

Agilent 7000 系列 **示波器**

用户指南



Agilent Technologies

注意事项

© Agilent Technologies, Inc. 2008

根据美国和国际版权法，未经 Agilent Technologies, Inc. 事先允许和书面同意，不得以任何形式或任何方法复制（包括电子存储和检索或翻译为他国语言）本手册中的任何部分。

手册部件号

54695-97002

版本

2008 年 1 月，第一版

马来西亚印刷

Agilent Technologies, Inc.
395 Page Mill Road
Palo Alto, CA 94303 USA

有关此手册的更新版本，请访问：
www.agilent.com/find/mso7000

软件修订版本

本指南适用于 Agilent 7000 系列示波器软件的 05.00 版本。

商标确认

Java 是 Sun Microsystems, Inc. 在美国的商标。

Sun、Sun Microsystems 和 Sun 徽标是 Sun Microsystems, Inc. 在美国和其他国家 / 地区的商标或注册商标。

Windows 和 MS Windows 是 Microsoft Corporation 在美国注册的商标。

担保

本文档中包含的内容按“原样”提供，并会在未来版本中进行更改，恕不另行通知。另外，在适用法律允许的最大范围内，Agilent 对所有关于本手册及其包含的任何信息不做任何担保（无论明示或默示），包括但不限于适销性和对特定用途的适用性的默示担保。Agilent 对错误或对因提供、使用或履行本文档或此处所包含的任何信息而导致的偶发或继发损失概不负责。如果 Agilent 和用户之间已达成的单独书面协议包含涉及本文档内容的担保条款，但担保条款与这些条款有冲突，则应以单独协议中的担保条款为准。

技术许可

本文档中描述的硬件和 / 或软件在许可的前提下提供，且只能根据此类许可的条款使用或复制。

受限制权利图例

如果软件用于履行美国政府基本合同或分包合同，则软件作为 DFAR 252.227-7014（1995 年 6 月）中定义的“商用计算机软件”、或 FAR 2.101(a) 中定义的“商品”、或 FAR 52.227-19（1987 年 6 月）或任何相当的机构规定或合同条款中定义的“受限计算机软件”交付和授予许可。软件的使用、复制或公布服从 Agilent Technologies 的标准商用许可条款，美国政府的非 DOD 部门和机构不得超越 FAR 52.227-19(c) (1-2)（1987 年 6 月）中定义的受限权利。美国政府用户不得超越 FAR 52.227-14（1987 年 6 月）或 DFAR 252.227-7015 (b)(2)（1995 年 11 月）中定义的有限权利，这适用于任何技术数据。

本文档中的产品规格、特征和说明若有改变，恕不另行通知。

安全注意事项

小心

小心标记表示有危险。它促使人们注意操作步骤、实践或不正确执行或遵守就可能导致产品受损或丢失重要数据的类似内容。只有在完全理解并满足所指条件时，才能进行小心标志之后的操作。

警告

“警告”标记表示有危险。它促使人们注意操作步骤、实践或不正确执行或遵循就可能导致人身伤害或死亡的类似内容。只有在完全理解并满足所指条件时，才能进行“警告”标记之后的操作。

本用户指南的内容...

本指南说明如何使用 7000 系列示波器。I

1 入门

打开包装，并根据内置的**快速帮助**系统安装示波器。

2 前面板控件

前面板控件概述。

3 查看和测量数字信号

如何连接和使用混合信号示波器 (MSO) 的数字通道。

4 触发示波器

触发模式、耦合、噪声抑制、释抑、外部触发等。边沿、脉冲宽度和码型触发。CAN、持续时间、FlexRay、I²C、第 N 个边沿猝发、LIN、顺序、SPI、TV/ 视频和 USB 触发模式。

5 进行测量

XY 模式、FFT、数学函数、游标测量、自动测量。

6 显示数据

使用平移和缩放。选择采集模式：正常、平均、峰值检测或高分辨率（平滑）。使用实时模式、串行解码、噪声抑制、毛刺捕获和自动定标 (AutoScale)。

7 打印和保存数据

打印波形、保存设置和数据及使用文件资源管理器。

8 参考

升级到 MSO、软件更新、I/O、使仪器和 10 MHz 参考时钟同步、清洁、保修状态和数字信号检测等。

9 电源和环境条件

操作示波器的电源要求和环境条件以及在哪里可以找到仪器的技术参数。

Agilent 7000 系列示波器具有强大的功能和卓越的性能：

- 350 MHz、500 MHz 和 1 GHz 带宽型。
- 最高可达 4 GSa/s 的采样率。
- 强力触发包括模拟 HDTV、I²C、SPI、LIN、CAN、FlexRay 和 USB。
- USB 和 LAN 端口使打印、保存和共享数据更简便。
- 2 通道和 4 通道数字存储示波器 (DSO) 型号。
- 2+16 通道和 4+16 通道混合信号示波器 (MSO) 型号。
- 12.1 英寸 XGA 显示屏。
- MSO 允许同时使用多达四个模拟信号和 16 个密切相关的数字信号调试混合信号设计。
- 您可以将 7000A 系列示波器从 DSO 轻松升级到 MSO。
- 您可以方便地添加 SPI 和 I²C 解码、CAN 和 LIN 自动触发和解码、FlexRay 触发和解码。

7000 系列示波器采用了 MegaZoom III 技术：

- 响应最快的深度存储器。
- 高清晰度彩色显示屏。
- 同类中最大的显示屏。
- 不折不扣的最快波形更新率。

有关 7000 系列示波器的详细信息，请参阅
www.agilent.com/find/mso7000。

表 1 型号、带宽和采样率

带宽	350 MHz	500 MHz	1 GHz
最大采样率	2 GSa/s	4 GSa/s	4 GSa/s
2 通道 + 16 逻辑通道 MSO	MS07032A	MS07052A	
4 通道 + 16 逻辑通道 MSO	MS07034A	MS07054A	MS07104A
2 通道 DSO	DS07032A	DS07052A	
4 通道 DSO	DS07034A	DS07054A	DS07104A

表 2 安全环境模式选项

示波器记录	操作
新订单。无记录。	订购选件 SEC。出厂时将会安装安全选件。
以前购买的，则未存储任何机密轨迹或用户数据。	订购 N5427A。您可以自行安装该选件，如果愿意，也可以将示波器发送到服务中心。
以前购买的，则已存储机密轨迹或用户数据。	订购 N5427A。更换采集板。销毁旧采集板。您可以自行安装该选件，如果愿意，也可以将示波器发送到服务中心。

表 3 校正选件

选件	订购
A6J	符合 ANSI Z540 标准的校正

无须将示波器返给服务中心即可轻松安装下列选件。以下升级经过授权许可。

表 4 升级选件

授权选件	订购
混合信号示波器 (MSO)	订购 N2914A 或 N2915A （参见数据表）。您可以方便地自行安装此选件。 MSO 许可证附送逻辑电缆包。
I2C/SPI 串行解码选件（仅适用于 4 通道或 4+16 通道型号）	购买后订购 N5423A （选件 LSS 在购买时订购）您可以方便地自行安装此选件。
CAN/LIN 自动触发和解码（仅适用于 4 通道或 4+16 通道型号）	购买后订购 N5424A （选件 AMS 在购买时订购）您可以方便地自行安装此选件。
FlexRay 触发和解码（仅适用于 4 通道或 4+16 通道型号）	订购 N5432A FlexRay 触发和解码选件。
适用于 Xilinx 的 N5406A FPGA 动态探头	包含选件 001 （示波器锁定式许可证）或选件 002 （PC 锁定式许可证）的 N5406A 。软件安装在外部 PC 上。
适用于 Altera 的 N5434A FPGA 动态探头	包含选件 001 （示波器锁定式许可证）或选件 002 （PC 锁定式许可证）的 N5434A 。软件安装在外部 PC 上。

技术参数和特性

请访问 www.agilent.com/find/mso7000 以查看 **7000A** 系列的数据表，该数据表中包含该系列示波器的完整技术参数和特性的列表。

内建快速帮助

示波器内建了快速帮助系统。使用快速帮助系统的说明位于第 46 页。

数字通道

由于所有 Agilent 7000 系列示波器都有模拟通道，本手册中的模拟通道主题适用于所有仪器。讨论数字通道的主题信息仅适用于混合信号示波器 (MSO) 型号或已更新到 MSO 的 DSO 型号。

以简略方式表达按一系列键

按一系列键的说明将以简略方式表达。按 Key1，然后按 Key2，再按 Key3 的说明简略如下：

按 **Key1→Key2→Key3**。

这些键可以是前面板键，也可以是软键（位于示波器显示屏的正下方）。

目录

1	入门	19
	检查包装内容	21
	调节支座	25
	将示波器安装在机架中	27
	通风要求	27
	打开示波器电源	28
	远程接口	30
	建立 LAN 连接	31
	建立点对点 LAN 连接	33
	使用 Web 接口	34
	使用 Web 浏览器控制示波器	34
	设置密码	36
	滚动和监视器分辨率	39
	识别功能	39
	从 Web 浏览器中打印示波器的显示屏	40
	连接示波器探头	41
		
	注意：示波器的输入限制	41
	检验基本示波器操作	42
	补偿示波器探头	43
	校准探头	44
	支持的无源探头	44
	支持的有源探头	45

	使用快速帮助	46
	快速帮助语言	47
2	前面板控件	49
	示波器的前面板控件	50
	惯例	51
	软键菜单中的图形符号	51
	4 通道 7,000A 系列示波器前面板	52
	前面板控件	53
	2 通道 7,000A 系列示波器前面板（仅显示区别）	58
	4 通道 7000A 系列示波器的后面板	59
	2 通道 7000A 系列示波器的后面板	61
	解释显示屏	62

前面板操作	63
调节波形亮度	63
调节显示网格亮度	63
开始和停止采集	64
进行单次采集	65
平移和缩放	66
选择自动触发或正常触发模式	67
使用自动定标	67
设置探头衰减系数	68
使用模拟通道	70
设置水平时基	75
游标测量	81
进行自动测量	82
使用标签	83
打印显示屏	88
设置时钟	89
设置屏幕保护程序	90
设置波形扩展参考点	91
执行服务功能	92
用户校准	92
自检	95
关于示波器	95
将示波器恢复到默认配置	96
3 查看和测量数字信号	99
将数字探头连接到测试电路	100
使用数字通道采集波形	103
使用 AutoScale （自动定标）显示数字通道	104
示例	104
解释数字波形显示	106
打开或关闭所有数字通道	107

打开或关闭通道组	107
打开或关闭单个通道	107
更改数字通道的显示大小	108
重新定位数字通道	108
更改数字通道的逻辑阈值	109
以总线模式显示数字通道	110
4 触发示波器	115
选择触发模式和条件	118
选择 Mode 和 Coupling 菜单	118
触发模式: Normal 和 Auto	119
选择触发耦合	121
选择触发噪声抑制和 HF 抑制	121
设置释抑	122
外部触发输入	124
2 通道示波器外部触发输入	124
4 通道示波器外部触发输入	126
触发类型	127
使用边沿触发	128
触发电平调整	129
使用脉冲宽度触发	130
< 时间限定符设置软键	132
> 时间限定符设置软键	132
使用码型触发	133
十六进制总线码型触发	135
使用 CAN 触发	136

使用持续时间触发	140
< 时间限定符设置软键	142
> 时间限定符设置软键	142
使用 FlexRay 触发	143
VPT1000 控制 / 操控模式	143
设置示波器和 VPT1000	144
在 FlexRay 帧、时间或错误上触发	148
使用 I2C 触发	152
使用第 N 个边沿猝发触发	158
使用 LIN 触发	160
使用顺序触发	163
定义“查找”：阶段	165
定义 Trigger on: 阶段	166
定义可选的 Reset on: 阶段	168
调整触发电平	169
使用 SPI 触发	170
给时钟、数据和帧信号指定源通道。	172
设置用串行数据字符串表示的位数并设置那些数据位的值	175
将串行数据串中的所有位复位为一个值	175
使用 TV 触发	175
练习举例	179
在特定视频行上触发	179
触发所有同步脉冲	181
在视频信号的特定场上触发	182
在视频信号的所有场上触发	183
触发奇数或偶数场	184
使用 USB 触发	187

	触发输出连接器	189
	触发	189
	源频率	189
	源频率 /8	189
5	进行测量	191
	使用 XY 水平模式	192
	数学函数	197
	数学定标和偏移	198
	乘法	199
	减法	201
	微分	203
	积分	205
	FFT 测量	207
	FFT 运算	209
	平方根	214
	游标测量	216
	游标测量	216
	游标示例	220
	自动测量	223
	自动测量	224
	设置测量阈值	225
	时间测量	227
	延迟和相位测量	231
	电压测量	233
	过冲测量和前冲测量	239
6	显示数据	241
	平移和缩放	242
	平移和缩放波形	243
	设置波形扩展参考点	243

消除混叠	244	
使用 XGA 视频输出	244	
显示设置	245	
无限余辉	245	
网格亮度	246	
矢量（连接点）	246	
改变亮度以查看信号细节	247	
采集模式	249	
在较慢的扫描速度下	249	
选择采集模式	249	
Normal 模式	250	
Peak Detect 模式	250	
High Resolution 模式	250	
平均模式	251	
实时采样选项	253	
使用串行解码	255	
解码 I ² C 数据	256	
解码 SPI 数据	260	
解码 CAN 数据	265	
CAN 累加器	270	
解码 LIN 数据	272	
解码 FlexRay 数据	278	
FlexRay 累加器	282	
减少信号上的随机噪声	284	
高频抑制	284	
LF 抑制	285	
噪声抑制	285	
使用峰值检测和无限余辉捕获毛刺或窄脉冲	286	
使用峰值检测模式查找毛刺	287	

自动定标如何工作	289
撤销自动定标	289
指定自动定标后显示的通道	290
在自动定标期间保留采集模式	290
7 打印和保存数据	291
打印示波器的显示屏	292
打印选项	292
选择打印选项	293
调色板	293
受支持的打印机	294
保存示波器数据	296
选择已保存数据的目标位置	297
选择文件名	298
波形轨迹和示波器设置	300
显示图像和波形数据文件	300
选择保存设置	301
要将波形和 / 或设置保存到 USB 设备	303
将波形和/或设置保存到示波器的内部存储器中	303
调用波形轨迹和 / 或示波器设置	304
文件资源管理器	304
使用文件资源管理器	306
8 参考	307
升级到 MSO	308
软件和固件更新	308
安全环境模式选项	309
设置 I/O 端口	311

使用 10 MHz 参考时钟	312
采样时钟和频率计数器精度	312
提供外部时基参考	312
给示波器提供采样时钟	312
将两个或多个仪器的时基同步	314
检查保修和延长服务状态	314
返回仪器	315
清洁示波器	316
数字通道信号保真度：探头阻抗和接地	317
输入阻抗	317
探头接地	319
最佳探测习惯	321
替换数字探头导线	322
二进制数据 (.bin)	323
MATLAB 中的二进制数据	323
二进制头格式	323
读取二进制数据的示例程序	327
二进制文件的示例	328
CSV 文件中的最小值和最大值	330
9 电源和环境条件	331
电源要求	332
测量类别	333
测量类别	333
测量类别定义	333
瞬间承受能力	334
环境条件	335
技术参数	336

目录

	确认	336
	联系我们	337
索引	339	

1 入门

检查包装内容	21
调节支座	25
将示波器安装在机架中	27
通风要求	27
打开示波器电源	28
远程接口	30
建立 LAN 连接	31
建立点对点 LAN 连接	33
使用 Web 接口	34
连接示波器探头	41
检验基本示波器操作	42
补偿示波器探头	43
校准探头	44
支持的无源探头	44
支持的有源探头	45
使用快速帮助	46

开始使用示波器：

- ✓ 打开示波器的包装并检查包装内容。
- ✓ 安装示波器的支座。
- ✓ 给示波器接通电源。
- ✓ 将探头连接到示波器。
- ✓ 检验基本示波器操作并补偿探头。



内建快速帮助

示波器内建了快速帮助系统。按住任意键，显示 **Quick Help**。在第 46 页中可以找到有关使用快速帮助系统的完整说明。

数字通道

由于所有 Agilent 7000 系列示波器都有模拟通道，本手册中的模拟通道主题适用于所有仪器。讨论数字通道的主题信息仅适用于混合信号示波器 (MSO) 型号或已更新到 MSO 的 DSO 型号。

以简略方式表达按一系列键

按一系列键的说明将以简略方式表达。按 **Key1**，然后按 **Key2**，再按 **Key3** 的说明简略如下：

按 **Key1→Key2→Key3**。

这些键可以是前面板键，也可以是软键（位于示波器显示屏的正下方）。

检查包装内容

- ✓ 检查运输容器是否损坏。

如果运输容器看上去已损坏，请保留运输容器或减震材料，直到检查运输物品的完整性以及示波器的机械和电气性能完毕为止。

- ✓ 检查是否收到下列物品和可能已订购的任何可选附件：
 - 7000 系列示波器
 - 前面板盖
 - 电源线（请参见第 29 页上的表 6）
 - 示波器探头
 - 用于 2 通道型号的两个探头
 - 用于 4 通道型号四个探头
 - 10073C 500 MHz 探头（标准）
 - 1165A 探头（可选）
 - 手册
 - 用户指南（硬拷贝）
 - CD-ROM 中包含：
 - Service Guide（维修指南）
 - Programmer's Quick Start Guide（编程人员快速入门指南）
 - Programmer's Reference Guide（编程人员参考指南）
 - Automation-Ready 软件 CD-ROM
 - MSO 型号：数字探头套件 (54620-68701)

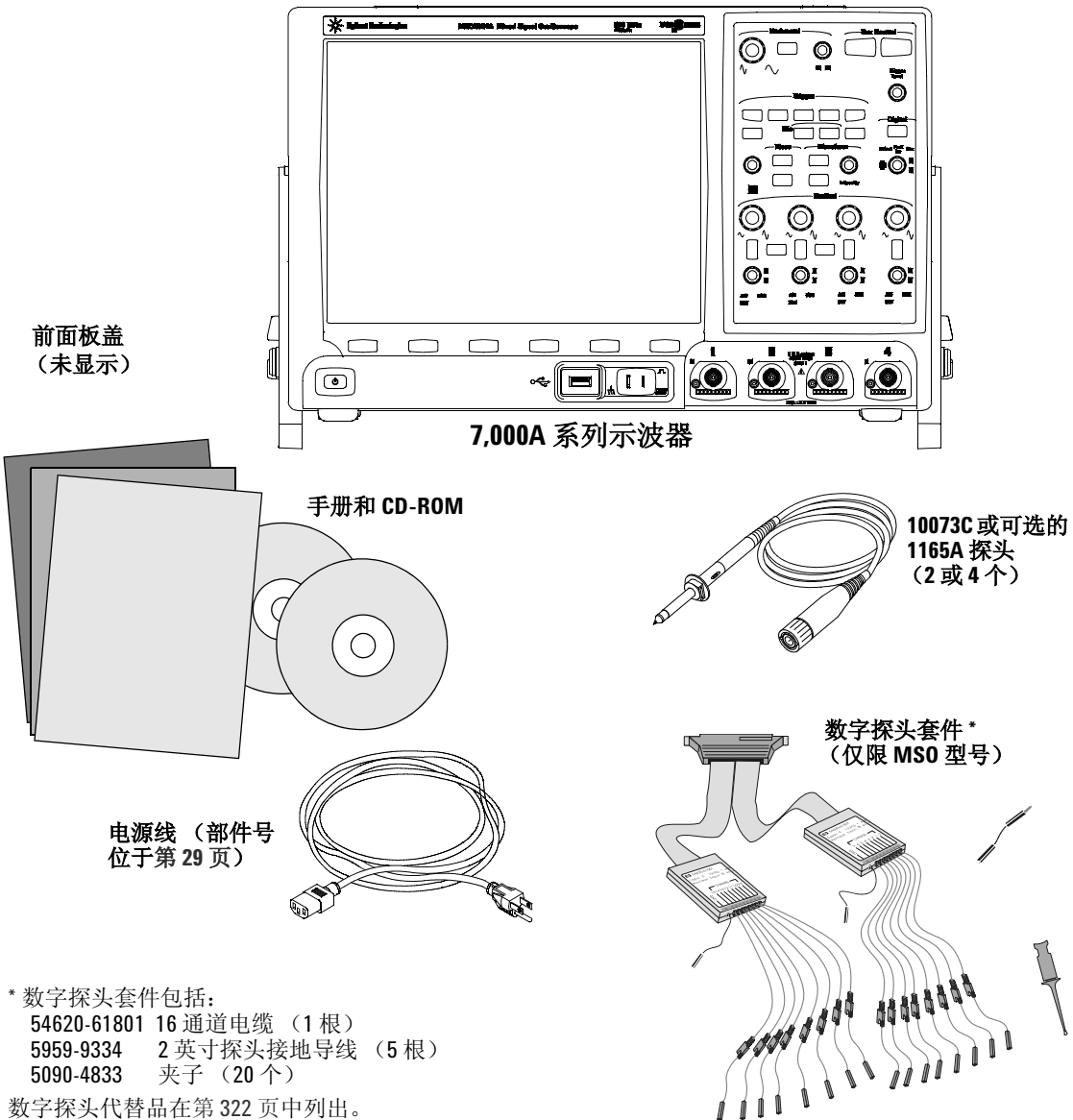


图 1 7,000A 系列示波器的包装内容

表 5 可用的附件

型号	说明
N2918A	6000A/7000A 系列示波器评估套件
N2732A	7000A 系列示波器支架安装套件
54913-44101	前面板盖
N2733A	软质携带箱
N2734A	运输箱
N2605A-097	USB 电缆
54620-68701	数字探头套件（MSO 型号的标准配置）
01650-61607	逻辑电缆和终端连接器（与 40 针逻辑分析仪附件一起使用）
10070C	无源探头，1:1，20MHz，1.5 米
10074C	无源探头，10:1，150 MHz，1.5 米
10073C	无源探头，10:1，500 MHz，1.5 米
1,165A	无源探头，10:1，600 MHz，1.5 米
10,076A	无源探头，100:1，4 kV 250 MHz
N2771A	无源探头，1000:1，30 kV 50 MHz
1,156A	有源探头，1.5 GHz AutoProbe 接口
1,144A	有源探头，800 MHz（需要 1142A – 电源）
1145A	有源探头，750 MHz，2 通道（需要 1142A – 电源）
1,130A	对于有源差分探头：带有 AutoProbe 接口的 1.5 GHz InfiniiMax 放大器（需要一个或多个 InfiniiMax 探头 – E2675A、E2668A、E2669A）。
N2772A	有源差分探头，20 MHz，最大峰值为 1.2 kVDC + 的 AC（需要 N2773A 电源）
1,141A	有源差分探头，200 MHz，最大峰值为 200 VDC + 的 AC（需要 1142A 电源）
1,146A	电流探头，100 kHz，100 A，AC/DC
1,147A	电流探头，50 MHz，30 A，带有 AutoProbe 接口的 AC/DC
N2780A	电流探头，2 MHz，500 A，AC/DC（与 N2779A 电源一起使用）
N2781A	电流探头，10 MHz，150 A，AC/DC（与 N2779A 电源一起使用）
N2782A	电流探头，50 MHz，30 A，AC/DC（与 N2779A 电源一起使用）
N2783A	电流探头，100 MHz，30 A，AC/DC（与 N2779A 电源一起使用）
10,072A	精细线距探头套件
10,075A	0.5 mm IC 夹子套件

型号	说明
10,076A	100:1, 4 kV 250 MHz 探头
E2613B	.5 mm 楔形探头适配器, 3 信号, 数量为 2 个
E2614A	.5 mm 楔形探头适配器, 8 信号, 数量为 1 个
E2615B	0.65 mm 楔形探头适配器, 3 信号, 数量为 2 个
E2616A	0.65 mm 楔形探头适配器, 8 信号, 数量为 1 个
E2643A	0.5 mm 楔形探头适配器, 16 信号, 数量为 1 个
E2644A	0.65 mm 楔形探头适配器, 16 信号, 数量为 1 个

表示由于 **AutoProbe** 接口的电流供应限制导致每个示波器最多可以连接两个该型号的探头。另请参阅第 44 页上的“支持的无源探头”和第 45 页上的“支持的有源探头”。

可以在 www.agilent.com 或 www.parts.agilent.com 查找这些部件。

有关更多探头和附件的信息，请参见“5989-6162EN Probes and Accessories Selection Guide”和“5968-8153EN 5000 和 6000 系列示波器探头和附件”数据表，该数据表可在 www.agilent.com 中找到。

调节支座

您可以使用示波器的支座向上倾斜仪器以方便查看。

拉出支座

- 1 向前倾斜示波器。向下旋转支座使之朝向示波器的背面。支座将会锁定到位。



- 2 对其他支座重复上述操作。
- 3 向后摇动示波器，使示波器的剩余部分牢固地卡在支座上。



收回支座

- 1 向前倾斜示波器。按下支座释放按钮并向上旋转支座使之朝向示波器的正面。
- 2 对其他支座重复上述操作。

将示波器安装在机架中

7000 系列示波器可以安装到符合电子工业协会 (EIA) 标准的 19 英寸 (487 毫米) 机柜中。

要将示波器安装在机架中，请购买并安装 **N2732A** 机架安装套件。套件中包括说明。

通风要求

进气和排气区域必须无障碍。需要自由流动的空气进行适当冷却。

通风要求

风扇从示波器的两侧吸入空气，并在示波器背面将空气排出。请始终确保进气和排气区域无障碍。

在工作台面框架中使用示波器时，请确保示波器的两侧留出至少 2" 的间距，在其上方和后面留出至少 4" (100 mm) 的间距以便进行适当散热。

打开示波器电源

- 1 将电源线连接到示波器背后，然后接上合适的交流电源。

示波器根据输入线电压（在 100 到 240 V 交流电范围内）进行自动调节。请确保电源线合适。请参见第 29 页上的表 6。所提供的电源线与原产国家 / 地区相配。另请参见第 332 页上的“电源要求”。











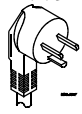

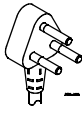
警告

请始终使用有接地的电源线。不要阻断电源线接地。

- 2 按电源开关。

电源开关位于前面板的左下角。示波器将执行自检，几秒钟之后即进入工作状态。

表 6 电源线

插头类型	电缆编号	插头类型	电缆编号
选件 900（英国） 	8121-1579	选件 918（日本） 	8121-1603
选件 901（澳大利亚） 	8121-1581	选件 919（以色列） 	8121-1662
选件 902（欧洲） 	8121-1580	选件 920（阿根廷） 	8121-1599
选件 903（美国） 	8121-1609	选件 921（智利） 	8121-1600
选件 906（瑞士） 	8121-1602	选件 922（中国） 	8121-1606
选件 912（丹麦） 	8121-1601	选件 927（泰国） 	8120-0674
选件 917（印度） 	8121-1604	选件 923（南非） 选件 930（巴西） 选件 931（台湾） 选件 932（柬埔寨）	8121-1641 8121-1613 8121-1637 8121-1633

远程接口

可以使用前面板键，或者通过 LAN 或 USB 与所有 7000 系列示波器通信。

示波器随附的 *Automation Ready CD-ROM* 包含连接软件，实现了通过这些接口进行通信。请参见 CD-ROM 上提供的说明，将此软件安装在 PC 上。

可以通过 LAN 或 USB 发出远程命令。一般在示波器由程序控制以进行自动测试和数据采集时使用这些命令。《**Programmer's Quick Start Guide**》中包含有关通过远程命令控制示波器的信息，该指南包括在此示波器随附的文档 CD-ROM 中。也可以在线访问此文档：将 Web 浏览器指向 www.agilent.com/find/mso7000 并选择 “Technical Support”（技术支持），然后选择 “Manuals”（手册）。

所有 7000 系列示波器都内置 Web 服务器。使用 Web 浏览器可以设置测量、监视波形、捕获屏幕图像以及远程操作示波器。

详细的连接信息

有关详细的连接信息，请参考《**Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Connectivity Guide**》。有关 Connectivity Guide 的可打印电子副本，请将 Web 浏览器指向 www.agilent.com 并搜索 “Connectivity Guide”。

建立 LAN 连接

- 1 如果控制器 PC 尚未连接到局域网 (LAN)，请先进行连接。
- 2 从网络管理员处获取示波器的网络参数（主机名、域、IP 地址、子网掩码、网关 IP、DNS IP 等）。
- 3 将 LAN 电缆插入示波器后面板上的“LAN”端口中，从而将示波器连接到局域网 (LAN)。
- 4 在示波器上，确保启用了控制器接口：
 - a 按 **Utility** 键。
 - b 使用软键按 **I/O** 和 **Control**。
 - c 使用 **Entry** 旋钮选择“LAN”，然后再次按 **Control** 软键。
- 5 配置示波器的 LAN 接口：
 - a 按 **Configure** 软键，直到选中“LAN”为止。
 - b 按 **LAN Settings** 软键
 - c 按 **Addresses** 软键。使用 **IP Options** 软键和 **Entry** 旋钮选择 DHCP、AutoIP 或 netBIOS。使用 **Modify** 软键（和其他软键以及 **Entry** 旋钮）输入 IP 地址、子网掩码、网关 IP 和 DNS IP 值。完成后，按返回（向上箭头）软键。
 - d 按 **Domain** 软键。使用 **Modify** 软键（和其他软键以及 **Entry** 旋钮）输入主机名和域名。完成后，按返回（向上箭头）软键。

注意

将示波器连接到 LAN 时，通过设置密码来限制对示波器的访问是一个很好的做法。默认情况下，示波器没有密码保护。请参见第 36 页以设置密码。

注意

任何时候修改示波器的主机名，都会造成示波器和 LAN 之间的连接断开。您将需要使用新的主机名重新建立与示波器的通信连接。

有关连接示波器的详细信息，请参见《Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Connectivity Guide》。有关 Connectivity Guide 的可打印电子副本，请将 Web 浏览器指向 www.agilent.com 并搜索“Connectivity Guide”。

建立点对点 LAN 连接

独立连接 PC

以下步骤说明如何建立到示波器的点对点（独立）连接。如果要使用笔记本电脑或独立计算机控制示波器，这很有用。

- 1 从示波器随附的 CD 安装 Agilent I/O Libraries Suite。如果没有 CD，可以从 www.agilent.com/find/iolib 下载 I/O Libraries Suite。
- 2 使用交叉 LAN 电缆（如 Agilent 部件号 5061-0701，可在 www.parts.agilent.com 网站上订购）将 PC 连接到示波器。
- 3 打开示波器电源。请等候直至 LAN 连接配置完毕：
 - 按 **Utility→I/O** 并等候直至 LAN 的状态显示为 “configured”。这可能需要几分钟时间。
- 4 从 Agilent I/O Libraries Suite 程序组启动 Agilent Connection Expert 应用程序。
- 5 显示 Agilent Connection Expert 应用程序时，选择 **Refresh All**。
- 6 右键单击 **LAN** 并选择 **Add Instrument**。
- 7 在 Add Instrument 窗口中，LAN 线应该突出显示；选择 **OK**。
- 8 在 LAN Instrument 窗口中，选择 **Find Instruments...**
- 9 在 Search for instruments on the LAN 窗口中，应选中 **LAN** 和 **Look up hostnames**。
- 10 选择 **Find Now** 键。（注意：可能最多需要三分钟才能找到仪器。如果第一次没有找到仪器，请等待约一分钟，然后重试。）
- 11 找到仪器后，选择 **OK**，然后再选择 **OK** 以关闭 Add Instrument 窗口。

现在仪器已连接，可以开始使用仪器的 **Web** 接口。

使用 **Web** 接口

所有 7000 系列示波器都内置 **Web** 服务器。

使用计算机和 **Web** 浏览器连接到示波器时，可以：

- 使用“远程前面板”功能控制示波器。
- 通过使仪器的前面板灯闪烁来激活“识别”功能（请参见第 39 页）以识别特定仪器。
- 查看有关示波器的信息，如其型号、序列号、主机名、IP 地址和 VISA（地址）连接字符串。
- 查看示波器固件版本信息并将新固件上传到示波器中。
- 查看并修改示波器的网络配置和状态信息。

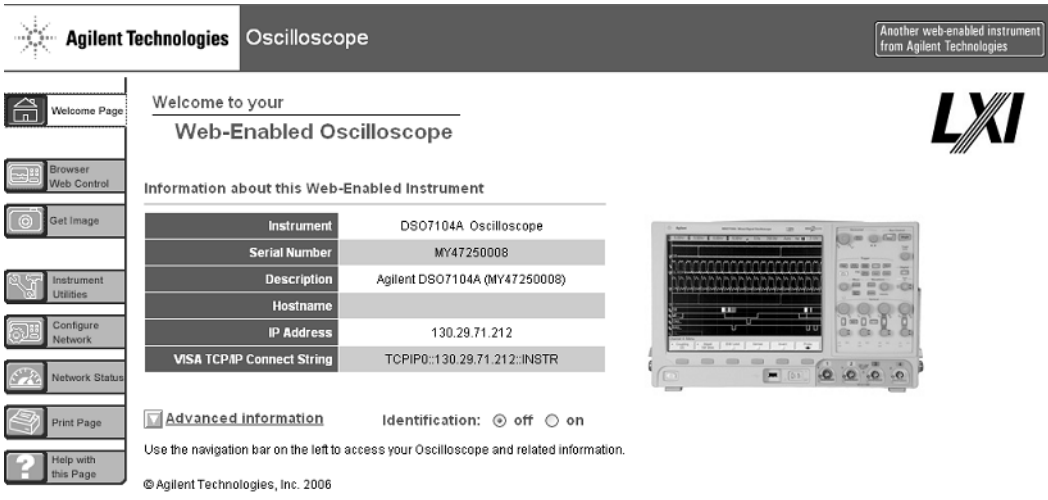
使用 **Web** 浏览器控制示波器

使用内建的 **Web** 服务器可以通过支持 **Java** 的 **Web** 浏览器进行通信和控制。可以远程设置测量、监视波形、捕获屏幕图像和操作示波器。此外，还可以在 **LAN** 上发送 **SCPI**（可编程仪器标准命令）命令。

建议使用 **Microsoft Internet Explorer 6** 作为示波器通信和控制的 **Web** 浏览器。其他 **Web** 浏览器可能也能工作，但无法保证其与示波器能配合良好。**Web** 浏览器必须支持 **Java**，并带有 **Sun Microsystems Java Plug-in**。

使用 Web 浏览器操控示波器

- 1 将示波器连接到 LAN（请参见第 31 页），或建立点对点连接（请参见第 33 页）。可以使用点对点连接（请参见第 33 页），但使用 LAN 是首选方法。
- 2 在 Web 浏览器中键入示波器的主机名或 IP 地址。
- 3 显示示波器的网页时，选择 **Browser Web Control**，然后选择 **Remote Front Panel**。几秒钟后将显示远程前面板。



注意

如果 PC 上没有安装 Java，则将提示您安装 Sun Microsystems Java Plug-in。必须在控制 PC 上安装此插件才能进行远程前面板操作。

- 4 使用 Main Menu 和 Function 键控制示波器。要查看 Quick Help，请右键单击某个软键。

设置密码

任何时候将示波器连接到 LAN，设置密码都是一个良好的实践策略。密码可防止有人通过 Web 浏览器远程访问示波器以及修改参数。远程用户仍可查看 Welcome 屏幕，查看网络状态等，但如果如果没有密码，他们将无法操控仪器或更改仪器的设置。

要设置密码：

- 1 从仪器的 Welcome 页面选择 Configure Network 选项卡。

Agilent Technologies Oscilloscope

Welcome Page

Browser Web Control

Get Image

Instrument Utilities

Configure Network

Network Status

Print Page

Help with this Page

Current Network Configuration

Modify Configuration

Parameter	Currently in use
Configuration mode	DHCP
Dynamic DNS	OFF
NetBIOS	OFF
IP Address	192.168.0.4
Subnet Mask	255.255.255.0
Default Gateway	192.168.0.1
DHCP Server	192.168.0.1
DNS Server	130.29.64.128, 192.168.0.1, 205.171.3.65
Hostname	
Domain	
LAN KeepAlive Timeout	1800
Media Sense	ON
GPIB Control	ON
GPIB Address	7
USB Control	ON
LAN Control	OFF

步骤 1

步骤 2

2 选择 Modify Configuration 按钮。

Undo Changes Factory Defaults Apply Changes

Parameter	Configured Value	Edit Configuration
IP Settings may be configured using the following:		
DHCP	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
Automatic IP	OFF	<input checked="" type="radio"/> OFF <input type="radio"/> ON
Manual	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
IP Settings to use in manual mode:		
IP Address	130.29.65.165	<input type="text" value="130.29.65.165"/>
Subnet Mask	255.255.248.0	<input type="text" value="255.255.248.0"/>
Default Gateway	130.29.64.1	<input type="text" value="130.29.64.1"/>
Domain name and name service settings:		
DNS Server	130.29.64.128	<input type="text" value="130.29.64.128"/>
Hostname	DSO7104A	<input type="text" value="DSO7104A"/>
Domain	cos.agilent.com	<input type="text" value="cos.agilent.com"/>
Dynamic DNS	OFF	<input type="radio"/> OFF <input type="radio"/> ON
NetBIOS	OFF	<input checked="" type="radio"/> OFF <input type="radio"/> ON
Other settings:		
KeepAlive Timeout (sec)	1800	<input type="text" value="1800"/>
Description	Agilent DSO7104A (MY47250008)	<input type="text" value="Agilent DSO7104A (MY47250008)"/>
Password		<input type="password"/>
GPIB Control	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
GPIB Address	7	<input type="text" value="7"/>
USB Control	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
LAN Control	OFF	<input checked="" type="radio"/> OFF <input type="radio"/> ON

步骤 3

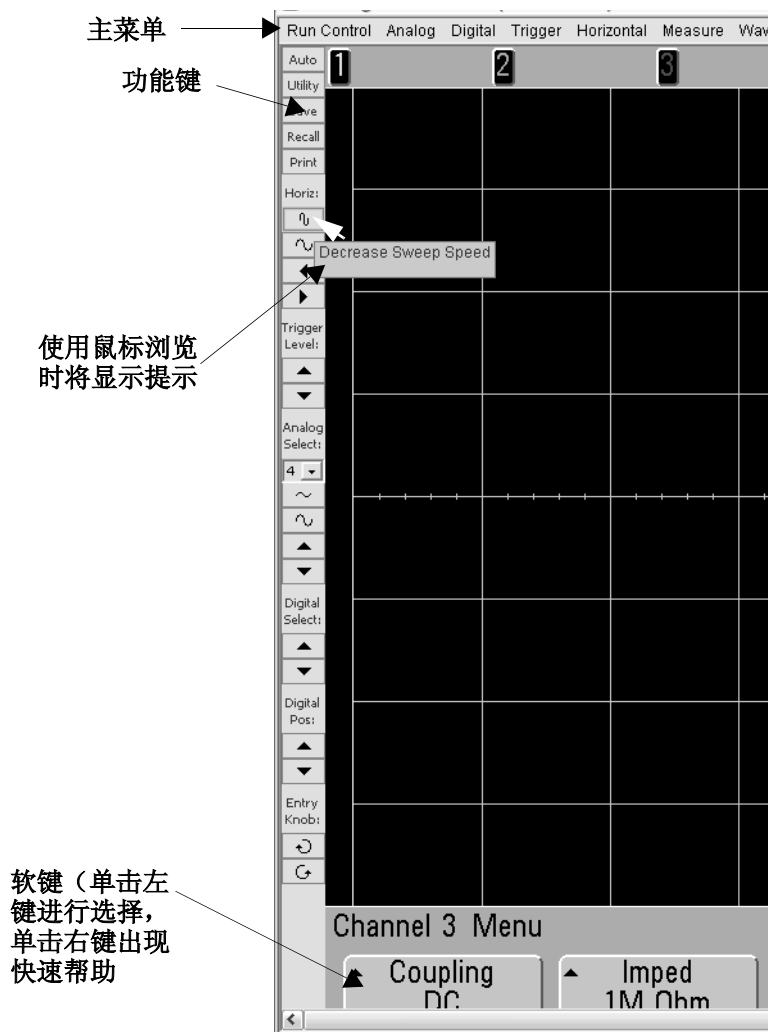
3 输入所需的密码，然后单击 Apply Changes。

访问密码保护的示波器时，用户名便是示波器的 IP 地址。

重置密码

重置密码有两种方法：

- 使用示波器前面板上的键，按 **Utility→I/O→LAN Reset**
或
- 使用 Web 浏览器选择 **Configure Network** 选项卡，选择 **Modify Configuration**，清除密码，然后选择 **Apply Changes**。




滚动和监视器分辨率

在远程计算机上使用 1024 x 768 或更低的分辨率时，需要滚动才能访问完整的远程前面板。要显示不带滚动条的远程前面板，请在计算机显示器上使用 1024 x 768 以上的监视器分辨率。

识别功能

在示波器的 Welcome 页面上选择 **Identification on** 单选按钮。将会显示 “Identify” 消息；您可以选择 **Identification off** 或按示波器上的 **OK** 软键继续操作。尝试在设备机架上查找特定仪器时，此功能很有用。

 **Agilent Technologies**

Oscilloscope

Another web-enabled instrument from Agilent Technologies

Welcome Page

Browser Web Control

Get Image

Instrument Utilities

Configure Network

Network Status

Print Page

Help with this Page

Welcome to your

Web-Enabled Oscilloscope

Information about this Web-Enabled Instrument

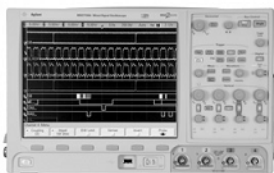

Instrument	DSO7104A Oscilloscope
Serial Number	MY47250008
Description	Agilent DSO7104A (MY47250008)
Hostname	
IP Address	130.29.71.212
VISA TCP/IP Connect String	TCP/IP0::130.29.71.212::INSTR

Advanced Information

Identification: ☐ off ☒ on

Use the navigation bar on the left to access your Oscilloscope and related information.

© Agilent Technologies, Inc. 2006



Identification 选项

7000 系列示波器用户指南

39

从 Web 浏览器中打印示波器的显示屏

要从 Web 浏览器中打印示波器的显示屏：

- 1 按照本章介绍的方法建立到示波器的连接并转至示波器的 Welcome 页面。
- 2 从 Welcome 屏幕的左侧选择 **Get Image** 选项卡。几秒的延迟之后，将会显示示波器的屏幕图像。
- 3 右键单击该图像并选择 “**Save Picture As...**”。
- 4 为该图像文件选择一个存储位置并单击 **Save**。

有关连接示波器到 LAN 的详细信息，请参见《Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Connectivity Guide》。有关 Connectivity Guide 的可打印电子副本，请将 Web 浏览器指向 www.agilent.com 并搜索 “Connectivity Guide”。

连接示波器探头

示波器的模拟输入阻抗可以设置为 $50\ \Omega$ 或 $1\ \text{M}\Omega$ 。与 $50\ \Omega$ 模式匹配的是 $50\ \Omega$ 电缆和一些通常用于高频测量的有源探头。这种阻抗匹配使您能够进行最为精确的测量，因为它将沿信号路径的反射最小化。许多无源探头常常需要使用 $1\ \text{M}\Omega$ 阻抗。

- 1 将提供的示波器探头连接到示波器前面板上的示波器通道 BNC 连接器。
- 2 将探头端部上可伸缩的尖钩连接到需要关注的电路点。请确保将探头接地导线连接至电路的接地点。

小心



注意：示波器的输入限制

在 $50\ \Omega$ 模式下，BNC 不要超过 $5\ \text{V}_{\text{rms}}$ 。如果检测到大于 $5\ \text{V}_{\text{rms}}$ ，则在 $50\ \Omega$ 模式下启用输入保护，并将断开 $50\ \Omega$ 负载。即使如此输入仍可能受损，具体情形取决于信号的时间常数。当示波器通电后， $50\ \Omega$ 输入保护模式才能起作用。

小心



探头接地导线连接至示波器机架和电源线中的接地导线。如果需要在两个活动点之间进行测量，请使用差分探头。阻断接地连接而让示波器机架处于“悬浮”状态可能导致测量结果不准确并导致设备受损。

警告



请勿取消接地连接对示波器的保护措施。示波器必须通过其电源线保持接地。阻断接地会产生电击危险。

小心

模拟输入的最大输入电压：

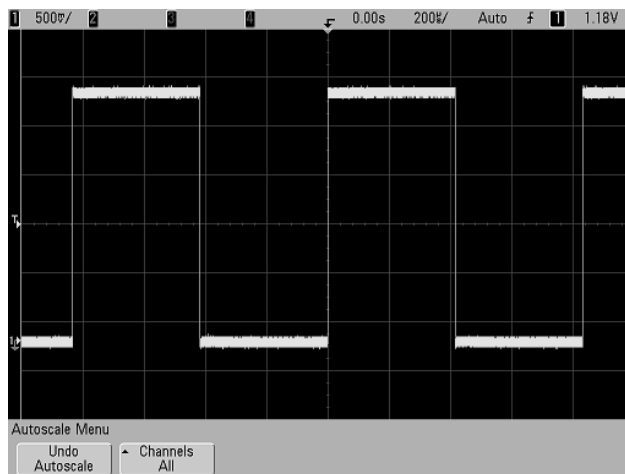
I 类 300 Vrms， 400 Vpk；瞬间过电压 1.6 kVpk

CAT II 100 Vrms， 400 Vpk

具有 10073C 或 10074C 10:1 探头：I 类 500 Vpk， II 类 400 Vpk

检验基本示波器操作

- 1 按前面板上的 **Save/Recall** 键，然后按 **Default Setup** 软键。（软键位于前面板上显示屏的正下方。）示波器被配置为默认设置。
- 2 将示波器探头从通道 1 连接到前面板上的 **Probe Comp** 信号端子。
- 3 将探头的接地导线连接到 **Probe Comp** 端子旁边的接地端子。
- 4 按 **Autoscale**。
- 5 示波器的显示屏上应该显示类似于此的波形：



如果您看到波形，但方波形状不正确，与上面所示有所不同，请执行步骤第 43 页上的“补偿示波器探头”。

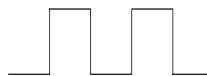
如果未看到波形，请确保电源符合要求、示波器加电正确、探头已牢固连接到前面板示波器通道输入 BNC 和 Probe Comp 端子上。

补偿示波器探头

您应该补偿示波器探头，使其特性与示波器的通道匹配。一个补偿有欠缺的探头可能导致测量错误。

- 1 执行步骤第 42 页上的“检验基本示波器操作”。
- 2 使用非金属工具调节探头上的微调电容器以获得尽可能平坦的脉冲。微调电容器位于探头 BNC 连接器上。

最佳补偿



过度补偿



补偿不足



- 3 将探头连接到所有其他示波器通道（2 通道示波器的通道 2 或 4 通道示波器的通道 2、3 和 4）。对每个通道重复执行此程序。这将使每个探头与每个通道相匹配。

补偿探头的过程可作为一种基本测试，检验该示波器工作是否正常。

校准探头

示波器可以将它的模拟示波器通道精确地校准至某些主动式探头，例如 **InfiniiMax** 探头。其他探头，如 **10073C** 和 **1165A** 无源探头，不需要校正。当连接的探头不需要校准时，**Calibrate Probe**（校准探头）软键显示为灰色（以暗淡的文字显示）。

当您连接可以校准的探头时（例如 **InfiniiMax** 探头），通道菜单中的 **Calibrate Probe** 软键将变为可用的。将探头连接至 **Probe Comp** 端子，探头接地连接至 **Probe Comp** 接地端子。按 **Calibrate Probe** 软键并按照显示屏上的说明操作。

注意

校准差分探头时，将正导线连接到 **Probe Comp** 端子，将负导线连接到 **Probe Comp** 接地端子。此外可能还需要将弹簧夹连接到接地接线片上，以使差分探头横跨 **Probe Comp** 测试点和接地处。良好的接地连接可确保得到最准确的探头校准。

支持的无源探头

以下无源探头可以和 **7000** 系列示波器配合使用。可以使用无源探头的任何组合。

表 7 无源探头

无源探头	支持的数量
1,165A	4
10070C	4
10073C	4
10074C	4
10,076A	4

支持的有源探头

自身没有外部电源的有源探头需要来自 **AutoProbe** 接口的实际电源。“支持的数量”表示可以连接到示波器的每种类型有源探头的最大数量。如果从 **AutoProbe** 接口获取的电流过大，将显示一条错误消息，指示必须暂时断开所有探头的连接，以重置 **AutoProbe** 接口。

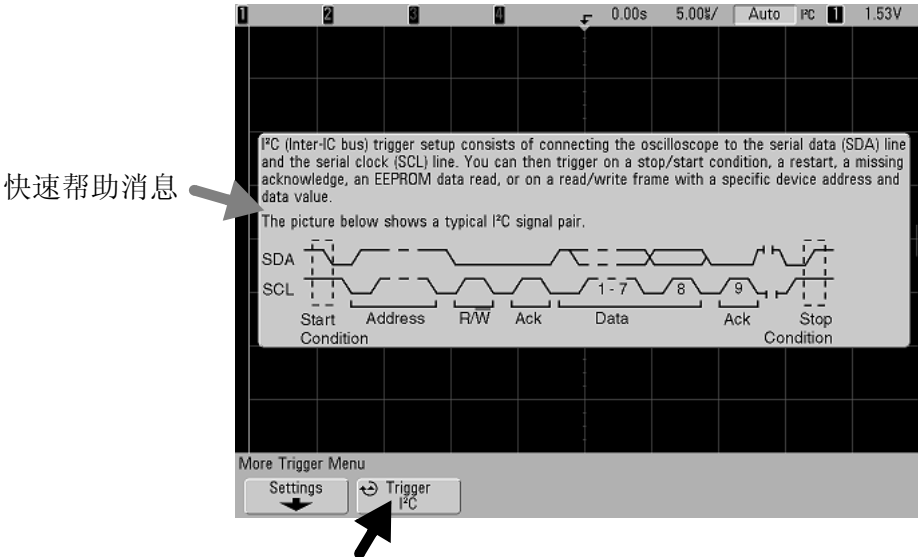
表 8 有源探头

有源探头	支持的数量
1,130A	2
1,131A	2
1,132A	2
1,134A	2
1,141A，含 1142A 电源	4
1,144A，含 1142A 电源	4
1145A，含 1142A 电源	2
1,147A	2
1,156A	4
1,157A	4
1158A	4
N2772A，含 N2773A 电源	4
N2774A，含 N2775A 电源	4

使用快速帮助

查看快速帮助

1 按住要查看其帮助的键或软键。



按住前面板键或软键
(或在使用 Web 浏览器控制时右键单击软键)

在屏幕上保留帮助消息

可以将快速帮助设置为在松按键（此为默认模式）时关闭，或保留在屏幕上，直到按另一个键或转动旋钮为止。要选择此模式，请按 **Utility** 键，然后按 **Language** 软键，继而按 **Help Close on Release/Remain on Screen** 软键 (**Utility**→**Language**→**Help**)。

快速帮助语言

在本手册发布之时，**Quick Help** 有英语、简体中文、繁体中文、日语、德语、法语、意大利语、朝鲜语、葡萄牙语、俄语和西班牙语等版本。

选择示波器中的快速帮助语言：

- 1 按 **Utility** 键，然后按 **Language** 软键。
- 2 重复按和释放 **Language** 软键，直到选中所需的语言。

当有 **Quick Help**（快速帮助）更新可用时，您可以下载更新的 **Quick Help**（快速帮助）语言文件并将它装入示波器。

要下载 7000 系列示波器 **Quick Help** 语言支持文件：

- 1 将 Web 浏览器指向 www.agilent.com/find/mso7000。
- 2 在生成的页面上，选择 **Technical support**，然后选择 **Drivers & Software**。



2 前面板控件

示波器的前面板控件	50
前面板操作	63



示波器的前面板控件

本章介绍前面板控件。一般而言，设置前面板控件后就可以进行测量。

按前面板上的键将在显示屏上出现软键菜单，使用这些菜单即可访问示波器功能。许多软键使用 **Entry** 旋钮  来选择值。

为便于单手操作，**Entry** 旋钮既可推压又可旋转。旋转旋钮以滚动浏览可选择的项，然后推压旋钮实现选择。

六个软键位于显示屏下方。要了解软键菜单和本指南中使用的符号，请参见第 51 页上的“惯例”。

数字通道控件用于选择和重新定位数字通道波形以及显示 MSO7000 系列示波器的数字通道菜单。

注意

设置示波器最简单的方法是将其连接到要关注的信号，并按 **AutoScale** 键。

惯例











在本书中，前面板键和软键使用变化的字体标识。例如，**Cursors** 键在前面板的 **Measure** 部分中。**Acq Mode** 软键是显示 **Acquire** 菜单时最左边的软键。

在本手册中，按下一系列键的命令以简短的方式表达。按下 **Utility**（实用程序）键，再按下 **I/O** 软键，然后按下 **Show I/O Config**（显示 I/O 配置）软键简写如下：

按下 **Utility**（实用程序）→**I/O**→**Show I/O Config**（显示 I/O 配置）。

软键菜单中的图形符号

下列图形符号显示在示波器的软键菜单中。软键菜单出现在显示屏的底部，就在六个软键上方。

-  旋转 **Entry** 旋钮调节参数。**Entry** 旋钮位于前面板上。旋钮下面的  符号在该控件为活动时变亮。
-  旋转 **Entry** 旋钮可以选择一项。推压 **Entry** 旋钮或按下该软键可以激活该项或关闭弹出菜单。
-  按下该软键可以显示弹出菜单。按下该软键或旋转并推压 **Entry** 旋钮可以启用某项。
-  选项已选中，但暂未启用。
-  选项已选中且已启用。
-  功能已打开。再次按软键将关闭功能。
-  功能已关闭。再次按软键将打开功能。
-  按软键查看菜单。
-  按软键返回到前一个菜单。

4 通道 7,000A 系列示波器前面板

下图显示 7,000A 系列 4 通道示波器的前面板。2 通道示波器的控件与此很类似。有关显示 2 通道示波器差异的图表，请参见第 58 页。

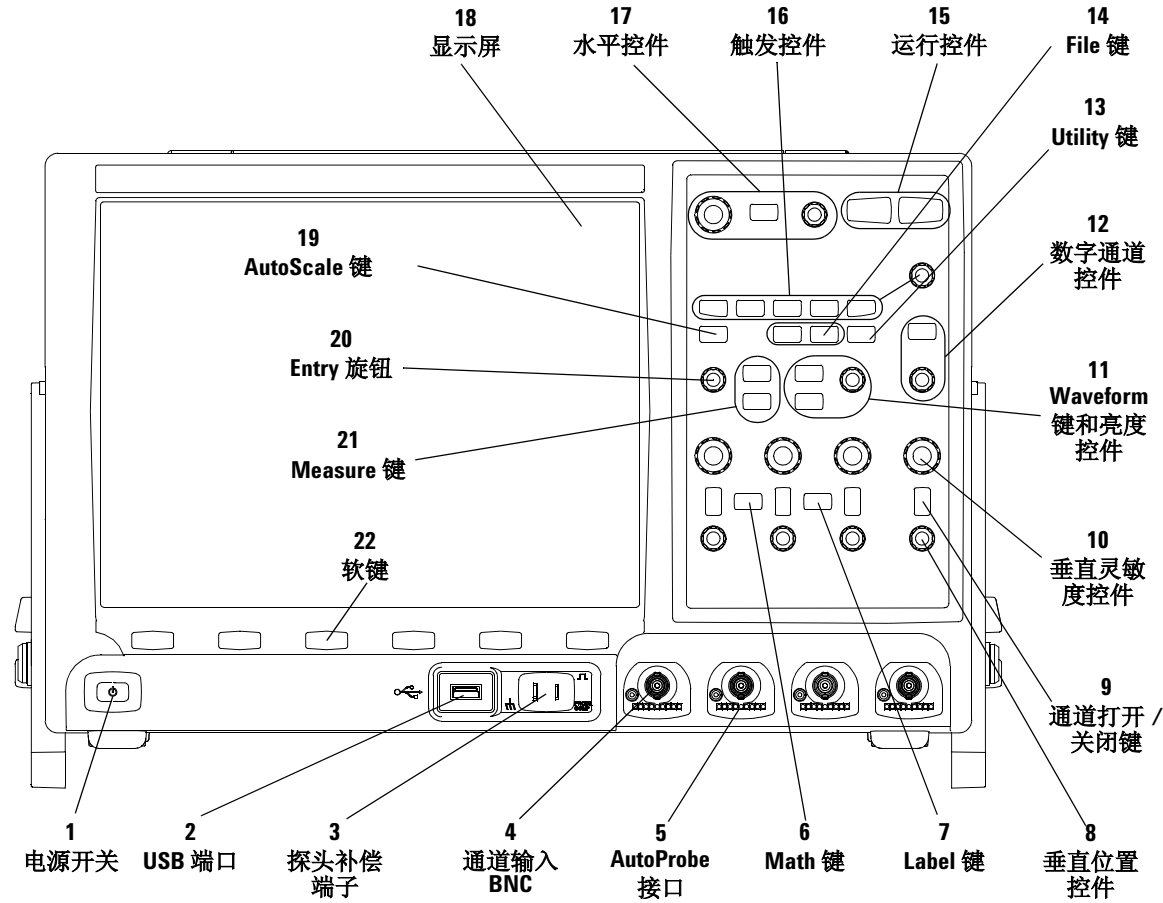


图 2 7,000A 系列 4 通道示波器前面板

前面板控件

1. 电源开关 按一次打开电源；再按一次关闭电源。请参见第 28 页。

2. USB 主机端口 此端口用于将 USB 存储设备或打印机连接到示波器。

连接支持 USB 接口的大容量存储设备（闪存、硬盘等）以保存或调用示波器设置文件或波形。

要进行打印，请连接支持 USB 接口的打印机。有关打印的详细信息，请参见第 292 页上的“打印示波器的显示屏”。

如果可以更新，也可使用该 USB 端口更新示波器的系统软件。

将 USB 大容量存储设备从示波器取出之前无须采取特殊的预防措施（不需要将其“弹出”）。文件操作完成时只要从示波器拔出 USB 大容量存储设备即可。

有关保存到 USB 设备的更多信息，请参见第 296 页上的“保存示波器数据”。

小心

只能将 USB 设备连接到 USB 主机端口。请勿尝试将主机连接到此端口来控制示波器。如果要连接主机，请使用后面板上的 USB 设备端口（有关详细信息，请参见《7000 Series Oscilloscopes Programmer's Quick Start Guide》）。

3. 探头补偿端子 使用这些端子的信号使每个探头的特性与其所连接的示波器通道相匹配。请参见第 43 页。

4. 通道输入 BNC 连接器 将示波器探头或 BNC 电缆连接到 BNC 连接器。这是通道的输入连接器。

5. AutoProbe 接口 将探头连接到示波器时，AutoProbe Interface 尝试确定探头的类型并在 Probe（探头）菜单中设置它的参数。请参见第 68 页。

6. Math 键 通过 Math 键可以使用 FFT（快速傅立叶变换）、乘法、减法、微分和积分函数。请参见第 197 页上的“数学函数”。

7. Label 键 按此键访问 Label 菜单，可以输入标签以识别示波器显示屏上的每个轨迹。请参见第 83 页。

8. 垂直位置控件 使用此旋钮更改通道在显示屏上的垂直位置。每个通道对应一个垂直位置控件。请参见第 70 页上的“使用模拟通道”。

9. 通道打开 / 关闭键 使用此键打开或关闭通道，或访问软键中的通道菜单。每个通道对应一个通道打开 / 关闭键。请参见第 70 页上的“使用模拟通道”。

10. 垂直灵敏度 每个通道都有一个标有 $\sim \downarrow$ 的旋钮。使用这些旋钮更改每个通道的垂直灵敏度（增益）。请参见第 70 页上的“使用模拟通道”。

11. 亮度控件 顺时针旋转可增加模拟波形亮度，逆时针旋转则降低亮度。您可以像操作模拟示波器那样通过改变亮度控件显示信号细节。数字通道波形亮度是不可调节的。有关使用亮度控件查看信号细节的详细信息位于第 247 页。

11. Waveform 键 使用 Acquire 键可以设置示波器以正常、峰值检测、平均或高分辨率模式进行采集（请参见第 249 页上的“采集模式”），还可打开或关闭实时采样（请参见第 253 页）。使用 Display 键可以访问能够选择无限余辉（请参见第 245 页）菜单、打开或关闭矢量（请参见第 246 页）或调节显示网格亮度（请参见第 246 页）。

12. 数字通道控件 这些控件可打开和关闭数字通道，用于在显示屏上重新定位时选择数字通道。

按下 **D15-D0** 键即可打开数字通道（**D15-D0** 键将会变亮）。**Digital Channel Control** 旋钮上方有两个指示器：**Select** 和 **Pos**（位置）。**Select** 变亮后，旋转旋钮以选择数字轨迹。选定的轨迹将由蓝色变为红色。推压 **Digital Channel Control** 旋钮，从 **Select** 切换为 **Pos**。再次旋转该旋钮以重新定位数字轨迹。

如果某个轨迹是针对现有的轨迹重新定位而成的，那么轨迹左边沿的指示器将从 D_{nn} 符号（此处 nn 是一个介于 0 到 15 之间的一位或两位数字通道编号）更改为 **D***。“*”表明两个通道互相重叠。

您可以旋转旋钮来选择重叠通道，然后按照对其他任何通道进行定位的方法，按下该旋钮对此通道进行定位。

有关数字通道的详细信息，请参见第 3 章的“查看和测量数字信号”（从第 99 页开始）。

13. Utility 键 按此键访问 **Utility** 菜单，可以配置示波器的 I/O 设置、使用文件资源管理器、设置首选项、访问服务菜单和选择其他选项。

14. 文件键（Save/Recall、Print） 按下 **Save/Recall** 键保存或调用波形或设置，或者访问默认设置功能，该功能可将许多设置恢复为出厂配置。利用 **Print** 键，可以打开打印配置菜单，从而打印所显示的波形。请参见第 296 页上的“保存示波器数据”和第 292 页上的“打印示波器的显示屏”。


15. 运行控件 按 Run/Stop 使示波器开始寻找触发。Run/Stop 键将点亮为绿色。如果触发模式设置为“Normal”，则直到找到触发才会更新显示屏。如果触发模式设置为“Auto”，则示波器寻找触发，如果未找到，它将自动触发，而显示屏将立即显示输入信号。在这种情况下，显示屏顶部的 **Auto** 指示符将更改为 **Auto?**，背景灯将闪烁，表示示波器正在强制触发。


