

## ITU-R SM.1541-2 建议书\*

## 带外域的无用发射\*\*

(ITU-R 第 211/1 号研究课题)

(2001-2002-2006 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。

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，  
认识到

《无线电规则》中定义了下列术语。

---

\* 应提请无线电通信第 4、第 6、第 7、第 8 和第 9 研究组注意本建议书。

\*\* 本建议书的限值是适用于 OoB 域的带外 (OoB) 发射和杂散发射。通常在带外域的带外发射是主要的。

**无用发射**（《无线电规则》第 1.146 款）

包括杂散发射和带外发射。

**杂散发射**（《无线电规则》第 1.145 款）

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**（《无线电规则》第 1.144 款）

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**（《无线电规则》第 1.153 款）

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**（《无线电规则》第 1.152 款）

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带宽度。

**指配频带**（《无线电规则》第 1.147 款）

批准给一个电台进行发射的频带；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，则指配频带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**（《无线电规则》第 1.148 款）

指配给一个电台的频带的中心频率，

注意到

- a) ITU-R SM.1540 建议书又包括了落入相邻划分频带的 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<sup>1</sup>

(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<sup>1</sup>

(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

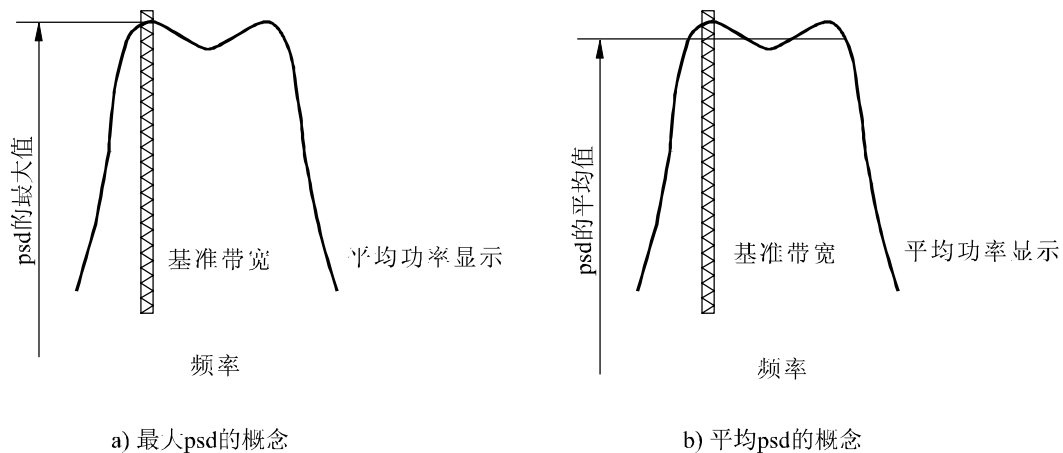
**dBsd:** 相对于必要带宽内功率谱密度 (psd) 最大值的分贝。通过确定基准带宽内的平均功率来建立一个随机信号 psd 的最大值, 此时基准带宽被设置在使计算结果达到最大值的频率内。无论基准带宽是位于中心, 还是如第 1.6 节所规定的, 都应是相同的。

**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。

图 1

以 0 dBsd 为基准 (a) psd 最大值

以 0 dBasd 为基准 (b) psd 平均值



1541-01

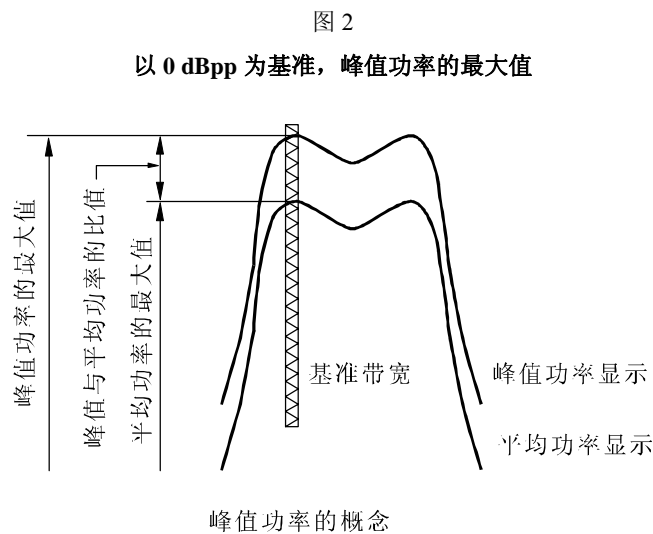
<sup>1</sup> 为了消除某些现存的矛盾, 即《无线电规则》第 1 条中术语“带外发射”和“杂散发射”的定义与《无线电规则》附录 3 (由世界无线电通信大会 (2000 年, 伊斯坦布尔) (WRC-2000) 修订) 中这些术语的实际使用之间的矛盾, 引入了术语“OoB 域”和“杂散域”。OoB 和杂散限值分别适用于 OoB 域和杂散域中所有的无用发射。

## 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。



## 1.6 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，在整个特定的频带之上对功率求积分。

### 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 总指配频带

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带之和。

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带的多个转发器（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

总指配频带的宽度。

## 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 频率范围的频带内。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 频率范围的频带内。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 $\pm 250\%$ 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 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<sup>2</sup>

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带的更加专门化的 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，并且注意共用频带或邻频带工作的系统。

附件 4 列出了为某些频带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；

<sup>2</sup> OoB 域发射限值适用于 OoB 域的无用发射(OoB 域和杂散域)。



- 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  $(150 + 100 B_U/B_N)\%$ 。

## 6 测量方法

应使用附件 13 所详细描述 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带上的曲线, 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带 (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带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, 划分频带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带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带内的平均功率。对所有测量频带，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。

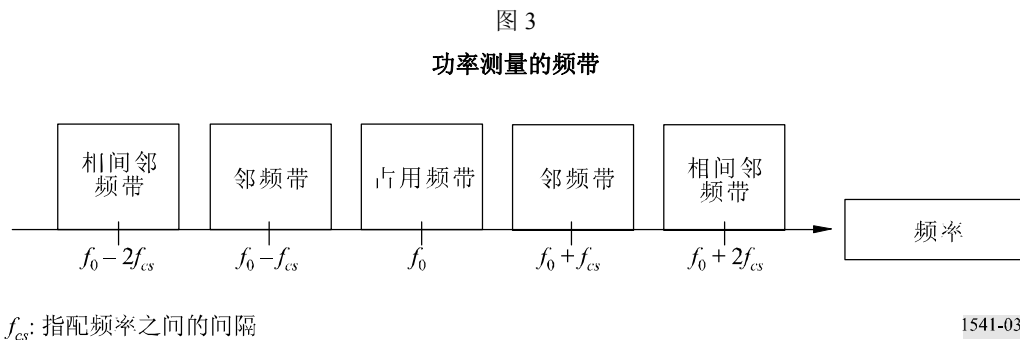
## 1.2 测量组件

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 测量频带

图 3 以图形形式描绘出了下面的频带情况。



### 1.3.1 邻频带

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

#### 1.3.1.1 邻频带的位置

该频带以发射机工作的划分频带内相邻的指配频带为中心。

以最坏情况考虑，该频带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 邻频带的带宽

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 相间邻频带

该频带是以邻频带为中心的，这等同于邻频带以指配频带为中心。它的宽度等于邻频带的宽度。

对某些业务（如 FM 广播），以指配频带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。在该频带内的功率被定义为相间 ABP。

以最坏情况考虑，该频带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和多谱勒频差的位置上。

### 1.4 邻频带的功率比（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

$P_{ad}$ ：邻频带的平均功率。

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带内比邻频带多做  $N$  次偏移的邻近频带。 $N$  是指配频带的整数倍。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

这种方法是以前 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

应在位于指配频带边界与 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带内所允许的最大 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。

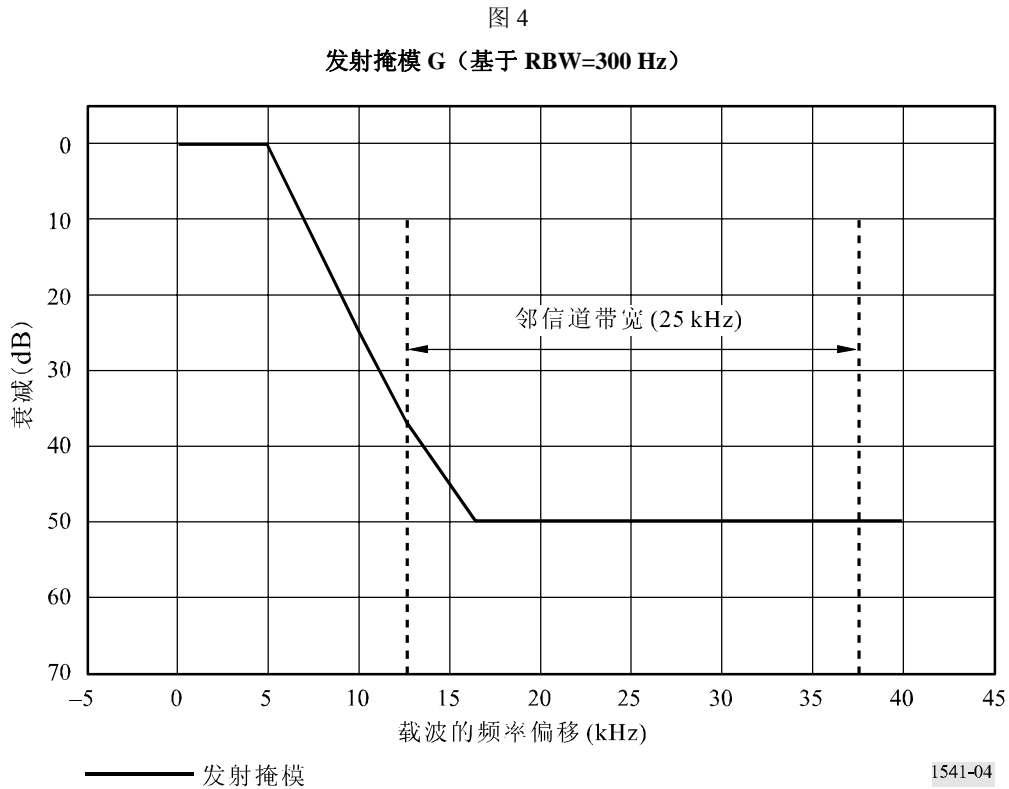
表 4

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。该掩模在邻频带的中间有一个过渡，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带一侧，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带功率。

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)。

要确定邻频带功率，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带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带内的发射掩模的测量（即数字积分）而指定的。对于这一掩模：

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

并且邻频带的指配带宽是 25 kHz。邻频带以 25 kHz 的偏移为中心，这样相邻的指配频带从  $25 - 25/2 = 12.5$  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带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：

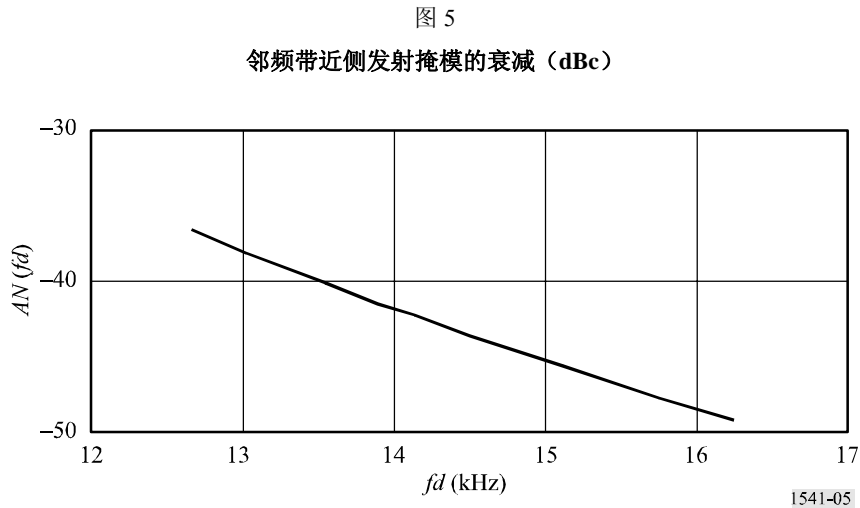
$$fb := 6.1 \times 10^{\lceil (50 + 10 \log(P)/116) \rceil} \quad (4)$$

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，来确定邻频带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：

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

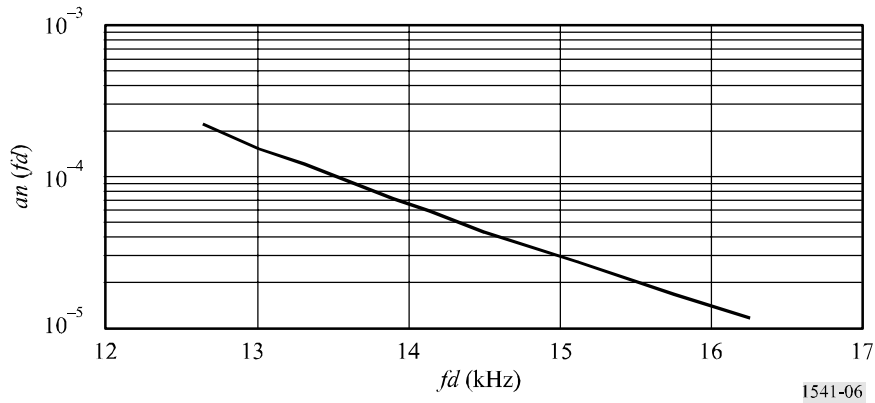
以对数形式表现的邻频带发射掩模的远侧如图 5 所示。



且这一掩模的线性表示法如图 6:

图 6

邻频带近侧发射功率的分布



相对于总发射功率的总邻频带功率，是使用以下公式对图 6 所示的邻频带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：

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

对邻频带功率限值 (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：

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

以在邻频带远侧区域 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。

要确定邻频带功率，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，在邻频带的整个频率范围内对功率积分或求和：

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

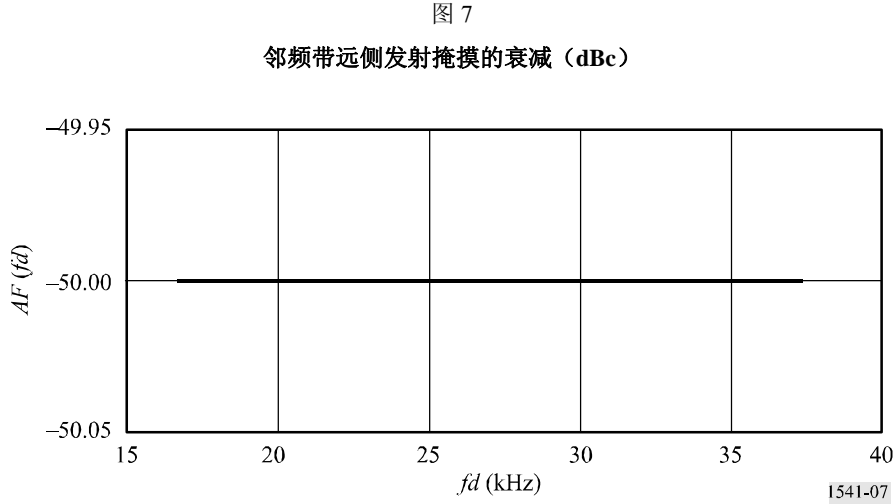
要确定被掩模所限制的功率，必须在等于分辨带宽的等间隔上对功率求和，而分辨带宽是为被评估的频带内的发射掩模的测量（即数字积分）而指定的。对于这一掩模：

