Tektronix 4000 系列 数字荧光示波器 用户手册

www.tektronix.com 071-2128-02



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

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

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

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

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

Tektronix 是 CompactFlash 商标的授权被许可人。

Tektronix 联系信息

Tektronix, Inc. 14200 SW Karl Braun Drive P.O. Box 500 Beaverton, OR 97077 USA

有关产品信息、销售、服务和技术支持:

- 在北美地区,请拨打 1-800-833-9200。
- 其他地区用户请访问 www.tektronix.com,以查找当地的联系信息。

担保 16

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

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

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

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

目录

常规安全概要
环境注意事项viii
前言x
主要功能
何处查找详细信息xi
本手册中使用的约定....................................
安装 1
安装之前
操作注意事项
连接探头
保护示波器
打开示波器电源
关闭示波器电源
功能检查
补偿无源电压探头
应用模块免费试用
安装应用模块
更改用户界面语言
更改日期和时间
信号路径补偿

i

升级固件	. 34
将示波器连接到计算机	. 41
将 USB 键盘连接到示波器	. 49
熟悉仪器	. 51
前面板菜单和控制	. 51
前面板连接器	. 74
侧面板连接器	. 75
后面板连接器	. 76
采集信号	. 78
设置模拟通道	. 78
使用 Default Setup	. 85
使用自动设置	. 86
采集概念	. 87
模拟采集模式的工作方式	. 90
更改采集模式、记录长度和延迟时间	. 92
使用滚动模式	. 95
设置串行或并行总线	. 96
设置数字通道	110
打开 MagniVu 的时机和原因....................................	115
使用 MagniVu	116
触发设置	117
触发概念	117
选择触发类型	123

14 47 6h 42	105
	125
总线触发	131
检查触发设置	139
使用序列触发(A(主)和 B(延迟))	139
开始和信止亚隹	1/3
기知他庁工木朱	145
显示波形数据	144
添加和清除波形	144
设置"显示样式"和"余辉"	145
设置波形亮度	151
缩放并定位波形	152
	155
Q 旦 拥 八 多 级	155
定位和标记总线信号....................................	160
数字通道的定位、缩放和分组	162
查看数字通道	166
注释屏幕	167
分析波形数据	169
进行自动测量	169
选择自动测量	171
定制自动测量	177
使用光标进行手动测量	185
使用数学波形	191
	101
伊用 ++1	194

使用高级数学	198 200
管理长记录长度波形	202
Save and Recall 信息	213
保存屏幕图像	217
保存和调出波形数据	219
储存和恢复设置	223
按下一个按钮以保存	226
打印硬拷贝	228
清除示波器存储器	236
使用应用模块	239
应用实例	241
简单测量	241
分析信号的详细信息	254
视频信号触发	263
捕获单触发信号	269
使用 TLA5000 逻辑分析仪关联数据	274
跟踪发现总线异常	276
对使用并行总线的电路进行故障排除	281
RS−232 总线故障排除	285
附录:保证技术规格、安全证书和电磁兼容性	291
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。

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

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

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

输入端的额定值不适用于连接到市电或 11、111 或 1V 类型电路。

只能将探头基准导线连接到大地。

对任何终端(包括公共终端)施加的电压不要超过该终端的最大额定值。

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

切勿开盖操作。 请勿在外盖或面板打开时运行本产品。

Tektronix 4000 系列示波器用户手册

怀疑产品出现故障时,请勿进行操作。 如果怀疑本产品已损坏,请让合格的维修人员进行检查。 **远离外露电路**。 电源接通后,请勿接触外露的线路和元件。

请勿在潮湿环境下操作。

请勿在易燃易爆的环境中操作。

请保持产品表面清洁干燥。

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

本手册中的术语

本手册中可能出现以下术语:



 \bigwedge

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:



环境注意事项

本部分提供有关产品环境影响的信息。

产品报废处理

回收仪器或元件时,请遵守下面的指南:

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有害。 为避免将有害物质释放到环境中,并减少对自然资源的使用,建议 采用适当的方法回收本产品,以确保大部分材料可正确地重复使用或回收。

以下所示符号表示,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。 有关回收选项的信息,请查看 Tektronix 网站(www.tektronix.com)的 Support/Service (支持/服务)部分。



含汞通告。本产品使用含汞的液晶显示屏背光灯。 出于环境考虑,其处理可能受到管制。 有关处理或回 收的信息,请与当地权威机构联系,或如果您在美国境内,请与电子工业协会(www.eiae.org)联系。

有害物质限制

根据分类,本产品属于监控和控制设备,不属于 2002/95/EC RoHS Directive 范围。 已知本产品含有 铅、镉、汞和六价铬。

前言

本手册介绍下列示波器的安装和操作:

DP04104	DP04054	DP04034	DP04032
MS04104	MS04054	MS04034	MS04032

主要功能

DP04000 系列和 MS04000 系列仪器可以帮您验证、调试和表征电子设计。主要功能包括:

- 1 GHz、500 MHz 和 350 MHz 带宽
- 2 通道和 4 通道型号
- 所有模拟通道上的取样速率高达 5 GS/s
- 所有通道上的记录长度均为 10 兆点
- 显示速率为 50,000 个波形/秒
- I²C、SPI、CAN、LIN、FlexRay、RS-232、RS-422、RS-485、UART 总线触发和分析(使用合适的应用 模块和型号示波器)
- Wave Inspector 控制用于管理较长记录长度,包括缩放和平移、播放和暂停、搜索和标记
- 10.4 英寸(264 毫米) XGA 彩色显示器
- 体型小、重量轻, 深度 5.5 英寸(140 毫米), 重 11 磅(5 公斤)
- USB 和 CompactFlash 可用于快速方便地存储

■ 内置以太网端口

■ USB 2.0 设备端口,可对使用 USBTMC 协议的示波器直接通过 PC 控制

- OpenChoice 文档和分析软件
- NI SignalExpress Tektronix Edition 效率和分析软件
- 通过 e*Scope 进行远程查看和控制
- 通过 VISA 连接进行远程控制
- TekVPI通用型探头接口支持有源探头、差分探头和电流探头进行自动设置标度和单位
 MS04000混合信号示波器还提供:
- MagniVu 60.6 ps 分辨率
- 并行总线触发和分析
- 每通道阈值设置
- 16 个数字通道

何处查找详细信息

以下信息对您的示波器可用:

要阅读的内容	使用的文档
安装和操作	本《Tektronix 4000 系列示波器用户手册》
	英语: 071-2121-XX
	法语: 071-2122-XX
	意大利语: 071-2123-XX
	德语: 071-2124-XX
	西班牙语: 071-2125-XX
	日语: 071-2126-XX
	葡萄牙语: 071-2127-XX
	简体中文: 071-2128-XX
	繁体中文: 071-2129-XX
	韩语: 071-2130-XX
	俄语: 071-2131-XX
技术规格和性能验证	《Tektronix 4000 Series Oscilloscopes Technical Reference (Tektronix 4000 系列示波器技术参考)》(071-2132-XX)(仅提供 PDF 文档)
程序员命令	《Tektronix 4000 Series Oscilloscopes Programmer Manual(Tektronix 4000 系列示波器程序员手册)》(071-2133-XX)(仅提供 PDF 文档)
分析和连接工具	《Getting Started with OpenChoice Solutions Manual(OpenChoice 解 决方案手册入门指南)》(可选)(O2O-2513-XX)(包括一张 CD)

要阅读的内容	使用的文档
维修与校准	《Tektronix 4000 系列示波器维修手册》(可选)(071-2137-XX)
安装和测试应用模块	《Tektronix 4000 Series Oscilloscopes Application Module Installation Instructions (Tektronix 4000 系列示波器应用模块安装 说明)》手册(071-2136-XX)(11 种语言)

本手册中使用的约定

整本手册中使用以下图标。



安装

安装之前

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

1

标准附件

附件	说明	Tektronix 部件号
Tektronix 4000 系列示波器用户手册	英语(选件 L0)	071-2121-XX
		071-2122-XX
		071-2123-XX
	·	071-2124-XX
		071-2125-XX
	日语(选件 L5)	071-2126-XX
	葡萄牙语(选件 L6)	071-2127-XX
	简体中文(选件 L7)	071-2128-XX
	繁体中文(选件 L8)	071-2129-XX
		071-2130-XX
	俄语(选件 L10)	071-2131-XX
Tektronix 4000 系列示波器文档浏览 光盘	DP04000 文档的电子版本,包括《编程 手册》和《技术参考》。	063-4022-XX
NI LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition 和 Tektronix OpenChoice Desktop 光盘	效率、分析和文档软件	063-3967-XX

标准附件(续)

附件	说明	Tektronix 部件号
对于 DP04000 和 MS04000 系列: 探头	每个通道一个 500 MHz、10X 无源探头	P6139A
	硬塑外盖有助于保护仪器	200-4908-00
CompactFlash 存储器卡	外部存储	156-9413-00
电源线	北美(选件 A0)	161-0104-00
	欧洲通用(选件 A1)	161-0104-06
		161-0104-07
	澳大利亚(选件 A3)	161-0104-05
		161-0167-00
	日本(选件 A6)	161-A005-00
	中国(选件 A10)	161-0306-00
	 印度(选件 A11)	161-0400-00
对于 MS04000 系列:逻辑探头	一个 16 通道逻辑探头	P6516

可选附件

附件	说明	Tektronix 部件号
DP04EMBD	嵌入式串行触发和分析模块在 1²C 和 SPI 串行总线上允许进行包级别信息触 发,以及信号的数字视图、总线视图、 总线解码、搜索工具和具有时间戳信 息的包解码表	DP04EMBD
DPO4AUTO	自动串行触发和分析模块在 CAN 和 LIN 串行总线上启用包级别信息触发,以 及信号的数字视图、总线视图、总线 解码、搜索工具和具有时间戳信息的 包解码表	DP04AUT0
	说明: LIN 工作在序列号高于 C020000 的 DP04000 上和所有 MS04000 上。根 据 GSA 合同购买的示波器可使用不同 的序列号方案。如需更多信息,请联 络 Tektronix。	

可选附件 (续)

附件	说明	Tektronix 部件号
DPO4AUTOMAX	FlexRay、CAN 和 LIN 串行触发和分析模 块提供 FlexRay 总线支持以及 DPO4AUTO 模块的所有功能(CAN 和 LIN 总线支 持)。	DP04AUTOMAX
	说明: LIN 和 FlexRay 工作在序列 号高于 C020000 的 DP04000 上和所有 MS04000 上。根据 GSA 合同购买的示波 器可使用不同的序列号方案。如需更多 信息,请联络 Tektronix。	
DP04C0MP	计算机触发和分析模块允许进行 RS-232、RS-422、RS-485 和 UART 串行 总线上的触发,并提供搜索工具、总线 视图、十六进制/二进制/ASCII 总线解 码以及带时标信息的解码表	DP04C0MP
DP04VID	扩展视频模块允许在多种标准 HDTV 信 号以及定制(非标准)两电平和三电平 3 到 4000 行的视频信号上的触发。	DPO4VID
NEX-HD2HEADER	将通道从 Mictor 连接器传输到 0.1 英 寸顶部针的适配器	NEX-HD2HEADER
TPA-BNC	TekVPI 到 TekProbe II BNC 适配器	TPA-BNC
TEK-USB-488 适配器	GPIB-USB 适配器	TEK-USB-488

可选附件 (续)

附件	说明	Tektronix 部件号
带有光盘的《0penChoice 解决方案入 门手册》	介绍开发与示波器协同工作的主机软 件应用程序的方法	020-2513-XX
机架安装包	添加机架托架	RM4000
软搬运箱	用来搬运仪器的箱子	ACD4000
硬搬运箱	旅行箱,需要使用软搬运箱(AC4000)	HCTEK4321
 CompactFlash-USB 存储器卡读卡器	读卡器	119-6827-00
USB 闪存驱动器	外部存储	119-7276-00
Tektronix 4000 系列示波器程序员手册	介绍远程控制示波器的命令。可从 文档浏览器光盘中获得电子版,或从 www.tektronix.com/manuals下载。	071-2133-XX
Tektronix 4000 系列示波器技术参考 手册	介绍示波器技术规格和性能验证方法。 以电子形式提供,在文档浏览器光盘 上,或从 www.tektronix.com/manuals 下载。	071-2132-XX
Tektronix 4000 系列示波器维修手册	DP04000 和 MS04000 示波器相关的维修 信息	071-2137-XX

可选附件(续)

说明	Tektronix 部件号
手册	071-2136-XX
	说明

DP04000 和 MS04000 系列示波器可使用多个可选探头。(见第13页,*连接探头*)请访问 Tektronix 网站 (www.tektronix.com)了解最新信息。

操作注意事项

DP04000 和 MS04000 系列示波器

输入电压:从 100 V 到 240 V ±10% 输入电源频率:

47 Hz 到 66 Hz(100 V 到 240 V)

400 Hz(100 V 到 132 V)

功率消耗: 最大 250 ₩

重量:5千克(11磅),独立仪器

高度,包括支脚,不包括手柄: 229 毫米(9.0 英寸)

宽度,从手柄一侧转轴到另一侧转轴: 439 毫 米(17.3 英寸)

深度,从支脚到旋钮前端: 137 毫米(5.4 英 寸)

深度,从支脚到前盖前端:145 毫米(5.7 英 寸)

间隙: 51 毫米(2 英寸)



DP04000 系列

温度: 工作状态: +0 ° C 到 +50 ° C 非工作状态: -20 ° C 到 +60 ° C 湿度: 工作状态: 高温: 40 ° C 到 50 ° C, 0% 到 60% RH 工作状态: 低温: 0 ° C 到 40 ° C, 10 到 90% RH 非工作状态: 高温: 40 ° C 到 60 ° C, 5 到 60% RH 非工作状态: 低温: 0 ° C 到 40 ° C, 5 到 90% RH



MS04000 系列

海拔高度: 工作状态: 3,000 米 (约 10,000 英尺) 非工作状态海拔高度: 12,192 米 (40,000 英尺)

随机振动:

工作状态: 0.31 G_{RMS}, 5 - 500 Hz, , 每个坐标轴 10 分钟, 3 个坐标轴(共 30 分钟) 非工作状态: 2.46 G_{RMS}, 5 - 500 Hz, , 每个坐标轴 10 分钟, 3 个坐标轴(共 30 分钟)

污染度: 2, 仅用于室内

捕获系统: 1 M Ω

BNC 处中心导线与屏蔽之间的最大输入电压为 400 V_pk (DF \leqslant 39.2%), 250 V_RMS 至 130 kHz, 500 MHz 时降至 2.6 V RMS。

最大瞬时承受电压是 ± 800 V_{峰值}。

对于稳态正弦波形, 200 kHz 以上时以 20 dB/10 倍频程下降, 至 3 MHz 及以上时为 13 V_{nk}。

捕获系统: 50Ω

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

采集系统:数字输入

逻辑探头输入处的最大输入电压为 ±15 V 峰值。

辅助输入: $1 M \Omega$

BNC 处中心导线与屏蔽之间的最大电压为 400 V_{峰值} (DF \leqslant 39. 2%), 2 MHZ 以下时的 250 V_{RMS} 降额到 500 MHZ 时的 5 V_{RMS}。

最大瞬时承受电压是 ± 800 V_{峰值}。

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

注意: 为确保正常散热,请不要在仪器两侧和后面堆放物品。

P6139A 无源探头

输入电压:

400 V_{RMS} 或 400 V DC; CAT I (2,500 V _{峰值}瞬时) 300 V_{RMS} 或 300 V DC; CAT II (2,500 V _{峰值}瞬时) 150 V_{RMS} 或 150 V DC; CAT III (2,500 V _{峰值}瞬时) 对于稳态正弦波形, 2.5 MHz 以上时以 20 dB/10 倍频下降,至 20 MHz 及以上时为 50 V_{RMS}。