再次按 Run/Stop 将停止采集数据。键将点亮为红色。现在您可以对采集的数据进行平移和放大。

按 Single 进行数据的单次采集。键将点亮为黄色，直到示波器触发为止。请参见第 64 页上的“开始和停止采集”。

16. 触发控件 这些控件确定示波器如何触发以捕获数据。请参见第 67 页上的“选择自动触发或正常触发模式”和第 4 章的“触发示波器”（从第 115 页开始）。

17. 水平控件


水平扫描速度控件 旋转 Horizontal 部分中标有  的旋钮，调节扫描速度。旋钮下方的符号表示该控件可以使用水平定标扩展或放大波形。水平扫描速度控件更改屏幕上每个水平格所代表的时间。有关详细信息，请参见第 75 页上的“设置水平时基”。

水平位置控件 旋转标有  的旋钮可以水平平移波形数据。可以查看在触发之前（顺时针转动旋钮）或触发之后（逆时针转动旋钮）捕获的波形。如果在示波器停止运行（不在“运行”模式下）时平移波形，则看到的将是最近一次采集之后的波形数据。请参见第 75 页上的“设置水平时基”。

Horizontal Menu/Zoom 键 按此键访问可将示波器显示屏分成 Main 和 Zoom 部分的菜单，在此还可以选择 XY 和 Roll 模式。也可以选择水平时间 / 格游标，并在此菜单上选择触发时间参考点。请参见第 75 页上的“设置水平时基”。

18. 显示屏 显示屏对每个通道使用不同的颜色来显示捕获的波形。有关显示模式的详细信息，请参见第 6 章的“显示数据”（从第 241 页开始）。使用 256 级亮度显示信号细节。有关查看信号细节的详细信息，请参见第 247 页上的“改变亮度以查看信号细节”。

19. AutoScale 键 按 AutoScale 键时，示波器将快速确定哪个通道有活动，并将打开这些通道且对其进行定标以显示输入信号。请参见第 289 页上的“自动定标如何工作”

20. Entry 旋钮 Entry 旋钮用于从菜单选择项或更改值。其功能根据所显示的菜单而异。请注意，只要 Entry 旋钮可用于选择值，旋钮上方的弯曲箭头符号  就会点亮。旋转和推压 Entry 旋钮，以便在软键上显示的选项中进行选择。有关 Entry 旋钮的更多信息，请参见第 51 页。

21. Measure 键 按 Cursors 键打开可以用于进行测量的游标。按 Quick Meas 键访问一组预定义测量。请参见第 5 章的“进行测量”（从第 191 页开始）。

22. 软键 这些键的功能根据键的正上方显示屏显示的菜单而异。

2 通道 7,000A 系列示波器前面板（仅显示区别）

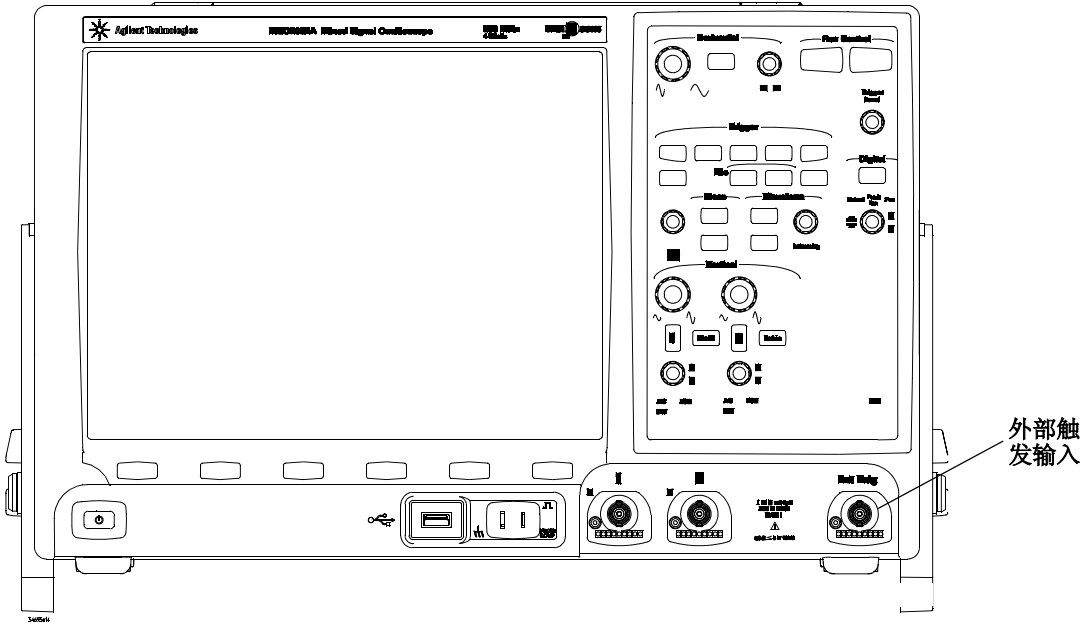
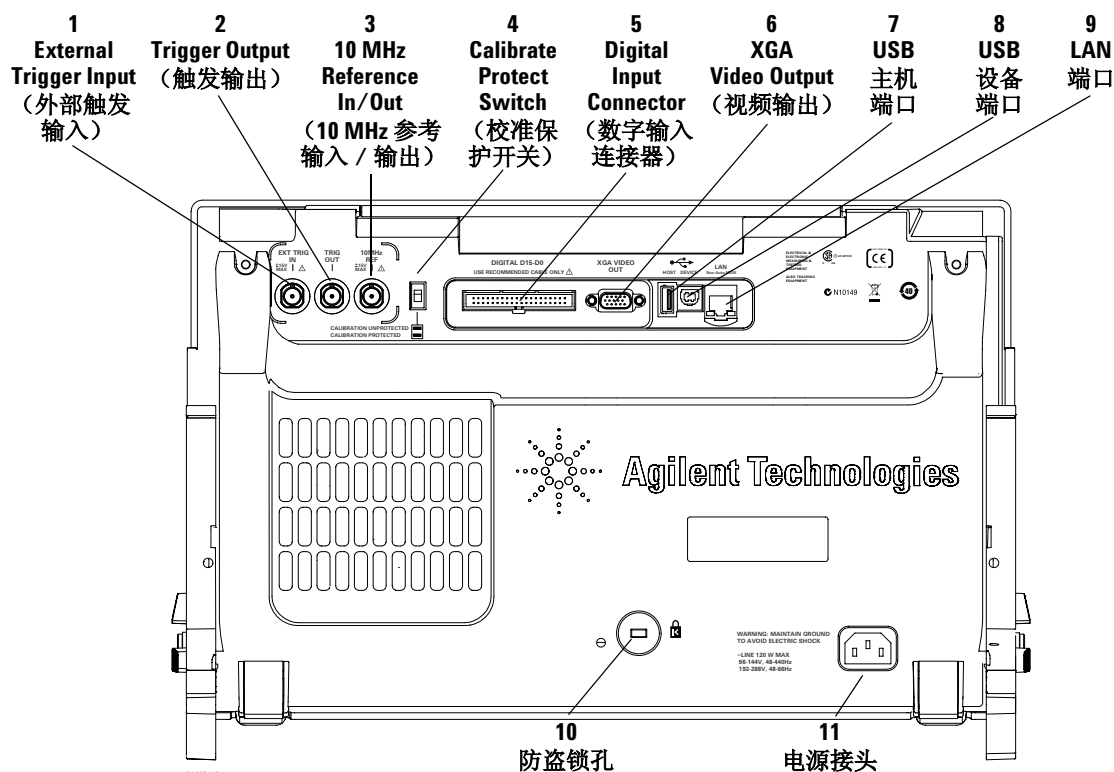


图 3 7,000A 系列 2 通道示波器前面板

4 通道示波器和 2 通道示波器的前面板之间的区别是：

- 2 通道示波器具有两组通道控件
- 2 通道示波器的外部触发输入在前面板（而不是后面板）上。某些触发功能不同。请参见第 124 页上的“外部触发输入”。

4 通道 7000A 系列示波器的后面板



1. 外部触发输入 有关该功能的详细说明，请参见第 124 页上的“外部触发输入”。

2. 触发输出 请参见第 189 页上的“触发输出连接器”。

3. 10 MHz 参考连接器 请参见第 312 页上的“使用 10 MHz 参考时钟”。

4. 校准保护开关 请参见第 92 页上的“用户校准”。

5. 数字输入连接器 将数字探头电缆连接到此连接器（仅限于 MSO 型号）。

6. XGA 视频输出 此视频输出始终处于活动状态。可将外部显示器连接到此连接器。

7. USB 主机端口 此端口的功能与前面板上的 USB 主机端口完全相同。有关详细说明，请参见第 53 页。

8. USB 设备端口 此端口用于将示波器连接到主机 PC。您可以通过 USB 设备端口从主机 PC 发出远程命令。请参见第 30 页上的“远程接口”。

9. LAN 端口 可以使用 LAN 端口与示波器进行通信并使用“远程前面板”功能。请参见第 30 页上的“远程接口”和第 34 页上的“使用 Web 浏览器控制示波器”。

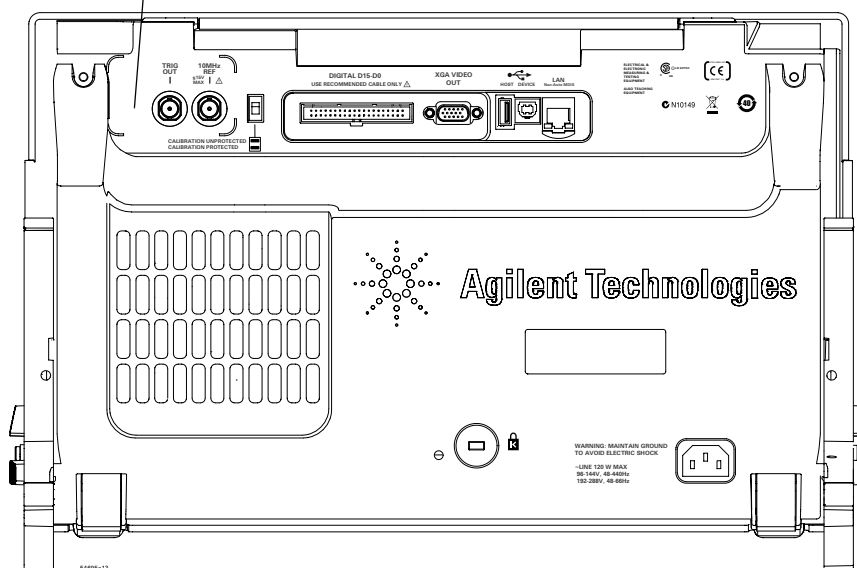
10. 防盗锁孔 可在防盗锁孔安装防盗锁，以保护仪器的安全。

11. 电源接头 此处连接电源线。有关可用电源线的列表，请参见第 29 页上的“电源线”。

2 通道 7000A 系列示波器的后面板

2 通道型号的后面板与第 59 页中所示 4 通道型号的后面板基本相同，只是 2 通道型号上，外部触发输入位于前面板上（而不是后面板上）。

外部触发输入移至前面板



解释显示屏

示波器显示屏包含所采集的波形、设置信息、测量结果以及用于设置参数的软键。

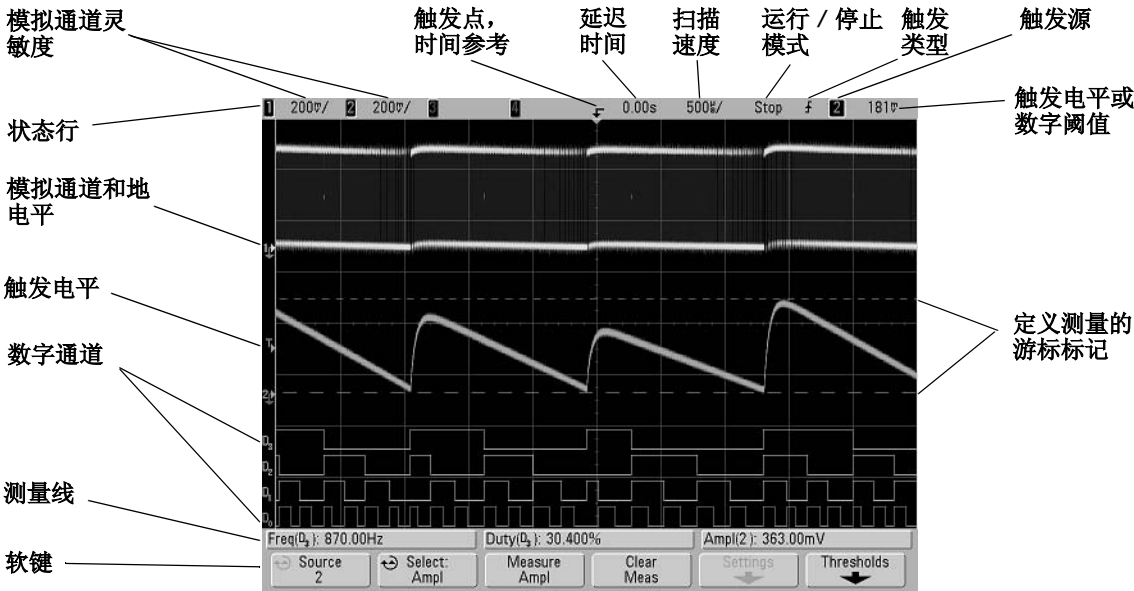


图 4 解释显示屏

状态行 显示屏的最上一行包括垂直、水平和触发设置信息。

显示区域 显示区域包括波形采集、通道标识符、模拟触发和地电平指示器。每个模拟通道的信息均以不同的颜色显示。

测量线 此线一般包含自动测量和游标结果，但也可以显示高级触发设置数据和菜单信息。

软键 使用软键可以为所选的模式或菜单设置其他参数。

前面板操作

此部分简要概括前面板控件的操作。详细的示波器操作说明在后面的章节中提供。

数字通道

由于所有 7000 系列示波器都有模拟通道，本手册中的模拟通道主题适用于所有仪器。讨论数字通道的主题信息仅适用于混合信号示波器 (MSO) 型号或已更新到 MSO 的 DSO 型号。


调节波形亮度

亮度控件位于前面板的中部标有 “Waveform” 的部分。

- 要降低波形亮度，逆时针旋转 **Intensity**（亮度）控件。
- 要增加波形亮度，顺时针旋转 **Intensity**（亮度）控件。

亮度控件不会影响数字通道亮度。数字通道亮度是固定的。

调节显示网格亮度

- 1 按 **Display** 键。
- 2 转动 **Entry** 旋钮  更改所显示网格的亮度。亮度级显示在 **Grid** 软键中，可在 0 至 100% 之间调节。

网格中每个主要垂直格对应于显示屏顶部状态行中显示的垂直灵敏度。

网格中每个主要水平格对应于显示屏顶部状态行中显示的扫描速度时间。

注意

要改变模拟波形亮度，请旋转前面板左下角的 **Intensity** 旋钮。数字波形亮度是不可调整的。

开始和停止采集

- 按 **Run/Stop** 键时，此键点亮为绿色，而示波器处于连续运行模式。

示波器检测每个探头上的输入电压，在触发条件满足时更新显示屏。触发处理和屏更新率会根据示波器设置进行优化。示波器显示同一信号的多次采集，其方式与模拟示波器显示波形的方式相似。

- 再次按 **Run/Stop** 键时，此键点亮为红色，而示波器停止。

显示屏顶端状态行中的触发模式位置显示“**Stop**”。可通过旋转水平和垂直控件旋钮平移和缩放储存的波形。

如果在示波器运行时按 **Run/Stop** 键，则此键将不停闪烁，直到当前采集完成为止。如果采集立刻完成，**Run/Stop** 键将不闪烁。

在较慢扫描速度下，您可能不想等到采集完成。只需再次按 **Run/Stop**。采集将立即停止，屏幕上将显示部分波形。

可以使用无限余辉显示多个采集的结果。请参见第 245 页上的“无限余辉”。

存储器深度 / 记录长度**运行 / 停止与单次**

示波器运行时，触发处理和更新率根据存储器深度进行优化。

单次

单次采集始终使用最大可用存储（至少是“运行”模式中所捕获采集的两倍存储），因此示波器至少存储采样的两倍。在较慢扫描速度下，由于可用存储器增加，使用“单次”捕获采集时示波器将以更高的采样率运行。要以尽可能最长的记录长度采集数据，请按 **Single** 键。

运行

在运行时，与采用单次采集相比，存储将减半。这使得采集系统可在处理先前的采集时采集记录，显著提高了示波器每秒可处理的波形数。运行时，波形绘制速率越快，输入信号的显示效果也就越好。

进行单次采集

按 **Single** 键时，此键将点亮为黄色，且示波器启动采集系统，搜索触发条件。满足触发条件时，即显示捕获的波形，**Single** 键变暗，而 **Run/Stop** 键点亮为红色。

- 使用 **Single** 键可查看单步事件，而不会被以后的波形数据覆盖显示。

当您需要最大采样率和最大存储器深度以平移和缩放和最大存储器深度以平移和缩放时，可使用“单次”。（请参见第 66 页上的“平移和缩放”）

- 1 将触发模式设置为“正常”（请参见第 119 页上的“触发模式：Normal 和 Auto”的说明）。

这将防止示波器立即自动触发。

- 2 如果要触发模拟通道事件，可将 **Trigger Level** 旋钮转至波形将通过的触发阈值。

3 要开始单次采集，请按 **Single** 键。

当按 **Single** 时，将清除显示屏中的内容，接通触发电路，**Single** 键点亮为黄色，示波器在显示波形之前会一直等待触发条件的发生。

当示波器触发时，将显示单次采集且示波器停止（**Run/Stop** 键呈红色亮起）。

4 要采集另一个波形，请再次按 **Single**。

Auto Single

如果按下 **Single** 之后在预定义时间（大约 40 ms）内未发现触发，自动触发将为您产生一个触发。如果想要进行单次采集而对触发采集不感兴趣（例如探测直流电平），将触发模式设置为“自动”（请参见第 119 页）并按 **Single** 键。如果发生触发条件，则将使用此条件；如果触发没有发生，将进行无触发采集。

平移和缩放

即使采集系统停止，也可以平移和缩放波形。

- 1 按 **Run/Stop** 键停止采集（或按 **Single** 键，允许示波器采集波形，然后停止）。当示波器停止时，**Run/Stop** 键呈红色亮起。
- 2 将水平扫描速度旋钮转至水平缩放，将“伏/格”旋钮转至垂直缩放。

显示屏顶端的 ▽ 符号表示放大 / 缩小参考的时间参考点。

- 3 旋转水平位置旋钮 (◀▶) 可实现水平平移，旋转通道的垂直位置旋钮 (◆) 可实现垂直平移。

已停止的显示画面可能包含几个具有有用信息的触发，但只有最后的触发采集可进行平移和缩放。

有关“平移”和“缩放”的详细信息，请参见第 242 页。

选择自动触发或正常触发模式

在“自动”触发模式中，按下 **Run**（运行）时示波器会自动触发并捕获波形。

如果在示波器处于“正常”触发模式时按下 **Run**（运行），则完成采集之前必须要检测到触发。

在很多情况下，检查信号电平或活动并不需要触发的显示。对于这些应用，使用“自动”触发模式（这是默认设置）。如果仅需要采集触发设置指定的特定事件，可使用“正常”触发模式。

可以通过按 **Mode/Coupling** 键，然后按 **Mode** 软键来选择触发模式。有关自动触发模式和正常触发模式的详细讨论，请参见第 119 页上的“触发模式：Normal 和 Auto”。

使用自动定标

要快速配置示波器，请按 **AutoScale** 键以显示活动的连接信号。

要撤销自动定标的效果，请在按任何其他键之前按 **Undo AutoScale** 软键。如果无意中按了 **AutoScale** 键，或因不喜欢 Autoscale 所选的设置而要返回到之前的设置时，此键很有用。

要使示波器保持在所选采集模式中，请按 **AutoScale Acq Mode** 软键，并选择 **Preserve Acquisition Mode**。否则，只要按 **AutoScale** 键，采集模式就都将默认设置为 **Normal**。

2 前面板控件

示例

将通道 1 和 2 的示波器探头连接到仪器前面板上的 Probe Comp 输出。确保将探头接地导线连接到 Probe Comp 输出旁边的接地接线片。通过按 **Save/Recall** 键，然后按 **Default Setup** 软键，将仪器设置为出厂默认配置。然后按 **AutoScale** 键。所显示的内容应该类似于下面所示。

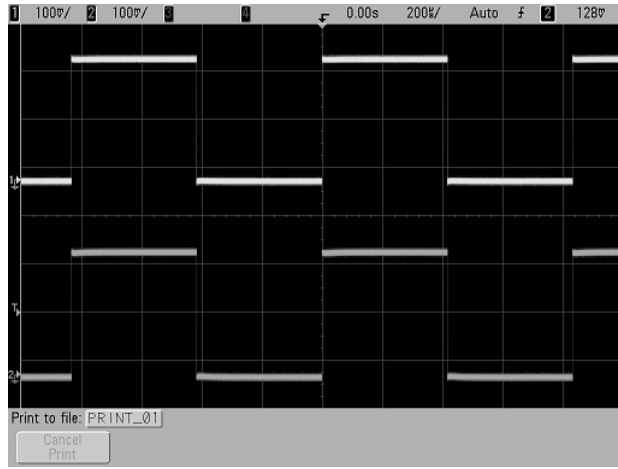


图 5 示波器通道 1 和 2 的自动定标

有关 **AutoScale**（自动定标）如何工作的说明，请参见第 289 页上的“自动定标如何工作”。

设置探头衰减系数

无源探头

所有 7000 系列示波器均可识别无源探头，如 10073C、10074C 和 1165A。这些探头在其连接器上有一个针脚，连接到示波器的 BNC 连接器周围的环上。因此，示波器将自动为已识别的 Agilent 无源探头设置衰减系数。

示波器无法识别没有针脚连接到 BNC 连接器周围的环的有源探头，而必须手动设置探头衰减系数。另请参见第 44 页上的“支持的无源探头”。

有源探头

所有 7000 系列示波器都有 AutoProbe 接口。大多数 Agilent 有源探头都与 AutoProbe 接口兼容。AutoProbe 接口使用通道的 BNC 连接器正下方的一系列触点在示波器和探头之间传输信息。将兼容的探头连接到示波器时，AutoProbe 接口确定探头的类型，并相应地设置示波器的参数（单位、偏移、衰减、耦合和阻抗）。另请参见第 45 页上的“支持的有源探头”。

手动设置探头衰减系数

如果示波器无法自动识别所连接的探头，可以按以下方式设置衰减系数：

- 1 按通道键
- 2 按 **Probe** 软键
- 3 转动 Entry 旋钮  以设置所连接的探头的衰减系数。

衰减系数可用 1-2-5 顺序在 0.1:1 至 1000:1 之间设定。要确保测量结果的准确性，必须正确地设置探头衰减系数。

如果选择 **Amps**（安培）作为单位并且选择手动设定衰减系数，则该单位与衰减系数将显示在 **Probe** 软键的上方。

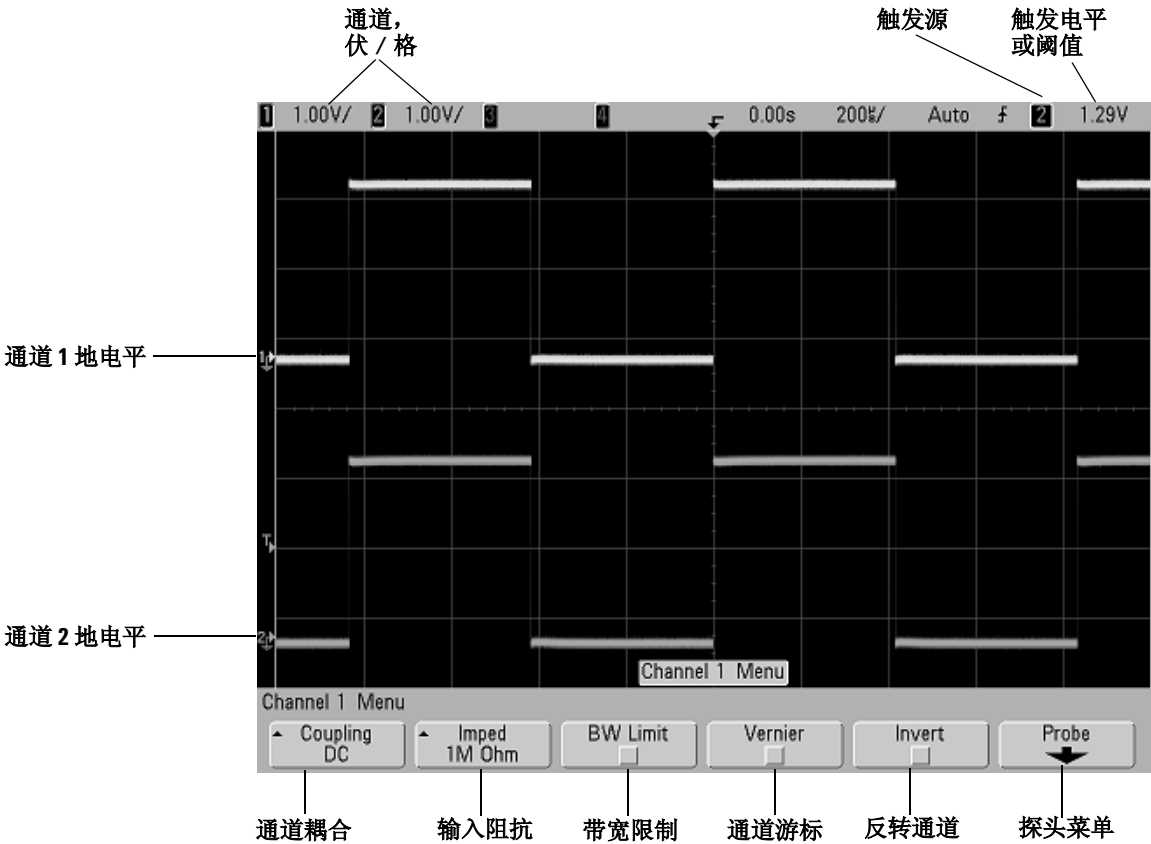
单位和衰减系数



使用模拟通道

将通道 1 和 2 的示波器探头连接到仪器前面板上的 Probe Comp 输出。

按示波器前面板 Analog 区中的 1 键显示 Channel 1 菜单。



按下模拟通道键显示通道的菜单并打开或关闭通道的显示。当此键变亮时，显示通道。

关闭通道


在关闭通道之前必须查看通道菜单。例如，如果通道 1 和通道 2 打开，且正在显示通道 2 的菜单，则要关闭通道 1，请按 **1** 显示通道 1 菜单，然后再次按 **1** 关闭通道 1。


垂直灵敏度 转动通道键上面标有 \sim 的大旋钮可设置通道的灵敏度（伏 / 格）。垂直灵敏度旋钮以 1-2-5 步进顺序更改模拟通道灵敏度（在连接有 1:1 探头的情况下）。模拟通道 Volts/Div 值显示在状态行中。

游标 按 **Vernier** 软键为所选通道打开游标。选择 **Vernier** 时，能以较小的增量更改通道的垂直灵敏度。当打开 **Vernier** 时，通道灵敏度保持完全校准。该游标值显示在显示屏顶端的状态行上。

关闭 **Vernier** 时，旋转伏 / 格旋钮将以 1-2-5 的步进顺序更改通道灵敏度。

垂直扩展 当您转动伏 / 格旋钮时，扩展信号的默认模式为对于通道的地电平垂直扩展。要将扩展模式设置为相对屏幕的中心位置扩展，请在 **Utility**（实用程序）→**Options**（选项）→**Preferences**（首选项）→**Expand**（扩展）菜单中按下 **Expand**（扩展）并选择 **Center**（居中）。

地电平 每个显示的模拟通道信号的地电平由显示屏最左端的  图标标识。

垂直位置 转动小的垂直位置旋钮 (\blacklozenge) 以上下移动显示屏上的通道波形。在显示屏右上方瞬间显示的电压值，表示显示屏的垂直中心和地电平 () 图标之间的电压差。如果垂直扩展被设置为相对地扩展，它也表示显示屏的垂直中心的电压。

测量提示

如果通道是 **DC** 耦合，只需记下与接地符号的距离，即可快速测量信号的 **DC** 分量。

如果通道是 **AC** 耦合，则去除信号的 **DC** 分量，使您可以使用更大的灵敏度显示信号的 **AC** 分量。

4 按通道的开 / 关键，然后按 **Coupling** 软键以选择输入通道耦合。

耦合将通道的输入耦合更改为 **AC**（交流）或 **DC**（直流）。**AC** 耦合将一个 **3.5 Hz** 高通滤波器与输入波形串联，从波形中消除任何 **DC** 偏移电压。选择 **AC** 时，前面板上通道位置旋钮旁的“**AC**”变亮(◆)。

- **DC** 耦合可用于查看低至 **0 Hz** 且没有较大 **DC** 偏移的波形。
- **AC** 耦合可用于查看有较大 **DC** 偏移的波形。选择 **AC** 耦合时，您不能选择 **50 Ω** 模式。这是为了防止使示波器受损。

请注意，通道耦合与触发耦合无关。要更改触发耦合，请参见第 121 页。

5 按 **Imped**（阻抗）软键。

注意

当连接 **AutoProbe** 自感应探头或兼容的 **InfiniiMax** 探头时，示波器自动将自身配置为正确的阻抗。

通过按 **Imped** 软键，可以将模拟通道输入阻抗设置为 **1M Ohm** 或 **50 Ohm**。

- **50 Ohm** 模式可与高频测量时常用的 50 欧姆电缆以及 50 欧姆有源探头匹配。这种阻抗匹配使您能够进行最为精确的测量，因为它将沿信号路径的反射最小化。选择 **50 Ohm** 时，前面板上通道位置旋钮旁的“50Ω”变亮。如果选择了 AC 耦合，示波器会自动切换到 **1 M Ohm** 模式以防止可能的损害。
- **1M Ohm** 模式适用于许多无源探头，可进行通用测量。阻抗升高，可降低示波器对被测试电路的影响。

6 按 **BW Limit** 软键以打开带宽限制。

按 **BW Limit** 软键将打开或关闭所选通道的带宽限制。当打开带宽限制时，通道的最大带宽大约为 25 MHz。对于频率比这低的波形，打开带宽限制可从波形中消除不必要的高频噪声。带宽限制也会限制任何 **BW Limit**（带宽限制）已打开的通道的触发信号路径。

选择 **BW Limit** 时，前面板上通道位置旋钮旁的“BW”变亮 (◆)。

7 按 **Invert** 软键反转所选通道。

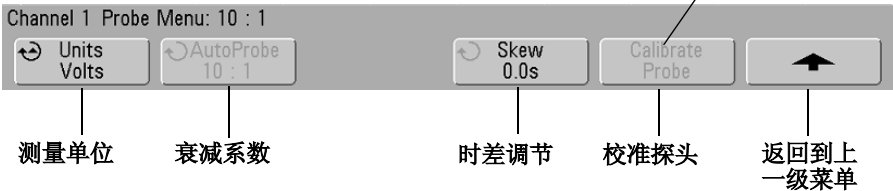
选择 **Invert** 时，所显示波形的电压值被反转。**Invert** 影响通道的显示方式，但是不影响触发。如果示波器设定为上升沿触发，通道反转后，它仍保持为相同沿触发（触发位于波形上相同点）。

反转通道也将更改 **Math** 菜单中所选的任何函数的结果或任何测量。

8 按 **Probe** 软键显示通道探头菜单。

使用此菜单可选择附加的探头参数，例如所连接探头的衰减系数和测量单位。

当该软键呈灰色状态时，探头校准功能将不可用也无需使用。



- **Probe Units** — 按 **Units** 软键，为所连接的探头选择正确的测量单位。为电压探头选择 **Volts**，为电流探头选择 **Amps**。通道灵敏度、触发电平、测量结果和数学函数将反映您所选择的测量单位。
- **探头衰减系数** — 请参见第 68 页上的“设置探头衰减系数”。
- **Skew** — 当测量 ns 范围内的时间间隔时，电缆长度的微小差别会影响测量结果。使用 **Skew** 消除任意两个通道间的电缆延迟误差。

使用两个探头探测相同点，然后按 **Skew** 并旋转 **Entry** 旋钮以输入通道之间的时差。可以将每个模拟通道以 10 ps 的增量调整 ± 100 ns，总差别为 200 ns。

当您按 **Save/Recall**→**Default Setup** 时，时差设置重置为零。

- **Calibrate Probe** — 请参见第 44 页上的“校准探头”。

设置水平时基

1 按前面板 Horizontal 部分中的 **Menu/Zoom** 键。

触发点

时间参考

延迟时间

扫描速度

触发源

触发电平或阈值

1 1.00V/ 2 1.00V/ 3 4 400% 200% Auto f 2 1.29V

目前采样率

Horizontal Menu

Sample Rate = 200MSa/s

Main

Zoom ✓

Roll

XY

Vernier

Time Ref Center

主扫描模式

缩放扫描模式

Roll 模式

XY 模式

时基游标

时间参考

使用 Main/Zoom 菜单可以选择水平模式（Main、Zoom、Roll 或 XY），并设置时基游标和时间参考。

当前的采样率显示在 Vernier 和 Time Ref 软键上方。

Main 模式

1 按 Main 软键以选择 Main 水平模式。

Main 水平模式是示波器的正常查看模式。当示波器停止时，您可以使用 Horizontal 旋钮平移和缩放波形。

2 转动 Horizontal 部分的大旋钮（时间 / 格）并注意它对状态行做出的改变。

当示波器运行于 Main 模式时，使用标有 $\wedge \vee$ 的 Horizontal 大旋钮更改扫描速度，使用标有 $\blacktriangleleft \blacktriangleright$ 的小旋钮设置延迟时间（水平位置）。示波器停止后，使用这些旋钮平移和缩放波形。扫描速度（秒 / 格）值显示在状态行中。

7000 系列示波器用户指南

75

3 按 **Vernier** 软键打开时基游标。

Vernier 软键让您可使用时间 / 格旋钮以较小的增量更改扫描速度。当 **Vernier** 打开时，扫描速度保持充分校准。该值显示在显示屏顶端的状态行上。

当 **Vernier** 关闭时，**Horizontal** 扫描速度旋钮以 1-2-5 步进顺序更改时基扫描速度。

4 请注意 **Time Ref**（时间参考）软键的设置。

时间参考是显示屏上延迟时间（水平位置）的参考点。时间参考可从左边沿或右边沿设置到一个主要格，或设置到显示的中心。

显示网格上方的一个小空心三角形 (V) 标志时间参考的位置。当延迟时间设置为零，触发点指示器 (▼) 与时间参考指示器重叠。

转动 **Horizontal** 扫描速度旋钮将扩展或收缩时间参考点 (V) 附近的波形。在 **Main** 模式下转动 **Horizontal** 位置 (◄►) 旋钮会将触发点指示器 (▼) 移到时间参考点 (V) 的左边或右边。

时间参考位置设置触发事件在采集存储器和显示屏上的初始位置，延迟设置为 0。延迟设置根据时间参考位置设置触发事件的特定位置。时间参考设置影响缩放扫描的方式如下所述：


- 水平模式设置为 **Main** 时，延迟旋钮根据触发确定主扫描位置。该延迟是一个固定数。更改此延迟值不会影响扫描速度。
- 水平模式设置为 **Zoom** 时，延迟旋钮控制主扫描显示屏中缩放扫描窗口的位置。该延迟值独立于采样间隔和扫描速度。更改此延迟值不会影响主窗口的位置。

5 转动延迟旋钮 (◀▶) 并注意到它的值显示在状态行中。

延迟旋钮将主扫描水平移动，并停在 0.00 s，模仿机械制动。更改延迟时间将水平移动扫描，并指示触发点（坚固的倒置三角形）距时间参考点（空心倒置三角 ▽）。这些参考点沿着显示网格的顶端指示。上一个图显示触发时间设置为 400 μs 的触发点。延迟时间数告诉您参考点与触发点的距离。当延迟时间设置为零，延迟时间指示器与时间参考指示器重叠。

所有显示在触发点左边的事件为触发出现之前发生的，这些事件被称为前触发信息。您将发现该功能很有用，因为现在可以看到控制触发点的事件。触发点右边的事情称为后触发信息。可用的延迟范围的数量（前触发和后触发信息）取决于选择的扫描速度和存储器深度。

Zoom 模式

Zoom（以前称为 Delayed）扫描模式是对主显示屏的水平扩展。选择 Zoom 时，显示屏分为两半，Zoom 模式图标  显示在显示屏顶行的中间。显示屏的上半部分显示主扫描，下半部分显示缩放扫描。

Zoom 窗口是主扫描窗口的放大部分。您可以使用 Zoom 定位并水平扩展主扫描的一部分，以便查看信号分析的详情（更高的分辨率）。

下面的步骤展示如何使用 Zoom。

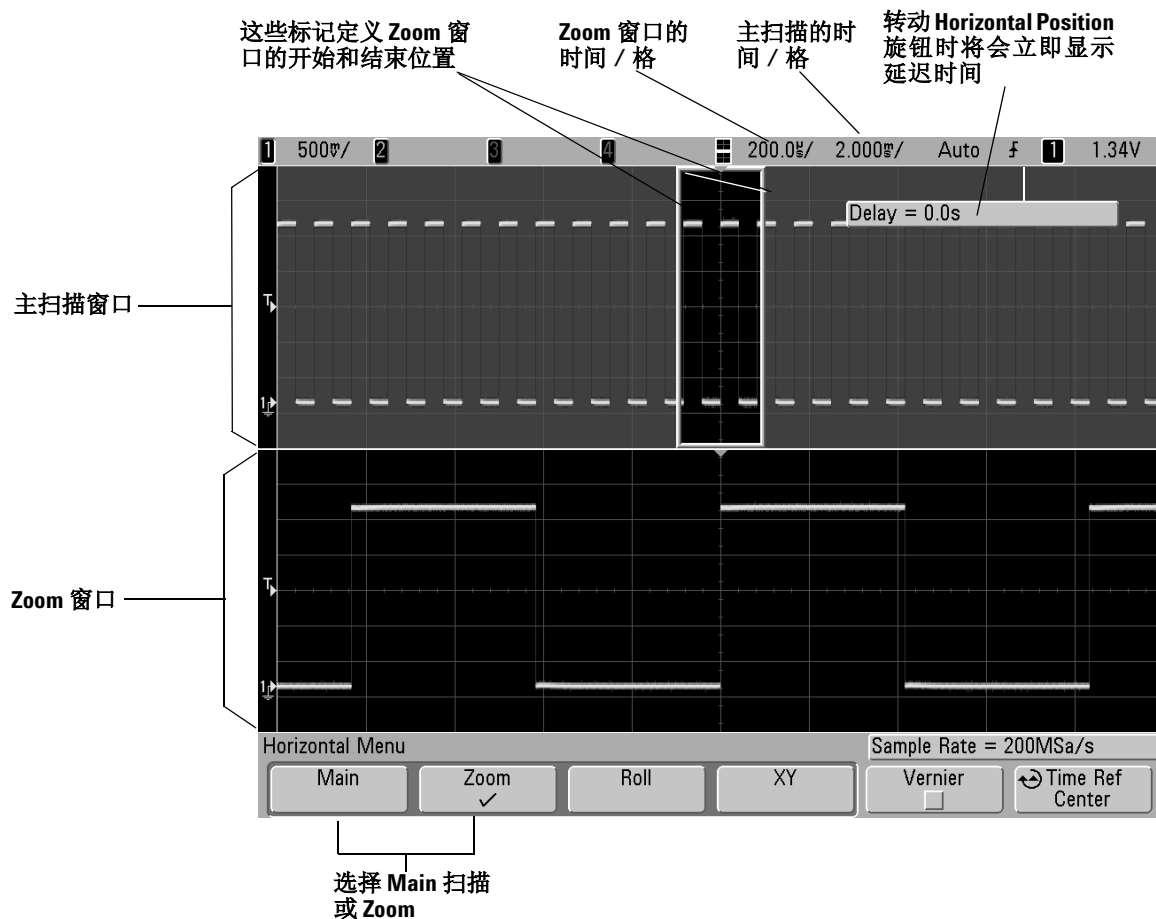
- 1 将信号连接到示波器并获得稳定的显示。
- 2 按 **Menu/Zoom**。

3 按 **Zoom** 软键。

要更改 **Zoom** 窗口的扫描速度，请转动水平扫描速度控件旋钮。转动旋钮时，扫描速度突出显示在波形显示区域上面的状态行中。

主显示屏的扩展区域以方框围住，其余部分则发光显示。该方框表示下半部分的主扫描扩展部分。**Horizontal Sweep Speed** 控制方框的大小，**Horizontal Position (delay time)** 控件则设置缩放扫描从左到右的位置。在旋转延迟时间旋钮 (◀▶) 时，显示屏的右上部将会立即显示延迟值（相对于触发点的时间）。负延迟值表示您看到的是波形在触发事件之前的一部分，而正延迟值则表示您看到的是波形在触发事件之后的一部分。

要更改主扫描窗口的扫描速度，请按 **Main** 软键，然后转动扫描速度旋钮。



水平模式设置为 **Main** 时，水平位置控件（延迟控件）将会根据触发确定主扫描的位置。该延迟是一个固定数。更改此延迟值不会影响扫描速度。水平模式设置为 **Zoom** 时，延迟控件将控制主扫描屏幕中 **Zoom** 扫描窗口的位置。该延迟值独立于采样间隔和扫描速度。

要更改主扫描窗口的扫描速度，请按 **Main** 软键，然后转动扫描速度旋钮。

有关使用 **Zoom** 模式进行测量的信息，请参见第 5 章的“进行测量”（从第 191 页开始）。

Roll 模式

- 按 **Menu/Zoom** 键，然后按 **Roll** 软键。
- **Roll** 模式可使波形从显示屏右边移向左边。只在 500 ms/div 或更低的时基设置起作用。如果当前时基设置快于 500 ms/div 限制，如果选择 **Roll**（滚动）模式，它将设置为 500 ms/div。
- 在 **Normal** 水平模式中，触发前出现的信号事件被绘制在触发点的左边 (t) 而触发后的事件被绘制在触发点的右边。
- 在 **Roll** 模式中无触发。屏幕上的固定参考点是屏幕的右边沿，指的是当前时间。已经出现的事件滚动至参考点的左边。因为没有触发，也就没有可用的前触发信息。

如果希望暂停以 **Roll** 模式显示，请按 **Single** 键。要清除显示屏并以 **Roll** 模式重新开始采集，请再次按 **Single** 键。

在低频波形上使用 **Roll** 模式，将产生如带状图记录仪的显示。它可以滚动显示波形。

XY 模式

XY 模式将电压 - 时间显示更改为电压 - 电压显示。时基已关闭。通道 1 幅度在 **X** 轴上绘制，通道 2 幅度在 **Y** 轴上绘制。

您可以使用 **XY** 模式比较两个信号的频率和相位关系。**XY** 模式也可用于变换器，显示应力 - 位移、流量 - 压力、电压 - 电流或电压 - 频率。

使用游标在 **XY** 模式波形上进行测量。

有关使用 **XY** 模式测量的详细信息，请参见第 192 页上的“使用 **XY** 水平模式”。

在 XY 显示模式中的 Z 轴输入（消隐）

选择 **XY** 显示模式时，时基将会关闭。通道 1 是 X 轴输入，通道 2 是 Y 轴输入，而通道 4（或 2 个通道模式上的外部触发）是 Z 轴输入。如果只想看到部分 Y - X 显示屏，使用 Z 轴输入。Z 轴可打开或关闭轨迹（因为模拟示波器可打开或关闭光束，故称其为 Z 轴消隐）。Z 轴值低时 (<1.4 V)，将显示 Y - X，当 Z 轴值高时 (>1.4 V)，轨迹将被关闭。

游标测量

您可以使用游标自定义电压，测量示波器信号的时间或定时测量数字通道。

- 1 将信号连接到示波器并获得稳定的显示。
- 2 按 **Cursors** 键。查看软键菜单中的游标功能：
 - **Mode** — 设置游标测量电压和时间 (**Normal**)，或显示显示的波形的二进制或十六进制逻辑值。
 - **Source** — 为游标测量选择通道或数学函数。
 - **XY** — 为使用 **Entry** 旋钮调节选择 X 游标或 Y 游标。
 - **X1** 和 **X2** — 调节水平和正常测量时间。

- **Y1** 和 **Y2** — 调节垂直和正常测量电压。
- **X1 X2** 和 **Y1 Y2** — 转动 **Entry** 旋钮时一起移动游标。

注意

如果要在从存储器调用的轨迹上进行游标测量，请确保调用设置和轨迹。请参见第 304 页上的“调用波形轨迹和 / 或示波器设置”。

有关使用游标的详细信息，请参见第 216 页上的“游标测量”。

进行自动测量

您可以在任何通道源或任何执行的数学函数上使用自动测量。打开游标以聚焦在最近选择的测量（显示屏软键上面测量线的最右方）。

- 1 按 **Quick Meas** 键显示自动测量菜单。
- 2 按 **Source** 软键，选择要进行测量的通道或正在执行的数学函数。旋转 **Entry** 旋钮，将选中标记放到所需的测量点附近，如果需要的话，按下 **Entry** 旋钮，关闭弹出菜单。

只有显示的通道或数学函数可用于测量。如果为测量选择了无效的源通道，则将测量默认为使源有效的列表中的最接近值。

如果测量所需的波形的一部分没有显示，或没有以进行测量的足够分辨率显示，显示的结果将有信息，例如大于一个值、小于一个值、没有足够的边沿、没有足够的幅度、不完整或波形被削波以指出测量可能不可靠。

- 3 通过按 **Select** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮  从弹出列表选择所要的测量，您可以选择测量类型。

- 4 按 **Entry** 旋钮或 **Measure** 软键可进行选定的测量。
- 5 要停止进行测量，并从软键上方的测量行中擦除测量结果，请按 **Clear Meas** 软键。

有关自动测量的详细信息，请参见第 223 页上的“自动测量”。

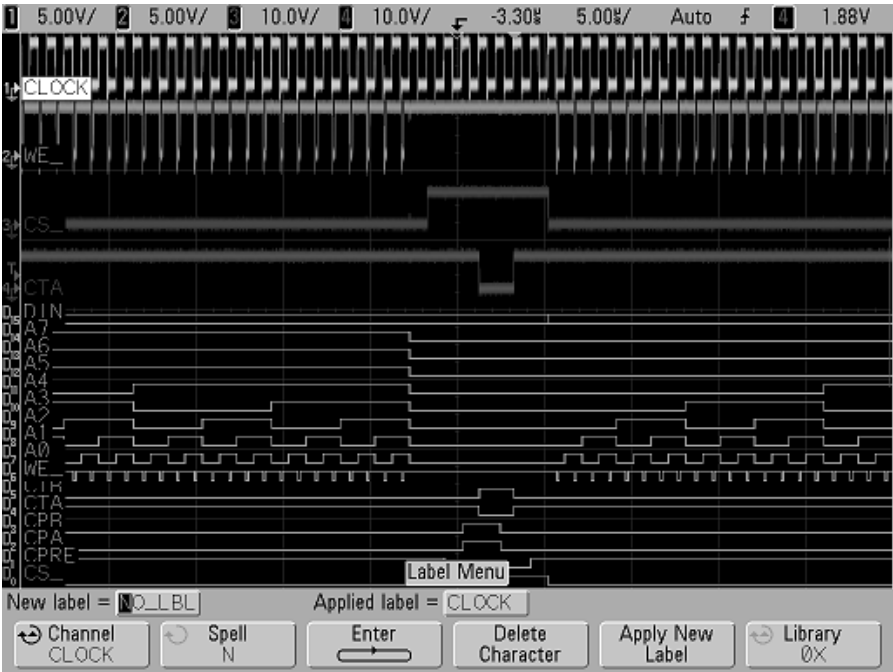
使用标签

您可以定义标签并将它们分配给每个模拟输入通道，或者关闭标签以增加波形显示区域。标签也可以应用到 MSO 模型上的数字通道。

打开或关闭标签显示

- 1 按前面板上的 **Label** 键。

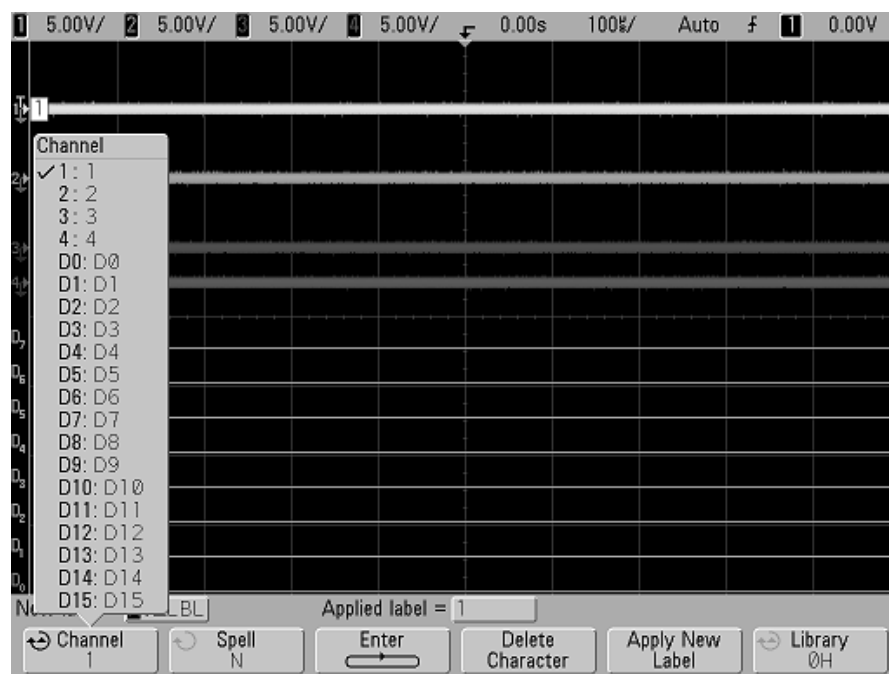
这将打开模拟和数字通道的显示标签。当 **Label** 键变亮时，所显示通道的标签显示在已显示轨迹的左边沿。下图显示标签显示打开时分配的默认标签示例。通道标签默认为它们的通道号。



2 要关闭标签，请按 **Label** 键直到它不亮为止。

向通道分配预定义标签

- 1 按 **Label** 键。
- 2 按 **Channel** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮或连续按 **Channel** 软键为标签分配选择通道。



上面的图显示通道的列表和它们的默认标签。将标签分配给通道并不要求打开通道。

- 3 按 **Library** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮或连续按 **Library** 软键从库选择预定义标签。
- 4 按 **Apply New Label** 软键向所选通道分配标签。
- 5 为每个要分配通道的预定义标签重复上述步骤。

定义新标签

- 1 按 **Label** 键。
- 2 按 **Channel** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮或连续按软键为标签分配选择通道。

将标签分配给通道并不要求打开通道。如果通道打开，它目前的标签将突出显示。

- 3 按 **Spell** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮选择新标签中的第一个字符。

转动 **Entry** 旋钮选择一个字符输入到突出显示的位置，如软键上面的 "**New label =**" 行和 **Spell** 软键中所示。标签最长可达六个字符。

- 4 按 **Enter** 软键输入选择的字符并进入下一个字符位置。

连续按 **Enter** 软键，可突出显示标签名中的任何字符。

- 5 要从标签中删除字符，请按 **Enter** 软键，直至要删除的字符被突出显示，然后按 **Delete Character** 软键。

- 6 为标签输入完字符后，请按 **Apply New Label** 软键将标签分配给选定的通道。

定义一个新标签时，它被添加到非易失性标签列表。

标签分配自动增量功能

当分配以数字结束的标签时，例如 **ADDR0** 或 **DATA0**，示波器自动增加数字，按 **Apply New Label** 软键后在 "New label" 字段中显示修改的标签。因此，您只需选择新通道并再次按 **Apply New Label** 软键将标签分配给通道。只有原始的标签保存在标签列表中。使用该功能可更容易地将连续的标签分配给有限的控制行和数据总线行。

从您创建的文本文件中加载标签列表

可以使用文本编辑器非常方便地创建标签列表，然后将标签列表加载到示波器中。这样，您可以通过键盘键入标签，而不是使用示波器的控件编辑标签列表。

您最多可以创建包含 75 个标签的列表并将其加载到示波器中。标签将被添加至列表的开头。如果加载的标签数超过 75，则仅存储前 75 个标签。

要将标签从文本文件中加载到示波器中：

- 1 使用文本编辑器创建每个标签。每个标签最长可达六个字符。使用换行符分隔每个标签。
- 2 将文件命名为 **labellist.txt** 并将其保存到拇指驱动器之类的 USB 大容量存储设备中。
- 3 使用文件资源管理器（按 **Utility→File Explorer**）将该列表加载到示波器中。

标签列表管理

按 **Library** 软键时，您将看到最近使用过的 75 个标签的列表。列表不保存重复的标签。标签能以跟踪数字的任意值结束。只要基本字符串与库中已有标签相同，新标签将不会放入库中。例如，如果标签 **A0** 在库中而制作了称为 **A12345** 的新标签，新的标签将不会被添加到库中。

当保存一个新的用户定义标签时，新标签将替代列表中最旧的标签。最旧是指此标签自上一次指定给一个通道以来的时间最长。无论何时将标签指定给通道，该标签将成为列表中最新的标签。这样，使用标签列表一段时间后，您的标签将起主要作用，更易于自定义仪器显示符合您的要求。重新设置标签库列表（请参见下一主题），您的所有自定义标签将被删除，标签列表将恢复到它的出厂配置。

将标签库复位到出厂默认设置

1 按 **Utility→Options→Preferences**。

小心

按 **Default Library** 软键将从库中删除所有用户定义的标签并将标签设置恢复到出厂默认设置。一旦删除，这些用户定义的标签将无法恢复。

2 按 **Default Library** 软键。

这将从库中删除所有用户定义的标签并将库中的标签设置恢复到出厂默认设置。不过，这并不默认目前分配到通道的标签（出现在波形区域的那些标签）。

不擦除默认库默认标签。

在 **Save/Recall** 菜单中选择 **Default Setup** 会将所有通道标签设置恢复到默认标签，但不会擦除库中的用户定义标签的列表。

打印显示屏

通过按 **Quick Print** 键可以将整个屏幕（包括状态行和软键）打印至 USB 打印机或 USB 大容量存储设备。通过按 **Cancel Print** 软键可以停止打印。

要设置打印机，请按 **Utility→Print Config**。

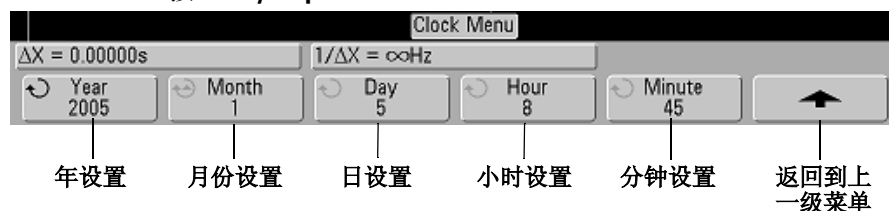
有关打印的详细信息，请参见第 292 页上的“打印示波器的显示屏”。

设置时钟

使用 **Clock** 菜单可设置当前日期和时间（以 24 小时格式）。此时间 / 日期戳将出现在打印的硬拷贝和 USB 大容量存储设备的目录信息中。

设置日期和时间或查看当前的日期和时间：

1 按 **Utility→Options→Clock**。



2 按 **Year**、**Month**、**Day**、**Hour** 或 **Minute** 软键并转动 Entry 旋钮以设置成所要的数字。

小时以 24 小时格式显示。所以 1:00 PM 是 13 点。

实时时钟仅允许选择有效的日期。如果选择了天而月或年更改导致天是无效的，将自动调节天。

设置屏幕保护程序

可以将示波器配置为在示波器空闲达到指定的时间长度时打开显示屏的屏幕保护程序。

- 1 按 **Utility→Options→Preferences→Screen Saver** 以显示屏幕保护程序菜单。



- 2 按 **Saver** 软键选择屏幕保护程序类型。

可将屏幕保护程序设置为 **Off** 以显示列表中的任一图像或显示用户定义的文本串。

如果选择了 **User**，请按 **Spell** 软键以选择文本串的第一个字符。使用 **Entry** 旋钮选择字符。然后按 **Enter** 软键移到下一个字符并重复此过程。结果串显示在软键上方的 "Text =" (文本=) 行中。



- 3 转动 **Entry** 旋钮选择所选屏幕保护程序激活之前等待的分钟数。


转动 **Entry** 旋钮时，分钟数显示在 **Wait** 软键中。默认时间是 180 分钟（3 小时）。

- 4 按 **Preview** 软键预览用 **Saver** 软键选择的屏幕保护程序。
- 5 要在屏幕保护程序启动后查看正常显示，请按任意键或转动任意旋钮。

设置波形扩展参考点

- 按 **Utility**→**Options**→**Preferences**→**Expand** 并选择 **Ground** 或 **Center**。

当更改通道的伏 / 格设置时，可将波形显示设置为相对信号地电平或显示的中心扩展（或压缩）。

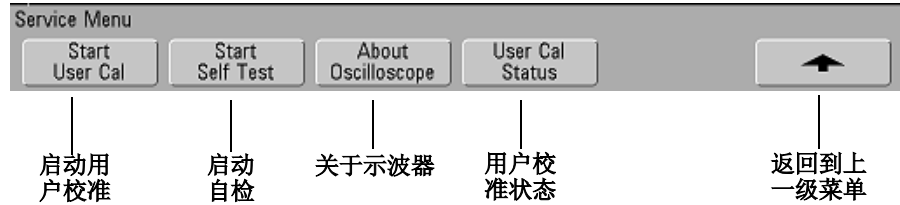
Expand About Ground 显示的波形将从通道的地位置扩展。这是默认设置。信号的地电平由显示屏最左端的地电平 () 图标的位置标识。当您调节垂直敏感度（伏 / 格）控件时，地电平不会移动。

如果地电平在屏幕之外，波形将在地超出屏幕之处相对屏幕的顶端或底部边沿扩展。

Expand About Center 显示的波形将相对显示屏的中心位置扩展。

执行服务功能

- 按 **Utility→Service** 显示服务菜单。



使用 **Service** 菜单可以：

- 在示波器上执行用户校准。
- 查看用户校准状态。
- 执行仪器自检。
- 查看关于示波器型号、代码修订信息和用户校准状态的信息。

用户校准

执行用户校准：

- 每年或运行 2000 小时后。
- 如果环境温度与校准温度相差 $>10^{\circ}\text{C}$ 。
- 如果要使测量精确度最高。

使用数量、环境状况和使用其他仪器有助于确定是否需要更短的用户校准间隔。

用户校准执行内部自调整例程以优化示波器中的信号路径。例程使用内部产生的信号优化影响通道灵敏度、偏移和触发参数的电路。在执行此过程之前，断开所有输入并让示波器预热。

执行用户校准将会使校准认证失效。如果需要符合 NIST（国家标准与技术协会）可追溯性，请使用可追溯源执行《Agilent 7000 Series Oscilloscopes Service Guide》中的“性能验证”步骤。

执行用户校准

- 1 将后面板 CALIBRATION 开关设置为 UNPROTECTED。
- 2 将短的（最长 12 英寸）等长电缆连接到示波器前面的每个模拟通道 BNC 连接器。对于 2 通道示波器，需要两根等长电缆；对于 4 通道示波器，则需要四根等长电缆。

执行用户校准时，使用 50Ω RG58AU 或相当的 BNC 电缆。

对于 2 通道示波器，将 BNC T 型转接头连接到等长电缆。然后将 BNC(f)- 对 -BNC(f)（也称为圆筒连接器）连接到以下所示的 T 型转接头。

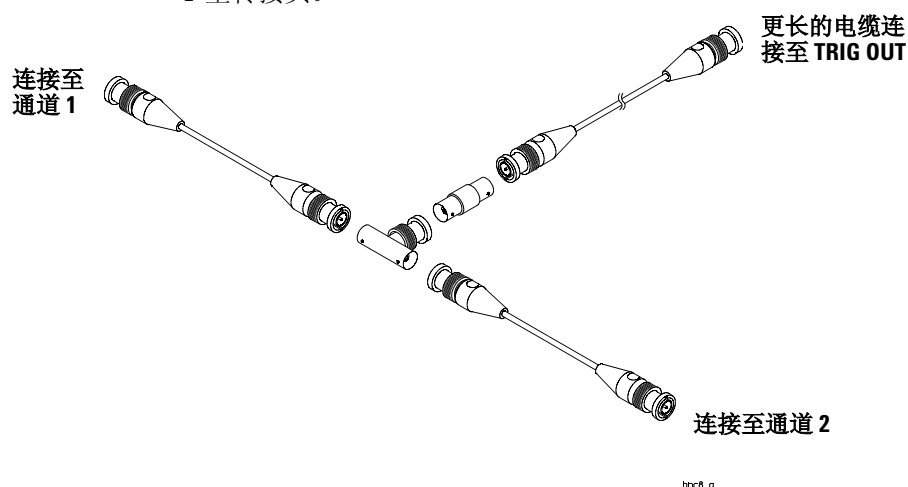


图 6 用于 2 通道示波器的用户校准电缆

对于 4 通道示波器，将 BNC T 型转接头连接到如下所示的等长电缆。然后将 BNC(f)-对-BNC(f)（圆筒连接器）连接到以下所示的 T 型转接头。

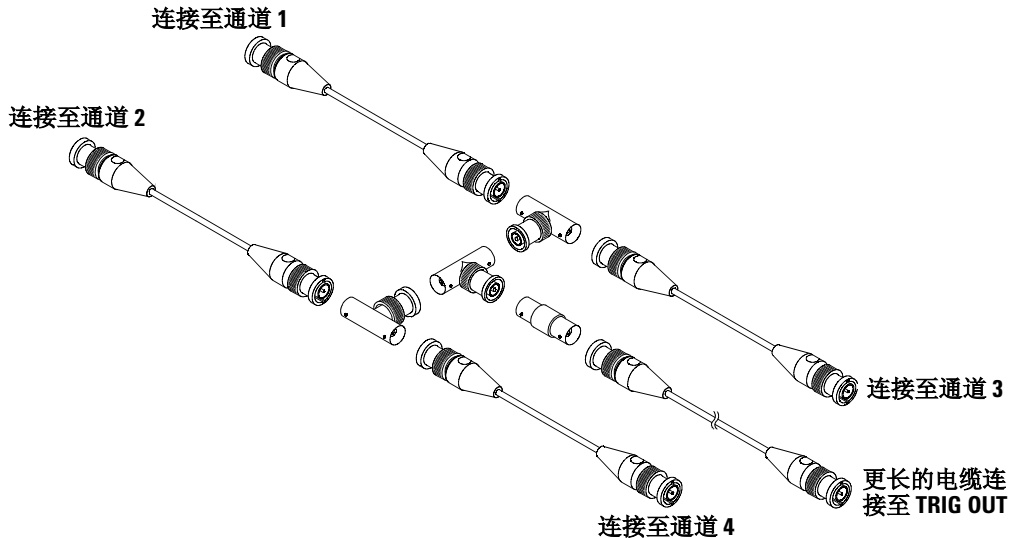


图 7 用于 4 通道示波器的用户校准电缆

- 1 将 BNC 电缆（最长 40 英寸）从后面板上的 TRIG OUT 连接器连接到 BNC 圆筒连接器。
- 2 按 **Utility** 键，然后按 **Service** 软键。
- 3 通过按 **Start User Cal** 软键，开始自我校准。
- 4 完成用户校准后，将后面板 CALIBRATION 开关设置为 PROTECTED。

