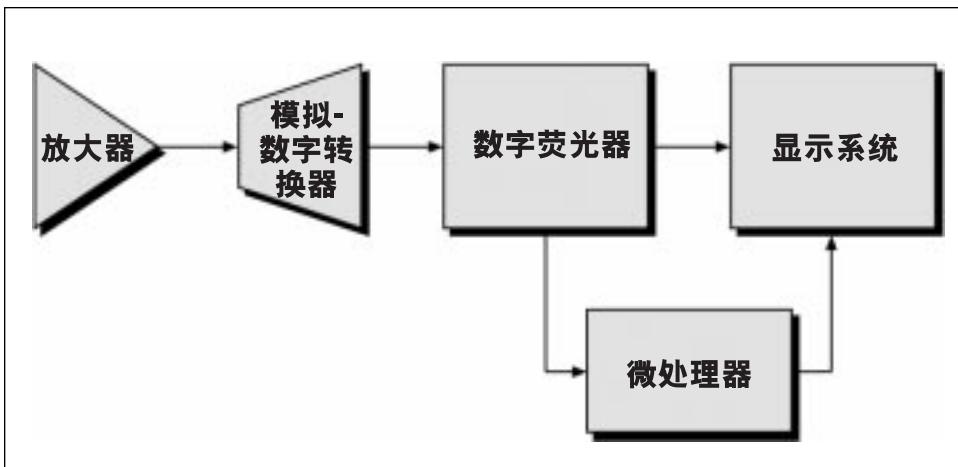


# 数字式荧光示波器 (DPO) 的突破



图一 与标准的数字式存储示波器 (DSO) 相同，数字式荧光示波器 (DPO) 首先需将波形数字化。然后在被称作“数字荧光处理器”的动态三维数据库中将波形光栅化，并定时将信息发至显示系统。与此同时，微处理器以并行方式执行自动测量和运算功能。

数字式存储示波器 (DSO) 目前已相当普及，差不多每一位工程师的工作台上都有这种测试仪器。但在许多工作台上，您仍然可以看到人们并用数字式存储示波器和老式的模拟实时 (ART) 示波器。为什么呢？因为这两种平台各有彼此不具备的特长。

DSO 可提供同时进行的多通道操作功能，以及自动测量和波形存储功能。而模拟式示波器的明暗度显示功能则不仅可调和不同的亮度，而且具有快速的波形捕获速率，可以很自然地将实时“统计”量度加在波形图像上。它可显示信号不同部分的出现频率。但模拟示波器缺乏 DSO 示波器所具有的存储能力和其它功能。因此，工程师们一直不能完全依靠两种示波器体系结构中的任何一种

而满足所有的信号特性需要。

## DPO：在体系结构上的突破

DPO 是泰克公司新推出的示波器平台，它不仅兼有模拟和数字两种示波器的长处和优点，并在技术上优于这两种示波器。现在，您可以用一部示波器捕获具有波形所有特征的三维信息，即振幅、时间、以及振幅在时间上分布范围方面的强度轴。

DPO 是测量领域中的一项重大突破。它具有 DSO 的各种传统优点，从数据储存到先进的触发功能，样样俱全。同时，它也能提供人们所需要的模拟式示波器的某些特性，如明暗显示和实时功能。它能以数字形式仿真模拟示波器 CRT 中生成的强度渐次变化的化学荧光过程。因此，DPO 示波器使数字

式示波器一跃而成为万能的波形采集仪器。图一所示为 DPO 系统的结构简图。

由于其并行处理体系结构综合了显示和捕获两种系统功能，所以 DPO 示波器能够连续捕获和显示波形的三维信息。请注意，DPO 系统的微处理器并没有因显示功能管理任务而增加工作负担，该处理器仍然全部用于自动测量和分析功能。它与典型的 DSO 示波器完全不同：DSO 的所有数据都必须通过处理器发送至屏幕，而处理器同时还要进行运算并管理示波器的用户界面等等。

DPO 的并行处理功能可支持高速波形采样率，从而实时显示信号活动情况。常规的 DSO 只用低于百分之一的少量时间捕获信号，大部分时间都花在处理获取的波形数据和显示上，

