4</td><td>100V</td><td>100kΩ</td><td>ERROR</td><td>1000kHz</td></tr><tr><td>5</td><td>1000VCD*</td><td>1000kΩ</td><td>ERROR</td><td>1MHz</td></tr><tr><td>6</td><td>ERROR</td><td>10MΩ</td><td>ERROR</td><td>ERROR</td></tr><tr><td>7</td><td>ERROR</td><td>100MΩ</td><td>ERROR</td><td>ERROR</td></tr></table> *1000VDC, 750VAC。	量程值	电压量程	欧姆量程	电流量程	频率量程	1	300mV	300Ω	30mA	1000Hz	2	3V	3kΩ	100mA	10kHz	3	30V	30kΩ	10A	100kHz	4	300V	300kΩ	ERROR	1000kHz	5	1000VCD*	3MΩ	ERROR	1MHz	6	ERROR	30MΩ	ERROR	ERROR	7	ERROR	300MΩ	ERROR	ERROR	量程值	电压量程	欧姆量程	电流量程	频率量程	1	100mV	100Ω	10mA	1000Hz	2	1000mV	1000Ω	100mA	10kHz	3	10V	10kΩ	10A	100kHz	4	100V	100kΩ	ERROR	1000kHz	5	1000VCD*	1000kΩ	ERROR	1MHz	6	ERROR	10MΩ	ERROR	ERROR	7	ERROR	100MΩ	ERROR	ERROR
量程值	电压量程	欧姆量程	电流量程	频率量程																																																																													
1	300mV	300Ω	30mA	1000Hz																																																																													
2	3V	3kΩ	100mA	10kHz																																																																													
3	30V	30kΩ	10A	100kHz																																																																													
4	300V	300kΩ	ERROR	1000kHz																																																																													
5	1000VCD*	3MΩ	ERROR	1MHz																																																																													
6	ERROR	30MΩ	ERROR	ERROR																																																																													
7	ERROR	300MΩ	ERROR	ERROR																																																																													
量程值	电压量程	欧姆量程	电流量程	频率量程																																																																													
1	100mV	100Ω	10mA	1000Hz																																																																													
2	1000mV	1000Ω	100mA	10kHz																																																																													
3	10V	10kΩ	10A	100kHz																																																																													
4	100V	100kΩ	ERROR	1000kHz																																																																													
5	1000VCD*	1000kΩ	ERROR	1MHz																																																																													
6	ERROR	10MΩ	ERROR	ERROR																																																																													
7	ERROR	100MΩ	ERROR	ERROR																																																																													
RANGE1?	在第一显示器上返回到当前所选量程。																																																																																
RANGE2?	在第二显示器上返回到当前所选量程。如果第二显示器未使用，产生一个执行错误。																																																																																
RATE(速率)	置测量速率为<速率>,<速率>是“S” 慢速 (2.5 读数/秒) “ M” 中速 (5 读数/秒) 或 “F” 快速 (20 读数/秒) 中的任何一个。“S”，“M” 或 “F” 能用附录 B 中 ASCII 码的大写或小写字母发送。对<速率>的任何其它输入均产生一个执行错误。																																																																																
RATE	按照 “S” 慢速 (2.5 读数/秒)，“M” 中速 (5 读数/秒) 或 “F” 快速 (20 读数/秒) 送回<速率>。																																																																																

5、测量查询

表5-12中的指令使双显表送回第一和/或第二显示器上的读数。

表5-12 测量结果查询

指 令	说 明
MEAS1?	下一个触发测量完成后，双显表送回第一显示器上的显示值。
MEAS2?	下一次触发的测量完成后，双显表送回第二显示器上的显示值。如果第2显示器是关闭的，则产生一个执行错误。
MEAS?	如果两个显示器都打开了，在下一次触发的测量完成后，双显表按照所选定的格式送回两个显示器上的显示值。这些测量结果的值用逗号分隔开（格式1）；或用“空格、测量单位、逗号、空格”分隔开（格式2）。详见表5-15中的FORMAT指令。 格式1的例子: +1.2345E+0+6.7890E+3<CR> <LF> 格式2的例子: +1.2345E+0VDC+6.890E+3ADC <CR> <LF> 如果第二显示器没打开，MEAS?等效为MEAS1?
VAL1?	双显表送回第一显示器上的显示值。如果第一显示器是空白，送回下一次触发的测量结果。
VAL2?	双显表送回第二显示器上的显示值。如果第二显示器是空白，则送回下一次触发的测量结果。如果第二显示器已关闭，则产生一个执行错误。
VAL?	如果两个显示器都打开了，双显表按照已选定的格式送回两个显示器上的显示值。这些测量值用逗号分隔开（格式1），或用“空格—测量单位—逗号—空格”分隔开（格式2）。详见表5-15中的FORMAT指令。 如果第二显示器没打开，VAL 等效为VAL1。如果显示器是空白，则送回下一次触发后的测量结果（1个或2个）。

6、比较指令和查询

表5-13中所列的指令使双显表去判明一个测量结果是在规定范围之上、之下或之中。

这些指令与前面板上的按键 COMP、HI、LO 对应。

表5-13 比较指令和查询

指 令	说 明
COMP	双显表进入比较 (COMP) 功能, 接触保持功能自动打开 (可用指令“HOLD-CLR”把接触保持关掉)。
COMP?	双显表把最后测量的读数与规定范围进行比较的结果送回, 读数在比较范围之上时送回“HI”, 之下时送回“LO”, 之中时送回“PASS”。如果测量尚未完成, 则送回—长划“—”。

续上表

指 令	说 明
COMPCLR	双显表退出比较功能和接触保持功能（如果选择了接触保持功能），并把显示器恢复为正常工作。
COMPHI	置比较(COMP)模式的高端值为<高值>。
<高值>	<高值>可以是带符号的整数，除指数之外带符号的实数，或有指数的带符号的实数。
COMPLO	置比较((COMP)模式的低端值为<低值>。
<低值>	<低值>可以是带符号的整数，除指数外的带符号实数，或有指数的带符号实数。
HOLDCLR	双显表退出接触保持功能模式，使显示器恢复正常工作，但是不退出比较功能模式。

