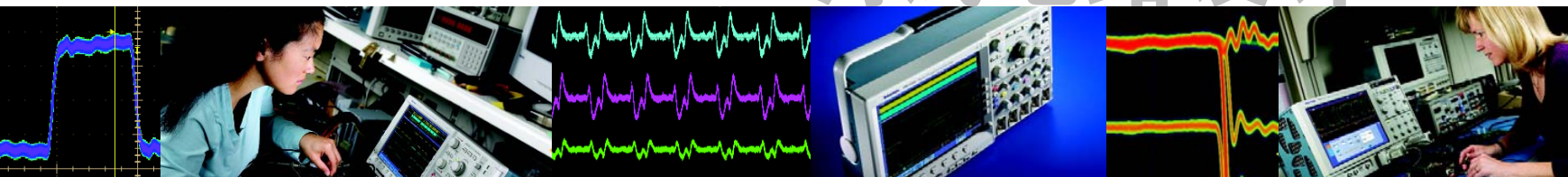


# 使用 DPO4000 系列示波器 调试电路设计





## 目录

使用DPO4000系列示波器调试电路设计·····4	测试视频信号·····14
探索长时间的数据记录·····5-6	查找非预计的电路噪声·····15
捕获和显示嵌入式串行总线·····7	分析电源线路谐波·····16
捕获和分析汽车串行总线·····8	测量开关电源电路·····17
捕获偶发毛刺·····9-10	使用OPENCHOICE®编制结果文档·····18
考察微小的信号·····11	在EXCEL记录波形测量数据·····19
调试数字定时问题·····12	使用SIGNALEXPRESS™泰克版进行远程控制·····20
检查信号完整性·····13	通过SIGNALEXPRESS™泰克版软件实现极限测试·····21

## 使用 DPO4000 系列示波器调试电路设计

当前的工程师和技术人员正面临着日益复杂、日益关键的调试任务。新型数字电路给设计人员带来了新的问题：串行总线上的系统集成问题，瞬变，信号畸变，总线争用问题等等，当然也包括产品开发周期的竞争压力，这一切都要求必须迅速准确地完成调试工作。

DPO4000 系列提供了杰出的性能、经济性和便携能力，可以迅速简便地迎接这些挑战。这些示波器可以查看电路行为，准确捕获信号，分析采集的波形，确定电路故障的根本原因，帮助您解决问题。

DPO4000 系列提供了：

- ▶ 350 MHz, 500 MHz 和 1 GHz 型号
- ▶ 在所有通道上实现了高达 5 GS/s 的取样速率
- ▶ 10 MB 标配记录长度，Wave Inspector® 前面板导航控制功能
- ▶ 标配内置 USB 主机端口和设备端口
- ▶ 使用 PC 连接软件，简便地编制文档
- ▶ 可选的串行触发和分析功能

下面介绍的调试技巧旨在进一步简化您的调试任务。但是，如果您需要更多的帮助，您可以与泰克当地代表处或授权代理商联系，也可以访问网址：[www.tektronix.com/oscilloscopes](http://www.tektronix.com/oscilloscopes)。

## 探索长时间的数据记录

串行总线的使用量不断提高,推动着对更长的高分辨率捕获窗口的需求。随着波形记录长度不断提高,示波器用户必须花费越来越多的时间,滚动显示屏,查看所有数据。手动滚动数据就象不使用搜索引擎、网络浏览器或收藏夹查看互联网一样麻烦。



DPO4000 系列 Wave Inspector® 控制功能可以简便高效地处理长时间的数据记录,获得所需的答案。

### 专用前面板 Wave Inspector® 控制功能包括:

- ▶ 缩放 / 平移
- ▶ 播放 / 暂停
- ▶ 设置 / 清除标志
- ▶ 搜索和标志
- ▶ 在标志之间导航

例如,顺时针旋转平移外圈会在波形上向右平移缩放窗口,反时针旋转则会向左平移缩放窗口。旋转的越远,缩放窗口在波形中移动得越快。即使在 1000 万点的采集中,仍可以迅速把缩放窗口从记录一端移动到另一端。

