

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R SM.1837-1 建议书
(08/2013)

**测量无线电监测接收机三阶交调
截取点 (IP₃) 电平的测试程序**

SM 系列
频谱管理



前言

无线电通信部门的职责是确保卫星业务等所有无线电电信业务合理、平等、有效、经济地使用无线电频谱，不受频率范围限制地开展研究并在此基础上通过建议书。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界或区域无线电通信大会以及无线电通信全会在研究组的支持下履行。

知识产权政策 (IPR)

ITU-R的IPR政策述于ITU-R第1号决议的附件1中所参引的《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策》。专利持有人用于提交专利声明和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，在此处也可获取《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策实施指南》和ITU-R专利信息数据库。

ITU-R 系列建议书

(也可在线查询<http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

系列	标题
BO	卫星传送
BR	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
BS	广播业务（声音）
BT	广播业务（电视）
F	固定业务
M	移动、无线电定位、业余和相关卫星业务
P	无线电波传播
RA	射电天文
RS	遥感系统
S	卫星固定业务
SA	空间应用和气象
SF	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和频率标准发射
V	词汇和相关问题

说明： 该ITU-R建议书的英文版本根据ITU-R第1号决议详述的程序予以批准。

电子出版
2014年，日内瓦

© 国际电联 2014

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

ITU-R SM.1837-1 建议书*

测量无线电监测接收机三阶交调
截取点 (IP₃) 电平的测试程序

(2007-2013年)

范围

本建议书是阐述确定无线电监测接收机技术参数的测试方法的系列建议书之一。技术参数对这些接收机的用户至关重要。如果制造商遵循上述方法，则不同接收机间的比较就变得十分容易。本建议书规范了一套确定监测接收机IP₃的测试程序。建议所有制造商均使用这一测试程序定义，使此类接收机的用户能够更为方便、客观地对产品质量做出评估。

关键词

测试程序、三阶交调截取点、无线电监测接收机、无线电监测接收机

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) ITU-R已在《国际电联频谱监测手册（2011年版）》中公布了推荐模拟和数字监测接收机使用的典型规范，但并未提及此类规范背后的测试程序；
- b) 三阶交调截取点 (IP₃) 与应用的测试程序息息相关；
- c) 接收机数据单中标明的IP₃电平十分依赖于使用的测试频率、测试信号的间隔、测试信号的电平和测试期间的周围温度；
- d) IP₃特性对接收机是否能够完成某些监测任务会产生直接的影响，特别是真实环境的条件下（调谐频率附近频谱的高电平信号）；
- e) 如果没有定义好的测试程序，制造厂商公布的IP₃规范必须通过转换才能进行比较，且这一转换可能十分复杂，甚至无法执行；
- f) 为IP₃定义的测试程序必须独立于接收机的设计；
- g) 如果所有无线电监测接收机制造商都采用了定义完善的IP₃测试程序，则此类接收机的用户能够更为方便、客观地对不同制造商的产品做出评估，避免产生模棱两可的情况；
- h) 有关IP₃测量的补充信息，请参见ITU-R SM.2125报告-H/V/UHF监测接收机和电台的参数及测量程序；

* 2019年，无线电通信第1研究组根据ITU-R第1号决议，对本建议书进行了编辑性修改。

- j) 比较两台接收机性能时，将同时考虑 IP_3 、噪声系数或灵敏度，
建议
- 1 应使用附件1中的测量方法确定三阶交调截取点（ IP_3 ）；
 - 2 在此 IP_3 测量条件下，各 IP_3 值应辅以噪声系数或灵敏度值。

附件1

测量无线电监测接收机三阶交调 截取点（ IP_3 ）电平测试程序

1 概述

IP_3 电平取决于：

- 两个测试信号的射频（RF）间隔；
- 两测试信号的RF电平；
- 为测试选择的频率池；
- 测试期间的温度。

此外，为正确的评估 IP_3 电平：

- 接收机针对各测试频率对产生的两种互调产物必须进行测量和评估。如果它们的电平不同，则应考虑较高的电平；
- 应当避免（针对所谓“映射频率”）重复测量，因为它们会对 IP_3 的平均值产生影响。重复测量会产生相似的 IP_3 电平测量值，而这其实对接收机质量的评估无益；
- 制造商必须在数据表中对接收机整个工作范围内的 IP_3 电平平均值做出规定并予以公布。数据表中同时必须公布（测试信号的间隔、电平、等效输入噪声基准、自动增益控制（AGC）为“on”或“off”）每次测量的测量条件。对于每个间隔，应指出接收机测试条件值（在“定义”中做出了规定）。鉴于 IP_3 值取决于频率，制造厂商可进一步选择规范选定频段或范围内的 IP_3 ；
- 亦可指定一个平均值（一系列测试结果的算术平均值）。

定义

下述定义适用于本建议书：

- 如果两种测试信号均穿过完整的模拟信号路径（包括A/D转换器或检测器），则接收机的测试条件被定义为“条件1”。建议对包括从模拟到数字的全部信号处理并发布频谱、可听信息或I/Q基带数据的设备采用“条件1”。例如，这类设备可能对接收机和频谱分析仪进行监测。

- 如果两个测试信号均从模拟信号路径传向模拟中频（IF）输出，则接收机的测试条件被定义为“条件2”。建议对仅包括模拟信号路径并在IF基础上（件IF13）发布结果的设备采用“条件2”。例如，这类设备可能是模拟调谐器和原生产厂商（OME）的前端模块。
- 如果一个或多个测试信号在接收机模拟信号路径的中段被取消，则接收机的测试条件被定义为“条件3”。建议对仅包括模拟信号路径并在IF基础上（件IF13）发布结果，而且不同的IF阶段分布于不同处理阶段的设备采用“条件3”。例如，这类设备可能是模拟调谐器和OME的前端模块。

