

# MSO4000 和 DPO4000 系列 数字荧光示波器 用户手册



071-2128-04

**Tektronix**



MSO4000 和 DPO4000 系列  
数字荧光示波器  
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。

e\*Scope、iView、OpenChoice、TekSecure 和 TekVPI 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。

MagniVu 和 Wave Inspector 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。

Tektronix 是 CompactFlash® 商标的授权被许可人。

PictBridge 是相机与影像产品协会标准 CIPA DC-001-2003 Digital Photo Solutions for Imaging Devices 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 及其供应商拒绝对用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]

## 担保

Tektronix 保证，本产品从授权的 Tektronix 分销商最初购买之日起一（1）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 及其供应商拒绝对用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。

[W15 - 15AUG04]

## 保修

Tektronix 保证本产品自发货之日起一年内，不会出现材料和工艺方面的缺陷。如果在保修期内证实任何此类产品有缺陷，Tektronix 将自主决定，是修复有缺陷的产品（但不收取部件和人工费用）还是提供替换件以换回有缺陷的产品。Tektronix 在保修工作中使用的部件、模块和替代产品可能是新的，也可能是具同等性能的翻新件。所有更换的部件、模块和产品均归 Tektronix 所有。

为得到本保修声明承诺的服务，客户必须在保修期到期前向 Tektronix 通报缺陷，并做出适当安排以便实施维修。客户应负责将有缺陷的产品打包并运送到 Tektronix 指定的维修中心，同时预付运费。如果产品返回地是 Tektronix 维修中心所在国家/地区的某地，Tektronix 将支付向客户送返产品的费用。如果产品返回地是任何其他地点，客户将负责承担所有运费、关税、税金和其他任何费用。

本保修声明不适用于任何由于使用不当或维护保养不足所造成的缺陷、故障或损坏。Tektronix 在本保修声明下没有义务提供以下服务：a) 修理由 Tektronix 代表以外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维修产品的时间或难度）。

这项与本产品有关的保修声明由 TEKTRONIX 订立，用于替代任何其他明示或默示的保证。Tektronix 及其供应商不提供任何对适销性和适用某种特殊用途的默示保证。对于违反本保修声明的情况，Tektronix 负责为客户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。对于任何间接的、特殊的、附带的或后果性的损坏，无论 Tektronix 及其供应商是否曾被预先告知可能有此类损坏，Tektronix 及其供应商均概不负责。

[W2 - 15AUG04]





# 目录

常规安全概要 .....	v
符合性信息 .....	vii
EMC 符合性 .....	vii
安全符合性 .....	viii
环境注意事项 .....	ix
前言 .....	x
主要功能 .....	xi
本手册中使用的约定 .....	xi
安装 .....	1
安装之前 .....	1
操作注意事项 .....	5
连接探头 .....	8
保护示波器 .....	9
打开示波器电源 .....	10
关闭示波器电源 .....	11
功能检查 .....	11
补偿无源电压探头 .....	12
应用模块免费试用 .....	13
安装应用模块 .....	14
更改用户界面语言 .....	14
更改日期和时间 .....	15
信号路径补偿 .....	17
升级固件 .....	18
将示波器连接到计算机 .....	21
将 USB 键盘连接到示波器 .....	26
熟悉仪器 .....	27
前面板菜单和控制 .....	27
前面板连接器 .....	38
侧面板连接器 .....	38
后面板连接器 .....	39
采集信号 .....	40
设置模拟通道 .....	40
使用 Default Setup .....	43
使用自动设置 .....	44
采集概念 .....	46
模拟采集模式的工作方式 .....	47
更改采集模式、记录长度和延迟时间 .....	48
使用滚动模式 .....	49
设置串行或并行总线 .....	50
设置数字通道 .....	60
打开 MagniVu 的时机和原因 .....	62
使用 MagniVu .....	62

触发设置 .....	63
触发概念 .....	63
选择触发类型 .....	66
选择触发 .....	66
总线触发 .....	69
检查触发设置 .....	73
使用序列触发 ( A ( 主 ) 和 B ( 延迟 ) ) .....	73
开始和停止采集 .....	75
显示波形数据 .....	76
添加和清除波形 .....	76
设置“显示样式”和“余辉” .....	76
设置波形亮度 .....	79
缩放并定位波形 .....	80
设置输入参数 .....	81
定位和标记总线信号 .....	84
数字通道的定位、缩放和分组 .....	85
查看数字通道 .....	87
注释屏幕 .....	87
查看触发频率 .....	88
分析波形数据 .....	89
进行自动测量 .....	89
选择自动测量 .....	90
定制自动测量 .....	93
使用光标进行手动测量 .....	97
设置柱状图 .....	100
使用数学波形 .....	103
使用 FFT .....	104
使用高级数学 .....	106
使用参考波形 .....	107
管理长记录长度波形 .....	108
分析功率 .....	113
Save and Recall 信息 .....	114
保存屏幕图像 .....	116
保存和调出波形数据 .....	117
储存和恢复设置 .....	119
按下一个按钮以保存 .....	121
打印硬拷贝 .....	122
清除示波器存储器 .....	127
使用应用模块 .....	129
应用实例 .....	130
简单测量 .....	130
分析信号的详细信息 .....	137
视频信号触发 .....	141
捕获单触发信号 .....	143
使用 TLA5000 逻辑分析仪关联数据 .....	147

---

跟踪发现总线异常 .....	148
对使用并行总线的电路进行故障排除 .....	150
RS-232 总线故障排除 .....	152
附录：保证技术规格 .....	154
索引	



## 常规安全概要

详细阅读下列安全性预防措施，以避免人身伤害，并防止损坏本产品或与本产品连接的任何产品。

为避免可能的危险，请务必按照规定使用本产品。

只有合格人员才能执行维修过程。

### 避免火灾或人身伤害

**使用合适的电源线。** 请只使用本产品专用并经所在国家/地区认证的电源线。

**正确连接并正确断开连接。** 探头或测试导线连接到电压源时请勿插拔。

**正确连接并正确断开连接。** 连接电流探头或断开电流探头的连接之前请将被测电路断电。

**将产品接地。** 本产品通过电源线的接地导线接地。为避免电击，必须将接地导线与大地相连。在对本产品的输入端或输出端进行连接之前，请务必将本产品正确接地。

**遵守所有终端额定值。** 为避免火灾或电击，请遵守产品上的所有额定值和标记。在对产品进行连接之前，请首先查阅产品手册，了解有关额定值的详细信息。

输入端的额定值不适用于连接到市电或 II、III 或 IV 类型电路。

只能将探头基准导线连接到大地。

对任何终端（包括公共终端）施加的电压不要超过该终端的最大额定值。

**断开电源。** 电源开关可以使产品断开电源。请参阅有关位置的说明。不要挡住电源开关；此电源开关必须能够随时供用户使用。

**切勿开盖操作。** 请勿在外盖或面板打开时运行本产品。

**怀疑产品出现故障时，请勿进行操作。** 如果怀疑本产品已损坏，请让合格的维修人员进行检查。

**远离外露电路。** 电源接通后，请勿接触外露的线路和元件。

**请勿在潮湿环境下操作。**

**请勿在易燃易爆的环境中操作。**

**请保持产品表面清洁干燥。**

**请适当通风。** 有关如何安装产品使其保持适当通风的详细信息，请参阅手册中的安装说明。

## 本手册中的术语

本手册中可能出现以下术语：



**警告：**“警告”声明指出可能会造成人身伤害或危及生命安全的情况或操作。

---



**注意：**“注意”声明指出可能对本产品或其他财产造成损坏的情况或操作。

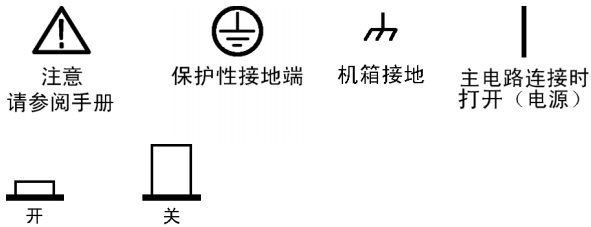
---

## 产品上的符号和术语

产品上可能出现以下术语：

- “危险”表示当您阅读该标记时会立即发生的伤害。
- “警告”表示当您阅读该标记时不会立即发生的伤害。
- “注意”表示可能会对本产品或其他财产带来的危险。

产品上可能出现以下符号：



## 符合性信息

此部分列出仪器符合的 EMC（电磁兼容性）、安全和环境标准。

### EMC 符合性

#### EC 一致性声明 - EMC

符合 Directive 2004/108/EC 有关电磁兼容性的要求。已证明符合《欧洲共同体公报》中所列的以下技术规格：

**EN 61326-1:2006、EN 61326-2-1:2006:** 测量、控制和实验室用电气设备 EMC 要求。 <sup>1 2 3 4</sup>

- CISPR 11:2003。放射和传导发射量，组 1，A 类
- IEC 61000-4-2:2001。静电放电抗扰性
- IEC 61000-4-3:2002。射频电磁场抗扰性 <sup>5</sup>
- IEC 61000-4-4:2004。电气快速瞬变/突发抗扰性
- IEC 61000-4-5:2001。电源线路浪涌抗扰性
- IEC 61000-4-6:2003。传导射频抗扰性 <sup>6</sup>
- IEC 61000-4-11:2004。电压跌落和中断抗扰性 <sup>7</sup>

**EN 61000-3-2:2006:** 交流电源线谐波辐射

**EN 61000-3-3:1995:** 电压变化、偏移和闪烁

#### 欧洲联系方式:

Tektronix UK, Ltd.  
Western Peninsula  
Western Road  
Bracknell, RG12 1RF  
United Kingdom (英国)

- 1 本产品仅为在非居民区内使用。在居民区内使用可能造成电磁干扰。
- 2 当该设备与测试对象连接时，可能产生超过此标准要求的辐射级别。
- 3 为确保符合上面列出的 EMC 标准，应使用高质量的屏蔽接口电缆。
- 4 当 EUT 从瞬态抗扰性测试中恢复超过 10 秒时，可能会造成仪器重启。
- 5 受到测试现场影响时的迹线噪声的升高（频率范围 80 MHz 至 1 GHz、1.4 GHz 至 2.0 GHz 之上为 3 V/m；2.0 GHz 至 2.7 GHz 之间为 1 V/m，80% 幅度调制为 1 kHz）不会超过 8 个大格峰-峰值。当触发阈值与接地参考（IEC 61000-4-3）之间的偏置量小于 4 个大格时，环境电场可能诱使触发。
- 6 受到注入 3 V 测试信号的作用时，迹线噪声的升高不会超过 2 个大格峰-峰值。当触发阈值与接地参考（IEC 61000-4-6）之间的偏置量小于 1 个大格时，环境电场可能诱使触发。
- 7 性能标准 C 应用于 70%/25 周期电压跌落以及 0%/250 周期电压中断测试水平（IEC 61000-4-11）。

#### 澳大利亚/新西兰一致性声明 - EMC

根据 ACMA，符合 Radiocommunications Act（无线电通信法）有关 EMC 规定的以下标准：

- CISPR 11:2003。放射和传导发射量，组 1，A 类，依照 EN 61326-1:2006 和 EN 61326-2-1:2006。

## 安全符合性

### EC 一致性声明 - 低电压

经证明符合《欧洲共同体官方公报》中所列的以下技术规格：

低电压指令 2006/95/EC。

- EN 61010-1: 2001。对用于测量控制和实验室的电气设备的安全性要求。

### 美国国家认可的测试实验室列表

- UL 61010-1:2004，第 2 版。电气测量和测试设备的标准。

### 加拿大证书

- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1:2004。对用于测量、控制和实验室的电气设备的安全性要求。第 1 部分。

### 其他一致性

- IEC 61010-1: 2001。对用于测量、控制和实验室的电气设备的安全性要求。

### 设备类型

测试和测量设备。

### 安全级别

1 级 - 接地产品。

### 污染度说明

测量产品周围和产品内部的环境中可能出现的污染。通常认为产品的内部环境与外部环境相同。产品只应该在其规定环境中使用。

- 污染度 1。无污染或仅出现干燥、非传导性污染。对这种类型的产品，通常进行封装、密封或将其置于干净的房间中。
- 污染度 2。通常只发生干燥、非传导性污染。偶尔会发生由凝结引起的临时传导。典型的办公室/家庭环境属于这种情况。只有当产品不能使用时，才会发生临时凝结。
- 污染度 3。传导性污染，或由于凝结会变成传导性污染的干燥、非传导性污染。这些场所建有遮盖设施，温度或湿度不受控制。此类区域不会受阳光、雨水或自然风的直接侵害。
- 污染度 4。通过传导性的尘埃、雨水或雪产生永久的可导性污染。户外场所通常属于这种情况。



## 污染度

污染度 2（在 IEC 61010-1 中定义）。注意：仅适合在室内使用。

## 安装（过压）类型说明

本产品的端子可能有不同的安装（过压）类别指定。安装类别包括：

- 测量类别 IV。用于在低压安装电源处进行的测量。
- 测量类别 III。用于在建筑安装中进行的测量。
- 测量类别 II。用于在与低压安装直接相连的电路上进行的测量。
- 测量类别 I。用于在不直接连接到市电的电路上进行的测量。

## 过压类别

过压类别 I（如 IEC 61010-1 定义）

## 环境注意事项

本部分提供有关产品对环境影响的信息。

### 产品报废处理

回收仪器或元件时，请遵守下面的规程：

**设备回收：**生产本设备需要提取和使用自然资源。如果对本产品的报废处理不当，该设备中包含的某些物质可能会对环境或人体健康有害。为避免将有害物质释放到环境中，并减少对自然资源的使用，建议采用适当的方法回收本产品，以确保大部分材料可以正确地重复使用或回收。



此符号表示该产品按照 Directives 2002/96/EC 和 2006/66/EC，符合欧盟对废旧电子和电气设备（WEEE）以及电池的要求。有关选件回收的信息，请查看 Tektronix 网站（[www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)）上的 Support/Service（支持/服务）部分。

**含汞通告：**本产品使用含汞的液晶显示屏背光灯。出于环境考虑，其处理可能受到管制。请联络当地机构，如在美国境内，请参阅电子产品循环利用中心网页（[www.eiae.org](http://www.eiae.org)）了解处置或回收信息。

### 有害物质限制

根据分类，本产品属于监视控制设备，不属于 2002/95/EC RoHS Directive 规定的范畴。

## 前言

本手册介绍下列示波器的安装和操作：

MSO4104

MSO4054

MSO4034

MSO4032

DPO4104

DPO4054

DPO4034

DPO4032

## 主要功能

MSO4000 系列和 DPO4000 系列仪器可以帮您验证、调试和表征电子设计。主要功能包括：

- 1 GHz、500 MHz 和 350 MHz 带宽
- 2 通道和 4 通道型号
- 所有模拟通道上的取样速率高达 5 GS/s
- 所有通道上的记录长度均为 10 兆点
- 显示速率为 50,000 个波形/秒
- I<sup>2</sup>C、SPI、USB 2.0、CAN、LIN、FlexRay、RS-232、RS-422、RS-485、UART、I<sup>2</sup>S、左对齐 (LJ)、右对齐 (RJ) 和 TDM 总线触发和分析 (使用合适的应用模块和示波器型号)
- 功率分析应用模块 (可选)
- Wave Inspector 控制用于管理较长记录长度，包括缩放和平移、播放和暂停、搜索和标记
- 提供柱状图，包括柱状图数据测量、自动测量和测量统计
- 10.4 英寸 (264 毫米) XGA 彩色显示器
- 体型小、重量轻，深度 5.5 英寸 (140 毫米)，重 11 磅 (5 公斤)
- USB 和 CompactFlash 可用于快速方便地存储
- 直接打印到任何 PictBridge 兼容打印机
- 内置以太网端口
- USB 2.0 设备端口，可对使用 USBTMC 协议的示波器直接通过 PC 控制
- OpenChoice 文档和分析软件
- NI SignalExpress™ Tektronix Edition 效率和分析软件
- 通过 e\*Scope 进行远程查看和控制
- 通过 VISA 连接进行远程控制
- TekVPI 通用型探头接口支持有源探头、差分探头和电流探头进行自动设置标度和单位

MSO4000 混合信号示波器还提供：

- MagniVu 60.6 ps 分辨率
- 并行总线触发和分析
- 每通道阈值设置
- 16 个数字通道

## 本手册中使用的约定

整本手册中使用以下图标。

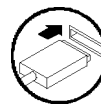
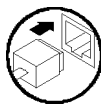
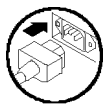
顺序步骤

前面板电源

连接电源

网络

USB



# 安装

## 安装之前

打开示波器包装，确认您收到了“标准附件”中所列的所有物品。下面几页列出了推荐的附件和探头、仪器选项以及升级。请访问 Tektronix 网站 ([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com))，了解最新信息。

### 标准附件

附件	说明	Tektronix 部件号
《MSO4000 和 DPO4000 功率测量模块用户手册》	英语（选件 L0）	071-2121-XX
	法语（选件 L1）	071-2122-XX
	意大利语（选件 L2）	071-2123-XX
	德语（选件 L3）	071-2124-XX
	西班牙语（选件 L4）	071-2125-XX
	日语（选件 L5）	071-2126-XX
	葡萄牙语（选件 L6）	071-2127-XX
	简体中文（选件 L7）	071-2128-XX
	繁体中文（选件 L8）	071-2129-XX
	韩语（选件 L9）	071-2130-XX
俄语（选件 L10）	071-2131-XX	
MSO4000 和 DPO4000 系列示波器文档浏览器光盘	DPO4000 文档的电子版本，包括《编程手册》和《技术参考》。	063-4022-XX
NI LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition 和 Tektronix OpenChoice Desktop 光盘	效率、分析和文档软件	063-3967-XX
校准证明记录国家计量机构和 ISO9001 质量系统注册的溯源性。		——
前面板饰面	法语（选件 L1）	335-1634-XX
	意大利语（选件 L2）	335-1635-XX
	德语（选件 L3）	335-1636-XX
	西班牙语（选件 L4）	335-1637-XX
	日语（选件 L5）	335-1638-XX
	葡萄牙语（选件 L6）	335-1639-XX
	简体中文（选件 L7）	335-1640-XX
	繁体中文（选件 L8）	335-1641-XX
	韩语（选件 L9）	335-1642-XX
	俄语（选件 L10）	335-1643-XX
对于 MSO4000 和 DPO4000 系列：探头	每个通道一个 500 MHz、10X 无源探头	P6139A
前盖	硬塑外盖有助于保护仪器	200-4908-00

标准附件 (续)

附件	说明	Tektronix 部件号
电源线	北美 (选件 A0)	161-0104-00
	欧洲通用 (选件 A1)	161-0104-06
	英国 (选件 A2)	161-0104-07
	澳大利亚 (选件 A3)	161-0104-05
	瑞士 (选件 A5)	161-0167-00
	日本 (选件 A6)	161-A005-00
	中国 (选件 A10)	161-0306-00
	印度 (选件 A11)	161-0400-00
	无电源线或交流适配器 (选件 A99)	——
对于 MS04000 系列:逻辑探头	一个 16 通道逻辑探头	P6516

## 可选附件

附件	说明	Tektronix 部件号
DPO4AUDIO	音频串行触发和分析模块可进行 I <sup>2</sup> S、左对齐 (LJ)、右对齐 (RJ) 和 TDM 总线上的触发。	DPO4AUDIO
DPO4AUTO	自动串行触发和分析模块在 CAN 和 LIN 串行总线上启用包级别信息触发，以及信号的数字视图、总线视图、总线解码、搜索工具和具有时间戳信息的包解码表  <b>说明：</b> LIN 工作在序列号高于 C020000 的 DPO4000 上和所有 MSO4000 上。根据 GSA 合同购买的示波器可使用不同的序列号方案。如需更多信息，请联络 Tektronix。	DPO4AUTO
DPO4AUTOMAX	FlexRay、CAN 和 LIN 串行触发和分析模块提供 FlexRay 总线支持以及 DPO4AUTO 模块的所有功能 (CAN 和 LIN 总线支持)。  <b>说明：</b> LIN 和 FlexRay 工作在序列号高于 C020000 的 DPO4000 上和所有 MSO4000 上。根据 GSA 合同购买的示波器可使用不同的序列号方案。如需更多信息，请联络 Tektronix。	DPO4AUTOMAX
DPO4COMP	计算机触发和分析模块允许进行 RS-232、RS-422、RS-485 和 UART 串行总线上的触发，并提供搜索工具、总线视图、十六进制/二进制/ASCII 总线解码以及带时标信息的解码表	DPO4COMP
DPO4EMBD	嵌入式串行触发和分析模块在 I <sup>2</sup> C 和 SPI 串行总线上允许进行包级别信息触发，以及信号的数字视图、总线视图、总线解码、搜索工具和具有时间戳信息的包解码表	DPO4EMBD
DPO4PWR	功率分析模块支持对电源质量、开关损耗、谐波、波纹、调制、安全作业区和转换速率 (dV/dt 和 dI/dt) 的测量。	DPO4PWR
DPO4USB	通用串行总线触发和分析模型允许在 USB 2.0 串行总线上进行包级别信息触发，并提供信号的数字视图、总线视图、十六进制/二进制/ASCII 总线解码、搜索工具以及带时标信息的包解码表。	DPO4USB
DPO4VID	扩展视频模块允许在多种标准 HDTV 信号以及定制 (非标准) 两电平和三电平 3 到 4000 行的视频信号上的触发。	DPO4VID

## 可选附件 (续)

附件	说明	Tektronix 部件号
NEX-HD2HEADER	将通道从 Mictor 连接器传输到 0.1 英寸顶部针的适配器	NEX-HD2HEADER
TPA-BNC	TekVPI 到 TekProbe II BNC 适配器	TPA-BNC
TEK-USB-488 适配器	GPIB-USB 适配器	TEK-USB-488
带有光盘的《OpenChoice 解决方案入门手册》	介绍开发与示波器协同工作的主机软件应用程序的方法	020-2513-XX
机架安装包	添加机架托架	RM4000
软搬运箱	用来搬运仪器的箱子	ACD4000
硬搬运箱	旅行箱, 需要使用软搬运箱 (AC4000)	HC TEK4321
CompactFlash-USB 存储器卡读卡器	读卡器	119-6827-00
USB 闪存驱动器	外部存储	119-7276-00
《MS04000 和 DPO4000 系列示波器程序员手册》	介绍远程控制示波器的命令。可从文档浏览器光盘中获得电子版, 或从 <a href="http://www.tektronix.com/manuals">www.tektronix.com/manuals</a> 下载。	077-0248-XX
《MS04000 和 DPO4000 系列示波器技术参考手册》	介绍示波器技术规格和性能验证方法。以电子形式提供, 在文档浏览器光盘上, 或从 <a href="http://www.tektronix.com/manuals">www.tektronix.com/manuals</a> 下载。	077-0247-XX
《Tektronix 4000 系列示波器维修手册》	DPO4000 和 MS04000 示波器相关的维修信息	071-2137-XX
《Tektronix 4000 系列示波器模块安装说明》	手册	071-2136-XX
《DPO3PWR 和 DPO4PWR 功率测量模块用户手册》	英语 (选件 L0)	071-2631-XX
	法语 (选件 L1)	077-0235-XX
	意大利语 (选件 L2)	077-0236-XX
	德语 (选件 L3)	077-0237-XX
	西班牙语 (选件 L4)	077-0238-XX
	日语 (选件 L5)	077-0239-XX
	葡萄牙语 (选件 L6)	077-0240-XX
	简体中文 (选件 L7)	077-0241-XX
	繁体中文 (选件 L8)	077-0242-XX
	韩语 (选件 L9)	077-0243-XX
俄语 (选件 L10)	077-0244-XX	

MS04000 和 DPO4000 系列示波器可使用多种可选探头。(见第8页, [连接探头](#))请访问 Tektronix 网站 ([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)) 了解最新信息。



## 操作注意事项

### MSO4000 和 DPO4000 系列示波器

输入电压：从 100 V 到 240 V  $\pm$ 10%

输入电源频率：

47 Hz 到 66 Hz (100 V 到 240 V)

400 Hz (100 V 到 132 V)

功率消耗：最大 250 W

重量：5 千克 (11 磅)，独立仪器

高度，包括支脚，不包括手柄：

229 毫米 (9.0 英寸)

宽度，从手柄一侧转轴到另一侧转轴：439

毫米 (17.3 英寸)

深度，从支脚到旋钮前端：137 毫米 (5.4 英寸)

深度，从支脚到前盖前端：145 毫米 (5.7 英寸)

间隙：51 毫米 (2 英寸)

温度：

工作状态：+0 °C 到 +50°C

非工作状态：-20 °C 到 +60°C

湿度：

工作状态：高温：40 °C 到 50 °C，0% 到 60% RH

工作状态：低温：0 °C 到 40°C，10 到 90% RH

非工作状态：高温：40 °C 到 60 °C，5 到 60% RH

非工作状态：低温：0 °C 到 40°C，5 到 90% RH

海拔高度：

工作状态：3,000 米 (约 10,000 英尺)

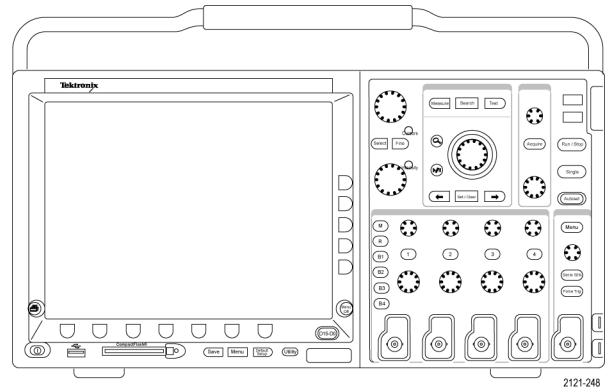
非工作状态海拔高度：12,192 米 (40,000 英尺)

随机振动：

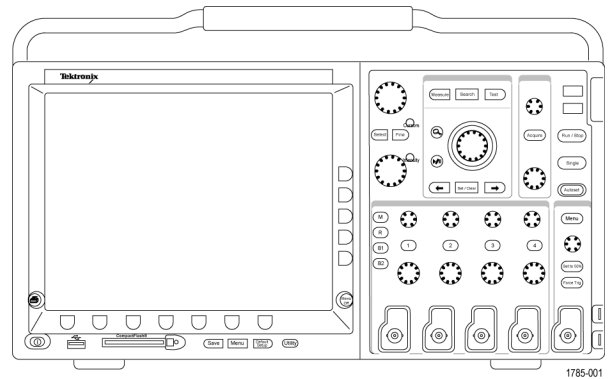
工作状态：0.31  $G_{RMS}$ ，5 - 500 Hz，每个坐标轴 10 分钟，3 个坐标轴 (共 30 分钟)

非工作状态：2.46  $G_{RMS}$ ，5 - 500 Hz，每个坐标轴 10 分钟，3 个坐标轴 (共 30 分钟)

污染度：2，仅用于室内



MSO4000 系列



DPO4000 系列

捕获系统：1 M $\Omega$

BNC 处中心导线与屏蔽之间的最大输入电压为 400 V<sub>pk</sub> (DF  $\leq$  39.2%)，250 V<sub>RMS</sub> 至 130 kHz，500 MHz 时降至 2.6 V<sub>RMS</sub>。

最大瞬时承受电压是  $\pm$  800 V<sub>峰值</sub>。

对于稳态正弦波形，200 kHz 以上时以 20 dB/10 倍频程下降，至 3 MHz 及以上时为 13 V<sub>pk</sub>。

捕获系统：50  $\Omega$

BNC 处中心导线与屏蔽之间的最大输入电压为 5 V<sub>RMS</sub>，峰值  $\leq$   $\pm$ 20 V (DF  $\leq$  6.25%)

采集系统：数字输入

逻辑探头输入处的最大输入电压为  $\pm$ 15 V 峰值。

辅助输入：1 M $\Omega$

BNC 处中心导线与屏蔽之间的最大电压为 400 V<sub>峰值</sub> (DF  $\leq$  39.2%)，2 MHz 以下时的 250 V<sub>RMS</sub> 降额到 500 MHz 时的 5 V<sub>RMS</sub>。

最大瞬时承受电压是  $\pm$  800 V<sub>峰值</sub>。

对于稳态正弦波形，200 kHz 以上时以 20 dB/10 倍频程下降，至 3 MHz 及以上时为 13 V<sub>峰值</sub>。



**注意：** 为确保正常散热，请不要在仪器两侧和后面堆放物品。

## P6139A 无源探头

输入电压：

400 V<sub>RMS</sub> 或 400 V DC；CAT I (2,500 V<sub>峰值</sub> 瞬时)

300 V<sub>RMS</sub> 或 300 V DC；CAT II (2,500 V<sub>峰值</sub> 瞬时)

150 V<sub>RMS</sub> 或 150 V DC；CAT III (2,500 V<sub>峰值</sub> 瞬时)

对于稳态正弦波形，2.5 MHz 以上时以 20 dB/10 倍频下降，至 20 MHz 及以上时为 50 V<sub>RMS</sub>。

输出电压（终接 1 M $\Omega$ ）：

40 V<sub>RMS</sub> 或 40 V DC；CAT I (2,500 V<sub>峰值</sub> 脉冲)

30 V<sub>RMS</sub> 或 30 V DC；CAT I (250 V<sub>峰值</sub> 脉冲)

15 V<sub>RMS</sub> 或 15 V DC；CAT I (250 V<sub>峰值</sub> 脉冲)

温度：

工作状态：-15 $^{\circ}$ C 至 +65 $^{\circ}$ C ( +5 $^{\circ}$ F 至 +149 $^{\circ}$ F)

非工作状态：-62 $^{\circ}$ C 至 +85 $^{\circ}$ C (-80 $^{\circ}$ F 至 +185 $^{\circ}$ F)

海拔高度： $\leq$  2,000 米

污染度：2，仅用于室内

湿度：

工作状态：高温：40 $^{\circ}$ C 到 50 $^{\circ}$ C，10% 到 60% RH

工作状态：低温：0 $^{\circ}$ C 到 40 $^{\circ}$ C，10 到 90% RH

## P6516 逻辑探头

阈值精度：± (100 mV + 阈值的 3%)

最大信号摆幅：6.0 V<sub>峰-峰</sub>，以阈值电压为中心

最小信号摆幅：500 mV<sub>峰-峰</sub>

至探头的最大无损输入信号：± 15 V

输入电阻：20 KΩ

输入电容：3.0 pF 典型

温度：

工作状态：0 °C 至 +50°C (+32 °F 至 +122 °F)

非工作状态：-55 °C 至 +75°C (-67 °F 至 +167 °F)

海拔高度：

工作状态：4.5 km (15,000 ft) 最大

非工作状态：15 km (50,000 ft) 最大

污染度：2 级，仅在室内使用

湿度： 10% 到 95% 相对湿度

### 清洁

按照操作条件的要求，经常检查仪器和探头。请按照下述步骤清洁仪器的外表面：

1. 使用不起毛的抹布清除仪器和探头外部的浮尘。请千万小心以避免刮擦到光洁的显示屏滤光材料。
2. 使用一块用水浸湿的软布清洁仪器。要更彻底地清洁，可使用 75% 异丙醇的水溶剂。



**注意：** 为避免损坏仪器或探头的表面，请勿使用任何磨蚀性试剂 或化学清洁剂。

### 连接探头

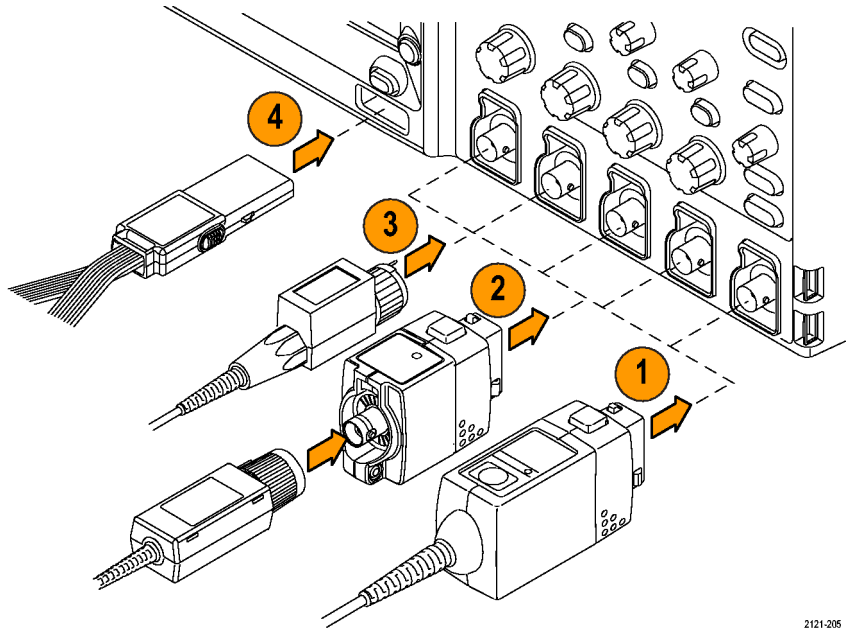
如何 示波器支持带以下部件的探头：

1. Tektronix 通用型探头接口 (TekVPI)

这些探头通过屏幕菜单和通过程序支持的远程方式与示波器进行双向通信。在希望系统预置探头参数的应用（如 ATE）中，远程控制十分有用。

2. TPA-BNC 适配器

TPA-BNC 适配器允许使用 TekProbe II 探头功能，例如提供探头电源、将刻度信息和单位传送到示波器。



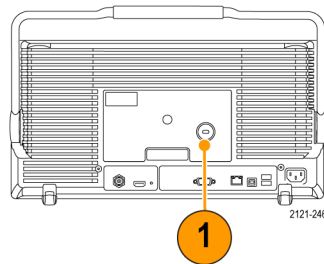
2121-005

3. 普通 BNC 接口  
有些使用 TEKPROBE 功能将波形信号和刻度传递到示波器。有些仅传递信号，并无其他通信。
4. 逻辑探头接口（仅 MS04000 系列）  
P6516 探头提供 16 个通道的数字（开关状态）信息。

有关适用于 DPO4000 和 MS04000 系列示波器诸多探头的详细信息，请参阅 [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)。

## 保护示波器

1. 使用标准的笔记本电脑样式的安全锁将示波器锁定到位置上。



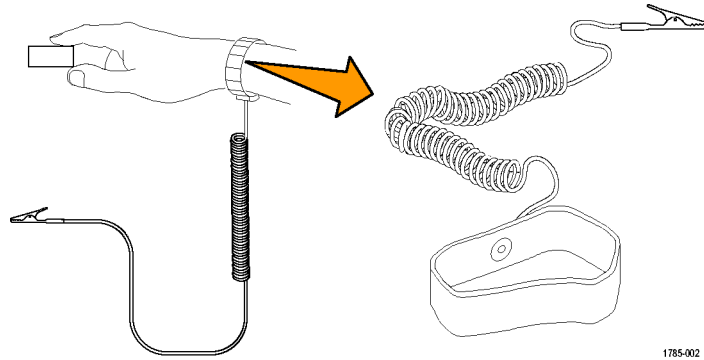
## 打开示波器电源

### 将示波器与操作者自身接地

按下电源开关之前，请将示波器连接到电中性基准点，如大地。完成这一操作的方法是将带有三个插脚的电源线插到与大地相连的电源插座。

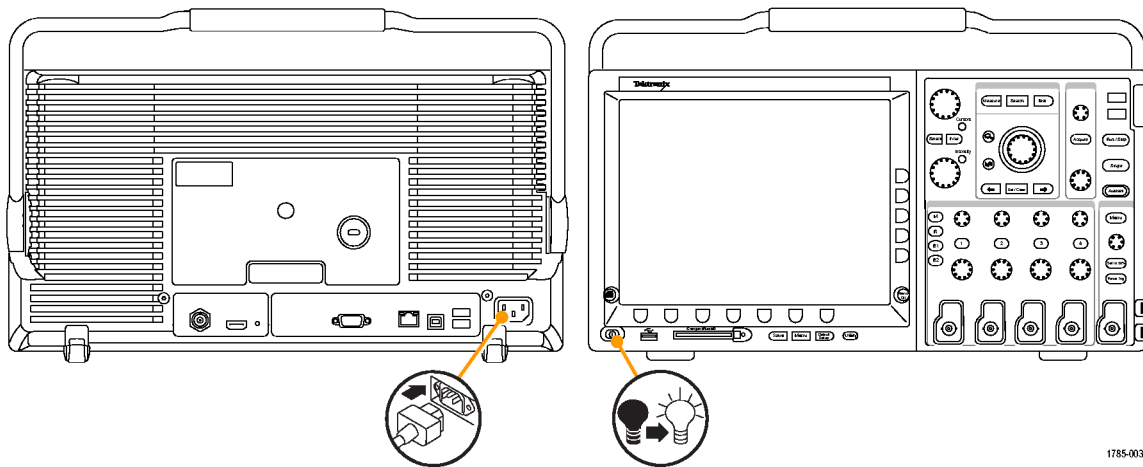
示波器接地对于安全性和精确测量都是必要的。示波器需要与正在测试的所有电路共享同一接地端。

如果正在使用静电敏感部件，请将自身接地。在您身体中累积的静电可能损坏静电敏感的部件。佩带接地腕带可以安全地将您身上的静电荷传至大地。



1785-002

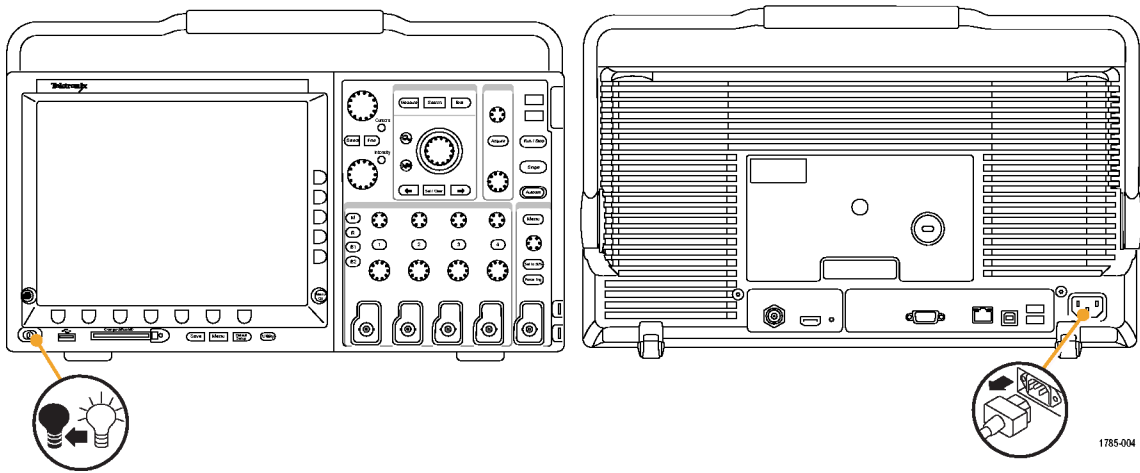
连接电源线并接通示波器的电源：



1785-003

## 关闭示波器电源

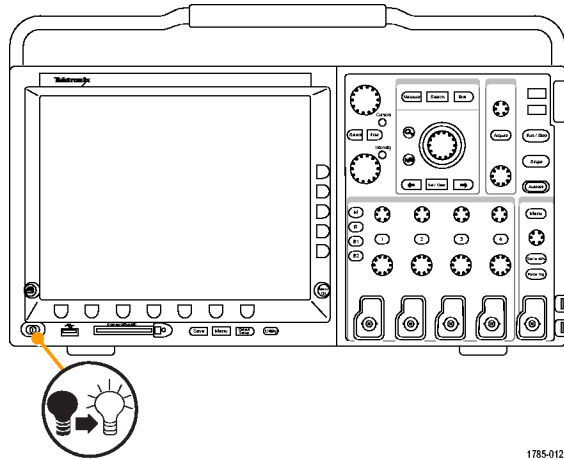
要关闭示波器电源及清除电源线，请执行下列操作：



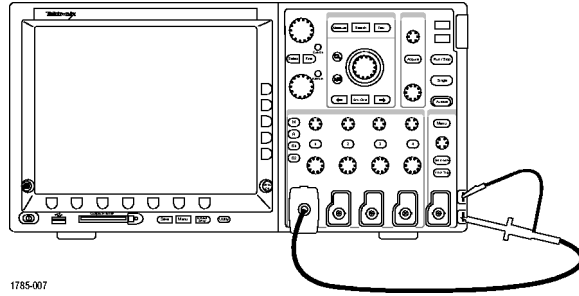
## 功能检查

执行此快速功能检查以验证示波器是否正常工作。

1. 按照“打开示波器电源”中的叙述连接示波器的电源线。（见第10页）
2. 打开示波器电源。

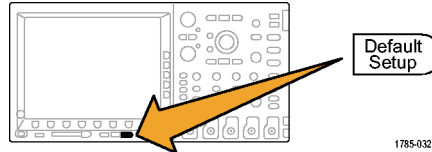


- 将 P6139A 探头端口和基准引线连接到示波器的 PROBE COMP 连接器上。



1785-007

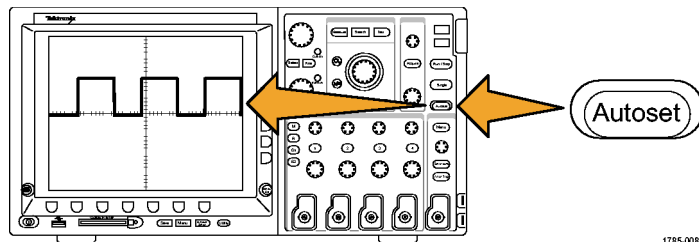
- 按 Default Setup。



1785-032

- 按“自动设置”。屏幕上应出现一条约为 2.5 V, 1 kHz 的方波。

**说明：** 为了获得最佳性能，建议将垂直刻度设为 500 mV。



1785-008

如果该信号出现，但已变形，请执行探头补偿过程。（见第12页，补偿无源电压探头）

如果未出现信号，请重新运行该过程。如果仍未解决，请将仪器交由合格的维修人员进行维修。

## 补偿无源电压探头

每当首次将无源电压探头连接到任何输入通道时，请对其进行补偿以使其与相应的示波器输入通道匹配。

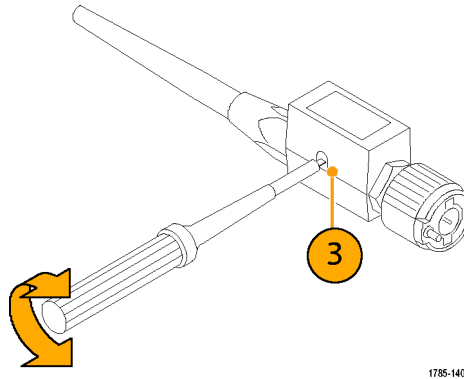
要精确补偿无源探头，请执行下列操作：

- 按以下步骤执行功能检查。（见第11页，功能检查）
- 检查波形显示的形状，以确定探头是否已精确补偿。





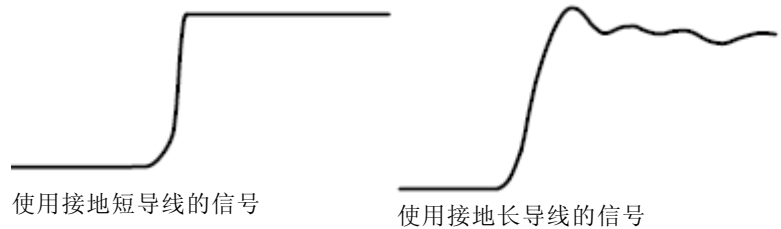
3. 如有必要，请调整探头。根据需要，重复上述操作。



1785-140

### 快速提示

使用尽可能短的接地导线和信号路径，以便使测量信号的探头感应振荡和失真减至最小。



## 应用模块免费试用

对于示波器上未安装的所有应用模块，提供 30 天免费试用。试用期始于您首次打开示波器电源的时间。

30 天以后如果想继续使用该应用程序，您必须购买该模块。要查看您的试用期满日期，请按前面板 **Utility** 按钮，然后按下屏幕“**辅助功能页面**”按钮，再使用通用旋钮 **a** 选择“**配置**”，最后按下屏幕“**版本**”按钮。

