

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R SM.1541-6 建议书
(08/2015)

带外域的无用发射

SM系列
频谱管理



国际电信联盟

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通信业务合理、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
2016年，日内瓦

© 国际电联 2016

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.1541-6 建议书*、**

带外域的无用发射***

(2001-2002-2006-01/2011-09/2011-2013-2015年)

范围

本建议书给出了频率为9 Hz至300 GHz发射机的带外（OoB）域发射限值。

关键词

无用发射、带外域、发射限值

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 与适用于杂散域内无用发射的影响、测量和限值有关的ITU-R SM.329建议书 — 杂散域内无用发射；
- b) 为在所发射的无线电频率频谱内确定带外域和杂散域的边界提供指导的ITU-R SM.329和ITU-R SM.1539建议书；
- c) 在ITU-R SM.328建议书 — 发射的频谱和带宽中，必然包含着对OoB和必要带宽的考虑；
- d) 无用发射发生在发射机开机工作以后，并且可以通过系统设计使其减小；
- e) 带外域发射限值已被成功地作为在具有高无线电通信密度范围内的国家或区域的规则而使用；为实现与其他系统的共存，这样的限值通常是按照本地特殊而详细的需求来设计的；
- f) 然而，对于每一业务，为了限制更为宽泛的常规ITU-R OoB域发射限值的数量，通常需要一个最少限制的OoB域发射限值（在上述考虑到e)中所描述的）的包络为基础；
- g) 在提交给无线电通信局的频率指配符合《无线电规则》附录4的情况下，单载波发射的必要带宽由发射指示器的带宽部分给出；
- h) 在《无线电规则》附录4中，必要带宽是指一个单载波发射，可能不完全适用于具有多载波的系统，

* 应提请无线电通信第4、第5、第6和第7研究组注意本建议书。

** 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。

*** 尽管通常在OoB域内带外发射占主要地位，但OoB域内也会出现杂散发射。重要的是应当注意到本建议书的限值适用于OoB域内所有无用发射，其中既包括OoB发射也包括杂散发射。

认识到

《无线电规则》中定义了下列术语。

无用发射

«第1.146款 无用发射*：包括杂散发射和带外发射。»

杂散发射

«第1.145款 杂散发射*：在必要带宽之外的一个或多个频率上的发射，其发射电平可以降低而不致影响相应信息的传输。杂散发射包括谐波发射、寄生发射、互调产物及变频产物，但带外发射除外。»

带外发射

«第1.144款 带外发射*：由调制过程产生、刚超出必要带宽的一个或多个频率上的发射，但杂散发射除外。»

占用带宽

«第1.153款 占用带宽：指这样一种带宽，在它的频率下限之下或频率上限之上所发射的平均功率各等于某一给定发射的总平均功率的规定百分数 $\beta/2$ 。

除非ITU-R建议书对相应的发射类别另有规定， $\beta/2$ 值应取0.5%。»

必要带宽

«第1.152款 必要带宽：对给定的发射类别而言，恰好足以保证在规定条件下以所要求的速率和质量传输信息的频段宽度。»

指配频段

«第1.147款 指配频段：批准给一个电台进行发射的频段；其带宽等于必要带宽加上频率容限绝对值的两倍。如果涉及空间电台，则指配频段包括对于地球表面任何一点上可能发生的最大多普勒频移的两倍。»

指配频率

«第1.148款 指配频率：指配给一个电台的频段的中心频率。»

注意到

a) ITU-R SM.1540建议书又包括了落入相邻划分频段的OoB域的无用发射的案例；

b) 对2000年无线电通信大会批准的ITU-R第222/1号研究课题所做的研究，能够对用于本建议书的基本定义造成形式上的和实际上的影响。今后有必要修改本建议书，以反映这些研究成果，

建议

1 术语和定义

应采用下列附加的术语和定义：

1.1 杂散域¹

（某一发射）：通常以杂散发射为主的OoB以外的频率范围。

1.2 OoB域¹

（某一发射）：通常以OoB发射为主的紧邻必要带宽的频率范围，但不包括杂散域。

1.3 dBsd和dBasd

dBsd：相对于必要带宽内功率谱密度（psd）最大值的分贝。通过确定基准带宽内的平均功率来建立一个随机信号psd的最大值，此时基准带宽被设置在使计算结果达到最大值的频率内。无论基准带宽是位于中心，还是如第1.6节所规定的，都应是相同的。

dBasd：相对于必要带宽内功率谱密度（psd）平均值的分贝。通过计算基准带宽内的平均功率和平均整个必要带宽的计算结果，来建立一个随机信号psd的平均值。基准带宽如第1.6节所规定的。

1.4 dBc

相对于未调制载波发射功率的分贝值。在无载波的情况下，例如在某些不易测量载波的数字调制方案中，不易测量载波，等效于dBc的基准电平是相对于平均功率 P 的dB值。

1.5 dBpp

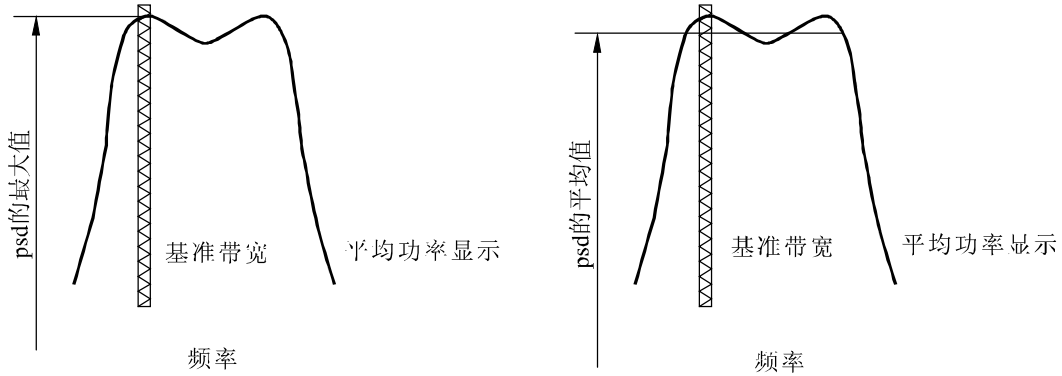
以占用带宽内的基准带宽来测量的相对于峰值功率最大值的分贝值。在相同基准带宽内，带内峰值功率表示为OoB峰值功率。就峰值而言，带内发射和无用发射二者的值都应被确定。雷达系统的基准带宽应按照ITU-R M.1177建议书来加以选择。

¹ 为了消除某些现存的矛盾，即《无线电规则》第1条中术语“带外发射”和“杂散发射”的定义与《无线电规则》附录3（由世界无线电通信大会（2000年，伊斯坦布尔）（WRC-2000）修订）中这些术语的实际使用之间的矛盾，引入了术语“OoB域”和“杂散域”。OoB和杂散限值分别适用于OoB域和杂散域中所有的无用发射。

图1

以0 dBsd为基准 (a) psd最大值

以0 dBsd为基准 (b) psd平均值



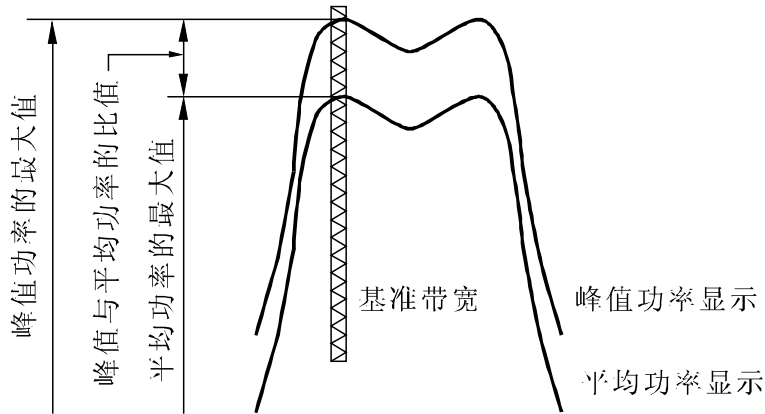
a) 最大psd的概念

b) 平均psd的概念

SM1541-01

图2

以0 dBpp为基准, 峰值功率的最大值



峰值功率的概念

SM1541-02

1.6 基准带宽

用于唯一地定义OoB域发射限值的带宽。如果就OoB域发射限值不能明确给出这一基准带宽，则其应为必要带宽的1%。雷达系统的基准带宽应按照ITU-R M.1177建议书来加以选择。

1.7 测量带宽

在技术上适合于对特定系统进行测量的带宽。对常见的频谱分析仪，通常是指分辨带宽。

注1 — 假如可以将结果转换为所需的基准带宽，则测量带宽可以不同于基准带宽。

1.8 psd

本建议书中的psd为每基准带宽内的平均功率。

1.9 平均功率

使用psd或一种等效的测量方法，在整个特定的频段之上对功率求积分。

1.10 信道平均功率

使用psd或一种等效的测量方法，在所占用信道的邻信道的整个带宽之上对功率求积分。

1.11 峰值功率

使用一个带宽和波形足够容纳信号带宽的滤波器，以峰值检波器所测得的功率。

1.12 邻信道的峰值功率

使用一个特定的信道滤波器，在所占用信道的邻信道的带宽之内测得的平均功率。

1.13 总指配频段

提交到BR的数据符合《无线电规则》附录4数据的要求，且被某一主管部门批准的一个系统的连续的指配频段之和。

注1 — 对于空间业务，当一个系统拥有工作在被保护带分离的邻频段的多个转发器（或发信机）时，总指配带宽应包括保护带。在此情况下，保护带应是转发器或发信机带宽的一个小的百分数。

1.14 总指配带宽

总指配频段的宽度。

2 定义的应用

当使用本建议书时，应遵从以下指导意见：

2.1 OoB域发射

必要带宽外侧、发生在间隔发射的指配频率 $\pm 250\%$ 必要带宽处以内的频率范围的发射通常被认为是OoB域发射。但是，这种频率分割与调制类型、数字调制的最大符号速率、发射机类型和频率协调因子有关。例如，对于某些数字、宽带或脉冲调制系统，频率分割不采用250%因子。

发射机的非线性也可以将带内信号的成分散布到如附件1的第1.3节所描述的OoB频率范围的频段内。此外，发射机振荡器的边带噪声也可能延伸到附件1的第1.3节所描述的OoB频率范围的频段内。因为隔离这些发射是不切实际的，所以在OoB功率测量过程中往往包括这些发射电平。

2.2 杂散域发射

本建议书中，落在间隔发射的中心频率±250%必要带宽处或以外的所有发射，包括互调产物、频率变换产物和寄生发射，通常被认为是杂散域发射。但是，这种频率分割与调制类型、数字调制的最大符号速率、发射机类型和频率协调因子有关。例如，对于某些数字、宽带或脉冲调制系统，频率分割不采用250%因子。

对于可以从一个末级输出放大器或有源天线同时发射多个载波的多信道或多载波的发射机（或转发器），发射的中心频率既可以采用电台指配带宽的中心频率，也可以采用发射机（或转发器）-3 dB带宽的中心频率，取二者中较小者。

2.3 必要带宽和OoB域

在窄带或宽带发射的情况下（如ITU-R SM.1539建议书所定义的），应利用表1确定OoB的范围。

表1
OoB域的开始与结束

发射类型	如果必要带宽 B_N 为:	对OoB域起始处, 从必要带宽中心的频偏 (±)	中心频率与杂散域边界的频率间隔
窄带	$< B_L$ (见注1)	$0.5 B_N$	$2.5 B_L$
标准	B_L 到 B_U	$0.5 B_N$	$2.5 B_N$
宽带	$> B_U$	$0.5 B_N$	$B_U + (1.5 B_N)$

注1 — 当 $B_N < B_L$ 时，频率间隔在 $0.5 B_N$ 到 $0.5 B_L$ 之间推荐无衰减的无用发射。

注2 — B_L 和 B_U 由ITU-R SM.1539建议书给出。

2.3.1 单载波发射

检验某一单载波发射是否符合OoB域限值时所使用的必要带宽的值应与按照《无线电规则》附录4提交到BR的发射指示器中的值相一致。

一些系统就信道带宽和信道间隔规定了OoB掩模。假如在ITU-R建议书中或相应的区域或国家规则中包括这些掩模，则可以用其来替代必要带宽。

2.3.2 多载波发射

多载波发射机（或转发器）是指那些可以从一个末级放大器或有源天线同时发射多个载波的发射机（或转发器）。

具有多个载波的系统的OoB域应开始于总指配带宽的两个端点。对于卫星系统，用于本建议书附件5所给出的OoB掩模中的必要带宽和确定OoB域宽度的必要带宽应采用3 dB转发器带宽或总指配带宽（附件2给出了两个示例，表明如何计算每一卫星上带有一个或多个转发器的多载波系统的OoB域的开始和终止）中较小者。

对于空间业务，当同时发射所有载波或某些载波时，适用上述必要带宽的定义。

2.4 关于dBsd、dBc和dBpp的考虑

2.4.1 dBsd、dBc和dBpp的正负符号

由于dBsd被定义为相对于某些基准功率谱密度，所以OoB dBsd的值用负数表示(通常情况下，OoB dBsd低于基准dBsd)。但是，如果使用如“dBsd以下”或“衰减(dBsd)”这类术语，则OoB域的发射值用正数表示。

因为dBc被定义为相对于某些基准功率，所以OoB dBc的值用负数表示。但是，如果使用如“dBc以下”或“衰减(dBc)”这类术语，则OoB域的发射值用正数表示。

因为dBpp被定义为相对于某些基准峰值功率，所以OoB dBpp的值用负数表示。但是，如果使用如“dBpp以下”或“衰减(dBpp)”这类术语，则OoB域的发射值用正数表示。

附件3给出了在dBc和dBsd掩模上标示X和Y轴的方法。

2.4.2 dBsd和dBc的比较

因为dBsd和dBc没有相同的0 dB基准，所以相同的数字dB值会造成dBsd发射限值比dBc发射限值更为严格。所选择的基准带宽将影响这一差别的量值。因此，需要一并建立掩模的类型、基准带宽和掩模值。

2.4.3 dBsd、dBc和dBpp限值的实际应用

对于下列应用，dBsd会更为切合实际：

- 数字调制；
- 难以测量载波的调制形式。

对于下列应用，dBc会更为切合实际：

- 模拟调制；
- 特殊的数字调制系统；
- 当频谱密度被指定为dBsd值时，被包含在OoB域内的离散发射的补充限值。

对于下列应用，dBpp会更为切合实际：

- 特殊的脉冲调制系统（例如雷达）以及某些特殊的模拟发射系统。

3 确定符合OoB域发射限值的方法

附件1中所描述的方法 — 邻信道和相间邻信道功率法或OoB频谱掩模法应被用来确定符合OoB域的发射要求。

4 频率范围9 kHz至300 GHz发射机的OoB域发射限值²

应将本建议书所规定的频谱限值视为常规限值，这些限值通常建立了成功地作为国家和区域规则的最少约束性的OoB域限值。这些限制有时被称为安全网限值。它们旨在用于不再要求更为严格的限值来保护特殊应用的场合（例如在无线电通信密度高的地区）。

在此基础上，适用于9 kHz至300 GHz 频率范围内的发射机的OoB域发射应遵循表2所给出的限值。

ITU-R SM.1541和ITU-R SM.1540建议书的适用性在附件14中加以描述。

主管部门应鼓励针对每一系统和每一频段的更加专门化的OoB域发射限值的研究。为了增强与其他无线电业务的兼容性，这些限值将考虑系统的实际应用、调制、滤波的性能，并且注意共用频段或邻频段工作的系统。

附件4列出了为某些频段内的某些系统提供这样更为专门化的OoB发射限值的ITU-R建议书的示例。

表2

OoB发射频谱限制曲线

按照《无线电规则》第1条或设备类型划分的业务种类	发射掩模
空间业务(地球站和空间电台)	见附件5
广播电视	见附件6
声音广播	见附件7
雷达	见附件8
业余无线电业务	见附件9
陆地移动业务	见附件10
水上和航空移动业务	见附件11
固定业务	见附件12

遵从本建议书的发射限值并不能避免干扰的出现。因此，遵从标准并不排除需要与制定和实施对有害干扰问题的工程解决方案相结合。

5 采用由附件5-12给出的窄带和宽带系统OoB掩模

- a) 如ITU-R SM.1539建议书所定义的，在必要带宽 B_N 小于 B_L 的情况下，OoB掩模应该是带有标度的。这可以通过用 B_L 替代 B_N 来实现；
- b) 正如ITU-R SM.1539建议书所定义的，假如必要带宽 B_N 大于 B_U ，在使用OoB掩模时 B_N 值将保持不变，但掩模应被削去顶端。因此，OoB掩模将仅适用于从 B_N 的50%到 B_N 的 $(150 + 100 B_U/B_N)\%$ 。

² OoB域发射限值适用于OoB域的无用发射（OoB域和杂散域）。

6 测量方法

应使用附件13所详细描述的对OoB测量方法。

附件1

确定符合OoB域发射限值的方法

可用两种可能的方法来量化OoB的发射能量。第一部分给出了一种在邻信道测量功率的方法。第二部分讨论了一种以确定OoB域功率谱密度为基础的评估方法。

1 邻信道和相间邻信道法

这种方法以ITU-R SM.328建议书 — 发射的频谱和带宽中第1.12节所定义的概念为基础，并且由于具有数字信号处理能力（能够实现特定带宽内的数字积分）的频谱分析仪的工业效用，使这种方法得到普遍使用。

对于某一在整个特定频段上的曲线，可允许的OoB域功率限值可以从对数学表达式积分的一个可允许的OoB频谱掩模的强制性限值来获得。附录1针对用于陆地移动业务（这是该方法的主要用户）的发射掩模给出了一个变换示例。这样得来的限值与在移动业务标准中所采用的实际限值的对比表明，移动无线电行业在实践中建立起来的令人关注的限值比为获得频谱效率而从OoB掩模获得的限值更为严格。

在已明确了带宽的方法中，这种方法的一个主要优势在于，对于频谱从发射机的指配频段（即信道）偏移较远的杂散域发射功率限值，其与ITU-R SM.329建议书中所说明的方法相一致。

由于这种方法使电磁频谱的使用更加有效，如果所选基准带宽与工作于一个发射机基准带宽相邻的指配频段内的接收机的基准带宽相当，则这种方法的另一优势是为频谱管理提供了便利。在新信道的分裂“重建”中，划分频段内信道的密集排列已造成除了需要考虑共用信道频率指配的协调，还要考虑邻信道频率指配的协调，该方法对此意义重大。这种方法还为用于邻信道或频段的两种不同调制方法之间潜在干扰的评估提供了便利，由此证明了在不同国家的频谱划分规划中确定相互兼容的技术和相邻链路的指导是有益的。

1.1 要测量的参数

要测量的参数是一个发射的占用带宽和在若干被定义的频段内的平均功率。对所有测量频段，都采用相同的调制条件。

对任何发射掩模，一个单独的发射掩模所允许的99%功率所占用带宽的最大值可以通过计算23 dB衰减电平之间的频率差来确定。

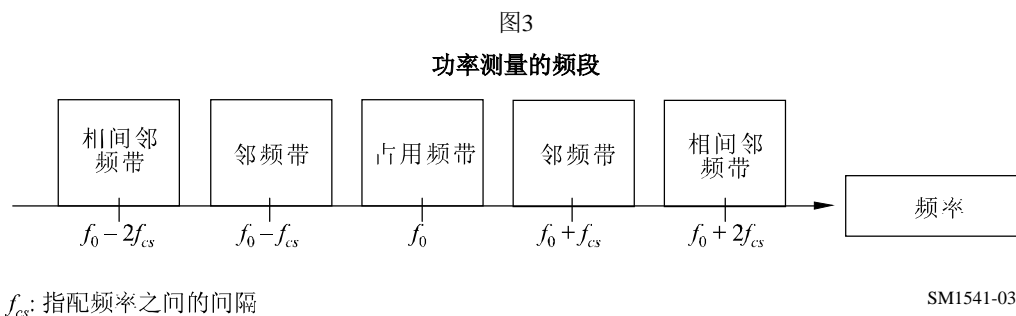
1.2 测量组件

正如ITU-R SM.329建议书附件1所给出的（对许多测量的平均功率做了详细说明），功率测量组件与用于杂散域发射测量所使用的组件是相同的。必须使用合适的转换因子（在附件13的第1.1.1和第1.1.2节中有更详细的讨论），对以下差异进行修正：

- 用来完成测量的信号分析仪内所采用的检波方法和为测量限值所指定的检波方法，以及
- 用来完成测量的信号分析仪内的滤波器的分辨带宽和为测量限值所指定的检波方法。

1.3 测量频段

图3以图形形式描绘出了下面的频段情况。



1.3.1 邻频段

频段性质如下，提供了若干手段来评估可以被接收机在邻频段捕获的干扰功率的总量。将该频段内的功率定义为邻频段功率（ABP）。

1.3.1.1 邻频段的位置

该频段以发射机工作的划分频段内相邻的指配频段为中心。

以最坏情况考虑，该频段位于接近发射机可允许的频率漂移的量加上多谱勒频差的位置上。

1.3.1.2 邻频段的带宽

它的宽度等于邻信道接收机的等效噪声带宽。如果不知道邻信道接收机的等效噪声带宽，则缺省值为发射机的占用带宽。

1.3.2 相间邻频段

该频段是以邻频段为中心的，这等同于邻频段以指配频段为中心。它的宽度等于邻频段的宽度。

对某些业务（如FM广播），以指配频段规划中的两个交错的\相间隔的频率配置来支配信道，所以这就给出了对接收机在被批准的邻信道上可能捕获的干扰功率总量的评估。在该频段内的功率被定义为相间ABP。

以最坏情况考虑，该频段的中心位于接近发射机可允许的频率漂移的量、加上邻信道一个典型接收机的量或多谱勒频差的位置上。

1.4 邻频段的功率比（ABPR）

以下列方式计算ABPR：

- 以功率方式，即 $ABPR = P/P_{ad}$
- 以分贝方式，即 $ABPR = P - P_{ad}(\text{dB})$

其中：

- P ： 发射机平均功率
- P_{ad} ： 邻频段的平均功率。

当在具有数字信号处理能力的许多现代化频谱分析仪上进行日常的自动化操作时，便可完成这一计算。

可以将一个邻信道带宽内测量功率的概念扩展到一个已划分频段内比邻频段多做 N 次偏移的邻近频段。 N 是指配频段的整数倍。名称 $ABPR_N$ 应被用于表明第 N 个邻信道的OoB发射功率。

2 OoB掩模方法

这种方法是以ITU-R SM.328建议书第1.10节中定义的概念为基础的。

2.1 要测量的参数

应使用与建议1.7一致的测量带宽来测量发射机的频谱，并且应以dBsd、dBc或dBpp描述其特性。

2.2 测量范围

应在位于指配频段边界与OoB和杂散域间分界线之间的OoB域进行测量。

2.3 OoB掩模

根据ITU-R SM.328建议书第1.10节中的注1，当掩模适用于频谱的OoB域时，不限制必要带宽内的发射。

注1 — OoB域内，在高于OoB掩模电平处会有成行的频谱出现。容许有这些单独频谱出现的掩模不是一个严格的掩模。因此，需要有一种方法限制某些发射掩模之上给定电平处的频谱数量。必要时，在处理特定无线电通信业务的相关附件中对这些特殊的限制加以详细说明。