因而有时会在数据处理过程中忽视同时发生的所有信号活动。相比之下，DPO 则直接在采集系统中生成波形图像，速度与信号触发速度相同。因此，图像对波形活动的响应是实时进行的，并可生成丰富的数据，准确地反映波形活动情况。

有时，工程师也会用 DSO 示波器的“余辉”模式生成明暗度显示。但余辉显示是通过对正常情况下捕获的波形进行后处理的方法而生成的，并非实时显示。余辉显示功能需要在显示存储器中存放许多数据的累积“屏幕”，而生成显示所需要的时间又因 DSO 波形捕获速率不够快而受到限制。DPO 的情况则大有改观。DPO 集成了显示和捕获两种系统的功能，可实时显示三维的信号信息，就像模拟式示波器一样可在屏幕上瞬时看到信号活动情况。

### DPO 在实际工作中的使用

ART 和 DSO 两种示波器各有其优点和弱点。DPO 平台不仅具有二者所有的优点，避免了二者的缺点，而且还有所改进。为了证明这些优点，让我们来看一看几个实际测量范例。

解决视频信号捕获中的问题。用 DSO 示波器很难如实地捕获帧信号，特别是那些由多分量组成的周期较长的帧信号。图

2a 中所示之复合视频信号尤其如此。捕获这种信号需要长时间周期（故需使用一个慢时基设定值）才能获得整个包络的特性。

正常的操作方法是将 DSO 的时基（因此包括其采样率）设定在一个足够慢的水平速率上以捕获整个信号包络。但是，在 DSO 上使用较慢的采样率会因缺少波形数据而产生混叠现象。图 2b 所示结果为一显示不准确的失真波形。在更糟糕的情况下，一个非低频波形的信号会以低频波形的形式显现。

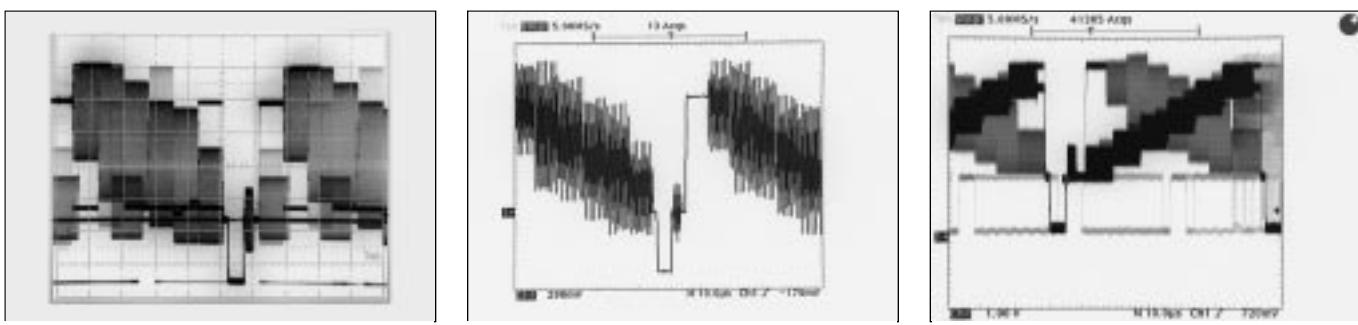
在数字式荧光示波器没有问世以前，解决这类问题的方法是使用模拟示波器观察这种信号。图 2a 中所示之模拟显示一般被认为是“正确的”波形轮廓。但 ART 不能提供信号的存储、自动测量和分析功能。DPO 提供的丰富波形数据可解决混叠或假波形问题。以 DPO 测得的波形（见图 2c），虽然是在慢时基设定上捕获的，但也清晰可见、易于辨认。

混叠现象是 DSO 示波器的主要不足之处。除视频测量外，混叠现象在其它测量领域里也是一个令人关注的问题，如磁盘机读出通道测量、无线通信信号测量、以及其它需捕获的由快速脉冲组成的长“帧信号”

测量。这些因素都是工程师们仍然保留 ART 示波器的原因。泰克公司推出的 DPO 终于克服了数字化示波器混叠现象的影响。

具有真正 XY 模式的数字化示波器终于诞生了。在某些应用环境中，示波器的 XY 显示功能是重要基础。在 XY 显示模式中，两个信号相位关系的比较是通过下列方法进行的，即：将一个信号按常规送至垂直输入，另一个信号送至水平输入。XY 模式是模拟示波器的一项传统优势，也是 DSO 示波器的一个弱点，因为该模式需要有实时的数据流。但是当今的无线通讯设备都具有复杂的数字调制信号，因此需要数字化示波器具有更多的能力，如带宽、触发、分析功能，等等。图三所示为用泰克公司的 DPO 捕获的 QAM（正交幅度调制）星座图。其 90 度移相点的波瓣清晰稳定。