用户校准状态

按 **Utility**→**Service**→**User Cal Status** 将显示前一个用户校准的概要结果以及可校准探头的校准状态。请注意，无源探头不需要校准，但 InfiniiMax 探头可以校准。有关校准探头的详细信息，请参见第 44 页。

结果:
用户校准日期:
自从上次用户校准以来的温度变化:
失败:
备注:
探头校准状态:

自检

按 **Utility→Service→Start Self Test** 执行一系列内部步骤，以检验示波器是否正确运行。

建议您在下列情况下运行自检：

- 出现异常运行之后。
- 对于示波器故障有待更详细的说明。
- 示波器修理后有待验证其运行是否正常。

成功地通过自检并不能百分之百地保证示波器的功能。自检保证示波器正确运行的可信度为 80%。

关于示波器

按 **Utility→Service→About Oscilloscope** 显示关于示波器型号、序列号、软件版本、引导版本、图形版本和已安装的许可的信息。

已安装的许可:

“关于此示波器”对话框中的此行包含有关示波器上已安装许可的信息。例如，它可显示:

- **ALT** – Altera FPGA 动态探头。利用此许可证，可以查看 FPGA 内部的细节并快速安装仪器。
- **AMS** – 自动串行解码。此许可证提供对 CAN 和 LIN 总线的串行解码。
- **FPG** – Xilinx FPGA 动态探头。利用此许可证，可以查看 FPGA 内部的细节并快速安装仪器。
- **FRS** – FlexRay 串行解码。此许可证提供对 FlexRay 总线的串行解码。
- **LSS** – 低速串行解码。此许可证提供对 I²C 和 SPI 总线的串行解码。
- **memXM** – 内存升级。此许可证总是随 7000 系列示波器一起提供。它显示总的内存深度（8 MB 交错内存）。
- **MSO** – 混合信号示波器。此功能可以添加 16 个数字通道，而无需安装任何硬件。
- **SEC** – 安全环境模式。此功能可防止示波器的设置和轨迹信息存储在示波器的内存中。

将示波器恢复到默认配置

- 按 **Save/Recall** 键，然后按 **Default Setup** 软键。

使用默认配置可将示波器恢复到它的默认设置。由此可知晓示波器的操作条件。主要的默认设置为:

水平 主要模式，100 μ s/div 定标，0 s 延迟，中心时间参考。

垂直（模拟） 通道 1 打开、5 V/div 定标、DC 耦合、0 V 位置、1 M Ω 阻抗、探头系数为 1.0（如果 AutoProbe 探头没有连接到通道）。

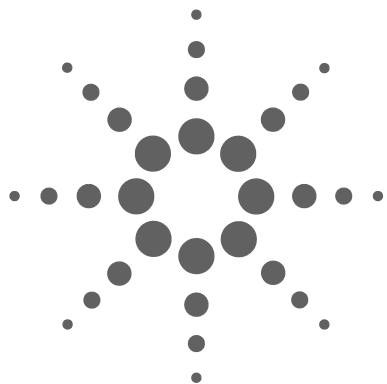
触发 边沿触发、自动扫描模式、0 V 电平、通道 1 源、DC 耦合、上升沿斜率、60 ns 释抑时间。

显示 矢量打开、33% 网格亮度、无限余辉关闭。

其他 采集模式为正常、对 Run/Stop 的选择为 Run、游标和测量关闭。

标签 在标签库中创建的所有自定义标签都将保存（不擦除），但所有通道标签将被设置为它们的原始名称。

2 前面板控件



3

查看和测量数字信号

将数字探头连接到测试电路	100
使用数字通道采集波形	103
使用 AutoScale （自动定标）显示数字通道	104
解释数字波形显示	106
打开或关闭所有数字通道	107
打开或关闭通道组	107
打开或关闭单个通道	107
更改数字通道的显示大小	108
重新定位数字通道	108
更改数字通道的逻辑阈值	109
以总线模式显示数字通道	110

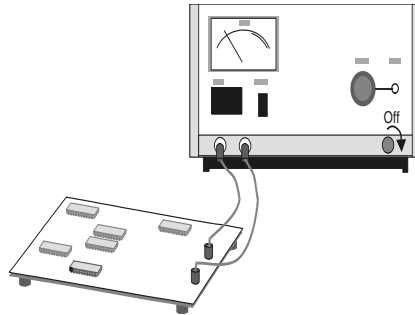


将数字探头连接到测试电路

MSO7000 型号和已安装 MSO 升级许可证的 DSO7000 型号都启用了数字通道。

- 1 如有必要，关闭测试电路的电源。

关闭测试电路的电源只能防止连接探头时两条电源线意外短路可能造成的伤害。由于探头上无电压显示，因此可对示波器保持供电。



- 2 将数字探头电缆连接到混合信号示波器后面板上的 D15 - D0 连接器。数字探头电缆已被做了标记，因此只能将其单向连接。您无需关闭示波器的电源。

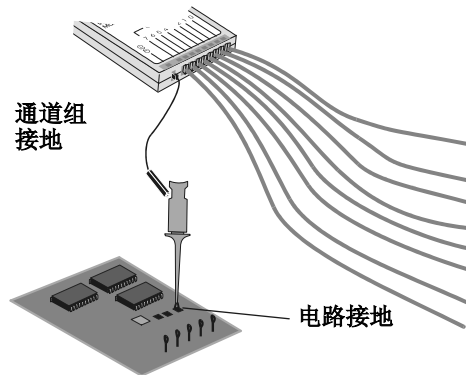
小心



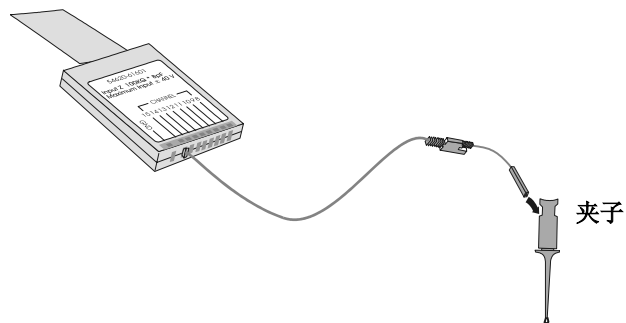
只使用混合信号示波器随附的 Agilent 编号为 54620-68701 数字探头套件。

- 3 使电缆从示波器的下面通过，从前面出头。在示波器的前面将数字电缆的两部分分置各自的顶端。将电缆导线窄端通过电缆插入示波器前面的插槽。将电缆导线的宽端卡入到位，小心不要挤住电缆。

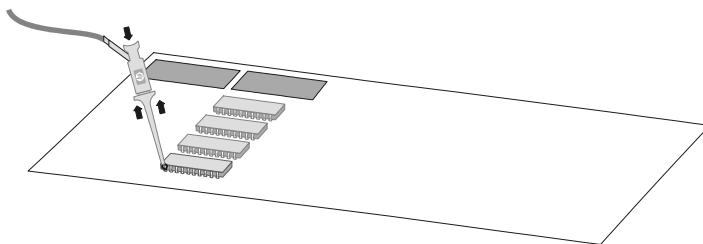
- 4** 使用探头夹子将接地导线连接到每组通道（每组）。使用接地导线可提高传至示波器的信号的保真度，确保准确的测量。



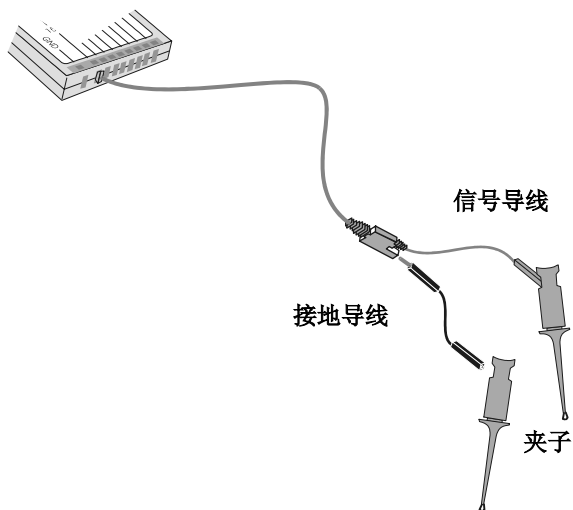
- 5** 将夹子连接到其中一根探头导线。（图中忽略了其他探头导线以便看得更清晰。）



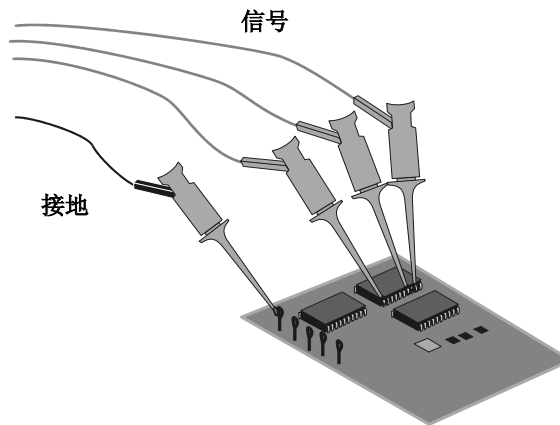
- 6 将夹子连接到要测试的电路中的节点。



- 7 对于高速信号，将接地导线连接到探头导线，夹子连接到接地导线，并将夹子连接测试电路的接地端。



8 重复步骤 3 至 6，直到连接所有感兴趣的点。



使用数字通道采集波形

按下 **Run/Stop**（运行 / 停止）或 **Single**（单次）以运行示波器时，示波器会检查每个输入探头上的输入电压。当触发器条件满足时，示波器触发并显示采集。

对于数字通道，每次示波器采样时它都将输入电压与逻辑阈值进行比较。如果电压在阈值之上，示波器在采样存储器中存储 **1**；否则将存储 **0**。

使用 **AutoScale**（自动定标）显示数字通道

当信号连接到数字通道时，**AutoScale** 会快速配置并显示数字通道。

- 要快速配置仪器，请按下 **Autoscale**（自动定标）键。

具有活动信号的数字通道都将显示。没有活动信号的数字通道都将被关闭。

- 要撤销自动定标的效果，在按下其他键之前按下 **Undo Autoscale**（撤销自动定标）软键。

在您无意中按下 **AutoScale**（自动定标）键或不喜欢 **AutoScale**（自动定标）选择的设置时，此功能很有用。它可将示波器恢复为原来的设置。

有关自动定标工作方式的信息，请参见第 289 页。

要将仪器设置为出厂默认配置，请按下 **Save/Recall**（保存 / 调用）键，然后按下 **Default Setup**（默认设置）软键。

示例

在数字探头电缆的通道 0 和 1 上安装探头夹。将数字通道 0 和 1 的探头连接到仪器前面板上的 **Probe Comp** 输出。确保将接地导线连接到 **Probe Comp** 输出旁边的接地接线片。通过按 **Save/Recall** 键，然后按 **Default Setup** 软键，将仪器设置为出厂默认配置。然后按 **AutoScale** 键。您将看到类似于下面的显示。

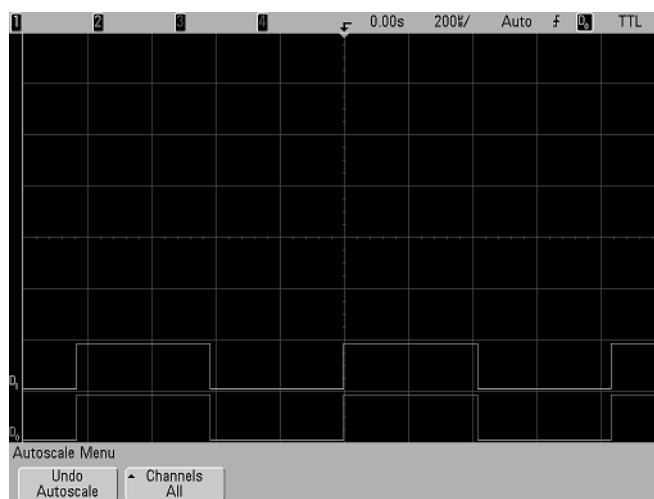
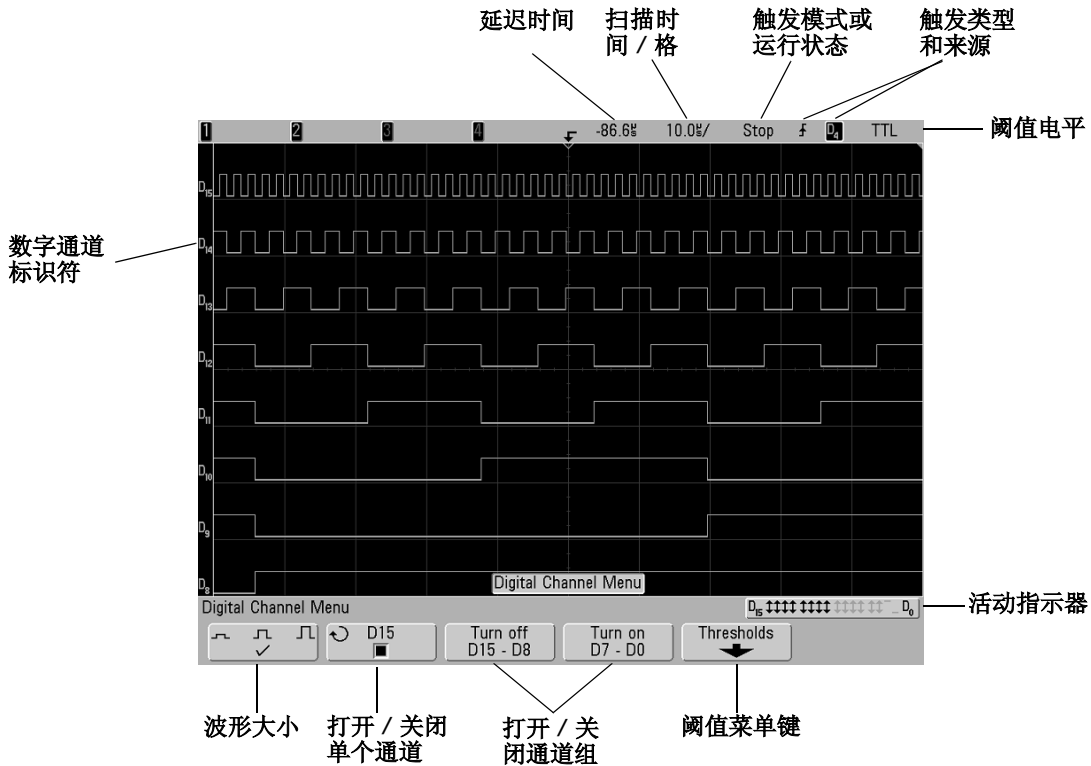


图 8 数字通道 0 和 1 的自动定标（仅限于 MS0 型号）

解释数字波形显示

下图显示数字通道的典型显示。



活动指示器

当打开数字通道时，在显示屏底部的状态行上显示一个活动指示器。数字通道可以总为高 (■)、总为低 (■) 或活动地切换逻辑状态 (↑↓)。在活动指示器中，任何已关闭的通道都显示为灰色。

打开或关闭所有数字通道

- 1 按下 **D15-D0** 键打开或关闭数字通道的显示。Digital Channel Menu（数字通道菜单）将显示在软键上面。

对于 7000A 型号，此键变亮时将显示数字通道。

如果要关闭数字通道，而 Digital Channel Menu（数字通道菜单）尚未显示，则需要按下 **D15-D0** 键两次以关闭数字通道。第一次按下该键将显示 Digital Channel Menu（数字通道菜单），第二次则会关闭通道。

打开或关闭通道组




- 1 如果 Digital Channel Menu（数字通道菜单）尚未显示，请按下前面板上的 **D15-D0** 键。
- 2 为 **D15 - D8** 组或 **D7 - D0** 组按下 **Turn off**（关闭）（或 **Turn on**（打开））软键。

每次按软键，软键的模式在 **Turn on** 和 **Turn off** 之间切换。

打开或关闭单个通道


- 1 Digital Channel Menu（数字通道菜单）显示时，转动 Entry 旋钮从弹出菜单中选择所需通道。
- 2 按下弹出菜单下方的软键以打开或关闭所选的通道。

更改数字通道的显示大小

- 1 按下 **D15-D0** 键。
- 2 按下大小 (  ) 软键选择数字通道的显示方式。

大小控制可让您在显示屏上垂直扩展或压缩数字轨迹，以便查看。

重新定位数字通道

- 1 **Digital Select**（数字选择）键位于前面板上，显示屏的右边。按下 **Digital Select**（数字选择）键 () 的向上或向下符号选择要移动的通道。所选的通道以红色突出显示。



也可以使用“选择”功能突出显示其中一个数字通道以便于查看。

- 2 按下 **Digital Select**（数字选择）和 **D15 Thru D0**（D15 至 D0）键下面的 **Digital Position**（数字位置）键的向上或向下符号。这可以将显示通道向上或向下移动。

在相同的垂直位置显示两个或更多通道时，通道标签将为 **D***。当您选择该位置时，将出现一个弹出菜单，其中显示了覆盖的通道。使用 **Digital Select**（数字选择）键在弹出菜单中选择所需的通道。所选的通道将以红色突出显示。

如果 **Label**（标签）被打开，则突出显示信号的标签将显示在顶端。如果未突出显示任何信号，您将看到带数字的总线符号，表示有多少信号重叠。

您可以将几个通道移到单个位置使得几个信号同时位于显示屏上。

请注意 **Digital Select**（数字选择）键 () 不同于 **Entry** 旋钮 ()。**Digital Select**（数字选择）键仅用于突出显示（选择）一个数字通道以重新定位。**Entry** 旋钮的功能随着显示的菜单而改变。例如，在数字通道上分配 **Labels**（标签）时，**Entry** 旋钮选择要应用 **Label**（标签）的通道。

更改数字通道的逻辑阈值

- 1 按下 **D15-D0** 键以显示 Digital Channel Menu（数字通道菜单）。
- 2 按下 **Thresholds**（阈值）软键
- 3 按下 **D15 - D8** 或 **D7 - D0** 软键，然后选择逻辑系列预设值或选择 **User**（用户）以定义您自己的阈值。

逻辑系列	阈值电压
TTL	+1.4 V
CMOS	+2.5 V
ECL	-1.3 V
用户	可在 -8 V 至 +8 V 变化

设置的阈值应用到所选的 D15 Thru D8（D15 至 D8）或 D7 Thru D0（D7 至 D0）组中的所有通道。如果需要，可为两个通道组设置不同的阈值。

大于所设阈值的值为高 (1)，小于所设阈值的值为低 (0)。

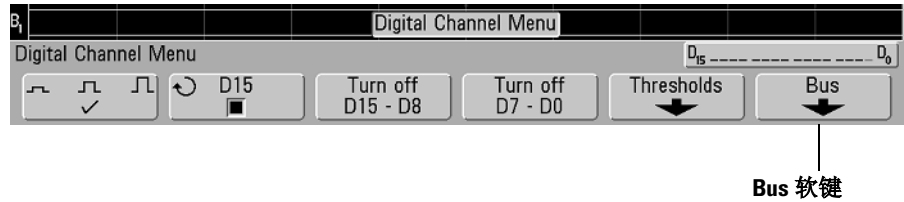
如果 **Thresholds**（阈值）软键被设置为 **User**（用户），按下通道组的 **User**（用户）软键，然后旋转 **Entry** 旋钮设置逻辑阈值。每组通道都有一个 **User**（用户）软键。

有关更多信息，请参见第 317 页上的“数字通道信号保真度：探头阻抗和接地”。

有关数字探头代替品的信息，请参见第 322 页。

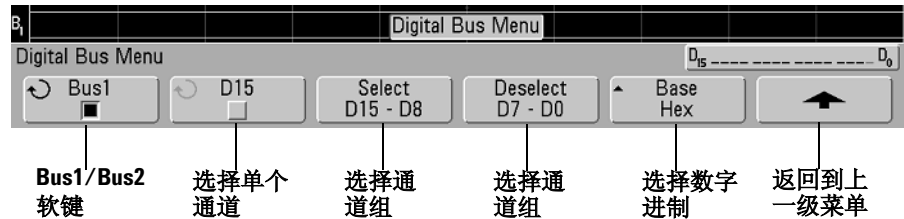
以总线模式显示数字通道

数字通道可以分组并以总线模式显示，在显示屏底部会以十六进制或二进制形式显示每个总线的值。您最多可以创建两个总线。要配置和显示每个总线，请按前面板上的 **D15-D0** 键。然后按下 **Bus** 软键。



下一步，选择一个总线。旋转 **Entry** 旋钮，然后按 **Entry** 旋钮或 **Bus1/Bus2** 软键打开总线。

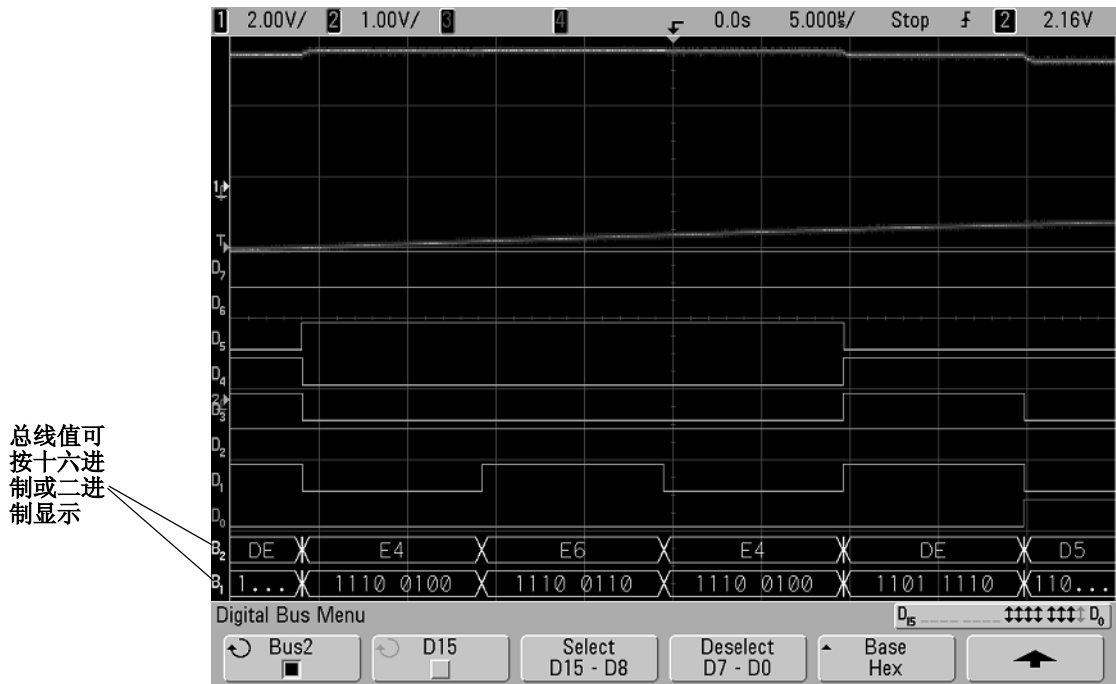
使用从左数第二个软键和 **Entry** 旋钮选择总线中要包含的单个通道。您可以旋转并按下 **Entry** 旋钮来选择通道。也可按下 **Select/Deselect D15-D8** 和 **Select/Deselect D7-D0** 软键，在每个总线中包含或排除八个通道的组。



如果总线显示屏无显示、完全白屏或显示中包含“...”，则需要扩展水平定标以便为数据显示留出足够的空间，或者使用游标显示这些值（请参见第 111 页）。

利用 **Base** 软键，可以选择是以十六进制的形式还是以二进制的形式显示总线值。

总线显示在显示屏的底部。



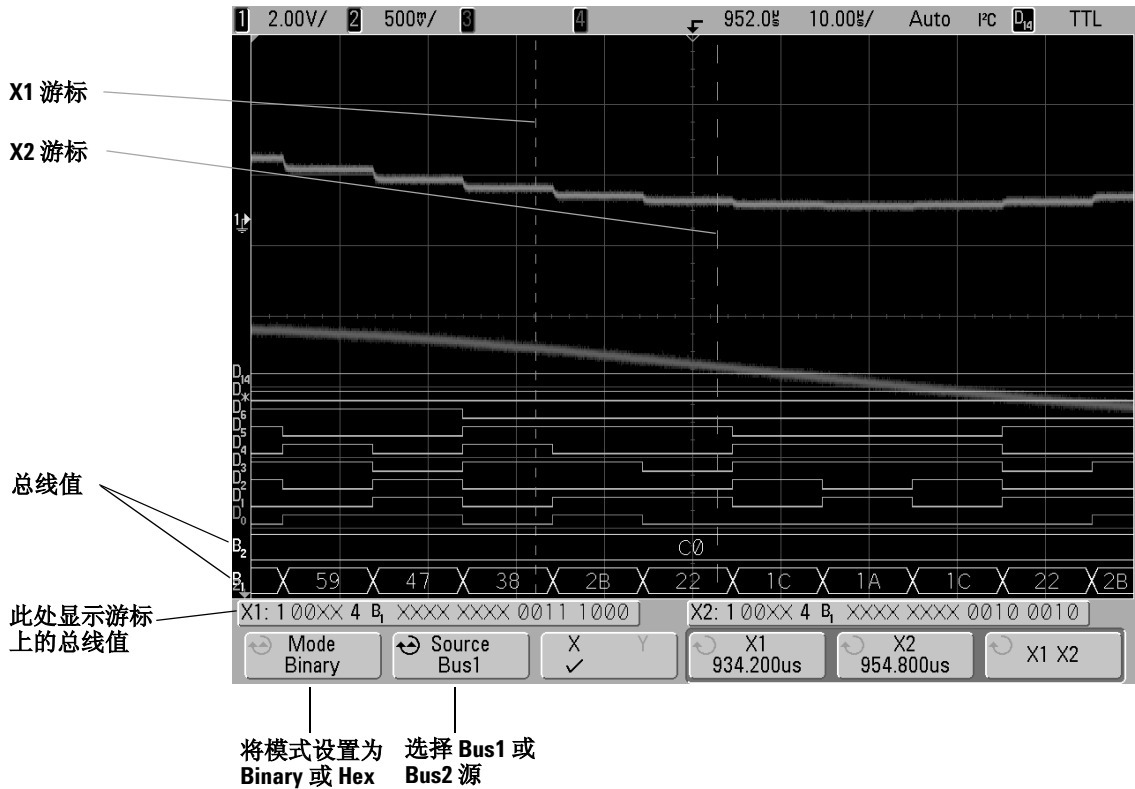
使用游标读取总线值

要使用游标读取任意点的数字总线值：

- 1 （通过按下前面板上的 **Cursor** 键）打开游标
- 2 按下游标 **Mode** 软键并将模式更改为 **Hex** 或 **Binary**。
- 3 按 **Source** 软键并选择 **Bus1** 或 **Bus2**。

3 查看和测量数字信号

4 在需要读取总线值的位置，可以使用 **Entry** 旋钮和 **X1** 及 **X2** 键定位游标。

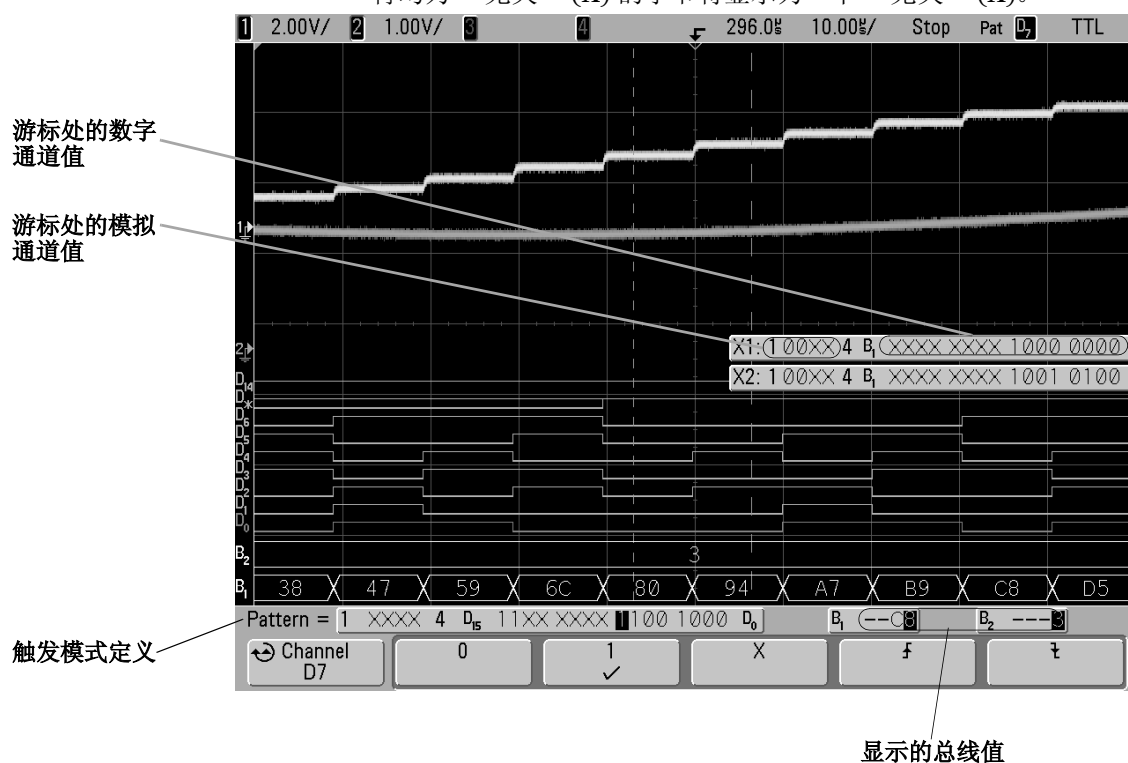


按 **D15-D0** 键以显示 Digital Channel Menu 时，在游标值所在位置会显示数字活动指示器，同时在网格中显示游标处的总线值。

使用码型触发时会显示总线值

使用码型触发功能时也会显示总线值。按下前面板上的 **Pattern** 键即可显示 **Pattern Trigger Menu**，软键上方右侧将会显示总线值。

当无法以十六进制值的形式显示总线值时，在总线值的位置将会显示美元符号 (\$)。当模式技术参数中的低 (0) 和高 (1) 逻辑电平带有一个或多个“无关”(X) 时或当模式技术参数中包含传输指示器 (上升沿 (f) 或下降沿 (t)) 时将会发生上述情形。总线中所有字符均为“无关”(X) 的字节将显示为一个“无关”(X)。



有关模式触发的更多信息，请参见第 133 页。

3 查看和测量数字信号

4 触发示波器

选择触发模式和条件	118
外部触发输入	124
触发类型	127
使用边沿触发	128
使用脉冲宽度触发	130
使用码型触发	133
使用 CAN 触发	136
使用持续时间触发	140
使用 I2C 触发	152
使用第 N 个边沿猝发触发	158
使用 LIN 触发	160
使用顺序触发	163
使用 SPI 触发	170
使用 TV 触发	175
使用 USB 触发	187
使用 FlexRay 触发	143
触发输出连接器	189



Agilent 7000 系列示波器具有完整的一系列功能，有助于自动完成测量任务。利用 **MegaZoom** 技术可捕获和检查未触发的波形。利用这些示波器，可以：

- 修改示波器采集数据的方式。
- 必要时设置简单或复杂触发条件，只捕获要检查事件的序列。

触发功能

- 触发模式：
 - 自动
 - 正常
 - 耦合（DC、AC、低频抑制）
 - 噪声抑制
 - 高频抑制
- 释抑
- 触发电平
- 外部触发输入
- 触发类型：
 - 边沿（斜率）
 - 脉冲宽度（毛刺）
 - 码型
 - CAN
 - 持续时间
 - FlexRay
 - I²C
 - 第 N 个边沿猝发
 - LIN
 - 顺序
 - SPI
 - TV
 - USB

- 触发输出连接器

注意

为示波器添加诸如低速串行 (LSS) 或自动串行 (AMS) 串行解码功能之类的选件会为相关的触发类型 (I²C 和 SPI 或 CAN 和 LIN) 添加更多的触发功能。添加 FRS (FlexRay 串行解码) 选件会为触发类型添加 FlexRay。有关详细信息, 请参见第 255 页上的“使用串行解码”。

选择触发模式和条件

触发模式影响示波器搜索触发的方式。下图显示采集存储器的概念演示。为便于理解触发事件，可将采集存储器分为预触发和后触发缓冲器。采集存储器中触发事件的位置由时间参考点和延迟（水平位置）设置来确定。

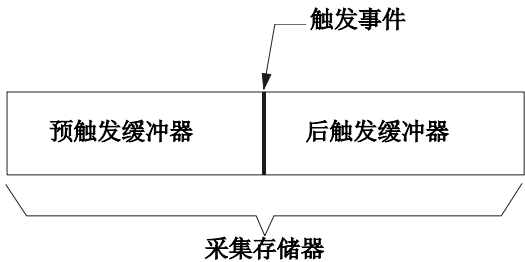
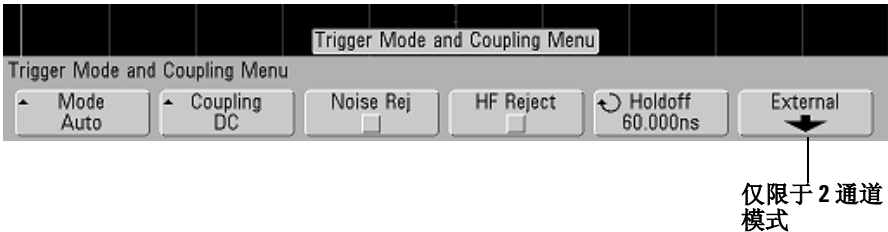


图 9 采集存储器

选择 Mode 和 Coupling 菜单

- 按前面板触发区中的 **Mode/Coupling** 键。



触发模式：Normal 和 Auto

有关正常和自动触发模式的介绍，请参见第 67 页。

1 按 **Mode/Coupling** 键。

2 按 **Mode** 软键，然后选择 **Normal** 或 **Auto**。

- **Normal** 模式显示符合触发条件时的波形，否则，示波器不触发且显示屏也不更新。
- **Auto** 模式和 **Normal** 模式一样，但是在不具备触发条件时，会强制示波器触发。

Auto 模式

自动触发模式用于低重复率信号和未知信号电平。要显示直流信号，由于没有要触发的边沿，必须使用自动触发模式。

当选择 **Run** 时，示波器通过先填充预触发缓冲器来运行。填充预触发缓冲器后开始搜索一个触发，并在搜索该触发时继续通过此缓冲器流动数据。搜索触发时，示波器溢出预触发缓冲器；首先输入到缓冲器的数据先被推出 (**FIFO**)。找到触发后，预触发缓冲器将包含触发前发生的事件。如果未找到触发，示波器产生一个触发并显示数据，就象发生触发一样。在这种情况下，显示屏顶部的 **Auto** 指示器的背景灯将会闪烁，而 **Auto** 指示器将更改为 **Auto?**，表示示波器正在强制触发。

按 **Single** 键时，示波器将填充预触发缓冲器存储器，并继续通过预触发缓冲器流动数据，直至自动触发覆盖了搜索并强制触发。在追踪结束处，示波器将停止并显示结果。

Normal 模式

对于低重复率信号或不要求自动触发时使用 Normal 触发模式。

在 Normal 模式下，示波器在开始搜索触发事件前必须填充预触发缓冲器。状态行上的触发模式指示器闪烁 **Trig'd?** 表示示波器正在填充预触发缓冲器。搜索触发时，示波器溢出预触发缓冲器；首先输入到缓冲器的数据先被推出 (FIFO)。

找到触发事件后，示波器将填充后触发缓冲器并显示采集存储器。状态行上的触发模式指示器表示 **Trig'd**（不闪烁）。如果通过 **Run/Stop** 初始化采集，重复该过程。如果通过按 **Single** 初始化采集，则采集停止且可以平移和缩放波形。

在 Auto 或 Normal 模式中，在某些情况下，触发可能完全遗漏。这是由于示波器直到预触发缓冲器满后才能识别触发事件。假如将 Time/Div 旋钮设置为慢扫描速度，例如 500 ms/div。如果在示波器填充预触发缓冲器前触发条件发生，将无法找到触发。如果使用 Normal 模式并在电路中引起运行前等待触发条件指示灯闪烁，示波器总会找到触发条件。

要进行的某些测量，需要在测试电路中采取措施以引起触发事件。通常，这些是单脉冲采集，此处，将使用 **Single** 键。

选择触发耦合

- 1 按 **Mode/Coupling** 键。
- 2 按 **Coupling** 软键，然后选择 **DC**、**AC**、或 **LF Reject** 耦合。
 - **DC** 耦合允许直流和交流信号进入触发路径。
 - **AC** 耦合将 10 Hz 高通滤波器放置在触发路径中，从触发波形中移除任何 DC 偏移电压。对于所有型号，外部触发输入路径中的高通滤波器是 3.5 Hz。当波形具有较大的 DC 偏移时，使用 AC 耦合获得稳定的边沿触发。
 - **LF（低频）Reject** 耦合将一个 50 kHz 的高通滤波器与触发波形串联。低频抑制从触发波形中移除任何不需要的低频率成分，例如可干扰正确触发的如工频。当波形中具有低频噪声时，使用此耦合获得稳定的边沿触发。
 - **TV** 耦合通常显示为灰色，但当在 **Trigger More** 菜单中启动 TV 触发时，会自动选择。


请注意，触发耦合与通道耦合无关。要更改通道耦合，请参见第 72 页。

选择触发噪声抑制和 HF 抑制

- 1 按 **Mode/Coupling** 键。
- 2 按 **Noise Rej** 软键选择噪声抑制或按 **HF Reject** 软键选择高频抑制。
 - **Noise Rej** 给触发电路增加额外的滞后。启用噪声抑制时，触发电路对噪声不是很敏感，但是可能需要更大振幅的波形来触发示波器。

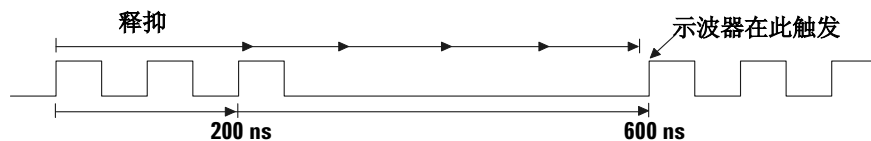
- **HF Reject** 在触发路径中添加 50 kHz 低通滤波器，从触发波形中移除高频分量。可使用高频抑制从快速系统时钟、从触发路径中移除诸如 AM 或 FM 广播电台中的高频噪声或噪声。

设置释抑

- 1 按 **Mode/Coupling** 键。
- 2 旋转 **Entry** 旋钮  增加或减少触发释抑时间，如 **Holdoff** 软键所示。

Holdoff 设置重新接通触发电路之前示波器等待的时间。使用 **Holdoff** 稳定复杂波形的显示。

要在脉冲猝发上获得稳定触发（如下所示），请将释抑时间设置为 $>200\text{ ns}$ 但 $<600\text{ ns}$ 。



通过设置 **Holdoff**，可以同步触发。示波器将在波形的一边触发，并忽略其他边沿，直至超过释抑时间。然后，示波器重新接通触发电路搜索下一个边沿触发。这允许示波器在波形的一个重复的码型上触发。

释抑操作提示

Holdoff（释抑）自上次触发之后，需要经历一段时间才会再次触发。在波形的一个周期内，当波形通过触发电平多次时，此功能很有价值。

没有释抑时，示波器可在每个交叉点上触发，产生一个混乱的波形。在正确设置释抑的情况下，示波器始终在同一个交叉点上触发。正确的释抑设置略微少于一个周期。将释抑设置到此时间，会产生一个唯一的触发点。由于释抑电路持续作用于输入信号，即使触发之间经过了很多波形周期，此操作仍起作用。

更改时基设置不会影响释抑号。相反，模拟示波器中的释抑是时基设置的一个函数，每次更改时基设置时需要重新调整释抑。

利用 **Agilent MegaZoom** 技术，可以按 **Stop**，然后平移和缩放数据，以找到重复位置。使用游标测量此时间，然后设置释抑。

外部触发输入

外部触发输入可用作几个触发类型的源。

在 2 通道示波器上，外部触发 BNC 输入在前面板上且标为 **Ext Trigger**。

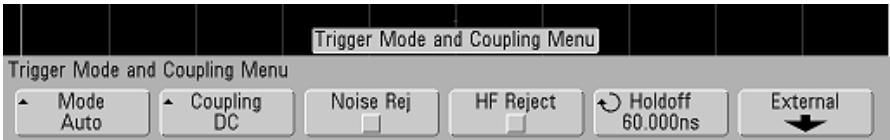
在 4 通道示波器上，外部触发 BNC 输入在后面板上且标为 **Ext Trig**。

2 通道示波器外部触发输入

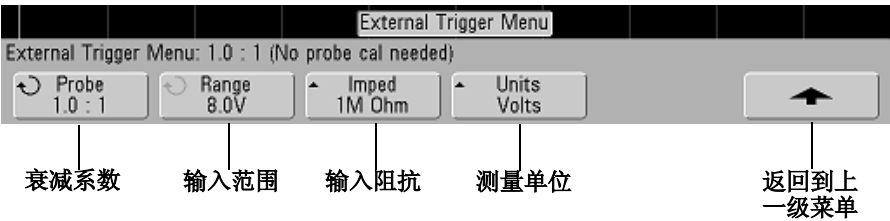
外部触发探头设置

可按照如下所述设置外部触发探头参数。

1 按前面板触发区中的 **Mode/Coupling** 键。



2 按 **External** 软键显示外部触发探头菜单。



探头衰减 旋转 **Entry** 旋钮设置在 **Probe** 软键显示的已连接探头的衰减系数。衰减系数可用 1-2-5 序列在 0.1:1 至 1000:1 之间设定。

当连接一个 **AutoProbe** 自感应探头时，示波器将自动地将探头配置为正确的衰减系数。

必须正确设置探头的校准因数以便进行正确测量。

范围 输入电压范围可以设置为 **1.0 伏** 或 **8.0 伏**。在电流模式中时，范围固定在 **1.0 安**。将根据探头的衰减系数自动设置范围。

2 通道示波器的外部触发输入的最大输入电压：

小心



模拟输入的最大输入电压：

I 类 300 Vrms， 400 Vpk ； 瞬间过电压 1.6 kVpk

CAT II 100 Vrms， 400 Vpk

具有 10073C 或 10074C 10:1 探头： I 类 500 Vpk， II 类 400 Vpk

小心



在 2 通道型号的 **50 Ω** 模式中，不超过 **5 Vrms**。如果检测到大于 **5 Vrms**，则在 **50Ω** 模式中启用输入保护，并将断开 **50Ω** 负载。然而，仍然会损坏输入，取决于信号的时间常数。

小心

当示波器通电后， **50 Ω** 输入保护模式才能起作用。

输入阻抗 2 通道示波器有可选的外部触发输入阻抗。通过按 **Imped** 软键可将阻抗设置为 **1M Ohm** 或 **50 Ohm**。

- **50 Ohm** 模式可匹配进行高频测量时常用的 **50 欧姆** 电缆。这种阻抗匹配使您能够进行最为精确的测量，因为它将沿信号路径的反射最小化。

- **1M 0hm** 模式适用于许多无源探头，可进行通用测量。阻抗升高，可降低示波器对被测试电路的影响。

探头单位 按 **Units** 软键，为所连接的探头选择正确的测量单位。为电压探头选择 **Volts**，为电流探头选择 **Amps**。测量结果、通道灵敏度和触发电平将反映所选择的测量单位。

4 通道示波器外部触发输入

输入阻抗 4 通道示波器的外部触发输入阻抗约为 2.14 k Ω 。

输入电压 输入电压灵敏度为 500 mV，从直流到 500 MHz。输入电压范围为 ± 15 V。

小心



在后面板外部触发输入时不超过 15 V_{rms}，否则，可能会发生示波器损坏。

4 通道示波器的外部触发输入没有范围或单位设置。

触发类型

通过定义触发条件，可利用示波器将显示屏同步为测试电路的运行。可以使用任何输入通道或外部触发 BNC 作为大多数触发类型的源。

MegaZoom 技术简化触发

通过内建 MegaZoom 技术，可方便地自动定标波形，然后停止示波器捕获波形。然后，使用 **Horizontal** 和 **Vertical** 旋钮平移和缩放数据，以找到稳定的触发点。自动定标经常产生已触发的显示。

这些触发类型都可用，在本章中以下次序介绍：

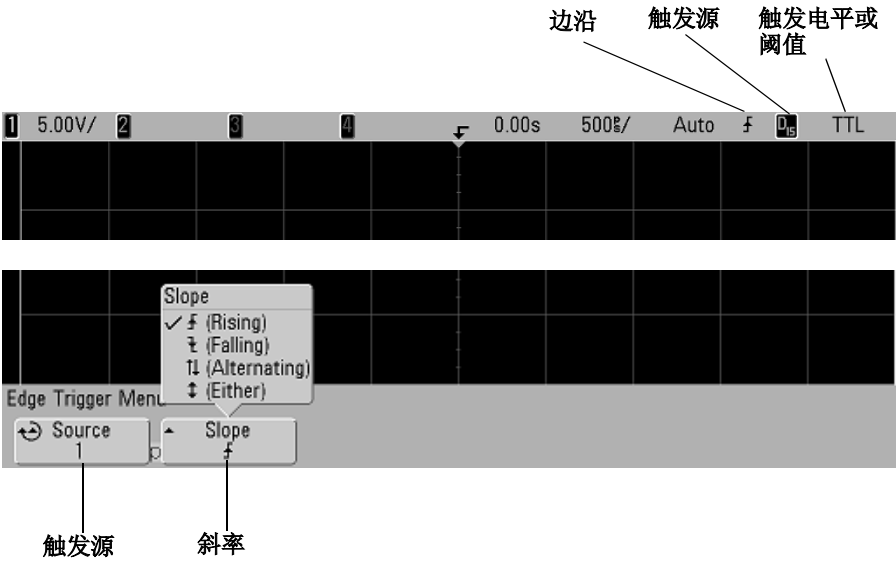
- 边沿触发
- 脉冲宽度（毛刺）触发
- 码型触发
- CAN（控制器区域网络）触发
- 持续时间触发
- FlexRay
- I²C（内部 -IC 总线）触发
- 第 N 个边沿猝发触发
- LIN（局域互连网络）
- 顺序触发
- SPI（串行外设接口）触发
- TV 触发
- USB（通用串行总线）触发

触发时，要改变触发技术参数。如果改变触发技术参数时示波器停止，当按 **Run/Stop** 或 **Single** 后，示波器将使用新的技术参数。如果更改触发技术参数时示波器正在运行，则当开始下一次采集后，它会使用新的触发定义。

使用边沿触发

边沿触发类型通过查找波形上特定的沿（斜率）和电压电平而识别触发。可以在此菜单中定义触发源和斜率。可以将斜率设置为上升沿或下降沿，且可以设置为交变沿或除行外的所有源上的沿。触发类型、源和电平在显示屏的右上角显示。

1 按前面板触发区中的 **Edge** 键显示边沿触发菜单。



2 按 **Slope** 软键并选择上升沿、下降沿、交变沿或任意沿。所选的斜率显示在显示屏的右上角。

注意

交变沿模式可用于在时钟（例如 DDR 信号）的两个沿上触发。任一沿模式可用于在所选源的任何活动上触发。除了任一沿模式另有带宽限制外，其他模式均可在不超过示波器带宽的频率下运行。任一沿模式既可由最高 100 MHz 的连续波信号触发，也可由低至 1/（2* 示波器带宽）的孤立脉冲触发。

3 选择触发源。

可以在任何 Agilent 7000 系列示波器上选择模拟通道 1 或 2、Ext 或 Line 作为触发源。在 4 通道示波器上，也可以将触发源设置为通道 3 和 4，或在混合信号示波器上，将触发源设置为数字通道 D15 至 D0。可以选择已经关闭（未显示）的通道作为边沿触发的源。

所选择的触发源显示在显示屏的右上角、斜率符号旁：


1 至 4 = 模拟通道

D0 至 D15 = 数字通道

E = 外部触发

L = 行触发

触发电平调整

通过旋转 **Trigger Level** 旋钮可以调整所选模拟通道的触发电平。当选择 DC 耦合时，模拟通道触发电平的位置由触发电平图标  来显示在显示屏的最左端（如果模拟通道打开）。模拟通道触发电平的值显示在显示屏的右上角。

使用数字通道菜单中的阈值菜单可设置所选数字通道的触发电平。按前面板上的 **D15-D0** 键，然后按 **Thresholds** 软键设置所选择数字通道组的阈值电平（TTL、CMOS、ECL 或用户定义）。阈值显示在显示屏的右上角。

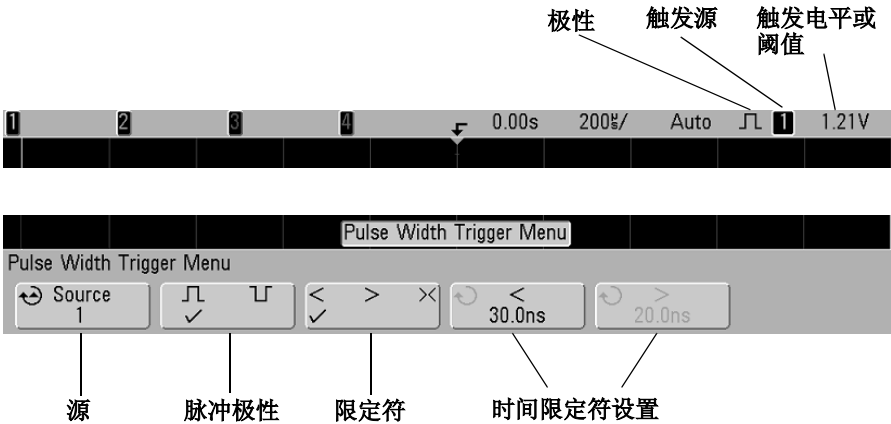
选择 **Ext** 后，可使用前面板触发区中的 **Level** 旋钮调整其电平。触发电平显示在显示屏的右上角。

行触发电平不可调节。该触发同步提供给示波器的工频。

使用脉冲宽度触发

脉冲宽度（毛刺）触发将示波器设置为在指定宽度的正脉冲或负脉冲上触发。如果要在指定的超时值上触发，可使用 **Trigger More** 菜单中的 **Duration** 触发。

1 按前面板触发区中的 **Pulse Width** 键显示脉冲宽度触发菜单。



2 按 **Source** 软键（或转动混合信号示波器上的 **Entry** 旋钮）选择一个通道源来触发。

所选择的通道显示在显示屏的右上角、极性符号旁。

源可以是适用于示波器的任何模拟或数字通道。当使用 2 通道示波器时，也可以将外部触发指定为源。

通过旋转触发电平旋钮调整所选模拟通道的触发电平。按 **D15-D0** 键并选择 **Thresholds** 设置数字通道的阈值电平。数字阈值或触发电平值显示在显示屏的右上角。

3 按脉冲极性软键选择要捕获脉冲宽度的正极 (\sqcap) 或负极 (\sqcup)。

所选脉冲极性显示在显示屏的右上角。正脉冲高于当前触发电平或阈值，负脉冲低于当前触发电平或阈值。

当在正脉冲上触发时，如果限制条件为真，触发将在脉冲从高到低的翻转上发生。当在负脉冲上触发时，如果限制条件为真，触发将在脉冲从低到高的翻转上发生。

4 按限定符软键 (< > ><) 选择时间限定符。

Qualifier 软键可设置示波器触发的脉冲宽度为：

- 小于时间值 (<).

例如，对于正脉冲，如果设置 $t < 10\text{ ns}$ ：



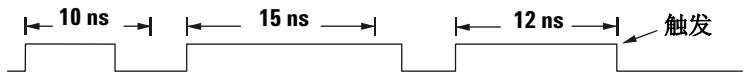
- 大于时间值 (>).

