



# TPS2000B 系列 数字存储示波器 用户手册



\*P071274000\*  
071-2740-00

# 目录

常规安全概要.....	iv
符合性信息.....	vi
EMC 符合性.....	vi
安全符合性.....	vii
环境注意事项.....	viii
前言.....	xi
帮助系统.....	xii
惯例.....	xii
入门.....	1
一般功能.....	1
进行浮动测量.....	3
安装.....	5
探头.....	8
功能检查.....	8
探头安全性.....	9
电压探头检查向导.....	10
手动探头补偿.....	10
电压探头衰减设置.....	11
电流探头标度.....	12
自校正.....	12
基本操作.....	13
显示区域.....	13
使用菜单系统.....	16
垂直控制.....	17
“水平”控制.....	18
“触发”控制.....	19
菜单和控制按钮.....	19
输入连接器.....	21
其他前面板项.....	22
了解示波器的功能.....	23
设置示波器.....	23
正在触发.....	24
采集信号.....	26
缩放并定位波形.....	26
测量.....	29
应用实例.....	31
简单测量.....	32
使用自动量程来检查一系列测试点.....	36
使用隔离通道分析差分通信信号.....	37

查看数学瞬时功率波形.....	38
光标测量.....	39
分析信号的详细信息.....	43
捕获单脉冲信号.....	44
测量传播延迟.....	46
根据特定脉冲宽度触发.....	47
视频信号触发.....	48
查看网络中的阻抗变化.....	51
数学计算 FFT.....	55
设置时域波形.....	55
显示 FFT 谱.....	57
选择 FFT 视窗.....	58
放大并定位 FFT 谱.....	60
使用光标测量 FFT 谱.....	61
通信 (RS-232、并口和 RS-232/USB) .....	63
将屏幕图像发送到外部设备.....	63
设置及测试 RS-232 接口.....	65
命令输入.....	69
设置及使用 RS-232/USB 电缆.....	70
移动海量存储器.....	73
安装和移除 CompactFlash (CF) 卡.....	73
文件管理约定.....	74
使用打印钮的储存功能.....	75
管理 TPSBAT 电池组.....	77
维护电池组.....	77
一般充电原则.....	78
检查充电和校准状态.....	78
TPSBAT 电池组充电.....	79
校准电池组.....	80
搬运电池组.....	81
储存和运输电池组.....	82
更换电池组.....	82
参考.....	83
采集.....	83
应用.....	85
自动量程.....	85
自动设置.....	87
Cursor (光标) .....	90
默认设置.....	91
显示.....	91
帮助.....	93

---

水平.....	93
数学.....	94
测量.....	95
打印.....	96
探头检测.....	96
SAVE/RECALL（保存/调出）.....	96
触发控制.....	100
辅助功能.....	105
垂直控制.....	108
附录 A: TPS2000B 技术规格.....	111
示波器技术规格.....	111
附录 B: TPP0101 及 TPP0201 系列 10X 无源探头信息.....	119
将探头连接到示波器.....	119
补偿探头.....	119
将探头连接到电路.....	120
标准附件.....	120
可选附件.....	121
技术规格.....	122
性能图.....	123
安全概要.....	124
附录 C: 附件.....	127
附录 D: 清洁.....	131
日常保养.....	131
清洁.....	131
附录 E: 默认设置.....	133
附录 F: 字体许可证.....	137
附录 G: TPS2000B 兼容探头最大电压.....	139
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。** 在探头连接到被测电路之前，请先将探头输出端连接到测量仪器。在连接探头输入端之前，请先将探头基准导线与被测电路连接。将探头与测量仪器断开之前，请先将探头输入端及探头基准导线与被测电路断开。

**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。

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。** 电源线可以使产品断开电源。不要阻挡电源线；用户必须能随时触及电源线。

**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。 **正确更换电池。** 只能更换为指定类型并具有指定额定值的电池。 **正确为电池充电。**

只能在建议的充电周期内充电。 **使用合适的交流适配器。** 只能使用为本产品指定的专用交流适配器。 **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。

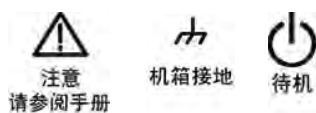


**注意：**“注意”声明指出可能对本产品或其他财产造成损坏的情况或操作。

**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 符合性声明 - EMC

符合 2004/108/EC 指令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范：

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

- CISPR 11:2003。 放射和传导发射量，1 组，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>4</sup>
- IEC 61000-4-4:2004。 电气快速瞬变/脉冲抗扰性
- IEC 61000-4-5:2001。 电线浪涌抗扰性
- IEC 61000-4-6:2003。 传导射频抗扰性 <sup>5</sup>
- IEC 61000-4-11:2004。 电压暂降和中断抗扰性 <sup>6</sup>

**EN 61000-3-2:2006:** 交流电源线谐波发射量

**EN 61000-3-3:1995:** 电压变化、波动和闪变

#### 欧洲联系方式:

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

- 1 本产品仅用于非住宅区。在住宅区使用可能引起电磁干扰。
- 2 当该设备与测试对象连接时，可能产生超过此标准规定级别的发射量。
- 3 为确保符合这是列出的各项 EMC 标准，请使用高质量的屏蔽接口电缆。
- 4 在测试现场（80 MHz 至 1 GHz 及 1.4 GHz 至 2.0 GHz 频率范围 3 V/m，1 kHz 处 80% 幅度调制）和（2.0 GHz 至 2.7 GHz 频率范围 1 V/m，1 kHz 处 80% 幅度调制）的影响下，光迹噪声的升高不会超过两个大格峰-峰值。当触发门限为小于通道参考一个大格的偏置时，环境传导电场可能诱发触发。
- 5 在测试现场（150 kHz 至 80 MHz 频率范围 3 V rms，1 kHz 处 80% 幅度调制）的影响下，光迹噪声的升高不会超过一个大格峰-峰值。当触发门限为小于通道参考半个大格的偏置时，环境传导电场可能诱发触发。
- 6 性能标准 C 适用于 70%/25 周期电压暂降以及 0%/250 周期电压中断的测试级别 (IEC 61000-4-11)。

<b>澳大利亚/新西兰符合性声明 - EMC</b>	<p>根据 ACMA, 符合 Radiocommunications Act (无线电通信法) 有关 EMC 规定的以下标准:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ CISPR 11:2003。 放射和传导发射量, 1 组, A 类, 依照 EN 61326-1:2006 和 EN 61326-2-1:2006。</li> </ul>
<b>安全符合性</b>	
<b>EC 一致性声明 - 低电压</b>	<p>经证明符合《欧洲共同体官方公报》中所列的以下技术规范: 低电压指令 2006/95/EC。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ EN 61010-1: 2001。 测量、控制和实验室用电气设备的安全性要求。</li> </ul>
<b>美国国家认可的测试实验室列表</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ UL 61010-1:2004, 第 2 版。 电气测量和测试设备标准。</li> </ul>
<b>加拿大证书</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1:2004。 测量、控制和实验室用电气设备的安全性要求。 第 1 部分</li> </ul>
<b>其他符合性</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ IEC 61010-1: 2001。 测量、控制和实验室用电气设备的安全性要求。</li> </ul>
<b>设备类型</b>	测试和测量设备。
<b>污染度说明</b>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 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。</li> <li>■ 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。</li> <li>■ 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。</li> <li>■ 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。</li> </ul>
<b>污染度</b>	污染度 2 (在 IEC 61010-1 中定义)。注意: 仅适合在室内使用。
<b>安装 (过压) 类别说明</b>	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的测量。
- 测量类别 I。 用于在不直接连接到市电的电路上的测量。

**过压类别** 过压类别 II（如 IEC 61010-1 中定义）

## 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，则该设备中包含的某些物质可能会对环境或人体健康造成伤害。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。



此符号表示按照 Directives 2002/96/EC 和 2006/66/EC，该产品符合欧盟对废旧电子电气设备 (WEEE) 和电池的适用法规。有关回收选项的信息，请查看 Tektronix 网站 ([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)) 上的 Support/Service (支持/服务) 部分。

**电池回收:** 本产品包含锂离子 (Li-ion) 可充电电池，这种电池必需进行正确回收或处置。

- 各国和地区对锂离子电池的处置和回收有着不同的规定。在处置任何电池之前，请始终核实并遵守您的现行法规。在美国和加拿大，请联系可充电电池回收公司 ([www.rbrc.org](http://www.rbrc.org)) 或者您当地的电池回收机构。
- 很多国家/地区禁止在标准废物容器内处置废旧电子设备。
- 请仅将放电后的电池放入电池收集容器内。用电气胶带或其他认可的覆盖物遮盖电池连接点以防短路。

## 电池运输

本产品中的锂离子充电电池组的容量在 100 Wh 以下。按照联合国《试验和标准手册》第三部分第 38.3 节中的定义，每个电池组含相当于不足 8 克的锂，单个原电池含相当于不足 1.5 克的锂。

- 在运输锂离子电池之前，请始终核实所有现行的地方、国内和国际法规。
- 在某些情况下特别限制或禁止报废、损坏或回收电池的运输。

# 前言

本手册包含 TPS2000B 系列数字存储示波器的操作信息。手册内章节安排如下：

- “入门”一章简单介绍示波器的功能，并提供安装指南。
- “操作基础”一章介绍示波器的操作原理。
- “了解示波器的功能”一章介绍示波器的基本操作和功能：设置示波器、触发和采集数据、缩放并定位波形以及测量等。
- “应用示例”一章提供如何解决各种测量问题的示例。
- “数学计算 FFT”一章介绍如何使用数学快速傅立叶变换函数将时域信号转换成频率分量（频谱）。
- “通信”一章中介绍如何设置 RS-232 和并行端口将示波器与外部设备（例如打印机和计算机）配合使用。
- “移动海量存储”一章介绍如何使用 CompactFlash 卡，以及在使用该卡时可用的示波器功能。
- “管理 TPSBAT 电池组”一章介绍如何使用、充电、校准和更换电池组。
- “参考”一章介绍各选项的不同选择方式或各选项的取值范围。
- “附录 A：TPS2000B 技术规格”一章介绍示波器的电气、环境和物理技术规格。
- “附录 B：TPP0101 和 TPP0201 系列探头信息”一章介绍有关 TPP0101 和 TPP0201 探头的信息及其技术规格。
- “附录 C：附件”一章简单介绍标准附件和可选附件。
- “附录 D：清洁”一章介绍如何保养示波器。
- “附录 E：默认设置”一章中包括默认（出厂）设置下的菜单和控制列表，按下“Default Setup（默认设置）”前面板按钮时会调用这些默认设置。
- “附录 F：字体许可”一章提供使用特定亚洲字体的许可。
- “附录 G：TPS2000B 兼容探头最大电压”一章列举兼容探头的最大电压。

## 帮助系统

示波器中具有帮助系统，其主题涵盖了示波器的所有功能。可以使用帮助系统显示多种信息：

- 关于了解和使用示波器的一般信息，如“使用菜单系统”。关于特定
- 菜单和控制的信息，如“垂直位置控制”。关于使用示波器时可能会
- 遇到的问题的建议，如“减少噪声”。

帮助系统提供多种方法来查找所需信息：上下文相关帮助、超级链接和索引。

**上下文相关帮助** 按下“Help（帮助）”前面板按钮时，示波器会显示有关屏幕上最后所显示菜单的信息。查看帮助主题时，多用途旋钮旁边的 LED 灯将表明该旋钮处于活动状态。如果该主题包含多页，可以通过旋转多用途旋钮在该主题的页间移动。

**超级链接** 多数帮助主题都包含有使用角括号标记的短语，如<自动设置>。这些短语与其他主题相链接。旋转多用途旋钮将加亮区从一个链接移动到另一个。按下“显示主题”选项按钮，显示与加亮链接相对应的主题。按下“返回”选项按钮，返回上一主题。

**索引** 按下前面板上的“Help（帮助）”按钮，然后按下“索引”选项按钮。按下“上一页”或“下一页”选项按钮，直到找到包含要查看主题的索引页。旋转多用途旋钮加亮帮助主题。按下“显示主题”选项按钮显示该主题。

---

**说明：**按下“退出”选项按钮或任意菜单按钮删除屏幕上的帮助文本并返回显示波形。

---

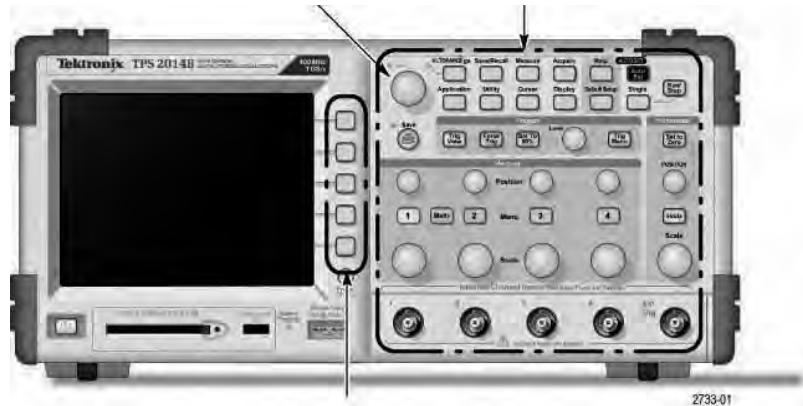
## 惯例

本手册使用以下惯例：

- 前面板按钮、旋钮和连接器都以引号内容出现。例如：“Help（帮助）”。
- 菜单选项也以引号内容出现。例如：“峰值检测”、“视窗设定”。

多用途旋钮

前面板按钮和旋钮标签 - 使用引号



选项按钮 - 使用引号

**说明：** 选项按钮也可称为屏幕按钮、侧菜单按钮、屏幕菜单按钮或软键。

- ▶ 分隔符用于分割一系列按钮的按击操作。例如，“Utility（辅助功能）”▶“选项”▶“RS232 设置”表示先按下“Utility（辅助功能）”前面板按钮，然后按“选项”选项按钮，最后按“RS232 设置”选项按钮。要选择所需选项，可能需要多次按下某个选项按钮。

# 入门

TPS2000B 系列数字存储示波器是小型、轻便的台式示波器，可用于进行接地参考的测量。

本章阐述如何执行以下任务： 进行浮

- 动测量
- 安装产品
- 为电池组充电
- 执行简要的功能检查
- 执行探头检查并补偿探头 匹配探头衰减系数
- 使用自校正程序

**说明：** 打开示波器电源时，您可以选择一种屏幕显示语言。您还可以在任何时候按下“Utility (辅助功能)” ▶ “语言”选项，选择一种语言。

## 一般功能

以下表格和列表介绍一般功能。

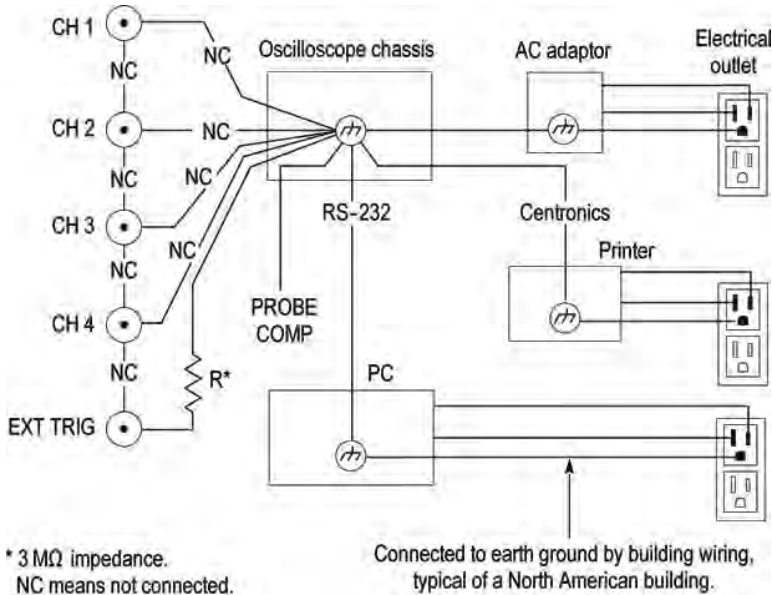
型号	通道	带宽	取样速率
TPS2012B	2	100 MHz	1.0 GS/s
TPS2014B	4	100 MHz	1.0 GS/s
TPS2024B	4	200 MHz	2.0 GS/s

- 电池供电或线路供电
- 两个可充电电池组（第二个电池组可选）无公共接地的独立隔离通道
- TPS2PWR1 功率分析应用（可选）
- 支持兼容电压探头和电流探头
- 上下文相关帮助系统彩色 LCD 显示器
- 可选的 20 MHz 带宽限制 每个通道 2500 点记录长度 自动设置
-

- 实现快速设置和自动操作的自动量程
- 探头检查向导
- 光标带有读数
- 触发频率读数
- 11 种自动测量
- 波形平均和峰值检测双时基
- 数学函数：+、- 和  $\times$  运算符 数学快速傅立叶变换 (FFT)
- 脉冲宽度触发能力
- 可选择行触发的视频触发功能外部触发
- 设置和波形储存
- 可移动海量存储
- 变量持续显示
- RS-232 和并行端口
- OpenChoice PC Communications 软件 十种语言的用
- 户界面和帮助主题

## 进行浮动测量

在进行浮动测量时，示波器通道和 Ext Trig（外部触发）输入（ $3\text{ M}\Omega$ ）之间以及与示波器机箱之间是相互隔离的。这样就可以对通道 1、通道 2 和外部触发（以及 4 通道型上的通道 3 和通道 4）进行独立的浮动测量。



即使在示波器连接到接地的电源、接地的打印机或接地的计算机上时，示波器的输入仍然浮动。

大多数其他示波器的示波器通道和 Ext Trig（外部触发）输入都共用一个公共基准。该基准通常通过电源线接地。对于具有公共基准的示波器，在进行任何多通道测量时所有输入信号都必须使用相同的公共基准。

由于没有差分前置放大器或外部信号隔离器，因此采用公共基准的示波器不适于进行浮动测量。

## 探头连接



**警告：** 为防止电击，请不要超出量程范围或示波器的输入 BNC 连接器、探头端部、基准引线的额定浮动电压。

了解您正在使用的探头的额定电压，请不要超出这些额定值。以下额定电压很重要，您需要知道并理解：

- 从探头端部和 BNC 信号到探头基准引线的最高测量电压 从探头端部
- 和 BNC 外壳到接地的最高测量电压
- 从探头基准引线到接地的最高浮动电压



**警告：** 为避免电击，请不要在 TPS2000B 系列示波器上使用需要接地连接的探头，例如 Tektronix P5200 高压差分探头。P5200 高压差分探头需要示波器采用接地输入，而 TPS2000B 系列示波器采用浮动输入（隔离输入）。



**警告：** 请不要将 TPP0101 或 TPP0201 探头基准引线浮动到  $> 30 V_{RMS}$  之上。当基准引线浮动高于  $30 V_{RMS}$  时，请根据高压探头的额定值，使用 P5120 探头（可浮动到  $600 V_{RMS}$  CAT II 或  $300 V_{RMS}$  CAT III）或具有类似额定值的无源高压探头（不能是以地为基准的 P5100 探头），或者具有相应额定值的高压差分探头。

为避免电击，在使用外露金属部分的探头时，不要将基准引线连接到高于  $30 V_{RMS}$  的电压。

这些额定电压取决于探头和您的应用。（见第 111 页，*TPS2000B 技术规格*）

本手册内含关于探头安全的详细信息。（见第 9 页，*探头安全性*）

**正确连接基准引线** 您必须将每个通道的探头基准引线直接连接到电路。这些连接是必需的，因为示波器通道之间是电气隔离的；它们不共用公共连接。为保持较好的信号保真度，在每个探头上的基准引线都要尽量短。

与探头端部相比，探头基准引线为待测电路提供了更高的容性负载。在电路的两个节点之间进行浮动测量时，请将探头基准引线连接到两个节点中阻抗较低或动态较小的一个上。

**BNC 连接器** 示波器的 BNC 基准连接制作在 BNC 连接器的内部。BNC 连接器外部的黑色卡口不提供电气触点。为连接可靠，确保您的探头或电缆连接器被推入并旋转锁定。连接器磨损后要更换电缆或探头。

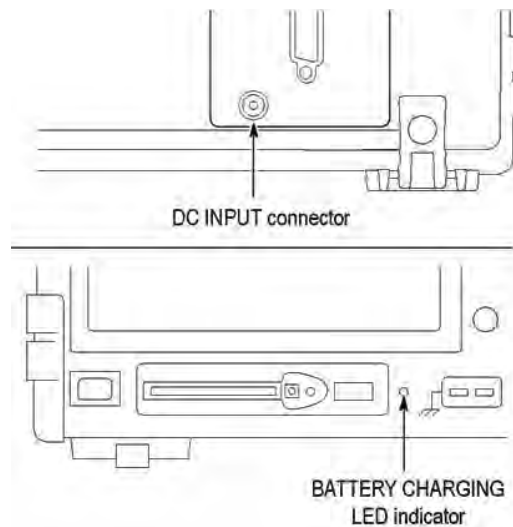
**非终接 BNC 输入** BNC 输入连接器外部的黑色卡口不会屏蔽连接器输入以免受附近电路无关电气噪声的影响。在建立“无信号”基线条件时，请在输入 BNC 连接器上连接一个  $50 \Omega$  终接器或 BNC 短路插头。



## 安装

您可以使用示波器交流适配器给示波器供电或者为电池组充电（如安装）。要将示波器交流适配器用作电源，请执行以下步骤：

1. 将适配器的直流连接器端插入示波器背面的 DC INPUT（直流输入）连接器。
2. 在示波器交流适配器和电源插座之间连接合适的电源线。如果安装了电池组，则电池组充电时示波器前面的 LED 灯发出指示。



**说明：** 示波器包含一个温度感应风扇，通过示波器底部和侧面的通风口实现强制空气冷却。为了使空气能够自由通过示波器，不要堵塞这些通风口。

### 电池组

示波器可以容纳两个 TPSBAT 电池组。该产品的一个电池组在出厂时没有安装。使用电池组时示波器的工作时间取决于示波器型号。

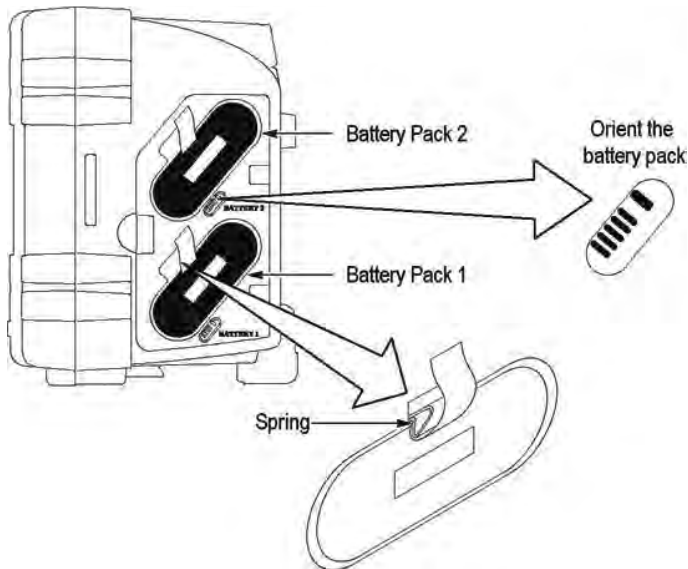
示波器	工作时间
2 个通道	一个电池组工作 5.5 个小时，两个电池组工作 11 个小时
4 个通道	一个电池组工作 4.5 个小时，两个电池组工作 9 个小时

**说明：** 当电池组剩下大约 10 分钟工作时间时，示波器会显示一条信息。

本手册详细介绍电池组的使用、充电、校准和更换说明。例如，为了准确报告电池组可以工作的时间，需要对其进行校准。（见第 77 页，*管理 TPSBAT 电池组*）

要安装电池组，请执行以下步骤：

1. 按下右侧面板上电池盒的门锁，打开电池盒。
2. 按照示波器上的图标所示调整电池组的方向，并将其装入。电池组带栓，因此您只能从一个方向插入。  
使用单个电池组时，请将其安装在下面的插槽内，这可以降低重心。
3. 关上电池盒的门。



要取出电池组，请执行以下步骤：

1. 按下右侧面板上电池盒的门锁，打开电池盒。
2. 抓住带子向上提起。
3. 向电池组以外推弹簧片并拉动带子，以取出电池组。
4. 关上电池盒的门。

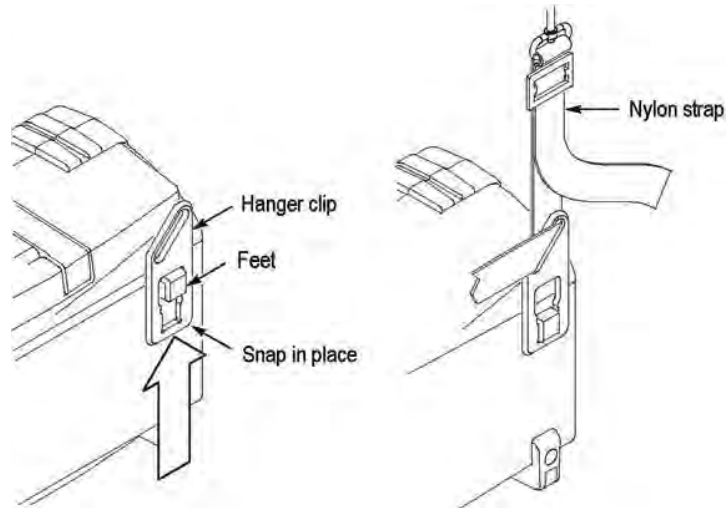
**电池组充电** 您可以在示波器中或使用 TPSCHG 外部电池充电器为电池组充电。（见第 79 页，TPSBAT 电池组充电）

**电源线** 只能使用专门为示波器交流适配器或外部充电器设计的电源线。示波器交流适配器和外部充电器需要 90 至 264 VAC<sub>RMS</sub>，45 至 66 Hz 电源。提供可选的电源线。（见表 14 第 127 页）

**通用吊架** 当示波器无法置于稳定表面（例如工作台上）时，可使用通用吊架将其安全挂起。

要连接吊架，请执行以下步骤：

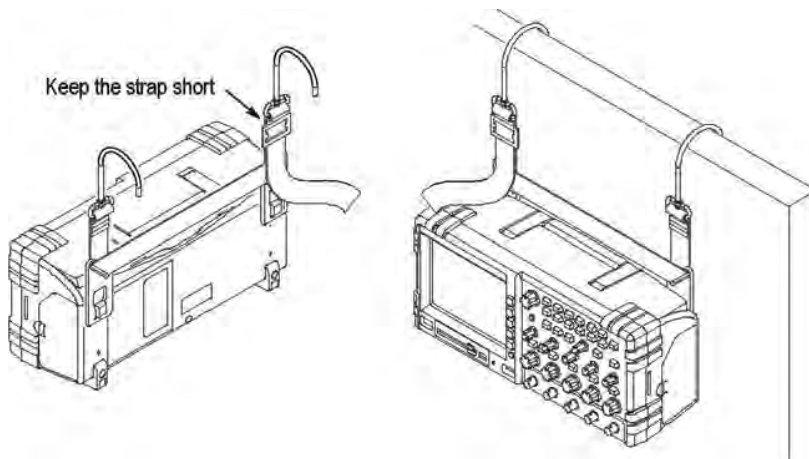
1. 将挂钩置于后盖上的一个脚上，使挂钩贴在后盖上。在挂钩顶端调节插槽方向。
2. 将挂钩推上后盖顶端，使其卡到位。



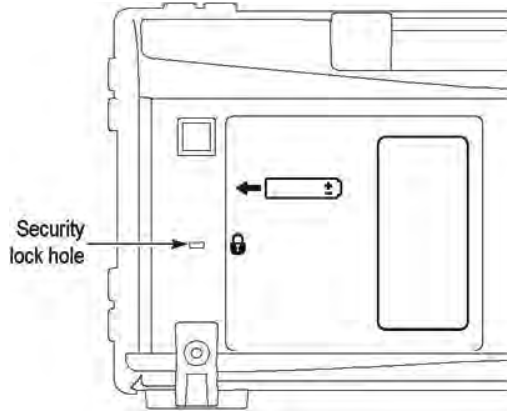
3. 对于其它挂钩，重复第 1 和 2 步。
4. 调节尼龙带的长度。较短的尼龙带有助于固定挂起的示波器。

**说明：** 您可以将尼龙带绕过示波器的把手，以提供更加稳定的重心。

5. 将钩子置于垂直支撑上，例如墙壁或仪器机架门。



**安全锁** 使用标准的笔记本电脑安全绳来固定示波器。



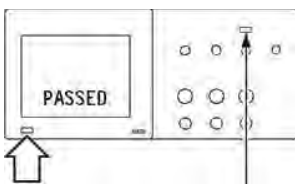
## 探头

TPS2000B 系列示波器出厂附带 TPP0101 或 TPP0201 无源电压探头。（见第 9 页，*探头安全性*）（见第 111 页，*TPS2000B 技术规格*）

此系列示波器可以使用多种 Tektronix 电压探头和电流探头。有关兼容探头列表，请参阅附录 C 或 [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com) 网站。

## 功能检查

执行此功能检查来验证示波器是否正常工作。



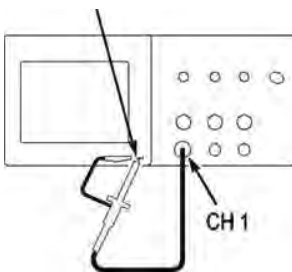
开机/待机按钮

Default Setup（默认设置）按钮

1. 打开示波器电源。

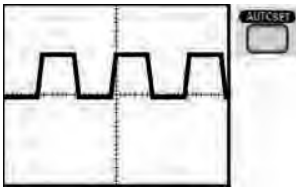
按下“Default Setup（默认设置）”按钮。探头选项默认的衰减设置为 10X。

探头补偿



2. 将探头连接到示波器的通道 1 上。要进行此操作，请将探头连接器上的插槽对准通道 1 BNC 上的凸键，按下即可连接，然后向右转动将探头锁定到位。

将探头端部和基准导线连接到 Probe Comp（探头补偿）终端上。



3. 按下“自动设置”按钮。几秒钟后，可看到显示一条峰-峰值约为 5 V，频率为 1 kHz 的方波。

按两次前面板上的通道 1 “Menu (菜单)” 按钮删除通道 1，按下通道 2 “Menu (菜单)” 按钮显示通道 2，重复第 2 步和第 3 步。对于 4 通道型号，对通道 3 和通道 4 重复以上步骤。

## 探头安全性

使用探头之前，请查看并遵守探头的额定值。探头主体周围的防护装置可保护手指以防止电击。



手指防护装置



**警告：** 要在使用探头时避免电击，应使手指保持在探头主体上防护装置的后面。

要在使用探头时避免电击，在探头连接到电压电源时不可接触探头顶部的金属部分。

进行任何测量前，将探头连接到示波器并将接地端接地。

任何用于向示波器 BNC 输入连接器施加超过 30 V<sub>AC RMS</sub> (42 V 峰值) 电压的探头或电缆，必须要对施加的电压进行第三方认证，包括额定探头基准引线或电缆屏蔽浮动到 600 V<sub>RMS</sub> CAT II。