DPO 示波器可连续地将取样输送至数字荧光器，并以每秒 1 兆像素的速率将扫描输出的信息串行输至屏幕。这种连续捕获功能可提供一个动态的和准确的 XY 显示。DSO 根本无法提供这种显示。DSO 不能提供足够的取样密度或连续采样。检测随机和偶发事件。DPO 示



图二 (A) 这是接收到的模拟示波器显示的波形轮廓；(B) DSO 显示的视频信号因混叠而失真，为捕获整个信号包络而使用的低采样率是造成混叠现象的原因；(C) DPO 显示的视频波形没有混叠；波形明亮显示部分表明信号在这些点上的时间最长。

## 功能强大的 DPX 波形成象处理器

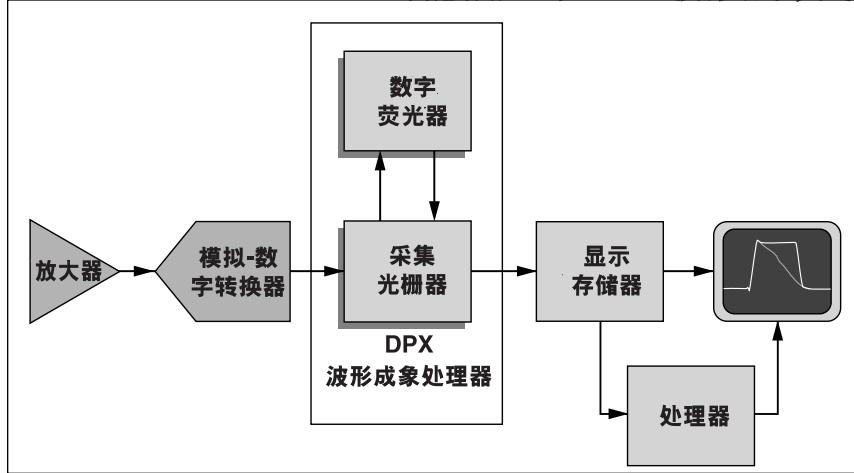


图 A DPX 系统简图。

泰克公司生产的高性能 DPO 的核心是 DPX 波形成象处理器。这是一项专有的 ASIC 技术，其波形捕获速度可与最快的 ART 相媲美。DPX 将光栅化功能与深度 3-D 数据库和快速波形捕获速率结合在一起，使 DPO 具有高超的显示数据密度。

DPX 以  $500 \times 200$  的整数阵列累积信号信息。阵列中的每一个整数都代表 DPO 显示中的一个像素，其中含有全 21 位的灰度信息。如果信号多次在某一点上经过，其阵列单元将反复更新以突出这一事实。该阵列根据许多样值的时间范围绘制出信号强度

详细图。其结果乃是一个波形轨迹。它的强度与每一点上的信号事件频率成比例变化。这种“灰度级”标度与模拟实时示波器完全一样。

但与 ART 不同之处在于 DPX 允许用彩色表现灰度级的等级。图 B 以一个亚稳定逻辑电路的波形来说明这种事实。该明暗等级清楚地在屏幕上表示出每一点上的事件频率。在主要轨迹上方的频率分布图以统计数字显示出轨迹本身的明暗度信息。

采集器以最大速率连续取样，并以取样期间最小的空闲时间触发和生成一幅幅的图像。DPX 可每秒钟记录

200,000 个波形（信号数据比一般的 DSO 多 1,000 倍），每次可捕获 500,000 个波形。在不中断捕获过程中，它可以每 1/30 秒向显示器发送一个新的数字荧光快照。

使用者可在动态 3-D 数据库中查阅 DPX 波形数据，以获得有关信号的统计信息。在直方图模式中，DPX 采集器可将数字荧光器中的每一点扩展到 32 或 64 位的深度。该模式可使示波器在几分钟之内（不是几小时或几天）建立起有统计意义的数据库。这一内部直方图功能可在使用过程中或在储存的波形上收集信号分布的定量信息。

