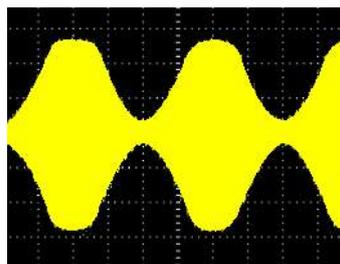
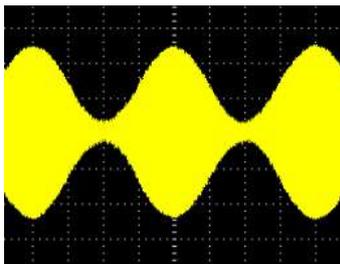


什么是全兼容的射频 敏感度 (EMS) 测试系统 ?

如何选择射频功率放大器



满足 IEC61000-4-3/6-2002 (民标)
IS011451/11452-2005 (汽车)
MIL-STD-461E CS114, RS103 (军标)



正文

一个标准的 EMS 测试系统包括信号源，功率放大器，检测附件（功率计，场强计等），前端发射设备（天线，电流注入探头，CDN 等），测试软件等。

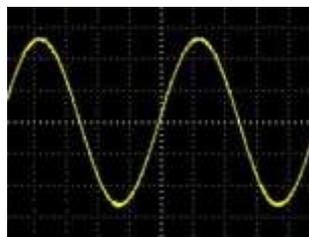
作为 EMS 系统的核心——功率放大器，其输出功率的质量直接影响着整个系统的性能。

一直以来，人们对 EMS 系统的输出功率、输出电场或输出电流非常关注，而对输出功率、电场、电流的质量往往忽视。这是因为中国国内各个领域的实验室使用的国际标准往往都是 1998 年以前的版本。在这些版本的标准里，对功率质量都没有做严格规定。但是，所有领域最新的 EMS 标准都不约而同的对 EMS 系统输出功率做出了严格规定。这是为了测试准确性和可重复性的需要。各 EMS 标准的主要的规定如下（IEC61000-4-3/6-2002，ISO11451/11452-2005，MIL-STD-461E CS114，RS103）：

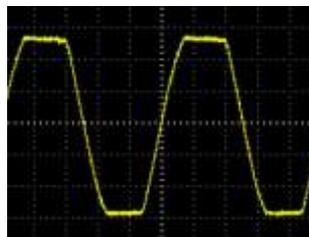
- 功率放大器的输出功率为线性功率（1dB 压缩点功率）
- 不能有饱和功率（3dB 压缩点功率）出现；
- 谐波功率比基波功率 ≥ 12 （15）dBc（9kHz-1GHz）， ≥ 6 dBc（1GHz 以上）

一个全兼容的 EMS 测试系统要达到以上三点要求才能完全满足最新的 EMS 标准的要求。下面是提出这三点要求的原因。

对于连续波（CW）的线性及饱和功率输出：



线性输出功率（<1dB 压缩点功率）



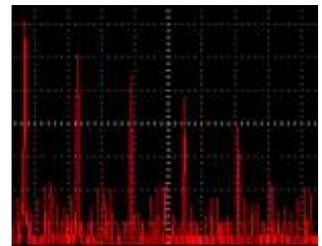
饱和输出的失真功率（3dB 压缩点功率）



由时域波形转化为
频域的频谱图



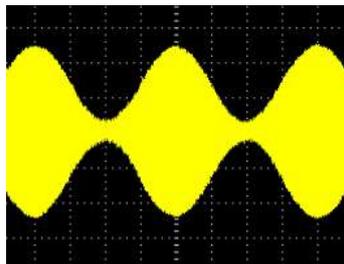
纯净的正弦波是单频点信号



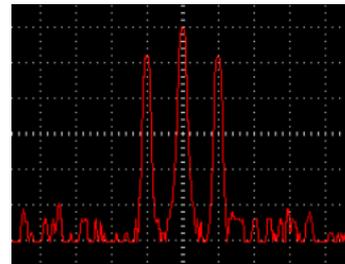
失真的饱和功率会引入多次谐波
谐波会导致测试结果的误差

纯净的连续正弦波信号在经过线性功率放大后，输出的信号频谱仪上显示为单频点信号。但是输出功率线性功率增加到饱和功率后，由于波形的失真，在原频点信号的周围会出现一系列的谐波信号，这些谐波信号都带有一定的能量，同样会对 EUT 的工作产生干扰。这是系统测试连续波时产生误差来源。