例如，对于正脉冲，如果设置 $t > 10\text{ ns}$ ：



- 时间值范围内 ($><$)。

例如，对于正脉冲，如果设置 $t > 10\text{ ns}$ 和 $t < 15\text{ ns}$ ：



- 5 选择时间限定符设置软键 ($<$ 或 $>$)，然后转动 **Entry** 旋钮设置脉冲宽度时间限定符。

可以将限定符设置为以下值：

- 2 ns 至 10 s，用于 $>$ 或 $<$ 限定符（5 ns 至 10 s，用于 350 MHz 带宽型号）
- 10 ns 至 10 s，用于 $><$ 限定符，高和低设置时间最小相差 5 ns

< 时间限定符设置软键

- 当选择小于 ($<$) 限定符时，**Entry** 旋钮设置示波器在软键上显示的小于时间值的脉冲宽度上触发。
- 当选择时间范围 ($><$) 限定符后，**Entry** 旋钮设置上方的时间范围值。

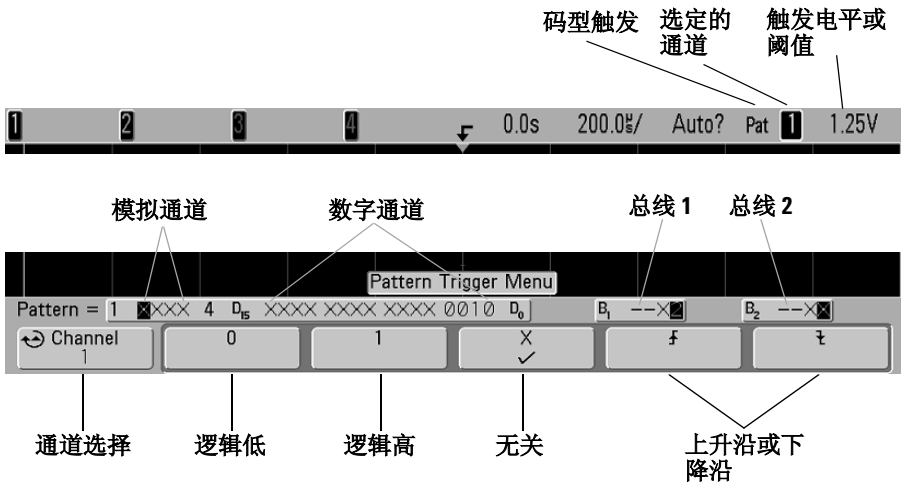
> 时间限定符设置软键

- 当选择大于 ($>$) 限定符时，**Entry** 旋钮设置示波器在大于软键上显示的时间值的脉冲宽度上触发。
- 当选择时间范围 ($><$) 限定符后，**Entry** 旋钮设置下方的时间范围值。

使用码型触发

Pattern（码型）触发通过查找特定的码型而识别触发条件。此码型为通道的逻辑 AND 组合。每个通道的值可为 0（低）、1（高）或无关（X）。码型中的一个通道只可指定一个上升或下降沿。也可以按照第 135 页中介绍的方法将十六进制总线值作为触发条件。

1 按前面板触发区中的 **Pattern** key 键显示 Pattern trigger 菜单。



2 对于每个包含在需要的码型中的模拟或数字通道，按 **Channel**（通道）软键选择通道。

此为 0、1、X 或边沿条件的通道源。按 **Channel** 软键（或旋转混合信号示波器上的 **Entry** 旋钮）时，选择的通道直接突出显示在该软键上的 **Pattern** = 行中和显示屏右上角靠近“**Pat**”的位置处。使用 2 通道和 4 通道示波器时，也可以将外部触发指定为码型中的通道。

通过旋转触发电平旋钮调整所选模拟通道的触发电平。按 **D15-D0** 键并选择 **Thresholds** 设置数字通道的阈值电平。数字阈值或触发电平值显示在显示屏的右上角。

- 3** 对于选择的每个通道，按其中一个条件软键设置码型中的该通道的条件。
- **0** 在所选通道上将码型设置为 **0**（低）。低是小于通道的触发电平或阈值电平的电压电平。
 - **1** 在所选通道上将码型设置为 **1**（高）。高是大于通道的触发电平或阈值电平的电压电平。
 - **X** 在所选通道上将码型设置为“无关”。忽略任何设置为“无关”的通道，并且通道不是码型的一部分。但是，如果码型中的所有通道都设置为“无关”，则示波器将不触发。
 - 上升沿 (↗) 或下降沿 (↘) 软键将码型设置为已选择通道上的沿。在码型中只可指定一个上升或下降沿。当指定边沿后，如果为其他通道设置的码型为真，则示波器将在指定的边沿触发。

如果未指定边沿，示波器将触发使码型为真的最后一个边沿。

在码型中指定一个边沿

在码型中，只允许指定一个上升或下降沿期间。如果定义一个边沿期间，然后在码型中选择一个不同的通道并定义另一个边沿期间，则前一个边沿定义将更改为“无关”。

十六进制总线码型触发

可以指定要作为触发条件的总线值。为此，请先定义该总线。有关详细信息，请参见第 110 页上的“以总线模式显示数字通道”。无论是否显示总线，都可将总线值作为触发条件。

要将总线值作为触发条件：

- 1 按前面板上的 **Pattern** 键。
- 2 按 **Channel** 软键并旋转 **Entry** 旋钮以选择 **Bus1** 或 **Bus2**。
- 3 按 **Digit** 软键并旋转 **Entry** 旋钮，为选定的总线选择数字。
- 4 按 **Hex** 软键并旋转 **Entry** 旋钮以选择该数字的值。

注意

如果数字由少于四位数组成，则该数字的值将被限制为根据选定的位数所能创建的值。

- 5 您可以使用 **Set all Digits** 软键将所有数字均设为某个特定的值。

当十六进制总线数字包含一个或多个无关 (X) 位并且其中一个或多个位的值为 0 或 1，则将为该数字显示 “\$” 符号。

有关进行码型触发时数字总线显示的信息，请参见第 113 页。

使用 CAN 触发

注意

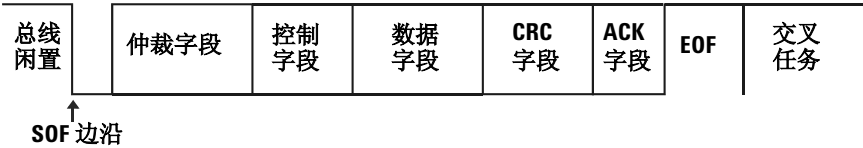
有关 CAN 解码设置的信息，请参见第 265 页。

控制器区域网络 (CAN) 触发将在 CAN 2.0A 和 2.0B 版信号上触发。设置包括将示波器连接到 CAN 信号、使用 **Settings** 菜单指定作为触发条件的事件以及使用 **Signals** 菜单指定信号源、波特率和采样点。

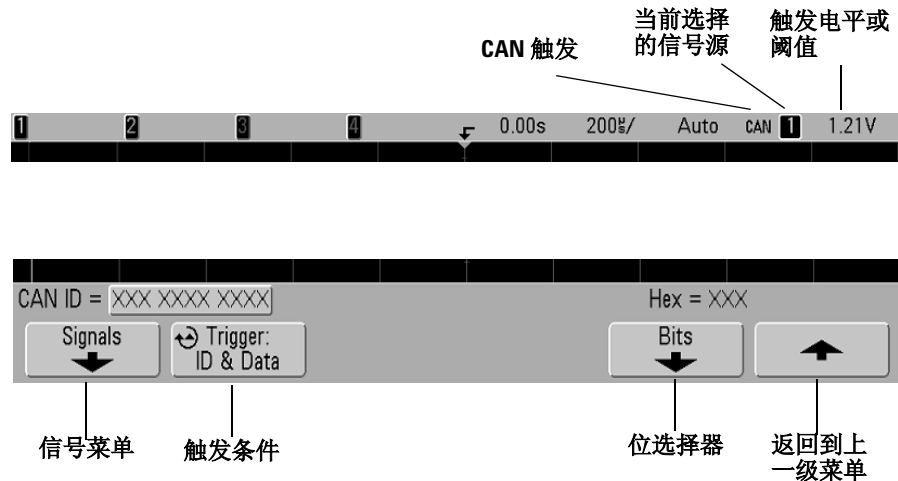
示波器将以 CAN 显性低信号作为触发条件。如果使用差分探头连接到 CAN 信号，请将探头的正导线连接到 CAN 显性低信号 (CAN_L) 并将负导线连接到 CAN 显性高信号 (CAN_H)。

CAN 触发将以数据帧的起始帧 (SOF) 位作为触发条件。如果您的示波器上安装了 N5424A CAN/LIN 自动触发和解码选件，则还可使用以下 CAN 触发类型：远程帧 ID (RTR)、数据帧 ID (~RTR)、远程或数据帧 ID、数据帧 ID 和数据、错误帧、所有错误、确认错误和过载帧。

CAN_L 信号类型中的 CAN 消息帧显示如下：



- 1 按前面板触发区中的 **More**（更多）键，转动 **Entry** 旋钮直至 **CAN** 显示在 **Trigger**（触发）软键上，然后按 **Settings**（设置）软键显示 CAN 触发菜单。

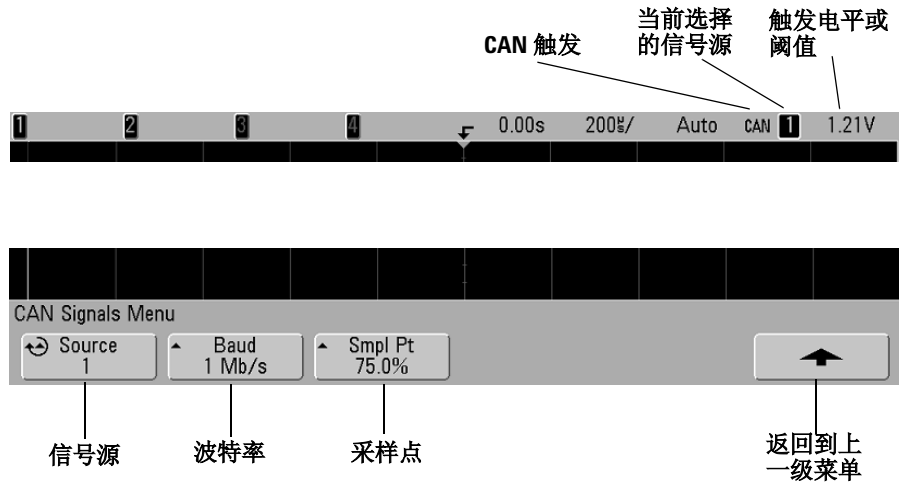


2 重复按下并释放 **Trigger**: 软键或旋转 **Entry** 旋钮，选择触发条件。

- **SOF - Start of Frame** — 示波器在帧的开头触发。
- **Remote Frame ID (RTR)** — 示波器在具有指定 ID 的远程帧上触发。按 **Bits** 软键可选择该 ID。有关使用 **Bits** 软键的详细信息，请按住该按键，显示有关该主题的内建帮助信息。
- **Data Frame ID (~RTR)** — 示波器将在匹配指定 ID 的数据帧上触发。按 **Bits** 软键可选择该 ID。
- **Remote or Data Frame ID** — 示波器将在匹配指定 ID 的远程或数据帧上触发。按 **Bits** 软键可选择该 ID。
- **Data Frame ID and Data** — 示波器将在匹配指定 ID 和数据的数据帧上触发。按 **Bits** 软键选择该 ID 并设置数据的字节数和数据值。

- **Error Frame** — 示波器将在 CAN 活动错误帧上触发。
- **All Errors** — 示波器将在遇到任何形式的错误或活动错误时触发。
- **Acknowledge Error** — 示波器将在确认位为隐性位（高）时触发。
- **Overload Frame** — 示波器将在 CAN 过载帧上触发。

3 如有必要，按向上箭头软键返回到 CAN Trigger 菜单。按 **Signals** 软键即可进入 CAN Signals 菜单。



4 按 **Source** 软键选择连接到 CAN 信号线的通道。

当重复按 **Source** 软键（或旋转 **Entry** 旋钮）时，将会自动设置源通道的 **CAN** 标签，且会在显示屏的右上角、靠近“CAN”处显示所选的通道。

通过旋转触发电平旋钮调整所选模拟通道的触发电平。按 **D15-D0** 键并选择 **Thresholds** 设置数字通道的阈值电平。数字阈值或触发电平值显示在显示屏的右上角。

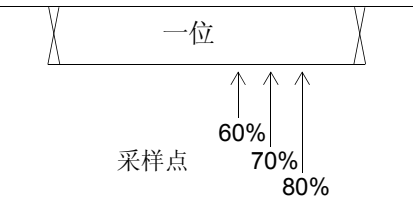
- 5 重复按下并释放 **Baud** 软键，设置 CAN 信号的波特率使之与您的 CAN 总线信号相匹配。

CAN 波特率可设置为：

10 kb/s	50 kb/s	100 kb/s	500 kb/s
20 kb/s	62.5 kb/s	125 kb/s	800 kb/s
33.3 kb/s	83.3 kb/s	250 kb/s	1 Mb/s

默认波特率为 1 Mb/s。

- 6 重复按下并释放 **Smpl Pt** 软键，在相段 1 和 2 之间选择测量总线状态的点。此操作控制捕获位值所在的位时间点。



为方便浏览已解码的数据，可以使用 **Zoom** 水平扫描模式。

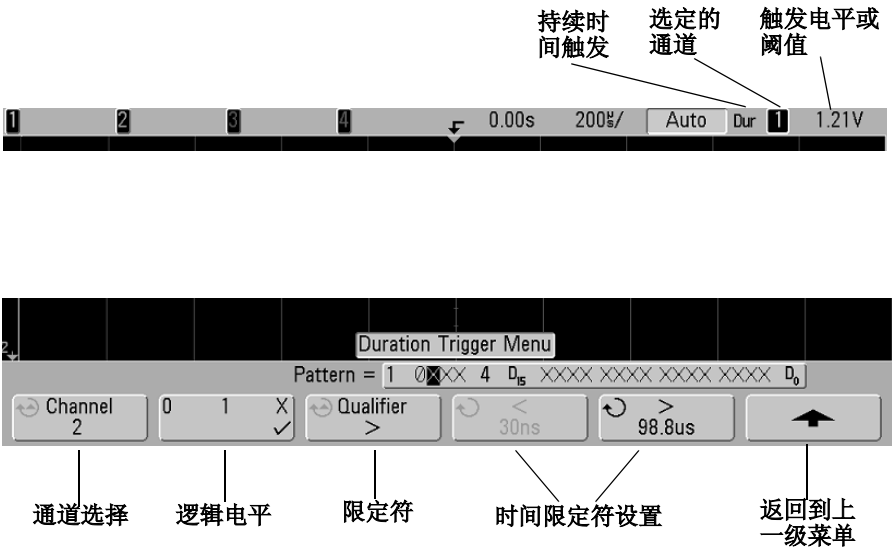
注意

如果该设置不能产生稳定的触发，则可能是因为 CAN 信号的速度太慢，导致示波器自动触发。按 **Mode/Coupling** 键，然后按 **Mode** 软键，将触发模式设置从 **Auto** 更改为 **Normal**。

使用持续时间触发

使用持续时间触发可定义一个码型，然后在通道的逻辑 AND 组合的指定持续时间触发。

- 1 按前面板触发区中的 **More** 键，转动 **Entry** 旋钮直至 **Duration** 显示在 **Trigger** 软键中，然后按 **Settings** 软键显示 Duration 触发菜单。



- 2 对于每个包含在需要的码型中的模拟或数字通道，按 **Channel**（通道）软键选择通道。

此为 H、L 或 X 条件的通道源。按 **Channel** 软键（或旋转混合信号示波器上的 **Entry** 旋钮）时，选择的通道直接突出显示在该软键上的 **Pattern =** 行中和显示屏右上角靠近“Dur”的位置处。使用 2 通道和 4 通道示波器时，也可以将外部触发指定为码型中的通道。

通过旋转触发电平旋钮调整所选模拟通道的触发电平。按 **D15-D0** 键并选择 **Thresholds** 设置数字通道的阈值电平。数字阈值或触发电平值显示在显示屏的右上角。

3 对于选择的每个通道，按逻辑电平软键设置码型中的该通道的条件。

- **1** 在所选通道上将码型设置为 **1**（高）。高是大于通道的触发电平或阈值电平的电压电平。
- **0** 在所选通道上将码型设置为 **0**（低）。低是小于通道的触发电平或阈值电平的电压电平。
- **X** 在所选通道上将码型设置为“无关”。忽略任何设置为“无关”的通道，并且通道不是码型的一部分。如果码型中的所有通道都设置为“无关”，则示波器将不触发。

4 按 **Qualifier** 软键设置码型的持续时间限定符。

时间限定符可设置示波器在通道码型上触发，其持续时间：

- 小于时间值 (<)
- 大于时间值 (>)
- 大于一个时间值，但是超时 (**Timeout**)。将被迫在超时值时触发，而不是在码型退出时发生。
- 时间值范围内 (><)
- 时间值范围外 (<>)

使用时间限定符设置软键（< 和 >）和 **Entry** 旋钮设置选定的限定符时间值。

5 选择时间限定符设置软键（< 或 >），然后转动 **Entry** 旋钮设置持续时间限定符时间。

< 时间限定符设置软键

- 当选择小于 (<) 限定符时，Entry 旋钮设置示波器在软键上显示的小于时间值的码型持续时间上触发。
- 当选择时间范围内 (><) 限定符后，Entry 旋钮设置上方的时间范围值。
- 当选择时间范围外 (<>) 限定符后，Entry 旋钮设置下方的时间范围值。

> 时间限定符设置软键

- 当选择大于 (>) 限定符时，Entry 旋钮设置示波器在大于软键上显示的时间值的码型持续时间上触发。
- 当选择时间范围内 (><) 限定符后，Entry 旋钮设置下方的时间范围值。
- 当选择时间范围外 (<>) 限定符后，Entry 旋钮设置上方的时间范围值。
- 当选择 **Timeout** 限定符后，Entry 旋钮设置超时值。

发生持续时间触发时

定时器开始于使码型（逻辑 AND）为真的最后一个边沿。如果满足码型的时间限定符标准（“超时”模式除外），将在使码型为假的第一个边沿上触发。在“超时”模式中，如果码型为真时如果减少超时值，则发生触发。

使用 FlexRay 触发

借助于 N5432A FlexRay 触发和解码选件与 Agilent VPT1000 协议分析器及其 MSO 通信电缆，7000 系列混合信号示波器可以：

- 控制 VPT1000（无需通过 PC）。
- 在 FlexRay 总线帧、时间或错误上触发或在测试中将其与设备中的其他信号相关联。
- 显示已解码的 FlexRay 总线数据。

注意

有关显示已解码 FlexRay 总线数据的信息，请参见第 278 页。

示波器的 16 个数字通道中有 8 个用于连接 VPT1000。

VPT1000 控制 / 操控模式

示波器和 VPT1000 的使用方式有以下三种：

- 示波器控制 VPT1000，异步模式监控（需要 LAN 连接）。
- 示波器控制 VPT1000，同步模式监控（需要 LAN 连接）。
- PC 控制 VPT1000。

示波器控制 VPT1000 时，系统是独立的，与时间相关的测量系统（无需外部 PC）。

示波器控制 VPT1000，异步模式监控

对于异步分析，您可以在示波器的 VPT1000 Menu 中设置 FlexRay 通道和波特率。

示波器控制 VPT1000，同步模式监控

通过导入定义全局 FlexRay 计划的 FIBEX (Field Bus Exchange 格式) 文件，可以看到同步的、与时间相关的段显示和插槽定时边界。

PC 控制 VPT1000

对于更高级的 FlexRay 协议分析，可以通过 PC 控制 VPT1000 并将其配置为使用 J8130A Option 200 软件同步或异步操作 VPT1000。

有关更多信息，请参见 VPT1000 用户手册。

此类型的系统配置可在 PC 上提供更高级的 FlexRay 协议分析测量，在示波器显示屏上提供与时间相关的 FlexRay 测量。

设置示波器和 VPT1000

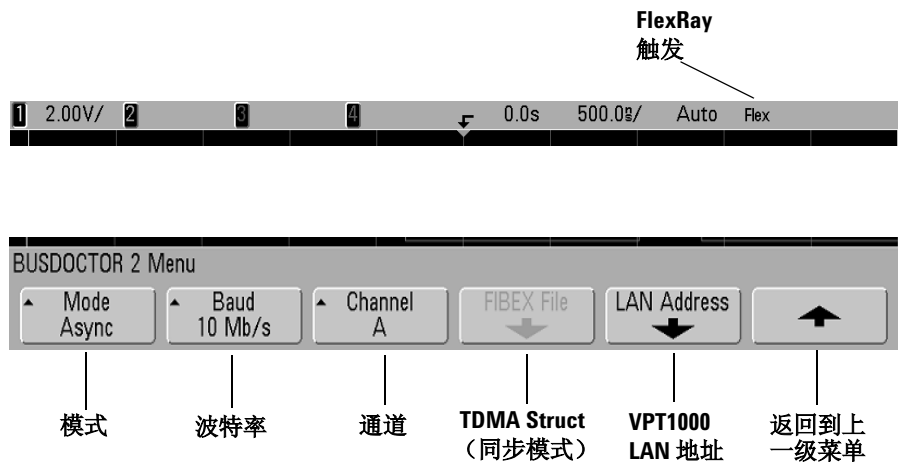
连接示波器和 VPT1000

使用 MSO 通信电缆（随 VPT1000 提供）连接 VPT1000 和示波器的数字通道连接器。

如果示波器将控制 VPT1000，则必须通过 LAN 连接示波器和 VPT1000。通过将示波器和 VPT1000 同时连接到一台交换机或集线器上或者通过将 VPT1000 LAN 电缆直接连接到示波器（采用点对点配置），可以实现示波器和 VPT1000 的相连。

访问 VPT1000 Menu

- 1 在前面板的 Trigger 部分，按 **More** 键。
- 2 按 **Trigger** 软键并使用 Entry 旋钮选择 **FlexRay**。
- 3 按 **Settings** 软键即可访问 FlexRay Trigger Menu。
- 4 按 **VPT1000** 软键即可访问 VPT1000 Menu。



指定 VPT1000 LAN 地址

当使用示波器控制 VPT1000 时（而非使用带有 J8130A Option 200 软件的 PC 控制 VPT1000 时）需要设置此地址。

- 1 在 VPT1000 Menu 中，按 **LAN Address** 软键访问 VPT1000 LAN Addresses Menu。
- 2 输入 VPT1000 的 4 字节 IP 地址：
 - a 按 **Value** 软键并使用 **Entry** 旋钮选择一个字节值。
 - b 按 **Next** 软键访问下一个字节。
- 3 输入完 IP 地址后，按 **Apply** 软键。

此信息对通过集线器或交换机建立的连接来说已经足够。

如果示波器直接连接到 VPT1000（在点对点配置中），必须执行以下附加步骤。

注意: VPT1000 在出厂时的 IP 地址预设 为 192.168.80.<序列号>, 子网掩码为 255.255.240.0。有关更多信息, 请参见 VPT1000 用户手册。

4 设置示波器的 IP 地址:

- 1 按 **Utility→IO→Control**。取消选择 LAN 复选框 (关闭它)。
- 2 按 **LAN Settings** 软键
- 3 按 **Config** 软键。取消选择 **DHCP** 和 **AutoIP**。
- 4 按 **Address** 软键。按 **Modify** 软键。将示波器的 IP 地址设置为 192.168.80.1 (IP 地址中最后一个数字必须与 VPT1000 的最后一个数字不同)。按 **Apply** 软键。
- 5 按两次 **Modify** 软键。将示波器的子网掩码设置为 255.255.240.0。按 **Apply** 软键。
- 6 按两次 **Modify** 软键。将示波器的网关 IP 设置为 192.168.80.1。按 **Apply** 软键。

选择 VPT1000 控制 / 操控模式

- 1 在 VPT1000 Menu (参见第 144 页上的“访问 VPT1000 Menu”) 中, 按 **Mode** 软键选择以下操控模式之一:
 - **PC** – 带有 J8130A Option 200 软件的 PC 控制 VPT1000。
 - **Asynchronous** – 示波器控制 VPT1000, 异步监控模式。
 - **Synchronous** – 示波器控制 VPT1000, 同步监控模式。

在 **PC 模式** 中 无需指定附加选项或将示波器连接到 VPT1000 的 (以太网) LAN 控制接口。VPT1000 必须通过 LAN 连接到 PC。

在 Asynchronous 模式中

- 1 按 **Baud** 软键选择波特率 **2.5 Mb/s**、**5 Mb/s** 或 **10 Mb/s**。
- 2 按 **Channel** 软键选择通道 **A** 或 **B**。

在 Synchronous 模式中

- 1 按 **FIBEX File** 软键指定 FIBEX（Field Bus Exchange 格式）的位置，该文件定义探测的 FlexRay 总线的时间触发定时计划。
- 2 按 **Channel** 软键选择通道 **A** 或 **B**。

注意

如果 VPT1000 失去同步，请按示波器上的 **Mode** 键（在 VPT1000 Menu 中）以依次调用其他模式并恢复同步。

在 Asynchronous 或 Synchronous 模式中 除了在 VPT1000 和示波器之间的逻辑探头电缆连接以外，还必须建立 LAN 连接，让示波器控制 VPT1000。另请参见第 145 页上的“指定 VPT1000 LAN 地址”。

注意

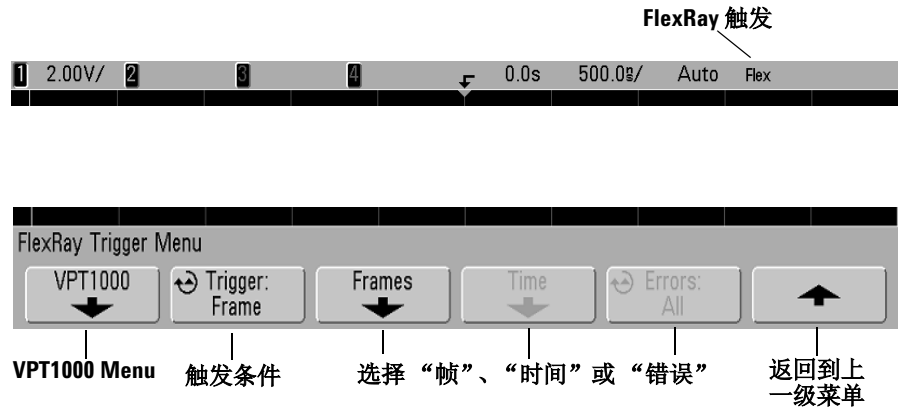
在关闭示波器之前，将 VPT1000 2 模式更改为 **PC**。

如果在 Asynchronous 或 Synchronous 模式下对示波器重新加电，与 VPT1000 的通信将被断开。要恢复与 VPT1000 的通信，请先打开 VPT1000 电源，等候其状态指示灯从红色变为绿色，然后按示波器上的 **Mode** 键（在 VPT1000 Menu 中）依次调用各个模式。

在 FlexRay 帧、时间或错误上触发

访问 FlexRay Trigger Menu

- 1 在前面板的 Trigger 部分，按 **More** 键。
- 2 按 **Trigger** 软键并使用 Entry 旋钮选择 **FlexRay**。
- 3 按 **Settings** 软键即可访问 FlexRay Trigger Menu。



在 FlexRay 帧上触发

- 1 在 FlexRay Trigger Menu（参见第 148 页上的“访问 FlexRay Trigger Menu”）中，按 **Trigger** 软键并使用 Entry 旋钮选择 **Frame**。
- 2 按 **Frames** 软键即可访问 FlexRay Frame Trigger Menu。
- 3 按 **Cyc Ct Rep** 软键并使用 Entry 旋钮从 2、4、8、16、32 或 64 中选择周期计数的重复值。
- 4 按 **Cyc Ct Bas** 软键并使用 Entry 旋钮从 0 到 **Cyc Ct Rep** 值减去 1 或 **All** 中选择周期计数的基数值。例如，基数值为 1，重复值为 16，示波器将在周期 1、17、33、49 和 65 上触发。

这是帧头的周期计数，而非周期开始时的计数。

5 按 **Frame Type** 软键从下列各项中选择帧类型值：

- **All Frames**
- **Startup Frames**
- **NULL Frames**
- **Sync Frames**
- **Normal Frames**
- **NOT Startup Frames**
- **NOT NULL Frames**
- **NOT Sync Frames**

6 按 **Frame ID** 软键并使用 **Entry** 旋钮从 **All** 或 **1** 到 **2047** 中选择帧 ID 的值。

注意

由于特定的 **FlexRay** 帧发生的几率很小，因此将示波器设置为 **Normal** 触发模式（而非 **Auto** 触发模式）较好。这样可以防止示波器在等候某个特定帧时自动触发。

在 **FlexRay Time Schedule** 上触发

该时间触发模式在理想 / 计划的插槽数和段数（而非实际的帧内容）上触发。

注意

在异步模式下使用示波器控制 **VPT1000** 时，不能将 **FlexRay** 次数作为触发条件。

- 1** 在 **FlexRay Trigger Menu**（参见第 148 页上的“访问 **FlexRay Trigger Menu**”）中，按 **Trigger** 软键并使用 **Entry** 旋钮选择 **Time**。
- 2** 按 **Time** 软键即可访问 **FlexRay Time Trigger Menu**。
- 3** 按 **Cyc Ct Rep** 软键并使用 **Entry** 旋钮从 **2**、**4**、**8**、**16**、**32** 或 **64** 中选择周期计数的重复值。

- 4 按 **Cyc Ct Bas** 软键并使用 **Entry** 旋钮从 **0** 到 **Cyc Ct Rep** 值减去 1 或 **All** 中选择周期计数的基数值。
- 5 按 **Segment** 软键从以下各项中选择段类型：
 - **Static Segments**
 - **Dynamic Segments**
 - **Symbol Segments**
 - **Idle Segments**
- 6 选择 **Static** 或 **Dynamic Segments** 时：
 - a 按 **Slot Id** 软键并使用 **Entry** 旋钮从 **All** 或 **1** 到 **2047** 中选择时间插槽 ID 的值。最大静态插槽值和最小动态插槽值受下载的 FIBEX 文件计划的限制。
 - b 按 **Slot Type** 软键从下列各项中选择插槽类型：
 - **All Slots** — 示波器在所有插槽上触发，无论插槽中是否包含帧。
 - **Empty Slots** — 示波器在插槽不含帧时触发。通常用于判断指定的插槽应该包含帧时是否为空。

注意

由于最多可为 FlexRay 定义 64 个周期，因此将示波器设置为 **Normal** 触发模式（而非 **Auto** 触发模式）较好。这样可以防止示波器在某个特定周期内等候某个特定插槽时自动触发。

在 FlexRay 错误上触发

- 1 在 FlexRay Trigger Menu（参见第 148 页上的“访问 FlexRay Trigger Menu”）中，按 **Trigger** 软键并使用 **Entry** 旋钮选择 **Error**。
- 2 按 **Errors** 软键并使用 **Entry** 旋钮从以下各项中选择错误类型：
 - **All Errors**
 - **Code Error (NRZ)** — 仅限 NRZ 解码错误。

- **TSS Violation** — 传输开始序列违规。
- **Header CRC Error** — 头中周期冗余检查错误。
- **Frame CRC Error** — 帧中周期冗余检查错误。
- **Frame End Sequence Error** — 表示违反 FES。
- **Boundary Violation** — 接收的帧与插槽边界重叠（仅限同步监控模式）。
- **Network Idle Time Violation** — 随 NIT 一起接收的帧（仅限同步监控模式）。
- **Symbol Window Violation** — 随符号窗口一起接收的帧，或符号窗口外部接收的符号（仅限同步监控模式）。
- **Slot Overbooked Error** — 一个插槽内收到两个或多个通信元素。
- **Null Frame Error** — 动态段内收到 null 帧（仅限同步监控模式）。
- **Sync or Startup Error** — 动态段内的同步位或起始位设置（仅限同步监控模式）。
- **Frame ID Error** — 内部插槽 ID 与收到的插槽 ID 不匹配（仅限同步监控模式）。
- **Cycle Count Error** — 内部周期计数与收到的周期计数不匹配（仅限同步监控模式）。
- **Static Payload Length Error** — 静态段内的有效载荷长度超出预期（仅限同步监控模式）。

注意

由于 FlexRay 错误发生的几率很小，因此将示波器设置为 **Normal** 触发模式（而非 **Auto** 触发模式）较好。这样可以防止示波器在等候某个错误发生时自动触发。当存在多个错误时，可能需要调整触发释抑才可看到某个特定的错误。

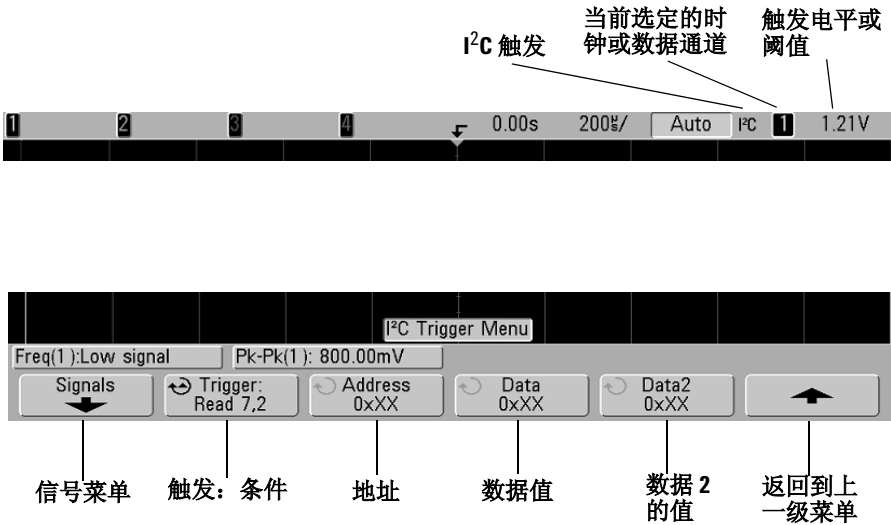
使用 I²C 触发

注意

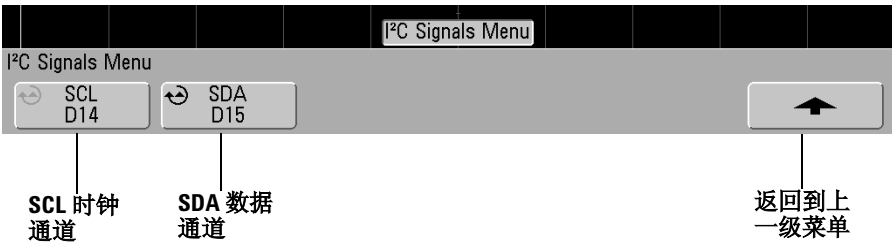
有关 I²C 解码设置的信息，请参见第 256 页。

I²C（内部 -IC 总线）触发设置包括将示波器连接到串行数据 (SDA) 线和串行时钟 (SCL) 线，然后在停止 / 启动条件下、重新启动、丢失确认、EEPROM 数据读取时触发，或在具有特定的设备地址和数据值的读 / 写帧上触发。

- 1 按前面板触发区中的 **More**（更多）键，转动 **Entry** 旋钮直至 **I²C** 显示在 **Trigger**（触发）软键，然后按 **Settings**（设置）软键显示 I²C 触发菜单。



2 按 **Signals** 软键即可显示 I²C 信号菜单。



3 将示波器通道连接到被测试电路的 SCL（串行时钟）线，然后将 **SCL** 时钟通道软键设置为该通道。

当按 **SCL** 软键（或旋转混合信号示波器上的 **Entry** 旋钮）时，自动设置源通道的 **SCL** 标签，且选择的通道显示在显示屏的右上角、靠近 “I²C”。

通过旋转触发电平旋钮调整所选模拟通道的触发电平。按 **D15-D0** 键并选择 **Thresholds** 设置数字通道的阈值电平。数字阈值或触发电平值显示在显示屏的右上角。

4 选择 7 位或 8 位地址大小。使用 8 位地址大小使地址值包含 R/W 位，或者选择 7 位地址大小使地址值不包含 R/W 位。

5 将示波器通道连接到被测试电路的 SDA（串行数据）线，然后将 **SDA** 数据通道软键设置为该通道。

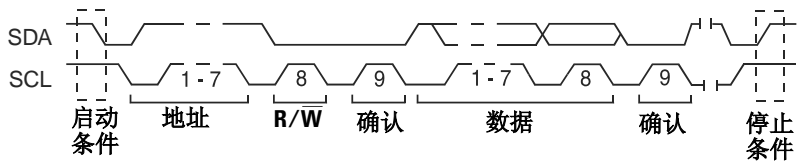
当按 **SDA** 软键（或旋转混合信号示波器上的 **Entry** 旋钮）时，自动设置源通道的 **SDA** 标签，且选择的通道显示在显示屏的右上角、靠近 “I²C”。

通过旋转触发电平旋钮调整所选模拟通道的触发电平。按 **D15-D0** 键并选择 **Thresholds** 设置数字通道的阈值电平。数字阈值或触发电平值显示在显示屏的右上角。

在整个高时钟周期，数据需要稳定，否则它将被认为是一个启动或停止条件（当时钟为高时数据转换）。

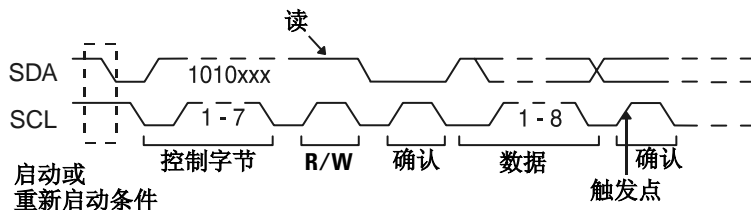
6 返回到上一级菜单；然后按 **Trigger** 软键，选择下列 I²C 触发条件之一：

- **Start Condition** — 当 SCL 时钟为高而 SDA 数据从高到低转换时示波器触发。用于触发目的时（包括帧触发），重启作为一个启动条件。
- **Stop Condition** — 当时钟 (SCL) 为高而数据 (SDA) 从低到高转换时示波器触发。

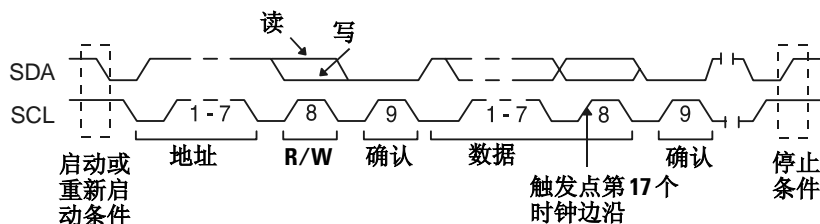


- **Missing Acknowledge** — 在任何确认 SCL 时钟位期间，如果 SDA 数据为高，示波器触发。
- **Address with no Ack** — 当确认选定的地址字段无效时示波器触发。R/W 位将被忽略。
- **Restart** — 当另一个启动条件在停止条件之前出现时示波器触发。

- **EEPROM Data Read** — 触发在 SDA 线上寻找 EEPROM 控制字节值 1010xxx，其后面跟随一个读取位和一个确认位。然后它寻找通过 **Data**（数据）软键和 **Data is**（数据为）软键设置的数据值和限定符。当此事件发生时，示波器将在数据字节后确认位的时钟边沿上触发。此数据字节不一定紧接在控制字节后面。



- **Frame (Start: Addr7: Read: Ack: Data) 或 Frame (Start: Addr7: Write: Ack: Data)** — 如果码型中的所有位都匹配，则在第 17 个时钟边沿上 7 位寻址模式中的读或写帧上示波器触发。用于触发目的时，重启是一个启动条件。

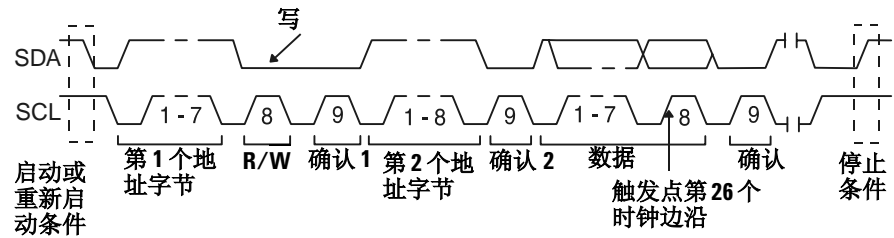


- **Frame (Start: Addr7: Read: Ack: Data: Ack: Data)** 或 **Frame (Start: Addr7: Write: Ack: Data: Ack: Data2)** — 如果码型中的所有位都匹配, 则在第 26 个时钟边沿上 7 位寻址模式中的读或写帧上示波器触发。用于触发目的时, 重启是一个启动条件。

- **10-bit Write** — 如果码型中的所有位都匹配, 则在第 26 个时钟边沿的 10 位写帧上示波器触发。帧的格式为:

Frame (Start: Address byte 1: Write: Address byte 2: Ack: Data)

用于触发目的时, 重启是一个启动条件。



7 如果已经设置示波器来触发一个 EEPROM 数据读取条件:

当数据 = (等于)、(不等于)、< (小于) 或 > (大于) 在 **Data** 软键中设置的数据值时，按 **Data is** 软键将示波器设置为触发。

示波器将在找到触发事件后，在确认位的时钟边沿上触发。此数据字节不一定紧接在控制字节后面。在当前地址读取或随机读取或顺序读取循环期间，示波器将触发符合由 **Data is** (数据为) 和 **Data** (数据) 软键定义的标准的数据字节。

- 8 如果已经将示波器设置为在 7 位地址读取或写帧条件或 10 位写帧条件上触发：

- a 按 **Address** (地址) 软键并转动 **Entry** 旋钮选择 7 位或 10 位设备地址。

可在十六进制地址范围 **0x00** 至 **0x7F** (7 位) 或 **0x3FF** (10 位) 中选择。当在读 / 写帧上触发时，示波器将在发生启动、寻址、读 / 写、确认和数据事件后触发。

如果将地址选择为“无关” (**0xXX** 或 **0xFFFF**)，则地址将被忽略。在 7 位寻址的第 17 个时钟或 10 位寻址第 26 个时钟上始终会发生触发。

- b 按 **Data** (数据) 值软键并转动 **Entry** 旋钮选择 8 位数据码型来触发。

可以在 **0x00** 至 **0xFF** (十六进制) 的范围内选择一个数据值。示波器将在发生启动、寻址、读 / 写、确认和数据事件后触发。

如果为数据选择“无关” (**0xXX**)，将忽略数据。在 7 位寻址的第 17 个时钟或 10 位寻址第 26 个时钟上始终会发生触发。

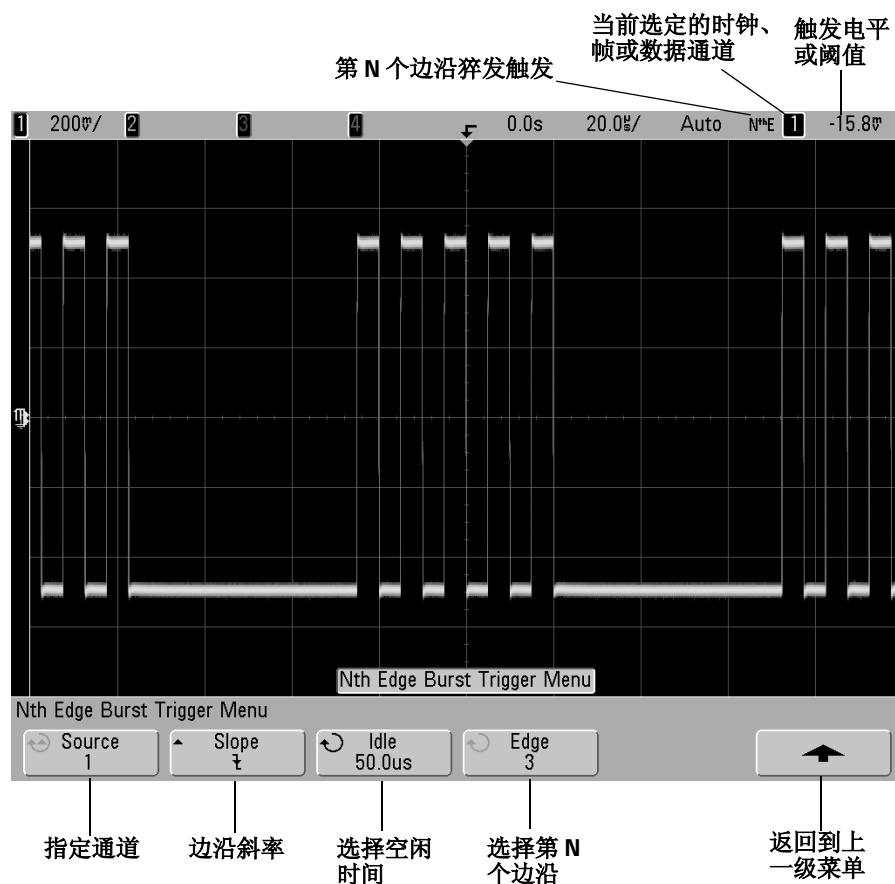
- c 如果已选择三字节的触发，按 **Data2** 值软键并旋转 **Entry** 旋钮选择要作为触发条件的 8 位数据码型。

使用第 N 个边沿猝发触发

Nth Edge Burst 触发可在空闲一段时间后发生第 N 个边沿猝发时触发。

Nth Edge Burst 触发设置包括选择源、边沿斜率、空闲时间和边沿数：

- 1 在前面板的 **Trigger** 部分中按 **More** 键，旋转 **Entry** 旋钮，直至 **Trigger** 软键中显示 **Nth Edge Burst** 为止。
- 2 按 **Settings** 软键，显示 Nth Edge Burst 触发菜单。



3 按 **Slope** 软键指定边沿斜率。

4 按 **Idle** 软键，然后旋转 **Entry** 旋钮指定空闲时间。

5 按 **Edge** 软键，然后旋转 **Entry** 旋钮至要作为触发条件的边沿。

使用 LIN 触发

注意

有关 LIN 解码的信息，请参见第 272 页。

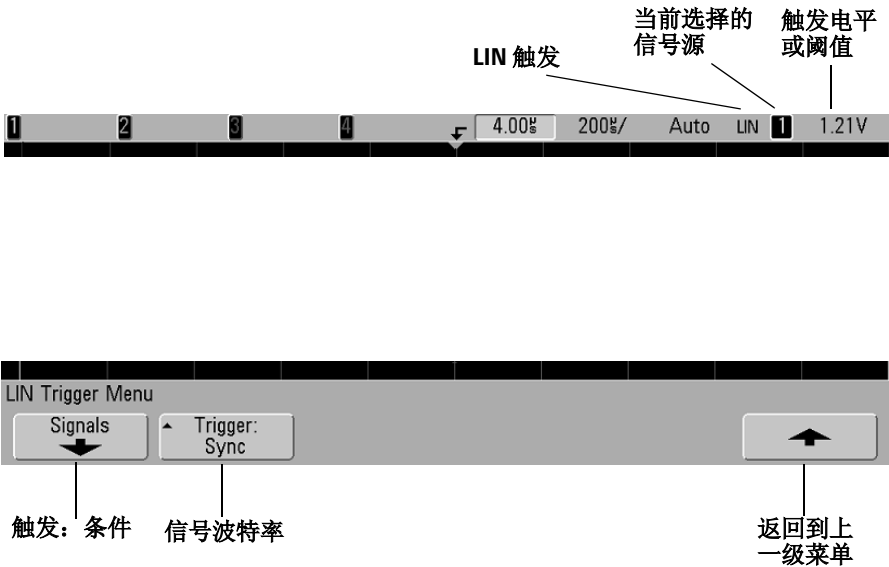
LIN（局域互连网络）触发设置是将示波器与一个串行 LIN 信号相连接。

LIN 触发将在标记消息帧开始的 LIN 单线总线信号的同步断开退出的上升沿上触发。如果您的示波器上安装了 N5424A CAN/LIN 自动触发和解码选件，则还可使用 Frame ID 触发类型。

LIN 信号消息帧显示如下：

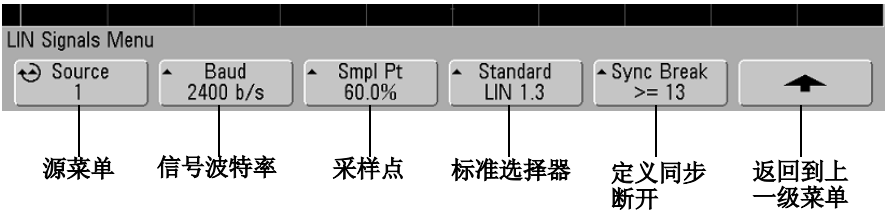


- 1 在前面板的 **Trigger** 部分中按 **More** 键，旋转 **Entry** 旋钮，直至 在 **Trigger** 软键中显示 **LIN** 为止。
- 2 按 **Settings** 软键显示 LIN 触发菜单。



- 3 按 **Trigger:** 软键并选择在 **Sync Break** 或 **Frame ID** 上触发。
- Sync** (Sync Break) — 示波器将在标记消息帧开始的 LIN 单线总线信号的同步断开退出的上升沿上触发。
- ID** (Frame ID) — 示波器将在检测到 ID 与选定值相同的帧时触发。使用 **Entry** 旋钮选择 **Frame ID** 的值。

4 按 **Signals** 软键。将显示 LIN Signals Menu。



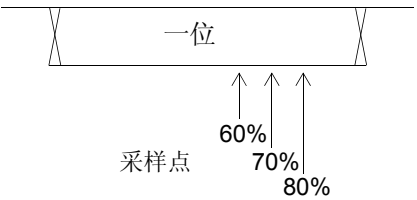
5 按 **Source** 软键选择连接到 LIN 信号线的通道。

通过旋转触发电平旋钮调整所选模拟通道的触发电平。按 **D15-D0** 键并选择 **Thresholds** 设置数字通道的阈值电平。数字阈值或触发电平值显示在显示屏的右上角。

6 按 **Baud** 软键将 LIN 信号波特率设置为匹配 LIN 总线信号。

可将 LIN 波特率设置为 2400 b/s、9600 b/s、10.4 kb/s、19.2 kb/s、115.2 kb/s 或 625 kb/s。默认波特率为 2400 b/s。

7 按 **Smpl Pt** 软键选择示波器对位值进行采样的采样点。



8 按 **Standard** 软键选择正在测量的 LIN 标准（LIN 1.3 或 LIN 2.0）。

9 按 **Sync Break** 软键并选择定义 LIN 信号中的同步断开的最小时钟数。

使用顺序触发

使用顺序触发可在找到事件顺序后触发示波器。定义顺序触发需要三个步骤：

1 在搜索触发前定义一个要查找的事件。

“查找”事件可以是码型、单通道边沿或码型和通道边沿的组合。

2 定义触发事件。

“触发”事件可以是码型、单通道边沿或码型和通道边沿的组合，或单通道边沿的第 n 次出现。

3 设置可选复位事件。

如果选择定义“复位”事件，事件可以是码型、单通道边沿、码型和通道边沿的组合或超时值。

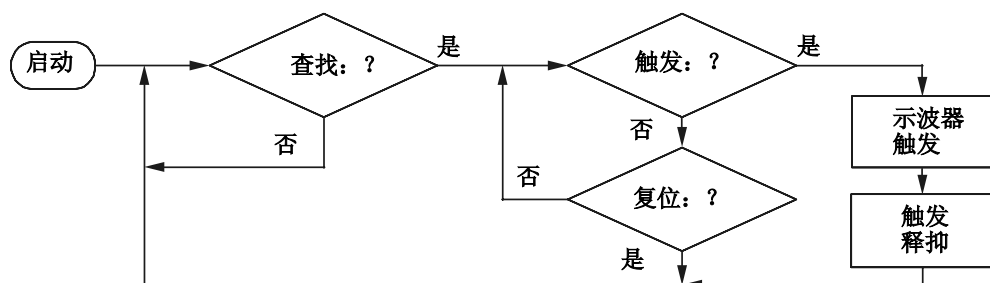
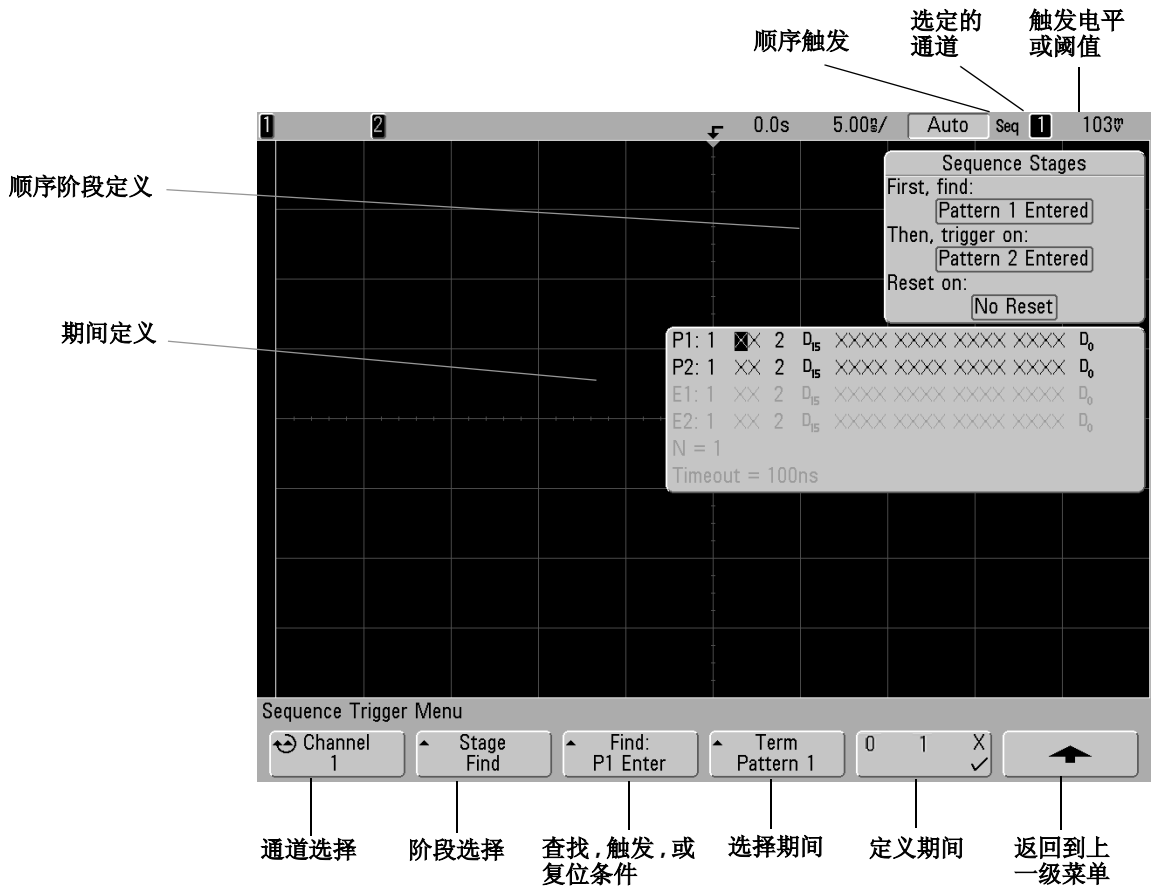


图 10 顺序触发流程图

要访问顺序触发的设置，请按前面板 **Trigger** 区中的 **More** 键，旋转 **Entry** 旋钮直至 **Sequence** 显示在 **Trigger** 软键上，然后按 **Settings** 软键显示 **Sequence** 触发菜单。



设置顺序触发的阶段、期间和通道定义时，这些设置将显示在显示屏的波形区。

定义“查找”：阶段

1 按 **Stage** 软键并选择 **Find:**。

Find: 是触发顺序的第一阶段。选择 **Stage Find** 软键后，靠近右侧的软键将显示 **Find:** 并给出可以定义的查找阶段的条件列表。可以将查找阶段设置为下列其中一个条件：

- **Pattern 1 Entered** – 码型在最后一个边沿上输入，使码型为真（逻辑 AND）。
- **Pattern 1 Exited** – 码型在第一个边沿上退出，使码型为假（逻辑 NAND）。
- **边沿 1**
- **码型 1 和边沿 1**

2 按 **Find:** 软键并选择 **Find** 阶段条件。

3 要定义在“查找”阶段使用的条件，按 **Term** 软键并选择码型和 / 或在 **Find:** 软键显示的边沿 条件。

4 如果选择码型条件，必须将码型中的每个通道设置为 **1**（高）、**0**（低）或 **X**（无关）。

a 按 **Channel** 软键（或转动混合信号示波器上的 **Entry** 旋钮）选择该通道。

选择通道后，该通道突出显示在波形区的已选码型列表中，而且还显示在显示屏的右上角、靠近“**Seq**”处。

b 按 **0 1 X** 软键设置通道电平。

- **1** 在所选通道上将码型设置为高。高是大于通道的触发电平或阈值电平的电压电平。
- **0** 在所选通道上将码型设置为低。低是小于通道的触发电平或阈值电平的电压电平。

- **X** 在所选通道上将码型设置为“无关”。忽略任何设置为“无关”的通道，并且通道不作为码型的一部分。如果码型中的所有通道都设置为“无关”，则示波器将不触发。

通过旋转触发电平旋钮调整所选模拟通道的触发电平。按 **D15-D0** 键并选择 **Thresholds** 设置数字通道的阈值电平。数字阈值或触发电平值显示在显示屏的右上角。

- c 对码型中的所有通道重复该过程。
- 5 如果选择一个边沿期间，必须将一个通道设置为上升沿或下降沿。所有其他通道边沿将被设置为无关 (**X**)。
 - a 按 **Channel** 软键（或旋转混合信号示波器上的 **Entry** 旋钮）选择该通道。

选择通道后，该通道突出显示在波形区中的所选码型列表中。

- b 然后按 **↗ ↘ X** 软键选择上升沿或下降沿。所有其他通道将被默认为无关 (**X**)。

如果要将边沿重新指定给不同的通道，重复以上步骤。原来通道的边沿值将被默认为 **X**（无关）。

如果在“Find:”顺序阶段条件中使用的条件被设置为“don't care”，示波器将不会触发。必须至少将阶段中的一个条件设置为非 **X**（无关）的其他值。

定义 Trigger on: 阶段

- 1 按 **Stage** 软键并选择 **Trigger on:**。

Trigger on: 是触发顺序的第二阶段。选择 **Stage Trigger on:** 软键时，右侧的下一个软键将显示 **Trigger:** 并给出可以定义 **Trigger on:** 阶段的条件 列表。**Trigger on:** 阶段可设置为下列条件之一：

- **Pattern 2 Entered** — 码型在最后一个边沿上输入，使码型为真（逻辑 AND）。
 - **Pattern 2 Exited** — 码型在第一个边沿上退出，使码型为假（逻辑 NAND）。
 - **Edge 2**
 - **Pattern 2 and Edge 2**
 - **Nth Edge 2**
 - **Nth Edge 2 (no re-find)**
- 2 按 **Trigger**: 软键并选择要作为触发条件的阶段。
 - 3 要定义 **Trigger on**: 阶段中使用的条件，按 **Term** 软键并选择在 **Trigger**: 软键显示的码型或边沿 条件。
 - 4 如果选择码型条件，必须将码型中的每个通道设置为 **1**（高）、**0**（低）或 **X**（无关）。
 - a 按 **Channel** 软键（或旋转混合信号示波器上的 **Entry** 旋钮）选择该通道。
 - b 按 **0 1 X** 软键设置通道电平。
 - c 对码型中的所有通道重复该过程。
 - 5 如果选择一个边沿期间，必须将一个通道设置为上升沿或下降沿。所有其他通道边沿将被设置为无关 (**X**)。
 - a 按 **Channel** 软键（或旋转混合信号示波器上的 **Entry** 旋钮）选择该通道。
所选择的通道显示在显示屏的右上角、“**Seq**”旁边。
 - b 然后按 **↗ ↘ X** 软键选择上升沿或下降沿。所有其他通道边沿将被默认为无关。
 - 6 在将 **Trigger on**: 条件设置为在边沿 2 上触发时，也可以选择要在哪个边沿 2 上触发。
 - a 请确保在 **Trigger**: 软键中选择 **Nth Edge 2** 或 **Nth Edge 2 (no re-find)**。
选中 **Nth Edge 2** 时，如果 **Find** 事件再次发生在满足 **Count (N)** 事件之前，**Count (N)** 将复位为零。

选中 **Nth Edge 2 (no re-find)** 时，如果 **Find** 事件再次发生在满足 **Count (N)** 事件之前，**Count (N)** 将复位为零。

b 按 **Term** 软键并选择 **Count (N)**。

c 按 **N** 软键，然后旋转 **Entry** 旋钮设置在触发前要等待的边沿数。

可将 **N** 设置为从 1 至 10,000。

如果在“**Trigger on:**”顺序阶段条件中使用的条件被设置为“**don't care**”，示波器将不会触发。必须至少将阶段中的一个条件设置为非 **X**（无关）的其他值。

定义可选的 **Reset on:** 阶段

1 按 **Stage** 软键并选择 **Reset on:**。

Reset on: 是触发顺序的最后阶段。选择 **Stage Reset on:** 软键时，右侧的下一个软键将显示 **Reset:** 并给出可以定义 **Reset on:** 阶段的条件列表。**Reset on:** 阶段可设置为下列条件之一：

- **No Reset** — 复位查找条件。
- **Pattern 1 (或 2) Entered** — 码型在最后一个边沿上输入，使码型为真（逻辑 AND）。
- **Pattern 1 (或 2) Exited** — 码型在第一个边沿上退出，使码型为假（逻辑 NAND）。
- **Edge 1 (边沿 1) (或 2)**
- **Pattern 1 and Edge 1**
- **超时**

在复位阶段，显示为灰色的条件无效。

2 按 **Reset:** 软键并选择要作为复位条件的条件。

3 按 **Term** 软键并选择在 **Reset:** 软键中显示的码型、边沿或超时条件。

4 如果选择 **No Reset**，将定义无复位阶段。

- 5 如果选择码型期间，必须将码型中的每个通道设置为 **H**（高）、**L**（低）或 **X**（无关）。
 - a 按 **Channel** 软键（或旋转混合信号示波器上的 **Entry** 旋钮）选择该通道。
 - b 按 **01X** 软键设置通道电平。
 - c 对码型中的所有通道重复该过程。
- 6 如果选择一个边沿期间，必须将一个通道设置为上升沿或下降沿。所有其他通道边沿将被设置为无关 (**X**)。
 - a 按 **Channel** 软键（或旋转混合信号示波器上的 **Entry** 旋钮）选择该通道。
 - b 然后按 **↗ ↘ X** 软键选择上升沿或下降沿。所有其他通道边沿将被默认为无关。
- 7 如果选择 **Timeout** 期间，将需要设置超时值。
 - a 按 **Term** 软键并选择 **Timeout**。
 - b 按 **Timeout** 软键，然后旋转 **Entry** 旋钮设置超时值。

超时可在 10 ns 到 10 s 之间设置。当查找条件满足后，定时器开始启动。如果定时器正在运行，并且发生了另一个查找条件，则定时器重新从零开始。

调整触发电平

- 对于模拟通道，旋转 **Trigger Level** 旋钮调整所选模拟通道的触发电平。
 - 要设置数字通道的阈值电平，按 **D15-D0** 键并选择 **Thresholds**。
- 数字阈值或触发电平值显示在显示屏的右上角。

使用 SPI 触发

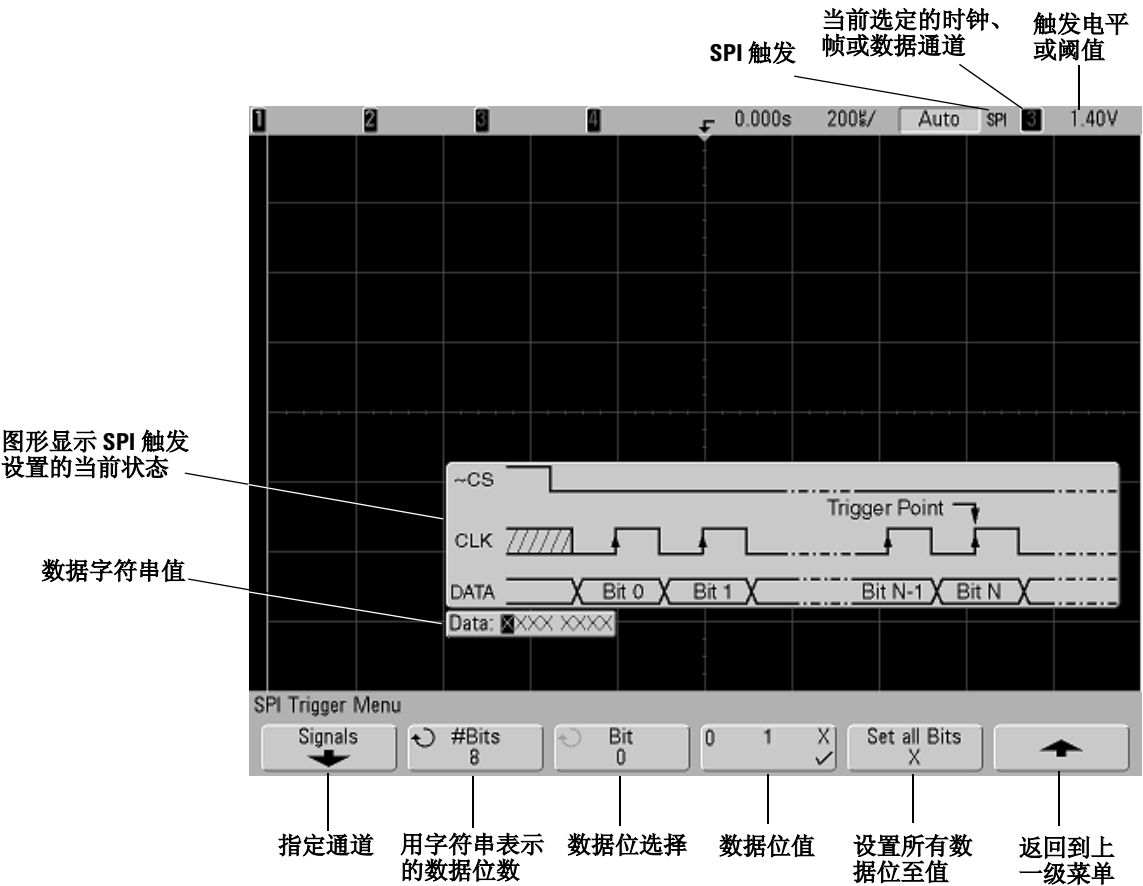
注意

有关 SPI 解码的信息，请参见第 260 页。

串行外设接口 (SPI) 触发设置包括将示波器连接到时钟、数据和成帧信号。之后，可在帧开始时发生的数据码型上触发。串行数据字符串可指定为 4 到 32 位长。

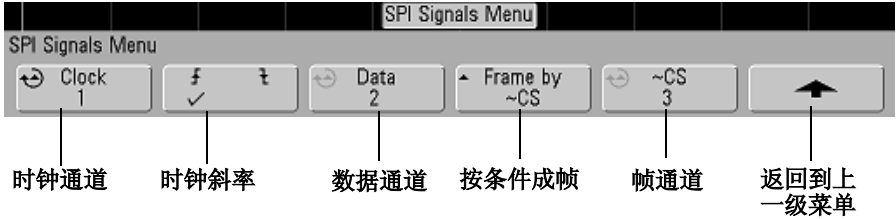
当按 **Settings** 软键时，将会出现图形，显示当前帧信号的状态、时钟斜率、数据位数和数据位的值。在 **Settings** 菜单中按 **Signals** 软键，以查看时钟、数据和帧信号的当前源通道。

- 按前面板触发区中的 **More** 键，旋转 **Entry** 旋钮直至 **SPI** 显示在 **Trigger** 软键上，然后按 **Settings** 软键显示 SPI 触发菜单。



给时钟、数据和帧信号指定源通道。

- 1 按 **Signals** 软键以访问 SPI 触发设置，了解时钟源和斜率、数据源以及帧的类型和来源。



- 2 按 **Clock** 软键或旋转 Entry 旋钮选择连接到 SPI 串行时钟线的通道。

当按 **Clock** 软键（或旋转混合信号示波器上的 **Entry** 旋钮）时，自动设置源通道的 **CLK** 标签，且选择的通道显示在显示屏的右上角、靠近“**SPI**”。

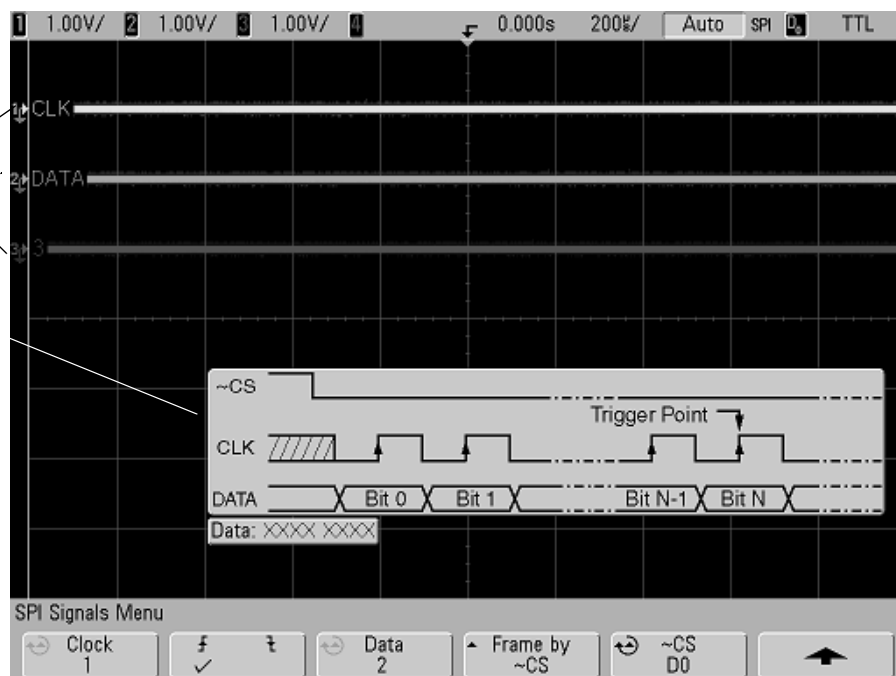
通过旋转触发电平旋钮调整所选模拟通道的触发电平。按 **D15-D0** 键并选择 **Thresholds** 设置数字通道的阈值电平。数字阈值或触发电平值显示在显示屏的右上角。

- 3 按 **Slope** 软键 (↕) 选择选定时钟源的上升沿或下降沿。

这将决定示波器将使用哪个时钟边沿获得串行数据。按 **Slope** 软键时，显示屏上显示的图形改变，以显示时钟信号的当前状态。

为时钟、数据和
芯片选择信号自
动设置的标签

图形显示 SPI 触发时
钟斜率和芯片选择极
性或超时选择的当前
状态



- 4 按 **Data** 软键或旋转 **Entry** 旋钮选择连接到 SPI 串行数据线的通道。（如果选定的通道处于关闭状态，请将其打开。）

当按 **Data** 软键（或旋转混合信号示波器上的 **Entry** 旋钮）时，自动设置源通道的 **DATA** 标签，且选择的通道显示在显示屏的右上角、靠近“**SPI**”。