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

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带功率。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带发射掩模的远侧如图 7 所示。



相对于总发射功率的总 ABP，是使用以下公式对邻频带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。

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

要计算进入邻频带的无用功率电平，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  $G = a'f + b'$  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  $S_{\text{dB}}(f) = af + b$ ，并且在整个邻信道带宽内求这个公式的积分。

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

其中  $W$  是邻信道带宽。

在一个 25 kHz 频带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。

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

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

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

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

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

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  $2.2 \text{ dBm}$ , 非常接近用离散方法所获得的结果。

## 附 件 2

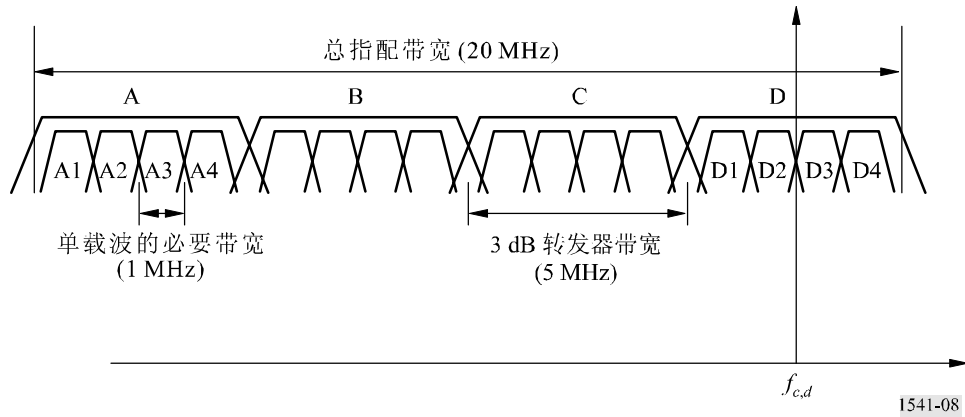
### 每颗卫星带有一个或多个转发器的多载波系统 OoB 域开始和终止的计算

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带宽度是  $20 \text{ MHz}$ , 转发器的  $3 \text{ dB}$  带宽是  $5 \text{ MHz}$ , 单载波发射的必要带宽是  $1 \text{ MHz}$ 。

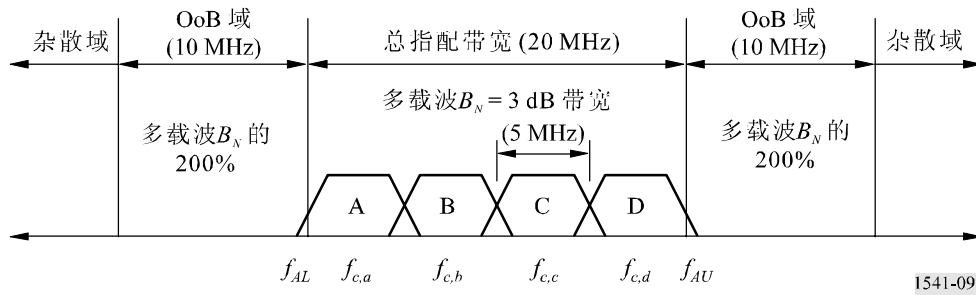
图 8  
3 dB 转发器带宽小于总指配带宽的多载波发射



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带的一部分。

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。

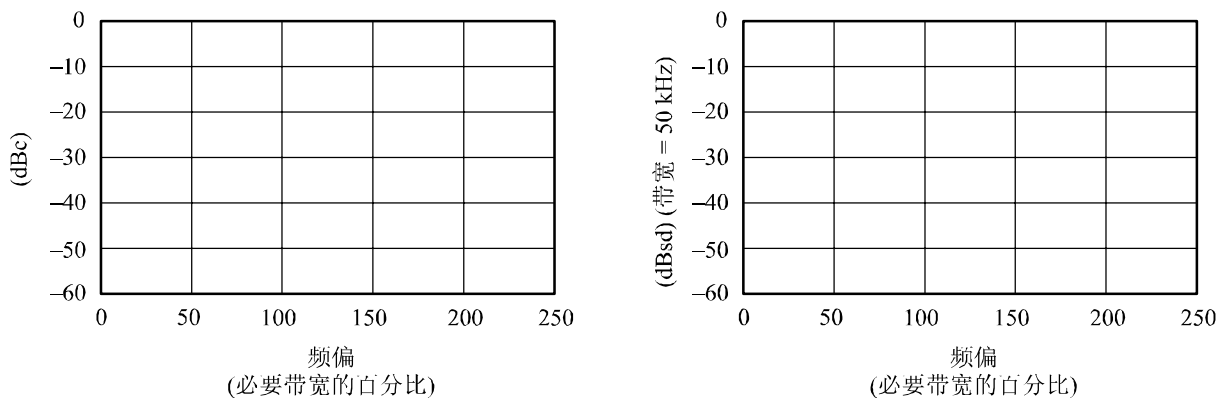
## 1 OoB 掩模的 Y 轴标示

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

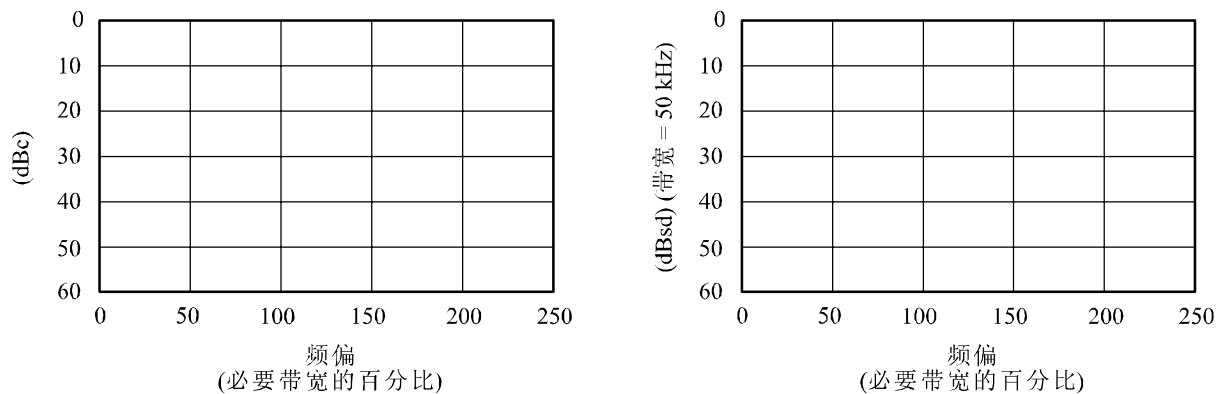
首选的使用相关电平的带外发射的对称 Y 轴样板标示的示例



1541-10

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



1541-11

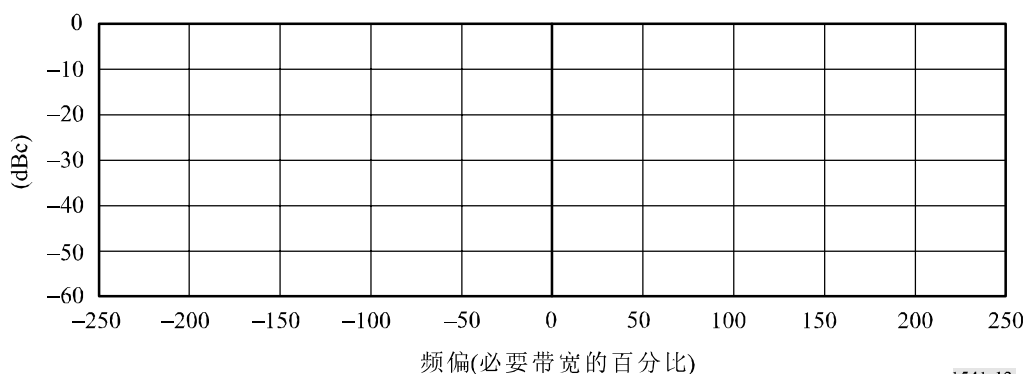
## 2 OoB 掩模的 X 轴标示

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



## 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 — 无线电接力业务系统的带宽和无用发射

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 — 分配通信量的频谱有效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 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 频带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

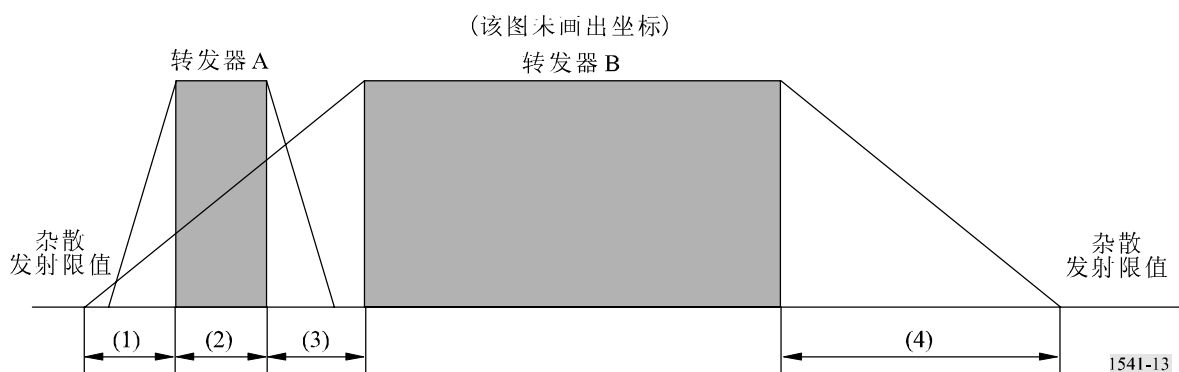
### 空间业务（地球站和空间电台）的 OoB 域发射限值

#### 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。

图 13

对一个卫星转发器使用 OoB 限值的示例



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

### 2.1 常规的 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 的频带内电台的 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。

OoB 掩模滚降到杂散边界或者等于《无线电规则》附录 3 杂散限值的点 (取决于先到达二者当中的哪一个点)。空间业务的杂散衰减在 4 kHz 的基准带宽内为  $43 + 10 \log P$  或 60 dBc (取决于二者当中哪一个小于衰减), 在 1 MHz 的基准带宽内为  $19 + 10 \log P$  或 36 dBc (取决于二者当中哪一个小于衰减)。

### 2.2 使用掩模的示例

图 14 和图 15 示出两个示例, 一个是针对等效于 25 dBsd 的杂散限值, 另一个是针对等效于 40 dBsd 的杂散限值。假设杂散的边界是从总指配带宽的端点偏移必要带宽的 200%。

值得注意的是, 杂散限值以单位 dBc 给出, 但是 OoB 掩模的单位以 dBsd 给出。为了能够在同样的图中像 OoB 发射掩模一样表示杂散限值, 必须将 dBc 转换为 dBsd (如同在图 14 和图 15 的例 1 和例 2 中所做的那样)。

在示例 1 中, 假设在一个 1 MHz 必要带宽内的发射是 6 dBW (4 W)。假设功率是均匀地分布在整个必要带宽内, 则在一个 4 kHz 带宽内的功率将为 -18 dBW。该示例的杂散限值计算如下:

$$43 + 10 \log (4) = 49 \text{ dBc}$$

由于 49 dBc 小于 60 dBc 的衰减, 因此 49 dBc 就是这种情况的杂散限值。

要把这一 dBc 衰减转换为 dBsd, 我们可以使用以下表达式:

$$A(\text{dBsd}) = A(\text{dBc}) - P_T(\text{dBW}) + P_{4\text{kHz}}(\text{dB(W/4 kHz)})$$

其中:

$A(\text{dBsd})$ : 衰减 (dBsd)

$A(\text{dBc})$ : 衰减 (dBc)

$P_T(\text{dBW})$ : 总功率 (dBW)

$P_{4\text{kHz}}$  (dB(W/4 kHz)): 必要带宽内一个 4 kHz 基准带宽中的最大功率 (dBW)

使用上述公式

$$A(\text{dBsd}) = 49 - 6 - 18 = 25 \text{ dBsd}$$

正如图 14 所示的一样。

在示例 2 中, 如图 15 所示, 同样假设在一个 32 kHz 的必要带宽内的发射功率是 6 dBW (4 W), 并且均匀地分布在整個必要带宽内, 在一个 4 kHz 带宽内的功率将是 -3 dBW。杂散限值与示例 1 一样 (总发射功率相同), 即 49 dBc。

再次使用以上公式, 我们得到:

$$A(\text{dBsd}) = 49 - 6 - 3 = 40 \text{ dBsd}$$

正如图 15 所示。

图 14

示例 1: 假设杂散限值等效为 25 dBsd 的 OoB 掩模

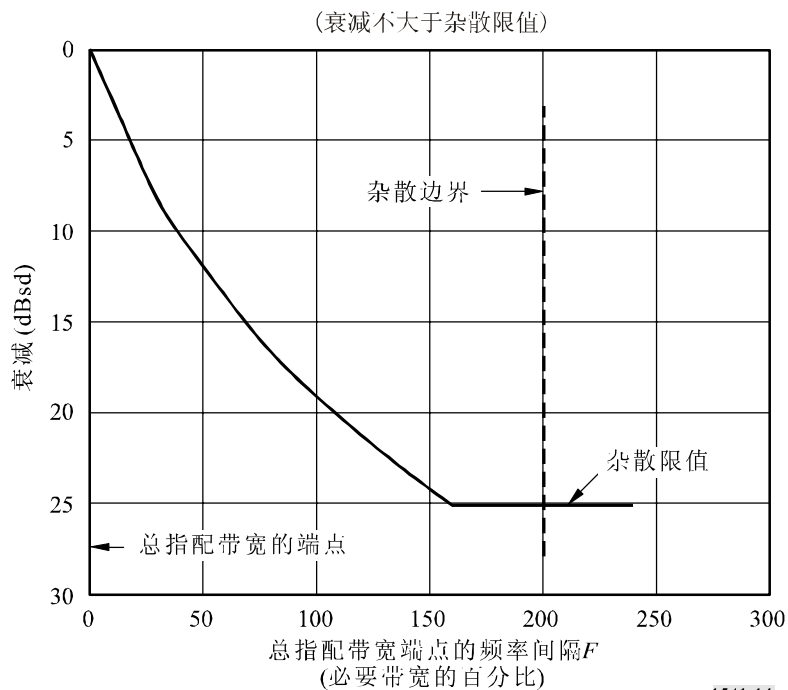
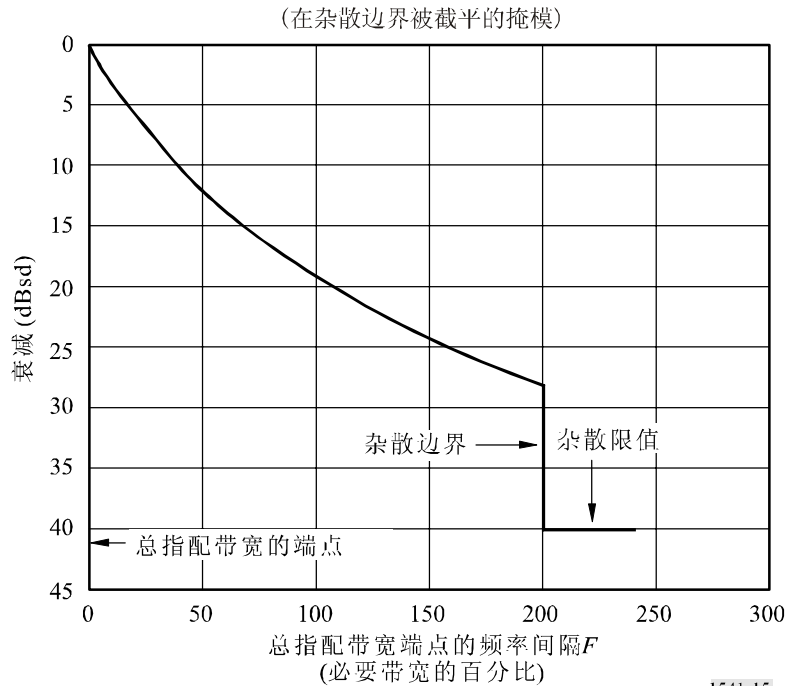