本手册介绍有关隔离通道、浮动测量和高电压的重要信息。（见第 3 页，进行浮动测量）



**警告：** 请不要将 TPP0101 或 TPP0201 探头基准引线浮动到 > 30 V<sub>RMS</sub> 之上。当基准引线浮动高于 30 V<sub>RMS</sub> 时，请根据高压探头的额定值，使用 P5120 探头（可浮动到 600 V<sub>RMS</sub> CAT II 或 300 V<sub>RMS</sub> CAT III）或具有类似额定值的无源高压探头（不能是以地为基准的 P5100 探头），或者具有相应额定值的高压差分探头。

为避免电击，在使用外露金属部分的探头时，不要将基准引线连接到高于 30 V<sub>RMS</sub> 的电压。

## 电压探头检查向导

可以使用探头检查向导来验证电压探头是否操作正常。该向导不支持电流探头。

该向导可帮助您调节电压探头的补偿（通常使用探头本体或探头连接器上的螺丝），设置每个通道“衰减”选项的系数，例如通过通道 1 “Menu（菜单）” ▶ “探头” ▶ “电压” ▶ “衰减”选项。

每次将电压探头连接到输入通道时，都应该使用探头检查向导。

要使用探头检查向导，请按下“Probe Check（探头检查）”按钮。如果电压探头连接正确、补偿正确，而且示波器“垂直”菜单中的“衰减”选项设置与您的探头相匹配，则示波器就会在屏幕的底部显示一条“合格”信息。否则，示波器会在屏幕上显示一些指示，指导您纠正这些问题。

---

**说明：** 探头检查向导适用于 1X、10X、20X、50X 和 100X 探头。不适用于 500X 和 1000X 探头，以及连接到 Ext Trig（外部触发）BNC 的探头。

---

---

**说明：** 该过程完成之后，探头检查向导会将示波器设置恢复到您按下“Probe Check（探头检查）”按钮之前的设置（“探头”选项除外）。

---

要对计划使用外部触发输入的探头进行补偿，请执行以下步骤：

1. 将探头连接到任何输入通道 BNC，例如通道 1。
2. 按下“Probe Check（探头检查）”按钮并遵照屏幕上的指示进行操作。
3. 正确验证探头功能并正确补偿之后，将探头连接到 Ext Trig（外部触发）BNC。

## 手动探头补偿

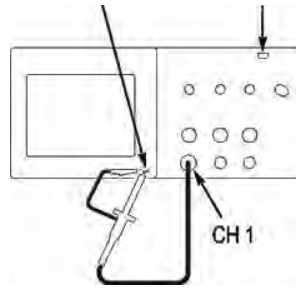
作为探头检查向导的替代方法，您可以手动执行此调整来匹配探头和输入通道。

---

**说明：** 一定要将电压探头的基准引线正确连接到 Probe Comp（探头补偿）基准端子上，因为示波器通道与 Probe Comp（探头补偿）端子是相隔离的。

---

探头补偿 “自动设置”按钮



1. 按下通道 1 “Menu (菜单)” ▶ “探头” ▶ “电压” ▶ “衰减” 选项并选择 10X。将探头连接到示波器的通道 1 上。如果使用探头钩式端部, 请确保钩式端部牢固地插在探头上。
2. 将探头端部连接到 Probe Comp ~5V@1kHz (探头补偿 ~5V@1kHz) 端子上, 将基准引线连接到 Probe Comp (探头补偿) 机箱端子上。显示通道, 然后按下 “自动设置” 按钮。



过补偿



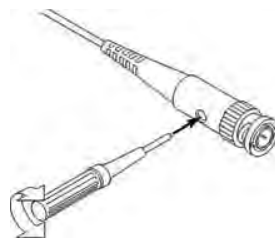
补偿不足



补偿正确

3. 检查所显示波形的形状。

4. 如有必要, 请调整探头。必要时重复操作。



## 电压探头衰减设置

电压探头有不同的衰减系数, 这些系统影响信号的垂直刻度。探头检查向导验证示波器的衰减系数是否与探头匹配。

作为探头检查的替代方法, 您可以手动选择与探头衰减相匹配的系数。例如, 要与连接到 CH 1 的设置为 10X 的探头相匹配, 请按下通道 1 “Menu (菜单)” ▶ “探头” ▶ “电压” ▶ “衰减” 选项, 然后选择 10X。

**说明:** “衰减” 选项的默认设置为 10X。

## 电流探头标度

电流探头提供的电压信号与电流成正比。您需要设置示波器来匹配电流探头的刻度。默认的刻度是 10 A/V。

要设置此刻度，请执行以下步骤：

1. 按下某个垂直通道按钮（例如通道 1 “Menu（菜单）”按钮）。
2. 按下“探头”选项按钮。
3. 按下“电流”选项按钮。
4. 按下“比例”选项按钮，选择一个正确值。

## 自校正

自校正程序可以以最大测量精度优化示波器信号路径。您可以随时运行该程序，但当环境温度变化达 5°C (9°F) 或以上时，应始终运行该程序。此过程大概需要两分钟。

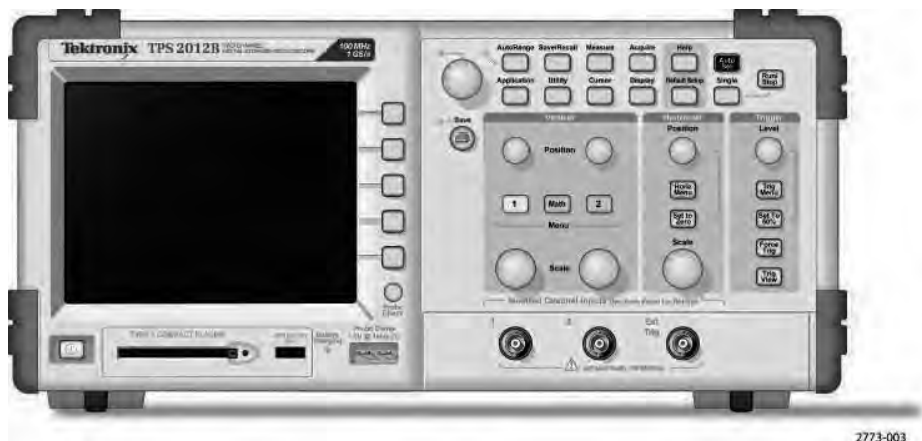
为了校准更精确，请打开示波器电源，然后等待 20 分钟以确保示波器预热。

要补偿信号路径，请断开输入连接器上连接的任何探头或电缆。然后，访问“Utility（辅助功能）”▶“自校正”选项，并遵照屏幕上的指示进行操作。



## 基本操作

前面板被分成几个易于操作的功能区。本章提供了有关控制方法的简要说明以及屏幕显示信息。



2 通道型



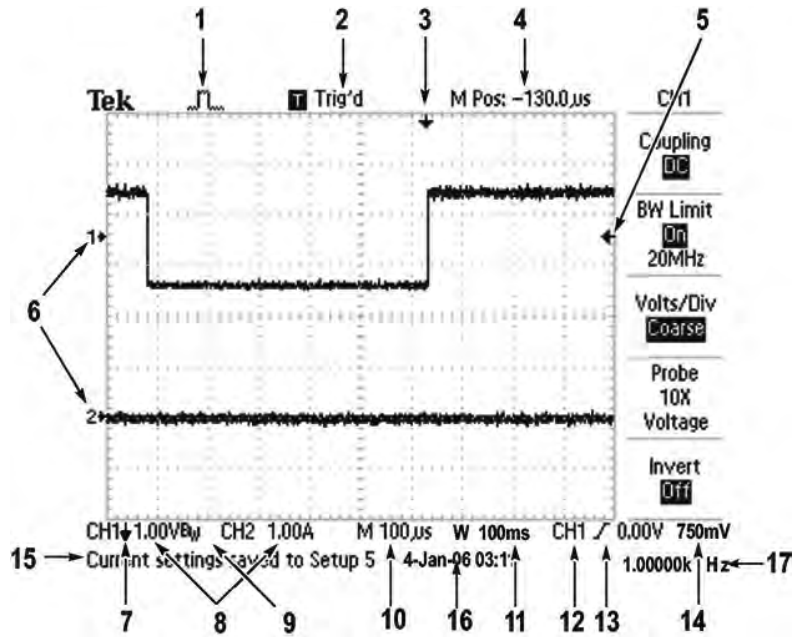
4 通道型

前面板按钮可以被点亮（通过辅助功能菜单）。当示波器仅使用电池组工作时，这种亮灯对电池组的充电时间不会有大的影响。

## 显示区域

除显示波形外，显示屏上还含有很多关于波形和示波器控制设置的详细信息。

**说明：**有关显示 FFT 函数的详细信息，请参阅“显示 FFT 频谱”，（见第 57 页，显示 FFT 谱）



1. 显示图标表示获取方式。



采样方式



峰值检测方式 平均



值方式

2. 触发状态显示如下：

Armed.

示波器正在采集预触发数据。在此状态下忽略所有触发。

Ready.

示波器已采集所有预触发数据并准备接受触发。

Trig'd.

示波器已发现一个触发，并正在采集触发后的数据。

Stop.

示波器已停止采集波形数据。

Acq. Complete

示波器已经完成“单序列”采集。

Auto.







示波器处于自动方式并在无触发状态下采集波形。在扫描模式下示波器连续采集并显示波形。

Scan.

3. 使用标记显示水平触发位置。 旋转“水平位置”旋钮可以调整标记位置。

4. 显示中心刻度处时间的读数。 触发时间为零。

5. 显示边沿或脉冲宽度触发电平的标记。
6. 屏幕上的标记指明所显示波形的地线基准点。如没有标记，不会显示通道。
7. 箭头图标表示波形是反相的。
8. 读数显示通道的垂直刻度系数。
9. A B<sub>w</sub> 图标表示通道带宽受限制。
10. 读数显示主时基设置。
11. 如使用视窗时基，读数显示视窗时基设置。
12. 读数显示触发使用的触发源。
13. 采用图标显示以下选定的触发类型：

 上升沿的边沿触发。  
 下降沿的边沿触发。  行同步的视频触发。  场同步的视频触发。  
 脉冲宽度触发，正极性。  
 脉冲宽度触发，负极性。

14. 读数显示边沿或脉冲宽度触发电平。
15. 显示区显示有用信息；有些信息仅显示三秒钟。  
如果调出某个储存的波形，读数就显示基准波形的信息，如 RefA 1.00V 500μs。
16. 读数显示日期和时间。
17. 读数显示触发频率。

### 信息区域

示波器的屏幕底部显示一个信息区域（上图中项目号为 15），提供以下几种有用的信息：

- 访问另一菜单的方法，例如按下“Trig Menu（触发菜单）”按钮时：  
请利用水平菜单调整触发释抑
- 建议可能要进行的下一步操作，例如按下“Measure（测量）”按钮时：  
按显示屏按钮以改变测量
- 有关示波器所执行操作的信息，例如按下“Default Setup（默认设置）”按钮时：

已调出厂家设置

- 波形的有关信息，例如按下“自动设置”按钮时：  
在 CH1 上检测到正方形波或脉冲

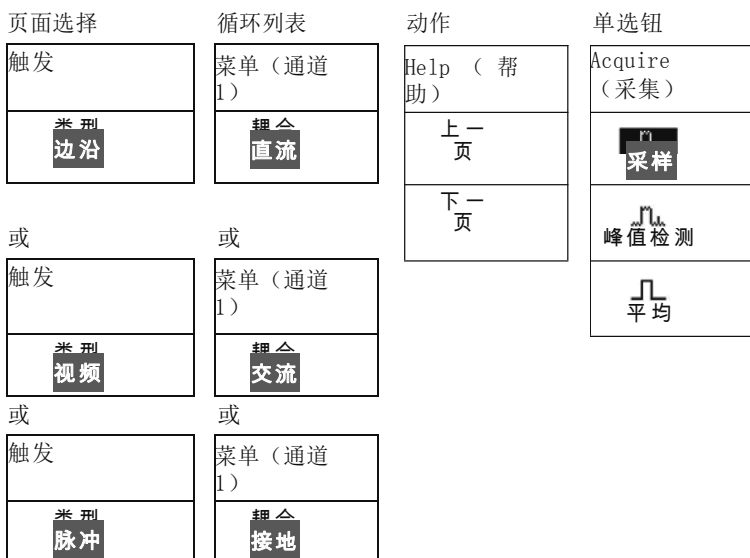
## 使用菜单系统

示波器的用户界面设计用于通过菜单结构方便地访问特殊功能。

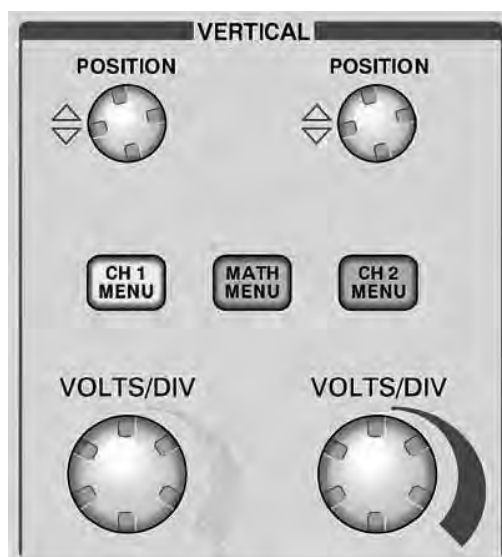
按下前面板按钮，示波器将在屏幕的右侧显示相应的菜单。该菜单显示直接按下屏幕右侧未标记的选项按钮时可用的选项。

示波器使用下列几种方法显示菜单选项：

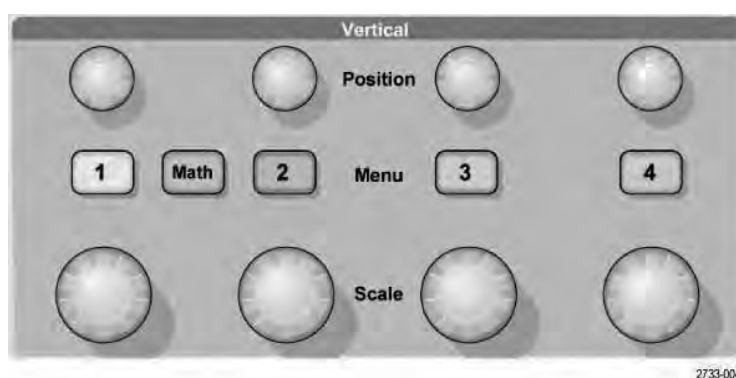
- 页（子菜单）选择：对于某些菜单，可使用顶端的选项按钮来选择两个或三个子菜单。每次按下顶端按钮时，选项都会随之改变。例如，按下“Trigger Menu（触发菜单）”中的顶部按钮时，示波器会循环显示“边沿”、“视频”和“脉冲宽度”触发子菜单。
- 循环列表：每次按下选项按钮时，示波器都会将参数设定为不同的值。例如，按下某个通道的“Menu（菜单）”按钮，然后按下顶端的选项按钮，即可在“垂直（通道）耦合”各选项间切换。
- 动作：示波器显示按下“动作选项”按钮时立即发生的动作类型。例如，如果在出现“帮助索引”时按下“下一页”选项按钮，示波器将立即显示下一页索引项。
- 单选钮：示波器的每一选项都使用不同的按钮。当前选择的选项突出显示。例如，按下“Acquire（采集）”菜单按钮时，示波器会显示不同的采集模式选项。要选择某个选项，可按下相应的按钮。



## 垂直控制



2 通道型



4 通道型

**位置 ( 1、2、3 和 4 ):** 可垂直定位波形。

**1, 2, 3 & 4:** 显示“垂直”菜单选择项并打开或关闭对通道波形显示。

**标度 ( 1、2、3 和 4 ):** 选择垂直刻度系数。

**Math ( 数学 ):** 显示波形数学运算菜单，并打开和关闭对数学波形的显示。

## “水平”控制



2 通道型



4 通道型

**位置:** 调整所有通道和数学波形的水平位置。这一控制的分辨率随时基设置的不同而改变。（见第 94 页，*视窗设定*）

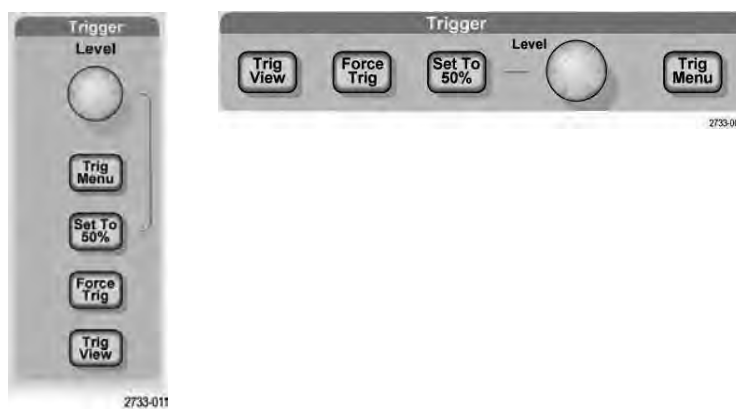
**说明:** 要对水平位置进行大幅调整，可将“标度”旋钮旋转到较大数值，更改水平位置，然后再将此旋钮转到原来的数值。

**Horiz Menu (水平菜单):** 显示 HORIZ MENU (水平菜单)。

**设置为零:** 将水平位置设置为零。

**标度:** 为主时基或视窗时基选择水平标度 (秒/格)。如果“视窗设定”已启用，则通过更改视窗时基可以改变视窗宽度。（见第 94 页，*视窗设定*）

## “触发”控制



2 通道型

4 通道型

**电平:** 使用边沿触发或脉冲触发时，“触发电平”旋钮设置采集波形时信号所必须越过的幅值电平。

**Trig Menu ( 触发菜单 ):** 显示 TRIG MENU (触发菜单)。

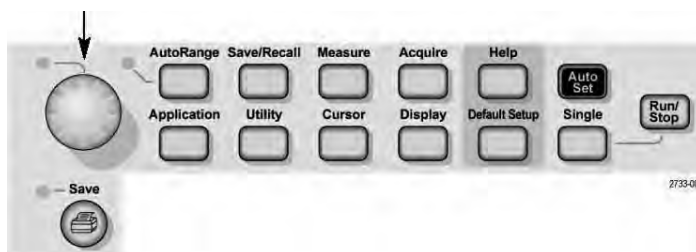
**设为 50%:** 触发电平设置为触发信号峰值的垂直中点。

**强制触发:** 不管触发信号是否适当，都完成采集。如采集集已停止，则该按钮不产生影响。

**Trig View ( 触发视图 ):** 按下“Trig View (触发视图)”按钮时，显示触发波形而不是通道波形。可用此按钮查看诸如触发耦合之类的触发设置对触发信号的影响。

## 菜单和控制按钮

多用途旋钮



关于菜单和按钮控制的详细信息，请参阅“参考”一章。

**多用途旋钮:** 通过显示的菜单或选定的菜单选项来确定功能。激活时，相邻的 LED 变亮。下表列出所有功能。

活动菜单或选项	旋钮功能	说明
光标	光标 1 或光标 2	定位选定的光标
Display (显示)	亮度	改变显示亮度
Help (帮助)	滚动	选择索引项、选择主题链接、显示主题的下一页或上一页
水平	设置触发释抑	设置接受其他触发事件前所需时间; ( 见第 105 页, <i>触发释抑</i> )
Math (数学)	位置	定位数学波形
	垂直刻度	改变数学波形的刻度
Measure (测量)	类型	选择每个信源的自动测量类型
Save/Recall (保存/调出)	操作	将事务设置为保存或调出设置文件、波形文件或屏幕图像。也可用于从显示中删除参考波形。
	文件选择	选择要保存的设置、波形或图像文件, 或选择要调出的设置或波形文件
触发	视频线数	当“触发类型”选项设置为“视频”, “同步”选项设置为“线数”时, 将示波器设置为某一指定线数
	脉冲宽度	当“触发类型”选项设为“脉冲”时设置脉冲宽度
Utility (辅助功能) ▶ 文件功能	文件选择	选择要重命名或要删除的文件, 请参阅( 见第 107 页, <i>文件功能</i> )
	名称项	重命名文件或文件夹, 请参阅( 见第107 页, <i>重命名文件或文件夹</i> )
Utility (辅助功能) ▶ 选项 ▶ 设日期和时间	值项	设日期或时间的值, 请参阅( 见第106 页, <i>设日期和时间</i> )

**自动量程:** 显示“自动量程”菜单, 并激活或禁用自动量程功能。自动量程激活时, 相邻的 LED 变亮。

**Save/Recall (保存/调出):** 显示设置和波形的 Save/Recall (保存/调出) 菜单。

**Measure (测量):** 显示“自动测量”菜单。

**Acquire (采集):** 显示 Acquire (采集) 菜单。

**应用程序:** 在示波器前部插入应用钥匙时显示菜单, 例如“功率分析”。

**Utility (辅助功能):** 显示 Utility (辅助功能) 菜单。



**Cursor (光标):** 显示 Cursor (光标) 菜单。离开 Cursor (光标) 菜单后, 光标保持可见 (除非“类型”选项设置为“关闭”), 但不可调整。

**Display (显示):** 显示 Display (显示) 菜单。

**Help (帮助):** 显示 Help (帮助) 菜单。


**Default Setup (默认设置):** 调出厂家设置。

**自动设置:** 自动设置示波器控制状态, 以产生适用于输出信号的显示图形。

**(单次):** 采集单个波形, 然后停止。

**运行/停止:** 连续采集波形或停止采集。

**Print (打印):**  通过并口或 RS-232 端口开始打印操作, 或者对移动海量存储器执行储存功能。

**保存:** 将  打印钮配置为将数据储存到 CompactFlash 卡时, LED 亮起指示。

## 输入连接器



2 通道型

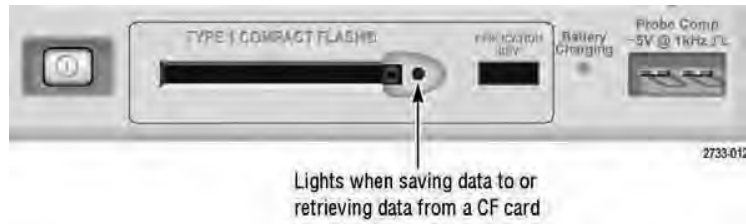


4 通道型

**1, 2, 3 & 4:** 用于显示波形的输入连接器。

**Ext Trig (外部触发):** 外部触发信源的输入连接器。使用“Trigger Menu (触发菜单)”选择 Ext 或 Ext/5 触发信源。按住“Trig View (触发视图)”按钮来查看诸如“触发耦合”之类的触发设置对触发信号的影响。

## 其他前面板项



**TYPE 1 CompactFlash (类型 1 CompactFlash):** 插入用作移动存储器的 CompactFlash (CF) 卡。向 CF 卡保存或从 CF 卡检索数据时，旁边的 LED 灯变亮。请等到 LED 灯熄灭之后再拔掉 CF 卡。

**Application key (应用钥匙):** 插入应用钥匙后即启用可选应用，例如功率分析。

**Battery Charging (电池充电):** 当示波器给安装的电池组充电时，LED 亮起指示。

**Probe Comp (探头补偿):** 探头补偿输出及机箱基准。用于将电压探头与示波器输入电路进行电气匹配。（见第 10 页，*手动探头补偿*）

探头补偿基准引线连接到大地上，因此在使用示波器交流适配器时，它被视为接地端子。（见第 3 页，*进行浮动测量*）



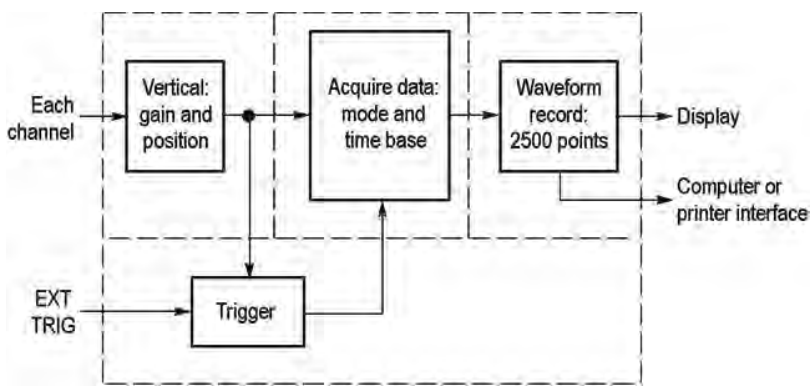
**注意：** 在使用交流适配器时，不要将电压源连接到任何暴露的金属部分，这样会损坏示波器或待测电路。

# 了解示波器的功能

本章包含使用示波器之前需要了解的一般信息。为了有效地使用示波器，需要了解示波器的以下功能：

- 设置示波器 正在触
- 发
- 采集信号（波形） 缩放
- 并定位波形 测量波形

下一张图显示示波器不同功能及其彼此间关系的方块图。



## 设置示波器

操作示波器时，应熟悉可能经常用到的几种功能：“自动设置”、“自动量程”、储存设置和调出设置。

**使用“自动设置”** 每次按“自动设置”按钮，自动设置功能都会获得显示稳定的波形。它可以自动调整垂直标度、水平标度和触发设置。自动设置也可在刻度区域显示几个自动测量结果，这取决于信号类型。

**使用“自动量程”** “自动量程”是一个连续的功能，可以启用和禁用。此功能可以调节设置值，以便在信号表现出大的改变或在您将探头移动到另一点时跟踪信号。

**保存设置** 关闭示波器电源前，如果在最后一次更改后已等待五秒钟，示波器就会保存当前设置。下次接通电源时，示波器会调出此设置。

可以使用“Save/Recall Menu（保存/调出菜单）”永久性保存十个不同的设置。

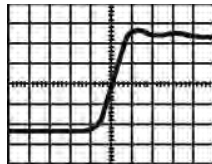
也可将 设置保存到 CompactFlash 卡上。示波器 可容纳一块类型 1 CompactFlash (CF) 卡用作移动海量存储器。（见第 73 页，*移动海量存储器*）

**调出设置** 示波器可以调出关闭电源前的最后一个设置、保存的任何设置或者默认设置。（见第 96 页，*SAVE/RECALL（保存/调出）*）

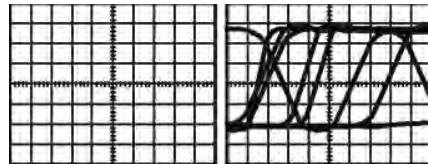
**默认设置** 示波器在出厂时设置为正常操作。按下“Default Setup（默认设置）”按钮将调出大部分出厂选项和控制设置，但并不是调出所有的设置。附录 E 列出了可调出的默认设置。

## 正在触发

触发将确定示波器开始采集数据和显示波形的时间。正确设置触发后，示波器就能将不稳定的显示结果或空白显示屏转换为有意义的波形。



已触发的波形



未触发的波形

有关示波器的特定说明，请参考“操作基础”一章。（见第 19 页，“*触发控制*”）也可以参考“参考”一章。（见第 100 页，“*触发控制*”）

当按下“运行/停止”或（单次）按钮开始采集时，示波器执行下列步骤：

1. 采集足够的数据来填充触发点左侧的波形记录部分。这被称为预触发。
2. 在等待触发条件出现的同时继续捕获数据。
3. 检测触发条件。
4. 在波形记录填满之前继续采集数据。
5. 显示最近采集的波形。

**说明：**对于“边沿”和“脉冲”触发，示波器通过计算触发事件出现的速率来确定触发频率。示波器在显示屏右下角显示触发频率。

**信源** 可使用“触发源”选项来选择示波器用作触发的信号。信源可以是连接到通道 BNC 或 Ext Trig（外部触发）BNC 上的任何信号。

**类型** 示波器提供三类触发：边沿、视频和脉冲宽度。

**模式** 在示波器未检测到触发条件时，可以选择“自动”或“正常”触发模式来定义示波器捕获数据的方式。（见第 101 页，*触发模式选项*）  
要执行单次触发序列采集，可按下（**单次**）按钮。

**耦合** 可使用“触发耦合”选项确定哪一部分信号将通过触发电路。这有助于获得一个稳定的波形显示。

要使用触发耦合，可按下“**Trig Menu（触发菜单）**”按钮，选择“边沿”或“脉冲”触发，然后选择一个“耦合”选项。

**说明：** 触发耦合仅影响通过触发系统的信号。它不影响显示屏上所显示信号的带宽或耦合。

要查看传递到触发电路的调节信号，可按住“**Trig View（触发视图）**”按钮。

**位置** 水平位置控制可确定触发位置与屏幕中心之间的时间。有关如何使用此控制来定位触发器的详细信息，请参阅“水平刻度和位置；预触发信息”。（见第 27 页，*水平刻度和位置；预触发信息*）

**斜率和电平** “斜率”和“电平”控制可帮助定义触发。“斜率”选项（仅限于“边沿”触发类型）确定示波器是在信号的上升边沿还是在下降边沿上找到触发点。“**触发电平**”旋钮控制触发点在边沿的什么位置上出现。



## 采集信号

采集信号时，示波器将其转换为数字形式并显示波形。获取方式定义采集过程中信号被数字化的方式和时基设置影响采集的时间跨度和细节程度。

**获取方式** 有三种获取方式： 采样、峰值检测和平均值。

**采样:** 在这种获取方式下，示波器以均匀时间间隔对信号进行采样以建立波形。此方式多数情况下可以精确表示信号。

但是，此模式不能采集取样之间可能发生的快速信号变化。这可能导致假波现象，并可能漏掉窄脉冲。（见第 27 页，*时域假波现象*）在这些情况下，应使用“峰值检测”模式来采集数据。

**峰值检测:** 在这种获取方式下，示波器在每个采样间隔中找到输入信号的最大值和最小值并使用这些值显示波形。这样，示波器就可以获取并显示窄脉冲，否则这些窄脉冲在“采样”方式下可能已被漏掉。在这种方式下，噪声看起来似乎更大。

**平均值:** 在这种获取方式下，示波器获取几个波形，求其平均值，然后显示最终波形。可以使用此方式来减少随机噪声。

**时基** 示波器通过在不连续点处采集输入信号的值来数字化波形。使用时基可以控制这些数值被数字化的频度。

要将时基调整到某一水平标度以适应要求，可使用“标度”旋钮。

## 缩放并定位波形

可以调整波形的比例和位置来更改显示的波形。改变比例时，波形显示的尺寸会增加或减小。改变位置时，波形会向上、向下、向右或向左移动。

通道指示器（位于刻度的左侧）会标识显示屏上的每个波形。指示器指向所记录波形的接地参考电平。

可以查看显示区域和读数。（见第 13 页，*显示区域*）

**垂直刻度和位置** 通过在显示屏上向上或向下移动波形来更改其垂直位置。要比较数据，可以将一个波形排列在另一个波形的上面，或者，可以把波形相互叠放在一起。

可以更改某个波形的垂直比例。显示的波形将基于接地参考电平进行缩放。

有关示波器的特定说明，请参考“操作基础”一章。（见第 17 页，*垂直控制*）也可以参考“参考”一章。（见第 108 页，*垂直控制*）

## 水平刻度和位置；预触发信息

可以调整“水平位置”控制来查看触发前、触发后或触发前后的波形数据。改变波形的水平位置时，实际上改变的是触发位置和显示屏中心之间的时间。（这看起来就像在显示屏上向右或向左移动波形。）