## 安装应用模块



**注意：** 为避免损坏示波器或应用模块，请遵守 ESD（静电放电）警告。（见第10页，*打开示波器电源*）

移除或添加应用模块时请关闭示波器电源。

（见第11页，*关闭示波器电源*）

可选的应用模块包可以扩展示波器的功能。一次可以安装多达四个应用模块。应用模块安装在示波器前面板右上角带窗口的两个插槽中。两个附加插槽位于可见的两个插槽的正后方。使用这些插槽时，请将标签面背对着自己安装模块。

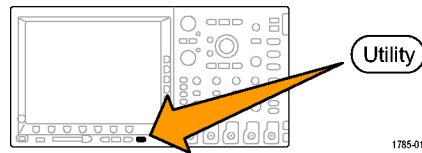
有关应用模块的安装和测试说明，请参阅应用模块附带的《Tektronix 4000 Series Oscilloscopes Application Module Installation Instructions (Tektronix 4000 系列示波器应用模块安装说明)》。

**说明：** 如果移除一个应用模块，则该应用模块所提供的功能将不可用。要恢复此功能，请关闭示波器电源，重新安装该模块，然后再打开示波器电源。

## 更改用户界面语言

要改变示波器用户界面的语言，并通过饰面改变前面板按钮的标签，请执行以下操作：

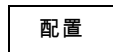
1. 按下 **Utility**。



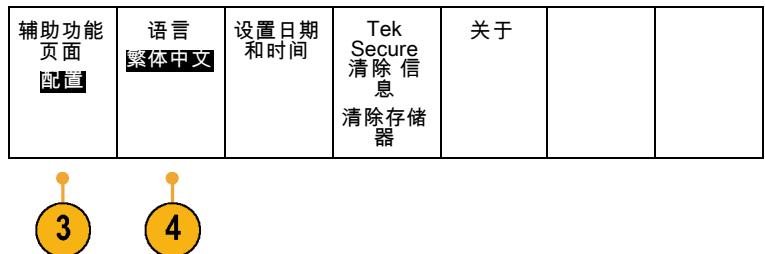
2. 按“**辅助功能页面**”。



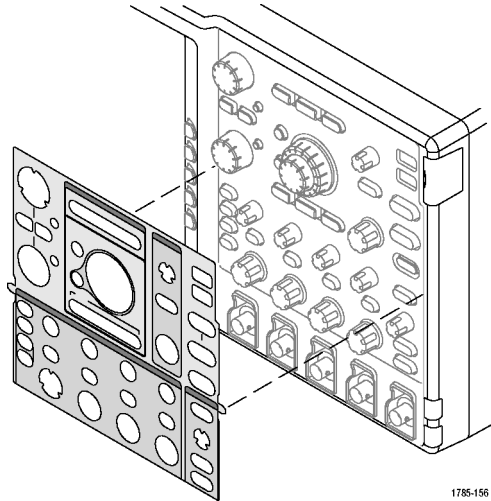
3. 旋转通用旋钮 **a** 选择“**配置**”。



4. 在出现的下屏幕菜单中按“**语言**”。



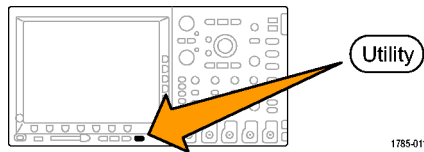
5. 旋转通用旋钮 **a** 选择所需的语言。  
从下列语言中选择：英语、法语、德语、意大利语、西班牙语、巴西葡萄牙语、俄语、日语、韩语、简体中文和繁体中文。
6. 如果选择使用英语，请确保塑料前面板饰面已移除。  
如果选择英语之外的语言，请将所需语言的塑料饰面置于前面板上，以显示该语言的标签。



## 更改日期和时间

要将内部时钟设置为当前日期和时间，请执行下列操作：

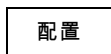
1. 按下 **Utility**。



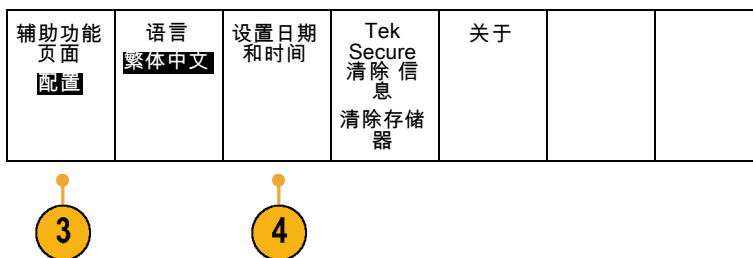
2. 按“辅助功能页面”。



3. 旋转通用旋钮 **a** 选择“配置”。



4. 按“设置日期和时间”。



5. 按侧屏幕按钮，旋转通用旋钮（a 和 b）设置时间和日期数值。



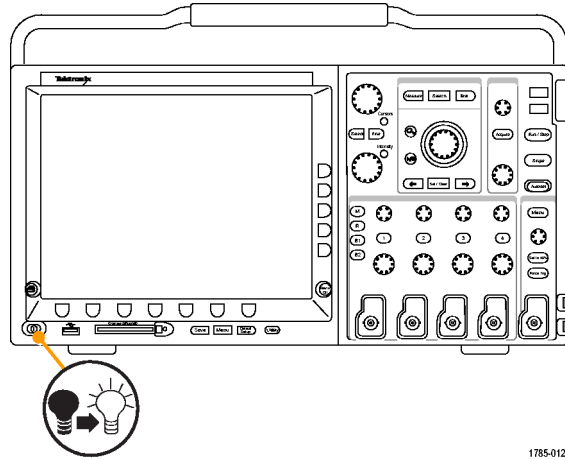
6. 按“OK 设置日期和时间”。

## 信号路径补偿

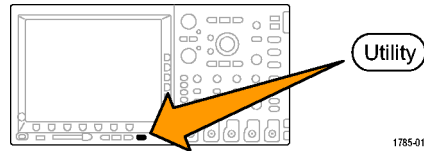
信号路径补偿 (SPC) 可修正由于温度变化和/或长期漂移引起的直流误差。如果使用 5 毫伏/格或更小的垂直设置，那么每当环境温度变化超过 10°C (18 °F) 就要运行补偿，或每周运行一次。否则，可能导致仪器不能达到对于那些伏/格设置所保证的性能水平。

要补偿信号路径，请执行下列操作：

1. 将示波器预热至少 20 分钟。删除从通道输入的所有输入信号（探头的和电缆的）。输入信号的交流分量对 SPC 具有不良影响。



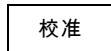
2. 按下 Utility。



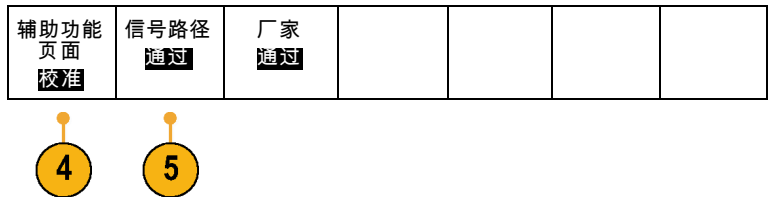
3. 按“辅助功能页面”。



4. 旋转通用旋钮 a 选择“校准”。



5. 在下屏幕菜单中按“信号路径”。



- 在出现的侧屏幕菜单中按“**执行补偿信号路径**”。

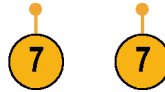


校准大约需要 10 分钟完成。

- 校准后，请验证下屏幕菜单上的状态指示器是否显示“**通过**”。

辅助功能 页面 校准	信号路径 通过	厂家 通过				
------------------	------------	----------	--	--	--	--

如果未显示，请重新校准该仪器或将仪器交给合格的维修人员修理。



维修人员可使用出厂校准功能，用外部信源校准示波器的内部电压基准。有关出厂校准的帮助，请与 Tektronix 现场办事处或代表联系。

---

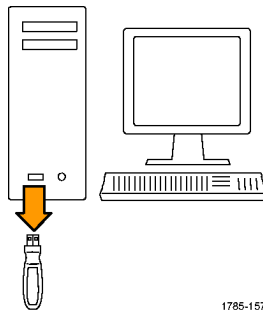
**说明：** 信号路径补偿不包括对探头尖端的校准。（见第12页，补偿无源电压探头）

---

## 升级固件

要升级示波器的固件，请执行以下操作：

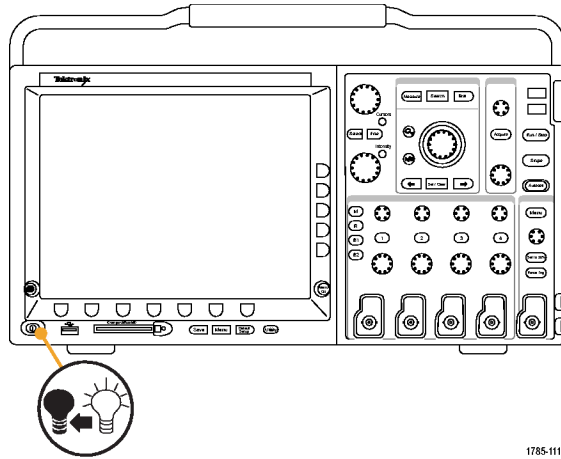
- 打开 Web 浏览器访问 [www.tektronix.com/software](http://www.tektronix.com/software)。前进到 software finder（软件查找）部分。将适用的示波器最新固件下载到 PC 上。



1785-157

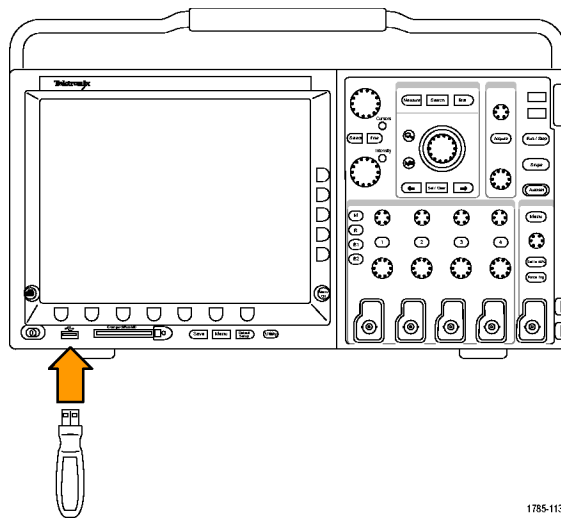
解压文件并将 firmware.img 文件复制到 USB 闪存驱动器的根文件夹内。

2. 关闭示波器的电源。



1785-111

3. 将 USB 闪存驱动器插入示波器前面板的 USB 端口。

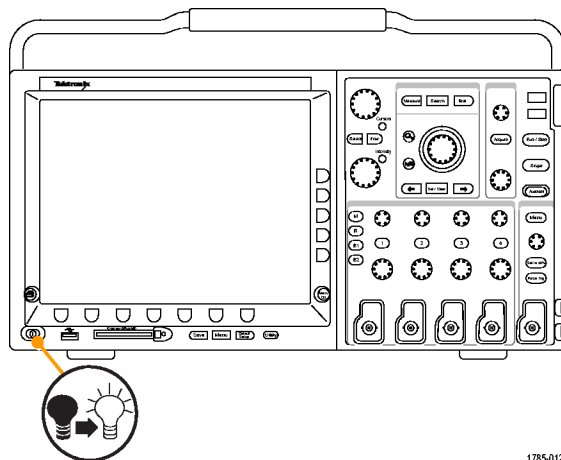


1785-113

4. 打开示波器电源。仪器会自动识别替代固件并安装该固件。

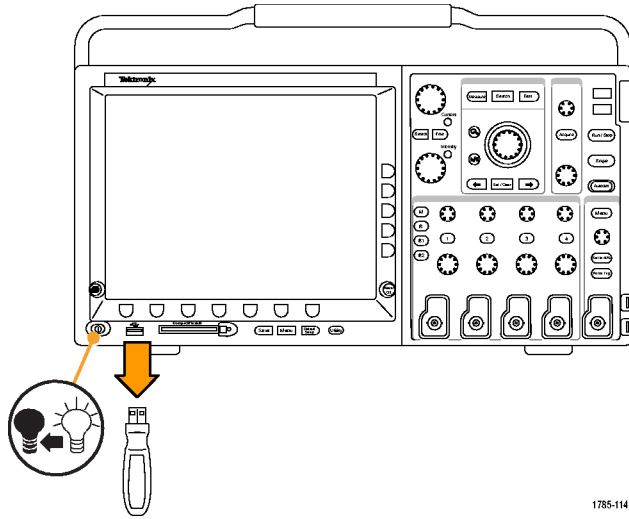
如果仪器未安装该固件，请重新运行该过程。如果问题仍然存在，请尝试其他型号的 USB 闪存驱动器。最后如果需要，请联络合格的服务人员。

**说明：** 在示波器完成固件安装之前，请勿关闭示波器电源或移除 USB 闪存驱动器。

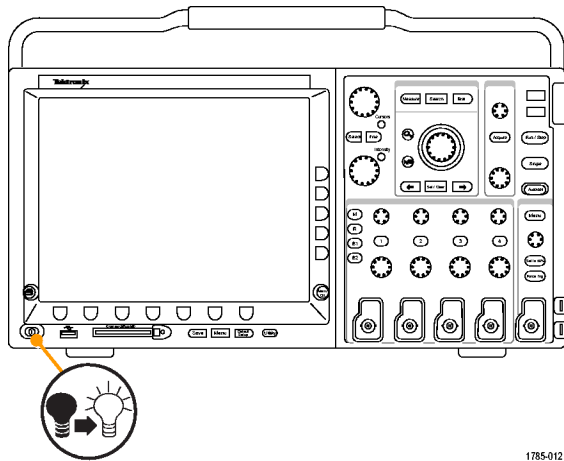


1785-012

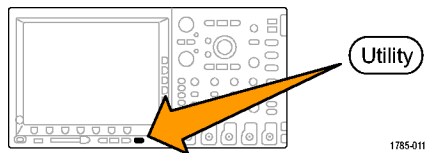
- 5. 关闭示波器电源并移除 USB 闪存驱动器。



- 6. 打开示波器电源。



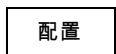
- 7. 按下 Utility。



- 8. 按“辅助功能页面”。



- 9. 旋转通用旋钮 a 选择“配置”。





10. 按“版本”。示波器显示固件版本号。

辅助功能 页面 配置	语言 繁体中文	设置日期 和时间	Tek Secure 清除信 清除存储 器	关于		
------------------	------------	-------------	-----------------------------------	----	--	--

11. 确认版本号与新固件匹配。



## 将示波器连接到计算机

您可能希望记录所作的工作以备将来参考。不需要将屏幕图像和波形数据存储到 CompactFlash 存储设备或 USB 闪存驱动器，然后再生成报告，而是直接将图像和波形数据发送到远程 PC 进行分析。您也可能希望通过计算机控制远程位置的示波器。（见第116页，*保存屏幕图像*）（见第117页，*保存和调出波形数据*）

将示波器与计算机连接的方法有两种，即通过 VISA 驱动程序，或者 e\*Scope Web 工具。使用 VISA 通过软件应用程序使计算机与示波器进行通信。使用 e\*Scope 通过 Web 浏览器与示波器进行通信。

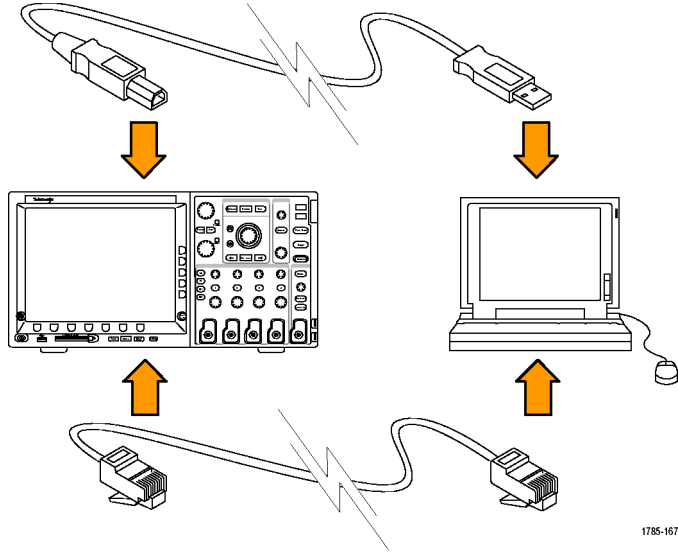
### 使用 VISA

VISA 允许 MS-Windows 计算机从示波器采集数据，供 PC 上运行的分析软件包使用，例如 Microsoft Excel、National Instruments LabVIEW 或自己创建的程序。可以使用常见的通信协议（例如 USB、以太网或 GPIB）将计算机连接到示波器。

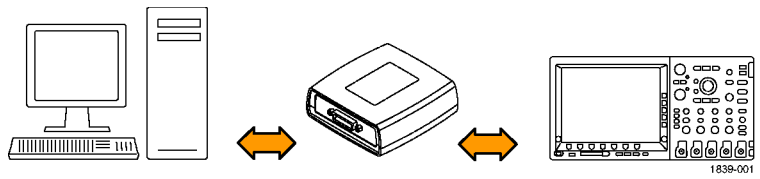
要在示波器和计算机之间设置 VISA 通信，请执行以下操作：

1. 在计算机上载入 VISA 驱动程序。  
驱动程序位于示波器附带的合适光盘上，或从 Tektronix software finder（软件查找）网页（[www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)）下载。

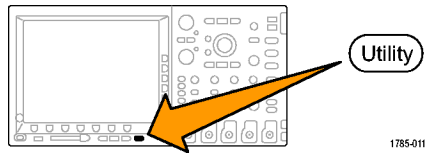
2. 使用合适的 USB 或以太网电缆将示波器连接到计算机。



要在示波器和 GPIB 系统之间进行通信，请使用 USB 电缆将示波器连接到 Tek-USB-488 GPIB-to-USB 适配器。然后使用 GPIB 电缆将该适配器连接到 GPIB 系统。关闭后再打开示波器的电源。



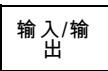
3. 按下 Utility。



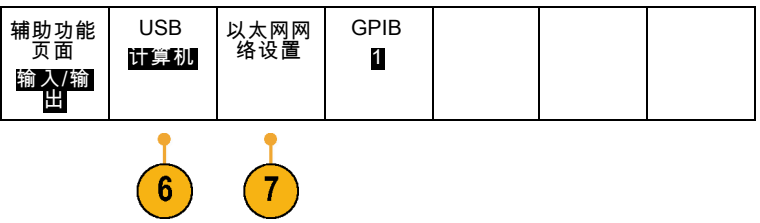
4. 按“辅助功能页面”。



5. 旋转通用旋钮 a 选择 I/O。



6. 如果使用 USB，则系统将自动进行设置（如果 USB 已启用）。



检查下屏幕菜单上的 USB 确保 USB 已启用。如未启用，请按 USB。然后按侧屏幕菜单上的“连接到计算机”。

7. 要使用以太网，请按“以太网网络设置”下屏幕按钮。

如果示波器与 DHCP 网络相连，请转到侧屏幕菜单并将 DHCP/BOOTP 设为“开启”。如果使用静态 IP 地址，请将 DHCP/BOOTP 设为“关”，按下“改变仪器设置”并使用出现的菜单系统输入地址。



DHCP/  
BOOTP  
开启 关  
闭

8. 如果使用的是 GPIB，则按 GPIB。使用通用旋钮 a 在侧屏幕菜单中输入 GPIB 地址。

这将设置连接的 TEK-USB-488 适配器的 GPIB 地址。



发/收地  
址  
1



8

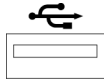
9. 在计算机上运行应用程序软件。



### 快速提示

- 示波器附带的光盘内提供多种基于 Windows 的软件工具，其设计旨在确保示波器与计算机之间的有效连接。工具栏可以加速与 Microsoft Excel 和 Word 的连接。还有一个称为 OpenChoice Desktop 的独立采集程序。
- 后面板 USB 2.0 设备端口是正确用于计算机连接的 USB 端口。使用前后面板上的 USB 2.0 主机端口将示波器连接到 USB 闪存驱动器。使用 USB 设备端口将示波器连接到 PC 或 PictBridge 打印机。

USB 主机端口



USB 设备端口



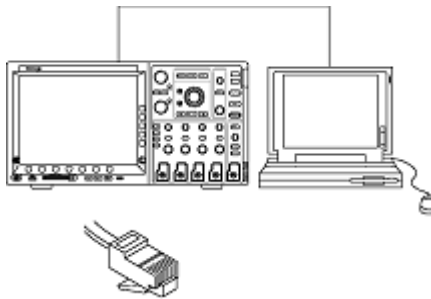
### 使用 e\*Scope

e\*Scope 允许从工作站、PC 或笔记本电脑上的浏览器访问通过 Internet 连接的 DPO4000 或 MSO4000 系列示波器。无论身在何处，您的示波器就像您身边的浏览器一样。

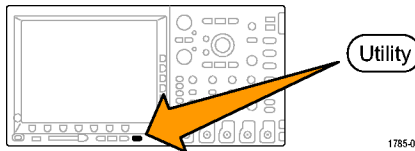
要设置示波器与运行于远程计算机上的 Web 浏览器之间的 e\*Scope 通信，请执行以下操作：

1. 使用相应的以太网电缆将示波器连接到计算机网络。

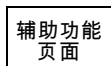
如果直接连接到计算机，则需要使用交叉以太网电缆。如果连接到网络或集线器，则需要使用直连以太网电缆。



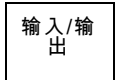
2. 按下 Utility。



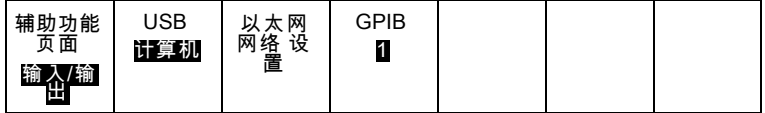
3. 按“辅助功能页面”。



4. 旋转通用旋钮 a 选择“输入/输出”。

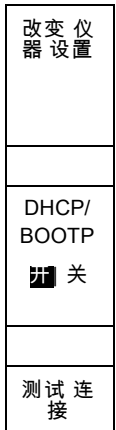


5. 按“以太网网络设置”。



6. 在 DHCP 以太网网络上如果使用动态寻址，请在侧屏幕菜单中将 DHCP 设置为“开”。如果使用静态寻址，请将该项设置为“关”。

按“改变仪器设置”。如果使用 DHCP，请记录以太网地址和仪器名称。如果使用静态寻址，请输入要使用的以太网地址。



**说明：** 根据 4000 系列示波器所连网络的类型和速度，按下 DHCP/BOOTP 按钮后可能不会看到 DHCP/BOOTP 字段立即更新。可能需要几秒钟才能更新。

7. 启动远程计算机上的浏览器。在浏览器地址行中，输入 IP 地址，或者，如果示波器中的 DHCP 设置为“开”，则只需输入设备名称即可。

8. 在 Web 浏览器上，现在应看到 e\*Scope 屏幕，显示示波器的显示器。

如果 e\*Scope 屏幕未出现，请重新运行该过程。如果仍未出现，请联系合格的维修人员。

## 将 USB 键盘连接到示波器

可将 USB 键盘连接到示波器前后面板上的 USB 主机接口。示波器将检测到键盘，即使在示波器处于打开状态时插入键盘也能检测。

可使用键盘快速创建名称或标签。可通过“通道”或“总线”菜单的下屏幕按钮调出“标签”菜单。使用键盘上的箭头键移动插入点，然后键入名称或标签。通道和总线标签可方便识别屏幕上的信息。

# 熟悉仪器

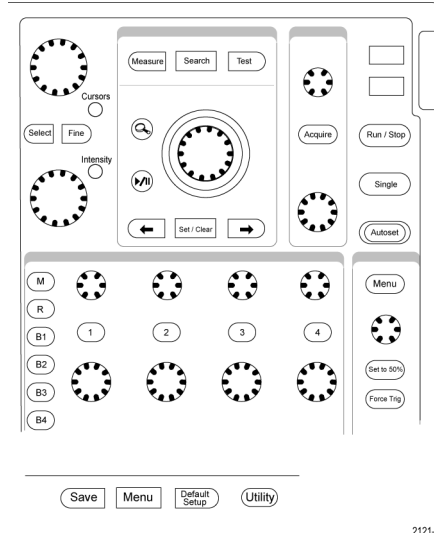
## 前面板菜单和控制

前面板具有最常用功能的按钮和控制。使用菜单按钮可以访问特殊的功能。

### 使用菜单系统

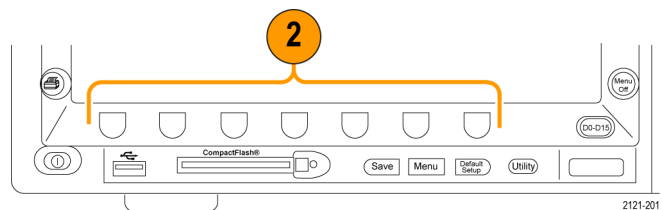
要使用菜单系统，请执行下列操作：

1. 按某个前面板菜单按钮以显示要使用的菜单。  
可使用 MS04000 系列示波器上的 B1 至 B4 按钮来支持最多四条不同的串行或并行总线。



2121-229

2. 按下屏幕按钮选择菜单项。如果出现弹出式菜单，旋转通用旋钮 **a** 选择所需的选项。如果出现弹出式菜单，请再次按下按钮选择所需的选项。

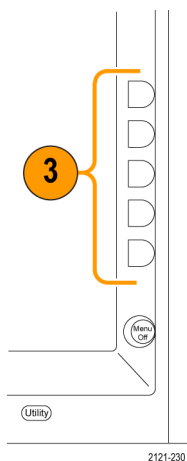


2121-201

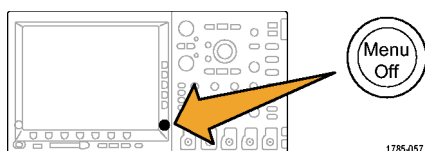
- 按某个侧屏幕按钮选择侧屏幕菜单项。

如果菜单项包含多个选项，可重复按下侧屏幕按钮可看到全部选项。

如果出现弹出式菜单，旋转通用旋钮 **a** 选择所需的选项。

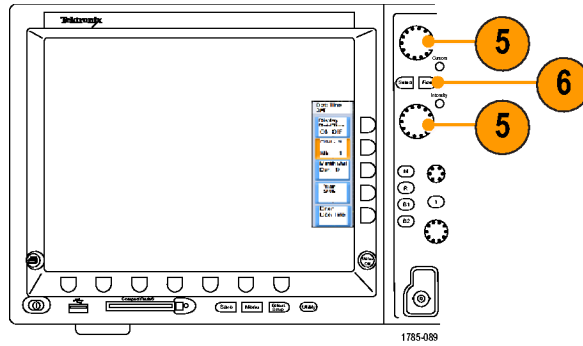


- 要清除侧屏幕菜单，请再按下屏幕按钮或按 **Menu Off**。





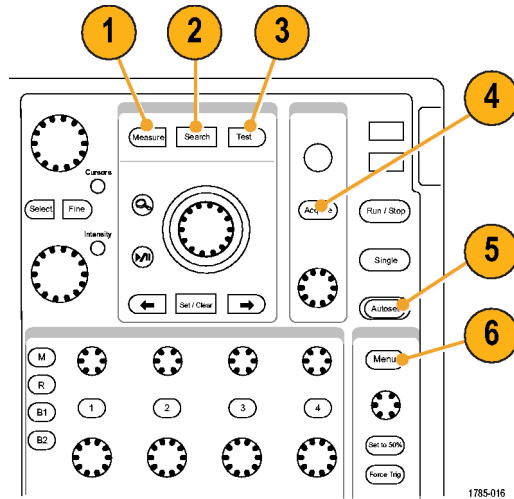
5. 某些菜单选项需要设置数字值才能完成设置。使用上方或下方通用旋钮 **a** 和 **b** 来调整数值。
6. 按下“精细”以关闭或打开进行细微调整的功能。



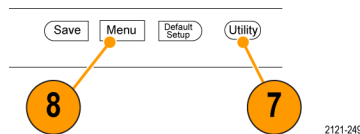
### 使用菜单按钮

使用菜单按钮执行示波器中的许多功能。

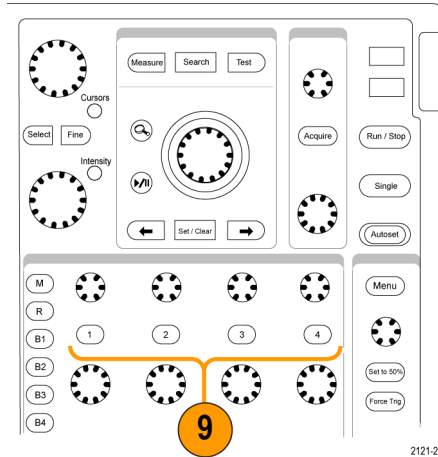
1. **测量**。 按此按钮对波形执行自动测量。
2. **搜索**。 按该按钮在捕获数据中搜索用户定义的事件/标准。
3. **测试**。 按此按钮可以激活高级的或专门应用的测试功能。
4. **采集**。 按此按钮可以设置采集模式并调整记录长度。
5. **自动设置**。 按此按钮可以对示波器设置执行自动设置。



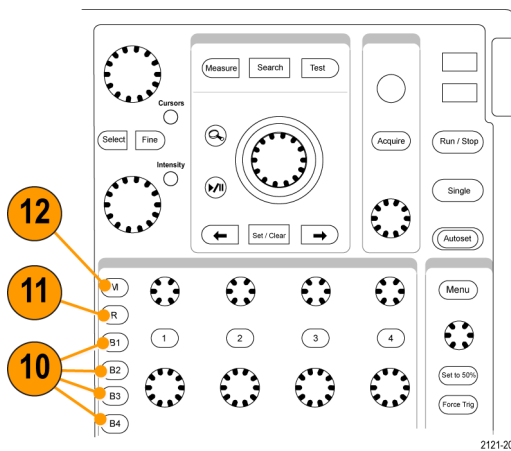
6. **“触发”菜单**。 按此按钮可以指定触发设置。
7. **Utility**。 按此按钮可以激活系统辅助功能，如选择语言或设置日期/时间。



8. **Save/Recall 菜单**。按下可将设置、波形和屏幕图像保存到内部存储器、CompactFlash 卡或USB 闪存驱动器中，或从其中调出。
9. **通道 1、2、3 或 4 菜单**。按下可以设置输入波形的垂直参数，并在显示器上显示或删除相应的波形。



10. **B1 或 B2**。如果有对应的模块应用钥匙，则按下即可定义和显示总线。
  - DPO4AUTO 支持 CAN 和 LIN 总线。
  - DPO4AUTOMAX 支持 CAN、LIN 和 FlexRay 总线。
  - DPO4EMBD 支持 I<sup>2</sup>C 和 SPI 总线。
  - DPO4USB 支持 USB 2.0 总线。
  - DPO4COMP 支持 RS-232、RS-422、RS-485 和 UART 总线。
  - DPO4AUDIO 支持 I<sup>2</sup>S、左对齐 (LJ)、右对齐 (RJ) 和 TDM 总线。



另外，按 **B1 或 B2** 按钮可以显示总线或删除所显示的相应总线。

在 MS04000 系列上，可使用 **B3** 和 **B4** 按钮支持最多四个不同的串行总线和并行总线。

11. **R**。按此按钮可以管理基准波形，包括显示每个基准波形或删除所显示的基准波形。

12. **M**。按此按钮可以管理数学波形，包括显示数据波形或删除所显示的数据波形。

## 使用其它控制

这些按钮和旋钮控制波形、光标和其他数据输入。

1. 激活后，旋转上方的通用旋钮 **a** 可以移动光标、设置菜单项的数字参数值或从选项的弹出列表中进行选择。按附近的“**精细**”按钮可以在粗调和微调之间进行切换。

当 **a** 或 **b** 被激活时，屏幕图标会提示。

2. **光标**。按一次可打开光标。光标打开时，可以旋转通用旋钮以控制其位置。再按一次可关闭光标。

按住可显示光标菜单并配置光标。完成时按 **Menu Off** 可恢复通用旋钮对光标的控制。

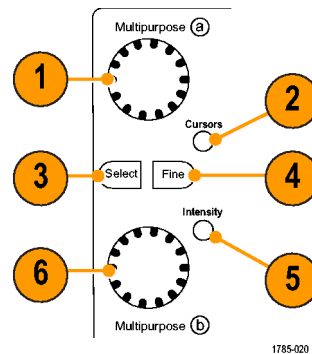
3. **选择**。按此按钮可以激活特殊功能。

例如，当使用两个垂直光标（水平光标不可见）时，可以按此按钮链接光标或取消光标之间的链接。当两个垂直光标和两个水平光标都可见时，可以按此按钮激活垂直光标或水平光标。

4. “**精细**”。按此按钮可以使用通用旋钮 **a** 和 **b** 的垂直和水平位置旋钮、触发位置旋钮以及许多操作在粗调和精细之间进行切换。

5. 波形 **强度**。按此按钮启用通用旋钮 **a** 可以控制波形的显示强度，启用旋钮 **b** 可以控制方格图强度。

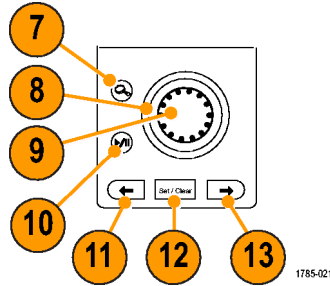
6. 激活时，旋转下方通用旋钮 **b**，可以移动光标或设置菜单项的数字参数值。按“**精细**”可以更缓慢地进行调整。



7. **缩放**按钮。按此按钮可激活缩放模式。

8. **平移**（外环旋钮）。旋转该环可以在采集的波形上滚动缩放窗口。

9. **缩放**（内环旋钮）。旋转该旋钮可以控制缩放因子。顺时针旋转可以放大。逆时针旋转可以缩小。



10. **播放/暂停**按钮。按此按钮可以开始或停止波形的自动平移。使用平移旋钮控制速度和方向。

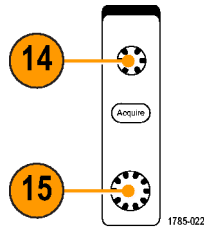
11. **← 上一标记**。按此按钮可以跳到上一波形标记。

12. **设置/清除标记**。按此按钮可以建立或删除波形标记。

13. **→ 下一标记**。按此按钮可以跳到下一波形标记。

14. **水平位置**。旋转此旋钮可以调整触发点相对于采集的波形的的位置。按“**精细**”可以进行更小调整。

15. **水平标度**。旋转此旋钮可以调整水平标度（时间/分度）。



16. **运行/停止**。按此按钮可以开始或停止采集。

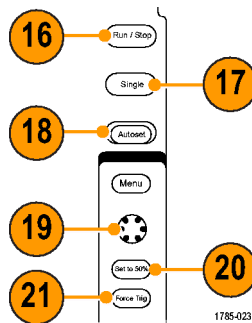
17. **单次**。按此按钮进行单一采集。

18. **自动设置**。按此按钮可以自动设置垂直、水平和触发控制以进行有用、稳定的显示。

19. **触发电平**。旋转此旋钮可以调整触发电平。

20. **设为 50%**。按此按钮可以将触发电平设置为波形的中点。

21. **强制触发**。按此按钮可以强制执行立即触发事件。



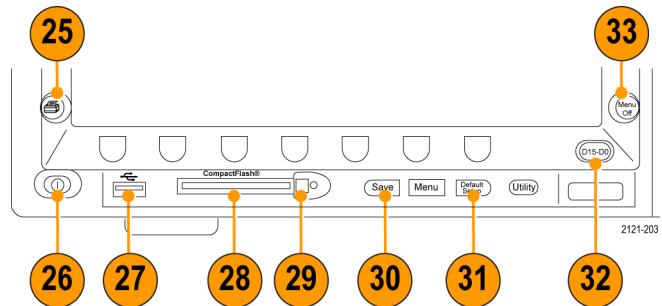
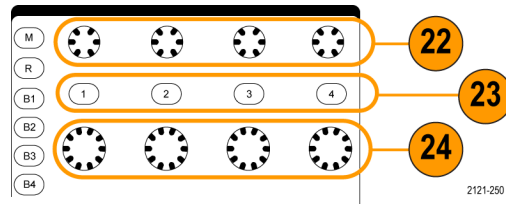
22. **垂直位置**。旋转这些旋钮可以调整相应波形的垂直位置。按“精细”可以进行更小调整。

23. 1、2、3、4。按这些按钮之一可以显示波形或删除所显示的相应波形以及访问垂直菜单。

24. **垂直标度**。旋转此旋钮可以调整相应波形的垂直标度因子（伏特/分度）。

25. **打印**。按此按钮即使用在 Utility 菜单中选择的打印机来打印屏幕图像。

26. **电源开关**。按此按钮可以打开或关闭仪器电源。



27. **USB 2.0 主机端口**。在此插入 USB 电缆可将外设连接到示波器，例如键盘、打印机或闪存驱动器。在后面板上也有两个 USB 2.0 主机端口。

28. **CompactFlash 驱动器**。在此处插入 CompactFlash 卡。

29. **CompactFlash 弹出按钮**。将 CompactFlash 卡弹出 CompactFlash 驱动器。

30. **Save**。按此按钮可以执行立即保存操作。保存操作使用当前保存参数，如 Save / Recall 菜单中所定义。

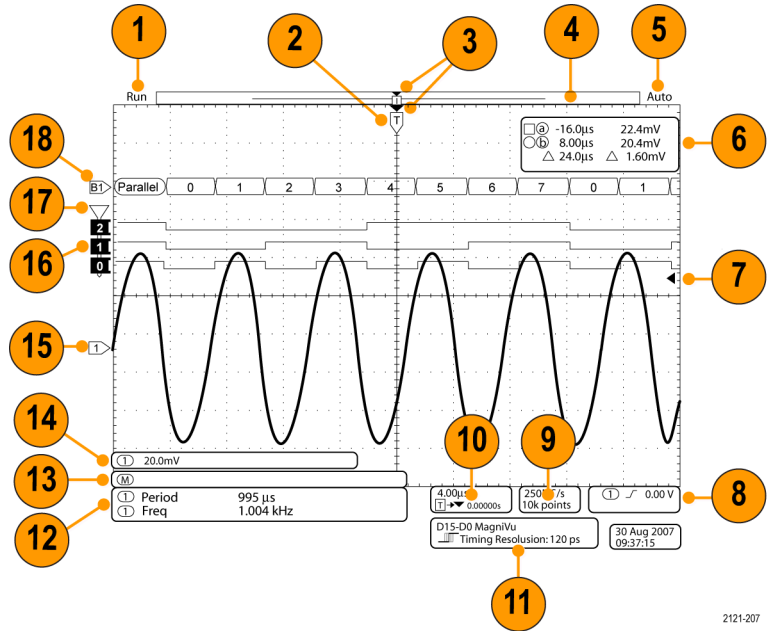
31. **Default Setup**。按此按钮可以将示波器立即还原为默认设置。

32. **D15 - D0**。按下即在显示器上显示或删除数字通道，并访问通道设置菜单（仅适用于 MS04000 系列）。

33. **Menu Off**。按此按钮可以清除屏幕中显示的菜单。

### 识别显示器中的项

右边各项可能出现在显示器上。在任一特定时间，不是所有这些项都可见。菜单关闭时，某些读数会移出方格图区域。

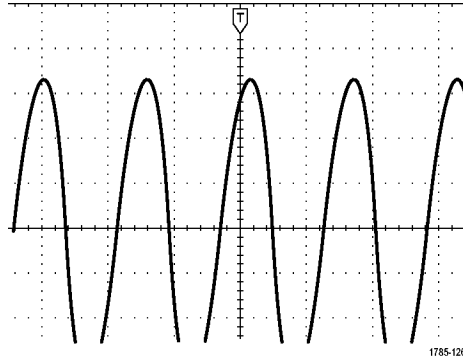


2121-207

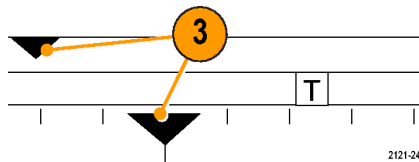
1. 采集读数显示采集运行、停止或采集预览有效的时间。图标有：

- 运行：采集已启用
- 停止：采集未启用
- 滚动：处于滚动模式（40 ms/div 或更慢）
- 预览：在此状态下，示波器停止或处于触发之间。可以改变水平或垂直位置或标度以查看下一个采集信号的概况。

2. 触发位置图标显示采集的触发位置。



3. 扩展点图标（橙色三角）显示一个点，水平标度以该点为中心扩展或缩小。



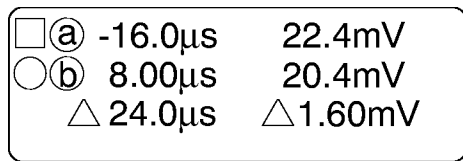
4. 波形记录视图显示相对于波形记录的触发位置。线的颜色与选定波形颜色相对应。



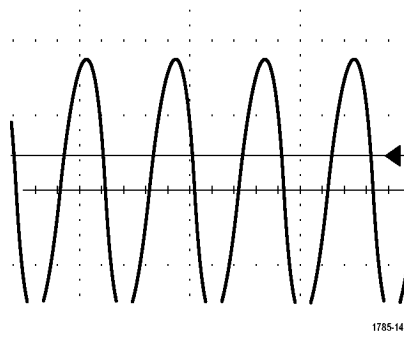
5. 触发状态读数显示触发状态。状态条件有：

- 已触发：触发
- 自动：正在采集未触发数据
- 预触发：正在采集预触发数据
- 触发?：正在等待触发

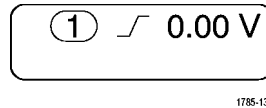
6. 光标读数显示每个光标的时间、幅度和增量 ( $\Delta$ ) 值。  
 对于 FFT 测量，该读数显示频率和幅度。  
 对于串行总线，读数显示解码后的数值。