通过旋转触发电平旋钮调整所选模拟通道的触发电平。按 **D15-D0** 键并选择 **Thresholds** 设置数字通道的阈值电平。数字阈值或触发电平值显示在显示屏的右上角。

- 5 按 **Frame by** 软键选择成帧信号，示波器将使用该信号来决定哪个时钟边沿是串行数据流的第一个时钟边沿。

可以设置示波器在高芯片选择 (**CS**)、低芯片选择 (**~CS**) 或 **Timeout** 周期后，在该周期中时钟信号为空闲状态。

- 如果帧信号被设置为 **CS**（或 **~CS**），则在 **CS**（或 **~CS**）信号从低变为高（或从高变为低）之后看到的第一个定义、上升或下降时钟沿是串行流中的第一个时钟。

Chip Select — 按 **CS** 或 **~CS** 软键或旋转 **Entry** 旋钮选择连接到 SPI 帧线的通道。将自动设置源通道的 (**~CS** 或 **CS**) 标签。数据码型和时钟转换必须发生于成帧信号有效的期间。整个数据码型的成帧信号必须有效。

当按 **CS** 或 **~CS** 软键（或旋转混合信号示波器上的 **Entry** 旋钮）时，自动设置源通道的 **CS** 或 **~CS** 标签，且选择的通道显示在显示屏的右上角、靠近“**SPI**”。当按 **Frame by** 软键时，在上页显示的图形发生变化，显示超时选择或芯片选择信号的当前状态。

通过旋转触发电平旋钮调整所选模拟通道的触发电平。按 **D15-D0** 键并选择 **Thresholds** 设置数字通道的阈值电平。数字阈值或触发电平值显示在显示屏的右上角。

- 如果成帧信号设置为 **Timeout**，当看到串行时钟线上的静止后，示波器产生自己的内部成帧信号。

Clock Timeout — 在 **Frame by** 软键中选择 **Clock Timeout**，然后选择 **Timeout** 软键并旋转 **Entry** 旋钮，以设置在示波器开始搜索要作为触发条件的 **Data** 码型前，**Clock** 信号必须为空闲状态（不转换）的最小时间。当按 **Frame by** 软键时，在上页显示的图形发生变化，显示超时选择或芯片选择信号的当前状态。

可以将 Timeout 值设置为 100 ns 至 10 s 间的任意值。

- 6 按向上箭头软键返回到上一级菜单。

设置用串行数据字符串表示的位数并设置那些数据位的值

- 1 按 **#Bits** 软键并旋转 **Entry** 旋钮，设置串行数据字符串中的位数 (**#Bits**)。字符串中的位数可设置为 4 位到 32 位间的任意值。串行字符串中的数据值显示在波形区域中的数据字符串中。
- 2 旋转 **Entry** 旋钮在串行字符串中选择特定数据位，如 **Bit** 软键中所示。

旋转 **Entry** 旋钮时，位会在波形区数据字符串中突出显示。

- 3 按 **0 1 X** 软键将在 **Bit** 软键中选择的位设置为 **0**（低）、**1**（高）或 **X**（无关）。

重复步骤 2 和 3 指定所有位的值。

将串行数据串中的所有位复位为一个值

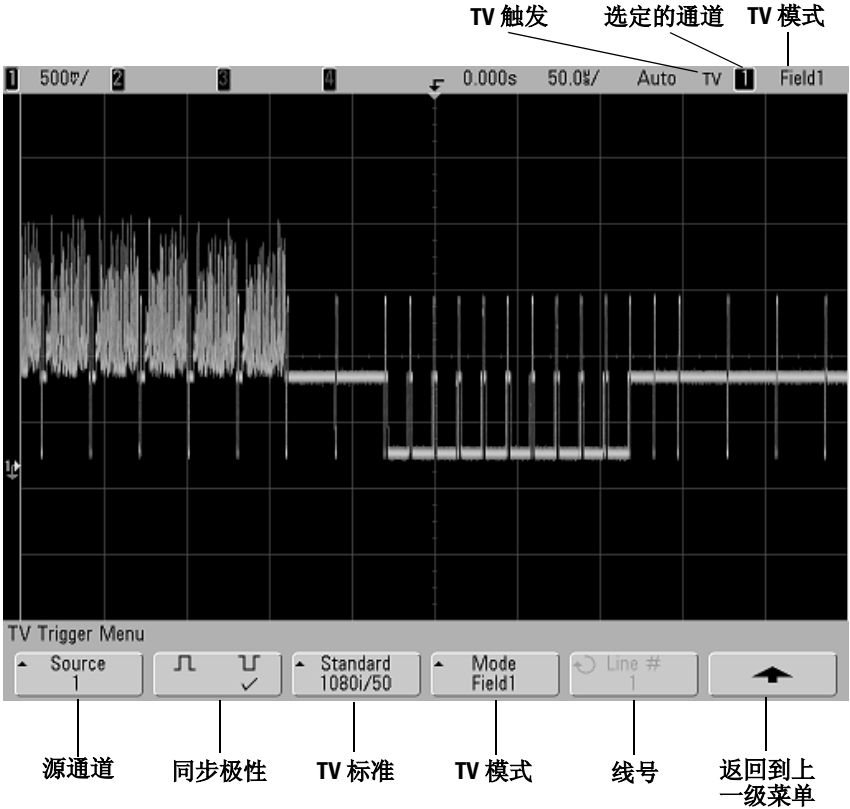
- 要将串行数据串中所有位的值复位为一个值（0、1 或 X）：
 - a 按 **0 1 X** 软键以选择复位位值。
 - b 按 **Set all Bits** 软键将数据字符串复位为选择的值。

使用 TV 触发

可使用 TV 触发来捕获最标准的复杂波形和高清晰度模拟视频信号。触发电路检测波形的垂直和水平间隔，并基于所选的 TV 触发设置产生触发。

利用示波器的 MegaZoom III 技术可使视频波形显示更加明亮，便于方便查看波形的任何部分。示波器能够触发选择的任何视频信号线，简化了视频波形的分析过程。

- 1 按前面板触发区中的 **More** 键。如果未选择 **TV**，转动 Entry 旋钮直至 **TV** 显示在 **Trigger** 软键中，然后按 **Settings** 软键显示 TV 触发菜单。



- 2 按 **Source** 软键并选择任何模拟通道作为 TV 触发源。

所选触发源显示在显示屏的右上角。因为触发电平自动设置为同步脉冲，所以转动触发 **Level** 旋钮并不改变触发电平。在触发 **Mode/Coupling** 菜单中触发耦合被自动设置为 **TV**。

提供正确的匹配

很多 TV 信号产自于 75 Ω 源。要对这些源提供正确的匹配，应将一个 75 Ω 终端连接器（如 Agilent 11094B）连接到示波器输入。

- 3 按同步极性软键将 TV 触发设置为正极 (⏏) 或负极 (⏏) 同步极性。
- 4 按 **Standard** 软键设置 TV 标准。

示波器支持在符合下列电视 (TV) 和视频标准时触发。

标准	类型	同步脉冲
NTSC	隔行	两电平
PAL	隔行	两电平
PAL-M	隔行	两电平
SECAM	隔行	两电平
Generic	隔行 / 逐行	两电平 / 三电平
EDTV 480p/60	逐行	两电平
HDTV 720p/60	逐行	三电平
HDTV 1080p/24	逐行	三电平
HDTV 1080p/25	逐行	三电平
HDTV 1080i/50	隔行	三电平
HDTV 1080i/60	隔行	三电平

- 5 按 **Mode** 软键选择要触发的部分视频信号。

可用的 TV 触发模式有：

- **Field1** 和 **Field2** – 在场 1 或场 2 的第一个锯齿脉冲的上升沿上触发（仅限于隔行标准）。
- **All Fields** – 在垂直同步间隔中第一个脉冲的上升沿触发（不适用于 Generic 模式）。
- **All Lines** – 在所有水平同步脉冲上触发。

- **Line** — 在选定的线号上触发（仅限于 EDTV 和 HDTV 标准）。
 - **Line: Field1** 和 **Line:Field2** — 在场 1 或场 2 选定的线号上触发（仅限于隔行标准，1080i 除外）。
 - **Line: Alternate** — 在场 1 和场 2 上选择的线号上交替触发（仅限于 NTSC、PAL、PAL-M 和 SECAM）。
 - **Vertical** — 在第一个锯齿脉冲的上升沿触发，或垂直同步启动后约 70 μ s 触发（以先到者为准，仅适用于 Generic 模式）。
 - **Count: Vertical** — 对同步脉冲的下降沿计数；在选择的计数号上触发（仅适用于 Generic 模式）。
- 6 如果选择线号模式，按 **Line #** 软键，然后转动 Entry 旋钮选择要在其上触发的线号。
- 7 使用 Generic 标准且选择线号模式或 **Count:Vertical** 后，按 **Count #** 软键并转动 Entry 旋钮选择需要的计数号。

下列是每个视频标准的每个场的线（计数）号。

表 9 每个非 HDTV/EDTV 视频标准的每个场的行号（或用于 Generic 的计数号）

视频标准	场 1	场 2	所有场
NTSC	1 至 263	1 至 262	1 至 262
PAL	1 至 313	314 至 625	1 至 312
PAL-M	1 至 263	264 至 525	1 至 262
SECAM	1 至 313	314 至 625	1 至 312
Generic	1 至 1024	1 至 1024	1 至 1024（垂直）

线号代表计数

在 **Generic** 模式中，线号代表计数号而不是真的线号。这可在软键从 **Line** 更改为 **Count** 中的标签中反映出来。在 **Mode** 软键选择中，**Line:Field 1**、**Line:Field 2** 和 **Count:Vertical** 用来表示从何处开始计数。对于隔行视频信号，计数从场 1 和 / 或场 2 的第一个垂直锯齿脉冲的上升沿开始。对于非隔行视频信号，计数从垂直同步脉冲的上升沿开始。

表 10 每个 EDTV/HDTV 视频标准的线号

EDTV 480p/60	1 至 525
HDTV 720p/60	1 至 750
HDTV 1080p/24	1 至 1125
HDTV 1080p/25	1 至 1125
HDTV 1080i/50	1 至 1125
HDTV 1080i/60	1 至 1125

练习举例

通过以下练习可熟悉 TV 触发。这些练习使用 NTSC 视频标准。

在特定视频行上触发

TV 触发要求具有任何模拟通道作为触发源的同步振幅大于 1/2 格。因为触发电平自动设置为同步脉冲提示，所以在 TV 触发中转动触发 **Level** 旋钮不会改变触发电平。

特定视频行触发的一个例子是针对垂直区间测试信号 (VITS) 的，通常在行 18。另一个例子是隐藏字幕，通常在行 21。

- 1 按 **Trigger More** 键，然后按 **TV** 软键。
- 2 按 **Settings** 软键，然后按 **Standard** 软键选择相应的 TV 标准 (NTSC)。
- 3 按 **Mode** 软键并选择要在其上触发行的 TV 场。可以选择 **Line:Field1**、**Line:Field2** 或 **Line:Alternate**。
- 4 按 **Line #** 软键并选择要检查的行号。

交替触发

如果选择 **Line:Alternate**，示波器将在场 1 和场 2 上选择的行号上交替触发。这是比较场 1 VITS 和场 2 VITS 或在场 1 末端检查半行正确插入的快速方式。

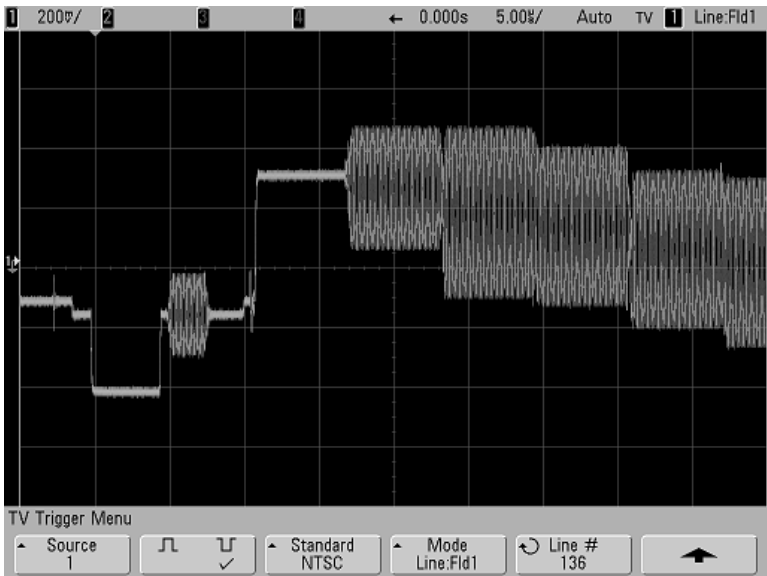


图 11 例如：在行 136 上触发

触发所有同步脉冲

要快速查找最大视频电平，可以在所有同步脉冲上触发。选择 **All Lines**（所有行）作为 **TV** 触发模式后，示波器将在所有水平同步脉冲上触发。

- 1 按 **Trigger More** 键，然后按 **TV** 软键。
- 2 按 **Settings** 软键，然后按 **Standard** 软键选择相应的 TV 标准。
- 3 按 **Mode** 软键并选择 **All Lines**。

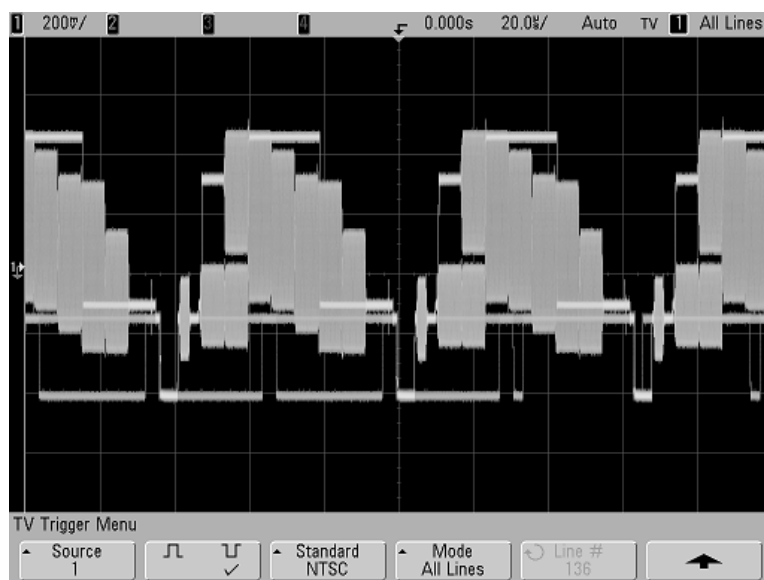


图 12 在所有行上触发

在视频信号的特定场上触发

要检查视频信号分量，请在场 1 或场 2 上触发（适用于隔行标准）。选择特定场后，示波器在特定场（1 或 2）中垂直同步间隔中的第一个锯齿脉冲上升沿上触发。

- 1 按 **Trigger More** 键，然后按 **TV** 软键。
- 2 按 **Settings** 软键，然后按 **Standard** 软键选择相应的 TV 标准。
- 3 按 **Mode** 软键并选择 **Field1** 或 **Field2**。

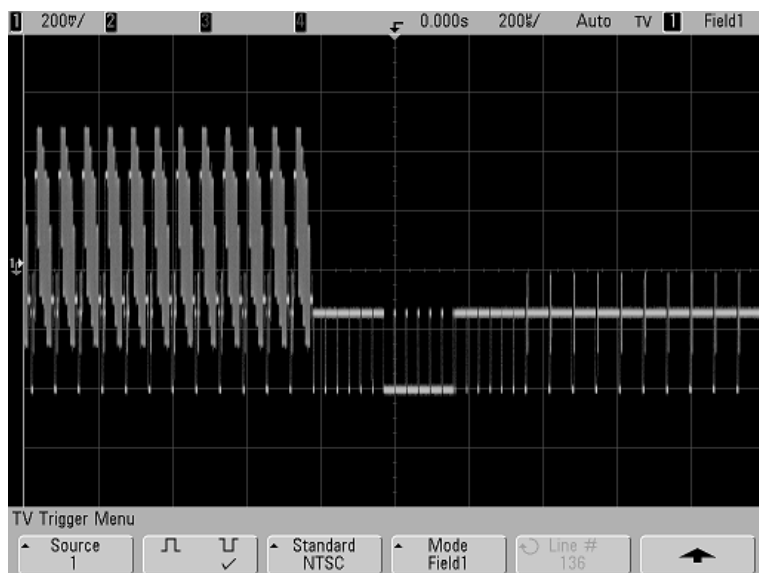


图 13 在场 1 上触发

在视频信号的所有场上触发

要快速且方便地查看场之间的转换，或要查找场之间的幅度差，请使用“所有场”触发模式。

- 1 按 **Trigger More** 键，然后按 **TV** 软键。
- 2 按 **Settings** 软键，然后按 **Standard** 软键选择相应的 TV 标准。
- 3 按 **Mode** 软键并选择 **All Fields**。

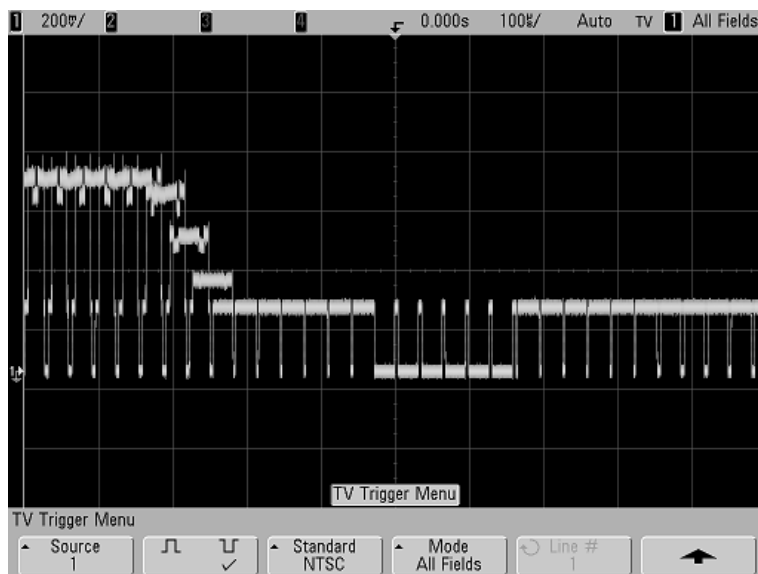


图 14 在所有场上触发

触发奇数或偶数场

要检查视频信号的包络，或测量最坏的情况失真，请触发奇数或偶数场。选择场 1 后，示波器触发彩色场 1 或 3。选择场 2 后，示波器触发彩色场 2 或 4。

- 1 按 **Trigger More** 键，然后按 **TV** 软键。
- 2 按 **Settings** 软键，然后按 **Standard** 软键选择相应的 TV 标准。
- 3 按 **Mode** 软键并选择 **Field1** 或 **Field2**。

触发电路查找垂直同步的开始位置以确定场。但是，此场定义不考虑参考副载波的相位。选择场 1 后，触发系统将查找任何场，在此，垂直同步在行 4 开始。就 NTSC 视频来说，示波器将交替触发彩色场 1 和彩色场 3（参见下图）。此设置可用来测量基准色同步信号的包络。

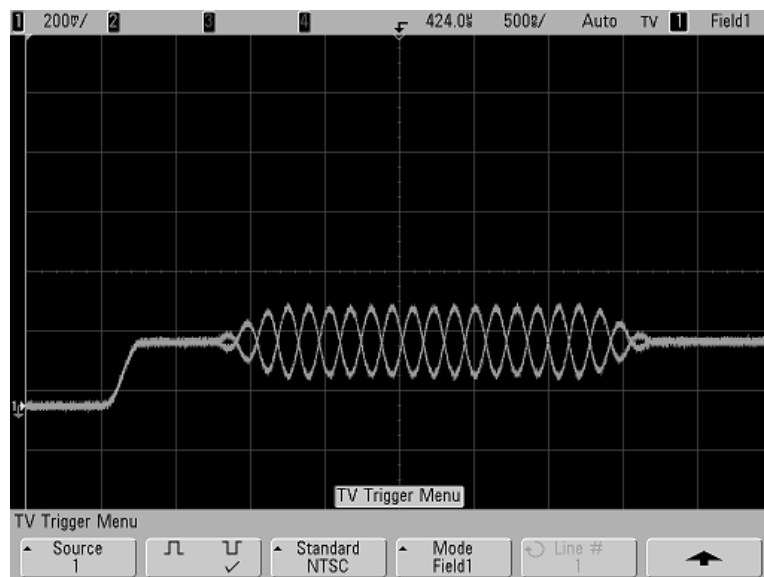


图 15 在彩色场 1 和彩色场 3 上交替触发

如果要进行更详细的分析，应该仅选择一个彩色场来触发。将触发类型设置为 **TV** 后，可使用触发 **More Trigger** 菜单中的 **TV Holdoff** 软键来完成此操作。按 **TV Holdoff** 软键并使用 **Entry** 旋钮以半场的增量调节释抑，直至示波器只在彩色脉冲串的一个相位上触发。

与其他相位的一种快速方法是暂时端开信号，然后重新连接。重复直至显示正确的相位。

使用 **TV Holdoff** 软键和 **Entry** 旋钮调节释抑时，相应的释抑时间将显示在 **Mode/Coupling** 菜单中。

表 11 半场释抑时间

标准	时间
NTSC	8.35 ms
PAL	10 ms
PAL-M	10 ms
SECAM	10 ms
Generic	8.35 ms
EDTV 480p/60	8.35 ms
HDTV 720p/60	8.35 ms
HDTV 1080p/24	20.835 ms
HDTV 1080p/25	20 ms
HDTV 1080i/50	10 ms
HDTV 1080i/60	8.35 ms

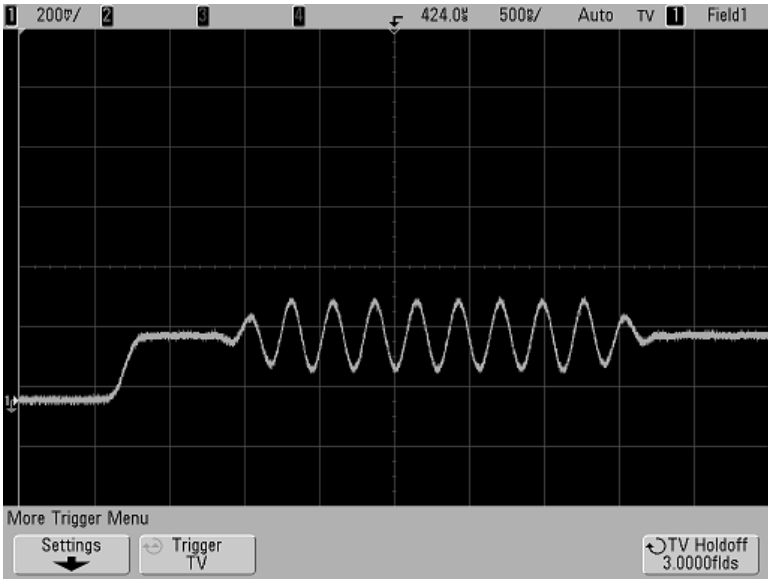
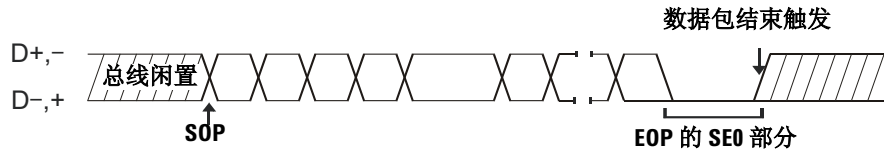


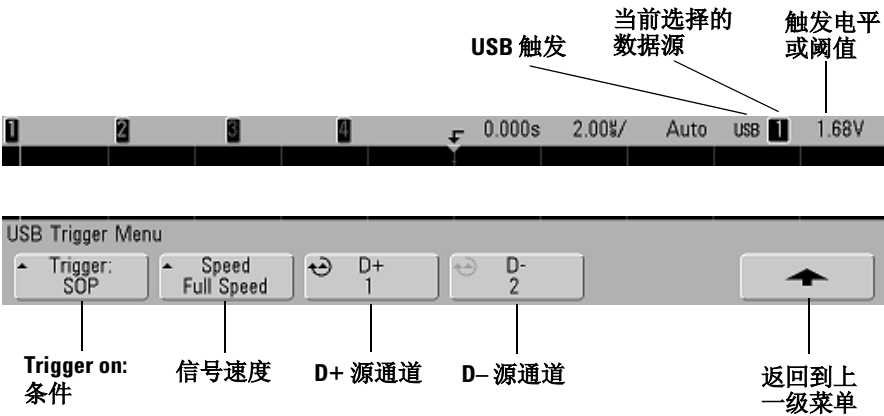
图 16 使用 TV 释抑与彩色场 1 或 3 同步（场 1 模式）

使用 USB 触发

USB 触发将在数据包开始 (SOP)、数据包结束 (EOP) 信号、复位完成 (RC)、进入暂停 (Suspend) 或差分 USB 数据线 (D+ 和 D-) 上的退出暂停 (Exit Sus) 上触发。此触发可以支持 USB 低速和全速。



- 1 按前面板触发区中的 **More** 键，旋转 Entry 旋钮直至 **USB** 显示在 **Trigger** 软键上，然后按 **Settings** 软键显示 USB 触发菜单。



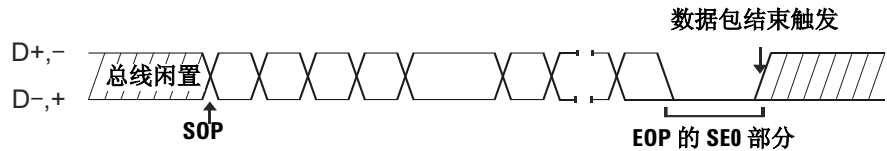
- 2 按 **Speed** 软键以选择被检测的业务处理速度。
可以选择低速 (1.5 Mb/s) 或全速 (12 Mb/s)。
- 3 按 **D+** 和 **D-** 软键选择连接到 USB 信号 D+ 和 D- 线的通道。自动设置源通道的 **D+** 和 **D-** 标签。

当按 **D+** 或 **D-** 软键（或旋转混合信号示波器上的 **Entry** 旋钮）时，自动设置源通道的 **D+** 和 **D-** 标签，且选择的通道显示在显示屏的右上角、靠近 “**USB**”。

通过旋转触发电平旋钮调整所选模拟通道的触发电平。按 **D15-D0** 键并选择 **Thresholds** 设置数字通道的阈值电平。数字阈值或触发电平值显示在显示屏的右上角。

4 按 Trigger: 软键选择 USB 触发将发生的位置：

- **SOP**（数据包开始）— 在数据包开始时的同步位处触发。
- **EOP**（数据包结束）— 在 EOP 的 SE0 部分结束处触发。
- **RC**（复位完成）— 当 SE0 为 $> 10\text{ ms}$ 时触发。
- **Suspend**（进入暂停）— 当总线空闲 $> 3\text{ ms}$ 时触发。
- **Exit Sus**（退出暂停）— 当退出空闲状态 $> 10\text{ ms}$ 时触发。此选项用于查看暂停 / 恢复转换。



触发输出连接器

可以选择下列其中一个信号在示波器后面板上的 TRIG OUT 连接器处输出：

- 触发
- 源频率
- 源频率 /8

触发

此为默认选择。在此模式中，每次示波器触发时输出上升沿。此上升沿从示波器的触发点延迟了 17 ns。输出电平是 0-5 V 进入开路，而 0-2.5 V 进入 50 Ω 。

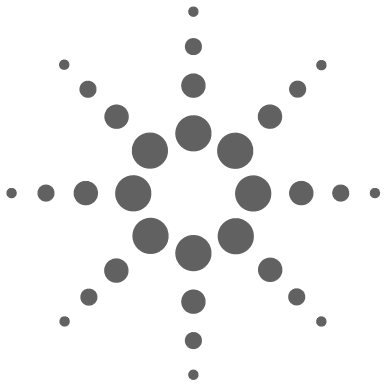
源频率

只有将示波器设置为前面板源上的边沿触发时，此模式才适用（模拟通道或 2 通道示波器的外部输入）。在此模式中，TRIG OUT BNC 连接到触发比较器的输出。输出电平是 0-580 mV 进入开路，而 0-290 mV 进入 50 Ω 。由于 TRIG OUT BNC 放大器的带宽限制，最大频率输出是 350 MHz。此选项对于驱动外部频率计数器很有用。

源频率 /8

如源频率中的介绍，此选项产生相同的信号（输出频率为触发比较器输出频率八分之一的除外）。当输入信号比 350 MHz 快时，此模式很有用。

触发输出连接器还提供 **User Cal**（用户校准）信号。请参见第 92 页上的“用户校准”。



5 进行测量

使用 XY 水平模式	192
数学函数	197
游标测量	216
自动测量	223

采集后处理

采集后除了可更改显示参数之外，还可以执行所有测量和数学函数。平移和缩放以及打开和关闭通道时将重新计算测量和数学函数。当使用水平扫描速度旋钮和垂直伏特/格旋钮放大和缩小信号时，将影响显示屏的分辨率。由于测量和数学函数的执行是按照显示的数据完成的，因此会改变函数和测量的分辨率。



使用 XY 水平模式

XY 水平模式使用两个输入通道将示波器从电压 - 时间显示转化为电压 - 电压显示。通道 1 是 X 轴输入，通道 2 是 Y 轴输入。可以使用各种变换器，以便显示屏可显示应力 - 位移、流量 - 压力、电压 - 电流或电压 - 频率。此练习通过利用 Lissajous 法测量相同频率两个信号之间的相差显示 XY 显示模式的通常用法。

- 1 将正弦波信号连接到通道 1，将相同频率但异相的正弦波信号连接到通道 2。
- 2 依次按 **AutoScale** 键、**Menu/Zoom** 键和 **XY** 软键。
- 3 用通道 1 和 2 位置 (◆) 旋钮使信号在显示屏上居中。使用通道 1 和 2 volts/div 旋钮以及通道 1 和 2 **Vernier** 软键扩展信号以便于查看。

可使用下列公式计算相差角 (θ)（假定两个通道的幅度相同）：

$$\sin \theta = \frac{A}{B} \text{ or } \frac{C}{D}$$

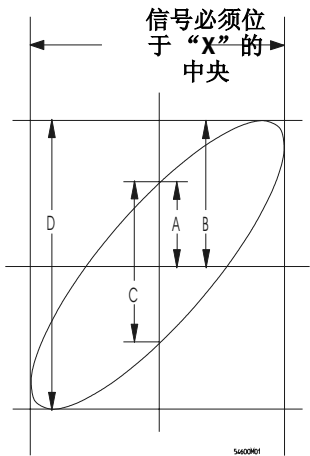


图 17 使信号在显示屏上居中的示例

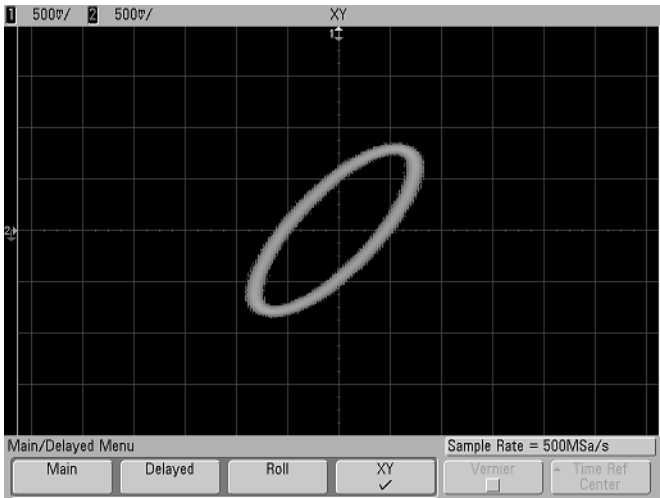


图 18 在显示屏上居中的信号

- 4 按 **Cursors** 键。
- 5 在信号的顶部设置游标 Y2，在信号的底部设置游标 Y1。

5 进行测量

注意显示屏底部的 ΔY 值。在此例中，使用的是 Y 游标，但也可以使用 X 游标。

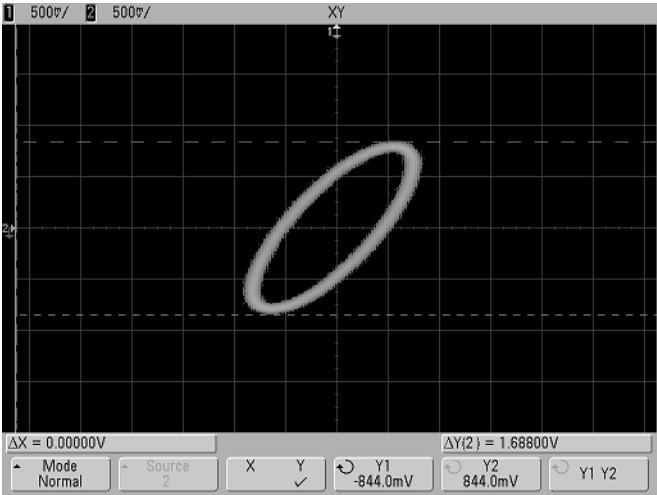


图 19 在所显示信号上设置游标

- 6 将 Y1 和 Y2 游标移动到信号和 Y 轴的交叉点。
再次注意 ΔY 值。

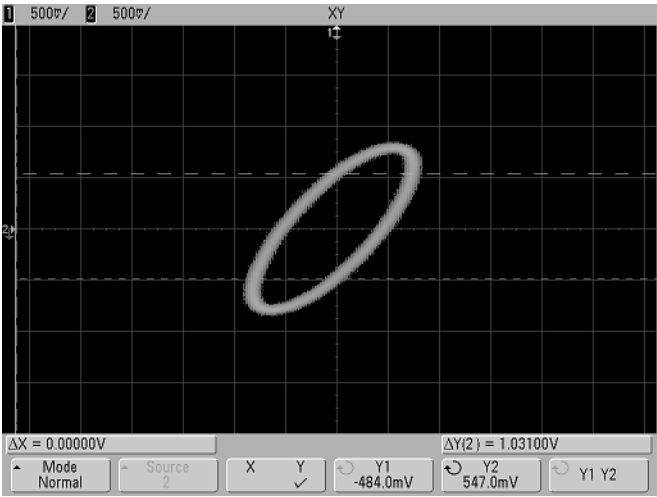


图 20 在信号中间设置游标

7 使用下列公式计算相差。

$$\sin \theta = \frac{\text{second } \Delta Y}{\text{first } \Delta Y} = \frac{1.031}{1.688} ; \theta = 37.65 \text{ degrees of phase shift}$$

在 XY 显示模式中的 Z 轴输入（消隐）

选择 XY 显示模式时，时基将会关闭。通道 1 是 X 轴输入，通道 2 是 Y 轴输入，而通道 4（或 2 个通道模式上的外部触发）是 Z 轴输入。如果只想看到部分 Y-X 显示屏，使用 Z 轴输入。Z 轴可打开或关闭轨迹（因为模拟示波器可打开或关闭光束，故称其为 Z 轴消隐）。Z 轴值低时 (<1.4 V)，将显示 Y-X，当 Z 轴值高时 (>1.4 V)，轨迹将被关闭。

5 进行测量

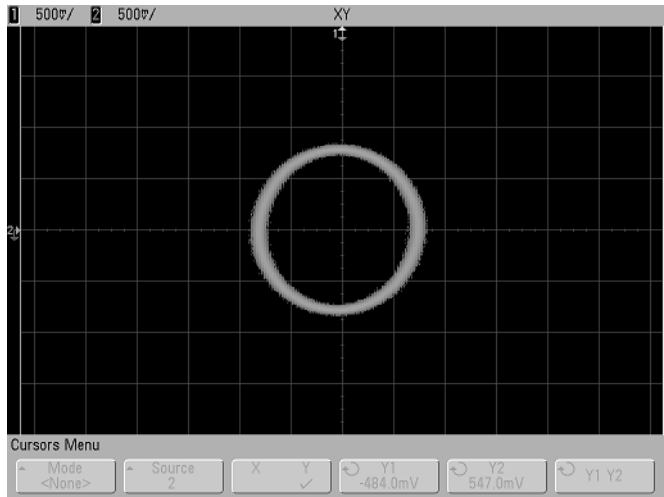


图 21 信号为 90 度异相

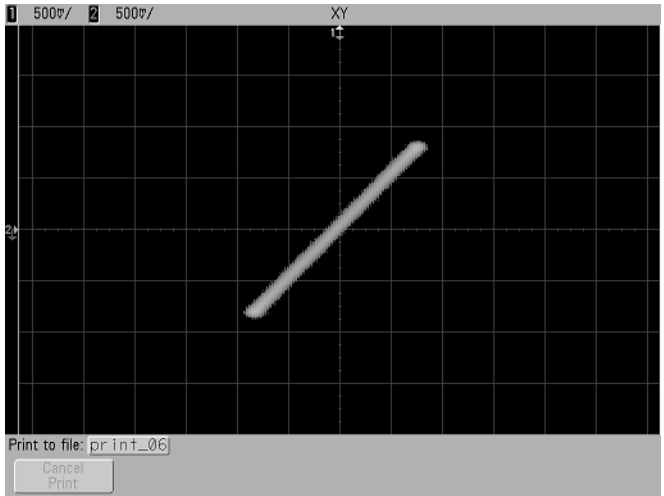


图 22 信号为同相

数学函数

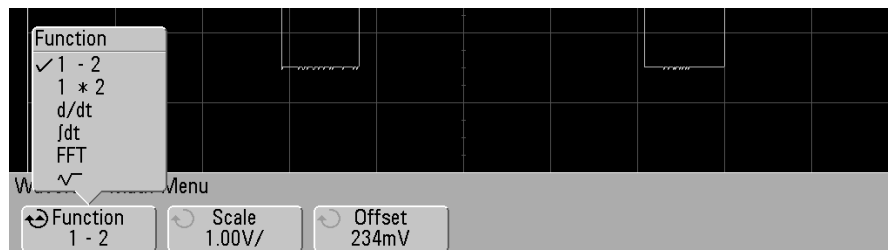
可使用 **Math**（数学）菜单在模拟通道上显示数学函数。可以：

- 减去 (-) 或乘以 (*) 在模拟通道 1 和 2 上采集的信号，然后显示结果。
- 对在任何模拟通道上采集的信号求积分、求微分、执行 **FFT** 运算或平方根函数，或执行数学函数 $1 * 2$ 、 $1 - 2$ 或 $1 + 2$ ，然后显示结果。

访问数学函数：

- 1 按前面板上的 **Math** 键显示 Waveform Math Menu。
- 2 按 **Function** 软键并使用 Entry 旋钮（或按住 **Function** 软键），选择所需的数学函数。

选择数学函数之后，Waveform Math Menu 中将会显示用于更改该数学函数设置的软键。



数学运算提示

如果模拟通道或数学函数被削波（未完全显示在屏幕上），结果数学函数也将被削波。

显示函数后，可关闭模拟通道以便更好地查看。

可以调整每个数学函数的垂直定标和偏移以便于查看和测量。

可以在 **Cursors** 和 **Quick Meas** 菜单中测量每个函数。

数学定标和偏移

通过按 **Scale** 或 **Offset** 软键调整该值，可以手动定标任何数学函数。

自动设置 Math Scale 和 Offset
任何时候更改当前显示的数学函数定义时，将自动定标函数，以获得最佳垂直定标和偏移。如果手动设置函数的定标和偏移，选择新的函数，然后选择原函数，将自动重新定标原函数。

- 1 在选定数学函数的 **Waveform Math Menu** 中，按 **Scale** 或 **Offset** 软键为选定的数学函数设置您自己的定标因数（单位 / 格）或偏移（单位）。

使用通道 **Probe Units** 软键可以将每个输入通道的单位设置为伏特或安培。定标和偏移单位为：

数学函数	单位
FFT	dB*（分贝）
1*2	V ² 、A ² 或 W（伏安）
1-2	伏或安
d/dt（求微分）	V/s 或 A/s（伏 / 秒或安 / 秒）
∫dt	Vs 或 As（伏·秒或安·秒）
√（平方根）	V ^{1/2} ，A ^{1/2} 或 W ^{1/2} （伏安）

* 当 FFT 源是通道 1、2、3 或 4，且通道单位设置为伏而通道阻抗设置为 1 MΩ 时，FFT 单位将显示为 dBV。通道单位设置为伏而通道阻抗设置为 50Ω 时，FFT 单位将显示为 dBm。源通道单位设置为安时，所有其他 FFT 源的 FFT 单位将显示为 dB。

如果在通道 **Probe Units** 软键中通道 1 和通道 2 被设置为不同的单位，则当 1-2 或 1+2 是选中的源时，将为数学函数 1-2、d/dt、√（平方根）以及 ∫dt 显示定标单位 **U**（未定义）。

- 2 按 **Scale** 或 **Offset** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮为数学函数重新定标或更改其偏移值。

乘法

选择 **1*2** 时，通道 1 和通道 2 电压值逐点相乘，并显示结果。**11*2** 在查看功率关系时非常有用，如果其中一个通道与电流成正比的话。

- 1 如果要更改乘法函数的定标或偏移，按 **Math** 键，按 **1*2** 软键，然后按 **Scale** 或 **Offset** 软键。
 - **Scale** — 设置自己的乘法垂直定标因数，表示为 V^2/div （伏平方 / 格）、 A^2/div （安平方 / 格）或 W/div （瓦 / 格或伏安 / 格）。单位是在通道 **Probe** 菜单中设置的。按 **Scale** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮重新定标 **1*2**。
 - **Offset** — 为乘法数学函数设置自己的偏移。偏移值单位为 V^2 （伏平方）、 A^2 （安平方）或 W （瓦），并用显示屏的水平中心网格线表示。按 **Offset** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮更改 **1*2** 的偏移。

下图为乘法示例。

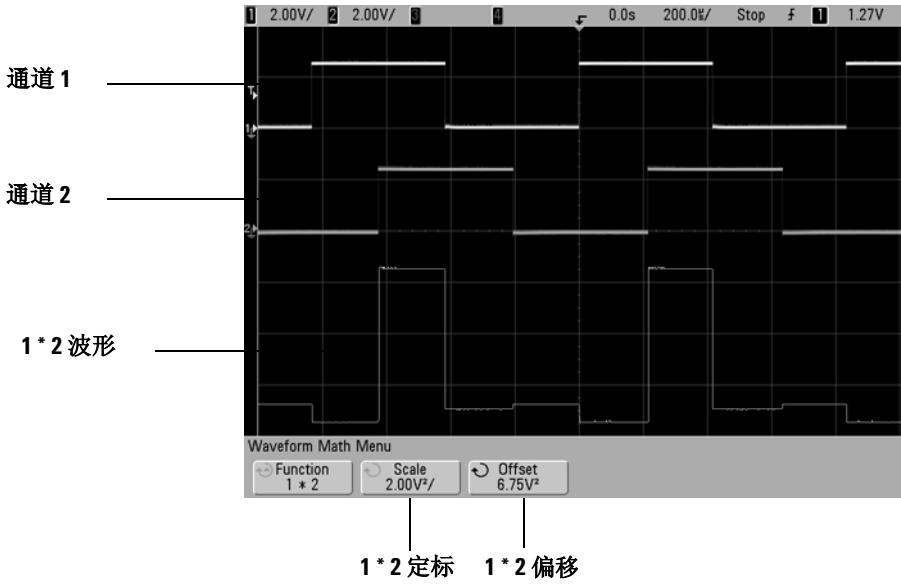


图 23 乘法

减法

选择 **1-2** 时，通道 2 电压值和通道 1 电压值逐点相减，并显示结果。

可使用 **1-2** 进行微分测量或比较两个波形。如果波形的 DC 偏移大于示波器输入通道的动态范围，则需要使用真正的微分探头。

要执行通道 1 和通道 2 的相加，请选择通道 2 菜单中的 **Invert**，并执行 **1-2** 数学函数。

- 1 如果要更改减法函数的定标或偏移，按 **Math** 键，按 **1-2** 软键，然后按 **Scale** 或 **Offset** 软键。
 - **Scale** — 设置自己的减法垂直定标因数，表示为 V/div（伏/格）或 A/div（安/格）。单位是在通道 **Probe** 菜单中设置的。按 **Scale** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮重新定标 **1-2**。
 - **Offset** — 设置自己的 **1-2** 数学函数的偏移。偏移值单位为伏或安，并用显示屏的水平中心网格线表示。按 **Offset** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮更改 **1-2** 偏移。

如果在通道 **Probe Units** 软键中通道 1 和通道 2 被设置为不同的单位，则对于定标和偏移，将显示定标单位 **U**（未定义）。

下图为减法示例。

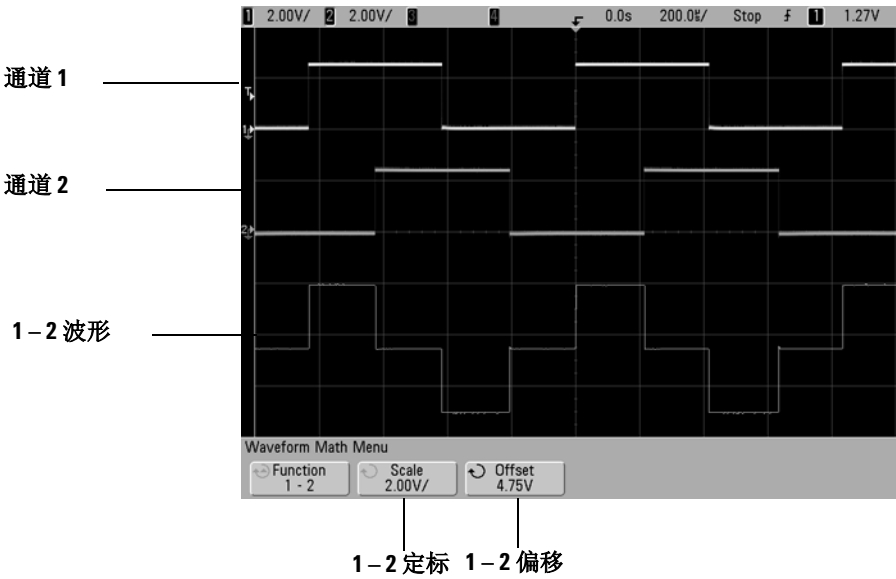


图 24 减法

微分

d/dt（求微分）计算所选源的离散时间导数。您可使用求微分测量波形的瞬间斜率。例如，可使用微分函数来测量运算放大器的转换速率。

由于求微分对噪声很敏感，因此有助于在 **Acquire** 菜单中将采集模式设置为 **Averaging**。

d/dt 使用“4 点平均斜率估计”公式求出所选源的导数。方程式如下：

$$d_i = \frac{y_{i+4} + 2y_{i+2} - 2y_{i-2} - y_{i-4}}{8\Delta t}$$

其中

d = 微分波形

y = 通道 1、2 或 函数 1 + 2、1 - 2 和 1 * 2 数据点

i = 数据点指数

Δt = 点到点时间差

在 **Zoom** 水平扫描模式中，**d/dt** 函数不在显示屏的延迟部分显示。

1 如果要更改微分函数的源、定标或偏移，按 **Math** 键，按 **d/dt** 软键，然后按 **Source**、**Scale** 或 **Offset** 软键。

- **Source** — 选择 **d/dt** 的源。源可以是任何模拟通道或数学函数 1 + 2、1 - 2 和 1 * 2。
- **Scale** — 设置 **d/dt** 自己的垂直定标因数，可用单位 / 秒 / 格表示，此处，单位可以是 **V**（伏）、**A**（安）或 **W**（瓦）。单位是在通道 **Probe** 菜单中设置的。按 **Scale** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮重新定标 **d/dt**。

- **Offset** – 为 dV/dt 数学函数设置自己的偏移。偏移值单位为单位 / 秒，其中，单位可以是 V（伏）、A（安）或 W（瓦），并用显示屏的水平中心网格线表示。按 **Offset** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮更改 d/dt 的偏移。

如果在通道 **Probe Units** 软键通道 1 和 通道 2 设置不同的单位，则对于定标和偏移，当 1-2 或 1+2 是选择的源时，将显示定标单位 **U**（未定义）。

下图表示了求微分的例子。

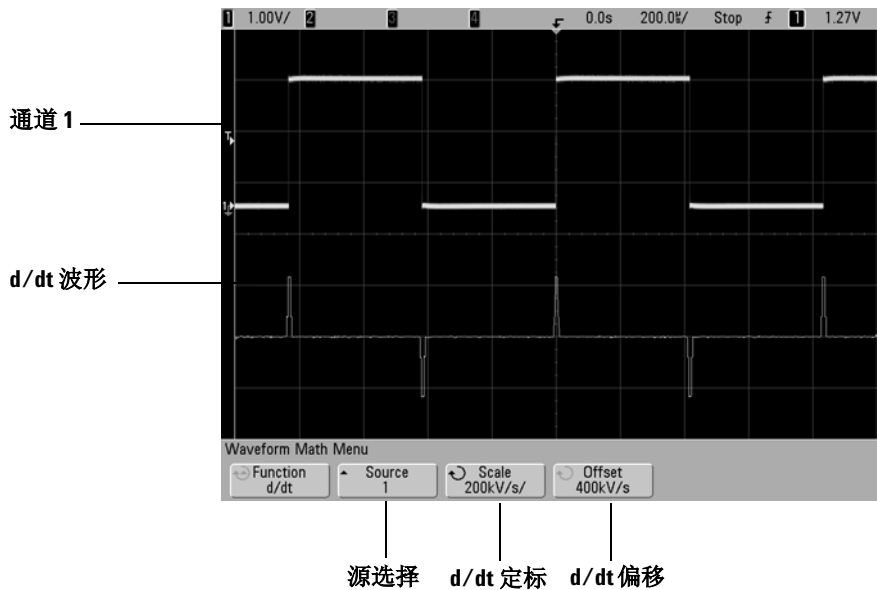


图 25 微分

积分

∫dt（求积分）计算所选源的积分。可使用积分以伏 - 秒为单位计算脉冲能量或测量波形下的面积。

dt 使用“梯形法则”求出源的积分。方程式如下：

$$I_n = c_o + \Delta t \sum_{i=0}^n y_i$$

其中

I = 积分波形

Δt = 点到点时间差

y = 通道 1、2 或函数 1 + 2、1 - 2 和 1 * 2 数据点

c_o = 任意常数

i = 数据点指数

在 **Zoom** 水平扫描模式中，∫dt 函数不在显示屏的 **Zoom** 部分显示。

- 1 如果要更改积分函数的源、定标或偏移，按 **Math** 键，按 **dt** 软键，然后按 **Source**、**Scale** 或 **Offset** 软键。
 - **Source** — 选择 ∫dt 的源。源可以是任何模拟通道或数学函数 1 + 2、1 - 2 和 1 * 2。
 - **Scale** — 设置自己的 ∫dt 垂直定标因数，并可用单位 - 秒 / 格表示，其中的单位可以是 **V**（伏）、**A**（安）或 **W**（瓦）。单位是在通道 **Probe** 菜单中设置的。按 **Scale** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮重新定标 ∫dt。
 - **Offset** — 设置自己的 ∫Vdt 数学函数偏移。偏移值单位为单位 - 秒，其中，单位可以是 **V**（伏）、**A**（安）或 **W**（瓦），并用显示屏的水平中心网格线表示。按 **Offset** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮更改 ∫dt 的偏移。积分计算与源信号的偏移有关。下面的例子说明信号偏移的效果。

5 进行测量

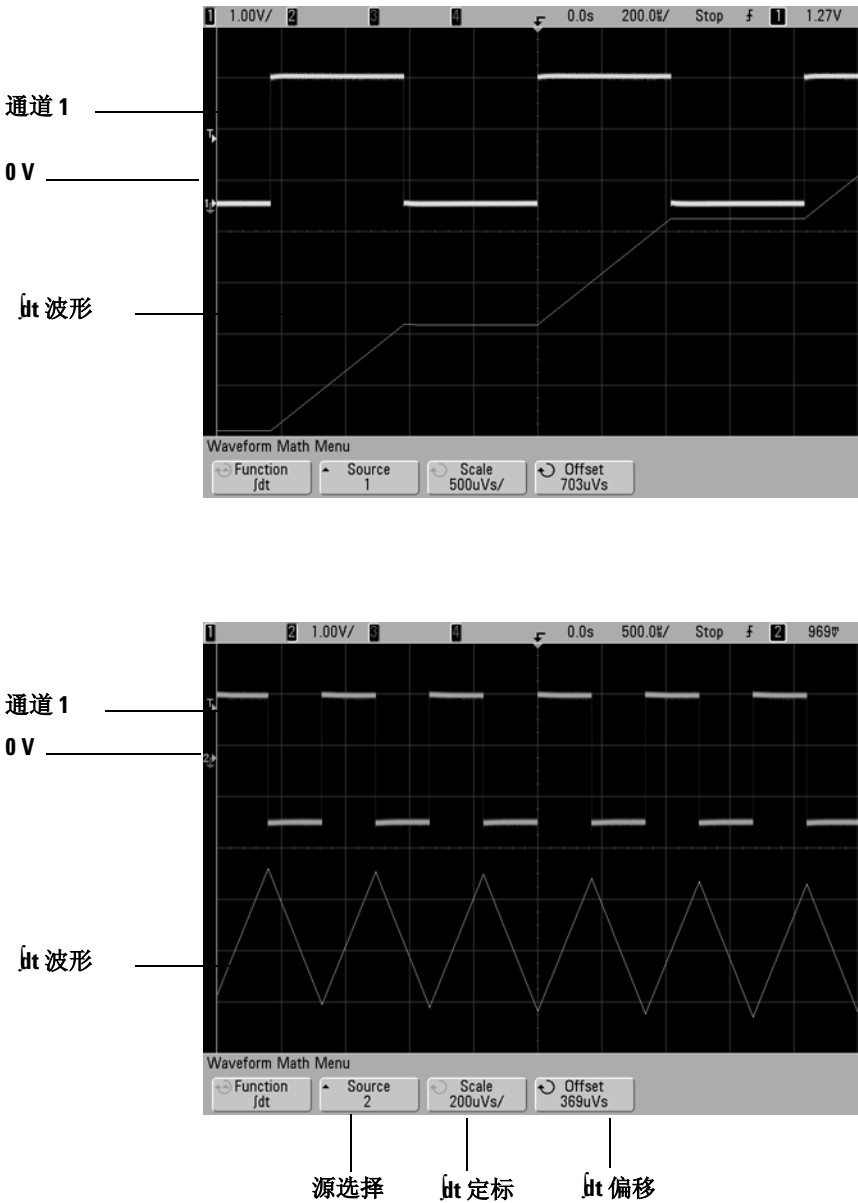


图 26 积分和信号偏移

FFT 测量

FFT 的作用是利用模拟输入通道或数学函数 1 + 2、1 - 2 或 1 * 2 计算快速傅立叶变换。**FFT** 获取选定源通道的数字化时间记录，并将其转换到频率域。选择 **FFT** 函数后，**FFT** 频谱作为幅度以 **dBV**- 频率被绘制在示波器显示屏上。水平轴的读数从时间变化为频率（赫兹），而垂直轴的读数从伏变化为 **dB**。

使用 **FFT** 函数查找串扰问题、在模拟波形中查找由放大器非线性引起的失真问题或用于调整模拟滤波器。

FFT 单位

0 **dBV** 是 1 **V_{rms}** 正弦曲线的振幅。当 **FFT** 源是通道 1 或通道 2（或 4 个通道模式上的通道 3 或 4），且通道单位设置为伏而通道阻抗设置为 1 **MΩ** 时，**FFT** 单位将显示为 **dBV**。

通道单位设置为伏而通道阻抗设置为 50 **Ω** 时，**FFT** 单位将显示为 **dBm**。

源通道单位设置为安时，所有其他 **FFT** 源的 **FFT** 单位将显示为 **dB**。

DC 值

FFT 计算产生一个错误的 **DC** 值。在中心屏幕时可不考虑偏移。**DC** 值未被更正，以便在靠近 **DC** 处精确表示频率分量。

混叠

使用 **FFT** 时，意识到频率混叠很重要。这要求操作者具有一些频域应包含什么的知识，进行 **FFT** 测量时还要考虑采样率、频率间隔和示波器垂直带宽等。显示 **FFT** 菜单时 **FFT** 采样率直接显示在软键之上。

信号中的频率分量高于采样率的一半时发生混叠。由于 FFT 频谱受到该频率的限制，任何较高的分量都以较低（混叠）的频率显示。

下图对混叠做了说明。这是 990 Hz 方波的频谱，具有很多的谐波。FFT 采样率被设置为 100 kSa/s，且示波器显示频谱。从显示的波形中可看到高于尼奎斯特频率的输入信号分量，该分量要在显示中镜像（混叠）并可从右边沿之外得到反映。

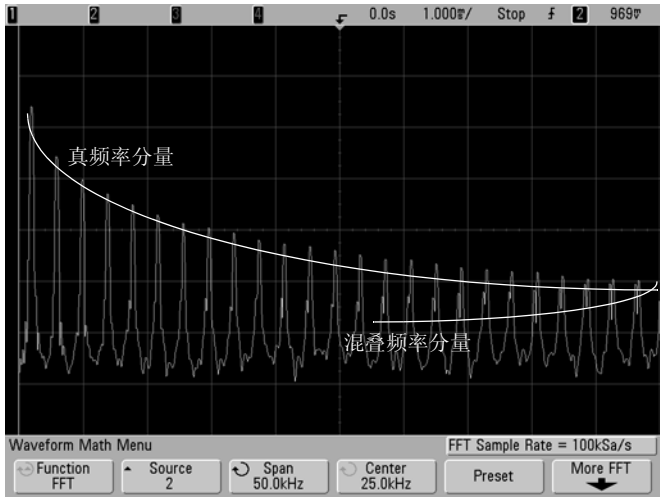


图 27 混叠

由于频率间隔为从 ≈ 0 到尼奎斯特频率，因此防止混叠的最佳方式是确保频率间隔大于输入信号中出现的高能量频率。

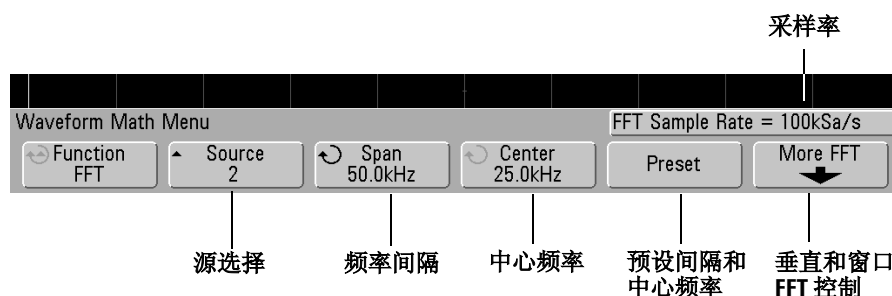
频谱泄漏

FFT 运算假定时间记录可重复。除非记录中有已采样波形的周期倍数（为整数），否则将在记录结束时创建一个间断。此被称为泄漏。为了将频谱泄漏减少到最低，在信号开始和结束时平稳接近为零的窗口被用作 **FFT** 滤波器。**FFT** 菜单提供三个窗口：哈宁窗、平顶窗和矩形窗。有关泄露效应的详细信息，请参见安捷伦应用注释 243：“信号分析基础”，网址为：

<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf>。

FFT 运算

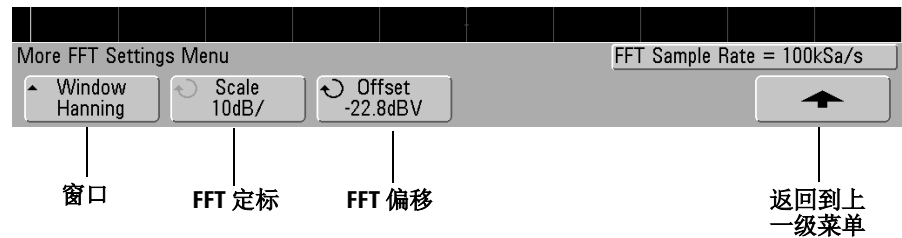
1 按 **Math** 键，然后按 **FFT** 软键，显示 **FFT** 设置的软键。



- **Source** — 选择 **FFT** 的源。源可以是任何模拟通道或数学函数 $1 + 2$ 、 $1 - 2$ 和 $1 * 2$ 。
- **Span** — 设置显示屏上看到的（从左到右）**FFT** 频谱的全部宽度。将间隔除以 10 可计算每分格的赫兹数。可以将 **Span** 设置为高于最大可用频率，在此情况下显示的频谱将不会占据整个屏幕。按 **Span** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮来设置想要的显示屏的频率间隔。

- **Center** — 设置 FFT 频谱频率，用显示屏的水平中心网格线表示。可以将 **Center** 设置为低于范围一半或者大于最大可用频率，在此情况下显示的光谱将不会占据整个屏幕。按 **Center** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮来设置想要的显示屏中心频率。
- **Preset** — 设置频率间隔和居中的值，使用该值可显示全部可用光谱。可用最大频率为有效 FFT 采样率的一半，它是时间 / 格设置的函数。当前 FFT 采样率显示在软键的上面。

2 按 More FFT 软键显示附加的 FFT 设置。



- **Window** — 选择应用于 FFT 输入信号的窗口：
 - **Hanning** — 窗口用于精确测量频率或分辨两个特别接近的频率。
 - **Flat Top** — 窗口用于精确测量频率峰值时的振幅。
 - **Rectangular** — 高的频率分辨率和振幅准确度，但只用于没有泄漏影响的地方。用于自窗口波形，例如伪随机噪声、脉冲、正弦猝发和衰减正弦曲线。

- **Scale** — 设置自己的 FFT 垂直定标因数，用 dB/div（分贝 / 格）表示。按 **Scale** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮重新定标数学函数。
- **Offset** — 设置自己的 FFT 偏移。偏移值单位为 dB，并用显示屏的水平中心网格线表示。按 **Offset**（偏移）软键，然后转动 **Entry** 旋钮更改数学函数的偏移。

定标和偏移注意事项

如果没有手动更改 FFT 定标或偏移设置，当转动 **Horizontal** 扫描速度旋钮时，间隔和中心频率设置将自动更改为允许对整个频谱进行最优查看。如果没有手动设置定标或偏移，转动扫描速度旋钮将不会更改间隔或中心频率设置，允许更好查看特定频率周围的详细情况。按 **FFT Preset** 软键将自动重新定标波形，且间隔和中心将再次自动追踪水平扫描速度设置。

