

用户手册

TDS3FFT
FFT 应用模块
071-0363-01



071036301

©Tektronix 版权所有，保留所有权利。

Tektronix 产品受美国和外国专利权的保护，包括已取得和正在申请的专利。本文中的信息将取代所有以前已公布资料中的信息。保留更改产品规格和价格的权利。

Tektronix, Inc., P.O. Box 500, Beaverton, OR 97077

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

DPX、WaveAlert 和 e*Scope 是 Tektronix, Inc. 的商标。

保修概要

Tektronix 保证所生产和销售的产品，从授权 Tektronix 分销商发货日期开始的一（1）年期间，不会出现材料和工艺缺陷。如果产品在保修期限内证明有缺陷，那么 Tektronix 会按照完整的保修声明中所述，提供修理或更换。

若有意安排服务或索取保修声明的完整副本，请与最近的 Tektronix 销售和服务办事处联系。

除此概要中或适用的保修声明中提供的保修之外，TEKTRONIX 不作任何形式的、明确的或暗含的保修，包括但不限于适用性和特殊目的适用性的暗含保修。TEKTRONIX 对间接的、特殊的或由此产生的损坏概不负责。

Tektronix 联系信息

电话 1-800-833-9200*

地址 Tektronix, Inc.
部门或姓名 (如果知道)
14200 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500 Beaverton, OR 97077 USA

网站 www.tektronix.com

销售支持 1-800-833-9200, 选项 1*

服务支持 1-800-833-9200, 选项 2*

技术支持 Email: techsupport@tektronix.com

1-800-833-9200, 选项 3*

1-503-627-2400

美国西部标准时间上午6:00 - 下午5:00

* 此电话在北美洲地区为免费服务电话。若于非营业时间来电, 敬请留言。
北美洲以外地区, 请访问 Tektronix 网站上办事处名单, 与当地 Tektronix 分销商或销售办事处联系。


内容

安全性概要	2
安装应用模块	5
显示一个 FFT 波形	5
FFT 数学菜单	6
FFT 窗	10
频率混叠	13

安全性概要

为避免潜在的危險，请务必按照规定使用此产品。使用此产品时，您可能需要接触到系统的其它部分。请阅读其它系统手册中的一般安全性概要，了解与操作此系统相关的警告和注意事项。

防止静电损坏

 **注意** 静电放电 (ESD) 可能损坏示波器及其附件。为了防止静电放电，请按明确要求遵守下列预防措施。

使用接地腕带。 在安装或拆卸敏感部件时，戴上防静电的接地腕带以释放您身体的静电电压。

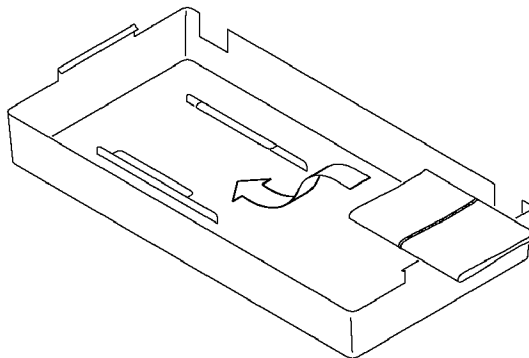
在安全工作区内操作。 在安装或拆卸敏感部件时，请勿在工作区内使用可能产生或带有静电荷的任何装置。在台面或底座表面易于产生静电荷的区域内，避免操作敏感部件。

小心操作部件。 不要在任何表面上滑动敏感部件。不要触摸连接器的外露插针。尽可能减少对敏感部件的操作面积。

小心运输和存储。 将敏感部件装入防静电的袋子或容器中进行运输和存储。

手册存放

示波器前盖上设有便于存放此手册的位置。



安装应用模块

请参阅 *TDS3000* 和 *TDS3000B* 系列应用模块安装手册，以获得有关安装极限测试应用模块的详细信息。

显示 FFT 波形

1. 设置源信号垂直 SCALE(刻度)使得信号峰值不超过显示屏大小。越过显示屏的信号峰值会产生 FFT 波形错误。
2. 设置水平 SCALE(刻度)控制器来显示五个或五个以上的源信号周期。显示更多的周期意味着 FFT 波形能够显示更多的频率成分，提供更好的频率分辨率，并且减少混叠（参考第 9 页的关于混叠的更多信息）。

