

无线通信设备 EMC 系列标准解读

解读无线通信设备电磁兼容系列标准通用要求

Interpretation to the Common Requirements of EMC Standards for Radio Communication Equipment

工业和信息化部通信计量中心 屈鹏飞

北京五龙电信技术公司 牛鑫

工业和信息化部通信计量中心 周镒

摘要

介绍了无线通信设备电磁兼容性要求和测量方法的通用技术要求,如试验布置、免测频段、窄带响应、性能判据等,并对复合无线电设备、多模终端的电磁兼容测试导则进行了解读。

关键词

电磁兼容;无线通信设备;免测频段;窄带响应;复合无线电设备;多模终端

Abstract

This paper interprets the common technical requirements of EMC specifications and test methods for radio communication equipment, which includes the test setup, exclusion band, narrow band responses, performance criteria and the EMC test guideline of combined radio equipments and multimode wireless terminal equipments.

Keywords

electromagnetic compatibility; radio communication equipment; exclusion band; narrow band response; combined radio equipment; multimode wireless terminal equipment

1 概述

YD/T 1312.1-2008《无线通信设备电磁兼容性要求和测量方法 第1部分 通用要求》(以下简称该标准)规定了无线通信设备电磁兼容测试的通用要求,是《无线通信设备电磁兼容性要求和测量方法》系列标准中最重要的部分。该标准规定了无线通信设备及其关联的辅助设备的电磁兼容性限值、性能判据和测量方法等,适用于除广播接收机以外所有种类的无线通信设备。对于不适合在实验室环境下测试的特定产品(如大功率无线电发信机),如果没有适用的现场试验标准和方法,那么该标准也可用于以现场测试的方式对被测设备进行电磁兼容性评估。

该标准主要参考了 EN 301 489-1《电磁兼容与无线电频谱 无线电设备和业务的电磁兼容 第1部分:通用要求》、CISPR 16《无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范》、CISPR 22《信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法》、ETSI TR 102 070《电磁兼容与无线频谱在复合无线电设备中协调标准的应用》等国际标准,并与 GB 9254《信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法》、GB/T 17626 系列标准、YD/T 1483《无线电设备杂散发射技术要求和测量方法》等国内标准协调统一。

作为《无线通信设备电磁兼容性要求和测量方法》系列标准的基础,YD/T 1312.1-2008 的重点在于确认测试通用条件、性能评估方法、性能判据及各个测试项目的具体测试方法、试验等级,以便协调系列标准中的其他标准。相对而言,该标准中对各个测试项目的测试方法和试验等级等的具体描述较易理解,因此本文的重点放在对测试通用条件、性能判据、复合无线电设备电磁兼容测试及多模终端电磁兼容测试的介绍上,希望能有助于标准使用者对该标准的理解和掌握,促进国内无线通信设备电磁兼容测试水平的提升。

2 试验条件

该标准规定了无线通信设备的通用试验条件,基本原则是尽可能地要与正常或典型的工作环境、实际运行状态、安装条件、放置位置、布线情况等一致,且端口的连接要确保正确。试验条件、工作模式和配置都应记录在试验报告中,以保证试验的可重复性。应避免抗扰度试验信号对测量设备和位于试验环境内/外的辅助设备(如信号源等)的影响,同时试验环境内/外的辅助设备也应避免对试验结果的影响。

2.1 试验布置

该标准详细规定了发信机输入/输出端布置、收信机输入/输出端布置、收发信机联合试验布置。

2.2 免测频段

该标准免测频段的定义适用于那些工作频率低于 2.7 GHz 的无线设备。如果无线设备的工作频率在 2.7 GHz 以上,但是射频带宽延伸至 2.7 GHz 以下,那么该标准免测频段的定义也依然适用。

抗扰度测试评估的是工作在被测设备工作频段之外的设备,在工作时对被测设备产生干扰,此时测试被测设备的抗干扰能力。而被测设备工作频段内的干扰属于系统内的影响,这是在系统设计时需要考虑的问题。以 GSM 移动电话机为例,在其工作频段外 2.4 GHz 的无线

电话、几百兆赫兹的家电对其产生干扰是辐射抗扰度要考核的范畴,而如两部 GSM 手机近距离同时通话时的相互干扰等 GSM 系统内的干扰问题,不在抗扰度测试范围内,因此不做考核。