附件1的 附录1

从可允许的OoB掩模计算可允许的 OoB功率比和功率限值的示例

1 引言

在整个指定的频率范围对OoB掩模做积分，可以计算出该掩模所许可的频段内所允许的最大OoB域功率，并用于把用来限制OoB域发射的两种方法联系起来。既可以使用离散的方法也可以使用连续的方法来计算这种关系。前者仿效具有数字功率测量功能的频谱分析仪或矢量信号分析仪的方式，而后者则提供了一种纯粹的数学方法。由于在数字技术方面的优势，现在许多商用的频谱分析仪系列都具有这种能力。这两种方法都是正确的，且在忽略差异的情况下，会得出相同的结果。以下示例将对此做出演示。

这些示例将使用表3所描述的数字发射掩模公式，表3在许多国家得到使用，有时被称为发射掩模G。这个示例计算在一个25 kHz宽度的邻信道内的总功率。通过对积分范围限制的简单调整，就可对其他带宽进行计算。

表3

发射掩模G的衰减方程

（用于一些国家的25 kHz信道间隔（基于RBW=300 Hz）
的非声音发射机）

频率范围	衰减限值 (dB)
$5 \text{ kHz} < fd < 10 \text{ kHz}$	$83 \log (fd/5)$
$10 \text{ kHz} < fd < 2.5 \times \text{ABW}$	小于 $116 \log (fd/6.1)$ dB, 或 $50 + 10 \log (P)$ dB, 或 70 dB

ABW: 批准的带宽（大于占用带宽或必要带宽）

fd: 从载波频率的偏移频率（kHz）

RBW: 基准带宽，在该带宽内规定了OoB域发射功率

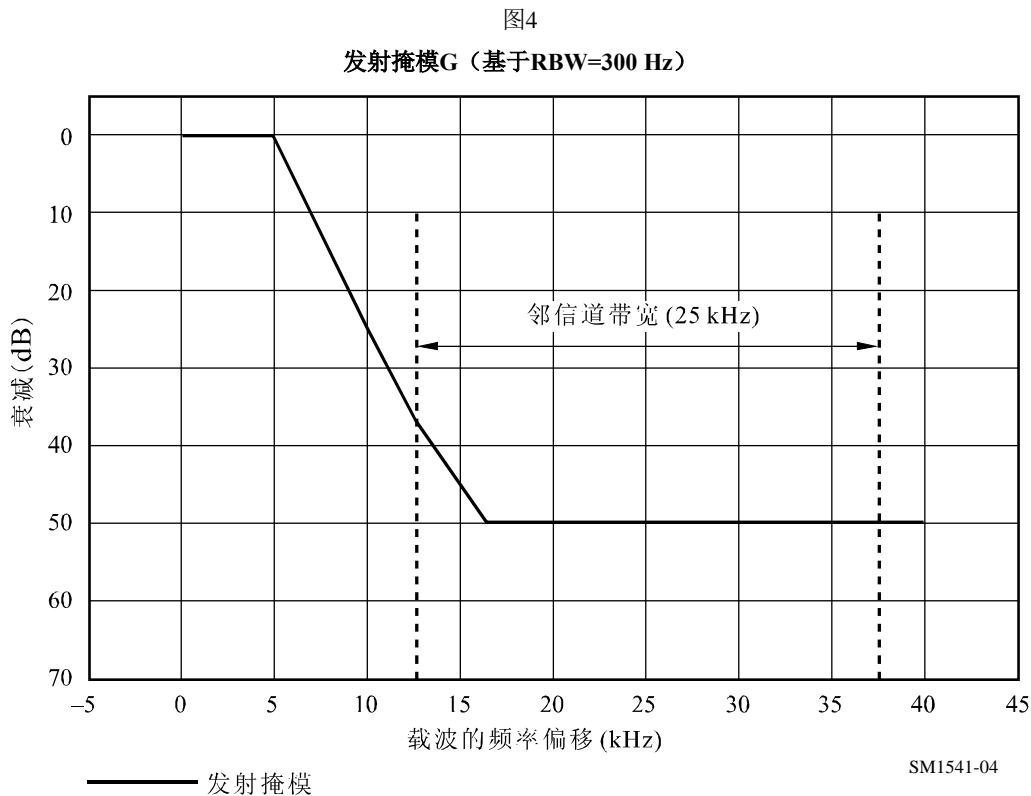
$P = 1 \text{ W}$ 的发射机在掩模公式中出现断点，由于明显出现在表4和图4中，有必要对多个范围进行积分。

表4

OoB掩模G中的断点 （基于RBW = 300 Hz）

载波的频率偏移 (kHz)	衰减 (dB)
12.5	36.14
16.46	50

图4是对G掩模的图形化描述。



2 离散方法

这个示例是针对1 W发射机，且符号表示法遵循软件程序所使用的符号表示法来计算结果。该掩模在邻频段的中间有一个过渡，且从需要被确定的发射中心有两个断点频率偏移。第一个是发射机功率电平依赖性频率断点，该断点处的衰减达到 $50+10 \log(P)$ dB，其中 P 是发射机的功率（W）。第二个断点处的衰减等于70 dB。对于最靠近发射的邻频段一侧，示例中功率谱密度衰减掩模由公式（1）给出，而对于合适的断点频率远侧的频率范围，公式（11）则包含功率电平依赖性方程。必须对这两个区域的功率求和来确定总的邻频段功率。

在下列公式中，符号“:=”表示“定义为”，且当符号“[]”被用于数学方程式时，符号表示法不是暂时性的，而是适用于全部文本。

在本附录中，近侧的衰减方程被表示为：

$$AN(fd) := 116 \log(fd/6.1) \quad \text{dB} \quad (1)$$

其中 fd 是从发射中心的频率偏移(kHz)。

要确定邻频段功率，有必要将可允许的发射频谱功率密度限值的对数表示法转换为线性表示法，因此使用下式可以对邻频段整个频率范围上的衰减积分或求和：

$$an(fd) := 10^{-AN(fd)/10} \quad (2)$$

要确定被掩模所限制的功率，必须在等于分辨带宽的等间隔上对衰减求和，而分辨带宽是为被评估的整个频段内的发射掩模的测量（即数字积分）而指定的。对于这一掩模：

$$RBW := 0.3 \quad \text{kHz} \quad (3)$$

并且邻频段的指配带宽是25 kHz。邻频段以25 kHz的偏移为中心，这样相邻的指配频段从 $25 - 25/2 = 12.5$ kHz的频率偏移开始，以37.5 kHz的频率偏移结束。但是，需要做一个等于分辨率滤波器带宽一半的调节来排除邻频段外能量所包含的成分，所以功率总和需要从 $12.5 + 0.3/2 = 12.65$ kHz开始。功率电平依赖性断点频率 fb 由重新整理后的公式（1）给出：

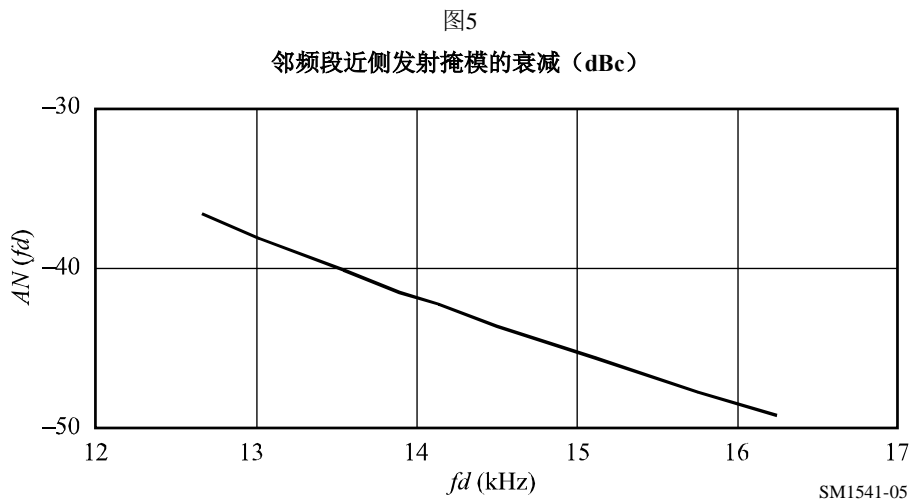
$$fb := 6.1 \times 10^{[(50 + 10 \log(P))/116]} \quad (4)$$

对于 $P = 1$ W的发射机，50 dB的断点位于16.46 kHz处。同样适用于100 W或更高功率发射机的70 dB断点出现在24.48 kHz。

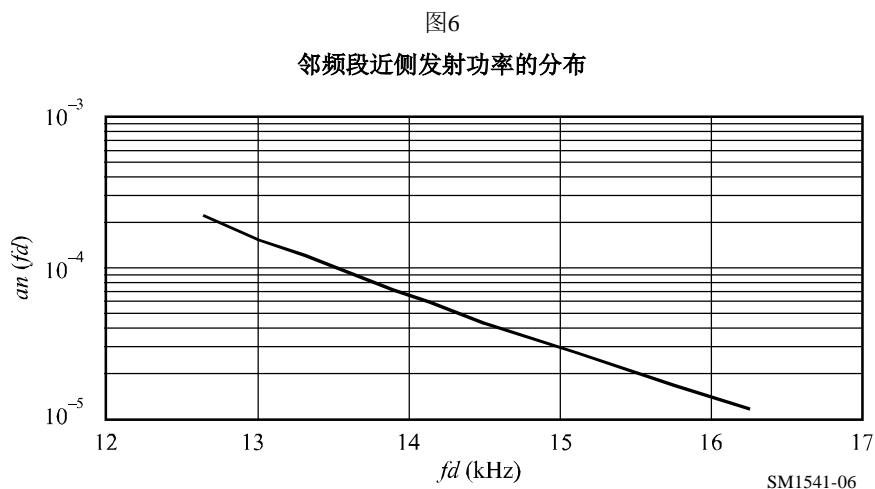
因而可以通过在12.65 kHz 到 16.46 kHz的整个频率偏移范围求和，来确定邻频段近侧区域的功率衰减。整理之后，12.65 kHz 到 16.46 kHz的频率偏移表示为：

$$fd := 12.65, 12.95, \dots, 16.31 \quad \text{kHz} \quad (5)$$

以对数形式表现的邻频段发射掩模的远侧如图5所示。



且这一掩模的线性表示法如图6:



相对于总发射功率的总邻频段功率，是使用以下公式对图6所示的邻频段带宽内的功率求和而确定的一个比率：

$$abprn := \sum_{fd} an(fd) \quad (6)$$

它等同于：

$$abprn = 8.99 \times 10^{-4} \quad (7)$$

对邻频段功率限值（dB）使用以下公式，可以将其转换为衰减：

$$ABPRN := 10 \log(abprn) \quad (8)$$

对上式求值：

$$ABPRN = -30.46 \quad \text{dB} \quad (9)$$

以在邻频段远侧区域psd衰减掩模为例，对于一个1 W的无线电台，公式为：

$$AF(fd) := 50 + 10 \log(1) \quad \text{dB} \quad (10)$$

其中， fd 是发射中心频率偏移，以kHz表示。

要确定邻频段功率，必须把发射psd的对数表示法转换为线性表示法，这样就可以使用下列公式，在邻频段的整个频率范围内对功率积分或求和：

$$af(fd) := 10^{\frac{-AF(fd)}{10}} \quad (11)$$

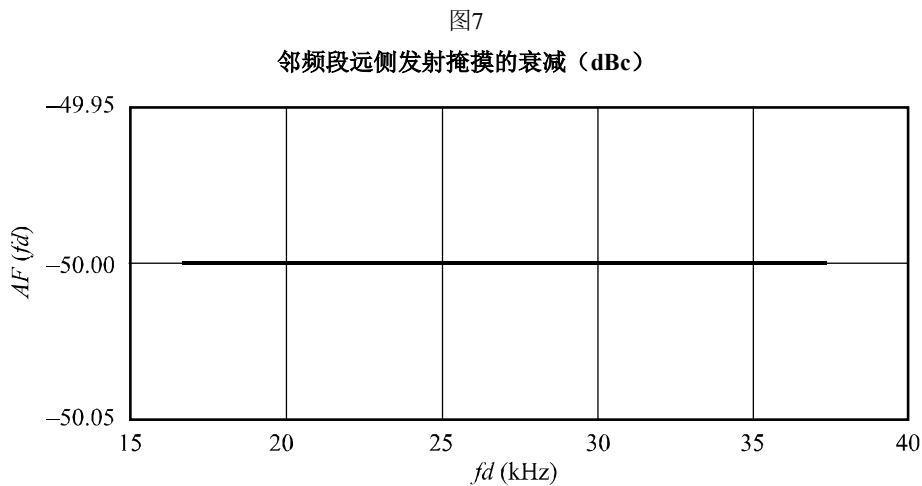
要确定被掩模所限制的功率，必须在等于分辨带宽的等间隔上对功率求和，而分辨带宽是为被评估的频段内的发射掩模的测量（即数字积分）而指定的。对于这一掩模：

$$RBW := 0.3 \quad \text{kHz} \quad (12)$$

然后，可以对16.46 kHz至37.5 kHz整个范围的衰减求和，计算出相对于总发射功率的总邻频段功率。整理之后，16.46 kHz 到 37.5 kHz的频率范围在本附录中表示为：

$$fd := 16.61, 16.91, \dots, 37.35 \quad \text{kHz} \quad (13)$$

以对数形式表现的邻频段发射掩模的远侧如图7所示。



SM1541-07

相对于总发射功率的总ABP，是使用以下公式对邻频段带宽内的功率求和而确定的一个比率：

$$abprf := \sum_{fd} af(fd) \quad (14)$$

它等同于：

$$abprf = 7 \times 10^{-4} \quad (15)$$

并求值为：

$$ABPRF = -31.55 \quad \text{dB} \quad (16)$$

总功率是公式（6）和（14）中各项之和：

$$abpr = abprn + abprf \quad (17)$$

求值可得:

$$abpr = 15.99 \times 10^{-4} \quad (18)$$

转换为:

$$ABPR := -10 \log(abpr) \quad \text{dB} \quad (19)$$

求值为:

$$ABPR = 27.96 \quad \text{dB} \quad (20)$$

这一衰减确定为 $ABPR_1 = +30 \text{ dBm} - 27.96 \text{ dB}$, 即 2.04 dBm 。

3 连续方法

通常, 发射掩模曲线有若干线段, 并且每一段都能够用一个线性方程式来表示功率谱密度。

$$S_{\text{dB}}(f) = af + b \quad (21)$$

要计算进入邻频段的无用功率电平, 需要把被测量的频谱与 300 Hz 的带宽 (用 G 表示) 联系起来, 与真实的功率谱密度 (用 S 表示) 联系起来。如果假设 G 的功率电平也用一个线性方程式 $G = af + b'$ 表示, 问题是要把 G 函数的线性系数 a' 和 b' 与 S 函数的系数 a 和 b 联系起来。 $G(f_c)$ 和 $S(f_c)$ 之间的关系可以表示如下:

$$\begin{aligned} G(f_c) &= \int_{f_c - B/2}^{f_c + B/2} S(f) df \\ &= \int_{f_c - B/2}^{f_c + B/2} 10^{[S_{\text{dB}}(f)/10]} df = \int_{f_c - B/2}^{f_c + B/2} 10^{[(af+b)/10]} df = \int_{f_c - B/2}^{f_c + B/2} e^{\ln 10 [(af+b)/10]} df \\ &= \int_{f_c - B/2}^{f_c + B/2} \exp(k(af+b)) df = \frac{1}{ka} e_{kb} [e_{kaf}]_{f_c - B/2}^{f_c + B/2} \\ &= \exp(k(af_c + b)) \frac{\sinh(\alpha B)}{\alpha} \end{aligned} \quad (22)$$

其中 $k = \ln(10)/10$, $\alpha = ka/2$, 且 f_c 是分辨带宽 B 的中心频率。同样, 基于分辨带宽的、以分贝表示的被测量的功率谱密度由公式 (23) 计算得出, 并且使系数相等就得出公式 (24) 和 (25)。

$$G_{\text{dB}}(f_c) = 10 \log(G(f_c)) = \frac{1}{k} \ln(G(f_c)) = a'f_c + b' \quad (23)$$

$$a = a' \quad (24)$$

$$b = b' - \frac{1}{k} \ln\left(\frac{\sinh(\alpha B)}{\alpha}\right) \quad (25)$$

如果 a' 趋近于0, 则 b 的公式变为:

$$b = b' - \frac{1}{k} \ln(B) \quad (26)$$

要使用以上过程计算可允许的OoB域功率, 必须首先推导出公式 $S_{dB}(f) = af + b$, 并且在整个邻信道带宽内求这个公式的积分。

$$\text{可允许的带外域功率} = \int_W 10^{[S_{dB}(f)/10]} df$$

其中 W 是邻信道带宽。

在一个25 kHz频段的系统中使用发射功率 P 为1 W的发射机, 基于300 Hz的分辨带宽的发射掩模如图5所示。同样表4给出了发射掩模的断点基准电平。这样, 按照发射曲线的形状, 计算间隔被分为两个子间隔的邻信道带宽, 即(12.5 kHz-16.46 kHz)和(16.46 kHz-37.5 kHz)。我们可以由表3得到一个基于表4断点(12.5 kHz, -36.14 dB)和(16.46 kHz, -50 dB)的线性函数方程式(27)。同样, 在频率范围大于16.46 kHz时, 公式(28)给出了一个-50 dB的连续电平的结果。

$$\text{对于 } 12.5 \text{ kHz} \leq f \leq 16.46 \text{ kHz} \quad G_{dB}(f) = 7.61 - 3.5f \quad (27)$$

$$\text{对于 } 12.46 \text{ kHz} \leq f \leq 37.5 \text{ kHz} \quad G_{dB}(f) = -50 \quad (28)$$

用公式(24)、(25)和(26)可把公式(27)和(28)转化为下列公式:

$$\text{对于 } 12.5 \text{ kHz} \leq f \leq 16.46 \text{ kHz} \quad S_{dB}(f) = 12.84 - 3.5f \quad (29)$$

$$\text{对于 } 12.46 \text{ kHz} \leq f \leq 37.5 \text{ kHz} \quad S_{dB}(f) = -44.77 \quad (30)$$

在邻信道带宽内的总功率电平是在各自的子间隔上的两个积分结果之和。

$$\begin{aligned} &= \int_{12.5}^{16.46} 10^{[(12.84-3.5f)/10]} df + \int_{16.46}^{37.5} 10^{[-44.77/10]} df \\ &= 0.00095 + 0.0007 = 0.00165 \end{aligned} \quad (31)$$

以上衰减要求转换为分贝表示如下:

$$10 \log(0.00165) = -27.8 \quad \text{dB} \quad (32)$$

这一衰减确定为 $ABP_1 = +30 \text{ dBm} - 27.8 \text{ dB}$, 即2.2 dBm, 非常接近用离散方法所获得的结果。

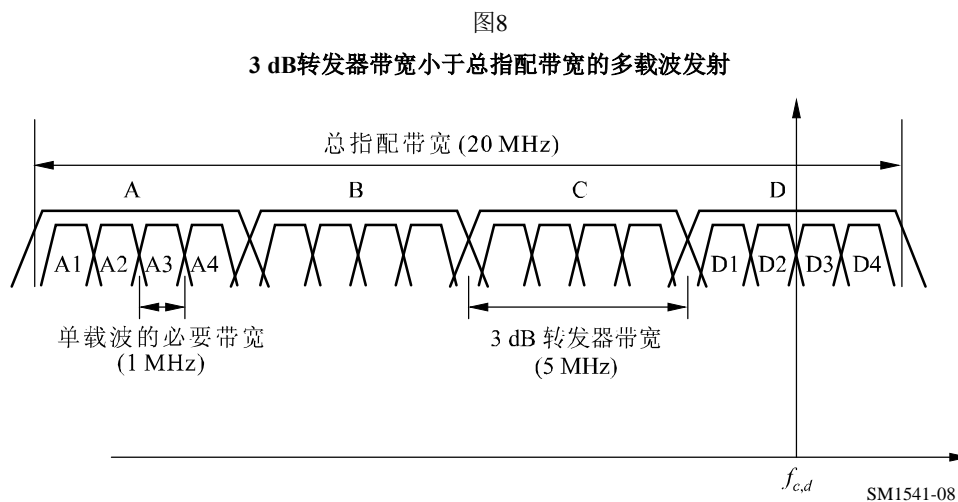
附件2

每颗卫星带有一个或多个转发器的多载波系统 OoB域开始和终止的计算

本附件给出两个示例来表明如何计算每颗卫星带有一个或多个转发器的多载波系统的OoB域的开始和终止。

1 示例1：一颗卫星在相同服务区有多个转发器

图8是一颗具有多个转发器的卫星的示例。在这个示例中，许可或批准卫星发射的频段宽度是20 MHz，转发器的3 dB带宽是5 MHz，单载波发射的必要带宽是1 MHz。

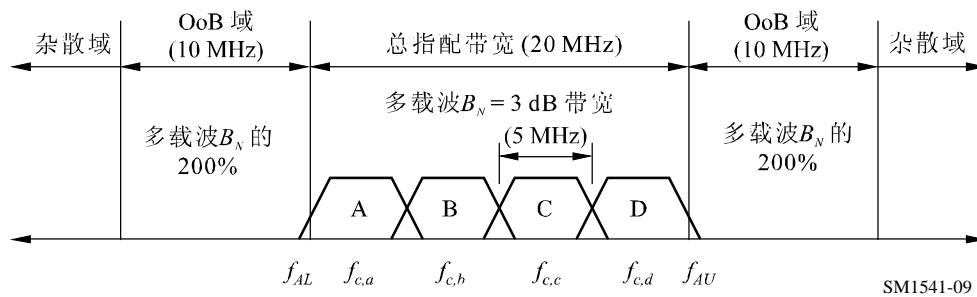


本建议书使一个多载波发射的必要带宽 B_N 等于转发器的-3 dB带宽和总指配带宽中的较小值。因此，以上述为例，必要带宽是5 MHz。OoB域始于每一个总指配带宽的端点，总指配带宽是系统被批准使用的频段的一部分。

OoB域被认为是从中心频率被大于50%的必要带宽和小于250%的必要带宽（A和D的带宽）所分离的那些频率。因此，OoB域的宽度是必要带宽的200%。这样，以图9所示为例，在 f_{AU} 以上和 f_{AL} 以下的OoB域宽度是10 MHz。OoB和杂散域如图9所示。

图9

图8所示多载波系统的OoB和杂散发射域



2 示例2：一颗卫星的单转发器

当图8中从A1到D4的全部载波通过一个单转发器时，OoB域应开始于总指配带宽的端点，并且OoB域的宽度应等于必要带宽的200%，此处规定必要带宽为总指配带宽和3 dB转发器带宽中的最小值。