7、触发组态指令

表5-14中的指令去设置和返回双显表的触发组态。

表5-14 触发组态指令

指 令	说 明																								
TRIGGER (类型)	置触发组态为<类型> <类型>符合从表5—14A中选取的1到5之间的数。如果<类型>内写的不是这些数中的一个，则产生一个执行错误。 表5—14A 触发类型 <table><tr><th>类 型</th><th>触 发</th><th>后 触 发</th><th>稳定延迟</th></tr><tr><td>—</td><td>1</td><td>内</td><td>阻断</td></tr><tr><td>关</td><td>2</td><td>外</td><td>阻断</td></tr><tr><td>开</td><td>3</td><td>外</td><td>阻断</td></tr><tr><td>关</td><td>4</td><td>外</td><td>赋能</td></tr><tr><td>开</td><td>5</td><td>外</td><td>赋能</td></tr></table>	类 型	触 发	后 触 发	稳定延迟	—	1	内	阻断	关	2	外	阻断	开	3	外	阻断	关	4	外	赋能	开	5	外	赋能
类 型	触 发	后 触 发	稳定延迟																						
—	1	内	阻断																						
关	2	外	阻断																						
开	3	外	阻断																						
关	4	外	赋能																						
开	5	外	赋能																						
TRIGGER?	双显表送回由FRIGGER 指令设置的触发（类型）。																								

8、其它指令和查询

其它指令和查询概括在表5-15中。

表5-15 其它指令和查询

指 令	说 明																
$\wedge$ C (CN-TRLC) FORMAT <fmt>	与IEEE-488的DCL指令等效的RS-232指令。引起输出<CR> <LF>和= > <CR> <LF>。 设置输出格式<fmt>为“1”或“2”。格式1与IEEE-488.2兼容。 格式1输出的测量值不带测量单位（如“VDC”、“ADC”、“OHMS”等）。格式2使测量值与测量单位（如下所述）一起输出。格式2原先是打算用于RS-232只打印模式。 表5-15A 用于输出格式2的测量单位 <table border="1"> <thead> <tr> <th>测量功能</th><th>输出单位</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>直流电压</td><td>VDC</td></tr> <tr> <td>交流电压</td><td>VAC</td></tr> <tr> <td>直流电流</td><td>ADC</td></tr> <tr> <td>交流电流</td><td>AAC</td></tr> <tr> <td>电阻</td><td>OHMS</td></tr> <tr> <td>频率</td><td>HZ</td></tr> <tr> <td>二极管/连续性测试</td><td>VDC</td></tr> </tbody> </table>	测量功能	输出单位	直流电压	VDC	交流电压	VAC	直流电流	ADC	交流电流	AAC	电阻	OHMS	频率	HZ	二极管/连续性测试	VDC
测量功能	输出单位																
直流电压	VDC																
交流电压	VAC																
直流电流	ADC																
交流电流	AAC																
电阻	OHMS																
频率	HZ																
二极管/连续性测试	VDC																
FORMT?	双显表用“1”或“2”送回使用中的<格式>																
SERIAL?	双显表送回它的系列号。																

9、RS - 232 接口的远地 / 本地组态

表5-16中的指令适用于通过RS-232接口设置双显表的远地 / 本地组态。这些指令仅在RS-232接口赋能时才有效。

表5-16 远地 / 本地组态指令

指 令	说 明
REMS	使双显表进入IEEE-488 远地状态。即前面板不封锁的IEEE-488远地操作模式。这时第一显示器上显示“REMOTE”。当双显表处于IEEE-488远地 (REMS)状态时：按动  (LOCAL)键使双显表返回本地控制（即前面板控制）；如果外触发已赋能，按动  键即可触发一次测量。前面板其它按键全部被锁定。
RWLS	使双显表进入IEEE-488WLS远地状态，即前面锁定的IEEE-488远地操作模式。这时第一显示器上显示“REMOTE”。在RWLS状态，前面板全部按键被阻断。
LOCS	使双显表处于IEEE-488LOCS状态，即无锁定的本地操作模式，前面板按键全部有效。
LWLS	使双显表处于IEEE-488LWLS状态，即封锁本地操作模式，前面板按键全部被阻断。

十、用于RS-232 计算机接口的程序实例

图5-5是一个注释BASIC程序。是为IBM PC（或兼容机）等的。它说明了如何通过RS-232计算机接口使用双显表。

```

10 'EXAMPLE.BAS      Fluke 45 program to record magnitude and frequency data
11 '                  - initialize RS-232 communication and set up fluke 45
12 '                  - check command acceptance by fluke 45
13 '                  - display and record measurement data in "TESTDATA. PRN"
100 CLS : KEY OFF
110 RESULTS$ = ""      ' Define data input
120 PROMPT$ = " "      ' 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$(27)     ' Define program termination command string
160 COUNT = 0          ' Initialize number of readings
200 '
201 ' Open communications port 9600 Baud, no parity, 8bit data,
202 ' ignore Clear to Send, Data Set Ready, Carrier Detect
210 OPEN "com1: 9600, n, 8, .cs, ds, cd" AS #1
220 IF ERRORCODE < > 0 THEN PRINT "ERROR - Could not open com1: " : END
221 '
230 OPEN "testdata.pm" FOR OUTPUT AS #2      ' Open data file
231 '
232 ' Set up Fluke 45:
233 ' "rem" Put the Fluke 45 into Remote mode
234 ' "vac" Primary measurement is Volts AC
235 ' "dB" Add decibels modifier to primary measurement
236 ' "freq2" Secondary display measurement to be frequency
237 ' "format 1" Data to be formatted without units
240 GMD$ = "rem; 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 PROMPT$ = 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 ENDIF
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 PROMPT$ = INPUT$(4, #1)      ' Get prompt
1040 IF INSTR(1, PROMPT$, ">") <> 0 THEN RETURN      ' Command successful
1050 IF INSTR(1, PROMPT$, "?>") <> 0 THEN PRINT " Command syntax!! "
1060 IF INSTR(1, PROMPT$, "!>") <> 0 THEN PRINT " Command failure!! "
1070 PRINT "Program execution Haited"
1080 END

```

图 5-5 RS-232计算机接口程序实例

第六章 维 护

注：只用于在维修双显表时更换指定部件。

一、引言

第六章为用户提供执行基本维护时的必要资料,用户不要试图执行本章中未讲述过的维护。有资格的维修人员执行维护、维修和校准程序时,必须参考FLUKE 45双显表维修手册(P/N856042)。