例如，如果想在测试电路中找到导致干扰信号的原因，需要在该干扰信号上触发并使预触发周期足够长，从而可以采集到干扰信号出现之前的数据。然后，可以分析预触发数据，可能会找到导致干扰信号的原因。

旋转“标度”旋钮可以改变所有波形的水平比例。例如，可能只希望看到一个波形周期，以便测量其上升沿处的过冲。

示波器以时间/分度为单位显示水平刻度的刻度读数。因为所有活动波形使用的是相同的时基，所以，对于所有活动通道，示波器仅显示一个值，但使用“视窗设定”时除外。有关如何使用视窗功能的详细信息，请参考“视窗设定”。（见第 94 页，*视窗设定*）

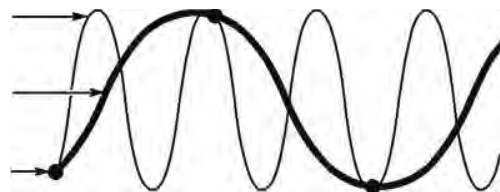
有关示波器的特定说明，请参考“操作基础”一章。（见第 18 页，*位置*）也可以参考“参考”一章。（见第 93 页，*水平*）

**时域假波现象：**如果示波器对信号进行采样时不够快，从而无法建立精确的波形记录时，就会有假波现象。此现象发生时，示波器将以低于实际输入波形的频率显示波形，或者触发并显示不稳定的波形。

实际高频波形

因为假波现象而显示的低频波形

采样点



示波器精确表示信号的能力受到探头带宽、示波器带宽和采样速率的限制。要避免假波现象，示波器的采样频率必须至少比信号中的最高频率分量快两倍。

示波器采样速率在理论上所能表示的最高频率就是奈奎斯特频率。采样速率被称为奈奎斯特速率，是奈奎斯特频率的两倍。

100 MHz 带宽的示波器型号取样速率可达 1 GS/s。200 MHz 带宽的型号取样速率可达 2 GS/s。在两种情况下，最大取样速率至少是带宽的十倍。这些高取样速率有助于降低假波现象发生的概率。

有多种方法可检查假波现象：

- 旋转“**标度**”旋钮改变水平标度。如果波形剧烈变化，则可能有假波现象。
- 选择“**峰值检测**”获取方式。（见第 26 页，*峰值检测*）在此方式下，将对最大值和最小值进行采样，因此示波器可以检测速度更快的信号。如果波形形状剧烈变化，则可能有假波现象。
- 如果触发频率比显示信息的速度快，就可能有假波现象或出现波形多次跨过触发电平的情况。通过检查波形，可能会发现在选定的触发级上，信号的形状是否允许在每个周期内触发一次。

如果可能发生多次触发，则选择某一触发电平，使每个周期仅发生一次触发。如果触发频率仍比显示速度快，就可能有假波现象。

如果触发频率比较慢，这种测试就不起作用。

- 如果正观察的信号也是触发源，则使用刻度或光标来估计所显示波形的频率。并与显示屏右下角的“**触发频率**”读数相比较。如果它们相差很大，则可能有假波现象。

下表列出了在不同频率以及各自的取样速率下可用来避免假波现象的时基设置。采用最快的“水平标度”设置时不可能发生假波现象，因为示波器输入放大器具有带宽限制。



## 在“采样”方式中避免假波现象的设定值

时基	每秒采样数	最大值
2.5 ns	2 GS/s	200.0 MHz
5.0 ns 到 250.0 ns	1 GS/s 或 2 GS/s *	200.0 MHz
500.0 ns	500.0 MS/s	200.0 MHz
1.0 μs	250.0 MS/s	125.0 MHz
2.5 μs	100.0 MS/s	50.0 MHz
5.0 μs	50.0 MS/s	25.0 MHz
10.0 μs	25.0 MS/s	12.5 MHz
25.0 μs	10.0 MS/s	5.0 MHz
50.0 μs	5.0 MS/s	2.5 MHz
100.0 μs	2.5 MS/s	1.25 MHz
250.0 μs	1.0 MS/s	500.0 kHz
500.0 μs	500.0 kS/s	250.0 kHz
1.0 ms	250.0 kS/s	125.0 kHz
2.5 ms	100.0 kS/s	50.0 kHz
5.0 ms	50.0 kS/s	25.0 kHz
10.0 ms	25.0 kS/s	12.5 kHz
25.0 ms	10.0 kS/s	5.0 kHz
50.0 ms	5.0 kS/s	2.5 kHz
100.0 ms	2.5 kS/s	1.25 kHz
250.0 ms	1.0 kS/s	500.0 Hz
500.0 ms	500.0 S/s	250.0 Hz
1.0 s	250.0 S/s	125.0 Hz
2.5 s	100.0 S/s	50.0 Hz
5.0 s	50.0 S/s	25.0 Hz
10.0 s	25.0 S/s	12.5 Hz
25.0 s	10.0 S/s	5.0 Hz
50.0 s	5.0 S/s	2.5 Hz

\* 取决于示波器的型号。

## 测量

示波器将显示电压相对于时间的图形并帮助您测量显示波形。有几种测量方法。可以使用刻度、光标进行测量或执行自动测量。

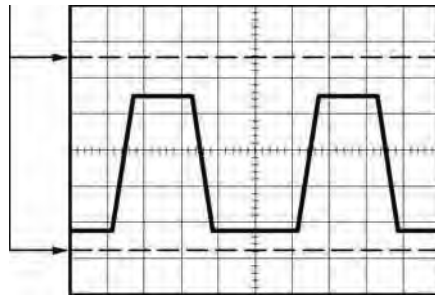
**刻度** 使用此方法能快速、直观地作出估计。例如，可以观察波形幅度，确定它是否略高于 100 mV。

可通过计算相关的大、小刻度分度并乘以比例系数来进行简单的测量。

例如，如果计算出在波形的最大值和最小值之间有五个主垂直刻度分度，并且已知比例系数为 100 毫伏/格，则可按照下列方法来计算峰峰值电压：

$$5 \text{ 格} \times 100 \text{ 毫伏/格} = 500 \text{ 毫伏}$$

光标



**光标** 使用此方法能通过移动总是成对出现的光标并从显示读数中读取它们的数值从而进行测量。有两类光标：“幅度”和“时间”。

使用光标时，要确保将“信源”设置为显示屏上想要测量的波形。要使用光标，可按下“Cursor（光标）”按钮。

**“幅度”光标：**“幅度”光标在显示屏上以水平线出现，可测量垂直参数。“幅度”是参照基准电平而言的。对于数学计算 FFT 功能，这些光标可以测量幅度。

**“时间”光标：**“时间”光标在显示屏上以垂直线出现，可测量水平参数和垂直参数。“时间”是参照触发点而言。对于数学计算 FFT 功能，这些光标可以测量频率。

“时间”光标还包含在波形和光标的交叉点处的波形幅度的读数。

**自动** Measure（测量）菜单最多可采用五种自动测量方法。如果采用自动测量，示波器会为用户执行所有的计算。因为这种测量使用波形的记录点，所以比刻度或光标测量更精确。

自动测量使用读数来显示测量结果。示波器采集新数据的同时对这些读数进行周期性更新。

有关测量的说明，请参阅“参考”一章。（见第 95 页，*测量*）

## 应用实例

本节主要介绍几个应用示例。这些简化示例重点说明了示波器的主要功能，供您参考以用于解决自己实际的测试问题。

- 简单测量

使用“自动设置”

使用 Measure（测量）菜单进行自动测量 测量两个信号并计算增益

- 使用“自动量程”来检查一系列测试点 使用隔离通道分析差分通信信号

- 查看瞬时功率波形 “光

- 标”测量

测量振荡频率和振荡幅值 测量

“脉冲宽度”

测量上升时间

- 分析信号的详细信息 观察噪声信号

使用平均值功能将信号从噪声中分离 采集单脉冲信

- 号

优化采集

- 测量传播延迟

- 脉冲宽度触发

- 视频信号触发

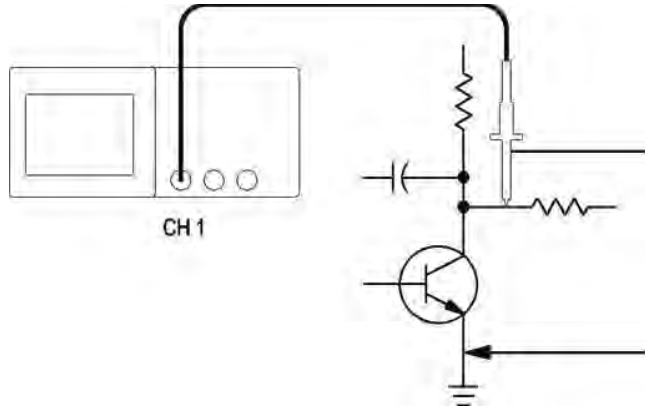
视频场和视频线触发

使用视窗功能查看波形详细信息

- 使用 XY 模式和余辉查看网络的阻抗变化

## 简单测量

您需要查看电路中的某个信号，但又不了解该信号的幅值或频率。您希望快速显示该信号，并测量其频率、周期和峰峰值幅度。



### 使用“自动设置”

要快速显示某个信号，可按如下步骤进行：

1. 按下通道 1 按钮。
2. 按下“探头” ▶ “电压” ▶ “衰减” ▶ 10X。
3. 将通道 1 的探头端部与信号连接。将基准导线连接到电路基准点。
4. 按下“自动设置”按钮。

示波器自动设置垂直、水平和触发控制。如果要优化波形的显示，可手动调整上述控制。

**说明：**示波器根据检测到的信号类型在显示屏的波形区域中显示相应的自动测量结果。

有关示波器的特定说明，请参考“参考”一章。（见第 87 页，*自动设置*）

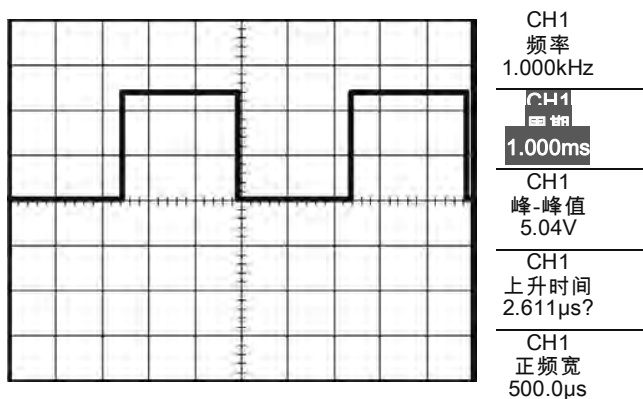
### 进行自动测量

示波器可自动测量多数显示的信号。

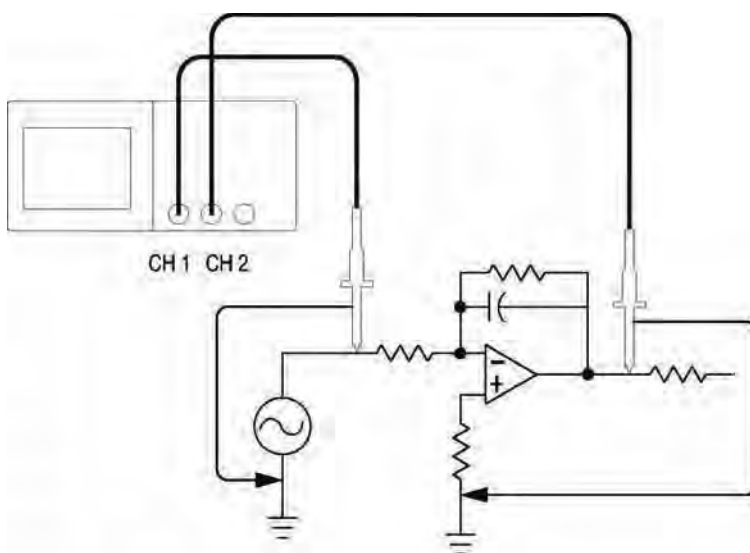
**说明：**如果“值”读数中显示问号 (?)，则表明信号在测量范围之外。请将“垂直标度”旋钮调整到适当的通道以减小灵敏度，或更改“水平标度”设置。

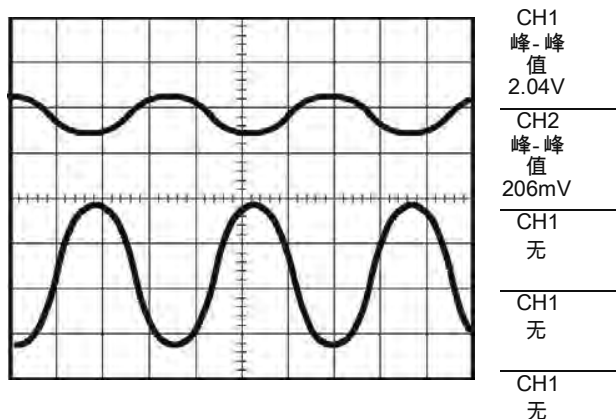
要测量信号的频率、周期、峰峰值幅度、上升时间以及正频宽，请遵循以下以下步骤进行操作：

1. 按下“**Measure (测量)**”按钮查看“Measure (测量)”菜单。
2. 按下顶部选项按钮；显示 Measure 1 Menu (测量 1 菜单)。
3. 按下“**类型**” ▶ “**频率**”。  
“**值**”读数将显示测量结果及更新信息。
4. 按下“**返回**”选项按钮。
5. 按下顶部第二个选项按钮；显示 Measure 2 Menu (测量 2 菜单)。
6. 按下“**类型**” ▶ “**周期**”。  
“**值**”读数将显示测量结果及更新信息。
7. 按下“**返回**”选项按钮。
8. 按下中间的选项按钮；显示 Measure 3 Menu (测量 3 菜单)。
9. 按下“**类型**” ▶ “**峰-峰值**”。  
“**值**”读数将显示测量结果及更新信息。
10. 按下“**返回**”选项按钮。
11. 按下底部倒数第二个选项按钮；显示 Measure 4 Menu (测量 4 菜单)。
12. 按下“**类型**” ▶ “**上升时间**”。  
“**值**”读数将显示测量结果及更新信息。
13. 按下“**返回**”选项按钮。
14. 按下底部的选项按钮；显示 Measure 5 Menu (测量 5 菜单)。
15. 按下“**类型**” ▶ “**正频宽**”。  
“**值**”读数将显示测量结果及更新信息。
16. 按下“**返回**”选项按钮。



**测量两个信号** 如果您正在测试一台设备，并需要测量音频放大器的增益，则需要一个音频发生器，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，如下图所示。测量两个信号的电平，并使用测量结果计算增益的大小。





要激活并显示连接到通道 1 和通道 2 的信号，并选择两个通道进行测量，请执行以下步骤：

1. 按下“自动设置”。
2. 按下“Measure (测量)”查看“Measure (测量)”菜单。
3. 按下顶部选项按钮；显示 Measure 1 Menu (测量 1 菜单)。
4. 按下“信源” ▶ CH1。
5. 按下“类型” ▶ “峰-峰值”。
6. 按下“返回”选项按钮。
7. 按下顶部第二个选项按钮；显示 Measure 2 Menu (测量 2 菜单)。
8. 按下“信源” ▶ CH2。
9. 按下“类型” ▶ “峰-峰值”。
10. 按下“返回”选项按钮。

读取两个通道的峰-峰值幅度。

11. 要计算放大器电压增益，可使用以下公式：

$$\text{电压增益} = \text{输出幅度} / \text{输入幅度}$$

$$\text{电压增益 (dB)} = 20 \times \log (\text{电压增益})$$

## 使用自动量程来检查一系列测试点

如果计算机出现故障，则需要找到若干测试点的频率和 RMS 电压，并将这些值与理想值相比较。您不能访问前面板控制，因为在探测很难够得着的测试点时，您必须两手并用。

1. 按下通道 1。
2. 按下“探头” ▶ “电压” ▶ “衰减”，进行设置并使其与连接到通道 1 的探头衰减相匹配。
3. 按下“自动量程”激活自动量程设置。
4. 按下“Measure（测量）”查看“Measure（测量）”菜单。
5. 按下顶部选项按钮；显示 Measure 1 Menu（测量 1 菜单）。
6. 按下“信源” ▶ 通道 1。
7. 按下“类型” ▶ “频率”。
8. 按下“返回”选项按钮。
9. 按下顶部第二个选项按钮；显示 Measure 2 Menu（测量 2 菜单）。
10. 按下“信源” ▶ 通道 1。
11. 按下“类型” ▶ 均方根值。
12. 按下“返回”选项按钮。
13. 将探头端部和基准导线连接到第一个测试点。读取示波器显示的频率和周期均方根测量值，并与理想值相比较。
14. 对每个测试点重复步骤 13，直到找到出现故障的组件。

---

**说明：**自动量程有效时，每当探头移动到另一个测试点，示波器都会重新调节水平刻度、垂直刻度和触发电平，以提供有用的显示。

---



## 使用隔离通道分析差分通信信号

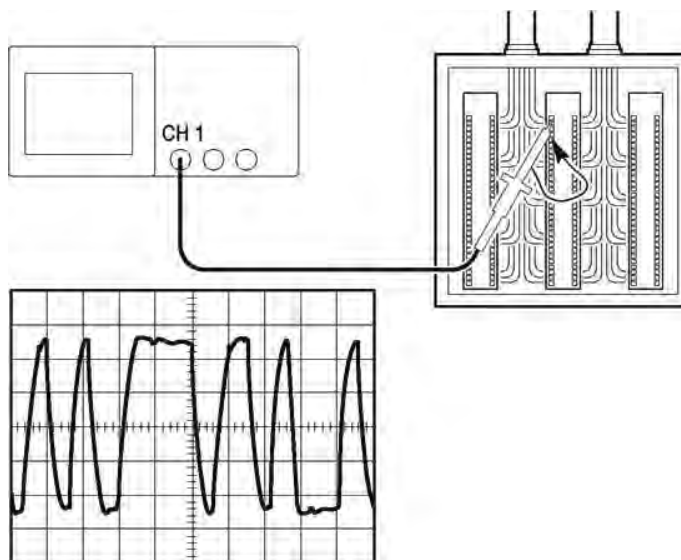
某个串行数据通信链路出现间歇性问题，您怀疑是信号质量太差。设置示波器以显示串行数据流的快照，这样可检验信号电平与跃变次数。

这是一个差分信号。由于示波器使用隔离通道，因此可用一个探头来查看信号。



**警告：** 请不要将 TPP0101 或 TPP0201 探头基准引线浮动到  $> 30 V_{RMS}$  之上。当基准引线浮动高于  $30 V_{RMS}$  时，请根据高压探头的额定值，使用 P5120 探头（可浮动到  $600 V_{RMS}$  CAT II 或  $300 V_{RMS}$  CAT III）或具有类似额定值的无源高压探头（不能是以地为基准的 P5100 探头），或者具有相应额定值的高压差分探头。

为避免电击，在使用外露金属部分的探头时，不要将基准引线连接到高于  $30 V_{RMS}$  的电压。



要查看差分信号，请执行以下步骤：

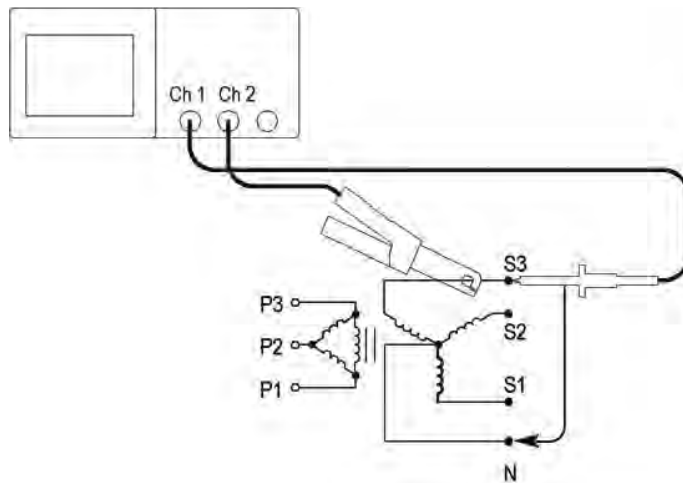
1. 将探头端部连接到信号的一侧。
2. 将探头基准引线连接到信号的另一侧。
3. 按下“自动设置”。

要获得更稳定的显示波形，可按下（单次）以控制波形的采集。每次按下该按钮，示波器将采集数字数据流的一个快照。可使用光标或自动测量分析波形，也可储存波形供以后分析之用。

## 查看数学瞬时功率波形

可以使用电压探头、电流探头和示波器数学乘法函数来查看瞬时功率波形。

**说明：** 必须了解您所使用的电压或电流探头的额定值。不要超过探头的额定值。（见第 3 页，探头连接）



要查看数学瞬时功率波形，请执行以下步骤：

1. 将电压探头连接到通道 1，将电流探头连接到通道 2。



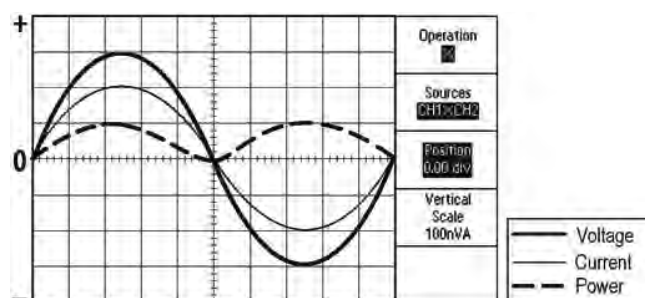
**警告：** 请不要将 TPP0101 或 TPP0201 探头基准引线浮动到  $> 30 V_{RMS}$  之上。当基准引线浮动高于  $30 V_{RMS}$  时，请根据高压探头的额定值，使用 P5120 探头（可浮动到  $600 V_{RMS}$  CAT II 或  $300 V_{RMS}$  CAT III）或具有类似额定值的无源高压探头（不能是以地为基准的 P5100 探头），或者具有相应额定值的高压差分探头。

为避免电击，在使用外露金属部分的探头时，不要将基准引线连接到高于  $30 V_{RMS}$  的电压。

2. 按下通道 1。
3. 按下“探头” ▶ “电压” ▶ “衰减”，并设置使其匹配电压探头的衰减。
4. 按下通道 2。
5. 按下“探头” ▶ “电流” ▶ “比例”，并设置使其匹配电流探头的系数。
6. 按下“自动设置”。

7. 按下“Math（数学）”▶“操作”▶×（乘）。
8. 按下“源”▶CH1×CH2。

**说明：** 瞬时功率波形的垂直单位是 VA。



9. 要获得更好的数学瞬时功率波形视图，可以使用以下示波器功能：
  - 在 Math（数学）菜单中，按下“位置”选项按钮，旋转多用途旋钮来调节垂直位置
  - 在 Math（数学）菜单中，按下 Vertical Scale（垂直刻度）选项按钮，旋转多用途旋钮来调节垂直刻度
  - 旋转水平“标度”旋钮调节水平标度 按下通道 1 和通道 2，删除显示的通道波形

## 光标测量

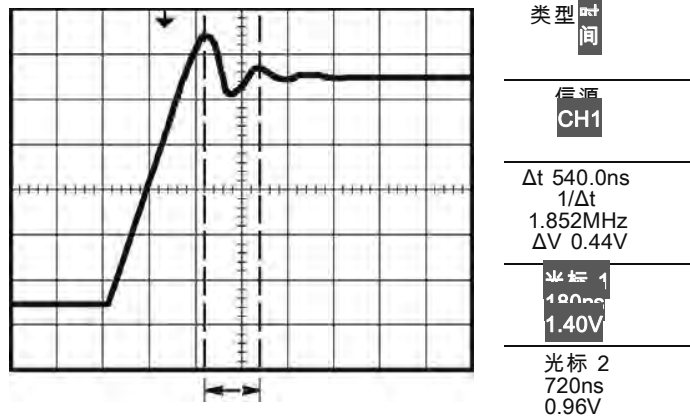
使用光标可快速对波形进行时间和振幅测量。

### 测量振荡的频率和振幅

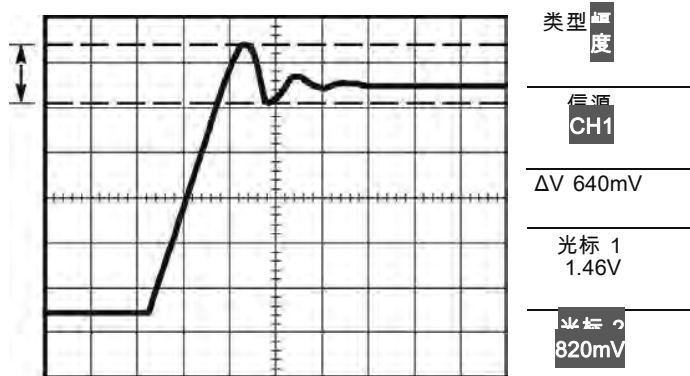
要测量某个信号上升沿的振荡频率，请执行以下步骤：

1. 按下“Cursor（光标）”查看“Cursor（光标）”菜单。
2. 按下“类型”▶“时间”。
3. 按下“信源”▶CH1。
4. 按下“光标 1”选项按钮。
5. 旋转多用途旋钮，将光标置于振荡的第一个波峰上。
6. 按下“光标 2”选项按钮。
7. 旋转多用途旋钮，将光标置于振荡的第二个波峰上。

可在 Cursor（光标）菜单中查看时间和频率  $\Delta$ （增量）（测量所得的振荡频率）。



8. 按下“类型” ▶ “幅度”。
9. 按下“光标 1”选项按钮。
10. 旋转多用途旋钮，将光标置于振荡的第一个波峰上。
11. 按下“光标 2”选项按钮。
12. 旋转多用途旋钮，将光标 2 置于振荡的最低点上。  
在 Cursor (光标) 菜单中将显示振荡的振幅。

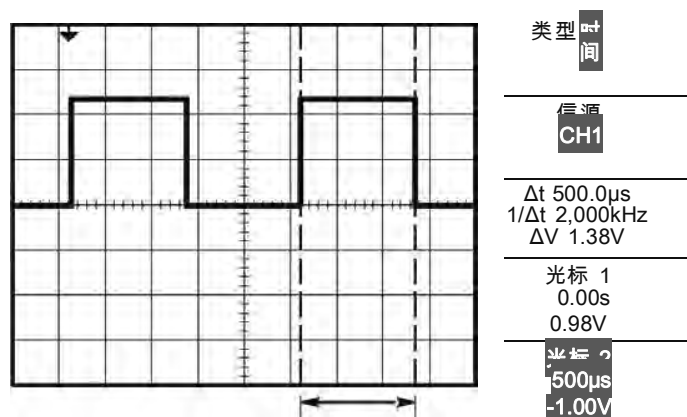


### 测量脉冲宽度

如果您正在分析某个脉冲波形，并且要知道脉冲的宽度，请执行以下步骤：

1. 按下“Cursor (光标)” 查看“Cursor (光标)” 菜单。
2. 按下“类型” ▶ “时间”。
3. 按下“信源” ▶ CH1。
4. 按下“光标 1”选项按钮。
5. 旋转多用途旋钮，将光标置于脉冲的上升沿。

6. 按下“光标 2”选项按钮。
7. 旋转多用途旋钮，将光标置于脉冲的下降沿。此时可在 Cursor（光标）菜单中看到以下测量结果：
  - 光标 1 处相对于触发的时间。
  - 光标 2 处相对于触发的时间。
  - 表示脉冲宽度测量结果的时间  $\Delta$ （增量）。



**说明：**“正频宽”测量可作为 Measure（测量）菜单中的自动测量。（见第 95 页，*测量*）

**说明：**在“自动设置”菜单中选择“单周期方波”选项时，也将显示“正频宽”测量。（见第 88 页，*方波或脉冲*）

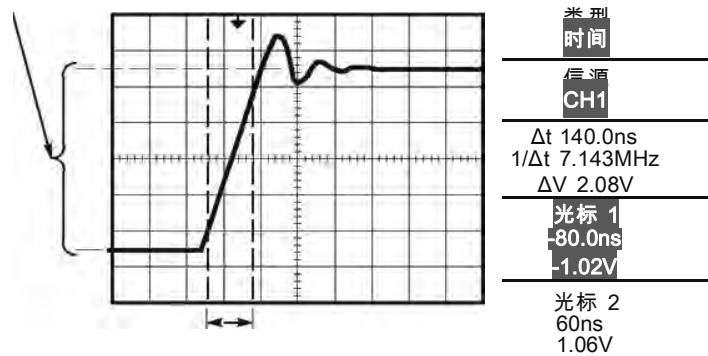
**测量上升时间** 测量脉冲宽度后，您可能还需要检查脉冲的上升时间。通常情况下，应当测量波形电平的 10% 和 90% 之间的上升时间。要测量上升时间，可执行以下步骤：

1. 旋转水平“标度”旋钮以显示波形的上升边沿。
2. 旋转垂直“标度”和“位置”旋钮，将波形幅度设为大约五格。
3. 按下通道 1。
4. 按下“伏/格” ▶ “细调”。
5. 旋转垂直“标度”旋钮，将波幅度准确设为五格。
6. 旋转垂直“位置”旋钮使波形居中；将波形基线定位到中心刻度线以下 2.5 格处。
7. 按下“Cursor（光标）”查看“Cursor（光标）”菜单。

8. 按下“类型” ▶ “时间”。
9. 按下“信源” ▶ CH1。
10. 按下“光标 1”选项按钮。
11. 旋转多用途旋钮，将光标置于波形与屏幕中心下方第二条刻度线的相交点处。这是波形电平的 10%。
12. 按下“光标 2”选项按钮。
13. 旋转多用途旋钮，将光标置于波形与屏幕中心上方第二条刻度线的相交点处。这是波形电平的 90%。