## 探索长时间的数据记录(续)

在检查信号时，您可能会发现许多波形区域需要进一步考察，或可以在其余分析中作为参考点使用。通过 Wave Inspector<sup>®</sup>，可以把标志手动放在波形上，使用前面板和按钮，从一个标志跳到下一个标志，而不要求调节缩放标度或位置。



除把标志手动放在波形上，Wave Inspector<sup>®</sup>还可以搜索整个采集，自动标志每次发生的用户指定事件。

### 手动使用搜索和标志：

1. 缩放信号，在屏幕中心定位感兴趣的事件。
2. 按 **Mark Set/Clear** 前面板按钮。
3. 对感兴趣的所有信号重复上述操作。
4. 按 **←** 和 **→** 箭头按钮，在事件之间即时跳动。

### 自动查找感兴趣的事件：

1. 按 **Search** 前面板按钮。
2. 选择 **Search Type** (与选择触发类型类似)，输入搜索标准。
3. 注意所有所有匹配的事件都在瞬间标上三角形。
4. 与手动标志一样，使用 **→** 和 **←** 箭头在搜索结果之间导航。

## 捕获和显示嵌入式串行总线

低速串行总线在嵌入式设计中的使用量的提高,推动着对更长的高分辨率捕获窗口的需求。但是,串行总线波形解释起来非常困难。硬件工作正常吗?是否有软件漏洞?系统噪声是否影响总线传送?

DPO4000系列选装的DPO4EMBD串行触发和分析功能可以迅速捕获和解码I<sup>2</sup>C和SPI串行总线业务,帮助检验和调试设计。



### 触发 I<sup>2</sup>C 串行信号:

1. 连接串行数据和时钟信号。
2. 按 **B1** 前面板按钮,把输入定义为 I<sup>2</sup>C 串行总线。
3. 按 **Trigger Menu** 前面板按钮。
4. 选择 **Bus** 触发 **Type**。
5. 选择要触发的信号事件,如某个 **Address** 上的任何活动。
6. 注意屏幕底部解码后的总线波形,它提供了简便的时间对准的串行信号解码。

## 捕获和分析汽车串行总线

低速串行总线(如 CAN 总线)正越来越多地用于汽车、航空和工业控制应用中。使用传统示波器、逻辑分析仪和协议分析仪调试和检验这些系统可能会非常复杂、困难。

DPO4000系列选装的DPO4AUTO串行触发和分析功能可以迅速捕获和解码CAN串行总线业务,帮助检验和调试设计。



### 触发 CAN 串行信号:

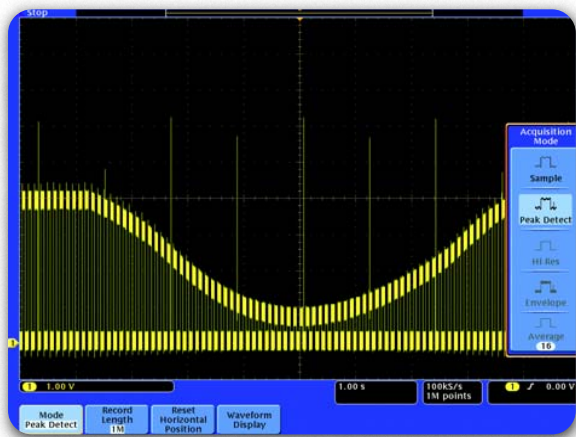
1. 连接和显示串行信号。
2. 按 **B1** 前面板按钮, 把输入定义为 CAN 串行总线。
3. 按 **Trigger Menu** 前面板按钮。
4. 选择 **Bus** 触发 **Type**。
5. 选择要触发的信号事件, 如每个 **Start of Frame**。
6. 在 **B1** 菜单中, 选择 **Display As Event Table**。
7. 事件表提供总线数据的文本读数, 简便地与系统设计文档进行对比。注意, 事件表中高亮度显示的内容与表格上方缩放窗口中选择的波形相对应, 实现了与示波器显示屏的时间相关。