2.3 窄带响应

该标准根据无线通信产品的特点,规定了判定此类产品在离散频率试验过程中是否产生窄带响应的方法。在抗扰度试验中,由于窄带响应和宽带现象都可能引起信号指标的超差。而窄带响应可能由窄带信号的骚扰或者随机信号的骚扰组成,并不会引起设备的电磁兼容性问题,故在试验过程中可忽略。

在测试时,若发生信号指标超差的情况,可按图 1 进行窄带响应的判定。根据具体产品标准的不同,进行窄带

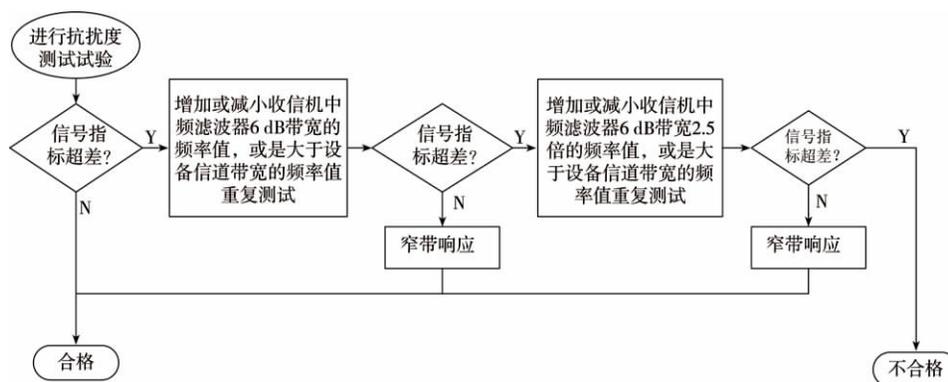


图 1 窄带响应判断

响应判定时,需要调整骚扰信号或者被测设备的工作频率并重新测试。在更宽的频带范围内重复测试是为了排除窄带信号和随机信号影响测试的可能性。

3 抗扰度试验性能判据

抗扰度试验性能判据是判定产品在进行抗扰度试验时是否合格的依据。基础标准的性能判据通常侧重于产品在试验中的可能表现,并以此为依据将产品划分为几个等级。而产品标准或者产品族标准中的性能判据是综合考虑了产品的应用环境、产品配置、产品性能下降对人或物造成不便的程度等因素的基础上,对产品电磁兼容性能提出的明确要求。

该标准规定了三种性能判据。就同一个抗扰度试验项目而言,视产品测试配置的不同,可能会适用一种或多种性能判据。

3.1 性能判据 A

测试中,被测设备应能保持正常工作,无功能丧失及性能降级。被测设备发信机在空闲状态时不应产生无意识的发射操作。测试后,被测设备运行状态没有改变,存

储数据和用户程序功能没有丧失。在测试中和测试后,通信链路能够保持。

该标准中所有持续现象都适用于性能判据 A。持续现象是指骚扰对产品的影响无法分解为一系列影响的一种电磁骚扰。辐射骚扰抗扰度试验、射频场感应的传导骚扰抗扰度试验及工频磁场抗扰度试验均针对持续现象。

对于连续进行的脉冲干扰试验,当脉冲之间的时间间隔很小时,其电磁干扰效应符合持续现象的定义,因此也可以将其考虑为持续现象。该标准车载环境下的瞬变和浪涌抗扰度试验中的 3a 和 3b 脉冲测试就适用性能判据 A。

3.2 性能判据 B

测试中,性能可以允许降级,部分功能可以丧失,但实际工作模式不允许改变。被测设备发信机在空闲状态时不应产生无意识的发射操作。测试后,已丧失的功能必须自恢复,恢复后,性能保持其技术文件中规定的最低要求,能正常运行,存储数据和用户程序功能没有丧失。

瞬态现象都适用于性能判据 B。瞬态现象是指两个相邻稳定状态之间变化的物理现象或者物理量,变化时

间小于所关注的时间尺度。浪涌(冲击)抗扰度试验、电快瞬变脉冲群抗扰度试验、静电放电抗扰度试验都是针对瞬态现象开展的电磁兼容测试。

3.3 性能判据 C

测试中,被测设备可以允许性能降级和功能丧失。被测设备发信机在空闲状态时不应产生无意识的发射操作。测试结束后,被测设备的功能可以由操作者恢复,恢复后,性能没有降级,能正常运行。

