

SSA5000A

脉冲测量功能使用指导

目录

1	引言	1
2	脉冲信号的特性	2
3	使用 SSA5000A 的脉冲分析功能测量脉冲	3
3.1	正确配置 SSA5000A.....	3
3.2	测量结果分析.....	4
4	使用 SSA5000A 分析脉冲信号的频谱	5
4.1	使用扫频功能观察脉冲频谱.....	5
4.2	使用实施频谱分析功能观察脉冲信号.....	5

1 引言

射频脉冲信号广泛应用于脉冲调制应用中，对于从事相关领域的工程师而言，总是绕不开脉冲信号的测试。在一些蜂窝通信、无线传感器网络等应用中，信号设计和验证需要脉冲信号分析和时域/频域/调制的综合测试工具。鼎阳科技 SSA5000A 的脉冲测量功能提供脉冲分析，可以帮助工程师更好的分析当今的动态信号环境。

2 脉冲信号的特性

图 1 给出了产生射频脉冲信号的最简单方式，可以把脉冲调制器理解为开关，基带脉冲控制信号的导通与关断，从而将输入的 CW 信号转换为射频脉冲信号。这个过程也可以理解为 CW 信号与基带脉冲信号的时域相乘。

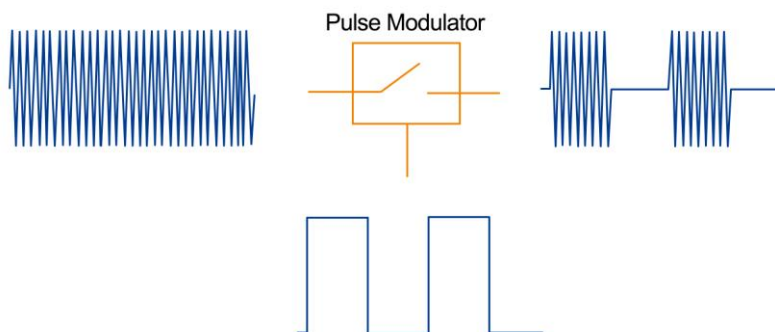


图 1 CW 与基带脉冲相乘得到射频脉冲信号

两个信号时域相乘，相当于二者频谱的卷积。CW 信号的频谱理论上是单根谱线，根据基带脉冲信号的频谱，可以得到射频脉冲信号的频谱。

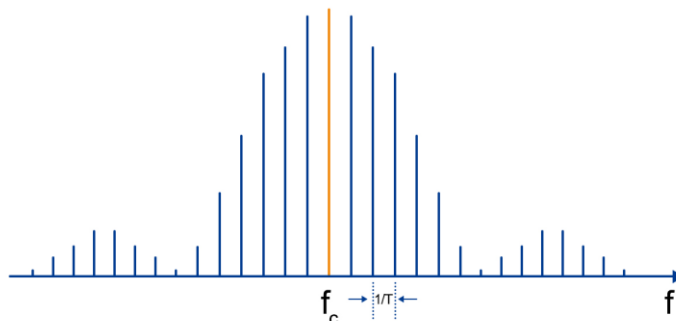


图 2 射频脉冲信号的线状谱

射频脉冲的频谱如图 2 所示，由于为周期信号，其频谱为离散谱，每一根谱线的幅度按照 Sinc 函数规律变化。相邻谱线之间的间距为基带脉冲周期 T 的倒数。实际使用频谱仪测试时，通过设置不同的分辨率带宽 RBW ，可以显示包络谱或者线状谱。当 RBW 小于谱线间距时，便可以得到线状谱；当逐步增大 RBW 时，则逐步显示为脉冲包络谱。

就时域而言，脉冲信号最大的特性在于时域的不连续。时域的突发特性是脉冲用在雷达应用中的基本要求，因此脉冲信号参数也是雷达信号质量评估的主要指标。脉冲信号的时域不连续同时也给我们在功率及频谱测试中增加了不少困难。

在本文中我们将讨论脉冲的时域和频域测试。

3 使用 SSA5000A 的脉冲分析功能测量脉冲

3.1 正确配置 SSA5000A

频谱分析仪作为能兼顾频谱功率和带宽分析的通用仪表，如果对功率精度没有特别苛刻的要求，利用频谱仪在观察频谱的同时也可以进行功率测试。SSA5000A 的脉冲测量功能可以用于测量脉冲的宽度、幅度和时间参数。