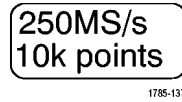
7. 触发位置图标显示波形的触发位置。图标颜色与触发源通道颜色相对应。



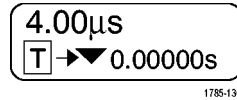
8. 触发读数显示触发源、斜率和电平。其他触发类型的触发读数显示其他参数。



9. 记录长度/取样速率读数的顶部一行显示取样速率（使用“水平标度”旋钮调整）。底部一行显示记录长度（使用“采集”菜单调整）。



10. 水平位置/刻度读数出现在水平刻度的顶行内（使用“水平比例尺”旋钮调节）。



当“延迟模式”打开时，底行内显示从 T 符号至扩展点图标之间的时间（使用“水平位置”旋钮调节）。

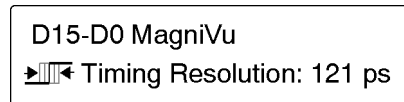
使用“水平位置”在触发发生的时间和实际捕获数据的时间之间插入添加的延迟时间。插入负时间将捕获更多预触发信息。

当“延迟模式”关闭时，底行内以百分比形式显示采集内触发的时间位置。

11. “定时分辨率”读数显示数字通道的定时分辨率。


定时分辨率是取样之间的时间，是数字取样速率的倒数。

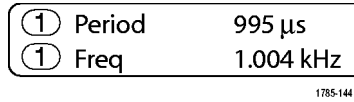
当 MagniVu 控制开启时，读数上会出现 MagniVu。



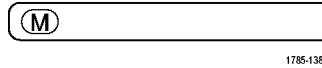


12. 测量读数显示选定的测量。每次最多可选择八个测量。

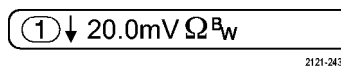
如果垂直限幅条件存在，则会出现  符号，而不会出现预期的数字测量值。部分波形会位于显示屏的上方或下方。要获得合适的数字测量值，请旋转垂直方向的“标度”和“位置”旋钮，使波形完整地出现在显示屏中。



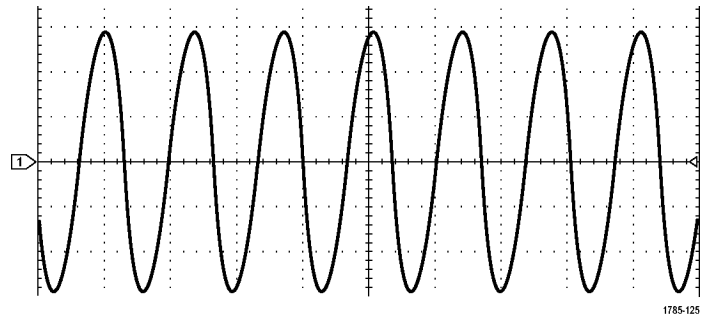
13. 辅助波形读数显示数学波形和基准波形的垂直和水平刻度因子。



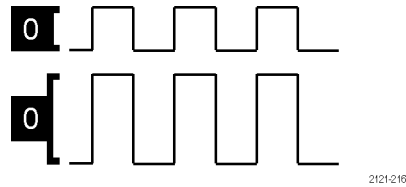
14. 通道读数显示通道的刻度系数（每分度）、耦合、反相和带宽状态。使用垂直“标度”旋钮和通道 1、2、3 或 4 菜单进行调整。



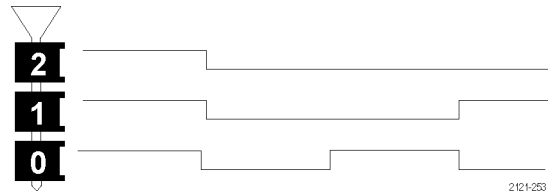
15. 对于模拟通道，波形基线指示器显示波形的零伏电平（忽略偏置效应）。图标颜色与波形颜色相对应。



16. 对于数字通道（仅适用于 MS04000 系列），基线指示器指向高低电平。指示器颜色按照电阻器上使用的颜色代码。D0 指示器为黑色，D1 指示器为棕色，D2 指示器为红色，依此类推。



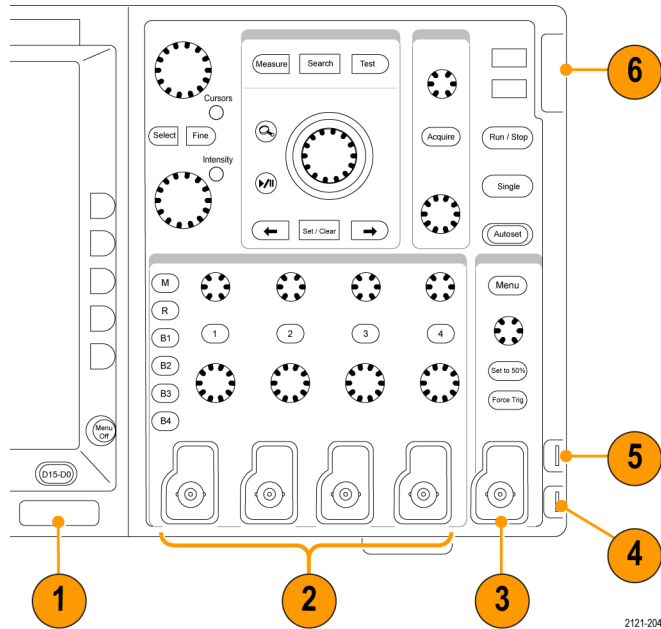
17. 组图标指示数字通道的分组情况（仅适用于 MS04000 系列）。



18. 总线显示表示串行总线或并行总线的解码后的包电平信息（仅适用于 MS04000 系列）。总线指示器显示总线编号和总线类型。

## 前面板连接器

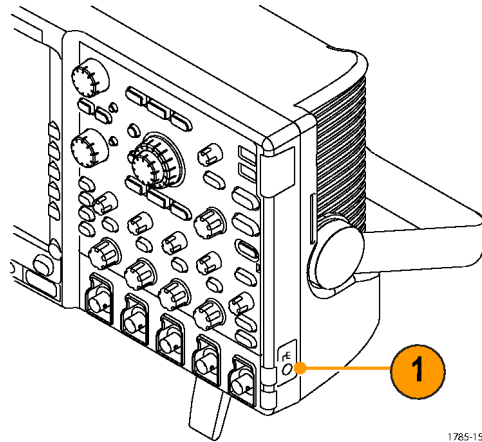
1. 逻辑探头连接器（仅在 MSO4000 型号上）
2. 通道 1、2、（3 或 4）。具有 TekVPI 通用探头接口的通道输入。
3. 辅助输入。触发位置范围可调，从 +8 V 到 -8 V。最大输入电压为 400V（峰值），250V RMS。与 13 pF  $\pm$  2 pF 并联时的输入阻抗是 1 M $\Omega$   $\pm$  1%。
4. 探头补偿。用来补偿探头的方波信号源。输出电压：1k  $\Omega$   $\pm$  2% 后为 0 - 2.5V 幅度为  $\pm$  1%。频率：1 kHz。
5. 接地。
6. 应用模块插槽。



2121-204

## 侧面板连接器

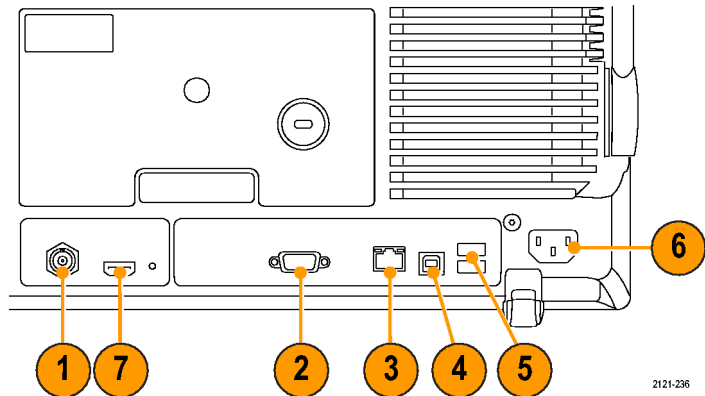
1. 接地腕带连接器。这是接地腕带的插座。



1785-158

## 后面板连接器

- 1. 触发输出。**使用触发信号输出使其他测试设备与示波器同步。低电平到高电平的跃迁表示触发发生。  
Vout (HI) 的逻辑电平为  $\geq 2.5\text{V}$  (开路)；接到  $50\ \Omega$  对地负载时  $\geq 1.0\ \text{V}$ 。接到  $\leq 4\ \text{mA}$  负载时 Vout (LO) 的逻辑电平  $\leq 0.7\ \text{V}$ ；接到  $50\ \Omega$  接地负载时  $\leq 0.25\ \text{V}$ 。
- 2. XGA 输出。**使用 XGA 视频端口 (DB-15 内孔连接器) 在外部监视器或投影仪上显示示波器显示屏。
- 3. 局域网。**使用局域网 (以太网) 端口 (RJ-45 连接器) 将示波器连接到 10/100 Base-T 局域网。
- 4. 设备。**使用 USB 2.0 高速设备端口通过带有 TEK-USB-488 适配器的 USBTMC 或 GPIB 对示波器进行控制。USBTMC 协议使 USB 设备可以使用 IEEE488 形式的消息进行通信。于是就可以在 USB 硬件上运行 GPIB 软件应用程序。同时，使用 USB 端口可将 PictBridge 兼容打印机连接到示波器。
- 5. 主机。**使用 USB 2.0 全速主机端口 (后面板上两个，前面板上一个) 可充分发挥 USB 闪存驱动器和打印机的功能。
- 6. 电源输入。**连接到带有整体安全接地的交流电源线。(见第5页, *操作注意事项*)
- 7. 供以后使用的连接器。**



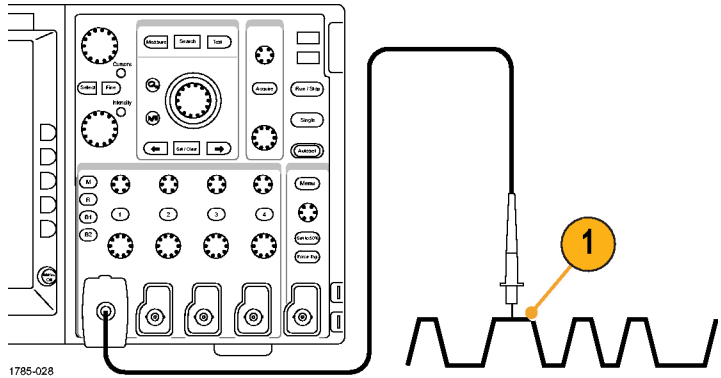
# 采集信号

本节内容介绍设置示波器按需采集信号的概念和方法。

## 设置模拟通道

使用前面板按钮和旋钮来设置仪器，可通过模拟通道采集信号。

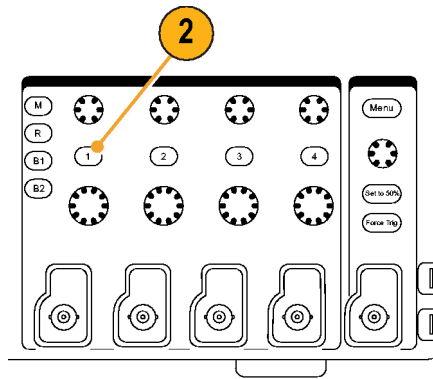
1. 将 P6139A 或 VPI 探头连接到输入信号源。



1785-028

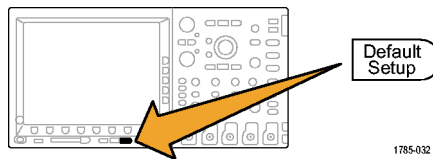
2. 按前面板上的按钮，选择输入通道。

**说明：** 如果您使用的探头不提供探头编码，请在示波器垂直菜单中为该通道设置衰减（探头因子），使其与探头匹配。



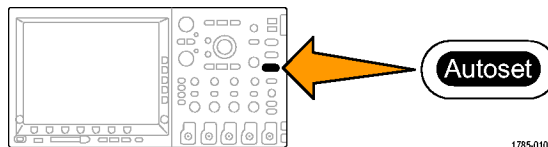
1785-029

3. 按 Default Setup.



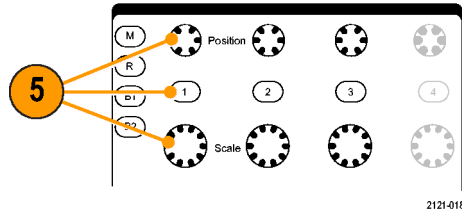
1785-032

4. 按“自动设置”。

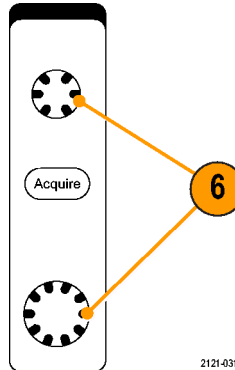


1785-010

- 按下所需的通道按钮。然后调整垂直位置和标度。



- 调整水平位置和标度。  
水平位置确定预触发取样和触发后取样的数量。  
水平标度确定采集窗口相对于波形的大小。可以调整窗口的比例，以包含波形边沿、一个周期、几个周期或数千周期。



## 快速提示

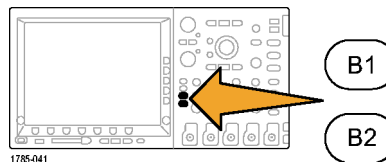
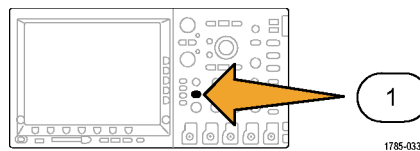
- 使用缩放功能可在显示屏的上半部分查看信号的多个周期，在下半部分查看单个周期。（见第108页，*管理长记录长度波形*）

## 标记通道和总线

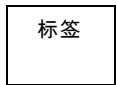
可为显示屏上出现的通道和总线添加标签，以方便识别。标签放置在屏幕左侧的波形基线指示器上。标签最多 32 个字符。

要标记通道，请按待标记模拟通道的通道输入按钮。

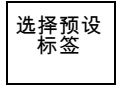
- 按前面板按钮选择输入通道或总线。



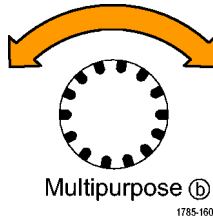
- 按下屏幕按钮即可创建标签，例如通道 1 或 B1。



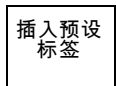
- 按“选择预设标签”查看标签列表。



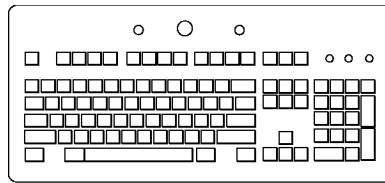
- 旋转通用旋钮 b 滚动列表查找适合的标签。插入标签后，如果需要还可以更改。



- 按“插入预设标签”即添加标签。

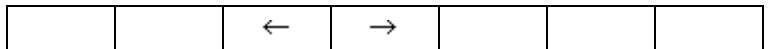
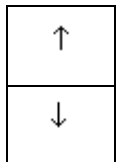


如果使用 USB 键盘，请使用箭头键定位插入点，然后编辑已插入的标签或键入新的标签。（见第26页，将 USB 键盘连接到示波器）

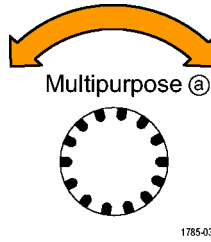


2121-220

- 如果没有连接 USB 键盘，请按侧面和下屏幕箭头键来重新定位插入点。

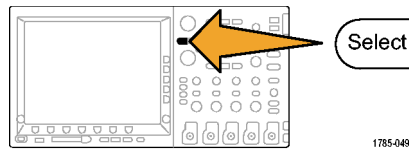


7. 旋转通用旋钮 **a** 滚动字母、数字和其他字符列表，查找要输入名称中的字符。

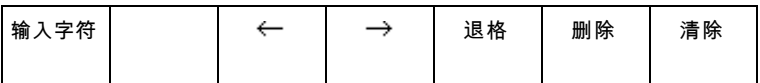


ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz  
 0123456789\_+~!@#%&\*()[]{}<>/~' " \ | : , . ?

8. 按“选择”或“输入字符”，通知示波器已选定要使用的正确字符。



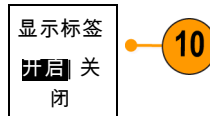
可根据需要使用下屏幕按钮来编辑标签。



9. 继续滚动，直到输入了所有需要的字符后再按“选择”。

对于其他标签，请按侧面和下屏幕箭头键来重新定位插入点。

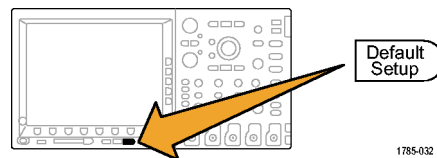
10. 按“显示标签”并选择“开启”即可看到标签。



## 使用 Default Setup

要将示波器返回其默认设置，请执行下列操作：

1. 按 Default Setup。



2. 如果您改变了主意，请按“撤销默认设置”以便撤销上次的默认设置。

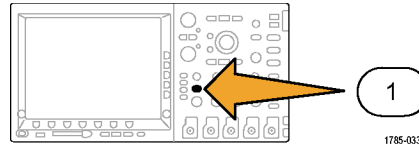


## 使用自动设置

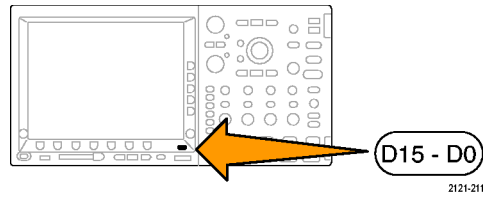
“自动设置”可调整仪器（采集、水平、触发和垂直控制）来显示模拟通道的四到五个波形周期，并使触发信号位于中间电平附近，也可显示数字通道的十个周期。

“自动设置”可同于模拟通道和数字通道。

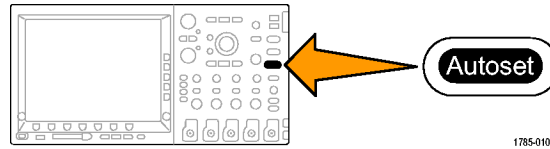
1. 要自动设置模拟通道，请连接模拟探头，然后选择输入通道。（见第40页，[设置模拟通道](#)）



要自动设置数字通道，请连接逻辑探头，然后选择输入通道。（见第60页，[设置数字通道](#)）



2. 按“自动设置”以执行自动设置。

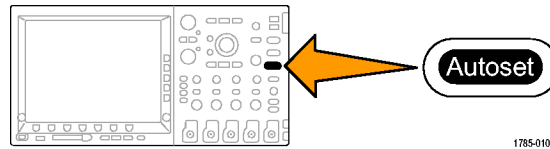


3. 如果需要，按“撤消自动设置”可撤消上次的自动设置。

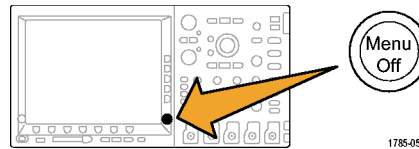


还可以禁用自动设置功能。要禁用或启用自动设置功能，请执行下列操作：

1. 按住“自动设置”。



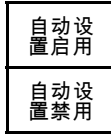
2. 按住 Menu Off。



3. 释放 Menu Off，然后释放“自动设置”。



4. 选择所需的侧屏幕设置。



### 快速提示

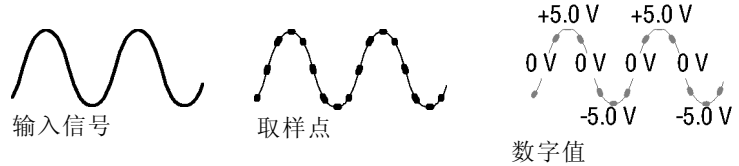
- 要正确地定位波形，因为自动设置可能会更改垂直位置。自动设置总是将垂直偏移设置为 0 伏。
- 如果在没有显示通道的情况下使用“自动设置”，则仪器将打开通道 1 (1) 并设置其标度。
- 如果您使用自动设置并且示波器检测到视频信号，则示波器自动将触发类型设为视频，并进行其他调节以显示一个稳定的视频信号。

## 采集概念

在显示信号之前，信号必须通过输入通道，并在通道内进行缩放和数字化。每个通道都有一个专用的输入放大器和数字化器。每个通道都会生成数字数据流，仪器可以从其中提取波形记录。

### 取样过程

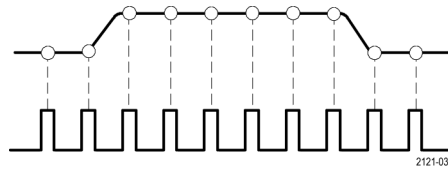
采集过程如下：对模拟信号进行取样，再将取样转换为数字数据，然后将数字数据集合为波形记录，最后将波形记录存储在采集存储器中。



### 实时取样

DPO4000 和 MSO4000 系列示波器使用实时取样。在实时取样中，仪器对通过单触发事件采集的所有点都进行数字化。

记录点

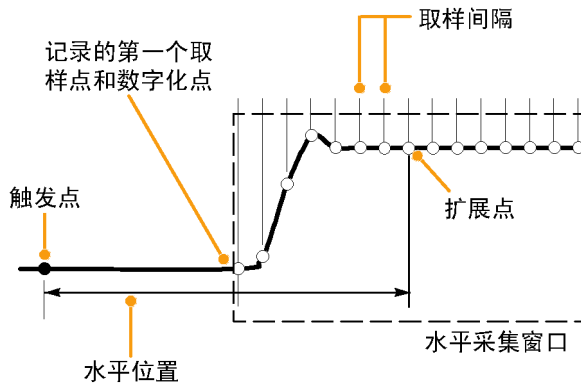


取样速率

### 波形记录

仪器使用以下参数来建立波形记录：

- 取样间隔：记录的取样点之间的时间。可通过旋转水平“标度”旋钮，或使用屏幕按钮更改记录长度来进行调节。
- 记录长度：需要填充波形记录的取样数。可通过按“采集”按钮，并使用所显示的下方和侧屏幕菜单进行设置。
- 触发点：波形记录中的零时基准点。该基准点在屏幕上显示为橙色的 T。



1785-109

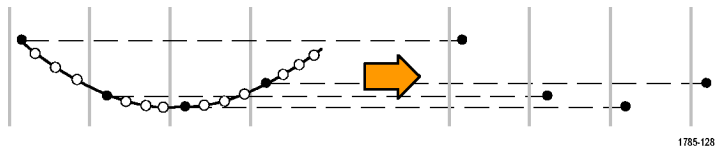
- **水平位置**：当“**延迟模式**”打开时，这是从触发点到扩展点的时间。通过旋转“**水平位置**”旋钮调整该值。

使用正时间在触发点之后采集记录。使用负时间在触发点之前采集记录。

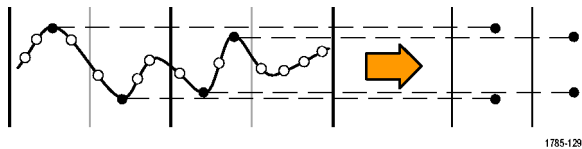
- **扩展点**：水平标度围绕该点扩展和收缩。扩展点显示为一个橙色三角。

## 模拟采集模式的工作方式

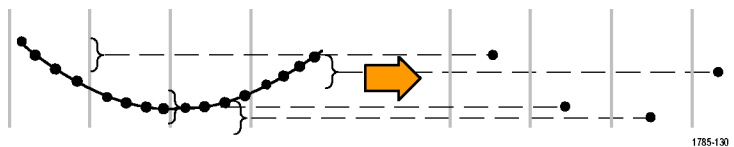
**取样模式**保留每个采集间隔中的第一个取样点。取样模式为默认模式。



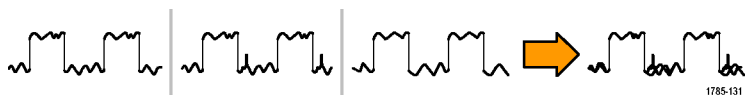
**峰值检测模式**使用了两个连续捕获间隔中包含的所有取样的最高和最低点。该模式仅可用于实时、非内插的取样，并且在捕获高频率的毛刺方面非常有用。



**高分辨率模式**计算每个采集间隔所有取样值的平均值。该模式也只能用于实时、非内插取样。高分辨率模式提供了较高分辨率、较低带宽的波形。



**包络模式**在所有采集中查找最高和最低记录点。包络模式对每个单独的采集使用峰值检测。



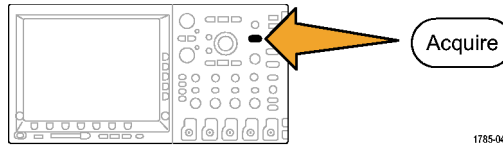
**平均模式**计算用户指定的采集数的每个记录点的平均值。平均模式对每个单独的采集都使用取样模式。使用平均模式可以减少随机噪声。



## 更改采集模式、记录长度和延迟时间

使用此过程可以更改采集模式。

1. 按“采集”。




2. 按“模式”。

模式 <b>取样</b>	记录长度 <b>10k</b>	延迟 开启   <b>关闭</b>	将水平位置 位置设为 10%	波形显示	XY 显示 <b>关闭</b>	
2	5	7				


3. 然后从侧屏幕菜单中选择采集模式。  
可以从下列模式中选择：取样、峰值检测、高分辨率、包络或平均。

**说明：**“峰值检测”和“高分辨率”模式充分利用示波器在较低扫描速率下会丢弃的取样点。因此，只有当前取样速率低于可能的最大取样速率时，这些模式才会工作。一旦示波器开始以最大取样速率进行采集，“峰值检测”、“高分辨率”和“取样”模式看起来都会一样。可通过设置“水平标度”和“记录长度”来控制取样速率。

采集模式


  
取样

3


  
峰值检测

3

高分辨率

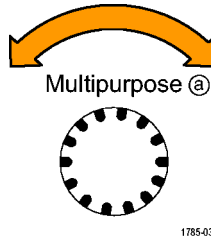
  
包络

3

  
平均  
16

3

4. 如果选择**平均**，旋转通用旋钮 **a** 以设置需要平均的波形数。



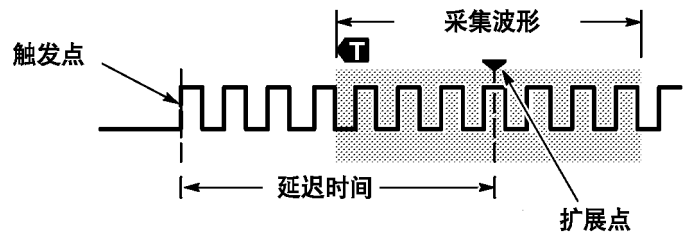
5. 按“记录长度”。

6. 按侧屏幕菜单中的“记录长度”按钮。



可选择：1000、10 k、100 k、1 M 和 10 M 点。

7. 如果希望相对于触发事件延迟采集，请按下屏幕“延迟”按钮选择“开启”。



当“延迟”设为“开启”时，顺时针旋转“水平位置”旋钮增加延迟。触发点将向左边移动，最终达到采集的波形之外。然后，可调整“水平比例尺”旋钮来采集屏幕中央兴趣区周围的更多细节。

当此延迟打开时，触发点与水平扩展点分离。水平扩展点停留在屏幕的中央。触发点可移出屏幕。出现这种情况时，触发标记指向触发点的方向。

如果希望采集与触发事件相距一段有效时间间隔的波形细节，可使用延迟功能。例如，可在每 10 ms 发生一次的同步脉冲上触发，然后查看同步脉冲后 6 ms 发生的高速信号特征。

当延迟功能设为“关闭”时，扩展点与触发点联系在一起，这样刻度以触发点为中心进行改变。

## 使用滚动模式

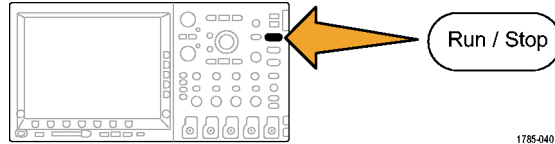
滚动模式为低频率信号提供了一种类似于带状图记录仪的显示方式。使用滚动模式，您不必等到采集完整的波形记录即可查看采集的数据点。

当触发模式为自动而水平标度设置为 40 秒/格或更低时，启用滚动模式。

### 快速提示

- 切换到包络或平均采集模式、使用数字通道、使用数学波形、打开总线或者切换到正常触发，都将禁用滚动模式。
- 将水平标度设置为每分度 20 秒/格或更快时，滚动模式将被禁用。

- 按“运行/停止”停止滚动模式。



1785-040

## 设置串行或并行总线

您的示波器可解码和触发以下总线上发生的信号事件或条件：

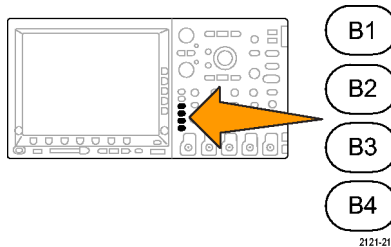
- I<sup>2</sup>C 和 SPI 串行总线（如果安装 DPO4EMBD 应用模块）
- USB 2.0 串行总线（如果安装 DPO4USB 应用模块，仅对高速总线进行边沿触发）
- CAN 和 LIN 串行总线（如果安装 DPO4AUTO 或 DPO4AUTOMAX 应用模块）。LIN 可在序列号高于 C020000 的 DPO4000 上和所有 MS04000 上工作
- FlexRay 串行总线（如果安装 DPO4AUTOMAX 应用模块）。FlexRay 可在序列号高于 C02000 的 DPO4000 上和所有 MS04000 上工作
- RS-232、RS-422、RS-485 和 UART 串行总线（如果安装了 DPO4COMP 应用模块）
- 音频总线（I<sup>2</sup>S、左对齐（LJ）、右对齐（RJ）和 TDM）（如果安装了 DPO4AUDIO 应用模块）
- 并行总线（如果使用 MS04000 系列示波器）

（见第13页，*应用模块免费试用*）

## 通过两步使用总线

要快速使用串行总线触发，请执行下列步骤：

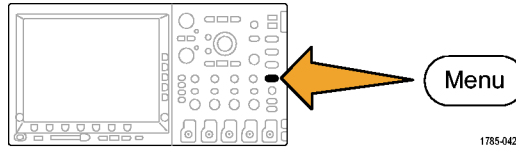
1. 按 B1 或 B2 并输入要触发的总线的参数。  
可以分开使用 B1 和 B2 来查看两个不同的总线。



2121-213

**说明：** 在 MS04000 系列上，也可使用 B3 和 B4 按钮来查看最多四条不同的总线。

- 按“触发”菜单并输入触发参数。  
(见第66页, 选择触发类型)  
无需触发总线信号便可显示总线信息。



1785-042

## 设置总线参数

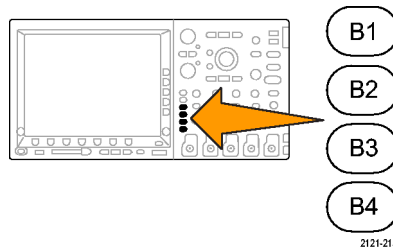
**说明：** 对于大多数串行总线信号源，请使用通道 1 到 4 以及 D15 到 D0 的任意组合。

要按照串行或并行总线条件进行触发，请参阅“总线触发”。（见第69页，总线触发）

要设置总线参数，请执行下列操作：

- 按 B1 或 B2 打开下屏幕总线菜单。

**说明：** 在 MS04000 系列上，也可按 B3 或 B4。



2121-213

- 按“总线”。旋转通用旋钮 a 滚动可用的总线类型列表，并选择所需的总线：并行（仅 MS04000 系列）、I<sup>2</sup>C、SPI、USB、CAN、LIN、FlexRay、RS-232 或音频。

实际显示的菜单项取决于示波器型号和所安装的应用模块。

总线 B1 并行	定义输入	阈值		B1 标签 并行	总线显示	事件表
-------------	------	----	--	-------------	------	-----



- 按“定义输入”。选择取决于所选的总线。


使用侧屏幕按钮定义输入的参数，例如模拟或数字通道的特定信号。

如果选择“并行”，按侧屏幕按钮启用或禁用“定时数据”。

按侧屏幕按钮选择要定时数据的“时钟边沿”：上升边沿、下降边沿或两个边沿。

旋转多功能旋钮 a 选择并行总线中的“数据位数”。

旋转通用旋钮 a 选择要定义的位。  
旋转通用旋钮 b 选择所需的模拟或数字通道作为位的信号源。

定义输入
定时数据 是 
时钟边沿 ↑ ↓ ↑↓
数据位数 (a) 16
定义位数 (a) 位 15 (b) D15

4. 按“阈值”。

总线 B1 <b>并行</b>	定义输入	阈值		B1 标签 并行	总线显示	事件表
--------------------	------	----	--	-------------	------	-----

可通过预置值列表设置并行或串行总线中所有通道的阈值。根据总线类型的不同，预置值也有所不同。

或者，可对于构成并行或串行总线的信号将阈值设为特定值。设置方法为按“选择”侧屏幕按钮，旋转多功能旋钮 a 选择一个位或通道编号（信号名称）。



2319-045

然后，旋转多功能旋钮 b 定义电压电平，高于该电平时，示波器将该信号视为逻辑高，低于该电平时，示波器将其视为逻辑低。



2319-046

**说明：** 部分总线对每个通道使用两个阈值。



5. 也可以按“B1 标签”编辑总线的标签。（见第41页，*标记通道和总线*）

总线 B1 <b>并行</b>	定义输入	阈值		B1 标签 并行	总线显示	事件表
--------------------	------	----	--	-------------	------	-----





6. 按“**总线显示**”并使用侧屏幕菜单定义如何显示并行或串行总线。

根据总线，使用侧屏幕菜单或旋钮设置数字格式。

十六进制
二进制
ASCII

7. 按“**事件表**”，然后选择“**开启**”，即可带时标显示总线包列表。

事件表
开启
关闭
储存事件表

8

对于定时并行总线，该表列出每个时钟边沿处的总线数值。对于非定时并行总线，该表列出任何一位出现变化时总线的数值。

对于 RS-232 总线，该表列出解码的字节或包。

8. 按“**储存事件表**”，即可在当前所选的存储设备上用 .csv（电子表格）格式文件保存事件表数据。

此例是 RS-232 总线的数据表。

RS-232 事件表显示当“包”被设为“关”时每 7 位或 8 位字节的一行。RS-232 事件表显示当“包”被设为“开”时每个包的一行。

其他总线每行显示一个字、帧或包，具体取决于总线类型。

Tektronix version v1.2f		
Bus Definition: RS232		
Time	Tx	Rx
-4.77E-02	E	
-4.44E-02	n	
-4.10E-02	g	
-3.75E-02	i	
-3.41E-02	n	
-3.08E-02	e	
-2.73E-02	e	
-2.39E-02	r	
-2.06E-02	i	
-1.71E-02	n	
-1.37E-02	g	
-1.03E-02	.	
-6.92E-03	SP	
-3.49E-03	P	
-5.38E-05	o	
3.28E-03	r	
6.71E-03	t	
1.69E-02	l	
2.02E-02	a	
2.43E-02	n	
2.82E-02	d	
3.16E-02		

2319-085

- 按 B1 或 B2，然后旋转通用旋钮 a 即可在屏幕中上下移动总线显示。

(在 MSO4000 系列上，也可按 B3 或 B4。)

## I<sup>2</sup>C 总线

要采集 I<sup>2</sup>C 总线的的数据，还需要设置以下项目：

- 如果选择 I<sup>2</sup>C，请按“定义输入”以及合适的侧屏幕菜单选项。

总线 B1 I <sup>2</sup> C	定义输入	阈值	地址中包含 R/W 否	B1 标签 I <sup>2</sup> C	总线显示	事件表
---------------------------	------	----	----------------	---------------------------	------	-----

可将预定义的 SCLK 输入或 SDA 输入分配到信号所连的通道。



- 按“地址中包含 R/W”，然后按所需的侧屏幕按钮。

这项控制决定了在总线解码光迹、光标读数、事件表列表和触发设置中示波器如何显示 I<sup>2</sup>C 地址。

如果选择“是”，示波器将 7 位地址显示为八位，其中第八位 (LSB) 为 R/W 位。将 10 位地址显示为 11 位，其中第三位为 R/W 位。

如果选择“否”，示波器将 7 位地址显示为七位，将 10 位地址显示为十位。

在 I<sup>2</sup>C 协议的物理层，10 位 I<sup>2</sup>C 地址前面为五位编码 11110。示波器在地址读数中不带这五位。

## SPI 总线

要采集 SPI 总线的的数据，还需要设置以下项目：

- 如果选择 SPI，请按“定义输入”以及合适的侧屏幕菜单选项。

总线 B1 SPI	定义输入	阈值	配置	B1 标签 SPI	总线显示	事件表
--------------	------	----	----	--------------	------	-----

可将“成帧”设为 SS (Slave Select, 从属选择) 或者“空闲时间”。

可将预定义的 SCLK、SS、MOSI 或 MISO 信号分配到任何通道。

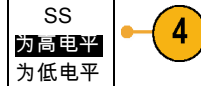


- 按“配置”以及所需的侧屏幕菜单选项。

3. 按 **SCLK** 选择信号边沿与正在采集的 SPI 总线相匹配。



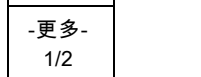
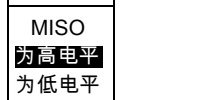
4. 设置 SS、MOSI 和 MISO 信号电平与 SPI 总线相匹配。



“为高电平”表示当信号大于阈值时被认为有效。



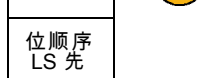
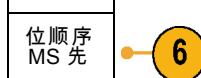
“为低电平”表示当信号小于阈值时被认为有效。



5. 使用多功能旋钮 **a** 设置 SPI “字大小”的位数。



6. 按任一侧屏幕按钮设置 SPI 总线的位序。



## USB 总线

要采集 USB 总线的的数据，还需要设置以下项目：

1. 如果选择 **USB**，请按“定义输入”设置 USB 总线速率和探头类型。



2. “阈值”、“标签”、“总线显示”和“事件表”菜单的操作方式与其他串行总线类似。

## CAN 总线

要采集 CAN 总线的的数据，还需要设置以下项目：

1. 如果选择 CAN，请按“定义输入”以及合适的侧屏幕菜单选项。

总线 B1 CAN	定义输入	阈值	位速率 500 Kbps	B1 标签 CAN	总线显示	事件表
--------------	------	----	--------------------	--------------	------	-----



2. 旋转多功能旋钮 a 选择与 CAN 总线源连接的通道。

CAN 输入 (a) 1
信号类型 CAN_H
取样点 50%



3. 旋转多功能旋钮 a 选择 CAN 信号类型：CAN\_H、CAN\_L、Rx、Tx 或差分。



4. 旋转多功能旋钮 a 设置“取样点”，范围是位周期或单位间隔内位置的 5% 到 95%。



5. 按“位速率”并旋转多功能旋钮 a 从预定义的位速率列表中选择。

总线 B1 CAN	定义输入	阈值	位速率 500 Kbps	B1 标签 CAN	总线显示	事件表
--------------	------	----	--------------------	--------------	------	-----



或者，可将位速率设为指定值。要做此设置，选择“定制”，然后旋转多功能旋钮 b 在 10,000 到 1,000,000 之间设置位速率。

## LIN 总线

要采集 LIN 总线的的数据，还需要设置以下项目：

1. 如果选择 LIN，请按“定义输入”以及合适的侧屏幕菜单选项。

总线 B1 LIN	定义输入	阈值	配置	B1 标签 LIN	总线显示	事件表
--------------	------	----	----	--------------	------	-----



2. 旋转多功能旋钮 **a** 选择与 LIN 总线源连接的通道。
3. 旋转多功能旋钮 **a** 设置“**取样点**”，范围是位周期或单位间隔内位置的 5% 到 95%。
4. 选择“**极性**”与正被采集的 LIN 总线相匹配。

LIN 输入 (a) 1	2
取样点 50%	3
极性 正常 (高 = 1)	4
极性 反相 (高 = 0)	

5. 按“**配置**”以及合适的侧屏幕菜单选项。

总线 B1 LIN	定义输入	阈值	配置	B1 标签 LIN	总线显示	事件表
--------------	------	----	----	--------------	------	-----

5

6. 按“**位速率**”并旋转多功能旋钮 **a** 从预定义的位速率列表中选择。  
或者，可将位速率设为指定值。要做此设置，选择“**定制**”，然后旋转多功能旋钮 **b** 在 800 bps 到 100,000 bps 之间设置位速率。
7. 按“**LIN 标准**”，旋转多功能旋钮 **a** 选择合适的标准。
8. 按“**ID 包括奇偶位**”选择是否包含奇偶位。

位速率 (a) 19.2K bps	6
LIN 标准 v1.x	7
ID 包括 奇偶位 开 关	8

## RS-232 总线

要采集 RS-232 总线的的数据，还需要设置以下项目：

1. 如果选择 **RS-232**，请按“**配置**”以及所需的侧屏幕菜单选项。

总线 B1 RS-232	定义输入	阈值	配置 9600- 8-N	B1 标签 RS-232	总线显示	事件表
-----------------	------	----	--------------------	-----------------	------	-----

1

使用侧屏幕菜单配置总线。对于 RS-232 信号使用“正常”极性，对于 RS-422、RS-485 和 UART 信号使用“反转”极性。

2. 按“**位速率**”，然后旋转多功能旋钮 **a** 选择合适的位速率。
3. 按“**数据位**”选择数字与总线相匹配。
4. 按“**奇偶校验**”并旋转多功能旋钮 **a** 与总线所使用的极性相匹配：无、奇或偶。
5. 按“**包**”并选择“开”或“关”。
6. 旋转多功能旋钮 **a** 选择包结束字符。

位速率 9600 bps	2
数据位 7   8	3
奇偶校验 (a) 无	4
包 开   关	5
包结束 0A (换 行)	6

RS-232 解码显示出字节流。可将流组织到带有包结束字符的包中

### 音频总线

要采集音频总线的数据，还需要设置以下项目：

1. 如果选择“**音频**”，请按“**定义输入**”以及所需的侧屏幕菜单选项。

总线 B1 音频	定义输入	阈值	配置	B1 标签 RS-232	总线显示	事件表
-------------	------	----	----	-----------------	------	-----



2. 按“**类型**”，旋转多功能旋钮 **a** 选择要触发的音频总线数据配置类型。
3. 选择 **I2S** 可在标准 IC 间音频或者集成的片间音频电气串行总线接口标准立体声格式上进行触发。
4. 选择“**左对齐**”即可在没有位时钟延迟并且数据刚好从字选择时钟的右边沿上开始的 I2S 流上触发。
5. 选择“**右对齐**”即可在数据与字选择时钟的右边沿对齐的 I2S 流上触发。
6. 选择 **TDM** 即可在时分复用上触发。