## 捕获偶发毛刺

在当前的高速数字电路设计中,偶发毛刺和随机异常事件可能会导致电路失效。DPO4000 系列使找到这些毛刺变得前所未有的简便,同时通过峰值检测功能简化了这一任

务。峰值检测可以捕获和显示窄毛刺,即使是低速时基设置的低频信号也不例外。



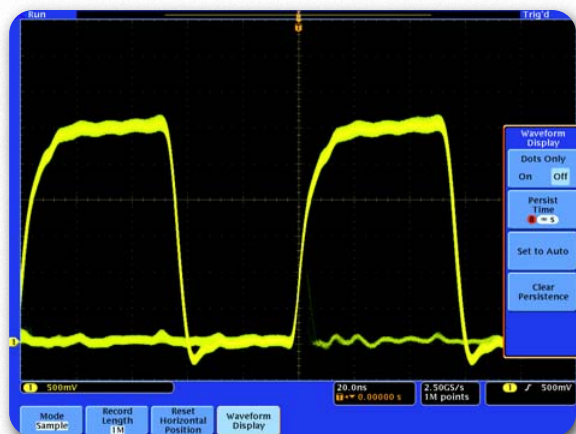
### 为使用峰值检测功能:

1. 在屏幕上显示波形。
2. 按 **Acquire** 前面板按钮。
3. 按 **Peak Detect** 菜单按钮。
4. 注意示波器捕获多个非常窄的毛刺,即使在扫描速度很慢时。如果没有峰值检测,那么将看不到这么多的毛刺。

## 捕获偶发毛刺(续)

查看间歇性异常信号也可能是一个挑战。DPO4000系列提供了可变余辉和无穷大余辉显示功能，为您提供

了信号随时间变化的相关信息，可以更加简便地了解捕获的瞬变特点。



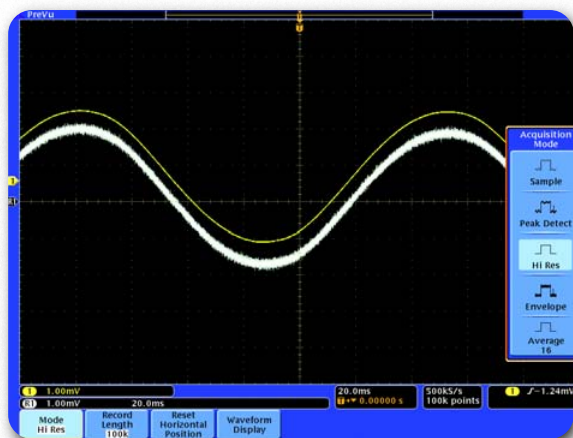
### 为使用显示余辉：

1. 在屏幕上显示波形。
2. 按 **Acquire** 前面板按钮和 **Waveform Display** 菜单按钮。
3. 调节 **Persist Time** 菜单按钮，直到选择需要数量的余辉。
4. 按 **Intensity** 前面板按钮，使用多功能旋钮调节灰度亮度。
5. 可以根据显示屏上波形亮度的细微变化，判断异常信号的相对发生频次。

## 考察微小的信号

考察mV或 $\mu\text{V}$ 范围的信号可能极具挑战，这不仅由于其信号幅度低，还因为其可能发生相对较高的噪声。

通过ADA4000A差分放大器，可以使用标准10X无源探头，以直到 $100\ \mu\text{V}/\text{div}$ 的垂直分辨率采集差分信号。即使在单次事件上，DPO4000系列的Hi Res采集模式仍降低了噪声，提高了垂直分辨率。



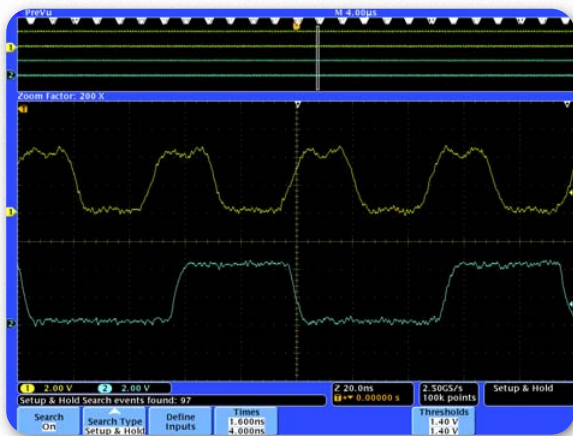
### 使用 ADA400A 和 Hi Res 采集和显示微小的差分信号：

1. 在屏幕上显示波形。
2. 按 **Acquire** 前面板按钮。
3. 按 **Hi Res** 菜单按钮。
4. 注意Hi Res采集模式显示了干净的黄色单次波形，原始信号则用白色表示。

