

# 无线测试工程师知识点分享：量化射频干扰对线性电路的影响

产品名称	无线测试工程师知识点分享：量化射频干扰对线性电路的影响
公司名称	深圳市实测通技术服务有限公司
价格	.00/件
规格参数	测试周期:5-7天 寄样地址:深圳宝安 价格费用:电话详谈
公司地址	深圳市罗湖区翠竹街道翠宁社区太宁路145号二单元705
联系电话	17324413130 17324413130

## 产品详情

本文介绍了有关2.4GHz ISM数据传输设备的新的欧盟指令要求，它将于2015年1月1日开始生效。本文概述了法规遵从性要求，并对当前标准 ETSI EN 300 328 V1.7.1 (2006) 和新标准 ETSI EN 300 328 V1.8.1 (2012)之间的差异提供了详细的分析。此外还包括对新要求测试方法的介绍，以及一些独特的测试设置。

### 引言

为了调节消费市场和保护欧盟（EU）居民（的利益），成员国之间制定并商定了有关规章、指令、决议、建议和意见。

这些立法要求涵盖各方面的产品，包括安全、健康和环境保护，以及如电信系统和频谱等公共基础设施的保护。1985年5月，定义了欧盟"技术协调和标准的新方法"，这代表了实现技术协调的一种新途径。它清晰地介绍了欧洲委员会（EC）立法机构和欧洲标准机构在法律框架内的职责分离，包括欧洲标准化委员会（CEN）、欧洲电工标准化委员会（CENELEC）和欧洲电信标准协会（ETSI）。

基本上，EC指令定义基本要求，EU标准机构有责任制订相应的技术规格来满足指令的基本要求，称之为标准。这些批准的标准刊登在EC官方杂志（OJ）上，并成为EU协调标准。遵从这些标准提供了对协调法规适用要求的符合性推定。因此制造商、符合性评定机构和其他参与的经济运营商可以使用这些协调标准来证明产品、服务和流程符合相关的EU法规。

EC无线电和电信终端设备(R&TTE)指令（1999/5/EC）1999年4月7日发表于EC OJ，三个标准机构CEN、CENELEC和ETSI负责根据其来准备协调标准。该指令涵盖了所有打算连接到欧盟内公用电信和广播网络的无线电和电信设备。

2012年6月，ETSI 更新了两个标准，它们于2012年10月被添加到EC OJ并在2015年1月1日生效，自生效日期成为官方协调的EU标准。这两个标准是：

ETSI EN 300 328 V1.8.1—运行在2.4 GHz ISM频段并采用宽带调制技术的数据传输设备；

ETSI EN 301 893 V1.7.1-5GHz 高性能 RLAN;

这两个标准涵盖的产品范围广泛，包括WLAN、蓝牙、ZigBee、2.4 GHz远程控制和固定式PTP产品。两个ETSI标准都提供对R&TTE指令第3.2条款的符合性（或法规遵从性）推定。但是这些标准的当前版本将在2014年12月31日停止提供符合性推定，因此，2014年年底前，基于标准EN 300 328, V1.7.1的R&TTE指令的EU符合性声明（DOC）需要针对新的V1.8.1标准进行重新评价。

在本文中，我们将专注于EN 300 328 V1.8.1标准，相比当前的V1.7.1版本，它在技术要求和用于评估法规遵从性的测试方法这两方面都有重大改变。

EN 300 328: V1.7.1与 V1.8.1的详细分析

如前所述，在ETSI EN 300 328 的 V1.8.1版本有大量的更新。更新此标准的原因是为了提高运行于2.4GHz ISM频段的数据传输设备的利用率和质量，以使标准更通用，以涵盖所有不同的可能产品类型。

ETSI EN 300 328 V1.7.1在2009年12月作为一个协调标准加入官方杂志上。此版本增加了一种频谱共享要求，声明对基于国际标准协议，如 IEEE（美国电气和电子工程师协会）802.11、IEEE 802.11n或IEEE 802.15.4的设备设计，必须实施一种介质访问协议。

