

测量脉冲调制信号的绝对和加性相位噪声（原载于微波杂志21年1/2月号）

AnaPico actMWJC 今天

点击上方actMWJC关注《微波杂志》

Measuring Absolute and Additive Phase Noise of Pulse-Modulated Signals

AnaPico Ltd.、Berkeley

Nucleonics, www.anapico.com、www.berkeleynucleonics.com

相位噪声是雷达系统性能的重要参数。大多数雷达采用脉冲调制，通过检测雷达收到的反射信号相对于发射信号频率的多普勒频移导出目标的速度。发射机自身的相位噪声会严重影响此检测的分辨率和精度，从而限制了雷达的检测阈值和精度。因此，脉冲信号的相位噪声已变得越来越重要。

脉冲雷达系统中带来相位噪声的因素可以是加性的，也可以是绝对的，可以使用不同的方法测量它们，每种方法各有优点和缺点。锁相环（PLL）方法即可为加性噪声测量也可为绝对噪声测量提供解决方案，非常适合表征相位噪声性能，因为它动态范围高、本底噪声低并且可重复又可靠。带有新的本地振荡器（LO）选件的AnaPico APPH信号源分析仪是表征脉冲信号相位噪声的有用工具。本文首先讨论其在绝对相位噪声测量中的应用，然后讨论非振荡器件（如放大器）的加性相位噪声的测量。

绝对相位噪声

脉冲信号的噪声由参考源和脉冲调制引入的噪声组成。图1显示了脉冲周期为 T 、宽度为 τ 的理想脉冲信号的频谱。当偏移频率高于脉冲重复频率（PRF）时，脉冲调制会完全掩盖相位噪声。因此，通常会忽略高于PRF的偏移频率的数据。接近PRF时，信号的相位噪声被脉冲调制增加：载波噪声与第一频谱线之和，该频谱向右偏移 $1/T$ 。该增加量取决于脉冲调制的占空比 τ/T ，并且是确定的。

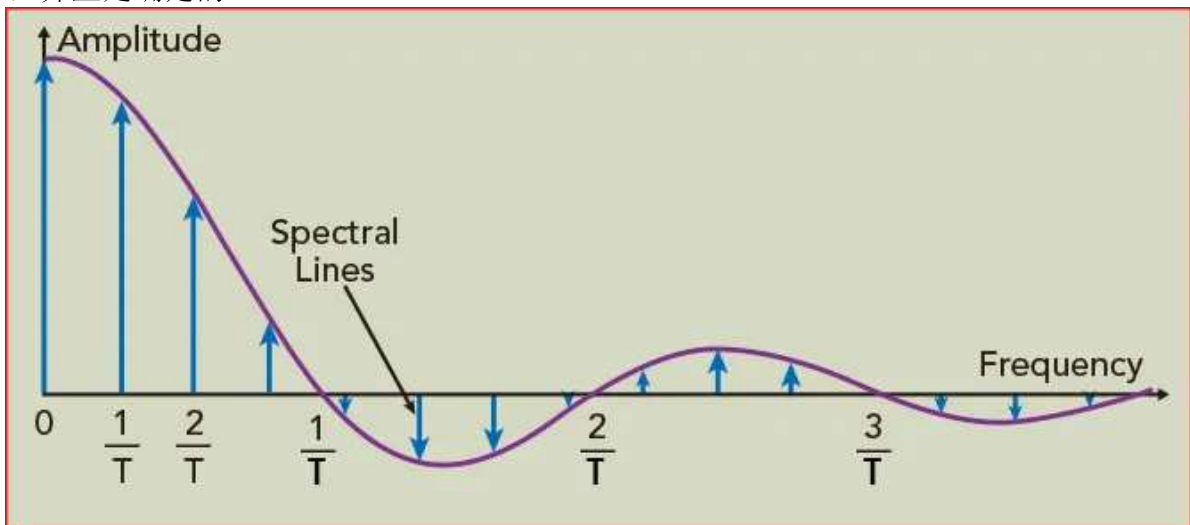


图1：脉冲周期为 T 、宽度为 τ 的理想脉冲调制信号的频谱

PLL测量方法要求将可调LO锁相到被测器件（DUT）的信号。在脉冲条件下，保持锁相可能很棘手。在DUT信号关闭时，抑制仪器噪声也很难，特别是在脉冲非常短或占空比非常低