在脉冲分析功能中，频谱仪为零扫宽模式，此时频谱仪相当于一个峰值功率计，可以在特定的频点以一定的带宽对信号进行包络检波并画出功率随时间变化的曲线。此时频谱仪的 RBW 就相当于这个检波器的带宽。零扫宽模式下频谱仪将固定本振在中心频率处，因此在进行脉冲分析时，我们需要在频率设置中正确设置中心频率。如果设置的中心频率和实际载波频率有一定的偏差，可能也会得到不错的测试结果，这是因为此时脉冲信号的大部分功率可以通过中频滤波器。



图 3 脉冲分析功能测试结果

测试结果如图 3 所示，此时频谱仪的横轴为时间，纵轴依然为功率。分析仪将自动识别脉冲信号的上升沿和下降沿，计算出脉冲开和关期间的功率以及上升/下降时间。对于窄脉冲，可以增加分析仪的 RBW，从而获得更加精确的测量结果。事实上，频谱分析仪测得的上升时间一般不会超过频谱分析仪的最佳上升时间。分析仪的上升时间有下面这个公式来决定： $Tr=0.66/\max RBW$ 。SSA5000A 的最大 RBW 为 10MHz，也就是说脉冲的上升时间必须大于 66ns，此时分析仪才能正确测量信号。对于普通的线状谱的测试，VBW 的设置对于频谱的测试结果没有太大影响，但是进行脉冲测试时，VBW 不能小于 RBW，否则会导致峰值功率偏低。VBW 滤波器会对通过中频滤波器的信号的包络进行滤波，而在脉冲测试中，会有同时多根谱线通过中频滤波器，其合成包络也有一定的带宽，如果超过了 VBW 的带宽，那么测试

幅度将会降低。通常情况下，测试正弦信号时，视分比选择 1~3，而测量脉冲信号时，一般选择视分比为 10 来减小对瞬变信号的幅度影响。

对于已知周期的脉冲信号，可以在触发中选择周期触发，将触发周期和脉冲周期设为一致，从而得到稳定的脉冲信号。

3.2 测量结果分析

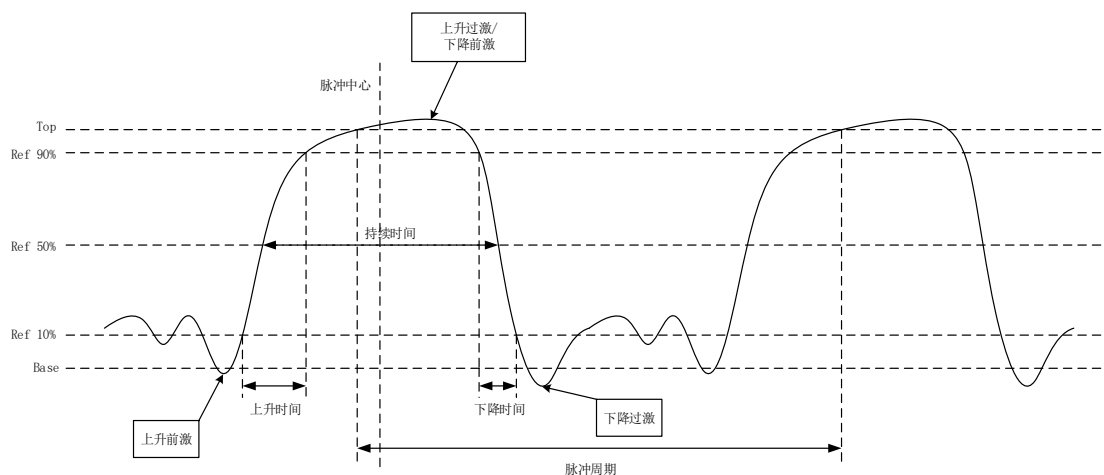


图 4 脉冲信号示意图

脉冲的示意图如图 4 所示，从图中可以清晰的看到脉冲测量的各个结果

在功率测量结果中 PosPeak 为迹线上的最高电平，NegPeak 为当前迹线上的最低电平。频谱分析仪根据数据计算出 $Ampt_{mid} = (PosPeak - NegPeak) / 2 + NegPeak$

当一段迹线连续穿过脉冲低参考(RefLow, 10%)，脉冲持续参考(RefDuration, 50%)，脉冲高参考(RefHigh, 90%)时，记为脉冲信号的上升沿；或是反向穿过这三个参考幅度时，记为下降沿。标记这一段迹线为脉冲的边沿。要完整的测量脉冲的参数，需要至少 3 个边沿。

在脉冲特性中，脉冲持续时间为正脉冲（负脉冲）在上升沿（下降沿）穿过脉冲持续参考与下降沿（上升沿）穿过脉冲持续参考之间的时间差。

脉冲中心是为第一个正脉冲（负脉冲）的上升沿（下降沿）穿过脉冲持续参考（RefDuration, 50%）与第一个下降沿（上升沿）穿过脉冲持续参考（RefDuration, 50%）之间的中心点。