2 “三阶交调截取点（IP₃）电平”的基本概念

两个r.m.s.功率（ P_{in} ）相同的未调制测试信号以及频率 f_1 和 f_2 （ $f_1 < f_2$ ）被插入接收机的天线输入端。由于非线性关系，可能会出现频率 $f_3 = \{(2 \times f_1) - f_2\}$ 和 $f_4 = \{(2 \times f_2) - f_1\}$ 这两种互调产物。

接下来，使用下述公式计算IP₃电平：

$$IP_3 = P_{in} + a/2$$

式中：

P_{in} ：两种插入测试信号测量出的r.m.s.功率（dBm）

a ：插入测试信号的电平与测量点互调产物电平间的差别（dB）。如果互调产物电平不同，则应考虑较高的电平。

接收机噪声基准的变化

测量被测接收机等效输入噪声基准的工作，应在打开或关闭测试信号的情况下，贯穿整个IP₃测量过程。此测试使用的频率详情（ f_5 和 f_6 ）请参见“电平的测量”一段。

测试基准条件

进行此测量时，重要的是两测试源间有充分的间隔，从而防止频率 f_3 和 f_4 上在输出阶段产生互调IM产物。可能需要使用隔离器、固定衰减器、隔离放大器或高隔离威尔金森功率合路器。可能还需要低通滤波器来衰减信号源的第2谐波。

为了验证测试设置中所有这些设备的可靠性，可在不与被测接收机相连的情况下实施测试台IP₃测量。测试台IP₃应至少比接收机预期的IP₃高10 dB。

电平的测量

在 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 处测量电平的同时使用接收机的内置电平批示器确保 f_5 和 f_6 处的接收机等效输入噪声基准恒定不变。 f_5 和 f_6 表示接收机带宽（BW）在相邻信道的情况（ $f_5 = f_3 - BW$ 和 $f_6 = f_4 + BW$ ），且 f_5 和 f_6 电平的测量在测试信号打开或关闭的状态下进行。此内置电平批示器需在预期测量信号电平的振幅范围内校准。允许的最大绝对误差为±1 dB，且电平指示器的读数分辨率应≤0.1 dB。当中频（IF）输出可用时，亦允许使用与接收机上某IF相连的频谱分析仪或测量接收机作为电平指示器，此时适用与接收机内置监视器相同的校准和精度要求，但可使用相对较窄的测量滤波器来解决测量窄带宽IP₃接收机时出现的困难。

相位噪声

如果IM产物的电平在 f_3 和 f_4 处接近噪声基准或相位噪声的过渡带，则测出的电平为IM产物的电平与噪声之和。减去噪声部分，便可得出实际IM产物的电平。

测试信号的频率间隔

频率 f_1 和 f_2 间的频率间隔的选择按下文中的第3段执行，且测试信号应符合条件1、条件2或条件3。

必须规定测试期间选择的带宽。

至少应选择在整个接收机频率范围内均匀分布的两个频率对（每倍频）作为测试信号。在数据表所示的整个额定温度范围内，公布的 IP_3 值必须有效。如有限制，则应在数据表中说明。如果有可变输入衰减器，则在测试期间须将其设置为0 dB。在其它情况下，例如接收机设计不允许手动改变衰减器的设置时，必须说明测试使用的衰减以及为什么使用了0 dB外的其它值。为了更全面的描述接收机，可提供多衰减设置的测量性能。必须在正常工作条件下设置接收机，且必须根据测量的情况指出AGC是处于打开还是关闭状态。

被测接收机的配置

如果使用了可切换预放大器，则必须在“预放大器关”的条件下进行测量。有些接收机的设计不允许物理关闭放大器，只能使用组合变阶衰减器。放大器与衰减器的组合应设置为0 dB的增益。

3 测量9 kHz至30 MHz及20 MHz至3 000 MHz频率范围内接收机三阶交调截取点电平的测试程序定义

选择 IP_3 测试参数时应考虑到接收机的典型使用情况。应用领域重叠的接收机间对比，有时存在困难。本建议书中的方法是在可比条件下对接收机进行测试，且：

- 应遵循第2段中的一些基本考虑；
- 监测接收机天线输入端测试信号 f_1 和 f_2 的允许电平范围为-30 dBm至10 dBm；
- 可由制造厂商选择测量时使用的IF滤波带宽或分辨带宽（RBW），但对该型号的接收机及希望使用的应用，此选择必须切实可行。所选带宽（BW）在9 kHz至30 MHz频率范围内必须 ≤ 5 kHz，且在20 MHz至3 000 MHz范围内必须 ≤ 30 kHz；
- 测试频率内的接收机测试应使用一系列频率测试间隔。测试应使用谐波递增表，从1 Hz开始，按3 Hz、10 Hz、30 Hz、100 Hz、300 Hz、1 kHz、3 kHz递增，直至300 MHz。对许多接收机和应用而言，测量所有间隔没有意义。该表中的第一和最后一项可选用其它频率间隔。但是，有必要在这些起始和终止频率间使用全部频率间隔进行测量；

- 频率间隔的容差应 $\leq 1\%$;
 - IP_3 的测量值应在单一的表格中列出，并指明条件1、条件2和条件3下的测量结果，或者根据条件的具体数量，在不同表格中分列。表格中应在各测量值中包含：所用频率间隔、测量时的条件（条件1、2或3）以及测出的 IP_3 ；
 - 如果测量是在接收机现实生活中的实际使用条件下进行，则应对表中各项应作出说明。可在表下方加入描述测量条件的补充信息。
-