该标准中仅间断现象允许适用性能判据 C。间断现象是指在无后备电源(如内置电池)或双路供电情况下的电压中断。交流电源端口的电压中断试验中,对于具有后备电源的产品应采用性能判据 B;直流电源端口的电压中断试验中,对于有后备电源或双路供电的产品应采用性能判据 A。

3.4 各个性能判据之间的差异及应用范例

性能判据 A 规定了设备在经过抗扰度测试后,未见任何异常,正常工作,则可判定为合格。性能判据 B、C 均可发生功能暂时丧失、性能暂时降低的情况,性能判据 B 若无需人工干预自动恢复功能,则可判定为合格。性能判据 C 与性能判据 B 的差异在于是否需要人工干预恢复功能。以 GSM 移动电话机为例,在测试过程中,手机自行关机。在去掉加扰信号后自动重启,则可判定为自恢复。若需要人工重启,则可判定为需人工干预。对于性能降低、功能丧失的情况可以包括花屏、正常充电的手机不能充电、死机及一些不容易发现的其他功能的变化(如音乐播放器是否正常播放,保存的数据是否受损等)。

3.5 性能判据的理解和应用

需要注意的是,该标准是针对所有无线通信设备的通用要求,并未针对特定的产品。该系列标准的其他标准会对不同的产品类别提出更具体的要求。即使属于同一系列标准,针对同一试验项目不同标准中规定性能判据也可能不同,具体执行应首先考虑产品标准。例如,虽然 ETSI EN 301 489-1 中规定了车载环境下的瞬态抗扰度中的 3a 和 3b 脉冲应适用连续现象(性能判据 A),但在 ETSI EN 301 489-7(GSM 移动电话机电磁兼容标准)中明确要求 3a 和 3b 脉冲适用瞬态现象(性能判据 B)。

另外,还应该考虑到标准中通常只明确规定一种或几种业务的性能评估方法及性能判据要求。而对于具体的产品,对于未明确规定的业务和功能要在考虑到产品的使用环境及产品性能基础上,经过和制造商、委托方的协商和沟通,明确特定业务和功能的性能判据。

如特定环境要求产品针对某一电磁干扰有更高的抗扰度,或者制造商要求,也可以通过提高试验等级或提高

性能判据要求的方式来进行。

4 复合无线电设备电磁兼容测试

随着无线通信技术及产品制造工艺的快速发展,产品功能越来越丰富,结构和组成也更加多样化。当一个设备是多个设备的组合和/或多个功能的组合时,可称之为复合无线电设备。由于现行无线通信标准体系是针对产品/功能采用的无线技术来考虑的,因此一个复合无线电设备需同时符合多个产品标准。为了合理运用不同产品标准,合理简化测试过程,YD/T 1312.1-2008 给出了复合无线电设备电磁兼容测试导则。

4.1 复合无线电设备分类

可按如下两种不同的角度对复合无线电设备进行分类:按工作模式分类及按组合方式分类。

按工作模式分类时,需考虑组成复合无线电设备的多个产品/功能是否可以独立工作。具体而言,各个产品/功能均可独立工作的属于设备类别 1,有一个或多个独立产品/功能不能独立操作的属于设备类别 2,各产品/功能均不能独立工作的属于设备类别 3。

按组合方式分类时,需考虑多个产品或功能的组合方式,共需考虑 7 种组合类型。

组合类型 1 的组合方式、工作模式分类、产品范例及测试要点见表 1。

表 1 组合类型 1

组合方式	
	组成复合设备的各个产品有各自的功能,可独立工作,在单一机框中组合形成新产品(产品 C)
设备类别	设备类别 1(工作模式分类)
产品范例	带有 GSM Modem 的移动通信直放站
测试要点	组成复合设备的独立产品应符合对应的电磁兼容标准。如果独立产品已经进行过测试,且能代表其在复合无线电产品上的应用,则无需重新测试