脉冲关闭时间=脉冲周期-脉冲持续时间，根据周期和脉宽可以计算出脉冲的占空比和频率。

在转换特性中，上升时间为脉冲第一个上升沿穿过 RefLow 和穿过 RefHigh 之间所花费的时间，下降时间为脉冲第一个下降沿穿过 ReHigh 和穿过 RefLow 之间所花费的时间。且分析仪还会自动计算出脉冲的上升前激、上升过激、下降前激、下降过激，单位为 dB。

4 使用 SSA5000A 分析脉冲信号的频谱

4.1 使用扫频功能观察脉冲频谱

通过扫频频谱的方式观察脉冲频谱是过去几十年工程师常用的经典方式。这种方式适用于观察脉宽和周期都已知且稳定的脉冲信号。但是由于扫频式频谱仪的扫频速度的限制，频谱仪对瞬态信号的跟踪和捕获能力有限，不能很好的观察捷变脉冲信号和宽带调制的脉冲信号。在使用扫频的方式观察线装谱时，要将设置较小的 RBW。当 RBW 较小时，数据采集的速度远大于数字后端处理的速度，所以具有较长的死区时间，如果存在某些脉冲变化或者短时干扰，很可能会漏掉这些信号。SSA5000A 在 10kHzRBW 下会自动将扫描切换为 FFT 模式，此时频谱仪每次调谐到某个频率上，会停留更长的时间，也会分析出一个频谱内的所有能量，在这个意义上，FFT 可以看作是一列并行的中频滤波器同时工作，从而加快了频谱扫描的速度。因此在分析脉冲信号的频谱时，使用 FFT 扫描得到的结果将更精准。测量结果如图 5 所示。

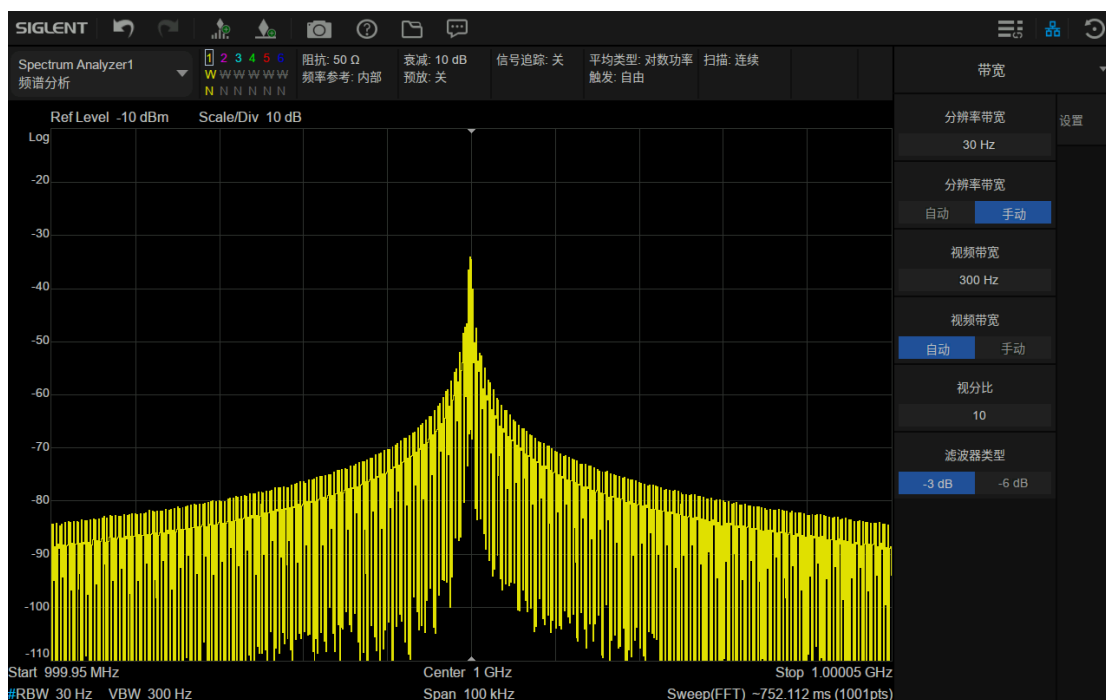


图 5 频谱分析模式下脉冲调制的频谱

4.2 使用实时频谱分析功能观察脉冲信号

和传统扫频式频谱分析仪不同，实时频谱分析仪不进行本振扫描，而是利用宽带 ADC 对一定带宽内的信号进行采样，并且借助 FPGA 的实时 FFT 功能进行频谱计算，从而能够无丢失地将所有 ADC 采样数据不断进行频谱生成，从而不漏掉任何信号变化的瞬间。基于海量连续的 FFT 结果，实时频谱仪可以进行实时的频率模板触发以及时域、频域和幅度域的三维显示，从而准确描绘信号变化过程。实时频谱最大的优点在于对频谱的不间断测量和显示，以及频率选择性触发，所以用好它的这两点优势，作为