DPX 还允许 XYZ 显示。例如：在生成无线通信信号的星座图时，可用 Z 输入启动 XY 信息显示。

3-D 数据库可通过示波器的 GPIB 端口、软盘机或 Zip 压缩式磁盘机输出到外接 PC 机进行分析，其中包括 3-D 绘图。此种数据具有立体感，其中的事件频率以图表的 Z 轴线显示。它还可以像屏幕显示一样用彩色增强可读性。图 C 所示为生成的图表。

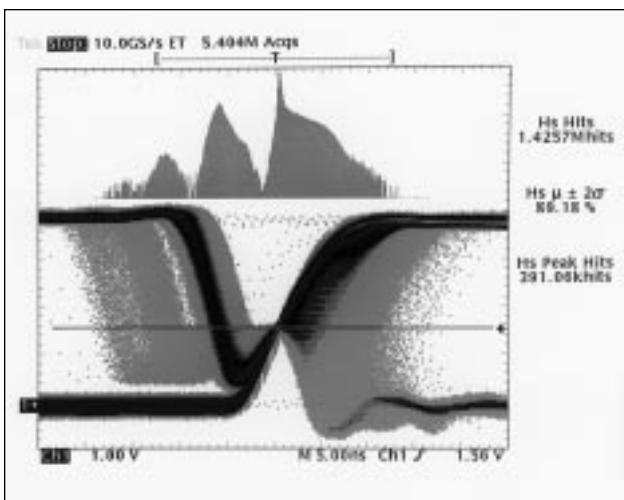


图 B 用 DPX 技术产生的 DPO 波形图像显示如何以轨迹强度反应事件频率。

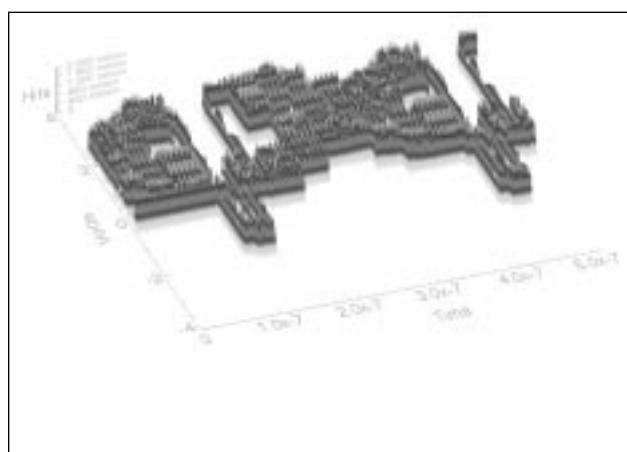


图 C 在 DPX 作用下示波器的数字荧光阵列产生的波形数据三维视图。Z 轴线代表事件频率。

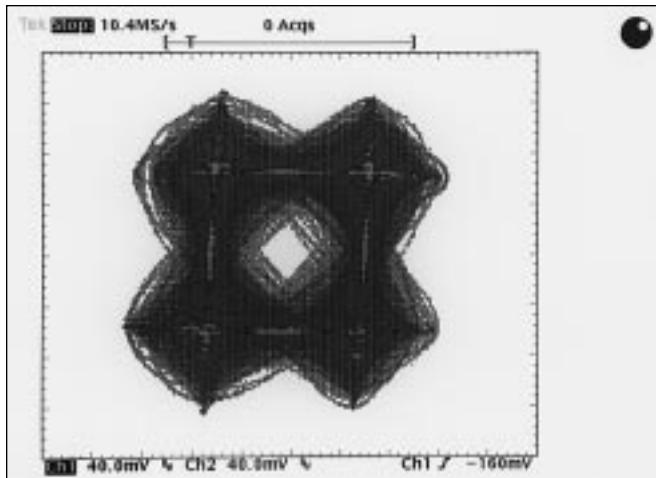
波器具有捕获随机或偶发事件的能力，是检测最先进电子设计的理想工具。应再次强调指出的是，DPO 示波器惊人的波形捕获速度意味着：该示波器用在积极捕获数据上用的时间远远多于为显示而处理数据所用的时间。这也就是说，偶然出现的瞬变信号悄悄溜走的可能性很小。此外，灰度尺能力可相对于屏幕上的其它信号分量突出显示这些瞬变信号的出现频率。