## 调试数字定时问题

数字设计人员必需迅速找到和分析各种电路定时问题。例如,数字电路中的建立时间和保持时间违规可能会导致不可预测的电路操作。DPO4000 系列提供了捕获违

规的建立时间和保持时间触发功能,同时它提供了搜索功能,自动确定采集内部的所有违规。



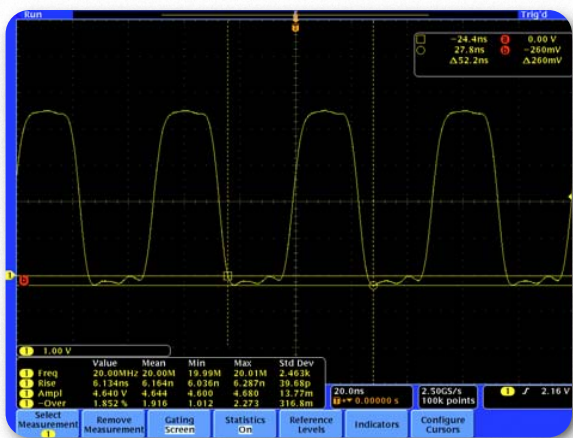
### 为找到建立时间和保持时间违规:

1. 按 **Trigger Menu** 前面板按钮。
2. 在侧面菜单中, 按 **Type**, 直到选择 **Setup & Hold**。
3. 使用多功能旋钮, 设置所需的最小建立时间和保持时间。
4. 按 **Search** 前面板按钮。
5. 选择 **Search on Setup & Hold**, 输入搜索参数或选择 **Copy Trigger Settings to Search**。
6. 注意其立即标出建立时间和保持时间违规数量, 它们用白色三角形标出。

## 检查信号完整性

设计工程师必需检定设计中的信号，以保证设计在实际环境中可靠地工作。检定标准包括频率和幅度变化、上升时间、过冲、地跳动、串扰和其它信号完整性问题。

通过DPO4000，可以简便地自动或使用光标完成这些测量。

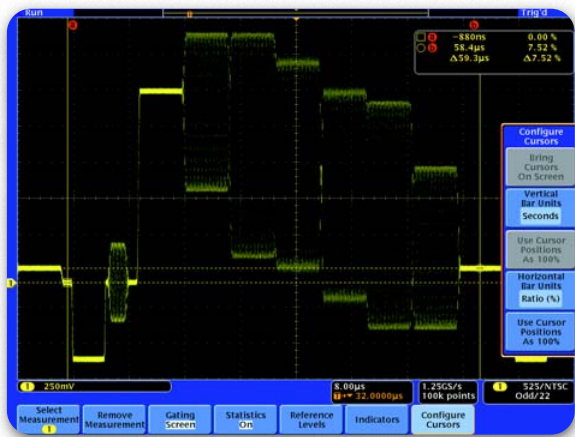


### 为进行信号完整性测量：

1. 按**Cursors**前面板按钮两次，选择Horizontal Bar光标。
2. 使用多功能旋钮，把一个光标放在接地上，把另一个光标放在负过冲上。
3. 注意显示屏右上角光标读数中的过冲电压。
4. 为在信号上进行自动测量，按**Measure**前面板按钮，选择所需的自动测量项目。
5. 通过启用**Statistics**，可以监测最坏情况下测量项目随时间变化。