附件3

dBc和dBsd掩模的图形标示

本附件示出标示dBc和dBsd 频谱掩模的轴的方法。

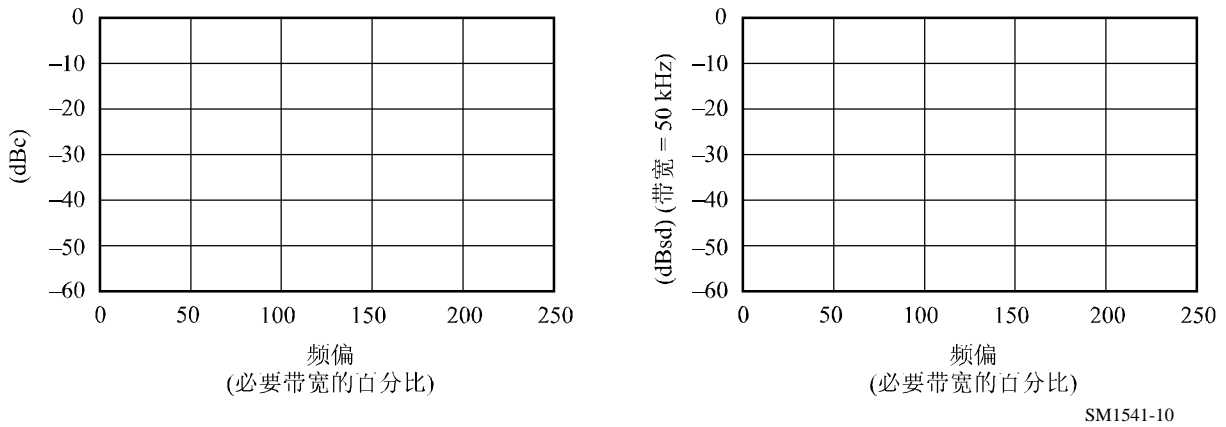
1 OoB掩模的Y轴标示

图10示出在dBc和dBsd 频谱掩模上标示Y轴的首选方法，此处使用负相关电平值。图11示出一种使用正衰减值的替代方法。注意在图10和图11中画出的对称的限制掩模是相同的；唯一不同的是Y轴的标示。对于dBsd图形，应将基准带宽包括在标示中，即dBsd (BW = 50 kHz)。

为了在频谱分析仪和其他测试设备上指定限制掩模并显示频谱，Y轴顶点0的约定遵守通常的行业惯例。

图10

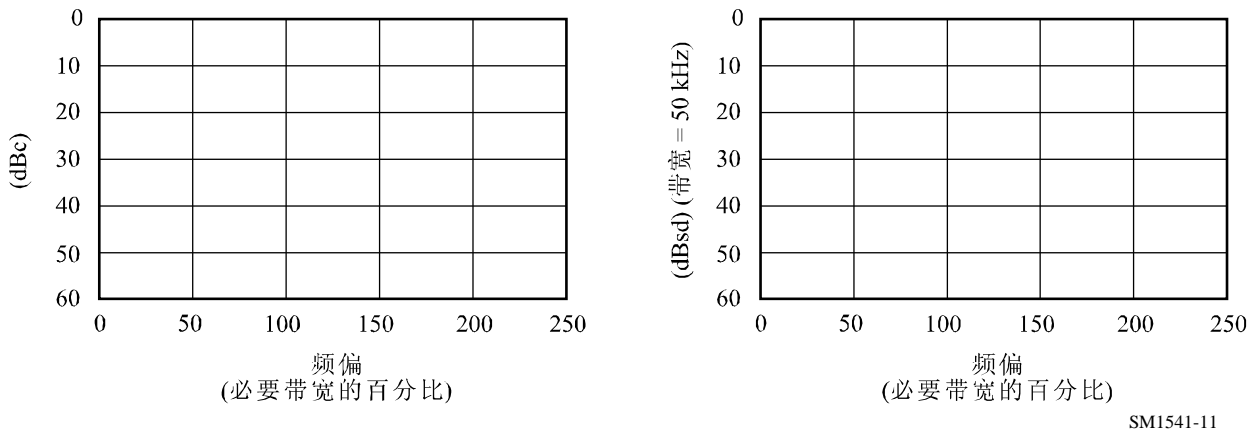
首选的使用相关电平的带外发射的对称Y轴样板标示的示例



SM1541-10

图11

可替代的使用正衰减值的对称OoB掩模Y轴标示的示例



SM1541-11

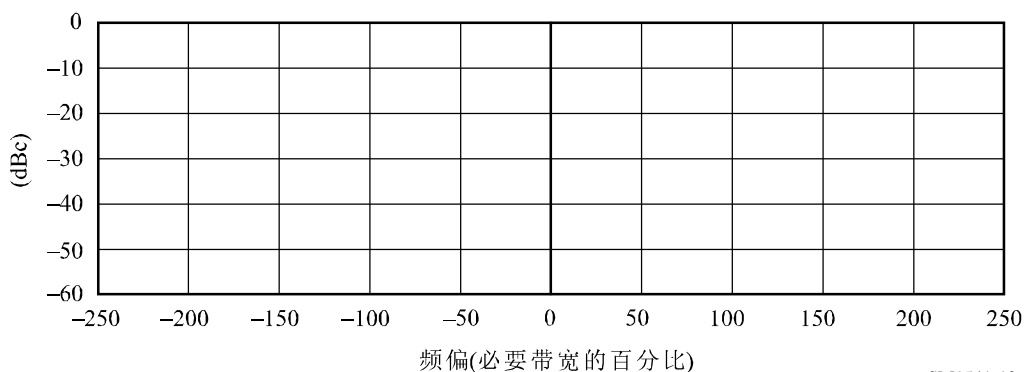
2 OoB掩模的X轴标示

通常是用必要带宽的百分比来表示频偏，但有时用信道带宽的百分比来表示可能更为方便。当然也可以用kHz或MHz这种频率的绝对单位来表示。

通常，掩模限制是关于中心频率对称的，并且仅表示出正的频偏值。这个正的频偏值被认为是即代表正频偏也代表负频偏的绝对值。若如此，则仅表示出正频偏值。但是，对于关于中心频率对称的限值，需要X轴既包括正频偏也包括负频偏。图12示出一个可以用于非对称限值也可以用于对称限值的示例。

图12

非对称或对称的OoB域掩模图形标示的示例



SM1541-12

附件4

关于与特定业务有关的OoB域发射的ITU-R文件列表

ITU-R F.1191建议书 — 数字固定业务系统的必要及占用带宽和无用发射

ITU-R M.478 建议书 — 对25-3 000 MHz频率信道的FM陆地移动业务的划分进行管理的设备技术特性和原则

ITU-R M.1580建议书 — 使用IMT – 2000地面无线电接口的基站的常规无用发射特性

ITU-R M.1581建议书 — 使用IMT – 2000地面无线电接口的移动电台的常规无用发射特性

ITU-R M.2014报告 — 分配通信量的数字陆地移动系统

ITU-R BS.1114建议书 — 30-3 000 MHz地面数字声音广播的车载、可搬移和固定接收机系统

ITU-R BT.1206-1建议书 — 用于数字地面电视广播的频谱限制掩模

ITU-R M.1480建议书 — 全球卫星移动个人通信 (GMPCS) 的对地静止移动卫星系统移动地球站的基本技术要求 — 了解在1-3 GHz频段某些部分的安排的备忘录

ITU-R M.1343建议书 — 1-3 GHz全球非对地静止移动卫星业务系统移动地球站的基本技术要求

注1 — 尽管标题所指为全球系统，但ITU-R M.1343建议书也可适用于区域性非对地静止卫星系统的终端。

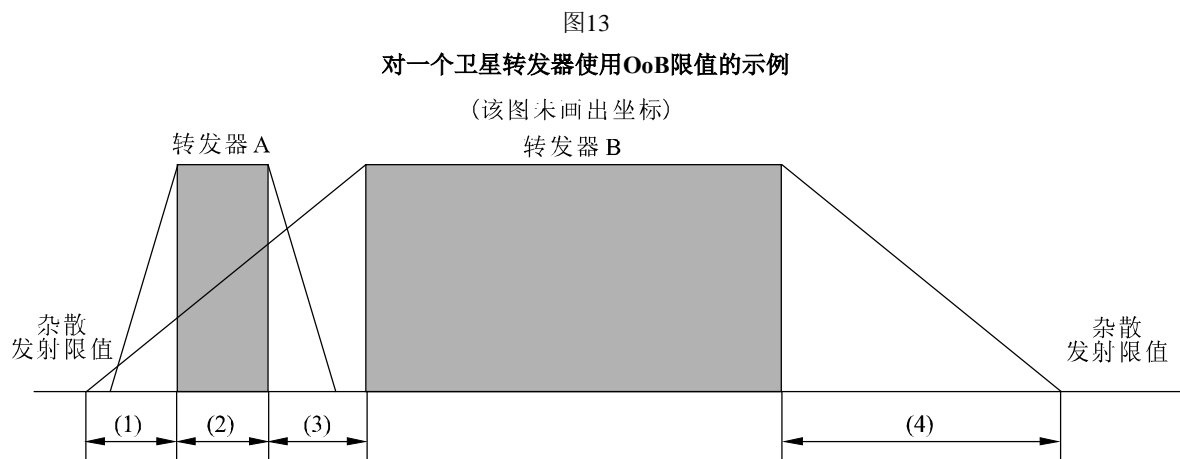
附件5

空间业务（地球站和空间电台）的OoB域发射限值

1 引言

本文件认为有些情况不应使用（第2节至第4节中）的OoB掩模。

对于有一个以上的转发器工作于同一服务区的单颗卫星，并且当考虑到以下所描述的OoB发射限值时，一个转发器的OoB发射可能会落在同一卫星的第二个正在发射的转发器的频率上。若情况如此，第二个转发器的基础发射彻底超过第一个转发器的OoB发射电平。因此，以下限值不应适用于落入同一卫星上、进入同一服务区的另一转发器的必要带宽内的卫星的OoB发射。



转发器A和转发器B正工作在同一卫星同一服务区内。不要求转发器B满足频率范围2内的OoB域发射限值，但要求满足频率范围1、3和4内的OoB域发射限值。如果频率范围3是一个保护带，则不使用OoB域发射限值。

2 卫星固定业务（FSS）地球站和空间电台的OoB掩模

在必要带宽内一个4 kHz基准带宽中（对于工作于15 GHz以上的系统，可用1 MHz的基准带宽替代4 kHz的基准带宽），应按照下式，将工作在划分给FSS的频段内电台的OoB域发射衰减到最大psd以下：

$$40 \log \left(\frac{F}{50} + 1 \right) \quad \text{dBsd}$$

其中， F 是从总指配带宽端点的频偏，用必要带宽的百分比表示。要注意OoB发射域开始于总指配带宽的端点。

图14

示例1: 假设杂散限值等效为25 dBsd的OoB掩模

(衰减不大于杂散限值)

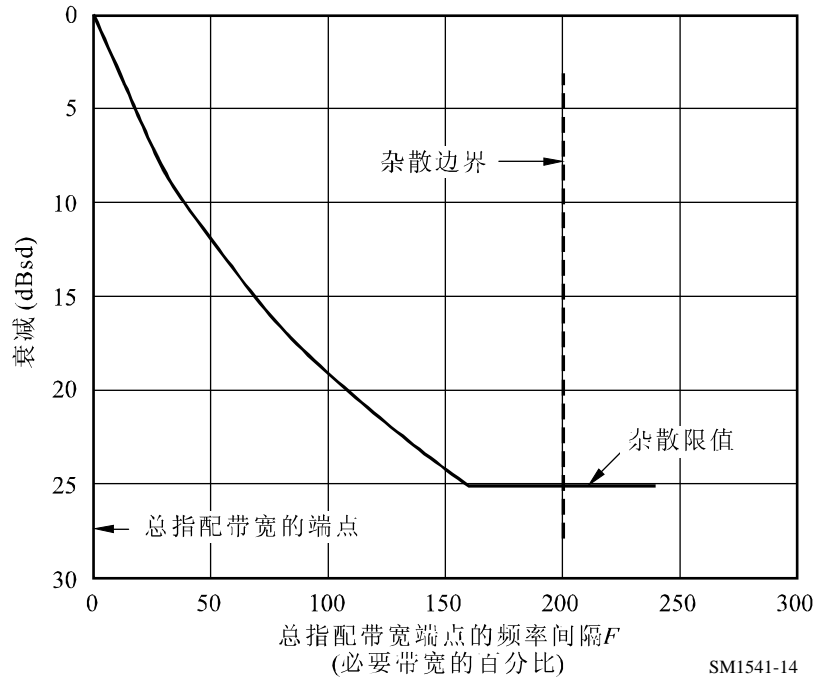
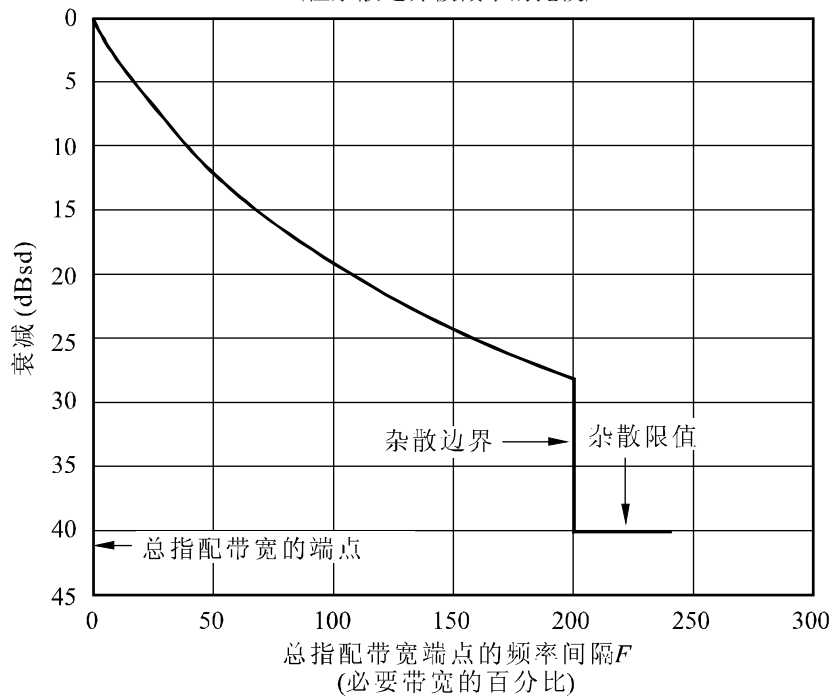


图15

示例2: 假设杂散限值等效为40 dBsd的OoB掩模

(在杂散边界被截平的掩模)



应当注意已经推荐的把OoB掩模既用于地球站也用于空间电台的情况。这是因为，对于多载波应用，基于掩模的必要带宽被定义为发射机的末级放大器的必要带宽。通常地球站放大器的带宽比空间电台放大器的带宽宽很多。

3 卫星移动业务（MSS）地球站和空间电台的OoB掩模

可以将ITU-R M.1480建议书中所包含的掩模用于执行1-3 GHz频段GMPCS备忘录的对地静止轨道（GSO）卫星MSS系统的移动地球站。

ITU-R M.1343建议书所包含的掩模描述了1-3 GHz非对地静止轨道卫星移动地球站，该掩模可以形成对移动地球站数据的输入。

对于所有的空间电台和不包括在上述建议书中的地球站，可以使用下述常规的OoB掩模，并把该掩模看做是MSS系统的上限：

15 GHz以下MSS系统在4 kHz基准带宽内OoB发射的衰减为（15 GHz以上MSS系统在1 MHz基准带宽内OoB发射的衰减另有不同）：

$$40 \log \left(\frac{F}{50} + 1 \right) \quad \text{dBsd}$$

其中 F 是总指配带宽端点的频偏，用必要带宽的百分比表示，范围从0%到杂散的边界（通常是200%）。

上述所建议的掩模不适用于邻频段兼容性的详细检验。

4 卫星广播业务（BSS）空间电台的OoB掩模

在必要带宽内一个4 kHz的基准带宽中（对于工作于15 GHz以上的系统，可用1 MHz的基准带宽替代4 kHz的基准带宽），应按下式，将工作在划分给卫星广播业务频段的电台的OoB掩模衰减到最大功率谱密度以下：

$$32 \log \left(\frac{F}{50} + 1 \right) \quad \text{dBsd}$$

其中 F 是总指配带宽端点的频偏，用必要带宽的百分比表示，要注意OoB域开始于总指配带宽的端点。

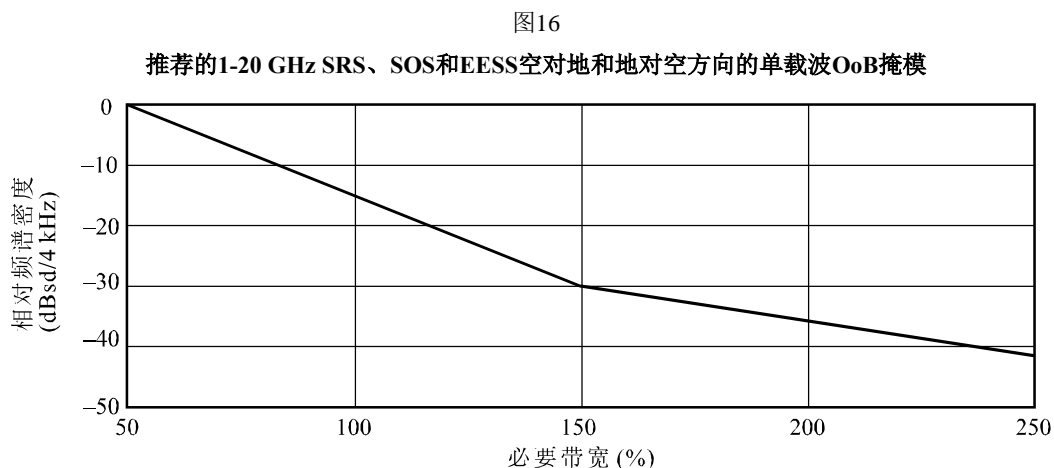
5 1-20 GHz 频段卫星研究业务(SRS)、空间操作业务（SOS）和卫星地球探测业务（EESS）空对地通信链路的OoB掩模

5.1 引言

本附件给出了1-20 GHz 频段SRS、SOS和EESS空对地链路的OoB掩模。该掩模不适用于深空电台、有源传感器或空对空链路。

5.2 SRS、SOS和EESS空对地和地对空方向的OoB掩模

图16所示掩模适用于中心频率在1-20 GHz 之间的SRS、SOS和EESS地球站和空间电台的单载波发射。



注 — 发射掩模通常扩展到必要带宽的250%。但是，窄带和宽带系统的OoB域的外侧被调整为如ITU-R SM.1539建议书所示。

SM1541-16

5.2.1 发射掩模的参数

指定以4 kHz的基准带宽测量发射掩模，以dBsd为单位。发射掩模被定义为：

$$\text{衰减} = -15 + 15(X/50\%) \quad \text{dBsd} \quad \text{对于 } 50\% < X \leq 150\% \quad (33)$$

$$\text{衰减} = +12 + 6(X/50\%) \quad \text{dBsd} \quad \text{对于 } 150\% < X \leq 250\% \quad (34)$$

其中指定X为必要带宽的百分比。

5.2.2 发射掩模的使用

这里的发射掩模仅适用于1-20 GHz 频段卫星研究、空间操作和卫星地球探测电台的单载波发射。它不适用于深空电台空对空链路（SSL）的发射或有源传感器的发射。对1 GHz 以下和20 GHz以上SSL和空对地链路的发射掩模需做进一步的研究。

5.2.3 发射掩模的基本原理

因仿真表明，在未对SRS、SOS和EESS的地面电台和航天器加以不必要的限制的情况下，可以满足发射掩模，所以选择了公式（33）和（34）所给出的发射掩模。此外，该掩模通常提供了充分的保护，以避免遭受无用发射。进而言之，该掩模与安全网的概念是一致的，即所推荐的一般的OoB限制通常将是成功地用于国家或区域规则的基于最少限制的OoB域发射限值的一个最坏情况下的包络，并且将不包含更为严格的国家或区域限值。

6 标准频率和时间信号 (SFTS) 业务

6.1 30 MHz以下的SFTS业务

波段7 (2.5到25 MHz)

SFTS在波段7从2.5到25 MHz的发射典型地包含着声音通告、音调脉冲和时间编码的时分多路信号。每一信号都在双边带调幅调制的载波上留下痕迹。

由于声音广播是必要带宽的决定性信号，所以SFTS频谱的限制掩模是按照ITU-RSM.328建议书附件1第6.3.3节，使用上面给出的信道带宽来进行计算的。

如果频率图示为横坐标，以对数为单位，功率密度图示为纵坐标 (dB)，则表示OoB频谱的曲线应位于起始于点 (+0.5 × 信道带宽, 0 dB) 或 (-0.5 × 信道带宽, 0 dB)，结束于点 (+0.7 × 信道带宽, -35 dB) 或 (-0.5 × 信道带宽, -35 dB) 的两条直线之下。超过这些点且下降到-60 dB电平以下，这条曲线应位于开始于后面的点且具有12 dB/每倍频程倾斜的两条直线之下。其后，同样的曲线应位于-60 dB电平以下。

如果总功率 (不包括载波功率) 均匀地分布在整个必要带宽上，则0 dB的基准电平就对应于存在的功率密度。

这样定义的曲线的纵坐标表示被一个具有100 Hz r.m.s.噪声带宽、频率调到横坐标所标示频率的频谱分析仪所获取到的平均功率。

附件6

电视广播系统的OoB域发射限值

本附件给出了适用于广播电视系统的OoB域发射限值。根据安全网络原则 (见建议4)，应当注意到，在广播业务由于协调和兼容性原因而存在特殊协议的情形下，更为严格的限值并不受到影响。在相关协议和标准中所规定的更为严格的限值，将被用于能够表明有特殊需要的所有情形，并且协议的范围会受到影响。

注1 一所介绍的所有掩模是包括OoB域发射限值在内的全部发射掩模。

1 数字TV — ITU-R BT.1306建议书的6 MHz信道配置

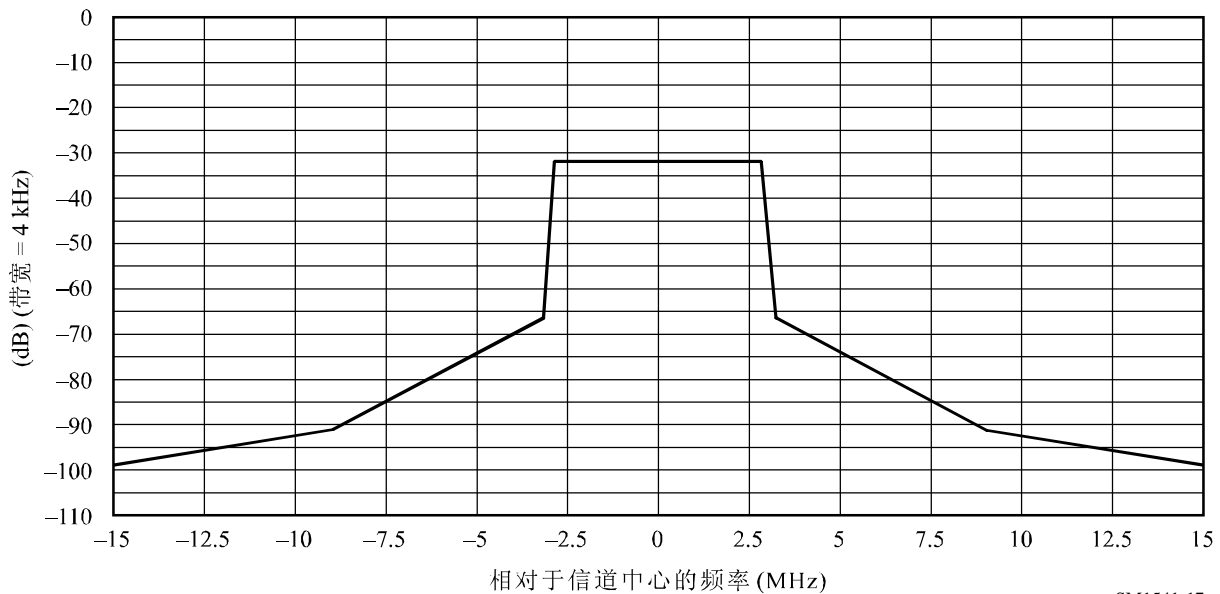
1.1 6 MHz的DVB-T系统

对于6 MHz数字电视，OoB域的范围从±3 MHz (即±0.5 × 6 MHz) 到±15 MHz (即±2.5 × 6 MHz)。

对于6 MHz DVB-T，使用4 kHz的测量带宽测量频谱限值。0 dB的基准电平对应于在信道带宽内所测量的平均输出功率。

6 MHz DVB-T系统的频谱限制掩模如图17所示。该图表示输出功率范围从39 dBW到50 dBW的发射机的频谱限值。对于发射机输出功率范围，与每幅图相关的是一张断点表、一张结束点和下一结束点值的表，并连同相应的杂散电平。

图17

6 MHz DVB-T频谱限制掩模 ($P=39$ dBW至50 dBW)

SM1541-17

表5

6 MHz的DVB-T系统对应于图17的断点表

相对于6 MHz信道中心的频率 (MHz)	4 kHz测量带宽内的相对电平 (dB)
-15	-99
-9	-91
-3.2	-66.5
-2.86	-31.5
2.86	-31.5
3.2	-66.5
9	-91
15	-99