Cursor（光标）菜单中的  $\Delta t$ （增量）读数即为波形的上升时间。

5 等分

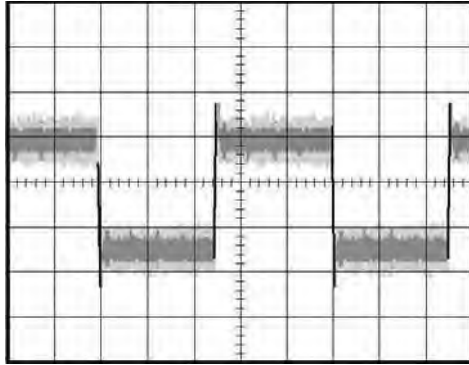


**说明：**“上升时间”测量可作为 Measure（测量）菜单中的自动测量。（见第 95 页，*测量*）

**说明：**在“自动设置”菜单中选择“上升边沿”选项时，也将显示“上升时间”测量。（见第 88 页，*方波或脉冲*）

## 分析信号的详细信息

当示波器上显示一个噪声信号时，需要了解其详细信息。您怀疑此信号包含了许多无法从显示屏上观察到的信息。

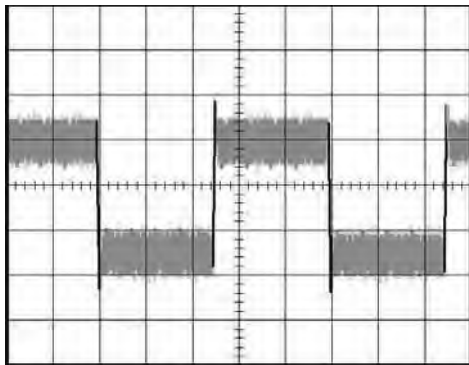


### 观察噪声信号

信号显示为一个噪声时，您怀疑此噪声导致电路出现了问题。要更好地分析噪声，可执行以下步骤：

1. 按下“**Acquire（采集）**”查看“**Acquire（采集）**”菜单。
2. 按下“**峰值检测**”选项按钮。
3. 如有必要，可按下“**Display（显示）**”查看“**Display（显示）**”菜单。使用“**亮度**”选项以及多用途旋钮可调节显示，以便更清晰地查看噪音。

峰值测量侧重于信号中的噪声尖峰和干扰信号，特别是使用较慢的时基设置时。

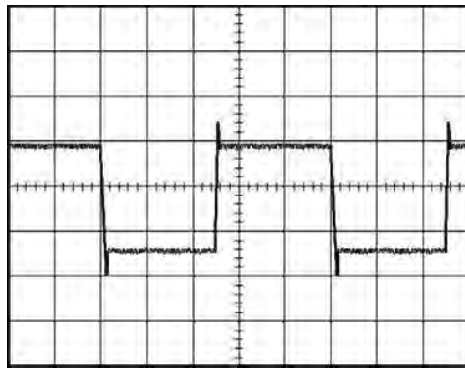


## 将信号从噪声中分离

现在，您可能要分析信号形状，并忽略噪声。要减少示波器显示屏中的随机噪声，可执行以下步骤：

1. 按下“Acquire（采集）”查看“Acquire（采集）”菜单。
2. 按下“平均值”选项按钮。
3. 按下“平均值”选项按钮可查看改变运行平均操作的次数对显示波形的影响。

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。在以下的示例中，显示了去除噪声后信号上升边沿和下降边沿上的振荡。



## 捕获单脉冲信号

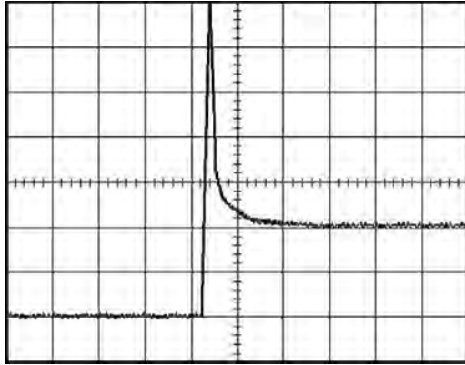
某台设备中簧片继电器的可靠性非常差，您需要解决此问题。您怀疑是继电器打开时簧片触点会出拉弧现象。打开和关闭继电器的最快速度是每分钟一次，所以您需要将通过继电器的电压作为一次单触发信号来采集。

要设置示波器以采集单击信号，请执行以下步骤：

1. 将水平和垂直“标度”旋钮旋转到适当位置，以便于查看信号。
2. 按下“Acquire（采集）”查看“Acquire（采集）”菜单。
3. 按下“峰值检测”选项按钮。
4. 按下“Trig Menu（触发菜单）”查看“Trigger（触发）”菜单。
5. 按下“斜率” ▶ “上升”。
6. 旋转“触发电平”旋钮，将触发电平调整为继电器打开和关闭电压之间的中间电压。
7. 按下（单次）开始采集。

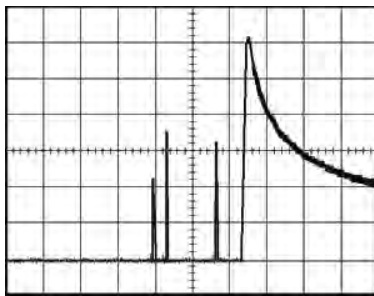
继电器打开时，示波器触发并采集事件。





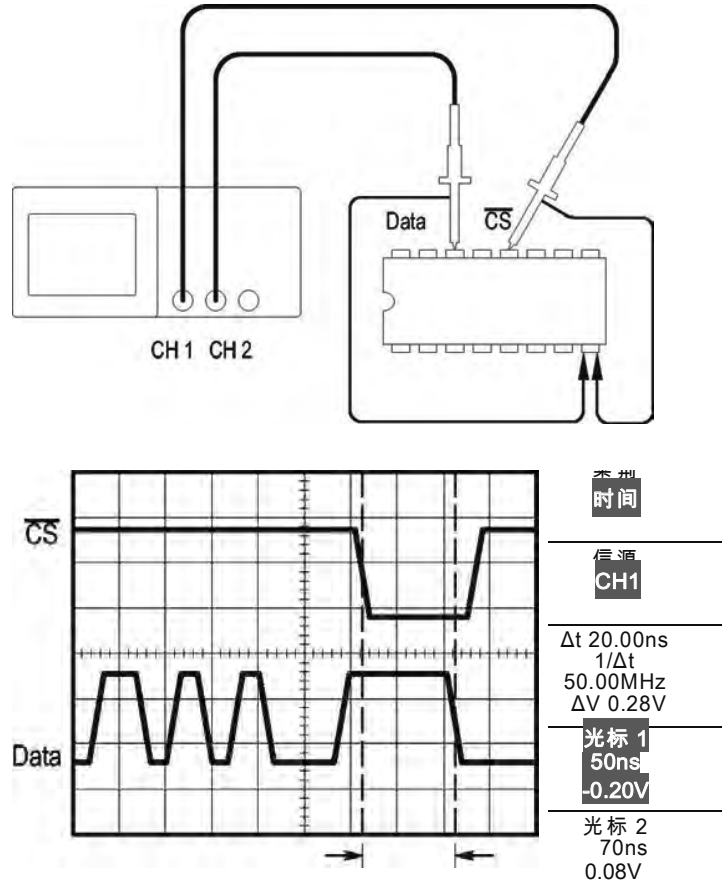
**优化采集** 初始采集信号显示继电器触点在触发点处开始打开。随后有一个大的尖峰，表示触点回弹且在电路中存在电感。电感会使触点拉弧，从而导致继电器过早失效。

在采集下一个单次事件之前，可使用垂直控制、水平控制和触发控制来优化设定。使用新设置捕获到下一个采集信号后（再次按下（**单次**）），可看到触点打开时有多次回弹。



## 测量传播延迟

您怀疑某个微处理器电路中的内存定时处于不稳定状态。设置示波器以测量芯片选择信号和内存设备数据输出之间的传播延迟。



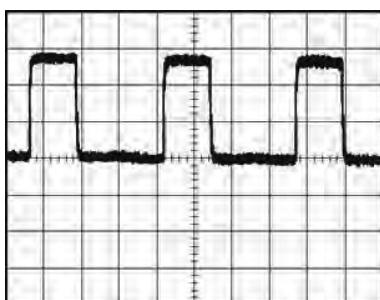
要设置以测量传播延迟，可执行以下步骤：

1. 按下“自动设置”，触发一个稳定的显示。
2. 调整水平控制和垂直控制，优化波形显示。
3. 按下“Cursor（光标）”查看“Cursor（光标）”菜单。
4. 按下“类型” ▶ “时间”。
5. 按下“信源” ▶ CH1。
6. 按下“光标 1”选项按钮。
7. 旋转多用途旋钮，将光标置于芯片选择信号的有效边沿上。
8. 按下“光标 2”选项按钮。
9. 旋转多用途旋钮，将第二个光标置于数据输出跃迁上。

“Cursor（光标）”菜单中的  $\Delta t$  读数即为波形之间的传播延迟。因为这两个波形具有相同的“垂直标度”设置，因此读数有效。

## 根据特定脉冲宽度触发

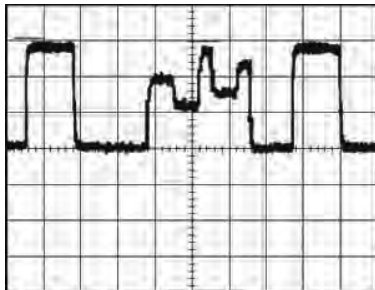
您正在测试电路中某个信号的脉冲宽度。关键是所有脉冲应当为特定宽度，因而您需要验证它们是否如此。边沿触发显示您的信号与指定信号相同，脉冲宽度测量结果也与规范没有差别。但是，您认为其中可能有问题。



要测试脉冲宽度是否出现异常，可执行以下步骤：

1. 按下“自动设置”，触发一个稳定的显示。
2. 按下“自动设置”菜单中的“单周期”选项，以查看信号的单个周期并快速进行脉冲宽度测量。
3. 按下“Trig Menu（触发菜单）”查看“Trigger（触发）”菜单。
4. 按下“类型” ▶ “脉冲”。
5. 按下“信源” ▶ CH1。
6. 旋转“触发电平”旋钮，将触发电平设在接近信号底部的位置。
7. 按下“当” ▶ =（等于）。
8. 旋转多用途旋钮，将脉冲宽度设为在步骤 2 中所测量的脉冲宽度值。
9. 按下“更多” ▶ “触发方式” ▶ “正常”。示波器由正常脉冲触发，因而波形显示应当稳定。

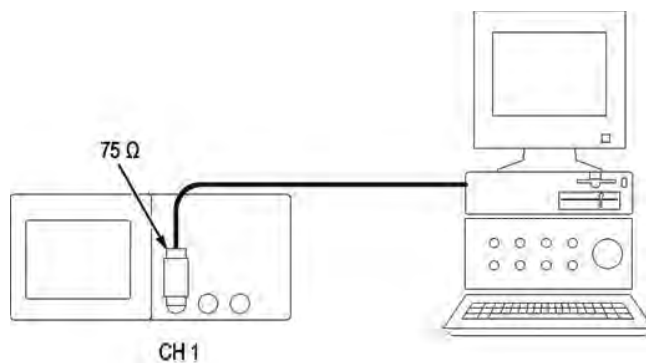
10. 按下“当”选项按钮选择 $\neq$ 、 $<$ 或 $>$ 。如果存在满足指定“当”条件的异常脉冲，示波器将进行触发。

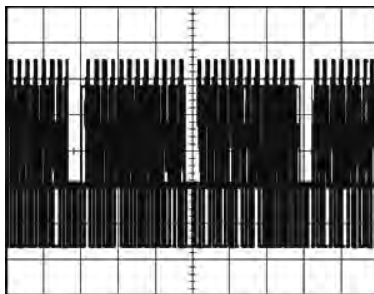


**说明：** 触发频率读数显示示波器可能认为是一个触发器的事件的频率，并可能小于脉冲宽度触发模式下输入信号的频率。

## 视频信号触发

您正在测试某台医疗设备中的视频电路，并且需要显示视频输出信号。视频输出为 NTSC 标准信号。使用视频触发可获得稳定的显示波形。





**说明：**多数视频系统使用 75 欧姆电缆线路。示波器输入端不能直接端接到低阻抗电缆上。要避免由于负载不当和因反射而引起的幅度误差，可在信号源的 75 欧姆同轴电缆与示波器 BNC 输入之间放置一个 75 欧姆的馈通终接器（Tektronix 部件号 011-0055-02 或同类产品）。

## 视频场触发

**自动：**要对视频场进行触发，可执行以下步骤：

1. 按下“自动设置”。自动设置完成后，示波器将显示与“所有场”同步的视频信号。  
示波器在您使用“自动设置”功能时设置“标准”选项。
2. 按下“自动设置”菜单中的“奇数场”或“偶数场”选项，将仅与奇数场或偶数场同步。

**手动：**此方法所需步骤更多，但对于视频信号可能是必需的。要使用手动方法，请执行以下步骤：

1. 按下通道 1。
2. 按下“耦合” ▶ “交流”。
3. 按下“Trig Menu（触发菜单）”查看“Trigger（触发）”菜单。
4. 按下顶部的选项按钮，选择“视频”。
5. 按下“信源” ▶ CH1。
6. 按下“同步”选项按钮，然后选择“所有场”、“奇数场”或“偶数场”。
7. 按下“标准” ▶ NTSC。
8. 旋转水平“标度”旋钮在整个屏幕中查看完整场。
9. 旋转垂直“标度”旋钮，确保整个视频信号都出现在屏幕上。

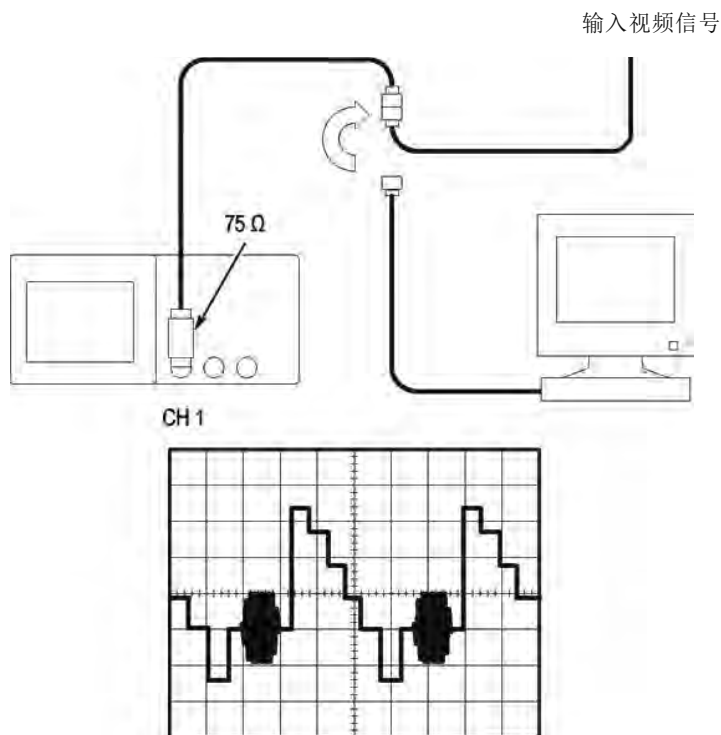
**视频线触发**

**自动:** 也可观看场中的视频线。 要对视频线进行触发, 可执行以下步骤:

1. 按下“自动设置”。
2. 按下顶部的选项按钮, 选择“行”以便与所有行同步。(“自动设置”菜单包括“扫描线”和“线数”选项。)

**手册:** 此方法所需步骤更多, 但对于视频信号可能是必需的。 要使用此方法, 请执行以下步骤:

1. 按下“Trig Menu (触发菜单)”按钮查看“Trigger (触发)”菜单。
2. 按下顶部的选项按钮, 选择“视频”。
3. 按下“同步”选项按钮并选择“扫描线”或“线数”, 旋转多用途旋钮设置指定的行号。
4. 按下“标准” ▶ NTSC。
5. 旋转水平“标度”旋钮在整个屏幕中查看完整视频行。
6. 旋转垂直“标度”旋钮, 确保整个视频信号都显示在屏幕上。

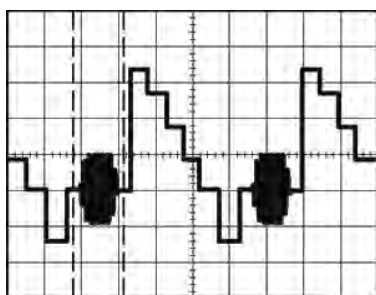


## 使用视窗功能查看波形 详细信息

使用视窗（缩放）功能可查看波形的指定部分，而不必改变主显示区。

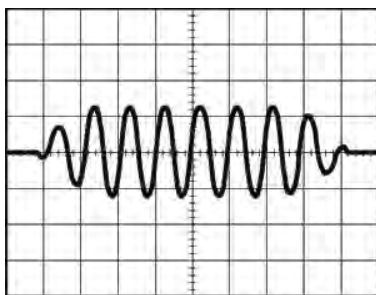
如果要更详细地查看上述波形的色同步信号，且不改变主显示区，可执行以下步骤：

1. 按下水平“菜单”按钮查看“水平菜单”并选择“主时基”选项。
2. 按下“视窗设定”选项按钮。
3. 旋转水平“标度”旋钮并选择 500 ns。这将是此扩展视图的秒/格设置。
4. 旋转水平“位置”旋钮，将窗口定位在要扩展的波形部分。



1. 按下“视窗扩展”选项按钮，查看波形的扩展部分。
2. 旋转水平“标度”旋钮以便更清楚地查看扩展的波形。

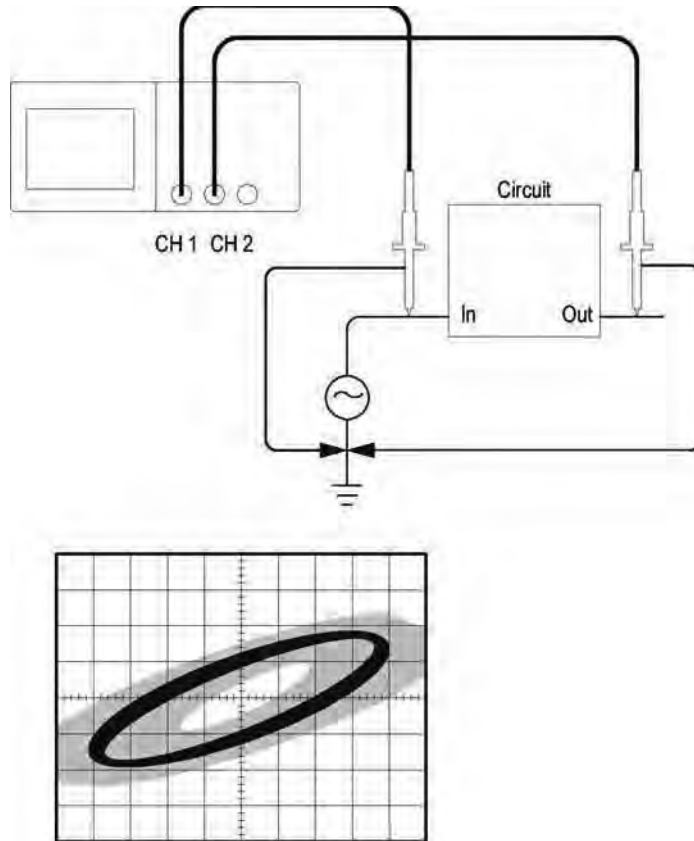
要在“主时基”视图和“视窗扩展”视图间切换，请按下“水平菜单”中的“主时基”或“视窗扩展”选项按钮。



## 查看网络中的阻抗变化

您已经设计了一个电路，需要在一个非常宽的温度范围内运行。您需要了解电路阻抗在环境温度改变时会有多大变化。

连接示波器以监测电路的输入和输出端，并采集改变温度时发生的变化。



要以 XY 显示格式查看电路的输入和输出，可执行以下步骤：

1. 按下通道 1 按钮。
2. 按下“探头” ▶ “电压” ▶ “衰减” ▶ 10X。
3. 按下通道 2 按钮。
4. 按下“探头” ▶ “电压” ▶ “衰减” ▶ 10X。
5. 将通道 1 的探头连接到网络的输入端，将通道 2 的探头连接到网络的输出端。
6. 按下“自动设置”按钮。
7. 旋转垂直“标度”旋钮，使每个通道上显示的信号幅值大致相同。
8. 按下“Display（显示）”按钮查看“Display（显示）”菜单。
9. 按下“格式” ▶ XY。

示波器显示一个李萨如图，表示电路的输入和输出特性。



10. 旋转垂直“标度”和“位置”旋钮使显示达到最佳。
11. 按下“持续” ▶ “无限”。
12. 按下“亮度”选项按钮，旋转多用途旋钮来调节显示。调整环境温度时，持续显示功能将采集电路特性的变化。

# 数学计算 FFT

本章详细说明了如何使用“数学计算 FFT”（快速傅立叶变换）。可以使用 FFT 数学计算模式将时域（YT）信号转换为它的频率分量（频谱）。可以将数学计算 FFT 模式应用于以下类型的分析：

- 分析电源线中的谐波
- 测量系统中的谐波含量和失真表
- 征直流电源中的噪声特性
- 测试过滤器和系统的脉冲响应分
- 析振动

要使用“数学计算 FFT”模式，需要执行以下步骤： 设置信源（时域）

- 波形
- 显示 FFT 谱
- 选择某种类型的 FFT 窗口 调整采样速率以便在没有假波现象的条件下显示基频和谐波。 使用缩放控制放大频谱
- 使用光标测量频谱

---

**说明：**为查看电源系统的谐波，可选 TPS2PWR1 功率分析应用所提供的谐波功对功率测量进行了优化。

---

## 设置时域波形

使用 FFT 模式前，需要设置时域（YT）波形。要进行此操作，可按如下步骤进行：

1. 按下“**自动设置**”以显示 YT 波形。
2. 旋转垂直“**位置**”旋钮将 YT 波形垂直移到中心（零格）。这可确保 FFT 显示真实的直流值。
3. 旋转水平“**位置**”旋钮来定位要在屏幕中心的八个格中进行分析的部分 YT 波形。

示波器将使用时域波形中心的 2048 个点来计算 FFT 光谱。

4. 旋转垂直“标度”旋钮，确保整个波形都显示在屏幕上。如果看不到整个波形，示波器可能会增加高频分量，从而导致显示错误的 FFT 结果。
5. 旋转水平“标度”旋钮，提供 FFT 频谱中所需的分辨率。
6. 如果可能，将示波器设置为可显示多个信号周期。

如果旋转水平“标度”旋钮选择一个更快的设置（较少的周期），FFT 频谱将显示一个更大的频率范围，并减少出现 FFT 假波现象的概率。（见第 59 页，*FFT 假波现象*）但是，示波器也会显示较低的频率分辨率。

要设置 FFT 显示图形，可执行以下步骤：

1. 按下“Math（数学）”按钮查看“Math（数学）”菜单。
2. 按下“操作”▶ FFT。
3. 为数学 FFT 选择“信源”通道。

许多情况下，尽管未触发 YT 波形，示波器也可以产生一个有用的 FFT 频谱。如果信号是周期的或随机的（如噪声）则更是如此。

---

**说明：** 应尽可能靠近屏幕中心触发和定位瞬时波形和突发波形。

---

**奈奎斯特频率** 任何实时数字化示波器在不出现错误的条件下可以测量的最高频率是采样速率的一半。这个频率称为奈奎斯特频率。“奈奎斯特”频率以上的频率信息采样不足，这会产生 FFT 假波现象。（见第 59 页，*FFT 假波现象*）

数学函数可以将时域波形的 2048 个中心点转换为 FFT 谱。最终的 FFT 谱中含有从直流（0 Hz）到奈奎斯特频率的 1024 个点。

通常，显示屏将 FFT 谱水平压缩到 250 点，但可以使用“FFT 缩放”功能来扩展 FFT 谱以便更清晰地看到 FFT 谱中 1024 个数据点每处的频率分量。

---

**说明：** 示波器垂直响应在其带宽之上缓慢滚降（根据型号的不同为 100 MHz 或 200 MHz，或者当“带宽限制”选项设为“开”时为 20 MHz）。因此，FFT 频谱可以显示高于示波器带宽的有效频率信息。然而，接近或高于带宽的幅度信息将会不精确。

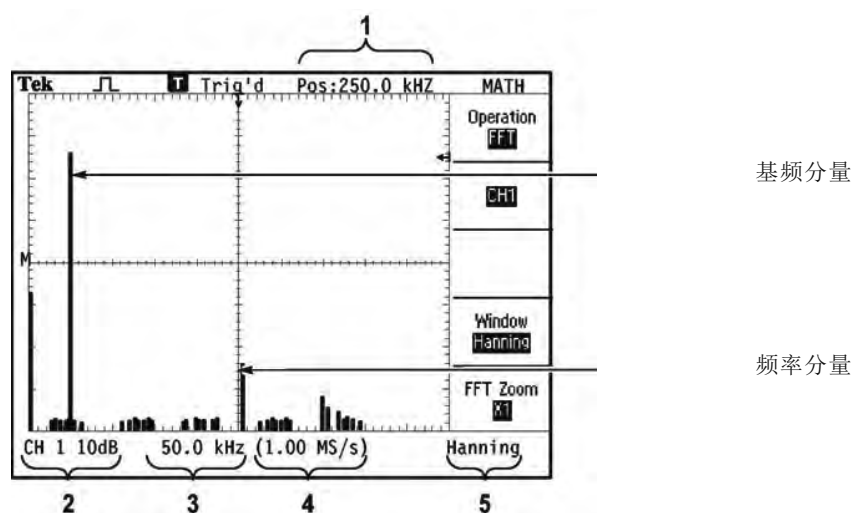
---

## 显示 FFT 谱

按下“Math (数学)”按钮显示“Math (数学)”菜单。使用各选项来选择“信源”通道、“窗口”算法和“FFT 缩放”系数。一次仅可显示一个 FFT 频谱。

“数学计算 FFT”选项	设置	注释
信源	通道 1、2、3 <sup>1</sup> 和 4 <sup>1</sup>	选择该通道用作 FFT 信源
窗口	Hanning、Flattop、Rectangular	选择 FFT 窗口类型；( 见第 58 页，选择 FFT 视窗)
FFT 缩放	X1、X2、X5、X10	更改 FFT 显示的水平放大；( 见第 60 页，放大并定位 FFT 谱)

<sup>1</sup> 仅存在于 4 通道示波器上。

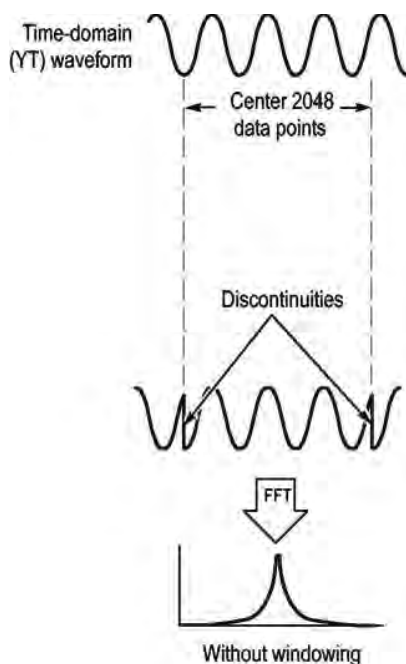


1. 中心刻度线处的频率。
2. 以 db/分度 (0 db = 1 V<sub>RMS</sub>)。
3. 以频率/分度为单位的水平刻度
4. 以采样数/秒为单位的采样速率
5. FFT 视窗类型。

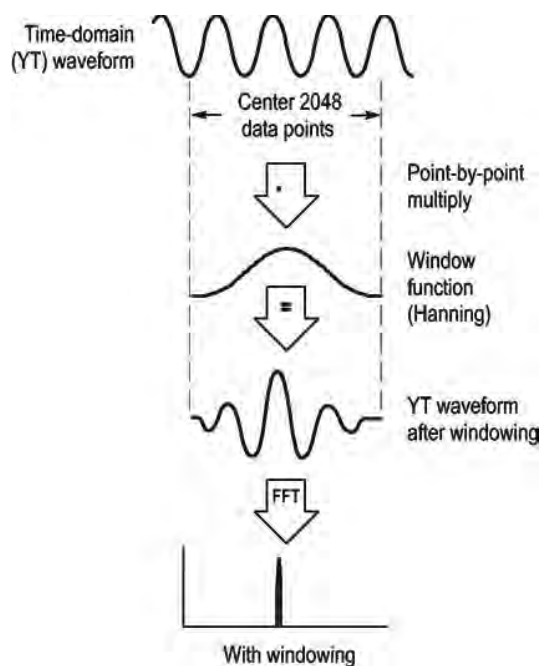
## 选择 FFT 视窗

使用视窗可减少 FFT 谱中的频谱遗漏。FFT 算法假设 YT 波形是不断重复的。当周期为整数 (1, 2, 3, ...) 时, YT 波形在开始与结束处的幅度相同, 并且信号形状不中断。

YT 波形中周期为非整数时, 会引起该信号开始点和结束点处的幅度不同。开始点和结束点间的跃变会在引入高频瞬态的信号中产生中断。



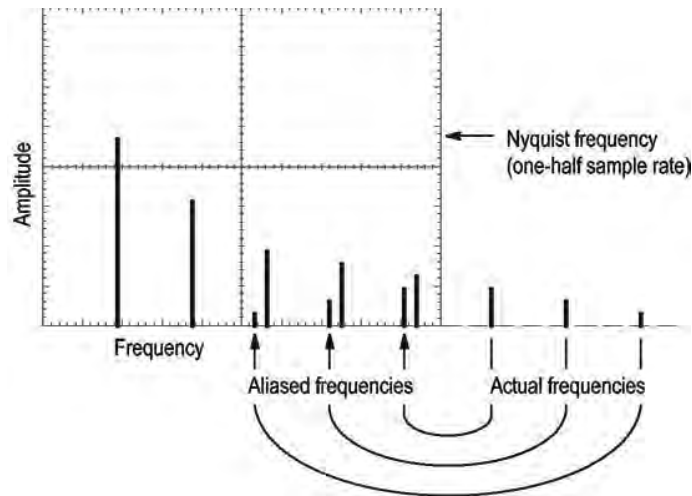
在 YT 波形上采用视窗会改变该波形, 从而开始值和结束值彼此接近, 以减少中断。



“数学计算 FFT”功能有三个“FFT 视窗”选项。对于每种类型的视窗，在频率分辨率和幅度精度之间都会有所取舍。要测量的项目和源信号特性可用于确定要使用哪一种视窗。

视窗	测量	特性
Hanning	周期波形	与 Flattop 相比，频率较好，但幅度精度较差
Flattop	周期波形	与 Hanning 相比，幅度较好，但频率精度较差
Rectangular	脉冲或瞬时波形	适用于非中断波形的特殊用途视窗。它实际上相当于没有采用视窗。

**FFT 假波现象** 当示波器采集的时域波形中含有大于奈奎斯特频率的频率分量时就会出现假波现象。（见第 56 页，*奈奎斯特频率*）大于奈奎斯特频率的频率分量将出现采样不足，显示为从奈奎斯特频率“折回”的较低频率分量。这些不正确的分量称为假波现象。