## 测试视频信号

视频技术人员必须在不同测试点迅速检查是否存在视频信号。如果位于现场，技术人员需要使用可以简便地带到每个地方的、重量轻的便携式测试设备。



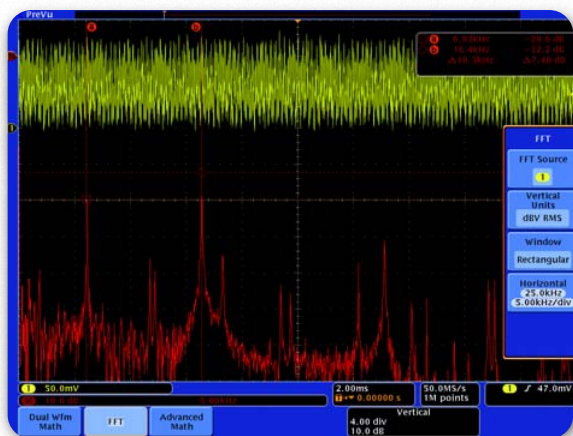
DPO4000系列视频触发功能使这一示波器成为这些技术人员的重要工具。

1. 在必要时，使用相应的适配器和 75Ω 端接器，把视频信号连接到示波器上。
2. 按 **Trigger Menu** 前面板按钮。
3. 按触发 **Type** 菜单按钮，直到选择 **Video**。
4. 选择 **Trigger On Line Number**，可以使用多功能旋钮，检查每个视频行。
5. 为增加部分显示余辉，按 **Acquire** 和 **Waveform Display**，使用多功能旋钮，选择所需的辉度等级。
6. 可以使用光标，测量相对幅度，如本显示屏中所示的 7.5% 视频设置电平。

## 查找非预计的电路噪声

工程师和技术人员通常需要在原型中检查非预计的噪声。但是，在时域中可能很难分析噪声信号，如下图所示。DPO4000 系列快速傅立叶变换(FFT)为识别电路中的噪声来源提供了强大的工具。FFT 使得用户可以把信号划分成

构成频率，然后示波器可以使用这些构成频率，显示信号的频域图。有了这些信息，开发人员可以把这些频率与已知系统频率关联起来，如系统时钟、频率振荡器、读/写选通、显示信号或开关电源。



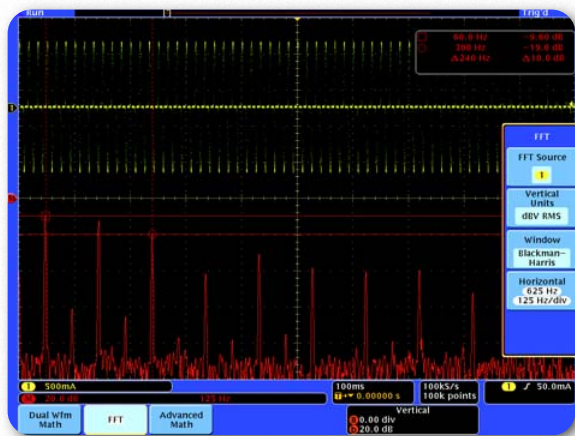
### 为在频域中考察噪声信号：

1. 按前面板 **Math** 按钮。
2. 按 **FFT** 菜单按钮。
3. 按 **Window** 菜单按钮，直到选择 **Rectangular** 窗口，它在宽带噪声信号上提供了最高的频率分辨率。
4. 在需要时，使用多功能旋钮，调节 FFT 波形的垂直和水平位置和标度。
5. 在本例中，FFT 中两个最高的峰值表明在 6 kHz 和 16 kHz 时有明显的噪声源。在本例中，这些是耦合到信号中的系统时钟。

## 分析电源线路谐波

电源电路设计人员通常需要分析电路对电源线的影响。尽管理想的电源会给电源线带来恒定负荷，但实际电源电路并不能实现这一点，而会在电源线上产生谐波。

DPO4000 及推荐配件(如 TCP0030 电流探头)提供强大的工具，简便地测量电源电流，分析电源线上的谐波。



### 为在电流波形上显示电源线谐波：

1. 注意显示屏左下方的黄色读数，通过简单连接探头，波形的垂直单位已经自动设置成毫安(mA)。
2. 按 **Math** 前面板按钮。
3. 按 **FFT** 菜单按钮。
4. 按 **Window** 侧面菜单按钮，直到选择 **Blackman-Harris**。这个窗口最适合准确地测量幅度。
5. 光标可以简便地测量FFT中谐波的绝对和相对幅度和频率，如基波和五次谐波。