输出电压(终接 1 MΩ): 40 V_{RMS} 或 40 V DC; CAT I (2,500 V_{峰值}脉冲) 30 V_{RMS} 或 30 V DC; CAT I (250 V_{峰值}脉冲) 15 V_{RMS} 或 15 V DC; CAT I (250 V_{峰值}脉冲)

温度:

工作状态: -15°C 至 +65°C (+5°F 至 +149°F) 非工作状态: -62°C 至 +85°C (-80°F 至 +185°F)

海拔高度: ≤ 2,000 米

污染度: 2, 仅用于室内

湿度:

工作状态: 高温: 40 °C 到 50 °C, 10% 到 60% RH 工作状态: 低温: 0 °C 到 40 °C, 10 到 90% RH

Tektronix 4000 系列示波器用户手册

11

P6516 数字探头

阈值精度: ± (100 mV + 阈值的 3%)

最大信号摆幅: 6.0 V_{峰-峰},以阈值电压为中心

最小信号摆幅: 500 mV_{峰-峰}

至探头的最大无损输入信号: ± 15 V

输入电阻: 20 KΩ

输入电容: 3.0 pF 典型

温度: 工作状态: 0°C至 +50°C(+32°F至 +122°F)

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

海拔高度:

工作状态: 4.5 km (15,000 ft) 最大 非工作状态: 15 km (50,000 ft) 最大

污染度: 2级, 仅在室内使用

湿度:

10% 至 95% 相对湿度

清洁

按照操作条件的要求,经常检查仪器和探头。请按照下述步骤清 洁仪器的外表面:

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

注意: 为避免损坏仪器或探头的表面,请勿使用任何磨蚀性试剂或化学清洁剂。

连接探头

如何 示波器支持带以下部件的探头:

1. Tektronix 通用型探头接口 (TekVPI)

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

2. TPA-BNC 适配器

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



3. 普通 BNC 接口

有些使用 TEKPROBE 功能将波形信 号和刻度传递到示波器。有些仅传 递信号,并无其他通信。

 4. 数字探头接口(仅适用于 MS04000 系列)
 P6516 探头提供 16 个通道的数字 (开关状态)信息。

有关适用于 DP04000 和 MS04000 系列示波器诸多探头的详细信息,请参阅 www.tektronix.com。

保护示波器

1. 使用标准的笔记本电脑样式的安全 锁将示波器锁定到位置上。



打开示波器电源

将示波器与操作者自身接地

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

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

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



连接电源线并接通示波器的电源:



关闭示波器电源

要关闭示波器电源及清除电源线,请执行下列操作:


功能检查

执行此快速功能检查以验证示波器是否正常工作。

- 按照"打开示波器电源"中的叙述 连接示波器的电源线。(见第16 页)
- 2. 打开示波器电源。



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



4. 按 Default Setup。



5. 按"自动设置"。屏幕上应出现一条约为 2.5 V, 1 kHz 的方波。

说明: 为了获得最佳性能,建议将垂 直刻度设为 500 mV。

如果该信号出现,但已变形,请执 行探头补偿过程。(见第21页,*补 偿无源电压探头*)

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



补偿无源电压探头

每当首次将无源电压探头连接到任何输入通道时,请对其进行补偿以使其与相应的示波器输入通道匹配。 要精确补偿无源探头,请执行下列操作:

按以下步骤执行功能检查。
 (见第19页, 功能检查)



安装

快速提示

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



应用模块免费试用

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

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

安装应用模块

注意: 为避免损坏示波器或应用模块,请遵守 ESD (静电放电)警告。(见第16页, 打开示波器电源)
 移除或添加应用模块时请关闭示波器电源。

(见第18页, 关闭示波器电源)

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

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

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

更改用户界面语言

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

1. 按下 Utility。



2. 按"**辅助功能页面**"。



3. 旋转通用旋钮 a 选择"配置"。



- 4. 在出现的下方 bezel 菜单中按"语
 膏"。
 辅助功能 页面
 配置
 资本中文
 设置日期 和时间
 比量
 改置日期 高言
 除 信息
 清除存储
 第
- 旋转通用旋钮 a 选择所需的语言。从下列语言中选择:英语、法语、德语、意大利语、西班牙语、巴西葡萄牙语、俄语、日语、韩语、简体中文和繁体中文。

6. 如果选择使用英语,请确保塑料前面 板饰面已移除。

如果选择英语之外的语言,请将所需 语言的塑料饰面置于前面板上,以显 示该语言的标签。



更改日期和时间

要将内部时钟设置为当前日期和时间,请执行下列操作:

1. 按下 Utility。



2. 按"**辅助功能页面**"。



3. 旋转通用旋钮 a 选择"配置"。

配置

4. 按"**设置日期和时间"**。

系统 配置	语言 繁体中文	设置日期 和时间	Tek Secure 清 除 信息 清除存储 器	关于	
3		4			

5.	按侧面 bezel 按钮,旋转通用旋钮(a 和 b)设置时间和日期数值。	日期时间 设置	
		显示日期 和时间	
		开	
		时: 4	
		4 分: 1 1	
		月	
		5 月 日	
		3	
		年	
		2007	
6.	按 "执行输入日期和时间" 。	执行 输 入 日期/ 时间	•

6



信号路径补偿

信号路径补偿(SPC)可修正由于温度变化和/或长期漂移引起的直流误差。如果使用 5 毫伏/分度或更小的 垂直设置,则每当环境温度变化超过 10 摄氏度时,运行补偿程序,或一周运行一次。否则,可能导致仪 器不能达到对于那些伏/分度设置所保证的性能水平。

要补偿信号路径,请执行下列操作:

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



2.	按下 Utility。		501
3.	按" 辅助功能页面 "。	#助功能 了 3	
4.	旋转通用旋钮 a 选择" 校准 "。	校准	
5.	在下方 bezel 菜单中按 "信号路 径" 。	#助功能 信号路径 厂家 页面 通过 通过 校准 通过	
		4 5	

6. 在出现的侧面 bezel 菜单中按"执行 补偿信号路径"。

校准大约需要 10 分钟完成。

7. 校准后,请验证下方 bezel 菜单上的 状态指示器是否显示"通过"。 如果未显示,请重新校准该仪器或将 仪器交给合格的维修人员修理。

7 7

厂家

通过

6

信号路径

通过

8. 维修人员使用出厂校准功能,用外 部信源校准示波器的内部电压基 准。有关出厂校准的帮助,请咨询 Tektronix 现场办事处或代表。

说明: 信号路径补偿不包括对探头尖端的校准。(见第21页, 补偿无源电压探头)

执行补偿 信号路径

辅助功能

页面

校准

升级固件

要升级示波器的固件,请执行以下操作:



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

2. 关闭示波器的电源。





1785-113

4. 打开示波器电源。仪器会自动识别替 代固件并安装该固件。 如果仪器未安装该固件,请重新运行 -----0 该过程。如果问题仍然存在,请尝试 č 其他型号的 USB 闪存驱动器。最后如 -果需要,请联络合格的服务人员。 С (m) 说明: 在示波器完成固件安装之前, 0000 0 C 0 (Hern 0 请勿关闭示波器电源或移除 USB 闪存驱 Ο 3 0 O \bigcirc 0 \bigcirc $^{\circ}$ 动器。

1785-012

୲ୖ ୕๏ 5. 关闭示波器电源并移除 USB 闪存驱 动器。 Tekn (10000) [seen [see 0 ö -۲ _____ \bigcirc **___** DDD 0000 Ω о × Ο О Ō 0 O 3 \bigcirc \mathbf{O} \bigcirc E ſ© Ś (@) 6 ۲

1785-114

6. 打开示波器电源。



7. 按下 Utility。



将示波器连接到计算机

您可能希望记录所作的工作以备将来参考。不需要将屏幕图像和波形数据存储到 CompactFlash 存储设备或 USB 闪存驱动器,然后再生成报告,而是直接将图像和波形数据发送到远程 PC 进行分析。您也可能希望通 过计算机控制远程位置的示波器。(见第217页,*保存屏幕图像*)(见第219页,*保存和调出波形数据*)

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

使用 VISA

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

要在示波器和计算机之间设置 VISA 通信,请执行以下操作:

1. 在计算机上载入 VISA 驱动程序。 驱动程序位于示波器附带的

合适光盘上,或从 Tektronix

software finder (软件查找) 网页 (www.tektronix.com) 下载。



3. 按下 Utility。 Utility 0000 1785-011 辅助功能 页面 4. 按"**辅助功能页面**"。 5. 旋转通用旋钮 a 选择 1/0。 输入/输 出 辅助功能 页面 以太网网 络设置 USB 6. 如果使用 USB,则系统将自动进行设 GPIB 启用 1 置(如果 USB 已启用)。 输入/输 出 检查下方 bezel 菜单上的 USB 以确保

(5)

6

7

USB 已启用。如未启用,请按 USB。然

后按侧面 bezel 菜单上的"**启用**"。

7.	要使用以太网,请按" 以太网网络设 置"。	改变 仪器 设置
	如果您使用的是 DHCP 以太网网络并 使用直通电缆,请在侧面 bezel 菜单 中将 DHCP 设置为"开"。如果使用 的是交叉电缆,则将该选项设置为 "关",然后设置一个硬编码 TCPIP 地址。	DHCP/ B00TP 开启 关 闭

改变 仪器 设置	
DHCP/	
BOOTP	
<u>开启</u> 关 闭	
测试 连接	

8. 如果使用的是 GPIB,则按 GPIB。使 用通用旋钮 a 在侧面 bezel 菜单中输 入 GPIB 地址。

这将设置连接的 TEK-USB-488 适配器 的 GPIB 地址。

9. 在计算机上运行应用程序软件。



🛃 start

8

快速提示

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

USB 主机端口	ı ج
USB 设备端口	

使用 e*Scope

e*Scope 允许从工作站、PC 或笔记本电脑上的浏览器访问通过 Internet 连接的 DP04000 或 MS04000 系列 示波器。无论身在何处,您的示波器就像您身边的浏览器一样。

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

 使用相应的以太网电缆将示波器连接 到计算机网络。

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



2. 按下 Utility。



3.	按" 辅助功能页面 "。	辅助功能 页面
		3
4.	旋转通用旋钮 a 选择" 输入/输出 "。	。 输入/输 出

辅助功能

5. 按"以太网网络设置"。



6. 在 DHCP 以太网网络上如果使用动态 寻址,请在侧面 bezel 菜单中将 DHCP 设置为"**开**"。如果使用静态寻址, 请将该选项设置为"**关**"。

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



说明: 根据 4000 系列示波器所连网络的 类型和速度,按下 DHCP/B00TP 按钮后可 能不会看到 DHCP/B00TP 字段立即更新。 可能需要几秒钟才能更新。

 启动远程计算机上的浏览器。在浏览 器地址行中,输入 IP 地址,或者,如 果示波器中的 DHCP 设置为"开", 则只需输入设备名称即可。 在 Web 浏览器上,现在应看到 e*Scope 屏幕,显示示波器的显示器。
 如果 e*Scope 屏幕未出现,请重新运 行该过程。如果仍未出现,请联系合 格的维修人员。

将 USB 键盘连接到示波器

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

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

熟悉仪器

前面板菜单和控制

前面板具有最常用功能的按钮和控制。使用菜单按钮可以访问特殊的功能。

使用菜单系统

要使用菜单系统,请执行下列操作:

 按某个前面板菜单按钮以显示要 使用的菜单。

可使用 MS04000 系列示波器上的 B1 至 B4 按钮来支持最多四条不同的 串行或并行总线。



2121-229

 按下方 bezel 按钮选择菜单项。如果出现弹出式菜单,旋转通用旋钮 a选择所需的选项。如果出现弹出 式菜单,请再次按下按钮选择所需的选项。



3. 按某个侧面 bezel 按钮选择侧面 bezel 菜单项。如果菜单项包含多个选项,可重 复按下侧面 bezel 按钮可看到全 部选项。如果出现弹出式菜单,旋转通用旋 3
 钮 a 选择所需的选项。

3

4. 要清除侧面 bezel 菜单,请再按下 方 bezel 按钮或按 Menu Off。

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





使用菜单按钮

使用菜单按钮执行示波器中的许多功能。
- 1. 测量。按该按钮对波形执行自动测 量或配置光标。
- 2. 搜索。按该按钮在捕获数据中搜索 用户定义的事件/标准。
- 3. 测试。按此按钮可以激活高级的或 专门应用的测试功能。
- 4. 采集。按此按钮可以设置采集模式 并调整记录长度。
- 5. 自动设置。按此按钮可以对示波器 设置执行自动设置。
- 6. "触发"菜单。按此按钮可以指 定触发设置。



 Utility。按此按钮可以激活系统 辅助功能,如选择语言或设置日 期/时间。



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



- 10. B1 或 B2。如果有对应的模块应用 钥匙,则按下即可定义和显示总 线。DP04AUT0 模块支持 CAN 和 LIN 总线。DP04AUT0MAX 支持 CAN、LIN 和 FlexRay 总线。DP04EMBD 模块 支持 I²C 和 SP1。DP04C0MP 模块 支持 RS-232、RS-422、RS-485 和 UART 总线。
 - 另外,按 B1 或 B2 按钮可以显示总 线或删除所显示的相应总线。

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

- 11. R。按此按钮可以管理基准波形, 包括显示每个基准波形或删除所显 示的基准波形。
- 12. M。按此按钮可以管理数学波形, 包括显示数据波形或删除所显示 的数据波形。



Tektronix 4000 系列示波器用户手册

使用其它控制

这些按钮和旋钮控制波形、光标和其他数据输入。

- 激活后,旋转上方的通用旋钮 a 可以移动光标、设置菜单项的数字参数值或从选项的弹出列表中进行选择。按附近的"精细"按钮可以在粗调和微调之间进行切换。
 当 a 或 b 被激活时,屏幕图标会提示。
- "光标"。按一次便可激活两个垂 直光标。再按一次可以打开两个垂 直光标和两个水平光标。再按一次 将关闭所有光标。

光标打开时,可以旋转通用旋钮 以控制其位置。 1 Multipurpose (a) 2 3 Select Fine 4 Intensity 5 Multipurpose (b) 175500 3. 选择。按此按钮可以激活特殊功 能。

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

- "精细"。按此按钮可以使用通用 旋钮 a 和 b 的垂直和水平位置旋 钮、触发位置旋钮以及许多操作在 粗调和精细之间进行切换。
- 波形强度。按此按钮启用通用旋钮 a 可以控制波形的显示强度,启用旋钮 b 可以控制方格图强度。
- 激活时,旋转下方通用旋钮 b,可 以移动光标或设置菜单项的数字参 数值。按"精细"可以更缓慢地进 行调整。

- 7. 缩放按钮。按此按钮可激活缩放 模式。
- 8. 平移(外环旋钮)。旋转该环可以 在采集的波形上滚动缩放窗口。
- 缩放(内环旋钮)。旋转该旋钮可以控制缩放因子。顺时针旋转可以放大。逆时针旋转可以缩小。



- 11. ← 上一标记。按此按钮可以跳到 上一波形标记。
- 12. 设置/清除标记。按此按钮可以建 立或删除波形标记。
- 13. → **下一标记**。按此按钮可以跳到 下一波形标记。



- 14. 水平位置。旋转此旋钮可以调整触 发点相对于采集的波形的位置。按 "精细"可以进行更小调整。
- 15. 水平标度。旋转此旋钮可以调整水 平标度(时间/分度)。