表6

6 MHz的DVB-T系统适用于不同发射机输出功率范围、用于与图17和表5相关的结束点值和下一结束点值的表

结束点值(1) (4 kHz测量带宽) (dB)	功率范围 (dBW)	相应的杂散电平 (在100 kHz的测量 带宽内)
$-89 - (P - 9)$	$P \leq 9$	-36 dBm
-89	$9 < P \leq 29$	75 dBc
$-89 - (P - 29)$	$29 < P \leq 39$	-16 dBm
-99	$39 < P \leq 50$	85 dBc
$-99 - (P - 50)$	$50 \leq P$	-5 dBm

(1) 下一结束点值是8 dB，高于结束点值，并且所有这些值都要受制于一个等于-66.5 dB的上限。

1.2 6 MHz信道配置的ISDB-T系统

对于6 MHz ISDB-T的系统，OoB域掩模的范围从相对于信道中心 ± 3 MHz（即 $\pm 0.5 \times 6$ MHz）到 ± 15 MHz（即 $\pm 2.5 \times 6$ MHz）。

6 MHz的ISDB-T系统的频谱限制掩模如图18所示。相关的断点在表7中给出。相对功率电平定义在一个4 kHz的基准带宽内。0 dB基准电平对应于在信道带宽内所测量的平均输出功率。当发射机功率在39 dBW以上时，使用这些发射限值。

图18

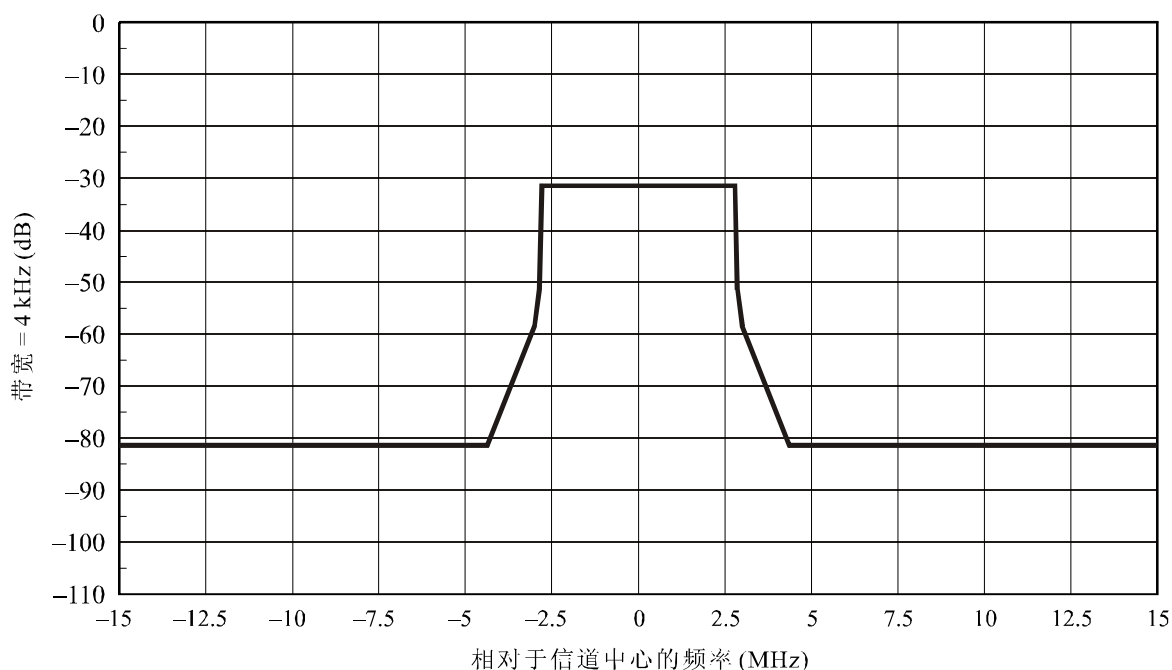
6 MHz ISDB-T频谱限制掩模 ($P > 39$ dBW)

表7

6 MHz的ISDB-T系统的断点

相对于6 MHz信道 中心的频率	4 kHz基准带宽内 的相对电平 (dB)
-15.0	-81.4
-4.36	-81.4
-3.00	-58.4
-2.86	-51.4
-2.79	-31.4
+2.79	-31.4
+2.86	-51.4
+3.00	-58.4
+4.36	-81.4
+15.00	-81.4

1.3 6 MHz信道配置系统D (DTMB)

对于6 MHz DTMB系统, OoB域的范围从相对于信道中心 ± 3 MHz (即 $\pm 0.5 \times 6$ MHz) 扩展到 ± 15 MHz (即 $\pm 2.5 \times 6$ MHz)。

6 MHz的DTMB系统的频谱限制掩模如图19所示。相关断点见表8。4kHz参考带宽确定了较低的功率电平。0dB参考电平相当于信道带宽测得的平均输出功率。当发射机功率在39 dBW以上时, 使用这些发射限值。

图19

用于6 MHz信道配置系统D (DTMB) 的频谱限制掩模

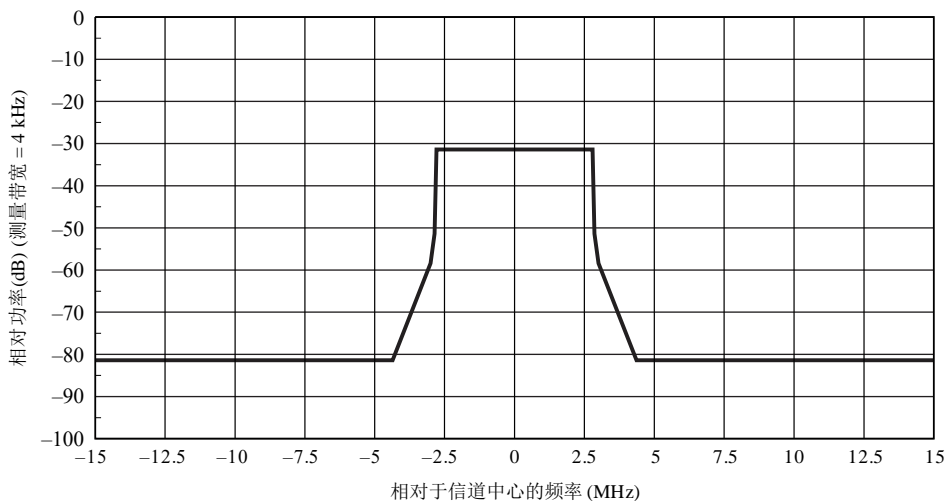


表 8

6 MHz信道配置系统D (DTMB) 对应于图19的断点表

相对于8 MHz信道中心的 频率 (MHz)	4 kHz测量带宽的相对电平(dB)
-15	-85
-9	-85
-4.5	-85
-3.15	-73
-2.85	-31.4
2.85	-31.4
3.15	-73
4.5	-85
9	-85
15	-85

1.4 其他6 MHz的数字电视系统

其他6 MHz的数字电视系统的OoB域发射限值应以使用这些系统的国家的法规为基础而建立。

2 7和8 MHz信道配置的模拟和数字电视系统的频谱掩模

2.1 模拟电视系统

模拟电视的频谱限制掩模如图20、21和22所示。一种常规的方法被用于以下的系统类型：

- 7 MHz的模拟电视，负调制，0.75 MHz残留边带 (VSB)；
- 8 MHz的模拟电视，负调制，0.75 MHz和1.25 MHz VSB；
- 8 MHz的模拟电视，正调制，0.75 MHz和1.25 MHz VSB。

所画出的每一幅图表示输出功率范围从39 dBW到50 dBW发射机的频谱限值。对于发射机输出功率范围，与每幅图相关的是一张断点表、一张结束点值表，连同相应的杂散电平。

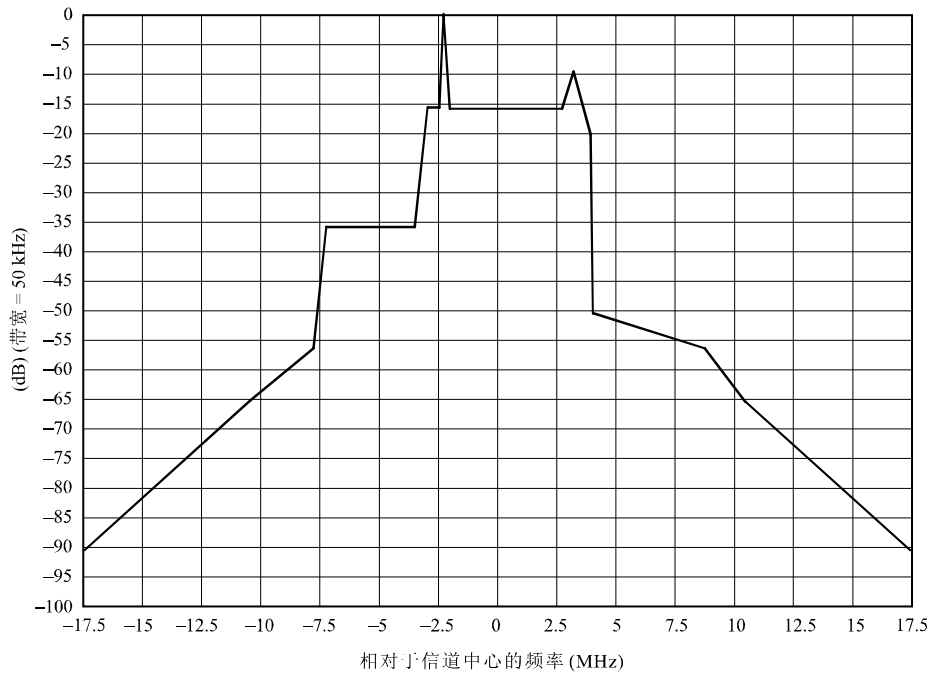
对于7 MHz模拟电视，OoB域范围从 ± 3.5 MHz (即 $\pm 0.5 \times 7$ MHz) 到 ± 17.5 MHz (即 $\pm 2.5 \times 7$ MHz)。

对于8 MHz模拟电视，OoB域范围从 ± 4 MHz (即 $\pm 0.5 \times 8$ MHz) 到 ± 20 MHz (即 $\pm 2.5 \times 8$ MHz)。

对于7 MHz和8 MHz的模拟电视，使用50 kHz的测量带宽测量无用发射电平。0 dB基准电平对应于负调制电视系统的峰值同步功率或正调制电视系统的峰值白色功率。假设负调制的最高平均功率比峰值同步功率低2.5 dB，并且正调制的最高平均功率比峰值白色功率低1.2 dB。

图20

7 MHz模拟电视、0.75 MHz VSB负调制
($P=39$ dBW至50 dBW)



SM1541-20

对于7 MHz模拟电视、负调制、0.75 MHz VSB，表9给出了对应于图20中所示曲线图的断点。

表9

7 MHz模拟电视、负调制、0.75 MHz VSB的断点

相对于显示载波 频率的频率	相对于7 MHz信道 中心的频率	在50 kHz测量带宽内的 相对电平 (dB)
-15.25	-17.5	-90.5
-8.25	-10.5	-65.5
-5.5	-7.75	-56
-5	-7.25	-36
-1.25	-3.5	-36
-0.75	-3	-16
-0.18	-2.43	-16
0	-2.25	0
0.18	-2.07	-16
5	2.75	-16
5.435	3.185	-10
5.565	3.315	-10
6.1	3.85	-20
6.28	4.03	-50

表9 (完)

相对于显示载波 频率的频率	相对于7 MHz信道 中心的频率	在50 kHz测量带宽内的 相对电平 (dB)
11	8.75	-56
12.75	10.5	-65.5
19.75	17.5	-90.5

对于7 MHz模拟电视、负调制、0.75 MHz VSB, 表10给出了用于在可适用的发射机输出功率范围内与表10和图20相关联的结束点值。

表10

7 MHz模拟电视、负调制、0.75 MHz VSB的结束点值

结束点值 ⁽¹⁾ (50 kHz 测量带宽) (dB)	功率范围 (dBW)	相应的杂散电平 (在100 kHz的 测量带宽内)
$-80.5 - (P - 9)$	$P \leq 9$	-36 dBm
-80.5	$9 < P \leq 29$	75 dBc
$-80.5 - (P - 29)$	$29 < P \leq 39$	-16 dBm
-90.5	$39 < P \leq 50$	85 dBc
$-90.5 - (P - 50)$	$50 < P$	-5 dBm

⁽¹⁾ 结束点值受制于65.5 dB的上限。

对于8 MHz模拟电视、负调制、0.75 MHz和1.25 MHz VSB, 表11给出了对应于图21中所示曲线图的断点。

图21

8 MHz模拟电视、负调制的频谱限制掩模 ($P = 39 \text{ dBW}$ 至 50 dBW)

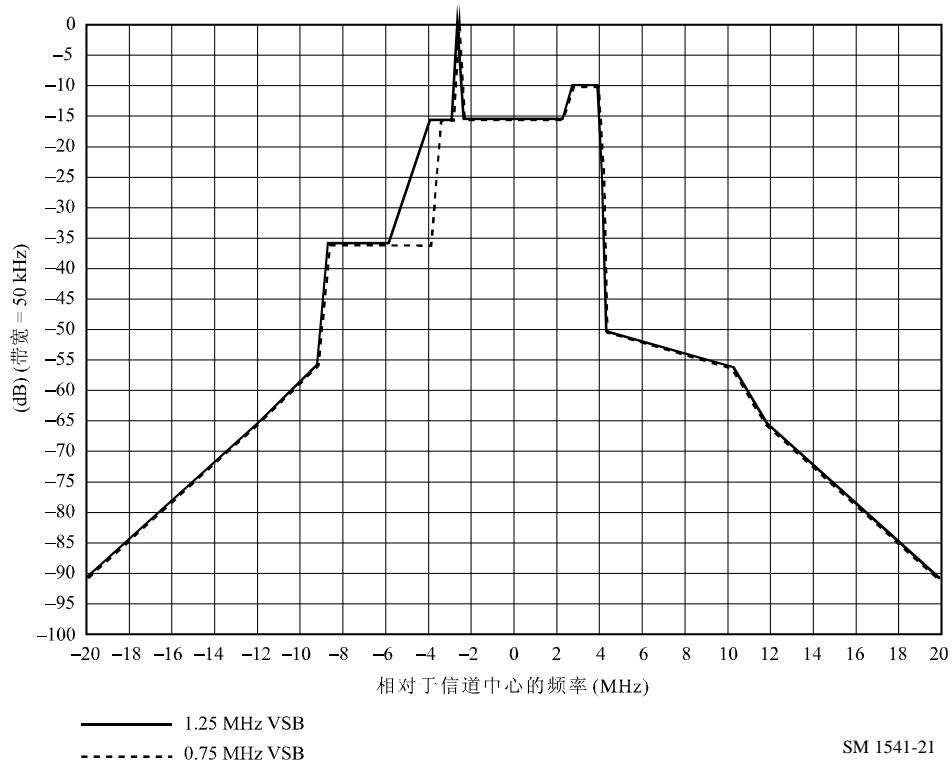


表11

8 MHz模拟电视、负调制、0.75 MHz和1.25 MHz VSB的断点

相对于图像载波频率的频率	相对于8 MHz信道中心的频率	50 kHz测量带宽 0.75 MHz VSB内的 相对电平 (dB)	在50 kHz测量带宽 1.25 MHz VSB内的 相对电平 (dB)
-17.25	-20	-90.5	-90.5
-9.25	-12	-65.5	-65.5
-6.5	-9.25	-56	-56
-6	-8.75	-36	-36
-3	-5.75	-36	-36
-1.25	-4	-36	-16
-0.75	-3.5	-16	-16

表11 (完)

8 MHz模拟电视、负调制、0.75 MHz和1.25 MHz VSB的断点

相对于图像载波频率的频率	相对于8 MHz信道中心的频率	50 kHz测量带宽 0.75 MHz VSB内的 相对电平 (dB)	在50 kHz测量带宽 1.25 MHz VSB内 的相对电平 (dB)
-0.18	-2.93	-16	-16
0	-2.75	0	0
0.18	-2.57	-16	-16
5	2.25	-16	-16
5.435	2.685	-10	-10
6.565	3.815	-10	-10
6.802	4.052	-25	-25
6.94	4.19	-50	-50
13	10.25	-56	-56
14.75	12	-65.5	-65.5
22.75	20	-90.5	-90.5

对于8 MHz模拟电视、负调制，表12给出了用于在可适用的发射机输出功率范围内与表11和图21相关联的结束点值。

表12

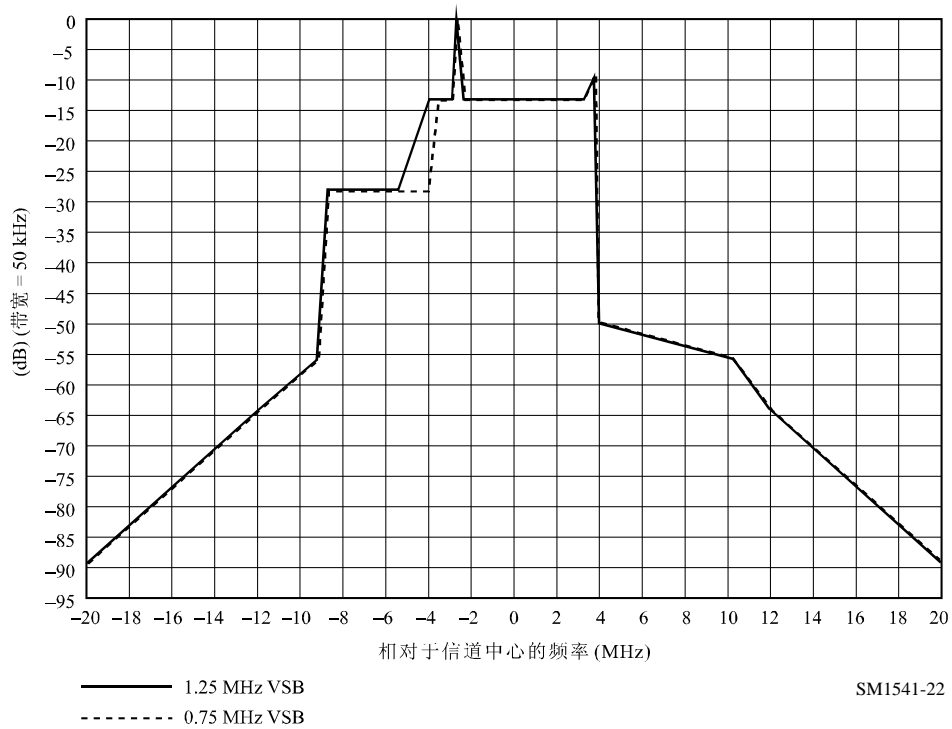
8 MHz模拟电视、负调制的断点值

结束点值 ⁽¹⁾ (50 kHz测量带宽) (dB)	功率范围 (dBW)	相应的杂散电平 (在100 kHz的 测量带宽内)
$-80.5 - (P - 9)$	$P \leq 9$	-36 dBm
-80.5	$9 < P \leq 29$	75 dBc
$-80.5 - (P - 29)$	$29 < P \leq 39$	-16 dBm
-90.5	$39 < P \leq 50$	85 dBc
$-90.5 - (P - 50)$	$50 < P$	-5 dBm

⁽¹⁾ 结束点值受制于65.5 dB的上限。

对于8 MHz模拟电视、正调制、0.75 MHz和1.25 MHz VSB，表13给出了对应于图22中所示曲线图的断点。

图22

8 MHz模拟电视、正调制的频谱限制掩模 ($P=39$ dBW至50 dBW)

SM1541-22

表13

8 MHz模拟电视、正调制、0.75 MHz和1.25 MHz VSB的断点

相对于图像载波频率的频率	相对于8 MHz信道中心的频率	50 kHz测量带宽0.75 MHz VSB内的相对电平 (dB)	在50 kHz测量带宽1.25 MHz VSB内的相对电平 (dB)
-17.25	-20	-89.2	-89.2
-9.25	-12	-64.2	-64.2
-6.5	-9.25	-56	-56
-6	-8.75	-28	-28
-2.7	-5.45	-28	-28
-1.25	-4	-28	-13
-0.75	-3.5	-13	-13
-0.18	-2.93	-13	-13
0	-2.75	0	0
0.18	-2.57	-13	-13
6	3.25	-13	-13
6.435	3.685	-10	-10

表13 (完)

相对于图像载波频率的频率	相对于8 MHz信道中心的频率	50 kHz测量带宽0.75 MHz VSB内的相对电平 (dB)	在50 kHz测量带宽1.25 MHz VSB内的相对电平 (dB)
6.565	3.815	-10	-10
6.75	4	-50	-50
13	10.25	-56	-56
14.75	12	-64.2	-64.2
22.75	20	-89.2	-89.2

对于8 MHz模拟电视、正调制，表13给出了用于在可适用的发射机输出功率范围内与表12和图21相关联的结束点值。

表14

8 MHz模拟电视、正调制的结束点值

结束点值 ⁽¹⁾ (50 kHz测量带宽) (dB)	功率范围 (dBW)	相应的杂散电平 (在100 kHz的 测量带宽内)
$-79.2 - (P - 9)$	$P \leq 9$	-36 dBm
-79.2	$9 < P \leq 29$	75 dBc
$-79.2 - (P - 29)$	$29 < P \leq 39$	-16 dBm
-89.2	$39 < P \leq 50$	85 dBc
$-89.2 - (P - 50)$	$50 < P$	-5 dBm

⁽¹⁾ 结束点值受制于64.2 dB的上限。

2.2 数字电视系统

2.2.1 7和8 MHz DVB-T系统

对于7 MHz数字电视系统，OoB域的范围是从 ± 3.5 MHz(即 $\pm 0.5 \times 7$ MHz)到 ± 17.5 MHz(即 $\pm 2.5 \times 7$ MHz)。