组合类型 2 的组合方式、工作模式分类、产品范例及测试要点见表 2。

组合类型 3 的组合方式、工作模式分类、产品范例及测试要点见表 3。

组合类型 4 的组合方式、工作模式分类、产品范例见表 4。组合类型 4 的测试要点要综合考虑类型 2 及类型 3 的对应要求。

组合类型 5 的组合方式、工作模式分类、产品范例见表 5。组合类型 5 的测试要点与组合类型 2 一致。

组合类型 6 的组合方式、工作模式分类、产品范例见表 6。组合类型 6 的测试要点与组合类型 2 一致。

组合类型 7 的组合方式、工作模式分类、产品范例见表 7。组合类型 7 的测试要点与组合类型 3 一致。

各种组合类型、设备类别、组合方式的相互对应关系汇总见表 8。

4.2 复合无线电设备测试导则

对于可以独立工作的复合无线电设备的评估，可通

表 2 组合类型 2

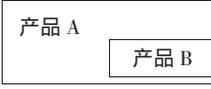
组合方式	 <p>一个产品(产品 B)物理上存在于另外一个主产品(产品 A)内部</p>
设备类别	设备类别 2(工作模式分类)
产品范例	带有 3G 网卡或者无线局域网卡的笔记本电脑
测试要点	骚扰测试时,对于多个产品/功能共用的端口,按主产品的适用标准进行测试;对于抗扰度测试及骚扰测试时主产品标准中未考虑到的端口,按各个产品/功能对应的标准进行测试

表 3 组合类型 3

组合方式	 <p>一个产品(产品 B)通过电缆或光缆与另外一个产品(产品 A)相连。产品 B 不能独立工作</p>
设备类别	设备类别 2(工作模式分类)
产品范例	交换机及与其相连的 AP
测试要点	需要根据产品之间的连接情况是否为典型配置或应用来确定是否适合将互联后的完整配置按照复合设备进行测试

表 4 组合类型 4

组合方式	 <p>组合类型 2 和类型 3 的结合</p>
设备类别	设备类别 2(工作模式分类)
产品范例	产品 A 为计算机,产品 B1 为 Modem 或者无线局域网网卡,产品 B2 为通过 USB 线缆或者双绞线相连的摄像头等设备

表 5 组合类型 5

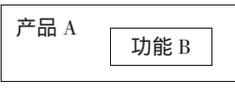
组合方式	 <p>类似于组合类型 2,功能 B 不是独立的组成部分,但可能有对应的适用标准</p>
设备类别	设备类别 2(工作模式分类)
产品范例	通过板载芯片实现蓝牙或无线局域网功能的计算

表 6 组合类型 6

组合方式	 <p>类似于组合类型 5,区别为在缺乏功能 B 时,产品 A 无法单独工作</p>
设备类别	设备类别 3(工作模式分类)
产品范例	基于 WebOS 的平板电脑(通常依赖无线局域网功能实现网络接入)、无线传真机

表 7 组合类型 7

组合方式	 <p>类似于组合类型 3,区别为在缺乏产品 B 时,产品 A 无法单独工作,产品之间的连接也可以是有线或无线方式</p>
设备类别	设备类别 2(工作模式分类)
产品范例	基于无线传输的视频监视系统,产品 A 为监视设备,产品 B 为多路显示系统或者计算机控制单元

表 8 各种组合类型、设备类别及组合方式汇总

组合类型	产品 A		产品/功能 B		设备类别
	能独立工作	不能独立工作	能独立工作	不能独立工作	
类型 1	√		√		类别 1
类型 2	√			√	类别 2
类型 3	√			√	类别 2
类型 4	√			√	类别 2
类型 5	√			√	类别 2
类型 6		√		√	类别 3
类型 7		√	√		类别 2

注:产品 B 可以是多个产品或多个功能的组合

过对独立产品已经进行的电磁兼容测试来进行。如果独立产品已经按照厂商的说明来使用,并且已有的电磁兼容测试配置能够代表它在复合无线电设备上的典型应用,那么就不需要重新评估这个产品或者整个复合无线电设备。

当独立产品的电磁兼容测试不全面或者评估结果不清晰的情况下,则需要重新评估。

如果复合设备是由多产品非物理联合而成的,并且其完整配置由于各部分的物理、电缆距离不能代表其典型配置时,则可能需要对其各个部分单独进行评估。在试验中要注意处理各个部分的适当的控制功能的实现,要能代表典型的运行情况。

(1) 骚扰测试

由于不同组合的原因,复合无线电设备中的独立产

品需要满足不同的电磁兼容标准。对于给定复合无线电设备,使用标准的选择应该根据其主设备来进行。若各组成设备不能独立工作,那么骚扰限值和测量应该采用主要功能所对应产品标准中的规定。如果某些端口没有包含在主设备电磁兼容标准中,那么应该按照复合无线电设备中其他产品所对应的电磁兼容标准来评估。