音频总线 类型
I2S
左对齐 (LJ)
右对齐 (RJ)
TDM

- 按“配置”并按合适的侧面菜单按钮进一步设置 I2S 触发。

## 物理层总线活动

模拟通道 1 至 4、数字通道 D15 至 D0 的示波器波形谱线以及在选择显示总线时所看到的谱线，将始终显示出物理层总线活动。在物理层显示中，较早发送的位在左边，较晚发送的位在右边。

- I2C 和 CAN 总线先发送 MSB（最高有效位）
- SPI 总线不规定位顺序
- RS-232 和 LIN 总线先发送 LSB（最低有效位）

---

**说明：** 对于所有总线在解码光迹和事件表的示波器显示中，MSB 在左边，LSB 在右边。

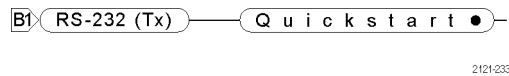
---

例如，RS-232 信号（在开始位之后）可能为高、高、高、低、高、低、低、高。由于 RS-232 协议用高表示 0，用低表示 1，故此值为 0001 0110。

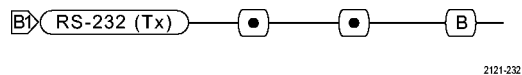
由于解码先显示 MSB，因此示波器反转位的顺序而显示 0110 1000。如果总线显示设为十六进制，则该值显示为 68。如果总线显示设为 ASCII，则该值显示为 h。

## RS-232

如果定义了包结束字符用于 RS-232 解码，则字节流将显示为包。



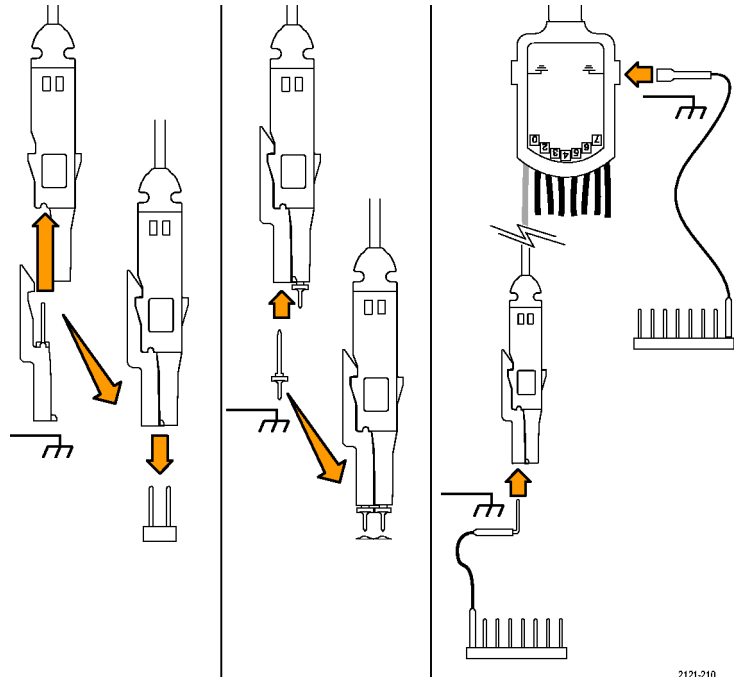
在用 ASCII 模式解码 RS-232 总线时，大点表示值所代表的字符超出可打印的 ASCII 范围之外。



## 设置数字通道

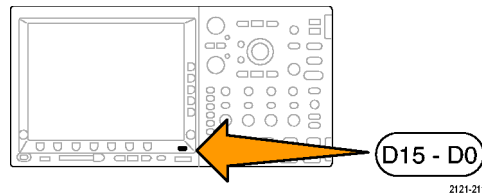
使用前面板按钮和旋钮来设置仪器，可通过数字通道采集信号。

1. 将 P6516 16 通道逻辑探头连接到输入信号源。



2121-210

2. 将一根或多根接地导线连接到电路接地点。  
每个通道可使用不同的接地导线，也可以使用每 8 根线组使用一个公共接地导线。
3. 如果需要，可在每个探头的端部连接合适的抓取器。
4. 将各个探头连接到所需的电路测试点。
5. 按 D15 - D0 的前面板按钮以显示菜单。



2121-211

6. 按下屏幕 D15 - D0 按钮访问 D15 - D0 “开”或“关”菜单。

D15 - D0 开/关	阈值	编辑标签			MagniVu 开/关	高度 S M L
6	8	9			10	11



7. 旋转通用旋钮 **a** 滚动数字通道列表。  
旋转通用旋钮 **b** 定位所选的通道。  
在显示器上彼此靠近定位通道时，示波器对通道进行分组，并将组添加到弹出列表中。可从列表中选择组，即可移动该组内的所有通道，而不是分别的各个通道。
8. 按下屏幕“**阈值**”按钮。可为每个通道分配不同的阈值。
9. 按下屏幕“**编辑标签**”按钮并创建标签。可通过前面板或使用可选的 USB 键盘创建标签。（见第41页，*标记通道和总线*）
10. 按下屏幕**MagniVu** 按钮可提高定时分辨率。（见第62页，*打开 MagniVu 的时机和原因*）
11. 重复按下屏幕“**高度**”按钮可设置信号高度。只需如此操作一次，即可为所有数字通道设置高度。

## 快速提示

- 使用缩放功能可在显示屏的上半部分查看信号的多个周期，在下半部分查看单个周期。（见第108页，*管理长记录长度波形*）
- 在设置逻辑探头时，逻辑探头上的前八根导线（第 7 至第 0 针）在导线盒上标记为 GROUP 1。后八根导线（第 15 至第 8 针）标记为 GROUP 2。
- 每个组中第一个通道的导线均为蓝色，在将逻辑探头连接到待测设备时可方便识别。其他导线为灰色。
- 数字通道存储每个取样的高低状态。可为每个通道单独设置分割高低的阈值。

## 打开 MagniVu 的时机和原因

仅对于 MS04000 系列，MagniVu 允许设置较高的分辨率，来准确地确定边沿的位置。这有助于对数字边沿进行精确的定时测量。相比普通的数字通道取样，其详细程度可达 32 倍。

MagniVu 记录的采集与主数字采集同时进行，不论运行或停止均随时可用。MagniVu 为取样的数据提供了超高分辨率视图，对于触发周围的 10000 个点最大分辨率为 60.6 ps。

---

**说明：** MagniVu 围绕着触发点周围分布。如果打开 MagniVu 同时又使用大的记录长度，在查看触发点以外的某个位置时，数字信号可能在屏幕之外。在大多数这种情况下，可在上部概要中查找数字信号并相应地平移，即可找到数字记录。

---



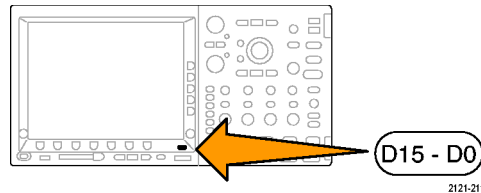
---

**说明：** 当出现亮灰阴影显示边沿位置不确定时，应打开 MagniVu。如果没有显示阴影，则不需要使用 MagniVu。（见第87页，[查看数字通道](#)）

---

## 使用 MagniVu

1. 按 D15 - D0。



2. 按 MagniVu 并选择“开”。

D15 - D0 开/关	阈值	标签			MagniVu 开 <input checked="" type="checkbox"/>	高度 S M L
-----------------	----	----	--	--	--	-------------

### 快速提示

- 如果需要更高的定时分辨率，可打开 MagniVu 来提高分辨率。
- MagniVu 始终进行采集。如果示波器处于停止状态，打开 MagniVu 仍能获得分辨率而无需再次进行采集。
- 串行总线功能不使用 MagniVu 模式中采集的数据。

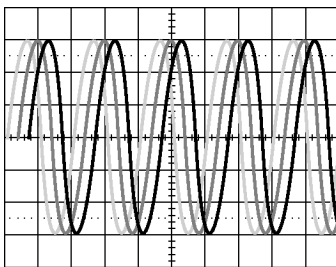
# 触发设置

本节包括设置示波器以触发信号的概念和方法。

## 触发概念

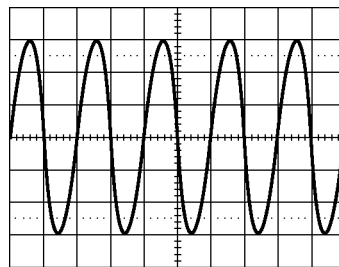
### 触发事件

触发事件在波形记录中建立了时间基准点。所有波形记录数据都以相对于该点的时间进行定位。仪器连续采集并保留足够的取样点以填充波形记录的预触发部分。预触发部分是波形中之前已显示的部分，或是屏幕上触发事件的左边部分。当触发事件发生时，仪器开始采集取样以建立波形记录的触发后部分，即在触发事件后显示的部分或者触发事件右侧的部分。识别触发后，采集完成和释抑期满之前，仪器不会接受其它触发。



未触发显示

1785-087a



触发显示

1785-087b

### 触发模式

触发模式确定仪器在没有触发事件的情况下的行为方式：

- 使用正常触发模式时，仪器只在触发时才采集波形。如果没有任何触发，则显示保留在显示屏的上一次采集的波形记录。如果上次未采集波形，则不显示波形。
- 使用自动触发模式时，即使没有发生任何触发，仪器也会采集波形。自动模式使用计时器，当采集开始并且获取预触发信息后启动。如果在计时器超时之前未检测到触发事件，则仪器将强制触发。等待触发事件的时间长度取决于时基的设置。

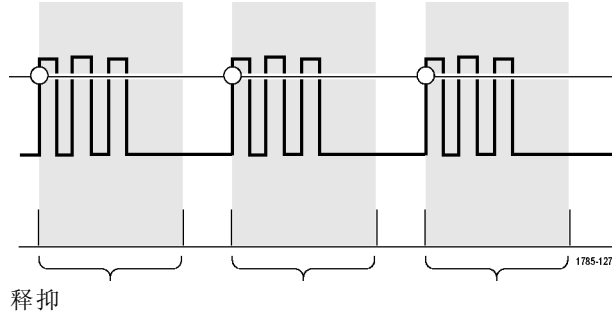
在没有有效触发事件而进行强制触发时，自动模式与显示屏上的波形无法同步。波形将滚动通过屏幕。如果发生有效触发，显示屏将变成稳定状态。

可以按前面板的“强制触发”按钮以强制仪器触发。

### 触发释抑

如果仪器在不需要的触发事件中触发，则请调整释抑，以便获得稳定的触发。

触发释抑有助于稳定触发，因为示波器在释抑期间无法识别新触发。当仪器识别出触发事件时，它会禁用触发系统，直到采集完成。此外，触发系统在每次采集后的释抑期间内保持禁用状态。

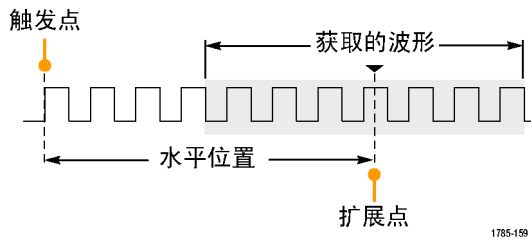


### 触发耦合

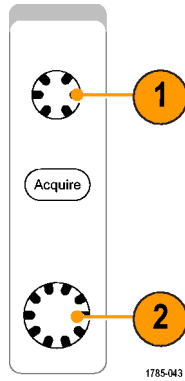
触发耦合确定哪一部分的信号被传递到触发电路。边沿触发可以使用所有可用的耦合类型：直流、低频抑制、高频抑制和噪声抑制。所有其它触发类型都只使用直流耦合。

### 水平位置

当“延迟模式”打开时，在由明显时间间隔从触发位置分离的区域中使用水平位置采集波形细节。



1. 旋转“水平位置”旋钮以调整位置（延迟）时间。
2. 旋转水平“标度”以采集所需的围绕位置（延时）扩展点的细节。

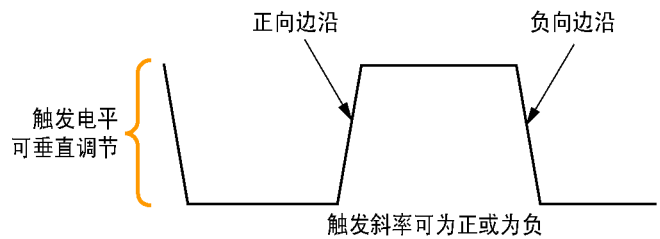


触发前的记录部分为预触发部分。触发后的记录部分为触发后部分。预触发数据可以帮助排除故障。例如，要找到测试电路中出现多余毛刺的原因，可以触发毛刺并使预触发周期足够长，以便捕获到毛刺出现之前的数据。通过分析毛刺产生之前所发生的数据，可以找出有助于发现毛刺来源的信息。另外，如果要查看系统中触发事件的结果，请将后触发时间周期增加得足够长以捕获触发之后的数据。

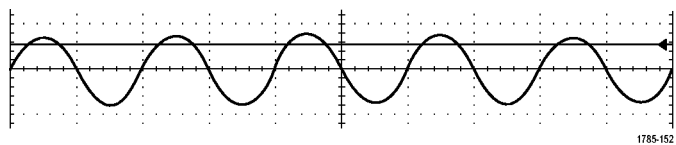
### 斜率和电平

斜率控制用于确定仪器是否在信号的上升或下降边沿找到了触发点。

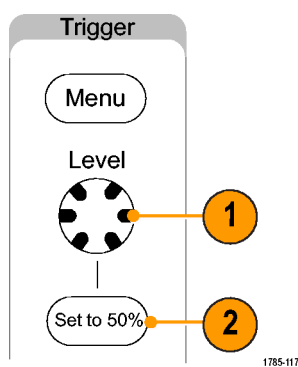
电平控制用于确定触发点出现在边沿的位置。



示波器提供一个或多个跨过方格的水平长条，用来临时显示触发电平。



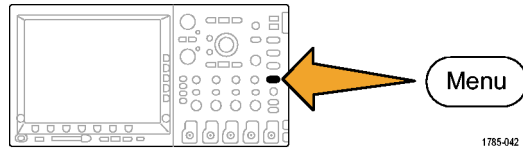
1. 旋转前面板触发“级别”旋钮调整触发级别而无需进入菜单。
2. 按前面板的“设为 50%”按钮快速将触发级别设置为波形的中点。



## 选择触发类型

要选择触发，请执行下列操作：

1. 按触发 Menu。



2. 按“类型”调出“触发类型”侧屏幕菜单。

**说明：** 在 MSO4000 系列中即使没有应用模块，总线触发也可用于并行总线。在其他总线上使用总线触发需要使用 DPO4AUDIO、DPO4AUTO、DPO4AUTOMAX、DPO4COMP、DPO4EMBD 或 DPO4USB 应用模块。

触发类型
序列 (B 触发)
欠幅脉冲
逻辑
建立 & 保持
升/降时间
视频
总线

3. 旋转通用旋钮 a 选择所需的触发类型。

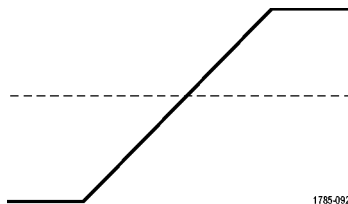
4. 使用显示的触发类型下屏幕菜单控制完成触发设置。设置触发的控制因触发类型不同而不同。

类型 <b>边沿</b>	源 <b>1</b>	耦合 <b>直流</b>	斜率 	电平 <b>100 mV</b>	模式 <b>自动和释抑</b>
2	4	4	4	4	

## 选择触发

### 触发类型

边沿



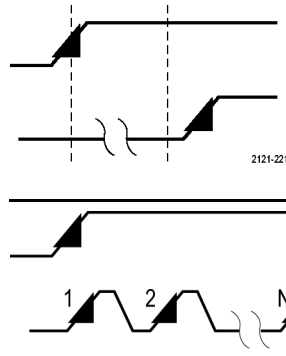
### 触发条件

根据斜率控制的定义，在上升沿或下降沿触发。耦合选项为 DC、低频抑制、高频抑制和噪声抑制。

边沿触发是最简单也是最常用的触发类型，可用于模拟信号和数字信号。当触发源在指定的方向上通过指定的电压电平时，将会发生边沿触发事件。

触发类型

序列 (B 触发)



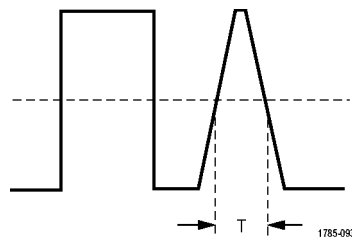
触发条件

将边沿 A 事件 (主) 触发和 B 事件 (延迟) 触发组合以捕获更复杂的信号。(见第73页, 使用序列触发 (A (主) 和 B (延迟)))

**时间。**在 A 事件发生后, 触发系统等待指定长度的时间后找到 B 事件, 才能触发和显示波形。

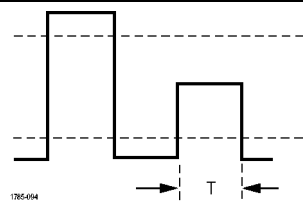
**事件。**在 A 事件发生之后, 触发系统找到指定数量的 B 事件后, 才能触发和显示波形。

脉冲宽度



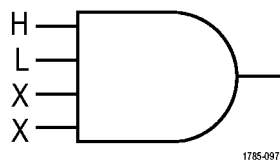
在小于、大于、等于或不等于指定时间的脉冲上触发。可在正脉冲或负脉冲上触发。脉冲宽度触发主要用于数字信号。

欠幅脉冲



触发脉冲振幅, 脉冲振幅通过第一个阈值, 但重新通过第一个阈值前未能通过第二个阈值。可以检测负欠幅或正欠幅 (或两者), 或仅仅那些宽于、少于、大于、等于或不等于特定宽度的欠幅。欠幅触发主要用于数字信号。

逻辑



当所有通道过渡到指定状态时触发。使用多功能旋钮 **a** 选择一个通道。按合适的侧屏幕按钮将通道状态设为“高 (H)”、“低 (L)”或“无关 (X)”。

使用“时钟”侧屏幕按钮启用定时 (状态) 触发。最多只能有一个时钟通道。按“时钟边沿”下屏幕按钮更改时钟边沿的极性。选择时钟通道并将其设为高、低或无关, 即可关闭定时触发并返回非定时 (模式) 触发。

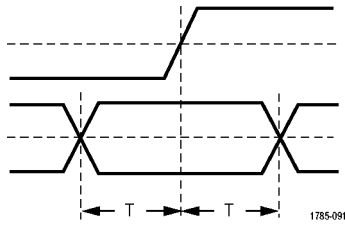
对于非定时触发, 默认情况下在所选条件变为“真”时进行触发。也可以选择条件变为“假”时触发, 或选择时间限定的触发。

使用 MSO4000 系列示波器, 可为一个逻辑触发使用多达 20 通道 (4 个模拟通道和 16 个数字通道)。

**说明:** 仅使用模拟通道或者仅使用数字通道可获得最佳的逻辑触发性能。

触发类型

建立与保持



触发条件

当逻辑数据输入改变了相对于时钟沿的建立或保持时间的内部状态时触发。

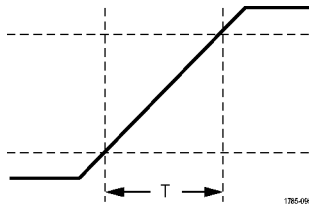
设置是在时钟沿出现之前数据稳定且保持不变的时间长度。保持是在时钟沿出现后数据稳定且保持不变的时间长度。

MSO4000 系列示波器能够进行多通道的“建立与保持”触发，并可监视整个总线的状态寻找建立与保持违例。使用 MSO4000 系列示波器，可为一个建立与保持触发使用多达 20 通道（4 个模拟通道和 16 个数字通道）。

使用“时钟”侧屏幕按钮选择时钟通道。使用“选择”控制、“数据”和“未用”按钮，可选择一个或多个通道来监视其建立和保持违例。

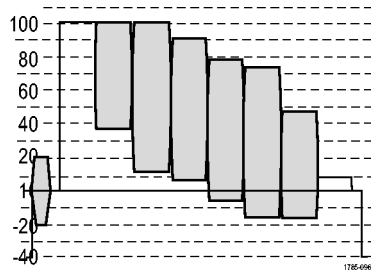
**说明：** 仅使用模拟通道或者仅使用数字通道可获得最佳的建立与保持触发性能。

上升/下降时间



触发上升或下降时间。触发脉冲边沿，脉冲边沿以快于或慢于指定时间的速率在两个阈值间移动。指定脉冲边沿为正或负或同时指定为两者。

视频

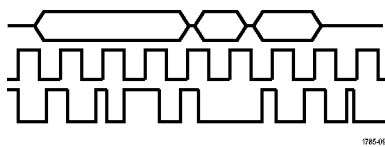


触发复合视频信号的指定场或行。只支持复合信号格式。

触发 NTSC、PAL 或 SECAM。使用 Macrovision 信号。

使用 DPO4VID 模块，在多种 HDTV 视频标准信号以及定制（非标准）两电平和三电平 3 到 4000 行的视频信号上触发。

总线



按各种总线条件进行触发。

I<sup>2</sup>C 需要 DPO4EMBD 模块。

SPI 需要 DPO4EMBD 模块。

CAN 需要 DPO4AUTO 或 DPO4AUTOMAX 模块。

RS-232、RS-422、RS-485 和 UART 需要 DPO4COMP 模块。

LIN 需要 DPO4AUTO 或 DPO4AUTOMAX 模块。

FlexRay 需要 DPO4AUTOMAX 模块。

音频需要 DPO4AUDIO 模块。

USB 需要 DPO4USB 模块。

并行总线需要 MSO4000 系列示波器。

( 见第13页, 应用模块免费试用)

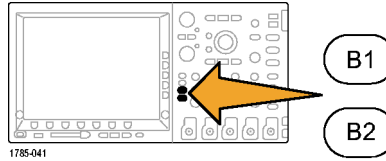


## 总线触发

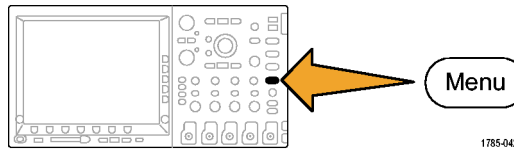
如果安装了合适的 DPO4AUTO、DPO4AUTOMAX、DPO4EMBD、DPO4COMP、DPO4AUDIO 或 DPO4USB 应用模块，则可使用示波器在 CAN、I<sup>2</sup>C、SPI、RS-232、RS-422、RS-485、UART、LIN、FlexRay、I<sup>2</sup>S、左对齐、右对齐、TDM 和 USB 总线上触发。MSO4000 系列没有应用模块也能触发并行总线。示波器可以显示物理层（作为模拟波形）和协议级别信息（作为数字和符号波形）。

要设置总线触发，请执行以下操作：

1. 如果尚未使用前面板 **B1** 或 **B2** 按钮定义总线（在 MSO4000 系列上还包  
括 **B3** 和 **B4**），请现在定义。（见  
第50页，*设置串行或并行总线*）



2. 按触发 **Menu**。



3. 按“**类型**”。

类型	信号源总线	触发位置	地址	方向	模式
<b>总线</b>	<b>B1 (I2C)</b>	<b>地址</b>	<b>07F</b>	<b>写</b>	<b>自动触发 &amp; 释放</b>

4. 旋转通用旋钮 **a** 滚动总线类型侧面  
菜单，选择“**总线**”。



5. 按“**信号源总线**”并使用“信号源总  
线”侧面菜单选择要触发的总线。

6. 按“**触发位置**”并从侧屏幕菜单中  
选择所需的触发位置功能。

如果使用并行总线触发，可在二进  
制或十六进制数据值上进行触发。  
按下屏幕“**数据**”按钮，使用通用  
旋钮 **a** 和 **b** 输入所需的参数。

如果使用 I<sup>2</sup>C 总线触发，可按**开  
始、重复开始、停止、丢失确认、  
地址、数据或地址/数据**进行触发。

如果使用 SPI 总线触发，可按 **SS  
有效、MOSI、MISO 或 MOSI & MISO**  
进行触发。

如果使用 CAN 总线触发，可按**帧开  
头、帧类型、标识符、数据、ID 和  
数据、帧结尾和丢失确认**进行触发。

如果使用 RS-232 总线触发，可按**发  
送开始位、接收开始位、发送包结  
束、接收包结束、发送数据或接收  
数据**进行触发。

如果使用 LIN 总线触发，则可在“同步”、“标识符”、“数据”、“Id 和数据”、“唤醒帧”、“睡眠帧”或“错误”上触发。

如果使用 FlexRay 总线触发，则可在“帧开始”、“帧类型”、“标识符”、“循环数”、“标头字段”、“数据”、“Id 和数据”、“帧结束”或“错误”上触发。

如果使用音频总线，请参阅项目 13 和 14。

如果使用 USB 总线，请参阅项目 9。

7. 如果在设置 I<sup>2</sup>C 触发时选择“地址”或“地址/数据”的“触发位置”选项，按下屏幕菜单的“地址”按钮访问“I<sup>2</sup>C 地址”侧屏幕菜单。

按侧屏幕“寻址模式”按钮并选择“7 位”或“10 位”。按侧屏幕“地址”按钮。使用通用旋钮 a 和 b 输入所需的地址参数。

然后按下屏幕菜单的“方向”按钮，选择所需的方向：读、写或者读或写。

如果选择“数据”或“地址/数据”的“触发位置”选项，按下屏幕菜单的“数据”按钮访问“I<sup>2</sup>C 数据”侧屏幕菜单。

按“字节数”按钮，使用通道旋钮 a 输入字节数。

按侧屏幕“寻址模式”按钮并选择“7 位”或“10 位”。按侧屏幕“数据”按钮。使用通用旋钮 a 和 b 输入所需的数据参数。

有关 I<sup>2</sup>C 地址格式的详细信息，请参阅“设置总线参数”下的项目 2。

8. 如果在设置 SPI 触发时选择了 MOSI 或 MISO 的“触发位置”选项，按下方“数据”按钮，再按侧屏幕 MOSI（或 MISO）按钮，使用通用旋钮 a 和 b 输入所需的数据参数。

然后按“字节数”按钮，并使用通道旋钮 a 输入字节数。

如果选择 MOSI & MISO，按下屏幕“数据”按钮，在侧屏幕菜单中输入所需的参数。

9. 如果设置 USB 触发，可从多种面向包的、位模式匹配和错误触发中选择。部分触发允许输入其他限定细节，例如令牌类型、字段值或值范围以及字节偏置。
10. 如果在设置 CAN 触发时选择“帧类型”的“触发位置”选项，按下屏幕“帧类型”按钮，然后选择“数据帧”、“远程帧”、“错误帧”或“超载帧”。

如果选择“标识符”的“触发位置”选项，按下屏幕“标识符”按钮，然后选择一种“格式”。然后按“标识符”侧屏幕按钮，使用通用旋钮 **a** 和 **b** 输入二进制或十六进制值。

按下屏幕菜单的“方向”按钮，选择所需的方向：**读**、**写**或者**读或写**。

如果选择“数据”的“触发位置”选项：按下屏幕“数据”按钮，使用通用旋钮 **a** 和 **b** 输入所需的参数。
11. 如果在设置 RS-232 触发时选择“发送数据”或“接收数据”的“触发位置”选项，按下屏幕菜单的“数据”按钮。

按“字节数”按钮，使用通道旋钮 **a** 输入字节数。

按侧屏幕“数据”按钮，使用通用旋钮 **a** 和 **b** 输入所需的参数。
12. 如果建立了 LIN 触发并将“触发位置”选择为“标识符”、“数据”或“标识符和数据”，按下屏幕“标识符”或“数据”按钮，在出现的侧屏幕菜单中输入感兴趣的参数。

如果将“触发位置”选择为“错误”，按下屏幕“错误类型”按钮，，在出现的侧屏幕菜单中输入感兴趣的参数。

13. 如果使用 I<sup>2</sup>S、左对齐或右对齐音频总线，则可在“字选择”或“数据”上触发。
14. 如果使用 TDM 音频总线，则可在“帧同步”或“数据”上触发。

## I<sup>2</sup>C、SPI、USB、CAN、LIN 和 FlexRay 总线触发数据匹配

**I<sup>2</sup>C、SPI、USB 和 FlexRay 的滚动窗口字节匹配：**要使用滚动窗口在数据上触发，可定义进行匹配的字节数。然后，示波器使用滚动窗口在包内查找所有匹配字节，该窗口一次滚动一个字节。

例如，如果字节数为一，则示波器将在包内尝试匹配第一个字节、第二个字节、第三个字节，依此类推。

如果字节数为二，示波器会尝试匹配任意两个连续字节，例如一和二，二和三，三和四，依此类推。如果示波器找到匹配，则会触发。

对于 FlexRay 或 USB，将“数据”菜单中的“字节偏置”设为“无关”即可获得滚动窗口匹配。

**I<sup>2</sup>C、SPI、USB、CAN 和 FlexRay 的特定字节匹配（用于包内特定位置的非滚动窗口匹配）：**可以多种方式对 I<sup>2</sup>C、SPI、CAN 和 FlexRay 在特定字节上触发：

- 对于 I<sup>2</sup>C 和 SPI，输入字节数以匹配信号中的字节数。然后，使用“随意”(X) 屏蔽不需要的字节。
- 对于 I<sup>2</sup>C，按下屏幕的“触发位置”，设置在“地址/数据”上触发。按“地址”。在侧屏幕菜单上，按“地址”，并根据需要旋转通用旋钮 a 和 b。要屏蔽该地址，请将地址设置为“随意”(X)。数据从第一个字节开始匹配，不使用滚动窗口。
- 对于 USB，当用户选择的数据输入从字节偏置开始匹配信号中的数据和限定值时，出现触发。将字节数设置为匹配所需的字节数。使用数据限定条件来执行：=, !=, <, >, >= 和 <= 操作。
- 对于 CAN，当用户选择的数据输入从第一个字节开始匹配信号中的数据和限定值时，出现触发。将字节数设置为匹配所需的字节数。使用数据限定值执行：=, !=, <, >, >= 和 <= 操作。触发标识符和数据总是从数据的第一个字节开始匹配用户选择的标识符和数据。未使用滚动窗口。
- 对于 FlexRay，当用户选择的数据输入从字节偏置开始匹配信号中的数据和限定值时，出现触发。将字节数设置为匹配所需的字节数。使用数据限定值执行：=, !=, <, >, >= 和 <= 操作。触发标识符和数据总是从数据的第一个字节开始匹配用户选择的标识符和数据。未使用滚动窗口。

## RS-232 总线触发数据匹配

对于 RS-232 字节，可在特定数据值上进行触发。如果定义包结束字符用于 RS-232 总线解码，则可以使用同样的包结束字符作为触发数据匹配的数据值。要进行这样的设置，请在“触发位置”选项中选择“发送包结束”或“接收包结束”字符。

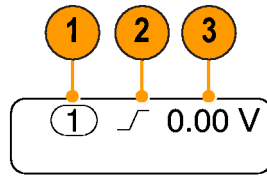
## 并行总线触发数据匹配

仅使用模拟通道或者仅使用数字通道（仅适用于 MSO4000 系列）可获得最佳的并行总线触发性能。

## 检查触发设置

要快速确定某些关键触发参数的设置，请检查显示屏底部的“触发”读数。读数因边沿和高级触发不同而不同。

1. 触发源 = 信道 1。
2. 触发边沿 = 上升。
3. 触发位置 = 0.00 V。



边沿触发读数

1785-118

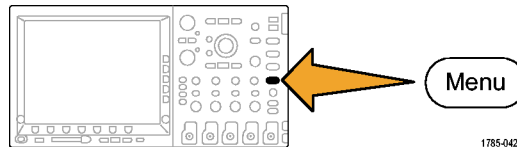
## 使用序列触发 ( A ( 主 ) 和 B ( 延迟 ) )

将边沿 A 事件 (主) 触发和 B 事件 (延迟) 触发组合以捕获更复杂的信号。A 事件发生之后，触发系统将在触发和显示波形之前查找 B 事件。

A 和 B 触发可以 (并且通常) 有不同的信号源。

使用“边沿触发”菜单先设置 A 触发。然后，要使用 B 触发：

1. 按触发 **Menu**。



1785-042

2. 按“类型”。
3. 旋转通用旋钮 **a** 选择“序列 (B 触发)”的触发类型。  
这将调出“序列 (B 触发)”菜单。

4. 按“B 在 A 后触发”。

类型 序列 (B 触发)	源 1	耦合 直流	斜率 上升	电平 0.00 V	B 在 A 后 触发 时间	模式 自动触发 & 释放
-----------------	--------	----------	----------	--------------	---------------------	--------------------



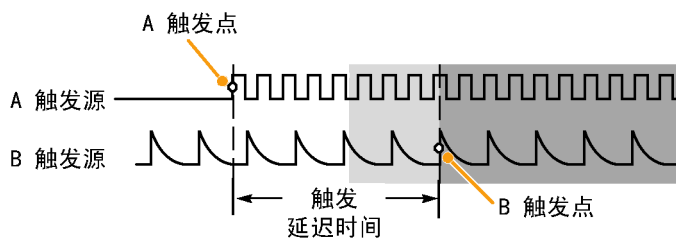
按侧屏幕按钮将 B 在 A 后触发序列选择为“时间”或“事件”。

时间 (a) 8 ns
B 事件 1
设置为最 小值

5. 在相关的侧面和下屏幕菜单中设置其他序列触发参数。

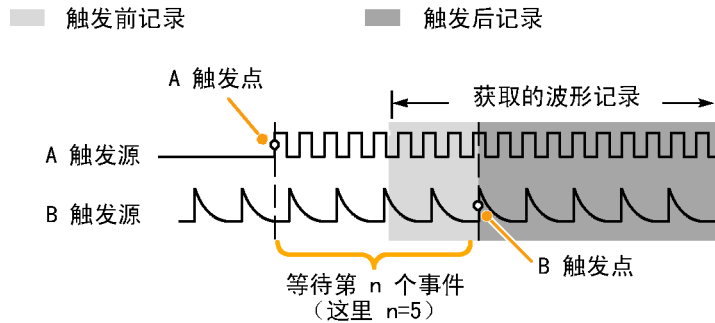
### 延迟时间后的 B 触发

示波器配有 A 触发器。触发后将在触发延迟时间后的第一个 B 边沿上开始触发后采集。



### B 项触发

示波器配有 A 触发器。触发后在第 n 个 B 事件上开始采集。



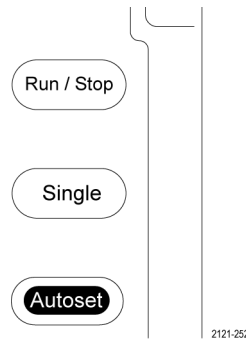
### 快速提示

- B 触发延迟时间和水平位置是独立功能。在单独使用 A 触发或同时使用 A 和 B 触发建立触发条件时，也可以使用水平位置控制将采集再延迟一段。
- 当使用 B 触发时，A 和 B 触发类型只能为“边沿”。

## 开始和停止采集

定义了采集和触发参数后，使用“运行/停止”或“单次”开始采集。

- 按“运行/停止”开始采集。示波器重复进行采集，直到再次按下该按钮停止采集。
- 按“单次”进行单个采集。  
“单次”将把该单次采集的触发模式设置为“正常”。

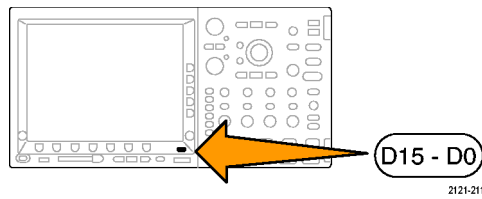
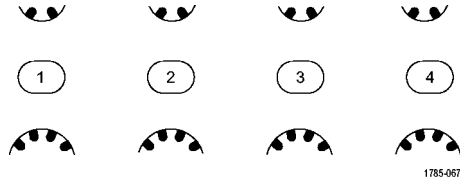


## 显示波形数据

本节内容包括显示采集的波形的概念和方法。

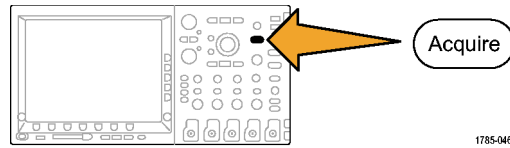
### 添加和清除波形

1. 要在显示上添加波形或从显示上删除波形，请按相应的前面板通道按钮或 D15-D0 按钮。  
无论通道是否显示，都可以将其用作触发源。



### 设置“显示样式”和“余辉”

1. 要设置显示样式，请按“采集”。

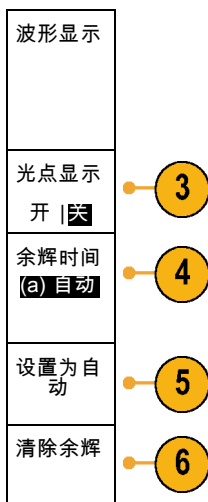


2. 按“波形显示”。

模式 取样	记录长度 10k	延迟 开启   关闭	将水平 位置设为 10%	波形显示	XY 显示 开启	
				2	7	



- 按侧屏幕菜单中的“光点显示开关”。光点显示打开时，波形记录点将在屏幕上显示为光点。关闭光点显示，光点将与矢量连接。



- 按“余辉时间”，然后旋转通用旋钮 **a** 以便将波形数据在屏幕上保留的时间为用户指定的时长。
- 按“设置为自动”使示波器自动确定余辉时间。
- 按“清除余辉”重新设置余辉信息。

- 要相对一个波形幅度显示另一个波形幅度，请按“XY 显示”。然后从侧面菜单中按“XY 被触发”。

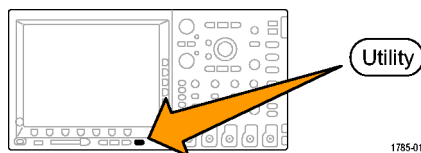
第一个波形的一个数据点指定水平位置，第二个波形的相应数据点指定每个显示点的垂直位置。

## 快速提示

- 变量余辉将积累指定时间间隔内的记录点。每个记录点根据时间间隔独立衰减。使用变量余辉显示不常发生的信号异常，如毛刺。
- 无限余辉连续积累记录点，直到更改了某个采集显示设置。使用无限余辉显示唯一的信号异常，如毛刺。
- “XY 显示”模式在通道之间绘制固定对数的波形数据。您可以使用 CH1 相对 CH2、REF1 相对 REF2。在四通道的型号中，您也可使用 CH3 相对 CH4、REF3 相对 REF4。
- 当“XY 显示”打开时，出现一个上部窗口显示数据随时间的变化。

## 设定刻度样式

- 要设置方格图样式，请按 **Utility**。

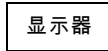


1785-011

2. 按“辅助功能页面”。



3. 旋转通用旋钮 a 选择“显示”。



4. 在下屏幕菜单中按“方格图”。



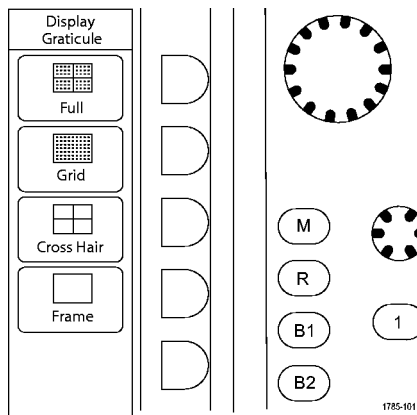
5. 从出现的侧屏幕菜单中选择所需样式。

使用“满”方格图以快速估计波形参数。

如果不需要十字准线，则使用“栅格”方格图利用光标和自动读数进行全屏测量。

当为自动读数和其它数据留出更多空间时，使用“十字准线”方格图对波形进行快速估计。

不需要显示功能时，使用具有自动读数和其它屏幕文本的“帧”方格图。

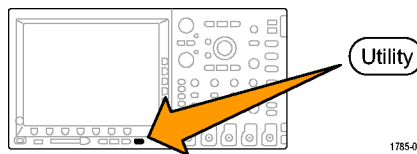


### 快速提示

- 您可以显示 IRE 和 mV 刻度。要做此操作，请将触发类型设为视频，将垂直刻度设为 114 mV/分度。（当您触发类型设为视频时，114 mV/分度选择仅在通道的粗调刻度设置中提供。）示波器将自动为 NTSC 信号显示 IRE 刻度，为其他视频信号（PAL、SECAM、HDTV 和定制）显示 mV 刻度。

### 设置 LCD 背光

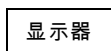
1. 按下 Utility。



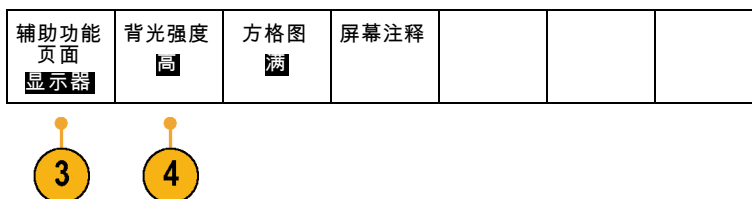
2. 按“辅助功能页面”。



3. 旋转通用旋钮 a 选择“显示”。



4. 按“背光强度”。

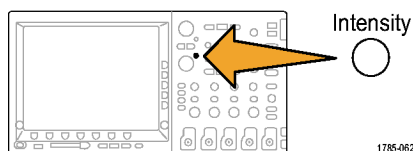


5. 从出现的侧屏幕菜单中选择强度级别。选项有：高、中和低。



## 设置波形亮度

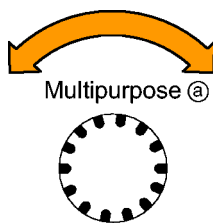
1. 按下前面板“强度”按钮。



将在显示器上显示强度读数。

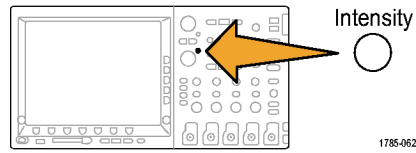
- a) Waveform Intensity: 35%
- b) Graticule Intensity: 75%