图 15

示例 2: 假设杂散限值等效为 40 dBsd 的 OoB 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 建议书所包含的掩模用于执行 1-3 GHz 频带 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%)。

OoB 掩模滚降到杂散边界或等于《无线电规则》附录 3 杂散限值的点 (取决于先到达二者当中的哪一个点)。空间业务的杂散衰减在 4 kHz 的基准带宽内为  $43 + 10 \log P$  或 60 dBc (取决于二者当中的哪一个小于衰减)，在 1 MHz 的基准带宽内为  $19 + 10 \log P$  或 36 dBc (取决于二者当中的哪一个小于衰减)。

可将第 2.2 节中给出的示例用于把以 dBc 表示的杂散限值转换为以 dBsd 表示。

上述所建议的掩模不适用于邻频带兼容性的详细检验。

#### 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带的电台的 OoB 掩模衰减到最大功率谱密度以下:

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

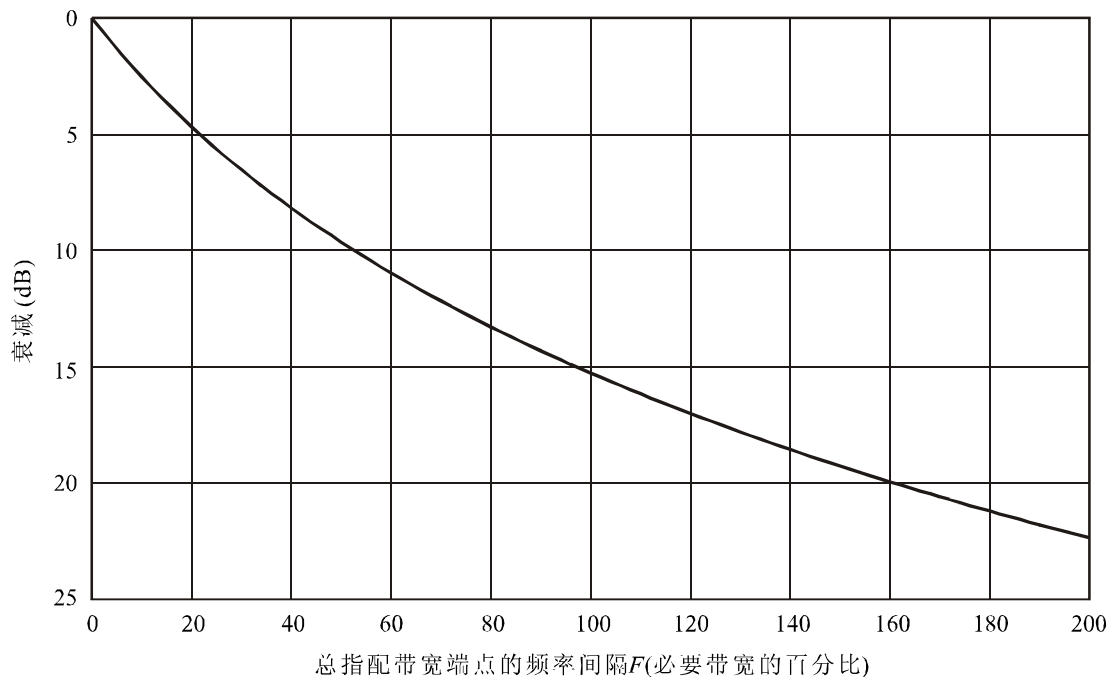
其中  $F$  是总指配带宽端点的频偏, 用必要带宽的百分比表示, 要注意 OoB 域开始于总指配带宽的端点。

OoB 掩模滚降到杂散边界或等于《无线电规则》附录 3 杂散发射限值的点 (取决于先到达二者中的哪一个点)。空间业务的杂散发射衰减在 4 kHz 的基准带宽内为  $43 + 10 \log P$  或 60 dBc (取决于二者中的哪一个小于衰减), 在 1 MHz 的基准带宽内为  $19 + 10 \log P$  或 36 dBc (取决于二者中的哪一个小于衰减)。

图 16a 示出 BSS OoB 域的发射掩模。

图 16a

BSS OoB 域发射掩模



下面的图 16b 是针对等效于 23.5 dBsd 的杂散限值的示例。杂散的边界是从总指配带宽的端点偏移必要带宽的 200%。值得注意的是，杂散限值以单位 dBc 给出，但是 OoB 域发射掩模的单位以 dBsd 给出。为了能够在同样的图中像 OoB 发射掩模一样表示杂散限值，必须将 dBc 转换为 dBsd（如同在下图所示示例中所做的那样）。

在这一示例中，假设在一个 18 MHz 必要带宽内的发射是 20 dBW(100W)。

假设功率均匀分布在必要带宽内，功率谱密度是-16.5 dBW/4 kHz。该示例的杂散限值计算如下：

$$43 + 10 \log (100) = 63 \text{ dBc}$$

由于 63 dBc 大于 60 dBc 的衰减，因此按照《无线电规则》附录 3，60 dBc 就是这种情况的杂散限值。

要把这一 dBc 衰减转换为 dBsd，我们可以使用以下表达式：

$$A(\text{dBsd}) = A(\text{dBc}) - P_T (\text{dBW}) + P_{4\text{kHz}} (\text{dBW}/4 \text{ kHz})$$

其中：

$A(\text{dBsd})$ : 衰减 (dBsd)

$A(\text{dBc})$ : 衰减 (dBc)

$P_T (\text{dBW})$ : 总功率 (dBW)

$P_{4\text{kHz}} (\text{dBW}/4 \text{ kHz})$ : 必要带宽内一个 4 kHz 基准带宽中的最大功率 (dBW)。

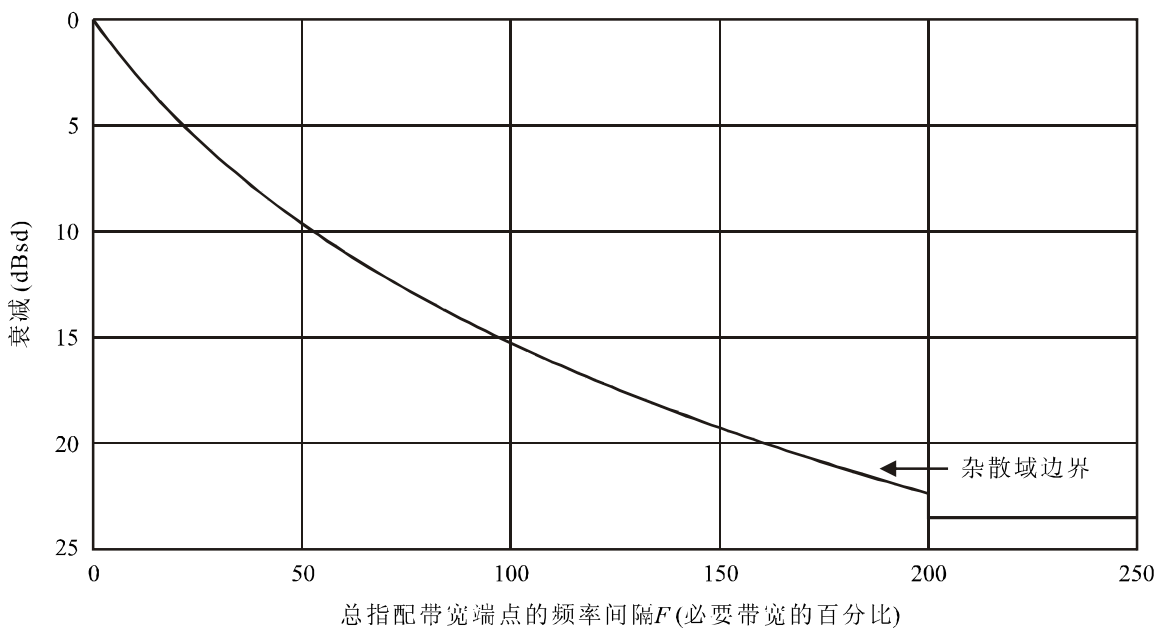
使用上述公式：

$$A(\text{dBsd}) = 60 - 20 - 16.5 = 23.5 \text{ dBsd}$$

正如图 16b 所示。

图 16b

使用 BSS OoB 掩模的示例（假设杂散限值为 23.5 dBsd）



## 5 1-20 GHz 频带卫星研究业务(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

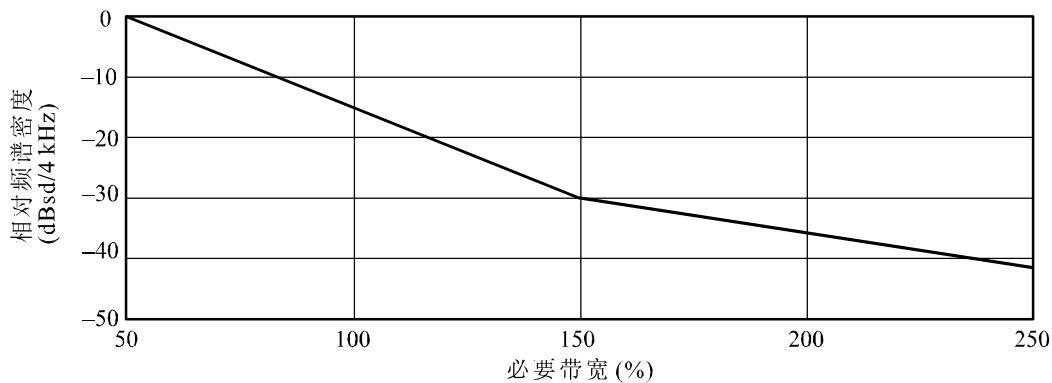
本附件给出了 1-20 GHz 频带 SRS、SOS 和 EESS 空对地链路的 OoB 掩模。该掩模不适用于深空电台、有源传感器或空对空链路。

### 5.2 SRS、SOS 和 EESS 空对地和地对空方向的 OoB 掩模

图 17 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。

图 17

推荐的 1-20 GHz SRS、SOS 和 EESS 空对地和地对空方向的单载波 OoB 掩模



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。

1541-17

#### 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 频带卫星研究、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（ $+0.5 \times$  信道带宽，0 dB）或（ $-0.5 \times$  信道带宽，0 dB），结束于点（ $+0.7 \times$  信道带宽，-35 dB）或（ $-0.5 \times$  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 — 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

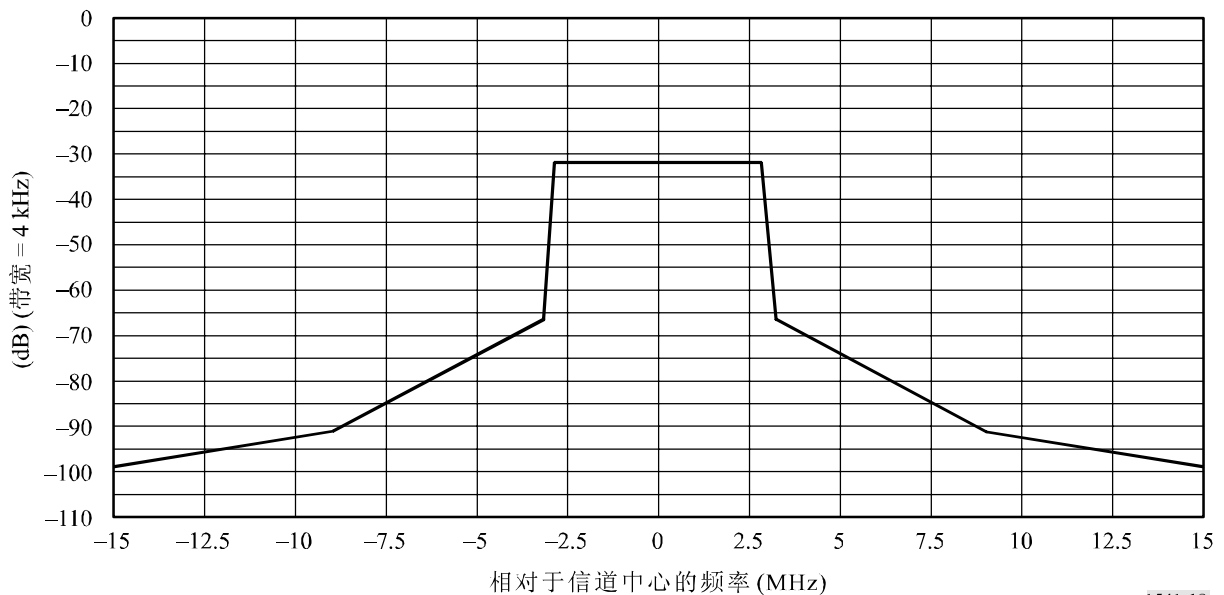
对于 6 MHz 数字电视，OoB 域的范围从 $\pm 3$  MHz（即 $\pm 0.5 \times 6$  MHz）到 $\pm 15$  MHz（即 $\pm 2.5 \times 6$  MHz）。

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 18 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 18

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



1541-18

表 5

6 MHz 的 DVB-T 系统对应于图 18 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 18 和表 5 相关的结束点值和下一结束点值的表

结束点值 <sup>(1)</sup> (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

<sup>(1)</sup> 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 19 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 19