如果信号是单脉冲（暂态）信号，确保整个信号（暂态事件和瞬变或者噪声）显示在屏幕的中央。

您不能对 XY 信号使用 FFT。

3. 按下垂直 **MATH** 按钮以显示 MATH 菜单（注意：在使用快捷菜单时无法使用 MATH）。
4. 按下 **FFT** 屏幕按钮以显示 FFT 子菜单。示波器显示上一次选择的 FFT 源的波形。
5. 选择信号源。您可以在任通道或任何存储的参考波形上做 FFT。
6. 选择适当的垂直刻度及 FFT 窗。
7. 使用缩放控制按钮和光标来放大和测量 FFT 波形。

FFT Math (数学) 菜单

底部	旁边	说明
FFT	设置 FFT 源	设置 FFT 信号源。有效输入源为：CH1 和 CH2 (双通道仪器)，CH1 到 CH4 (四通道仪器) 以及参考波形 1 到 4 (所有仪器)。
	设置 FFT 垂直刻度	设置垂直刻度显示单位。可用的刻度有 dBV RMS 和线形 RMS。
	设置 FFT 窗	设置用于信号源的窗函数 (Hanning 窗, Hamming 窗, Blackman-Harris 窗或矩形窗)。参见第 7 页关于 FFT 窗的更多信息。

FFT 源关键点

- 按下子菜单按钮，选择信号源。
- 使用 FFT 在正常获取模式 (10k 的记录长度) 中减慢示波器的反应时间。
- 一个用正常获取模式得到的波形比用快速触发模式得到的波形具有更低的噪声本底和更好的频率分辨率。


- 具有直流成分或偏差的信号会引起不正确的 FFT 波形成分数值。为减少直流成分，可以选择 AC (交流) 耦合。
- 为减少重复或单脉冲事件的随机噪声以及混叠频率成分，设置示波器的获取模式为平均高于 16 或更多的取样。平均模式使信号不随触发一起衰减。
- 如果源信号包含与触发率不一致的感兴趣频率，那么就不要再使用平均获取模式。
- 不要在进行 FFT 的同时使用峰值检测和包络模式。峰值检测和包络模式会造成 FFT 结果的显著失真。
- 对暂态 (脉冲, 单脉冲) 信号，为使脉冲信息位于波形记录的中心，须设置示波器对暂态信号触发。

FFT 垂直刻度关键点

- 按子菜单按钮选择一种刻度。可用的刻度有 dBV RMS 和线性 RMS。
- 垂直移动垂直 POSITION (位置) 和 SCALE (刻度) 旋钮, 重新刻度 FFT 波形。
- 为在一个大的动态范围内显示 FFT 波形, 请使用 dBV RMS 刻度。dB 刻度用对数刻度显示大小, 用 dB 表示 $1V_{RMS}$, 即 $0dB=1V_{RMS}$, 或者称为源波形单位 (例如电流测量中的安培)。
- 为在一个小的动态范围内显示 FFT 波形, 请使用线性电压刻度。线性刻度使您能够显示并直接与等值的成分相比较。

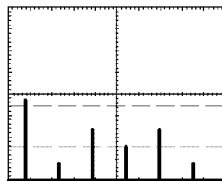
Nyquist 频率关键点

- 为确定 Nyquist 频率, 按下 ACQUIRE (获取) 菜单按钮。这将在屏幕的右下区域显示当前的取样率。Nyquist 频率为取样率的一半。例如, 如果取样率为 25.0 MS/s, 那么 Nyquist 频率为 12.5 MHz。

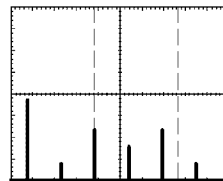
缩放 FFT 波形显示。 将缩放按钮  与水平 POSITION 和 SCALE 控制按钮一起使用可以放大 FFT 波形。当您改变缩放因数, FFT 波形在垂直分度线中心附近被水平放大。FFT 波形在 M 标志 (显示屏左边的数学波形参考点图标) 附近被垂直放大。缩放按钮不影响示波器的真实时间基准和触发位置的设置。