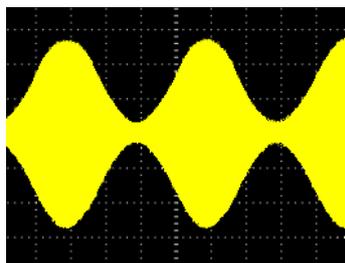
对于调幅波（80%AM）：



线性输出功率
($<1\text{dB}$ 压缩点功率)



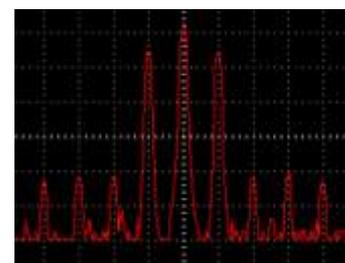
纯净的调幅波



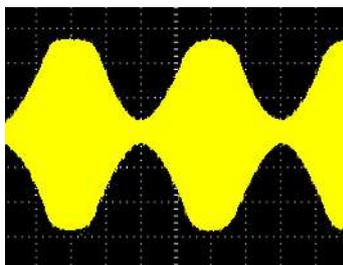
线性输出功率
(1dB 压缩点功率)



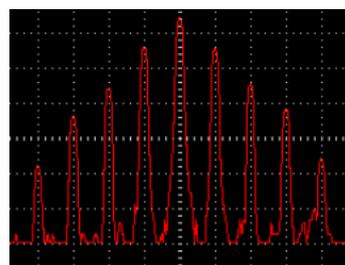
由时域波形转化为
频域的频谱图



在 1dB 压缩点已经出现一定谐波



饱和输出的失真功率
(3dB 压缩点功率)



饱和功率引入的大量谐波
会对测试结果有极大影响

纯净的调幅波信号在经过线性功率放大后，输出的信号频谱显示为双边带信号。但是输出功率从线性区增加到饱和区后，由于波形的失真，在原频点信号的周围会出现一系列的谐波信号，这些谐波信号都带有一定的能量，同样会对 EUT 的工作产生干扰。这是系统测试调幅波时产生误差来源。

为何用 80%AM?

现代电路的大部分都是以集成电路为核心的。集成电路的基底是硅晶，在其上刻蚀出来的二极管都有可能起一个解调器的作用，被解调出来的信号是 EUT 的干扰源之一。

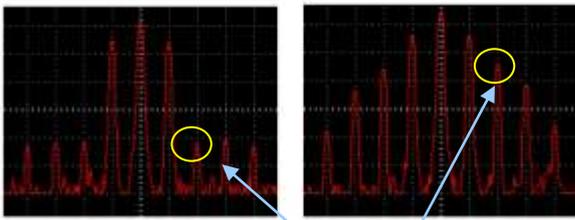
经过研究发现，80%AM 的信号是最易使 EUT 受到干扰的信号。因此所有 EMS 标准里都有规 80%AM 测试信号的要求。如果测试过程中 80%AM 波由于失真变成了 70%AM 以下，则测试结果会完全不同！

具体不同压缩点的波形失真情况见下页例 2。

饱和功率（3dB 压缩点功率）导致的系统误差：

作为 EMS 测试系统的核心，功率放大器的输出波形直接影响着测试电场和测试电流的波形。

例 1：



对于该次谐波，1dB 和 3dB 功率的差值为 29dBm，即能量相差 1000 倍！

如果使用饱和功率
EUT 是被基波还是
被谐波影响的

?