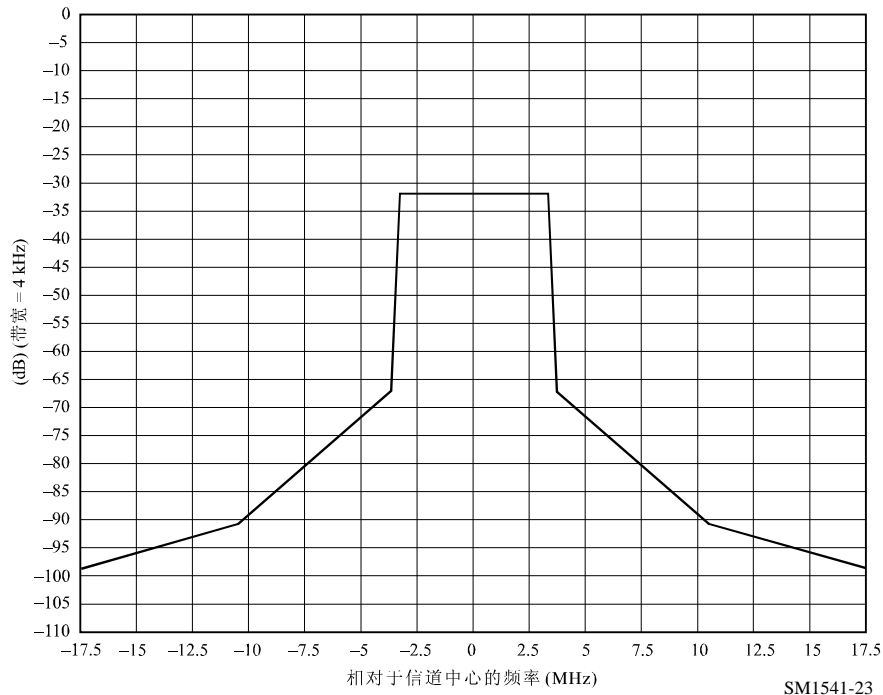
对于8 MHz数字电视系统，OoB域的范围是从 ± 4 MHz(即 $\pm 0.5 \times 8$ MHz)到 ± 20 MHz(即 $\pm 2.5 \times 8$ MHz)。

对于7 MHz和8 MHz的数字电视，使用4 kHz的测量带宽测量无用发射电平。0 dB基准电平对应于在信道带宽内所测量的平均输出功率。

7 MHz和8 MHz DVB-T系统的频谱限制掩模分别如图23和图24所示。所绘制的每一幅图都表示输出功率范围39 dBW到50 dBW的发射机的限制掩模。对于发射机输出功率范围，与每幅图相关的是一张断点表、一张结束点和下一结束点值的表，连同相应的杂散电平。

图23

7 MHz DVB-T系统的频谱限制掩模 (P = 39 dBW至50 dBW)



对于7 MHz DVB-T系统，表15给出了对应于图23的断点。

表15

7 MHz DVB-T系统的断点

相对于7 MHz信道中心的频率	4 kHz测量带宽内的相对电平 (dB)
-17.5	-99
-10.5	-91
-3.7	-67.2
-3.35	-32.2
3.35	-32.2
3.7	-67.2
10.5	-91
17.5	-99

对于7 MHz DVB-T，表16给出了用于在可适用的发射机输出功率范围内与图23和表15相关联的结束点值和下一结束点值。

表16

7 MHz DVB-T系统的结束点值和下一结束点值

结束点值(1) (4 kHz测量带宽) (dB)	功率范围 (dBW)	相应的杂散电平 (在100 kHz的 测量带宽内)
$-89 - (P - 9)$	$P \leq 9$	-36 dBm
-89	$9 < P \leq 29$	75 dBc
$-89 - (P - 29)$	$29 < P \leq 39$	-16 dBm
-99	$39 < P \leq 50$	85 dBc
$-99 - (P - 50)$	$50 \leq P$	-5 dBm

(1) 下一结束点值比结束点值高8 dB，并且所有这些值都受制于-67.2 dB的上限。

对于8 MHz DVB-T系统，表17给出了对应于图24的断点。

图24

8 MHz DVB-T的频谱限制掩模 (P = 39 dBW至50 dBW)

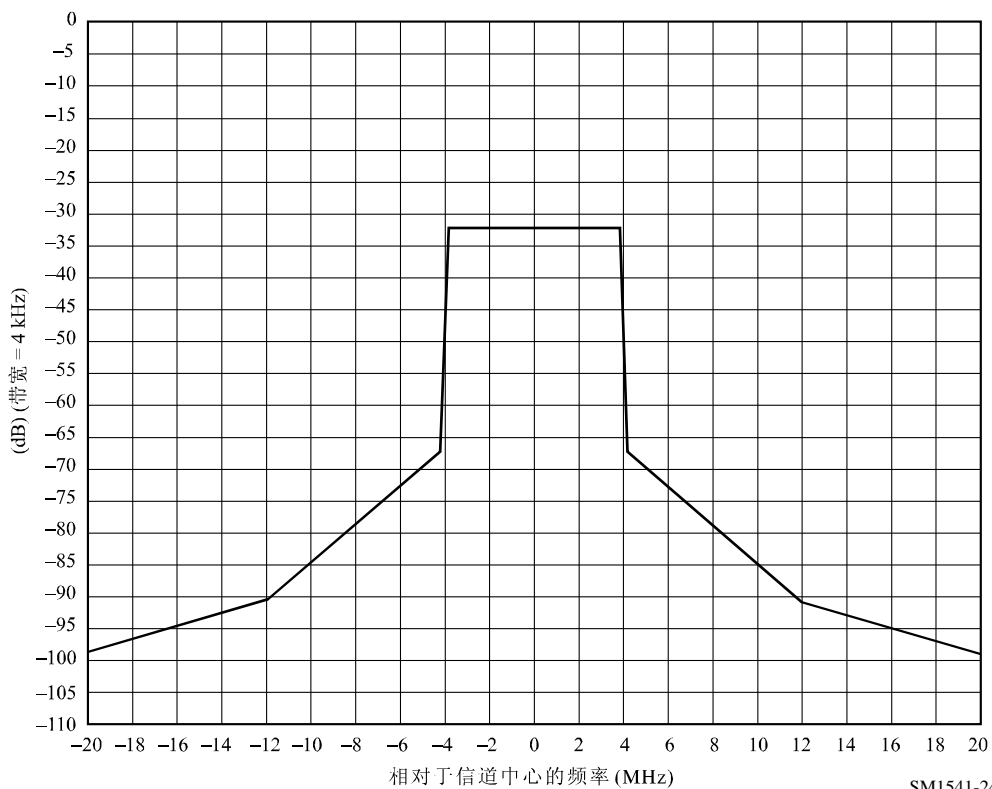


表17

8 MHz DVB-T系统的断点

相对于8 MHz信道中心的频率	在4 kHz测量带宽内的相对电平 (dB)
-20	-99
-12	-91
-4.2	-67.8
-3.81	-32.8
3.81	-32.8
4.2	-67.8
12	-91
20	-99

对于8 MHz DVB-T系统，表18给出了用于在可适用的发射机输出功率范围内与图24和表17相关联的结束点值和下一结束点值。

表18

8 MHz DVB-T系统的结束点值和下一结束点值

结束点值 ⁽¹⁾ (4 kHz测量带宽) (dB)	功率范围 (dBW)	相应的杂散电平 (在100 kHz的 测量带宽内)
$-89 - (P - 9)$	$P \leq 9$	-36 dBm
-89	$9 < P \leq 29$	75 dBc
$-89 - (P - 29)$	$29 < P \leq 39$	-16 dBm
-99	$39 < P \leq 50$	85 dBc
$-99 - (P - 50)$	$50 \leq P$	-5 dBm

⁽¹⁾ 下一结束点比结束点值高8 dB，且所有这些值都受制于-67.8 dB的上限。

2.2.2 7和8 MHz ISDB-T系统

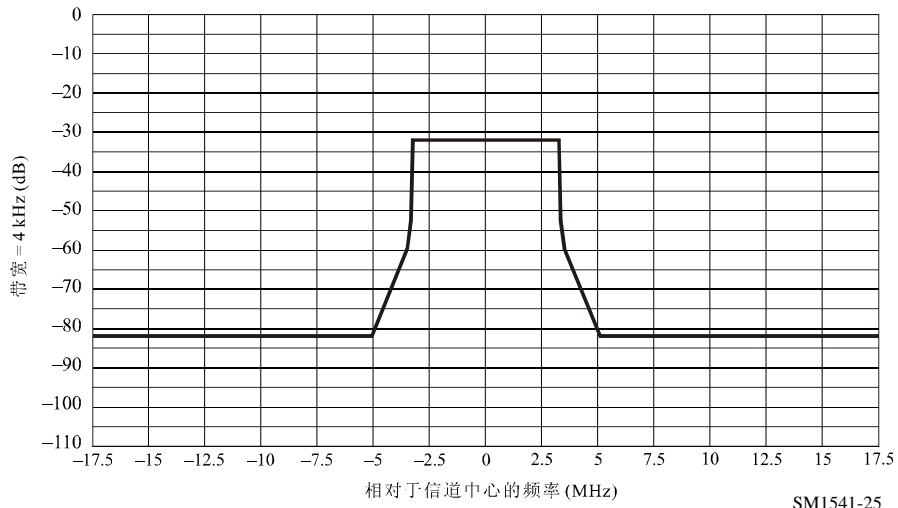
对于7 MHz数字电视，OoB域的范围是从 ± 3.5 MHz(即 $\pm 0.5 \times 7$ MHz)到 ± 17.5 MHz(即 $\pm 2.5 \times 7$ MHz)。

对于8 MHz数字电视，OoB域的范围是从 ± 4 MHz(即 $\pm 0.5 \times 8$ MHz)到 ± 20 MHz(即 $\pm 2.5 \times 8$ MHz)。

7 MHz和8 MHz ISDB-T系统的频谱限制掩模分别如图25和图26所示。表19和表20分别给出了对应于图25和图26的断点。在4 kHz基准带宽内定义相对功率电平。0 dB基准电平对应于在信道带宽内所测量的平均输出功率。发射机功率在39 dBW以上时，适用这些发射限值。

图25

7 MHz ISDB-T的频谱限制掩模 ($P > 39$ dBW)



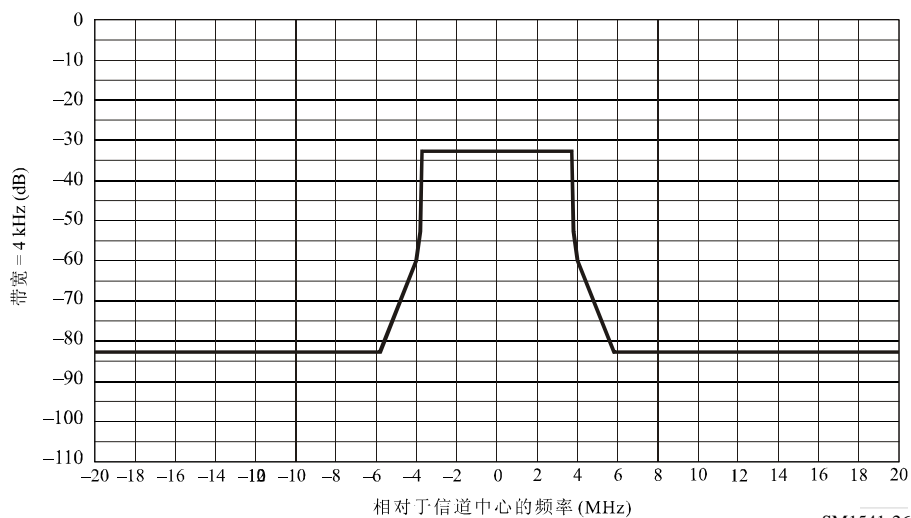
SM1541-25

表19

7 MHz ISDB-T系统对应于图25的断点表

相对于7 MHz信道中心的频率 (MHz)	在4 kHz基准带宽内的相对电平 (dB)
-17.5	-82.1
-5.09	-82.1
-3.50	-59.1
-3.34	-52.1
-3.26	-32.1
+3.26	-32.1
+3.34	-52.1
+3.50	-59.1
+5.09	-82.1
+17.5	-82.1

图26

8 MHz ISDB-T的频谱限制掩模 ($P > 39$ dBW)

SM1541-26

表20

8 MHz ISDB-T系统对应于图26的断点表

相对于8 MHz信道中心的频率 (MHz)	在4 kHz基准带宽内的相对电平 (dB)
-20.0	-82.7
-5.81	-82.7
-4.00	-59.7
-3.81	-52.7
-3.72	-32.7
+3.72	-32.7
+3.81	-52.7
+4.00	-59.7
+5.81	-82.7
+20.0	-82.7

2.2.3 7和8 MHz DTMB系统

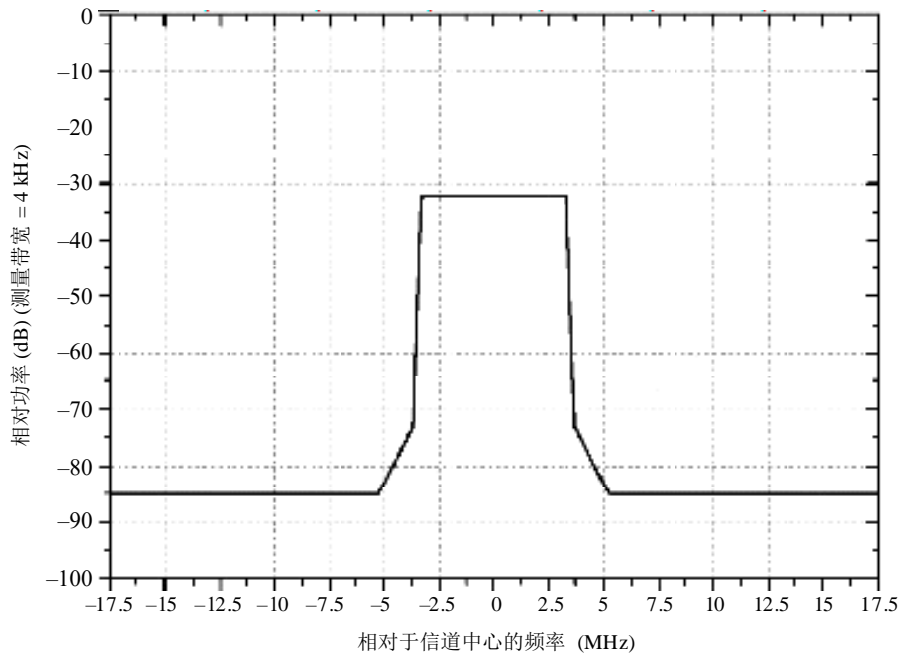
对于7 MHz数字电视系统而言，OoB域从 ± 3.5 MHz（即 $\pm 0.5 \times 7$ MHz）扩展至 ± 17.5 MHz（即 $\pm 2.5 \times 7$ MHz）。

对于8 MHz数字电视系统而言，OoB域从 ± 4 MHz（即 $\pm 0.5 \times 8$ MHz）扩展至 ± 20 MHz（即 $\pm 2.5 \times 8$ MHz）。

7 MHz和8 MHz DTMB系统的频谱限制掩模分别如图27和图28所示。表21和表22分别给出了对应于图27和图28的断点。4kHz参考带宽确定了较低的功率电平。0dB参考电平相当于信道带宽测得的平均输出功率。当发射机功率在39 dBW以上时，使用这些发射限值。

图 27

7 MHz DTMB的频谱限值掩膜



SM.1541-27

表 21

7 MHz信道DTMB系统对应于图27的断点表

相对于7 MHz信道中心的频率 (MHz)	4 kHz测量带宽的 相对电平 (dB)
-17.5	-85
-10.5	-85
-5.25	-85
-3.7	-73
-3.33	- 32.1
+3.33	- 32.1
+3.7	-73
+5.25	-85
+10.5	-85
+17.5	-85

图28

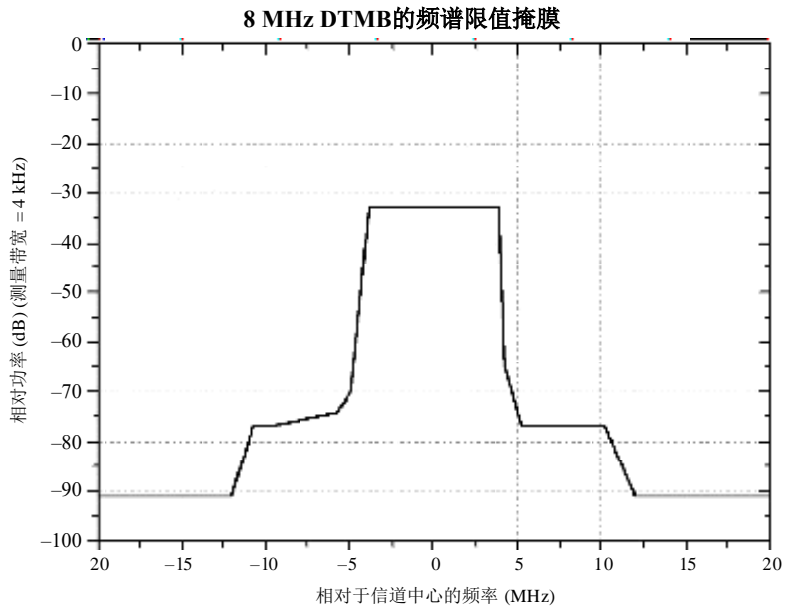


表 22

8 MHz信道DTMB系统对应于图28的断点表

中心频率的频率偏移 (MHz)	相对电平 (dB)
-20	-91
-12	-91
-10.75	-76.9
-9.75	-76.9
-5.75	-74.2
-4.94	-69.9
-3.9	-32.8
+3.9	-32.8
+4.25	-64.9
+5.25	-76.9
+6.25	-76.9
+10.25	-76.9
+12	-91
+20	-91

附件7

声音广播系统的OoB域发射限值

本附件给出了适用于声音广播系统OoB域发射限值。根据安全网络原则（见建议4），应当注意到，在广播业务由于协调和兼容性原因而存在特殊协议的情形下，更为严格的限值并不受到影响。在相关协议和标准中所规定的更为严格的限值，将被用于能够表明有特殊需要的所有情形，并且协议的范围会受到影响。

1 VHF FM声音广播

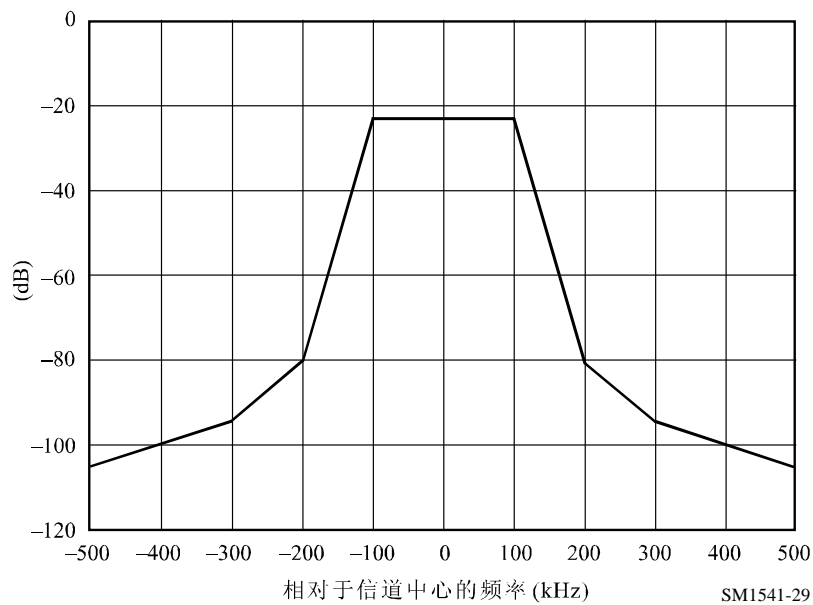
VHF FM声音广播的频谱限制掩模如图29所示。相关的断点在表23中给出。

对于200 kHz信道的VHF FM声音广播，OoB域的范围从 ± 100 kHz（即 $\pm 0.5 \times 200$ kHz）到 ± 500 kHz（即 $\pm 2.5 \times 200$ kHz）。

在1 kHz带宽内测量功率电平。0 dB基准电平对应于在200 kHz信道带宽内所测量的平均输出功率。

图29

VHF FM声音广播发射机的频谱限制掩模（初步建议）



SM1541-29

表23

VHF FM声音广播频谱限制掩模的断点

相对于200 kHz信道中心的频率 (kHz)	相对电平 (dB)
-0.5	-105
-0.3	-94
-0.2	-80
-0.1	-23
0.1	-23
0.2	-80
0.3	-94
0.5	-105

2 30 MHz以下声音广播

30 MHz以下双边带和单边带声音广播发射机的OoB域发射用ITU-R SM.328建议书来进行评估。

2.1 数字无线电Mondiale系统

数字无线电Mondiale (DRM) 系统的OoB域范围是：

- 对于4.5 kHz信道配置，从 ± 2.25 kHz（即 $\pm 0.5 \times 4.5$ kHz）到 ± 11.25 kHz（即 $\pm 2.5 \times 4.5$ kHz）；
- 对于5 kHz信道配置，从 ± 2.5 kHz（即 $\pm 0.5 \times 5$ kHz）到 ± 12.5 kHz（即 $\pm 2.5 \times 5$ kHz）；
- 对于9 kHz信道配置，从 ± 4.5 kHz（即 $\pm 0.5 \times 9$ kHz）到 ± 22.5 kHz（即 $\pm 2.5 \times 9$ kHz）；
- 对于10 kHz信道配置，从 ± 5 kHz（即 $\pm 0.5 \times 10$ kHz）到 ± 25 kHz（即 $\pm 2.5 \times 10$ kHz）。

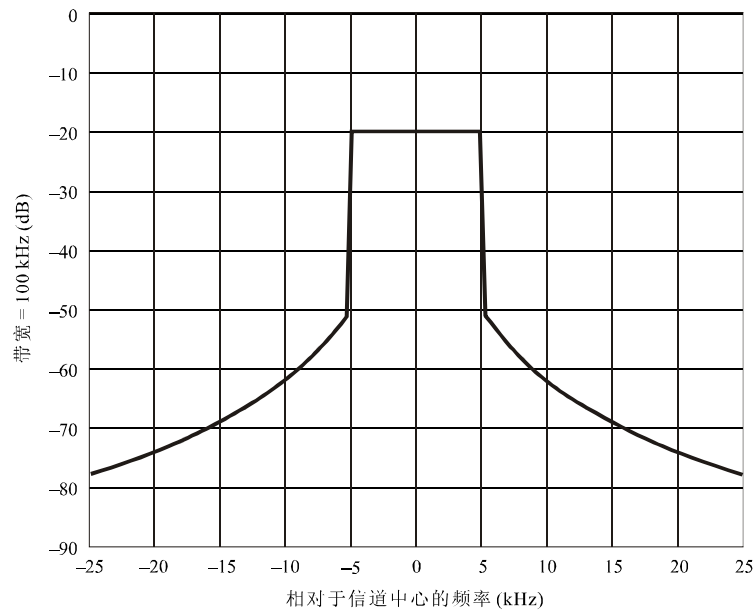
ITU-R BS.1615建议书 — 30 MHz以下的数字声音广播的“规划参数”（第2.2节）为定义DRM频谱限制掩模提供了指导。

按照ITU-R SM.328建议书附件1第6.3.3节，使用上面给出的信道带宽，对DRM频谱限制掩模进行计算。这包括在 $\pm 0.53 \times$ 信道带宽处的一个30 dB的衰减；越过这个点，就有一个-12 dB/每倍频程的倾斜，到达-60 dB。在100 Hz的基准带宽内定义相对功率电平。0 dB基准电平对应于信道带宽内的平均输出功率。