(2) 抗扰度测试

对于组成复合无线电设备的各产品,可能已经根据相关标准进行了不同的抗扰度试验。对于主要产品的抗扰度试验可以认为是满足了复合无线电设备的抗扰度试验要求。若各组成设备不能独立工作,那么组合设备的试验等级、性能判据和测试方法应该按照主功能所对应的标准进行。

如果主要产品的抗扰度试验没有包括复合无线电设备的电信、信号和控制端口的射频场感应的传导骚扰抗扰度测试以及复合无线电设备中无线电、电信功能的射频电磁场辐射抗扰度测试的话,那么应该增加上述两项试验。

同时,对于免测频段的选择,应来源于对应的所有无线电产品电磁兼容标准,评估时要合理运用所有免测频段。忽略由窄带响应所带来的影响。对于复合设备所能建立的所有链路,都应在测试中保持连接。必须考虑复合设备中发信机在空闲状态下的无意发射。

5 多模终端电磁兼容测试

2006年以来,随着芯片集成度及终端设计技术的提高,双模及多模终端不断问世。多模终端可以看成复合无线电设备的一种具体形式。针对多模终端的电磁兼容测试问题,该标准规定了多模终端电磁兼容测试导则。导则是以双模终端为例,并可类推至多模终端。导则按是否支持双模同时工作可分为两部分内容。

5.1 不支持双模同时工作

如果被测终端不支持两种模式同时工作,那么需要按照各自制式相应的电磁兼容产品标准进行测试,各项指标都需要满足标准要求。

5.2 支持双模同时工作

如果被测终端支持两种模式同时工作,那么首先要根据产品特性和应用场景来确定典型的工作状态。再分别依照骚扰测试和抗扰度测试导则来进行试验。

(1) 工作状态的确定

多模终端在每种制式下通常都支持语音及数据业务。由于产品软件的完备性不足,可能会导致产品支持在两个制式下同时使用语音或者数据业务,此类工作状态不应被选择。双模同时工作的典型工作状态应选择一种制式的语音业务及另外一种制式的数据业务。

(2) 骚扰测试导则

1) 杂散测试:原则上,两种制式的测试可以按照各自相应制式的产品标准进行。为模拟实际工作状态,一种制式测试时,另一制式要保持空闲状态。

2) 连续骚扰、谐波电流、电压波动和闪烁测试:首先被测设备需要在两种制式同时开启的情况下进行测试,测试结果需满足该标准各自的测量方法和限值要求。其次,被测设备还要在单制式开启时进行测试,测试结果要满足相应制式的电磁兼容标准要求。如果检测机构能证明被测设备在多制式同时开启时的测试结果为最大骚扰,那么就不必进行单制式条件下的测试。

如果在测试过程中出现两个或多个强载频信号同时进入接收机/频谱分析仪的情况,应注意排除由此产生的杂波干扰。当出现无法排除的杂波干扰时,还可以通过关闭载频信号的方式来确认杂波是否是发信机造成的,发信机的发射可以忽略。

(3) 抗扰度测试导则

对支持多模同时工作的终端,需要同时开启多制式的情况下进行抗扰度测试。

辐射骚扰抗扰度试验要注意适当的运用各制式的免测频段,并忽略窄带响应。就某个制式而言,多制式同时工作时的部分免测频段是由其他制式引入的。如果多模终端可设置为仅在单制式下工作,则应在单制式下针对其他制式引入的免测频段进行补充试验。

应综合运用各制式的抗扰度试验性能判据,在试验过程中及试验结束后,要分别对各制式的性能情况按照各自相应标准的要求进行监视,也都要满足各自相应的性能判据。

参考文献

- [1] 信息产业部电信研究院,中兴通讯股份有限公司,华为技术有限公司,等. YD/T 1312.1-2008 无线通信设备电磁兼容性要求和测量方法 第1部分:通用要求[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [2] ETSI EN 301 489-1 V1.9.2. Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 1: Common technical requirements[S]. 2011.
- [3] ETSI TR 102 070-1 V1.2.1. Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Guide to the application of harmonized standards to multi-radio and combined radio and non-radio equipment; Part 1: ElectroMagnetic Compatibility[S]. 2003.

编辑:王颖

E-mail:wangy@cesi.ac.cn