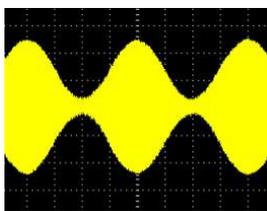
例 2：

对于线性功率输出的 80%AM 调幅波：

在 1dB 压缩点，调制深度变为 74%

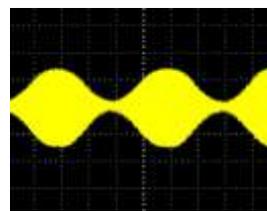
在 2dB 压缩点，调制深度变为 64%

在 3dB 压缩点，调制深度变为 40%



正常波形 80%AM

使用饱和功率之后
导致调制深度降低



饱和功率的波形：40%AM

如果使用饱和功率
EUT 是被 80%AM
还是被 40%AM 影响的

?

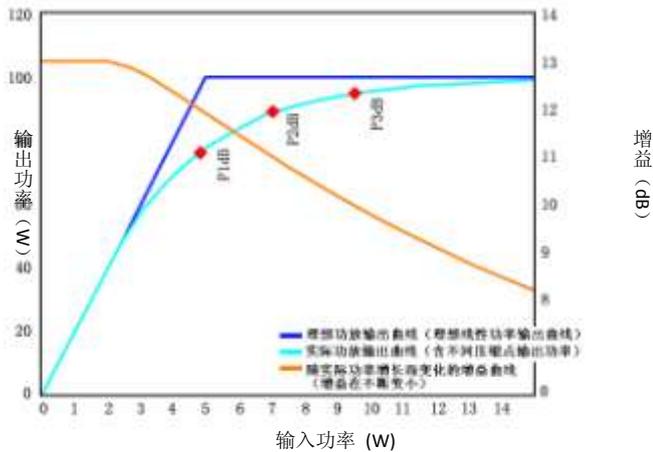
结论：

如果一个 EMS 测试系统满足最新的测试标准，达到测试结果准确，重复性良好的要求。则其核心的功率放大器必须满足最新标准的要求，其输出功率的失真度尽量不能超过 1dB 压缩点。严禁饱和功率出现。

参考文献:

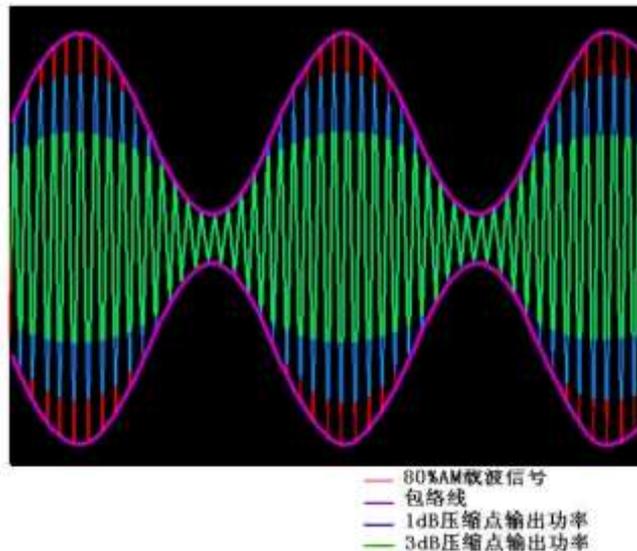
1. IEC61000-4-3-2006 Electromagnetic compatibility (EMC) –Part 4-3:Testing and measurement techniques Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test
2. ISO11451-1-2005 Road vehicles — Vehicle test methods for electrical disturbances for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy —Part 1:General principles and terminology
3. ISO11452-1-2005 Road vehicles — Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy —Part 1:General principles and terminology
4. MIL-STD-461E-1999 REQUIREMENTS FOR THE CONTROL OFELECTROMAGNETIC INTERFERENCE CHARACTERISTICS OF SUBSYSTEMS AND EQUIPMENT

附：线性功率和饱和功率简介



不同压缩点功率的关系

按照模拟电子的基本理论,在线性区,功率放大器的输出会随着输入的变化而线性变化。但当输入信号功率持续增大时,功率放大器的输出会进入饱和区,其输出信号信号会出现非线性因素。即波形会出现失真,谐波也会出现,并且谐波强度会持续加强。与此同时,基波的能量几乎不会增长,这是因为谐波不断带走额外的能量。根据饱和功率和理想线性功率差异,依次会出现 1dB 压缩点、2dB 压缩点、3dB 压缩点功率。不同压缩点功率对 80%AM 信号的放大具有不同程度的失真。