10 kHz信道配置DRM系统频谱限制掩模的一个示例如图30所示。

图30

10 kHz信道配置的DRM系统频谱限制掩模



SM1541-30

3 数字声音广播

数字系统A

数字系统A的频谱限制掩模如图31所示。相关断点由表24和表25给出。

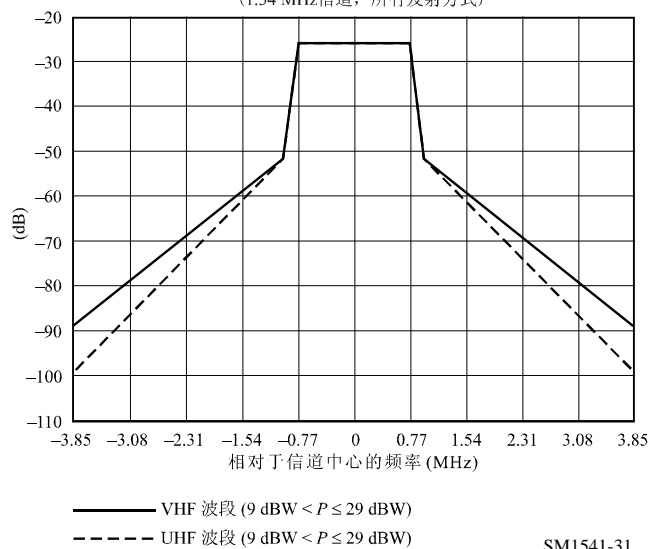
对于 1.54 MHz 信道配置的数字系统 A，OoB 域的范围是从 ± 0.77 MHz（即 $\pm 0.5 \times 1.54$ MHz）到 ± 3.85 MHz（即 $\pm 2.5 \times 1.54$ MHz）。

数字系统A使用 4 kHz 的测量带宽。0 dB 基准电平对应于 1.54 MHz 信道带宽内所测量的平均输出功率。

图31

数字系统A的频谱限制掩模 (9 dBW < P ≤ 29 dBW)

(1.54 MHz信道, 所有发射方式)



SM1541-31

对于数字系统A，表25给出了用于在可适用的发射机输出功率范围内与表24和图31相关联的结束点值。

表24

数字系统A在所有发射方式下的频谱限制
掩模的断点 ($9 \text{ dBW} < P \leq 29 \text{ dBW}$)

相对于1.54 MHz信道中心的频率 (MHz)	相对电平 (dB)
-3.85	-89
-0.97	-52
-0.77	-26
0.77	-26
0.97	-52

表25

用于与表24相关联的结束点值

工作于47-68 MHz和174-240 MHz 频段内的数字系统A		
结束点值 ⁽¹⁾ (dB/4 kHz)	功率范围 (dBW)	相应的杂散电平 (100 kHz测量带宽)
$-89 - (P - 9)$	$P \leq 9$	-36 dBm
-89	$9 < P \leq 29$	75 dBc
$-89 - (P - 29)$	$29 < P \leq 39$	-16 dBm
-99	$39 < P \leq 50$	85 dBc
$-99 - (P - 50)$	$50 < P$	-5 dBm
工作于1 452-1 467.5 MHz 频段内的数字系统A		
结束点值 ⁽¹⁾ (dB/4 kHz)	功率范围 (dBW)	相应的杂散电平 (1 MHz测量带宽)
$-99 - (P - 9)$	$P \leq 9$	-36 dBm
-99	$9 < P \leq 29$	75 dBc
$-99 - (P - 29)$	$29 < P \leq 39$	-16 dBm
-106	$39 < P \leq 50$	85 dBc
-106	$50 < P$	-5 dBm

⁽¹⁾ 结束点值受制于-52 dB的上限和-106 dB的下限。

附件8

一次雷达系统的OoB发射限值

1 引言

《无线电规则》中将“一次雷达”定义为以基准信号与从被物体反射的无线电信号进行比较为基础的无线电测定系统。

地面一次雷达用于无线电导航业务（航空器和船舶上的空中监视雷达和导航雷达）、气象辅助业务（天气雷达）和无线电定位业务（许多其他的地面雷达）。空基雷达包括用于SRS（有源）和EESS（有源）的有源遥感卫星和用于SRS的其他雷达。

以下限值不适用于无线电测定业务和（或）EESS（有源）和SRS（有源）的专用频段内，但适用于频段的边界。一次雷达在这些专用业务频段内的发射限值有待进一步地研究。

本附件所定义的OoB发射限值不包括这样几种一次雷达，即额定峰值功率为1 kW或低于1 kW的脉冲雷达、额定平均功率为40 W或低于40 W的非脉冲雷达、40 GHz以上的雷达、可搬移的雷达和导弹上的一次性雷达。这些种类的雷达也有待进一步地研究，以便建立合适的限值。

在本附件的全部公式中，自始至终都以赫兹来表示带宽（ $B_N, B_c, B_s, B_d, B_{-40}$ ），而以秒来表示脉冲持续时间和上升（下降）时间。

2 必要带宽

既是为了确定OoB域发射限值，也是为了确定边界（超过边界将使用杂散限值），要求知道一次雷达发射机的必要带宽。

《无线电规则》中提到的ITU-R SM.1138建议书，给出了应《无线电规则》的要求用来计算必要带宽的公式。但是，这个可用于雷达的唯一公式所给出的结果，可随使用者所选择的常数10这一系数而改变。鉴于ITU-R SM.1138建议书中的公式不够完善，ITU-R SM.853建议书推荐了大量补充公式。

2.1 未调制雷达脉冲

ITU-R SM.853建议书对确定矩形和梯形脉冲的必要带宽（峰包值在20 dB以下）提供了指导。这些系统的必要带宽比较小：

$$B_N = \frac{1.79}{\sqrt{t \cdot t_r}} \text{ 或 } \frac{6.36}{t} \quad (35)$$

其中 t 是脉冲持续时间（在半幅度处）， t_r 是上升时间，二者都以秒计³。

2.2 其他调制

对于频率调制脉冲雷达、跳频雷达和连续波雷达，无论是未调制雷达还是频率调制雷达，其必要带宽见下式。对于频率调制脉冲雷达，其必要带宽公式（20 dB带宽）超过对称梯形脉冲情况公式（35）的二倍频偏 B_c ⁴：

$$B_N = \frac{1.79}{\sqrt{t \cdot t_r}} + 2B_c \quad (36)$$

跳频雷达的公式有一个附加的条件 B_s ，在这个最大范围内，载波频移是：

$$B_N = \frac{1.79}{\sqrt{t \cdot t_r}} + 2B_c + B_s \quad (37)$$

虽然ITU-R SM.1138建议书在标题“连续波发射”（这里指未调制载波）下，没有给出公式，但是未调制连续波（CW）雷达的必要带宽的实际值由频率容限和噪声来决定。对于频率调制CW雷达，其必要带宽是最大频偏 B_d 的两倍：

$$B_N = 2B_d \quad (38)$$

2.3 必要带宽的典型值

表23表明了四种雷达典型的必要带宽及其必要带宽值的范围。

表26

雷达类型	典型 B_N (MHz)	B_N 的范围
固定的无线电定位雷达	6	20 kHz至1.3 GHz
移动的无线电定位雷达	5.75	250 kHz至400 MHz
机场监视雷达	6	2.8 MHz至15 MHz
天气雷达	1	250 kHz至3.5 MHz

³ 脉冲持续时间是指50%幅度（电压）点之间的时间。对于编码脉冲，脉冲持续时间是一片（子脉冲）的半幅度点之间的间隔。上升时间是指脉冲前沿从其最大值的10%增加到90%所占用的时间。对于编码调制，其上升时间就是一个子脉冲的上升时间；如果不能确定子脉冲的上升时间，则假定它是从一个相位或子脉冲切换到另一个相位或子脉冲时间的40%。当雷达的下降时间少于上升时间时，则在这些公式中，应使用下降时间来取代上升时间。当上升时间很短时，则使用公式（35）的两个公式中较小的一个，以避免计算得出的必要带宽过大。

⁴ 该值是脉冲持续时间内总的频移。

3 一次雷达的OoB域发射限值

对于一次雷达，建立一个通用的OoB域发射限值的主要困难在于系统和发射波形的多样性。一次雷达的OoB域发射限值是以发射波形频谱的40 dB带宽（ B_{-40} ）为基础的。

3.1 B_{-40} dB带宽的公式

由于 B_{-40} dB与必要带宽的比值通常不是一个常数，因此需要一个 B_{-40} dB带宽公式把掩模与必要带宽联系起来。下式确定了一次雷达发射机的 B_{-40} dB带宽。

对于非调频脉冲雷达，包括扩频雷达或编码脉冲雷达，带宽较小：

$$B_{-40} = \frac{K}{\sqrt{t \cdot t_r}} \text{ 或 } \frac{64}{t} \quad (39)$$

其中的系数 K ，对于输出功率大于100 kW的雷达为6.2，对于低功率雷达以及工作于2 900-3 100 MHz和9 200-9 500 MHz频段⁵内的无线电导航业务雷达为7.6。当 K 为6.2时，如果上升沿小于 $0.0094t$ 左右，或者当 K 为7.6时，如果上升沿小于 $0.0094t$ 左右，使用前一公式。

调频脉冲雷达的 B_{-40} dB带宽为：

$$B_{-40} = 1.5 \left\{ B_C + \sqrt{\pi} \cdot [\ln(B_C \cdot \tau)]^{0.53} \cdot [\text{Min}(B_{rise}, B_{fall}, B_{rise \& fall}) + \text{Max}(B_{rise}, B_{fall}, B_{rise \& fall})] \right\} \quad (40)$$

式中：

$$B_{rise} = \frac{1}{\sqrt{\tau \cdot t_r}} \quad \text{用于上升时间} \quad (41)$$

$$B_{fall} = \frac{1}{\sqrt{\tau \cdot t_f}} \quad \text{用于下降时间} \quad (42)$$

⁵ 在连续频率的梯形或矩形脉冲情况下，这些系数 $K = 6.2$ 或 7.6 分别与现行的理论值有关。同样，在梯形脉冲情况下，为了实现输出设备的特性，要使系数 K 略有增加。对于理想的矩形脉冲，频谱每间隔10就下降到20 dB，导致 $6.4/t$ 的一个20 dB带宽和一个大10倍的40 dB带宽，即 $64/t$ 。要鼓励使用陡峭的上升和下降时间，允许不留有余量。梯形脉冲的频谱首先每间隔10下降到20 dB，然后最终每间隔10达到40 dB。如果上升沿与脉冲宽度之比超过0.008，则每间隔10的斜率，40 dB点将下降到40 dB，在此情况下， B_{-40} 为：

$$\frac{5.7}{\sqrt{t \cdot t_r}}$$

考虑到在达到至少以下值为基础的掩模的要求时不可避免的非理想性：

$$\frac{6.2}{\sqrt{t \cdot t_r}} \text{ 或 } \frac{7.6}{\sqrt{t \cdot t_r}}$$

由雷达的种类来决定。

$$B_{rise\&fall} = \frac{1}{\sqrt[3]{\tau \cdot t_r \cdot t_f}} \quad \text{用于上升和下降时间的组合} \quad (43)$$

τ : 包括上升和下降时间的脉冲长度

t_r : 脉冲上升时间

t_f : 脉冲下降时间

B_c : 频率偏移带宽 (在脉冲生成过程中的总频偏)

B_s : 载频发生偏移的最大范围, 在非跳频的情况下 B_s 等于零。

仅当下述条件得到满足时, 公式 (40) 方有效:

1. 产物 $B_c \cdot \text{Minimum}(t_r, t_f)$ 大于等于 0.10; 且
2. $B_c \cdot \tau$ 的产物或压缩比必须大于 10。

在所有其它情况下, 应使用下述公式:

$$B_{-40} = \frac{K}{\sqrt{t \cdot t_r}} + 2 \left(B_c + \frac{A}{t_r} \right) \quad (44)$$

当 $K = 6.2$, 时 A^6 为 0.105, 且 $K = 7.6$ 时为 0.065。

对于使用跳频的 FM 脉冲雷达, 应将 B_s 的值加入 B_{-40} 的值 (公式 (40) 或公式 (44)), 以用于跳频雷达 B_{-40} dB 的带宽⁷。

对于未调制的 CW 雷达, B_{-40} dB 的带宽为:

$$B_{-40} = 0.0003 F_c \quad (45)$$

其中 F_c 为载频。

对于频率调制的连续波 (FMCW) 雷达, 两个不同 B_{-40} dB 带宽公式适用。目前存在一个普通公式和一个跳频公式。

FMCW 雷达的普通 B_{-40} dB 带宽公式为:

$$B_{-40} = 1.2 B_R \left(1 + \frac{200}{\pi \sqrt{B_R T}} \right)^{1/2} \quad (46)$$

式中 B_R 为总频偏且 T 为脉冲期。此公式是基于线性 FMCW 并能应用于振幅调制线性 FMCW、飞回 (flyback) FMCW 和非线性 FMCW。

对于使用跳频的 FMCW 雷达, B_s 值需要加入 B_{-40} dB 带宽公式内, 其中 B_s 为载频移动的最大范围。

⁶ A/tr 术语用于根据上升时间的影响调整 B_{-40} , 当时间带宽产物 Bct 为较小或中等且上升时间短时, 这一调整很重要。

⁷ 如果 B_s 中包括的信道均同时运行, 它将生成跳频雷达总体的综合 B_{-40} 带宽。对于跳频雷达, O_oB 发射掩膜在 B_{-40} dB 带宽边缘下落, 看似该雷达为调谐至跳频范围边缘的单频雷达。

对使用多个脉冲波形的雷达，应为各独立脉冲类型计算 B_{-40} dB带宽，且获取的最大 B_{-40} dB带宽应用于制定发射掩膜的形状。

4 OoB掩模

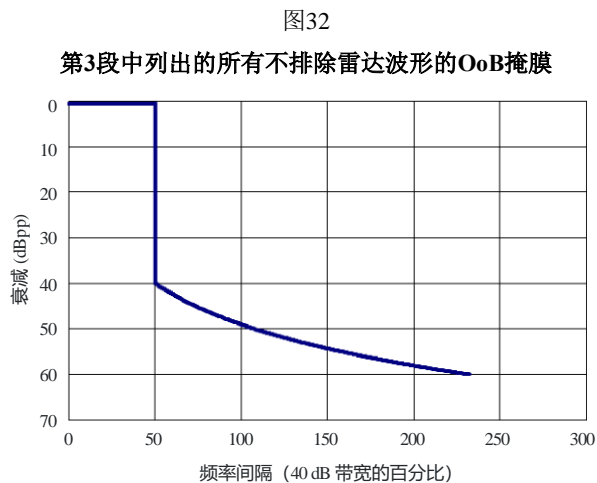
按波形类型分类的一次雷达psd（以单位dBpp表示）的OoB发射掩模如下图所示。掩模从40 dB带宽到《无线电规则》附录3⁸所规定的杂散电平。

B_{-40} dB带宽可以从最大发射电平的频率发生偏移，但应将必要带宽（《无线电规则》第1.152款）和更为合适的全部占用带宽《无线电规则》第1.153款全部包含在划分频段内。

做为指导，计算出的 B_{-40} dB带宽值，应完全包含在分配的频段内。

4.1 第3段中列出的所有波形

如图32所示，第3段所列所有波形的滚降，除第4.2段所列之外，每隔10为30dB。



SM.1541-32

4.2 排除的波形

对于CW、FMCW和相位编码波形，第4.1段不适用。如图33所示，其滚降率为每10个间隔20 dB。

此排除内容应在2016年无线电通信全会之前的研究期内审议。

5 OoB和杂散域的境界

按照建议2.2和《无线电规则》附录3，杂散域通常始于等于250%必要带宽的频率间隔处，某些类型（包括那些数字和脉冲调制）的系统除外。但是，通用的250%必要带宽的概念难以适用于无线电测定和其他业务中的一次雷达（如气象辅助业务、SRS和EESS）。

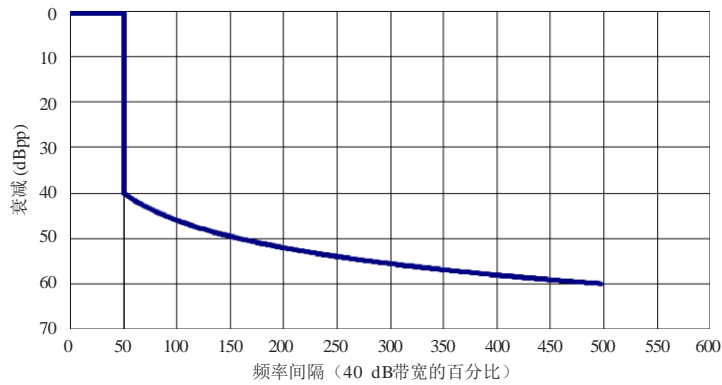
⁸ 《无线电规则》附录3规定杂散衰减为 $43 + 10 \log (PEP)$ 或60 dB，取二者中较为宽松者。（PEP: 峰包功率。）

对于一次雷达，将OoB和杂散域的边界定义为此处所定义的OoB域发射限值与《无线电规则》附录3中表II所定义的杂散限值相等处的频率。

对于无线电测定业务和其他相关业务中的一次雷达，可以将OoB和杂散域之间的边界定义为从指配频率间隔 $2.5 \alpha B_N$ ，其中 α 是一个边界修正因子，其取决于整个系统的特性，尤其是调制波形和调制技术、雷达输出设备、波导元气件和天线类型以及由特性所决定的频率。 α 的值也取决于必要带宽的求值方法。

图33

使用CW、FMCW和相位编码波形雷达的OoB掩膜



SM.1541-33

通过设定60 dB点等于 $2.5 \alpha B_N$ ，能够确定图33中相应掩膜的 α 值。假设每间隔10有一个20 dB的滚降：

$$5 B_{-40} = 2.5 \alpha B_N \rightarrow \alpha = 2 \frac{B_{-40}}{B_N} \quad (47)$$

使用上述示例，线性FM脉冲雷达的 α 约为2.0，非FM脉冲雷达的 α 约为8.5。这一公式不适用于跳频的情况。

假设必要带宽是20 dB带宽，截止到目前，有效的技术资料显示，对于在用的和已规划的一次雷达，其 α 值的范围是从1到10，或者更大。

从有效使用频谱的观点出发，提出以下问题：

- 未来的一次雷达是否能够满足 α 值更接近1；
- 根据OoB与杂散域之间的边界是在一次雷达的划分频段内、频段外还是靠近划分频段的不同情况， α 是否应有所不同。

在ITU-R内部，需要对进一步的研究加以引导，来规定用于计算边界的必要带宽的定义，并定义不同类型的雷达、任务和平台的 α 值。

对于非FM脉冲雷达，在一些特殊的情况下，即系统的体系结构允许使用滤波器，并且能够容许非正常的系统性能的牺牲， α 值能接近1。同样，对于宽带频率捷变雷达， α 值能接近1.5。

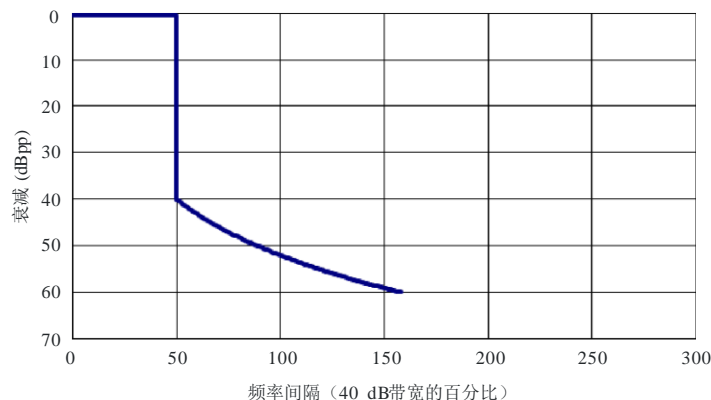
6 设计目标

本附件前述的部分是以OoB域发射限值的安全网络原则为基础的。普遍认为，最为理想的就是降低某无用发射电平，以增强与其他业务的兼容性。

图34中的掩模是雷达系统的设计目标。该掩模从40 dB带宽到《无线电规则》附录3所规定的杂散电平每间隔10滚降40 dB。

雷达的设计应当满足设计目标掩模的要求。在可能的情况下，雷达的设计应避免使用无法满足设计目标的技术。

图34
雷达系统的设计目标



SM.1541-34

注1 — 考虑到该掩模适用于某些类型的雷达系统的实际经验和雷达技术的发展，在ITU-R今后的研究中将要研究该掩模的可行性。向国际电联提交的输入意见（2003-2007和2007-2011研究期）已经提供了证据，表明某些类型的雷达能够实现设计目标。这其中包括一些基于klystron的雷达和一些在100 kW下将使用陷波翼式磁控管作为输出装置的雷达。

注2 — 在以独占原则划分给无线电测定业务的频段内，OoB域发射限值是今后研究的课题。这一研究会在这类频段内生成一个不同设计目标的掩模。

注3 — 考虑到以下因素，一些未来系统可能无法实现这些设计目标：

- 雷达任务（生命安全、威胁等），
- 平台的类型和尺寸（如固定、移动、船载、机载等），
- 可用的技术及其演进状态，
- 价格可承受性。

注4 — 其目的是这些研究将导致对该建议书的修改，既可用设计目标的掩模替换前述部分的OoB，也可包括由2016年无线电通信全会确定的、雷达波形类型所决定的其他适当调整。