2. 旋转通用旋钮 a 选择所需的波形强度。



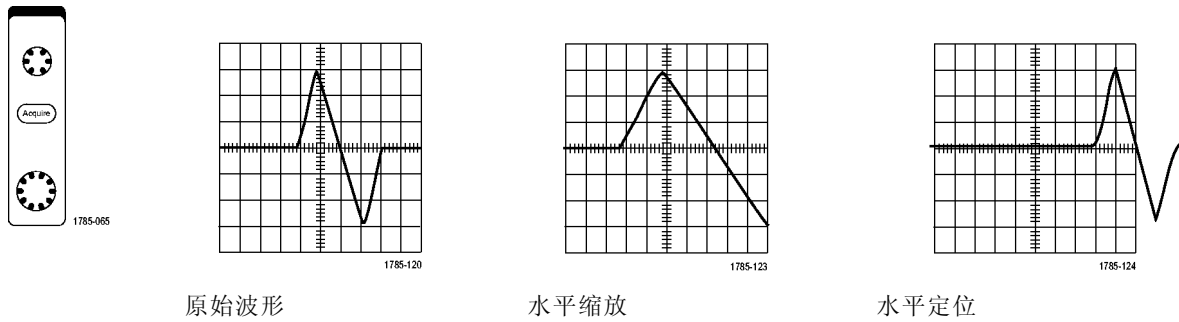
3. 旋转多功能旋钮 b 选择所需的刻度亮度。

- 再按一次“强度”将清除显示器上的强度读数。

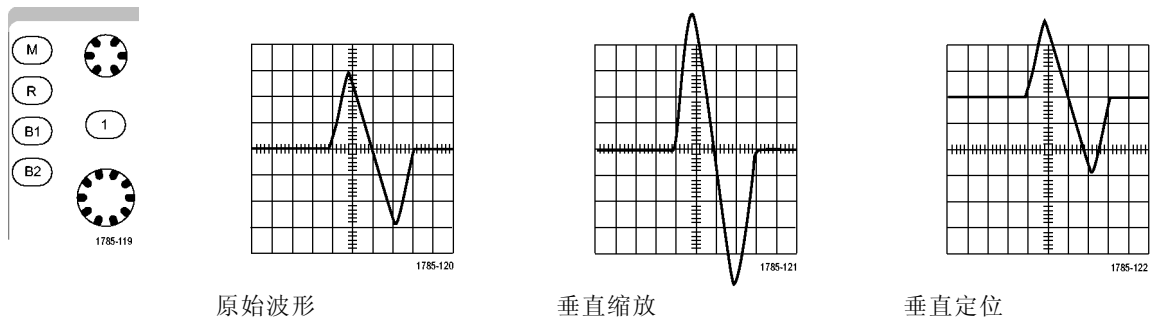


## 缩放并定位波形

使用水平控制更精密地调整时基、调整触发点和研究波形细节。可使用 Wave Inspector 的“平移”和“缩放”控制来调节波形的显示。（见第108页，管理长记录长度波形）



使用垂直控制选择波形、调整波形垂直位置和刻度，并设置输入参数。根据需要多次按通道菜单按钮（1、2、3 或 4）以及相关的菜单项，可选择、添加或删除波形。



## 快速提示

- **预览。**如果在采集停止后或在等待下一次触发时改变了“位置”或“标度”控制，示波器会响应新控制设置重新调整和重新定位相关波形。下一次按“运行”按钮时将会模拟显示的波形。示波器将新设置用于下一次采集。

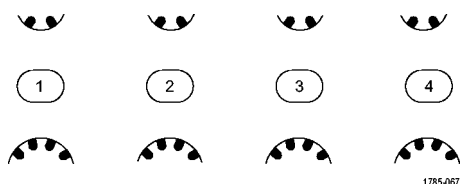
如果原始采集超出屏幕，则显示的将是剪断后的波形。

使用预览时，数学波形、光标和自动测量保持活动有效状态。

## 设置输入参数

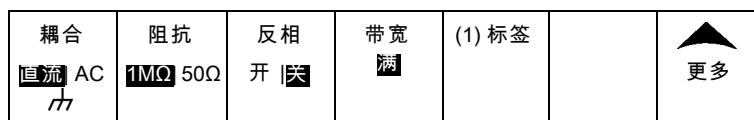
使用垂直控制选择波形、调整波形垂直位置和标度并设置输入参数。

1. 按通道菜单按钮 1、2、3 或 4 调出指定波形的垂直菜单。该垂直菜单只影响所选的波形。



按通道按钮也可以选择或取消波形选择。

2. 反复按“耦合”选择要使用的耦合。使用直流耦合通过交流和直流分量。



使用交流耦合阻碍直流分量，仅显示交流信号。

使用“接地”(GND)显示基准电位。



3. 反复按“阻抗”选择要使用的输入阻抗。

如果使用直流或 GND 耦合，请将输入阻抗（终端）设置为 50 Ω 或 1 MΩ。使用交流耦合时，输入阻抗自动设置为 1 MΩ。

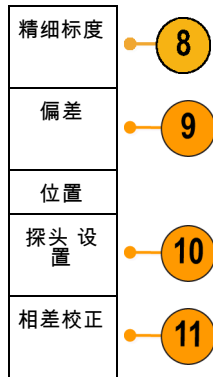
有关输入阻抗的更多信息，请查看“快速提示”。（见第84页，快速提示）

4. 按“反相”将信号反相。

选择“反相关闭”进行常规操作，选择“反相打开”将前置放大器中信号的极性反相。

- 按“**带宽**”并从出现的侧屏幕菜单中选择所需带宽。  
设置选项有：满、250 MHz 和 20 MHz。根据使用的探头类型，可能还会出现附加选项。  
选择“**满**”将带宽设置为示波器全带宽。  
选择 **250 MHz** 将带宽设置为 250 MHz。  
选择 **20 MHz** 将带宽设置为 20 MHz。
- 按“**标签**”为通道创建标签。（见第41页，*标记通道和总线*）
- 按“**更多**”访问其他的侧屏幕菜单。

- 选择“**微调标度**”可通过通用旋钮 **a** 进行精确的垂直刻度调节。



- 选择“**偏差**”可通过通用旋钮 **a** 进行垂直偏置调节。  
在侧屏幕菜单中，选择“**设置为 0 V**”将垂直偏置设置为 0 V。  
有关偏置的更多信息，请查看“**快速提示**”。（见第84页，*快速提示*）

## 10. 选择“探头设置”定义探头参数。

在出现的侧屏幕菜单中，执行下列操作：

- 选择“电压”或“电流”为不带 TekProbe Level 1、TekProbe II（需要 TPA-BNC 适配器）或 TekVPI 接口的探头设置探头类型。
- 对于不带 Tek 接口的探头，当“探头类型”设为“电压”时，使用多功能旋钮 **a** 设置“衰减”以匹配探头。
- 对于不带 Tek 接口的探头，当“探头类型”设为“电流”时，使用多功能旋钮 **a** 设置安/伏比（衰减）以匹配探头。
- 如果通过探头跨过电阻的电压降来测量电流，请将“测量电流”设为“是”。按 A/V 比侧屏幕按钮，旋转多功能旋钮 **a** 来设定设置的安/伏或伏/安比。例如，如果测量跨过 2 欧姆电阻的电压降，则将 V/A 比设为 2。

## 11. 选择“相差校正”可对具有不同传播延迟的探头进行显示和测量调节。在将电流探头与电压探头结合使用时，这尤为重要。

为使效果最佳，请使用相差校正夹具，例如 Tektronix 067-1686-xx。

如果没有相差校正夹具，可使用“相差校正”菜单中的控件，根据每个探头的名义传播延迟将示波器的相差校正参数设为建议值。示波器自动加载 TekVPI 和 TekProbe II（需要 TPA-BNC 适配器）探头的名义传播延迟值。对于其他常用探头，首先按侧屏幕“选择”按钮，然后选择探头所连的通道。然后按侧屏幕“探头型号”按钮，选择探头型号。如果探头不在列表中，请将探头型号设为“其他”，然后按侧屏幕“传播延迟”，使用多功能旋钮 **a** 拨出其传播延迟。

要显示由示波器计算出的建议相差校正正值，请将侧屏幕“显示推荐相差校正”设为“是”。

要将每个通道的相差校正正值设为建议值，请按侧屏幕“将所有相差校正设为推荐值”按钮。

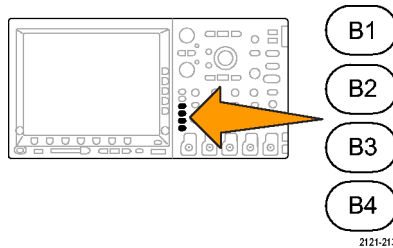
### 快速提示

- **使用具有 TekProbe II 和 TekVPI 接口的探头。** 将探头连接到 TekProbe II 或 TekVPI 接口时，示波器将设置通道灵敏度、耦合度和终端阻抗，使之与该探头的要求自动匹配。Tek Probe II 探头需要使用 TPA-BNC 适配器。
- **垂直位置和偏置之间的差异。** 调整垂直位置可将波形置于所需的位置。波形基线指示器指示出每个波形的零伏（或安）位置。如果调整该通道的“垂直刻度”，则波形围绕波形基线指示器展开或收缩。  
当使用“通道<x>”>“更多”>“偏置”>“垂直偏置”控件来移动波形时，基线指示器不再代表零。相反，它代表偏置的位置。如果调整该通道的“垂直刻度”，则波形围绕波形基线指示器展开或收缩。
- **50 Ω 保护。** 如果选择 50 Ω 终端，最大垂直刻度因子限制为 1 伏/分度，例外情况是 10X 探头的刻度因子为 10 V。如果应用过高的输入电压，则示波器会自动切换到 1 MΩ 终端，从而保护内部的 50 Ω 终端。更多详细信息，请参阅《Tektronix 4000 系列示波器技术参考》中的技术规格。

## 定位和标记总线信号

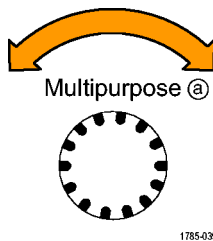
**定位总线信号：** 按合适的前面板总线按钮并旋转通用旋钮 **a**，可调节所选总线的垂直位置。（见第50页，*设置串行或并行总线*）

1. 按合适的前面板总线按钮选择该总线。



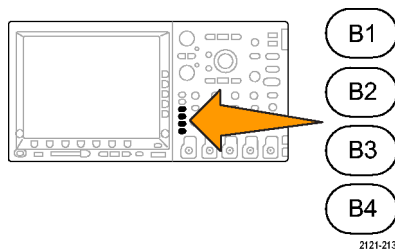


2. 旋转通用旋钮 **a** 调节所选总线的垂直位置。



**标记总线信号：** 要标记某个总线，请执行以下步骤：

1. 按合适的前面板总线按钮。



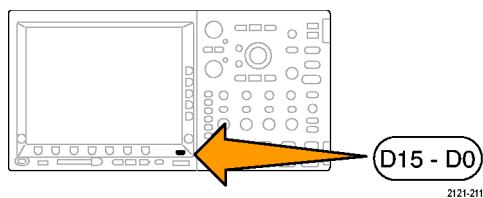
2. 按“标签”。
- ( 见第41页， *标记通道和总线* )

总线 (B1) 并行	定义输入	阈值		(B1) 标 签 并行	总线显示	事件表
---------------	------	----	--	-------------------	------	-----



## 数字通道的定位、缩放和分组

1. 按前面板 D15 - D0 按钮。

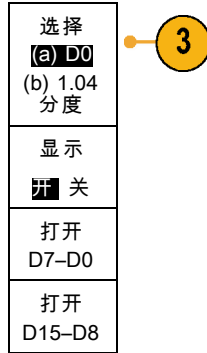


2. 按下屏幕D15 - D0 菜单项。

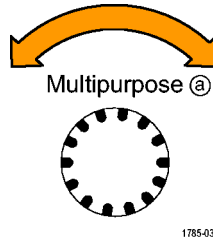
D15 - D0 开/关	阈值	编辑标签			MagniVu 开   关	高度 S M L
-----------------	----	------	--	--	------------------	-------------



3. 按侧屏幕“选择”按钮。

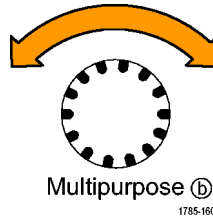


4. 旋转通用旋钮 a 选择要移动的通道。



5. 旋转通用旋钮 b 移动所选的通道。

**说明：** 只有停止转动旋钮后，通道（或组）的显示才会移动。

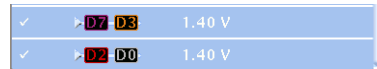


6. 要改变数字通道的比例（高度），按下屏幕“高度”按钮。

**说明：** S（小）选项将把每个波形显示为 0.2 个分度高。M（中）选项将把每个波形显示为 0.5 个分度高。L（大）选项将把每个波形显示为 1 个分度高。只有显示中有足够的空间显示波形时，L 才会有效。一次最多可显示 10 个 L 波形。

7. 可分别给数字通道进行标记以方便识别。（见第41页，*标记通道和总线*）

8. 要对某些或全部数字通道进行分组，请将这些通道移到彼此相邻。所有彼此相邻的通道自动形成一个组。



可按侧屏幕“选择”项并旋转通用旋钮 a 查看组。

选择组后，旋转通用旋钮 b 可移动整个组。

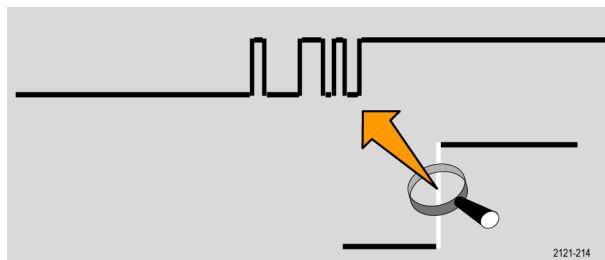
## 查看数字通道

数字通道中数据的不同显示方式可有助于进行信号分析。数字通道存储每个取样的高低状态。

逻辑高电平显示为绿色。逻辑低电平显示为蓝色。当在一个像素列所代表的时间内出现单个过渡时，过渡（边沿）显示为灰色。

当在一个像素列所代表的时间内出现多个过渡时，过渡（边沿）显示为白色。

当显示中出现表示多个过渡的白色边沿时，可放大查看各个边沿。



当放大到每个取样中有不只一个像素列时，边沿位置的不确定通过亮灰色阴影显示。

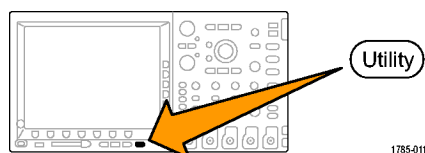
说明： 出现亮灰色阴影时，请使用 MagniVu。



## 注释屏幕

可通过以下操作在屏幕上添加自己的文本：

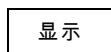
1. 按下 **Utility**。



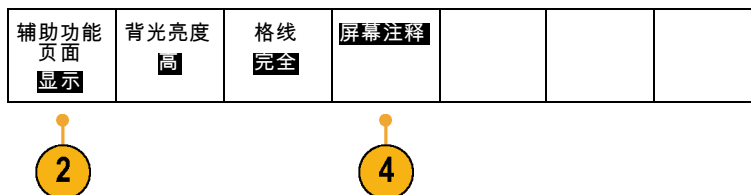
2. 按“辅助功能页面”。



3. 旋转通用旋钮 **a** 选择“显示”。



4. 在出现的下屏幕菜单中按“屏幕注释”。



- 按“显示注释”，从侧屏幕菜单中选择“打开”。

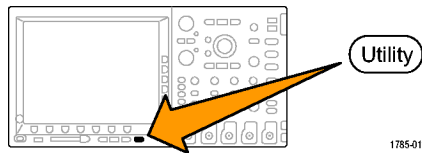
现在出现注释窗口。旋转多功能旋钮 **a** 和 **b** 定位该窗口。

- 从侧屏幕菜单中按“编辑注释”。
- 旋转多功能旋钮 **a** 滚动字母、数字和其他字符表，选择所需的字符。  
或者使用 USB 键盘键入字符。（见第26页，将 USB 键盘连接到示波器）  
要重新定位注释文本，按侧屏幕“位置”按钮，根据需要旋转多功能旋钮 **a** 和 **b**。

## 查看触发频率

您可以显示触发频率的读数。它计数所有可触发的事件，而不论示波器在这些事件上触发与否，并显示其每秒发生的次数。要显示此读数，请执行以下操作：

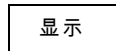
- 按下 Utility。



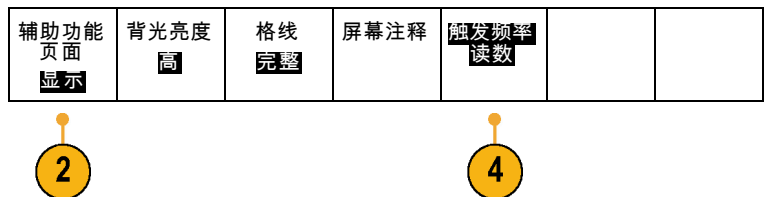
- 按“辅助功能页面”。



- 旋转通用旋钮 **a** 选择“显示”。

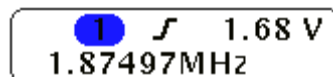


- 在出现的下屏幕菜单中按“触发频率读数”。



- 按侧屏幕菜单上的“开”。

触发读数中出现触发频率，在显示器的右下方位置。



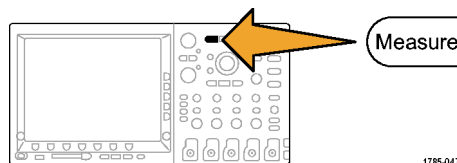
## 分析波形数据

正确设置了所需波形的采集、触发和显示后，便可以分析结果。从光标、自动测量、统计、柱状图、数学和 FFT 等功能中进行选择。

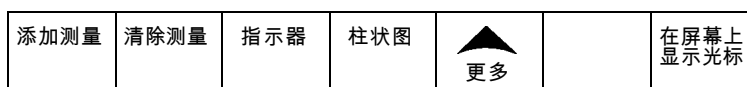
### 进行自动测量

要进行自动测量，请执行下列操作：

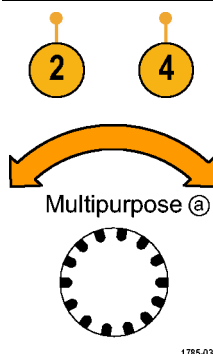
1. 按“测量”。



2. 按“选择测量”。



3. 旋转多功能旋钮 a 选择特定的测量。如果需要，可旋转多功能旋钮 b 选择要测量的通道。



4. 要删除测量，按“删除测量”，旋转多功能旋钮 a 选择特定的测量，按侧屏幕菜单中的“执行删除测量”。

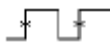
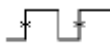
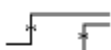






### 快速提示

- 要清除所有测量，请选择“删除全部测量”。
- 如果垂直限幅条件存在，则会出现⚠符号，而不会出现预期的数字测量值。部分波形会位于显示屏的上方或下方。要获得合适的数字测量值，请旋转垂直方向的“标度”和“位置”旋钮，使波形完整地出现在显示屏中。



## 选择自动测量

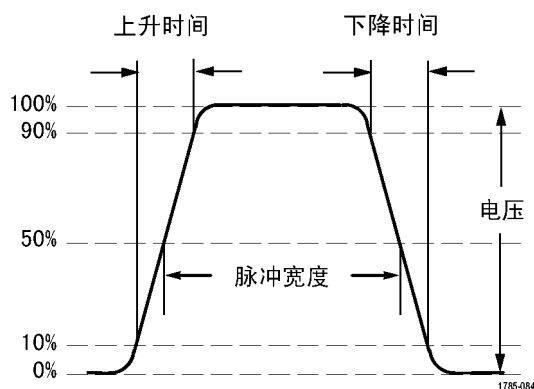
下表按类别列出了每个自动测量：时间或幅度。（见第89页，*进行自动测量*）

### 时间测量

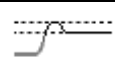






测量		说明
周期		在波形或选通区域中完成第一个周期所需的时间。周期是频率的倒数，以秒为单位进行测量。
频率		波形或选通区域中的第一个周期。频率是周期的倒数；它是以赫兹 (Hz) 为单位进行测量的，其中 1 Hz 等于每秒一个周期。
延迟		两个不同波形的中间参考（默认为 50%）幅度点之间的时间间隔。另请参阅“相位”。
上升时间		波形或选通区域中的第一个脉冲的上升沿从最终值的低参考值（默认值 = 10%）上升到高参考值（默认值 = 90%）所需的时间。
下降时间		波形或选通区域中的第一个脉冲的下降沿从终值的高参考值（默认值 = 90%）下降到低参考值（默认值 = 10%）所需的时间。
正工作周期		正脉冲宽度与信号周期的比率，以百分比表示。该工作周期在波形或选通区域中的第一个周期上测量。
负工作周期		负脉冲宽度与信号周期的比率，以百分比表示。该工作周期在波形或选通区域中的第一个周期上测量。
正脉冲宽度		正脉冲的中间参考（默认为 50%）幅值点之间的距离（时间）。该测量在波形或选通区域中的第一个脉冲上进行。
负脉冲宽度		负脉冲的中间参考（默认为 50%）幅值点之间的距离（时间）。该测量在波形或选通区域中的第一个脉冲上进行。

## 时间测量 (续)






测量		说明
突发脉冲宽度		突发脉冲 (一系列瞬态事件) 的持续时间, 在整个波形或选通区域中测量。
相位		一个波形领先或滞后于另一个波形的时间, 以度表示, $360^\circ$ 为一个波形周期。另请参阅“延时”。

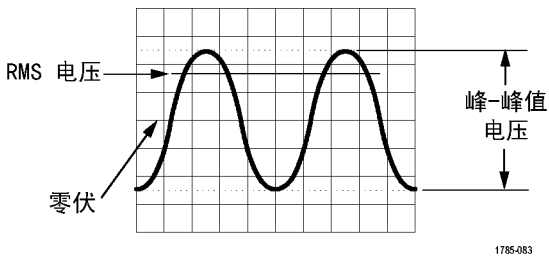


## 幅度测量







测量		说明
正向超调		它是在整个波形或选通区域上测量, 表示为: 正向过冲 = (最大值 - 高参考值) / 幅度 x 100%。
负向过冲		它是在整个波形或选通区域上测量, 表示为: 负向过冲 = (低参考值 - 最小值) / 幅度 x 100%。
峰 - 峰		整个波形或选通区域中的最大和最小幅度值之间的绝对差值。
幅度		在整个波形或选通区域中测量的高参考值减去低参考值。
高		一旦需要高参考、中参考或低参考值 (例如, 在测量下降时间或上升时间时), 该值将作为 100% 使用。使用最小/最大或直方图方法来计算。最小/最大方法使用所找到的最大值。直方图方法使用在中点以上的值中找到的最常用值。该值在整个波形或选通区域中测量。
低		一旦需要高参考值、中参考值或低参考值 (例如, 在测量下降时间或上升时间时), 该值将作为 0% 使用。使用最小/最大或直方图方法来计算。最小/最大方法使用所搜索到的最低值。直方图方法使用在中点以下的值中搜索到的最常见值。该值在整个波形或选通区域中测量。
最大值		最大正峰值电压。最大值在整个波形或选通区域中测量。

### 幅度测量 (续)

测量		说明
最小值		最大负峰值电压。最小值是在整个波形或选通区域中进行测量。
平均值		整个波形或选通区域上的算术平均值。
周期平均值		波形的第一个周期或选通区域的第一个周期上的算术平均值。
均方根		整个波形或选通区域上的精确“均方根”电压。
周期均方根		波形的第一个周期或选通区域的第一个周期上的精确“均方根”电压。



### 杂项测量

测量		说明
上升边沿计数		在波形或选通区域内，从低参考值正向过渡到高参考值的次数。
下降边沿计数		在波形或选通区域内，从高参考值负向过渡到低参考值的次数。
正脉冲计数		在波形或选通区域内，升至中间交叉参考以上的正脉冲个数。
负脉冲计数		在波形或选通区域内，降至中间交叉参考以下的负脉冲个数。
面积		面积测量是电压超时测量。它返回整个波形或选通区域的面积，单位是伏特-秒。零基准以上测量的面积为正；零基准以下测量的面积为负。
周期面积		电压超时测量。该测量是波形的第一个周期或选通区域的第一个周期的面积，以伏特-秒表示。公共基准点以上的面积为正，公共基准点以下的面积为负。

### 柱状图测量

测量	说明
波形数	显示参与柱状图的波形的数目。



## 柱状图测量 (续)

测量	说明
框内的命中数	显示落在柱状图框内或边界上的取样数。
峰值命中数	显示包含最多命中点的容器内的取样数。
中值	显示柱状图数据的中值，即所有柱状图数据点中一半小于该值，一半大于该值。
峰-峰值	显示柱状图的峰到峰的值。垂直柱状图显示最高非零部分的电压减去最低非零部分的电压。水平柱状图显示最右边的非零部分的时间减去最左边的非零部分的时间。
柱状图最大值	显示垂直柱状图的最高非零部分的电压，或者显示水平柱状图的最右边的非零部分的时间。
柱状图最小值	显示垂直柱状图的最低非零部分的电压，或者显示水平柱状图的最左边的非零部分的时间。
柱状图平均值	测量在柱状图框以内或之上的所有柱状图数据点的平均值。
标准偏差	测量在柱状图框以内或之上的所有柱状图数据点的标准偏差，即均方根 (RMS) 偏差。
Sigma1	显示在柱状图平均值的一个标准偏差以内的柱状图的点的百分比。
Sigma2	显示在柱状图平均值的两个标准偏差以内的柱状图的点的百分比。
Sigma3	显示在柱状图平均值的三个标准偏差以内的柱状图的点的百分比。

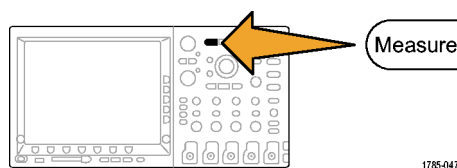
## 定制自动测量

通过使用选通、修改测量统计、调整测量参考电平或拍摄快照，可以定制自动测量。

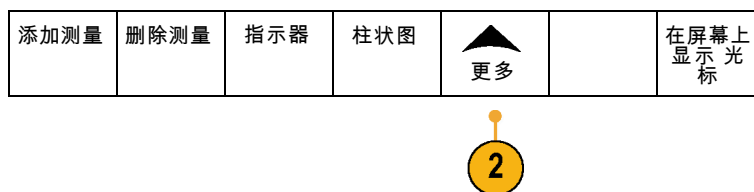
## 选通

选通可以将测量限制在波形的特定部分。要使用选通，请执行以下操作：

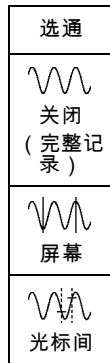
1. 按“测量”。



2. 根据需要反复按“更多”，从出现的弹出式菜单中选择“选通”。



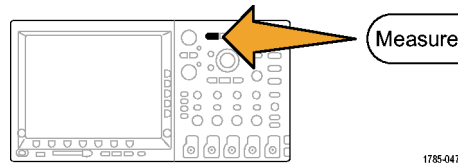
3. 在侧屏幕菜单中定位到“选通”。



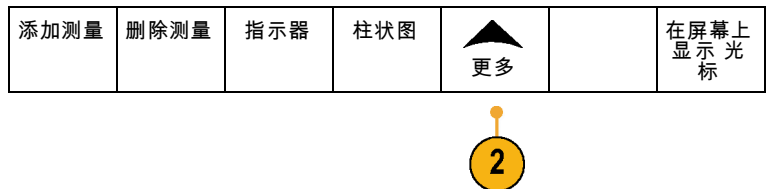
### 统计

统计可以表征测量的稳定性。要调整统计，请执行下列操作：

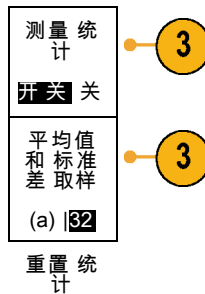
1. 按“测量”。



2. 根据需要反复按“更多”，从出现的弹出式菜单中选择“统计”。



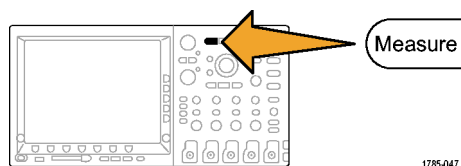
3. 按侧屏幕菜单的选项。这些选项包括开或关统计以及用于平均值和标准差计算的取样值个数。



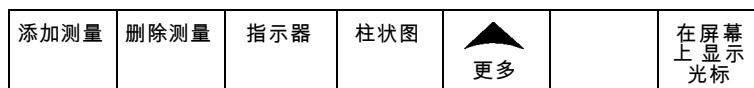
## 快照

要一次查看所有单一源测量，请执行下列操作：

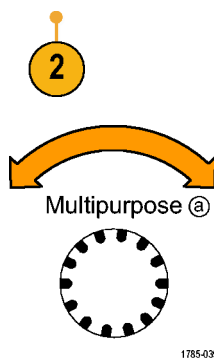
1. 按“测量”。



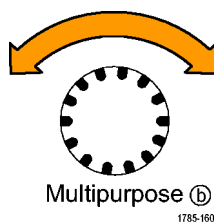
2. 按“添加测量”。



3. 旋转通用旋钮 a 选择所需的“信源”通道。



4. 旋转通用旋钮 b 将“测量类型”选择为“快照”。



5. 按“快照所有测量”。



6. 查看结果。

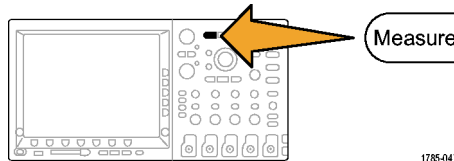
快照 1

Period	: 312.2 $\mu$ s	Freq	: 3.203kHz
+Width	: 103.7 $\mu$ s	- Width	: 208.5 $\mu$ s
Burst W	: 936.5 $\mu$ s		
Rise	: 1.452 $\mu$ s	Fall	: 1.144 $\mu$ s
+Duty	: 33.23%	- Duty	: 66.77 %
+Over	: 7.143%	- Over	: 7.143 %
High	: 9.200 V	Low	: -7.600 V
Max	: 10.40 V	Min	: -8.800 V
Ampl	: 16.80 V	Pk-Pk	: 19.20 V
Mean	: -5.396 V	CycleMean	: -5.396 V
RMS	: 7.769 V	CycleRMS	: 8.206 V
Area	: -21.58mVs	CycleArea	:
+边沿	: 1	-边沿	-654.6 $\mu$ Vs
+脉冲	: 2	-脉冲	: 0
			: 2

参考电平

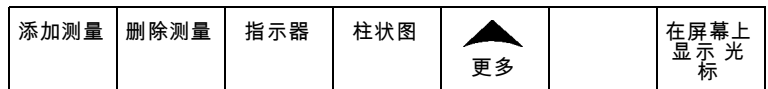
参考电平用于确定如何进行与时间相关的测量。例如，这些值用于计算上升和下降时间。

1. 按“测量”。



1785-047

2. 根据需要反复按“更多”，从出现的弹出式菜单中选择“参考电平”。



3. 在侧屏幕菜单中设置电平。

使用高参考电平和低参考电平来计算上升和下降时间。

中间参考电平主要用于边沿之间的测量，例如脉冲宽度。

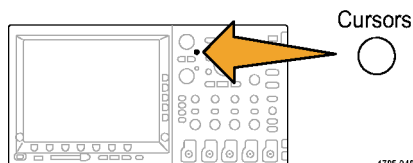
参考电平
设置电平
%   单位
高参考电平
a 90.0 %
中参考电平
50.0 %
50.0 %
低参考电平
10.0 %
待续 -

## 使用光标进行手动测量

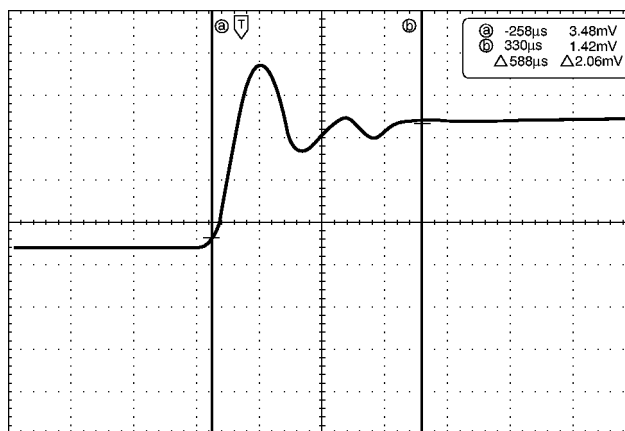
光标是在屏幕中对波形显示进行定位的标记，用于对采集的数据进行手动测量。它们显示为水平线和/或垂直线。要在模拟或数字通道上使用光标，请执行以下操作：

1. 按下“光标”可打开光标。

**说明：** 再按一次可关闭光标。还可以按住“光标”显示光标菜单。

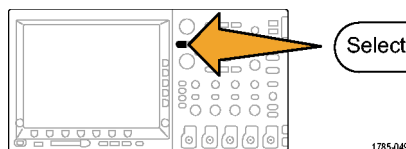


在本例中，选定的波形上将出现两个垂直光标。旋转通用旋钮 **a** 时，可以将一个光标向左或右移动。旋转旋钮 **b** 时，可以移动另一个光标。

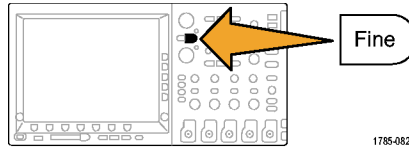


2. 光标打开时，按下“选择”。

可以打开或关闭光标链接。如果链接打开，旋转通用旋钮 **a** 可以同时移动两个光标。旋转通用旋钮 **b** 调整光标之间的时间。



- 按“**精细**”对多功能旋钮 **a** 和 **b** 进行粗调或细调切换。  
按“**精细**”还可以改变其它旋钮的灵敏度。

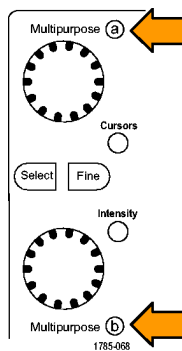


- 按住“**光标**”可显示光标菜单。
- 按下“**光标**”下屏幕按钮可将光标设置为“**屏幕**”。  
在屏幕模式下，两个水平条和两个垂直条跨越刻度。

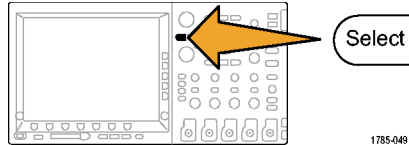
光标 波形 <b>屏幕</b>	条 水平 垂直	联动光标 开 <input checked="" type="checkbox"/>	在屏幕上 显示光标	光标单位		
-----------------------	---------------	---	--------------	------	--	--



- 旋转通用旋钮 **a** 和 **b** 将移动水平光标对。

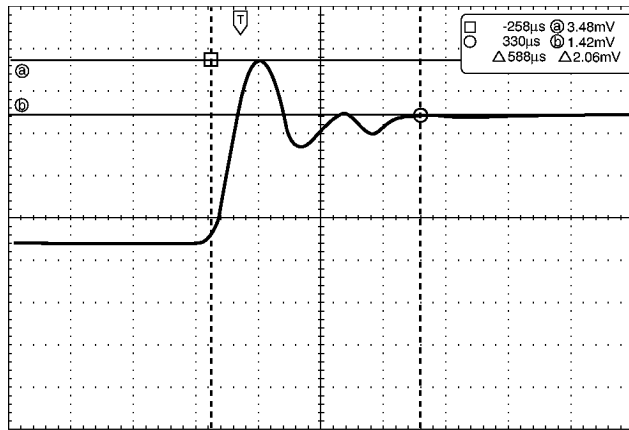


- 按“**选择**”。  
将使垂直光标成为当前光标而使水平光标成为非当前光标。现在，如果旋转通用旋钮，垂直光标将移动。  
再次按“**选择**”又将激活水平光标。

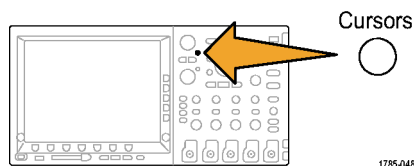


- 查看光标和光标读数。

**说明：** 在数字通道上可使用光标进行定时测量，但不能进行幅度测量。



9. 再按“光标”。该操作将关闭光标。屏幕不再显示光标和光标读数。



## 使用光标读数

光标读数提供相对于当前光标位置的文本和数字信息。打开光标时，示波器始终显示该读数。

读数出现在刻度的右上角。如果“缩放”处于开状态，则读数将显示在缩放窗口的右上角。

当选定总线时，该读数按所选的格式（十六进制、二进制或 ASCII（仅适用于 RS-232））显示解码的总线数据。当选定数字通道时，光标显示所有显示的数字通道的值。

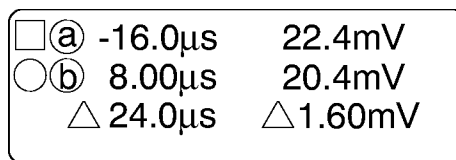
**说明：** 当选定串行总线时，在光标读数中显示该点处的数据值。当选定并行总线时，不出现读数。

△ 读数：

△ 读数指示光标位置之间的差异。

a 读数：

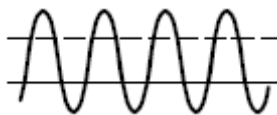
表示该值由通用旋钮 **a** 进行控制。



b 读数：

表示该值由通用旋钮 **b** 进行控制。

显示屏幕上的水平光标行测量垂直参数，通常为电压。



显示屏幕上的垂直光标行测量水平参数，通常为时间。



当同时存在垂直和水平光标时，读数中的方形和圆形与通用旋钮相对应。

## 使用 XY 光标

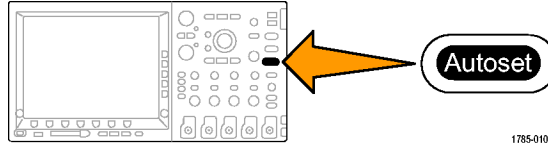
当“XY 显示”模式打开时，在下部刻度（XY）的右边会出现光标读数。内含直角坐标、极坐标、积和比率读数。示波器将在上部刻度（YT）内显示竖条波形光标。

## 设置柱状图

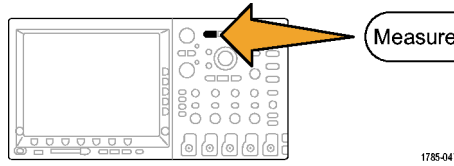
可以显示垂直（电压）或水平（时间）柱状图。使用柱状图测量可以获得一节波形沿一个轴的统计测量数据。柱状图的信息可以是四个模拟通道之一、数学波形或者四个参考波形之一。

### 显示柱状图

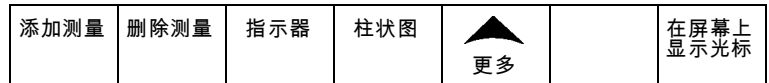
1. 设置示波器以显示用于测量柱状图的波形。如果需要，可使用“自动设置”。



2. 按“测量”。



3. 按下“柱状图”下屏幕按钮。

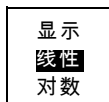


4. 按下顶部侧屏幕按钮选择要显示其柱状图值的波形轴：**垂直**或**水平**。
5. 按下“**信源**”侧屏幕按钮，并使用通用旋钮 **a** 选择要显示其柱状图测量值的通道。
6. 按“**水平界限**”侧屏幕按钮，并使用通用旋钮 **a** 和 **b** 设置柱状图框的 **L**（左）和 **R**（右）边界。
7. 按“**垂直界限**”侧屏幕按钮，并使用通用旋钮 **a** 和 **b** 设置柱状图框的 **T**（顶部）和 **B**（底部）边界。
8. 按“**待续 - 2 之 1 页**”。



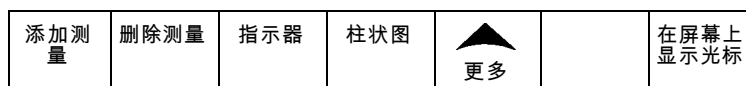


9. 按“显示”侧屏幕按钮并选择“线性”或“对数”。

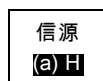


## 添加柱状图数据测量

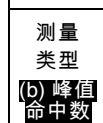
1. 按“添加测量”下屏幕按钮可添加柱状图数据测量。



2. 按下“信源”侧屏幕按钮，并旋转通用旋钮 **a** 为柱状图测量选择 H。



3. 按下“测量类型”侧屏幕按钮，并旋转通用旋钮 **b** 选择一种柱状图测量。



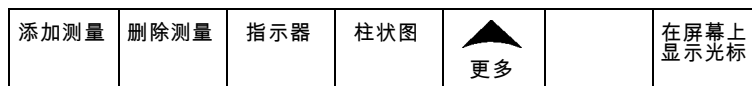
4. 按“OK 添加测量”侧屏幕按钮可向测量读数列表添加测量。



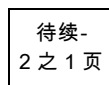
## 重置柱状图测量和统计

要重置柱状图测量和统计，请执行以下步骤：

1. 按下“柱状图”下屏幕按钮。



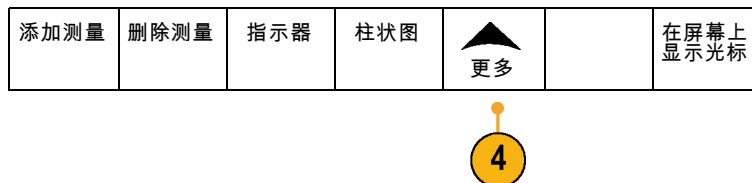
2. 按“待续 - 2 之 1 页”侧屏幕按钮。



3. 按下“重置柱状图计数”侧屏幕按钮。



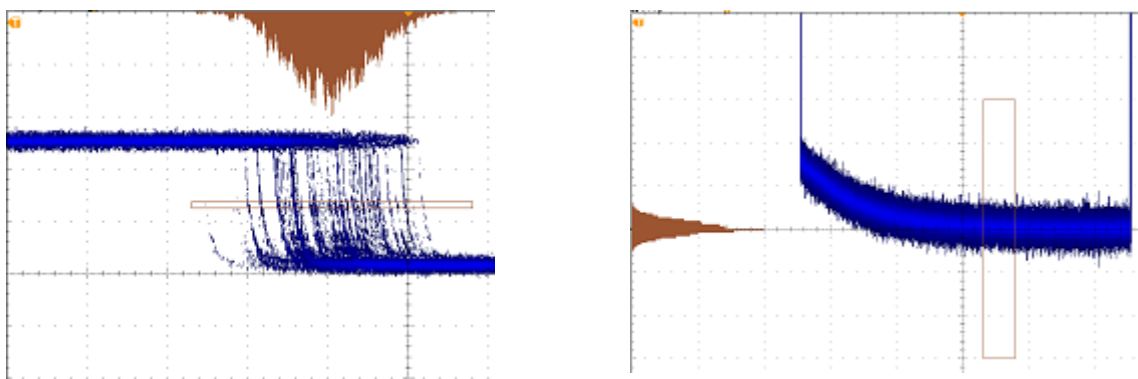
4. 按下“更多”下屏幕按钮。



5. 按下“重置统计”侧屏幕按钮。



可以查看刻度顶部（对于水平柱状图）或左边沿（对于垂直柱状图）的柱状图。



### 快速提示

- 使用水平柱状图可以测量信号抖动。
- 使用垂直柱状图可以测量信号噪声。

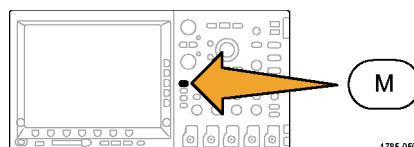
## 使用数学波形

创建数学波形，以支持对通道和基准波形的分析。通过将源波形和其它数据合并然后转换为数学波形，可以产生应用程序需要的数据视图。

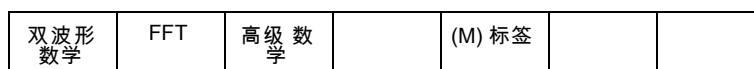
**说明：** 数学波形不能用于串行总线。

使用以下方法对两个波形执行简单（+、-、\*、÷）数学运算：

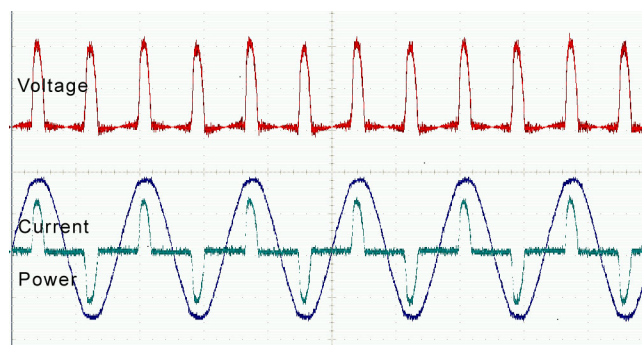
1. 按“数学”。



2. 按“双波形数学”。



3. 在侧屏幕菜单上，将源设置为通道 1、2、3、4 或参考波形 R1、2、3 或 4。选择 +、-、x 或 ÷ 运算符。
4. 例如，可以用电压波形乘以电流波形来计算功率。