1kHz 调制信号在线性功率和不同压缩点功率放大后的幅值

饱和功率所带来的谐波对 EMS 系统具有极大的影响,测试过程中 EUT 所受到的干扰很可能是由于大能量谐波造成的。并且标准的 80%AM 信号,在饱和功率的放大下会出现严重失真,变为 40%AM 信号。为了防止这种现象的发生,和保证测试的准确性、可重复性,各个新版的 EMS 标准都对功率放大器的输出功率质量做成了严格要求,如输出功率必须在 1dB 以下。

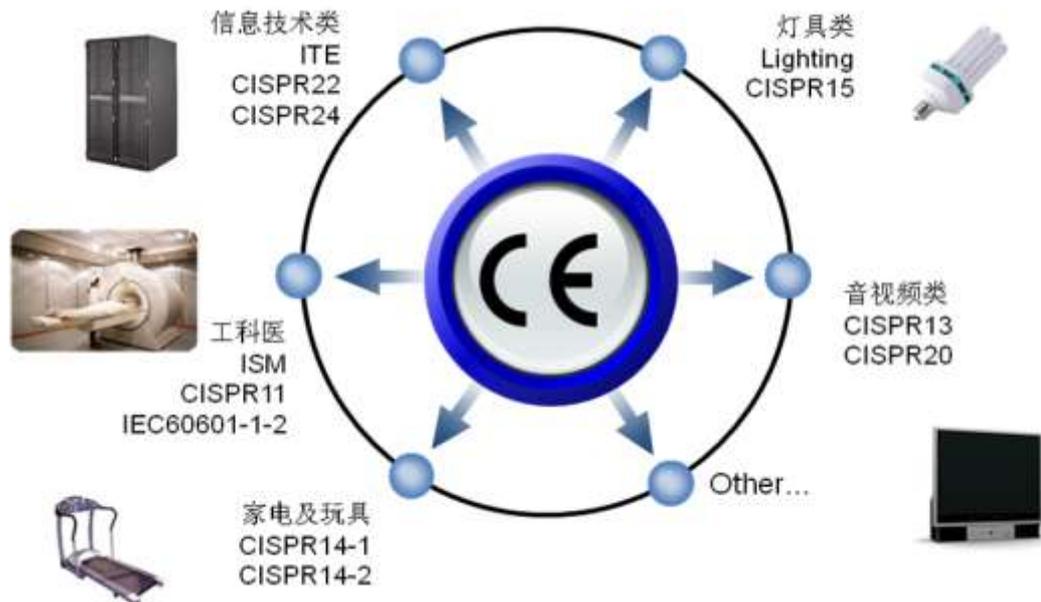
而目前几乎所有的功率放大器厂商提供的功率放大器标称值都是以饱和功率为标称值

的，并且重要的谐波值往往不是在标称功率时测出，而是在其线性功率时测出。这些功放的线性功率往往只有饱和功率(或标称值)的 70%。对于全兼容的 EMS 测试系统，这会带来测试结果的误差。

德国 BONN 公司承诺其功率放大器标称输出功率都为最小线性功率值。并且所有性能指标（包括谐波值）都是在其标称功率值下测试出的。为搭建全兼容的 EMS 测试系统提供了可靠的硬件保证。

关于千里顺风公司 KiloSense :

作为多家欧美知名 EMC 公司的中国代理, 千里顺风公司能够提供全面的满足军标, 民标和汽车测试要求 EMC 测试系统。我们对标准深刻的理解能力, 丰富的系统设计经验以及成功的案例, 都为客户组建经济而全面的 EMC 测试系统提供了可靠的保证。



千里顺风公司能提供的不同领域的测试系统
(汽车和军标系统请直接和我们联系)

更多信息，请登陆千里顺风电讯技术有限公司网站：

www.KiloSense.com