7 测量技术

ITU-R M.1177建议书的最新版本给出了关于测量雷达系统OoB域发射的方法。

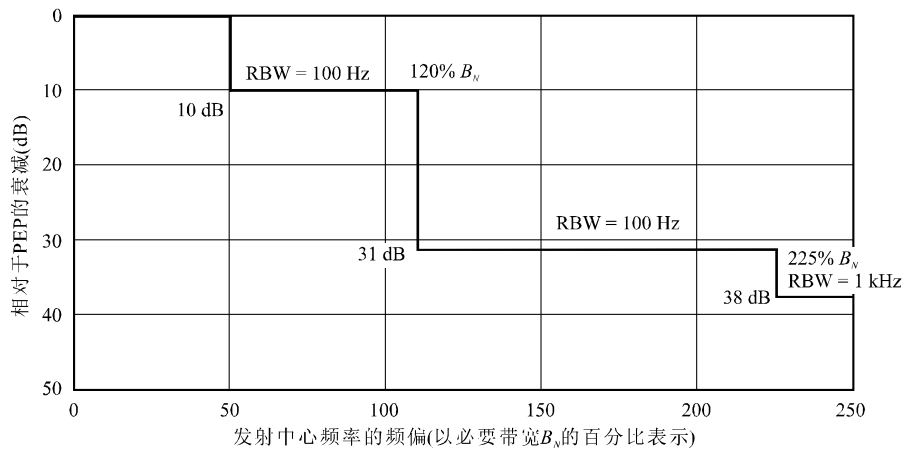
附件9

业余无线电业务的OoB域发射限值

从事业余无线电业务和卫星业余无线电业务的电台应满足包含在以下频谱掩模中的限值。

图35

ITU-R SM.1539建议书所涉及的30 MHz以下标准或窄带情况的电台

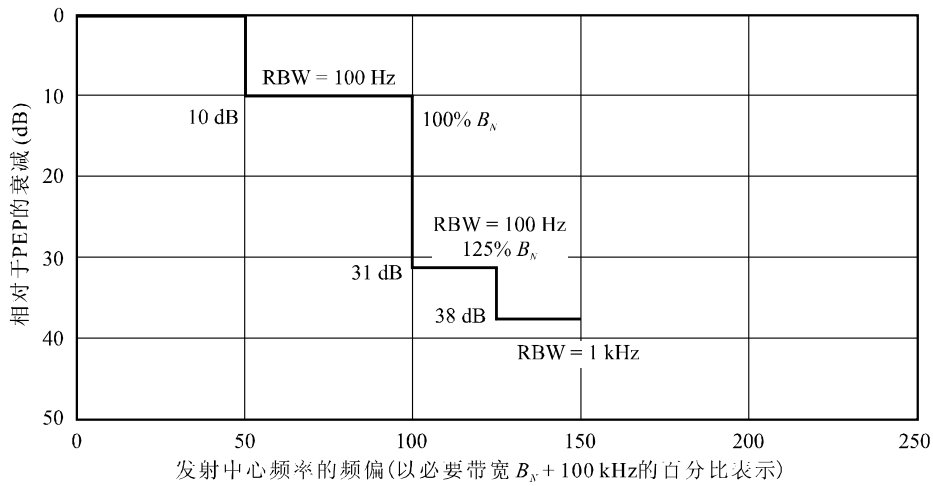


SM1541-35

其中 $B_N < 4$ kHz，用ITU-R SM.1539建议书中的 B_L 值取代 B_N 。

图36

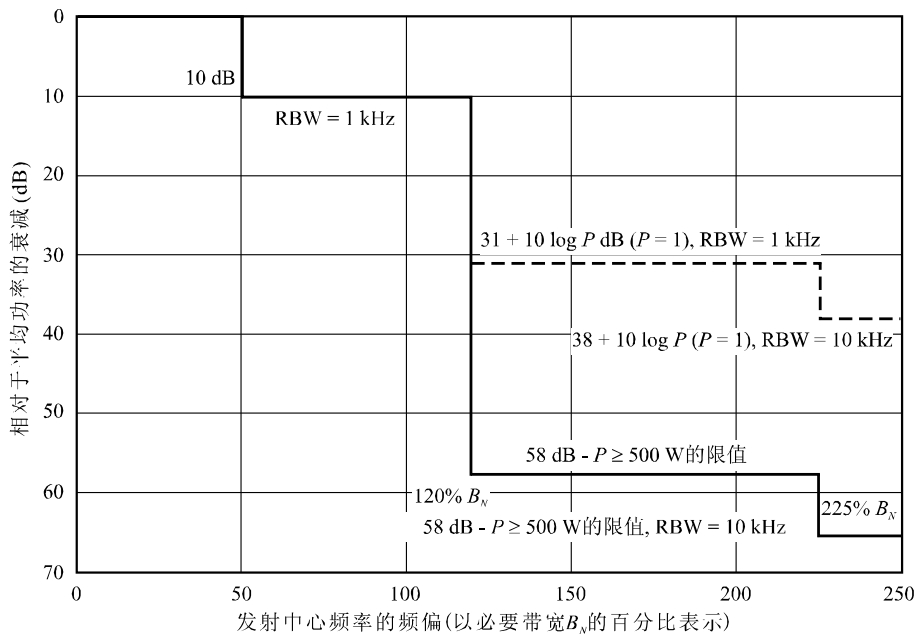
ITU-R SM.1539建议书所涉及的30 MHz以下宽带情况的电台



SM1541-36

图37

ITU-R SM.1539建议书所涉及的30 MHz以上标准或窄带情况的电台

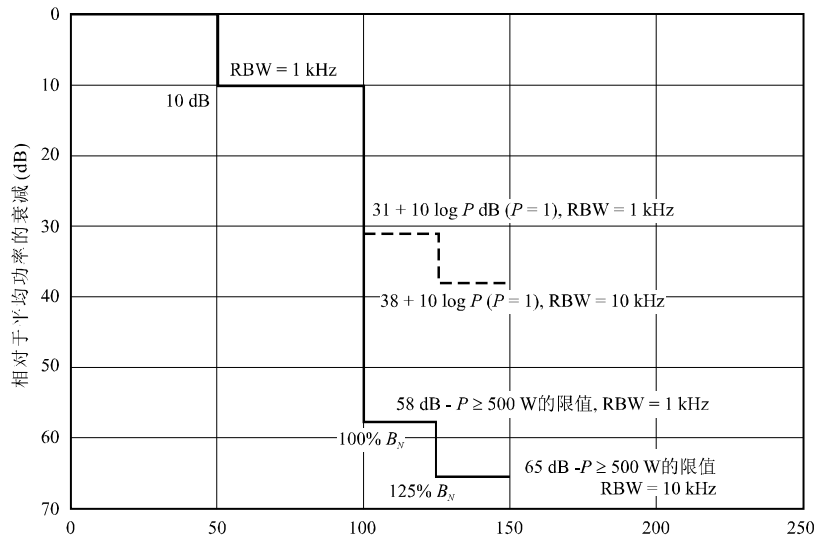


SM1541-37

在窄带情况下，用ITU-R SM.1539建议书中的 B_L 值取代 B_N 。

图38

ITU-R SM.1539建议书所涉及的30 MHz以上宽带情况的电台



发射中心的频偏(以必要带宽 B_y 的百分比表示), 要将ITU-R SM.1539建议书给出的间隔值加到必要带宽 B_y 上, 以获得实际的频偏。

PEP: 供给天线发射馈线的符合《无线电规则》第1.157款的峰包功率(W)

P: 供给天线发射馈线的符合《无线电规则》第1.158款的平均功率(W)

SM1541-38

注1 — 采用单边带(SSB)发射的所有发射类别都包括在SSB类中。

对于SSB发射, 用于测试的调制是合适的、具有一个1 kHz发射载波的1 100 Hz和1 700 Hz的音频音调, 或在其他情况下, 是具有正常使用的调制的典型情况。

注2 — 对于采用宽带频分多址(FDMA)的电台, 例如从事卫星业余无线电业务的空间电台, 其必要带宽是发射机末级放大器的3 dB带宽。

附件10

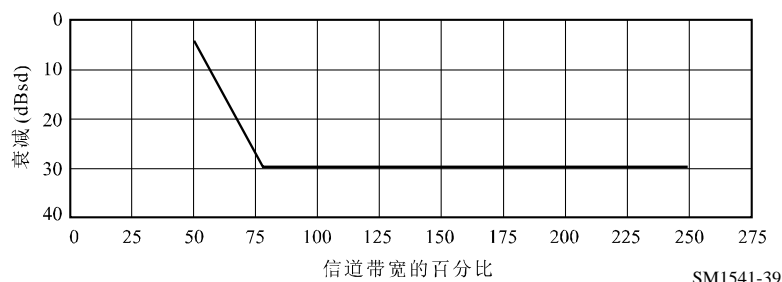
陆地移动无线电业务的OoB发射限值

本附件所包括的是一些陆地移动业务OoB域掩模的示例。需要进一步研究针对陆地移动业务所有系统的常规掩模。由于陆地移动业务易于频率协调和系统规划，所以该业务已经表明乐于使用邻频段（或信道）功率比限值而不是限值曲线图。附件1的附录1表明如何能够从一个发射掩模得到一个频段的功率限值。

对于12.5 kHz信道带宽的陆地移动系统，表24给出了对应于图39所示曲线图的断点。

图39

12.5 kHz信道带宽陆地移动系统的OoB掩模



SM1541-39

表27

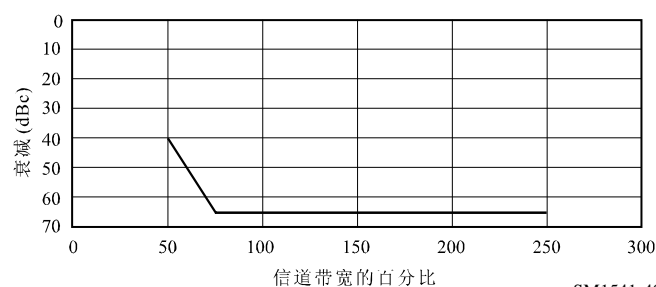
断点

中心频率的频偏 (信道带宽的百分比)	衰减 (dBsd)
50	3.5
78	29
250	29

对于5 kHz信道带宽的幅度压扩SSB，表28给出了对应于图40所示曲线图的断点。

图40

5 kHz信道带宽幅度压扩SSB的OoB掩模



SM1541-40

表28

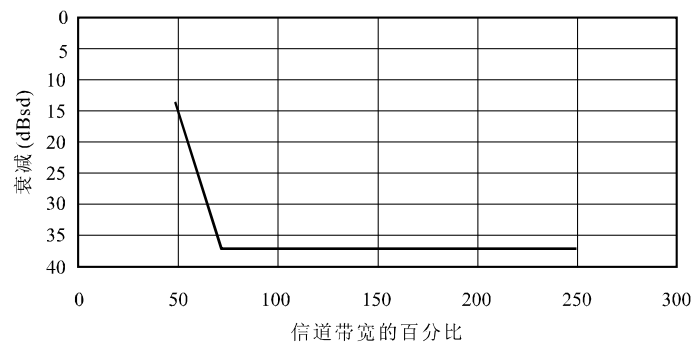
断点

中心频率的频偏 (信道带宽的百分比)	衰减 (dBc)
50	40
75	65
250	65

对于16.5 kHz信道带宽的陆地移动系统，表29给出了对应于图41所示曲线图的断点。

图41

6.5 kHz信道带宽陆地移动系统的OoB掩模



SM1541-41

表29

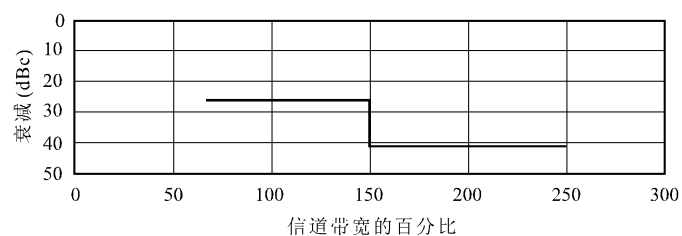
断点

中心频率的频偏 (信道带宽的百分比)	衰减 (dBsd)
50	14
72	37
250	37

对于30 kHz信道带宽的模拟蜂窝系统，表30给出了对应于图42所示曲线图的断点。

图42

30 kHz信道带宽模拟蜂窝系统的OoB掩模



SM1541-42

表30
断点

中心频率的频偏 (信道带宽的百分比)	衰减 (dBc)
67	26
150	26
150	41
250	41

附件11

航空移动和水上移动业务的OoB域发射掩模

就功率而言，规定这些发射掩模是在相对于总载波功率(dBc)的一个基准带宽内。规定OoB域发射是在一个4 kHz的带宽内（单边带和航空发射机的OoB域发射除外）。规定单边带发射是在一个窄带宽内，而航空遥测发射则是按照特定的频谱分析仪设置：10 kHz分辨带宽、1 kHz视频段宽和最大保持。这些发射掩模的OoB和杂散域边界与《无线电规则》附录3相符合，是必要带宽的250%。

1 航空遥测

对于航空遥测发射机，OoB域（50% 到250%）发射限值（相对于发射机平均功率）是：

$$-(55 + 10 \log P)$$

或者

$$K + 90 \log R - 100 \log |f - f_c| \quad \text{for } |f - f_c| \geq \frac{R}{m}$$

其中：

$K = -20$ ，用于模拟信号

$K = -28$ ，用于二进制信号

$K = -63$ ，用于四进制信号（例如FQPSK-B）

f_c ：发射机中心频率（MHz）

R ：数字信号的比特率（Mbit/s）或用于模拟FM信号的（ $\Delta f + f_{max}$ ）（MHz）

m ：调制信号的状态号

$m = 2$, 表示二进制信号

$m = 4$, 表示四进制信号和模拟信号

Δf : 峰值偏移

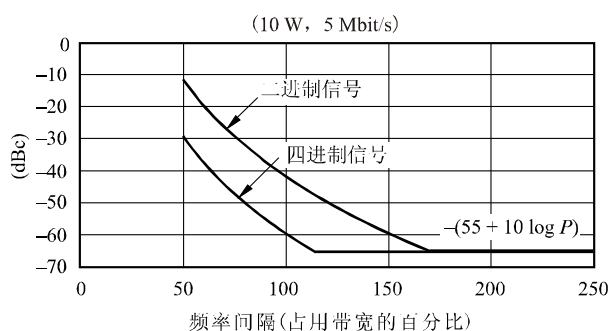
f_{max} : 最大调制频率

取二者中较为宽松者。

图43所示为航空OoB域掩模的示例，规定该掩模是针对dBc的。用于生成图43的占用带宽，对二进制信号是比特率的1.16倍，对四进制信号是比特率的0.78倍。用于图43的另外一些参数是功率 P ，为10 W，比特率 R ，为5 Mbit/s。这些值因系统不同而有所改变，且因此造成发射掩模按照上述公式做出改变。发射掩模的滚降为100 dB/10。

图43

航空遥测带外发射掩模的示例



SM1541-43

2 其他航空移动和水上移动发射机

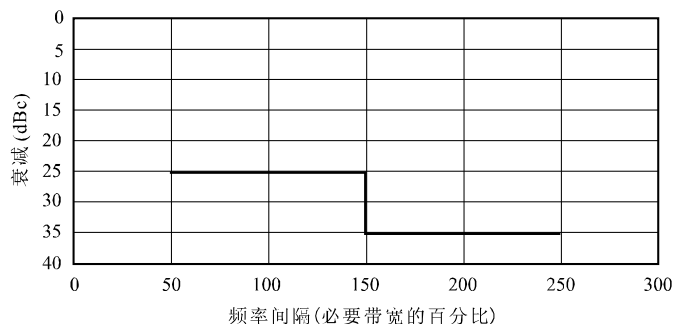
对于航空移动和水上移动发射机（航空遥测和其他被豁免的系统除外），在OoB域发射的平均功率（相对于发射机的平均功率）要求衰减：

50-150% 25 dBc

150-250% 35 dBc

图44

航空和水上移动的OoB掩模



SM1541-44

附件12

固定业务的OoB域发射限值

ITU-R F.1191建议书要求，对于工作于特定的无线电频率信道配置上的数字无线电接力系统，杂散和OoB域之间的频率边界是相应的信道间隔（CS）的 $\pm 250\%$ 。因此，本建议书将模拟和数字固定业务系统OoB域发射限值定义为在可适用的情况下达到系统的无线电频率信道配置相应信道间隔达的 $\pm 250\%$ 。

按照ITU-R F.1191建议书，对于相间信道配置，信道间隔取 $XS/2$ ，对于共信道和交叉频率信道配置，正如ITU-R F.746建议书所定义的，信道间隔取 XS 。

对于专用的频率块指配（见注1），工作于持有执照的操作者所设计的子信道上的发射机者原则上在频率块内无须满足无用发射限值，而要求在频率块外必须满足无用发射限值。但是在国界上，由于相关主管部门可能以不同的方式发放了这一频段的执照，因此应要求主管部门之间达成协议。

本附件中所规定的频谱掩模意欲作为常规掩模，它是成功地用于国家或区域规则的限制性最少的OoB域发射限值。有时称它为安全网络限值。计划将它用于不另外要求更加严格的掩模来对特殊应用加以保护的那些频段。

对于部署在任何气候带内的任何应用和频段，这些掩模都是一个最大的综合限制。但是，按照在不同的地球气候条件下（正如ITU-R P.530建议书中定义的 K 因子）特殊的应用（例如频段、调制形式灵敏度和所要求的服务质量）所要求的邻信道干扰抑制，实际的频谱掩模常常被设计的更为严格。

注1 一块指配（见ITU-R F.1399建议书中的定义）是指将频谱的一块指配给持有一份专用执照的一个操作者的一个或多个电台（见ITU-R F.1488、ITU-R F.748和ITU-R F.749建议书中的示例）。在一个块指配内，为了在频率指配的地理地区部署一个无线网络，操作者通常可以将块细分为适当的较小的子块或子信道。

1 固定数字业务：频谱发射掩模

1.1 工作于30 MHz以上的系统

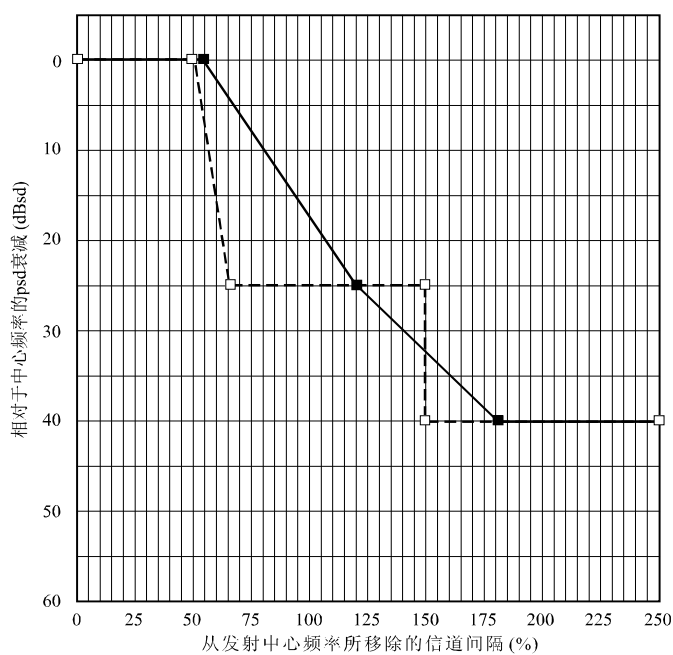
频谱衰减掩模如图45所示。

将0 dBsd基准电平作为占用带宽内psd的最大值。

测量所使用的分辨带宽应为占用带宽的1%左右。

图45

30 MHz以上固定数字业务的常规频谱掩模
(见表31)



—■— 所有系统 (FDMA系统除外)

- - □ - - 仅限于FDMA系统

1541-45

注1 — 将所规定的掩模表示CS百分比的函数，但是，对于工作在未建立无线电频率信道配置的频段内的系统，应当用必要带宽的百分比替代CS百分比，或者如果是可适用的，则可以用ITU-R SM.1539建议书所定义的必要带宽的下门限来替代。如果未在ITU-R建议书的其他地方做出规定，则必要带宽应出自ITU-R F.1191建议书。

表31

工作于30 MHz以上的固定数字业务
(参考图45)

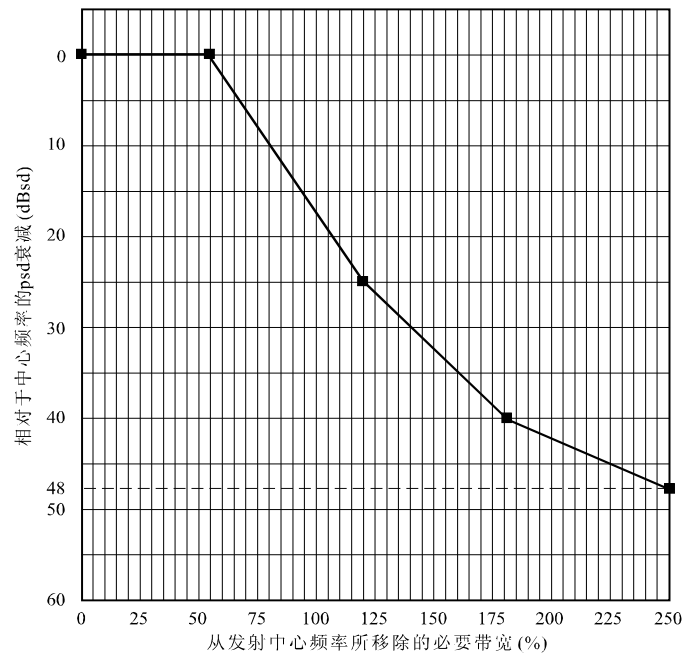
所有系统 (FDMA除外)		仅限于FDMA系统	
频偏 (CS %)	衰减 (dBsd)	频偏 (CS %)	衰减 (dBsd)
0	0	0	0
55	0	50	0
120	25	65	25
180	40	150	25
250	40	150	40
		250	40

1.2 工作于30 MHz以下的系统

频谱衰减掩模如图46所示。

将0 dBsd基准电平作为占用带宽内psd的最大值。

图46

30 MHz以下固定数字业务的常规频谱掩模
(见表32)

SM1541-46

注 1 — 在可适用时, 应使用 ITU-R SM.1539 建议书所定义的必要带宽的下门限。如果未在 ITU-R 建议书的其他地方做出规定, 则必要带宽应出自 ITU-R F.1191 建议书。

表32

工作于30 MHz以下的固定数字业务
(参考图46)

所有系统	
频偏 (CS %)	衰减 (dBsd)
0	0
55	0
120	25
180	40
250	48

2 固定数字业务: OoB域发射边界内的离散谱线

对谱密度掩模内的离散谱线不予考虑, 但应限制其不降低由以下频谱自身所产生的无用发射功率:

2.1 30 MHz以上系统

- 谱线位于信道间隔的 $\pm 50\%$ 内: 不适用OoB域发射限值。
- 所有谱线位于信道间隔的 $+50\%$ 与 $+150\%$ 之间或 -50% 与 -150% 之间的总平均功率: 23 dBc。
- 所有谱线位于信道间隔的 $+150\%$ 与 $+250\%$ 之间或 -150% 与 -250% 之间的总平均功率: 45 dBc。

注1 — 当未定义信道间隔时可使用必要带宽。

2.2 30 MHz以下系统

位于必要带宽+50%与+250%之间或-50%与-250%之间的落在OoB域内的谱线，应满足ITU-R SM.329建议书所定义的杂散限值。

3 固定模拟业务

无线电通信第9研究组 — 固定业务于1991年决定不支持对任何有关模拟系统建议书的长期研究（见ITU-R F.745建议书）。

即使模拟系统仍在运行，但不可能对其进行新的研究。因此，在本建议书中无需给出模拟系统安全网络掩模。

附件13

OoB域发射的测量

1 测量设备

1.1 选频测量接收机

应当使用具有充分的幅度动态范围的频谱仪，以准确完成所选定的测量方法所规定的衰减范围内的测量，或使用其他合适的设备来测量供给天线的功率。如果设备动态范围对于所要求的测量不够充分，可以使用滤波器技术（例如预选或陷波滤波器）来进行OoB域发射的测量。

确定OoB域发射限值主要有两种方法，a) 频谱掩模法和b) 确定邻信道和相间邻信道功率法。

- a) 对于使用OoB域掩模方法的测量（见附件1），要求测量接收机具有同时显示限制曲线和发射psd的能力。同时还要求具有输入要描述的线段的能力和存储不同的限制曲线段的能力，其中某些限制曲线要有代数表达式。
- b) 对于使用邻信道和相间邻信道功率法的测量（见附件1），要求测量接收机能够利用对较小的子频段上所做的一组测量完成数字求和，从而具有在特定频段内计算功率的能力。另一可供选择的方法是，在邻信道和相间邻信道内使用信道滤波器直接测量功率。同时要求具有输入、存储和显示信道端点的能力。

1.1.1 测量设备的检波器

测量接收机可以包括有效值（r.m.s.）、抽样和峰值检波器功能。重要的是，要注意到由于所分析的信号特性不同，这些功能通常会记录下不同的值，因此，如果仅有一个检波器，对于特定的测量，重要的是修正检波器功能（例如信号处理）的读数。