- 3** 要进行游标测量，请按 **Cursors** 键并将 **Source** 软键设置为 **Math**。

使用 **X1** 和 **X2** 游标测量频率值和两个频率值之间的差 (ΔX)。使用 **Y1** 和 **Y2** 游标测量振幅（以 dB 为单位）和振幅差 (ΔY)。

- 4** 要进行其他测量，请按 **Quick Meas** 键并将 **Source** 软键设置为 **Math**。

可以对 FFT 波形进行峰 - 峰、最大、最小和平均 dB 测量。使用最大时的 **X** 的测量值也可以找到首次出现最大波形时的频率值。

通过将前面板 **Probe Comp** 信号（大约 1.2 kHz 方波）连接到通道 1 可获得以下 FFT 频谱。将扫描速度设置为 5 ms/div，垂直敏感度设置为 500 mV/div，单位/格设置为 10 dBV，偏移设置为 -34.0 dBV，中心频率设置为 5.00 kHz，频率间隔设置为 10.0 kHz，窗口设置为哈宁窗。

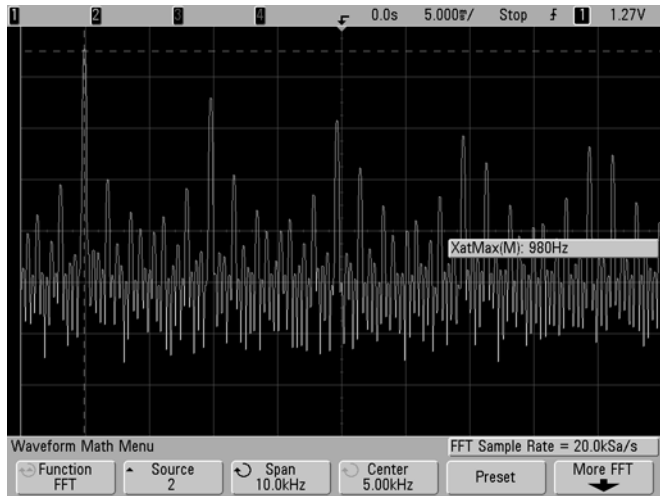


图 28 FFT 测量

FFT 测量提示

FFT 采集的点数记录为 1000 且当频率间隔最大时，显示所有点。显示 FFT 频谱后，使用频率间隔和中心频率控制就象使用频谱分析仪控制来详细检查感兴趣的频率。将需要的波形部分置于屏幕的中心，并降低频率间隔以增加显示分辨率。当降低频率间隔时，显示的点数减少，显示放大。

在 FFT 频谱显示的同时，在 FFT 菜单中使用 Math 和 Cursors 键在测量函数和频域控制之间切换。

通过选择较慢的扫描速度减少有效采样率将增加 FFT 显示屏的低频率分辨率，并增加显示混叠的机会。FFT 分辨率是有效采样率除以 FFT 中的点数。实际的显示分辨率没那么精细，因为窗口形状为实际限制因素，限制 FFT 分辨两个特别接近的频率的能力。测试 FFT 分辨两个特别接近的频率的一种好方法是检查调幅正弦波的边带。

要获得最佳峰值测量的垂直精确度:

- 确保正确设置探头衰减。如果操作对象是一个通道，从通道菜单设置探头衰减。
- 对源灵敏度进行设置，使输入信号接近全屏幕且未被削波。
- 使用平顶窗。
- 将 **FFT** 灵敏度设置为灵敏度范围内，如 2 dB/ 格。

要获得最佳峰值频率精确度:

- 使用哈宁窗。
- 使用游标将 **X** 游标放在感兴趣的频率上。
- 调整频率间隔获取更好的游标位置。
- 返回游标菜单对 **X** 游标进行微调。

有关 **FFT** 使用的详细信息，请参见安捷伦应用注释 243: “信号分析基础”，网址为:

<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf>。其他信息可从 Robert A. Witte 撰写的“频谱和网络测量”手册的第 4 章中找到。

平方根

$\sqrt{\quad}$ （平方根）计算选定源的平方根。

在 **Zoom** 水平扫描模式中， $\sqrt{\quad}$ （平方根）函数不在显示屏的 **Zoom** 部分显示。

1 如果要更改平方根函数的源、定标或偏移，按 **Math** 键，按 $\sqrt{\quad}$ （平方根）软键，然后按 **Source**、**Scale** 或 **Offset** 软键。

- **Source** — 选择 $\sqrt{\quad}$ （平方根）的源。源可以是任何模拟通道或数学函数 **1 + 2**、**1 - 2** 和 **1 * 2**。
- **Scale** — 允许为 $\sqrt{\quad}$ （平方根）设置您自己的垂直定标因数，其形式为 $V^{1/2}/div$ （伏平方根 / 格）、 $A^{1/2}/div$ （安平方根 / 格）或 $W^{1/2}/div$ （瓦平方根 / 格或伏安平方根 / 格）。单位是在通道 **Probe** 菜单中设置的。按 **Scale** 软键，然后旋转 **Entry** 旋钮重新定标 $\sqrt{\quad}$ （平方根）。
- **Offset** — 为乘法数学函数设置自己的偏移。偏移值单位为 $V^{1/2}$ （伏平方根）、 A^2 （安平方根）或 $W^{1/2}$ （瓦平方根），并用显示屏的水平中心网格线表示。按 **Offset** 软键，然后旋转 **Entry** 旋钮更改 $\sqrt{\quad}$ （平方根）的偏移。

如果在通道 **Probe Units** 软键通道 1 和 通道 2 设置不同的单位，则对于定标和偏移，当 **1-2** 或 **1+2** 是选择的源时，将显示定标单位 **U**（未定义）。

下图为 $\sqrt{}$ （平方根）示例。

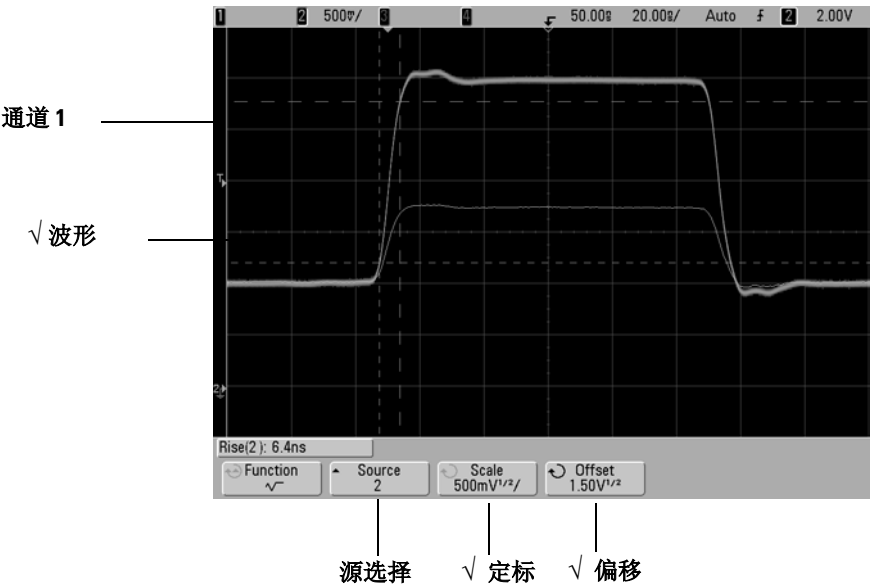


图 29 平方根

游标测量

使用游标可测量波形数据。游标是水平和垂直的标记，表示所选波形源上的 X 轴值（通常为时间）和 Y 轴值（通常为电压）。转动 **Entry** 旋钮可移动游标位置。按 **Cursors** 键后，此键会变亮，游标将打开。要关闭游标，请再次按此键直到其不亮为止，或按 **Quick Meas** 键。

游标并非总限于可见显示屏。如果对游标进行设置，然后平移和缩放波形直到游标跑出屏幕，其值将不会改变，如果再次将波形平移回来，则将使游标回到原来的位置。

游标测量

第 81 页简要介绍如何进行游标测量。

以下步骤将指导您使用前面板 **Cursors** 键。您可以使用游标在信号上测量定制电压或时间。

- 1 将信号连接到示波器并获得稳定的显示。
- 2 按 **Cursors** 键，然后按 **Mode** 软键。

X 和 Y 游标信息显示在软键上。 ΔX 、 $1/\Delta X$ 、 ΔY 以及二进制和十六进制值显示在软键上方的行中。三个游标模式是：

- **Normal** – 显示 ΔX 、 $1/\Delta X$ 和 ΔY 值。 ΔX 是 X1 和 X2 游标之间的差，而 ΔY 是 Y1 和 Y2 游标之间的差。



- **Binary** – 二进制逻辑电平直接显示在软键上方，这些软键用于所有已显示通道的当前 X1 和 X2 游标位置。



- **Hex** – 十六进制逻辑电平直接显示在所有已显示通道的当前 X1 和 X2 游标位置上的软键上。



在十六进制和二进制模式中，电平可显示为 1（高于触发电平）、0（低于触发电平）、不定状态(↑)，或 X（无关）。在二进制模式中，如果通道关闭，则显示 X。在十六进制模式中，如果通道关闭，则认为通道为 0。

- 3 按下 **Source**（源）软键选择模拟通道或数学源，Y 游标可在其上显示测量值。

Normal（正常）游标模式中的源可以是任何模拟通道或数学源。如果选择二进制和十六进制模式，则由于正在显示所有通道的二进制和十六进制电平，**Source** 软键会被禁用。

4 选择 X 和 Y 软键进行测量。

- **X Y** – 按此软键选择 X 游标或 Y 游标用于调整。当前指定给 Entry 旋钮的游标的显示亮度比其他游标亮。

X 游标是水平调整的垂直虚线，一般指示与触发点的相对时间。当使用 FFT 数学函数作为源时，X 游标指示频率。

Y 游标是垂直调整的水平虚线，一般指示伏特或安培，取决于通道 **Probe Units** 设置。使用数学函数作为源时，测量单位对应于该数学函数。

- **X1** 和 **X2** – X1 游标（垂直短划线）和 X2 游标（垂直长划线）水平调整，并表示与除数学 FFT（表示频率）之外所有源的触发点相对的时间。在 XY 水平模式中，X 游标显示通道 1 的值（伏特或安培）。所选波形源的游标值显示在 X1 和 X2 软键中。

X1 和 X2 之间的差值 (ΔX) 以及 $1/\Delta X$ 显示在软键上方的专用行上，或在选择了某些菜单的情况下显示在显示区域中。

选择了它的软键后，转动 Entry 旋钮调整 X1 或 X2 游标。

- **Y1** 和 **Y2** – Y1 游标（水平短划线）和 Y2 游标（水平长划线）垂直调整，并指示与波形地点的相对值，其中，值与 0 dB 相对的数学 FFT 除外。在 XY 水平模式中，Y 游标显示通道 2 的值（伏特或安培）。所选波形源的游标值显示在 Y1 和 Y2 软键中。

Y1 和 Y2 之间的差值 (ΔY) 显示在软键上方的专用行上，或在选择了某些菜单的情况下显示在显示区域中。

选择它的软键后，转动 **Entry** 旋钮 **Y1** 或 **Y2** 游标。

- **X1 X2** — 按此软键，通过转动 **Entry** 旋钮同时调整 **X1** 和 **X2** 游标。因为游标是一起调整的，因此 ΔX 值将保持不变。

可通过一起调整 **X** 游标，检查脉冲列中的脉冲宽度变化。

- **Y1 Y2** — 按此软键，通过转动 **Entry** 旋钮同时调整 **Y1** 和 **Y2** 游标。因为游标是一起调整的，因此 ΔY 值将保持不变。

游标示例

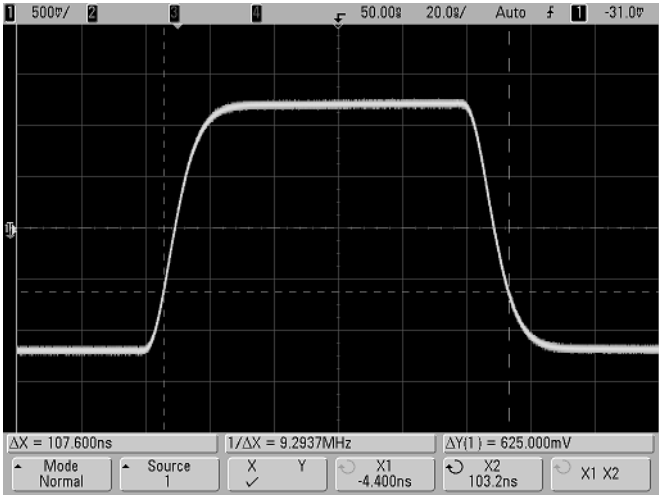


图 30 游标测量的是脉冲宽度而不是中阈值点

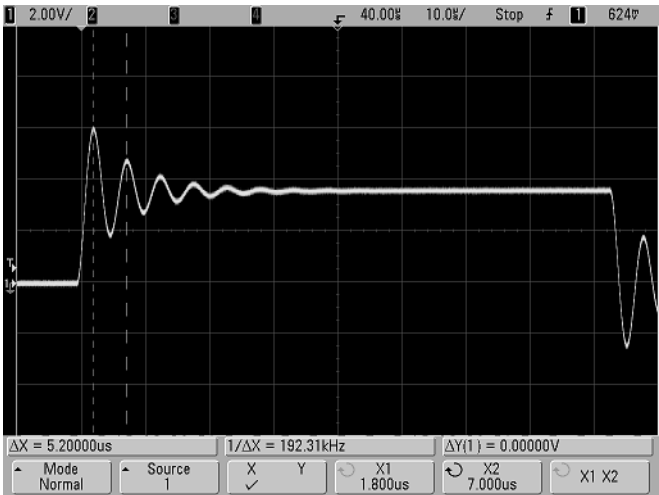


图 31 游标测量脉冲振铃频率

用缩放模式扩展显示，然后用游标表现感兴趣事件的特征。

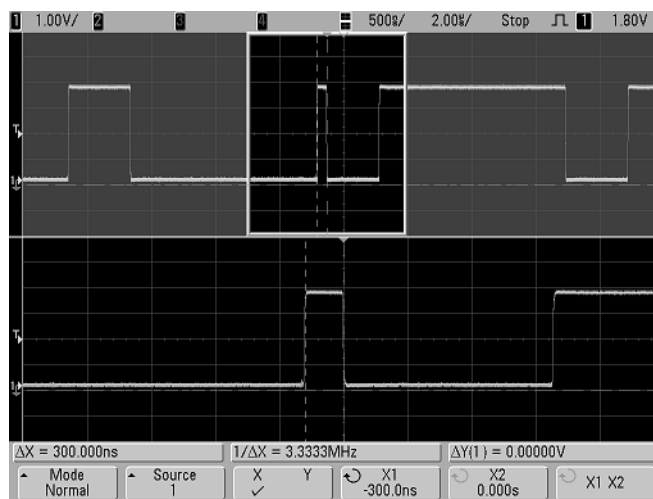


图 32 游标追踪 Zoom 扫描

将 **X1** 游标放在脉冲的一侧，而将 **X2** 游标放在脉冲的另一侧。

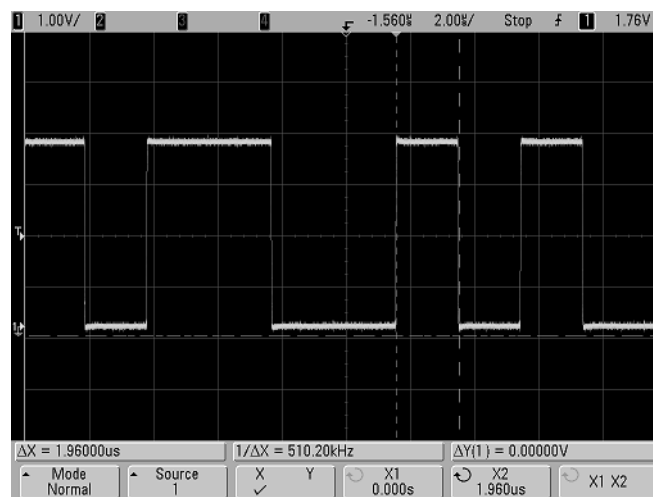


图 33 用游标测量脉冲宽度

按 **X1 X2** 软键并一起移动游标，以检查脉冲列中脉冲宽度的变化。

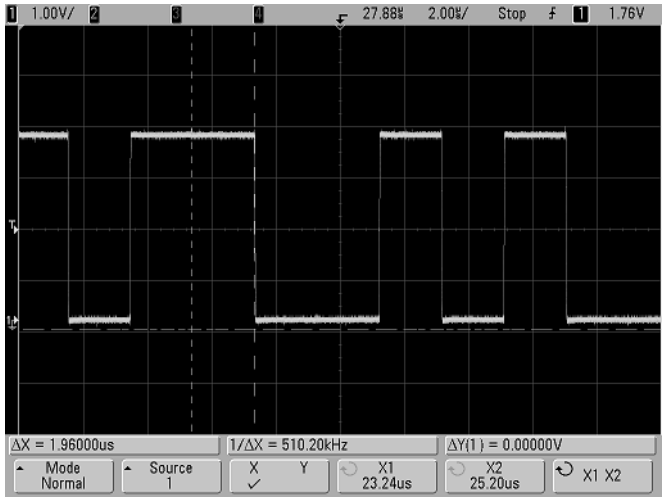


图 34 一起移动游标以检查脉冲宽度的变化

自动测量

可在 **Quick Meas** 菜单中进行以下自动测量。

时间测量

- 计数器
- 占空比
- 频率
- 周期
- 上升时间 *
- 下降时间 *
- 正脉宽
- 负脉宽
- 最大时的 X*
- 最小时的 X*

相位和延迟

- 相位 *
- 延迟 *

电压测量

- 平均 *
- 振幅 *
- 底端 *
- 最大 *
- 最小 *
- 峰 - 峰 *
- RMS*
- 标准偏差 *
- 顶端 *

前冲和过冲

- 前冲 *
- 过冲 *

* 仅测量模拟通道。

自动测量

第 82 页简要介绍如何进行自动测量。

Quick Meas 在任何通道源或任何运行的数学函数上进行自动测量。所选的最近四个测量的结果显示在软键上方的专用行中，或在选择某些菜单的情况下显示在显示区域中。当您正在平移和缩放波形时，快速测量也在已停止的波形上进行测量。

游标打开游标显示最近所选测量（测量线的最右方）所测量的波形部分。

1 按 Quick Meas 显示自动测量菜单。



2 按 Source 软键，选择要进行快速测量的通道或正在执行的数学函数。

只有显示的通道或数学函数可用于测量。如果为测量选择了无效的源通道，则将测量默认为使源有效的列表中的最接近值。

如果测量所需波形的一部分没有显示，或未达到测量所需的分辨率，则结果将显示“无边缘”、“被削波”、“低信号”、“< 值”或“> 值”，或指示测量结果不可靠的类似信息。

- 3 按 **Clear Meas** 软键停止进行测量，并从软键上方的显示行中擦除测量结果。

当再次按 **Quick Meas** 后，默认测量是频率和峰 - 峰。

- 4 按 **Select** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮选择要进行的测量。
- 5 **Settings** 软键可用来在某些测量上进行附加的测量设置。
- 6 按 **Measure** 软键进行测量。
- 7 要关闭 **Quick Meas**，请再次按 **Quick Meas** 键，直到它不亮为止。

设置测量阈值

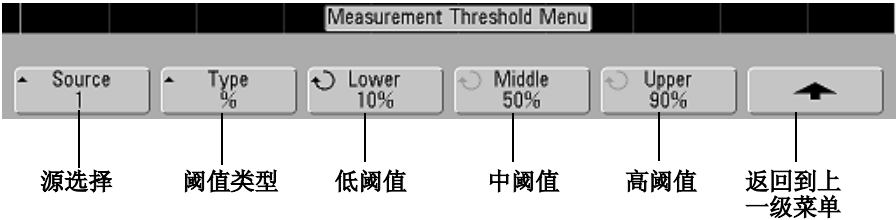
设置测量阈值可定义在模拟通道或数学波形上进行测量的垂直电平。

更改默认阈值可能更改测量结果

默认的低、中、高阈值分别为 **Top**（顶端）和 **Base**（底端）间的 10%、50% 和 90%。更改这些默认阈值定义可能会改变返回的 **Average**（平均）、**Delay**（延迟）、**Duty Cycle**（占空比）、**Fall Time**（下降时间）、**Frequency**（频率）、**Overshoot**（过冲）、**Period**（周期）、**Phase**（相位）、**Preshoot**（前冲）、**Rise Time**（上升时间）、**RMS**、**+Width**（正脉宽）和 **- Width**（负脉宽）的测量结果。

- 1 按下 **Quick Meas**（快速测量）菜单中的 **Thresholds**（阈值）软键，以设置模拟通道测量阈值。

2 按下 **Source** 软键选择要更改其测量阈值的模拟通道或数学波形源。可以为每个模拟通道和数学波形分配唯一的阈值。



3 按 **Type** 软键将测量阈值设置为 %（顶端和底端值的百分数）或 **Absolute**（绝对值）。

- 阈值百分数的范围是 5% 至 95%。
- 每个通道的绝对阈值单位在通道探头菜单中设置。
- 当 **Source** 设置为 **Math** 时，阈值 **Type** 只能设置为 **Percent**。

绝对阈值提示

- 绝对阈值取决于通道定标、探头衰减和探头单位。在设置绝对阈值之前，应首先设置这些值。
- 最小和最大阈值限制在屏幕上的数值范围之内。
- 如果任一绝对阈值高于或低于最小或最大波形值，测量可能就会无效。

4 按 **Lower** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮设置低测量阈值。

将低阈值增加到设置的中阈值之上会自动增加中阈值，以使其高于低阈值。默认的低阈值为 10% 或 800 mV。

如果将阈值 **Type** 设置为 **%**，则低阈值的设置范围是 5% 至 93%。

5 按 **Middle** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮设置中测量阈值。

中阈值受到所设置的低阈值和高阈值的限制。默认的中阈值为 50% 或 1.20 V。

- 如果将阈值 **Type** 设置为 **%**，则中阈值的设置范围是 6% 至 94%。

6 按 **Upper** 软键，然后转动 **Entry** 旋钮设置高测量阈值。

将高阈值减小到所设置的中阈值之下会自动降低中阈值，使其低于高阈值。默认的高阈值为 90% 或 1.50 V。

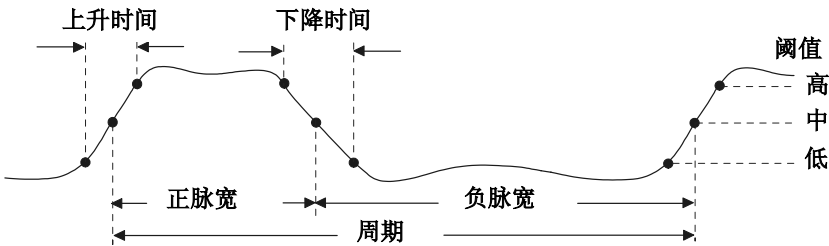
- 如果将阈值 **Type** 设置为 **%**，则高阈值的设置范围是 7% 至 95%。

时间测量

FFT 测量
当在数学 FFT 函数上进行 **X at Max** 或 **X at Min** 测量时，结果单位将为赫兹。无法在 FFT 数学函数上进行与时间相关的其他自动测量。使用游标在 FFT 上进行其他测量。

默认的低、中、高阈值分别为 **Top**（顶端）和 **Base**（底端）值间的 10%、50% 和 90%。有关其他阈值百分数和绝对值阈值设置，请参见第 225 页上的“设置测量阈值”。

下图显示了时间测量点。



数字通道时间测量
自动时间测量 **Delay**（延迟）、**Fall Time**（下降时间）、**Phase**（相位）、**Rise Time**（上升时间）、**X at Max**（最大时的 X）和 **X at Min**（最小时的 X），对混合信号示波器上的数字通道是无效的。

计数器

7000 系列示波器具有一个集成的硬件频率计数器，它计算在一段时间内发生的周期数（称为*选通时间*），以测量信号的频率。

计数器测量的选通时间自动调整为 100 ms 或当前时间窗口的两倍，取二者中较大值，时间最长为 1 秒。

计数器可以测量的最大频率为示波器的带宽。支持的最低频率为 $1/(2 \times \text{选通时间})$ 。

测量的频率通常以 5 位数显示，但当在 10 MHz REF 后面板 BNC 上提供 10 MHz 频率参考且选通时间为 1 秒（50 ms/div 或更高的扫描速度）时可按 8 位数显示。请参见（第 312 页上的“给示波器提供采样时钟”）。

硬件计数器使用触发比较器输出。因此，必须正确设置被计数通道的触发电平（或数字通道阈值）。Y 游标显示用于测量的阈值电平。

除 Math（数学）之外的任何通道都可以被选择为源。

一次只能显示一个计数器测量结果。

占空比

重复脉冲列的占空比是正脉冲宽度和周期的比率，以百分比表示。X 游标显示正在测量的时间周期。Y 游标显示中阈值点。

$$\text{Duty cycle} = \frac{\text{Width}}{\text{Period}} \times 100$$

频率

频率定义为 1/周期。周期定义为两个连续、同极性边沿的中阈值交叉点之间的时间。中阈值跨越必须也要穿过低阈值和高阈值电平，这样可消除矮小脉冲。X 游标显示正在测量的波形部分。Y 游标显示中阈值点。

隔离频率测量事件 下图显示如何使用缩放模式来隔离频率测量事件。如果在缩放模式中无法测量，则使用主时基。如果波形被削波，可能无法进行测量。

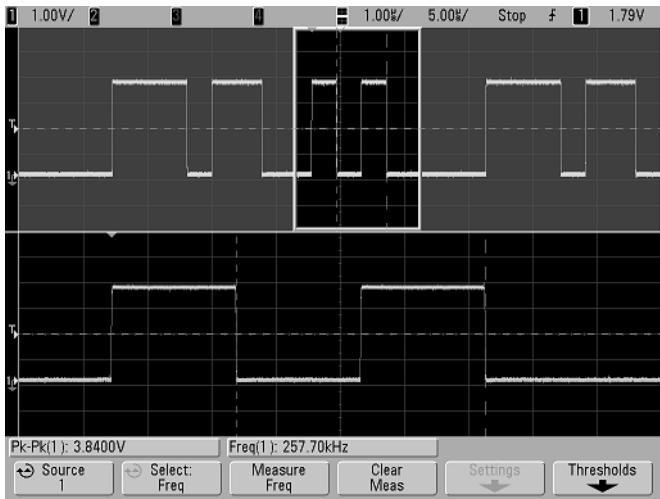


表 12 隔离频率测量的事件

周期

周期是整个波形周期的时间间隔。此时间是在两个连续、同极性边沿的中阈值点之间测量的。中阈值跨越必须也要穿过低阈值和高阈值电平，这样可消除矮小脉冲。X 游标显示正在测量的波形部分。Y 游标显示中阈值点。

下降时间

信号的下降时间是负向边沿的上阈值和下阈值之间的时间差。**X** 游标显示正在测量的边沿。要获得最高的测量精确度，请将扫描速度设置为最快，而将波形的完整下降沿留在显示屏中。**Y** 游标显示低或高阈值点。

上升时间

信号的上升时间是正向边沿的下阈值交叉点和上阈值交叉点之间的时间差。**X** 游标显示正在测量的边沿。要获得最高的测量精确度，请将扫描速度设置为最快，而将波形的完整上升沿留在显示屏中。**Y** 游标显示低或高阈值点。

正脉宽

正脉宽是从上升沿的中阈值到下一个下降沿的中阈值的时间。**X** 游标显示正在测量的脉冲。**Y** 游标显示中阈值点。

负脉宽

负脉宽是从下降沿的中阈值到下一个上升沿的中阈值的时间。**X** 游标显示正在测量的脉冲。**Y** 游标显示中阈值点。

最大时的 X

最大时的 **X** 是从显示屏的左方开始第一次出现波形 **Maximum**（最大）时的 **X** 轴值（通常为时间）。对于周期性的信号，最大值的位置在整个波形内可能会变动。**X** 游标显示正在测量的当前 **X at Max**（最大时的 **X**）值的位置。

测量 FFT 的峰值：

- 1 选择 **Math** 菜单中的 **FFT** 作为数学函数。
- 2 选择 **Quick Meas** 菜单中的 **Math** 作为源。
- 3 选择 **Maximum** 和 **X at Max** 测量。

Maximum 单位是 dB 而 **X at Max** 单位是 FFT 的赫兹。

最小值的 X

最小值的 **X** 是从显示屏的左侧开始第一次出现波形 **Minimum**（最小）时的 **X** 轴值（通常为时间）。对于周期信号，最小值的位置可沿整个波形变化。**X** 游标显示正在测量的当前 **X at Min**（最小值的 **X**）值的位置。

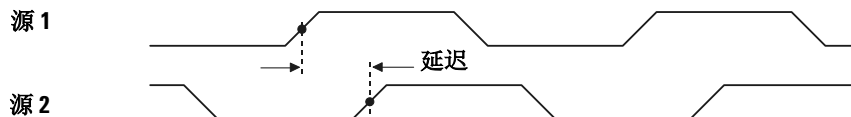
延迟和相位测量

数字通道测量

自动测量 **Phase**（相位）和 **Delay**（延迟）对于混合信号示波器上的数字通道或对于数学 FFT 函数来说是无效的。必须打开在相位和延迟测量中定义的两个源。

延迟

延迟测量最接近于触发参考点的源 1 所选边沿与源 2 所选边沿在波形中阈值点处的时间差。负延迟值表示源 1 的所选边沿出现在源 2 的所选边沿之后。



1 按 **Quick Meas→Select** 并选择 **Delay**。按 **Settings** 软键选择用于延迟测量的源通道和斜率。

默认 **Delay** 设置从通道 1 的上升沿测量到通道 2 的上升沿。

2 按 **Measure Delay** 软键进行测量。

以下示例显示了在通道 1 的上升沿和通道 2 的上升沿之间进行的延迟测量。

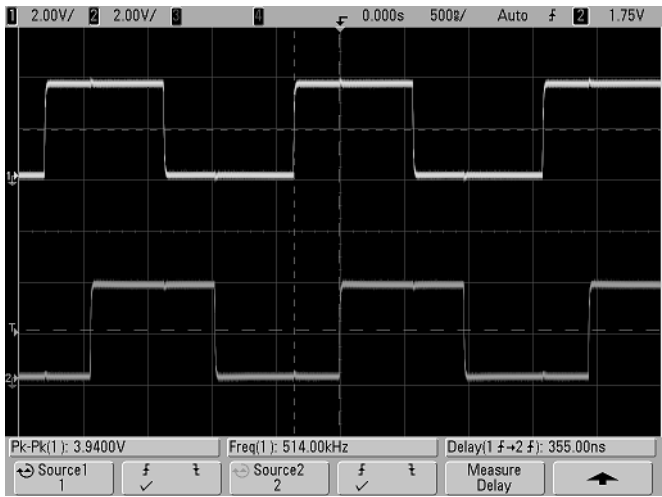
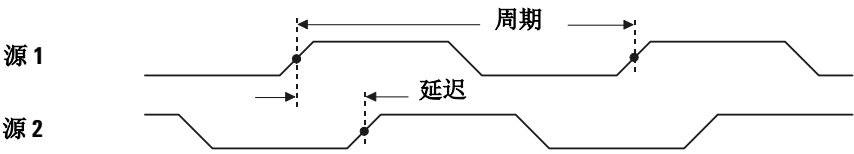


图 35 延迟测量

相位

相位是从源 1 至源 2 计算出的相移，以度表示。负相移值表示源 1 的上升沿出现在源 2 的上升沿之后。

$$\text{Phase} = \frac{\text{Delay}}{\text{Source 1 Period}} \times 360$$



1 按 **Settings** 软键选择相位测量的源 1 和源 2 通道。

默认 **Phase** 设置从通道 1 测量到 通道 2。

以下示例显示了在通道 1 和通道 1 上的 d/dt 函数之间进行的相位测量。

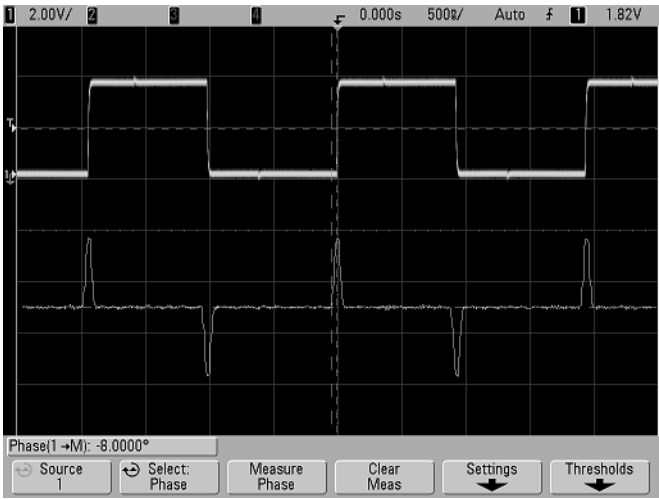


图 36 相位测量

电压测量

使用通道 **Probe Units** 软键将每个输入通道的测量单位设置为伏特或安培。如果在通道 **Probe Units** 软键中通道 1 和通道 2 被设置为不同的单位，则当 1-2 或 1+2 是选中的源时，对于数学函数 1-2、 d/dt 以及 $\int dt$ ，将显示定标单位 **U**（未定义）。

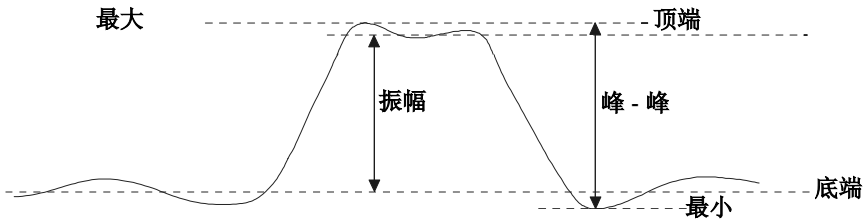
数学测量和单位

在数学 FFT 函数上只可以进行 Peak-Peak（峰 - 峰）、Maximum（最大）、Minimum（最小）、Average（平均）、X at Min（最小时的 X）和 X at Max（最大时的 X）自动测量。要了解有关在 FFT 上进行 X at Max（最大时的 X）和 X at Min（最小时的 X）测量的信息，请参见“自动进行时间测量”。使用游标在 FFT 上进行其他测量。所有电压测量都可以在其他数学函数上进行。合成单位是：

FFT:	dB*（分贝）
1*2:	V ² 、A ² 或 W（伏安）
1-2:	V（伏）或 A（安）
d/dt（求微分）:	V/s 或 A/s（伏 / 秒或安 / 秒）
∫dt:	Vs 或 As（伏 - 秒或安 - 秒）

* 当 FFT 源是通道 1、2、3 或 4，且通道单位设置为伏而通道阻抗设置为 1 MΩ 时，FFT 单位将显示为 dBV。通道单位设置为伏而通道阻抗设置为 50Ω 时，FFT 单位将显示为 dBm。源通道单位设置为安时，所有其他 FFT 源的 FFT 单位将显示为 dB。

下图显示电压测量点。



数字通道电压测量

在混合信号示波器的数字通道上，自动电压测量无效。

振幅

波形的 **Amplitude**（振幅）是 **Top**（顶端）和 **Base**（底端）值之间的差。Y 游标显示正在测量的值。

平均

Average（平均）是波形采样的和除以一个或多个完整周期内采样的数目。如果只显示了不足一个周期，则 **Average**（平均）将以显示屏的整个宽度计算。X 游标显示了正在被测量的那部分显示波形。

$$\text{Average} = \frac{\sum x_i}{n}$$

其中 x_i = 测量的第 i 点的值
 n = 测量间隔中的点数

底端

波形的 **Base**（底端）是波形较低部分的模式（最常用值），如果未对模式做准确定义，则将底端视为与 **Minimum**（最小）相同。Y 游标显示正在测量的值。

最大

Maximum（最大）是波形显示屏中的最大值。Y 游标显示正在测量的值。

最小

Minimum（最小）是波形显示中的最低值。Y 游标显示正在测量的值。

峰 - 峰

峰 - 峰值是 **Maximum**（最大）和 **Minimum**（最小）值之间的差。Y 游标显示正在测量的值。

RMS

RMS (DC) 是一个或几个完整周期内的波长的均方根值。如果显示不足一个周期，**RMS (DC)** 平均值在显示屏的整个宽度上计算。**X** 游标显示正在测量的波形间隔。

$$\text{RMS (dc)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}}$$

其中 x_i = 测量的第 i 点的值
 n = 测量间隔中的点数

标准偏差

标准偏差测量显示所显示电压值的标准偏差。它是 **DC** 分量被移除的全屏显示的 **RMS** 测量。例如，它可用于测量电源噪声。

测量结果的标准偏差是测量结果与平均值之间的差异。测量的平均值是测量的统计平均值。

下图以图形方式显示平均值和标准偏差。标准偏差以希腊字母西格玛 σ 表示。对于高斯分布，距离平均值的两个西格玛 ($\pm 1\sigma$) 是测量结果的 68.3% 所在的位置。距离平均值的六个西格玛 ($\pm 3\sigma$) 是测量结果的 99.7% 所在的位置。

平均值计算如下：

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

其中：

\bar{x} = 平均值。

N = 采用的测量值的数量。

x_i = 第 i 个测量结果。

标准偏差计算如下：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

其中：

σ = 标准偏差。

N = 采用的测量值的数量。

x_i = 第 i 个测量结果。

\bar{x} = 平均值。

顶端

波形的 **Top**（顶端）波形较高部分的模式（最常用值），如果未对模式做准确定义，则将顶端视为与 **Maximum**（最大）相同。Y 游标显示正在测量的值。

隔离顶端测量的脉冲 下图显示如何使用缩放模式来隔离 **Top**（顶端）测量的脉冲。

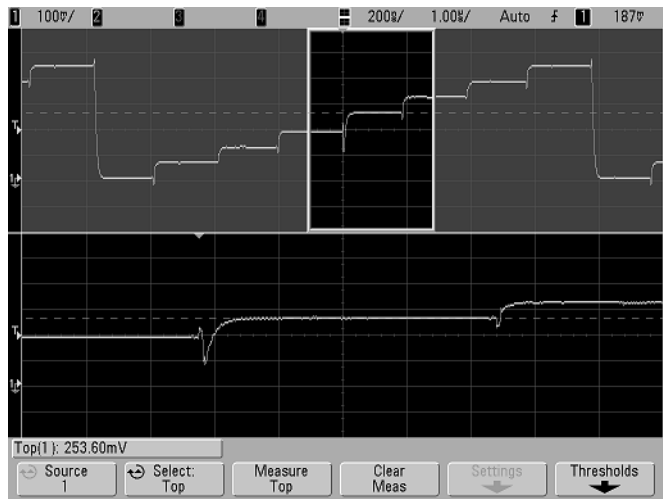


图 37 隔离顶端测量区域

过冲测量和前冲测量

数字通道时间测量

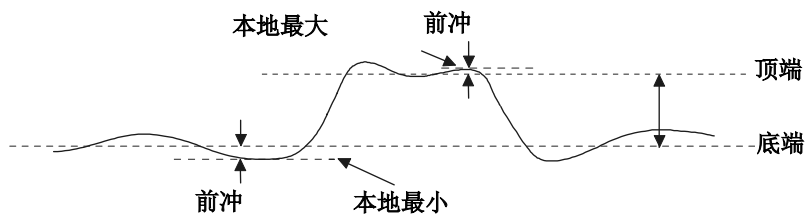
自动测量 **Preshoot**（前冲）和 **Overshoot**（过冲）对于对于数学 FFT 函数或混合信号示波器上的数字通道来说是无效的测量。

前冲

Preshoot（前冲）是大边沿转换之前的失真，以 **Amplitude**（振幅）的百分比表示。**X** 游标显示正在测量的边沿（距触发参考点最近的边沿）。

$$\text{Rising edge preshoot} = \frac{\text{Base} - \text{D local Minimum}}{\text{Amplitude}} \times 100$$

$$\text{Falling edge preshoot} = \frac{\text{local Maximum} - \text{D Top}}{\text{Amplitude}} \times 100$$



过冲

Overshoot（过冲）是大边沿转换后的失真，以 **Amplitude**（振幅）的百分比表示。**X** 游标显示正在测量的边沿（距触发参考点最近的边沿）。

$$\text{Rising edge overshoot} = \frac{\text{local Maximum} - \text{D Top}}{\text{Amplitude}} \times 100$$

$$\text{Falling edge overshoot} = \frac{\text{Base} - \text{D local Minimum}}{\text{Amplitude}} \times 100$$

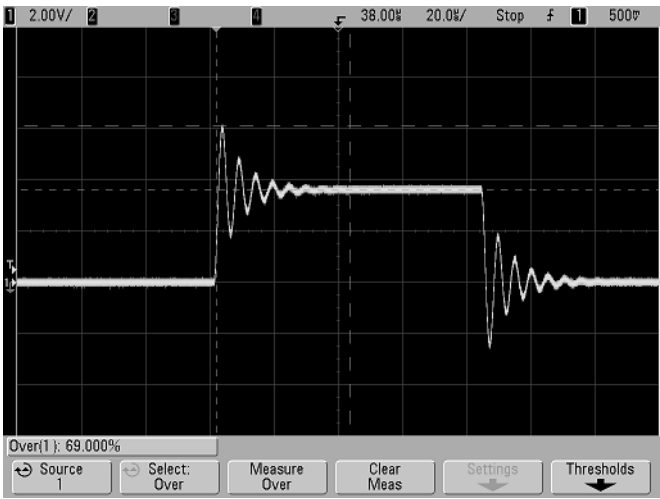
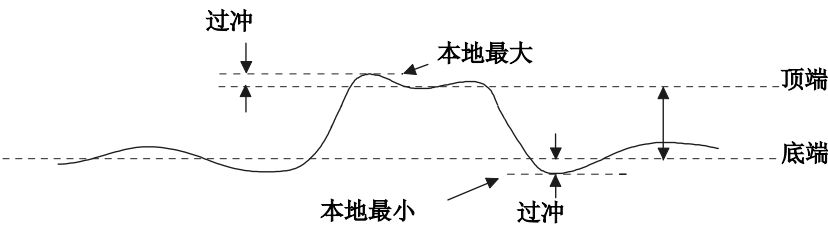


图 38 自动过冲测量



6 显示数据

平移和缩放	242
消除混叠	244
使用 XGA 视频输出	244
显示设置	245
改变亮度以查看信号细节	247
采集模式	249
使用串行解码	255
解码 I ² C 数据	256
解码 SPI 数据	260
解码 CAN 数据	265
解码 LIN 数据	272
解码 FlexRay 数据	278
减少信号上的随机噪声	284
使用峰值检测和无限余辉捕获毛刺或窄脉冲	286
自动定标如何工作	289



平移和缩放

平移（水平移动）和缩放（水平扩展或压缩）已采集波形的功能很重要，因为利用此功能可加深对所捕获波形的理解。通常可通过查看从不同级别提取的波形获得这种理解。您可能既要查看大波形，又要查看特定小波形的细节。

采集波形后检查波形细节的功能通常是数字示波器的优点。此功能经常仅体现为使显示定格，然后使用游标测量或打印屏幕。有些数字示波器则进一步扩展了此功能，可以通过平移和缩放波形在采集信号后深入检查信号细节。



虽然对于用来采集数据的扫描速度和查看数据的扫描速度之间的缩放比例没有限制。但是存在一个有用的限制。该限制可算是正在分析的信号的功能。

在正常显示模式中，关闭矢量（连接点），您可以放大到其所处位置的屏幕上无采样的点。很明显，这已经远远超过有用的限制。同样，打开矢量，您可以看到点之间的线性内插，但这也没有什么价值。

缩放

如果通过水平放大 **1000** 倍和垂直放大 **10** 倍从信息采集处显示信息，则屏幕依然具有相对良好的显示效果。请记住，您只能对显示的数据进行自动测量。

平移和缩放波形

- 1 按 **Run/Stop** 键停止采集。当示波器停止时，**Run/Stop** 键呈红色亮起。
- 2 将标有  的扫描速度旋钮转至水平缩放，将标有  的“伏 / 格”旋钮转至垂直缩放。


显示屏顶端的 ∇ 符号表示放大 / 缩小参考的时间参考点。

- 3 将 **Horizontal Position (Delay Time)** 旋钮 ($\blacktriangleleft\blacktriangleright$) 转至水平平移，将通道的垂直位置旋钮 (\blacklozenge) 转至垂直平移。

已停止的显示画面可能包含几个具有有用信息的触发，但只有最后的触发采集可进行平移和缩放。

设置波形扩展参考点

当更改通道的伏 / 格设置时，可将波形显示设置为相对信号地电平或显示的中心扩展（或压缩）。

Expand About Ground 显示的波形将从通道的地位置扩展。这是默认设置。信号的地电平由显示屏最左端的地电平 () 图标的位置标识。当您调节垂直敏感度（伏 / 格）控件时，地电平不会移动。

如果地电平在屏幕之外，波形将在地超出屏幕之处相对屏幕的顶端或底部边沿扩展。

Expand About Center 显示的波形将相对显示屏的中心位置扩展。

设置波形扩展参考点

按 **Utility**→**Options**→**Preferences**→**Expand** 并选择 **Ground** 或 **Center**。

消除混叠

在较慢的扫描速度下，采样率将降低，使用专用显示算法将混叠的可能性最小化。

默认情况下，**Antialiasing** 是启用的。应该使 **Antialiasing** 保持起启用状态，除非有特别的原因需要将其关闭。

如果需要关闭 **Antialiasing**，请按 **Utilities→Options→Preferences**，并按 **Antialiasing** 软键将该功能关闭。显示的波形将更容易混叠。

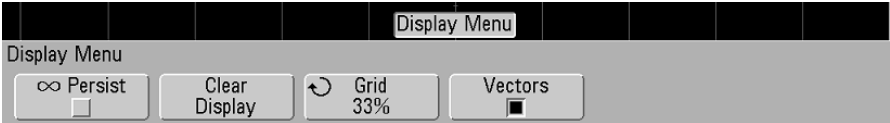
使用 XGA 视频输出

后面板上装有标准的 **XGA** 视频输出连接器。可以通过连接监视器提供更大的显示屏，或在示波器之外的查看位置提供显示屏。

即使连接了外部显示器，示波器的内建显示屏仍将保持打开状态。

显示设置

- 按 **Display** 键查看 Display 菜单。



无限余辉

通过无限余辉，示波器可用新的采集更新显示，但并不擦除先前采集的结果。所有先前的采集以降低亮度的灰色显示，新的采集则以正常的亮度和颜色显示。超出显示区域边界的波形余辉不保留。

使用无限余辉测量噪声和抖动、查看变化波形的最差情形、查找定时违规或捕获罕见事件。

使用无限余辉显示多个重复事件

- 1 将信号连接到示波器。
- 2 按 **Display** 键，然后按 **Persist** 以打开无限余辉。显示将开始累积多个采集。累积的波形以降低亮度的灰色显示。
- 3 按 **Clear Display** 软键擦除先前的采集点。
示波器将再次开始累积采集。
- 4 关闭无限余辉，然后按 **Clear Display** 键将示波器恢复到正常显示模式。


累积多个采集

关闭无限余辉不会清除显示。这可使您累积多个采集、停止采集并将未来的采集与保存的波形做比较。

清除保存的无限余辉波形

除了通过按 **Clear Display** 软键清除显示，也可以按 **Autoscale** 键将先前的采集从显示中清除。

网格亮度

要调节网格（网格）亮度，请按 **Display→Grid** 并使用 **Entry** 旋钮  调节亮度。

矢量（连接点）

Agilent 7000 系列示波器的设计旨在实现矢量打开情况下的最佳操作效果。该模式在大多数情况下提供最逼真的波形。

启用后，**Vectors** 会在连续的波形数据点之间画线。

- 矢量给出了数字化波形的一个模拟外观。
- 使用矢量可以查看波形（例如方波）的陡边沿。
- 使用矢量可以查看复杂波形的细节，就像一个模拟示波器跟踪，即使细节只是几个像素大小。

一旦采集系统停止，示波器将打开矢量。混合信号示波器上的数字通道不会受到 **Display**（显示）菜单的影响。它们总是在峰值检测和矢量打开时显示。它们仅包含一个具有有用信息的触发。

使用矢量（显示菜单）

您必须做的一个有关显示的最基本选择为是否在采样之间画矢量（连接点），或只是让采样充满波形。在某种程度上这只是个人偏好，但它也取决于波形。

- 您可能经常在矢量打开时操作示波器。复杂的模拟信号（例如视频和调制信号）在矢量打开时显示类似模拟的亮度信息。
- 在显示高度复杂或多值波形时关闭矢量。关闭矢量有助于显示多值波形，例如眼图等。
- 打开矢量并不会降低显示速度。

改变亮度以查看信号细节

使用 **Intensity** 旋钮可调节绘制波形用于不同的信号特性，例如快速扫描速度和低触发率。增加亮度可让您查看噪声的最大值和罕见事件。减小亮度可暴露复杂信号的更多细节，如下图所示。亮度旋钮不会影响数字通道。

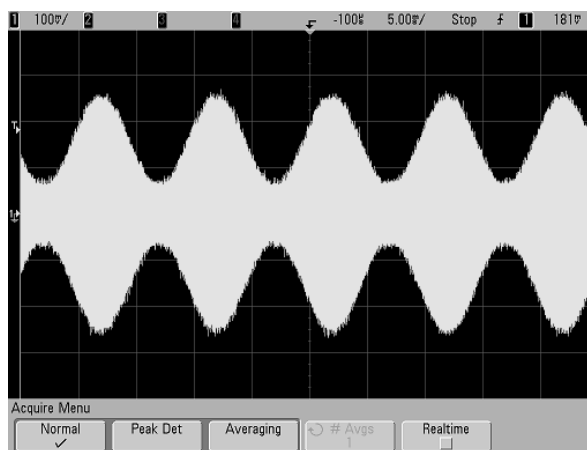


图 39 以 100% 亮度显示的噪声振幅调制

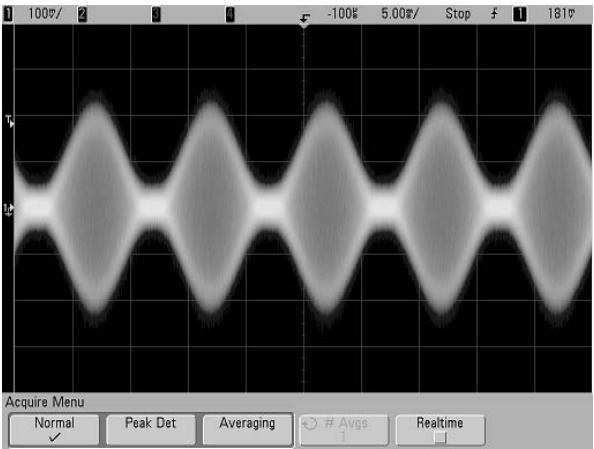


图 40 以 40% 亮度显示的噪声振幅调制

采集模式

7000 系列示波器具有下列采集模式：

- **Normal** — 用于大部分波形（在较慢的扫描速度下采集结果正常减少而没有对采集结果取平均数）。
- **Peak Detect** — 用于显示很少出现的窄脉冲（在较慢的扫描速度下）。
- **Averaging** — 用于减少噪声并提高分辨率（在所有扫描速度下，没有带宽或上升时间降低）。
- **High Resolution** — 用于降低随机噪声（在较慢的扫描速度下）。

Realtime 可打开或关闭在 **Normal**、**Peak Detect** 和 **High Resolution** 模式下进行采样（示波器从在一个触发事件期间收集的采样产生波形显示）。

在较慢的扫描速度下

在较慢的扫描速度下，由于采集时间增加，并且示波器数字转换器的采样率比它填充存储器所需的速率要快，因此采样率下降了。

例如，假设示波器数字转换器的采样周期为 **1 ns**（最大采样率为 **1 GSa/s**），存储器深度为 **1 M**。在该速率下，将以 **1 ms** 的速度填充存储器。如果采集时间为 **100 ms (10 ms/div)**，则每 **100** 个采样中只需要 **1** 个填充存储器。

选择采集模式

要选择采集模式，请按前面板上的 **Acquire** 键。

Normal 模式

在 Normal 模式中，在较慢的扫描速度下，将减少附加采样（即放弃一些采样）。此模式可对大部分波形产生最佳显示效果。

Peak Detect 模式

在 Peak Detect 模式中，在较慢的扫描速度下，将保留最小和最大采样，以捕获罕见事件和窄事件（在增加任何噪声的情况下）。该模式将显示至少与采样周期一样宽的所有脉冲（请参见表 13）。

表 13 Agilent 7000 系列示波器型号和采样率

带宽	350 MHz	500 MHz	1 GHz
最大采样率	2 GSa/s	4 GSa/s	4 GSa/s
采样间隔 (采样周期)	500 ps	250 ps	250 ps
2 通道 DSO	DSO7032A	DSO7052A	
4 通道 DSO	DSO7034A	DSO7054A	DSO7104A
2 通道 + 16 逻辑通道 MSO	MSO7032A	MSO7052A	
4 通道 + 16 逻辑通道 MSO	MSO7034A	MSO7054A	MSO7104A

High Resolution 模式

在 High Resolution 模式中，在较慢的扫描速度下，将取附加采样的平均数，以降低噪声，在屏幕上产生更平滑的轨迹，并有效地增加垂直分辨率。

High Resolution 模式可对同一采集时间内的顺序采样点取平均数。将为每 4 个平均数的因数生成一个附加的垂直分辨率位。垂直分辨率的附加位数与示波器的时间 / 格设置（扫描速度）有关。

扫描速度越慢，用于每个显示点的平均采样数目就越多。

High Resolution 模式与 #Averages=1 的 Averaging 模式等效；然而，可在 High Resolution 模式中打开实时采样。

高分辨率模式既可在单冲信号上也可在重复信号上使用，它不会降低波形更新速度，因为计算是在 MegaZoom 自定义 ASIC 中完成的。High Resolution 模式可有效地作为低通滤波器使用，因此限制了示波器的实时带宽。

2 GSa/s 采样率	4 GSa/s 采样率	分辨率位数 (# Avgs=1)
≤ 50 ns/div	≤ 50 ns/div	8
200 ns/div	100 ns/div	9
1 us/div	500 ns/div	10
5 us/div	2 us/div	11
≥ 20 us/div	≥ 10 us/div	12

Averaging 模式

使用 Averaging 模式可平均多个采集结果，以减少噪声并增加垂直分辨率（在所有扫描速度下）。平均多个采集结果需要稳定的触发。

平均的数目可在 1 到 65536 之间设定，每次增量为 -2 的幂。

更高的平均数目可将噪声降至更低并增加垂直分辨率。

# Avgs	分辨率位数
2	8
4	9
16	10
64	11
≥ 256	12

平均数目越高，显示的波形对波形变化的响应就越慢。您必须在波形对变化的响应速度与信号上所显示噪声的降低程度之间进行折衷。

使用 Averaging 模式

- 1 按 **Acquire** 键，然后按 **Acq Mode** 软键，直到选中 **Averaging** 模式。
- 2 按 **#Avgs** 软键，转动 **Entry** 旋钮，设置可最有效消除显示波形噪声的平均数目。平均采集数目显示在 **# Avgs** 软键中。

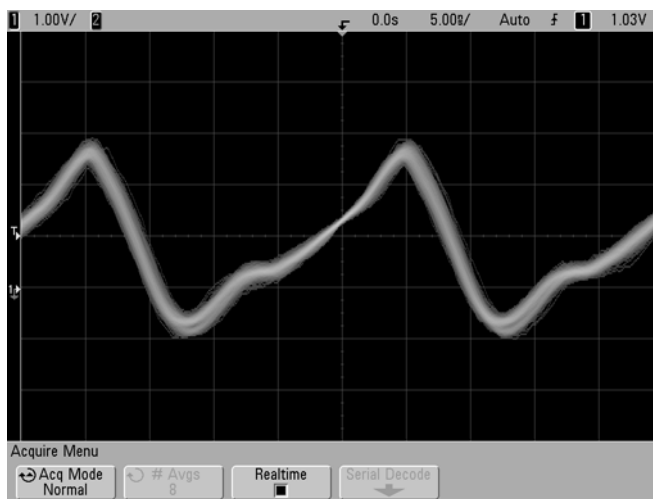


图 41 显示波形上的随机噪声

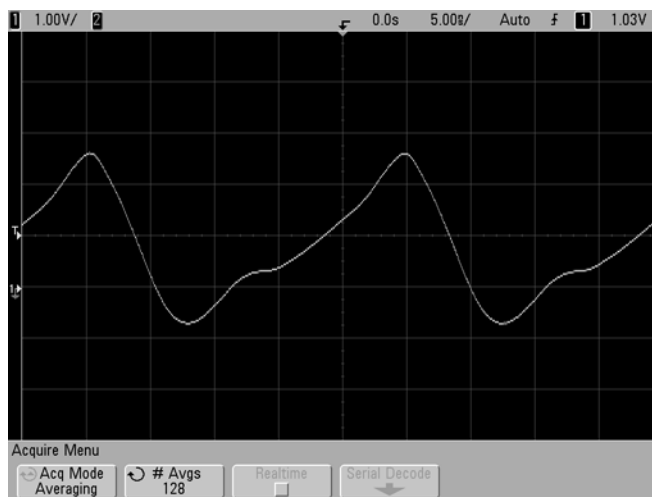


图 42 用于降低随机噪声的 128 平均

实时采样选项

实时采样指定示波器从在一个触发事件期间收集的采样（即一次采集）产生波形显示。

使用实时采样捕获罕见触发、不稳定触发或复杂变化的波形，例如眼图。

可在 **Normal**、**Peak Detect** 或 **High Resolution** 采集模式中打开实时采样。它在采集模式为 **Averaging** 时无法打开。

如果打开实时采样（默认设置）：

- 当屏幕所跨越时间中收集到的采样不足 1000 时，使用高级重建滤波器填充和增强波形显示。
- 如果按 **Stop** 键，使用 **Horizontal** 和 **Vertical** 控件来平移和缩放波形，将仅仅显示最后触发的采集。

如果关闭实时采样：

- 示波器从收集自多个采集结果的采样中产生波形显示。在这种情况下，不使用重建滤波器。

实时采样和示波器带宽

要准确地再生已采样的波形，采样率应该至少是波形最高频率分量的 4 倍。否则，重新构建的波形就可能扭曲或混叠。最常见的混叠为在快速边沿上抖动。

350 MHz 带宽示波器的最大采样率是 2 GSa/s。

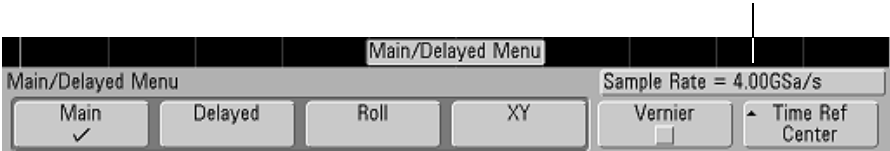
对于通道对中的单个通道，1 GHz 和 500 MHz 带宽示波器的最大采样率是 4 GSa/s。通道 1 和 2 组成通道对；通道 3 和 4 组成另一个通道对。例如，当通道 1 和 3、1 和 4、2 和 3 或 2 和 4 开启时，4 通道示波器的采样率是 4 GSa/s。

只要通道对中的两个通道都打开，所有通道的采样率将减半。例如，当通道 1、2 和 3 开启时，所有通道的采样率是 2 GSa/s。

打开实时采样时，由于重建滤波器的带宽被设置为 $f_s/4$ ，示波器的带宽将会受到限制。例如，对于通道 1 和 2 开启的 610x 示波器，当实时采样打开时，其带宽为 500 MHz，而当实时采样关闭时，其带宽为 1 GHz。

要查看采样率，请按前面板上的 **Menu/Zoom** 键。采样率显示在软键上方的行中。

采样率



使用串行解码

在 4 通道或 4+16 通道的 7000 系列示波器上提供 Agilent 硬件加速串行解码选件的许可证。有三种串行解码许可证：

- **N5423A**（选件 **LSS**）许可证提供对 **I²C**（内部 IC）和 **SPI**（串行外设接口）串行总线进行解码的功能。
- **N5424A**（选件 **AMS**）许可证提供对 **CAN**（控制器区域网络）和 **LIN**（局域互连网络）串行总线的解码功能。
- **N5432A**（选件 **FRS**）许可证提供触发和解码 **FlexRay** 自动串行总线的功能。有关 **FlexRay** 触发的信息，参见第 143 页。

添加自动串行 (AMS) 串行解码许可证将向触发菜单中添加更多的 CAN 和 LIN 触发类型。有关详情，请参见第 136 页或第 160 页。

要确定示波器上是否安装了这些许可证，请按 **Utility** 键，然后按 **Options** 软键、**Features** 软键和 **Show license information** 软键。

要订购串行解码许可证，请与您当地的 Agilent Technologies 代表联系（请参见 www.agilent.com/find/contactus）。

解码 I²C 数据

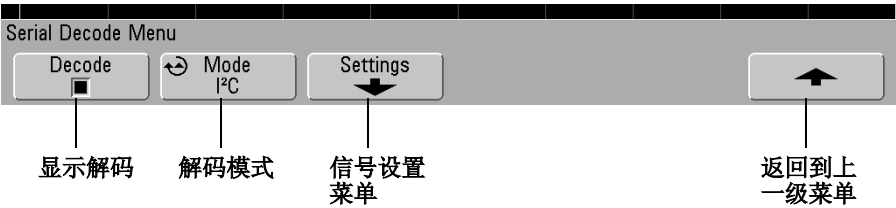
注意

由于示波器硬件资源的限制，在选择 LIN 触发时不能解码 I²C 数据。

注意

有关 I²C 触发设置的信息，请参见第 152 页。

- 1 选择 I²C 串行解码模式：
 - a 按 **Acquire** 键。
 - b 按 **Serial Decode** 软键。



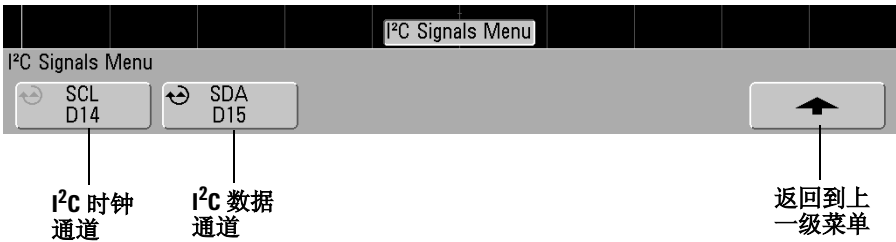
- c 在 Serial Decode Menu 中，按 **Mode** 软键。
 - d 使用 Entry 旋钮（或重复按下并释放 **Mode** 软键）可选择 I²C 串行解码模式。