## 测量开关电源电路

开关电源转换产品设计人员通常需要分析其设计中元件消耗的瞬时功率，这一测量只能通过示波器实现。

DPO4000 的长记录长度、信号调节和全系列测量配件提供了强大的工具，可以简便地测量开关电源电路。



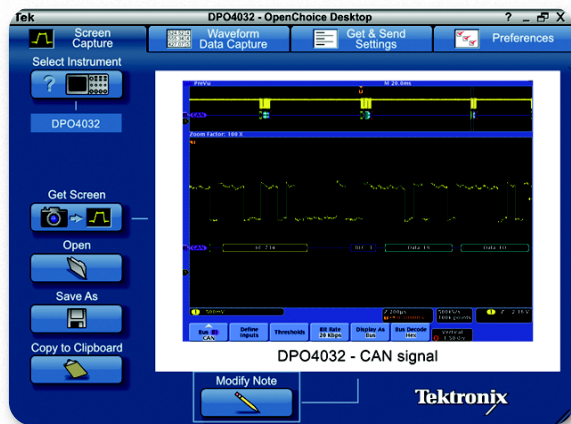
### 为显示开关设备中消耗的瞬时功率：

1. 测量开关设备中的电压(如从 IGBT 集电极到发射器)。
2. 测量流经设备的电流(如 IGBT 集电极电流)。注意显示屏左下方蓝色读数上的 mA 单位。
3. 按 **Acquire** 前面板按钮和选择 **Average** 或 **Hi Res** 采集模式，降低信号上的噪声。
4. 按 **Math** 前面板按钮，选择通道 **1 X** 通道 **2**，显示瞬时功率波形。
5. 可以使用自动测量，显示电压、电流和功率测量，包括峰值和均值功率。

## 使用 OpenChoice® 编制结果文档

实验室中的设计工程师和现场的技术人员通常需要存档使用示波器完成的工作。他们可能会把屏幕图保存到可移动存储设备上，然后把文件手动复制到 PC 上。

每部 DPO4000 免费提供的简便易用的 OpenChoice® Desktop 通过 USB 直接把屏幕图传送到 PC 上，简化了这些文档编制任务。

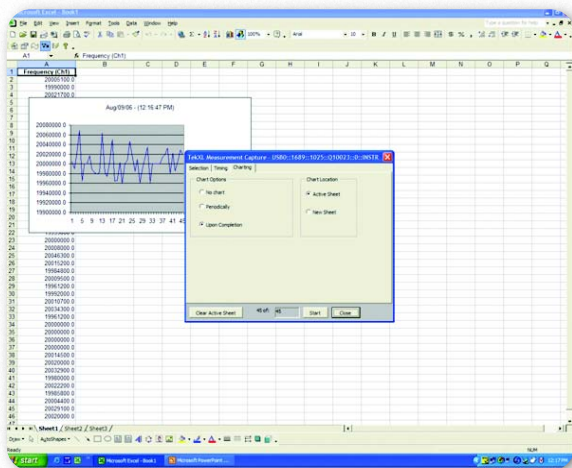


1. 采集信号。
2. 使用 USB 电缆把示波器连接到 PC 上。
3. 启动 **OpenChoice® Desktop** 程序。
4. 按 **Select Instrument**，选择适当的 USB 仪器，点击 **OK**。
5. 按 **Get Screen**，捕获屏幕图。
6. 按 **Modify Note**，添加备注。
7. 按 **Save As**，把屏幕图保存到 PC 的文件中。
8. 按 **Copy to Clipboard**。然后可以启动文档编制程序，把图像粘贴到文档中。