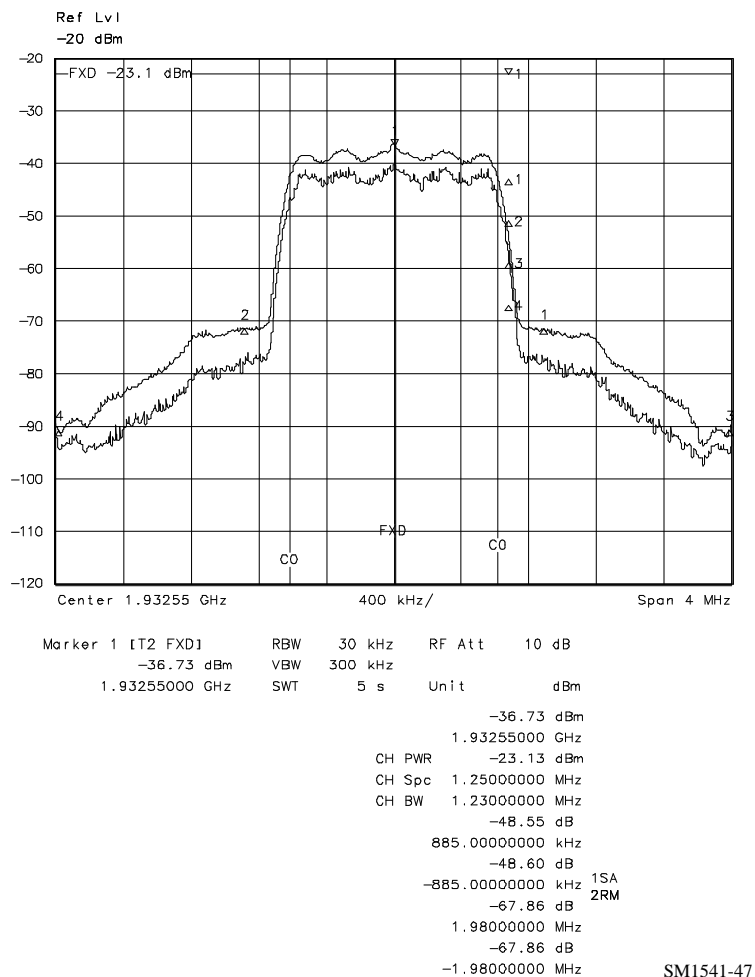
许多分析仪使用常规的检波器功能，即信号通过一个对数放大器，然后再通过一个包络检波器。由于对数值的平均并不等于平均值的对数，所以这就造成非CW信号的信号处理误差。当测量高斯噪声时，造成所记录的log平均值低1.45 dB，并且需要增加1.05 dB的附加值来修正这个信号特性的线性平均值和平均功率之间的差异。因此，如果测量的高斯噪声用线性平均值，而不用r.m.s.值，就造成了-2.5 dB的系统误差。

那些包含数字信号处理能力的分析仪，通过对进入的信号预先数字化并用数值完成功率转换，实现了真正的平均功率测量功能而无需进行修正。

如果保持设置不变，若测量功率比而不是绝对功率，则可以将这种类型的误差降到最小或消除误差。这一情况通常出现在配备邻信道功率比能力的那些分析仪上。但这仅适用于占用信道和邻信道的信号统计相同的情况（例如高斯）。图40给出的示例就不是这种情况。

图47

用实际平均功率测量函数（上曲线）和轨迹平均（下曲线）测量的码分多址（IS95）上行频谱



电平差异在占用信道和邻信道之间是不同的。

1.1.2 分辨带宽

在理想情况下，分辨带宽应是推荐的基准带宽值。对于psd和平均功率（dBc），在带内和OoB域测量带宽应是相同的。但是，即使设置是一致的，用于分析仪的IF滤波器分辨带宽的实际值可能与所规定的并不相等。这就带来了需要修正的误差，当在滤波器带宽内测量信号的psd时，为了提高精确度，这一误差通常不超过1.5 dB。

由于这些包含数字信号处理功能的分析仪也同时包含数字滤波器，所以这类分析仪通常能够更为准确地达到滤波器的带宽设置。此外，在数字处理运算中可以给出所需要的修正；例如，要修正分析仪所使用的滤波器类型的有效噪声带宽，重要的是要测量来自数字调制发射的类噪声发射。

如果保持设置不变，若测量功率比而不是绝对功率，则可以将这种类型的误差降到最小或消除误差。这一情况通常出现在配备邻信道功率比能力的那些分析仪上。但这仅适用于占用信道和邻信道的信号统计相同的情况（例如高斯）。

对于邻信道和相间邻信道功率法，可以使用高选择性的信道滤波器来测量邻信道功率。

注1 — 如果测量带宽与基准带宽不同，则需要有一种方法将结果转换为基准带宽。

注2 — 当测量带宽约为占用带宽的 $n\%$ ，应当考虑一个由所测量的信号类型决定的过载因子。对于类噪声发射，这个过载因子是 $(10 \log (100/n) + 14)$ dB，对于脉冲发射（如雷达），可能升高到 $20 \log (100/n)$ 。

1.1.3 视频段宽

对于峰值功率测量，视频段宽必须至少与分辨带宽相等，是分辨带宽的3至5倍则更为适宜。对邻信道和相间邻信道峰值功率测量，可以使用高选择性信道滤波器和峰值检波器的组合。

对于平均功率测量，使用窄带滤波器（如10 Hz）涉及对对数平均求平均。这意味着平均功率的合成低于实际功率和由信号统计结果所决定的误差的大小。具有真实平均功率测量功能的分析仪能够避免这类误差。对于邻信道和相间邻信道方法，使用高选择性信道滤波器或一种综合的方法能够避免这类误差。

1.1.4 扫描时间

使用窄带分辨率滤波器涉及慢扫描时间。另外，r.m.s.的加权需要时间来对类噪声信号求平均，且在每一频率最高峰值出现时进行峰值检波，也需要时间。这可能要把所要求的扫描时间加大一个因数10或者比10更高。

假设分辨带宽 B_{res} 为1%，频率范围是占用带宽的500%，则最小扫描时间 T_{smin} 约为：

$$T_{smin} = 1000 (1/B_{res})$$

例如，对于10 kHz的占用带宽，则100 Hz的分辨带宽将等于基准带宽。因此，最小扫描时间将是 $T_{smin} = 10$ s。

使用快速傅立叶（FFT）变换，尤其是对窄带信号使用快速傅立叶（FFT）变换，并使用信道滤波器在邻信道或交替邻信道滤波器中进行直接功率测量，可以使扫描和平均时间减小很多。

对于在至少一个周期内确定的脉冲信号（如雷达），如果测量和雷达脉冲的出现是同步的，则每次测量都要采用时间 T_c 。假设500次测量，最小扫描时间 $T_{smin} = 500 T_c$ 。如果不同步，则最小扫描时间就要乘以一个为2的因子。

1.2 耦合设备

使用一个能够控制基带发射功率的定向耦合器来进行测量，如图48所示。要确保获得正确的测量结果，就必须使耦合器提供合适的阻抗，以达到两种状态的要求，即信号发生器和测试状态下的发射机之间的切换。

1.3 终端负载

要测量OoB域的发射功率，当使用测量方法1（见第3节）时，应将发射机连接到一个测试负载或终端负载上。杂散域的发射电平取决于发射机、馈线和测试负载之间阻抗匹配的程度。

1.4 测量天线

使用方法2进行测量要带有一个增益已知的调谐偶极子天线或一个以全向天线为基准的参考天线。

1.5 调制状态

调制状态可以是评定设备性能的标准，并且对带内和OoB域功率测量都应是相同的。在正常工作条件下，随时可以在最大额定调制状态下进行测量。一些示例如下：

1.5.1 模拟声音调制（发射标识如A3E、F3E和J3E）

1.5.1.1 幅度声音调制（发射标识为A3E、B8E、H3E、J3E和R3E）

遵照ITU-R SM.328建议书的附件1，可以使用彩色高斯噪声测试信号。有关调整输入信号电平的另外一些建议，可以在这一建议书的附件2和附件5中找到。

但是，正如本建议书附件9（业余无线电业务的OoB域发射限值）关于OoB域发射限值所介绍的，许多当前的国际标准（如欧洲电信标准研究院(ETSI) ETS 300 373）使用多音调来进行测试。

1.5.1.2 频率声音调制（发射标识为F3E和P3E）

对于使用窄带相位或频率调制的发射机，可以使用如1 kHz的单频调制。

1.5.2 数字调制（发射标识如F1E、F7W、F9W、G1E、G7W、D7W）

在最大调制电平处，应当采用如ITU-T O.153建议书所描述的伪随机信号图。对码分多址发射机，则要求同时部署一套多重特殊的Walsh码。

1.5.3 其他调制

该课题正在研究当中。

1.5.4 多载波信道的测试输入

在将一个放大器用于发射多个载波的情况下，必须关注在充分表现OoB性能特性的测试时使用系统的输入。在此情况下，当进行最差情况测试时，发射机的输入使用两个非调制音调，就可以评估OoB性能。要把这两个音调设置为功率电平低于发射机峰包功率6 dB。如果合适，也可使用其他的输入。

2 测量的局限性

2.1 测量时间的局限性

对于既定信号，为了保证一致性，在psd随时间变化的场合（如非恒包络调制），应取10次或10次以上测量的平均值。

2.2 时分多址信号

对于时分多址信号，只能在选通测量的时段内测量邻信道功率。要对以下情况加以区别：

- 连续调制频谱和宽带噪声，此处通常要求对许多时段做平均，和
- 在要求峰值保持的情况下转换瞬时频谱（见示例ETSI EN 301 087）。

3 测量方法

3.1 引言

在本附件中描述了测量带内和OoB发射的两种方法。在无线电干扰特别委员会（CISPR）的出版物16-2中对方法2进行了描述。必须对方法1和2加以注意，来自测试的发射既不对周围的系统造成干扰，也不接收对测试结果造成影响的外界的干扰，而且还要注意使用适当的加权函数（见上述第1.1.1节）。

- 方法1旨在测试时测量供给设备天线端口的发射功率。在可行且适当时，使用这一方法。
- 方法2是使用合适的测试场地，测量等效全向辐射功率（e.i.r.p.）。

注1 — CISPR出版物16-2描述了频率范围从30 MHz到18 GHz测量有效辐射功率（e.r.p.）的方法。由于对于e.r.p.，使用可调半波振子作为基准天线，而不使用全向天线，因此e.r.p.比e.i.r.p.低2.1 dB。

在大多数情况下，辐射OoB发射测量可以被简化为相对测量，即不要求校准接收天线和确定e.i.r.p.。但是，当考虑使用有源接收天线时，由于在较高场强处可能产生谐波或互调干扰，必须对此加以注意。

由于发射机、馈线电缆和天线之间的界限总是难以明确地加以界定，因此应使用方法2对VLF/LF波段的发射机进行测量。

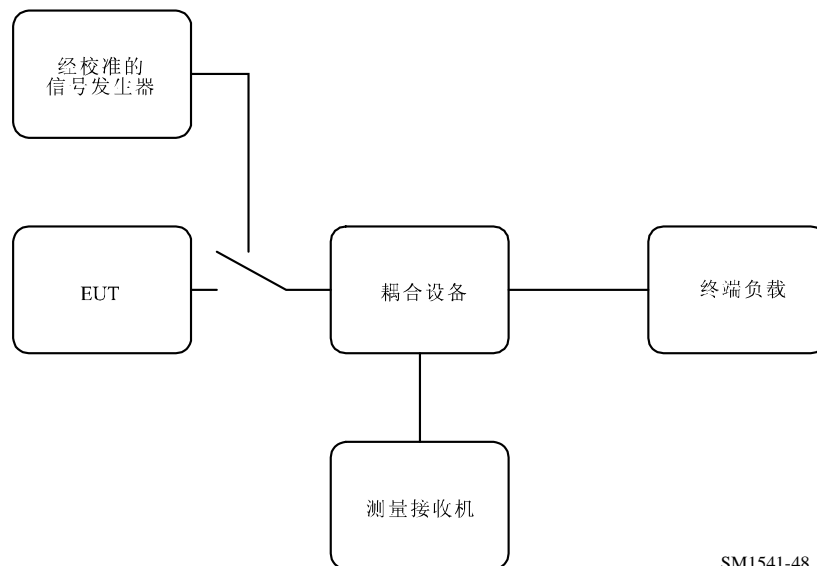
由于不存在替换天线（如可调半波振子），因此通常不将方法2用于30 MHz以下频率范围e.i.r.p.的测量。在大多数情况下，OoB域发射测量是相对测量，可以在近场完成。此外，由于发射机和天线常常来自于不同的厂商，因此对30 MHz以下的系统无需进行现场场强测量。在天线端口进行测量通常可达到令人满意的效果，而且为发射机厂商提供了满足OoB发射限值的一种手段。

3.2 方法1 — 供给天线端口的带内和OoB发射功率的测量

此方法无需特殊的测试场地或电波暗室，且电磁干扰不会影响测试结果。在可能的情况下，测量应包括馈线电缆。此方法未考虑因天线失配造成的衰减和OoB域发射的无效辐射，或者天线本身产生的OoB域发射。天线端口的OoB域发射功率测量装配的框图如图48所示。

图48

简化的对天线端口带内和OoB域发射功率的测量准备



SM1541-48

3.2.1 直接连接法

此要求对所有的测量组件（滤波器、耦合器、电缆）分别进行校准，或把这些组件作为一个整体进行校准。无论何种情况，在测量接收机的输入端都要使用一个经校准的输出电平可调的信号发生器完成校准。在每一频率 f 处，校准因子 k_f 由下式确定：

$$k_f = I_f - O_f$$

其中：

k_f : 在频率 f 处的校准因子（dB）

I_f : 在频率 f 处的输入功率（由经校准的信号发生器发送）（dBW或dBm）

O_f : 在频率 f 处的输出功率（由测量接收机确定）（dBW或dBm）。

这个校准因子表示信号发生器和测量接收机之间所连接的全部设备的总插入损耗。

如果对组件分别进行校准测量，使用以下公式得出完整的测量装配的校准：

$$k_{ms,f} = \sum_i k_{i,f}$$

其中：

$k_{ms,f}$: 在频率 f 处测量装配的校准因子（dB）

$k_{i,f}$: 测量链中的各组件在频率 f 处的校准因子（dB）。

在测量实际功率电平的过程中， $P_{r,f}$ (dBW or dBm)是频率 f 处的OoB域发射功率（在测量接收机上读出），使用以下公式计算在频率 f 处实际的OoB域发射功率 $P_{s,f}$ （单位同 $P_{r,f}$ ）：

$$P_{s,f} = P_{r,f} + k_{ms,f}$$

3.2.2 替代法

此方法不要求校准全部的测量组件，而是从测量接收机记录下输出功率。然后用一台经校准的信号发生器替代EUT，对适当带宽的信号，当测量仪器的读数与先前的记录值相一致时，则由信号发生器输出的功率就等于OoB域发射的功率。

3.2.3 特殊测量

方法遵循发射生成的调制和互调。

3.2.3.1 占用带宽

- 使用合适的调制条件，触发发射机使其进入匹配荷载（见第1.5节）。
- 使用适配的频谱分析仪测量进入负载的功率，对宽度为发射必要带宽的500%的发射psd特性加以显示。在该带宽内对遍及整个频率宽度的总发射功率求合计，并且指定结果为 P_{REF} 。

注1 — 如果将测量用于核实一个发射指示器，则分辨带宽应尽量接近基准带宽，但小于占用带宽的5%。

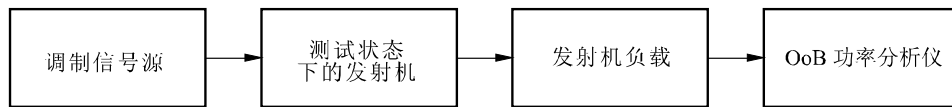
- 注意在发射中心频率以上的频率，其总功率通常等于 P_{REF} 的0.5%。
- 注意在发射中心频率以下的频率，其总功率通常等于 P_{REF} 的0.5%。

这些频率之间的差别在于所测量的这一发射的占用带宽。

3.2.3.2 由调制引起的OoB发射

图49

简化的测量方法框图



SM1541-49

- a) 按图49连接设备。将发射机调整到在指配频率处输出额定的产物。
- b) 分析仪测量带宽的设定和标度应以发射机的工作频率为中心，且同时既以上部的邻频段频率为中心，又以下部的邻频段频率为中心。分辨带宽和视频带宽应设置成适合于调制带宽。
- c) 使用合适的调制条件，触发发射机使其进入匹配荷载（见第1.5节）。
- d) 应在发射机的核准带宽内、在邻频段功率分析仪上测量功率，且应将其记录为 P_{REF} 。
- e) 然后，应在既以上部的邻频段频率为中心，又以下部的邻频段频率为中心的规定的测量带宽内，在邻频段功率分析仪上测量功率。应将下部的频率值记录为 P_{ADJL} ，上部的频率值记录为 P_{ADJU} 。
- f) 下部的邻频段功率比 $ABPR_L$ 的计算如下：

$$ABPR_L = P_{REF} - P_{ADJL}$$

- g) 上部的邻频段功率比 $ABPR_U$ 的计算如下：

$$ABPR_U = P_{REF} - P_{ADJU}$$

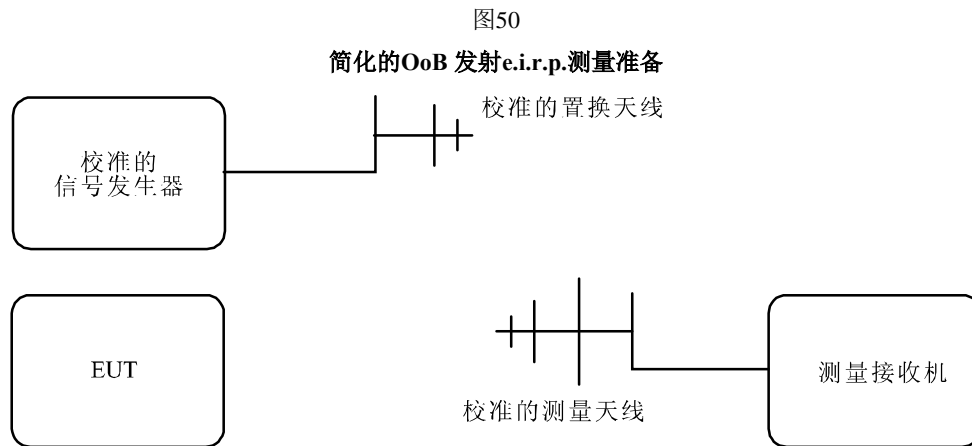
- h) 邻频段功率比 $ABPR_1$ 是 $ABPR_L$ 或 $ABPR_U$ 中较小者。
- i) 对于第 N 个邻频段重复以上操作。

3.2.3.3 功率谱密度的测量

这一测量使用频谱分析仪来同时地将一个发射的psd与一组限值线段进行比较，以便核实发射不超过测量频率范围内任何给定频率处的限值。

3.3 方法2 — 带内和OoB e.i.r.p.的测量

OoB发射的e.i.r.p.测量建立的框图如图50所示。



因为是在比较窄的频段内，辐射条件不会有大的改变，且仅进行相对测量，所以可在远场进行OoB域发射的测量，但也可在近场完成。即使使用相对测量的自动检验技术可以减少工作量，但是要对任意方向和频率上、以两种极化方式对OoB域发射的e.i.r.p.进行测量是非常耗费时间的。使用这一方法测量雷达应以ITU-R M.1177建议书为指导。

3.3.1 辐射发射测量的测试场地

3.3.1.1 频率范围在30 MHz以下的测试场地

在30 MHz以下通常采用现场测量，而不在测试场地进行测量。

3.3.1.2 频率范围在30 –1 000 MHz的测试场地

正如CISPR 出版物 16-1:1999-10所描述的，对测试场地要进行水平和垂直极化场的场地衰减测量，来确认测试场地。如果水平和垂直极化的场地衰减测量值在理论值的 ± 4 dB内，则认为测试场地是可以接受的。

测试场地要平坦，无高架线和近处的反射建筑物，在规定的距离要有足够的空间放置天线，并且在天线、EUT和反射建筑物之间留有足够的间隔。反射建筑物被定义为其建筑材料主要是导电物质。测试场地要有水平金属平面地板。由于对OoB域发射仅进行相对测量，因此充分地减轻了测量任务。

测试也可以在一个墙面覆盖了吸波材料的屏蔽室内进行操作。在此情况下，屏蔽室的墙和房顶用确保低功率反射的吸收材料覆盖。这样的电波暗室所建立的测量对保证能够在 ± 4 dB的标准内完成场地衰减测量是非常重要的（也见国际电子技术委员会(IEC)/CISPR出版物16-1和22）。

导电的平面地板要超过EUT以及最大测量天线的外延至少1米，并且要覆盖EUT和天线间的全部地区。覆盖地面的材料应该无尺寸大于最高测量频率所对应波长的十分之一的孔洞或裂缝。如果达不到场地衰减要求，则可以要求更大尺寸的导电平面地板。这些要求也适用于半电波暗室。

作为杂散域发射测量的场地，可以利用附加设备。有各种暗室，如全电波暗室（FAR）、混波室（SMC）、横电波室（TEM）或吉赫TEM（GTEM），在IEC/CISPR出版物16-1中对SMC有所描述。有关IEC61000-4-20（TEM）和IEC 61000-4-21（SMC）的草案已经（于2000年秋）出版。

3.3.1.3 频率范围在1 GHz以上的测试场地

（见CISPR Publication 16-1:1999-10，确认该文件的要求正在考虑当中。）

可以在全电波暗室进行测量。也可以使用反射暗室。

3.3.2 直接方法

在这一方法中，要求分别对所有测量组件（滤波器，光缆）分别进行校准，或校准整个测量组。确定频率 f 处的测量组的校准因子见第3.2.1节的直接方法。

在自由空间条件下频率 f 的OoB域发射e.i.r.p. $P_{s,f}$ 有以下公式给出：

$$P_{s,f} = P_{r,f} + k_{ms,f} - G_f + 20 \log f + 20 \log d - 27.6$$

其中：

- $P_{r,f}$: 在测量接收机上读出的频率 f 处的OoB域发射功率（dBW或dBm，与 $P_{s,f}$ 单位相同）
- $K_{ms,f}$: 频率 f 处测量装配的校准因子（dB）
- G_f : 经校准的测量天线在频率 f 处的增益 f (dBi)
- f : OoB域的发射频率（MHz）
- d : 发射天线和经校准的测量天线之间的距离（m）。

3.3.3 置换法

此方法是，使用一个经校准的天线和一个经校准的发生器，对于所接收的相同的OoB信号，测试源也被调整过（详见CISPR Publication 16-2:1996-11）。

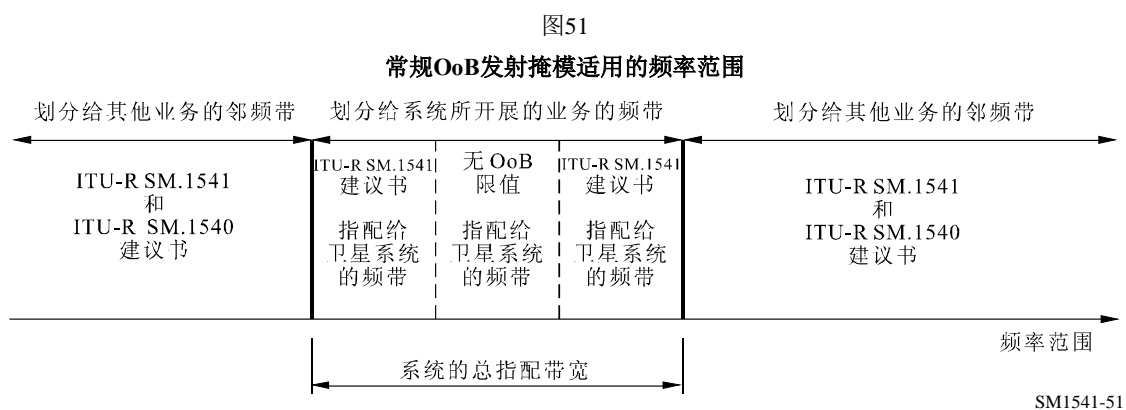
附件14

ITU-R SM.1540和ITU-R SM.1541建议书的应用

旨在将这些常规的OoB掩模应用在两方面：

- 那些考虑了OoB发射掩模的系统的指配频段之外，但所考虑的系统工作在划分给该业务的频段之内；和
- 在相邻的划分频段之内。ITU-R SM.1540建议书为非常接近总指配带宽的端点的发射和具有OoB发射落入划分给其他业务的一个邻频段内的发射。

将这两种情况汇总在图51中。



注1 — 有关OoB域发射的本建议书适用范围为从总指配频段的端点直到杂散域的起始点。