二清洗

警 告

为避免触电和损坏双显表,机壳内绝不要进水。不要使用溶剂,以免损坏双显表外壳。

如果要擦拭双显表,用由水或低碳除垢剂轻轻弄湿的布去擦,不要用芳香烃、氯化溶剂或甲醇液擦洗双显表。

三、电源保险丝

双显表有一个与供电电源串联的T125mA250V,(慢熔)电源保险丝。这个保险丝安装在后面板上。更换这个保险丝时不要插电源线。如图6-1所示,移出电源保险丝,用一个替换保险丝装入。

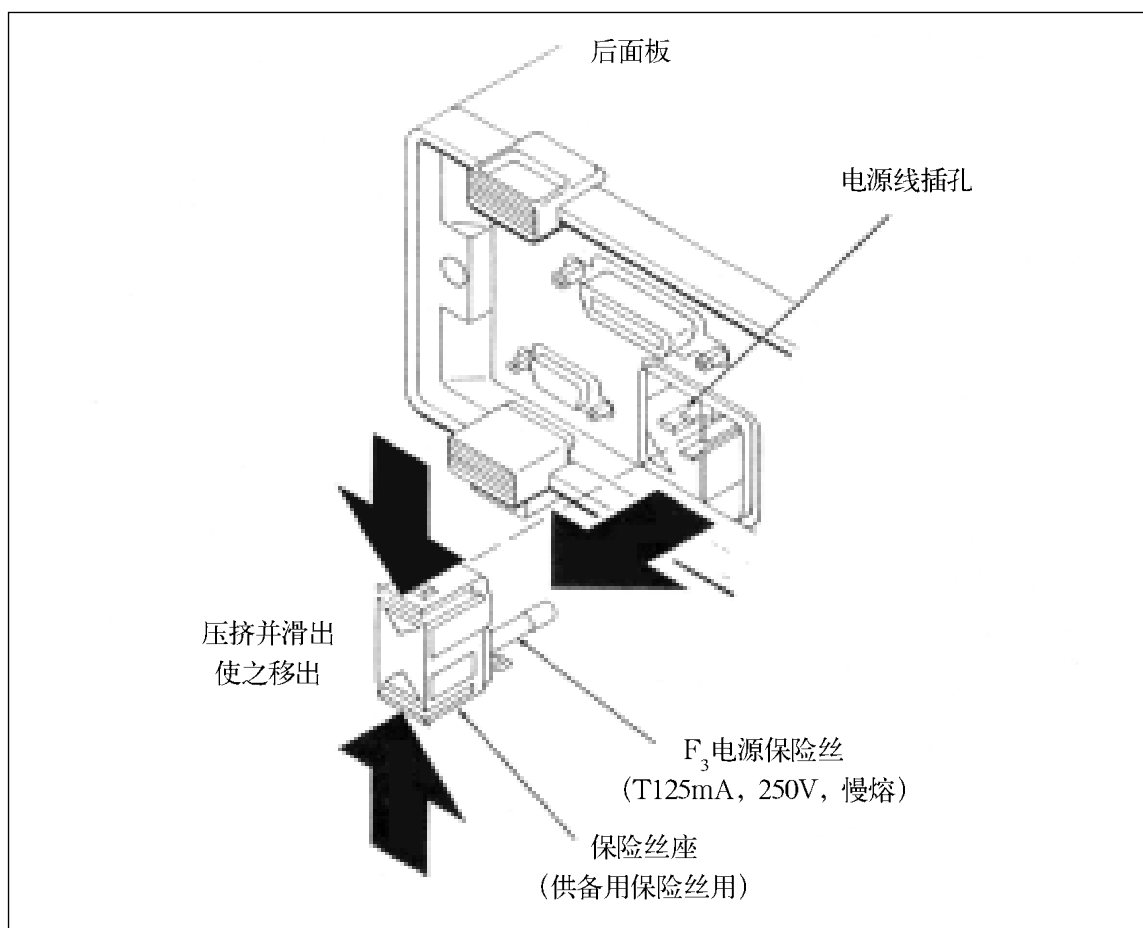


图6-1 更换电源保险丝

四、电流输入保险丝

100mA 和10A 输入用可以由用户更换的保险丝来保护。

- 100mA输入用额定F500mA, 250V(速熔)保险丝保护, 最小断裂容量为1500A, 符合IEC-127表1。
- 10A输入用额定F15A, 250V (速容) 保险丝保护, 断裂容量10000A, [或用F15A, 600V (速熔) 最小断裂容量 10000A。]。

1. 电流输入保险丝测试

执行下述步序测试这些保险丝:

- ①, 把测试线插入V Ω $\rightarrow$ 输入 端, 打开双显表电源。
- ②, 按动 Ω 键选择欧姆功能。
- ③, 把测试线探头插入100mA 输入 端。

如果保险丝是好的, 双显表的读数将在11与15 Ω 之间; 如果保险丝已熔断, 双显表的读数将 $>10M\Omega$ 直至过载 (OL)。

- ④, 把测试线探头从100mA 输入端取出, 插入10A 输入端。

如果保 险丝是好的, 双显 表的读数将在0.04与 0.1 Ω 之间; 如果保险丝已熔断, 双显表的读数将 $>10M\Omega$ 直至过载 (OL)。

2. 更换 100mA 输入保险丝

警 告

为避免起火, 只许用相同额定值的保 险丝更换熔断的保险丝。

100mA输入 保险丝装在 前面板输入插孔中(见图6-2)