- 16. 运行/停止。按此按钮可以开始或 停止采集。
- 17. 单次。按此按钮进行单一采集。
- 18. 自动设置。按此按钮可以自动设置 垂直、水平和触发控制以进行有 用、稳定的显示。
- 19. 触发电平。旋转此旋钮可以调整触 发电平。
- 20. 设为 50%。按此按钮可以将触发电 平设置为波形的中点。



- 21. 强制触发。按此按钮可以强制执行 立即触发事件。
- 22. 垂直位置。旋转这些旋钮可以调整 相应波形的垂直位置。按"精细" 可以进行更小调整。
- 23.1、2、3、4。按这些按钮之一可以 显示波形或删除所显示的相应波形 以及访问垂直菜单。
- 24. 垂直标度。旋转此旋钮可以调整 相应波形的垂直标度因子(伏特/ 分度)。



- 25. 打印。按此按钮即使用在 Utility 菜单中选择的打印机来打印屏幕 图像。
- 26. 电源开关。按此按钮可以打开或 关闭仪器电源。



- 27. USB 2.0 主机端口。在此插入 USB 电缆可将外设连接到示波器,例 如键盘、打印机或闪存驱动器。 在后面板上也有两个 USB 2.0 主机 端口。
- **28. CompactFlash 驱动器**。在此处插入 CompactFlash 卡。
- 29. CompactFlash 弹出按钮。将

CompactFlash 卡弹出 CompactFlash 驱动器。

- 30. Save。按此按钮可以执行立即保 存操作。保存操作使用当前保存 参数,如 Save / Recall 菜单中所 定义。
- 31. Default Setup。按此按钮可以将示 波器立即还原为默认设置。
- 32. D15 D0。按下即在显示器上显示 或删除数字通道,并访问通道设置 菜单(仅适用于 MS04000 系列)。
- 33. Menu Off。按此按钮可以清除屏幕 中显示的菜单。

识别显示器中的项

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



- 1. 采集读数显示采集运行、停止或采 集预览有效的时间。图标有:
 - 运行:采集已启用
 - 停止:采集未启用
 - 滚动:处于滚动模式(40 ms/div 或更慢)
 - 预览:在此状态下,示波器停止或处于触发之间。可以改变水平或垂直位置或标度以查看下一个采集信号的概况。



2121-242

- 5. 触发状态读数显示触发状态。状态 条件有:
 - 已触发: 触发
 - 自动:正在采集未触发数据
 - 预触发:正在采集预触发数据
 - 触发?:正在等待触发
- 光标读数显示每个光标的时间、幅 度和增量(△)值。
 对于 FFT 测量,该读数显示频率 和幅度。
 对于串行总线,读数显示解码后的数值。

]@ -16.0µs 22.4mV b 8.00µs 20.4mV \triangle 24.0 μ s △1.60mV

1785-134

 触发位置图标显示波形的触发位 置。图标颜色与触发源通道颜色 相对应。



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

1785-135

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



10. 水平位置/刻度读数出现在水平刻 4.00µs 度的顶行内(使用"**水平比例尺**" T → ▼ 0.00000s 旋钮调节)。 1785-136 当"延迟模式"打开时,底行内 显示从 T 符号至扩展点图标之间 的时间(使用"水平位置"旋钮 调节)。 使用"水平位置"在触发发生的时 间和实际捕获数据的时间之间插入 添加的延迟时间。插入负时间将捕 获更多预触发信息。 当"延迟模式"关闭时,底行内以 百分比形式显示采集内触发的时 间位置。 11. "定时分辨率"读数显示数字通道 D15-D0 MagniVu 的定时分辨率。 ▶ Timing Resolution: 121 ps 定时分辨率是取样之间的时间,是

Tektronix 4000 系列示波器用户手册

2121-208

数字取样速率的倒数。

出现 MagniVu。

当 MagniVu 控制开启时,读数上会

12. 测量读数显示选定的测量。每次最 $(\mathbf{1})$ Period 995 µs 多可选择八个测量。 (1) Freq 如果垂直限幅条件存在,则会出

现 个号,而不会出现预期的数 字测量值。 部分波形会位于显示屏 的上方或下方。 要获得合适的数 字测量值,请旋转垂直方向的"标 度"和"位置"旋钮,使波形完整 地出现在显示屏中。

- 13. 辅助波形读数显示数学波形和基准 波形的垂直和水平刻度因子。
- 14. 通道读数显示通道的刻度系数(每 分度)、耦合、反相和带宽状态。 使用垂直"标度"旋钮和通道1、 2、3或4菜单进行调整。

1.004 kHz

1785-144

M

1785-138

΄ (1) ↓ 20.0mV Ω^Bw

2121-243



2121-216





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

前面板连接器

- 1. 逻辑探头连接器(仅在 MS04000 型 号上)
- 2. 通道 1、2、(3 或 4)。具有 TekVPI 通用探头接口的通道输入。
- 辅助输入。触发位置范围可调, 从 +8 V 到 -8 V。最大输入电压 为 400V(峰值),250V RMS。与 13 pF ±2 pF 并联时的输入阻抗是 1 MΩ ± 1%。
- 探头补偿。用来补偿探头的方波信号源。输出电压: 1k Ω ±2% 后为 0 - 2.5V 幅度为 ± 1%。频率: 1 kHz。
- 5. 接地。
- 6. 应用模块插槽。



侧面板连接器

 接地腕带连接器。这是接地腕带 的插座。



后面板连接器

- **触发输出**。使用触发信号输出使其 他测试设备与示波器同步。低电平 到高电平的跃迁表示触发发生。 Vout (HI)的逻辑电平为 ≥2.5V (开路);接到 50Ω对地负载时 ≥1.0V。接到 ≤4 mA 负载时 Vout (L0)的逻辑电平 ≤0.7V;接到 50Ω接地负载时 ≤0.25 V。
- XGA 输出。使用 XGA 视频端口 (DB-15 内孔连接器)在外部监视 器或投影仪上显示示波器显示屏。
- 局域网。使用局域网(以太网)端 口(RJ-45 连接器)将示波器连接 到 10/100 Base-T 局域网。
- 4. 设备。使用 USB 2.0 高速设备端口 通过带有 TEK-USB-488 适配器的 USBTMC 或 GP1B 对示波器进行控制。USBTMC 协议使 USB 设备可以 使用 IEEE488 形式的消息进行通 信。于是就可以在 USB 硬件上运行 GP1B 软件应用程序。



- 5. 主机。使用 USB 2.0 全速主机端口 (后面板上两个,前面板上一个) 可充分发挥 USB 闪存驱动器和打 印机的功能。
- 电源输入。连接到带有整体安全接 地的交流电源线。(见第8页,操 作注意事项)
- 7. 供以后使用的连接器。

采集信号

本节内容介绍设置示波器按需采集信号的概念和方法。

设置模拟通道

使用前面板按钮和旋钮来设置仪器,可通过模拟通道采集信号。

1. 将 P6139A 或 VPI 探头连接到输入 信号源。



2. 按前面板上的按钮,选择输入通 道。

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



3. 按 Default Setup。

4. 按"自动设置"。



5. 按下所需的通道按钮。然后调整垂 直位置和标度。



6. 调整水平位置和标度。

水平位置确定预触发取样和触发后 取样的数量。

水平标度确定采集窗口相对于波形 的大小。可以调整窗口的比例,以 包含波形边沿、一个周期、几个周 期或数千周期。



快速提示

 使用缩放功能可在显示屏的上半部分查看信号的多个周期,在下半部分查看单个周期。(见第202 页,*管理长记录长度波形*)

标记通道和总线

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

要标记通道,请按待标记模拟通道的通道输入按钮。

1. 按前面板按钮选择输入通道或总线。



2.	按下方 bezel 按钮即可创建标签,例 如通道 1 或 B1。	标签
		2
3.	按"Select Preset Label(选择预设 标签)"查看标签列表。	Select Preset Label
4.	旋转通用旋钮 b 滚动列表查找适合 的标签。插入标签后,如果需要还可 以更改。	Multipurpose (b) 1785-160
5.	按"Insert Preset Label (插入预设 标签)"即添加标签。	Insert Preset Label 5

如果使用 USB 键盘,请使用箭头键定 位插入点,然后编辑已插入的标签或 键入新的标签。(见第49页,将 USB 键盘连接到示波器)



6. 如果没有连接 USB 键盘,请按侧面 和下方 bezel 箭头键来重新定位插入 点。

\downarrow	

.

	←	\rightarrow			
--	---	---------------	--	--	--



- 继续滚动,直到输入了所有需要的字符后再按"选择"。
 对于其他标签,请按侧面和下方 bezel箭头键来重新定位插入点。
- 10. 按"**显示标签**"并选择"**开启**"即可 看到标签。



要将示波器返回其默认设置,请执行下列操作:

1. 按 Default Setup。



10

显示标签

<u>开启</u> 关 闭



使用自动设置

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

"自动设置"可同于模拟通道和数字通道。

连接模拟探头,然后选择输入通道。(见第78页,设置模拟通道)

连接数字探头,然后选择输入通 道。(见第110页,*设置数字通道*)



2. 按"自动设置"以执行自动设置。



3. 如果需要,按"**撤消自动设置**"可 撤消上次的自动设置。

快速提示

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

采集概念

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

取样过程

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



实时取样

DP04000 和 MS04000 系列示波器使用 实时取样。在实时取样中,仪器对通 过单触发事件采集的所有点都进行数 字化。 记录点



取样速率

波形记录

仪器使用以下参数来建立波形记录:

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



1785-109

89

水平位置:当"延迟模式"打开时,这是从触发点到扩展点的时间。通过旋转"水平位置"旋钮调整该值。 使用正时间在触发点之后采集记

录。使用负时间在触发点之前采 集记录。

扩展点:水平标度围绕该点扩展 和收缩。扩展点显示为一个橙色 三角。

模拟采集模式的工作方式


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



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



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

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

更改采集模式、记录长度和延迟时间

使用此过程可以更改采集模式。

1. 按**"采集"**。



2. 按"模式"。

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





4. 如果选择**平均**,旋转通用旋钮 a 以设置需要平均的波形数。



1785-039

- 5. 按"记录长度"。
- 6. 按侧面 bezel 菜单中的"记录长度" 按钮。



可选择: 1000、10 k、100 k、1 M 和 10 M 点。

 如果希望相对于触发事件延迟采集, 请按下方 bezel "延迟"按钮选择 "开启"。



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

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

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

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

使用滚动模式

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

当触发模式为自动而水平标度设置为 40 秒/格或更低时, 启用滚动模式。

快速提示

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

■ 按"运行/停止"停止滚动模式。



设置串行或并行总线

示波器可解码和触发:

- I²C 和 SPI 串行总线(如果安装 DP04EMBD 应用模块)
- CAN 和 LIN 串行总线(如果安装 DP04AUT0 或 DP04AUT0MAX 应用模块)。LIN 工作在序列号高于 C020000 的 DP04000 上和所有 MS04000 上。
- FlexRay 串行总线(如果安装 DP04AUTOMAX 应用模块)。FlexRay 工作在序列号高于 C020000 的 DP04000 上和所有 MS04000 上。
- RS-232、RS-422、RS-485 和 UART 串行总线(如果安装了 DP04COMP 应用模块)
- 并行总线(如果使用 MS04000 系列示波器)

(见第23页,应用模块免费试用)

通过两步使用总线

要快速使用串行总线触发,请执行下列步骤:

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

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



按触发 Menu 并输入触发参数。
(见第123页, 选择触发类型)
无需触发总线信号便可显示总线
信息。



设置总线参数

说明: 对于所有的串行总线信号源,请使用通道1至4,或D15至D0。

要设置总线参数,请执行下列操作:

1. 按 B1 或 B2 打开下方 bezel 总线菜 单。

说明: 在 MS04000 系列上,也可按 B3 或 B4。



 按"总线"。旋转通用旋钮 a 滚动总 线类型侧面菜单,直到选择所需的总 线:并行(仅 MS04000 系列)、I²C、 SPI、CAN、RS-232、LIN 或 FlexRay。 实际显示的菜单项取决于示波器型号 和所安装的应用模块。

并行	
120	
SPI	
CAN	
RS-232	
LIN	
FlexRay	

3. 按"**定义输入**"。



4.	如果选择 " 并行 " ,请按 " 定义输入 " 以及所需的侧面 bezel 菜单选项。	定义输入
	使用侧面 bezel 按钮定义输入的参 数,例如模拟或数字通道的特定信号。	定时数据 是 <mark>谷</mark>
		时钟边沿 ƒ 乁 ƒ乁
	旋转通用旋钮 a 选择并行总线内的数 据位数。	数据位数 16
	旋转通用旋钮 a 选择要定义的位。 旋转通用旋钮 b 选择所需的模拟或数 字通道作为位的信号源。	定义位数 (a) 位 15 (b)D15

5. 按"**阈值"**。



对于组成并行或串行总线的每个信号,按相应的侧面 bezel 菜单按钮。 然后旋转相应的通用旋钮定义电压电平,高于该电平时,示波器将该信号视为高,低于该电平时,示波器将其视为低。



6. 如果在上面选择 I2C,请按"定义输入"以及所需的侧面 bezel 菜单选项。可将预定义的 SCLK 输入 或 SDA 输入分配到任意通道。

B9 12C	定义输入	阈值	地址中包 含 R/W 舀	B1 标签 I2C	总线显示	事件表
	6		7			

 7. 对于 12C, 按"地址中包含 R/₩", 然后按所需的侧面 bezel 按钮选择 "是"或"否"。
这项控制决定了在总线解码光迹、光

运动控制次定了在运线解码九迹、九 标读数、事件表列表和触发设置中示 波器如何显示 I²C 地址。 如果选择"是",则7位地址显示为 八位,其中第八位(LSB)为R/~W位。 10位地址显示为11位。前两位是地址 的两个MSB。接下来一位是R/~W位。 后面八位是地址的八个LSB。(在 I²C 协议的物理层,10位 I²C 地址前面为 五位编码 11110。示波器在地址读数 中永远不带这五位。)

如果选择"否",则 7 位地址显示为 七位,10 位地址显示为十位。

8. 如果在上述步骤选择了 SPI,按 "极 性" 然后选择所需的侧面 bezel 菜单 选项。

可设置 SCLK、SS、MOSI 或 MISO 信号的极性。

"高态有效"表示如果信号高于阈值, 则被视为有效。"低态有效"表示如 果信号低于阈值,则被视为有效。

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

8

9.	如果在上面选择 CAN,则按 " 位速率 " 并旋转通用旋钮 a 选择所需的位速率。	总线 CAN	定义输入	阈值	位速率 500 Kbps	B1 标签 CAN	总线显示	事件表
					9			
10	. 如果在上面选择 RS─232 ,则按" 配	总线	定义输入	阈值	配置	B1 标签	总线显示	事件表
		RS-232			9600-8-N	RS-232		
	使用侧面 bezei 来早配直芯线。在 RS-232 信号上触发使用"正常"极 性,在 RS-422、485 和 UART 信号上触 发使用"反转"极性。				10		11	12

按" 位速率 ",然后旋转通用旋钮 a 选择合适的位速率。	位速率 9600 bps	
	数据位 7 <mark>8</mark>	
	奇偶校验 无 奇 偶	
RS−232 解码显示出字节流。可将流组 织到带有包结束字符的包中。	包 开启 关闭	
旋转通用旋钮 a 选择包结束字符。	包结束 0A(换 行)	



按" 位速率 ", 然后旋转通用旋钮 a	位速率
选择合适的位速率。	2400 bps
按"LIN 标准", 旋转通用旋钮 a 选	LIN 标准
择合适的标准。	v1. x
按" Id 包括奇偶位"选择是否包含奇 偶位。	ld 包括 奇偶位 是 否