对于频谱共享，在V1.7.1中没有定义一种明确的测试方法，这导致很多的误解和混乱。测试实验室并不总能确定如何评价这些法规遵从性要求，通常不得不依靠来自制造商的声明来说明该设备配备一种机制实现频谱共享。但一些厂家不想提供此类型的声明，因为他们认为测试实验室应该评估并提供关注法规遵从性的结论。

依照这个标准来测试设备时会带来困难，而且还不清楚是否为好的解决方案。对于Wi-Fi、蓝牙和ZigBee设备，是按实施依照IEEE协议的特定频谱共享机制来设计的，根据声明就可以实现法规遵从性。但对于那些设备不是按标准IEEE协议设计的情形，如何评估频谱共享能力？

这种情况将采用新版的V1.8.1标准来处理。介质访问协议将由适应性测试要求取代，新版本关于干扰检测门限和计时有详细的技术要求。它还将提供一步一步的测试程序，使新要求能更有效地遵循。

在V1.8.1中包含有关频谱共享机制的以下选项：

—对于跳频扩频（FHSS）系统

自适应系统

基于检测与躲避(DAA)的对话前监听(LBT)

其他形式的 DAA (非-LBT)

非自适应系统

介质利用(MU)

—对于非FHSS系统（其他）

## 自适应系统

### 基于 DAA的LBT

### 其他形式的 DAA (非-LBT)

### 非自适应系统

### 介质利用(MU)

为了使标准更通用，以涵盖在2.4 GHz频段内运行的不同设备类型，对其他需要的测试进行了额外的更改。技术要求分为两种主要的宽带设备类型。第一种是FHSS（跳频扩频）设备，第二种是除FHSS外的宽频带调制设备。

在表1中，你会发现对EN 300 328 V1.7.1 和 EN 300 328 V1.8.1 之间技术要求的主要区别的简要总结。在V1.8.1 版本中的这些主要更改如下：

**射频输出功率：**添加新的测试仪器要求和新的测试程序并加上考虑MIMO（多输入，多输出），但限值保持不变。

**无用发射机发射：**添加对带外(OOB)域发射的要求，并定义一个由工作频率扩展两个带宽的频率范围。此外定义了相应的测试程序。对于杂散发射域，测量探测器发生更改，并且扫频时需要使用高分辨率点，以获得准确的测试数据。最后，分别定义了预扫描和最终测量。

**功率谱密度：**这已归一到所得功率测量结果，新的测试程序需要大量的计算，但限值维持不变。

**频率范围：**测试程序已更改为采用 99%带宽测量，只在名义上的条件下进行。

**自适应性和接收机阻塞：**10dBm e.i.r.p（等效全向辐射功率）以上运行的自适应和非自适应设备现在受到新的时间限制。此外，自适应设备将需要能够检测干扰，并且当检测到干扰时停止传输。

### 支持ETSI EN 300 328 V1.8.1的测试方法

随技术要求的变化一起，试验程序也重新定义以提供更适当的方法来评估产品的法规遵从性。测试程序也变得更加通用，所以它们可以用于不同类型的设备。

### 环境条件

测试条件相对有所变化，V1.7.1中的极端环境条件和极端的电源标准不得不依从第 5.3条所述的要求，但在 V1.8.1中，它们由制造商声明，根据设备的实际运行工况。

### 被测试模块（UUT）运行条件

依照V1.8.1的UUT操作条件，它需要配置为正常操作模式，这意味着UUT可能有不一致的占空比和不同的传输特性，具体取决于设备类型和具体的操作模式。在当前的V1.7.1版本中，对UUT应配置为连续传输测试模式(100%占空比)。问题是，这种模式需要使用特殊的工具或制造商的软件，这有时很难获得；而实际真实生活中设备的RF性能可能与在法规遵从性测试过程中使用正常运作模式所预计的不匹配。使用制造商故意准备的特殊测试模式也有"捏造"结果的可能，其唯一的目的是使UUT通过测试。V1.8.1中的新规则有效地解决了这个问题，并要求所有的测量在正常运作模式下进行，从而使测量结果一致且更准确。