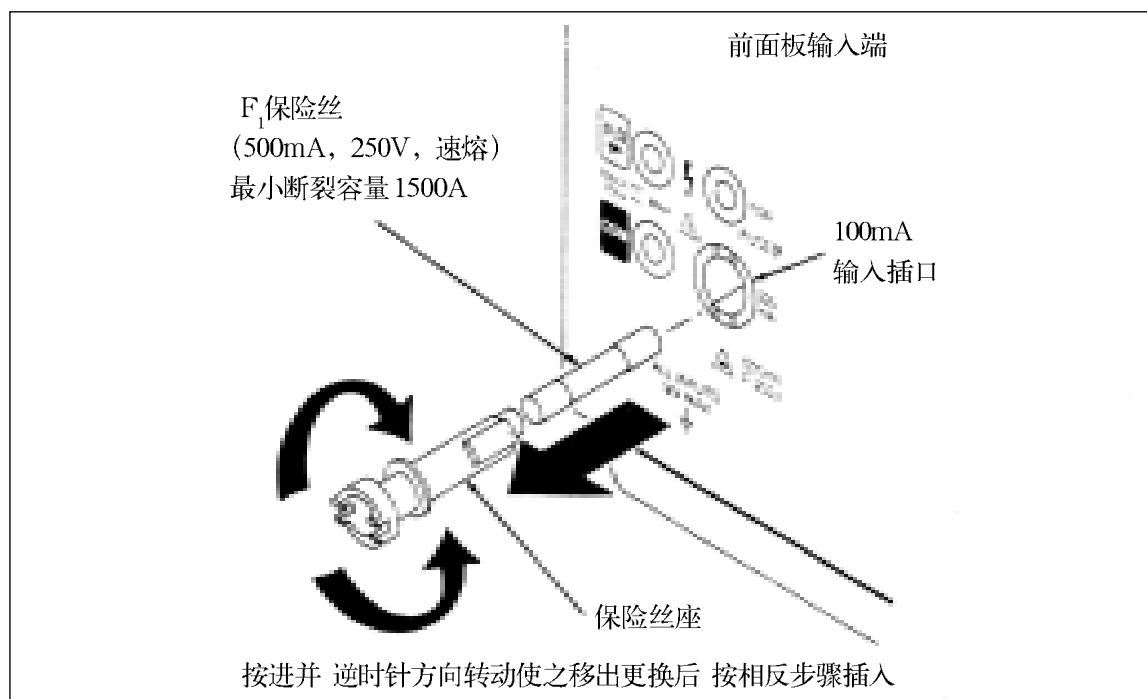


图6-2 更换100mA输入保险丝

更换这 个保险丝时, 首先拔掉电源线, 然后将保险丝帽按进插座, 并沿反时针方向旋转 90 度,

如图6-2所示,使保险丝帽和保险丝管一起滑出来。
用一个相同额定值(见表6-5)保险丝更换已熔断保险丝。把保险丝及帽重新装入插座内,确保保险丝按入座内,并顺时针方向把保险丝帽旋转90度。

3. 更换10A 输入保险丝

10A 输入保险丝装在双显表内,更换此保险丝步骤如下:

①,拆去外壳底下的单个菲利浦头螺钉(十字头螺钉)及后角框每一边上的菲利浦头螺钉。

警 告

打开外壳,有危险电压暴露。在打开外壳之前,永远不要忘记断开电源线和测试输入线。

②,拆去后角框,并把双显表的外壳从前面向背后滑动。在靠近输入端子处的主印刷电路板组件(pca)前边可以见到保险丝和保险丝夹。

③,小心拆下保险丝,并用表6-5上所列的额定保险丝去更换它。

④,按照拆卸步序的反向装配好双显表。

五、自测试诊断和错误代码

双显表在开机时执行一个自测试诊断程序,如果发现故障,就会在第一显示器上显示一个错误代码,而且第二显示器上显示“ERROR”,一个错误代码显示两秒钟,或直到按动下一个按键。表6-1中列出了错误代码。

表6-1 自测试错误代码

错误号	意 义
1	ROM测试故障
2	外部RAM测试故障
3	内部RAM测试故障
4	显示器自测试故障
5	显示器失效
6	EEPROM中的仪器组态数据破坏
7	EEPROM中的校准数据破坏。 (“UNCAL”信号器也发光。)
8	A / D芯片损坏
9	测量自测试故障

六、性能测试

当你收到双显表时,它已被校准,并且工作情况良好。

下述性能测试用以确认双显表处于正常工作状态。性能测试中发现了任何故障,则需要校准调整或维修。执行这些测试需要用FLUKE 5700A 多功能校准器和5725A 放大器(或相似的仪器)。

下述测试步序是在仪器预热一小时后开始测试,周围环境温度为18~28℃,相对湿度低于90%。

注:除非另外指明,全部性能测试是在中等读数速度下进行的。

①,开机,并且使双显表稳定一小时。

②,从5700A的VAHI和LO接线柱连接一个电缆到45双显表上的V Ω $\rightarrow$ 和COM输入端。

在双显表上选择相应功能和量程，并用表6-2中所列值从5700A上输入，双显表显示的读数应在表中所列的最大和最小值之间。

③，从5700A的VAHI和LO接线柱上连接一个电缆到双显表上的100mA和COM输入端。在双显表上选择相应的功能和量程，并用表6-3中所列值从5700A上输入，双显表上显示的读数应在表中所列的最大和最小值之间。

④，下述测试需要一台FLUKE 5725A放大器（或等效的仪器），与5700A配用，性能测试电平设置在5700A上，而从5725A放大器上输出。

从5725A上的VAHI和LO输出接线柱连接一个电缆到双显表上的10A和COM输入端，在双显表上选择相应的功能和量程，并用列在表6-4中的值从5700A上设置测试值，双显表显示的读数应在表中所列的最大和最小值之间。

表6-2 电压、欧姆、频率和二极管功能的性能测试

功 能	量程 (速率)	输入量级	频 率	显 示 值	
				最小	最大
V =	100mV (慢)	短路	—	-0.006	+0.006
		+90mV	—	89.971	90.029
	1000mV (慢)	+900mV	—	899.71	900.29
	300mV	短路	—	-0.02	0.02
		-300mV	—	-300.10	-299.90
	3V	+3V	—	2.9990	3.0010
		-3V	—	-3.0010	-2.9990
	30V	+30V	—	29.990	30.010
	300V	+300V	—	299.90	300.10
	1000V	+1000V	—	999.5	1000.5
	—	短路	—	-0.0008	0.0008
	—	开路	—	响声 OL	(响声) OL
V ~	300mV	短路		—	<75
		15mV	1kHz	14.87	15.13
			100kHz	13.75	16.25
		300mV	1kHz	299.30	300.70
			100kHz	284.50	315.00
	3V	3.0V	1kHz	2.9930	3.0070
	30V	30V	1kHz	29.930	30.070
	300V	300V	1kHz	299.30	300.70
	750V	750V	1kHz	747.50	752.50
Ω	用以3为首的十进制				
	300 Ω	短路	—	0.00	0.07
		300 Ω	—	299.80	300.22
	3k Ω	短路	—	0.0000	0.0002
		3k Ω	—	2.9983	3.0017