### 消除假波现象

要消除假波现象，可采用以下方法：

- 旋转水平“标度”旋钮，设置更快的取样速率。因为增加取样速率将会增加奈奎斯特频率，出现假波现象的频率分量将显示为正确的频率。如果在屏幕上出现太多频率分量，可以使用“FFT 缩放”选项放大 FFT 频谱。
- 如果不需要观察 20 MHz 以上的频率分量，可将“带宽限制”选项设置为“开”。
- 将一个外部过滤器放置到源信号上，将信源波形的带宽限制到低于奈奎斯特频率的频率。
- 识别并忽略产生假波现象的频率。
- 使用缩放控制和光标可放大并测量 FFT 谱。

### 放大并定位 FFT 谱

可放大并使用光标对 FFT 谱进行测量。示波器有一个可进行水平放大的“FFT 缩放”选项。要垂直放大，可以使用垂直控制。

**水平缩放和定位** 使用“FFT 缩放”选项可以将 FFT 谱水平放大而不改变采样速率。缩放系数有 X1（默认）、X2、X5 和 X10。当缩放系数为 X1 且波形位于刻度中心时，左边的刻度线处为 0 Hz，右边的刻度线处为奈奎斯特频率。

改变缩放系数时，FFT 谱相对于中心刻度线放大。也就是说，水平放大轴为中心刻度线。

顺时针旋转水平“位置”旋钮可以向右移动 FFT 频谱。按下“设置为零”按钮可将频谱的中心定位在刻度的中心。

**垂直缩放和定位** 显示 FFT 频谱时，垂直通道旋钮将成为与各自通道相对应的垂直缩放和位置控件。“垂直标度”旋钮可提供以下缩放系数：X0.5、X1（默认）、X2、X5 和 X10。FFT 频谱相对于 M 标记（屏幕左边沿的波形运算参考点）垂直放大。

顺时针旋转垂直“位置”旋钮可以向上移动信源通道的频谱。

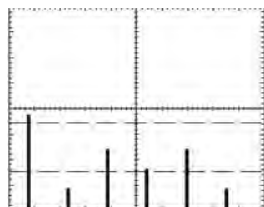
## 使用光标测量 FFT 谱

可以对 FFT 谱进行两项测量：幅度（以 dB 为单位）和频率（以 Hz 为单位）。幅度基准点为 0 dB，这里 0 dB 等于  $1 V_{RMS}$ 。

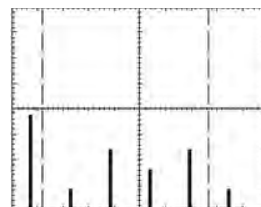
可以使用光标以任一缩放系数进行测量。要进行此操作，可按如下步骤进行：

1. 按下“Cursor（光标）”按钮查看“Cursor（光标）”菜单。
2. 按下“信源” ▶ MATH（数学）。
3. 按下“类型”选项按钮，选择“幅度”或“频率”。
4. 使用多用途旋钮来移动光标 1 和 光标 2。

使用水平光标测量幅度，垂直光标测量频率。通过这些选项可显示两个光标间的增量，光标 1 位置处的值和光标 2 位置处的值。增量是光标 1 的值减去光标 2 的值的绝对值。



“幅度”光标



“频率”光标

也可以不使用光标来进行频率测量。要进行此操作，可旋转“水平位置”旋钮将频率分量定位在中心刻度线上，然后读取显示屏右上方的频率。



## 通信 ( RS-232、并口和 RS-232/USB )

使用示波器的通信功能执行以下任务： 将屏幕图像发送

- 到某一外部设备（打印机或计算机） 设置及测试
- RS-232 接口
- 设置及使用 RS-232/USB 电缆



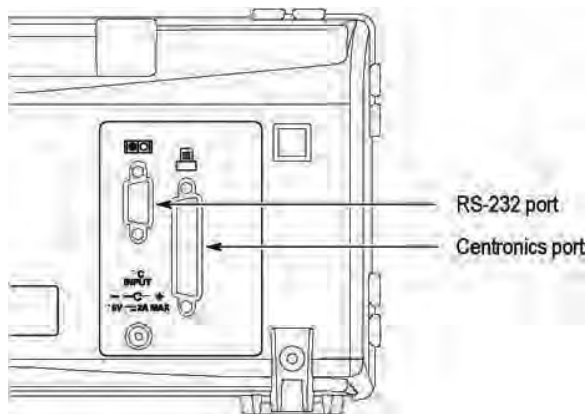
**警告：** 请不要将 TPP0101 或 TPP0201 探头基准引线浮动到  $> 30 V_{RMS}$  之上。当基准引线浮动高于  $30 V_{RMS}$  时，请根据高压探头的额定值，使用 P5120 探头（可浮动到  $600 V_{RMS}$  CAT II 或  $300 V_{RMS}$  CAT III）或具有类似额定值的无源高压探头（不能是以地为基准的 P5100 探头），或者具有相应额定值的高压差分探头。

为避免电击，在使用外露金属部分的探头时，不要将基准引线连接到高于  $30 V_{RMS}$  的电压。

示波器的开机横幅显示类似上图的警告消息。示波器接收的第一条 RS-232 命令将清除此警告消息。

### 将屏幕图像发送到外部设备


示波器允许将屏幕图像发送到打印机或计算机等外部设备上。



#### 打印机设置

要设置打印机，请执行以下步骤：

1. 打开示波器电源。
2. 按下“Utility（辅助功能）”▶“选项”▶“打印机设置”。
3. 按下选项按钮，更改设置使其与打印机相匹配。下表列出了用户可更改的设置。

选项	设置	注释
打印钮	打印	可将  打印钮设置为执行其他功能。(见第 75 页, 使用打印钮的储存功能)
打印埠	并口 (Centronics), RS-232	用于将示波器连接到打印机或计算机的通信端口
打印机格式 <sup>1</sup>	DPU411、DPU412、DPU3445、Thinkjet、Deskjet、Laser Jet、Bubble Jet、Epson Dot、Epson C60、Epson C80、BMP、PCX、TIFF、RLE、EPSIMAGE	连接到通信端口的设备类型或文件格式
版面格式	纵向, 横向	打印机输出方向
省墨	开, 关	在白色背景下打印屏幕图像
终止打印		停止将屏幕图像发送到打印机

<sup>1</sup> 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)。

下表列出文件格式。

文件格式	扩展名	注释
BMP	BMP	在默认情况下, 这种位图格式使用一种无损压缩算法, 可与大多数字处理和电子表格程序兼容
PCX	PCX	DOS 画笔格式
TIFF	TIF	带标记图像文件格式
RLE	RLE	游程长度编码, 这种格式使用无损压缩算法
EPSIMAGE	EPS	Postscript 格式


**说明:** 即使您按下了“Default Setup (默认设置)”按钮, 示波器仍将储存这些设置, 直至您做出更改为止。

如果使用 RS-232 端口, 还需相应地为打印机设置端口参数。


## 测试打印机端口

要测试打印机端口, 请执行以下步骤:

1. 如已将示波器连接到打印机, 请转到步骤 4。
2. 关闭示波器及打印机电源。
3. 使用合适的电缆将示波器连接到打印机。
4. 打开示波器及打印机电源。

5. 如未完成这些步骤, 请定义合适的打印机设置。(见第 63 页, *打印机设置*)
6. 按下  打印按钮。根据所选的打印机类型, 打印机将在二十秒内开始打印示波器屏幕的内容。

### 打印示波器屏幕图像

要打印屏幕图像, 请按下  打印按钮。示波器需要几秒时间来捕捉屏幕图像。打印机的设置及打印速度将决定用多长时间打印数据。根据所选的格式, 可能会需要更长时间。

**说明:** 在打印机打印时, 仍可以使用示波器。

## 设置及测试 RS-232 接口

用户可能需要设置和测试 RS-232 接口。RS-232 是一种 8 位串行通信标准, 让示波器能够与计算机、终端或打印机等外部 RS-232 设备进行通信。该标准定义两种设备类型: 数据终端设备 (DTE) 和数据通信设备 (DCE)。示波器属于 DTE 设备。

“RS-232 连接器插脚图表”显示 9 针 RS-232 连接器的插脚编号和信号分配。(见第 69 页, *RS-232 连接器插脚图表*)

### 选择 RS-232 电缆

需要用 RS-232 电缆将示波器连到外部设备上。可以使用下表选择正确的电缆。

示波器的连接目标	使用的电缆类型	Tektronix 部件号
带有 9 针串行端口连接器的 PC	9 针孔型对 9 针孔型, 空调制解调器	012-1379-00
带有 25 针串行端口连接器的 PC	9 针孔型对 25 针孔型, 空调制解调器	012-1380-00
Sun 工作站和串行打印机, 如 HP Deskjet	9 针孔型对 25 针型, 空调制解调器	012-1298-00
电话调制解调器	9 针孔型对 25 针型, 调制解调器	012-1241-00

### 连接外部设备

将示波器连接到外部 RS-232 设备时，请遵循以下指导进行操作：

- 使用正确的电缆（请参阅上表）。
- 电缆长度不要超过 15 米（50 英尺）。在用电缆连接示波器和外部
- 设备前，请关闭两者的电源。

**说明：**本手册介绍进行浮动测量时如何连接外部设备的信息。（见第 3 页，进行浮动测量）

### RS-232 设置

要设置示波器 RS-232 接口，请执行以下步骤：

1. 按下“Utility (辅助功能)”按钮，查看“Utility (辅助功能)”菜单。
2. 按下“选项”▶“RS232 设置”。
3. 按下选项按钮以匹配外部设备的设置。下表列出了用户可更改的设置。

**说明：**即使您按下了“Default Setup (默认设置)”按钮，示波器仍将储存这些设置，直至您做出更改为止。

选项	设置	注释
调至预设状态		将 RS-232 接口设为厂家默认值（波特率 = 9600、流量 = 硬标记、EOL 字串 = LF、奇偶位 = 无）
波特率	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200	设置数据传输速率
流量控制	硬标记、软标记、无	设置数据流量控制（软标记 = Xon/Xoff、硬标记 = RTS/CTS）。在传送二进制数据时，使用硬标记
EOL 字串	CR、LF、CR/LF、LF/CR	设置示波器发送的行尾结束符，示波器可以接收任何 EOL 字符串
奇偶位	无、偶、奇	给每个字符添加错误检查位（第九位）

**说明：**当用户将“奇偶位”选项设为“无”时，示波器使用 8 个数据位和 1 个停止位。当用户将“奇偶位”选项设为“偶”或“奇”时，示波器使用 7 个数据位和 1 个停止位。

用户可使用示波器附带的 OpenChoice Desktop 软件，将信息从示波器传输到 PC。如果软件不工作，则尝试测试 RS-232 接口。

要测试示波器 RS-232 接口，请执行以下步骤：

1. 使用合适的 RS-232 电缆将示波器连接到个人计算机 (PC)。（见第 65 页，*选择 RS-232 电缆*）
2. 打开 PC 电源。
3. 在 PC 上运行终端仿真器程序，例如 Microsoft Windows 的超级终端。确认 PC 串口设置如下：

功能	设置
波特率	9600
数据流量控制	硬标记
奇偶位	无

要查看发送的字符，还需要设置终端仿真器程序。启用回声和 CRLF 将保持各行不重叠。

4. 打开示波器电源。
5. 按下“Utility (辅助功能)”按钮，查看“Utility (辅助功能)”菜单。
6. 按下“选项”▶“RS232 设置”。
7. 检查菜单设置是否上表中所列的设置相匹配。
8. 从 PC 终端程序中，键入 ID?，然后按下返回键或回车键发送命令。示波器回送其标识字符串，大致如下所示：

```
ID TEK/TPS 2024B, CF: 91.1CT, FV: V10.00
```

**说明：** 本手册简要介绍命令录入有关的信息。（见第 69 页，*命令输入*）

有关命令的详细信息，请参阅《TDS200、TDS1000/2000、TDS1000B/2000B、TDS2000C 和 TPS2000/2000B 系列数字示波器程序员手册》。

## RS-232 故障排除

如果示波器和外部设备（计算机或打印机）有通信故障，请执行以下步骤：

1. 检查是否使用了正确的 RS-232 电缆。确定外部设备是否需要空调制解调器或直通连接。（见第 65 页，*选择 RS-232 电缆*）
2. 检查 RS-232 电缆是否牢固地连接在示波器和外部设备的正确端口上。
3. 检查打印机或个人计算机上是否使用连接 RS-232 电缆的同一端口。重新运行程序或打印机。

4. 检查示波器的 RS-232 设置是否与外部设备使用的设置相匹配。
  - a. 确定外部设备的 RS-232 设置。
  - b. 按下“Utility (辅助功能)”按钮, 查看“Utility (辅助功能)”菜单。
  - c. 按下“选件”▶“RS232 设置”。
  - d. 设置示波器, 使其与外部设备的设置相匹配。
  - e. 重新运行免费的 OpenChoice Desktop 软件。
  - f. 重新运行终端仿真器程序或打印机。
5. 尝试将示波器和外部设备设置为稍低的波特率。
6. 如仅收到部分打印文件, 请尝试以下纠正方法:
  - a. 延长外部设备的超时设定。
  - b. 确认打印机设为接收二进制文件, 而非文本文件。

### 传输二进制数据

要使用 RS-232 端口将二进制数据传输到示波器, 对接口进行如下设置:

- 只要有可能, 请使用硬件标记 (RTS/CTS)。硬件标记保证无数据丢失。
- 所有八位二进制数据均包含有意义的信息。确认所有八位数据都被接收和传送, 配置外部 RS-232 设备, 使其可接收和传送八位字符 (设置 RS-232 字长为八位)。

### 报告 RS-232 I/O 错误

出现奇偶、成帧或输入/输出缓冲溢出问题时, 会报告错误。为报告错误, 示波器送出一个事件代码。当有错误出现时, 示波器会丢弃所有输入和输出并等待新命令。

### 检查命令状态

如要检查每个发送命令的状态, 可在每个命令后面加上一个 \*STB? 查询, 然后阅读响应字符串。

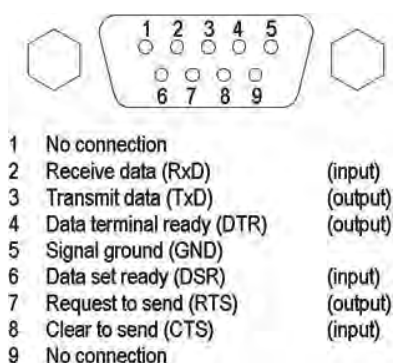
### 处理中断信号

当示波器在 RS-232 端口感应到中断信号时, 它会返回一个三个字符的字符串 DCL 并带有行尾结束符。在其内部, 示波器的反应如同接收了一个 GPIB <DCL> 命令 (清除设备), 这使示波器删除输入和输出缓冲器内的所有内容, 然后等待新命令。中断信号并不更改示波器的设置或储存的数据, 也不妨碍前面板的操作或非程序化功能。

如中断信号在字符流中间送出, 则在其前后的几个字符可能丢失。控制器在发送更多的字符前, 将保持等待, 直至接收到一个三个字符的字符串 DCL 及行尾结束符。

## RS-232 连接器插脚图 表

下图显示了 RS-232 连接器的插脚编号和信号分配。



## 命令输入

在 RS-232 总线上输入示波器命令时，请遵循以下基本原则： 可以用大

- 写或小写输入命令。
- 可以缩写许多示波器命令。这些缩写将用大写字母显示。例如，命令 ACQuire:NUMAVg 可简单输入为 ACQ:NUMAV 或 acq:numav。
- 可在任何命令前加入空格字符。空格字符包括 ASCII 控制字符 00 到 09 与十六进制 0B 到 20（相当于十进制 0 到 9 以及 11 到 32）之间的任意组合。
- 示波器会忽略仅含有空格字符和换行符组合的命令。

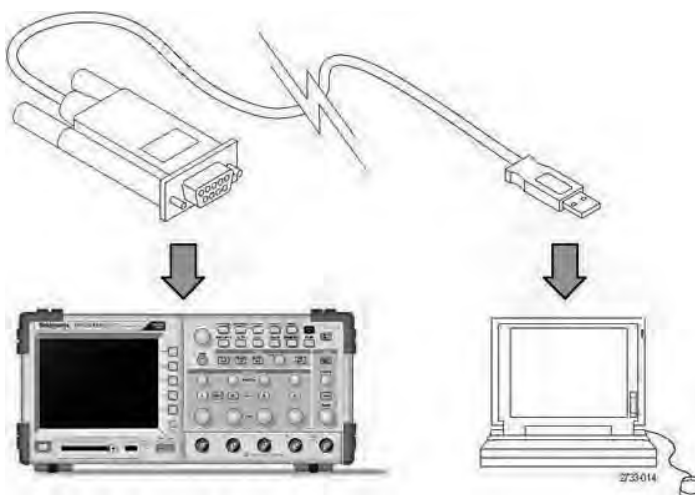
有关详细信息，请参阅《TDS200、TDS1000/2000、TDS1000B/2000B、TDS2000C 和 TPS2000/2000B 系列数字示波器程序员手册 (077-0444-XX)》。

## 设置及使用 RS-232/USB 电缆

使用标准附件 RS-232/USB 电缆 (Tektronix 部件号 174-5813-00) 将 TPS2000B 示波器连接到 PC 的 USB 端口上。

### 安装驱动程序

1. 将 RS-232/USB 电缆的 USB 端插入 PC 上的 USB 端口。PC 将会运行“发现新硬件”向导。



**说明：**如果未运行“发现新硬件”向导，则您的 PC 上可能已经安装驱动程序。

2. 安装“USB 串行转换器”驱动程序文件：

- 如果您的计算机已连接 Internet，请选择“是，仅这一次”，并单击“下一步”。按照屏幕上的说明自动安装软件。
- 如果您的计算机未连接 Internet，请选择“否，现在不执行”，并单击“下一步”。按照屏幕上的说明从特定位置进行安装，例如从仪器随附的 Tektronix OpenChoice 或 PC 通讯软件光盘 (063-3675-XX) 进行安装。

3. 如果需要，“发现新硬件”向导将会安装 USB 串行端口驱动程序。根据需要重复第 2 步，安装这些驱动程序。

PC 现在应该已经安装完 RS-232/USB 电缆驱动程序。您可能需要重新启动 PC 才能使用 RS-232/USB 电缆。



## OpenChoice Desktop

Tektronix OpenChoice Desktop 程序是将基于 RS-232/USB 电缆的示波器连接到 PC 的一种方法。这个免费的应用程序可让您从 Microsoft Windows 计算机上捕获示波器屏幕图像、波形数据和设置。

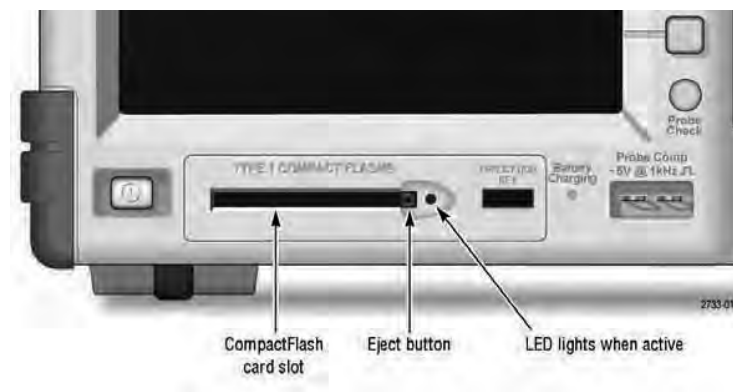
您可从示波器随附的 Tektronix OpenChoice Desktop PC Communications 软件光盘加载 OpenChoice Desktop 程序。您还可以从 [www.tektronix.com/software](http://www.tektronix.com/software) 下载副本。您可通过搜索“OpenChoice”找到它。

# 移动海量存储器

示波器可容纳一块类型 1 CompactFlash (CF) 卡用作移动海量存储器。示波器可以向 CF 卡保存以及从 CF 卡检索数据。

## 安装和移除 CompactFlash (CF) 卡

示波器正面有一个类型 1 CF 卡插槽。



要安装 CF 卡，请执行以下步骤：

1. 将 CF 卡与示波器上的卡插槽对齐。类型 1 卡带有栓式装置。
2. 将 CF 卡插入插槽，直到卡与前面板齐平。如果 CF 卡不易滑入到位，请取出并重新按正确方法插入。

要移除 CF 卡，请执行以下步骤：

1. 按下然后松开弹出按钮，直到该按钮完全弹开。
2. 再次按下弹出按钮，将 CF 卡从插槽中释放。
3. 将 CF 卡从前面板插槽中抽出。

### CF 卡初始读取时间

每次插入 CF 卡时，示波器都会读取该卡的内部结构。完成读取所需的时间取决于 CF 卡的大小及其格式化的方式。

要想显著缩短 64MB 或更大容量的 CF 卡的初始读取时间，请用示波器格式化 CF 卡。

### 格式化 CF 卡

格式化功能将删除 CF 卡上的所有数据。要格式化 CF 卡，请执行以下步骤：

1. 将 CF 卡插入 CF 卡插槽。
2. 按下“Utility (辅助功能)”按钮，查看“Utility (辅助功能)”菜单。

3. 按下“文件功能” ▶ “更多” ▶ “格式”。
4. 选择“是”格式化 CF 卡。

**CF 卡容量** 示波器可以在 CF 卡内存的每 1 MB 中保存以下类型和数量的文件：

- 5 个“全储存”操作。（见第 97 页，*全储存*）
- 16 个屏幕图像文件（容量取决于图像格式）。（见第 97 页，*存图像*）
- 250 个示波器设置文件（.SET）。（见第 98 页，*存设置*）
- 18 个波形文件（.CSV）。（见第 98 页，*存波形*）

## 文件管理约定

示波器在海量存储器中使用以下文件管理约定：

- 向 CF 卡写入文件前，首先检查其可用空间，可用内存不足时显示警告信息
- 术语“文件夹”指 CF 卡的目录位置
- 保存和调出文件的默认位置是当前文件夹
- 根文件夹为 A:\
- 示波器通电或者在示波器通电后插入 CF 卡时，当前文件夹会复位成 A:\
- 文件名可为一到八个字符，后跟一个句点以及一到三个字符的扩展名
- 对于在 PC 操作系统上创建的长文件名，将以该操作系统的短文件名形式显示
- 文件名为大写

可以用“文件功能”菜单完成以下任务： 列

- 出当前文件夹下的内容
- 选择文件或文件夹 导航至其他文件
- 夹
- 创建、重命名以及删除文件和文件夹格式
- 化 CF 卡


本手册介绍了“Utility（辅助功能）” ▶ “文件功能”菜单的详细信息。（见第 107 页，*文件功能*）

## 使用打印钮的储存功能

可以通过下列选项之一更改  打印钮的功能：“Save/Recall（保存/调出）” ▶ “全储存” ▶ “打印钮” Utility（辅助功能） ▶ “选项”

- ▶ “打印机设置”

“打印钮”选项	注释
全储存	将按钮设置为将所有当前示波器信息（波形、屏幕图像和设置）保存到当前 CF 卡文件夹新建子文件夹下的文件中
存图像	将按钮设置为将屏幕图像储存在 CF 卡上的文件中
打印	（见第 63 页， <i>打印机设置</i> ）

**说明：**  打印钮的 LED 变亮，表明正在执行向 CF 卡写数据这一可选储存功能。


**全储存** 此选项允许将当前示波器的全部信息储存在 CF 卡上的文件中。将数据储存在 CF 卡前，需要将“打印”按钮配置为该可选储存功能。要执行此操作，选择“Save/Recall（保存/调出）” ▶ “全储存” ▶ “打印钮” ▶ “全储存”选项。

按下“保存”按钮后，示波器将在 CF 卡上新建一个文件夹，并按照当前示波器和文件格式设置将信息分别保存到该新文件夹的不同文件中。示波器将文件夹命名为 ALLnnnn。

信源	文件名
CH(x)	FnnnnCHx.CSV，其中 nnnn 为自动生成的数字，x 为通道号
MATH	FnnnnMTH.CSV
Ref(x)	FnnnnRFx.CSV，其中 x 为参考内存盘符
屏幕图像	FnnnnTEK.???, 其中 ??? 为当前的“存图像”格式
设置	FnnnnTEK.SET

文件类型	内容和用法
.CSV	包含 2500 个波形数据点的时间（相对于触发）和幅值列表信息的 ASCII 文本字符串；.CSV 文件可以导入到多种电子表格和数学分析应用程序中
屏幕图像	将文件导入电子表格和字处理应用程序；图像类型取决于应用程序
.SET	包含列出示波器设置的 ASCII 文本字符串，请参阅《TDS200、TDS1000/2000、TDS1000B/2000B 和 TPS2000B 系列数字示波器程序员手册》对字符串进行解码。

**存图像** 此选项允许将示波器屏幕图像储存到名为 TEKnnnn.??? 的文件，其中 ??? 为指定的图形文件格式。（见第 97 页，*存图像*）

将数据储存到 CF 卡前，需要将  打印钮配置为该可选储存功能。要执行此操作，选择“Save/Recall（保存/调出）”▶“全储存”▶“打印钮”▶“存图像”选项。

# 管理 TPSBAT 电池组

TPSBAT 锂离子可充电电池组需要例行维护，在使用和搬运时要小心。一定要遵照本节介绍的指导原则安全地使用 TPSBAT 锂离子电池，延长电池寿命。

本部分包含有关以下主题的信息：

- 维护电池组
- 为电池组充电 搬运电池
- 组
- 储存和运输电池组 更换原有电池
- 组

## TPSBAT 电池组注意事项

不论是在产品中还是在储存时，不要让电池处于长时间不使用状态。当电池不使用时间超过六个月时，检查充电状态并进行充电，或进行相应的处置。

锂离子电池的典型预估寿命大约两到三年，或者为 300 个充电循环（以时间先到为准）。一个充电循环是从完全充电到完全放电再到完全充电的一个使用周期。对于未通过完整充电循环的电池，应有两到三年的期望寿命。

可充电锂离子电池的寿命有限，会逐渐丧失保存电荷的能力。这种能力丧失（老化）是不可逆转的。随着电池容量的丧失，为产品供电的时间（运行时间）随之缩短。

在不使用以及在储存过程中，锂离子电池会继续缓慢放电。需要定期检查电池的充电状态。

对于双电池配置在排除电池故障问题时，应仅安装一个电池组。一次应测试一个电池组以及一个电池槽。

在 TPS2000B 系列示波器中仅使用 TPSBAT 电池组。

## 维护电池组

- 请观察并记录一个新的充满电的电池为产品供电时的运行时间。可将这个新电池运行时间用作一个标准来比较旧电池的运行时间。电池的运行时间随产品配置以及运行应用程序的情况不同而异。
- 定期检查电池的充电状态。对于接近预估寿命
- 末期的电池要进行严密监视。

- 如果电池的运行时间降低于原始运行时间大约 80% 的水平，或者电池充电时间大幅增加，则考虑更换新电池。
- 如果长时间储存或不使用某块电池，请遵照储存要求。如果不遵照这些储存要求，在检查时发现电池已经没有剩余电量，则可认为电池已被损坏。不要尝试再进行充电或使用。请更换新电池。

## 一般充电原则

**连续充电** 在作业间隔期间，不需要对锂离子电池组连续充电（点滴式充电）。但是，锂离子电池组在不使用时会自放电。为获得最长工作时间，请在使用前对电池组充电。如果计划储存电池组，请阅读具体的指导说明。（见第 82 页，*储存*）

**充电温度** 电池组充电时的环境温度范围为 0°C 至 +40°C（+32°F 至 +104°F）。不在这个范围对电池组充电可能损坏电池或引起漏电。在 0°C 至 +30°C（+32°F 至 +86°F）之间且相对湿度低于 80% 时充电效率最佳。

**放电温度** 电池组的额定放电温度为 -10°C 至 +50°C（-14°F 至 +122°F）且相对湿度低于 80%。不在这个范围内放电将会造成损坏。在温度低于 0°C（+32°F）和高于 +40°C（+104°F）时电池放电能力会大幅下降。

低温对电池组内正常的电化学反应产生不利影响，降低其可用容量。虽然锂离子电池组可在低至 -10°C（-14°F）时放电而不会损坏，但在 0°C（+32°F）以下其可用容量会大幅降低。在使用前或使用过程中将电池组温度保持在 0°C（+32°F）以上，可将这种损失降至最低。

## 检查充电和校准状态

Utility（辅助功能）▶ “系统状态”▶ “其它”选项显示可继续使用电池组操作示波器的时间以及电池的充电状态。如果示波器使用交流适配器工作，则仅报告电池的充电状态。

剩余时间根据电池组使用过程中每分钟平均耗用电流计算而得。打开示波器电源后，为保证读数的精确，请至少等待一分钟。

校准是指电池组可以报告其当前容量的能力，示波器使用校准计算电池组在当前条件下可以工作的时间。

经过几个重复的放电和充电循环而且电池组未能完全放电后，电池组便会失去校准。例如，如果您每天使用电池组一个小时或者更短时间，并且每次使用后都充电，则慢慢地电池就会失去校准。

未校准的电池组无法准确地报告其剩余工作时间。（见第 80 页，*校准电池组*）

## TPSBAT 电池组充电

您可以在示波器中或在外部电池充电器中为电池组充电。

充电方法	每块电池的充电时间 示
波器（内部使用交流适配器）	示波器电源打开，7 小时 示波器电源待机，4.5 小时
外部（TPSCHG）	3 小时



**警告：** 不要尝试在低于 0°C (+32°F) 或高于 +40°C (+104°F) 时对电池组充电。在此范围以外充电会损坏电池组并导致不完全充电。

### 内部充电

示波器带有内置的充电系统，连接交流适配器时可以为内部电池组充电。示波器电源关闭时，完全放电的电池组充满需要 4.5 小时。示波器在工作时，电池组充满需要 7 小时。

如果示波器安装两个电池组，示波器将首先为可用电量多的电池组充电，直至充满。然后再为第二个电池组充电。

同样，当示波器安装两个电池组时，示波器将首先使用可用电量低的电池组进行工作，直至该电池组完全放电。然后，示波器使用第二个电池组进行工作，直至完全放电。

要在示波器中对电池组进行充电，请执行以下步骤：

1. 将电池组放入电池盒。（见第 5 页，*电池组*）
2. 接通示波器交流适配器的外部电源。前面板上绿色的电池充电指示灯变亮，电池组立即开始充电。

### 外部充电

您可以使用可选的 TPSCHG 电池充电器对电池组进行外部充电。附录 C 中介绍可选附件的有关信息。（见表 14 第 127 页）

要使用外部充电器，请执行以下步骤：

1. 将电池组（最多两个）置于充电器插槽中。电池组带栓式装置，因此只能从一个方向插入。
2. 电池组立即开始充电。

LED 将指示哪个电池组在充电、充电状态以及充电何时完成。

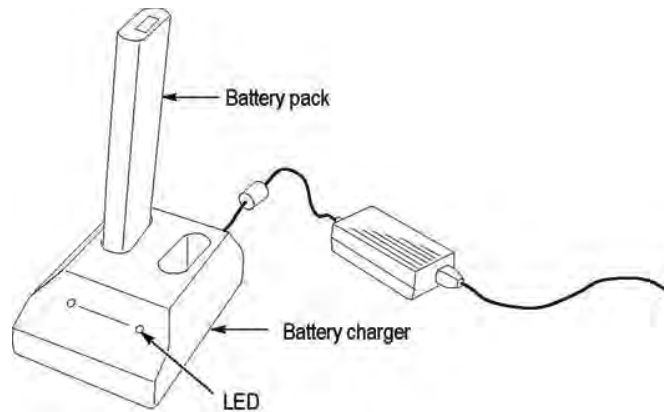
LED 颜色	状态
无	充电器中无电池
绿色闪烁	正在进行快速充电
绿色常亮	已充满
黄色闪烁	正在进行重新校准