6 MHz ISDB-T 频谱限制掩模 ( $P > 39$  dBW)

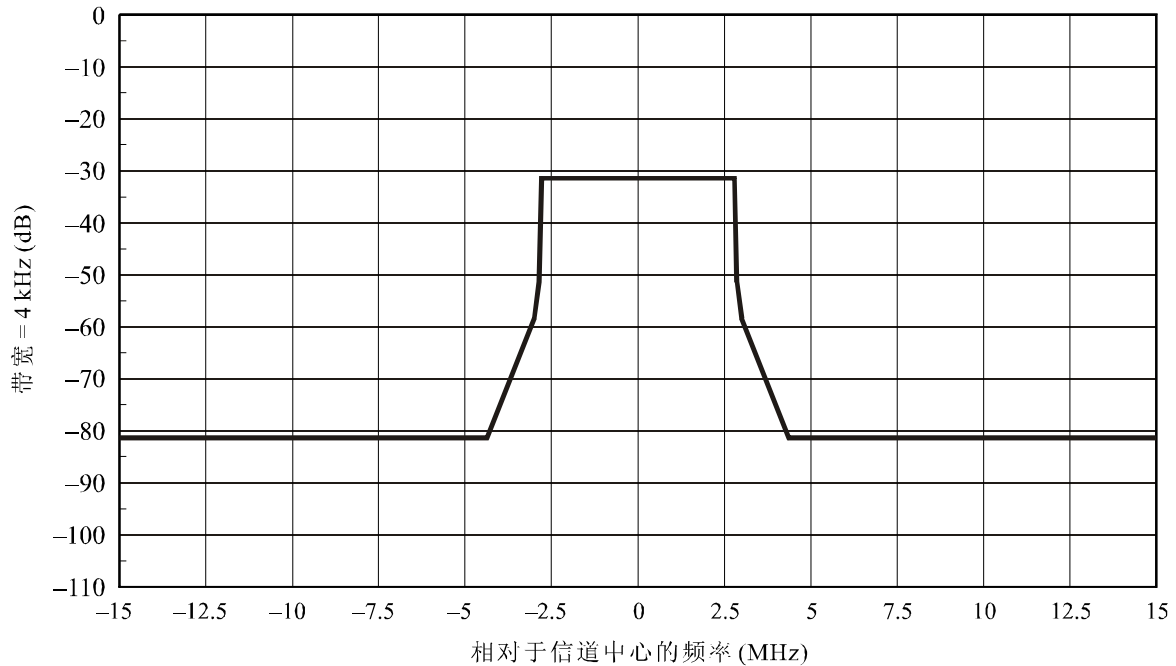


表 7

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 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 $\pm 3.5$  MHz（即 $\pm 0.5 \times 7$  MHz）到 $\pm 17.5$  MHz（即 $\pm 2.5 \times 7$  MHz）。

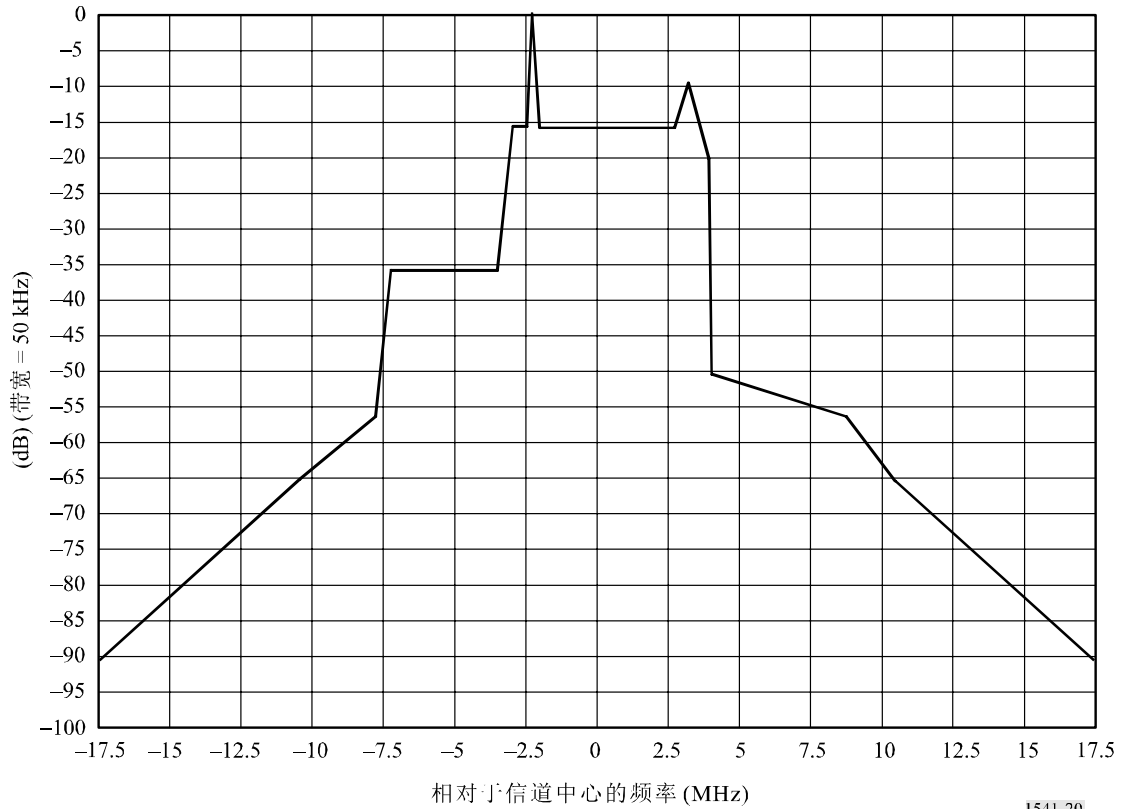
对于 8 MHz 模拟电视，OoB 域范围从 $\pm 4$  MHz（即 $\pm 0.5 \times 8$  MHz）到 $\pm 20$  MHz（即 $\pm 2.5 \times 8$  MHz）。



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 ( $P=39\text{ dBW}$  至  $50\text{ dBW}$ )



1541-20

对于 7 MHz 模拟电视、负调制、0.75 MHz VSB，表 8 给出了对应于图 20 中所示曲线图的断点。

表 8

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
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 9 给出了用于在可适用的发射机输出功率范围内与表 8 和图 20 相关联的结束点值。

表 9

7 MHz 模拟电视、负调制、0.75 MHz VSB 的结束点值

结束点值 <sup>(1)</sup> (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

<sup>(1)</sup> 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 10 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  $50 \text{ dBW}$ )

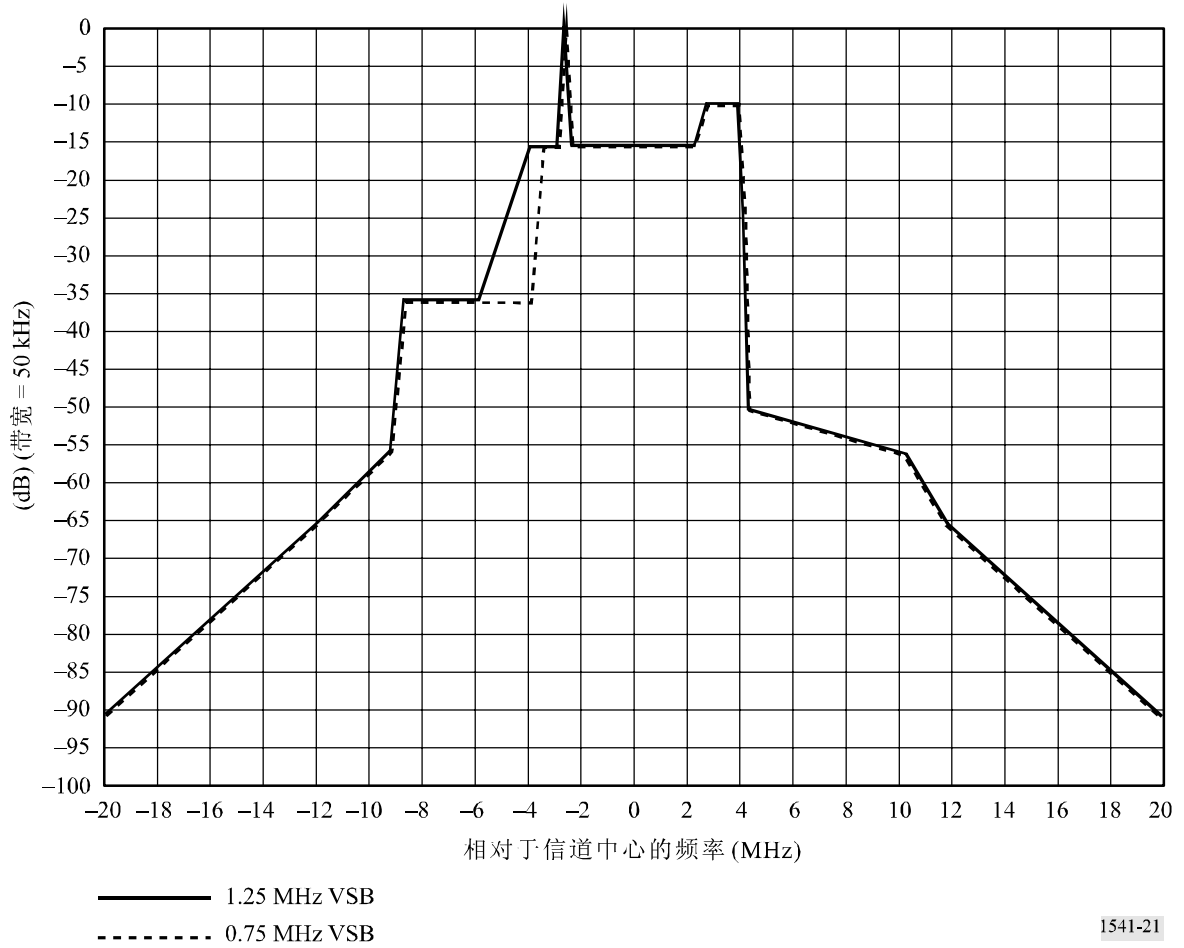


表 10

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
-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 11 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 21 相关联的结束点值。

表 11

8 MHz 模拟电视、负调制的断点值

结束点值 <sup>(1)</sup> (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

<sup>(1)</sup> 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 12 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 ( $P = 39 \text{ dBW}$  至  $50 \text{ dBW}$ )

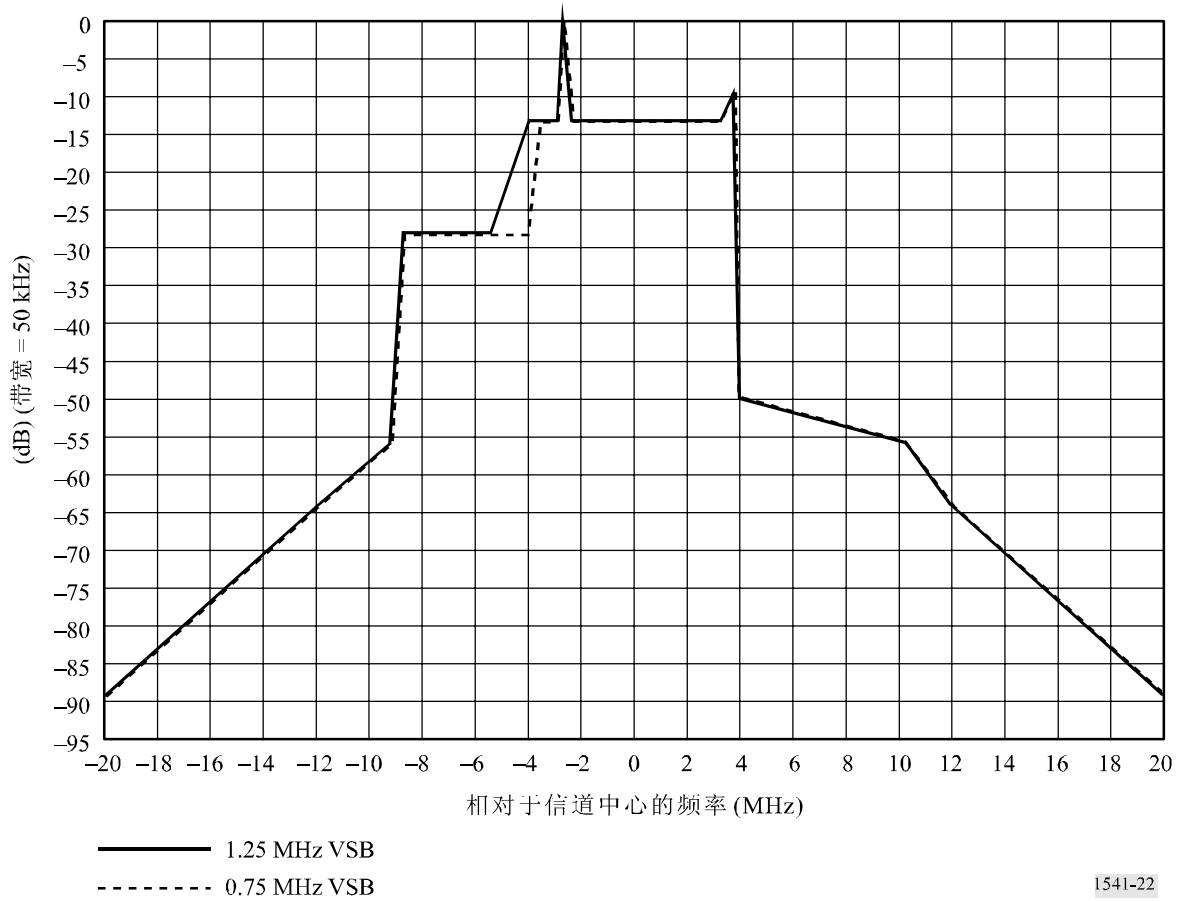


表 12

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
-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
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 22 相关联的结束点值。

表 13

8 MHz 模拟电视、正调制的结束点值

结束点值 <sup>(1)</sup> (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

<sup>(1)</sup> 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 $\pm 3.5$  MHz(即 $\pm 0.5 \times 7$  MHz)到 $\pm 17.5$  MHz (即 $\pm 2.5 \times 7$  MHz)。

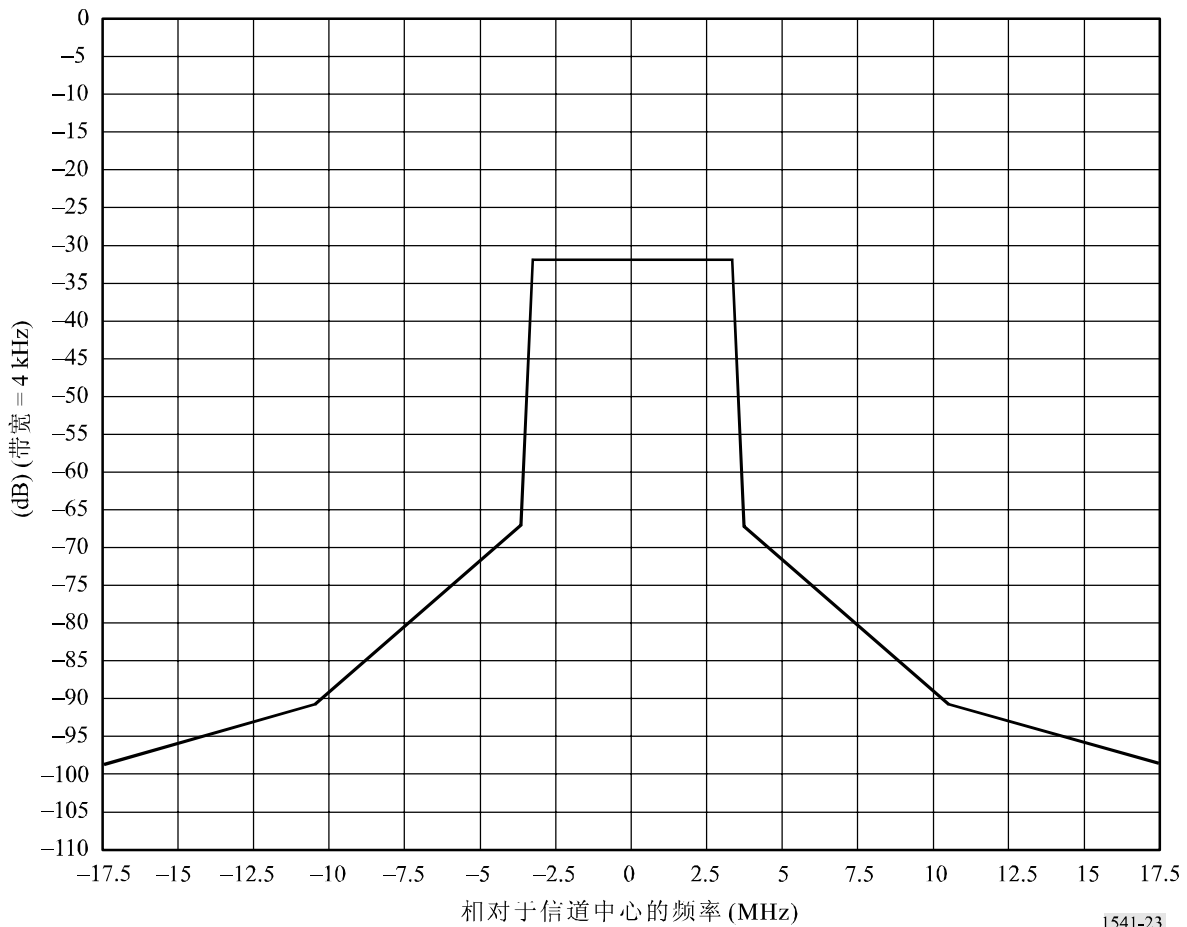
对于 8 MHz 数字电视系统, OoB 域的范围是从 $\pm 4$  MHz(即 $\pm 0.5 \times 8$  MHz)到 $\pm 20$  MHz(即 $\pm 2.5 \times 8$  MHz)。