12. 如果在上面选择 FlexRay,则按"阈 值"。注意每个通道有两个阈值。 按"位速率",输入所需的数字。

总线 FlexRay	定义输入	阈值	位速率	B1 标签 FlexRay	总线显示	事件表
---------------	------	----	-----	------------------	------	-----

13. 按" 总线显示 "并使用侧面 bezel 菜 单定义如何显示并行或串行总线。	
■ 按 "总线" 显示包级别编码信息以 便于可视化检查,就像在逻辑分析 仪上看到的一样。	总线和 波形
■ 按 "总线和波形" 显示信号的两 种视图。	十六进制
按所需的侧面 bezeⅠ 菜单选择,即可 以十六进制、二进制或 ASCIⅠ(仅适 用于 RS-232)格式显示总线数据。	二进制
	ASCII



对于 RS-232 总线,该表列出解码的 字节或包。

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

总线信息示例:



总线和波形示例:



2121-235

时总线的数值。 对于 RS─232 总线,该表列出: 储存的事件表示例:

I²C、SPI、CAN 和 LIN 事件表为每个 包显示一行。

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

FlexRay 事件表为每个包显示一行或 两行。如果出现错误,则会在第二行 中列出。

Bus Definitio	on: RS232	
Time	Tx	Rx
-4.77E-02	E	
-4.44E-02	n	
-4.10E-02	g	
-3.75E-02	i	
-3.41E-02	n	
-3.08E-02	е	
-2.73E-02	е	
-2.39E-02	r	
-2.06E-02	i	
-1.71E-02	n	
-1.37E-02	g	
-1.03E-02		
-6.92E-03	SP	
-3.49E-03	P	
-5.38E-05	0	
3.28E-03	r	
6.71E-03	t	
1.69E-02		
2.02E-02	а	
2.43E-02	n	
2.82E-02	d	
3 16E 02		

15. 按 B1 或 B2, 然后旋转通用旋钮 a 即

可在屏幕中上下移动总线显示。

在 MS04000 系列上,也可按 B3 或 B4。

要按照串行或并行总线条件进行触发,请参阅"总线触发"。(见第131页,总线触发)

说明: 如果定义某个总线同时使用模拟和数字通道,则总线解码和总线波形显示将以数字通道同样的速 率和同样的记录长度对模拟通道进行取样。在某些设置中,此速率和记录长度不同于模拟通道速率和记录 长度。如果总线中使用的模拟通道也同时显示为普通通道,则该显示将使用模拟取样全速率。

物理层总线活动

通道 1 至 4、通道 D15 至 D0 的示波器波形光迹,以及在选择按"总线和波形"显示总线时所看到的光迹,将始终显示出物理层活动。在物理层显示中,较早发送的位在左边,较晚发送的位在右边。

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

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

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

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

RS-232

如果定义了包结束字符用于 RS─232 解 码,则字节流将显示为包。

2121-233

Quickstart •)-

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



B1) RS-232 (Tx)

2121-232

设置数字通道

使用前面板按钮和旋钮来设置仪器,可通过数字通道采集信号。

- 00 гħ Lenger Contraction 00 1-16 00 hЩ. Ъ $\frac{1}{2}$ llaaaaaaaa 2121-210
- 1. 将 P6516 16 通道逻辑探头连接到输 入信号源。

Tektronix 4000 系列示波器用户手册

线。

 将一根或多根接地导线连接到电路接 地点。
每个通道可使用不同的接地导线,也 可以每8根线组使用一个公共接地导

 如果需要,可在每个探头的端部连接 合适的抓取器。

- 将各个探头连接到所需的电路测试 点。
- 按 D15 D0 的前面板按钮以显示菜 单。





- 旋转通用旋钮 a 滚动数字通道列表。 旋转通用旋钮 b 定位所选的通道。
 在显示器上彼此靠近定位通道时,示 波器对通道进行分组,并将组添加到 弹出列表中。可从列表中选择组,即 可移动该组内的所有通道,而不是分 别的各个通道。
- 8. 按下方 bezel "**阈值**"按钮。可为每 个通道分配不同的阈值。
- 9. 按下方 bezel "编辑标签"按钮并创 建标签。可通过前面板或使用可选的 USB 键盘创建标签。(见第81页,标 记通道和总线)
- **10.** 按下方 bezel MagniVu 按钮可提高定时 分辨率。(见第115页,*打开 MagniVu* 的时机和原因)

11. 重复按下方 bezel "高度"按钮可设 置信号高度。只需如此操作一次,即 可为所有数字通道设置高度。

快速提示

- 使用缩放功能可在显示屏的上半部分查看信号的多个周期,在下半部分查看单个周期。(见第202 页,*管理长记录长度波形*)
- 在设置逻辑探头时,逻辑探头上的前八根导线(第7至第0针)在导线盒上标记为 GROUP 1。后八根导线(第15至第8针)标记为 GROUP 2。
- 每个组中第一个通道的导线均为蓝色,在将逻辑探头连接到待测设备时可方便识别。其他导线为灰色。
- 数字通道存储每个取样的高低状态。可为每个通道单独设置分割高低的阈值。

打开 MagniVu 的时机和原因

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

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

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

说明: 当出现亮灰阴影显示边沿位置不确定时,应打开 MagniVu。如果没有显示阴影,则不需要使用 MagniVu。(见第166页, *查看数字通道*)

使用 MagniVu

1. 按 D15 - DO。



2. 按 Magni Vu 并选择"开"。

D15 - D0	阈值	标签	MagniVu	高度
开/关			开 关	S ML

快速提示

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



本节包括设置示波器以触发信号的概念和方法。

触发概念

触发事件

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





未触发显示



触发模式

触发模式确定仪器在没有触发事件的情况下的行为方式:

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

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

可以按前面板的"强制触发"按钮以强制仪器触发。

触发释抑

如果仪器在不需要的触发事件中触 发,则请调整释抑,以便获得稳定的 触发。

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



触发耦合

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

Tektronix 4000 系列示波器用户手册

水平位置

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



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



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

斜率和电平



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



选择触发类型

要选择触发,请执行下列操作:

1. 按触发 Menu。



2. 按" 类型 "调出" 触发类型 "侧面	触发类型
bezel 菜单。 说明: 在 MS04000 系列中即使没有应 用模块,总线触发也可用于并行总线。 在其他总线上使用总线触发需要使用 DP04EMBD、DP04AUTO、DP04AUTOMAX 或 DP04C0MP 应用模块。	序列(B 触发)
	脉冲宽度
	欠幅脉冲
	逻辑
	建立 & 保 持
	升/降时 间

视频 总线

3. 旋转通用旋钮 a 选择所需的触发类型。



选择触发












总线触发

如果安装合适的 DP04AUT0、DP04AUT0MAX、DP04EMBD 或 DP04C0MP 应用模块,则可使用示波器在 CAN、I²C、 SPI、RS-232、RS-422、RS-485、UART、LIN 和 FlexRay 总线上触发。MS04000 系列没有应用模块也能触发 并行总线。示波器可以显示物理层(作为模拟波形)和协议层信息(作为数字和符号波形)。

要设置总线触发,请执行以下操作:

- 如果尚未使用前面板 B1 或 B2 按钮定 义总线(在 MS04000 系列上还包括 B3 和 B4),请现在定义。(见第96页, 设置串行或并行总线)

2. 按触发 Menu。

3.	按" 类型 "。	类型 总线	信号源总 线 B1(I2C)	触发打开 <mark>地址</mark>	地址 07F	方向 写	模式 自动触发 & 释放
4.	旋转通用旋钮 a 滚动总线类型侧面菜 单,选择 " 总线 " 。	3	5	6	7	7	
5.	按下方 bezel 菜单的 " 信号源总线 " 按钮,旋转通用旋钮 a 滚动信号源总 线侧面菜单,选择要触发的总线。	B1 (12C) B2 (并 行)					

 按下方 bezel 菜单的"触发打开"按 钮,旋转通用旋钮 a 滚动侧面菜单, 选择所需的触发功能。

如果使用并行总线触发,可在二进制 或十六进制数据值上进行触发。按下 方 bezel "**数据**"按钮,使用通用旋 钮 **a** 和 **b** 输入所需的参数。

如果使用 I2C 总线触发,可按开始、 重复开始、停止、丢失确认、地址、 数据或地址/数据进行触发。

如果使用 SPI 总线触发,可按 SS 有 效、MOSI、MISO 或 MOSI & MISO 进行 触发。

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

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

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

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

- 如果在设置 1²C 触发时选择"地址" 或"地址/数据"的"触发打开"选 项,按下方 bezel 菜单的"地址"按 钮访问"1²C 地址"侧面 bezel 菜单。 按侧面 bezel"寻址模式"按钮并 选择"7 位"或"10 位"。按侧面 bezel"地址"按钮。使用通用旋钮 a 和 b 输入所需的地址参数。 然后按下方 bezel 菜单的"方向"按
 - 然后按下方 bezel 来里的"**方间**"按 钮,选择所需的方向:读、**写**或者读 或写。

如果选择 "**数据**" 或 "**地址/数据**" 的 "**触发打开**" 选项,按下方 bezel 莱 单的 "**数据**" 按钮访问 "I²C 数据" 侧面 bezel 菜单。

按"**字节数**"按钮,使用通道旋钮 a 输入字节数。

按侧面 bezel "**寻址模式**"按钮并 选择"**7 位**"或"10 **位**"。按侧面 bezel "**数据**"按钮。使用通用旋钮 a 和 b 输入所需的数据参数。

有关 1²C 地址格式的详细信息,请参 阅"设置总线参数"下的项目 7。

 如果在设置 SPI 触发时选择了 MOSI 或 MISO 的"触发打开"选项,按下方 "数据"按钮,再按侧面 bezel MOSI (或 MISO)按钮,使用通用旋钮 a 和 b 输入所需的数据参数。

然后按"**字节数**"按钮,并使用通道 旋钮 a 输入字节数。

如果选择 MOSI & MISO,按下方 bezel "数据"按钮,在侧面 bezel 菜 单中输入所需的参数。 如果在设置 CAN 触发时选择"帧类型"的"触发打开"选项,按下方bezel"帧类型"按钮,然后选择"数据帧"、"远程帧"、"错误帧"或 "超载帧"。

如果选择"标识符"的"触发打开" 选项,按下方 bezel"标识符"按钮, 然后选择一种"格式"。然后按"标 识符"侧面 bezel 按钮,使用通用旋 钮 a 和 b 输入二进制或十六进制值。 按下方 bezel 菜单的"方向"按钮, 选择所需的方向:读、写或者读或 写。

如果选择"数据"的"触发打开"选项:按下方 bezel "数据"按钮,使 用通用旋钮 a 和 b 输入所需的参数。

10. 如果在设置 RS-232 触发时选择"发送数据"或"接收数据"的"触发打 开"选项,按下方 bezel 菜单的"数据"按钮。

按"**字节数**"按钮,使用通道旋钮 a 输入字节数。

按侧面 bezel "**数据**"按钮,使用通 用旋钮 **a** 和 **b** 输入所需的参数。 11. 如果建立了 LIN 触发并将"触发打 开"选择为"标识符"、"数据"或 "标识符和数据",按下方 bezel"标 识符"或"数据"按钮,在出现的侧 面 bezel 菜单中输入感兴趣的参数。 如果将"触发打开"选择为"错 误",按下方 bezel"错误类型"按 钮,,在出现的侧面 bezel 菜单中输 入感兴趣的参数。

I²C、SPI、CAN、LIN 和 FlexRay 总线触发数据匹配

I²C、SPI和 FlexRay 的滚动窗口字节匹配要使用滚动窗口在数据上触发,可定义进行匹配的字节数。然后,示波器使用滚动窗口在包内查找所有匹配字节,该窗口一次滚动一个字节。

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

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

对于 FlexRay,将"**字节偏置**"设为"无关"即可获得滚动窗口匹配。操作方法为:按前面板"触 发"按钮,然后将下方 bezel"**类型**"设为"总线",将"触发打开"设为"数据",按"数据", 使用侧面菜单和多功能旋钮 a 设置字节偏置。

1²C、SPI、CAN 和 FlexRay 的特定字节匹配(用于包内特定位置的非滚动窗口匹配)可以多种方式对 1²C、SPI、CAN 和 FlexRay 在特定字节上触发:

- 对于 1²C和 SPI,输入字节数以匹配信号中的字节数。然后,使用"随意"(X)屏蔽不需要的字节。
- 对于 I²C,按下方 bezel 的"**触发打开**",设置在"**地址/数据**"上触发。按"**地址**"。在侧面 bezel 菜单上,按"**地址**",并根据需要旋转通用旋钮 a 和 b。要屏蔽该地址,请将地址设置为"随 意"(X)。数据从第一个字节开始匹配,不使用滚动窗口。
- 对于 CAN,当用户选择的数据输入从第一个字节开始匹配信号中的数据和限定值时,出现触发。将字节数设置为匹配所需的字节数。使用数据限定值执行:=,!=, <、>、>=和 <= 操作。触发标识符和数据总是从数据的第一个字节开始匹配用户选择的标识符和数据。未使用滚动窗口。</p>
- 对于 FlexRay,当用户选择的数据输入从字节偏置开始匹配信号中的数据和限定值时,出现触发。将字 节数设置为匹配所需的字节数。使用数据限定值执行:=,!=, <、>、>= 和 <= 操作。触发标识符和数据 总是从数据的第一个字节开始匹配用户选择的标识符和数据。未使用滚动窗口。

RS-232 总线触发数据匹配

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

并行总线触发数据匹配

仅使用模拟通道或者仅使用数字通道(仅适用于 MS04000 系列)可获得最佳的并行总线触发性能。

检查触发设置

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

1. 触发源 = 信道 1。

- 2. 触发边沿 = 上升。
- 3. 触发位置 = 0.00 V。



边沿触发读数

使用序列触发(A(主)和 B(延迟))

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

A 和 B 触发可以(并且通常)有不同的信号源。

使用"边沿触发"菜单先设置 A 触发。然后,要使用 B 触发:

1. 按触发 Menu。



- 2. 按"类型"。
- 旋转通用旋钮 a 选择 "序列(B 触 发)"的触发类型。
 这将调出 "序列(B 触发)"菜单。
- 4. 按"B在A后触发"。



按侧面 bezel 按钮将 B 在 A 后触发序 列选择为"时间"或"事件"。

时间 (a) 8 ns	
B 事件 1	
设置为最 小值	

5. 在相关的侧面和下方 bezel 菜单中设 置其他序列触发参数。

延迟时间后的 B 触发

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



B 项触发

示波器配有 A 触发器。触发后在第 n 个 B事件上开始采集。



快速提示

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

开始和停止采集

定义了采集和触发参数后,使用"运行/停止"或"单次"开始采集。



2121-252

显示波形数据

本节内容包括显示采集的波形的概念和方法。

添加和清除波形

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





设置"显示样式"和"余辉"

1. 要设置显示样式,请按"采集"。



2. 按"波形显示"。

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



- 波形显示 3. 按侧面 bezel 菜单中的"光点显示开 **关"**。光点显示打开时,波形记录点 将在屏幕上显示为光点。关闭光点显 示,光点将与矢量连接。 光点显示 3 开|关 余辉时间 4. 按"余辉时间", 然后旋转通用旋钮 (a) 自动 a 以便将波形数据在屏幕上保留的时 间为用户指定的时长。 设置为自 动 5. 按"设置为自动"使示波器自动确定 5 余辉时间。 6. 按"清除余辉"重新设置余辉信息。 清除余辉 6
- 7. 要相对一个波形幅度显示另一个波形 幅度,请按 "XY 显示"。然后从侧面 菜单中按 "XY 被触发"。 第一个波形的一个数据点指定水平位 置,第二个波形的相应数据点指定每 个显示点的垂直位置。