## RF输出功率的测量

对于射频(RF)输出功率测量，必须使用一种快速功率传感器，它要适用于2.4GHz并具有1 MS/s（每秒百万次采样）的能力。被测样本必须代表信号的功率。为了提高精度，对非自适应和自适应的设备都定义了测量持续时间。尽管辐射或传导的测量方法都可以使用，他们都需要遵循类似的数据采集步骤来获得结果。

对于有一个发射链路的设备上的传导测量，采样发射信号并存储原始数据。

对于具有多个发射链路的设备上的传导测量，测量需要在所有发射端口上同时进行，需要存储和总结所有端口的独立样本的功率。

对于辐射测量，必须对UUT配置，将天线定位为最大 e.i.r.p.级别，包括智能天线系统和具有波束形成能力的系统。测量还要有快速功率传感器；不应使用频谱分析仪。

在每个脉冲存储的开始和停止时间，且应用于计算脉冲期间的RMS（均方根）功率。以确定RF输出功率(P)的最大 e.i.r.p.计算对三个测量的值求和，即最大Pburst 值（A）、天线装配增益(G)和额外波束成形增益(Y)，如公式给出：

$$P = A + G + Y$$

使用快速功率传感器及MIMO链的同时测量消除了使用一种替代方法进行功率测量的的可能性。特殊的独特功率传感器能够符合V1.8.1的要求，在测试设备市场正成为非常热卖的商品。现在，我们将谈论主要测试项目的方法。

RF输出功率的测试将基于快速功率传感器的使用，并且可能需要4个功率传感器来为 4 x 4 的MIMO设备同时工作。建议的测试设置如图 1 所示。

### 图1 RF输出功率测试的测试设置

#### 功率谱密度

可以使用高分辨率的频谱分析仪来测量功率谱密度（PSD）。所用探测器被专门定义为RMS探测器，而不是在版本 V1.7.1 中引用的平均值探测器。定义测量频率范围内的扫描点以确保获得必要的精度。如果所用频谱分析仪不支持足够的扫描点，频带可以进行分段。

依照在 V1.8.1 中定义的过程，PSD 测量不是简单地在频谱分析仪上扫描和标记其最大波幅。一次扫描采用10kHz的分辨带宽(RBW)和30kHz的视频带宽（VBW），利用其RMS探测器，同时捕捉超过8350个扫描点。下一步，扫描需要的所有值求和并归一化到RF输出功率 e.i.r.p.单位以得到归一化因子，这将合并所有单独的值以产生归一化的振幅。完成这种测量是从文件中第一个样本（最低频率）开始，然后累加1MHz段中后续样本的功率并记录功率和位置的结果，（即，样本#1至#100），然后将样本的起始点移动1位重复测量，然后重复所有个别值的过程直到所有值已都覆盖。得到的最高结果1MHz段的样本将是最大PSD值。

#### 带外域中的发射机杂散辐射

这是在 V1.8.1 版本中添加的新项目。目的是限制在所需带宽临界外的带外(OOB)域内的无用发射机发射，它来自于调制过程中但不包括杂散发射。进行这种测量是利用频谱分析仪上的时域功率测量功能。测量探测器设置为RMS，且需要至少 5000个扫描点。测量频率范围取决于UUT的运行带宽(OBW)，从(2400

MHz - 2BW)到 ( 2483.5 MHz + 2BW )。采用1 MHz的分辨带宽 (RBW ) 且设置SPAN为 0 Hz，时域功率测量需要在每个中心频率重复进行，它是从每个定义的 ISM ( 工业、科研和医疗 ) 频带频率范围边缘起1 MHz。

与RF输出功率测量类似，声明的天线装配增益"G" ( 单位dBi ) 须添加到每个1 MHz段的结果中。对于有多个发射链路的设备，需要对每个有效的发射链路进行重复测量。每1 MHz频段中的最高值就是OOB 域中的最高发射机杂散发射。

## 自适应性和收信机阻塞

在 V1.8.1 中最重要的变化之一是增加了自适应性和接收机阻塞测试要求，以测试设备是如何适应其环境的，通过查明频段内的其它传输，然后通过选定的频率和频道排除它们进行"适应"。自适应性是频谱共享要求的一部分。它习惯称为"介质访问协议机制"，主要依赖于制造商的声明。WLAN 或ZigBee产品依照标准设计，比如 IEEE 802.11 或 IEEE Std 802.15.4，将会有一种 LBT频谱共享机制，该机制基于检测RF能量的明确渠道评估 ( CCA ) 模式，所以它们会符合频谱共享要求。