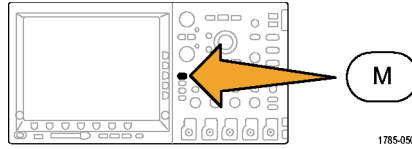
### 快速提示

- 数学波形可以从通道或基准波形或者使用这两者的组合创建。
- 可以使用与通道波形相同的方式对数学波形进行测量。
- 数学波形从其数学表达式中的源派生其水平标度和位置。调整源波形的这些控制的同时也将调整数学波形。
- 可以使用“平移/缩放”控制的内环旋钮放大数学波形。使用外环旋钮对缩放区域进行定位。（见第108页，*管理长记录长度波形*）

## 使用 FFT

FFT 将信号分解为分量频率，示波器使用这些分量频率显示信号频率域的图形，这与示波器的标准时域图形相对。可以将这些频率与已知的系统频率匹配，如系统时钟、振荡器或电源。

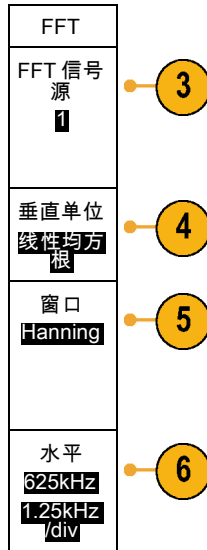
1. 按“数学”。



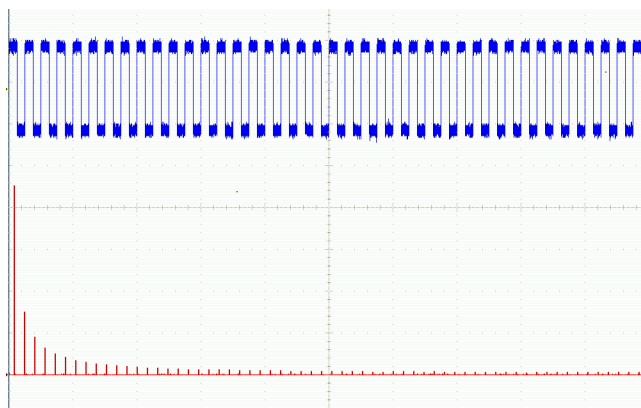
2. 按 FFT。



3. 根据需要按侧屏幕菜单“FFT 源”按钮，旋转多功能旋钮 **a** 选择要使用的信号源。选项有：通道 1、2、3、4，参考波形 1、2、3 和 4。
4. 反复按侧屏幕菜单的“垂直标度”按钮选择线性 RMS 或 dBV RMS。
5. 反复按侧屏幕“窗口”按钮选择所需窗口。  
窗口选项有：直角、Hamming、Hanning 和 Blackman-Harris。
6. 按侧屏幕“水平”按钮激活通用旋钮 **a** 和 **b** 以平移和缩放 FFT 显示屏幕。



7. FFT 将出现在显示屏幕上。



## 快速提示

- 使用短记录长度提高设备的响应速度。
- 使用长记录长度降低相对于信号的噪声并提高频率分辨率。
- 如果需要，可以使用缩放功能以及水平“位置”和“标度”控制以放大和定位 FFT 波形。
- 使用默认的 dBV RMS 标度查看多个频率的详细视图，即使它们的幅度大不相同。使用线性 RMS 标度查看所有频率之间进行比较的总体视图。
- FFT 功能提供四个窗口。每个窗口都在频率分辨率和幅度精度间交替使用。需要测量的对象和源信号特点有助于确定要使用的窗口。使用下列原则来选择最适当的窗口。

### 说明

### 窗口

#### 直角

对于那些非常接近同一值的分辨频率，这是最好的窗口类型，但此类型在精确测量这些频率的幅度时效果最差。它是测量非重复信号的频谱和测量接近直流的频率分量的最佳类型。

使用“直角”类型窗口测量信号级别在具有几乎相同的事件之前或之后的瞬态或猝发。此外，使用该窗口还可以测量频率具有非常接近频率的等幅正弦波和具有相对缓慢频谱变化的宽带随机噪音。



#### Hamming

对于非常接近同一值的分辨频率，这是最佳的窗口类型，并且幅度精度比“直角”窗口也略有改进。Hamming 类型比 Hanning 类型的频率分辨率要略有提高。

使用 Hamming 测量正弦、周期性和窄带随机噪音。该窗口用于信号级别在具有重大差别的事件之前或之后的瞬态或猝发。



#### Hanning

此类型窗口用于测量幅度精度极好，但对于分辨频率效果较差。

使用 Hanning 测量正弦、周期性和窄带随机噪音。该窗口用于信号级别在具有重大差别的事件之前或之后的瞬态或猝发。



#### Blackman-Harris:

此类型窗口用于测量频率幅度最佳，但对于测量分辨频率效果却是最差。

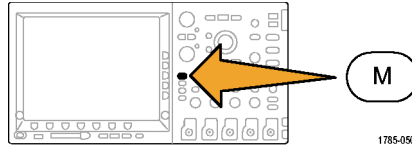
使用 Blackman-Harris 测量查找高次谐波的主要单信号频率波形。



## 使用高级数学

使用高级数学功能可以创建自定义数学波形运算表达式，该表达式可包括活动和基准波形、测量结果和/或数字常量。要使用该功能，请执行下列功能：

1. 按“数学”。



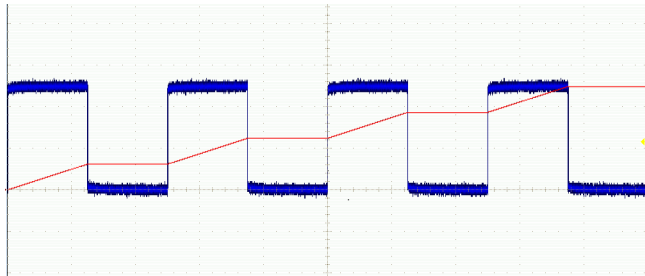
2. 按“高级数学”。



3. 使用侧屏幕菜单按钮创建自定义表达式。
4. 按“编辑表达式”，然后使用通用旋钮和出现的侧屏幕按钮创建表达式。完成后，按侧屏幕菜单“执行接受”按钮。

例如，要使用“编辑表达式”对方波积分，请执行：

1. 按下屏幕“清除”按钮。
2. 旋转通用旋钮 **a** 选择  $\text{Intg}(\text{ )}$ 。
3. 按“输入选择”。
4. 旋转通用旋钮 **a** 选择通道 1。
5. 按“输入选择”。
6. 旋转通用旋钮 **a** 选择  $\text{ )}$ 。
7. 按“执行接受”。

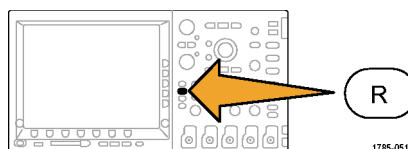


## 使用参考波形

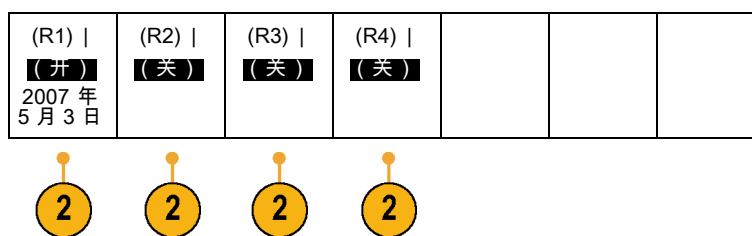
创建参考波形以存储波形。例如，可以通过建立标准波形与其它波形进行比较，实现此操作。要使用参考波形，请执行下列操作：

**说明：** 10M 参考波形容易丢失，示波器电源关闭时不保存。要保留这些波形，请将其保存至外部存储器中。

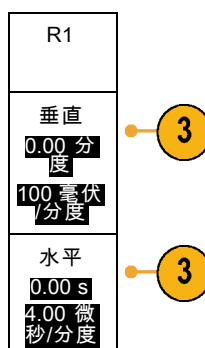
1. 按“基准 R”。这样将显示下屏幕“基准”菜单。



2. 使用出现的下屏幕菜单选项显示或选择参考波形。



3. 使用侧屏幕菜单和通用旋钮调整参考波形的垂直位置和水平设置。



### 快速提示

- **选择和显示参考波形。** 可同时显示所有参考波形。按相应的屏幕按钮选择特定的参考波形。
- **从显示器中清除参考波形。** 要从显示器清除参考波形，按前面板 R 按钮访问下屏幕菜单。然后在下屏幕菜单中按相关的按钮将其打开或关闭。
- **缩放和定位参考波形。** 可以独立于其它所有显示的波形定位和缩放参考波形。选择参考波形，然后使用通用旋钮对其进行调整。无论采集是否运行，都可以执行该操作。

如果选定了参考波形，无论“缩放”功能是否打开，缩放和重新定位参考波形的操作方式都相同。

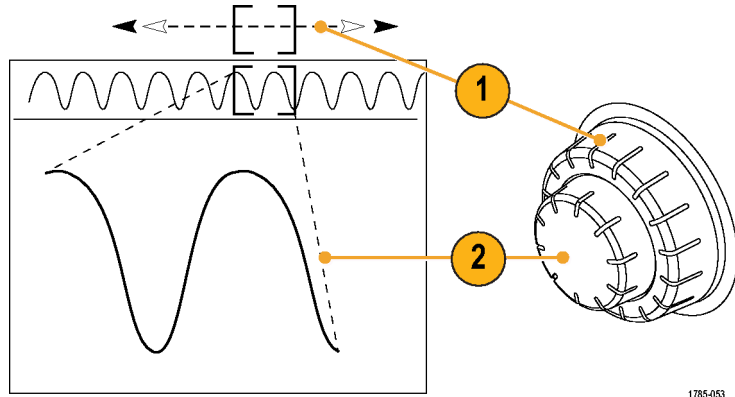
- **保存 10 M 波形。** 10M 参考波形容易丢失，示波器电源关闭时不保存。要保留这些波形，请将其保存至外部存储器中。

## 管理长记录长度波形

Wave Inspector 控制（缩放/平移、播放/暂停、标记、搜索）可帮助有效地操作记录长度较长的波形。要水平放大波形，旋转“缩放”旋钮。要滚动放大的波形，请旋转“平移”旋钮。

“平移/缩放”控制由以下部分组成：

1. 一个外环全景旋转
2. 一个内环缩放旋钮

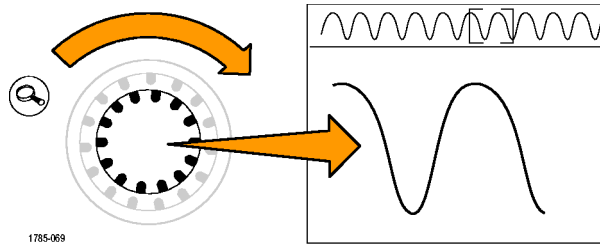


1785-053

### 缩放波形

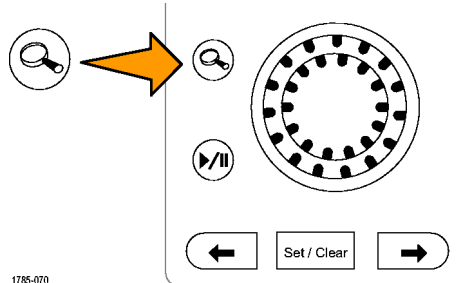
要使用缩放，请执行下列操作：

1. 顺时针旋转“平移/缩放”控制上的内环旋钮以放大波形的选定部分。逆时针旋转旋钮可以缩小波形。



1785-069

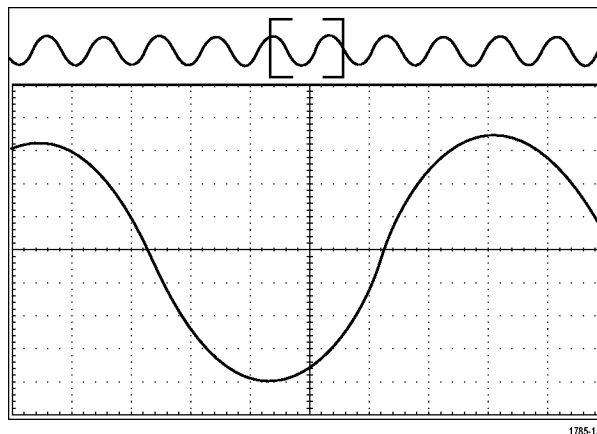
2. 此外，通过按“缩放”按钮以启用或禁用缩放模式。



1785-070



3. 检查在显示器中下方较大部分显示波形的缩放视图。显示器中上半部分将显示波形缩放部分在整个记录上下文中的位置和大小。

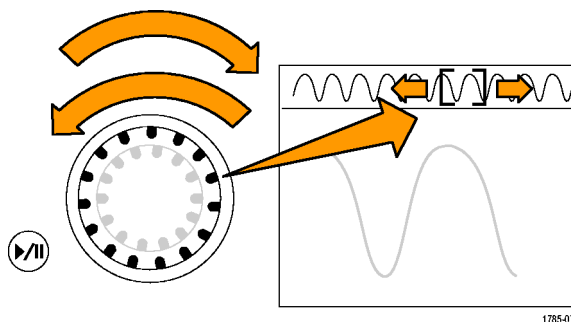


1785-154

## 平移波形

缩放功能打开时，可以使用平移功能快速在波形中滚动选择。要使用平移功能，请执行下列操作：

1. 旋转“平移/缩放”控制的平移（外环）旋钮以便平移波形。  
顺时针旋转旋钮向前平移。逆时针旋转旋钮向后平移。旋钮旋转的越多，缩放窗口平移的越快。

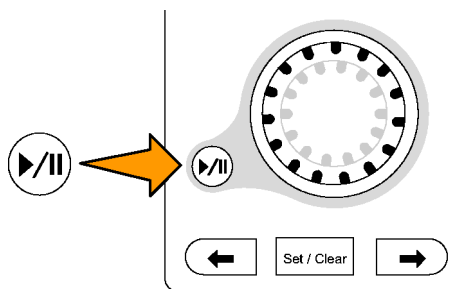


1785-073

## 播放和暂停播放波形

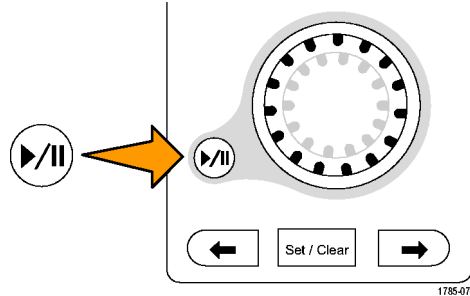
使用“播放/暂停”功能以自动在波形记录中平移。要使用上述功能，请执行以下操作：

1. 按下“播放/暂停”按钮启用“播放/暂停”模式。
2. 进一步旋转全景（外环）旋钮调整播放速度。旋转的越多，播放速度越快。



1785-074

3. 反向旋转平移旋钮改变播放方向。
4. 播放期间，振荡旋转越多，波形加速越快，最高达一个点。如果以最大可能旋转振荡，播放速度不会改变，但缩放框会在该方向快速移动。使用该最大旋转功能重新播放刚看过又想再看的波形的某部分。
5. 再按一次“播放/暂停”按钮暂停“播放/暂停”功能。



### 搜索并标记波形

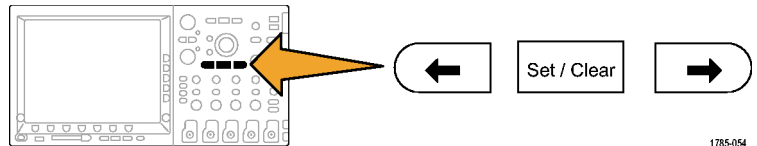
可以在采集的波形中标记感兴趣的位置。这些标记可以帮助您限制分析波形的特定区域。如果波形区域满足特殊标准，您就可以自动标记波形区域，或者也可以手动标记感兴趣的每个项。可以使用箭头键在标记间（感兴趣的区域间）跳动。可以自动搜索并标记能够触发的多个相同参数。

搜索标记提供了一种标记基准波形区域的方法。可以使用搜索标准自动设置标记。可以使用特定边沿、脉冲宽度、欠幅、逻辑状态、上升/下降时间、建立和保持以及总线搜索类型来搜索和标记区域。

要手动设置和清除（删除）标记，请执行下列操作：

1. 旋转平移（外环）旋钮移动（缩放框）到波形上想设置（或清除）搜索标记的区域。

按向后（→）或向前（←）箭头按钮可跳到某个现有标记。



2. 按“设置/清除”。

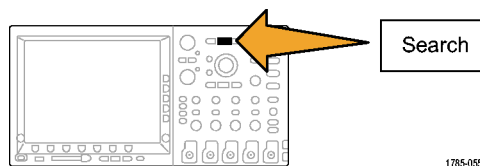
如果屏幕中心无搜索标记，则示波器将添加一个搜索标记。

3. 在搜索标记之间查看波形。使用向后（→）或向前（←）箭头按钮在标记的位置之间跳动，无需调节任何其他控制。

- 删除标记。按向后 (→) 或向前 (←) 箭头按钮跳到要清除的标记。要删除当前中心位置的标记，请按“**设置/清除**”。对手动和自动创建的标记均可这样操作。

要自动设置和清除（删除）搜索标记，请执行下列操作：

- 按“**搜索**”。



- 从下屏幕菜单中选择所需的搜索类型。

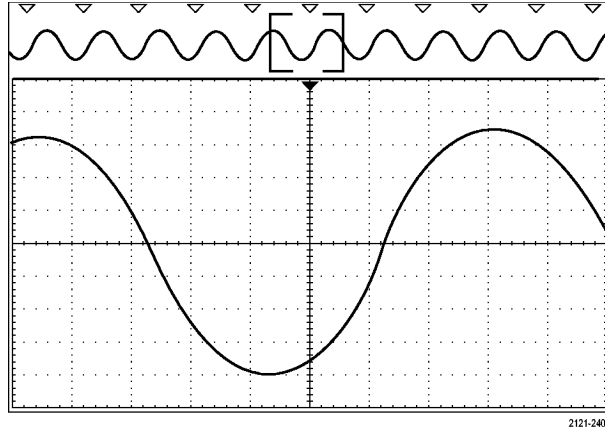
“搜索”菜单与“触发”菜单类似。

搜索 关闭	搜索类型 边沿	源 1	斜率 			阈值 0.00V
----------	------------	--------	--------	--	--	-------------



- 从侧屏幕菜单中，打开搜索。

4. 在屏幕上，空心三角显示自动标记的位置，而实心三角显示自定义（用户定义）的位置。它们会出现在正常波形视图和缩放波形视图上。
5. 通过使用向后 (←) 或向前 (→) 箭头按钮在搜索标记之间来回移动，可快速查看波形。不需要进行其他调节。



**快速提示。：**

- 可以复制触发设置以在采集的波形中搜索满足触发条件的其它位置。
- 也可以将搜索设置复制到触发设置。
- 自定义（用户）标记会在保存波形和储存设置时随之保存。
- 保存波形时，自动搜索标记不会随着波形保存。但是，可通过重复使用搜索功能简单地重新捕获自动搜索标记。
- 搜索标准保存于已保存的设置中。

Wave Inspector 具有以下搜索功能：

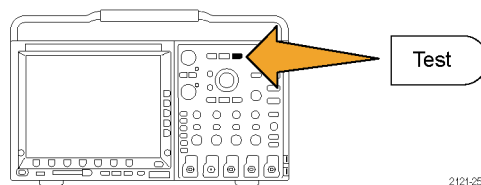
搜索	说明
边沿	使用用户指定的阈值电平来搜索边沿（上升或下降）。
脉冲宽度	搜索 >、<、= 或 ≠ 用户指定脉冲宽度的正向脉冲宽度或负向脉冲宽度。
欠幅脉冲	搜索通过第一个幅度阈值、但再次通过第一个阈值前未能通过第二个阈值的正向脉冲或负向脉冲。搜索所有欠幅脉冲，或只搜索持续时间 >、<、= 或 ≠ 用户指定时间的欠幅脉冲。
逻辑	通过将每次输入设置为高、低或随意，跨多个波形搜索逻辑模式（AND、OR、NAND 或 NOR）。搜索在 >、<、= 或 ≠ 用户指定的时间范围内什么时候事件为真，为假或保持有效。此外，还可将某个输入定义为同步（状态）搜索的时钟。
建立和保持	搜索用户指定的建立时间和保持时间的违例。

搜索	说明
上升/下降时间	搜索 >、<、= 或 ≠ 用户指定时间的上升沿和/或下降沿。
总线	<p>并行：搜索二进制或十六进制值（仅适用于 MS04000 系列）。</p> <p>I<sup>2</sup>C：搜索开始、重复开始、停止、丢失确认、地址、数据或地址和数据。</p> <p>SPI：搜索 SS 有效、MOSI、MISO 或 MOSI 和 MISO</p> <p>CAN：搜索帧开始、帧类型（数据、远程、错误、过载）、标识符（标准或扩展）、数据、标识符和数据、帧结束，或丢失确认、位填充错误</p> <p>RS-232、RS-422、RS-485、UART：搜索发送开始位、接收开始位、发送包结束、接收包结束、发送数据、接收数据、发送奇偶错误、接收奇偶错误。</p> <p>LIN搜索同步、标识符、数据、ID 和数据、唤醒帧、睡眠帧、错误</p> <p>FlexRay搜索帧开始、帧类型、标识符、循环数、标头字段、数据、ID 和数据、帧结束、错误</p> <p>音频：搜索字选择或数据</p> <p>USB：搜索同步、重置、挂起、恢复、包结束、令牌（地址）包、数据包、握手包、特殊包或错误</p>

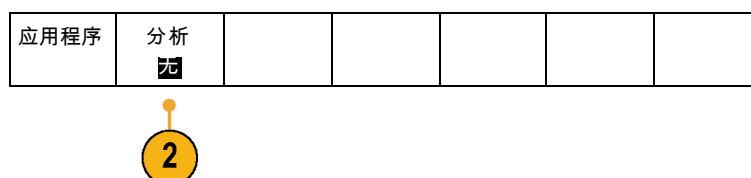
## 分析功率

通过 DPO4PWR 功率分析模块采集、测量和分析功率信号。要使用此应用程序，请执行以下操作：

1. 按“测试”。



2. 按“分析”。



3. 使用侧屏幕按钮选择所需的分析功能。

从电源质量、开关损耗、谐波、波纹、调制、安全作业区和转换速率中进行选择。有关详细信息，请参阅《DPO3PWR 和 DPO4PWR 功率分析模块用户手册》。

## Save and Recall 信息

示波器提供对设置、波形和屏幕图像的永久存储。使用示波器的内部存储器可保存设置文件和参考波形数据。

使用外部存储器（如 CompactFlash 介质和 USB 闪存驱动器）可保存设置、波形和屏幕图像。使用外部存储器可将数据转移到远程计算机，以便进一步分析和归档。

**外部文件结构：** 如果将信息存储到外部存储器，请选择合适的菜单（例如“到文件”侧屏幕菜单可保存设置和波形），然后旋转通用旋钮 **a** 滚动外部文件结构。

- D: CompactFlash 卡
- E: 示波器前面 USB 端口中插入的 USB 闪存驱动器
- F: 和 G: 示波器后面 USB 端口中插入的 USB 闪存驱动器

使用通用旋钮 **a** 滚动文件列表。使用“选择”前面板按钮可打开和关闭文件夹。

**为文件命名：** 对于示波器所创建的文件，默认名称格式如下：

- 设置文件为 tekXXXXX.set，其中 XXXXX 为 00000 至 99999 之间的整数
- 图像文件为 tekXXXXX.png、tekXXXXX.bmp 或 tekXXXXX.tif
- 电子表格文件为 tekXXXXYYY.csv，内部格式文件为 tekXXXXYYY.isf

对于波形，XXXX 为 0000 至 9999 之间的整数。YYY 为波形通道，取值如下：

- 对于模拟通道为 CH1、CH2、CH3 或 CH4
- 对于数字通道为 D00、D01、D02、D03、...、D15
- 对于数学波形为 MTH
- 对于参考存储器波形为 RF1、RF2、RF3 或 RF4
- 当选择“储存全部波形”时，对于包含多个通道的单个电子表格文件为 ALL

---

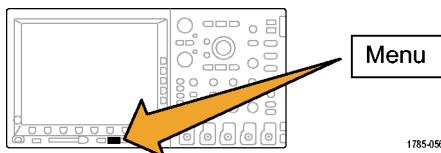
**说明：** 只有模拟通道和源自模拟通道的波形（如数学和参考波形）可以保存为 ISF 文件。当把所有通道保存为 ISF 格式时，将保存一组文件。每个文件具有相同的 XXXX 值，但 YYY 值将设为在执行“保存全部波形”时所打开的不同的通道。

---

例如，首次保存一个文件时，该文件被命名为 tek00000。下次保存同一类型的文件时，文件将被命名为 tek00001。

**编辑文件、目录、参考波形或仪器设置名称：** 提供文件的说明名称以便于将来识别。要编辑文件名称、目录名称、参考波形和仪器设置标签，请执行下列操作：

1. 按“Save / Recall 菜单”。



2. 按“保存屏幕图像”、“存储波形”或“储存设置”。

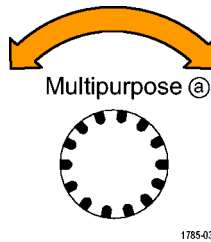
保存屏幕图像	存储波形	储存设置	恢复波形	恢复设置	分配 保存到 设置	文件功能
--------	------	------	------	------	-----------------	------



3. 对于波形或设置文件，按侧屏幕菜单“到文件”项进入文件管理器。

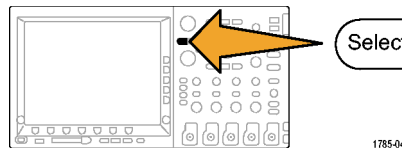


4. 旋转通用旋钮 a 滚动文件结构。  
(见第114页，外部文件结构)



1785-039

5. 按“选择”打开或关闭文件夹。

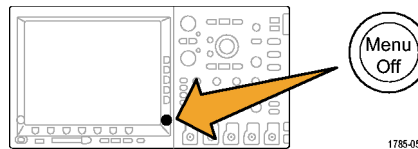


1785-049

6. 按“编辑文件名”。

按照编辑通道标签的方法，编辑文件名称。(见第41页，标记通道和总线)

7. 按 Menu Off 按钮取消保存操作，或按侧屏幕菜单的“确定保存”项完成该操作。



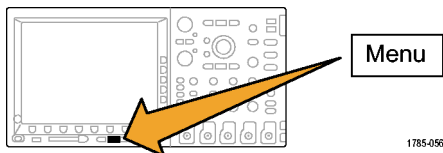
1785-057



## 保存屏幕图像

屏幕图像由示波器屏幕的图形图像组成。这与波形数据不同，波形数据由波形中每个点的数值组成。要保存屏幕图像，请执行下列操作：

1. 按“Save / Recall 菜单”。  
但不要按 Save 按钮。



2. 在下屏幕菜单中按“保存屏幕图像”。

保存屏幕图像	存储波形	储存设置	恢复波形	恢复设置	分配 保存到 设置	文件功能
--------	------	------	------	------	-----------------	------



3. 在下屏幕菜单中，反复按“文件格式”在以下文件格式中进行选择：.tif、.bmp 和 .png 格式。
4. 按“方向”选择是以横向（水平）方向还是纵向（垂直）方向保存图像。
5. 按“省墨模式”打开或关闭“省墨模式”。如果处于打开状态，该模式将提供白色背景。
6. 按“编辑文件名”为屏幕图像文件创建自定义名称。跳过该步骤以使用默认名。
7. 按“OK 保存屏幕图像”将图像写入选定的介质中。

保存屏幕图像	
文件格式 png	3
方向 	4
省墨模式 开启   关闭	5
编辑文件名	6
OK 保存屏幕图像	7

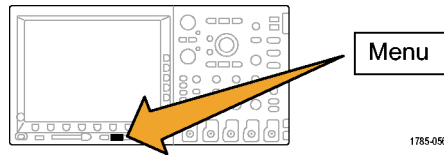
有关打印波形屏幕图像的信息，请转至“打印硬拷贝”。（见第122页，打印硬拷贝）



## 保存和调出波形数据

波形数据由波形中每个点的数值组成。波形数据复制数据，而不复制屏幕的图形图像。要保存当前波形数据或调出以前存储的波形数据，请执行下列操作：

1. 按“Save / Recall 菜单”。



2. 在下屏幕菜单中按“存储波形”或“调出波形”。

保存屏幕 图像	存储波形	储存设置	恢复波形	恢复设置	分配 保存到 波形	文件功能
------------	------	------	------	------	-----------------	------

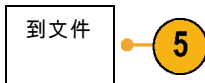
**说明：** 示波器可将数字波形保存为 .csv 文件，而非参考存储器。示波器不能调出数字波形。



3. 选择一个波形或全部波形。
4. 在出现的侧屏幕菜单中，选择要存储波形数据的位置或要从中调出波形的位

置。  
将信息保存到外部 CompactFlash 卡或 USB 闪存驱动器上的文件中。或者，将信息内部保存在两个参考内存文件（2 通道型号）中的一个或四个参考文件（4 通道示波器）中的一个。

- 按“到文件”保存到 CompactFlash 卡或 USB 闪存驱动器中。



将显示文件管理器屏幕。使用其来定义自定义文件名。跳过该步骤将使用默认名和位置。

**将波形保存到文件:** 按“到文件”侧屏幕菜单按钮时，示波器将更改侧屏幕菜单的内容。下表中介绍的这些侧屏幕菜单项用于将数据保存到海量存储文件。

侧屏幕菜单按钮	说明
内部文件格式 (. ISF)	设置示波器以内部波形保存文件 (. isf) 格式保存模拟通道（以及源自模拟通道的数学和参考波形）的波形数据。该格式是写入和创建最小大小文件的最快方式。如果想要将波形调出到参考存储器进行查看或测量，可使用该格式。 示波器不能将数字波形保存为 . isf 文件格式。
显示参考波形	设置示波器将波形数据保存为以逗号分隔的数据文件，此格式与常见的电子表格程序兼容。此文件无法调出到参考内存中。

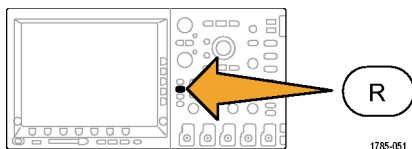
**将模拟波形保存到参考存储器:** 要将模拟波形保存到示波器内部的非易失存储器上，请选择要保存的波形，按“储存波形”屏幕按钮，然后选择一个参考波形位置。四通道型号有四个参考位置。二通道型号有两个参考位置。

保存的波形仅包括最近的采集。不保存灰度信息（如果有）。

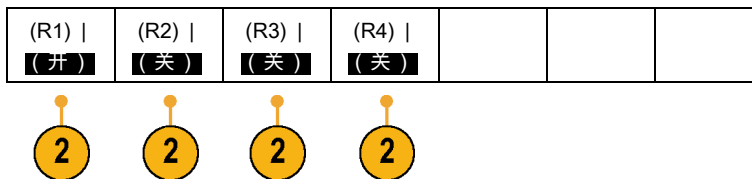
**说明:** 10M 参考波形容易丢失，示波器电源关闭时不保存。要保留这些波形，请将其保存至外部存储器中。

**显示参考波形:** 要显示存储于非易失性存储器中的波形，请执行下列操作：

- 按“基准 R”。

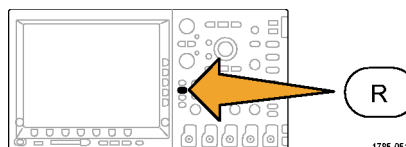


2. 按 R1、R2、R3 或 R4。

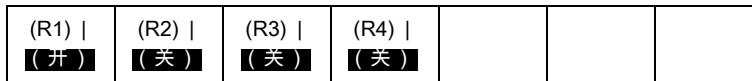


**从显示器上清除参考波形:** 要从显示器上清除参考波形, 请执行下列操作:

1. 按“基准 R”。



2. 按 R1、R2、R3 或 R4 下屏幕按钮可  
从显示中删除参考波形。

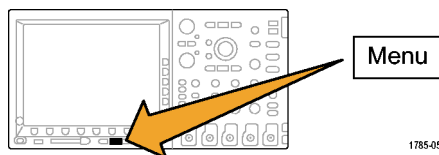


参考波形仍然在非易失性存储器中,  
可以再次显示。

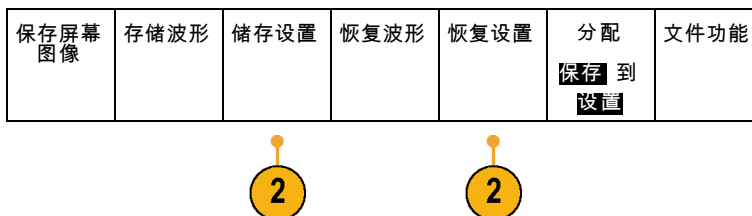
## 储存和恢复设置

设置信息包括采集信息, 如垂直、水平、触发、光标和测量信息。它不包括通信信息, 如 GPIB 地址。要储存设置信息, 请执行下列操作:

1. 按“Save / Recall 菜单”。



2. 在下屏幕菜单中按“储存设置”或  
“恢复设置”。



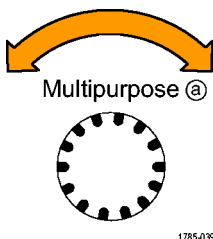
3. 在出现的侧屏幕菜单中，选择要保存位置或要从中调出的位置。

要将设置信息保存到示波器中的十个内部设置存储器的其中一个之中，请按相应的侧屏幕按钮。

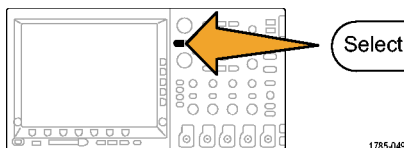
要将设置信息保存到 CompactFlash 或 USB 文件，请按“**到文件**”按钮。

储存设置	
到文件	3
编辑标签	
到设置 1	3
到设置 2	
-更多-	

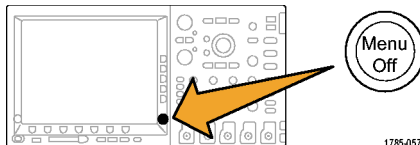
4. 如果要将信息保存到 CompactFlash 卡或 USB 闪存驱动器中，可以旋转通用旋钮 **a** 滚动文件结构。（见第114页，外部文件结构）



按“**选择**”打开或关闭文件夹。



按 **Menu Off** 按钮取消保存操作或按侧屏幕菜单的“**保存到选定文件**”菜单项完成该操作。



5. 保存文件。

保存到选  
定文件

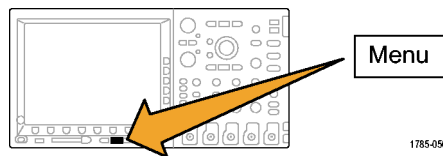
## 快速提示

- **调出 Default Setup。** 按前面板 **Default Setup** 按钮将示波器初始化为已知设置。（见第43页，使用 *Default Setup*）

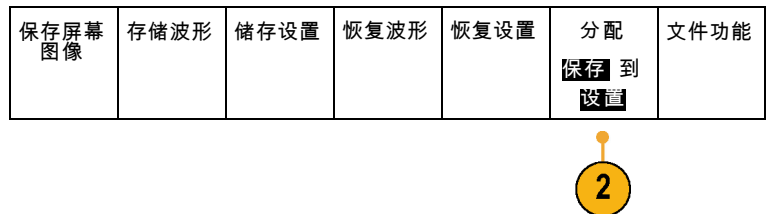
## 按下下一个按钮以保存

使用“Save/Recall 菜单”按钮和菜单定义了保存/调出参数后，按一下 **Save** 按钮即可保存文件。例如，如果定义了保存操作将波形数据保存到 USB 驱动器，每按一次 **Save** 按钮将把当前波形数据保存到定义的 USB 驱动器。

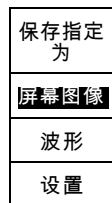
1. 要定义 Save 按钮的操作，请按“Save/Recall 菜单”。



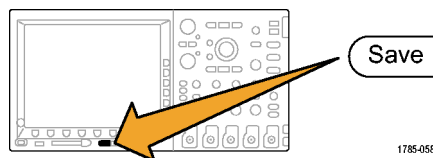
2. 按“保存指定”按钮。



3. 按下此操作将其分配到 Save 按钮。



4. 从现在开始每当按 **Save** 时，示波器将执行刚才指定的操作，无需每次都要导航到菜单。



## 打印硬拷贝

要打印显示在示波器屏幕上的图像，请执行下列过程。

### 将打印机连接到示波器

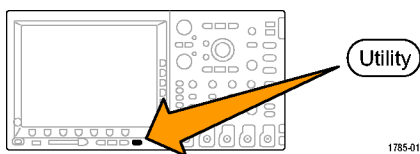
将非 PictBridge 打印机连接到示波器后面板上的 USB 接口。或者，将 PictBridge 打印机连接到后面板上的 USB 设备端口，或者通过以太网端口连接网络打印机。

**说明：** 有关兼容打印机的列表，请参阅网页 [www.tektronix.com/printer\\_setup](http://www.tektronix.com/printer_setup)。

### 设置打印参数

要将示波器设置为打印硬拷贝，请执行下列操作：

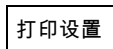
1. 按下 Utility。



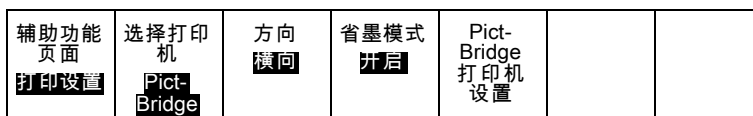
2. 按“辅助功能页面”。



3. 旋转通用旋钮 a 选择“打印设置”。



4. 如果要更改默认打印机，请按“选择打印机”。



旋转通用旋钮 a 在可用打印机列表中滚动选择。

按“选择”选择所需打印机。

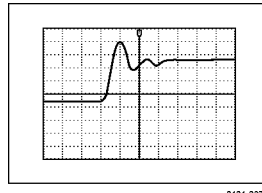
要将非 PictBridge USB 打印机添加到列表，请将打印机插入 USB 主机端口。示波器可自动识别大多数的打印机。

要设置 PictBridge USB 打印机，请参阅下一主题。

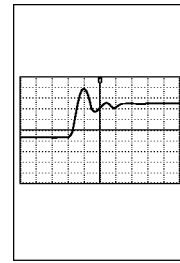
要将以太网打印机添加到列表，请参阅相关主题。（见第124页，通过以太网打印）



5. 选择图像方向（纵向或横向）。



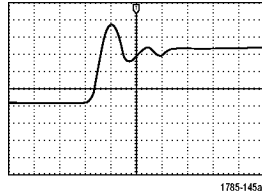
横向



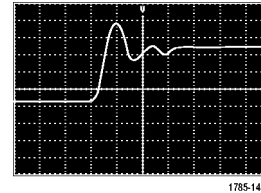
纵向

6. 选择“省墨模式”“开启”或“关闭”。

“开启”选项将使用空白（白色）背景打印拷贝。



“省墨模式”为开

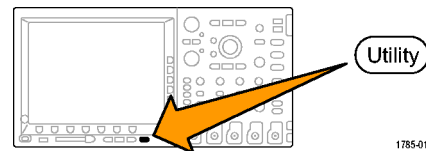


“省墨模式”为关

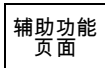
## 打印到 PictBridge 打印机

要设置示波器打印到 PictBridge 打印机，请执行以下操作：

1. 按下 Utility。



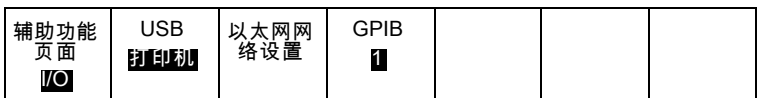
2. 按“辅助功能页面”。



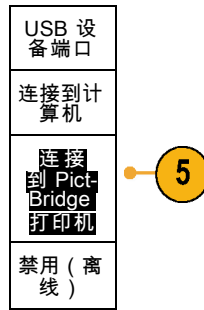
3. 旋转通用旋钮 a 选择“I/O”。



4. 按 USB。



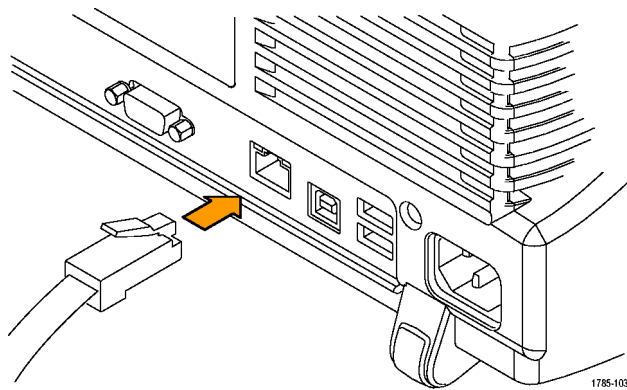
5. 按“连接到 PictBridge 打印机”。



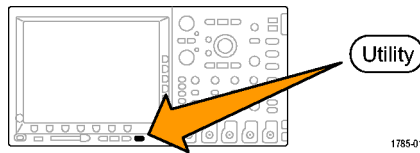
### 通过以太网打印

要将示波器设置为通过以太网打印，请执行下列操作：

1. 将以太网电缆连接到后面板以太网端口。



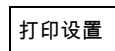
2. 按下 Utility。



3. 按“辅助功能页面”。

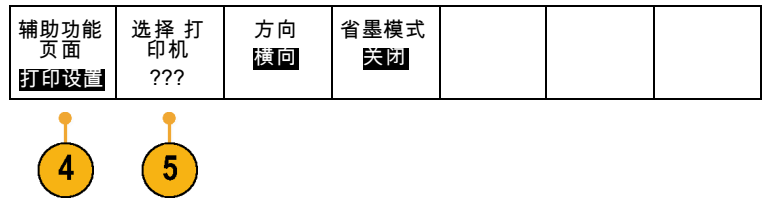


4. 旋转通用旋钮 a 选择“打印设置”。





5. 按“选择打印机”。

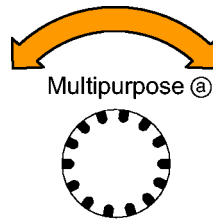


6. 按“添加网络打印机”。



7. 旋转通用旋钮 a 在字母、数字和其它字符上滚动查找要输入的打印机名称的第一个字符。

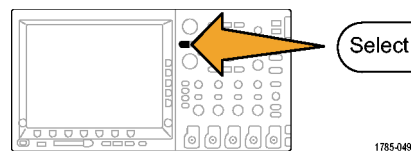
如果使用 USB 键盘，请使用箭头键定位插入点，然后键入打印机名称。  
(见第26页，将 USB 键盘连接到示波器)



1785-039

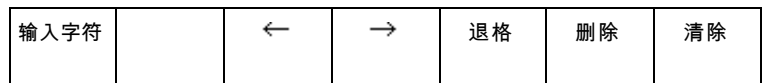
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz  
0123456789\_+#!@#%&\*() [] {} <> / ~ ' " \ | : , . ?