复杂脉冲分析的观察工具，是最科学的。如图 6 为实时频谱模式下测得的频谱图和瀑布图。

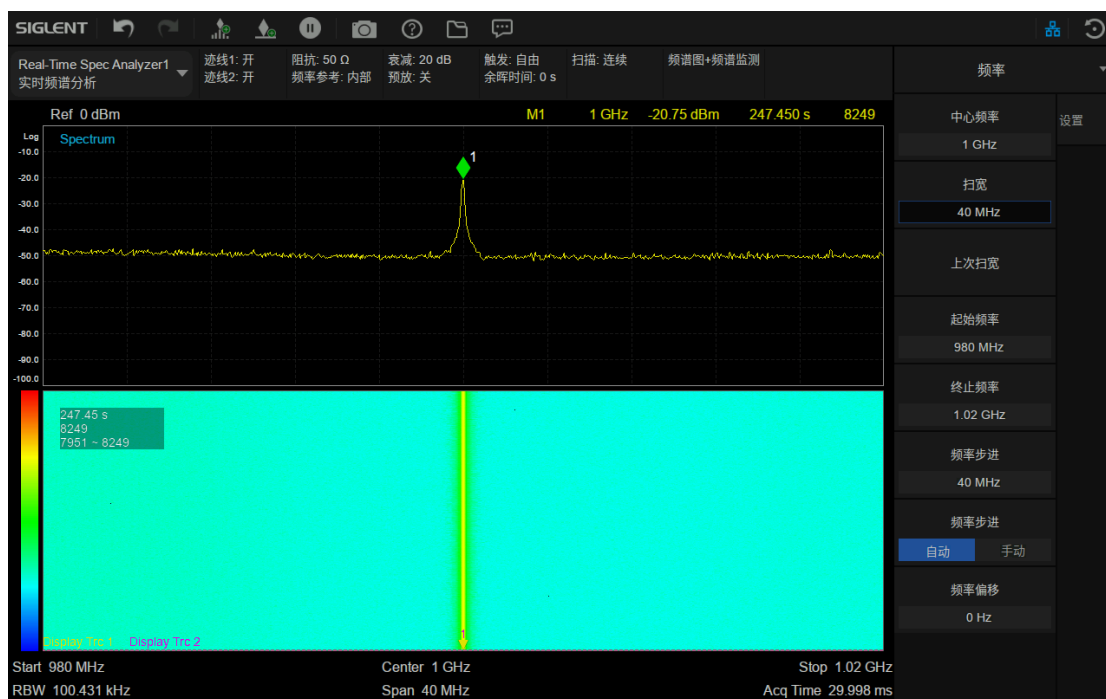


图 6 实时频谱分析模式下频谱图和瀑布图

关于鼎阳

鼎阳科技（SIGLENT）是通用电子测试测量仪器领域的行业领军企业，A 股上市公司。

2002 年，鼎阳科技创始人开始专注于示波器研发，2005 年成功研制出鼎阳第一款数字示波器。历经多年发展，鼎阳产品已扩展到数字示波器、手持示波表、函数/任意波形发生器、频谱分析仪、矢量网络分析仪、射频/微波信号源、台式万用表、直流电源、电子负载等基础测试测量仪器产品，是全球极少数能够同时研发、生产、销售数字示波器、信号发生器、频谱分析仪和矢量网络分析仪四大通用电子测试测量仪器主力产品的厂家之一，国家重点“小巨人”企业。同时也是国内主要竞争对手中极少数同时拥有这四大主力产品并且四大主力产品全线进入高端领域的厂家。公司总部位于深圳，在美国克利夫兰、德国奥格斯堡、日本东京成立了子公司，在成都成立了分公司，产品远销全球 80 多个国家和地区，SIGLENT 已经成为全球知名的测试测量仪器品牌。


联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司

全国免费服务热线：400-878-0807

网址：www.siglent.com

声明

 SIGLENT® 鼎阳 是深圳市鼎阳科技股份有限公司的注册商标，事先未经过允许，不得以任何形式或通过任何方式复制本手册中的任何内容。

本资料中的信息代替原先的此前所有版本。技术数据如有变更，恕不另行通告。

技术许可

对于本文档中描述的硬件和软件，仅在得到许可的情况下才会提供，并且只能根据许可进行使用或复制。

