数字存储示波器应用及波形测量分析

秦政云

（昆明电机有限责任公司　云南 昆明　650100）

摘　要：TDS3000B 数字存储示波器性能和精度高，并拥有先进的功能。本文主要分析和介绍如何使用示波器来测量发电机的波形参数。

关键词:TDS3000B数字存储示波器　发电机　波形参数

1 引言

面对当今复杂的测量系统，仅用万用表的测量已经无法提供足够决定故障的起因；数字存储示波器具有良好的显示、存储功能。TDS3000B 示波器满足了当今同时进行测量和检查波形的需要，独特的“即触即测”功能自动显示多种实际信号的波形。Tektronix 公司的 TDS 系列数字实时示波器早已经在各行业得到广泛应用，并且其配套的扩展模块 TDS3FFT 和 TDS3TRG 具有与外部设备双向通讯的功能，可直接与打印机、微机连接，使波形的存储打印等工作变得十分方便。

2 TDS3000B 数字荧光示波器的功能介绍

TDS3000B 示波器的强大功能来自其内部。泰克公司在设计中采用了独特的 ASIC 硬件，专用于视频信号的处理任务，如捕获、分析和即时显示复杂动态波形。其结果是，这种示波器不仅具有与模拟示波器同样的丰富的显示信息，而且在显示细节上也远远胜过模拟示波器。TDS3000B 型示波器的优越性表现在它能够捕获模拟示波器观察不到或传统数字示波器上难以显示的异常波形。泰克公司的 DPO 技术既能实时显示捕获到的异常波形，又能根据波形观察的需要提供各种亮度层次显示，显示的波形和单次事件都易于观察和理解。

3 数字示波器的应用

3.1 频率测试范围的确定

要想准确快速地对系统信号进行分析，测量时还有很多新的因素必须考虑。如仪器速度能否跟上被测信号的变化、带宽是否足够、测量方法会不会引入干扰，甚至还有所使用的探头是否合适等等。就比如说 60MHz 带宽示波器，并不意味着可以很好地测量 60MHz 的信号。根据示波器带宽的定义，若输入峰峰值为 1V 的 60MHz 正弦波到 60MHz 带宽示波器上，我们在示波器上将看到 0.707V 的信号(30%幅值测量误差)。如果测试方波，选择示波器的参考标准应是信号上升时间，示波器带宽＝0.35/信号上升时间×3，此时我们的上升时间测量误差为 5.4%左右。

示波器的探头带宽也很重要，若使用的示波器探头带宽很低，将会使示波器带宽大大下降。如若使用 20MHz 带宽的探头，则能实现的最大带宽是 20MHz，如果在探头前端使用连接导线，将会进一步降低探头性能，但对 4MHz 左右方波不应有太大影响，因为速度不是很快。另外还要看一下示波器使用手册，

有的 60MHz 示波器在 1:1 设置下，其实际带宽将锐减到 6MHz 以下，对于 4MHz 左右的方波，其三次谐波是 12MHz，五次谐波是 20MHz，若带宽降到 6MHz，对信号幅值衰减很大，即使能看到信号也绝对不是方波，而是幅值被衰减了的正弦波。

3.2 毛刺触发指标有什么意义？

毛刺/脉宽触发一般有两种典型应用场合，一是同步电路行为，如利用它来同步串行信号，或对于干扰非常严重的应用无法用边沿触发正确同步信号时，脉宽触发就是一个选择；另一是用来发现信号中的异常现象，如因干扰或竞争引起的窄毛刺，由于该异常是偶发显现，必须用毛刺触发来捕获(也有一种方法是峰值检测方式，但峰值检测方法有可能受其最大采样率的限制，所以一般是只能看而不能测)。在问题所提的例子中，若被测对象的脉冲宽度是 50ns，而且该信号没有任何问题，也就是说没有因干扰、竞争等问题引起的信号畸变或变窄，那么用边沿触发就可同步该信号，无需使用毛刺触发。根据不同的应用，未必会使用到 5ns 这个指标，因此在发电机波形测试时可将脉宽触发设置为 10ms～30ms。

4 示波器的校正

示波器与其它仪器一样（如万用表等），在使用之前都必需要先对其进行校正。而所谓对示波器的校正，是将示波器的原来波形在测试之前正确调试出来，即连接示波器探头至通道 1，固定探头尖和基准导线至 PROBE COMP 连接器，然后按下 AUTOSET．检查显示的波形的形状是否与示波器出厂所设定的波形一致。如不一致，那么通过调整探头端的调节扭来校准，直到和示波器原厂家设定的波形一致为止。

5 测量

5.1 如何进行测量

在进行测量时，了解自己的示波器的能力是很重要的。不要试图在一个 20MHz 的示波器上观察一个 10MHz 的方波，因为在这种情况下不可能看到方波的真实形状，10MHz 的方波中包含有 10MHz 的正弦波基波，以及 30MHz、50MHz、70MHz 等的谐波。在 10MHz 的示波器上，也有可能看到 30MHz 谐波的部分效果（虽然其幅度不正确），但是下一个谐波分量的频率是示波器带宽的 2.5 倍！所以这时在示波器上看到的波形将更象一个正弦波而不象方波（见图 1 ）。