续上表

功 能	量程 (速率)	输入量级	频 率	显 示 值	
				最小	最大
Ω	30k Ω	30k Ω	—	29.983	30.017
	300k Ω	300k Ω	—	299.83	300.17
	3M Ω	3M Ω	—	2.9980	3.0020
	30M Ω *	30M Ω	—	29.922	30.078
	300M Ω *	300M Ω	—	294.0	306.0
	用于以1.9为首的十进制				
	300 Ω	短路	—	0.00	0.07
		190 Ω	—	189.85	190.17
	3k Ω	短路	—	0.0000	0.0002
		1.9k Ω	—	1.8988	1.9012
	30k Ω	19k Ω	—	18.988	19.012
	300k Ω	190k Ω	—	189.88	190.12
	3M Ω	1.9M Ω	—	1.8987	1.9013
	30M Ω *	19M Ω	—	18.949	19.051
	300M Ω	190M Ω	—	186.2	193.8
	用于以1为首的十进制		—		
	300 Ω	短路	—	0.00	0.70
		100 Ω	—	99.90	100.12
	3k Ω	短路	—	0.0000	0.0002
		1k Ω	—	0.9993	1.0007
	30k Ω	10k Ω	—	9.993	10.007
	300k Ω	100k Ω	—	99.93	100.07
	3M Ω	1M Ω	—	0.9992	1.0008
	30M Ω *	10M Ω	—	9.972	10.028
	300M Ω	100M Ω	—	98.0	102.0
FREQ	10/100kHz	0.1~10V	10kHz	9.9949	10.006
* 如果标准值可以得到, 可选任意测试点。					

表6—3 mA电流功能性能测试

功 能	量程 (速率)	输入量级	频 率	显 示	
				最小	最大
A = (mA)	30mA	+30mA	—	29.982	30.018
	100mA	+100mA	—	99.93	100.17
A ~ (mA)	30mA	30mA	1kHz	29.840	30.160
	100mA	100mA	1kHz	99.40	100.60

表6-4 A电流功能性能测试

功 能	量程 (速率)	输入量级	频 率	显 示 值	
				最小	最大
A =	10A	+10A	—	9.873	10.027
A ~	10A	10A	1kHz	9.890	10.110

七、维修

如果你怀疑双显表坏了，请复习本手册，核实你的操作是否正确。如果双显表对正常操作依然有故障，就请把双显表安全地装箱（如果可能，尽量装入原来的包装箱中），付给邮资，把它邮寄到最近的Fluke/Philips维修中心。维修中心一览表提供在附录D中（略）。在包装箱中请附一个关于双显表故障情况的简短说明。对运输中的损坏，Fluke 不承担责任。

八、可更换部件

表6-5中列出了可由用户更换的部件。其它部件必须由有资格的维修人员更换，并遵循维修手册中的步序。

可更换部件和价格的资料由Fluke公司或Fluke/Philips认可的经销处那里得到。你的订货单应包含下述内容，以便能及时和有效地处理：

- 数量
- Fluke部件号
- 部件说明
- 仪器型号和系列号

表6-5 可更换部件

项 目	说 明	Fluke 部件号
C40*	包装箱（选件）	—
F1	mA输入保险丝，F500mA，250V(速熔)，断裂容量1500A。	838151
F2	10A输入保险丝，F15A，250V(速熔)，最少断裂容量1000A。或F15A，600V（速熔）最小断裂容量10000A。	
F3	电源保险丝，T125mA，250V（慢熔）。	822254
RS40*	RS-232终端接口电缆，可把双显表连接到任何适当组态的DTE连接器（DB-25阳插头），IBM PC或 IBM PC / XT，IBM PS / 2（型号25、30、50、60、70、80）	—
RS41*	RS-232调制解调电缆，可把Fluke 45双显表连到任何调制解调器。	—
TL20*	工业测试电缆（选件）	—
TL70*	测试电缆（标准）	—
TM1	用户手册（英文）	855981
TM2	用户手册（德文/法文）	856034
TM3	用户手册（日文）	857859
TM4	维修手册	856042
TM5	快速参考指南	856021
Y8021*	IEEE—488屏蔽电缆，1米（39.4英寸），尾端带插头插座。	—
Y8022*	IEEE—488屏蔽电缆，2米（78.8英寸），尾端带插头插座。	—
Y8023*	IEEE—488屏蔽电缆，4米（13英尺），尾端带插头插座。	—
** Fluke 附件，它可由被委托的Fluke/Philips经销处提供。 在美国，为取得Fluke 部件，可以呼叫 1-800-356-4731		

附录A 技术指标

一、引言

附录A的内容是Fluke 45双显示多用表的技术指标。

这些技术指标基于：

- 一年校准周期。

环境温度为18~28℃(64.4~82.4 ℉)

- 相对湿度不超过90% (非凝露)

精确度表示为± (读数·百分比十字数)

二、读数速率和显示码数

速 率	每秒读数	满量程显示数
慢	2.5	99.999*
中	5	30.000
低	20	3.000
*欧姆满量程典型显示数是 98000 号。		

响应时间：详细资料请参考第四章。

三、直流电压

量 程	分 辨 力			准 确 度	
	慢	中	快	6 个月	一年
300mV	—	10 μ V	100 μ V	0.02%+2	0.025%+2
3V	—	100 μ V	1mV	0.02%+2	0.025%+2
30V	—	1mV	10mV	0.02%+2	0.025%+2
300V	—	10mV	100mV	0.02%+2	0.025%+2
1000V	—	100mV	1V	0.02%+2	0.025%+2
100mV	1 μ V	—	—	0.02%+6	0.025%+6
1000mV	10 μ V	—	—	0.02%+6	0.025%+6
10V	100 μ V	—	—	0.02%+6	0.025%+6
100V	1mV	—	—	0.02%+6	0.025%+6
1000V	10mV	—	—	0.02%+6	0.025%+6