LED 颜色	状态
黄色闪烁并绿色常亮	重新校准完成
黄色常亮	待机模式
红色闪烁	错误

如果红色 LED 闪烁，请执行以下步骤：

1. 检查充电器是否过热。确保充电器风扇正在运行，气流没被堵塞。如果充电器继续过热，请更换 TPSCHG。
2. 如果充电器不过热，则 TPSBAT 电池组故障。应更换电池组并处置故障电池。“环境注意事项”部分介绍了处置和回收相关信息。（见第 viii 页，*环境注意事项*）



## 校准电池组

未校准的电池组无法准确地报告其剩余工作时间。校准的基本思想是使电池组完成一个从充满状态到放空状态，然后再回到充满状态的循环。外部充电器将此循环当作一种例程序，而内部充电方式则逐步完成。

**外部校准** 您可以使用可选的 TPSCHG 电池充电器来校准电池组。附录 C 中介绍可选附件的有关信息。（见表 14 第 127 页）有关完整的信息，请参阅电池充电器手册。

要校准电池组，请执行以下步骤：

1. 将电池组放入充电器的左侧插槽。
2. 按下 **Push to Recalibrate Battery in Left Bay**（按下以重新校准左仓电池）标签与 **Energy Access Incorporated**（能源访问已并入）标签之间的蓝色和红色符号。
3. 经过至少 3 分钟以后，检查充电器的 LED 状态是否存在错误。

充电器将对电池组进行充电、放电，然后再充满，使其恢复到完全校准状态。校准过程可能最多需要 10 个小时才能完成。由于充放电循环很慢，建议在夜间进行校准。

### 内部校准

如果没有 TPSCHG 电池充电器，也可在示波器内对电池组进行校准。要进行此操作，请执行以下步骤：

1. 关闭示波器，这样充电速度较快。
2. 从示波器的交流适配器接通外部电源，每个电池组大约 5 小时。
3. 移除示波器的交流适配器。
4. 按下前面板的电源开关，打开示波器电源。
5. 操作示波器直到其关闭，表示电池组已完全放电（对于每个电池组，2 通道型号大约需要 5.5 小时，4 通道型号大约需要 4.5 小时）。
6. 再次接通示波器交流电适配器的外部电源，每个电池组充电约 5 小时。在此期间不要开启示波器。

如果电池组没有完全充满或校准，请尝试再次校准。如果第二次尝试失败，请更换电池组。

## 搬运电池组

- 不要拆解、碰撞或刺穿电池。不要短路电池上的外部触点。
- 不要通过火或者水来处置电池。
- 不要将电池暴露于 +60°C (+140°F) 以上的温度下。
- 让儿童远离电池。
- 避免使电池过度摇晃或震动。不要使用损坏的电池。
- 如果电池组漏液，不要接触任何液体。处置漏液的电池组。“环境注意事项”部分介绍了处置和回收相关信息。（见第 viii 页，*环境注意事项*）
- 如果眼睛接触到液体，不要揉眼。立即扒开上下眼睑用水彻底冲洗眼睛至少 15 分钟，直到没有液体残留的痕迹。寻求医药治疗。

## 储存和运输电池组

### 储存

- 将电池组储存在没有腐蚀性气体而且湿度较低（相对湿度低于 80%）的环境中。如果将电池组储存在湿度较高的环境或超出温度范围，电池组的金属部件可能会被氧化并增加泄露。
- 储存之前，将电池充放电至大约 50% 的电量。
- 至少每六个月一次将电池充电至大约 50% 的电量。将电池从示波器中取出单独储存。
- 电池储存温度应为 +5°C 至 +20°C（+41°F 至 +68°F）。

---

**说明：** 储存期间电池会自放电。高温（高于 +20°C 或 +68°F）会缩短电池的储存寿命。

---

### 运输信息

“环境注意事项”部分介绍了电池运输相关信息。（见第 viii 页，*电池运输*）

## 更换电池组

按照使用说明的要求取出和更换电池组。（见第 5 页，*电池组*）

---

**说明：** 只能将锂离子电池组更换为 TPSBAT 电池组。

---

“环境注意事项”部分介绍了正确处置锂离子电池组的相关信息。（见第 viii 页，*环境注意事项*）

---

为了获得新电池组所提供的最佳性能，请将电池组充满电。（见第 79 页，*TPSBAT 电池组充电*）

# 参考

本章介绍与每个前面板菜单按钮或控制有关的菜单和操作的详细信息。

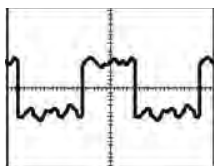
## 采集

按下“Acquire（采集）”按钮设置采集参数。

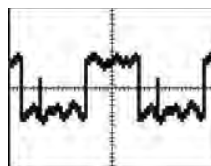
选项	设置	注释
采样		用于采集和精确显示多数波形；这是默认方式
峰值检测		用于检测毛刺并减少假波现象的可能性
平均值		用于减少信号显示中的随机或不相关的噪声；平均值的数目是可选的
平均次数	4, 16, 64, 128	选择平均值的数目

### 关键点

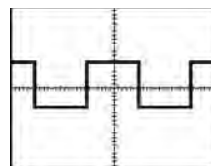
如果探测到一个包含断续、狭窄毛刺的噪声方波信号，波形的显示将不同，这取决于您所选择的采集方式。



采样



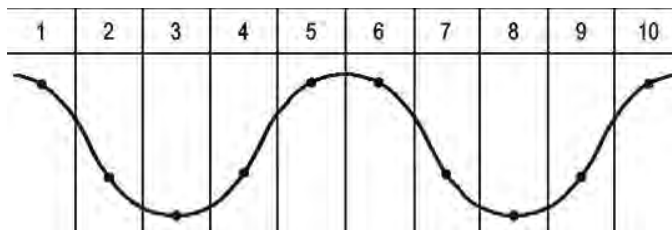
峰值检测



平均值

**采样:** 使用采样获取方式采集 2500 点并以固定“秒/格”设置显示。采样方式是默认方式。

采样采集间隔（2500）



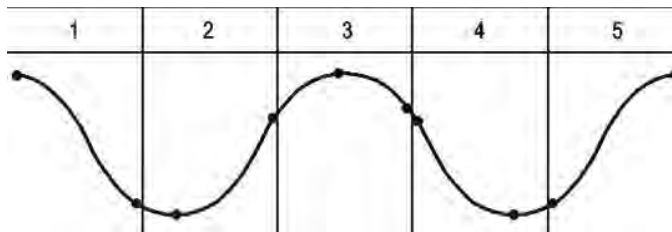
• 采样点

采样方式在每个间隔采集单个取样点。

对于带宽为 100 MHz 的示波器型号，最大取样速率为 1 GS/s，而对于带宽为 200 MHz 的示波器型号，最大取样速率为 2 GS/s。对于 100 ns 和更快的设置，这个取样速率不会采集 2500 点。在这种情况下，数字信号处理器在取样点之间内插点，产生 2500 点波形记录。

**峰值检测:** 使用峰值检测采集模式检测窄至 10 ns 的毛刺，并限制假波现象的概率。当“水平标度”设置为 5 μs/格或更慢时，这种模式非常有效。

峰值检测采集间隔 (1250)



• 显示的采样点

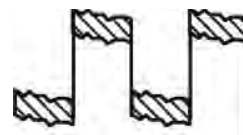
峰值检测方式显示每个间隔中采集的最高和最低电压。

**说明:** 如果将“水平标度”设置设为 2.5 μs/格或更快，采集模式会变为“取样”，因为取样速率足够快，从而无需使用峰值检测。示波器将不会显示模式变为“取样”的通知消息。

如果波形噪声过多，典型的峰值检测将显示大的黑暗区。示波器用对角线显示此区域以改善显示性能。



典型的峰值检测显示



TPS2000B 峰值检测显示

**平均值:** 使用“平均值”采集方式减少要显示信号中的随机噪声或不相关噪声。在采样方式下采集数据，将大量波形进行平均。

选择采样数 (4、16、64 或 128) 来平均波形。

**“运行/停止”按钮:** 如果希望示波器连续采集波形，可按下“运行/停止”按钮。再次按下按钮则停止采集。

**(单次)按钮:** 如果希望示波器在采集单个波形后停止，可按下(单次)按钮。每次按下(单次)按钮，示波器便会开始采集另一个波形。示波器检测到某个触发后，它将结束采集并停止。

采集方式	(单次) 按钮
采样, 峰值检测	完成一次采集后, 序列即完成
平均值	达到定义的采样数后序列即完成; (见第 83 页, 采集)

**扫描模式显示:** 可以使用“水平扫描”获取方式(也称为滚动方式)连续监视变化缓慢的信号。示波器在显示屏上从左到右显示波形更新并在显示新点时删除旧点。一个移动的一分度宽的显示屏空白区将新波形点与旧波形点分开。

如果将水平“**标度**”旋钮旋转到 100 ms/格或更慢, 并且在“Trig Menu (触发菜单)”中选择“Auto Mode (自动模式)”选项, 示波器将变为“扫描”采集模式。

要禁用“扫描”模式, 请按下“Trig Menu (触发菜单)”按钮, 并将“模式”选项设置为“正常”。

**停止采集:** 运行采集时, 波形显示是活动的。停止采集(按下“运行/停止”按钮时)将冻结显示。在任一模式中, 均可以使用垂直和水平控件来缩放或定位波形显示。

## 应用

将应用钥匙插入示波器的前部时, 即可使用“应用程序”按钮, 例如功率分析。有关详细信息, 请参阅有关该应用的用户手册。

## 自动量程

按下“自动量程”按钮时, 示波器可激活或禁用自动量程功能。该功能启用时, “自动量程”按钮旁边的 LED 将变亮。

该功能可以自动调整设置值以跟踪信号。如果信号发生变化, 其设置将持续跟踪信号。示波器通电后, 自动量程设置始终是非活动的。

选项	注释
自动量程	激活或禁用自动量程功能; 当激活时, 旁边的 LED 将变亮
垂直和水平	跟踪并调整两个轴
仅垂直	跟踪并调整垂直刻度; 不改变水平设置
仅水平	跟踪并调整水平刻度; 不改变垂直设置

下列条件可导致自动量程对设置进行调整：

- 用以清晰显示触发源的波形周期太多或几乎没有（在“仅垂直”中时除外）
- 波形幅度太大或太小（在“仅水平”中时除外）
- 想触发电平更改

按下“自动量程”按钮时，示波器将调整控件，以显示出相应的输入信号。

功能	设置
采集方式	采样
显示格式	YT
显示余辉	关闭
水平位置	已调整
水平视图	主时基
运行/停止	运行
水平标度	已调整
触发耦合	DC
触发释抑	最小值
触发电平	已调整
触发模式	边沿
垂直带宽	全部
垂直带宽限制	关闭
垂直耦合	DC
垂直翻转	关闭
垂直标度	已调整

对示波器设置的下列更改将禁用自动量程：垂直标度禁

- 用垂直自动量程
- 水平标度禁用水平自动量程
- 显示或删除通道波形
- 触发设置
- 单次序列采集方式
- 调出设置
- XY 显示格式
- 余辉

在下列情况下，自动量程功能通常比自动设置更有用：分析动态变化的

#### ■ 信号

- 无需调整示波器即可快速比较几个连续的信号。如果您需要同时使用两个探头，或者因为另一只手腾不出来而只能用一只手使用探头，此功能非常有用。

#### ■ 控制示波器自动调整的设置

如果信号的频率是变动的，而幅度相似，您可以使用“仅水平”自动量程。示波器将调整水平设置，而不改变垂直设置。这样，您可以直观地估计信号幅度，而无需担心垂直刻度的改变。“仅垂直”自动量程的作用相似，调整垂直参数而不改变水平设置。

## 自动设置

按下“自动设置”按钮时，示波器将识别波形的类型并调整控件，以显示出相应的输入信号。

功能	设置
获取方式	调整到“采样”或“峰值检测”
光标	关闭
显示格式	设置为 YT
显示类型	视频信号设置为“点”，FFT 谱设置为“矢量”；否则，不改变
水平位置	已调整
水平标度	已调整
触发耦合	调整到直流、噪音抑制或 HF 抑制
触发释抑	最小值
触发电平	设为 50%
触发模式	自动
触发源	已调整；请参考此表格后的信息；对于“外部触发”信号不能使用“自动设置”
触发斜率	已调整
触发类型	边沿或视频
触发视频极性	正常
触发视频同步	已调整
触发视频标准	已调整
垂直带宽	全部
垂直耦合	直流（如果以前选择接地）；对视频信号则为交流；对于其他则不改变。
垂直标度	已调整



“自动设置”功能检查信号的所有通道并显示相应的波形。“自动设置”还基于以下条件确定触发源：

- 如果多个通道有信号，则示波器将显示具有最低频率信号的通道。
- 如果未发现任何信号，则在调用自动设置时，示波器将显示编号最低的通道。
- 如果未发现任何信号，也未显示任何通道，则示波器将显示并使用通道 1。




当使用“自动设置”且示波器不能确定信号类型时，示波器将调整水平刻度和垂直刻度，然后采用“平均值”和“峰-峰值”自动测量。

在下列情况下，自动设置功能通常比自动量程更有用。对一个稳定信号进

- 行故障排除
- 自动查看信号测量值
- 轻松更改信号存在形式。例如，仅查看一个波形周期，或者仅查看波形的上升边沿
- 查看视频信号或 FFT 信号





### 正弦波

当使用“自动设置”功能并且示波器确定信号类似于正弦波时，示波器将显示下列选项：

正弦波	详细信息
 Multi-cycle sine (多周期正弦)	显示多个具有相应垂直和水平刻度的周期；示波器显示“周期均方根”、“频率”、“周期”及“峰-峰值”自动测量
 Single-cycle sine (单周期正弦)	将水平刻度设置为大约显示波形的一个周期；示波器显示“平均值”及“峰-峰值”自动测量
 FFT	把输入时域信号转换为其频率分量，并将结果显示为频率对比幅度（频谱）的图形；因为这是一个数学计算，所以有关详细信息请参阅“数学计算 FFT”一章（见第 55 页， <i>数学计算 FFT</i> ）
取消自动设置	使示波器调出以前的设置






### 方波或脉冲

当使用“自动设置”功能并且示波器确定信号类似于方波或脉冲时，示波器将显示下列选项：

方波或	详细信息
 Multi-cycle square (多周期方波)	显示多个具有相应垂直和水平刻度的周期；示波器显示“峰-峰值”、“平均值”、“周期”及“频率”自动测量
 Single-cycle square (单周期方波)	将水平刻度设置为大约显示波形的一个周期；示波器显示“最小值”、“最大值”、“平均值”及“正频宽”自动测量
 上升边沿 下降边	显示边沿、“上升时间”及“峰-峰值”自动测量
 沿	显示边沿、“下降时间”及“峰-峰值”自动测量
取消自动设置	使示波器调出以前的设置

## 视频信号

当使用“自动设置”功能并且示波器确定信号是视频信号时，示波器将显示下列选项：

视频信号选项	详细信息
 场 ▶ 所有场	显示多个场并且示波器在任意场上触发
 线 ▶ 扫描线	显示完整的一行，以及前一行和下一行的一部分；示波器在任意行触发
 线 ▶ 编号	显示完整的一行，其中包括前一行及下一行的一部分；使用多用途旋钮为示波器选择一个特定的线数进行触发
 奇数场	显示多个场并且示波器仅在奇数编号的场上触发
 偶数场	显示多个场并且示波器仅在偶数编号的场上触发
取消自动设置	使示波器调出以前的设置

**说明：**“视频自动设置”将 Display Type (显示类型) 选项设置为 Dot Mode (光点模式)。

## Cursor (光标)

按下“Cursor (光标)”按钮显示测量光标和“Cursor (光标)”菜单，然后使用多用途旋钮改变光标的位置。

选项	设置	注释
类型 <sup>1</sup>	时间、幅度、关闭	选择并显示测量光标；“时间”测量时间和频率和幅度，“幅度”测量幅度，例如电流或电压
信源	通道 1、2、3 <sup>2</sup> 、4 <sup>2</sup> 、MATH、REFA、REFB、REFC <sup>2</sup> 、REFD <sup>2</sup>	选择波形进行光标测量 光标读数显示测量值
$\Delta$		显示光标间的绝对差值（增量）
光标 1 光标 2		显示选定光标的位置（时间参考触发位置，幅度参考基准连接）

<sup>1</sup> 对于数学计算 FFT 信源，将测量频率和幅度。

<sup>2</sup> 仅在 4 通道示波器上可用。

增量 ( $\Delta$ ) 值随下列光标类型的不同而不同： 时间光标显

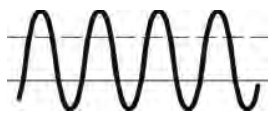
- 示  $\Delta t$ 、 $1/\Delta t$  和  $\Delta V$ （或  $\Delta I$ 、 $\Delta VV$  等）
- 幅度光标和幅度游标（数学计算 FFT 信源）显示  $\Delta V$ 、 $\Delta I$ 、 $\Delta VV$  等
- 频率光标（数学计算 FFT 信源）显示  $1/\Delta \text{Hz}$  和  $\Delta \text{dB}$

**说明：** 示波器必须显示波形，才能出现光标和光标读数。

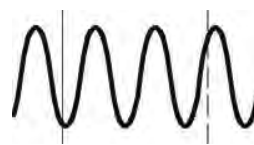
**说明：** 当使用时间光标时，示波器为每个波形显示时间值和幅度值。

### 关键点

**光标移动：** 使用多用途旋钮移动光标 1 或光标 2。还可以仅在显示 Cursor（光标菜单）时才移动光标。活动光标以实线表示。



“幅度”光标



“时间”光标

## 默认设置

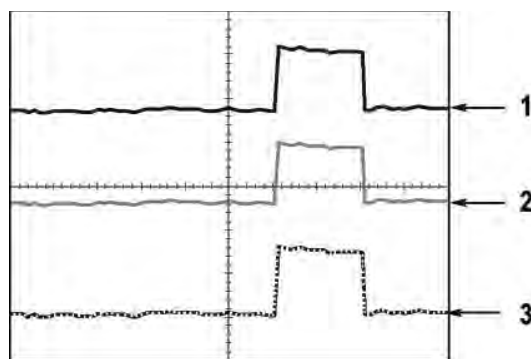
按下“Default Setup (默认设置)”按钮将调出大部分出厂选项和控制设置，但并不是调出所有的设置。附录 E 列出了将调出的默认设置。

## 显示

按下“Display (显示)”按钮选择波形的显示方式以及更改整个显示的外观。

选项	设置	注释
类型	矢量、点	矢量设置将填充显示中相邻采样点间的空白 点设置只显示采样点
持续	关闭、1 秒、2 秒、5 秒、无限	设定保持每个显示的采样点显示的时间长度
格式	YT、XY	YT 格式显示相对于时间（水平刻度）的垂直电压 XY 格式显示每次在通道 1 和通道 2 采集采样的点 通道 1 的电压或电流确定点的 X 坐标（水平），而通道 2 的电压或电流确定 Y 坐标（垂直）
亮度 (见第 91 页， 显示)		使得能够更容易地从余辉中辨别通道波形 “亮度”控制显示器的背光强度。可使用多用途旋钮调节亮度。

波形将根据类型以下列三种不同的方式显示：连续、暗淡和中断。



1. 连续波形表示一个通道的（活动的）波形显示。如果没有改变使显示精度不确定的控制，则停止波形采集时波形保持连续。

在已停止采集时可以改变垂直和水平控制。

2. 参考波形显示为白色，而应用余辉的波形显示与主波形一样的颜色，只是亮度稍低。
3. 中断线表示波形显示不再与控制匹配。在停止采集并且改变设置使示波器不能用于显示波形时将发生该现象。例如，对已停止的采集改变触发控制将产生一个中断线波形。

**关键点**

**余辉:** 示波器将以比“活动”波形数据低的亮度来显示余辉波形数据。余辉设置为“无限”时，记录点积聚直到改变控制为止。

选项	注释
关闭	只要显示新波形，就删除默认波形或旧波形
时限	新波形以正常亮度显示，旧波形以较低的亮度显示；当旧波形达到时限后将其删除
无限	较旧的波形亮度变暗，但始终保持可见；使用无限余辉可查找偶发事件并测定长期的峰-峰值噪声

**XY 格式:** 使用 XY 格式来分析相位差，如那些用李萨如模式表示的相位差。该格式相对通道 2 的电压来划分通道 1 的电压，其中通道 1 为水平轴，通道 2 为垂直轴。示波器使用未触发的采样获取方式并将数据显示为点。采样速率固定为 1 MS/s。

**说明:** 示波器可以在任何采样速率下按正常 YT 模式捕获波形。您可以在 XY 模式下查看相同的波形。要进行此操作，停止采集并将显示格式改变为 XY。

在 XY 格式下，控制操作如下：

- 通道 1 “垂直标度”和“位置”控件设置水平标度（伏/格）和位置。
- 通道 2 “垂直标度”和“位置”控件继续设置垂直标度（伏/格）和位置。

在 XY 显示格式中，下列功能不可用：自

- 动设置（复位显示格式为 YT） 自动
- 量程
- 自动测量 光
- 标
- 参考波形或数学计算波形
- Save/Recall（保存/调出）▶ 全储存
- 时基控制
- 触发控制

## 帮助

按下“**Help（帮助）**”按钮显示“**Help（帮助）**”菜单。其主题涵盖了示波器的所有菜单选项和控件。（见第 xii 页，*帮助系统*）

## 水平

可以使用水平控制来设置波形的两个视图，每个视图都具有自己的水平刻度和位置。水平位置读数显示屏幕中心位置处所表示的时间（将触发时间作为零点）。改变水平刻度时，波形会围绕屏幕中心扩展或缩小。

选项	注释
主时基	水平主时基设置用于显示波形
视窗设定	两个光标定义一个视窗设定 用水平“位置”和“标度”控件调整“视窗设定”
视窗	改变显示以便在窗口区中显示波形段（扩展到屏幕的宽度）
设置触发释抑	显示释抑值；按下选项按钮，然后用多用途旋钮调节

**说明：** 可以按下水平选项按钮，在整个波形显示和部分放大波形之间切换。

靠近屏幕右上方的读数以秒为单位显示当前的水平位置。**M** 表示“主时基”，**W** 表示“窗口时基”。示波器还在刻度顶端用一个箭头图标来表示水平位置。

### 旋钮和按钮

**“水平位置”旋钮：** 用来控制触发相对于屏幕中心的位置。

可将触发点设置在屏幕中心的左、右两侧。到左侧的最大分度数取决于水平刻度（时基）设置。对于大多数刻度，最大值至少为 100 个分度。将触发点放到屏幕外左侧称为延迟的扫描。

**“设置为零”按钮：** 用来将水平位置设置为零。

**“水平标度”旋钮：** 用于改变水平时间刻度，以便放大或压缩波形。

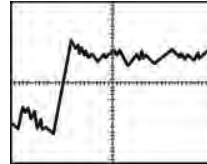
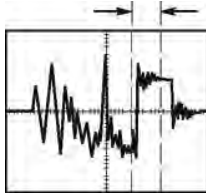
### 关键点

**标度：** 如果使用“**运行/停止**”或（**单次**）按钮停止了波形采集，可使用“**标度**”控件扩展或压缩波形。用于放大波形细节。

**扫描模式显示（滚动模式）：** 如果将“**标度**”控件设置为 100 ms/格或更慢，并且触发模式设置为“**自动**”，示波器将进入“**扫描**”采集方式。在此模式下，波形显示从左向右进行更新。在扫描模式期间，不存在波形触发或水平位置控制。（见第 85 页，*扫描模式显示*）

**视窗设定:** 使用“视窗设定”选项定义一个波形段，以便看得更详细（放大）。“视窗时基”设置不得设为比“主时基”设置更慢。

垂直条定义“视窗设定”



**视窗:** 将“视窗设定”扩展到覆盖整个屏幕。用于在两个时基间变换。

**说明:** 当在“主时基”、“视窗设定”和“视窗”视图间进行变换时，示波器将擦除由于余辉而保留在屏幕上的波形。用水平菜单变更来删除余辉。

**设置触发释抑:** 使用释抑有助于稳定复杂波形的显示。（见第 105 页，*触发释抑*）

## 数学

按下“Math（数学）”按钮，显示波形的数学运算。再次按下“Math（数学）”按钮可以取消波形数学运算。（见第 108 页，*垂直控制*）

选项	注释
+、-、×、FFT	数学运算；请参阅下表
信源	用于运算的信源；请参阅下表
位置	使多用途旋钮设置产生的数学波形的垂直位置
垂直刻度	使用多用途旋钮设置产生的数学波形的垂直刻度

“数学”菜单包括每个运算的信源选项。

运算	信源选项	注释
+（加）	CH1 + CH2	通道 1 和通道 2 相加
	CH3 + CH4 <sup>1</sup>	通道 3 和通道 4 相加

运算	信源选项	注释
- (减)	CH1 - CH2	从通道 1 的波形中减去通道 2 的波形
	CH2 - CH1	从通道 2 的波形中减去通道 1 的波形
	CH3 - CH4 <sup>1</sup>	从通道 3 的波形中减去通道 4 的波形
	CH4 - CH3 <sup>1</sup>	从通道 4 的波形中减去通道 3 的波形
× (乘)	CH1 × CH2	通道 1 和通道 2 相乘
	CH3 × CH4 <sup>1</sup>	通道 3 和通道 4 相乘
FFT	( 见第55 页)	

<sup>1</sup> 仅在 4 通道示波器上可用。

**关键点** **波形单位:** 源波形单位组合将决定数学波形的最终单位。

波形单位	波形单位	运算	最终数学单位
V	V	+ 或 -	V
A	A	+ 或 -	A
V	A	+ 或 -	?
V	V	×	VV
A	A	×	AA
V	A	×	VA

## 测量

按下“**Measure (测量)**”按钮可以进行自动测量。有十一种测量类型。一次最多可以显示五种。

按下顶部的选项按钮可以显示“Measure 1 (测量 1)”菜单。可以在“信源”选项中选择要在其上进行测量的通道。可以在“类型”选项中选择要采用的测量类型。按下“返回”选项按钮可以返回到“Measure (测量)”菜单并显示选定的测量。


**关键点** **测量:** 一次最多可以显示五种自动测量。波形通道必须处于“打开”（显示的）状态，以便进行测量。

对于参考波形，或在使用 XY 或扫描模式时，无法进行自动测定。测量每秒大约更新两次。




测量类型	定义
频率	通过测定第一个周期，计算波形的频率
周期	计算第一个周期的时间
平均值	计算整个记录内的算术平均幅度
峰-峰值	计算整个波形最大和最小峰值间的绝对差值
均方根值	计算波形第一个完整周期的实际均方根值测定
最小值	检查全部 2500 个点波形记录并显示最小值
最大值	检查全部 2500 个点波形记录并显示最大值
上升时间	测定波形第一个上升边沿的 10% 和 90% 间的时间
下降时间	测定波形第一个下降边沿的 90% 和 10% 之间的时间
正频宽	测定波形第一个上升边沿和邻近的下降边沿 50% 电平之间的时间
负频宽	测定波形第一个下降边沿和邻近的上升边沿 50% 电平之间的时间
无	不进行任何测量

## 打印

当“Save/Recall (保存/调出)” ▶ “全储存” ▶ “打印钮”选项设为“打印”时，可以按下  打印钮向打印机或计算机发送屏幕图像。

可以通过“Utility (辅助功能)” ▶ “选项” ▶ “打印机设置”菜单设置示波器，以便向打印机发送屏幕图像。（见第 63 页，*打印机设置*）

 打印钮的可选功能是将数据储存到 CompactFlash 移动海量存储器。（见第 73 页，*移动海量存储器*）


## 探头检测

可以使用“探头检查向导”快速验证电压探头是否操作正常。（见第 10 页，*电压探头检查向导*）


## SAVE/RECALL (保存/调出)

按下“Save/Recall (保存/调出)”按钮可以储存示波器设置、屏幕图像或波形，或者调出示波器设置或波形。

SAVE/RECALL (保存/调出) 菜单由许多子菜单构成，可以通过“动作”选项访问这些子菜单。每个“动作”选项显示一个菜单，通过该菜单，可以进一步定义保存或调出功能。

“动作”选项	注释
全储存	包含配置  打印按钮的选项，选项包括将数据发送到打印机或储存在 CF 卡
存图像	将屏幕图像储存在指定格式的文件
存设置	将当前示波器设置储存在指定文件夹或非易失性设置存储器中的文件
存波形	将指定波形储存在文件或参考内存
调出设置	从 CF 卡或非易失性设置存储器中的位置调出示波器设置文件
调出波形	将波形文件从 CF 卡调出到基准内存中的某位置
显示参考	显示或删除屏幕上的参考内存波形

## 全储存

“全储存”操作将  打印按钮配置为将数据储存在 CF 卡，或者将数据发送到打印机。

选项	设置或子菜单	注释
打印按钮	全储存 <sup>1</sup>	(见第 75 页)
	存图像到文件 <sup>1</sup>	(见第 76 页)
	打印	(见第 63 页)
选择文件夹		列出当前 CF 卡文件夹的内容
	更改文件夹	(见第 74 页, 文件管理约定)
	新建文件夹	(见第 107 页, 文件功能)
	返回	返回到“全储存”菜单
关于储存		显示帮助主题

<sup>1</sup> 打印按钮附近的 LED 变亮, 表明正在执行将数据发送到 CF 卡这一可选储存功能。

## 存图像

“存图像”操作可将屏幕图像储存在指定格式的文件。

选项	设置或子菜单	注释
文件格式	BMP、PCX、TIFF、RLE、EPSIMAGE 和 JPEG	设置屏幕图像图形文件格式
选择文件夹		列出当前 CF 卡文件夹的内容并显示文件夹选项
	更改文件夹	(见第 74 页, 文件管理约定)
	新建文件夹	(见第 107 页, 文件功能)
	版面格式 <sup>1</sup> 、竖向、横向	选择横向或竖向图像版面格式
	省墨 <sup>1</sup> 、开、关	激活或禁用省墨模式

选项	设置或子菜单	注释
储存	文件名（例如 TEK0000.TIF）	将屏幕图像储存到当前 CF 卡文件夹中自动生成的文件名
关于保存图像		显示帮助主题
1（见第 96 页，打印）		