然而，为了评价那些没有这种类型标准化频谱共享机制实施的设备，在 V1.8.1 中定义了详细的技术要求和试验程序。自适应性的概念伴随标准中必要细节的深度而复杂，所以这将是足够通用以覆盖可能引入的不同自适应设备类型。

测试期间，将一宽频带噪声信号注入到 UUT天线端口，比如以跳频为中心频率或在测运行频率的干扰信号。干扰信号必须是具有平坦PSD的有限带宽噪声信号。通常这种信号是由矢量信号发生器上的自适应高斯白噪声 ( AWGN ) 发生功能产生的。

自适应性和收信机阻塞测试结合一起进行，典型的测试配置可以参见图

2。测试程序包含以下基本步骤：

第1步：连接UUT和伴随的设备，然后连接干扰信号发生器、阻塞信号发生器和频谱分析仪。频谱分析仪用来监测UUT回应干扰和阻断信号的传输。

第2步：配置UUT为正常传输，配有足够的负载以允许对被测跳频率自适应机制的法规遵从性示范。然后，验证对 UUT 信道占用时间和最小空闲周期。

第3步：添加干扰信号。

第4步：验证对干扰信号的频谱共享机制的反应。

第5步：添加阻塞信号，并验证UUT的反应。

第6步：移除干扰信号和阻塞信号，然后验证 UUT 的反应。

请注意，UUT在检测干扰信号后允许发射控制信号，只要控制信号的占空比不超过标准中给出的限值。

有关适应性和收信机阻塞测试一种典型测试设置如图 2所示。

## 图 2：适应性和收信机阻塞测试的测试设置

ETSI EN 300 328 V1.8.1中独特测试设置的变化

EN 300 328 V1.8.1标准指定对测量测试仪器的功能、性能和设置的要求，它与V1.7.1要求截然不同。一些更独特的测试设备要求包括：

快速功率传感器，适用于2.4GHz，并且能够实现1MS/s的RF输出功率测量，它需要支持对MIMO设备的同时测量。

高性能频谱分析仪，其停留时间、最低频率占用和跳频序列测量的扫频采样点要超过30,000个频谱分析仪，带有满足多数测量的RMS 检测器

时间域功率测量功能，用于OOB 域中的发射机杂散发射适应性测试时，干扰信号宽频带噪声源的纹波必须小于1.5dB此外请注意，如果要对160MHz带宽的802.11ac设备进行测试，需要一台支持160MHz以上噪声带宽的自适应高斯白噪声（AWGN）发生器。

表 1 比较了当前 ETSI EN 300 328 V1.7.1与很快就要实施的ETSI EN 300 328 V1.8.1之间的12个关键测试准则所做的更改。

表 1： ETSI EN 300 328 版本 V1.7.1 和 V1.8.1 之间的技术要求差异

ETSI EN 300 328的未来发展

随着制造商及测试实验室目前过渡到 EN 300 328 V1.8.1 标准，ETSI 已经出版了 300 328 EN V1.8.2 的草案版本。这个版本目前正在欧洲规范标准审批过程中，预定 2014 年 9 月召开决议会议，如果有意见，此后将对修改后的版本进行附加的全民投票。通过全民投票的最终版本将作为 EN 300 328 V1.9.1，预计将在 2015 年的某个时间出版。

在未来版本 V1.8.2中的一些可能更改或包括：

对于FHSS，对某些定义提出改变，例如停留时间以及一些技术要求和相应的测试方法。

对于非 FHSS 和 基于LBT自适应系统，如 IEEE 802.15.4 和 IEEE 802.11，自适应性测试的要求和试验方法将会获得澄清。'扩展CCA时间' 和 '通道占用时间'的计算公式已被移除，取而代之为固定值或有固定值的范围。

对检测器类仪器设置的杂散发射测试的更改，包括澄清需要对UUT执行辐射测试，即使已进行过RF检测。