输入阻抗

10M Ω 并联<100PF

注：在双显示模式，当同时选中直流电压和交流电压功能时，10M Ω 直流分压器与1M Ω 交流分压器并联决定输入阻抗。

常模抑制比

中速和慢速率压在50或60Hz时>80dB

中速和慢速速率在50~440Hz间>54dB

快速速率在50Hz时（注：快速速率时无滤波）>60dB

测量直流电压时允许的最大交流电压

量 程		最大交流输入电压
300mV	100mV	5V 峰值
3V	1000mV	5V 峰值
30V	10V	490V 峰值
300V	100V	1000V 峰值
1000V	1000V	1000V 峰值

共模抑制比

在直流, 50或60Hz时>90dB

(1k Ω 失配电阻, 中速或慢速率)

最大输入

在任何量程均为1000V直流或交流峰值。

四、真有效值交流电压，交流耦合

量 程	分 辨 率		
	慢	中	快
300mV	—	10 μ V	100 μ V
3V	—	100 μ V	1mV
30V	—	1mV	10mV
300V	—	10mV	100mV
750V	—	100mV	1V
100mV	1 μ V	—	—
1000mV	10 μ V	—	—
10V	100 μ V	—	—
100V	1mV	—	—
750V	10mV	—	—

准确度

频 率	线 性 准 确 度			分贝准确度		功率 *	在上限频率 最大输入
	慢	中	快	慢/中	快		
0~50Hz	1%+100	1%+10	7%+2	0.15	0.72	2%+10	750V
50Hz~10kHz	0.2%+100	0.2%+10	0.5%+2	0.08	0.17	0.4%+10	750V
10~20kHz	0.5%+100	0.5%+10	0.5%+2	0.11	0.17	1%+10	750V
20~50kHz	2%+200	2%+20	2%+3	0.29	0.34	4%+20	400V
50~100kHz	5%+500	5%+50	5%+6	0.70	0.78	10%+10	200V
* 在功率模式的误差不超过线性准确度技术指标的两倍。							

基于读数速率的准确度技术指标适用于下述范围：

慢读数速率 1500 和 99999 码之间（满量程）
 中读数速度 1500 和 30000 码之间（满量程）
 快读数速度 150 和 3000 码之间（满量程）

分贝分辨力

分 辨 力	
慢 和 中	快
0.01dB	0.1dB

输入阻 抗
 1MΩ 并联<100pF

注: 在双显模式, 当同时选中直流电压和交流电压功能 时, 输入阻抗由10MΩ直流分压器与1MΩ 交
 流分压器并联决定。

最大波峰因数
 3.0
 共模抑制比
 压 50Hz或60Hz时, >60dB(1kΩ不平衡电阻)
 最大输入
 750V 有效值 , 1000V 峰值。
 2 × 10⁷电压—赫兹乘积, 在任何量程, 常模 输入。
 1 × 10⁶电压—赫兹乘积, 在任何量程, 共模输入。

(AC+DC) 电压准确度
 总测量误差不超过单独的交流和直流准确度技术指标之和加上 1 个字（1 个显示数）。
 测量交流电流同时交流电压输入的最大频率
 当双显表用两个显示器进行交流电流和交流电压测量时, 电压输入的最大频率被限制在
 电流功能的最大频率。例如, 如果你在 10A 量程进行一个交流电流测量, 输入电压的最大频率必须
 低于2KHz。

五、直流电流

量程	分 辨 率			准确度	负载电压 *
	慢	中	快		
30mA	—	1μA	10μA	0.05%+3	0.45V
100mA	—	10μA	100μA	0.05%+2	1.4V
10A	—	1mA	10mA	0.2%+5	0.25V
10mA	100μA	—	—	0.05%+15	0.14V
100mA	1μA	—	—	0.05%+5	1.4V
10A	100μA	—	—	0.2%+7	0.25V
* 在满量程时的典型值					

最大输入
 只用于低能量电路, 在保护中使用, 不超过 250V 或 4800 伏安（IEC 664 安装类型 II）

mA 300mA直流或交流有效值,用500mA、250V IEC 127表1,速熔保险丝保护。

A 连续10A直流或交流有效值,或不超过30秒的20A直流或交流有效值,用15A、250V、
间断额定值10000A,速熔保险丝保护。

注: COM接线端到双显表内部测量电路间的电阻近似等于0.003Ω。

六、交流电流

量 程	分 辨 率			负载电压 *
	慢	中	快	
10mA	100μA	—	—	0.14V
30mA	—	1μA	10μA	0.45V
100A	1μA	10μA	100μA	1.4V
10A	100μA	1mA	10mA	0.25V
* 在满量程时的典型值				

准确度

量 程	频 率	准 确 度		
		慢	中	快
mA(到100mA)	20~50Hz	2%+100	2%+10	7%+2
mA(到100mA)	20Hz~10kHz	0.5%+100	0.5%+10	0.8%+2
mA(到100mA)	10~20kHz	2%+200	2%+20	2%+3
A(1~10A)	20~50Hz	2%+100	2%+10	7%+2
A(1~10A)	50Hz~2kHz	1%+100	1%+10	1.3%+2
A(0.5~1A)	20Hz~50Hz	2%+300	3%+30	7%+4
A(0.5~1A)	50Hz~2kHz	1%+300	1%+30	1.3%+4

基于读数速率, mA 的准确度技术指标适用于下述范围:

慢读数速率 15000和99999码之间(满量程)

中读数速率 1500和30000码之间(满量程)

快读数速率 150和3000码之间(满量程)