若“打印按钮”选项设为“存图像”，当按下 Save（保存）按钮时，示波器会将屏幕图像储存到 CF 卡。（见第 76 页，存图像）

**存设置** “存设置”操作将当前示波器设置储存到指定文件夹或非易失性设置存储器中名为 TEKnnnn.SET 的文件。设置文件包含列出示波器设置的 ASCII 文本字符串。

选项	设置或子菜单	注释
储存到	设置记忆	将当前示波器设置储存到非易失性设置存储器中的某位置
	文件	将当前示波器设置储存到 CF 卡上的文件
设置	1 到 10	指定要储存到其中的非易失性设置存储器的位置
选择文件夹		列出当前 CF 卡文件夹的内容
	更改文件夹	（见第 74 页，文件管理约定）
	新建文件夹	（见第 107 页，文件功能）
保存	文件名（例如 TEK0000.SET）	将设置储存到当前 CF 卡文件夹中自动生成的文件名

如果“打印按钮”选项设置为“全储存”，当按下 Save（保存）按钮时，示波器会将示波器设置文件储存到 CF 卡。（见第 75 页，全储存）

**存波形** “存波形”操作将指定波形存储到名为 TEKnnnn.CSV 的文件或参考内存。示波器将波形数据储存到“逗号分隔值”（.CSV 格式）文件，这些数据是 ASCII 文本字符串，将列出每 2500 个波形数据点的时间（相对于触发）和幅度值。可以将 .CSV 文件导入到许多电子表格和数学分析应用程序中。

选项	设置或子菜单	注释
储存到	文件	指定将源波形数据储存到 CF 卡上的文件
	Ref（参考）	指定将源波形数据储存到参考内存中
信源 <sup>1</sup>	CH(x)、Ref(x)、 MATH	指定要保存的信源波形
到	Ref(x)	指定源波形要储存到的参考内存的位置

选项	设置或子菜单	注释
选择文件夹		列出当前 CF 卡文件夹的内容
	更改文件夹	(见第 74 页, 文件管理约定)
	新建文件夹	(见第 107 页, 文件功能)
保存	文件名 (例如 TEK0000.CSV)	将设置储存到当前 CF 卡文件夹中自动生成的文件名

<sup>1</sup> 必须显示波形以便将其储存为参考波形。

## 调设置

“调设置”操作将从 CF 卡或非易失性设置存储器中的位置调出示波器设置文件。

选项	设置或子菜单	注释
调出:	设置记忆	指定从非易失性存储器调出设置
	文件	指定从 CF 卡调出设置文件
设置记忆	1 到 10	指定要从中进行调出的非易失性设置存储器中的设置位置
选择文件		列出当前 CF 卡文件夹的内容 以从中选择文件
	更改文件夹	(见第 74 页, 文件管理约定) (见第 107 页, 文件功能)
调出		从指定的非易失性存储器位置 调出设置
	文件名 (例如 TEK0000.SET)	从指定的 CF 卡文件调出示波器设置

## 调波形

“调波形”操作将波形文件从 CF 卡调到基准内存中的位置。

选项	设置或子菜单	注释
到	Ref(x)	指定要将波形载入到的参考内存位置
选择文件		列出当前 CF 卡文件夹的内容并显示下一个文件夹选项
	更改文件夹	(见第 74 页, 文件管理约定) (见第 107 页, 文件功能)
	到	指定要将波形调出到的参考内存位置
调出	文件名 (例如 TEK0000.CSV)	将波形从指定文件载入到参考内存中的位置并显示该波形

**显示参考** “显示 Refs” 操作显示或删除示波器屏幕上的参考内存波形。

选项	设置	注释
RefA、RefB、RefC <sup>1</sup> 、 RefD <sup>1</sup>	开、关	显示或删除屏幕上的参 考内存波形

<sup>1</sup> 仅在 4 通道示波器上提供。

**关键点** **储存和调出设置:** 全部设置被储存在非易失性存储器中。调出设置时，示波器将处于储存设置的模式中。

关闭示波器电源前，如果在最后一次更改后等待三秒钟，示波器就会保存当前设置。在下次接通电源时，示波器会调出此设置。

**调出默认设置:** 可以按下“Default Setup (默认设置)”按钮将示波器初始化为已知设置。要查看按下此按钮后示波器调出的选项和控制设置，请参阅“附录 E：默认设置”。

**保存和调出波形:** 示波器必须显示想要储存的所有波形。两通道示波器可以在内部非易失性存储器中储存两个参考波形。四通道示波器可以储存四个参考波形，但一次仅显示两个参考波形。

示波器既可以显示参考波形，又可以显示采集的通道波形。虽然参考波形不可调整，但示波器仍在屏幕的底部显示水平和垂直刻度。

## 触发控制

可以通过“触发菜单”和前面板控制来定义触发。

**触发类型** 有三种触发类型：“边沿”、“视频”和“脉冲宽度”。对于每种类型的触发，显示相应的一组选项。

选项	详细信息
边沿 (默认)	当它跨过触发电平 (阈值) 时，在输入信号的上升边沿或下降边沿触发示波器
视频	显示 NTSC 或 PAL/SECAM 标准复合视频波形；由视频信号的场或线触发。(见第 102 页， <i>视频触发</i> )
脉冲	由异常脉冲触发。(见第 103 页， <i>脉冲宽度触发</i> )

**边沿触发** 使用“边沿触发”，可以在达到触发阈值时在示波器输入信号的边沿进行触发。

选项	设置	注释
边沿		当“边沿”加亮时，输入信号的上升边沿或下降边沿用于触发
信源	通道 1、2、3 <sup>1</sup> 或 4 <sup>1</sup> 、Ext、Ext/5、Ext/10	将输入信源选为触发信号（见第101页）
斜率	上升、下降	选择触发信号的上升边沿或下降边沿
触发方式	自动、正常	选择触发类型（见第101页）
耦合	交流、直流、噪音抑制、高频抑制、低频抑制	选择应用在触发电路上的触发信号的分量（见第102页）

<sup>1</sup> 仅在 4 通道示波器上可用。

## 触发频率读数

示波器计算可触发事件发生的速率以确定触发频率并在屏幕的右下角显示该频率。

**说明：** 触发频率读数显示示波器可能认为是一个触发器的事件的频率，并可能小于脉冲宽度触发模式下输入信号的频率。

**关键点 触发模式选项：** 如果在一定时间内，示波器根据水平标度的设定未检测到触发，“自动”模式（默认）将强制其触发。在许多情况下都可使用此模式，例如监测电源输出电平。

使用“自动”模式可以在没有有效触发时自由运行采集。此模式允许在 100 毫秒/格或更慢的时基设置下发生未经触发的扫描波形。

仅当示波器检测到有效的触发条件时，“正常”模式才会更新显示波形。在用新波形替换原有波形之前，示波器将显示原有波形。

当仅想查看有效触发的波形时，才使用“正常”模式。使用此模式时，示波器只有在第一次触发后才显示波形。

要执行单次触发序列采集，可按下（**单次**）按钮。

## 信源选项：

信源选项	详细信息
通道 1、2、3 <sup>1</sup> 或 4 <sup>1</sup>	不论波形是否显示，都会触发某一通道
Ext	不显示触发信号；Ext 选项使用连接到 Ext Trig（外部触发）前面板 BNC 的信号，允许的触发电平范围是 +4 V 到 -4 V

信源选项	详细信息
Ext/5	与 Ext（外部）选项相同，但将信号衰减五倍，允许的触发电平范围是 +20 V 到 -20 V；从而扩大了触发电平范围
Ext/10	与 Ext（外部）选项相同，但将信号衰减十倍，允许的触发电平范围是 +40 V 到 -40 V；从而扩大了触发电平范围

<sup>1</sup> 仅在 4 通道示波器上可用。

**说明：**要查看 Ext、Ext/5 或 Ext/10 触发信号，按住“Trig View（触发视图）”按钮即可。

**耦合：**耦合可以过滤用来触发采集的触发信号。

选项	详细信息
直流	通过信号的所有分量
噪声抑制	向触发电路增加磁滞；这将降低灵敏度，该灵敏度用于减小错误地触发噪声的机会
高频抑制	衰减 80 kHz 以上的高频分量
低频抑制	阻碍直流分量，并衰减低于 300 kHz 的低频分量
交流	阻碍直流分量，并衰减 10 Hz 以下的信号

**说明：**触发耦合仅影响通过触发系统的信号。它不影响屏幕上所显示信号的带宽或耦合。

**预触发：**触发位置通常设在屏幕的水平中心处。这种情况下，可以观察到五个分度的预触发信息。调整波形的“水平位置”可以看到更多（或更少）的预触发信息。

## 视频触发

选项	设置	注释
视频		加亮“视频”时，将触发 NTSC、PAL 或 SECAM 标准视频信号 触发耦合预设为“交流”
信源	通道 1、2、3 <sup>1</sup> 或 4 <sup>1</sup> 、Ext、Ext/5、Ext/10	选择输入源作为触发信号；Ext、Ext/5 和 Ext/10 选项将会使用 Ext Trig（外部触发）连接器上施加的信号

选项	设置	注释
极性	正常、反相	“正常”方式触发同步脉冲的负沿；“反相”方式触发同步脉冲的正沿
同步	扫描线、线数、奇数场、偶数场、所有场	选择适当的视频同步 当选择了“同步”选项的“线数”时，使用多用途旋钮可以指定一个线数
标准	NTSC、PAL/SECAM	为同步和线数计数选择视频标准

<sup>1</sup> 仅在 4 通道示波器上可用。

### 关键点

**同步脉冲:** 选择“正常极性”时，通常触发负向同步脉冲。如果视频信号含有正向同步脉冲，可使用“反相极性”选项。

### 脉冲宽度触发

使用“脉冲宽度”触发可以触发正常或异常脉冲。

选项	设置	注释
脉冲		“脉冲”加亮时，将触发符合触发条件（由“信源”、“当”和 Set Pulse Width（设置脉冲宽度）选项定义）的脉冲。
信源	通道 1、2、3 <sup>1</sup> 或 4 <sup>1</sup> 、Ext、Ext/5、Ext/10	将输入信源选为触发信号
当	=, ≠, <, >	选择如何相对于在脉冲宽度选项中的选定值比较触发脉冲
脉冲宽度	33 ns 到 10.0 秒	使用多用途旋钮设置宽度
极性	正、负	选择触发正脉冲或负脉冲
触发方式	自动、正常	选择触发类型；“正常”模式最适用于大多数脉冲宽度触发的应用
耦合	交流、直流、噪音抑制、高频抑制、低频抑制	选择外加在触发电路上的触发信号的分量；（见第 100 页， <i>边沿触发</i> ）
更多		用来在子菜单页间切换

<sup>1</sup> 仅在 4 通道示波器上可用。

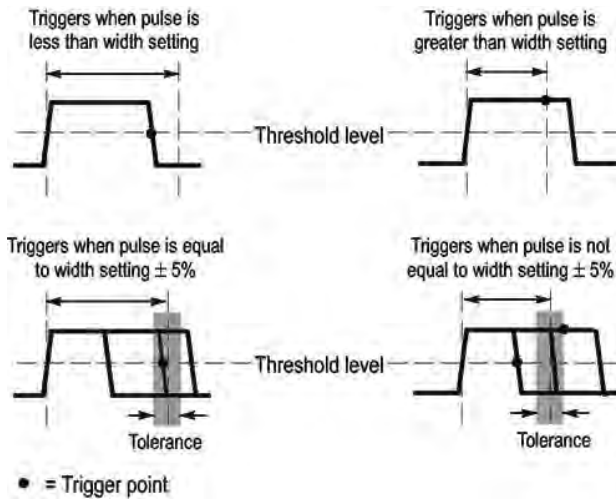
### 触发频率读数

示波器计算触发事件发生的速率以确定触发频率并在屏幕的右下角显示该频率。



**关键点** **触发时机:** 信源的脉冲宽度必须是  $\geq 5$  ns，以便示波器可以检测到该脉冲。

“当”选项	详细信息
=	在 $\pm 5\%$ 容限范围内，当信号的脉冲宽度等于或不等于指定的脉冲宽度时，将触发示波器
≠	当信源信号的脉冲宽度小于或大于指定的脉冲宽度时，将触发示波器
<	
>	



有关触发异常脉冲的示例，请参阅“应用示例”。（见第 47 页，根据特定脉冲宽度触发）


**旋钮和按钮** **“触发电平”旋钮:** 用于控制“触发电平”。

**“设为 50%”按钮:** 使用“设为 50%”按钮可快速稳定波形。示波器可以自动将触发电平设置为最小和最大电压电平之间大约一半的位置。当信号连接到 Ext Trig（外部触发）BNC 并将触发信源设置为 Ext、Ext/5 或 Ext/10 时，此按钮很有用。

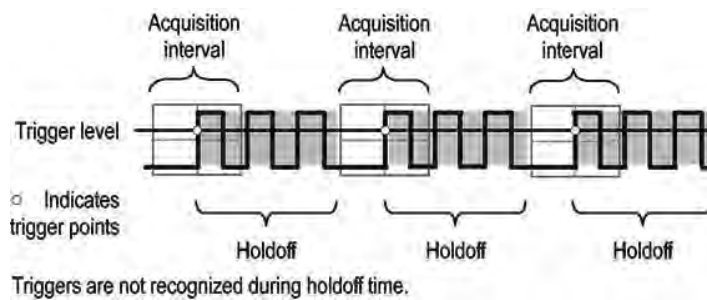
**“强制触发”按钮:** 无论示波器是否检测到触发，都可以使用“强制触发”按钮结束当前波形采集。对于“单次”采集和“正常”触发模式，此按钮很有用。（在“自动”触发模式下，如果未检测到触发，示波器会定期自动强制触发。）

**“Trig View ( 触发视图 )”按钮:** 使用“Trig View (触发视图)”模式可在示波器上显示满足条件的触发信号。 可以使用此模式来查看以下类型的信息:

- “触发耦合”选项的效果
- 与 Ext Trig (外部触发) BNC 连接的信号

**说明:** 这是唯一必须持续按住才能使用的按钮。 按住“Trig View (触发视图)”按钮时, 能够同时使用的其他按钮只有  打印按钮。 示波器将禁用所有其他前面板按钮。 但旋钮仍是活动的。

**触发释抑:** 可以使用“触发释抑”功能来生成稳定的复杂波形(如脉冲列)显示。 释抑是示波器检测一个触发时和它准备好检测另一个触发时之间的时间。 在释抑期间, 示波器不会触发。 对于一个脉冲列, 可以调整释抑时间, 以使示波器仅在该列的第一个脉冲触发。



要使用触发释抑, 可按下“Horiz (水平)” ▶ “Set Trigger Holdoff (设置触发释抑)”选项按钮, 然后使用多用途旋钮调整释抑。 触发释抑的分辨率会因水平标度设置的不同而异。

## 辅助功能

按下“Utility (辅助功能)”按钮显示“Utility (辅助功能)”菜单。

选项	设置	注释
系统状态		示波器设置概要
选项	前面板背光	启用前面板照明
	打印机设置	显示打印机的设置 (见第 63 页, <i>打印机设置</i> )
	RS232 设置	显示 RS-232 端口的设置 (见第 65 页)
	设日期和时间	设日期和时间 (见第 106 页)
	故障记录	显示记录的所有错误的清单以及开关电源的次数 当与 Tektronix Service Center (泰克维修中心) 联系获取帮助时, 此记录很有用。

选项	设置	注释
自校正		执行自校正
文件功能		显示文件夹、文件和 CF 卡选项（见第 107 页）
语言	英语、法语、德语、意大利语、西班牙语、日语、葡萄牙语、简体中文、繁体中文和韩语	选择示波器的显示语言

**关键点** **系统状态:** 对于每一组示波器控制，在 UTILITY（辅助功能）菜单中选择“系统状态”时会显示可获得的一系列控制设置的菜单。

按下任一个前面板菜单按钮都可以消除状态屏幕。

选项	注释
水平	列出水平参数
垂直	列出通道的垂直参数
触发	列出触发参数
其他	列出示波器的型号、软件的版本号，以及序列号 列出电池组的充电状态 列出通信参数的值

**设日期和时间:** 可以使用“设日期和时间”菜单设置时钟的日期和时间。示波器显示此信息，还将该信息用于向写入 CF 卡的文件添加时标。示波器包含一个内置的不可更换电池，用以维护时钟设置。

当季节性时间更改时，时钟不会自动调节。出现闰年时，日历可调节。

选项	注释
↑	将加亮显示的选中字段在列表中上下移动。使用多用
↓	途旋钮更改所选字段的值
设日期和时间	用指定的日期和时间更新示波器
取消	关闭菜单并返回前一菜单（不储存任何更改）

**自校正:** “自校正”例程将根据环境温度优化示波器的精度。为实现最大精确，如果环境温度的变化 5°C (9°F) 或更多，则执行一次自校正。要进行精确校正，请打开示波器电源，然后等待 20 分钟时间确保已经暖机。按照屏幕上的指示进行操作。

厂家校正使用外部产生的电压，并需要专用设备。建议的时间间隔为一年。有关要求 Tektronix 对示波器进行厂家校正的信息，请参阅版权页上的“Tektronix 联系信息”。

**文件功能** 可以用“文件功能”菜单完成以下任务：

- 列出当前文件夹下的内容 选
- 择文件或文件夹
- 导航至其他文件夹
- 创建、重命名以及删除文件和文件夹格式
- 化 CF 卡

选项	注释
更改文件夹	<p>导航到所选的 CF 卡文件夹。使用多用途旋钮选择文件或文件夹，然后选择“更改文件夹”菜单选项以 导航到所选的文件夹。</p> <p>若要返回前一文件夹，请选择 ↑Up（上一级）文件 夹项，然后选择“更改文件夹”菜单选项。</p>
新建文件夹	<p>在当前文件夹位置新建文件夹，命名为 NEW_FOL，然 后显示“重命名”菜单以更改默认文件夹名。</p>
重命名（文件名或文件夹）	<p>显示“重命名”屏幕以重命名文件夹或文件，接下来 会对其进行描述。</p>
删除（文件名或文件夹）	<p>删除选定的文件名或文件夹；文件夹必须为空才能 被删除。</p>
确认删除	<p>按下“删除”后将显示，以确认文件删除操作。按 下除“确认删除”以外的其他按钮或旋钮将取消文 件删除操作。</p>
格式化	<p>格式化 CF 卡；这将删除 CF 卡上的全部数据</p>
更新固件	<p>按照屏幕上的指示，设置并按下“更新固件”选项 按钮，开始更新固件。</p>

**重命名文件或文件夹:** 可以更改 CF 卡上的文件名和文件夹名称。

选项	设置	注释
输入字符	A - Z、0 - 9、_、.	<p>在当前“名称”字段的光标位置输入加亮 的字母数字字符</p> <p>使用多用途旋钮选择字母数字字符或“退 格”、“删除字符”或“清除名称”功能</p>
	退格	<p>将菜单按钮 1 选项更改为“退格”功能。删 除“名称”字段中加亮字符左边的字符</p>
	删除字符	<p>将菜单按钮 1 选项更改为“删除字符”功 能。删除“名称”字段中的加亮字符</p>
	清除名称	<p>将菜单按钮 1 选项更改为“清除名称”。删 除“名称”字段中的所有字符</p>

## 垂直控制

可以使用垂直控制来显示和删除波形、调整垂直刻度和位置、设置输入参数，以及进行数学运算。（见第 94 页，[数学](#)）

### 通道的垂直菜单

每个通道都有单独的垂直菜单。每个选项对应于每个通道进行单独设置。

选项	设置	注释
耦合	直流、交流、 接地	“直流”既通过输入信号的交流分量，又通过它的直流分量 “交流”将阻止直流分量，并衰减低于 10 Hz 的信号 “接地”会断开输入信号
带宽限制	20 MHz、关	限制带宽，以便减小显示噪声；过滤信号，以便减小噪声和其他多余的高频分量
伏/格	粗调、细调	选择“伏/格”旋钮的分辨率 粗调定义一个 1-2-5 序列。细调将分辨率改为粗调设置间的小步进
探头	请参阅下表	按下后可调整“探头”选项
反相	开、关	相对于参考电平反相（倒置）波形

电压和电流探头的选项不同：“衰减”或“刻度”。

探头选项	设置	注释
“电压” ▶ “衰减”	1X、10X、20X、50X、 100X、500X、1000X	将其设置为与电压探头的衰减系数相匹配，以确保获得正确的垂直读数
“电流” ▶ “刻度”	5 V/A、1 V/A、200 mV/A、100 mV/A、50 mV/A、20 mV/A、10 mV/A、1 mV/A	将其设置为与电流探头的刻度相匹配，以确保获得正确的垂直读数
返回		返回到前一菜单

**旋钮** “垂直位置”旋钮：使用垂直“位置”旋钮可在屏幕中上下移动通道波形。

**“垂直标度”旋钮**：使用垂直“标度”旋钮可以控制示波器放大或衰减通道波形的信源信号的程度。旋转垂直“标度”旋钮时，示波器将增加或减少屏幕上波形的垂直尺寸。

---

**纵向测量过量程 ( 剪断 ):** 波形超出了屏幕 ( 过量程 )，在测量度数中显示 ?，以此指明存在无效值。请调整垂直比例，以确保读数有效。

**关键点**

**接地耦合:** 使用接地耦合可显示零伏波形。在内部，通道输入与零伏参考电平连接。

**细调分辨率:** 在细调分辨率设定时，垂直标度读数将显示实际的伏/格设置。只有调整了“标度”控制后，将设定改变为粗调的操作才会改变垂直标度。

**消除波形:** 要从显示器上消除波形，请按下通道菜单前面板按钮。例如，按下通道 1 按钮可以显示或消除通道 1 波形。

---

**说明:** 不必显示一个通道波形，就可以将它用作触发信源或用于数学运算。

---

---

**说明:** 必须显示通道波形以取用其上的测量值，使用其上的光标，或者将其另存为“参考波形”或储存到文件中。

---

## 附录 A: TPS2000B 技术规格

所有技术规格都适用于 TPS2000B 系列示波器。TPP0101 和 TPP0201 探头的技术规格见本章最后部分。要验证示波器是否符合技术规格，示波器必须首先符合以下条件：

- 在指定的操作温度内，示波器必须已经连续工作了二十分钟。
- 如果操作温度的变化幅度大于 5°C (9°F)，就必须执行“自校正”操作，通过 Utility（辅助功能）菜单可以进行此操作。
- 示波器必须属于厂家校正期限内。除标记为“典型”的技术规格外，所有技术规格都保证符合要求。

### 示波器技术规格

表 1: 采集技术规格

特性	说明	
采集模式	取样、峰值检测和平均值	
采集速率，典型	每个通道最多为每秒 180 个波形（取样采集模式，无测量）	
单次	采集模式	采集停止时间
	取样，峰值检测	所有通道同时进行单次采集
	平均	所有通道同时进行 N 次采集，N 为 4、16、64 和 128 可选

表 2: 输入技术规格

特性	说明	
输入耦合	直流、交流或接地 输入阻抗，	
直流耦合	1 MΩ ±2% 并联 20 pF ±3 pF	
输入 BNC 处信号和基准之间的最大电压 <sup>1</sup>	过压类别	最大电压
	CAT II	300 V <sub>RMS</sub>
	CAT III	150 V <sub>RMS</sub>
	高于 100 kHz 时以 20 dB/10 倍频程下降至 3 MHz 及以上时的 13 V 峰值交流。对于非正弦波形，峰值必须小于 450 V。300 V 以上的偏移持续时间应小于 100 ms。RMS 信号电平（包括所有的通过交流耦合删除的直流分量）必须限制到 300 V。如果超出了这些值，就可能会损坏仪器。请参阅“过电压类”介绍。	
BNC 基准与大地接地之间的最大电压 <sup>1</sup>	600 V <sub>RMS</sub> CAT II 或 300 V <sub>RMS</sub> CAT III，使用额定的连接器或附件	
通道共模抑制，典型	大于 1000:1，最高 50 MHz，在 200 MHz 时降额至 400:1，正弦波，“伏/格”设置为 5 mV	
	在通道（信号和信号参考）与机箱之间施加信号，采集的信号幅度与信号幅度之比	

表 2: 输入技术规格 (续)

特性	说明	
通道间串扰	TPS2012B 和 TPS2014B	TPS2024B
	$\geq 100:1$ , 50 MHz	$\geq 100:1$ , 100 MHz
在一个通道上测量, 测试信号施加在其他通道的信号和基准之间, 所有通道采用相同的“标度”和耦合设置		

<sup>1</sup> 采用 1X 衰减时, 可显示的最大峰峰值电压为 40 V<sub>P-P</sub>。“垂直”技术规格包括可用的“伏/格”及探头衰减设置。(见表 3)

表 3: 垂直技术规格

特性	说明	
数字化器	8 位分辨率 (设置为 2 mV/格时除外), 每个通道同时取样	
垂直标度 (伏/格) 量程	在输入 BNC 处为 2 mV/格到 5 V/格	
位置范围	2 mV/格到 200 mV/格, $\pm 1.8$ V	
	> 200 mV/格 到 5 V/格, $\pm 45$ V	
TPP0101 和 TPP0201 探头衰减	10X	
支持的电压探头衰减系数	1X、10X、20X、50X、100X、500X、1000X	
支持的电流探头比例	5 V/A、1 V/A、200 mV/A、100 mV/A、50 mV/A、20 mV/A、10 mV/A、1 mV/A	
在 BNC 处或使用 TPP0101 或 TPP0201 系列 10X 探头直流耦合时“取样”和“平均”模式下的模拟带宽	TPS2012B 和 TPS2014B	TPS2024B
	100 MHz <sup>1</sup>	200 MHz <sup>1</sup> , 从 0°C 到 +40°C (+32°F 到 +104°F)
		180 MHz, 从 +40°C 到 +50°C (+104°F 到 +122°F)
峰值检测模式下的模拟带宽 (50 s/格到 5 ms/格 <sup>2</sup> ), 典型	20 MHz (垂直刻度设置为 < 5 mV 时)	
	75 MHz <sup>1</sup>	
可选模拟带宽限制, 典型	20 MHz	
频率下限, 交流耦合	$\leq 10$ Hz, BNC 处	
	$\leq 1$ Hz, 使用 10X 无源探头时	
BNC 处的上升时间, 典型	TPS2012B 和 TPS2014B	TPS2024B
	<3.5 ns	<2.1 ns
峰值检测响应 <sup>2</sup>	在中心 8 个垂直格内捕获 $\geq 12$ ns 宽 (典型, 50 s/格至 5 $\mu$ s/格) 脉冲的 50% 或以上幅度	
直流增益精度	$\pm 3\%$ (取样或平均值采集模式, 5 V/格到 10 mV/格)	
	$\pm 4\%$ (取样或平均值采集模式, 5 mV/格和 2 mV/格)	



表 3: 垂直技术规格 (续)

特性	说明	
直流测量精度, 平均值采集模式	测量类型	精度
	平均 16 个以上波形, 垂直位置为零	$\pm (3\% \times \text{读数} + 0.1 \text{ 格} + 1 \text{ mV})$ , 当选择 10 mV/格或以上时
	平均 16 个以上波形, 垂直位置不为零	$\pm [3\% \times (\text{读数} + \text{垂直位置}) + \text{垂直位置的 } 1\% + 0.2 \text{ 格}]$ 对于 2 mV/格到 200 mV/格的设置, 增加 2 mV 对于 > 200 mV/格到 5 V/格的设置, 增加 50 mV
电压测量可重复性, 平均值采集模式	在相同设置和环境条件下采集的 $\geq 16$ 个波形的任意两个平均值之间的增量电压	$\pm (3\% \times \text{读数} + 0.05 \text{ 格})$

1 当垂直刻度设为 > 5 mV/格。当垂直刻度设为 5 mV/格, 带宽技术规格为典型。

2 在 100 MHz 型号上当“秒/格”(水平刻度)设为 2.5  $\mu$ s/格至 5 ns/格之间时, 或者在 TPS2024B 型号上设为 2.5  $\mu$ s/格至 2.5 ns/格时, 示波器恢复为取样模式。取样模式能捕获 12 ns 的毛刺。

表 4: 水平技术规格

特性	说明	
取样速率范围	TPS2012B 和 TPS2014B	TPS2024B
	5 S/s 到 1 GS/s	5 S/s 到 2 GS/s
波形内插	$(\sin x)/x$	
记录长度	每个通道 2500 个取样	
水平标度 (秒/格) 量程	TPS2012B 和 TPS2014B	TPS2024B
	5 ns/格到 50 s/格, 按 1、2.5、5 序列	2.5 ns/格到 50 s/格, 按 1、2.5、5 序列
取样速率和延迟时间精度	在任何 $\geq 1 \text{ ms}$ 的时间间隔内为 $\pm 50 \text{ ppm}$	
增量时间测量精度 (全带宽)	条件	精度
	单次, 取样模式	$\pm (1 \text{ 个取样间隔} + 100 \text{ ppm} \times \text{读数} + 0.6 \text{ ns})$
	> 16 个平均	$\pm (1 \text{ 个取样间隔} + 100 \text{ ppm} \times \text{读数} + 0.4 \text{ ns})$
	取样间隔 = s/格 $\div$ 250	
位置范围	2.5 ns/格到 10 ns/格	(-4 格 $\times$ s/格) 到 20 ms
	25 ns/格到 100 $\mu$ s/格	(-4 格 $\times$ s/格) 到 50 ms
	250 $\mu$ s/格到 10 s/格	(-4 格 $\times$ s/格) 到 50 s
	25 s/格到 50 s/格	(-4 格 $\times$ s/格) 到 250 s

表 5: 触发技术规格

特性	说明	
触发灵敏度，边沿触发类型	耦合	灵敏度
	直流	CH1、CH2、CH3 <sup>1</sup> 、CH4 <sup>1</sup> 从直流到 10 MHz 为 1 格 从 10 MHz 到 100 MHz 为 1.5 格 从 100 MHz 到 200 MHz 为 2 格 <sup>2</sup>
	EXT	从 50 Hz 到 100 MHz 为 1 V <sub>P-P</sub> 从 100 MHz 到 200 MHz 为 2 V <sub>P-P</sub> <sup>2</sup>
	EXT/5	5 倍 EXT 的值
	EXT/10	10 倍 EXT 的值
触发灵敏度，边沿触发类型，典型	耦合	灵敏度
	交流	在 50 Hz 及以上时与直流耦合限制相同
	噪声抑制	从 > 10 mv/格到 5 V/格，直流耦合触发灵敏度降低 2 倍
	高频抑制	从直流到 7 kHz 时与直流耦合限制相同，大于 80 kHz 时将衰减信号
	低频抑制	频率大于 300 kHz 时与直流耦合限制相同，小于 300kHz 时将衰减信号
触发电平范围	信源	范围
	CH1、CH2、CH3 <sup>1</sup> 、CH4 <sup>1</sup>	从显示屏中心起 ±8 格
	EXT	±4 V
	EXT/5	±20 V
	EXT/10	±35 V
触发电平精度，典型	精度是相对于上升和下降时间 ≥ 20 ns 的信号而言	
	信源	精度
	内部	± (0.2 格 + 5 mV)，在屏幕中心起 ±4 格内
	EXT	对于 < ±2 V 的信号为 ± (设置的 6% + 250 mV)
	EXT/5	对于 < ±10 V 的信号为 ± (设置的 6% + 500 mV)
	EXT/10	对于 < ±20 V 的信号为 ± (设置的 6% + 1 V)
设置电平为 50%，典型	用于 ≥ 50 Hz 的输入信号	
默认设置，视频触发	除单个序列采集外，耦合是“交流”和“自动”模式	