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 14 给出了对应于图 23 的断点。

表 14  
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 15 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 14 相关联的结束点值和下一结束点值。

表 15  
7 MHz DVB-T 系统的结束点值和下一结束点值

结束点值 <sup>(1)</sup> (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

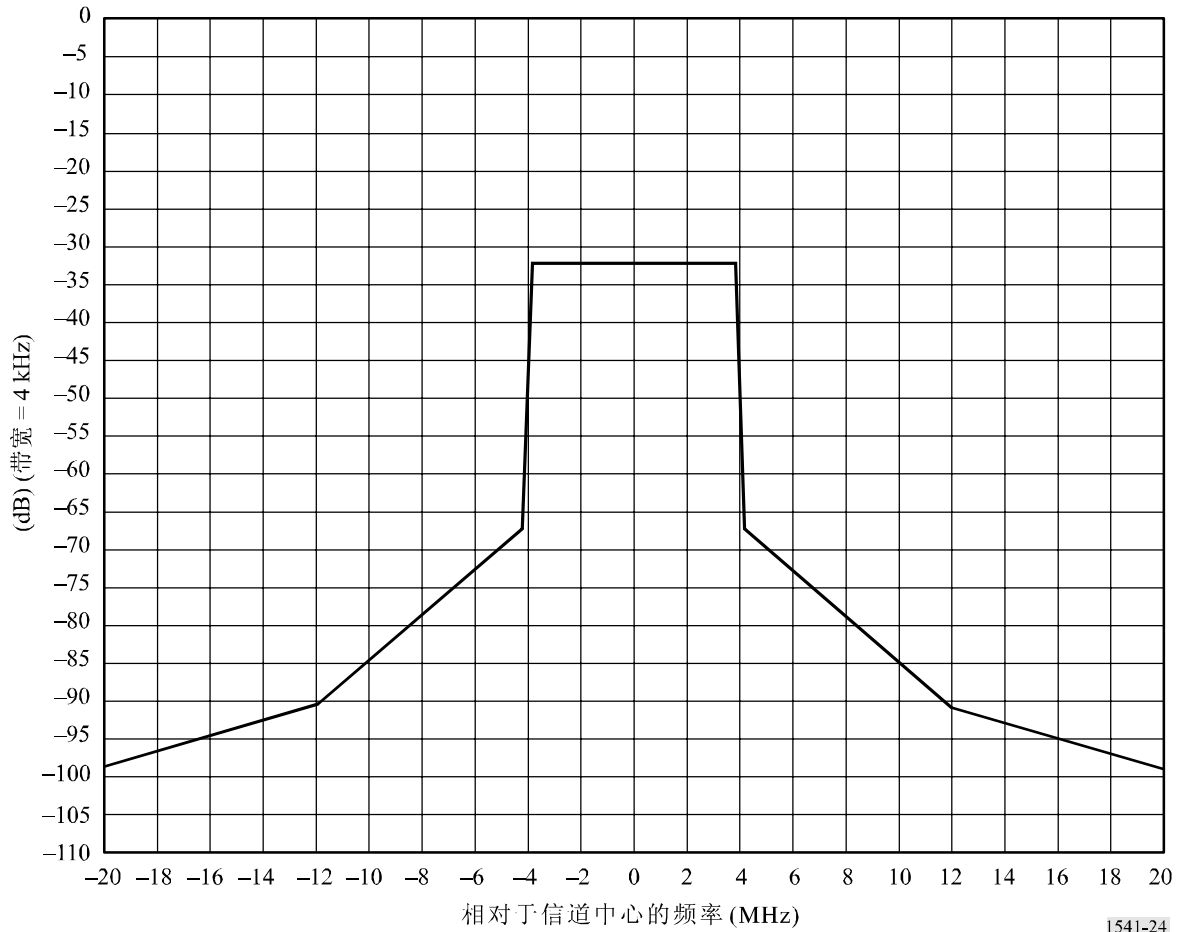
<sup>(1)</sup> 下一结束点值比结束点值高 8 dB，并且所有这些值都受制于-67.2 dB 的上限。



对于 8 MHz DVB-T 系统，表 16 给出了对应于图 24 的断点。

图 24

8 MHz DVB-T 的频谱限制掩模 ( $P = 39 \text{ dBW}$  至  $50 \text{ dBW}$ )



1541-24

表 16

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 17 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 16 相关联的结束点值和下一结束点值。

表 17  
8 MHz DVB-T 系统的结束点值和下一结束点值

结束点值 <sup>(1)</sup> (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

<sup>(1)</sup> 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

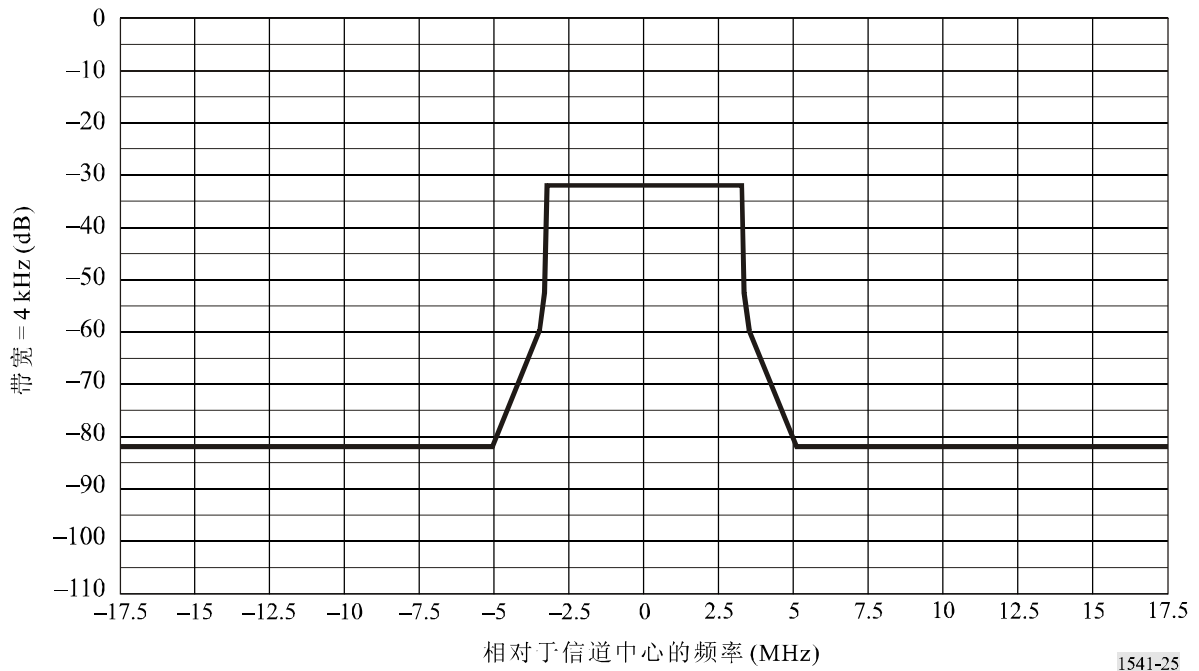
对于 7 MHz 数字电视，OoB 域的范围是从 $\pm 3.5$  MHz(即 $\pm 0.5 \times 7$  MHz)到 $\pm 17.5$  MHz(即 $\pm 2.5 \times 7$  MHz)。

对于 8 MHz 数字电视，OoB 域的范围是从 $\pm 4$  MHz(即 $\pm 0.5 \times 8$  MHz)到 $\pm 20$  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 18 和表 19 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)



1541-25

表 18

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

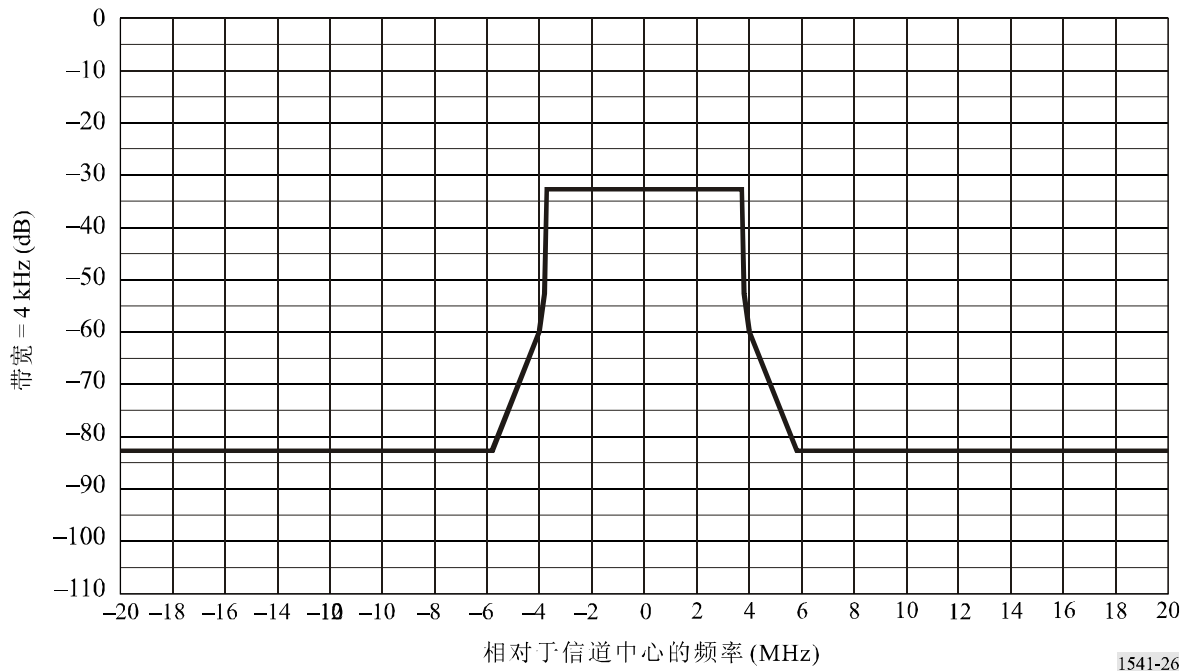
8 MHz ISDB-T 的频谱限制掩模 ( $P > 39$  dBW)

表 19

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

## 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 27 所示。相关的断点在表 20 中给出。

对于 200 kHz 信道的 VHF FM 声音广播，OoB 域的范围从  $\pm 100$  kHz（即  $\pm 0.5 \times 200$  kHz）到  $\pm 500$  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 27

## VHF FM 声音广播发射机的频谱限制掩模（初步建议）

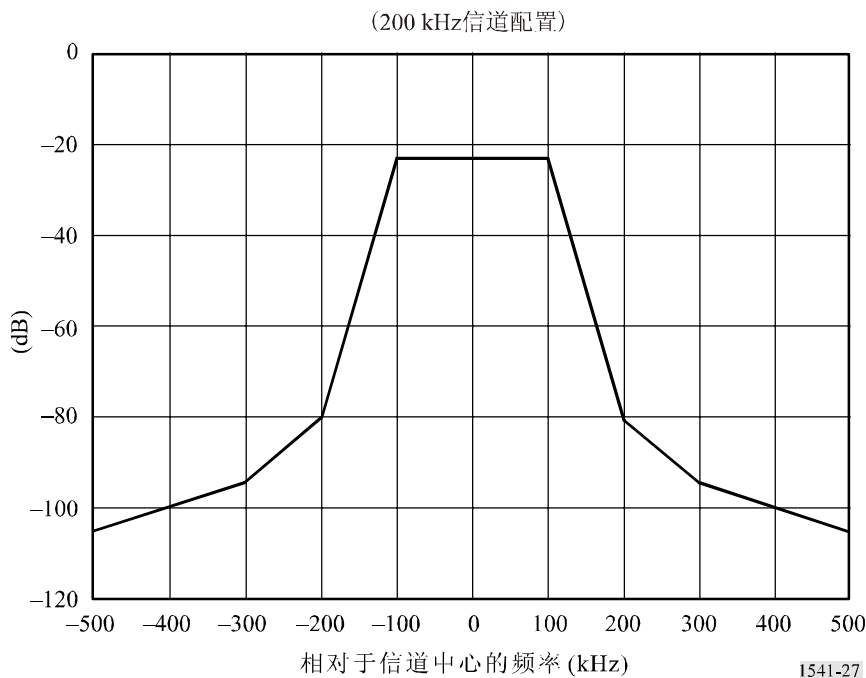


表 20

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

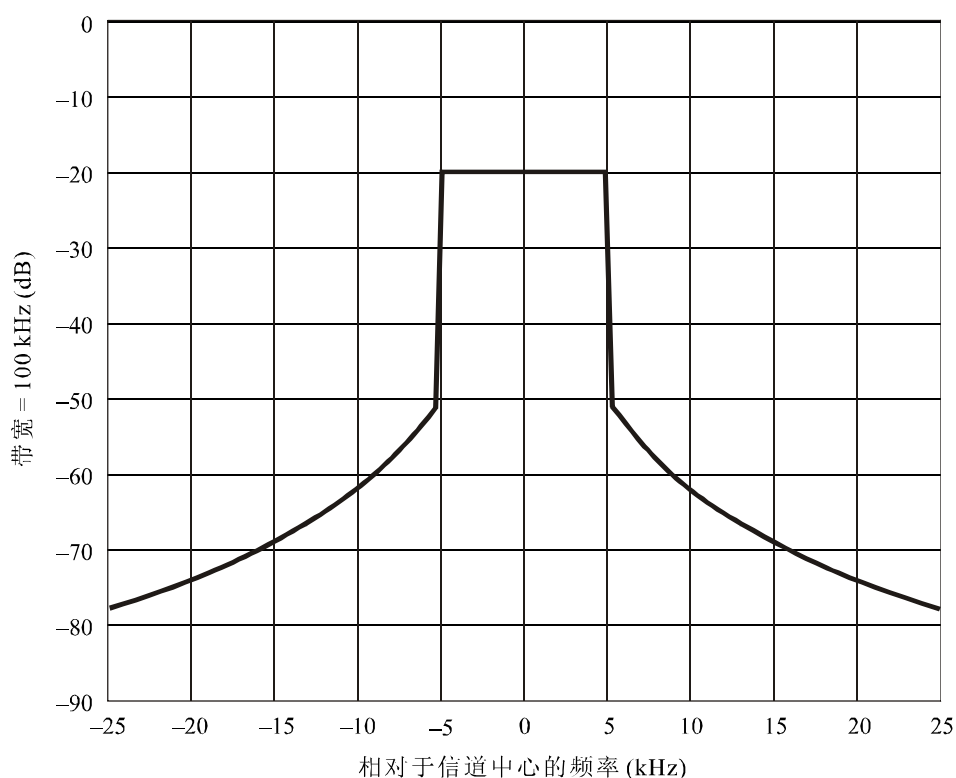
ITU-R BS.1615 建议书 — 30 MHz 以下的数字声音广播的“规划参数”(第 2.2 节)为定义 DRM 频谱限制掩模提供了指导。