8. 按“选择”或“输入字符”以通知示波器您已选择了要使用的正确字符。



1785-049

可以根据需要使用下屏幕按钮编辑名称。



9. 继续滚动，直到输入了所有需要的字符后再按“选择”。

10. 按下箭头键将字符光标向下移动一行到“服务器名”字段。
11. 根据需要旋转通用旋钮 a 并按“选择”或“输入字符”输入名称。
12. 如果需要，按下箭头键将字符光标向下移动一行到“服务器 IP 地址：”。字段。

增添打印机
↑
↓
执行接受

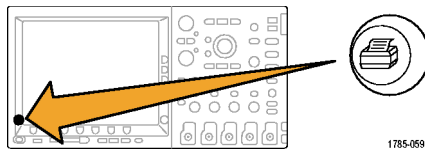
13. 根据需要旋转通用旋钮 a 并按“选择”或“输入字符”输入名称。
14. 完成后，按“执行接受”。

**说明：** 如果有多个打印机同时连接到示波器，示波器将打印到列于 Utility > “系统” > “打印设置” > “选择打印机”菜单项中的打印机上。

## 一键打印

将打印机连接到示波器并设置了打印参数后，可以按一下按钮打印当前屏幕图像：

按前面板左下角的打印机图标按钮。



1785-059

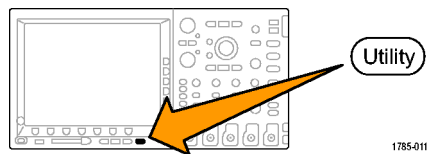
## 清除示波器存储器

可以使用 TekSecure 功能清除保存在非易失性存储器中的所有设置和波形信息。如果已获取了示波器上的机密数据，在将示波器返回到常规使用之前，您可能需要执行 TekSecure 功能。TekSecure 功能有：

- 使用空值代替参考内存中的所有波形
- 使用默认设置代替当前的前面板设置和所有存储的设置
- 根据验证成功与否，显示确认消息或警告消息

要使用 TekSecure，请执行下列操作：

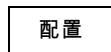
1. 按下 **Utility**。



2. 按“辅助功能页面”。



3. 旋转通用旋钮 a 选择“配置”。



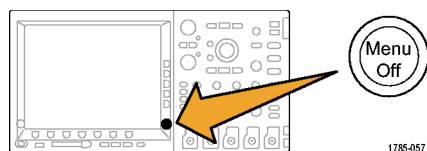
4. 按 TekSecure 清除存储器。



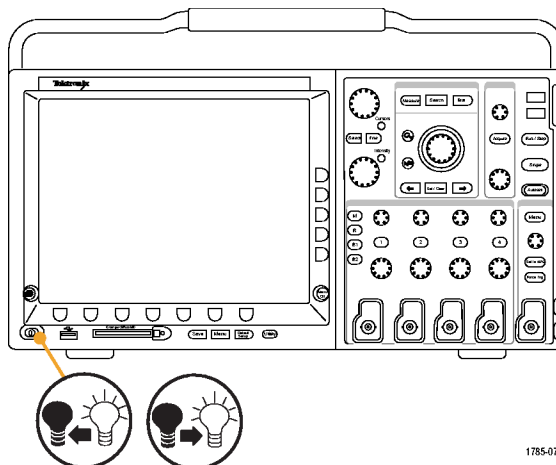
5. 在侧屏幕菜单中按“确定执行清除设置和参考内存”。



要取消此过程，请按 **Menu Off**。



6. 关闭示波器电源，然后重新打开其电源完成该过程。



1785-071

## 使用应用模块

可选的应用模块包可扩展示波器的功能。(见第13页, *应用模块免费试用*)一次可以安装多达四个应用模块。(见第14页, *安装应用模块*)

有关应用模块的安装和测试说明,请参阅应用模块附带的《Tektronix 4000 系列示波器应用模块安装说明》。下表对部分模块进行介绍。可能会提供其他模块。有关更多信息,请联系 Tektronix 代表或访问 Web 网站 [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)。另请参阅本手册开头部分的“Tektronix 联系信息”。

- **DPO4AUDIO 音频串行触发和分析模块**增加了 I<sup>2</sup>S、左对齐 (LJ)、右对齐 (RJ) 和 TDM 总线上的触发。
- **DPO4AUTO 自动串行触发和分析模块**在用于自动设计 (CAN 和 LIN) 的串行总线中添加了触发包级别信息以及有助于有效分析串行总线的分析工具。它们包括信号的数字视图、总线视图、包解码、搜索工具和带时标信息的事件表。
- **DPO4AUTOMAX FlexRay、CAN 和 LIN 串行触发和分析模块**提供 DPO4AUTO 模块功能以及 FlexRay 串行总线支持。

---

**说明:** LIN 和 FlexRay 工作在序列号高于 C020000 的 DPO4000 上和所有 MSO4000 上。

---

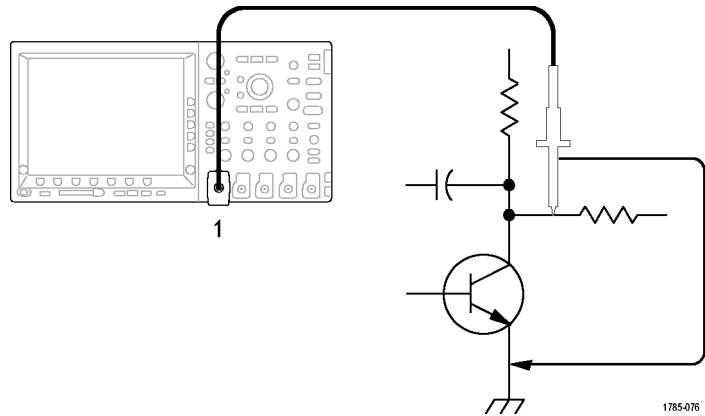
- **DPO4COMP 计算机串行触发和分析模块**在 RS-232、RS-422、RS-485 和 UART 总线中增加了按字节或包级别信息触发,并提供分析工具帮助有效地进行串行总线的分析。这些工具包括信号的数字视图、总线视图、包解码、搜索工具和带时标信息的事件表。
- **DPO4EMBD 嵌入式串行触发和分析模块**在用于嵌入式设计 (I<sup>2</sup>C 和 SPI) 的串行总线中添加了触发包级别信息以及有助于有效分析串行总线的分析工具。它们包括信号的数字视图、总线视图、包解码、搜索工具和带时标信息的事件表。
- **DPO4USB USB 2.0 串行触发和分析模块**增加了 USB 低速和全速总线触发。USB 高速总线仅可边沿触发。
- **DPO4PWR 功率分析模块**增加了对电源质量、开关损耗、谐波、波纹、调制、安全作业区和转换速率 (dV/dt 和 dI/dt) 的测量。
- **DPO4VID 扩展视频模块**增加了在多种标准 HDTV 信号以及定制 (非标准) 两电平和三电平 3 到 4000 行的视频信号上的触发。

## 应用实例

本节内容包括使用仪器解决一般和高级故障排除任务的方法。

### 简单测量

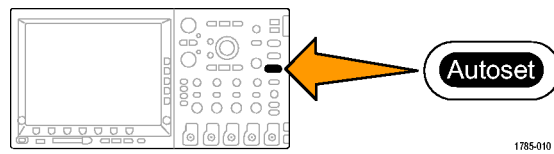
如果需要查看电路中的信号，但是不知道信号的幅度或频率，则请将探头从示波器通道 1 连接到信号。然后显示信号并测量其频率和峰-峰幅度。



### 使用自动设置

要快速显示信号，请执行下列操作：

1. 按“自动设置”。



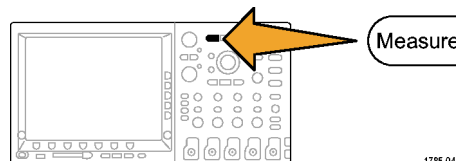
示波器自动设置垂直、水平和触发控制。如果需要优化波形的显示，可以手动调整这些控制中的任意控制。

在使用多个通道时，自动设置功能设置每个通道的垂直控制并使用编号最小的当前通道设置水平和触发控制。

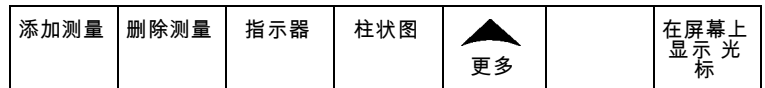
### 选择自动测量

示波器可自动测量大多显示的信号。要测量信号频率和峰-峰幅度，请执行下列操作：

1. 按“测量”。

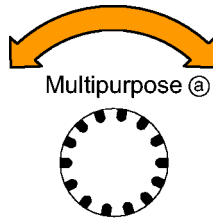


2. 按“添加测量”。



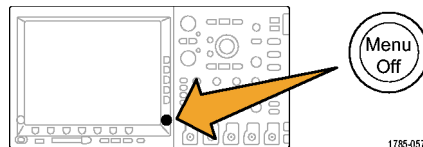
2

3. 如果需要，从侧面菜单中按“信源”，旋转通用旋钮 a 选择要测量的通道。旋转通用旋钮 b 选择“频率”测量。从侧面菜单中按“OK 添加测量”。重复此过程，选择另一通道，然后选择“峰-峰值”测量，并再次按下“OK 添加测量”。



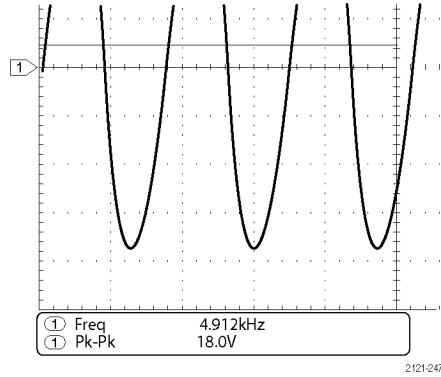
1785-039

4. 按 Menu Off。



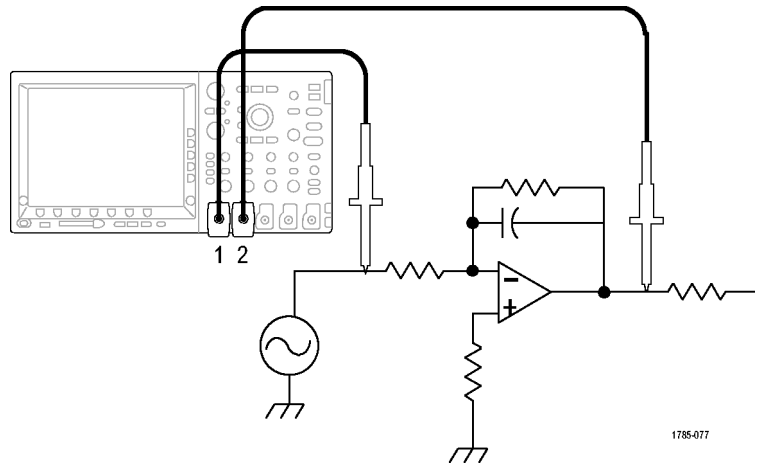
1785-057

- 观察显示在屏幕上的测量，以及在信号变化时测量的更新。



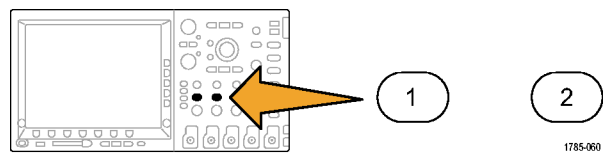
### 测量两个信号

在本例中，如果正在测试一台设备，则需要测量该设备音频放大器的增益。如果您有音频发生器，则可将测试信号连接到放大器输入端。将示波器的两个通道分别与放大器的输入和输出端相连，如图所示。测量两个信号的电平，并使用这些测量结果计算增益。



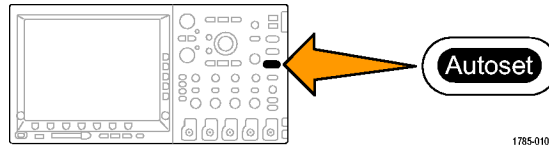
要显示连接到通道 1 和通道 2 的信号，请执行下列操作：

- 按通道 1 和通道 2 激活两个通道。





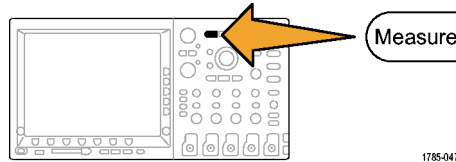
2. 按“自动设置”。



1785-010

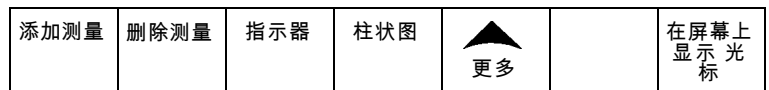
要选择两个通道的测量，请执行下列操作：

1. 按“测量”查看测量菜单。



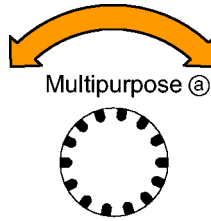
1785-047

2. 按“添加测量”。



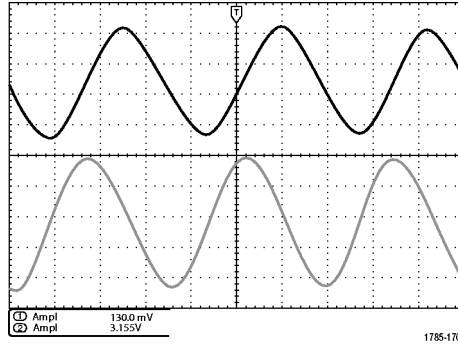
2

3. 如果需要，从侧面菜单中按“信源”并旋转通用旋钮 a 选择通道 1。旋转通用旋钮 b 选择“幅度”测量。从侧面菜单中按“执行添加测量”。重复这一过程，选择通道 2，再次按下“执行添加测量”。



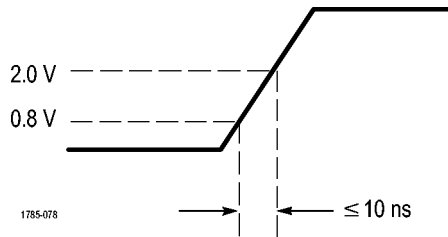
1785-039

- 使用以下公式计算放大器增益：  
 增益 = (输出幅值 ÷ 输入幅值)  
 = (3.155 V ÷ 130.0 mV) = 24.27  
 增益 (dB) = 20 x log(24.27) = 27.7 dB



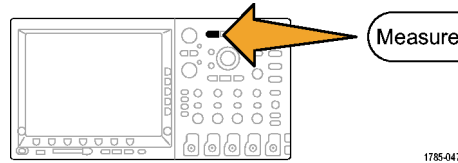
### 自定义测量

在本例中，将验证数字设备的输入信号是否满足其技术规格。特别是从低逻辑电平 (0.8 V) 到高逻辑电平 (2.0 V) 的过渡时间必须小于等于 10 纳秒。

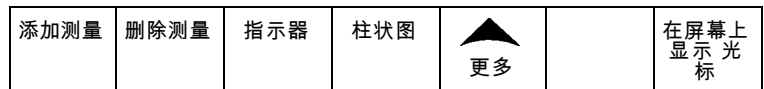


要选择上升时间测量，请执行下列操作：

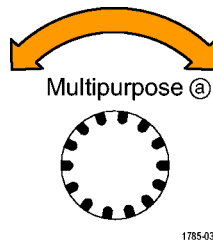
- 按“测量”。



- 按“添加测量”。



- 如果需要，从侧面菜单中按“信源”，旋转通用旋钮 a 选择要测量的通道。旋转通用旋钮 b 选择“上升时间”测量。从侧面菜单中按“OK 添加测量”。



- 重复按“更多”，直至从弹出菜单中选择“参考电平”。

- 按“设置电平单位为”选择“单位”。
- 按“高参考电平”并旋转通用旋钮 a 输入 2.00 伏。如果需要，按“精细”以更改通用旋钮的灵敏度。
- 按“低参考电平”并旋转通用旋钮 a 输入 800 毫伏。如果需要，按“精细”更改通用旋钮的灵敏度。

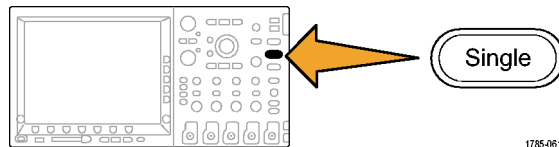
参考电平
设置电平 %   单位
高参考电平 (a) 2.00 V
中参考电平
低参考电平 (a) 800 mV

上升时间通常在信号的 10% 和 90% 幅度电平之间测量。这两个值是示波器用于上升时间测量的默认参考电平，但是，在本例中，需要测量信号通过 0.8 V 和 2.0 V 电平时经过的时间。

可以自定义上升时间测量以测量在任意两个参考电平之间的信号过渡时间。可以将这些参考电平的每一个都设置为信号幅度的特定百分比或垂直单位（如伏特或安培）的特定等级。

**测量特定事件：** 下一步要查看输入数字信号中的脉冲，但脉冲宽度由于不断变化，所以很难建立稳定触发。要查看数字信号的快照，请执行该步骤：

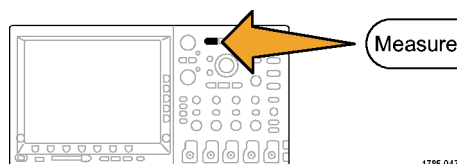
- 按“单次”捕获单次采集。这假设示波器将使用当前设置进行触发。



1785-061

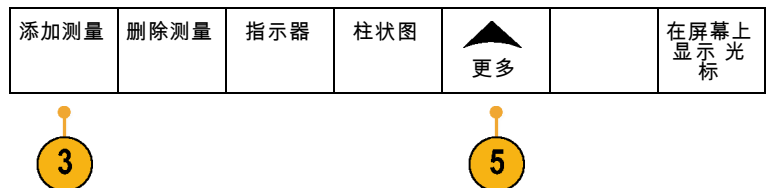
现在要测量每个显示脉冲的宽度。可以使用测量选通来选择要测量的特定脉冲。要测量第二个脉冲，请执行下列操作：

- 按“测量”。

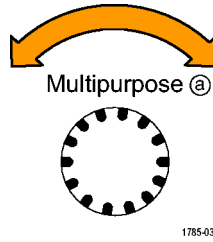


1785-047

- 按“添加测量”。

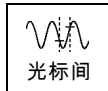


4. 如果需要，从侧面菜单中按“**信源**”，旋转通用旋钮 **a** 选择要测量的通道。旋转通用旋钮 **b** 选择“**正脉冲宽度**”测量。从侧面菜单中按“**OK 添加测量**”。

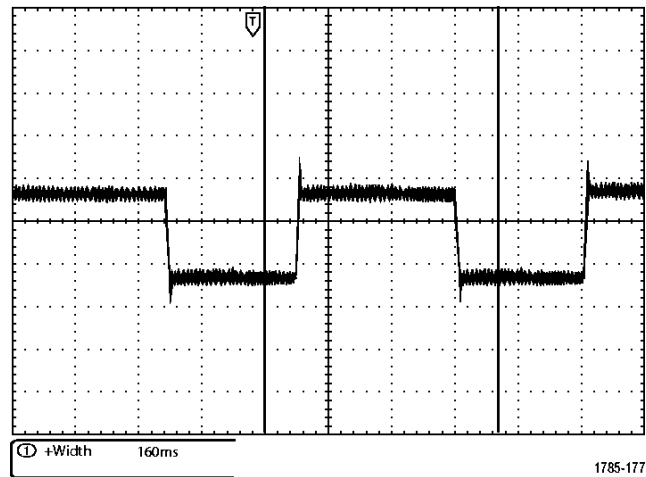


5. 重复按“**更多**”，直至从弹出菜单中选择“**选通**”。

6. 在侧屏幕菜单上选择“**光标间**”使用光标选择测量选通。

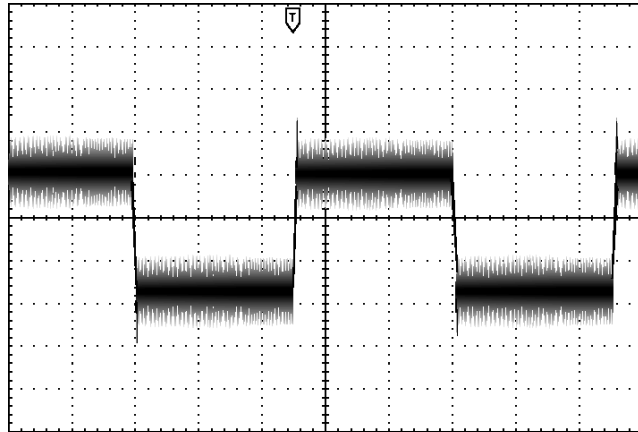


7. 将一个光标置于第二个脉冲的左边，另一个置于其右边。
8. 查看第二个脉冲的显示宽度测量结果（160 毫秒）。



## 分析信号的详细信息

在本例中，如果示波器上显示噪声信号时，需要了解其详细信息。因为此信号可能包含了许多无法从当前显示屏上观察到的信息。

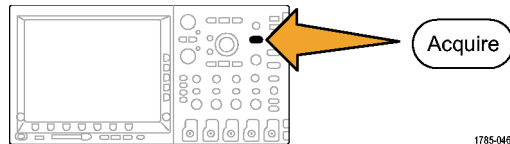


1785-175

### 观察噪声信号

此信号显示噪声。可能噪声导致电路出现问题。要更好的分析噪声，请执行下列操作：

1. 按“采集”。



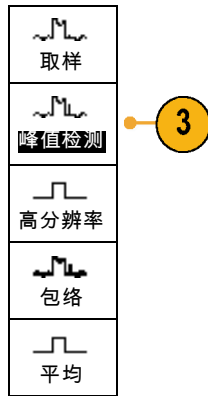
1785-046

2. 在下屏幕菜单中按“模式”。

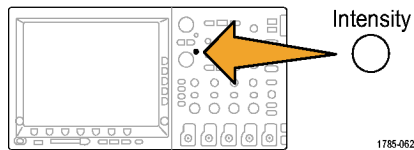
模式 取样	记录长度 10k	延迟 开启   关闭	将水平 位置设为 10%	波形显示	XY 显示 关	
----------	-------------	------------------	--------------------	------	------------	--



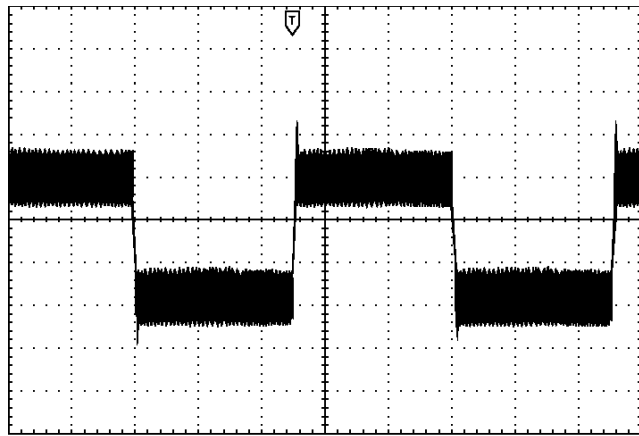
3. 按侧屏幕菜单上的“峰值检测”。



4. 按“亮度”并旋转通用旋钮 a 以便更加方便查看噪声。



5. 查看显示器上的显示结果。峰值检测侧重于窄到 1 纳秒的信号的噪声尖峰和干扰信号，即使是使用较慢的时基设置时。



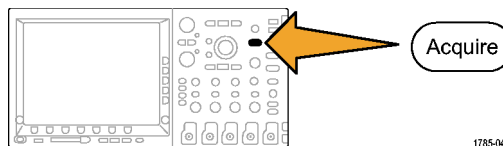
1785-174

峰值检测和其它采集模式在本手册之前的部分说明。（见第46页，采集概念）

### 将信号从噪声中分离

现在，您可能要分析信号形状，并忽略噪声。要减少示波器显示的随机噪声，请执行下列操作：

1. 按“采集”。



1785-046

2. 按“模式”。

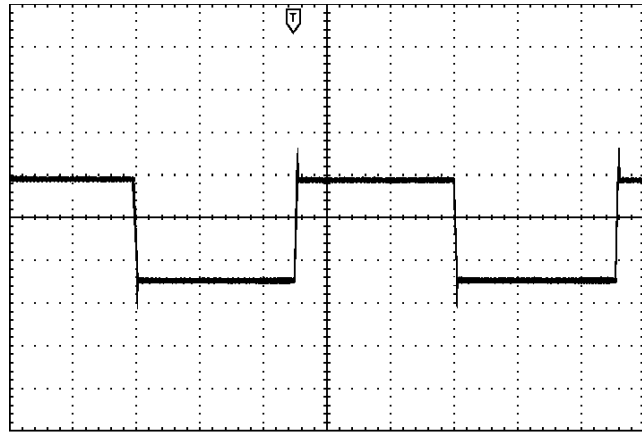
模式 取样	记录长度 10K	延迟 开启   关闭	将水平 位置设为 10%	波形显示	XY 显示 关	
----------	-------------	------------------	--------------------	------	------------	--

2

3. 按侧屏幕菜单上的“平均”。



平均操作可降低随机噪声，并且更容易查看信号的详细信息。在右边的示例中，显示了去除噪声后信号上升沿和下降沿上的振荡。

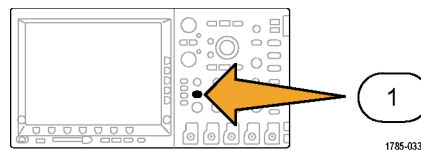


1785-176

## 光标测量

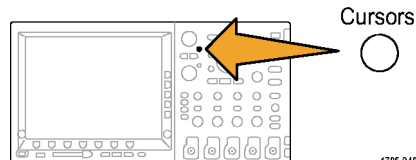
可以使用光标快速测量波形。要测量信号上升沿的振荡频率，请执行以下步骤：

1. 按通道 1 选择通道 1 信号。



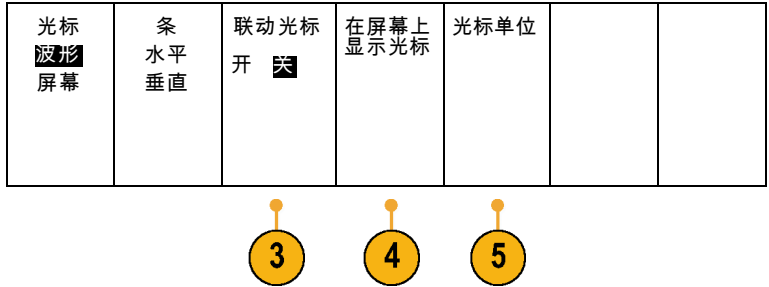
1785-033

2. 按住“光标”可打开光标并显示光标菜单。

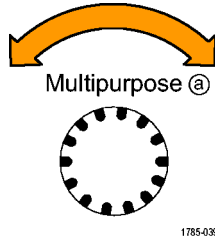


1785-048

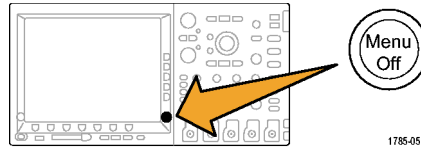
3. 按“联动光标”可将“联动光标”设为“关闭”。
4. 按“在屏幕上显示光标”。
5. 按“光标单位”。



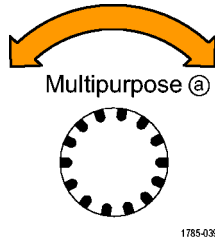
6. 从侧面菜单中按“垂直条单元”（如果此选项未被选中）。旋转多功能旋钮 a 选择 Hz (1/s) 作为测量单位。



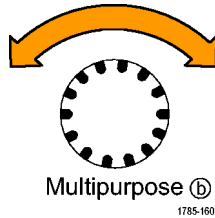
7. 按 Menu Off 将光标控制权分配给通用旋钮。



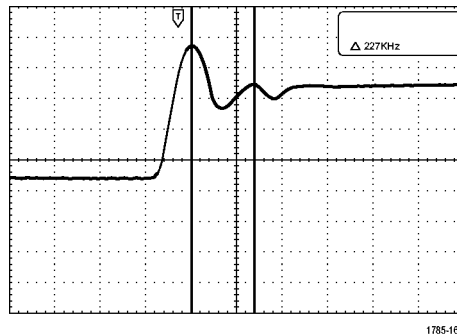
8. 使用通用旋钮 a 将一个光标放在振荡的第一个峰值上。



9. 使用通用旋钮 b 将另一个光标放在振荡的下一个峰值上。



10. 光标  $\Delta$  读数显示振荡频率是 227 kHz。

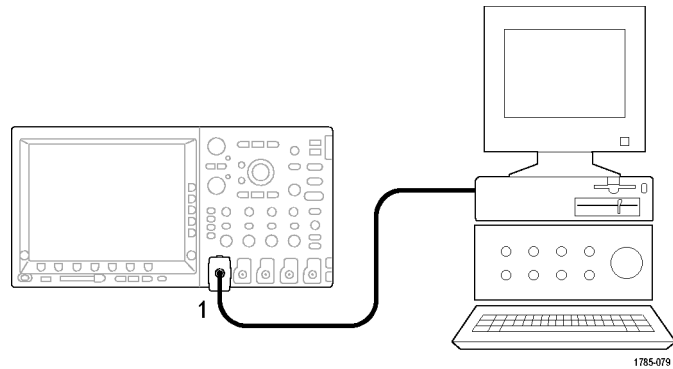




## 视频信号触发

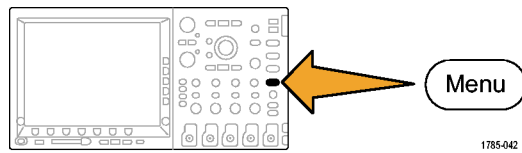
示波器支持 NTSC、SECAM 和 PAL 信号触发。

在本例中，如果正在测试某台医疗设备中的视频电路，则需要显示视频输出信号。视频输出为 NTSC 标准信号。使用视频信号可获得稳定的显示。



要触发视频场，请执行下列操作：

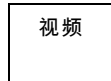
1. 按触发“菜单”。



2. 按“类型”。



3. 旋转通用旋钮 a 滚动触发类型侧面菜单，选择“视频”。



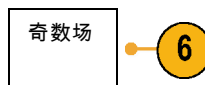
4. 按“视频标准”，旋转通用旋钮 a 滚动标准，选择 525/NTSC。

类型	视频标准	源	触发开			模式
视频	525/NTSC	1	所有行			自动触发 & 释放

5. 按“触发器打开”。

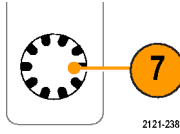


6. 选择“奇数场”。

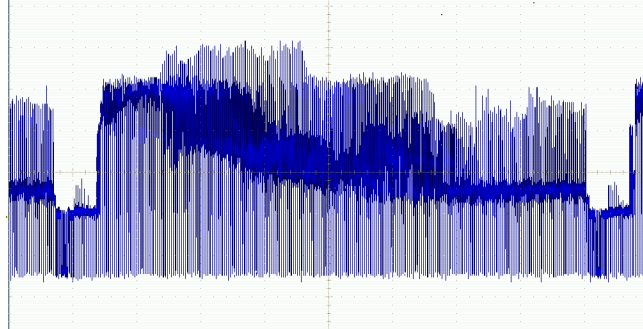


如果信号为非交织，则可以选择触发“所有场”。

7. 旋转“水平标度”旋钮在整个屏幕中查看完整场。



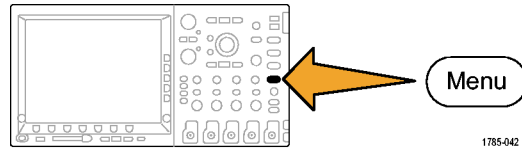
8. 查看结果。



### 触发行

触发行。要查看场中的视频行，请执行下列操作：

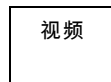
1. 按触发“菜单”。



2. 按“类型”。



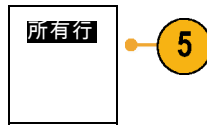
3. 旋转通用旋钮 a 滚动触发类型侧面菜单，选择“视频”。



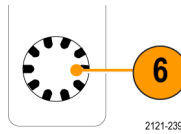
4. 按“触发位置”。

类型 视频	视频标准 525/NTSC	源 1	触发位置 所有行			模式 自动触发 & 释放
----------	------------------	--------	-------------	--	--	--------------------

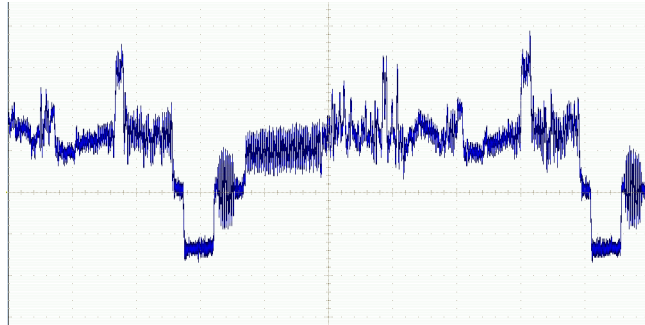
- 选择“所有行”。  
要在特定行上触发，请选择“行数”，使用通用旋钮 **a** 选择行号。



- 调整“水平标度”在整个屏幕中查看完整视频行。



- 观察结果。

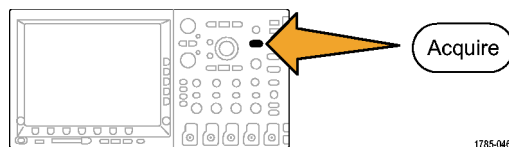


## 捕获单触发信号

在本例中，某台设备中簧片继电器的可靠性非常差，您需要解决此问题。您怀疑是电器打开时簧片触点会出拉弧现象。打开和关闭继电器的最快速度是每分钟一次，所以您需要将通过继电器的电压作为一次单触发信号来采集。

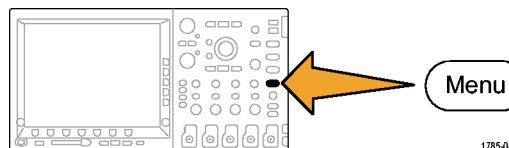
要设置单触发采集，请执行下列操作：

- 将要查看的信号的“垂直标度”和“水平标度”调整至相应范围。
- 按“采集”。

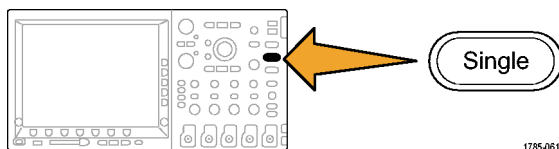


- 按“模式”。
- 选择“取样”。

- 按触发“菜单”。

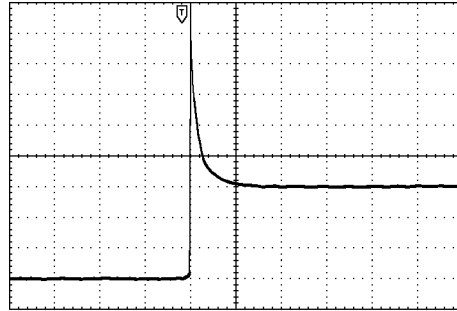


6. 按“斜率”和  $\swarrow$ 。
7. 旋转“触发位置”旋钮将触发位置调整为继电器打开和关闭电压之间的中间电压。
8. 按“单次”（单次序列）。



继电器打开时，示波器触发并采集事件。

“单次”序列按钮禁用自动触发以便只采集一个有效触发信号。



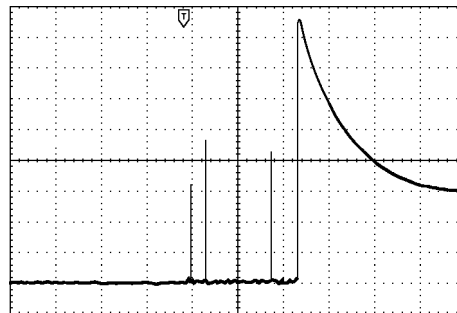
1785-171

## 优化采集

初始采集的信号显示继电器触点在触发点处开始打开。随后有一个大的尖峰，表示触点弹回且在电路中出现感应。这种感应现象会使触点拉弧，从而导致继电器过早失效。

在进行下一个采集之前，可以调整垂直和水平控制，以预览下一个采集的概况。调整这些控制时，当前采集将重新定位、扩展或压缩。该预览对于捕获下一个单触发事件之前优化设置很有用。

当使用新的垂直和水平设置捕获下一个采集时，可以查看有关继电器触点打开的详细信息。此时可看到当它打开时，触点为回弹多次。

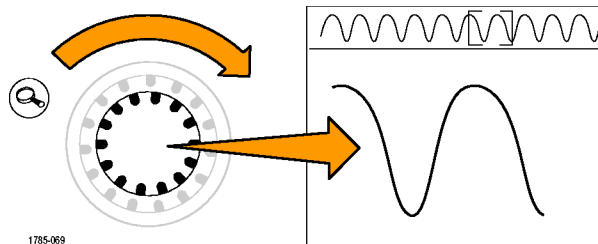


1785-173

## 使用水平缩放功能

要更清楚的查看采集波形上的某个特定点，可以使用水平缩放功能。当继电器触点首次打开时，要更清楚的查看继电器触点打开的点，请执行下列操作：

1. 旋转“缩放”旋钮。

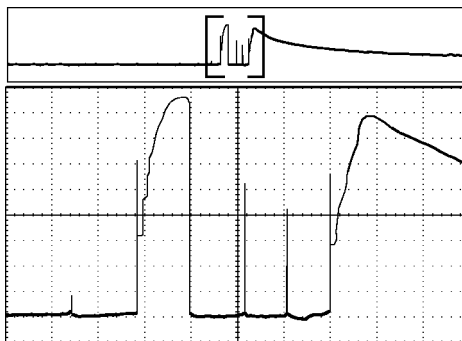


1785-089

2. 旋转“平移”旋钮将缩放中心放置于接近继电器触点开始打开的位置。

3. 旋转“**缩放**”旋钮放大缩放窗口中的波形。

电路中外部波形和电感负载表示继电器触点在打开时出现拉弧。



1785-173

## 使用 TLA5000 逻辑分析仪关联数据

要排除快速时钟边沿和数据速率设计的故障，可以使用此分析仪帮助您查看与电路中复杂数字事件有关的数字信号的模拟特征。可以使用 iView 实现此操作，iView 可以将模拟波形从示波器传输到逻辑分析仪显示屏。然后，可以逐个查看时间相关的模拟和数字信号并使用它来分辨毛刺和其它问题的事件源。

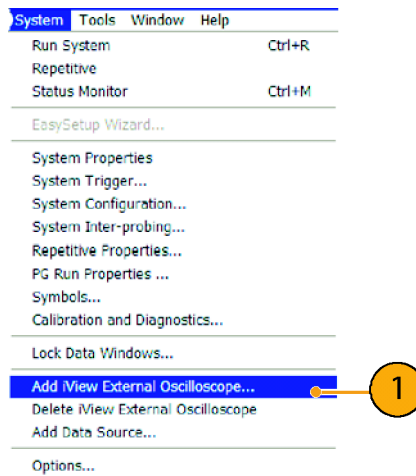
**说明：** 4000 系列示波器产生的数字波形不能传输到逻辑分析仪显示器上。

iView 外部示波器电缆允许将逻辑分析仪连接到 Tektronix 示波器。这样可在两台仪器之间进行通信。对于 4000 系列示波器，还需要 TEK-USB-488 适配器。TLA 应用系统菜单提供的“添加外部示波器”向导，可指导完成在逻辑分析仪和示波器之间连接 iView 电缆。

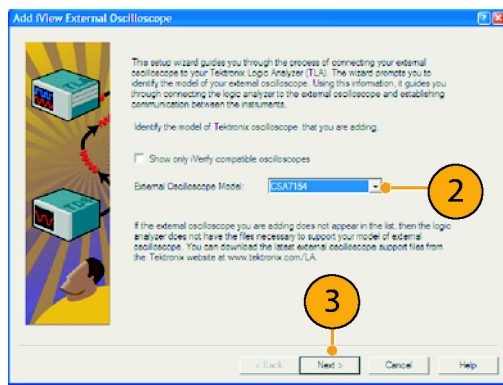
TLA 还提供了一个设置窗口帮助验证、更改和测试示波器设置。在采集和显示波形前，必须使用“添加外部示波器”向导在 Tektronix 逻辑分析仪和示波器之间建立连接。

要进行上述操作，请执行下列操作：

1. 在逻辑分析仪的“系统”菜单中选择“添加 iView 外部示波器...”。



2. 选择示波器型号。
3. 请根据屏幕提示进行操作，然后单击“下一步”。
4. 有关 Tektronix 示波器与逻辑分析仪之间关联数据的详细信息，请参阅 Tektronix 逻辑分析仪文档。



## 跟踪发现总线异常

在本例中，如果正在测试新 I<sup>2</sup>C 电路。测试过程中出现某些问题。您命令主 IC 发送一个消息给从 IC。然后等着接收返回的数据和 LED 变亮。但灯一直未亮。在发出的大约十条命令中，是哪一个导致了问题出现呢？找到出现问题的位置后，又如何确定出现了什么错误呢？