注意。 FFT 波形用整个源信号波形记录来计算。对源信号或 FFT 波形区域的放大不会重新计算该区域的 FFT 波形。

使用光标测量 FFT 波形 您可以用光标对 FFT 波形做两种测量: 大小 (单位为 dB, 或者源波形的垂直单位, 如安培) 和频率 (单位为 Hz)。dB 的大小以 0dB 为参考点, 0dB 等于 $1V_{RMS}$ 。使用水平光标 (H Bars) 测量大小; 使用垂直光标 (V Bars) 测量频率。



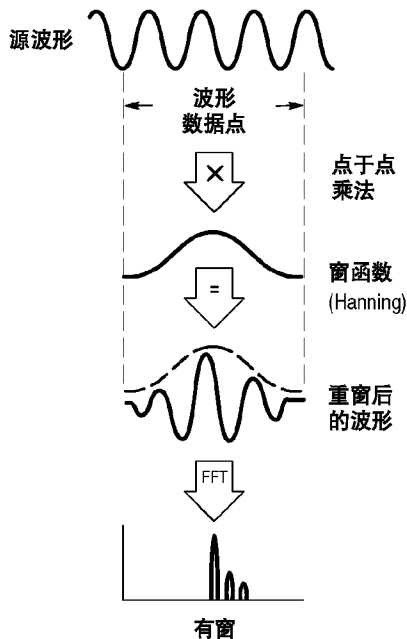
大小光标



频率光标

FFT 窗

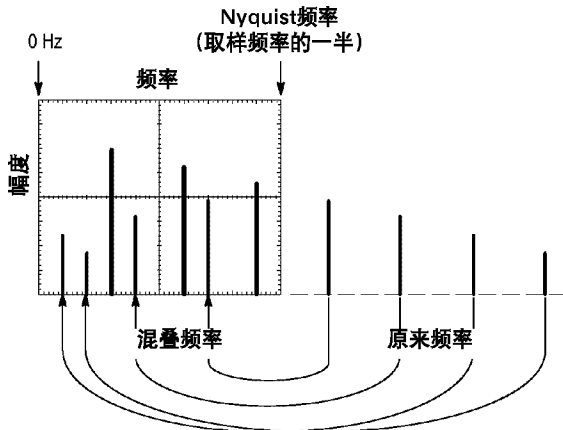
对波形记录应用窗函数可以改变波形，使得初值和终值接近，从而减少了不连续性。这使得 FFT 测量更精确地反映真实的信号频率成分。窗的“形状”决定了它是否很好地分析了频率和幅度信息。



FFT 窗	特点	最合适的测量内容
Blackman-Harris	最好的幅度分辨率，最差的频率分辨率。	主要用于单频信号，寻找更高次谐波。
Hamming, Hanning	与矩形窗相比，具有较好的频率分辨率，较差的幅度分辨率。Hamming 窗的频率分辨率稍好于 Hanning 窗。	正弦、周期和窄带随机噪声。 暂态或短脉冲，信号电平在此前后相差很大。
矩形	最好的频率分辨率，最差的幅度分辨率。与不加窗的状况基本类似。	暂态或短脉冲，信号电平在此前后大致相等。 频率非常相近的等幅正弦波。 具有变化比较缓慢的波谱的宽带随机噪声。

频率混叠

当示波器接收一种包含高于 Nyquist 频率的频率成分的信号时就会出现这个问题。高于 Nyquist 频率的成分会被低取样，看起来就象在 Nyquist 频率附近反折回去，表现为较低的频率成分。这种不正确的频率成分称为混叠频率。



用下列方法消除频率混叠:

- 调整水平 SCALE(刻度)至较快的频率设置以增加取样率。因为当您增加频率时就已经增加了 Nyquist 频率，混叠的频率成分将出现在正确的位置。如果增加的频率成分显示在屏幕上使得测量个别成分时出现困难，那么就使用缩放按钮来放大 FFT 波形。
- 使用滤波器对源信号中低于 Nyquist 频率的成分进行带宽限制。如果您想观察的频率成分低于内置带宽设置（一般示波器为 20MHz，300MHz 和 500MHz 的示波器为 150MHz），那么就将源通道带宽设置为合适的大小。按下垂直 MENU 按钮访问通道带宽菜单。