最大波峰因数 3.0

最大输入

只用于低能量电路,在保护中使用,不超过250V或4800伏安(IEC 664 安装类型II)。

mA 300mA直流或交流有效值,用500mA、250V, IEC 127表1,速熔保险丝保护。

A 连续10A直流或交流有效值,或不超过30秒的20A直流或交流有效值,用15A 250V间断额定值10000A,速熔保险丝保护。

注: COM接线端到双显表的内部测量电路间的电阻近似等于0.003Ω。

七、欧姆

量 程	分辨率			准确度	典型满 度电压	通过未知电阻 的最大电流
	慢	中	快			
300 Ω	—	10m Ω	100m Ω	0.05%+2+0.02 Ω	0.25	1mA
3k Ω	—	100m Ω	1 Ω	0.05%+2	0.24	120 μ A
30k Ω	—	1 Ω	10 Ω	0.05%+2	0.29	14 μ A
300k Ω	—	10 Ω	100 Ω	0.05%+2	0.29	1.5 μ A
3M Ω	—	100 Ω	1k Ω	0.06%+2	0.3	150 μ A
30M Ω	—	1k Ω	10k Ω	0.25%+3	2.25	320 μ A
300M Ω	—	100k Ω	1M Ω	2%	2.9	320 μ A
100 Ω	1m Ω	—	—	0.05%+8+0.02 Ω	0.09	1mA
1000 Ω	10m Ω	—	—	0.05%+8+0.02 Ω	0.10	120 μ A
10k Ω	100m Ω	—	—	0.05%+8	0.11	14 μ A
100k Ω	1 Ω	—	—	0.05%+8	0.11	1.5 μ A
1000k Ω	10 Ω	—	—	0.06%+8	0.12	150 μ A
10M Ω	100 Ω	—	—	0.25%+6	1.5	150 μ A
100M Ω	100k Ω	—	—	2%+2	2.75	320 μ A

* 由于用来测量电阻方法的原因，100M Ω （慢）和300M Ω （中和快）分别不能测量低于3.2M Ω 和20M Ω 的阻值，对于低于这些标称点的阻值，显示器上显示“UL”（贝载），而且计算机接口输出字符“+IE-9”。

开路电压

在100 Ω 、300 Ω 、100M Ω ，和300M Ω 上最大为3.2V，在所有其它量程上最大为1.5V。

输入保护

在所有量程为500V 直流或交流有效值。

八、二极管／连续性测试

测量速率	最大读数	分辨力
慢	999.99mV	10 μ V
中	2.5V	100 μ V
快	2.5V	1mV

测试电流 正向偏置连接测量近似等于0.7mA

可听音响 对通路是连续响声,对正向偏置二极管或半导体结是断续声。

开路电压 最大3.2V

连续性捕获时间 最大50 μ s, 典型值10 μ s

输入保护 500V直流或交流有效值。

九、频率

频率量程 50Hz~1MHz
适用功能 交流电压和交流电流
准确度和分辨力

量 程	分 辨 力		准 确 度
	慢和中	快	
100Hz	0.01Hz	0.1Hz	0.05%+2
10kHz	0.1kHz	1Hz	0.05%+1
100kHz	1Hz	10Hz	0.05%+1
1000kHz	10Hz	100Hz	0.05%+1
1MHz	100Hz	1kHz	无规定
* 测量可高于1MHz，但技术指标只给到1MHz。			

交流电压灵敏度

频 率	量 级(正弦波)
5Hz~100kHz	30mV 有效值
100kHz~300kHz	100mV 有效值
300kHz~1MHz	1V 有效值
1MHz以上	无规定

交流电压灵敏度量级

频 率	输 入	量 级
5Hz~20kHz	100mA	>3mA 有效值
45Hz~2kHz	10A	>3A 有效值

十、环境条件

予热时间 1小时达到额定技术指标
温度系数 对0~18℃和28~50℃ (32~64.4 ℉ 和82.4~122 ℉) 每度<0.1倍相应的技术指标准确度。
工作温度 0~50℃ (32~122 ℉)
贮存温度 -40~+70℃(-40~158 ℉)提高贮存电池的温度将加速电池的自动放电效应,电池必须再充电的最长贮存时间:
 20~25℃ 1000天
 50℃ 180天
 70℃ 40天
相对湿度 在0~28℃ (32~82.4℉)到90%(非凝露)
 在28~35℃ (82.4~95℉)到80%
 在35~50℃ (95~122℉)到70%
 在0~50℃ (32~122℉)达70%时应除外1MΩ, 3MΩ, 10MΩ, 30MΩ, 100MΩ,和300MΩ量程。

海拔 工作 0~10000英尺,不工作 0~40000英尺
 振动 3G 在 55Hz
 冲击 半正弦 40G, 根据 MIL-T-28800D, 3级,E类。台式手握式,根据MIL-T-28800D,3级。

十一、通用指标

共模电压 从任何输入端到地最大1000V直流或交流峰值。
 尺寸 高 9.3cm,宽21.6cm,深28.6cm
 (3.67英寸×8.5英寸×11.27英寸)
 重量 净重2.4公斤(5.2磅)无电池
 3.2公斤(7磅)带电池
 毛重 4公斤(8.7磅)无电池
 4.8公斤(10.5磅)带电池
 电源 90~264V 交流(不需切换)
 50和60Hz<15VA最小
 标准 遵守 IEC348, UL1244, CSA公报556B, EMC: 15部份FCC规则的J及VDE0871
 RS-232-C 波特率: 300, 600, 1200, 2400, 4800和9600奇校验,偶校验或无校验。
 一个停止比特 (bit)

十二、选件

电池 (选件-01K)
 型式 8V 铅-酸
 工作时间: 8小时 (典型值), 当电池剩余工作时间不足半小时时,  发光, 但双显表仍能
 满足技术指标。
 充电时间: 16小时 (典型值), 双显表关机并插上电网电源即开始充电, 当双显表开机时, 电
 池不充电。
 IEEE-488 (选件-05K)
 功能代码 SH1, AH1, T5, L4, SR1, RL1, PPO, DC1, DT1, EI, TEO, LEO和CO。
 外触发输入 VIH最小1.35V
 VII最大1.25V
 输入门限滞后 最小0.6V

附录B ASCII/IEEE-488总线代码

地址指令	通用指令	听地址	讲地址	次级地址或指令
------	------	-----	-----	---------

附录C IEEE-488仪器文件编制要求

一、引言

IEEE-488.2-1987第4.9节规定“所有仪器均应给用户提供如何使仪器实施这些标准的资料”(在这里“仪器”意思是Fluke 45双显示多用表),在附录C中提供了符合要求的资料。

二、IEEE-488.2-1987 实施

下面1~23各条款与标准中4.9节“仪器文件要求”所要求资料的规定条款一一对应。Fluke对这些资料的回答用·标记。(全部附录C中“节”一词指的是IEEE-488标准中的“节”,而不是本手册中的节)。