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 28 所示。

图 28

10 kHz 信道配置的 DRM 系统频谱限制掩模



1541-28

### 3 数字声音广播

#### 数字系统 A

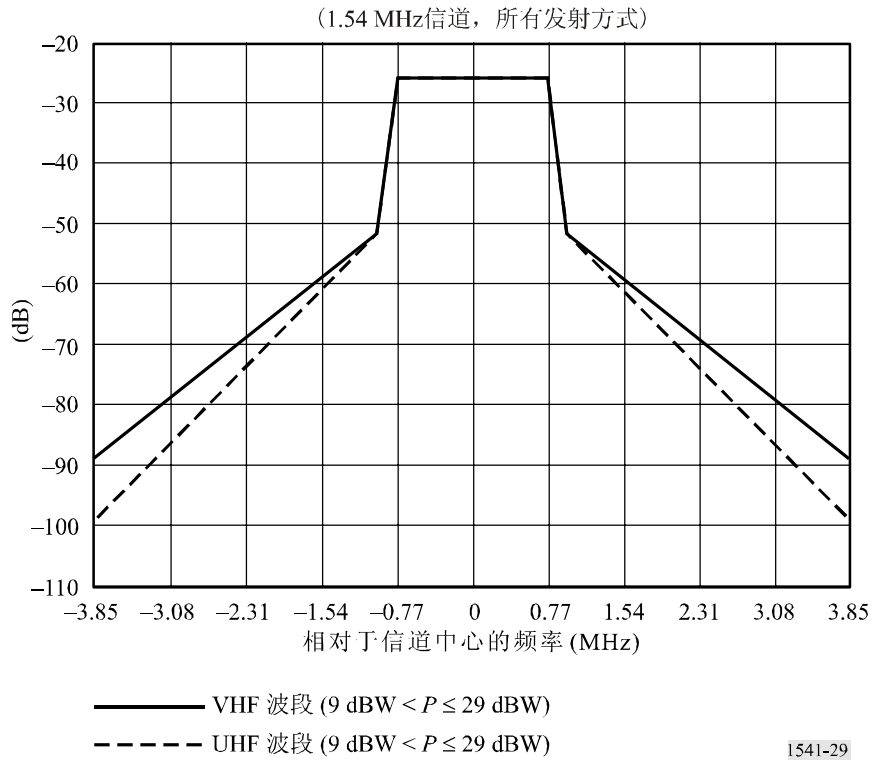
数字系统 A 的频谱限制掩模如图 29 所示。相关断点由表 21 和表 22 给出。

对于 1.54 MHz 信道配置的数字系统 A，OoB 域的范围是从  $\pm 0.77$  MHz（即  $\pm 0.5 \times 1.54$  MHz）到  $\pm 3.85$  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 29

数字系统 A 的频谱限制掩模 (9 dBW < P ≤ 29 dBW)



对于数字系统 A, 表 22 给出了用于在可适用的发射机输出功率范围内与表 21 和图 29 相关联的结束点值。

表 21

数字系统 A 在所有发射方式下的频谱限制掩模的断点 (9 dBW < P ≤ 29 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 22  
用于与表 21 相关联的结束点值

工作于 47-68 MHz 和 174-240 MHz 频带内的数字系统 A		
结束点值 <sup>(1)</sup> (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 频带内的数字系统 A		
结束点值 <sup>(1)</sup> (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

<sup>(1)</sup> 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 和 EESS 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 和 SRS 的专用频带内，但适用于频带的边界。一次雷达在这些专用业务频带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:

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

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<sup>1</sup>。

### 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  $B_c^2$ :

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

<sup>1</sup> 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。

<sup>2</sup> 该值是脉冲持续时间内总的频移。

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

下面的表 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 23

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 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 域发射限值是以前发射波形频谱的 40 dB 带宽为基础的。

### 3.1 40 dB 带宽的公式

由于 40 dB 与必要带宽的比值通常不是一个常数，因此需要一个 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 40 dB 带宽( $B_{-40}$ )。

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：

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

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 频带<sup>3</sup>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，使用最后一公式。

调频脉冲雷达的 40 dB 带宽为：

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

其中当  $K=6.2$  时， $A^4$  为 0.105，当  $K=7.6$  时，为 0.065。

对于跳频调频脉冲雷达<sup>5</sup>：

$$B_{-40} = \frac{K}{\sqrt{t \cdot t_r}} + 2 \left( B_c + \frac{A}{t_r} \right) + B_s \quad (41)$$

对于使用非调频脉冲的跳频雷达，包括扩频和编码脉冲雷达：

$$B_{-40} = \frac{K}{\sqrt{t \cdot t_r}} + B_s \quad (42)$$

未调制 CW 雷达：

$$B_{-40} = 0.0003F_0 \quad (43)$$

FM/CW 雷达：

$$B_{-40} = 0.0003F_0 + 2B_d \quad (44)$$

在公式 (43) 和 (44) 中， $F_0$  是工作频率。

<sup>3</sup> 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 倍的一个 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。

<sup>4</sup> 当时间带宽的乘积  $B_c t$  小或适中，并且上升时间短时，条件  $A/t_r$  调整  $B_{-40}$  的值来说明真实的上升时间的影响。

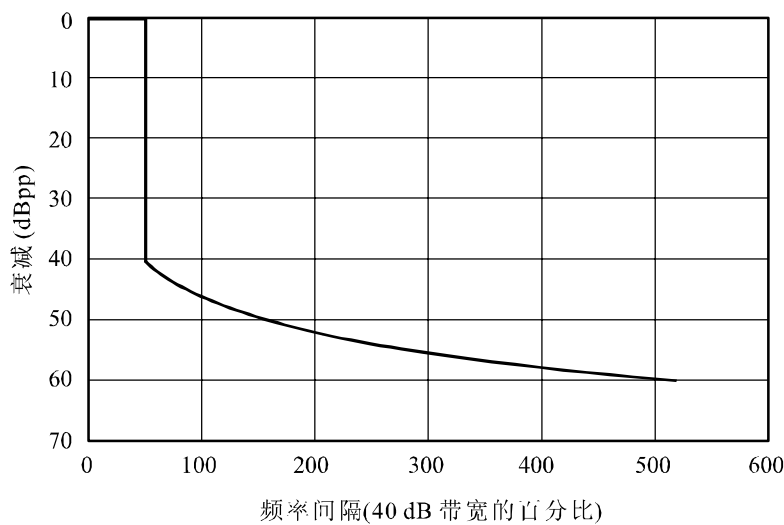
<sup>5</sup> 如果包含在  $B_s$  内的所有信道同时工作，则公式 (41) 和 (42) 生成一个跳频雷达的总合成  $B_{-40}$  带宽。对于跳频雷达，即使是被调到跳频范围端点的一个单频雷达，OoB 发射掩模也是从 40 dB 带宽的一端下降。

对于具有多脉冲波形的雷达，应计算每一个单独的脉冲类型的  $B_{-40}$  dB 带宽，并且必须将所获得的最大  $B_{-40}$  dB 带宽用于确定发射掩模的形状。

#### 4 OoB 掩模

一次雷达 psd (以单位 dBpp 表示) 的 OoB 发射掩模如图 30 所示。掩模从 40 dB 带宽到《无线电规则》附录 3<sup>6</sup> 所规定的杂散电平，每间隔 10 滚降到 20 dB。 $B_{-40}$  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带内。

图 30  
一次雷达的 OoB 掩模



1541-30

##### 4.1 就必要带宽而言的发射掩模的示例

对必要带宽而言，对于一种特殊类型的雷达，通过比较相应的 40 dB 带宽和必要带宽的公式，可以用图 30 的 OoB 掩模来表示。对这个示例，系数  $K$  的值取 6.2，掩模滚降为每间隔 10 下降 20 dB。

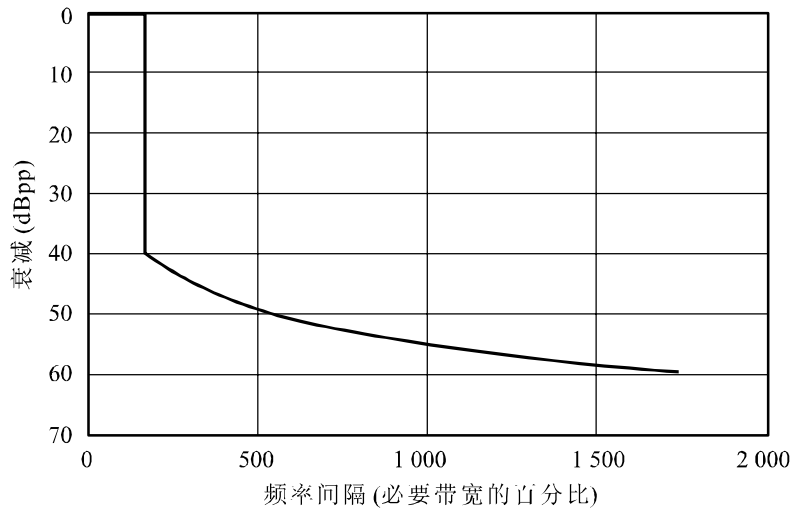
##### 4.2 非调频脉冲雷达

对于非调频脉冲雷达 (脉冲上升时间很短的除外)，通过比较公式 (35) 和 (39) 生成  $B_{-40}$  与  $B_N$  的比值约为 3.5。图 31 表示就必要带宽而言针对这种情况的 OoB 掩模。但是对非调频脉冲雷达的某些情况 (包括扩频或编码脉冲雷达)， $B_{-40}$  与  $B_N$  的比值可能会达到 7。

<sup>6</sup> 《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。)

图 31

典型的非调频脉冲雷达的 OoB 掩模



1541-31

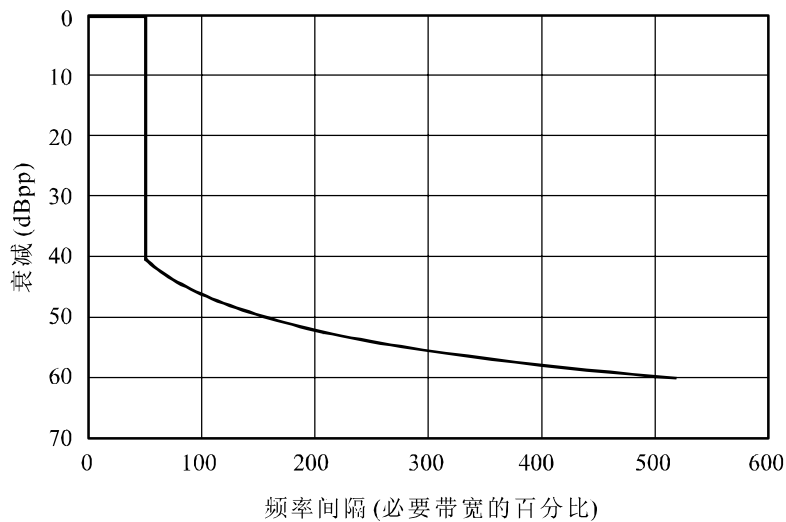
### 4.3 线性 FM 脉冲雷达

对于线性 FM 脉冲压缩雷达， $B_{-40}$  与  $B_N$  的比值可能会明显地较小。图 32 所示是脉冲宽度  $t$  为  $100 \mu\text{s}$ ，上升时间  $t_r$  为  $2 \mu\text{s}$ ，频偏  $B_c$  为  $10 \text{ MHz}$  的  $B_{-40}$  和  $B_N$  脉冲的掩模。用这些值和  $A = 0.105$  来比较公式 (36) 和 (40)， $B_{-40}$  与  $B_N$  基本上是相等的。

图 32 中标准化频率间隔的相对低值是表示高压缩比的啁啾声信号脉冲。

图 32

典型的线性调频脉冲雷达的 OoB 掩模



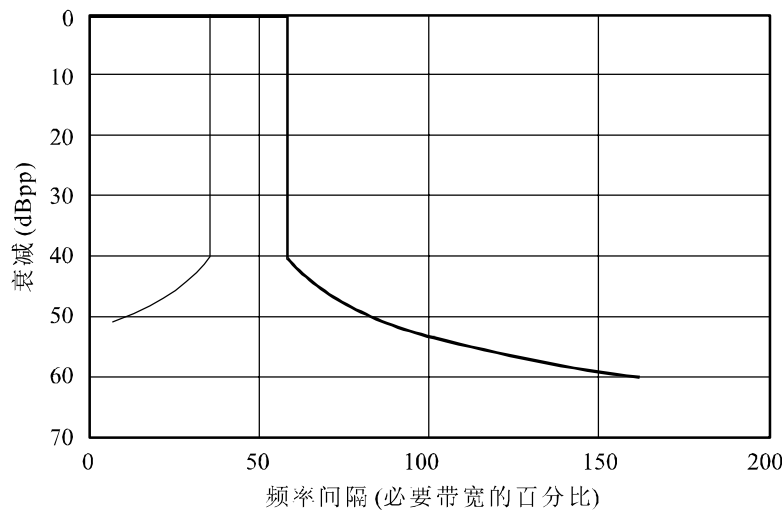
1541-32

#### 4.4 跳频雷达

就必要带宽而言，由于滚降是以把发射机调到离中心最远的频率进行发射为基础的，所以一个跳频雷达可允许的频谱扩展是有限的。图 33 所示是片宽度  $t$  为  $0.2 \mu\text{s}$ ，上升时间  $t_r$  为  $0.08 \mu\text{s}$ ，跳频范围  $B_s$  为  $200 \text{ MHz}$  的编码脉冲的掩模。掩模是以跳频范围  $B_s$  为 0 的公式 (37) 和 (42) 为基础而确定的。假设将发射机调到最高频率，图 33 还表明在较低一侧的滚降。

图 33

典型的脉冲编码跳频雷达的 OoB 掩模



1541-33

#### 5 OoB 和杂散域边界

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）。

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  $\alpha$  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、波导元件和天线类型以及由特性所决定的频率。 $\alpha$  的值也取决于必要带宽的求值方法。