## 在 Excel 记录波形测量数据

工程师和技术人员常见的一项任务是在示波器上进行测量，然后手动记录测量数据，存档电路性能随时间变化情况。但是，这一过程耗时长，可能会导致存档质量不一致。

简便易用的 TekXL 工具栏简化了采集数据及在 Excel 内部编制文档的任务。



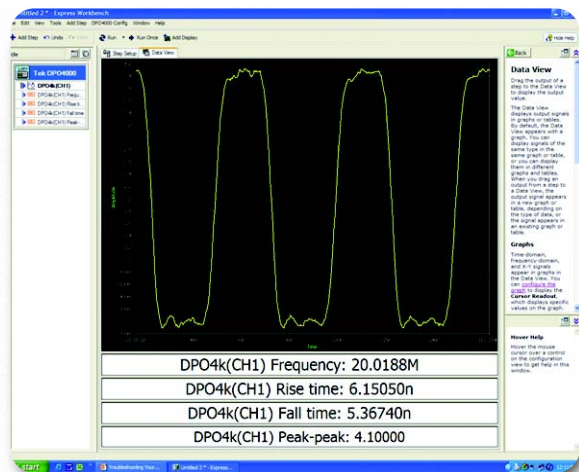
### 为记录测量项目随时间变化情况：

1. 采集信号。
2. 使用 USB 电缆把示波器连接到 PC 上。
3. 启动 **Excel**。选择 **Tools** ► **Add-ins...**，复选 **Tekxltoolbar** 旁边的框，启用 Tek XL 工具栏。
4. 按 **TekXL Connection** 图标，选择所需的仪器，按 OK。
5. 按 **TekXL Measurements** 图标。
6. 在 Selection 一栏上，选择 **Frequency**。
7. 在 Timing 一栏上，选择 5 秒的测量间隔，总共 **45** 个样点。
8. 在 Charting 一栏上，选择 **Upon Completion**。

## 使用 SignalExpress™ 泰克版进行远程控制

通过基本版 National Instruments SignalExpress™ 泰克版 (TE) 软件，可以从 PC 远程控制 DPO4000。每部仪器都免费提供这一软件，支持通过 GPIB、以太网和

USB 进行通信。最重要的是，SignalExpress™ TE 通过方便的 USB 即插即用功能，为各种泰克产品提供了内置支持。

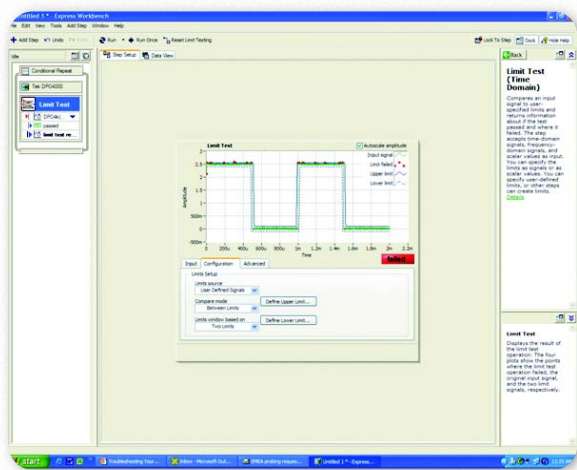


1. 采集信号。
2. 使用 USB 电缆把示波器连接到 PC 上。
3. 启动 **SignalExpress™ TE** 程序。
4. 将打开 SignalExpress™，仪器会自动连接，把数据传送到 PC 上。
5. 通过 **Step Setup** 一栏完成基本仪器远程控制。
6. 还可以在 **Step Setup** 一栏上选择自动测量。
7. 然后可以把波形显示画面和测量结果拖放到 **Data View** 一栏。

## 通过 SignalExpress™ 泰克版软件实现极限测试

尽管DPO4000提供了重要的机载分析功能，但通过基于PC的应用程序可以更好地满足部分应用需求。National Instruments SignalExpress™ 泰克版提供了高级分析功

能，如滤波、直方图和极限测试，所有这一切都通过 Windows 界面及简便的 USB 即插即用能力完成。



1. 采集信号。
2. 使用 USB 电缆把示波器连接到 PC 上。
3. 启动 **SignalExpress™ TE** 程序。
4. SignalExpress™ 将打开，仪器自动连接，把数据传送到 PC 上。
5. 为针对指定极限对信号进行极限测试，选择 **Add Step ▶ Analog ▶ Test ▶ Limit Test**。
6. 输入极限常数或波形。
7. 还可以选择 **Add Step ▶ Operations ▶ Conditional Repeat**，重复测试，直到发生失败。





#### **有关信息**

泰克公司备有内容丰富的各种应用文章、技术简介和其他资料，并不断予以充实，可为从事前沿技术研究的工程师提供帮助。请访问泰克公司网站 [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)



版权 ©2006, 泰克公司。泰克公司保留所有权利。泰克公司的产品受美国 and 国外专利权保护，包括已发布和尚未发布的产品。以往出版的相关资料信息由本出版物的信息代替。泰克公司保留更改产品规格和定价的权利。TEKTRONIX 和 TEK 是泰克有限公司的注册商标。所有其他相关商标名称是各自公司的服务商标或注册商标。

09/06

DM/WOW

48C-19973-0