1. IEEE-488.2接口功能子集实施表,第5节。
 - IEEE-488.1接口功能在Fluke 45中的实施列在附录A中“IEEE-488(选件-05K)功能代码”之下。
2. 当地址设置在0~30范围之外时,仪器行为的说明,第5.2节。
 - Fluke 45的地址不可能设置在规定范围之外。
3. 用户变动起始地址而被仪器认可的说明。
 - 按动 **2ND** 键,然后再按动 **MN MX** (ADDR)键,用此法打入地址编辑器设置的地址时,地址变化即已被双显表认可。这一地址一直使用到它被改变为止。
4. 开机时仪器设置的说明,第5.12节,任何改变开机设置的指令也包括在内。
 - 不另行设置时,双显表的开机组态是:直流电压,自动量程,第二显示器不起作用。同时按 **2ND** 键和 **AUTD** 键可设置不同的开机组态,那时双显表的当前组态变成开机组态。
 - 信息交流方案的说明
- 5A. 输入缓冲器的容量和性能
 - 输入缓冲器的容量是350字节(bytes),如果输入缓冲器充满,IEEE-488.1总线将失步,直到在缓冲器中有了新的字节空间。
- 5B. 查询返回多于一个<响应信息单元>6.4.3节。
 - *IDN?查询总是返回4个<响应信息单元>。VAL?和MEAS? 能返回一个或两个<响应信息单元>___如果只有第一显示器被使用则返回一个,如果第一和第二显示器都使用,则返回两个。
- 5C. 当分析语法时,查询引起一个响应,第6.4.5.4节。
 - 当分析语法时,所有的查询都引起一个响应。
- 5D. 当读时,查询产生一个响应,6.4.5节。
 - 当被控者读时,不产生查询响应。
- 5E. 指令被联想,第6.4.5.3节。
 - 无联想指令。
6. 不论是否使用<复合指令程序首标>也必须包括一个用于构成仪器特殊指令的功能单元表。7.1.1和7.3.3节。
 - 仪器特殊指令用于:
<程序信息>,<程序信息终端负载><程序信息单元><程序信息单元分离符>,<指令信息单元><查询信息单元><程序数据><字符程序数据>,<小数程序数据>。
7. 涉及程序数据块的缓冲器容量限制说明,7.7.6.5节。
 - 双显表中没有使用程序数据块。
8. (程序数据)单元可以出现在(表达式)里,如同一个多堆叠的最大的分表达式。将各形放在(表达式)里的任何附加的语法约束也包括在内。

- 没有使用分表达式。仅<程序数据>功能单元用于<字符程序数据>和<小数程序数据>。

9. 每个查询响应的语法说明。8 节

● RATE?,FUNC1?,FUNC2?,RANGE1?,RANGE2?,BUTTON?,EEREG?,DBREF?,HOLDTHRESH?,RELBASE?,*ESR?,*SRE?,*TST?,和*OPC?全都是返回字符串<NUMERIC RESPONSE DATA>。

- FUNC1?,FUNC2?,COMP?,和SERIAL?全都返回<CHARACTER RESPONSE DATA>。

● MEAS?,MEAS1?,MEAS2?,VAL?,VAL1?,和VAL2?,返回两个可能的格式中的一个(带FORMAT指令设置)。另外,对VAL?和MEAS?查询,在两个显示器都使用时,将返回两个由逗号隔开的值。

- 格式1:

<NR3 NUMERIC RESPONSE DATA>

- 格式2:

<NR3 NUMERIC RESPONSE DATA> <UNIT>

测量功能	<UNITS>
直流电压	VDC
交流电压	VAC
直流电流	ADC
交流电流	AAC
电阻	OHMS
频率	HZ
连续性测试	VDC
二极管测试	VDC

10. 关于仪器到仪器的信息通信传输的说明,它不遵循<RESPONSE MESSAGE>单元的规则,8.1节。

- 这儿没有仪器到仪器的信息。

11. 任何程序数据块响应的容量。8.7.9.4节。

- 这儿没有程序数据块响应。

12. 通用指令和查询一览表的实施。10. 。

- 见用户手册表5-8。

13. 查询校准完成后,仪器状态的说明。10.2节。

- *CAL?指令不实施(这是一个选择指令)。

14. 如果*DDT被实施,用于规定触发器宏指令的程序块最大长度。10.4 节。

- *DDT不实施。

15. 如果宏指令被实施。宏指令标记的最大长度,用于规定宏指令的程序块的最大长度,宏指令扩展期间递归如何处理。10.7节。

- 宏指令不实施。

16. 通用指令识别查询*IDN?的响应说明,10.14节。

- *IDN?查询要返回。例

FLUKE, 45, 1234567, 1.0D1.0

这儿“1234567”将由当前双显表的串行系列码代替。而“10D1.0”分别是主软件版本号和显示软件版本号。

17. 用户数据保护存储区的容量, *PUD, 10.27节。
 - *PUD不实施。这儿没有用户数据保护存储区。
18. 如果 *RDT指令或*RDT?查询被实施, 资源说明的容量, 10.30和10.31节。
 - *RDT和*RDT?指令不实施。
19. *RST?(10.32节)*LRN?(10.17节)*RCL(10.29节)和*SAV(10.33节)对状态影响的说明。
 - *LRN?, *RCL和*SAV 不实施, *RST存储双显表为开机组态(使用已存储的组态)。除非这些项目被*RST指令的定义特殊地禁止。
20. 由*TST?查询所运行的自测试作用域的说明, 10.28节。
 - *TST ? 运行的测试列在用户手册中表5-8中的*TST?之下。执行这些测试之后, 双显表返回到存储的组态。
21. 用于仪器状态报告中的状态追加数据结构的说明, 第11节。
 - 这儿没有追加数据结构。
22. 对第一指令的语句说明是否为重叠的或顺序的。
 - 全部指令是顺序的, 不是重叠的。
23. 一个操作完成时, 指令响应中产生的信息是否满足仪器文件规定的功能判据, 12.8.3节。
 - 当指令分析完时, 产生操作完成。注意, MEAS?, MEAS1?和 MEAS2?从开始执行到完成全部测量要求, 阻止语法分析(这包括任何触发等待时间)。如果需要显示测量结果, 对VAL, VAL1?和VAL2?, 查询也将等待触发而绝不执行。