通过设定 60 dB 点等于  $2.5 \alpha B_N$ ，能够确定图 30 中相应掩模的  $\alpha$  值。假设每间隔 10 有一个 20 dB 的滚降：

$$5B_{-40} = 2.5\alpha B_N \rightarrow \alpha = 2 \frac{B_{-40}}{B_N} \quad (45)$$

使用上述示例，线性 FM 脉冲雷达的 $\alpha$ 约为 2.0，非 FM 脉冲雷达的 $\alpha$ 约为 8.5。这一公式不适用于图 33 所示的跳频情况。

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 $\alpha$ 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 $\alpha$ 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带内、频带外还是靠近划分频带的不同情况， $\alpha$ 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 $\alpha$ 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， $\alpha$ 值能接近 1。同样，对于宽带频率捷变雷达， $\alpha$ 值能接近 1.5。

## 6 设计目标

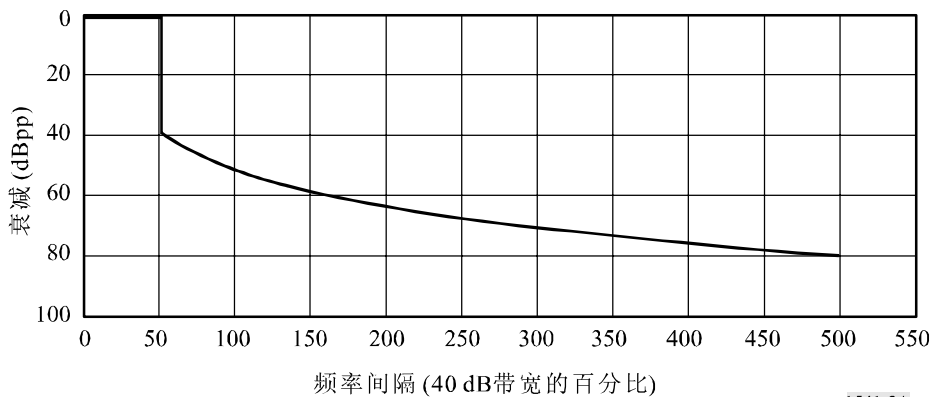
本附件前述的部分是以 OoB 域发射限值的安全网络原则为基础的。普遍认为降低 OoB 域发射将会增强与其他业务的兼容性。

因此，今后最为理想的就是降低某些雷达系统的无用发射电平。

下面的掩模（如图 34）是未来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。

图 34

未来雷达系统的设计目标



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。

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



注 3 — 在 2006 年无线电通信大会前，这些设计目标的掩模都是有效的。可以理解为这些研究将导致对该建议书的修改，即可用设计目标的掩模替换前述部分的 OoB，也可包括由雷达类型所决定的其他适当的调整。

注 4 — 考虑到以下因素，某些未来的系统不可能达到设计目标：

- 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，
- 经济方面的考虑。

## 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。

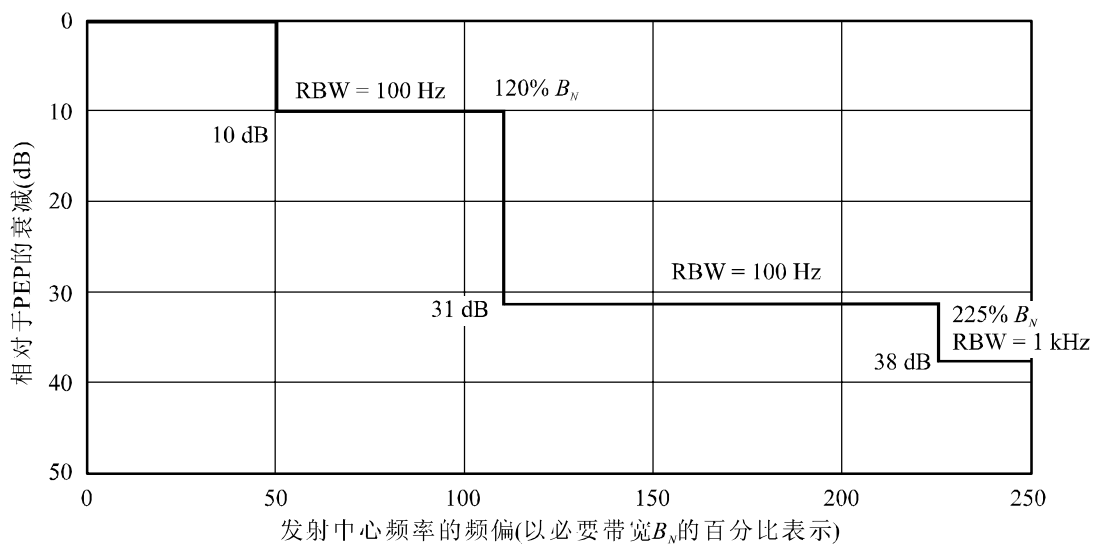
## 附 件 9

### 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

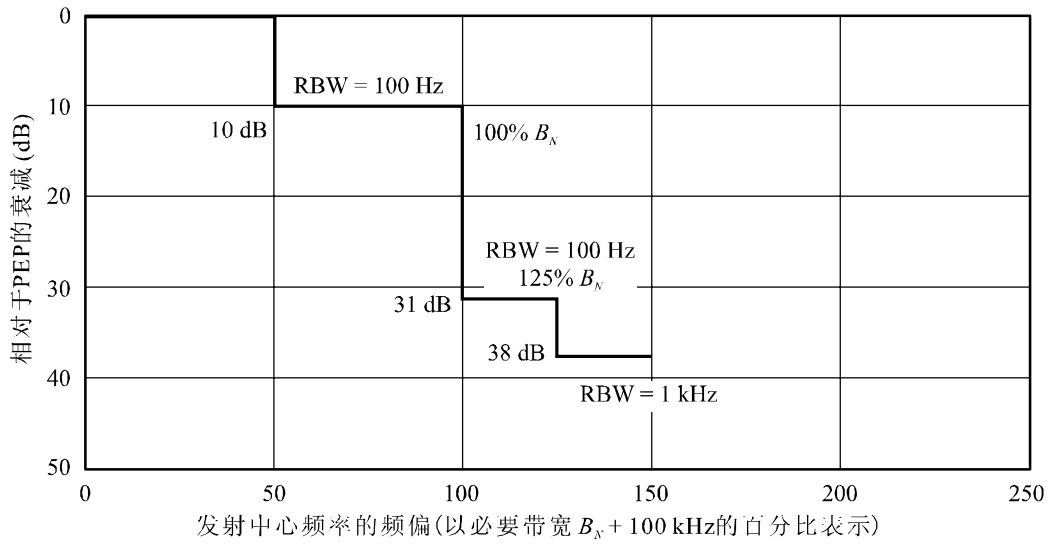


1541-35

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

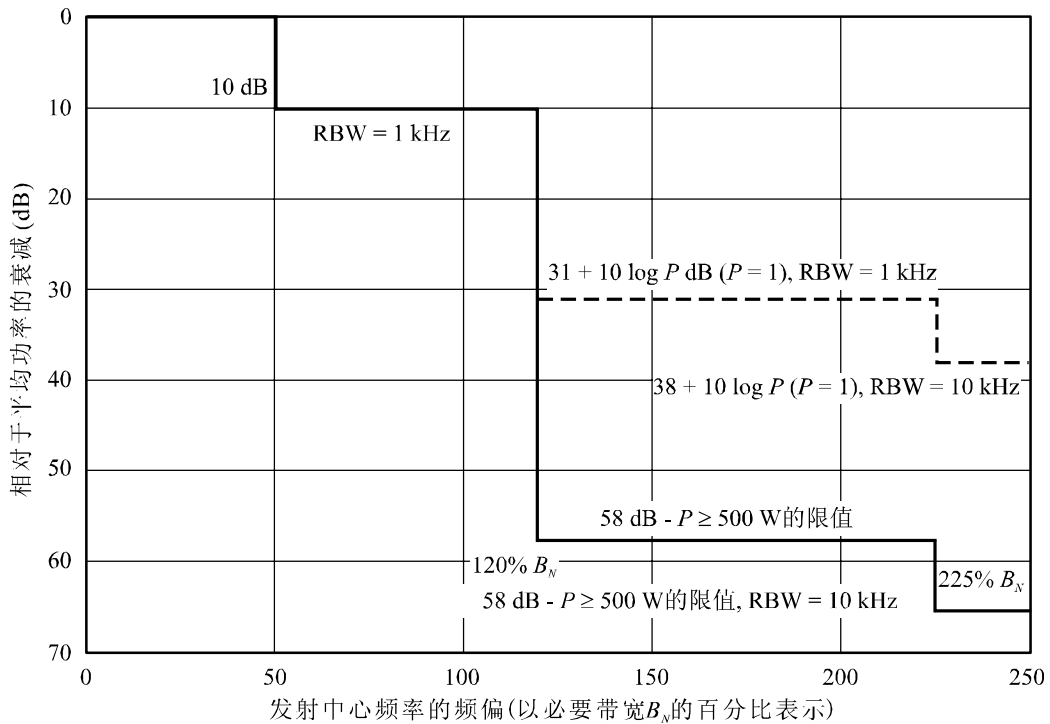
ITU-R SM.1539 建议书所涉及的 30 MHz 以下宽带情况的电台



1541-36

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

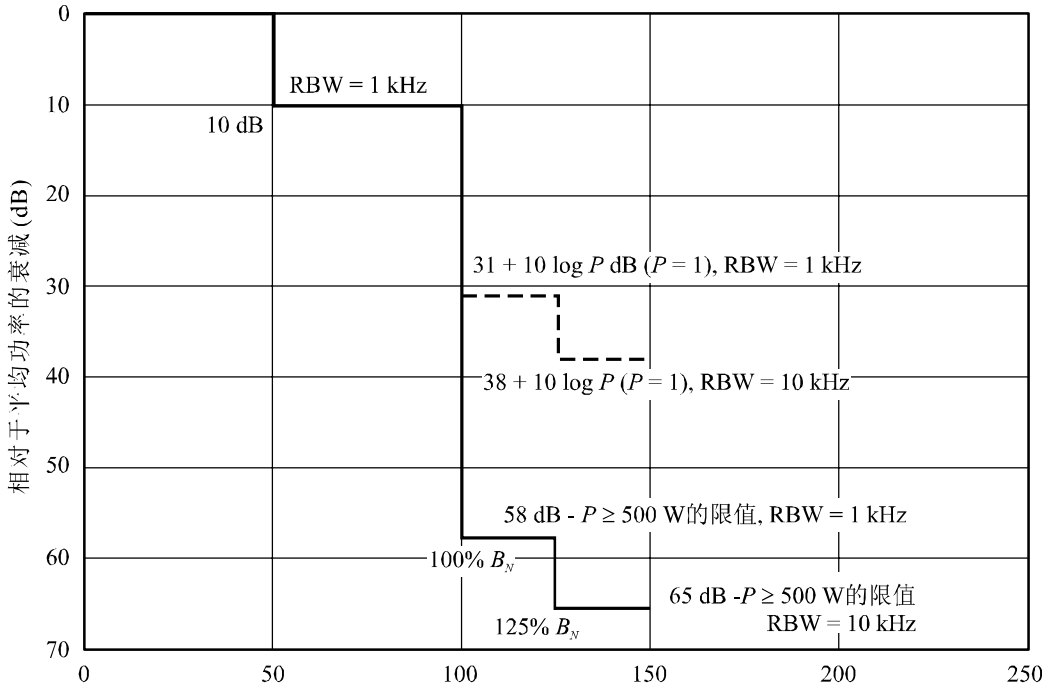


1541-37

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 $B_N$ 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 $B_N$ 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)

1541-38

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

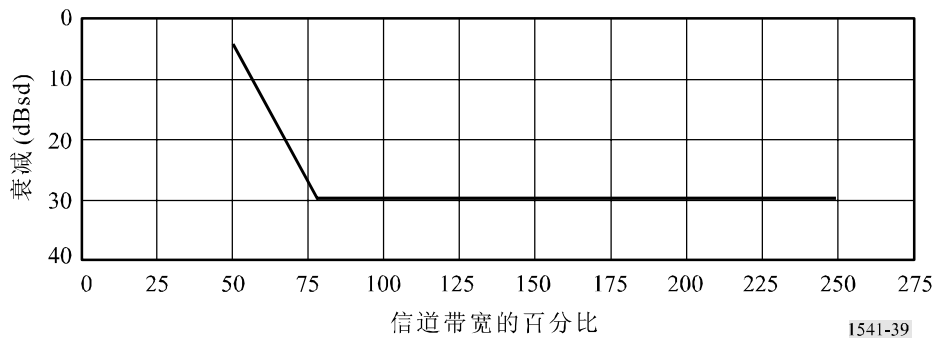
## 陆地移动无线电业务的 OoB 发射限值

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带（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带的功率限值。

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



1541-39

表 24

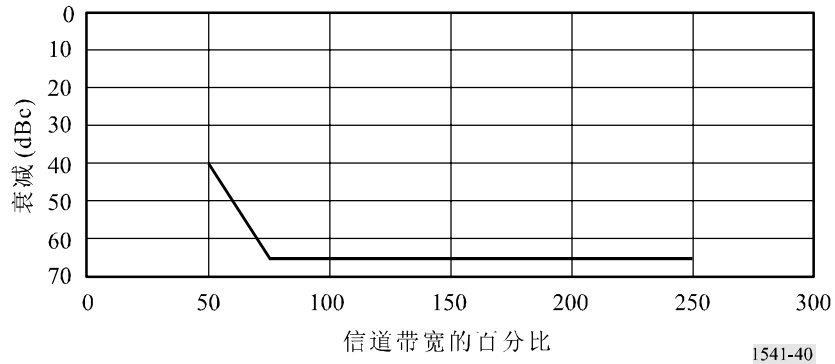
断点

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 25 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



1541-40

表 25

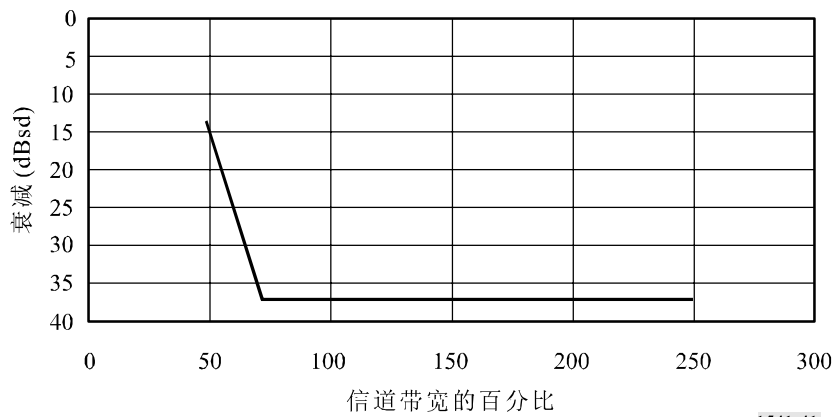
断点

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 26 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