快速提示

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

设定刻度样式

1. 要设置方格图样式,请按 Utility。





显示器

3



快速提示

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

1. 按下 Utility。



辅助功能 页面

2

显示器

2. 按"**辅助功能页面**"。



4. 按"背光强度"。

辅助功能 页面 显 示 器	背光强度 高	方格图 满	屏幕注释		
3	4				

5. 从出现的侧面 bezel 菜单中选择强度 级别。选项有:**高、中**和**低**。

背光强度	
间	
中	
低	

设置波形亮度

1. 按下前面板"强度"按钮。

将在显示器上显示强度读数。

(a) Wavefrom Intensity: 35%(b) Graticule Intensity: 75%

2121-245

2. 旋转通用旋钮 a 选择所需的波形强 度。



- 旋转多功能旋钮 b 选择所需的刻度 亮度。
- 再按一次"强度"将清除显示器上的 强度读数。



缩放并定位波形

使用水平控制更精密地调整时基、调整触发点和研究波形细节。可使用 Wave Inspector 的"平移"和"缩放"控制来调节波形的显示。(见第202页, *管理长记录长度波形*)



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



快速提示

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

如果原始采集超出屏幕,则显示的将是剪断后的波形。

使用预览时,数学波形、光标和自动测量保持活动有效状态。



使用垂直控制选择波形、调整波形垂直位置和标度并设置输入参数。

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

按通道按钮也可以选择或取消波形选 择。

2. 反复按"耦合"选择要使用的耦合。 耦合 阻抗 反相 带宽 (1) 标签 满 直流 AC 1ΜΩ 50 Ω 开|关 更多 使用直流耦合通过交流和直流分量。 ᠬ 使用交流耦合阻碍直流分量,仅显示 交流信号。 2 (5) (6) 3 4 使用"接地"(GND)显示基准电位。

反复按"阻抗"选择要使用的输入阻抗。

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

有关输入阻抗的更多信息,请查看 "快速提示"。(见第159页,*快速* 提示)

4. 按**"反相"**将信号反相。

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

5. 按"带宽"并从出现的侧面 bezel 菜 单中选择所需带宽。

设置选项有: 满、250 MHz 和 20 MHz。 根据使用的探头类型,可能还会出现 附加选项。

选择"满"将带宽设置为示波器全带 宽。

选择 250 MHz将带宽设置为 250 MHz。 选择 20 MHz将带宽设置为 20 MHz。

- 按"标签"为通道创建标签。(见 第81页,标记通道和总线)
- 7. 按"**更多**"访问其他的侧面 bezel 菜 单。
- 8. 选择"微调标度"可通过通用旋钮 a 进行精确的垂直刻度调节。



- 9. 选择"偏差"可通过通用旋钮 a 进行垂直偏置调节。
 在侧面 bezel 菜单中,选择"设置为 0 V"将垂直偏置设置为 0 V。
 有关偏置的更多信息,请查看"快速提示"。(见第159页,快速提示)
- 10. 选择"探头设置"定义探头参数。 在出现的侧面 bezel 菜单中,执行下 列操作:
 - 选择"电压探头"或"电流探头" 为不带 TekProbe 11 或 TekVP1 接 口的探头设置探头类型。
 - 使用通用旋钮 a 设置衰减与探头 匹配。

11. 选择"相差校正"设置通道的时滞修 正。旋转通用旋钮 a 调整连接到选 定通道的探头的时滞(相差校正)修 正。这将使波形的采集和显示相对于 触发时间向左或向右偏移。使用此偏 移来补偿电缆长度或探头类型的差 异。

快速提示

- 使用具有 TekProbe II 和 TekVPI 接口的探头。将探头连接到 TekProbe II 或 TekVPI 接口时,示波器 将设置通道灵敏度、耦合度和终端阻抗,使之与该探头的要求自动匹配。Tek Probe II 探头需要使 用 TPA-BNC 适配器。
- 垂直位置和偏置之间的差异。垂直位置是一个显示功能。调整垂直位置以便将波形置于您想放置的位置。波形基线位置跟踪对波形位置所作的调整。

调整垂直偏置时,会看到相似的效果,但实际上大不相同。垂直偏置应用于示波器前置放大器之前, 可用于增加输入的有效动态范围。例如,可以使用垂直偏置观察直流高电压中的微小变化。设置垂直 偏置与额定直流电压匹配,并且信号出现在屏幕的中心。

50 Ω 保护。如果选择 50 Ω 终端,最大垂直刻度因子限制为 1 伏/分度,例外情况是 10X 探头的刻度 因子为 10 V。如果应用过高的输入电压,则示波器会自动切换到 1 MΩ 终端,从而保护内部的 50 Ω 终端。更多详细信息,请参阅《Tektronix 4000 系列示波器技术参考》中的技术规格。

定位和标记总线信号

定位总线信号。按合适的前面板总线按钮并旋转通用旋钮 a,可调节所选总线的垂直位置。(见第96页, *设置串行或并行总线*)

 按合适的前面板总线按钮选择该总 线。



2. 旋转通用旋钮 a 调节所选总线的垂直位置。



标记总线信号。要标记某个总线,请执行以下步骤:

1. 按合适的前面板总线按钮。



2. 按"标签"。 (见第81页,标记通道和总线)

	总线(B1) 并行	定义输入	阈值		(B1) 标签 并行	总线显示	事件表
2							

数字通道的定位、缩放和分组

1. 按前面板 D15-D0 按钮。



2. 按下方 bezel D15-D0 菜单项。


3. 按侧面 bezel "选择"按钮。



4. 旋转通用旋钮 a 选择要移动的通道。



旋转通用旋钮 b 移动所选的通道。
 说明: 只有停止转动旋钮后,通道(或组)的显示才会移动。



Multipurpose (b)

785-160

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

 可分别给数字通道进行标记以方便识 别。(见第81页,标记通道和总线)

- 要对某些或全部数字通道进行分组, 请将这些通道移到彼此相邻。所有彼此相邻的通道自动形成一个组。 可按侧面 bezel "选择"项并旋转通用旋钮 a 查看组。 选择组后,旋转通用旋钮 b 可移动 整个组。
- ✓ >D2 D3 1.40 V
 ✓ >D2 D1 1.40 V

查看数字通道

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

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

当在一个像素列所代表的时间内出现多个过渡 时,过渡(边沿)显示为白色。

当显示中出现表示多个过渡的白色边沿时,可放 大查看各个边沿。



当放大到每个取样中有不只一个像素列时,边沿 位置的不确定通过亮灰色阴影显示。

说明: 出现亮灰色阴影时,请使用 Magni Vu。



注释屏幕

可通过以下操作在屏幕上添加自己的文本:

1. 按下 Utility。



2. 按"**辅助功能页面**"。



3. 旋转通用旋钮 a 选择"显示"。



4. 在出现的下方 bezel 菜单中按 "**屏幕** 注释"。

幕	辅助功能 页面 显 示	背光亮度 高	格线 完全	屏幕注释		
	2			4		

- 按"显示注释",从侧面 bezel 菜单 中选择"打开"。
 现在出现注释窗口。旋转多功能旋钮
 a和b定位该窗口。
- 6. 从侧面 bezel 菜单中按"编辑注 释"。
- 旋转多功能旋钮 a 滚动字母、数字和 其他字符表,选择所需的字符。
 或者使用 USB 键盘键入字符。(见 第49页,将 USB 键盘连接到示波器)

要重新定位注释文本,按侧面 bezel" 位置"按钮,根据需要旋转多功能旋 钮 a 和 b。

分析波形数据

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

进行自动测量

要进行自动测量,请执行下列操作:

1. 按"测量"。



2. 按"选择测量"。



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



1785-039

 要删除测量,按"删除测量",旋转多功能旋钮 a 选择特定的测量,按侧面 bezel 菜单中的"执行删除测量"。

快速提示

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

选择自动测量

下表按类别列出了每个自动测量:时间或幅度。(见第169页,进行自动测量)

时间测量

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

时间测量(续)

测量		说明
负工作周期	_₹_₹	负脉冲宽度与信号周期的比率,以百分比表示。该工作周期在波形或选通 区域中的第一个周期上测量。
正脉冲宽度	<u>_</u> *_*	正脉冲的中间参考(默认为 50%)幅值点之间的距离(时间)。该测量在波 形或选通区域中的第一个脉冲上进行。
负脉冲宽度	*_*	负脉冲的中间参考(默认为 50%)幅值点之间的距离(时间)。该测量在波 形或选通区域中的第一个脉冲上进行。
突发脉冲宽 度	JUL.	突发脉冲(一系列瞬态事件)的持续时间,在整个波形或选通区域中测量。
相位	Sol.	一个波形领先或滞后于另一个波形的时间,以度表示,360 [。] 为一个波形周 期。另请参阅"延时"。



幅度测量

测量	说明
正向超调	 它是在整个波形或选通区域上测量,表示为: 正向过冲 = (最大值 - 高参考值) / 幅度 x 100%。
负向过冲	 它是在整个波形或选通区域上测量,表示为: 负向过冲 = (低参考值 - 最小值) / 幅度 x 100%。

幅度测量(续)

测量		说明
峰 - 峰	111	整个波形或选通区域中的最大和最小幅度值之间的绝对差值。
幅度		在整个波形或选通区域中测量的高参考值减去低参考值。
高	יניד <u>ו</u>	一旦需要高参考、中参考或低参考值(例如,在测量下降时间或上升时间 时),该值将作为 100% 使用。使用最小/最大或直方图方法来计算。最小/ 最大方法使用所找到的最大值。直方图方法使用在中点以上的值中找到的最 常用值。该值在整个波形或选通区域中测量。
低	.1.,	一旦需要高参考值、中参考值或低参考值(例如,在测量下降时间或上升时 间时),该值将作为 0% 使用。使用最小/最大或直方图方法来计算。最小/ 最大方法使用所搜索到的最低值。直方图方法使用在中点以下的值中搜索到 的最常见值。该值在整个波形或选通区域中测量。
最大值	ĨŢĨ	最大正峰值电压。最大值在整个波形或选通区域中测量。
最小值	11	最大负峰值电压。最小值是在整个波形或选通区域中进行测量。

幅度测量(续)

测量		说明
平均值	-A-A-	整个波形或选通区域上的算术平均值。
周期平均值	344:	波形的第一个周期或选通区域的第一个周期上的算术平均值。
均方根	J.S.	整个波形或选通区域上的精确"均方根"电压。
周期均方根	3,0,	波形的第一个周期或选通区域的第一个周期上的精确"均方根"电压。



杂项测量

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



通过使用选通、修改测量统计、调整测量参考电平或拍摄快照,可以定制自动测量。

选通

选通可以将测量限制在波形的特定部分。要使用选通,请执行以下操作:

1. 按"测量"。



 根据需要反复按"更多",从出现的 弹出式菜单中洗择"洗通"。

的	添加测量	删除测量	指示器	更多	在屏幕上 显示 光标	配置光标
				2		

3. 在侧面 bezel 菜单中定位到"选通"。

选通	
✓ 关闭 (完整记 录)	
₩	
₩	

统计

统计可以表征测量的稳定性。要调整统计,请执行下列操作:

1. 按**"测量"**。



2.	根据需要反复按" 更多 ", 弹出式菜单中选择" 统计 "	从出现的 。	添加测量	删除测量	指示器	更多	在屏幕上 显示 光标	配置光标
						2		

 按侧面 bezel 菜单的选项。这些选项 包括开或关统计以及用于平均值和标 准差计算的取样值个数。



快照

要一次查看所有单一源测量,请执行下列操作:

1. 按**"测量"**。





5. 查看结果。

快照 1

Period	: 312.2µs	Freq	: 3. 203kHz
+Width	: 103.7µs	-Width	: 208 .5µs
Burst W	: 936 .5µs		
Rise	: 1.452 µ s	Fall	: 1.144 µ s
+Duty	: 33.23%	- Duty	: 66.77 %
+0ver	: 7.143%	- 0ver	: 7.143 %
High	: 9.200 V	Low	: -7.600 V
Max	: 10.40 V	Min	: -8.800 V
Amp I	: 16.80 V	Pk-Pk	: 19.20 V
Mean	: -5.396 V	CycleMean	: -5.396 V
RMS	: 7.769 V	CycleRMS	: 8.206 V
Area	: -21.58mVs	CycleArea	: −654.6µVs

参考电平

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

1. 按"测量"。



 根据需要反复按"更多",从出现的 弹出式菜单中选择"参考电平"。

添加测量	删除测量	指示器	更多	在屏幕上 显示 光标	配置光标
			•		



3.

在侧面 bezel 菜单中设置电平。	参考电平
	设置电平
	% 单位
使用高参考电平和低参考电平来计算 上升和下降时间。	高参考电 平 a 90.0 %
中间参考电平主要用于边沿之间的测 量,例如脉冲宽度。	中参考电 平 50.0 % 50.0 %
	低参考电

10.0% 待续 -

使用光标进行手动测量

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

1. 按"光标"。

可以改变光标状态。光标的三种 状态分别为:

- 屏幕上不显示光标。
- 显示两个垂直波形光标。这两 个光标隶属于所选的模拟波形 或数字波形。
- 显示四个屏幕光标。两个垂直 光标和两个水平光标。它们不 再明确地连接到某个波形。

例如,第一次按**"光标"**时该状态可能为关闭。



2. 再按"光标"。

在本例中,两个垂直光标将出现在 选定的屏幕波形上。当旋转通用旋 钮 a 时,可以将一个光标向左或 右移动。旋转旋钮 b 时,移动其 它光标。

如果通过按前面板 1、2、3、4、 M、R 或 D15-D0 按钮改变选定的波 形,则所有光标都会跳到新选定的 波形上。



3. 按"选择"。

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



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



Cursors

1785-048

 再按"光标"。
 将把光标设置为屏幕模式。两个水 平栏和两个垂直栏跨越方格图。

6. 旋转通用旋钮 a 和 b 将移动水平 光标对。



7. 按"选择"。

将使垂直光标成为当前光标而使水 平光标成为非当前光标。现在, 如果旋转通用旋钮,垂直光标将 移动。

再次按"选择"又将激活水平光标。



 查看光标和光标读数。
 在数字通道上可使用光标进行定时 测量,但不能进行幅度测量。



再按"光标"。将关闭光标模式。 屏幕不再显示光标和光标读数。



使用光标读数

光标读数提供相对于当前光标位置的文本和数字信息。打开光标时,示波器始终显示该读数。 读数出现在刻度的右上角。如果"缩放"处于开状态,则读数将显示在缩放窗口的右上角。 当选定总线时,该读数按所选的格式(十六进制、二进制或 ASCII(仅适用于 RS-232))显示解码的总线 数据。当选定数字通道时,光标显示所有显示的数字通道的值。

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

△ 读数:

△ 读数指示光标位置之间的差异。

a 读数:

表示该值由通用旋钮 a 进行控制。

]@ -16.0μs 22.4mV b 8.00μs 20.4mV **△ 24.0μs** \triangle 1.60mV

1785-134

b 读数:

表示该值由通用旋钮 b 进行控制。

显示屏幕上的水平光标行测量垂直参 数,通常为电压。



显示屏幕上的垂直光标行测量水平参 数,通常为时间。

当同时存在垂直和水平光标时,读数中的方形和圆形与通用旋钮相对应。

使用 XY 光标

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

使用数学波形

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

说明: 数学波形不能用于串行总线。

使用以下方法对两个波形执行简单(+、-、*、÷)数学运算:

1. 按**"数学"**。



2. 按"双波形数学"。

	双波形 数 学	FFT	高级 数学	(M)标签	
-	2				

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



快速提示

- 数学波形可以从通道或基准波形或者使用这两者的组合创建。
- 可以使用与通道波形相同的方式对数学波形进行测量。
- 数学波形从其数学表达式中的源派生其水平标度和位置。调整源波形的这些控制的同时也将调整 数学波形。
- 可以使用"平移/缩放"控制的内环旋钮放大数学波形。使用外环旋钮对缩放区域进行定位。
 (见第202页, *管理长记录长度波形*)

使用 FFT

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

1. 按**"数学"**。



2. 按 FFT。





7. FFT 将出现在显示屏幕上。



快速提示

- 使用短记录长度提高设备的响应速度。
- 使用长记录长度降低相对于信号的噪声并提高频率分辨率。
- 如果需要,可以使用缩放功能以及水平"位置"和"标度"控制以放大和定位 FFT 波形。
- 使用默认的 dBV RMS 标度查看多个频率的详细视图,即使它们的幅度大不相同。使用线性 RMS 标度查看 所有频率之间进行比较的总体视图。

FFT 功能提供四个窗口。每个窗口都在频率分辨率和幅度精度间交替使用。需要测量的对象和源信号特 点有助于确定要使用的窗口。使用下列原则来选择最适当的窗口。



说明	窗口
Blackman-Harris:	\land
此类型窗口用于测量频率幅度最佳,但对于测量分辨频率效果却是最差。 使用 Blackman-Harris 测量查找高次谐波的主要单信号频率波形。	

使用高级数学

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

1. 按"数学"。



2. 按"**高级数学"**。


- 3. 使用侧面 bezel 菜单按钮创建自定义 表达式。
- 4. 按"编辑表达式",然后使用通用旋 钮和出现的侧面 bezel 按钮创建表达 式。完成后,按侧面 bezel 菜单"执 行接受"按钮。

例如,要使用"编辑表达式"对方波积分,请执行:

- 按下方 bezel "清除"按钮。
 旋转通用旋钮 a 选择 Intg(。
 按 "输入选择"。
 旋转通用旋钮 a 选择通道 1。
 按 "输入选择"。
- 6. 旋转通用旋钮 a 选择)。
- 7. 按"执行接受"。



使用参考波形

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

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

1. 按 "基准 R" 。这样将显示下方 bezel "基准"菜单。

2. 使用出现的下方 beze | 菜单选项显示 或选择参考波形。







快速提示

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

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

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

管理长记录长度波形

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

"平移/缩放"控制由以下部分组 成:

1. 一个外环全景旋转

2. 一个内环缩放旋钮



缩放波形

要使用缩放, 请执行下列操作:

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

1785-069

2. 此外,通过按"缩放"按钮以启用 或禁用缩放模式。



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



平移波形

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

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



播放和暂停播放波形

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

- 按下"播放/暂停"按钮启用"播 放/暂停"模式。
- 进一步旋转全景(外环)旋钮调 整播放速度。旋转的越多,播放 速度越快。



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

5. 再按一次"播放/暂停"按钮暂停 "播放/暂停"功能。



搜索并标记波形

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

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

要手动设置和清除(删除)标记,请执行下列操作:



2. 按"设置/清除"。

如果屏幕中心无搜索标记,则示波 器将添加一个搜索标记。

 在搜索标记之间查看波形。使用向 后(→)或向前(←)箭头按钮在 标记的位置之间跳动,无需调节 任何其他控制。 删除标记。按向后(→)或向前 (←)箭头按钮跳到要清除的标记。 要删除当前中心位置的标记,请按 "设置/清除"。对手动和自动创 建的标记均可这样操作。

要自动设置和清除(删除)搜索标记,请执行下列操作:

1. 按"搜索"。



2. 从下方 bezel 菜单中选择所需的搜索 类型。

"搜索"菜单与"触发"菜单类似。



3. 从侧面 bezel 菜单中,打开搜索。



快速提示。

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

Wave Inspector 具有以下搜索功能:

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

搜索	说明
上升/下降时间	搜索 〉、<、= 或 ≠ 用户指定时间的上升沿和/或下降沿。
总线	并行:搜索二进制或十六进制值(仅适用于 MS04000 系列)。
	l²C: 搜索开始、重复开始、停止、丢失确认、地址、数据或地址和数据。
	SPI: 搜索 SS 有效、MOSI、MISO 或 MOSI 和 MISO
	CAN: 搜索帧开始、帧类型(数据、远程、错误、过载)、标识符(标准或扩 展)、数据、标识符和数据、帧结束,或丢失确认、位填充错误
	RS─232、RS─422、RS─485、UART:搜索发送开始位、接收开始位、发送包结 束、接收包结束、发送数据、接收数据、发送奇偶错误、接收奇偶错误。
	LIN搜索同步、标识符、数据、ID 和数据、唤醒帧、睡眠帧、错误
	FlexRay搜索帧开始、帧类型、标识符、循环数、标头字段、数据、ID 和 数据、帧结束、错误

Save and Recall 信息

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

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

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

■ D: CompactFlash 卡

E: 示波器前面 USB 端口中插入的 USB 闪存驱动器

■ F:和 G:示波器后面 USB 端口中插入的 USB 闪存驱动器

使用通用旋钮 a 滚动文件列表。使用"选择"前面板按钮可打开和关闭文件夹。

为文件命名。对于示波器所创建的文件,默认名称格式如下:

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

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

- 对于模拟通道为 CH1、CH2、CH3 或 CH4
- 对于数字通道为 D00、D01、D02、D03、...、D15

- 对于数学波形为 MTH
- 对于参考存储器波形为 RF1、RF2、RF3 或 RF4
- 当选择"储存全部波形"时,对于包含多个通道的单个电子表格文件为 ALL

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

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

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

1. 按"Save / Recall 菜单"。



2.	按 "保存屏幕图像"、"存储波形" 或 "储存设置" 。	保存 屏幕 图像	存储波形	储存 设置	恢复波形	恢复设置	分配 保存 到 设置	文件功能
		2	2	2				
3.	对于波形或设置文件,按侧面 bezel 菜单 " 到文件 "项进入文件管理器。	到文件	-3					
4.	旋转通用旋钮 a 滚动文件结构。(见 第213页, <i>外部文件结构。</i>)	Multip	urpose (a)					

1785-039

5. 按"选择"打开或关闭文件夹。



- 按"编辑文件名"。
 按照编辑通道标签的方法,编辑文件
 名称。(见第81页,标记通道和总线)
- 按 Menu Off 按钮取消保存操作,或 按侧面 bezel 菜单的"确定保存"项 完成该操作。





保存屏幕图像

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

按 "Save / Recall 菜单"。
 但不要按 Save 按钮。



3

2. 在下方 bezel 菜单中按 "保存屏幕图像"。





- 保存屏幕 图像

 *文件格式

 うけ格式
- 在下方 bezel 菜单中,反复按"文 件格式"在以下文件格式中进行选择:..tif、.bmp和.png格式。

- 按"方向"选择是以横向(水平)方 向还是纵向(垂直)方向保存图像。
- 5. 按"省墨模式"打开或关闭"省墨模 式"。如果处于打开状态,该模式将 提供白色背景。



- 按"编辑文件名"为屏幕图像文件创 建自定义名称。跳过该步骤以使用默 认名。
- 7. 按"保存屏幕图像"将图像写入选定的介质中。

有关打印波形屏幕图像的信息,请转至"打印硬拷贝"。(见第228页,打印硬拷贝)

编辑文件 名

保存 屏幕 图像 6

保存和调出波形数据

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

1. 按"Save / Recall 菜单"。



2. 在下方 bezel 菜单中按 "存储波形" 或 "调出波形" 。	保存 屏幕 图像	存储波形	储存 设置	恢复波形	恢复设置	分配 保存┃到 波形	文件功能
说明: 示波器可将数字波形保存为 . csv 文件,而非参考存储器。示波器不能调出 数字波形。		2		2			

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

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

5. 按"**到文件**"保存到 CompactFlash 卡 或 USB 闪存驱动器中。

到文件 -5

将显示文件管理器屏幕。使用其来定 义自定义文件名。跳过该步骤将使用 默认名和位置。 **将波形保存到文件。**按"**到文件**"侧面 bezel 菜单按钮时,示波器将更改侧面 bezel 菜单的内容。下表 中介绍的这些侧面 bezel 菜单项用于将数据保存到海量存储文件。

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

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

保存的波形仅包括最近的采集。不保存灰度信息(如果有)。

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

显示参考波形。要显示存储于非易失性存储器中的波形,请执行下列操作:

1. 按"基准 R"。



2. 按 R1、R2、R3 或 R4。



从显示器上清除参考波形。要从显示器上清除参考波形,请执行下列操作:

1. 按"基准 R"。



 按 R1、R2、R3 或 R4 下方 bezel 按钮 可从显示中删除参考波形。



参考波形仍然在非易失性存储器中, 可以再次显示。

储存和恢复设置

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

1. 按"Save / Recall 菜单"。



2.	在下方 bezel 菜单中按 "储存设置" 或 "恢复设置" 。	保存 屏幕 图像	存储波形	储存 设置	恢复波形	恢复设置	分配 保存 │ 到 设置	文件功能
				2		2		
3.	在出现的侧面 bezel 菜单中,选择要 保存位置或要从中调出的位置。 要将设置信息保存到示波器中的十个 内部设置存储器的其中一个之中,请 按相应的侧面 bezel 按钮。 要将设置信息保存到 CompactFlash 或 USB 文件,请按 "到文件" 按钮。	储存设置 到文件 编辑标签 到设置1 到设置2 -更多-	•- <u>3</u>					

4. 如果要将信息保存到 CompactFlash 卡 或 USB 闪存驱动器中,可以旋转通 用旋钮 a 滚动文件结构。(见第213 页,*外部文件结构。*)



Select 1785-049 按 Menu Off 按钮取消保存操作或按侧 面 bezel 菜单的"保存到选定文件" Menu Off 菜单项完成该操作。 1785-057

按"选择"打开或关闭文件夹。

5. 保存文件。

快速提示

■ **调出 Default Setup**。按前面板 Default Setup 按钮将示波器初始化为已知设置。(见第85页, *使用 Default Setup*)

按下一个按钮以保存

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

 要定义 Save 按钮的操作,请按 "Save/Recall菜单"。



保存屏幕	存储波形	储存 设置	恢复波形	恢复设置	分配	文件功能
					保存 到 设置	
					•	



3. 按下此操作将其分配到 Save 按钮。

2. 按"保存指定"按钮。



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



打印硬拷贝

要打印显示在示波器屏幕上的图像,请执行下列过程。

将打印机连接到示波器

将打印机连接到示波器前面板或后面板的 USB 端口上。 此外,可用通过以太网端口打印到网络打印机。

设置打印参数

要将示波器设置为打印硬拷贝,请执行下列操作:

1. 按下 Utility。





打印设置

2. 按"**辅助功能页面**"。

- 3. 旋转通用旋钮 a 选择"打印设置"。
- 4. 如果要更改默认打印机,请按"选择 辅助功能 选择 打印 方向 省墨模式 页面 机 横向 开启 打印机"。 打印设置 ??? 旋转通用旋钮 a 在可用打印机列表 中滚动选择。

按"选择"选择所需打印机。

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

要将以太网打印机添加到列表,请参 考下节内容。(见第230页,通过以 太网打印)

5 3 6 4

5. 选择图像方向(纵向或横向)。







纵向

 6. 选择"省墨模式""开启"或"关 闭"。
 "开启"选项将使用空白(白色)背 景打印拷贝。
 "省墨模式"为开

通过以太网打印

要将示波器设置为通过以太网打印,请执行下列操作:



- 4. 旋转通用旋钮 a 选择"打印设置"。 打印设置
- 5. 按"选择打印机"。

6. 按"添加网络打印机"。

 辅助功能 页面 **汀印设置** 选择打印 机 ???
 方向 **厦向** 省墨模式 **医闭**

 4
 5

 4
 5

 添加 网 络 打印 机
 -6

 夏改 打 印机名
 -6

 期除网络 打印机

 旋转通用旋钮 a 在字母、数字和其它 字符上滚动查找要输入的打印机名称 的第一个字符。
 如果使用 USB 键盘,请使用箭头键 定位插入点,然后键入打印机名称。
 (见第49页,将 USB 键盘连接到示 波器)



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

8. 按"选择"或"输入字符"以通知示 波器您已选择了要使用的正确字符。

可以根据需要使用下方 bezel 按钮编 辑名称。

	- (Select
90000	1785-049

按钮编 ^{输入字符} → 退格 删除 清除

继续滚动,直到输入了所有需要的字符后再按"选择"。

Save and Recall 信息

10. 按下箭头键将字符光标向下移动一行 到"服务器名"字段。	增添 打 印机
11. 根据需要旋转通用旋钮 a 并按"选择"或"输入字符"输入名称。	Ŷ
	\downarrow
12. 如果需要,按卜箭头键将字符光标问 下移动一行到 "服务器 IP 地址:" 。 字段。	执行 接 受

13. 根据需要旋转通用旋钮 a 并按"选择"或"输入字符"输入名称。

14. 完成后,按"执行接受"。
说明: 如果有多个打印机同时连接到示 波器,示波器将打印到列于 Utility > " 系统" > "打印设置" > "选择打印机"菜 单项中的打印机上。

一键打印

将打印机连接到示波器并设置了打印参数后,可以按一下按钮打印当前屏幕图像:

按前面板左下角的打印机图标按钮。



清除示波器存储器

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

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

要使用 TekSecure, 请执行下列操作:

1. 按下 Utility。



2. 按"**辅助功能页面**"。



- 3. 旋转通用旋钮 a 选择"**配置**"。
- 4. 按 TekSecure 清除存储器。



5. 在侧面 bezel 菜单中按 "确定执行清 除设置和参考内存"。

要取消此过程,请按 Menu Off。



配置



使用应用模块

可选的应用模块包可扩展示波器的功能。(见第23页,*应用模块免费试用*)一次可以安装多达四个应用 模块。(见第24页,*安装应用模块*)

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

- DP04EMBD 嵌入式串行触发和分析模块在用于嵌入式设计(1²C和 SP1)的串行总线中添加了触发包级 别信息以及有助于有效分析串行总线的分析工具。它们包括信号的数字视图、总线视图、包解码、 搜索工具和带时标信息的事件表。
- DP04AUT0 自动串行触发和分析模块在用于自动设计(CAN 和 LIN)的串行总线中添加了触发包级别信息以及有助于有效分析串行总线的分析工具。它们包括信号的数字视图、总线视图、包解码、搜索工具和带时标信息的事件表。
- DP04AUT0MAX FlexRay、CAN 和 LIN 串行触发和分析模块提供 DP04AUT0 模块功能以及 FlexRay 串行 总线支持。

说明: LIN 和 FlexRay 工作在序列号高于 C020000 的 DP04000 上和所有 MS04000 上。

- DP04COMP 计算机串行触发和分析模块在 RS-232、RS-422、RS-485 和 UART 总线中增加了按字节或包级 别信息触发,并提供分析工具帮助有效地进行串行总线的分析。这些工具包括信号的数字视图、总线 视图、包解码、搜索工具和带时标信息的事件表。
- DP04VID 扩展视频模块增加了在多种标准 HDTV 信号以及定制(非标准)两电平和三电平 3 到 4000 行的 视频信号上的触发。

应用实例

本节内容包括使用仪器解决一般和高级故障排除任务的方法。

简单测量

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



使用自动设置

要快速显示信号,请执行下列操作:

1. 按"自动设置"。



示波器自动设置垂直、水平和触发控制。如果需要优化波形的显示,可以手动调整这些控制中 的任意控制。 在使用多个通道时,自动设置功能设置每个通道的垂直控制并使用编号最小的当前通道设置水平和 触发控制。

选择自动测量

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

1. 按"测量"。









测量两个信号

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



要显示连接到通道1和通道2的信号,请执行下列操作:

按通道1和通道2激活两个通道。
 按"自动设置"。
 投"自动设置"。

要选择两个通道的测量,请执行下列操作:

1. 按"测量"查看测量菜单。



6666

1785-010



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



自定义测量

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



要选择上升时间测量,请执行下列操作:



- 重复按"更多",直至从弹出菜单中 选择"参考电平"。
- 参考电平 设置电平 5. 按"**设置电平单位为"**选择"单位"。 %|单位 高参考电 6. 按"高参考电平"并旋转通用旋钮 a 平 输入 2.00 伏。如果需要,按"精细" (a) 2. 00 V 以更改通用旋钮的灵敏度。 中参考电 平 7. 按"低参考电平"并旋转通用旋钮 a 低参考电 平 输入 800 毫伏。如果需要,按"精 (a) 800 mV 细"更改通用旋钮的灵敏度。

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

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

·**测量特定事件**。下一步要查看输入数字信号中的脉冲,但脉冲宽度由于不断变化,所以很难建立稳定触 发。要查看数字信号的快照,请执行该步骤: 1. 按"单次"捕获单次采集。这假设示 波器将使用当前设置进行触发。

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

2. 按"测量"。



3. 按"**添加测量**"。



旋转多功能旋钮 a 选择"正向脉冲宽度"测量。如果需要,从侧面菜单中按"源",旋转多功能旋钮 b 选择要测量的通道。从侧面菜单中按"执行添加测量"。



1785-039

- 5. 重复按"**更多**",直至从弹出菜单中选择"**选通**"。
- 6. 在侧面 bezel 菜单上选择 **"光标间"** ↑ 使用光标选择测量选通。

 \mathcal{M} 光标间

7. 将一个光标置于第二个脉冲的左边, 另一个置于其右边。





分析信号的详细信息

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



观察噪声信号

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

1. 按**"采集"**。



2

2. 在下方 bezel 菜单中按"**模式"**。



3. 按侧面 bezel 菜单上的 "峰值检测"。



4. 按"**亮度"**并旋转通用旋钮 a 以便更 加方便查看噪声。





峰值检测和其它采集模式在本手册之前的部分说明。(见第87页,采集概念)

将信号从噪声中分离

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

1. 按 "采集" 。				Acquire			
2. 按 "模式" 。	模式 取样	记录 长度 10K	延迟 开启 <mark>关闭</mark>	将水平 位置设为 10%	波形显示	XY 显示 关	
	2						
3. 按侧面 bezel 菜单上的 "平均" 。	 平均	-3					



光标测量

可以使用光标快速测量波形。要测量信号上升沿的振荡频率,请执行以下步骤:



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



5. 反复按"**光标**"直到两个垂直条光标 出现在选定波形上。

 使用通用旋钮 a 将一个光标放在振荡 的第一个峰值上。



1785-039

0

Cursors

1785-048



视频信号触发

示波器支持 NTSC、SECAM 和 PAL 信号触发。

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



要触发视频场,请执行下列操作:

1. 按触发"**菜单**"。



2.	按" 类型 "。	类型					
		2					
3.	旋转通用旋钮 a 滚动触发类型侧面菜 单,选择" 视频 "。	视频]				
4.	按" 视频标准 ",旋转通用旋钮 a 滚 动标准,选择 525/NTSC。	类型 视频	视频标准 525/NTSC	源 1	触发开 所有行		模式 自动触发 & 释放
5.	按 "触发器打开" 。	3	4		5		
6.	选择 "奇数场" 。	奇数场	-6				
	如果信号为非交织,则可以选择触发 "所有场" 。						

7. 旋转"**水平标度"**旋钮在整个屏幕中 查看完整场。



8. 查看结果。



触发行

触发行。要查看场中的视频行,请执行下列操作:

1. 按触发"**菜单**"。









捕获单触发信号

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

要设置单触发采集,请执行下列操作:

1. 将要查看的信号的"垂直标度"和"水平标度"调整至相应范围。

2. 按"采集"。



3. 按"模式"。

4. 选择"**取样"**。

5. 按触发"菜单"。



- 6. 按"**斜率"**和 / 。
- 旋转"触发位置"旋钮将触发位置 调整为继电器打开和关闭电压之 间的中间电压。
- 8. 按"单次"(单次序列)。



继电器打开时,示波器触发并采 集事件。

"**单次"**序列按钮禁用自动触发以 便只采集一个有效触发信号。


优化采集

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

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

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



使用水平缩放功能

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

1. 旋转"**缩放"**旋钮。



- 旋转"平移"旋钮将缩放中心放置于接近继电器触点开始打开的位置。
- 3. 旋转"缩放"旋钮放大缩放窗口中 的波形。



1785-173

使用 TLA5000 逻辑分析仪关联数据

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

说明: 4000 系列示波器产生的数字波形不能传输到逻辑分析仪显示器上。

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

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

要进行上述操作,请执行下列操作:

在逻辑分析仪的"系统"菜单中选择 "添加 iView 外部示波器…"。

System Tools Window Help		
Run System	Ctrl+R	
Repetitive		
Status Monitor	Ctrl+M	
EasySetup Wizard		
System Properties		
System Trigger		
System Configuration		
System Inter-probing		
Repetitive Properties		
PG Run Properties		
Symbols		
Calibration and Diagnostics		
Lock Data Windows		
Add Wiew External Oscilloscope	•	(1)
Delete iView External Oscilloscope		-
Add Data Source		

Options...

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



跟踪发现总线异常

在本例中,如果正在测试新 I²C 电路。测试过程中出现某些问题。您命令主 IC 发送一个消息给从 IC。然 后等着接收返回的数据和 LED 变亮。但灯一直未亮。在发出的大约十条命令中,是哪一个导致了问题出 现呢?找到出现问题的位置后,又如何确定出现了什么错误呢?

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

基本策略

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

说明: 在 I²C、SPI、CAN、LIN、FlexRay、RS-232、RS-422、RS-485 和 UART 总线信号上触发需要 使用合适的 DP04EMBD、DP04AUT0、DP04AUT0MAX 或 DP04C0MP 串行触发和分析模块。在并行总线信号上 触发需要使用 MS04000 系列示波器。 1. 将通道1探头连接到时钟线。

2. 将通道 2 探头连接到数据线。



3. 按"自动设置"。



模式

自动触发

& 释放

方向

读



6

B1 (12C)



Tektronix 4000 系列示波器用户手册



对使用并行总线的电路进行故障排除

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

基本策略

首先,显示和采集数字信号。然后,使用"搜索/标记"功能在数据中进行搜索。

说明: MS04000 系列示波器支持在并行总线信号上进行触发和解码。



282

3. 按 D15-D0 按钮。



---- o = :0

ē

0 ⊟

B1

B2

Autoset

1785-010

- 4. 按 "D15-D0 开/关" 下方 bezel 按 钮,然后按"打开 D7-D0"侧面 bezel 可显示数字波形。要关闭通道,使用 通用旋钮 a 选择该通道, 然后按"显 **示**"侧面 bezel 并选择"关"。
- 5. 按"自动设置"。



数。

- 旋转水平"标度"旋钮调整时基。
 当增加每分度的时间时,将在"总线"显示中出现更多数据。
- 接触发"菜单"。按"类型",选择 "总线",然后输入触发参数,例如 "信号源总线"和"数据"。根据需 要定义模式和释抑。
- 9. 按"搜索",按"搜索"下方 bezel 按钮,然后在侧面 bezel 菜单中选择 "开"。



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

11. 按向前和向后标记按钮在记录中导 Tek PreVu M 400ns WVW 航。 Rt Paralle 12. 按"缩放", 然后"平移"到需要的 区域来分析结果。 Zoom Factor: 4 X T Rt Parallel 00 01 0.2 03 04 07 Z 100ns **B** Data D15-D0 Timing Resolution: 2.00ns

RS-232 总线故障排除

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

可使用 MS04000 系列示波器及其 2 个或 4 个模拟通道以及 16 个数字通道来跟踪问题。甚至可将 RS-232 信 号解码成 ASCII 字符。

基本策略

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

说明: 在 RS-232 总线信号上触发需要使用 DP04COMP 系列触发和分析模块。(见第23页, *应用模块 免费试用*)

 将所需的模拟探头端部连接到所需的 测试点。





6. 按"总线显示"下方 bezel 按钮,按 "总线和波形"侧面 bezel 按钮,然 后按 ASCII 侧面 bezel。

- 旋转水平"标度"旋钮调整时基。
 当增加每分度的时间时,将在"总线"显示中出现更多数据。
- 接触发"菜单"。选择"总线"触发 类型。定义触发的条件类型,例如 "发送开始位"。



- 9. 按"搜索",按"搜索"下方 bezel 按钮,然后在侧面 bezel 菜单中选择 "开"。
- 10. 按"搜索类型"。使用通用旋钮 a选择"总线"。按"搜索",然后选择 所需的搜索,例如"发送开始位"。

1785-055

- 11. 按向前和向后标记按钮在记录中导 航。
- 12. 按"缩放",然后"平移"到需要的 区域来分析结果。



附录:保证技术规格、安全证书和电磁兼容性

模拟带宽, 50 Ω	下述限制针对环境温度			
	仪器	5 毫伏/分度至 1 伏 /分度	2 毫伏/分度至 4.98 毫伏/分度	1 毫伏/分度至 1.99 毫伏/分度
	DP0/MS04104	直流至1 GHz	直流至 350 MHz	直流至 200 MHz
	DP0/MS04054	直流至 500 MHz	直流至 350 MHz	直流至 200 MHz
	仪器	2 毫伏/分度至 1 伏 /分度	1 毫伏/分度至 1.99	9 伏/分度
	DP0/MS04034	直流至 350 MHz	直流至 200 MHz	
	DP0/MS04032	直流至 350 MHz	直流至 200 MHz	
输入阻抗,直流 耦合	1 M Ω \pm 1% 并联 13 pF \pm 2 pF 50 Ω \pm 1%			
	DPO/MSO4101: VSWR ≤ 1.5:1,从直流到 1 GHz,典型			
	DP0/MS04054. VSWR ≤ 1.5:1,从直流到 500 MHz,典型			
	DPO/MSO4034、DPO	DP0/MS04034、DP0/MS04032. VSWR ≤ 1.5:1,从直流到 350 MHz,典型		

直流平衡	0.2 分度,输入直流 50 Ω 耦合 50 Ω 端接		
	2 毫伏/分度时 0.25 分度,输入直流 50 Ω	耦合 50 Ω 端接	
	1 毫伏/分度时 0.5 分度, 输入直流 50 Ω 兼	禺合 50 Ω 端接	
	0. 2 分度,输入直流 1 MΩ 耦合 50 Ω 端接 1 毫伏/分度时 0. 3 分度,输入直流 1 MΩ 耦合 50 Ω 端接		
直流增益精度	对于1MΩ 路径:	对于 50 Ω 路径:	
	±1.5%,30 °C以上降额 0.100%/°C	±1.5%,30 °C以上降额 0.050%/°C	
	±3.0% 可变增益,30 °C 以上降额	±3.0% 可变增益,30 °C 以上降额	
	0.100%/° C	0. 050%/° C	
偏置精度	±[0.005 × 偏置 - 位置 + 直流平衡]		
	说明: 位置和常量偏置项必须要乘以适当的伏特/分度项,折算成伏。		
长期取样速率和 延迟时间精度	±5 ppm,在任何 ≥ 1 毫秒的时间间隔上。		
辅助输出(AUX	低电平为真,低电平到高电平的过渡表示发生触发。逻辑电平如下表所示:		
OUT)	特性	极限值	
	Vout (HI)	≥ 2.5 V,开路; ≥ 1.0 V,接对地 50 Ω 负载	
	Vout (LO)	≤ 0.7 V, 接 ≤ 4 mA 负载; ≤0.25 V, 接对地 50 Ω 负载	

致子通道阈值有 度,MS04000 系列	土 [100 毫次 + 仪准后阈值设直的 3%]
安全认证	列入 UL61010-1: 2004, CAN/CSA-C22.2 No. 61010.1: 2004;
	符合 EN61010-1: 2001,
	符合产品安全低电压指令 73/23/ECC
电磁兼容性(EMC)	
欧盟	EC 委员会 EMC 指令 89/336/EEC,由 93/68/EEC 修正; 示范使用: 用于测量、控制和实验室使用的 EN 61326/A2 电气设备。附录 D ^{1, 2} 辐射: EN 61326,A 级 抗干扰能力 IEC 61000-4-2 IEC 61000-4-3 IEC 61000-4-4 IEC 61000-4-5 IEC 61000-4-5
	EN 61000-3-2
	EN 61000-3-3
澳大利亚	EMC Framework,如《辐射标准 AS/NZS 2064 2064(工业、科学和医疗设备)》所示。

1 1当该设备与测试对象连接时,产生的辐射可能超过此标准要求的级别。

附录:保证技术规格、安全证书和电磁兼容性

- 2 2 使用低电磁干扰屏蔽电缆来保持一致性。
- 3 3 在试验场(3 V/m,频率范围 80 MHz 至 1 GHz, 1 kHz 处 80% 调幅)内,迹线噪声的升高峰−峰不超过 2 大格。当触发阈 值与接地基准之间的偏置小于 4 小格时,背景场可能感应触发。
- 4 在注入 3 V 测试信号时, 迹线噪声的升高峰-峰不超过 2 大格。当触发阈值与接地基准之间的偏置小于 1 大格时, 背景场可能感应触发。

索引

符号和数字 50 Ω 保护. 159 English terms B 触发, 142 B1 / B2 / B3 / B4 按钮, 57, 96, 98 B1 / B2 按钮. 131 Blackman-Harris FFT 窗口, 198 BNC 接口, 15 CAN. 57, 96, 131 CAN 触发. 136 CompactFlash, x, 3, 56, 63, 213 CSV 格式, 221 D15-D0 按钮, 64, 116 Default setup, 226 Default Setup, 85 按钮, 64, 79, 85 撤消. 86 菜单. 64 DP04AUT0, 4, 96, 239 DP04AUTOMAX, 5, 96, 239

DP04C0MP. 5, 96, 240 DP04EMBD. 4. 96. 239 DP04VID, 5, 130, 240 e*Scope, 45 Excel, 41 FFT Blackman-Harris, 198 Hamming, 197 Hanning, 197 控制. 194 直角. 197 firmware.img 文件, 34 FlexRay, 57, 96, 131 GPIB. 42. 76 GPIB 地址, 44 Hamming FFT 窗口, 197 Hanning FFT 窗口, 197 120, 57, 96, 131 I2C 触发 触发, 134 IRE 刻度, 149 ISF 格式, 221 LabView, 41 LAN 端口, 76

LIN, 57, 96, 131 触发, 137 M 按钮, 57, 191, 194 MagniVu, xi, 115, 116 MagniVu 读数, 70 Menu Off 按钮, 64, 243 mV 刻度, 149 NI SignalExpress Tektronix Edition 软件, xi OpenChoice, xi, 2 P6139A 探头, 3 P6516 探头. 3. 114 P6516 探头接地导线, 111 RS-232, 57, 96 光标读数, 189 字节匹配. 138 总线示例, 285 解码, 110 触发. 136 Save / Recall Save 按钮, 64, 217 Save / Recall 菜单, 56, 64, 217

索引

"Save / Recall 菜单"按 钮, 56 SPC, 31 SPI, 57, 96, 131 SPI 触发, 135 TEK-USB-488 适配器, 5, 42, 44, 76 TekSecure, 236 TekVPI, 14 TPA-BNC 适配器, 5, 14 USB, x, xi, 6, 42, 43, 45, 56, 213, 228 主机端口. 63 USB 主机端口 主机端口. 77 USB 设备端口 设备端口. 76 USB 键盘 键盘, 49 USBTMC, 76 Utility 按钮, 25, 28, 32, 56, 147, 150, 167, 228 Utility 菜单, 25, 28, 56, 63, 147. 167 VISA. 41 Wave Inspector, x, 202