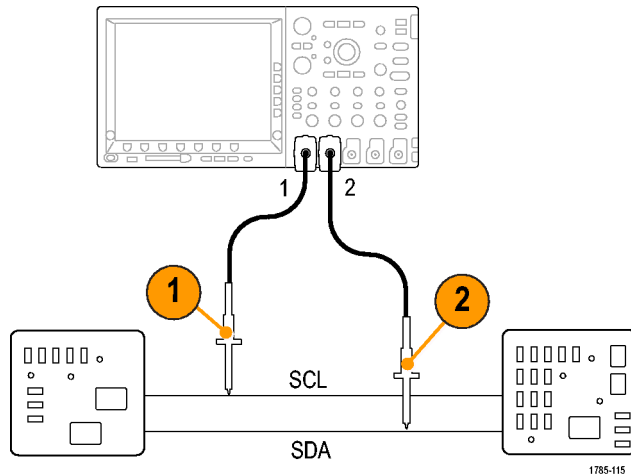
可以使用示波器及其串行触发和长记录长度管理功能，在总线的物理层和协议层进行问题跟踪。

### 基本策略

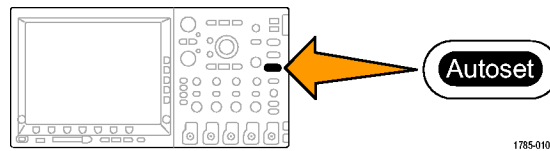
首先，通过设置总线参数和触发显示和采集总线信号。然后，使用“搜索/标记”功能在每个包中滚动搜索。

**说明：** 在 I<sup>2</sup>C、SPI、USB、CAN、LIN、FlexRay、RS-232、RS-422、RS-485、UART、I<sup>2</sup>S、左对齐、右对齐和 TDM 总线信号上触发需要使用相应的 DPO4EMBD、DPO4USB、DPO4AUTO、DPO4AUTOMAX、DPO4COMP 或 DPO4AUDIO 串行触发和分析模块。在并行总线信号上触发需要使用 MSO4000 系列示波器。

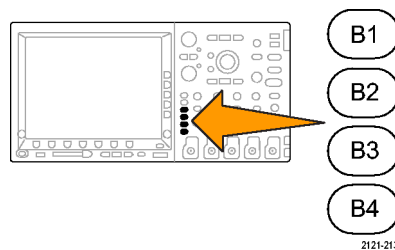
1. 将通道 1 探头连接到时钟线。
2. 将通道 2 探头连接到数据线。



3. 按“自动设置”。

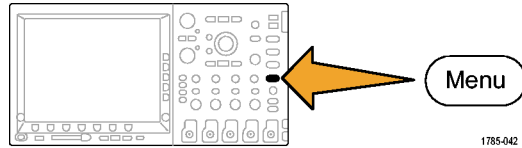


4. 按 B1 按钮并在出现的屏幕菜单中输入 I<sup>2</sup>C 总线的参数。





5. 按触发 Menu。

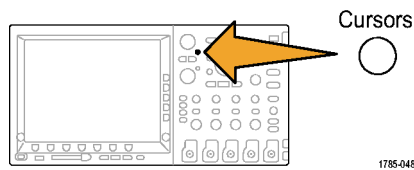


6. 按“类型”选择“总线”。在出现的屏幕菜单中输入触发参数。

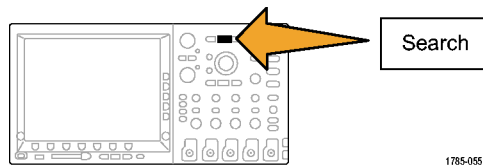
类型	信号源总线	触发位置	地址		方向	模式
总线	B1 (I2C)	地址	07F		读	自动触发 & 释放

6

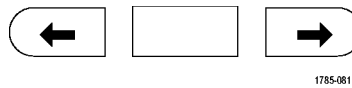
7. 分析物理层。例如，可以使用光标进行手动测量。（见第97页，*使用光标进行手动测量*）也可以使用自动测量。（见第89页，*进行自动测量*）



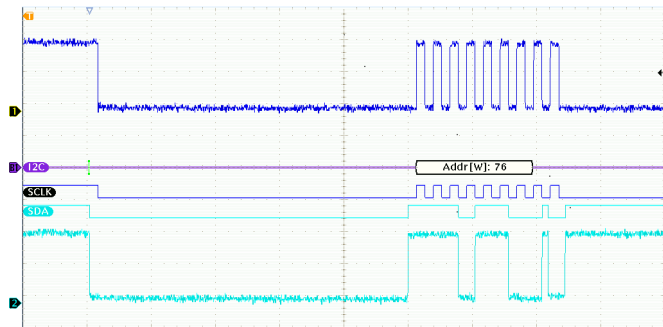
8. 按“搜索”。将“搜索标记”设置为“打开”。在下屏幕菜单和相关的侧屏幕菜单中输入搜索类型、信号源和其它相关参数。（见第108页，*管理长记录长度波形*）



9. 按右箭头键向前跳到下一个搜索点。不停的按直到看到所有事件。使用左箭头键返回。现在您是否拥有了所需的全部信号包？如果没有，请将搜索至少缩小到上一个发送的包。



10. 在协议层分析解码包。是否以正确顺序发送了数据字节？是否使用了正确地址？



## 对使用并行总线的电路进行故障排除

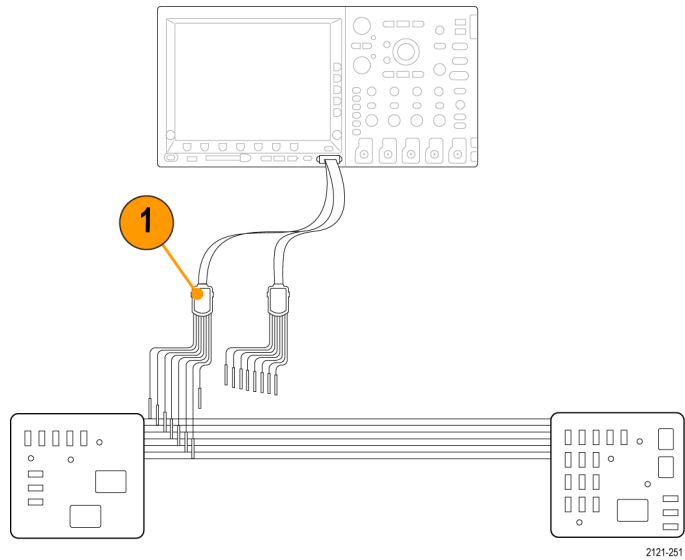
在这个示例中，将使用示波器监视并行总线。可使用 MS04000 串行示波器及其 16 个数字通道来分析总线。MS04000 系列不但允许查看信号的开关状态，而且能够对并行总线信号进行解码。

### 基本策略

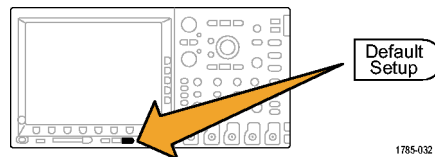
首先，显示和采集数字信号。然后，使用“搜索/标记”功能在数据中进行搜索。

**说明：** MS04000 系列示波器支持在并行总线信号上进行触发和解码。

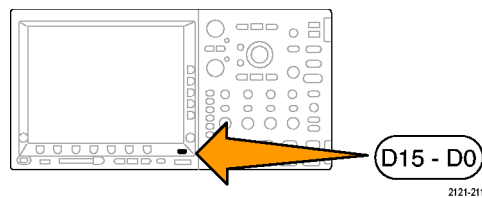
1. 将所需的逻辑探头端部连接到所需的测试点。为了简单起见，本例中连接一个 7 位计数器。



2. 按 **Default Setup**。然后按通道 1 按钮即从显示中删除波形。

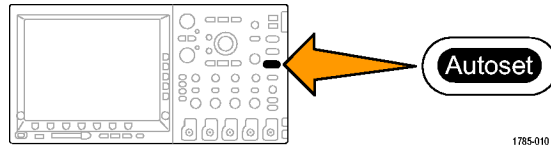


3. 按 **D15-D0** 按钮。

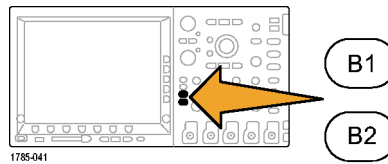


4. 按“D15-D0 开/关”下屏幕按钮，然后按“打开 D7-D0”侧屏幕可显示数字波形。要关闭通道，使用通用旋钮 a 选择该通道，然后按“显示”侧屏幕并选择“关”。

5. 按“自动设置”。

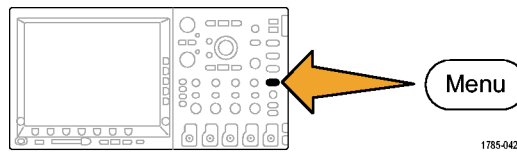


6. 按 B1 按钮，选择总线类型“并行”。按下屏幕“定义输入”，然后输入总线的“定时数据”、“时钟边沿”、“位数”和“定义位数”参数。

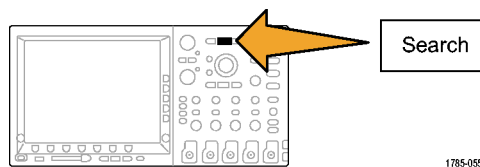


7. 旋转水平“标度”旋钮调整时基。  
当增加每分度的时间时，将在“总线”显示中出现更多数据。

8. 按触发“菜单”。按“类型”，选择“总线”，然后输入触发参数，例如“信号源总线”和“数据”。根据需要定义模式和释抑。



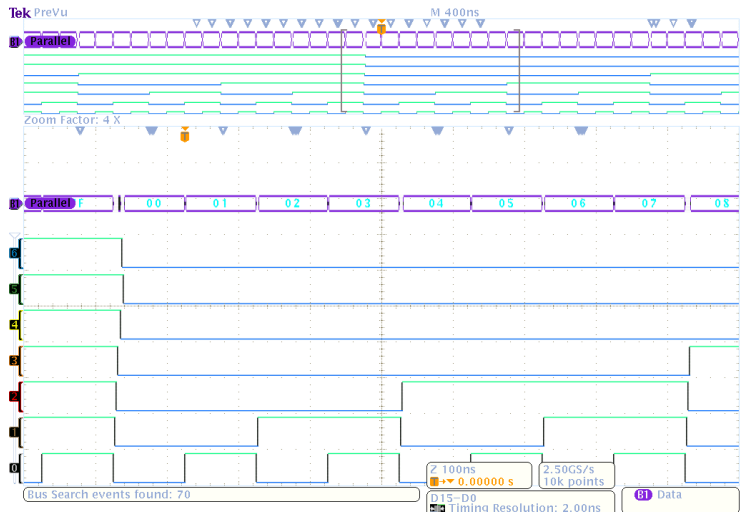
9. 按“搜索”，按“搜索”下屏幕按钮，然后在侧屏幕菜单中选择“开”。



10. 按“搜索类型”。使用通用旋钮 a 选择“总线”，然后按“数据”。使用通用旋钮 a 和 b 定义数据值。

11. 按向前和向后标记按钮在记录中导航。

12. 按“缩放”，然后“平移”到需要的区域来分析结果。



## RS-232 总线故障排除

在此示例中，将考察不同数字电路中数字信号的模拟特征。这样即可分析信号的完整性。例如现在测试 RS-232 总线信号。

可使用 MSO4000 系列示波器及其 2 个或 4 个模拟通道以及 16 个数字通道来跟踪问题。甚至可将 RS-232 信号解码成 ASCII 字符。

### 基本策略

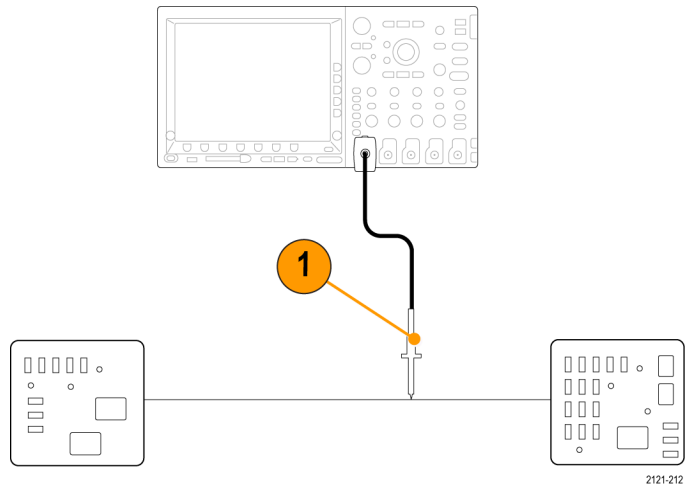
首先，显示和采集数字信号。然后，同时观察信号的模拟和数字表现。最后，使用“搜索/标记”功能搜索每个 RS-232 字节。

---

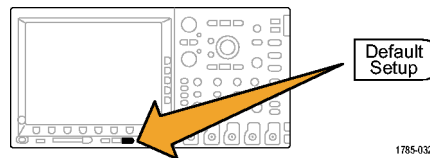
**说明：** 在 RS-232 总线信号上触发需要使用 DPO4COMP 系列触发和分析模块。（见第13页，*应用模块免费试用*）

---

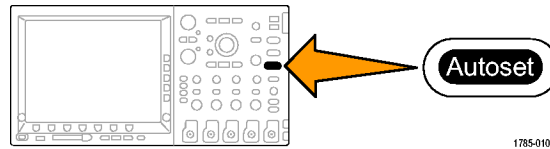
1. 将所需的模拟探头端部连接到所需的测试点。



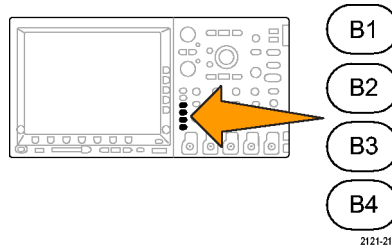
2. 按 Default Setup。



3. 按“自动设置”。

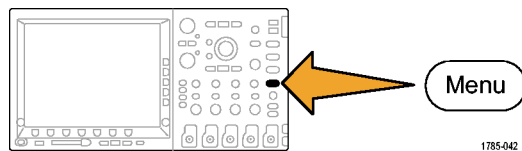


- 按 B1。
- 按“总线 B1”下屏幕按钮，使用通用旋钮 a 选择 RS-232，然后在出现的屏幕菜单中输入总线的参数。

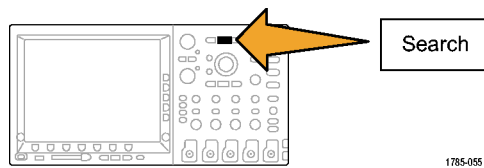


- 按“总线显示”下屏幕按钮，按“总线和波形”侧屏幕按钮，然后按 ASCII 侧屏幕。
- 旋转水平“标度”旋钮调整时基。当增加每分度的时间时，将在“总线”显示中出现更多数据。

- 按“菜单”，按“菜单”下屏幕按钮，选择“总线”触发类型。定义触发的条件类型，例如“发送开始位”。



- 按“搜索”，按“搜索”下屏幕按钮，然后在侧屏幕菜单中选择“开”。



- 按“搜索类型”。使用通用旋钮 a 选择“总线”。按“搜索”，然后选择所需的搜索，例如“发送开始位”。
- 按向前和向后标记按钮在记录中导航。
- 按“缩放”，然后“平移”到需要的区域来分析结果。



## 附录：保证技术规格

模拟带宽, 50 $\Omega$	下述限制针对环境温度 $\leq 30^{\circ}\text{C}$ 且带宽选择设为“满带宽”的情况。如果环境温度高于 $30^{\circ}\text{C}$ , 每升高 $1^{\circ}\text{C}$ 则上限带宽频率降低 1%。		
仪器	5 毫伏/分度至 1 伏/分度	2 毫伏/分度至 4.98 毫伏/分度	1 毫伏/分度至 1.99 毫伏/分度
DPO/MS04104	直流至 1 GHz	直流至 350 MHz	直流至 200 MHz
DPO/MS04054	直流至 500 MHz	直流至 350 MHz	直流至 200 MHz
仪器	2 毫伏/分度至 1 伏/分度	1 毫伏/分度至 1.99 伏/分度	
DPO/MS04034	直流至 350 MHz	直流至 200 MHz	
DPO/MS04032	直流至 350 MHz	直流至 200 MHz	
输入阻抗, 直流耦合	1 M $\Omega$ $\pm$ 1% 并联 13 pF $\pm$ 2 pF 50 $\Omega$ $\pm$ 1%		
	DPO/MS04101: VSWR $\leq$ 1.5:1, 从直流到 1 GHz, 典型		
	DPO/MS04054: VSWR $\leq$ 1.5:1, 从直流到 500 MHz, 典型		
	DPO/MS04034、DPO/MS04032: VSWR $\leq$ 1.5:1, 从直流到 350 MHz, 典型		
直流平衡	0.2 分度, 输入直流 50 $\Omega$ 耦合 50 $\Omega$ 端接 2 毫伏/分度时 0.25 分度, 输入直流 50 $\Omega$ 耦合 50 $\Omega$ 端接 1 毫伏/分度时 0.5 分度, 输入直流 50 $\Omega$ 耦合 50 $\Omega$ 端接 0.2 分度, 输入直流 1 M $\Omega$ 耦合 50 $\Omega$ 端接 1 毫伏/分度时 0.3 分度, 输入直流 1 M $\Omega$ 耦合 50 $\Omega$ 端接		
直流增益精度	对于 1 M $\Omega$ 路径: $\pm$ 1.5%, $30^{\circ}\text{C}$ 以上降额 0.100%/ $^{\circ}\text{C}$ $\pm$ 3.0% 可变增益, $30^{\circ}\text{C}$ 以上降额 0.100%/ $^{\circ}\text{C}$		
	对于 50 $\Omega$ 路径: $\pm$ 1.5%, $30^{\circ}\text{C}$ 以上降额 0.050%/ $^{\circ}\text{C}$ $\pm$ 3.0% 可变增益, $30^{\circ}\text{C}$ 以上降额 0.050%/ $^{\circ}\text{C}$		
偏置精度	$\pm$ [0.005 $\times$   偏置 - 位置   + 直流平衡]		
	<b>说明:</b> 位置和常量偏置项必须要乘以适当的伏特/分度项, 折算成伏。		
长期取样速率和延迟时间精度	$\pm$ 5 ppm, 在任何 $\geq$ 1 毫秒的时间间隔上。		
辅助输出 (AUX OUT)	低电平为真; 低电平到高电平的过渡表示发生触发。逻辑电平如下表所示:		
	特性	极限值	
	Vout (HI)	$\geq$ 2.5 V, 开路; $\geq$ 1.0 V, 接对地 50 $\Omega$ 负载	
	Vout (LO)	$\leq$ 0.7 V, 接 $\leq$ 4 mA 负载; $\leq$ 0.25 V, 接对地 50 $\Omega$ 负载	

时间增量测量精度 对于给定的仪器设置和输入信号，计算时间增量测量精度 (DTA) 的公式如下所示  
(假定忽略高于奈奎斯特频率的信号量)：

$SR_1$  = 测量中第 1 点附近的转换速率 (第 1 边沿)

$SR_2$  = 测量中第 2 点附近的转换速率 (第 2 边沿)

$N$  = 输入带来的噪声 ( $V_{rms}$ ；请参阅随机噪声和取样采集模式规格)

$t_{sr}$  =  $1 /$  (取样速率)

TBA = 时基精度 (请参阅长期取样速率和延迟时间精度规格)

$t_p$  = 增量时间测量长度 (秒)

RD = (记录长度) / (取样速率)

$DTA_{PP} =$

$$\pm 5 \times \sqrt{2 \left( \frac{N}{SR_1} \right)^2 + 2 \left( \frac{N}{SR_2} \right)^2 + (3ps + 1 E^{-7} \times RD)^2 + 2t_{sr} + TBA \times t_p}$$

$DTA_{RMS} =$

$$\sqrt{2 \left( \frac{N}{SR_1} \right)^2 + 2 \left( \frac{N}{SR_2} \right)^2 + (3ps + 1 E^{-7} \times RD)^2 + \left( \frac{2t_{sr}}{\sqrt{12}} \right)^2 + TBA \times t_p}$$

假设因假波造成的误差可以忽略不计。

平方根号下的项是稳定度，是由 TIE (时间间隔误差) 造成的。此项造成的误差在整个单次测量中都会出现。第二项是由时基的绝对中心频率精度和中心频率稳定度造成的，在观察间隔 (从第一个单次测量到最后一个单次测量之间的时间长度) 中的多个单次测量之间会有所不同。

数字通道阈值精度，MSO4000 系列  $\pm [100 \text{ 毫伏} + \text{校准后阈值设置的 } 3\%]$





# 索引

## 字母和数字

50  $\Omega$  protection, 84  
 B1 / B2 / B3 / B4 button, 30, 69  
 B1 / B2 button, 50, 51  
 B trigger, 74  
 Blackman-Harris FFT  
     window, 105  
 BNC interface, 9  
 CAN, 30, 50, 69  
 CAN trigger, 71  
 CompactFlash, xi, 4, 30, 33, 114  
 D15 - D0 button, 33, 62  
 dl/dt, 3  
 DPO4AUTO, 50  
 DPO4COMP, 50  
 DPO4EMBD, 50  
 DPO4AUDIO, 3, 50, 129  
 DPO4AUTO, 3, 129  
 DPO4AUTOMAX, 3, 50, 129  
 DPO4COMP, 3, 129  
 DPO4EMBD, 3, 129  
 DPO4PWR, 3, 50, 129  
 DPO4USB, 50, 129  
 DPO4, 3, 68, 129  
 dV/dt, 3  
 e\*Scope, 24  
 Excel, 21  
 FFT  
     Blackman-Harris, 105  
     Hamming, 105  
     Hanning, 105  
         controls, 104  
         Rectangular, 105  
 firmware.img file, 18  
 FlexRay, 30, 50, 69  
 GPIB, 22, 39  
 GPIB address, 23  
 Hamming FFT window, 105  
 Hanning FFT window, 105  
 I2C, 30, 50, 69  
     trigger, 70, 72  
 I2S, 30, 50, 69  
 IRE graticule, 78  
 ISF format, 118  
 LabView, 21  
 LIN, 30, 50, 69  
     trigger, 71  
 MagniVu, xi, 62  
 MagniVu readout, 36  
 M button, 31, 103, 104  
 mV graticule, 78  
 NEX-HD2HEADER, 4  
 NI LabVIEW SignalExpress, 1  
 NI SignalExpress Tektronix Edition  
     software, xi  
 OpenChoice, xi, 1  
 P6139A probe, 1  
 P6516 probe, 2, 61  
 P6516 probe ground leads, 60  
 PictBridge, 24, 39, 122  
 RS-232, 30, 50, 69  
     trigger, 71  
         cursor readout, 99  
         decoding, 59  
         byte matching, 72  
         bus example, 152  
 RS-422, 30, 50  
 RS-485, 30, 50  
 Sigma1 测量, 93  
 Sigma2 测量, 93  
 Sigma3 测量, 93  
 SPC, 17  
 SPI, 30, 50, 69  
 SPI trigger, 70  
 TDM, 30, 50, 69  
     trigger, 72  
 Tek-USB-488 Adapter, 4, 22, 23,  
     39  
 TekSecure, 127  
 TekVPI, 8  
 TPA-BNC Adapter, 4, 8  
 UART, 30, 50  
 USB, xi, 4, 24, 50, 69, 114, 122  
     触发, 71  
     device port, 39  
     host ports, 33, 39  
 USBTMC, 39  
 Utility button, 14, 15, 17, 29, 77,  
     78, 87, 88, 122  
 Utility menu, 14, 15, 29, 33, 77,  
     87, 88  
 VISA, 21  
 Wave Inspector, xi, 108  
 XY  
     cursors, 99  
     display, 77

## A

Button  
     B1 / B2, 30, 50  
     B1 / B2 / B3 / B4, 69  
     B1 / B2 bus, 51  
     D15 - D0, 33, 62  
     M, 31, 103, 104  
     Save / Recall, 30, 33, 116  
     Play-pause, 32, 109  
     Menu Off, 34, 131  
     Acquire, 29, 48, 76, 137,  
         138  
     Ref, 30, 107, 118  
     Measure, 29, 89, 94, 95,  
         130, 133, 134, 135  
     Test, 29  
     Trigger, 29  
     Trigger menu, 66, 141  
     Trigger level, 32  
     Vertical, 30  
     Single, 32, 75, 135, 144  
     Print, 33  
     printer, 126  
     Cursors, 31, 97  
     Intensity, 79  
     Default Setup, 33, 40, 43  
     Force Trig, 32, 63  
     Previous, 32  
     Set to 50%, 32, 65  
     Set / Clear Mark, 32, 110  
     Math, 31, 103, 104  
     Search, 29, 111  
     Zoom, 32  
     Channel, 30  
     Fine, 29, 31, 32, 33  
     Next, 32  
     Utility, 14, 15, 17, 29, 77,  
         78, 87, 88, 122  
     Select, 31  
     hard copy, 33, 126  
     Run/Stop, 32, 50, 75  
     Autoset, 12, 29, 32, 40,  
         44, 130  
     bus, 50, 51, 69  
 安全概要, v  
 Security lock, 9  
 Before Installation, 1

**B**

White edges, 87  
 Version, firmware, 21  
 Transit case, 4  
 Saving  
   waveforms, 116  
   reference waveforms, 118  
   screen images, 116  
   setups, 119  
 Save / Recall Save button, 33, 116  
 Save / Recall menu, 30, 33, 116  
 Save / Recall Menu button, 30  
 Saving and recalling Information, 114  
 Securing memory, 127  
 Envelope acquisition mode, 47  
 Backlight intensity, 79  
 Variable persistence, 77  
 Edges  
   White, 87  
   Fuzzy, 87  
 Edge trigger, defined, 66  
 Table, Event, 53  
 Mark, 110  
 Label bus, 84  
 Overlay, 15  
 标准偏差测量, 93  
 Scale  
   Vertical, 80, 143  
   Horizontal, 32, 80, 105, 142, 143, 146  
   digital channels, 85  
 Parallel bus, xi, 50, 69  
 Parallel bus trigger, 69  
 Parallel bus anomalies, 150  
 Play, 109  
 Play-pause button, 32, 109  
 Play-pause mode, 109

Waveform  
   play, 109  
   play-pause, 109  
   intensity, 79  
   pan, 108, 109  
   removing, 76  
   search and mark, 110  
   zoom, 108  
   adding, 76  
   display style, 76  
   record defined, 46  
   user marks, 110  
   pause, 109  
   柱状图测量, 92  
 Waveform record, 46  
 Waveform record view, 35  
 Waveform baseline indicator, 37  
 波形数测量, 92  
 Compensate probe, 12  
 Compensate signal path, 17

**C**

Menu, 27  
   buttons, 29  
   Save / Recall, 30, 33, 116  
   Reference, 30, 107  
   Measurement, 29  
   Trigger, 29, 66, 73, 141  
   Vertical, 30, 81  
   Cursors, 97  
   Default Setup, 33  
   Math, 31  
   Utility, 14, 15, 29, 33, 77, 87, 88, 122  
   Bus, 30, 51  
 Menu Off button, 34, 131  
 Acquisition  
   readout, 34  
   sampling, 46  
   input channels and digitizers, 46  
   modes defined, 47  
 Acquire button, 29, 48, 76, 137, 138  
 Ref button, 30, 107, 118  
 Reference waveforms, 107  
   saving, 118  
   saving 10 M waveforms, 107  
   removing, 107, 119  
   displaying, 118  
 Reference menu, 30, 107  
 Reference levels, 96  
 Ref R, 118  
 Operating specifications, 5  
 Measurements  
   reference levels, 96  
   cursor, 97  
   snapshot, 95  
   statistics, 94  
   defined, 90  
   柱状图, 92  
   automatic, 89  
 Measure button, 29, 89, 94, 95, 130, 133, 134, 135  
 Measurement menu, 29  
 Side panel connector, 38  
 Test button, 29  
 Factory calibration, 18  
 Long record length, 148  
   management, 108  
 Undo  
   Default Setup, 43  
   Autoset, 44  
 Serial bus, 50, 148  
 Serial bus trigger, 69  
 Trigger  
   Trigger on B events, 74  
   CAN bus, 71  
   I2C bus, 70, 72  
   LIN bus, 71  
   RS-232 byte matching, 72  
   RS-232 bus, 71  
   SPI bus, 70  
   TDM bus, 72  
   USB 总线, 71  
   Edge, defined, 66  
   parallel buses, 50, 69  
   parallel bus data matching, 72  
   serial buses, 50, 69, 148  
   point, 46  
   level, 65  
   level icon, 36  
   level knob, 65  
   readout, 36, 73  
   concepts, 63  
   data matching on a rolling window, 72  
   posttrigger, 63, 65  
   Setup and Hold, defined, 68  
   Logic, defined, 67

Pulse Width, defined, 67  
 modes, 63, 66  
 coupling, 64  
 Frequency readout, 88  
 Runt, defined, 67  
 forcing, 63  
 Rise/Fall, defined, 68  
 event, defined, 63  
 Video, defined, 68  
 video lines, 142  
 holdoff, 64  
 level button, 32  
 position icon, 35  
 slope, 65  
 sequential, 73  
 Sequence (B Trigger),  
 defined, 67  
 delayed, 73  
 B trigger after delay  
 time, 74  
 Right Justified bus, 72  
 pretrigger, 63, 65  
 status readout, 35  
 byte matching, 72  
 buses, 69  
 Bus, defined, 68  
 Left Justified bus, 72  
 Trigger menu, 29, 66, 73, 141  
 button, 66, 141  
 Trigger types, defined, 66  
 Trigger modes  
 Normal, 63  
 Auto, 63  
 Trigger Out connector, 39  
 Vertical  
 button, 30  
 scale, 80, 143  
 menu, 30, 81  
 Menu knob, 33  
 Scale knob, 33, 41  
 Offset, 82, 84  
 position, 80  
 position and offset, 84  
 position and autose, 45  
 Position knob, 33, 41  
 Offset vertical, 82  
 Memory, erasure of, 127

## D

Bandwidth, xi, 82  
 Single button, 32, 75, 135,  
 144

Single sequence, 50, 75  
 Print, 122  
 hard copy, 122  
 Ethernet, 124  
 Print button, 33  
 Level, trigger, 65  
 Voltage, Output, P6139A, 6  
 Voltage, Input  
 MSO4000 and  
 DPO4000, 5  
 P6139A, 6  
 Power  
 cord, 2  
 off, 11  
 switch, 33  
 removing, 11  
 input, 39  
 supply, 10  
 Recalling  
 waveforms, 116  
 setups, 119  
 Low measurement, 91  
 Timing resolution readout, 36  
 Multipurpose knob, 29, 31,  
 48, 118, 140  
 Multiple transition  
 detection, 87  
 Readout  
 MagniVu, 36  
 Acquisition, 34  
 Trigger, 36, 73  
 Trigger frequency, 88  
 Trigger status, 35  
 Timing resolution, 36  
 Auxiliary, 37  
 Cursor, 35, 99  
 Record length/sampling  
 rate, 36  
 Horizontal posi-  
 tion/scale, 36  
 Channel, 37

## F

Invert, 81  
 Pk-Pk measurement, 91, 93  
 Peak detect acquisition  
 mode, 47  
 峰值命中数测量, 93  
 Amplitude measurement, 91  
 Accessories, 1  
 Negative Pulse Count  
 measurement, 92

Negative Pulse Width  
 measurement, 90  
 Negative Overshoot  
 measurement, 91  
 Negative Duty Cycle  
 measurement, 90  
 Auxiliary readout, 37

## G

Cover, front, 1  
 High measurement, 91  
 High-low indicators, 37  
 Height, MSO4000 and  
 DPO4000, 5  
 Hi Res acquisition mode, 47  
 Advanced math, 106  
 Graticule  
 IRE, 78  
 mV, 78  
 intensity, 79  
 Cross Hair, 78  
 Full, 78  
 styles, 77  
 Grid, 78  
 Frame, 78  
 Power consumption,  
 MSO4000 and  
 DPO4000, 5  
 Functional check, 11  
 Cursors, 97  
 XY, 99  
 button, 31, 97  
 menu, 97  
 measurements, 97  
 linking, 97  
 Cursor readout, 35, 99  
 About, 21  
 Firmware version, 21  
 Firmware upgrade, 18  
 Rolling window data  
 matching, 72  
 Roll mode, 49, 50

## H

Altitude  
 MSO4000 and  
 DPO4000, 5  
 P6139A, 6  
 P6516, 7  
 Landscape, 116, 123  
 Posttrigger, 63, 65

Rear-panel connectors, 39

## J

Ground yourself to discharge static, 10  
Setup and Hold trigger, defined, 68  
Keyboard, 26  
Clearance, MSO4000 and DPO4000, 5  
Calibration, 17, 18  
Calibration certificate, 1  
Ground, 10  
Ground lead, 13  
Ground strap, 10  
Ground strap connector, 38  
Rackmount, 4  
Record length, xi, 46  
Record length/sampling rate readout, 36  
Confidential data, 127  
禁用自动设置, 44  
Specifications  
  operating, 5  
  power supply, 10  
Baseline indicators, 37  
RMS measurement, 92  
LAN port, 39

## K

Switch, power, 33  
Start an acquisition, 75  
  Controls, 27  
  Snapshot, 95  
Width  
  MSO4000 and DPO4000, 5  
框内的命中数测量, 93  
Expansion point, 47  
Expansion point icon, 35

## L

Blue lines, 87  
联动光标, 97  
Intensity button, 79  
Connectivity, 1, 21, 24  
Connecting to a PC, 21  
Connectors  
  side-panel, 38  
  rear-panel, 39  
  front-panel, 38  
Connecting Your Oscilloscope, 21  
Connecting a USB keyboard, 26  
Logic trigger, defined, 67  
Green lines, 87

## M

Pulse Width trigger, defined, 67  
Area measurement, 92  
Fuzzy edges, 87  
Default Setup, 43, 121  
  button, 33, 40, 43  
  menu, 33  
  Undo, 43  
Mode, roll, 49

## N

Internal File Format (ISF), 118  
Inner knob, 32, 103

## O

Coupling, 81  
Coupling, trigger, 64

## P

Position and offset, 84

Average acquisition mode, 47  
Mean measurement, 92, 93  
Screen annotations, 87  
Pan, 108, 109  
  knob, 32, 109, 110  
Frequency, Input power  
  MSO4000 and DPO4000, 5  
Frequency measurement, 90

## Q

Runt trigger, defined, 67  
Front cover, 1  
Force Trig button, 32, 63  
Front panel, 27  
Front-panel overlay, 15  
Front-panel connectors, 38  
Removing waveform, 76  
Erase setup and ref memory, 127  
Cleaning, 8  
Full graticule style, 78  
Drivers, 21, 24  
Sampling, real-time, 46  
Sample acquisition mode, 47  
Sample interval, 46  
Sampling process, defined, 46  
Sample rates, xi

## R

Date and time, changing, 15  
Software, optional, 129  
Software drivers, 21, 24

## How to

- save waveforms, 116
- save screen images, 116
- save setups, 119
- label channels and buses, 41
- compensate a voltage probe, 12
- compensate the signal path, 17
- power on the oscilloscope, 10
- print a hard copy, 122
- recall waveforms, 116
- recall setups, 119
- power off the oscilloscope, 11
- manage long record length waveforms, 108
- take automatic measurements, 89
- connect to a computer, 21
- connect probes and adapters, 8
- erase memory, 127
- upgrade the firmware, 18
- 设置柱状图, 100
- setup analog channels, 40
- setup input parameters, 81
- setup digital channels, 60
- setup VISA communications, 21
- setup bus parameters, 51
- use e\*Scope, 24
- use MagniVu, 62
- take manual measurements with cursors, 97
- use Wave Inspector, 108
- use a sequential trigger, 73
- search through and add marks to waveforms, 110
- select a trigger, 66
- select automatic measurements, 90
- perform a functional check, 11
- trigger on buses, 69

## S

- Removing reference waveforms, 107, 119
- 闪存驱动器, 4, 24
- Rising Edge Count measurement, 92
- Rise Time measurement, 90
- Rise/Fall trigger, defined, 68
- Previous button, 32
- Depth, MSO4000 and DPO4000, 5
- Upgrading firmware, 18
- Ink Saver, 116, 123
- Set to 50% button, 32, 65
- Setup
  - default, 33, 40, 43, 121
- Set / Clear Mark button, 32, 110
- Humidity
  - MSO4000 and DPO4000, 5
  - P6139A, 6
  - P6516, 8
- Event Table, 53
- Adapter
  - Tek-USB-488, 4
  - TPA-BNC, 4, 8
- Video
  - fields, 141
  - trigger, 141
  - port, 39
  - lines, 142
  - Autoset, 45
- Video trigger, defined, 68
- Real-time sampling, 46
- View
  - waveform record, 35
  - digital channels, 87
- Holdoff, trigger, 64
- Cross Hair graticule style, 78
- Dual waveform math, 103
- Horizontal scale, 32, 80, 105, 142, 143, 146
  - readout, 36
  - and math waveforms, 103
  - defined, 41
- Horizontal position, 32, 47, 64, 65, 80, 105, 145
  - readout, 36
  - and math waveforms, 103
  - defined, 41
- Horizontal lines
  - Green and blue, 87

- Horizontal delay, 64
- Transition trigger, defined, 68
- Input capacitance, P6516, 7
- Input resistance, P6516, 7
- Aux In connector, 38
- Portrait, 116, 123
- Math
  - FFT, 104
  - button, 31, 103, 104
  - waveforms, 103
  - menu, 31
  - Advanced, 106
  - Dual waveform, 103
- 逻辑探头接口, 9
- Digital channels, 87
  - Baseline indicators, 37
  - setup, 60
  - scaling, positioning, grouping, and labeling, 85
  - Group icon, 37
- Search, 110
- Search button, 29, 111
- 搜索标记, 149
- Lock, standard laptop, 9
- Zoom, 108
  - button, 32
  - graticule size, 109
  - Horizontal, 145
  - knob, 32, 108

## T

- Probes
  - BNC, 9
  - P6139A, 1
  - P6516, 2
  - Tek-USB-488 Adapter, 4
  - TekVPI, 8
  - TPA-BNC Adapter, 4, 8
  - ground lead, 13
  - connecting, 8
  - 逻辑, 9
- Probe compensation, 12
- PROBE COMP connector, 38
- Probe connector
  - analog, 38
  - 逻辑, 38
- Adding waveform, 76
- Stop an acquisition, 75
- Channel button, 30
- Channel vertical menu, 81
- Channel readout, 37

- Grouping channels, 61
  - digital, 85
- Statistics, 94
- Communications, 21, 24
- Versatile Probe Interface, 8
- Icon
  - Trigger level, 36
  - Trigger position, 35
  - Expansion point, 35
- Burst Width measurement, 91
- Orientation of the image, 116, 123
- Image orientation, 116, 123

## W

- Outer knob, 32
- Network printing, 124
  - Fine, 31
- Fine button, 29, 31, 32, 33
- Position
  - Vertical, 80
  - Horizontal, 64, 65, 80, 105, 145
  - digital channels, 85
  - bus, 84
- Temperature
  - MSO4000 and MDPO4000, 5
  - P6139A, 6
  - P6516, 7
- File format, 116
  - Internal File Format (ISF), 118
- File names, 114
- File system, 114, 118
- Physical layer bus activity, 59
- Pollution Degree
  - MSO4000 and DPO4000, 5
  - P6139A, 6
  - P6516, 7
- Infinite persistence, 77

## X

- Falling Edge Count
  - measurement, 92
- Fall Time measurement, 90
- Deskew, 83
- Phase measurement, 91

- Display
  - XY, 77
  - information, 34
  - style, 76
  - persistence, 76
- Displaying, reference
  - waveforms, 118
- Next button, 32
- Slope, trigger, 65
- Signal path compensation, 17
- Knob
  - Trigger level, 65
  - Vertical menu, 33
  - Vertical scale, 33, 41
  - Vertical position, 33, 41
  - Multipurpose, 16, 29, 31, 48, 118, 140
  - inner, 32, 103
  - pan, 32, 109, 110
  - zoom, 32, 103, 108
  - outer, 32
- Gating, 93
- Select button, 31
- Sequence (B Trigger),
  - defined, 67
- Sequential triggering, 73

## Y

- Delay measurement, 90
- Delayed trigger, 73
- Delay time, 49
- Hard copy, 122
- Hard copy button, 33
- Application modules, 14, 129
  - 30-day free trial, 13
  - DPO4AUTO, 50
  - DPO4COMP, 50
  - DPO4EMBD, 50
  - DPO4AUDIO, 3, 50
  - DPO4AUTO, 3
  - DPO4AUTOMAX, 3, 50
  - DPO4COMP, 3
  - DPO4EMBD, 3
  - DPO4PWR, 3, 50
  - DPO4USB, 50
  - DPO4VID, 3, 68
- Ethernet, xi, 23, 24, 25
  - printing, 124
  - port, 39
- User marks, 110
- Right Justified, 69
- trigger, 72

- Right Justified (RJ), 30, 50
- Pretrigger, 63, 65
- Predefined math
  - expressions, 103
- Persistence
  - variable, 77
  - infinite, 77
  - display, 76
- Run/Stop button, 32, 50, 75
- Language
  - overlay, 15
  - change, 14
- Threshold accuracy, P6516, 7

## Z

- Grid graticule style, 78
- Pause, 109
- Vibration, MSO4000 and DPO4000, 5
- Normal trigger mode, 63
- Frame graticule style, 78
- Positive Pulse Count
  - measurement, 92
- Positive Pulse Width
  - measurement, 90
- Positive Overshoot
  - measurement, 91
- Positive Duty Cycle
  - measurement, 90
- Rectangular FFT
  - window, 105
- Indicator, waveform
  - baseline, 37
- Termination, 81
- Weight
  - MSO4000 and DPO4000, 5
  - 中值测量, 93
- Period measurement, 90
- Cycle RMS measurement, 92
- Cycle Area measurement, 92
- Cycle Mean measurement, 92
- 转换速率, 3
- Main trigger, 73
- Annotating the screen, 87
- 柱状图 ( 波形 )
  - 重置计数, 101
  - 设置, 100
- 柱状图测量, 92
- Auto trigger mode, 63

- Autoset, 44, 130
  - Video, 45
- Autoset button, 12, 29, 32, 40, 44, 130
- Autoset undo, 44
- 自动设置禁用, 44
- byte matching, 72
  
- Buses, 50, 69
  - button, 50, 51, 69
  - menu, 30, 51
  - positioning and labeling, 84
  - cursor readout, 99
  - setup, 51
  - display, 37, 53
- Triggering on Buses, 69
- Bus trigger, defined, 68
- Bus and Waveforms display
  - show physical layer bus activity, 59
  
- Maximum nondestructive input signal, P6516, 7
- Maximum signal swing, P6516, 7
- Max measurement, 91, 93
- Minimum signal swing, P6516, 7
- Min measurement, 92, 93
- Impedance, 81
- Left Justified, 69
  - trigger, 72
- Left Justified (LJ), 30, 50
- Group icon, 37