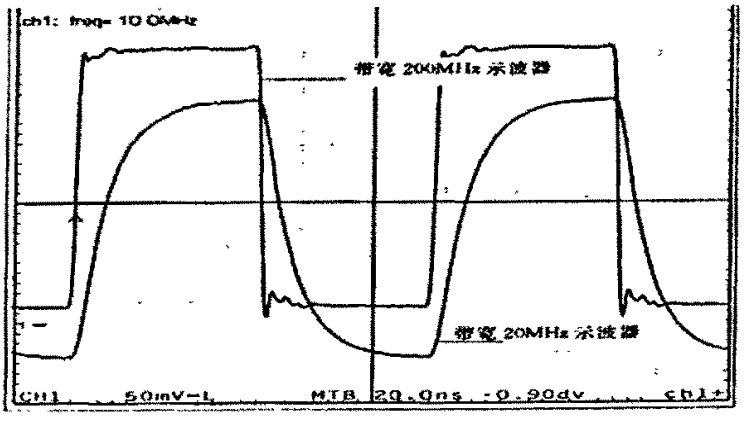


图 1 分别在 20MHz 和 1200MHz 示波器上显示的 10MHz 方波的波形

对于上升时间的测量来说，情况也是这样。如果您使用一台上升时间比被测信号的上升时间快 10 倍的示波器来进行测量，那么示波器本身的上升时间对测量的影响将几乎可以忽略。然而如果示波器的被测信号的上升时间相同，那么引起的测量误差可高达 41%。

波形的一个完整的周波叫作一个周期。一个周期就是从一个周波的某一点到下一个周波相应点所需要的时间（见图 2）。频率是在一秒钟之内所发生的波形的周波数。

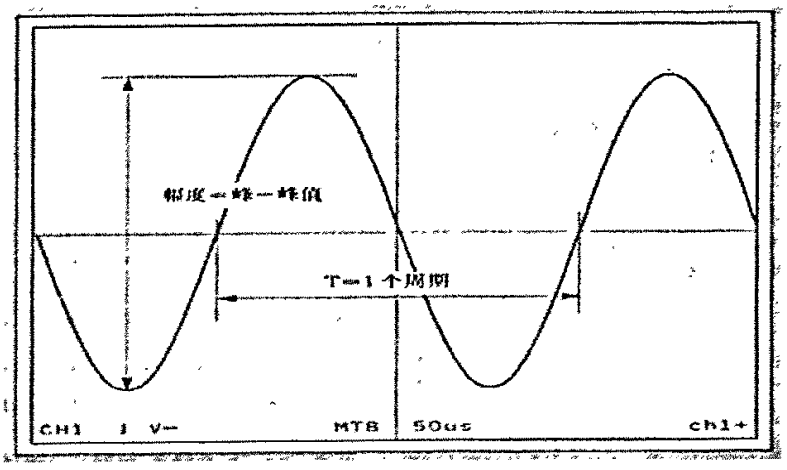


图 2　正弦波及其频率和幅度的表示

所以如果我们用 1 秒除以一个周期所需的时间就得到了用 Hz 表示的频率。

例如，周期=1ms 则

频率=1/10×10-3

=1000Hz

=1KHz

重复发生的波形称为重复性波形或周期性波形。这是最容易测量的波形。

对重复性波形或周期性波形最常测量的另一个参数是波形的幅度。幅度是一个波形上从最高点到最低之间的电压。这又称之为峰（一）峰值幅度或 Vp-p（见图 2）。

5.2　对发电机的线电压波形取样测量

师宗冒水洞电站所使用的发电机是我厂生产的大型发电机，发电机型号是 SF11—10/2860、电压 6300V、电流 1260A，为了检验发电机电压波形正弦性畸变率是否符合国家标准，我们对发电机在空载运行状态的线电压波形进行取样测试，取样电压为电压互感器二次测电压。

启动发电机组，打开示波器，将探头一端连至被选通道 CH1，并将探头测试端连至发电机二次测电压输出端，按 AUTOSET 以获得最佳的波形显示，之后再按运行 / 停止按扭，这时我们所测的波形就显示出来。若需获得更高的精确度，可以使用视频光标，按下 CURSOR 按钮后，示波器将显示一个菜单，供您选择振幅测量所用的水平线条。可用通用旋钮为光标单独定位，括出所需波形的点。当在用的光标移动时，振幅读数变化会自动显现在屏幕上。当选择了 IRE 或 mV 刻度后振幅读数将以恰当的单位显示。按光标选择水平条，可以取一个波形也可以选两个波形用光标来找出峰值，此时屏幕上将显示出比较直观的数据（见图 3）。