时。低PRF或短脉冲可能导致相位正交相移，如果处理不当甚至会丢失锁相状态。在AnaPico的APPH中，先进的脉冲检测电路能可靠地保持锁相并在脉冲关闭时主动抑制仪器的背景噪声。因此，APPH能够可靠地测量极限参数下的脉冲（图2）。由于锁定过程只能在“打开”期间工作，而在“关闭”期间只能等待，因此，当脉冲宽度很窄、占空比很低以及脉冲频率非常高或非常低时可能难以进行测量。尽管面临这些挑战，APPH仍可测量短至40ns、PRF为500Hz至5MHz、占空比低至0.1%的脉冲。

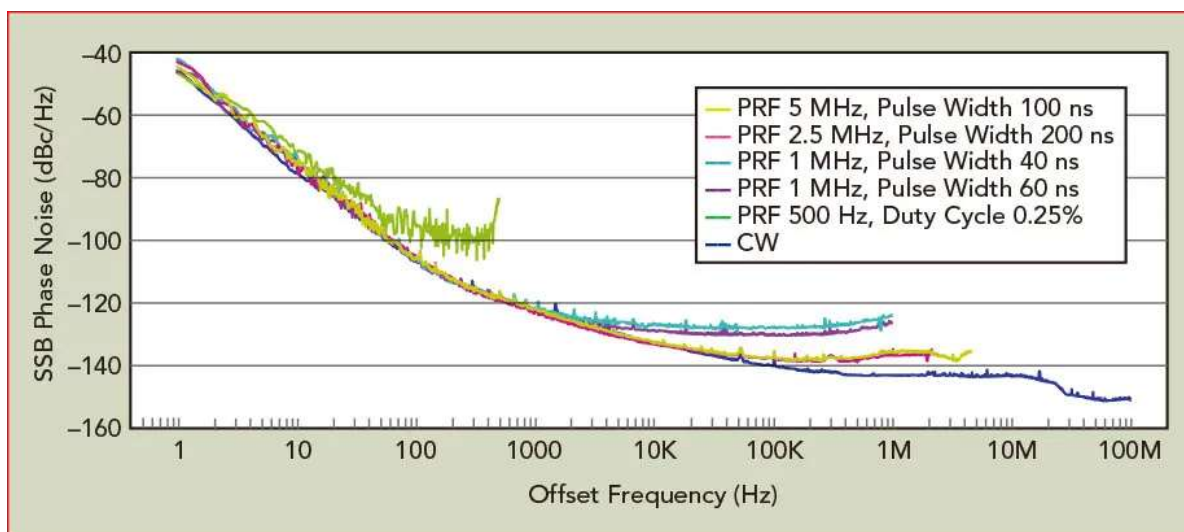


图2：3.8GHz脉冲信号，宽度≥40ns，PRF≤5MHz

加性相位噪声

雷达系统中的相位噪声不仅来自频率合成器，还有其他各种来源：最主要的是脉冲调制器和功率放大器。因此，在分析脉冲雷达系统时，评估放大器的加性相位噪声是很有参考价值的。为了测量加性噪声，放大器必须使用低噪声脉冲调制信号源在实际条件下运行。

APPH信号源分析仪的LO输出可用于此目的。图3显示了用于放大器的两通道、交叉相关加性相位噪声测量的装置。DUT的驱动脉冲信号直接在APPH中合成，分成三路分别馈入信号源分析仪的两个REF输入端和一个RF输入端。除了三路分路器外，仅需两个机械移相器即可将两条参考路径调谐为相位正交，从而消除了驱动信号的相位噪声，并可以测量DUT的残留噪声。交叉频谱测量可消除仪器噪声并大大提高仪器灵敏度。APPH软件可指导用户完成两个校准步骤，使该测量几乎与绝对相位噪声测量一样简单。