2 指定 I²C 信号:

注意

如果您已设置 I²C 触发，且已指定信号，则可继续步骤 4。
在 **Serial Decode** 设置中更改 I²C 信号的同时也会在 **Trigger** 设置中进行相应的更改。

a 按 **Settings** 软键即可访问 I²C Signals Menu。



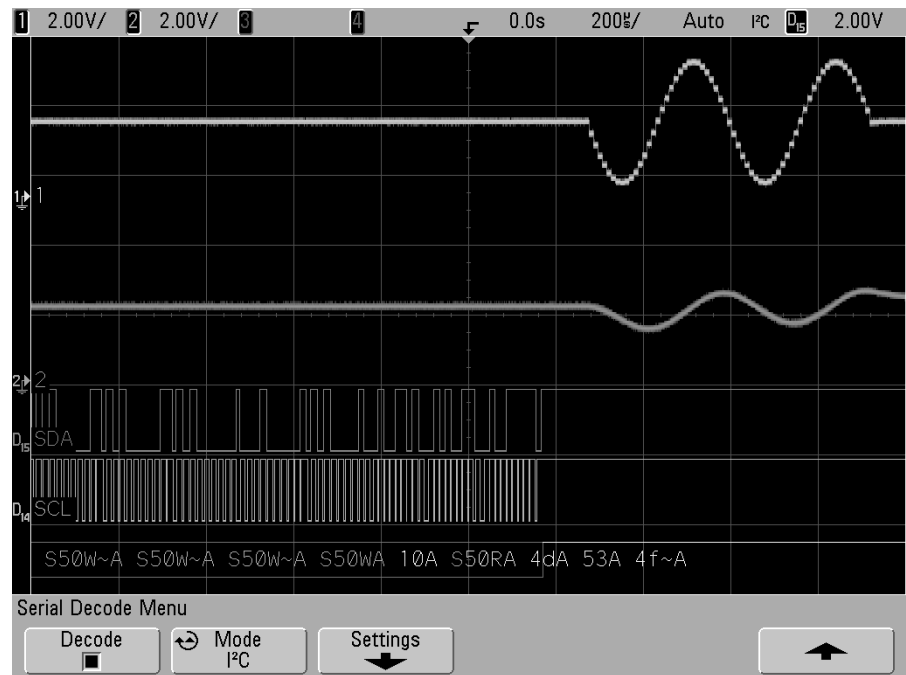
- b 按 **SCL** 软键，然后使用 **Entry** 旋钮选择探测时钟信号的通道。
 - c 按 **SDA** 软键，然后使用 **Entry** 旋钮选择探测数据信号的通道。
- 3 对于 I²C 信号，请确保触发或阈值电平设置为信号的中部：
- 对于模拟通道，请旋转 **Trigger Level** 旋钮。
 - 对于数字通道，请按 **D15-D0** 键和 **Thresholds** 软键访问阈值电平设置软键。
- 4 如果显示屏上未显示解码行，请按向上箭头软键以返回到上一级菜单，然后按 **Decode** 软键打开解码功能。
- 5 如果示波器停止工作，请按 **Run/Stop** 键采集和解码数据。

注意

如果该设置不能产生稳定的触发，则可能是因为 I²C 信号的速度太慢，导致示波器自动触发。按 **Mode/Coupling** 键，然后按 **Mode** 软键，将触发模式设置从 **Auto** 更改为 **Normal**。

为方便导航已采集的数据，可以使用 **Zoom** 水平扫描模式。

解释已解码的 I²C 数据



- 自行显示空闲的总线。
- 蓝色矩形显示（某个数据包 / 帧内的）活动总线。
- 在已解码的十六进制数据中：
 - 地址值出现在帧的开头。
 - 写入地址以浅蓝色显示并带有“W”字符。
 - 读取地址以黄色显示并带有“R”字符。
 - 重启地址以绿色显示并带有“S”字符。
 - 数据值以白色显示，当后面是空闲周期时还可延伸到帧外。
 - “A”表示确认（低），“~A”表示未确认（高）。
- 解码行中的红点表示可以显示更多的数据。滚动或扩展水平定标即可查看此数据。
- 混叠总线值（采样不足或不定状态）以红色显示。
- 未知总线值（未定义或错误情形）以红色显示。

解码 SPI 数据

注意

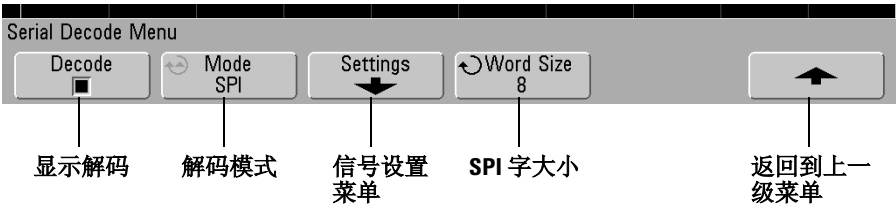
由于示波器硬件资源的限制，在选择 **CAN** 或 **LIN** 触发时不能解码 SPI 数据。

注意

有关 SPI 触发设置的信息，请参见第 170 页。

1 选择 SPI 串行解码模式：

- a 按 **Acquire** 键。
- b 按 **Serial Decode** 软键。



- c 在 Serial Decode Menu 中，按 **Mode** 软键。
- d 使用 **Entry** 旋钮（或重复按下并释放 **Mode** 软键）可选择 **SPI** 串行解码模式。

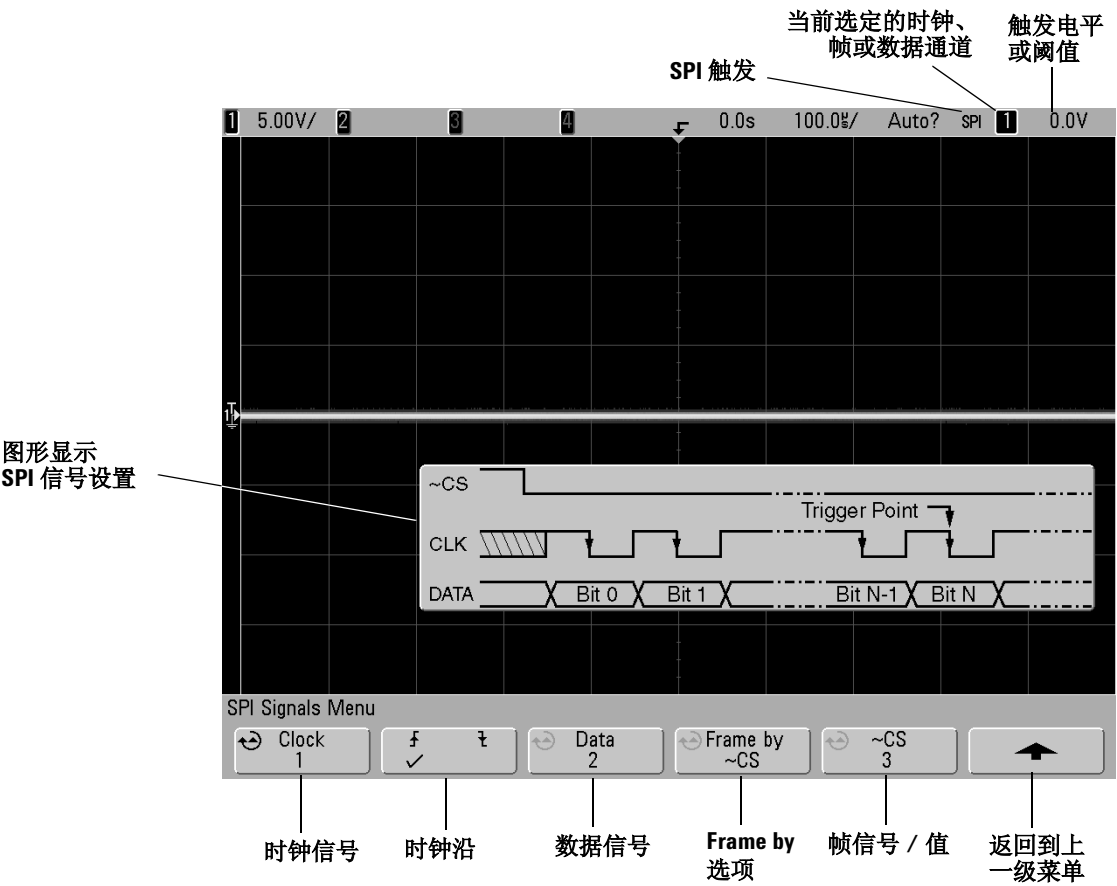
2 指定 SPI 信号：

注意

如果已经设置 SPI 触发，且已指定信号及其触发或阈值电平，则可继续步骤 4。

在 **Serial Decode** 设置中更改 SPI 信号的同时也会在 **Trigger** 设置中进行相应的更改。

a 按 **Settings** 软键即可访问 SPI Signals Menu。



- b 按 **Clock** 软键，然后使用 **Entry** 旋钮选择探测时钟信号的通道。
 - c 按上升沿或下降沿软键可指定时钟发生的边沿。
 - d 按 **Data** 软键，然后使用 **Entry** 旋钮选择探测数据信号的通道。
 - e 重复按下并释放 **Frame by** 软键以选择识别帧所用的方法：
 - **~CS - Not Chip Select** — 活动的低芯片选择信号。
 - **CS - Chip Select** — 活动的高芯片选择信号。
 - **Clock Timeout** — 时钟空闲一段时间。
 - f 如果选择按芯片选择信号排列帧或不按芯片选择信号排列帧，请按 **CS** 或 **~CS** 软键，并使用 **Entry** 旋钮选择探测芯片选择信号的通道。

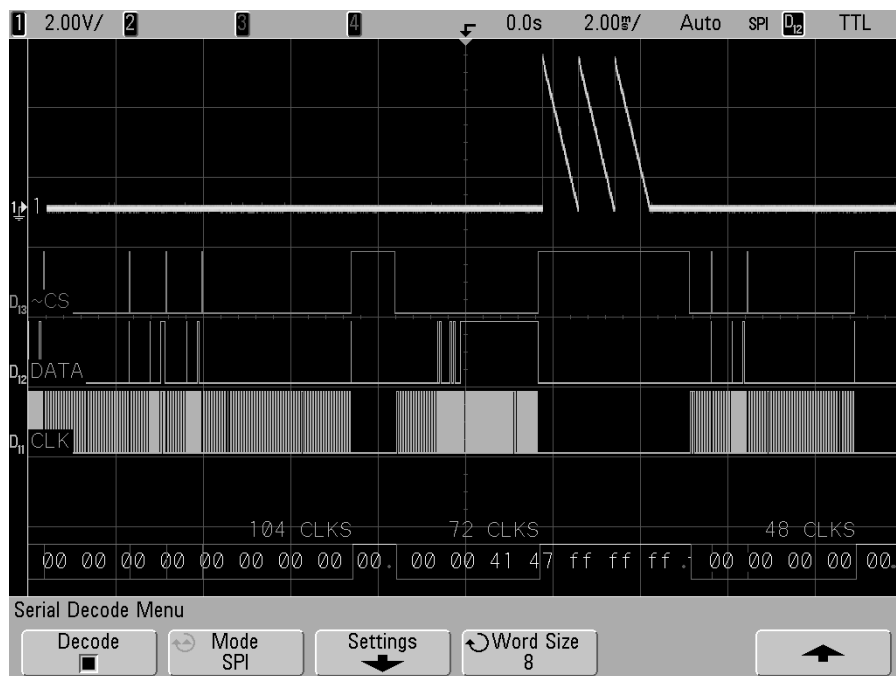
如果选择按时钟超时排列帧，请按 **Timeout** 软键并使用 **Entry** 旋钮指定空闲时间。
- 3 对于 SPI 信号，请确保触发或阈值电平设定为信号的中部：
- 对于模拟通道，请旋转 **Trigger Level** 旋钮。
 - 对于数字通道，请按 **D15-D0** 键和 **Thresholds** 软键访问阈值电平设置软键。
- 4 按向上箭头软键返回到上一级菜单。按 **Word Size** 软键并使用 **Entry** 旋钮选择一个字中的位数。
- 5 如果显示屏上未出现解码行，请按 **Decode** 软键以打开解码功能。
- 6 如果示波器停止工作，请按 **Run/Stop** 键采集和解码数据。

注意

如果该设置不能产生稳定的触发，则可能是因为 CAN 信号的速度太慢，导致示波器自动触发。按 **Mode/Coupling** 键，然后按 **Mode** 软键，将触发模式设置从 **Auto** 更改为 **Normal**。

为方便导航已采集的数据，可以使用 **Zoom** 水平扫描模式。

解释已解码的 SPI 数据



- 白行显示空闲的总线。
- 蓝色矩形显示（某个数据包 / 帧内的）活动总线。
- 帧中的时钟数以浅蓝色显示在帧的右上方。
- 已解码的十六进制数据值以白色显示，当后面是空闲周期时还可延伸到帧外。
- 解码行中的红点表示有数据未显示。滚动或扩展水平定标即可查看此信息。

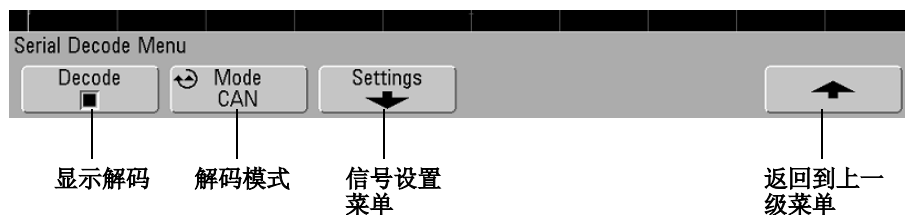
- 混叠总线值（采样不足或不定状态）以红色显示。
- 未知总线值（未定义或错误情形）以红色显示。

解码 CAN 数据

注意

有关 CAN 触发设置的信息，请参见第 136 页。

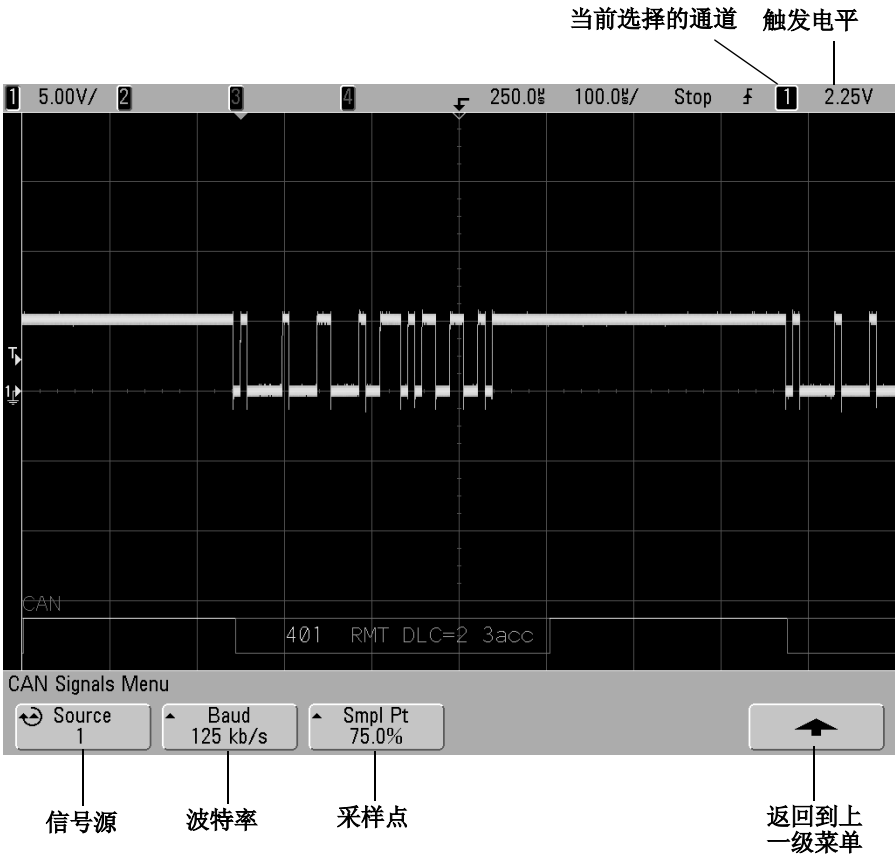
- 1 将 CAN 信号连接到示波器的输入通道之一。
- 2 按照第 115 页上的“触发示波器”中的说明设置触发模式。您可以使用 CAN 触发或其他触发类型。
- 3 选择 CAN 串行解码模式：
 - a 按 **Acquire** 键。
 - b 按 **Serial Decode** 软键。



- c 在 Serial Decode Menu 中，按 **Mode** 软键。
- d 使用 **Entry** 旋钮（或重复按下并释放 **Mode** 软键）可选择 **CAN** 串行解码模式。

4 指定 CAN 信号：

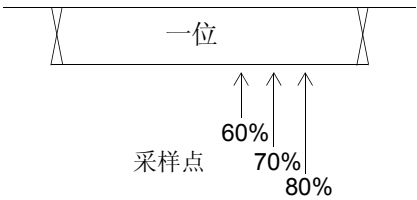
a 按 **Settings** 软键即可访问 CAN Signals Menu。



5 按 **Source** 软键，然后使用 **Entry** 旋钮选择 CAN 信号的通道。确保触发或阈值电平设置为 CAN 信号的中部。

6 重复按下并释放 **Baud** 软键以指定 CAN 信号波特率。

7 重复按下并释放 **Smpl Pt** 软键，在相段 1 和 2 之间选择测量总线状态的点。此操作控制捕获位值所在的位时间点。



- 8 设置触发电平。
- 对于模拟通道，请旋转 **Trigger Level** 旋钮。
 - 对于数字通道，请按 **D15-D0** 键和 **Thresholds** 软键访问阈值电平设置软键。

注意

在 **Serial Decode** 设置中更改 **Source** 设置的同时也会在 **Trigger** 设置中进行相应的更改。

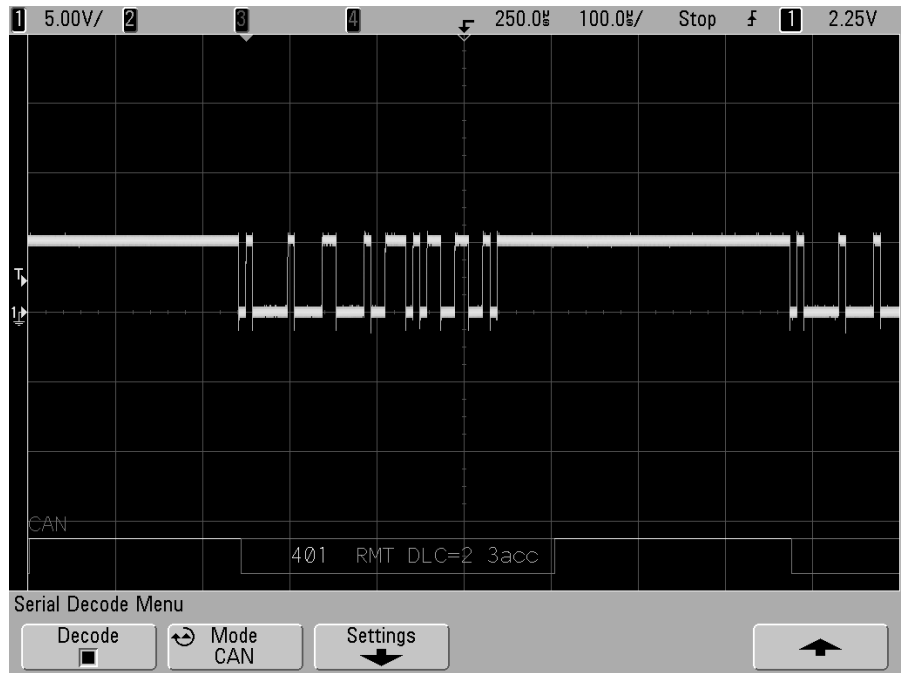
- 9 按向上箭头软键返回到上一级菜单。
- 10 如果显示屏上未出现解码行，请按 **Decode** 软键以打开解码功能。
- 11 如果示波器停止工作，请按 **Run/Stop** 键采集和解码数据。

注意

如果该设置不能产生稳定的触发，则可能是因为 **CAN** 信号的速度太慢，导致示波器自动触发。按 **Mode/Coupling** 键，然后按 **Mode** 软键，将触发模式设置从 **Auto** 更改为 **Normal**。

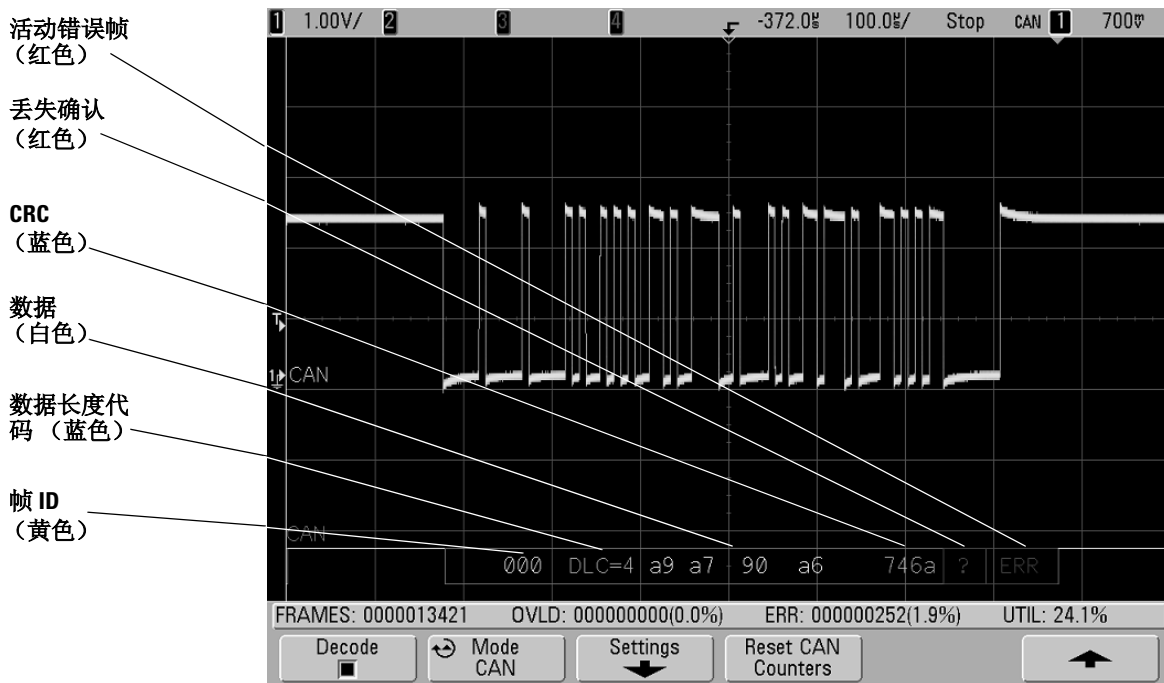
为方便导航已解码的数据，可以使用 **Zoom** 水平扫描模式。

解释已解码的 CAN 数据



- 帧 ID 以黄色十六进制数字显示。将会自动检测位数为 11 或 29 的帧。
- 远程帧 (RMT) 以绿色显示。
- 数据长度代码 (DLC) 以蓝色显示。
- 数据帧的数据字节以白色十六进制数字显示。
- 循环冗余检查 (CRC) 有效时以蓝色十六进制数字显示，若显示为红色，则表明示波器硬件解码计算出的 CRC 与传入的 CRC 数据流不同。
- 自行显示空闲的总线。
- 蓝色矩形显示（某个数据包 / 帧内的）活动总线。
- 如果时基设置太慢，则已解码的十六进制数据值可能会延伸到帧外部。

- 解码行中的红点表示有数据未显示。滚动或扩展水平定标即可查看此信息。
- 混叠总线值（采样不足或不定状态）以红色显示。
- 未知总线值（未定义或错误情形）以红色显示并带有“？”标签。
- 标记的错误帧以红色显示并带有“ERR”标签。



CAN 累加器

CAN 累加器可以直接测量总线的质量和效率。CAN 累加器测量总的 CAN 帧数、标记的错误帧数、过载的帧数以及总线利用率。

累加器始终都在运行（累计帧数和计算百分比）并且只要显示 CAN 解码即会显示其计算结果。甚至在示波器停止运行（不采集数据）时，累加器也会执行累加运算。按 **Run/Stop** 键不会影响累加器。发生溢出时，计数器会显示 **OVERFLOW**。按 **Reset CAN Counters** 软键可对计数器清零。

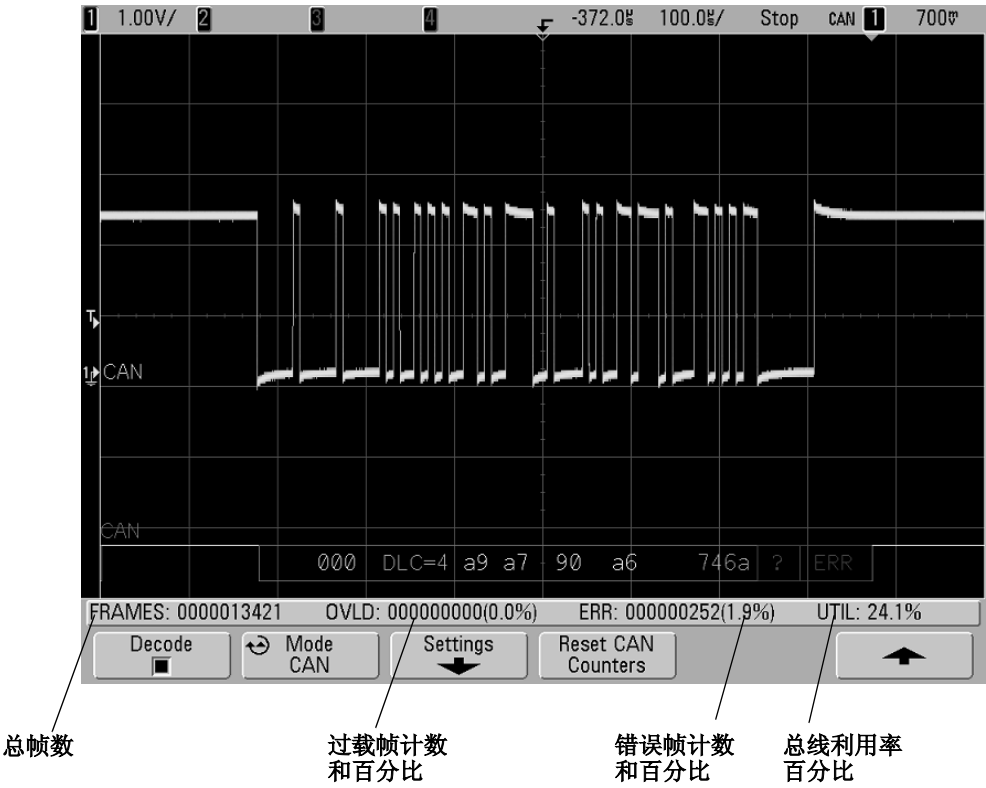
帧类型

- *活动错误帧* 是 CAN 帧，其中 CAN 节点识别数据或远程帧传输期间发生的错误条件并生成活动错误标志。
- 在后面没有活动错误标志的帧传输期间示波器检测到任何错误条件时即会出现 *残缺帧*。残缺帧不计入在内。

计数器

- **FRAMES** 计数器计算已完成的远程帧、数据帧、过载帧和活动错误帧的总数。
- **OVLD** 计数器计算已完成的过载帧总数及其占总帧数的百分比。
- **ERR** 计数器计算已完成的 *活动错误帧* 总数及其占总帧数的百分比。
- **UTIL**（总线负载）指示器测量总线处于活动状态下所占的时间百分比。大约每 400 ms 计算一次，计算的活动周期为 330 ms。

例如：如果数据帧包含活动错误标志，则 **FRAMES** 计数器和 **ERR** 计数器都会递增。如果数据帧包含的错误不是活动错误，则将该帧视为残缺帧，不会对计数器进行递增。



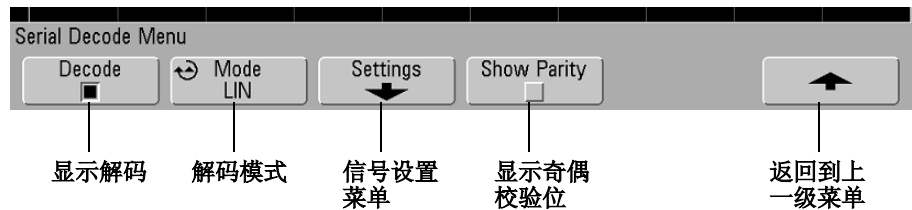
解码 LIN 数据

注意

有关 LIN 触发设置的信息，请参见第 160 页。

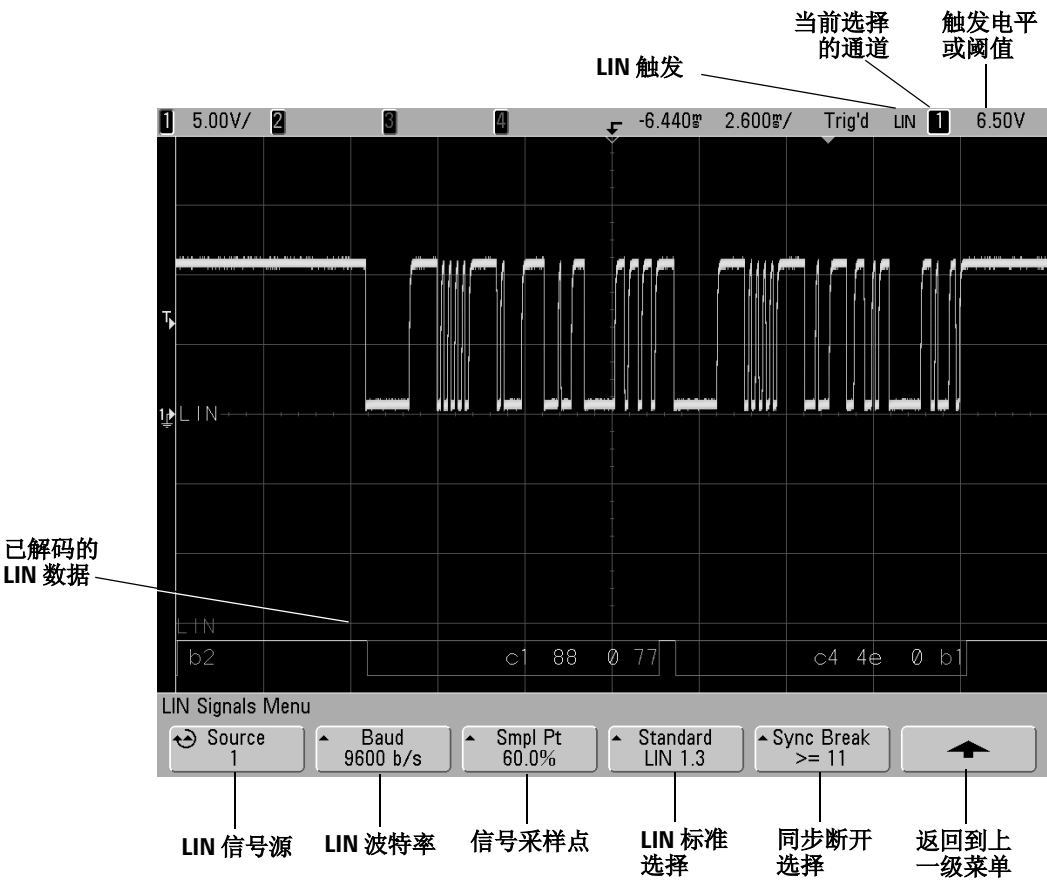
1 选择 LIN 串行解码模式：

- a 按 **Acquire** 键。
- b 按 **Serial Decode** 软键。

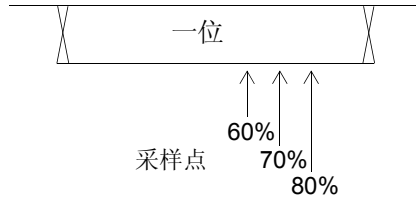


- c 在 Serial Decode Menu 中，按 **Mode** 软键。
 - d 使用 Entry 旋钮（或重复按下并释放 **Mode** 软键）可选择 LIN 串行解码模式。
- 2 选择是否在标识符字段中包含奇偶校验位。
- a 如果希望掩盖前两位奇偶校验位，请确保未选中 **Show Parity** 软键下的复选框。
 - b 如果希望在标识符字段中包含奇偶校验位，请确保选中 **Show Parity** 软键下的复选框。

- 3 指定 LIN 信号:
- a 按 **Settings** 软键即可访问 LIN Signals Menu。



- b 按 **Source** 软键，然后使用 **Entry** 旋钮选择探测 LIN 信号的通道。
- c 重复按下并释放 **Baud** 软键以指定 LIN 信号波特率。
- d 重复按下并释放 **Smpl Pt** 软键，以选择采样点。此操作控制捕获位值所在的位时间点。



- e 重复按下并释放 **Standard** 软键，以选择待测信号的 LIN 标准 (LIN 1.3 或 LIN 2.0)。对于 LIN 1.2 信号，请使用 LIN 1.3 设置。LIN 1.3 设置假设信号符合 2002 年 12 月 12 日发布的“LIN 技术参数”之 A.2 节中所示“有效的 ID 值表”的规定。如果您的信号与该表不符，请使用 LIN 2.0 设置。
 - f 重复按下并释放 **Sync Break** 软键，定义界定同步断开的最小时钟数。
- 4 确保触发或阈值电平设置为 LIN 信号的中部。
- 对于模拟通道，请旋转 **Trigger Level** 旋钮。
 - 对于数字通道，请按 **D15-D0** 键和 **Thresholds** 软键访问阈值电平设置软键。

注意

在 **Serial Decode** 设置中更改 **Trigger** 设置的同时也会在 **Trigger** 设置中进行相应的更改。

g 如果显示屏上未显示解码行，请按向上箭头软键返回到上一级菜单，然后按 **Decode** 软键。

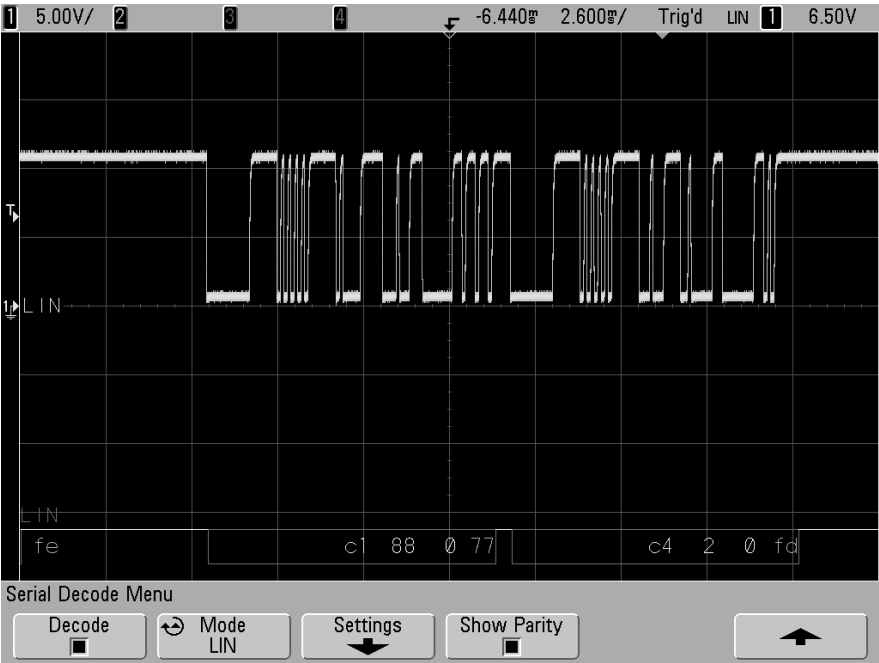
5 如果示波器停止工作，请按 **Run/Stop** 键采集和解码数据。

注意

如果该设置不能产生稳定的触发，则可能是因为 **LIN** 信号的速度太慢，导致示波器自动触发。按 **Mode/Coupling** 键，然后按 **Mode** 软键，将触发模式设置从 **Auto** 更改为 **Normal**。

为方便导航已解码的数据，可以使用 **Zoom** 水平扫描模式。

解释已解码的 LIN 数据



- 白色轨迹显示空闲总线（仅限于 LIN 1.3）。
- 蓝色双电平轨迹显示（某个数据包 / 帧内的）活动总线。
- 十六进制 ID 和奇偶校验位（若已启用）以黄色显示。如果检测到奇偶校验错误，则十六进制 ID 和奇偶校验位（若已启用）将以红色显示。
- 已解码的十六进制数据值以白色显示，当后面是空闲周期时还可延伸到帧外。
- 对于 LIN 1.3，校验和如果正确，则以蓝色显示；如果不正确，则以红色显示。对于 LIN 2.0，校验和总是显示为白色。
- 解码行中的红点表示有数据未显示。滚动或扩展水平定标即可查看此信息。
- 未知总线值（未定义或错误情形）以红色显示。
- 如果同步字段中出错，则 SYNC 将以红色显示。
- 如果标头超出标准中指定的长度，则 THM 将以红色显示。
- 如果总帧数超出标准中指定的长度，则 TFM 将以红色显示（仅限于 LIN 1.3）。
- 对于 LIN 1.3，WAKE 为蓝色表示有唤醒信号。如果唤醒信号后面没有有效的唤醒分隔符，则会检测为唤醒错误并显示为红色的 WUP。

解码 FlexRay 数据

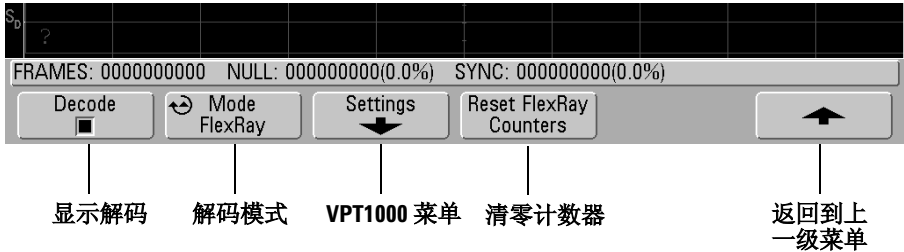
要解码 FlexRay 数据，需要四通道 7000 系列混合信号示波器、N5432A FlexRay 触发和解码选件、Agilent VPT1000 协议分析器及其 MSO 通信电缆。

- 1 设置示波器和 VPT1000。请参见第 144 页上的“设置示波器和 VPT1000”。
- 2 按照第 115 页上的“触发示波器”中的说明设置触发模式。

您可以使用 FlexRay 触发或其他触发类型，例如持续时间、I²C、第 N 个边沿猝发、序列、SPI 或 USB。

有关 FlexRay 触发设置的信息，请参见第 148 页上的“在 FlexRay 帧、时间或错误上触发”。

- 3 选择 FlexRay 串行解码模式：
 - a 按 **Acquire** 键。
 - b 按 **Serial Decode** 软键。



- c 在 Serial Decode Menu 中，按 **Mode** 软键。
- d 使用 Entry 旋钮（或重复按下并释放 **Mode** 软键）可选择 **FlexRay** 串行解码模式。

注意

示波器处于 FlexRay 触发模式时，只能使用 FlexRay 解码。

选择 **FlexRay** 模式时，可以使用 **Settings** 软键访问 VPT1000 Menu 以便更改 VPT1000 的控制 / 操作模式。

注意

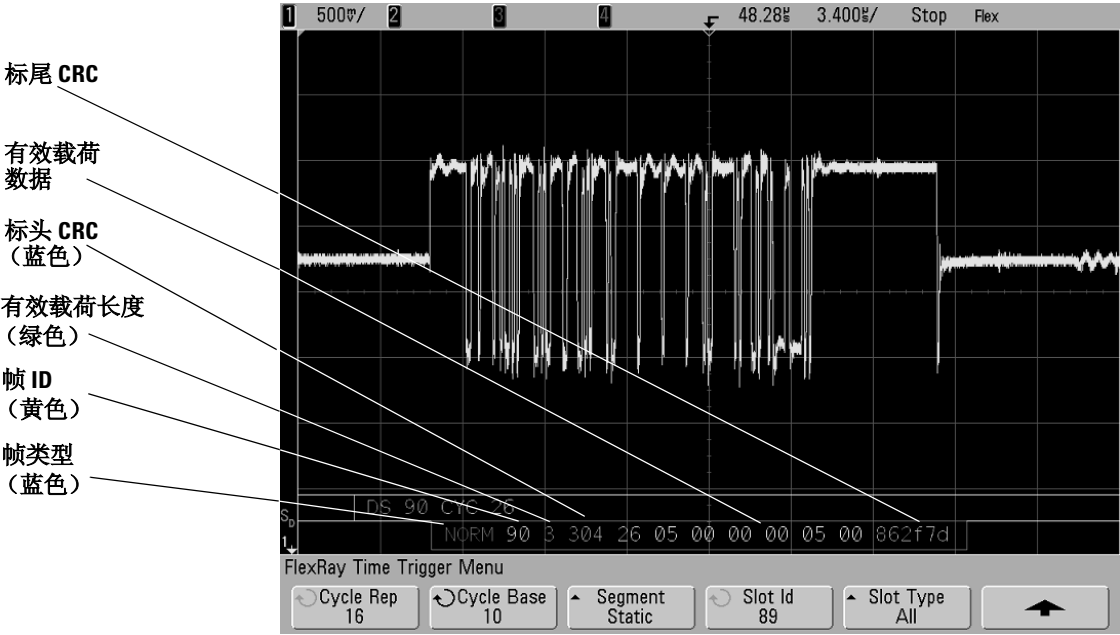
在 **Serial Decode Menu** 中更改 VPT1000 设置的同时也会在 **FlexRay Trigger Menu** 中进行相应的更改。

4 如果显示屏上未出现解码行，请按 **Decode** 软键以打开解码功能。要显示有意义的内容，VPT1000 必须连接到示波器并以异步或同步模式运行。

5 如果示波器停止工作，请按 **Run/Stop** 键采集和解码数据。

为方便导航已解码的数据，可以使用 **Zoom** 水平扫描模式。

解释已解码的 FlexRay 帧数据



FlexRay 解码屏幕显示帧解码（底行），如果 VPT1000 处于同步监控模式，则显示全局时间计划解码（顶行）。

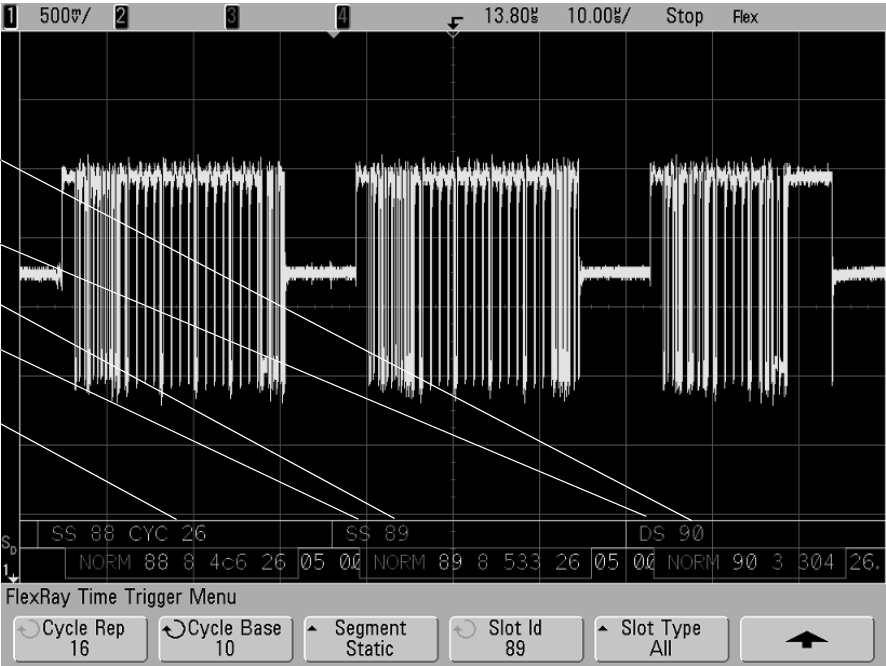
帧解码（解码屏幕的底行）

- 帧类型（NORM、SYNC、SUP、NULL，蓝色）。
- 帧 ID（十进制数字，黄色）。
- 有效载荷长度（十进制数字表示的字，绿色）。
- 标头 CRC（蓝色十六进制数字，如果无效，则外加红色的 HCRC 错误消息）。
- 循环次数（十进制数字，黄色）。
- 数据字节数（十六进制数字，白色）。
- 帧 CRC（蓝色十六进制数字，如果无效，则外加红色的 CRC 错误消息）。
- 帧 / 编码错误（特殊的红色错误符号）。

解释已解码的 FlexRay 时间数据

时间计划解码:

- 插槽数
(动态 - 绿色)
- 动态段
(绿色)
- 插槽数
(静态 - 橙色)
- 静态段
(橙色)
- 计划的循环次数
(黄色)



全局时间计划解码 (解码屏幕的顶行)

- 段类型: 静态 = SS, 橙色; 动态 = DS, 绿色; 符号为黄色; 空闲 = NIT (网络空闲时间), 白色。
- 段数: 橙色 (静态) 或绿色 (动态) 十进制数字。
- 循环次数 (CYC + 十进制数字, 黄色)。
- 定时错误 (特殊的红色错误符号)。

FlexRay 累加器

FlexRay 累加器由直接测量总线质量和效率的计数器组成。

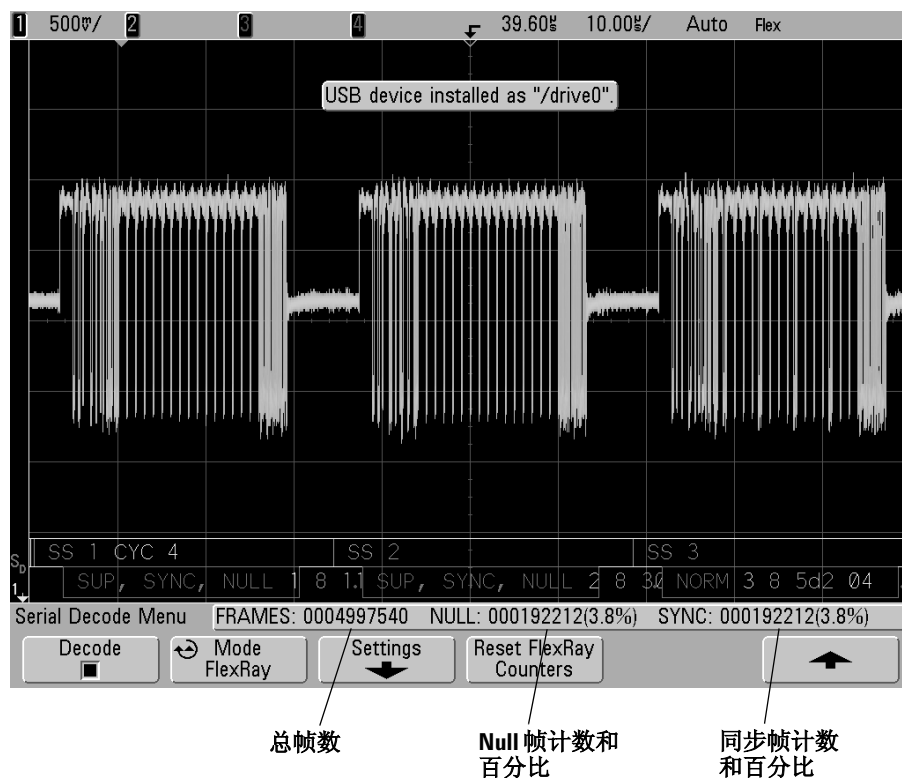
甚至在示波器停止运行（不采集数据）时，该累加器也在运行、累计帧数和计算百分比。

当 Serial Decode Menu 中 FlexRay Decode 为 ON 时，屏幕上会显示该累加器。

发生溢出时，计数器会显示 **OVERFLOW**。

按 **Reset FlexRay Counters** 软键可对计数器清零。

计数器



- FRAMES 计数器实时累计收到的所有帧数。
- NULL 计数器计算 Null 帧的数量和百分比。
- SYNC 计数器计算同步帧的数量和百分比。

减少信号上的随机噪声

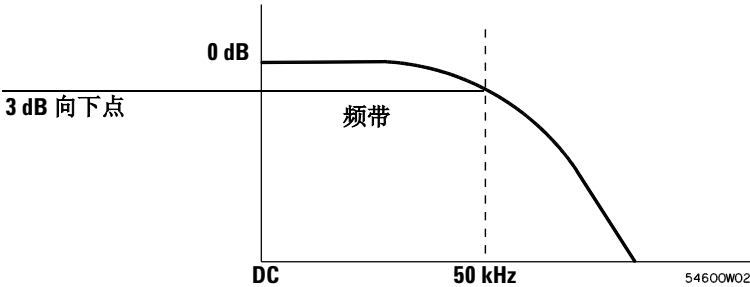
如果探测的信号有噪声，您可以设置示波器以降低显示波形上的噪声。首先，可通过从触发路径移除噪声来稳定显示波形。其次，可减少显示波形上的噪声。

- 1 将信号连接到示波器并获得稳定的显示。
- 2 通过打开高频抑制（HF 抑制）、低频抑制（LF 抑制）或噪声抑制从触发路径移除噪声（请参见下面的页面）。
- 3 使用平均（请参见第 251 页）减少显示波形上的噪声。

高频抑制

高频抑制（HF 抑制）添加 50 kHz 对应 3-dB 点的低通滤波器。HF 抑制从触发路径中移除高频噪声，比如 AM 或 FM 广播电台发出的高频信号。

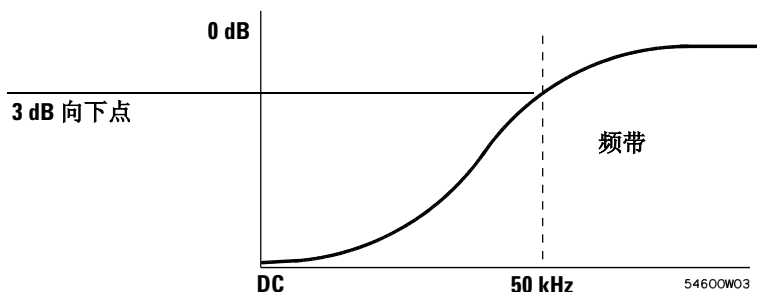
- 按 **Mode/Coupling**→**HF Reject**。



LF 抑制

低频抑制（LF 抑制）添加 50 kHz 对应 3-dB 点的高通滤波器。LF 抑制从触发路径中移除低频信号，例如电源线噪声。

- 按 **Mode/Coupling**→**Coupling**→**LF Reject**。



噪声抑制

噪声抑制增加了触发滞后带。通过增加触发滞后带，可降低噪声触发的可能性。但同时也会降低触发灵敏度，因此触发示波器需要一个稍大的信号。

- 按 **Mode/Coupling**→**HF Reject**。

使用峰值检测和无限余辉捕获毛刺或窄脉冲

毛刺是波形中的快速更改，与波形相比它通常较窄。峰值检测模式可用于更方便地查看毛刺或窄脉冲。在峰值检测模式中，窄毛刺和跳变沿比在 **Normal** 采集模式中显示得更亮，使得它们更容易查看。

要表现毛刺的特征，请使用游标或示波器的自动测量功能。

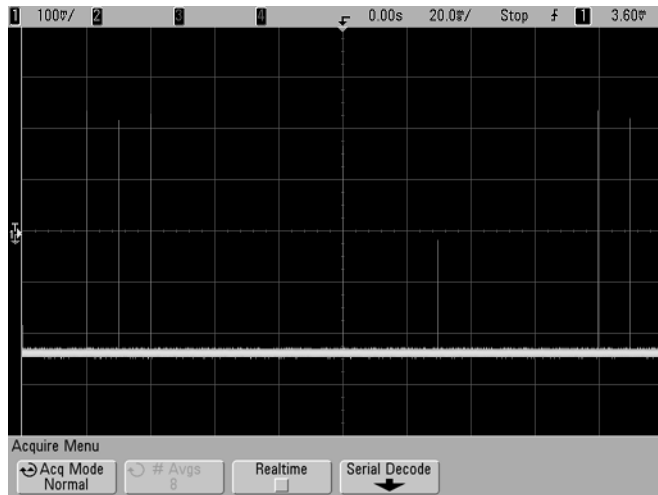


图 43 15 ns 窄脉冲，20 ms/div，Normal 模式



图 44 15 ns 窄脉冲，20 ms/div，Peak Detect 模式

使用峰值检测模式查找毛刺

- 1 将信号连接到示波器并获得稳定的显示。
- 2 要查找毛刺，请按 **Acquire** 键，然后按 **Acq Mode** 软键，直到选中 **Peak Detect**。
- 3 按 **Display** 键，然后按 ∞ **Persist**（无限余辉）软键。

无限余辉用新的采集更新显示，但并不擦除先前的采集。新采样点以正常的亮度显示，先前的采集以低亮度呈灰色显示。超出显示区域边界的波形余辉不保留。

按 **Clear Display** 软键擦除先前采集的点。此屏幕将累计点数直到 ∞ **Persist** 关闭为止。

- 4 使用缩放模式表现毛刺的特征：
 - a 按 **Menu/Zoom** 键，然后按 **Zoom** 软键。
 - b 要获得毛刺的更好分辨率，请扩展时基。
 - c 使用水平位置旋钮 (◀▶) 平移波形，在毛刺周围设置主扫描的扩展部分。

自动定标如何工作

自动定标通过分析位于每个通道和外部触发输入中的任何波形来自动配置示波器，使输入信号的显示效果达到最佳。这包括 MSO 型号上的数字通道。

自动定标可查找、打开和定标具有至少 50 Hz 的频率、大于 0.5% 的占空比和至少 10 mV 峰 - 峰电压振幅的重复波形的任何通道。任何不满足这些要求的通道将会被关闭。

通过查找第一个有效波形来选择触发源，顺序为从外部触发开始，然后查找最高编号的模拟通道向下至最低编号的模拟通道，最后（如果示波器是 MSO）查找最高编号的数字通道。

在自动定标期间，延迟被设置为 0.0 秒，扫描速度设置是输入信号的函数（大约为屏幕上触发信号的 2 个周期），触发模式被设置为边沿。矢量保留在 Autoscale 之前的状态。

撤销自动定标

按 **Undo AutoScale** 软键将使示波器返回按 **AutoScale** 键之前的设置。

如果无意中按了 **AutoScale** 键，或因不喜欢 Autoscale 所选的设置而要返回到之前的设置时，此键很有用。

指定自动定标后显示的通道

Channels 软键选择可决定在后续的自动定标中所显示的通道。

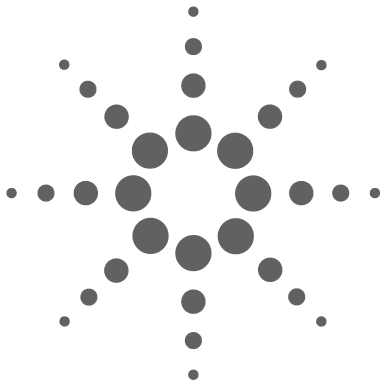
- **All Channels** — 下次按 **AutoScale** 时，会显示所有符合自动定标要求的通道。
- **Only Displayed Channels** — 下次按 **AutoScale** 时，只检查打开的通道的信号活动。如果在按 **AutoScale** 后只想查看特定的活动通道，这会非常有用。

在自动定标期间保留采集模式

执行自动定标时，采集模式通常切换到 **Normal** 模式。如果希望使用该选项，可将自动定标设置为保留采集模式不变。

如果选择 **Normal**，只要按 **AutoScale** 键，示波器都会切换到 **Normal** 采集模式。这是默认模式。

如果选择 **Preserve**，则按 **AutoScale** 键时，都会使示波器保留在所选的采集模式中。



7

打印和保存数据

打印示波器的显示屏	292
受支持的打印机	294
保存示波器数据	296
选择已保存数据的目标位置	297
选择文件名	298
波形轨迹和示波器设置	300
显示图像和波形数据文件格式	300
选择保存设置	301
要将波形和 / 或设置保存到 USB 设备	303
将波形和 / 或设置保存到示波器的内部存储器中	303
调用波形轨迹和 / 或示波器设置	304
文件资源管理器	304
使用文件资源管理器	306



打印示波器的显示屏

要打印示波器的显示屏：

- 1 将 USB 打印机连接到前面板的 USB 端口上或是后面板的矩形 USB 主机端口上。所支持的打印机列表在第 294 页给出。
- 2 按前面板上的 **Print** 键。
- 3 按 **Press to Print** 软键。

注意

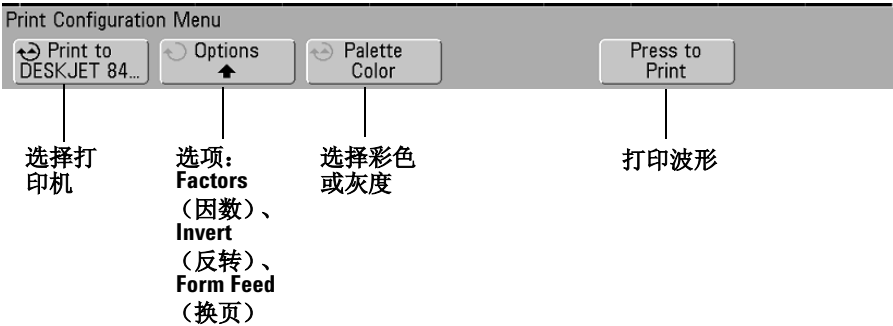
Print 函数记住您按 **print** 键之前所在的屏幕。将会打印最后访问的菜单。因此，如果在选择 **Print** 之前在显示屏上显示有测量结果（幅度、频率等），则该测量结果将显示在打印输出中。

要打印底部显示 **Print Configuration Menu** 的显示屏，请按两次 **Print** 键，然后按 **Press to Print** 软键。

打印选项

可以打印定标因数，以彩色或灰度级打印，并选择是否将波形从因数中（如果选择了因数）分开打印在单张纸上（换页）。要节省打印机墨水，可以反转网格颜色，使用白色（而非黑色）背景。

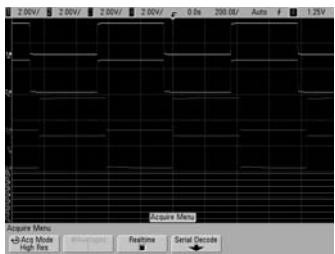
按 **Print** 键时将会显示 **Print Configuration** 菜单。在连接打印机之前，打印选项软键和 **Press to Print** 软键将显示为灰色（不可用）。



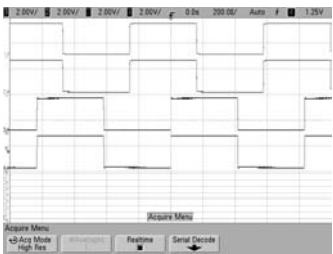
选择打印选项

按 **Options** 软键更改下列选项：

- **Factors** — 如果要在打印输出中包含示波器定标因数，则选择 **Factors**。这些定标因数将被发送到名为 `print_nnn.txt` 的独立文件中。示波器的定标因数包括垂直、水平、触发、采集、数学和显示设置。
- **Invert Graticule Colors** — 可使用 **Invert Graticule Colors** 选项将黑色背景更改为白色，从而降低打印示波器图像所需的黑色墨水量。**Invert Graticule Colors** 是默认模式。



网格未反转



网格已反转

- **Form Feed** — 可选择 **Form Feed** 选项在打印波形之后、打印因数之前向打印机发送换页命令。如果希望将因数与波形打印在同一页纸上，请关闭 **Form Feed**。该选项仅当选中 **Factors** 选项时才有效。

调色板

按 **Palette** 软键更改下列选项。

- **Color** — 如果选择 **Color** 打印，轨迹将用彩色打印。彩色打印不适用于 CSV 格式。
- **Grayscale** — 如果选择 **Grayscale** 打印，轨迹用灰度梯度而不是彩色打印。灰度级打印不适用于 CSV 格式。

受支持的打印机

下列 HP 打印机在编写本手册之时已在商店有售，这些打印机已经过测试，并与 7000 系列示波器兼容。要查看更新的兼容打印机列表，请访问 www.agilent.com/find/mso7000 并选择 **Technical Support**，然后选择 **FAQs**。

Deskjet 672C
Deskjet 694C
Deskjet 840C
Deskjet 932C
Deskjet 935C
Deskjet 952C
Deskjet 6940
Deskjet 6980
Deskjet 9800
Officejet 7310
Officejet 7410
PhotoSmart C5180
PhotoSmart C6180
PhotoSmart C7100
PhotoSmart D7160
PhotoSmart D7360
PhotoSmart 8750

下列 HP 打印机也许可与本示波器一起工作，但并未测试两者的兼容性。

Deskjet 350C
Deskjet 610C 和 612C
Deskjet 630C 和 632C
Deskjet 656
Deskjet 825
Deskjet 845C
Deskjet 648C
Deskjet 810C、812C、815C 和 816C
Deskjet 845C
Deskjet 920
Deskjet 932C 和 935C
Deskjet 940 和 948
Deskjet 952C
Deskjet 960
Deskjet 970C