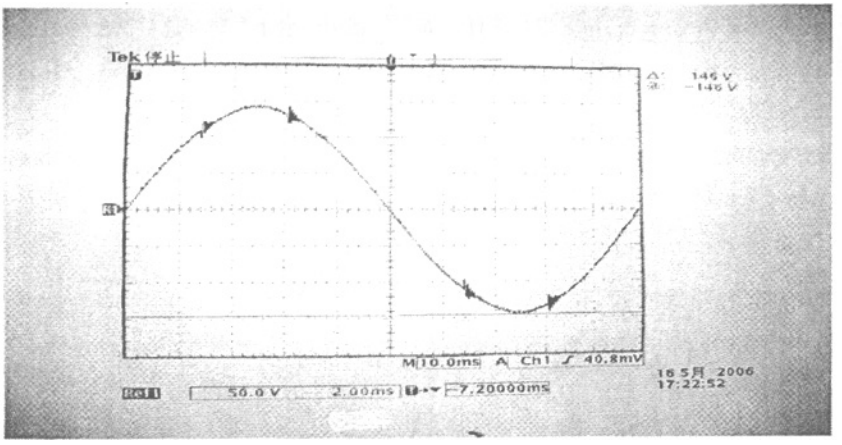


图 3　师宗冒水洞电站发电机示波器实测波形

并且可以把波形存储起来，以便我们分析。还可以利用示波器的 FFT 功能从频域进行分析，但是使用示波器的 FFT 功能测得的幅值只能作为定性的分析，而不能作为定量的分析。因此将电压波形的一个周期均匀分为 36 等分利用电压波形的谐波数学分析法算出电压波形畸变率，经计算型号是 SF11—10/2860 发电机电压波形畸变率 Ku=2.21%；另外我们当时使用型号为 SZ—3 失真度测量仪测出发电机电压波形畸变率 Ku=2.60%。用数字存储示波器测量计算出来的畸变率更接近于国家标准，由此我们可以使用轻便的数字存储示波器代替旧的、笨重的仪器很方便完成测量工作。

6　结论

TDS3000B 型示波器的优点是能够提高常规视频振幅和定时测量的速率和精确性。检测人员可以直观显示和测量振幅电平，而不必转换电压读数。用示波器完成的很多测量都是“常规”的，但这并不意味着测量本身是简单的。它们要求测量仪器不但能给出精确的结果，还要能够简化测量作业（诸如时间和振幅测量、过冲检测、浮动电压测量等）。下一步将要分析的是如何把我们所测的发电机电压波形通过泰克的 OpenChoice 软件，输送到计算机中运用电压波形的谐波数学分析法通过编程序来计算更精确的求出失真度。

参考文献

[1]　示波器使用手册

[2]　《三相同步电机试验方法》，GB 1029-93

作者简介：

秦政云　（1975.12-），女，工程师

工作单位：昆明电机有限责任公司质量保证部热、电计量室

单位地址：昆明市西山区春雨路 349 号

电话：0871-8182411-2019　　传真：0871-8182809

微 波 射 频 测 试 仪 器 使 用 操 作 培 训

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，推出多套微波射频以及天线设计培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表：http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html



微波射频测量仪器操作培训课程合集

搞硬件、做射频，不会仪器操作怎么行！对于射频工程师和硬件工程师来说，日常电路设计调试工作中，经常需要使用各种测试仪器量测各种电信号来发现问题、解决问题。因此，熟悉各种测量仪器原理，正确地使用这些测试仪器，是微波射频工程师和硬件工程师必须具备和掌握的工作技能，该套射频仪器操作培训课程合集就可以帮助您快速熟悉掌握矢量网络分析仪、频谱仪、示波器等各种仪器的原理和使用操作…

课程网址：http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/67.html

矢量网络分析仪使用操作培训课程套装

矢量网络分析仪是最常用的测试仪器是射频工程师和天线设计工程师最常用的测试仪器；该套培训课程套装是国内最专业、实用和全面的矢量网络分析仪培训教程套装，包括安捷伦科技和罗德施瓦茨公司矢量网络分析仪的 5 套视频培训课程和一本矢网应用指南教材，能够帮助微波、射频工程师快速地熟悉掌握矢量网络分析仪使用操作…

课程网址：http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/34.html





示波器使用操作培训课程套装

示波器是硬件和射频工程师几乎在每天的工作中都会用到仪器，因此掌握示波器的原理并能够正确使用示波器是所有从事电子硬件电路设计和调试的工程师必须具备的最基本的技能。本站推出的示波器视频培训课程套装既有示波器的基本原理以及示波器性能参数对测量结果影响的讲解，也有安捷伦和泰克多种常用示波器的实际操作讲解，能够帮助您更加深入地理解手边常用的示波器从而更加正确地使用示波器…

课程网址：http://www.edatop.com/peixun/rftest/osc/49.html