图四所示信号由带有断续杂波和瞬态变化的分离较宽的脉冲组成。请注意显示中心部位上较暗的脉冲象差。这是一个脉冲变量，出现频率少于正常脉冲波形。能够检测这种象差或畸变的能力在故障排除工作中是很有帮助的。

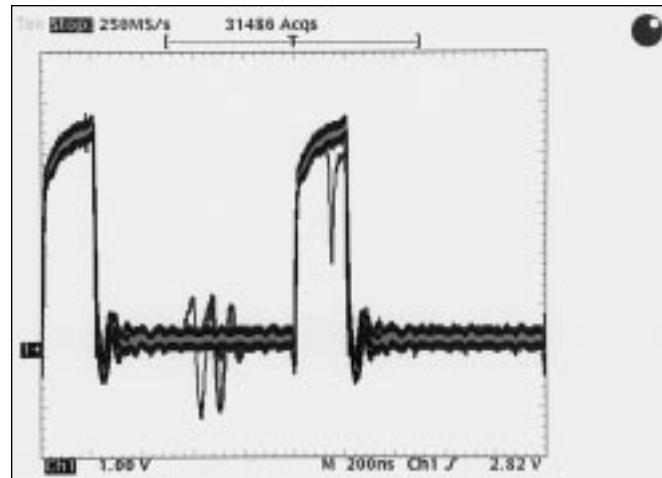
## 结论

泰克公司推出的新型数字式荧光示波器在各种功能上都超越了模拟和数字示波器。其综合采集和显示体系结构使得 DPO

不仅具有模拟示波器的实时明暗度无混叠显示能力，而且还具有 DSO 示波器的波形存储和分析能力。它集二者之大成，并在能力上超越了二者之和。用这种测量工具，您能够洞察前所未见的信号特性。



图三 在泰克 DPO 屏幕上显示的 QAM 星座图。DPO 的连续无触发采集功能可提供动态而又准确的 XY 显示。

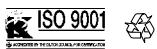


图四 中心部位的脉冲象差较暗表示出现频率少于正常脉冲波形。这种痕迹可迅速反应不规则的瞬变。

## 欲知详情，请与泰克公司联络：

World Wide Web: <http://www.tek.com>; 东盟国家 (65) 356-3900; 澳大利亚及新西兰 61 (2) 9888-0100; 奥地利、东欧中部、希腊、土耳其、马耳他及塞浦路斯 +43 2236 8092 0; 比利时 +32 (2) 715.89.70; 巴西及南美洲 55 (11) 3741-8360; 加拿大 1 (800) 661-5625; 丹麦 +45 (44) 850 700; 芬兰 +358 (9) 4783 400; 法国及非洲北部地区 +33 1 69 86 81 81; 德国 +49 (221) 94 77 400; 香港 (852) 2585-6688; 印度 (91) 80-2275577; 意大利 +39 (2) 25086 501; 日本 (索尼/泰克公司) 81 (3) 3448-3111; 墨西哥、美洲中部及加勒比 52 (5) 666-6333; 荷兰 +31 23 56 95555; 挪威 +47 22 07 07 00; 中华人民共和国 86 (10) 6235 1230; 韩国 82 (2) 528-5299; 南非 (27 11) 651-5222; 西班牙及葡萄牙 +34 91 372 6000; 瑞典 +46 8 477 65 00; 瑞士 +41 (41) 729 36 40; 台湾 886 (2) 2722-9622; 英国及爱尔兰 +44 (0) 1628 403300; 美国 1 (800) 426-2200。

其它地区，请与下列单位联系：Tektronix, Inc. Export Sales, P.O. Box 500, M/S 50-255, Beaverton, Oregon 97077-0001, USA 1 (503) 627-6877。



© 美国泰克公司 (Tektronix, Inc.) 1998 年版权所有。全权所有。泰克公司的产品受正在申请或已批准的美国和外国专利保护。本手册之内容取代以前所有出版物的内容。本公司保留随时更改技术规格和产品价格的权利。TEKTRONIX 和 TEK 是本公司的注册商标。本文述及之所有其它商业名称分别为其各自公司的服务标志、商标或注册商标。