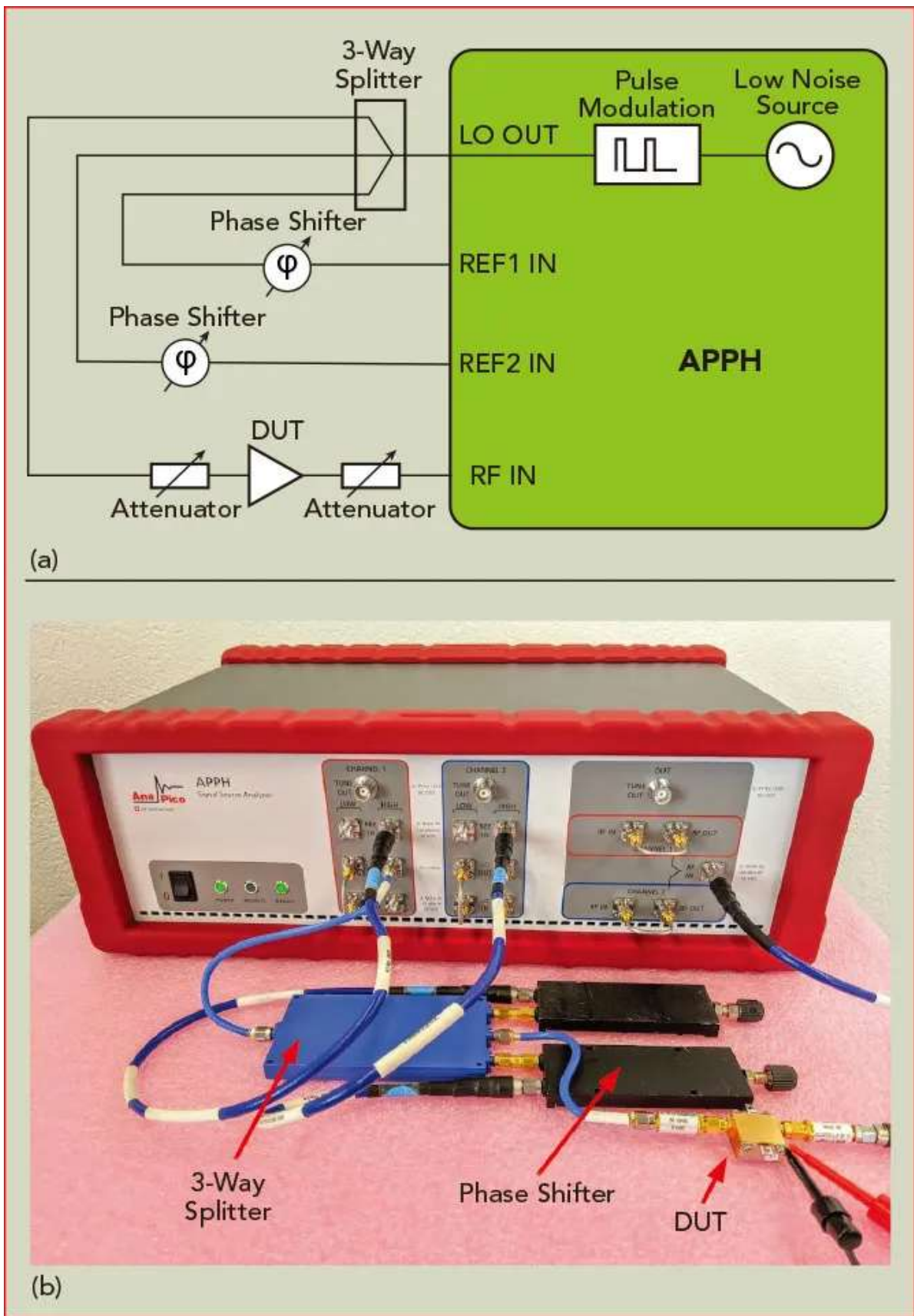


图3：使用APPH的内部LO进行脉冲加性相位噪声测量：装置的框图（a）和照片（b）。

小结

AnaPico的APPH信号源分析仪可轻松可靠地测量高达65GHz脉冲信号的绝对和加性相位噪声。该分析仪采用一种先进的PLL方法，具有很大的动态范围，并结合使用交叉相关分析，可降低本底噪声。该仪器可进行直观的标准脉冲测量（选件PULSE）或增强型（选件NPS）脉冲测量。新发布的LO前端选件可使用内部低噪声脉冲信号源，从而无需外部信号源就可测量加性相位噪声，并使测量的设置过程更快、更直观。

点击“阅读原文”阅读更多本期杂志文章

《微波杂志》微信号：ACT-MWJC



阅读原文 阅读 402

分享 收藏

赞 5

在看 4

分享此内容的人还喜欢

她研究白酒被提名院士！而她是半导体顶级专家，却四次被拒！

EETOP 赞 197

权威杂志评选出的十个最伟大的公式，爱因斯坦的质能方程竟然只能排第六！简直神仙打架....

经管世界 阅读 1067

啥？一行代码不敲就构建三线制SPI驱动？

电子发烧友网 赞 10

写下你的留言