光标, 190 显示, 146, 147 "上一标记"按钮, 60 上升/下降触发,定义的,129 上升时间测量, 171 上升边沿计数测量, 176 "下一标记"按钮, 60 下降时间测量, 171 下降边沿计数测量, 176 串行.131 串行总线, 96, 276 Ν. 主触发, 139 事件表, 107, 108

XY

以太网, xi, 44, 46, 47 打印, 230 端口.76 位置 垂直, 153 总线, 160 数字通道, 162 水平, 120, 152, 196, 272 位置和偏置, 159 低电平测量, 174 余辉 变量, 147 无限, 147 显示. 145 侧面板连接器, 75 保存 参考波形, 221 屏幕图像, 217 波形. 217 设置, 223 保存和调出信息. 213 保护存储器, 236 信号路径补偿,31 偏置和位置, 159 停止采集, 143

296

儿

光标,185 XY,190 按钮,58,185,261 测量,185 菜单,185 链接,186 光标读数,68,189

八

关于, 40

П

内环旋钮, 60, 193 内部文件格式 (ISF), 221

Ц

出厂校准,33

Л

分析和连接, xii 删除参考波形, 222 刻度 数字通道, 162 前盖,3 前面板,51 前面板连接器,74 前面板饰面,27

力

功率消耗,DP04000 和 MS04000,8 功能检查,19

勹

包络采集模式, 91

+

"十字准线"方格图样式,149 升级固件,34 单次序列,96,143 "单次"按钮,61,143,251, 270

ム

参考按钮,222 参考波形,200 保存,221 保存 10 M 波形, 201 显示, 221 清除, 201, 222 参考电平, 183

又

双波形数学, 191 反相, 156 取样,实时, 88 取样方法,定义的, 88 取样速率, x 取样速率, x 取样采集模式, 90 取样间隔, 89 变量余辉, 147

П

后面板连接器,76 周期均方根值测量,175 周期平均值测量,175 周期测量,171 周期面积测量,176

□ 固件升级,34 固件版本,40

Tektronix 4000 系列示波器用户手册

图像方向. 218, 230 图标 扩展点, 67 触发位置, 67, 69 土 均方根值测量, 175 垂直 位置. 153 位置和偏置, 159 位置和自动设置, 87 位置旋钮, 62, 80 偏置. 158. 159 按钮, 56 标度, 153, 269 标度旋钮, 62, 80 菜单, 56, 155 菜单旋钮. 62 垂直偏置, 158 基准 R. 222 "基准"按钮, 57, 200 "基准"菜单, 57, 200, 201 基线指示器,72

タ

外环旋钮, 60

多个过渡检测, 166

女

如何 使用 e*Scope, 45 使用 MagniVu, 116 使用 Wave Inspector, 202 使用光标进行手动测 量. 185 使用序列触发, 139 保存屏幕图像, 217 保存波形, 217 储存设置. 223 关闭示波器电源, 18 升级固件.34 总线触发, 131 恢复设置. 223 打印硬拷贝, 228 打开示波器电源, 16 执行功能检查, 19 搜索波形并添加标记, 207 标记通道和总线, 81 清除存储器。236 管理记录长度较长的波 形. 202 补偿信号路径,31

补偿电压探头,	21	
设置 VISA 通信	, 41	
设置总线参数,	98	
设置数字通道,	110	
设置模拟通道,	78	
设置输入参数,	155	
调出波形, 217		
进行自动测量,	169	
连接到计算机,	41	
连接探头和适曹	已器,	13
选择自动测量,	171	
选择触发, 125		

子

字节匹配, 137 存储器,清除, 236

-

安全概要, v 安全锁, 15 安装之前, 1 安装、应用模块, xiii 定时分辨率读数, 70 实时取样, 88 宽度 DP04000 和 MS04000, 8

寸

将自己接地以释放静电, 16

P

屏幕注释, 167

Щ

峰-峰值测量, 174 峰值检测采集模式, 91

巾

带宽, x, 156 "帧"方格图样式, 149 幅度测量, 174

Ŧ

平均值测量, 175 平均采集模式, 91 平移, 202, 204 旋钮, 60, 205, 208 并行总线, xi, 96, 131 并行总线异常, 281 并行总线触发, 131, 133

Ļ

序列(B 触发), 定义的,	126
序列触发,139	
应用模块, xiii, 24, 239	
30 天免费试用,23	
DPO4AUTO, 4, 96	
DPO4AUTOMAX, 5, 96	
DP04COMP, 5, 96	
DP04EMBD, 4, 96	
DP04VID, 5, 130	

廴

延迟时间,94,95 延迟测量,171 延迟触发,139 建立和保持触发,定义的,129

廾

开关,电源,63 开始采集,143

弓

"强制触发"按钮, 62, 118 "强度"按钮, 151

心

快照,180 性能验证,xii 总线,96,131 光标读数,189 定位和标记,160 按钮,96,98,131 显示,73,106,107 菜单,57,99 设置,98 总线和波形显示,106 显示物理层总线活动,109 总线触发,131 总线触发,定义的,130

手

打印, 63, 229 以太网, 230 硬拷贝, 228 扩展点, 90 扩展点图标, 67 技术规格, xii 操作, 8 电源, 16 指示器, 波形基线, 72 按钮

B1 / B2, 57, 131
B1 / B2 / B3 / B4, 96, 98
D15 - D0, 64, 116
Default Setup, 64, 79, 85
M, 57, 191, 194
Menu Off, 64, 243
Save / Recall, 56, 64, 217
Utility, 28, 32, 56, 147,
150, 228
上一标记,60
下一标记,60
光标, 58, 185, 261
单次,61,143,251,270
垂直, 56
基准, 57, 200, 222
工具, 25, 167
强制触发,62,118
强度, 151
总线, 96, 98, 131
打印机,235
打印机图标,63
搜索, 55, 209
播放/暂停, 60, 206
数学, 57, 191, 194
测试, 55
测量, 55, 169, 179, 180,
242, 246, 249, 251

硬拷贝, 63, 235 精细. 54. 58. 59. 61. 62 缩放, 60 自动设置, 21, 55, 61, 79, 86, 242 触发, 55 触发电平, 61 触发菜单, 123 "触发"菜单,263 设为 50%, 61, 122 设置/清除标记, 60, 208 运行/停止, 61, 96, 143 选择, 59, 262 通道, 56 采集, 55, 92, 145, 255, 258 振动, DP04000 和 MS04000, 9 探头 BNC, 15 P6139A. 3 P6516, 3 TEK-USB-488 适配器. 5 TekVPI, 14 TPA-BNC 适配器, 5, 14 接地导线, 23 数字. 15 连接. 13

探头补偿, 20, 21 探头补偿连接器,74 探头连接器 数字,74 模拟.74 接地, 16 接地导线, 23 接地腕带, 16 接地腕带连接器, 75 控制, 51 搜索, 207 搜索/标记, 276 "搜索"按钮, 55, 209 搬运箱,6 撤消 Default Setup, 86 自动设置. 87 撤消自动设置, 87 播放. 204 "播放/暂停"按钮, 60, 206 播放/暂停模式, 206 操作规范,8

攴

数字探头接口, 15 数字通道, 166 基线指示器,72 组图标,73 缩放、定位、分组和标 记,162 设置,110 数学 FFT,194 双波形,191 按钮,57,191,194 波形,191 菜单,57 高级,198

文

文件名, 213 文件格式, 217 内部文件格式 (ISF), 221 电子表格文件格式 (.CSV), 221 文件系统, 213, 221 文档, xi

斗

斜率, 触发, 121

方

方格图 IRE, 149 十字准线, 149 帧. 149 强度, 151 栅格. 149 样式, 147 毫伏. 149 满, 149 旋钮 内环, 60, 193 垂直位置, 62, 80 垂直标度, 62, 80 "垂直"菜单, 62 外环. 60 平移, 60, 205, 208 缩放, 60, 193, 202, 203 触发位置, 122 通用, 30, 54, 59, 92, 221, 261, 262

无

无限余辉, 147

日

日期和时间,更改,28 显示 XY,146,147 余辉,145 信息,65 样式,145 显示,参考波形,221 暂停,204

日

最大信号摆幅,P6516,12 最大值测量,174 最大无损输入信号,P6516,12 最小信号摆幅,P6516,12 最小值测量,174

木

机密数据,236 机架,6 查看 数字通道,166 栅格方格图样式,149 标度 垂直,153,269

水平, 61, 152, 196, 265, 268, 269, 272 标记. 207 标记总线, 160 校准, 31, 33 校准证明, 2 模式,滚动, 95 模糊边沿, 166 横向, 218, 230 欠 欠幅触发,定义的, 127	读数,70 水平刻度 读数,70 水平延迟,120 水平标度,61,152,196,265, 268,269,272 和数学波形,193 已定义,80 水平线 绿色和蓝色,166 污染度 DP04000 和 MS04000,9 P6139A,11	波形基线指示器,72 波形记录,89 波形记录视图,67 注释屏幕,167 "测试"按钮,55 测量 光标,185 参考电平,183 已定义,171 快照,180 统计,178 自动,169 "测量"按钮,55,169,179
止 正占空比测量, 171 正向超调测量, 173 正常触发模式, 118 正脉冲宽度测量, 172 正脉冲计数测量, 176 水 水平位置, 61, 90, 120, 152, 196, 272 和数学波形, 193 已定义, 80	P6516, 12 波形 定义的记录, 89 平移, 202, 204 强度, 151 搜索和标记, 207 播放, 204 播放/暂停, 206 显示样式, 145 暂停, 204 添加, 144 清除, 144 用户标记, 207 缩放, 202	180, 242, 246, 249, 251 "测量"菜单, 55 海拔高度 DP04000和 MS04000, 9 P6139A, 11 P6516, 12 深度, DP04000和 MS04000, 8 添加波形, 144 清洁, 13 清除炎考波形, 201 清除设置和参考存储器, 236 温度 DP04000和 MS04000, 9

P6139A, 11 P6516, 12 湿度 DP04000 和 MS04000, 9 P6139A, 11 P6516, 13 滚动模式, 95, 96 滚动窗口数据匹配, 137 满方格图样式, 149

片

版本, 固件, 40

4

物理层总线活动, 109

用

用户标记, 207

田

电

源, 16 电压, 输入 DP04000 和 MS04000, 8 P6139A, 11 电压,输出,P6139A, 11 电子表格文件格式(.CSV), 221 电源 关,18 开关,63 清除,18 电线,3 输入,77

白

白色边沿, 166

Ш

盖,前,3

目

直角 FFT 窗口, 197 相位测量, 172 相关文档, xi 相差校正, 159 省墨模式, 218, 230

石 硬拷贝, 63, 228

禾

程序员命令, xii

穴

突发脉冲宽度测量, 172

米

精细, 59 "精细"按钮, 54, 58, 59, 61, 62

4

级别,触发,121 纵向,218,230 组图标,73 终端,156 统计,178 维修信息,xiii 绿线,166 缩放,202 按钮,60 方格图大小, 205 旋钮, 60, 202, 203 水平, 271

XX

网络打印, 230

耒

耦合,155 耦合,触发,119

肉

背光强度,150 脉冲宽度触发,定义的,126

自

自动触发模式,118 自动设置,86,242 视频,87 "自动设置"按钮,21,55, 61,79,86,242

++-

菜单,51 Default Setup, 64 Save / Recall, 56, 64, 217 Utility, 28, 56, 63, 147, 229 光标, 185 垂直, 56, 155 基准, 57, 200, 201 工具, 25, 167 总线, 57, 99 数学, 57 测量. 55 触发, 55, 123, 140, 263 菜单按钮 按钮, 54 蓝线, 166

衣

补偿信号路径,31 补偿探头,21 表,事件,107,108 衰减,158

见

视图 波形记录,67 视频 场,263 端口,76 自动设置,87 行,266 触发,263 视频触发,定义的,130

角

触发 B 事件触发, 142 CAN 总线, 136 I2C 总线, 134 LIN 总线, 137 RS-232 字节匹配, 138 RS-232 总线, 136 SPI 总线, 135 上升/下降, 定义的, 129 串行总线, 96, 133, 276 事件, 定义的, 117 位置图标, 67 字节匹配, 137 并行总线, 96, 133

并行总线数据匹配,138	
序列,139	
序列(B 触发),定义	
的,126	
延迟, 139	
延迟时间后 B 触发,141	
建立与保持, 定义的, 129)
强制, 118	
总线, 131	
总线, 定义的, 130	
斜率, 121	
概念, 117	
模式, 118, 124	
欠幅,定义的,127	
滚动窗口上数据匹配, 13	7
点, 89	
状态读数, 68	
电平, 121	
耦合, 119	
脉冲宽度,定义的,126	
视频,定义的,130	
视频行, 266	
触发后,117,121	
读数, 69, 139	
边沿,定义的,125	
逻辑,定义的,128	
释抑, 119	

· · · · · · · · · ·

预触发, 117, 121 触发位置 图标, 69 旋钮. 122 触发后, 117, 121 触发模式 正常, 118 自动. 118 触发电平 水平按钮, 61 触发类型, 定义的, 125 "触发"菜单, 55, 123, 140, 263 "触发菜单"按钮 按钮. 123. 263 触发输出连接器,76

ì

记录长度, x, 89 记录长度/取样速率读数, 69 "设为 50%"按钮, 61, 122 设置 default, 64, 226 默认, 79, 85 "设置/清除标记"按钮, 60, 208 语言 更改. 25 饰面, 27 读数 MagniVu, 70 光标, 68, 189 定时分辨率,70 总线显示, 106 水平位置/标度,70 触发, 69, 139 触发状态. 68 记录长度/取样速率, 69 辅助, 71 通道, 71 采集. 66 调出 波形, 217 设置, 223

贝

负占空比测量,172 负向超调测量,173 负脉冲宽度测量,172 负脉冲计数测量,176

足

跃迁触发,定义的,129

车

软件,可选,239 软件驱动程序,41,44 辅助读数,71 辅助输入连接器,74 输入电容,P6516,12 输入电阻,P6516,12

i

边沿 模糊, 166 白色, 166 边沿触发,定义的, 125 "运行/停止"按钮, 61, 96, 143 连接 USB 键盘, 49 连接到 PC, 41 连接器 侧面板, 75 前面板, 74 后面板, 76 连通性, 2, 41, 45

适配器 TEK-USB-488, 5 TPA-BNC, 5, 14 "选择"按钮, 59, 262 选通, 177 通信, 41, 45 通用型探头接口, 14 通用旋钮, 54, 59, 92, 221, 261, 262 通道分组, 113 数字, 162 通道垂直菜单, 155 "通道"按钮, 56 通道读数, 71 逻辑触发, 定义的, 128

釆

采集 取样,88 定义的模式,90 读数,66 输入通道和数字化器,87 "采集"按钮,55,92,145, 255,258 释抑,触发,119

里

重量 DP04000 和 MS04000, 8

钅

锁,标准笔记本电脑, 15 键盘,USB, 49

长

长记录长度,276 长记录长度管理 管理,202

门

间隙, DP04000 和 MS04000, 8 阈值精度, P6516, 12

ß

阻抗, 156 附件, 1

非

面积测量, 176
页

预定义的数学表达式,191 预触发,117,121 频率测量,171 频率,输入电源 DP04000 和 MS04000,8 饰面, 27

马

驱动程序, 41, 44

高

高低指示器, 72 高分辨率采集模式, 91 高度, DP04000 和 MS04000, 8 高电平测量, 174 高级数学, 198