表 5: 触发技术规格 (续)

特性	说明	
灵敏度, 视频触发类型, 典型	复合视频信号	
	信源	范围
	内部	2 格的峰-峰值幅度
	EXT	$\pm 1$ V
	EXT/5	$\pm 5$ V
	EXT/10	$\pm 10$ V
信号格式和场速率, 视频触发类型	对于任何场或任何行, 都支持 NTSC、PAL 和 SECAM 广播系统	
释抑范围	500 ns 到 10 s	

1 仅在 4 通道示波器上可用。

2 仅适用于 TPS2024B。

表 6: 脉冲宽度触发技术规格

特性	说明
脉冲宽度触发模式	当 < (小于)、> (大于)、= (等于) 或 $\neq$ (不等于) 时触发, 正脉冲或负脉冲
脉冲宽度触发点	等于: 当脉冲的下降边越过触发电平时, 示波器触发。
	不等于: 如果脉冲比指定宽度窄, 则触发点为下降边。否则, 当脉冲持续时间长于“脉冲宽度”指定的时间时, 示波器触发。
	小于: 触发点为下降边。
	大于 (也称为超时触发): 当脉冲持续时间长于“脉冲宽度”指定的时间时, 示波器触发。
脉冲宽度范围	可以从 33 ns 到 10 s 之间选择
脉冲宽度分辨率	16.5 ns 或千分之一 (取较大值)
等于保护频带	$t > 330$ ns: $\pm 5\% \leq$ 保护频带 $< \pm (5.1\% + 16.5$ ns) $t \leq 330$ ns: 保护频带 = $\pm 16.5$ ns
不等于保护频带	$t > 330$ ns: $\pm 5\% \leq$ 保护频带 $< \pm (5.1\% + 16.5$ ns) $165$ ns $< t \leq 330$ ns: 保护频带 = $-16.5$ ns $\div$ $+33$ ns $t \leq 165$ ns: 保护频带 = $\pm 16.5$ ns

表 7: 触发频率计数器技术规格

特性	说明
读数分辨率	6 位
精度 (典型)	$\pm 51$ ppm (包括所有的频率参考误差和 $\pm 1$ 计数误差)

表 7: 触发频率计数器技术规格 (续)

特性	说明
频率范围	交流耦合, 从最小 10 Hz 到额定带宽
信号源	<p>脉冲宽度或边沿触发模式: 所有可用触发源</p> <p>频率计数器一直在脉冲宽度模式或边沿模式下测量触发源, 包括当示波器采集由于运行状态中的变化而暂停时, 或当单次事件采集已经结束时。</p> <p>脉冲宽度触发模式: 示波器计数在 250 ms 测量窗口中具有有效幅度, 并且符合可触发事件条件的脉冲, 例如, 如果 PWM 脉冲列被设定为 &lt; 模式, 而且宽度被相应设定为较小的时间时, 其中的窄脉冲。</p> <p>边沿触发模式: 示波器计数所有具有足够幅度和正确极性的边沿。视频触发模式: 频率计数器不工作。</p>

表 8: 测量技术规格

特性	说明
光标	<p>光标之间的幅度差 (<math>\Delta V</math>、<math>\Delta A</math> 或 <math>\Delta VA</math>)</p> <p>光标之间的时间差 (<math>\Delta t</math>)</p> <p><math>\Delta t</math> 的倒数, 以赫兹为单位 (<math>1/\Delta t</math>)</p>
自动测量	频率、周期、平均值、峰-峰值、周期均方根、最小值、最大值、上升时间、下降时间、正频宽、负频宽

表 9: 示波器通用技术规格

特性	说明
<b>显示</b>	
显示器类型	对角为 5.7 英寸 (145 mm) 的液晶显示器
显示器分辨率	320 (水平) 个像素乘 240 (垂直) 个像素
背光亮度, 典型 <sup>1</sup>	60 到 100 cd/m <sup>2</sup>

表 9: 示波器通用技术规格 (续)

特性	说明	
<b>探头补偿器输出</b>		
输出电压, 典型	将 5 V 输入 $\geq 1\text{ M}\Omega$ 的负载	
频率, 典型	1 kHz	
<b>电源</b>		
示波器交流适配器的源电压	100 至 240 VAC <sub>RMS</sub> 50/60 Hz	
功率消耗	小于 40 W	
<b>环境</b>		
外壳额定	IP 40 <sup>2</sup> , 当安装 CompactFlash 卡及可选的应用钥匙后, 额定值为 IP 30 <sup>2</sup> 。	
温度 <sup>3</sup>	工作状态	0°C 至 +50°C (+32 °F 至 +122 °F)
	非工作状态下	-40°C 至 +71°C (-40 °F 至 +160 °F)
冷却方式	强制风冷, 温度控制	
湿度 <sup>3</sup>	工作	高温: +50°C (+122°F), 60% RH 低温: +30°C (+86°F), 90% RH
	非工作	高温: +55 °C 至 +71 °C (+131 °F 至 +160 °F), 60% RH 最大 低温: +0 °C 至 +30 °C (+32 °F 至 +86 °F), $\leq 90\%$ RH 最大
海拔高度	3,000 米 (9,842 英尺)	
带一个电池组时的随机振动	工作状态	5 Hz 到 500 Hz 时为 0.31 g <sub>RMS</sub> , 每轴向为 10 分钟
	非工作状态下	5 Hz 到 500 Hz 时为 2.46 g <sub>RMS</sub> , 每轴向为 10 分钟
带一个电池组时的机械冲击	工作状态	50 g, 11 ms, 半正弦波
<b>机械部分</b> 尺寸, 不带		
前护盖	高度	160.0 毫米 (6.33 英寸)
	宽度	336.3 毫米 (13.24 英寸)
	厚度	129.5 毫米 (5.10 英寸)
重量 (大约)	仅仪器	2.7 公斤 (6.0 磅)
	带 1 个电池	3.2 公斤 (7.0 磅)
	带 2 个电池	3.7 公斤 (8.0 磅)

**表 9: 示波器通用技术规格 (续)**

特性	说明
校正 (厂家校正) 间隔	
建议的校准间隔为一年	

- 1 可通过“显示”菜单调节。
- 2 如 IEC 60529 中定义：2001.
- 3 安装电池组后，请参阅“管理 TPSBAT 电池组”部分了解充放电以及储存温度和湿度方面的信息。(见第 77 页)

## 附录 B: TPP0101 及 TPP0201 系列 10X 无源探头 信息

TPP0101 和 TPP0201 系列 100 和 200 MHz 无源探头是高阻抗无源探头，10X 衰减，设计用于以下 Tektronix 示波器：

- 输入电容为 20 pF 的 TPS2000B 和 TDS2000C 示波器。这些探头的补偿范围是 15 - 25 pF。

探头中没有可供用户或 Tektronix 维修的部分。

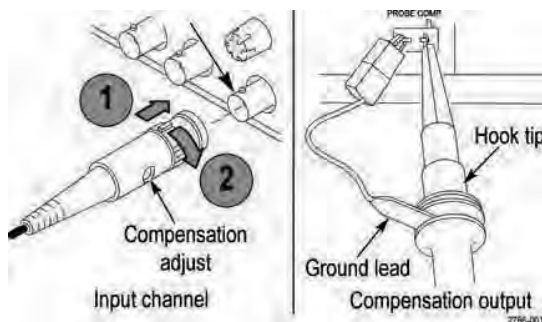


**警告：**在 TPS2000 和 TPS2000B 系列示波器以外的任何示波器上都不要使这些探头（TPP0101 和 TPP0201 系列）浮地。

使用 TPS2000 或 TPS2000B 系列示波器时，不要将这些探头的基准引线浮动到  $>30 V_{RMS}$  之上。当基准引线浮动到  $30 V_{RMS}$  以上时，请根据所使用高压探头的额定值，使用 P5120 探头（可浮动到  $600 V_{RMS}$  CAT II）或具有类似额定值的无源高压探头，或者具有相应额定值的高压差分探头。

### 将探头连接到示波器

如下所示连接探头。



### 补偿探头

由于示波器输入特性不同，将探头在示波器的通道之间调换时，探头的低频补偿可能需要调整。

如果在 1 ms/格处显示的 1 kHz 校准方波显示出上升和下降边沿之间存在显著差异，请执行以下步骤优化低频补偿：

1. 将探头连接到计划用于测量的示波器通道上。
2. 将探头连接到示波器前面板上的探头补偿输出端子。

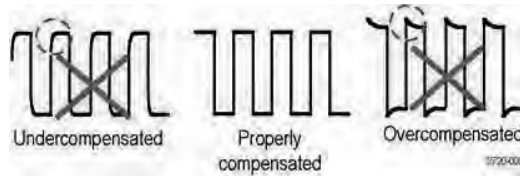


**警告：** 为避免电击，仅在进行这项调节时才连接到示波器上的 Probe Comp（探头补偿）信号。

3. 按下“自动设置”或以其他方式调整示波器，使其显示一条稳定波形。
4. 调整探头的微调电容器，直至在显示器上看到一个完美的平顶方波。（见插图。）



**警告：** 为避免电击，在进行补偿调整时一定要使用绝缘的调整工具。



## 将探头连接到电路

使用探头附带的标准附件来连接电路。

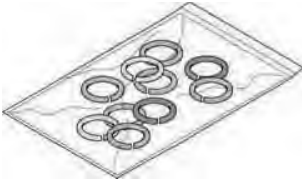


**警告：** 为了避免电击，在使用探头或附件时应保持手指处于探头本体和附件的手指防护装置的后面。

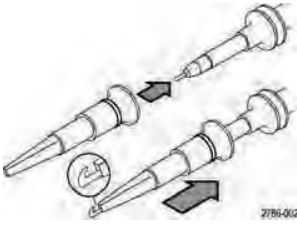
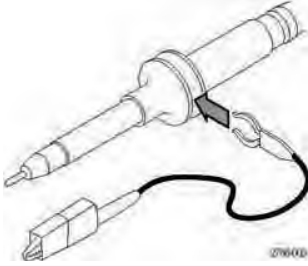
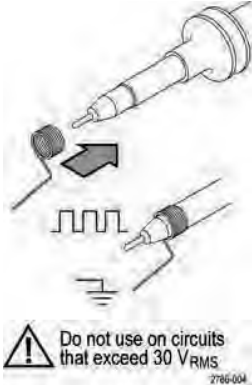

为降低电击风险，确保接地引线和接地弹簧完全匹配后再将探头连接到被测电路上。

## 标准附件

探头附带的附件如下所示。

项目	说明
	<b>色带</b> 用这些色带系在探头头部以识别示波器通道。 重新订购 Tektronix 部件号 016-0633-xx (5 对)



项目	说明
	<p><b>钩式端部</b></p> <p>将钩式端部压到探头端部上，然后将钩子夹到电路上。</p> <p>重新订购 Tektronix 部件号 013-0362-xx</p>
	<p><b>地引线，带鳄鱼夹</b></p> <p>将引线固定到探头头部接地地上，然后固定到电路接地地上。</p> <p>重新订购 Tektronix 部件号 196-3521-xx</p>
 <p>Do not use on circuits that exceed 30 V<sub>RMS</sub></p>	<p><b>接地弹簧</b> 接地弹簧能最大程度降低因接地路径的电感 所造成的高频信号异常，为测量提供良好的信号保真度。</p> <p>将弹簧连接到探头端部上的接地带上。可将弹簧搬弯离开信号测试点约 19 毫米 (0.75 英寸)。</p> <p>重新订购 Tektronix 部件号 016-2028-xx (各两个)</p>
	<p><b>调节工具</b></p> <p>重新订购 Tektronix 部件号 003-1433-xx</p>

## 可选附件

可为探头订购以下附件。

附件	部件号
鳄鱼夹接地引线，12 英寸	196-3512-xx
6” 夹式接地引线	196-3198-xx
接地弹簧，短型，各两个	016-2034-xx
MicroCKT 测试端部	206-0569-xx
微型钩式端部	013-0363-xx
通用 IC 帽	013-0366-xx

附件	部件号
电路板测试点/PCB 适配器	016-2016-xx
电线, 卷, 32 AWG	020-3045-xx

## 技术规格

**表 10: 电气和机械技术规格**

特性	TPP0101	TPP0201
带宽 (-3 dB)	直流至 100 MHz	直流至 200 MHz
系统衰减精度	10:1 ±3.2%	10:1 ±3.2%
补偿范围	TPP0101: 15 pF - 25 pF	TPP0201: 15 pF - 25 pF
系统输入直流电阻	10 MΩ ±1.5%	10 MΩ ±1.5%
系统输入电容	<12 pF	<12 pF
系统上升时间 (典型)	< 3.5 ns	< 2.3 ns
传播延迟	~6.1 ns	~6.1 ns
最大输入电压	300 V <sub>RMS</sub> CAT II	300 V <sub>RMS</sub> CAT II
电缆长度	1.3 m	1.3 m

**表 11: 环境规范**

特性	说明
温度	
工作状态	-10 °C 至 +55 °C (14 °F 至 +131 °F)
非工作状态	-51 °C 至 +71 °C (-60 °F 至 +160 °F)
湿度	
工作与非工作状态	5% 到 95% 相对湿度 (%RH), 不高于 +30 °C (86 °F); 5% 到 65% RH, +30 °C 到 +55 °C (131 °F)
海拔高度	
工作状态	最大 3.0 km (10,000 ft)
非工作状态	最大 12.2 km (40,000 ft)

## 性能图

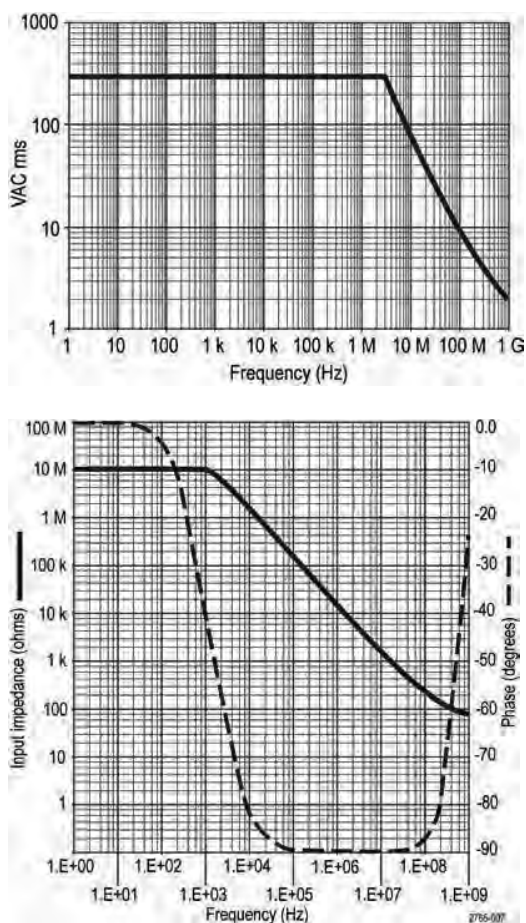


表 12: 认证和符合性

特性	说明
EC 一致性声明	经证明符合《欧洲共同体官方公报》中所列的以下技术规范： 低电压指令 2006/95/EC： EN61010-031: 2002
安全标准	UL61010-031;2007 CAN/CSA C22.2 No. 61010-031-07 IEC61010-031; IEC 61010-031/A1:2008

表 12: 认证和符合性 (续)

特性	说明	
测量类别说明	类别	本类别产品示例
	CAT III	配电电源、固定设备
	CAT II	本地电源、电器、便携式设备
	CAT I	不直接连接到市电的电路。
污染度 2	不得在可能存在传导性污染物质的环境中操作 (如 IEC 61010-1 定义)。 仅适合在室内使用。	



**设备的回收。**本产品符合欧盟根据关于废弃电气、电子设备 (WEEE) 的 Directive 2002/96/EC 所制定的要求。有关选件回收的更多信息, 请查看 Tektronix 网站 ([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)) 上的 Support/Service (支持/服务) 部分。

## 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。不按规定使用探头或附件可能导致电击或火灾。

**避免火灾或人身伤害 以地参考的示波器使用:** 在与以地参考的示波器 (例如 TDS2000C 系列示波器) 配合使用时, 不要将此探头的基准引线浮地。基准引线必须连接到大地电势 (0 V)。

**TPS2000 和 TPS2000B 系列示波器使用:** 不要将此探头的基准引线浮动到额定浮动电压 (30 V<sub>RMS</sub>) 之上。

**正确连接和断开:** 将探头连接到被测电路之前, 先将探头输出端连接到测量仪器。将探头与测量仪器断开之前, 请先将探头输入端及探头基准导线与被测电路断开。

**避免电击:** 探头或测试导线连接到电压源时请勿插拔。

**遵循所有终端额定值:** 为避免火灾或电击危险, 请遵循产品上所有的额定值和标记说明。在连接产品之前, 请先查看产品手册, 了解额定值的详细信息。

**避免电击:** 在使用探头附件时, 禁止超过探头或其附件的最低额定值 (以较小者为准), 包括测量类别和电压额定值。

**检查探头和附件:** 在每次使用之前, 请检查探头和附件是否损坏 (探头本体、附件、电缆外壳等内的割裂、破损、缺陷)。如果损坏, 请勿使用。

**请勿在潮湿环境下操作:**

**请勿在易燃易爆的气体中操作: 请保持产品表面清洁干**

**燥:**

**本手册中使用的安全术语和符号术语。** 本手册中可能使用以下术语:



**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:** 产品上可能使用以下符号:



## 附录 C: 附件

所有附件（标准和可选）都可通过与当地的 Tektronix 现场办事处联系购买。

表 13: 标准附件


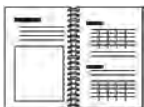




	<b>TPP0101 及 TPP0201 系列 10X 无源探头。</b> TPP0101 和 TPP0201 探头为 10X 衰减的高阻抗无源探头。此类探头可用于 TPS2000B 和 TDS2000C 系列示波器。
	<b>TPS2000B 系列数字示波器用户手册。</b> 包括一本用户手册。请参见“可选附件”以了解可提供语言的完整手册清单。
	<b>TPSBAT 电池组。</b> 电池组增加了示波器的便携性。使用电池组时示波器的工作时间取决于示波器的型号。（见第 5 页， <i>电池组</i> ）
	<b>示波器交流适配器及电源线。</b> 请参阅“可选附件”了解可用国际电源线的清单。交流适配器额定温度为不低于 0°C (+32°F)，不适于室外使用。（见表 14）
	<b>PC Communications 光盘。</b> PC Communications 软件提供了从示波器到 PC 的方便数据传输。
	<b>RS-232/USB 电缆。</b> 您可使用此电缆将 TPS2000B 示波器连接到 PC 的 USB 端口上。

表 14: 可选附件

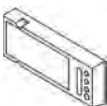

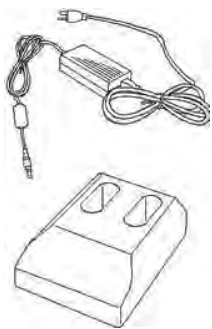
	<b>TPS2PWR1 应用。</b> TPS2PWR1 功率分析应用扩展了功率测量功能。
	<b>WST-R0 光盘。</b> WST-R0 WaveStar Software for Oscilloscopes 可让您通过 PC 控制示波器。

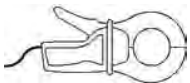
表 14: 可选附件 (续)



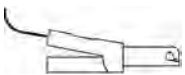
**TPSCHG 电池充电器。**TPSCHG 外部电池充电器可以容纳两个电池组。请参阅“国际电源线”了解可用的电源线清单。电池充电器额定温度为不低于 0°C (+32°F)，不适于室外使用。



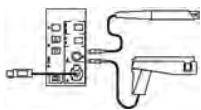
**P5120 无源高压探头。**\*该探头的规格为 200 MHz, 20X, 1000 V<sub>RMS</sub>, 长度为 3 米 (3.2 码)。



**A621 仅交流电流探头。**\*该探头的规格为 5 Hz 至 50 kHz, 1/10/100 mV/A 设置, 2000 APK。



**A622 交直流电流探头。**\*该探头的规格为直流到 100 MHz, 10/100 mV/A 设置, 100 APK。



**TCP303 交直流电流探头 (需要 TCPA300 放大器)。**\*该探头的规格为直流到 15 MHz, 5/50 mV/A 设置, 150 A<sub>RMS</sub>, 500 APK。

**TCP305 交直流电流探头 (需要 TCPA300 放大器)。**\*该探头的规格为直流到 50 MHz, 5/10 mV/A 设置, 50 ADC, 500 APK。

**TCP312 交直流电流探头 (需要 TCPA300 放大器)。**\*该探头的规格为直流到 100 MHz, 1/10 A/V 设置, 30 ADC, 500 APK。

表 14: 可选附件 (续)



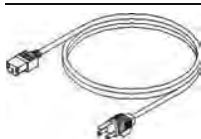
**软箱。**软箱 (AC2100) 可保护示波器以免受损, 并提供了放置探头、电池、 电池充电器、电源线和手册的空间。



**搬运箱。**将示波器从一个地方运输到另一个地方时, 搬运箱 (HCTEK4321) 可以保护设备免受碰撞、振动、挤压和潮湿。要求将软箱装在搬运箱中。

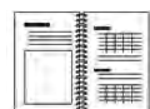
\* 请参阅 [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com) 网站, 了解其他兼容的高电压探头和电流探头。

表 15: 可选电源线和文档



**国际电源线。**除了随示波器一起装运的电源线外, 您还可以获得以下电源线:

选件 A0, 北美 120 V, 60 Hz, 161-0066-00  
 选件 A1, 欧洲 230 V, 50 Hz, 161-0066-09  
 选件 A2, 英国 230 V, 50 Hz, 161-0066-10  
 选件 A3, 澳大利亚 240 V, 50 Hz, 161-0066-11  
 选件 A5, 瑞士 230 V, 50 Hz, 161-0154-00  
 选件 A10, 中国 220 V、50 Hz, 161-0304-00 选  
 件 A11, 印度 230 V, 50 Hz, 161-0400-00



**TPS2000B 系列数字存储示波器用户手册。**该用户手册有以下几种语言版本: 英语, 071-2733-XX

法语, 071-2734-XX

意大利语, 071-2735-XX

德语, 071-2736-XX

西班牙语, 071-2737-XX

日语, 071-2738-XX

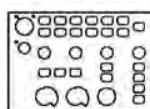
葡萄牙语, 071-2739-XX

简体中文, 071-2740-XX

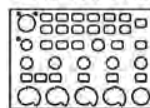
繁体中文, 071-2741-XX

韩语, 071-2742-XX

俄语, 071-2743-XX



2-channel overlay



4-channel overlay



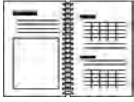
**TPP0100/TPP0101 和 TPP0200/TPP0201 系列 100 和 200 MHz 10X 无源探头说明。**TPP0100/0101 和 TPP0200/0201 探头手册 (071-2786-XX, 英语) 提供有关该探头和探头附件的信息。



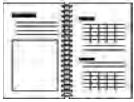
**P5120 20X 无源高压探头手册。**P5120 探头手册 (071-1463-XX, 英语) 提供有关该探头和探头附件的信息。



表 15: 可选电源线和文档 (续)



TPS2PWR1 功率分析应用用户手册。该



TDS200、TDS1000/2000、TDS1000B/2000B、TDS2000C 和 TPS2000/2000B 系列数字示波器程序员手册。程序员手册 (077-0444-XX, 英语) 提供命令和语法信息。

TPS2000B 系列数字存储示波器维修手册。维修手册 (077-0446-XX, 英语) 提供模块级别的维修信息。可从 [www.tektronix.com/manuals](http://www.tektronix.com/manuals) 网站下载。

---

## 附录 D: 清洁

### 日常保养

存放或放置示波器时, 请勿使液晶显示器长时间受阳光直射。



**注意:** 为避免损坏示波器或探头, 请勿将其置于雾气、液体或溶剂中。

---

### 清洁

按照操作条件的要求, 经常检查示波器和探头。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示波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器滤光材料。
2. 使用一块用水浸湿的软布清洁示波器。要更彻底地清洁, 可使用 75% 异丙醇的水溶剂。



**注意:** 为避免损坏示波器或探头的表面, 请勿使用任何磨蚀性试剂或化学清洁试剂。

---

## 附录 E: 默认设置

本附录介绍当按下“Default Setup (默认设置)”按钮时，相关设置将会改变的选项、按钮和控件。本附录最后一页列出了不会改变的设置。

**说明：**当按下 Default Setup (默认设置) 按钮时，示波器将显示通道 1 波形并清除其他所有波形。

菜单或系统	选项、按钮或旋钮	默认设置
Acquire (采集)	(三个方式选项)	采样
	平均值	16
	运行/停止	运行
自动量程	自动量程	关闭
	模式	垂直和水平
Cursor (光标)	类型	关闭
	信源	CH1
	水平 (幅度)	+/-3.2 格
	垂直 (时间)	+/- 4 格
Display (显示)	类型	矢量
	持续	关闭
	格式	YT
水平	视窗	主时基
	触发钮	电平
	POSITION (位置)	0.00 s
	水平标度	500 $\mu$ s
	视窗设定	50 $\mu$ s
Math (数学)	操作	-
	信源	CH1 - CH2
	位置	0 格
	垂直刻度	2 V
	FFT 操作:	
	信源	CH1
视窗	Hanning	
FFT 缩放	X1	
测量 (全部)	信源	CH1
	类型	无

菜单或系统	选项、按钮或旋钮	默认设置
触发 (正常) 触发 (边沿)	类型	边沿
	信源	CH1
	斜率	上升
	触发方式	自动
	耦合	直流
触发 (视频)	电平	0.00 V
	极性	正常
	同步	扫描线
触发 (脉冲)	标准	NTSC
	当	=
	设置脉冲宽度	1.00 ms
	极性	正
	模式	自动
垂直系统, 所有通道	耦合	直流
	带宽限制	关闭
	伏/格	粗调
	探头	电压
	电压探头衰减	10X
	电流探头比例	10 A/V
	反相	关闭
	位置	0.00 格 (0.00 V)
	标度	1.00 V

“Default Setup (默认设置)” 按钮不会重置下列设置: 语言选

- 项
- 储存的设置
- 储存的参考波形 前面
- 板背光
- 显示亮度 校
- 准数据
- 打印机设置
- RS-232 设置

## 附录 G: TPS2000B 兼容探头最大电压

### 无源探头

	P2220		P5120
衰减增益设置	1X	10X	20X
端部（信号）和基准引线最大输入之间的最大输入电压 <sup>1</sup>	150 V <sub>RMS</sub> CAT II	300 V <sub>RMS</sub> CAT II	1,000 V <sub>RMS</sub> CAT II

### 无源探头

	P2220		P5120
端部（信号）和大地接地之间的最大输入电压 <sup>1</sup>	150 V <sub>RMS</sub> CAT II	300 V <sub>RMS</sub> CAT II	1,000 V <sub>RMS</sub> CAT II
在用于 TPS2000B 系列时，基准引线与大地接地之间的最大电压	30 V <sub>RMS</sub> (42.4 V 峰值)	30 V <sub>RMS</sub> (42.4 V 峰值)	600 V <sub>RMS</sub> CAT II

<sup>1</sup> 1 如 IEC 61010-1 定义：2001.

### 差分探头

	P5205 及 1103	
衰减增益设置	50X	500X
最大线性差模输入电压 <sup>1</sup> （探头端部之间）	130 V（直流 + 峰值交流）， 100 V <sub>RMS</sub>	1,300 V（直流 + 峰值交流）， 1,000 V <sub>RMS</sub>
最大线性共模输入电压 <sup>1</sup> （探头端部 + 或 - 与大地接地之间）	1,000 V <sub>RMS</sub> CAT II 600 V <sub>RMS</sub> CAT III	1,000 V <sub>RMS</sub> CAT II 600 V <sub>RMS</sub> CAT III

<sup>1</sup> 必须从端口到接地电压上减去浮动电压。例如，如果基准引线浮动到 30 V<sub>RMS</sub>，则端部至基准引线电压限制为 270 V<sub>RMS</sub>。

### 差分探头

	P5210 及 1103	
衰减增益设置	100X	1000X
最大线性差模输入电压 <sup>1</sup> （探头端部之间）	560 V（DC + PK AC） 440 V <sub>RMS</sub>	5,600 V（DC + PK AC） 4,400 V <sub>RMS</sub>
最大线性共模输入电压 <sup>1</sup> （探头端部 + 或 - 与大地接地之间）	2,200 V <sub>RMS</sub> CAT I 1,000 V <sub>RMS</sub> CAT III	2,200 V <sub>RMS</sub> CAT I 1,000 V <sub>RMS</sub> CAT III

<sup>1</sup> 必须从端口到接地电压上减去浮动电压。例如，如果基准引线浮动到 30 V<sub>RMS</sub>，则端部至基准引线电压限制为 270 V<sub>RMS</sub>。


### 差分前置放大器

ADA400A 及 1103

附录 G: TPS2000B 兼容探头最大电压

衰减增益设置	0.1X	1X
最大线性差模输入电压 <sup>1</sup> (探头端部之间)	±80 V (DC + PK AC)	±10 V (DC + PK AC)
最大线性共模输入电压 <sup>1</sup> (探头端部 + 或 - 与大地接地之间)	±40 V (DC + PK AC)	±40 V (DC + PK AC)
<b>ADA400A 及 1103</b>		
衰减增益设置	10X	100X
最大线性差模输入电压 <sup>1</sup> (探头端部之间)	±1 V (DC + PK AC)	±100 mV (DC + PK AC)
最大线性共模输入电压 <sup>1</sup> (探头端部 + 或 - 与大地接地之间)	±10 V (DC + PK AC)	±10 V (DC + PK AC)

<sup>1</sup> 必须从端口到接地电压上减去浮动电压。例如，如果基准引线浮动到 30 V<sub>RMS</sub>，则端部至基准引线电压限制为 270 V<sub>RMS</sub>。

 **北京海洋兴业科技股份有限公司**

北京市西三旗东黄平路 19 号龙旗广场 4 号楼(E座)906 室

电 话: 010-62176775 62178811 62176785

企业 QQ: 800057747

企业官网: [www.hyxyyq.com](http://www.hyxyyq.com)

邮编: 100096

传真: 010-62176619

邮箱: [info.oi@oitek.com.cn](mailto:info.oi@oitek.com.cn)

购线网: [www.gooxian.net](http://www.gooxian.net)



扫描二维码关注我们  
查找微信企业号: 海洋仪器