Deskjet 980
Deskjet 990C
Deskjet 995
Deskjet 1220C 和 1125C
Deskjet 3816 和 3820
Deskjet 5550 和 5551
Deskjet 6122 和 6127
Deskjet 5600、5100 和 5800
Deskjet 6540 和 6520
Deskjet 5740
Deskjet 6840
Deskjet 3740 和 3840
Deskjet CP1160 和 CP1700
Deskjet 9300 和 9600
PhotoSmart PS100、PS130、PS230、PS140、PS240、1000 和 1100
PhotoSmart 320 和 370
PhotoSmart P2500 和 P2600
PhotoSmart PS1115、PS1215、PS12818 和 PS1315
PhotoSmart PS7150、PS7350 和 PS7550
PhotoSmart PS7960、PS7760、PS7660、PS7260 和 PS7268
PhotoSmart 7400、8100 和 8400
PhotoSmart 2600 和 2700
PSC 1100、1200、1300 和 1310
PSC 2100、2150、2200、2300、2400、2500 和 2170
PSC 1600 和 2350
Officejet 5100、6100、6150、7100、4100、4105、4200、5500 和 9100
Officejet 7200、7300、7400 和 6200
Apollo P2100 和 P2150
Apollo P2200 和 P2250
E-Printer e20
Business InkJet 2200、2230、2250、2280、3000、1100 和 2300
Business InkJet 1200
Deskjet 600
Deskjet 640、642 和 644
Deskjet 660C
Deskjet 670、670TV、672TV 和 672C
Deskjet 680C 和 682C
Deskjet 690C、692C、693C、694C、695C 和 697C
Deskjet 830C 和 832C
Deskjet 840C 和 843
Deskjet 880 和 882C
Deskjet 895C
Deskjet 930C
Deskjet 950C、955 和 957
Deskjet 975C

保存示波器数据

以下是保存示波器数据时需要注意的几点：

- 可以保存波形轨迹并在以后调用它。调用的轨迹显示为青色（蓝色）。
- 可以保存示波器设置参数并在以后调用这些参数。设置文件存储各种设置，例如水平时基、垂直灵敏度、触发模式、触发电平、测量结果、游标和数学函数。利用设置文件，您可以轻松、一致地设置示波器，以便进行特殊的测量。
- 打印和保存之间有一个区别：打印总是指将显示内容打印到打印机。保存则意味着将数据保存到 USB 驱动器或示波器的内部存储器中。

下表显示了数据的类型以及保存数据的位置。

表 14 保存示波器数据

数据类型	可以保存到：	
	USB 驱动器	示波器的内部存储器
示波器的设置和波形轨迹	是	是 *
显示图像和波形数据文件 (BMP、PNG、CSV、ASCII XY、BIN)	是	否
* 如果安装了安全环境模式选件，则会禁止将数据存储在示波器的内部存储器中。		

注意

也可以使用 Web 浏览器保存示波器的显示图像。有关详情，请参见第 40 页上的“从 Web 浏览器中打印示波器的显示屏”。

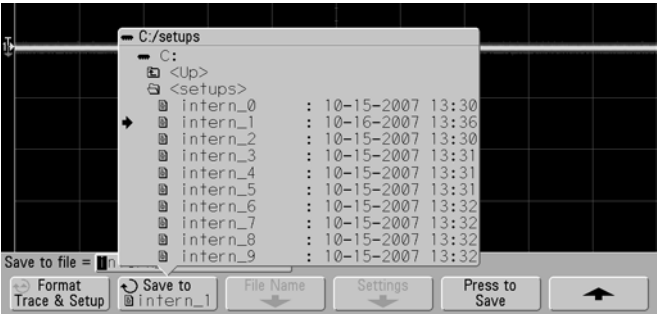
选择已保存数据的目标位置

按 **Save/RecallSave**，访问 Save 菜单并选择保存数据的目标位置。

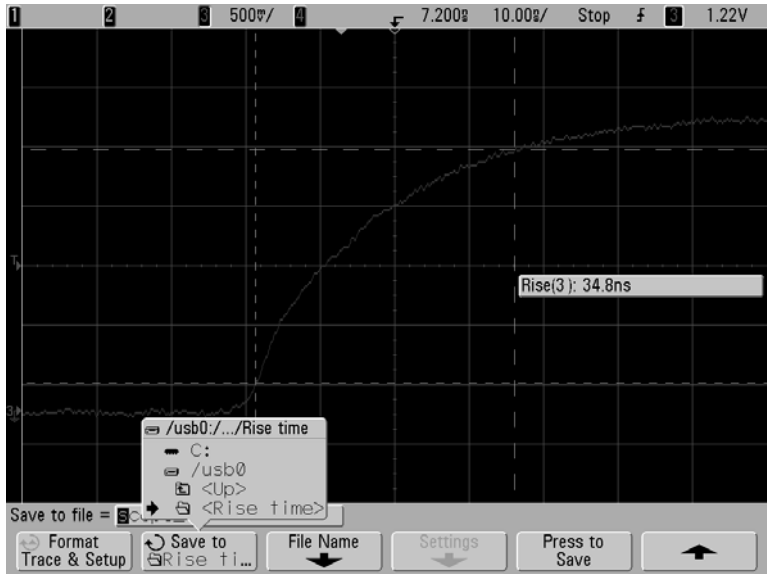
Press to go/Location/Save to 软键（使用浏览器）

Save 菜单中左起第二个软键是浏览器软键。如果示波器上未连接任何 USB 设备，则只能将 轨迹和设置文件保存到示波器的内部存储器中。您不能像第 300 页中介绍的那样保存显示图像文件或波形数据文件。

旋转 Entry 旋钮，使选择箭头对准 “C:” 并推压 Entry 旋钮进行选择。然后旋转并推压 Entry 按钮，以选择 “setups” 目录，然后选择要覆盖的文件 (intern_n)。



如果示波器上连接了一个或多个 USB 存储设备，则可以使用同样的方法浏览至 USB 设备。以下显示图像显示了已经作好保存准备的图像，该图像将保存到 USB 设备上名为“Rise time”的子文件夹中。推压 **Entry** 旋钮保存图像。



选择文件名

覆盖文件

您可以选择覆盖现有的文件名，其方法是浏览至该文件并选中该文件，然后选择 **Press to Save**。

创建新的文件名

- 1 按下 **Save** 菜单中的 **File Name** 软键。（示波器上必须连接有一个 USB 存储设备，该软键才有效。）
- 2 重复旋转并推压 **Entry** 旋钮以便为新文件名选择字母和数字。或者，也可以按 **Spell** 软键并按 **Enter** 软键来创建新文件名。

- 3 可以按 **Enter** 软键或 **Entry** 旋钮在文件名内部移动光标。
- 4 可以按 **Delete Character** 软键来删除当前字符并将剩余的字符移到左侧。
- 5 在选择 **Auto Increment** 选项时，示波器会为您的文件名添加一个数字后缀，之后每保存一个文件，该数字都会增加 1。当文件名长度达到最大值并且文件名的数字部分需要更多位数时，将会根据需要截断字符。
- 6 按 **Press to Save** 软键，保存该文件。

波形轨迹和示波器设置

当从 **Format** 软键中选择 **Trace & Setup** 选项时，波形轨迹和示波器数据都将保存到 USB 驱动器或示波器的内部存储器中。保存之后，可以选择调用轨迹和 / 或设置。

轨迹以 **TIF** 作为文件扩展名进行保存，而设置则以 **SCP** 作为扩展名进行保存。这些扩展名可以通过 **File Explorer** 查看，但在 **Recall** 菜单中使用文件资源管理器时不会显示这些扩展名。

显示图像和波形数据文件

您可以将显示图像（文件类型为 **BMP** 或 **PNG**）或波形数据（文件类型为 **CSV**、**ASCII**、**BIN** 或 **ALB**）保存到示波器上连接的 USB 设备。

显示图像和波形数据文件格式

屏幕上显示的数据是要保存到该文件的数据。

显示图像和波形数据文件可以保存在 USB 驱动器上，但它们不能保存到示波器的内部存储器中。

可分别以图像 (**BMP**、**PNG**) 或数据 (**CSV**、**ASCII**、**BIN**、**ALB**) 文件格式保存显示图像或波形数据。按 **Save/RecallSaveFormat**，选择一种格式。

- **BMP (8-bit) image file** - 屏幕图像被转换为较小、低分辨率的完整屏幕（包括状态行和软键）位图文件。
- **BMP (24-bit) image file** - 这是较大、高分辨率的完整屏幕位图文件。
- **PNG (24-bit) image file** - 这是采用无损压缩技术的图像文件。文件比 **BMP** 格式小得多。
- **CSV data file** - 创建的文件由逗号分隔的变量值组成，这些变量值表示所显示的所有通道和数学波形。该格式适用于电子表格分析。

- **ASCII XY data file** - 这将为所显示的每个通道创建一个逗号分隔变量文件。如果示波器停止采集，则可以写入大于 1000 点的数据记录。该格式亦适用于电子表格。
- **BIN data file** - 这将创建一个二进制文件，文件中包含头以及时间和电压对格式的数据。该文件比 **ASCII XY** 数据文件小得多。如果示波器停止采集，则可以写入大于 1000 点的数据记录。
- **ALB data file** - 这将创建 Agilent 专用格式的文件，该文件可由 Agilent 逻辑分析器读取。

选择保存设置

按 **Save/Recall**→**Save**→**Settings**，更改以下选项。

这些设置对选择 “Trace&Setup” 格式的情形不适用。

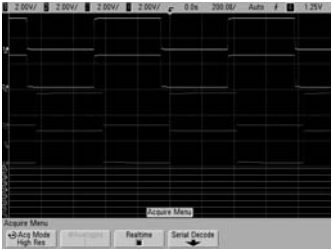
因数

如果要使打印中包含示波器定标因数，则选择 **Factors**（因数）。示波器定标因数包括垂直、水平、触发、采集、数学和显示设置。定标因数将发送到一个扩展名为 **TXT** 的独立文件。

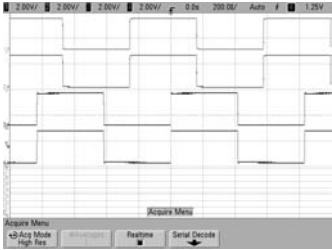
反转网格颜色

此设置适用于使用 **Format** 软键选择 **BMP** 或 **PNG** 的情形。

可使用 **Invert Graticule Colors**（反转网格颜色）选项将黑色背景更改为白色，从而降低打印示波器图像所需的黑色墨水量。**Invert Graticule Colors** 是默认模式。当选择 BMP 和 PNG 格式时，**Invert Graticule Colors** 可用。



网格未反转



网格已反转

调色板

按 **Palette** 软键更改下列选项。当选择 BMP 和 PNG 格式时，**Palette** 选项可用。

- **Color** — 如果选择 **Color** 打印，轨迹将用彩色打印。彩色打印不适用于 CSV 格式。
- **Grayscale** — 如果选择 **Grayscale** 打印，轨迹用灰度梯度而不是彩色打印。灰度级打印不适用于 CSV 格式。

长度控制

选择 CSV、ASCII XY、BIN 或 ALB 格式时，**Length** 软键可用。**Length** 设置将输出到文件的数据点数。**Length** 在采集运行时可设置为 100、250、500 或 1000，在采集停止时可设置为更大的值。但是，如果打开了串行解码，则总是输出完整的记录长度。

仅输出显示的数据点。因此，调整水平控件以显示要保存的数据。

如果需要，长度控制将执行数据的“n 中的 1 个”去除。例如：如果 **Length** 设置为 1000，而您要显示长度为 5000 个数据点的记录，则每 5 个数据点中的 4 个将被去除，从而生成长度为 1000 个数据点的输出文件。

有关详细信息，请参阅第 330 页上的“CSV 文件中的最小值和最大值”。

要将波形和 / 或设置保存到 USB 设备

- 1 将 USB 驱动器插入到前方或后方的 USB 设备端口中。
- 2 按 **Save/Recall** 键。
- 3 按 **Save** 软键。在 **Save** 软键上方“**Save to file**”提示中将显示建议的文件名。（若要更改文件名，请按 **File Name** 软键。有关详情，请参见第 298 页上的“创建新的文件名”。）
- 4 使用 **Format** 软键选择一种文件格式。有关文件格式的信息，请参见第 300 页上的“显示图像和波形数据文件格式”。
- 5 按 **Press to Save** 软键。

将波形和 / 或设置保存到示波器的内部存储器中

- 1 按 **Save/Recall** 键。
- 2 按下 **Save** 软键。
- 3 按 **Format** 软键并选择 **Trace and Setup**。
- 4 按 **Save to** 软键。然后旋转 **Entry** 旋钮浏览至“C:\setups”目录，然后选择要覆盖的文件（intern_0 到 intern_9）之一。您可以推压 **Entry** 旋钮，选择目录和文件。
- 5 按 **Press to Save** 软键或使用 **Entry** 旋钮选择文件，然后按 **Entry** 旋钮。

调用波形轨迹和 / 或示波器设置

调用的轨迹通常用于快速比较测量结果。例如，可以保存波形轨迹以用作参考，然后对测试系统进行相似的测量，调用已保存的轨迹，观察是否有区别。

- 1 按 **Save/Recall** 键。
- 2 按 **Recall** 软键。将显示 Recall Menu。
- 3 按 Recall Menu 中的 **Recall:** 软键并选择 **Setup**、**Trace** 或 **Trace and Setup**。
- 4 按下左起第二个软键并浏览到存放已保存轨迹和/或设置的示波器内部存储器位置或 USB 驱动器。有关详细信息，请参见“文件资源管理器”（见下文）。
- 5 按 **Press to Recall** 软键。

文件资源管理器

利用 **File Explorer**，可以浏览文件系统。使用 **File Explorer** 可以保存、调用、装入和删除文件。

文件系统 用户可访问的文件系统包括十个内部存储器位置以及示波器 USB 设备端口上连接的外部 USB 存储器设备。

内部存储器 十个内部非易失性存储器位置位于示波器的 C:\setups 下，名为 **intern_0** 到 **intern_9**。您可以将波形轨迹和示波器设置保存在十个内部存储器位置中的任意一个，但不能在示波器的内部存储器中保存显示图像文件或波形数据文件。后者必须存储在 USB 设备上。

USB 设备 大多数 USB 存储设备与本示波器兼容。但是，某些设备可能不兼容，不能读取或写入。

将 USB 存储设备连接到示波器的前方或后方 USB 主机端口上时，会暂时显示一个四色圆环小图标，表示正在读取 USB 设备。

在拔出 USB 设备之前，无需“弹出”该设备。只需确认您启动的任意文件操作已完成，然后从示波器的主机端口中拔出 USB 驱动器。

不要连接硬件类型标识为“CD”的 USB 设备，因为这些设备与 7000 系列示波器不兼容。

如果示波器上连接有两个 USB 大容量存储设备，第一个被指定为“USB0”，则第二个将被指定为“USB5”而不是“USB1”。此编号方法很正常，它是 USB 驱动程序固有的编号方法。

示波器无法恢复已从 USB 大容量存储设备中删除的文件。

注意

对于 USB 端口：

前面板上的 USB 端口和标有“HOST”（主机）的后面板上的 USB 端口都是 USB 系列 A 形插座。这些都是可以连接 USB 大容量存储设备和打印机的插座。

标有“DEVICE”（设备）的后面板上的方形插座用于通过 USB 控制示波器。有关详细信息，请参见《7000 Series Oscilloscopes Programmer's Quick Start Guide》或《7000 Series Oscilloscopes Programmer's Reference》。要在线访问这些文档，请将 Web 浏览器指向 www.agilent.com/find/mso7000 并选择 Library。

系统软件 可将系统软件文件（可从 www.agilent.com/find/mso7000sw 下载的软件更新）装入到示波器中。有关详细信息，请参见第 308 页上的“软件和固件更新”。

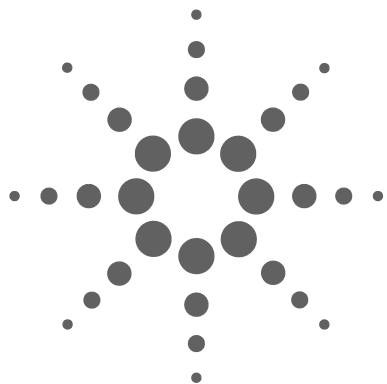
使用文件资源管理器

可以使用文件资源管理器装入和删除文件。

可以使用 PC 或其他仪器在 USB 大容量存储设备上创建目录。通过旋转和推压 **Entry** 旋钮可以浏览到 USB 设备上的任意目录。

- 1 将包含要装入或删除的文件的 USB 大容量存储设备连接到示波器前方或后方的 USB 端口上。读取 USB 设备时将显示一个四色圆环小图标。
- 2 按 **Utility**→**File Explorer**。
- 3 旋转并推压 **Entry** 旋钮，在 USB 大容量存储设备上选择所需的文件。在指向可选择的目录时，该软键将被标记为 **Press to go**，在指向当前已选择的目录时，则被标记为 **Location**，在指向可装入或删除的文件时，则被标记为 **Selected**。按 **Entry** 旋钮将启动选定的操作。





8

参考

升级到 MSO	308
软件和固件更新	308
安全环境模式选项	309
设置 I/O 端口	311
使用 10 MHz 参考时钟	312
给示波器提供采样时钟	312
将两个或多个仪器的时基同步	314
检查保修和延长服务状态	314
返回仪器	315
清洁示波器	316
数字通道信号保真度：探头阻抗和接地	317
替换数字探头导线	322
二进制数据 (.bin)	323
CSV 文件中的最小值和最大值	330



升级到 MSO

可以安装许可将原来并非作为混合信号示波器 (MSO) 订购的示波器的数字通道激活。混合信号示波器具有模拟通道加上 16 个时间相关的数字定时通道。

要查看目前安装的许可可按下 **Utility→Options→Features→Show license information**。

有关通过许可升级示波器的信息，可联系当地的 Agilent Technologies 代表或参见 www.agilent.com/find/mso7000。

软件和固件更新

Agilent Technologies 经常为它的产品发布软件和固件更新。要为您的示波器搜索固件更新，请将 Web 浏览器指向 www.agilent.com/find/mso7000 并选择 **Technical Support**（技术支持），然后选择 **Software Downloads & Utilities**（软件下载和实用程序）。

要查看目前安装的软件和固件，可按下 **Utility→Service→About Oscilloscope**。

安全环境模式选项

安全环境模式符合国家工业安全程序操作手册 (NISPOM) 第八章的要求。

在随示波器一起订购安全环境模式时，我们称之为选项 SEC。在购买示波器之后添加安全环境模式时，该选项则称为型号 N5427A，该示波器必须返回给 Agilent 服务中心进行安装。

安装安全环境模式之后，轨迹和设置数据将存储到内部易失性存储器（而不是内部非易失性存储器）。关闭电源后，将擦除示波器的安装、波形和轨迹数据。这可以确保在接通电源后，下一个用户将看不到任何设置、波形和轨迹数据。关闭电源时，不会丢失时钟和 LAN 设置。

要永久保存数据，可通过示波器的一个 USB 端口将其保存到外部设备。

一旦安装，将不能禁用安全环境模式。安全环境模式自系统软件版本 3.50 开始提供。作为防止安全环境模式受攻击的预防措施，此选项禁止安装早期的软件。

安装之后，安全环境模式许可证将作为 SEC 显示在“About Oscilloscope”屏幕的“Installed Licenses”行中。要访问 About Oscilloscope 显示，请按 **Utility** 键，然后按 **Service** 软键，再按 **About Oscilloscope** 软键。

表 15 订购安全环境模式选件

订购安全环境模式选件	
新买示波器时 ...	订购选件 SEC。
在购买示波器之后，如果尚未在示波器中保存机密的轨迹或设置 ...	订购 N5427A 并将该设备返回给服务中心以便安装安全许可证。
在购买示波器之后，如果已在示波器中保存机密的轨迹或设置 ...	1 卸下并销毁采集板。 2 购买并安装新的采集板。 3 订购 N5427A 并将该设备返回给服务中心以便安装安全许可证。

设置 I/O 端口

可以通过 LAN 或 USB 来控制示波器。

通过按 **Utility→I/O** 可以查看示波器的 I/O 配置，包括它的 IP 地址和主机名。

要更改 I/O 控制器设置，请按 **Configure** 软键，选择 I/O 连接类型（LAN 或 USB）。

有关通过 LAN 或 USB 从控制器设置示波器使之运行的说明，请参见《Agilent 7000 Series Oscilloscopes Programmer's Quick Start Guide》。

使用 10 MHz 参考时钟

提供后面板上的 **10 MHz REF** BNC 连接器的目的是方便您：

- 给示波器提供更准确的采样时钟信号，或
- 将两个或多个仪器的时基同步。

采样时钟和频率计数器精度

示波器的时基使用具有 **15 ppm** 精度的内置参考。对大多数应用来说这已经足够。但是，如果您正在查看的窗口与选择的延迟相比很窄（例如，延迟设置为 **1 ms** 时查看 **15 ns** 的脉冲），可能产生明显的错误。

使用内置采样时钟，示波器的硬件频率计数器是一个 **5 位** 数字计数器。

提供外部时基参考

提供外部时基参考时，硬件频率计数器自动更改为 **8 位** 数字计数器。在这种情况下，频率计数器 (**Quick Meas**→**Select**→**Counter**) 与外部时钟同样准确。

有关硬件频率计数器的更多信息，请参见第 228 页上的“计数器”。

给示波器提供采样时钟

- 1 将 **10 MHz** 方波或正弦波连接到标注为 **10 MHz REF** 的 BNC 连接器。振幅必须在 **180 mV** 和 **1 V** 之间，偏移在 **0 V** 和 **2 V** 之间。

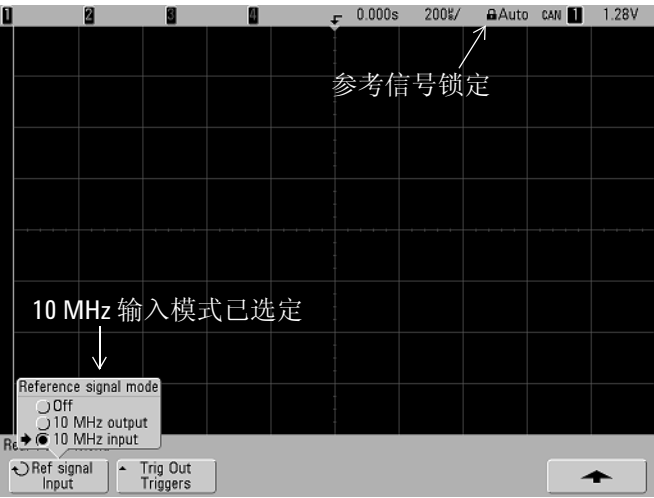
小心



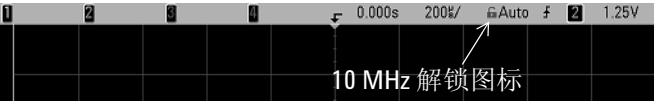
后面板上 **10 MHz REF** BNC 连接器的电压不得超过 **±15 V**，否则可能导致仪器损坏。

- 2 按下 **Utility**→**Options**→**Rear Panel**→**Ref Signal**。
- 3 使用 **Entry** 旋钮和 **Ref Signal** 软键可选择 **10 MHz input**。

黑色锁定挂锁图标将出现在显示屏的顶端。



如果外部提供的采样时钟的变化超过 10 MHz 的 0.5%，将出现软解锁。示波器将继续采集数据，但显示屏右上方的锁定符号将变成红色未锁定挂锁图标。



如果外部提供的采样时钟信号丢失，将出现硬解锁。显示右上方的锁定符号将变成红色解锁挂锁图标，示波器将停止采集数据。当外部提供的采样时钟再次变为稳定时，示波器将恢复采样。



将两个或多个仪器的时基同步

为了与其他仪器同步，示波器可以输出它的 10 MHz 系统时钟信号。

- 1 将 BNC 电缆连接到示波器后面板上标注为 **10 MHz REF** 的 BNC 连接器。
- 2 将 BNC 电缆的末端连接到要接收 10 MHz 参考信号的仪器。将输入的 50 Ω 端子放入其他仪器以终止信号。
- 3 按下 **Utility**→**Options**→**Rear Panel**→**Ref Signal**。
- 4 使用 Entry 旋钮和 **Ref Signal** 软键可选择 **10 MHz output**。

示波器将输出它的 TTL 电平上 10 MHz 参考信号。

检查保修和延长服务状态

了解示波器的保修状态：

- 1 将您的 Web 浏览器指向：www.agilent.com/find/warrantystatus
- 2 输入产品的型号和序列号。系统将搜索产品的保修状态并显示结果。如果系统无法找到您产品的保修状态，请选择 **Contact Us** 并向 Agilent Technologies 代表咨询。

返回仪器

将示波器发运给 **Agilent Technologies** 之前，请与最近的 **Agilent Technologies** 销售和服务办公室联系以了解其他细节。与 **Agilent Technologies** 联系的信息位于 www.agilent.com/find/contactus。

1 将下列信息写在标签上并将它系在示波器上。

- 所有者的名称和地址
- 型号
- 序列号
- 所需维修或故障迹象的说明

2 从示波器取下附件。

只有附件与故障症状相关时，才将它们返回给 **Agilent Technologies**。

3 将示波器包装好。

可使用原始的货运包装箱，或提供您自己的足以在运输过程中保护仪器的材料。

4 将运输容器安全地封装好，并标记为 **FRAGILE**（易碎品）。

清洁示波器

- 1 断开仪器的电源连接。
- 2 将软布用温和清洁剂与水的混合物打湿，清洁示波器的外表面。
- 3 确保仪器在重新连接到电源前是完全干燥的。

数字通道信号保真度：探头阻抗和接地

使用混合信号示波器时，可能会遇到与检测有关的问题。这些问题体现在两个类别：探头负载和探头接地。探头负载问题通常会影响到测试中的电路，而探头接地问题则影响到测量仪器的数据的准确性。探头的设计将第一个问题最小化，而第二个问题可通过积累探测经验来解决。

输入阻抗

逻辑探头是被动式探头，它提供高输入阻抗和高带宽。它们经常提供信号的一些衰减给示波器，通常 20 dB。

被动式探头输入阻抗通常根据并行容量和阻抗指定。阻抗是端部电阻值和测试仪器的输入阻抗的总和（请参见下图）。容量是端部补偿电容器和电缆加上与杂散端部电容并行接地的仪器电容的系列组合。当这导致输入阻抗规格的准确型号用于直流和低频，探头输入的高频型号更有用（请参见下图）。该高频型号考虑纯端部电容和系端部阻抗和电缆的特有阻抗 (Z_o)。

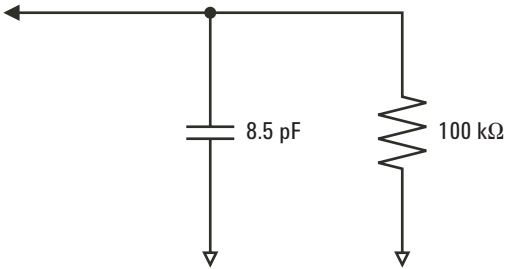


图 45 直流和低频探头等效电路

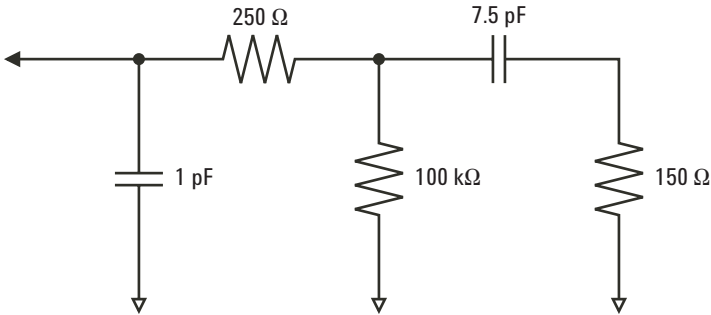


图 46 高频探头等效电路

两种型号的阻抗图显示在这些图中。通过将这两个图比较，您可以看到系列端部电阻和电缆的特有阻抗都明显地扩展输入阻抗。杂散端部电容通常较小 (1 pF)，在阻抗图上设置最终中断点。

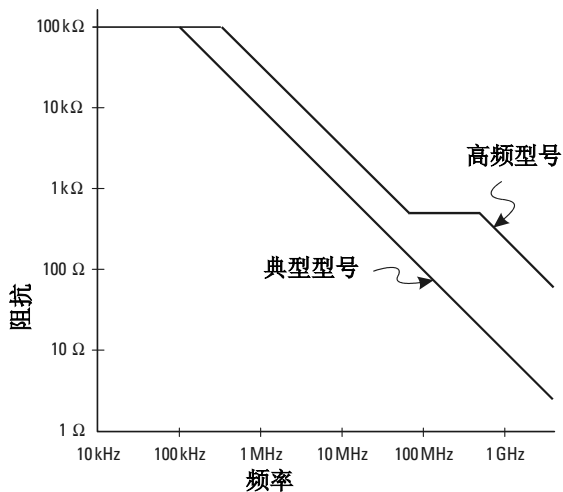


图 47 两个探头电路型号的阻抗和频率

逻辑探头以上面显示的高频电路型号表示。它们设计为提供尽可能多的系列端部阻抗。通过探头端部组件的适当机械设计，杂散端部接地电容将最小化。这提供了高频的最大输入阻抗。

探头接地

探头接地是电流从探头返回源的低阻抗路径。增加该路径的长度将在高频时创建探头输入的大共模电压。根据下列方程式，产生电压的行为就好像该路径是一个感应器：

$$V = L \frac{di}{dt}$$

增加接地感应 (L)、增加电流 (di) 或降低转换时间 (dt) 都将导致电压增加 (V)。当此电压超过示波器定义的阈值电压时，将出现错误的数据测量。

将一个探头接地与许多探头共享将强制流向每个探头的所有电流返回时流经该探头（其接地返回被共用）的共用接地感应。结果是在上面的方程式中电流增大 (di)，且根据转换时间 (dt)，共模电压可能增加到一个引起错误数据产生的水平。

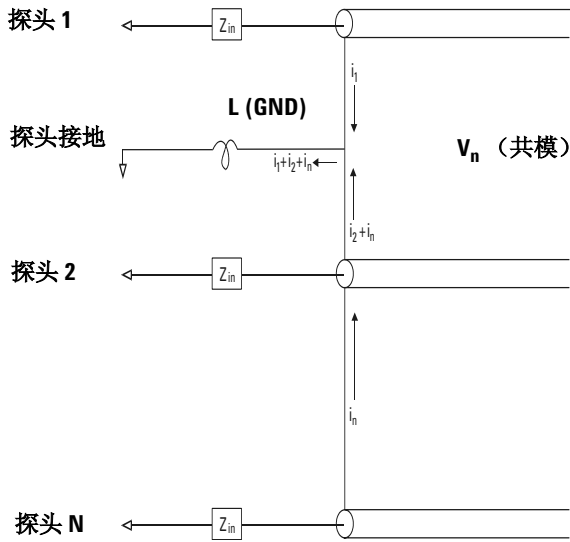


图 48 共模输入电压模型

除共模电压外，长接地回路也会降低探头系统的脉冲保真度。上升时间增加，振铃由于探头输入处的干燥 LC 电路也会增加。因为数字通道显示重建了波形，它们不会显示振铃和扰动。通过检查波形显示，您不会发现接地问题。事实上，可能通过杂乱的毛刺或矛盾的数据测量发现问题。使用模拟通道来查看振铃和扰动。

最佳探测习惯

由于变量 L 、 di 和 dt ，您可能无法确定在测量设置中有多少余量。下面指导您养成好的探测习惯：

- 如果使用组中的任意通道捕获数据，每个数字通道组（D15-D8 和 D7-D0）的接地导线应该连接到被测电路的接地。
- 在嘈杂的环境中捕获数据时，除了通道组的接地之外，应该使用每三个数字通道探头的接地。
- 高速定时测量（上升时间 $< 3\text{ ns}$ ）应该使用每个数字通道探头自己的接地。

设计高速数字系统时，您应该考虑设计直接面向仪器探头系统的专用测试端口。这将使得测量设置更容易并可重复用来获取测试数据。01650-61607 16 通道逻辑探头和端子适配器设计用于更容易连接工业标准 20 针电路板连接器。该探头包含一条 2 米逻辑分析仪探头电缆和一个 01650-63203 端子适配器，在一个便携包装中提供正确的 RC 网络。包括三个 20 针薄型直板连接器。附加板连接器可从安捷伦科技订购。

替换数字探头导线

如果需要从电缆取下探头导线，将纸夹子或其他小的尖角物体插入电缆组件侧面，拉出探头导线时推动以松开插销。

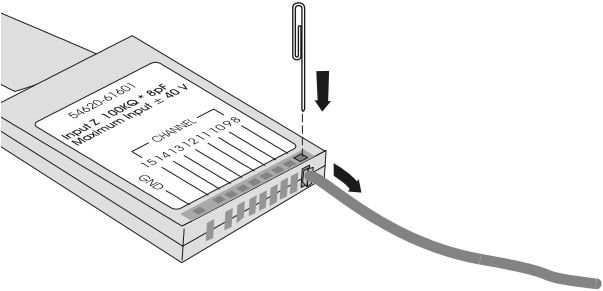


表 16 数字探头替换零件

部件号	说明
54620-68701	数字探头套件
5959-9333	替换探头导线（5 根）
5959-9335	替换 2 英寸探头接地导线（5 根）
01650-94309	探头标签包
54620-61801	16 通道电缆（1 根）
5090-4833	夹子（20 个）

对于其他替换零件，请参考《7000 Series Oscilloscope Service Guide》。

二进制数据 (.bin)

二进制数据格式以二进制格式存储波形数据，并提供描述这些数据的数据头。

因为数据为二进制格式，所以文件的大小比 **XYPair** 格式小约五倍。

如果打开多个源，则可将所有显示的源（数学函数除外）保存到文件。

当示波器处于峰值检测采集模式时，最小和最大值波形数据点将保存到不同的波形缓冲器文件中。将首先保存最小值数据点，然后保存最大值数据点。

MATLAB 中的二进制数据

可将 7000 系列示波器中的二进制数据导入 MathWorks MATLAB®。可从 Agilent Technologies 网站下载相应的 MATLAB 函数，地址是 www.agilent.com/find/mso7000sw。

Agilent 提供 .m 文件，需要将该文件复制到 MATLAB 的工作目录中。默认工作目录是 C:\MATLAB7\work。

二进制头格式

文件头

一个二进制文件中只有一个文件头。该文件头由下列信息组成。

Cookie 两字节字符 AG 表示文件是 Agilent 二进制数据文件格式。

版本 两个字节，表示文件版本。

文件大小 32 位整数，表示文件中的字节数。

波形数 32 位整数，表示文件中存储的波形数。

波形头

可将多个波形存储在一个文件中，并且每个存储的波形都有一个波形头。波形头包含有关已存储的波形数据类型的信息，这些信息在波形数据头后面。

头大小 32 位整数，表示头中的字节数。

波形类型 32 位整数，表示文件中存储的波形的类型：

- 0 = 未知。
- 1 = 正常。
- 2 = 峰值检测。
- 3 = 平均。
- 4 = 7000 系列示波器中未使用。
- 5 = 7000 系列示波器中未使用。
- 6 = 逻辑。

波形缓冲器的数量 32 位整数，表示读取数据所需的波形缓冲器的数量。

点 32 位整数，表示数据中波形点的数量。

计数 32 位整数，表示使用采集模式（如平均）创建波形时，波形记录中每个时段的击中数。例如，如果使用平均采集模式，计数为 4 表示波形记录中的每个波形数据点至少被平均了四次。默认值是 0。

X 显示范围 32 位浮点数，表示所显示的波形的 X 轴持续时间。对于时间域波形，它是显示屏上时间的持续时间。如果该值为零，则表示没有采集任何数据。

X 显示原点 64 位双精度，表示显示屏左边沿的 X 轴值。对于时间域波形，它是显示开始的时间。该值可作为双精度 64 位浮点数。如果该值为零，则表示没有采集任何数据。

X 增量 64 位双精度，表示 X 轴上数据点之间的持续时间。对于时间域波形，这是点之间的时间。如果该值为零，则表示没有采集任何数据。

X 原点 64 位双精度，表示数据记录中第一个数据点的 X 轴值。对于时间域波形，这是第一个点的时间。该值可作为双精度 64 位浮点数。如果该值为零，则表示没有采集任何数据。

X 单位 32 位整数，标识采集的数据中 X 值的测量单位：

- 0 = 未知。
- 1 = 伏特。
- 2 = 秒。
- 3 = 常数。
- 4 = 安培。
- 5 = dB。
- 6 = Hz。

Y 单位 32 位整数，标识采集的数据中 Y 值的测量单位。在上面的“X 单位”下列出了可能的值。

日期 16 位字符型数组，在 7000 系列示波器中留空。

时间 16 位字符型数组，在 7000 系列示波器中留空。

帧 24 字节的字符型数组，以下列格式表示示波器的型号和序列号:
MODEL#:SERIAL#。

波形标签 16 字节的字符型数组，包含分配给波形的标签。

时间标记 64 位双精度，在 7000 系列示波器中不使用。

段指数 32 位无符号整数，在 7000 系列示波器中不使用。

波形数据头

一个波形可以有多个数据集。每个波形数据集都有一个波形数据头。波形数据头包含有关波形数据集的信息。该头存储在数据集前面。

波形数据头大小 32 位整数，表示波形数据头的大小。

缓冲器类型 16 位短型，表示文件中存储的波形数据的类型：

- 0 = 未知数据。
- 1 = 正常 32 位浮点数据。
- 2 = 最大浮点数据。
- 3 = 最小浮点数据。
- 4 = 7000 系列示波器中未使用。
- 5 = 7000 系列示波器中未使用。
- 6 = 数字 8 位无符号字符数据（仅限于数字通道）。

每个点的字节数 16 位短型，表示每个数据点的字节数。

缓冲器大小 32 位整数，表示保留数据点所需的缓冲器的大小。

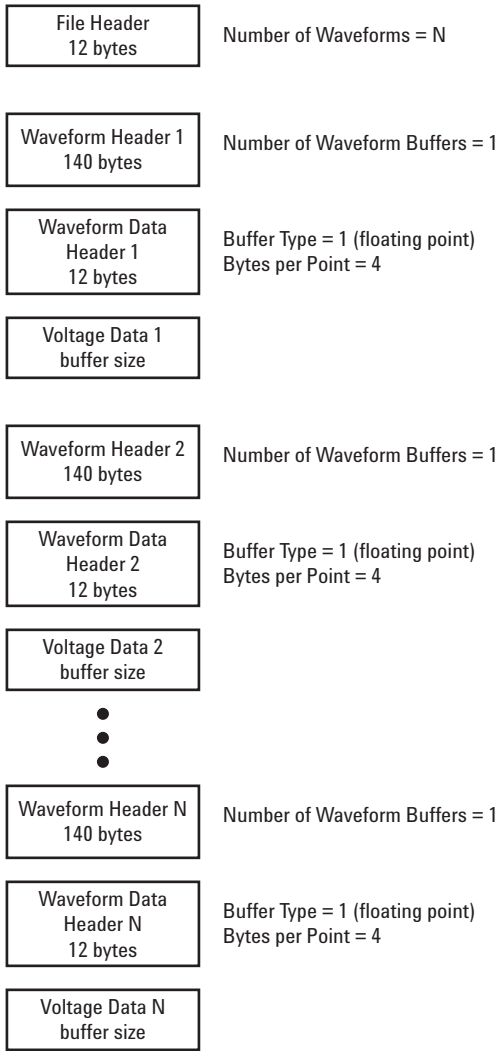
读取二进制数据的示例程序

要查找读取二进制数据的示例程序，请将 Web 浏览器指向 www.agilent.com/find/mso7000，选择 **Library** 并单击 “**Example Program for Reading Binary Data**”。

二进制文件的示例

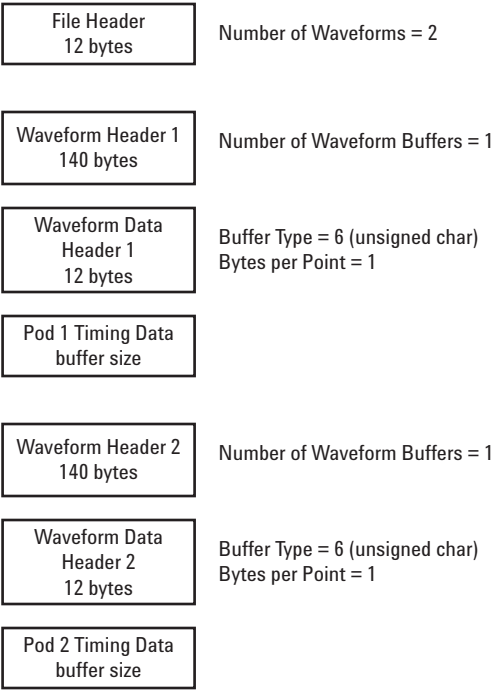
单个采集多个模拟通道

下图显示单个采集多个模拟通道的二进制文件。



单个采集所有组逻辑通道

下图显示已保存的单个采集所有组逻辑通道的二进制文件。



CSV 文件中的最小值和最大值

如果您运行的是快速最小测量或最大测量，则快速测量显示中显示的最小值和最大值可能无法显示在 CSV 文件中。

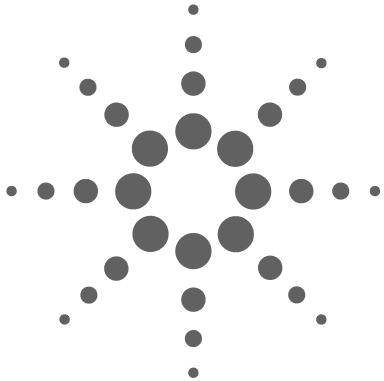
解释：

示波器的采样率为 4 GSa/s 时，将每隔 250 ps 进行一次采样。如果扫描速度设置为 100 ns/div，则显示 1000 ns 的数据（因为显示屏上有 10 格）。要查找示例总数，示波器计算如下：

$$1000ns \times 4GSa/s = 4000samples$$

对于测量数据，示波器将把 4000 个点减至 1000 个点，以适合显示屏。该去除方法不会丢失 1000 个水平数据点每个点的最小值和最大值的轨迹，并将在显示屏上显示最小值和最大值。然而，还将处理超取样数据，以提供 1000 个水平点的每个点的最佳估计值。CSV 文件中的数据是 1000 个水平点的每个点的最佳估计值。因此，CSV 文件中不会显示最小值和最大值。

进行超取样时将发生此情况（10 * 秒 / 格 * 最大采样率 > 1000）。



9

电源和环境条件

电源要求	332
测量类别	333
环境条件	335
技术参数	336
确认	336
联系我们	337

本章介绍适合 Agilent 7000 系列示波器的电源要求和环境条件。



电源要求

线电压范围 ~ 线 120 W（最大）、96-144 V/48-440 Hz、192-288 V/48-66 Hz，自动选择

行频 50/60 Hz，100-240 V 交流；440 Hz，100-132 V 交流

功率消耗 最大 120 W

测量类别

测量类别

7000 系列示波器可在测量类别 I 下进行测量。

警告

此仪器仅允许在其指定的测量类别中使用。

测量类别定义

测量类别 I 是在没有直接连接到主电源的电路上进行测量。例如，对没有从主电源导出的电路，特别是受保护（内部）的主电源导出的电路进行测量。在后一种情况下，瞬间应力会发生变化；因此，用户应了解设备的瞬间承受能力。

测量类别 II 是在直接连接到低压设备的电路上进行测量。例如，对家用电器、便携式工具和类似的设备进行测量。

测量类别 III 是在建筑设备中进行测量。例如，在固定设备中的配电板、断路器、线路（包括电缆、母线、接线盒、开关、插座）以及工业用途的设备和某些其他设备（例如，永久连接到固定装置的固定电机）上进行测量。

测量类别 IV 是在低压设备的源上进行测量。例如，在主要过电保护设备和脉冲控制单元上的量电计和测量。

瞬间承受能力

小心



模拟输入的最大输入电压：

I 类 300 Vrms， 400 Vpk；瞬间过电压 1.6 kVpk

CAT II 100 Vrms， 400 Vpk

具有 10073C 或 10074C 10:1 探头：I 类 500 Vpk， II 类 400 Vpk

小心



在 2 通道型号的 50 Ω 模式中，不超过 5 Vrms。如果检测到大于 5 Vrms，将在 50 Ω 模式中启动输入保护并断开 50 Ω 负载。然而，仍然会损坏输入，取决于信号的时间常数。

小心

当示波器通电后，50 Ω 输入保护模式才能起作用。

小心

逻辑通道的最大输入电压：

± 40 V 峰值， I 类；瞬间过电压 800 Vpk

环境条件

环境温度 工作时 -10 °C 至 +55 °C；非工作时 -65 °C 至 +71 °C

湿度 40 °C 时工作 24 小时相对湿度 95%；65 °C 时不工作 24 小时相对湿度 90%

海拔 工作时 4570 米（15000 英尺）；非工作时 15244 米（50000 英尺）

过电压类别 本产品由符合过电压类别 II 的主电源供电，是插头和电源线连接的典型设备。

污染度 7000 系列示波器可在污染度 2（或污染度 1）环境下工作。

污染度定义 污染度 1：无污染，或仅发生干燥的非传导性污染。此污染级别没有影响。例如：清洁的房间或气候控制的办公环境。

污染度 2：一般只发生干燥非传导污染。有时可能发生由于冷凝而造成的暂时性传导。例如：一般室内环境。

污染度 3：发生传导性污染，或干燥的非传导性污染，由于冷凝而变为具有传导性。例如：有遮棚的室外环境。

技术参数

有关最新、完整的技术参数和特性，请查看 7000 系列示波器数据表。

要下载数据表的副本，请访问：www.agilent.com/find/mso7000 并选择 **Library**，然后选择 **Specifications**。

或转至 Agilent 主页 www.agilent.com 并搜索 **7000 系列示波器数据表**。

要电话订购数据表，请与您当地的 Agilent 办事处联系。完整的列表位于：www.agilent.com/find/contactus

确认

RealVNC 是根据 GNU 通用公共许可证授权的。Copyright (C) 2002-2005 RealVNC Ltd. 保留所有权利。

这是免费软件；可根据自由软件基金会发布的 GNU 通用公共许可证的条款再分发和 / 或修改它；该许可证可以是版本 2，也可以是（您选择的）任何较新的版本。

发布此软件仅仅是希望能对您有所帮助，但并不作任何担保；包括适销性和对特定用途的适用性的默示担保。有关详细信息，请查看 GNU 通用公共许可证。该许可证位于“Agilent 7000 系列示波器编程人员文档”CD-ROM 中。

可从 RealVNC 或通过与 Agilent 联系来获得 RealVNC 源代码。Agilent 将对实际执行源代码分发的成本收取费用。

联系我们

美洲地区

加拿大 (877) 894-4414
拉丁美洲 305 269 7500
美国 (800) 829-4444

亚太地区

澳大利亚 1 800 629 485
中国 800 810 0189
中国香港 800 938 693
印度 1 800 112 929
日本 81 426 56 7832
韩国 080 769 0800
马来西亚 1 800 888 848
新加坡 1 800 375 8100
台湾 0800 047 866
泰国 1 800 226 008

欧洲地区

奥地利 0820 87 44 11
比利时 32 (0) 2 404 93 40
丹麦 45 70 13 15 15
芬兰 358 (0) 10 855 2100
法国 0825 010 700
德国 01805 24 6333*
*0.14€/ 分钟
爱尔兰 1890 924 204
意大利 39 02 92 60 8484
荷兰 31 (0) 20 547 2111
西班牙 34 (91) 631 3300
瑞典 0200-88 22 55
瑞士 (法语)
44 (21) 8113811 (选件 2)
瑞士 (德语)
0800 80 53 53 (选件 1)
英国 44 (0) 7004 666666
其他欧洲国家 / 地区:
www.agilent.com/find/contactus

索引

数字

1*2 数学函数, 199

1-2 数学函数, 201

A

AC 通道耦合, 72

Addresses 软键, 31

AMS 许可证, 96

ASCII 文件格式, 301

Auto Increment, 299

Auto? 触发指示器, 119

AutoProbe, 54, 72

外部触发, 125

AutoScale, 67

采集模式, 290

撤销, 289

通道, 290

AutoScale 键, 57

矮小脉冲, 229

安全环境模式, 309

B

BIN 文件格式, 301

BMP 文件格式, 300

帮助系统, 内建, 46

保存

格式, 300

浏览到目标位置, 297

设置, 301

保存波形

到 USB, 303

到示波器的内部存储器, 303

保存轨迹

到 USB, 303

到示波器的内部存储器, 303

保存数据, 296

保存文件, 304

保护程序, 屏幕, 90

保修, 314

边沿触发, 128

标签, 83

默认库, 88

标签键, 54

标签列表, 87

标签列表, 从文本文件中加载, 87

标准偏差测量, 236

波形

保存到 USB, 303

保存到示波器的内部存储器, 303

保存和导出, 296

打印, 292

调用, 304

波形保存选项, 301

波形参考点, 91

波形的瞬间斜率, 203

波形键, 54

波形亮度, 54

补偿探头, 43, 53

不定状态, 217

不稳定触发, 253

C

CAN 触发, 136

CAN 串行解码, 265

CAN 解码

源通道, 267

CAN 累加器, 270

CAN Signals Menu, 266

CAN 帧计数器, 270

CMOS 阈值, 109

Configure 软键, 31

Controller 软键, 31

CSV 文件格式, 300

采集, 252

采集存储器, 118

采集模式, 249

峰值检测, 250

高分辨率, 250

平均, 251, 252

正常, 250

采集选项

实时, 253

采样率, 5, 250, 254

显示的目前速率, 75

测量, 82, 291

测量定义, 228

测量键, 57

测量结果的比较, 304

测量类别

定义, 333

测量线, 62

测量阈值, 225

查看, 倾斜仪器, 25

查看信号, 247

长度控制, 302

长度软键, 302

撤销自动定标, 67

乘法数学函数, 199
 持续时间触发, 140
 重新启动条件, I2C 触发, 154
 出厂默认配置, 96
 触发, 189
 高频抑制, 121
 模式, 118
 模式 / 耦合, 118
 耦合, 121
 释抑, 122
 USB, 187
 外部, 124
 源, 129
 噪声抑制, 121
 滞后, 285
 触发控件, 56
 触发类型, 127
 边沿, 128
 CAN, 136
 持续时间, 140
 第 N 个边沿猝发, 158
 FlexRay, 143
 I2C, 152
 LIN, 160
 码型, 133
 脉冲宽度, 130
 毛刺, 130
 SPI, 170
 十六进制总线, 135
 顺序, 163
 TV, 175
 USB, 187
 斜率, 128
 触发模式
 正常, 67, 120
 自动, 67, 119
 触发输出连接器, 189

触发指示器
 Auto, 119
 Auto?, 119
 Trig'd, 120
 Trig'd?, 120
 串扰问题, 207
 串行解码, 255, 302
 串行时钟, I2C 触发, 153
 串行数据, 152
 串行数据, I2C 触发, 153
 窗口, FFT, 210
 垂直扩展, 71
 垂直灵敏度, 54, 71
 垂直位置, 71
 垂直位置控件, 54
 存储器深度, 65

D

d/dt 数学函数, 203
 D*, 55, 108
 DC 通道耦合, 72
 Digit 软键, 135
 DNS IP, 31
 Domain 软键, 41
 DS0, 4
 打开电源, 28
 打开通道, 54
 大小, 108
 打印, 88
 打印机
 受支持的, 294
 USB, 53, 292, 294
 打印屏幕, 292
 打印显示屏, 292
 打印选项, 293
 带宽, 示波器, 254
 带宽限制, 73
 单次采集, 56, 65
 单次键, 65
 单位, 数学, 198

单位, 探头, 74, 126
 导出波形, 296
 第 N 个边沿猝发触发, 158
 地电平, 71
 底端测量, 235
 低频噪声抑制, 285
 点对点连接, 33
 到 VPT1000, 145
 电压测量, 233
 电源开关, 28, 53
 调用波形, 304
 调用波形和设置, 304
 顶部测量, 238
 定位数字通道, 55
 定位旋钮, 55
 丢失确认条件, I2C 触发, 154
 独立连接, 33

E

ECL 阈值, 109
 EEPROM 数据读取, I2C 触发, 155
 Entry 旋钮, 50, 51, 57
 二进制数据 (.bin), 323
 二进制数据, 用于读取的示例
 程序, 327
 二进制数据文件示例, 328
 二进制游标, 217

F

FFT 测量, 207
 FFT 窗口, 210
 FFT 上最大时的 X, 227
 FlexRay 触发, 143
 FlexRay 串行解码, 278
 FlexRay 累加器, 282
 FlexRay 帧计数器, 282
 返回仪器进行维修, 315
 反转, 73

反转网格颜色, 301

峰 - 峰测量, 235

峰值检测采集模式, 250, 286

符号, 图形, 51

附件, 21, 23, 24

负脉宽测量, 230

服务功能, 92

G

GPIB

控制, 311

高分辨率模式, 250

高频抑制, 121, 284, 285

高频噪声抑制, 284, 285

格式

波形, 300

更新软件和固件, 308

固件版本信息, 34

固件更新, 308

惯例, 50, 51

关于示波器, 95

轨迹

保存到 USB, 303

保存到示波器的内部存储器, 303

过冲测量, 240

过电压类别, 335

H

HDTV 触发, 175

Hex 软键, 135

哈宁窗, 210

Horizontal Menu/Zoom 键, 57

罕见触发, 253

后处理, 191

混叠, FFT, 207

活动串行总线, 259, 263, 268, 277

活动指示器, 106

I

I/O 端口配置, 311

I/O 软键, 31

I2C 触发, 152

I2C 串行解码, 256

I2C Signals Menu, 257

IP 地址, 31, 34

IP Options 软键, 31

J

积分数学函数, 205

记录长度, 65

计数器, CAN 帧, 270

计数器, FlexRay 帧, 282

计数器测量, 228

技术参数, 6, 336

加法, 201

夹子, 101, 102

减法数学函数, 201

间隔, FFT, 209

校准, 92

校准探头, 74

阶段, 顺序, 165

矩形窗, 210

居中, FFT, 210

K

开始采集, 56, 64

控件, 前面板, 52, 58

空闲串行总线, 259, 263, 268, 277

控制示波器, 311

库, 标签, 85

快速帮助, 46

快速测量, 82, 223

快速打印, 88

宽度 - 测量, 230

宽度 + 测量, 230

扩展范围, 71, 91, 243

L

LAN

控制, 311

LAN 接口, 31

LAN Settings 软键, 31

LF 抑制, 285

LIN 触发, 160

LIN 串行解码, 272

LIN Signals Menu, 273

Location, 297

LSS 许可证, 96

累加器, CAN, 270

累加器, FlexRay, 282

连接, 30

到 PC, 33

连接点, 246

连接探头

模拟, 41

数字, 100

亮度控件, 54, 63

零件, 替换, 322

浏览器 Web 控制, 35

浏览文件, 304

逻辑阈值, 109

M

MATLAB 二进制数据, 323

MATLAB 中的二进制数据, 323

MegaZoom III, 4

mem8M 许可证, 96

mem2M 许可证, 96

Menu/Zoom 键, 57

Mode/Coupling 键, 触发, 118

Modify 软键, 31

MSO, 4

MSO 功能升级, 308

MSO 许可证, 96

索引

码型

持续时间触发, 140

码型触发, 133

SPI 触发, 175

码型触发, 133

脉冲极性, 131

脉冲宽度触发, 130

脉冲能量, 205

毛刺触发, 130

密码

设置, 36

重置, 37

模拟滤波器, 调整, 207

模拟探头, 41

模拟通道

设置, 70

探头衰减, 74

默认标签库, 88

默认配置, 96

默认设置, 96

拇指驱动器, 53

N

Nth Edge 2, 167

Nth Edge 2 (no re-find), 168

内建帮助系统, 46

O

耦合, 通道, 72

P

PC 连接, 33

PNG 文件格式, 300

Press to go, 297

频率测量, 228

频谱泄漏, FFT, 209

平顶窗, 210

平方根, 214

平均采集模式, 251, 252

平均测量, 235

屏幕保护程序, 90

平移和缩放, 66, 242, 243

Q

启动条件, I2C, 154

前冲测量, 239

前面板, 52, 58

概述, 49

清除显示, 245, 287

清洁, 316

倾斜以查看, 25

R

RMS 测量, 236

roll 模式, 80

Run/Stop 键, 64

软键, 50, 57, 62

软件更新, 308

S

Save to, 297

SCL, I2C 触发, 153

SDA, 152

SDA, I2C 触发, 153

SEC, 选件, 309

Set all Digits 软键, 135

SPI 触发, 170

SPI 串行解码, 260

SPI Signals Menu, 261

扫描速度游标, 76

删除文件, 304

删除字符, 299

闪存, 53

上升时间测量, 230

上传新固件, 34

设置, 默认, 96

设置, 自动, 67, 104

升级示波器, 308

时差, 模拟通道, 74

时基, 75

时间参考, 76

时间参考指示器, 76

时间测量, 227

矢量, 246

十六进制游标, 217

十六进制总线触发, 135

实时采集选项, 253

实时采样和带宽, 254

释抑, 122

实用程序键, 55

失真问题, 207

时钟, 89

输入电压, 42, 125

输入阻抗

通道输入, 72

外部触发, 126

数学

1*2, 199

1-2, 201

测量, 234

乘法, 199

单位, 198

定标, 198

FFT, 207

函数, 197

减法, 201

偏移, 198

求积分, 205

微分, 203

数学键, 54

数字探头, 100, 317

阻抗, 317

数字通道, 7, 20, 63, 107
 大小, 108
 逻辑阈值, 109
 启用, 308
 探测, 317
 显示屏, 68
 自动定标, 104
 数字通道菜单, 107
 数字通道控件, 55
 数字显示, 解释, 106
 数字总线模式, 110
 衰减, 探头, 74, 124
 衰减系数, 68
 水平控件, 75
 水平扫描速度控件, 56
 水平时间 / 格控件, 56
 水平位置控件, 56
 水平游标, 76
 瞬间承受能力, 334
 顺序触发, 163
 随机噪声, 284
 损坏, 运输, 21
 缩放和平移, 66, 242, 243

T

Trig'd 触发指示器, 120
 Trig'd? 触发指示器, 120
 TTL 阈值, 109
 TV 触发, 175
 探头, 23, 24
 AutoProbe 接口, 54
 补偿, 43
 模拟, 41
 数字, 100
 无源, 44
 校准, 74
 有源, 45
 探头补偿, 53
 探头单位, 74, 126

探头衰减, 74, 124
 探头系数, 68
 特性, 6
 替换零件, 322
 添加数字通道许可, 308
 调节支座, 25
 调色板, 302
 停止采集, 56, 64
 停止条件, I2C, 154
 同步极性, TV 触发, 177
 通道
 垂直灵敏度, 71
 打开 / 关闭键, 54
 带宽限制, 73
 反转, 73
 模拟, 70
 耦合, 72
 时差, 74
 探头单位, 74
 位置, 71
 游标, 71
 通道对, 254
 通风要求, 27
 图形惯例, 51
 推压至 Position, 55
 推压至 Select, 55

U

USB
 CD 设备, 305
 触发, 187
 存储设备的编号, 305
 打印机, 292
 弹出设备, 53
 端口, 53
 控制, 311
 闪存, 53
 设备端口, 292
 USB0, 305
 USB5, 305

Utility 按钮, 31

V

VISA 连接字符串, 34
 VPT1000, 143

W

web 接口, 34
 Web 浏览器, 30
 外部触发
 输入阻抗, 125, 126
 探头单位, 126
 探头设置, 124
 探头衰减, 124
 外部存储设备, 53
 网格, 63
 网格亮度, 63, 246
 网关 IP, 31
 网络配置参数, 34
 网络状态信息, 34
 位, SPI 触发, 175
 微分数学函数, 203
 位置, 模拟, 71
 文件
 保存、调用、装入, 304
 文件格式
 ASCII, 301
 BIN, 301
 BMP, 300
 CSV, 300
 PNG, 300
 文件键, 55
 文件浏览器, 保存到, 297
 文件名, 新, 298
 文件资源管理器, 304
 使用, 306
 无确认条件的地址, I2C 触发, 154
 污染度, 335
 定义, 335
 无限余辉, 64, 245, 286

索引

无源探头, 44

X

X 和 Y 游标, 218

XY 模式, 80, 192

下降时间测量, 230

限定符, 131

显示多个采集, 64

显示屏, 57, 62

测量线, 62

解释, 62

亮度, 63

模式, 245

清除, 245

区域, 62

软键, 62

矢量, 246

信号细节, 247

状态行, 62

相对地扩展, 91

相对中心扩展, 91

相位测量, 232

消隐, 81, 195

斜率触发, 128

新标签, 86

型号, 34

许可, 96, 308

序列号, 34

选件 SEC, 309

选择

值, 50

选择数字通道, 55

选择旋钮, 55

选择值, 50

Y

Y 和 X 游标, 218

延迟测量, 231

延迟模式, 77

延迟扫描, 77

延迟时间指示器, 76

延迟旋钮, 77

眼图, 253

用户定义的阈值, 109

用户校准, 92

有保障的技术参数, 336

游标, 扫描速度, 76

游标, 通道, 71

游标测量, 81, 216

有源探头, 45

域, 31

预定义标签, 85

余辉, 无限, 64

预设, FFT, 210

与示波器通信, 30

阈值

模拟通道测量, 225

数字通道, 109

远程接口, 30

远程控制, 30

远程前面板, 35

远程显示, web, 34

源频率, 189

运输损坏, 21

运输预防措施, 315

运行控件, 56

Z

Z 轴消隐, 81, 195

Zoom 模式, 77

噪声

低频, 285

高频, 284, 285

噪声抑制, 121

占空比测量, 228

帧触发, I2C, 155, 156

振幅测量, 235

正常采集模式, 250

正常触发模式, 56, 67, 120

正常游标, 216

正脉宽测量, 230

值, 选择, 50

滞后, 触发, 285

支座, 25

周期测量, 229

主机名, 31, 34

主水平模式, 75

装入文件, 304

状态, 用户校准, 94

状态行, 62

自动测量, 82, 223

自动触发模式, 67, 119

自动触发指示灯, 56

自动触发指示器, 119

自动单次, 66

自动定标

数字通道, 104

自动设置, 67, 104

自检, 服务, 95

子网掩码, 31

总线显示模式, 110

阻抗

数字探头, 317

外部触发, 126

阻抗软键, 72

最大采样率, 254

最大测量, 235

最大测量时的 X, 230

最小测量, 235

最小测量时的 X, 231

www.agilent.com

有关此手册的更新版本, 请访问:
www.agilent.com/find/mso7000

© Agilent Technologies, Inc. 2008

马来西亚印刷
2008 年 1 月, 第一版



54695-97002



Agilent Technologies