1541-41

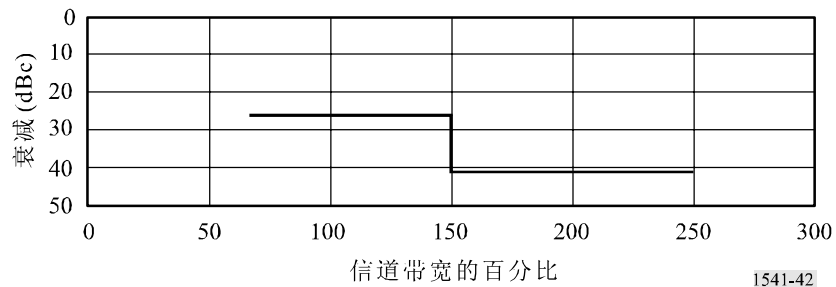
表 26  
断点

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 27 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



1541-42

表 27  
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 视频带宽和最大保持。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

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

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

$\Delta f$ ：峰值偏移

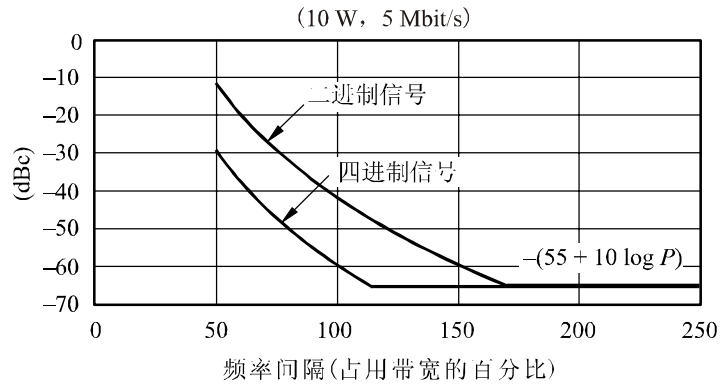
$f_{max}$ ：最大调制频率

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



1541-43

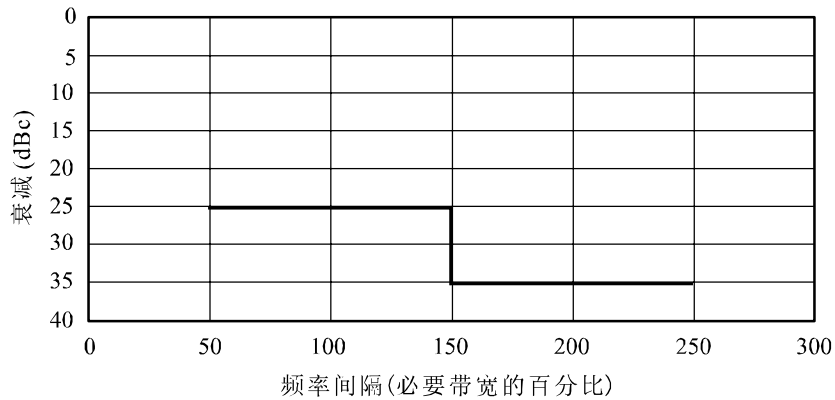
## 2 其他航空移动和水上移动发射机

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



1541-44



## 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带的执照，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带。

对于部署在任何气候带内的任何应用和频带，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（例如频带、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 — 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。

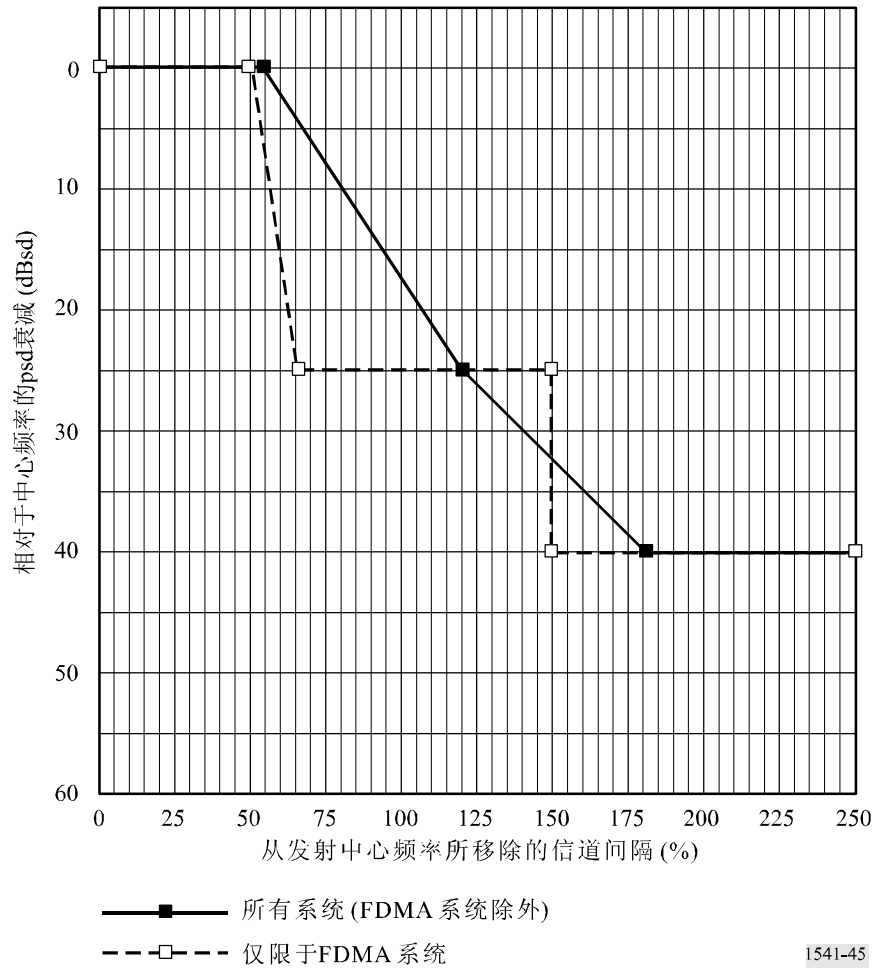
将 0 dBsd 基准电平作为占用带宽内 psd 的最大值。

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28)



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带内的系统，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 28

## 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

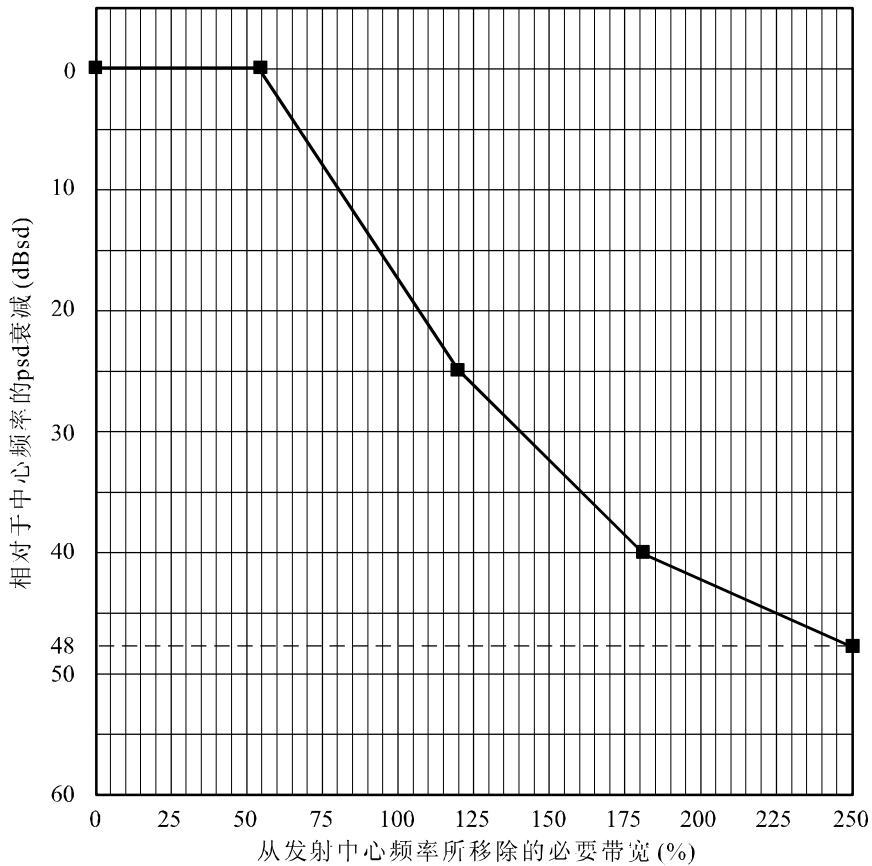
频谱衰减掩模如图 46 所示。

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27)



1541-46

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 29

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带上所做的一组测量完成数字求和，从而具有在特定频带内计算功率的能力。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。

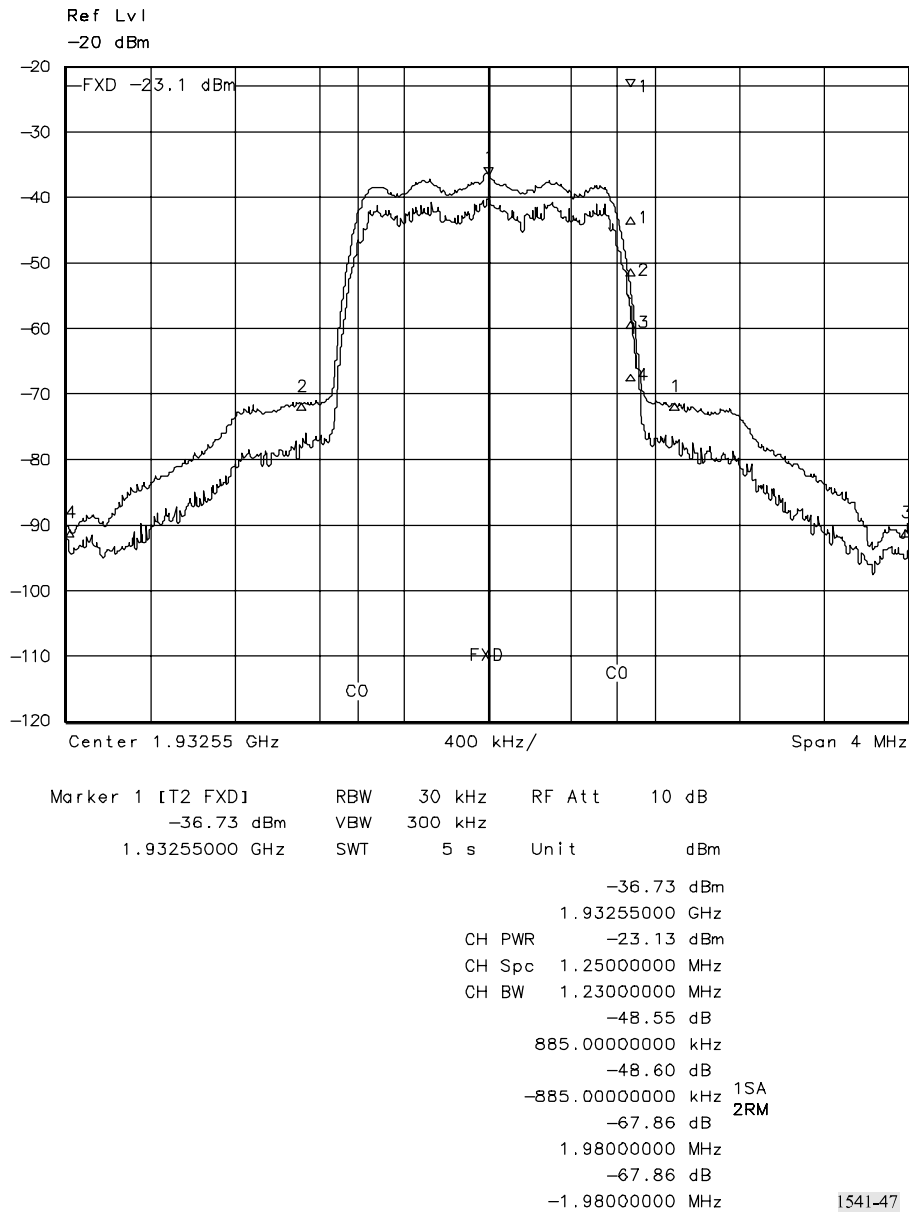
许多分析仪使用常规的检波器功能，即信号通过一个对数放大器，然后再通过一个包络检波器。由于对数值的平均并不等于平均值的对数，所以这就造成非 CW 信号的信号处理误差。当测量高斯噪声时，造成所记录的 log 平均值低 1.45 dB，并且需要增加 1.05 dB 的附加值来修正这个信号特性的线性平均值和平均功率之间的差异。因此，如果测量的高斯噪声用线性平均值，而不用 r.m.s. 值，就造成了 -2.5 dB 的系统误差。

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 43 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 视频带宽

对于峰值功率测量，视频带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：

$$T_{smin} = 1\,000 (1/B_{res})$$

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。

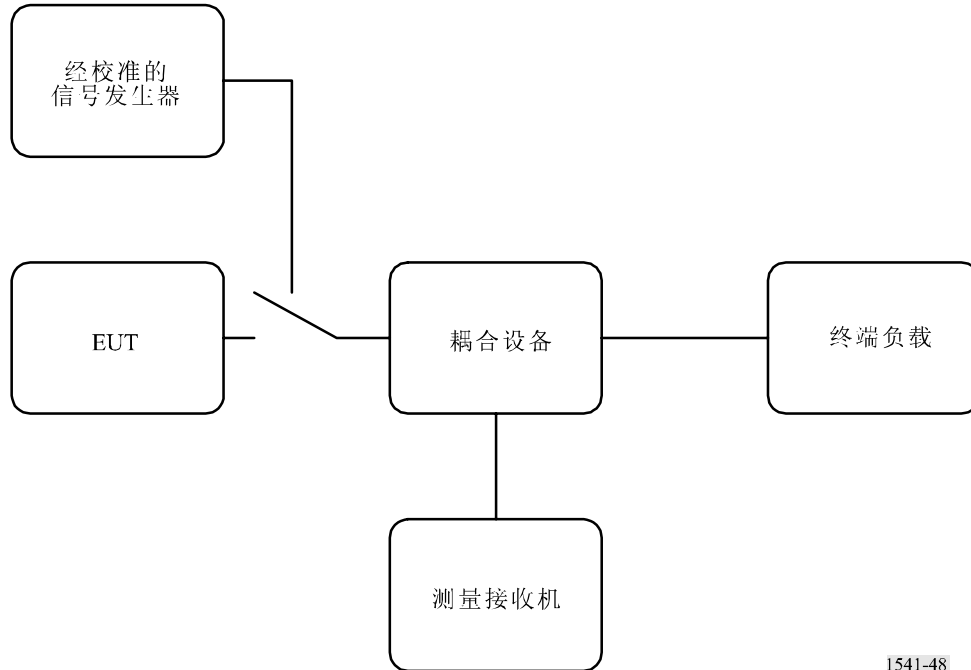
由于不存在替换天线（如可调半波振子），因此通常不将方法 2 用于 30 MHz 以下频率范围 e.i.r.p. 的测量。在大多数情况下，OoB 域发射测量是相对测量，可以在近场完成。此外，由于发射机和天线常常来自于不同的厂商，因此对 30 MHz 以下的系统无需进行现场场强测量。在天线端口进行测量通常可达到令人满意的效果，而且为发射机厂商提供了满足 OoB 发射限值的一种手段。

### 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



1541-48

#### 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。

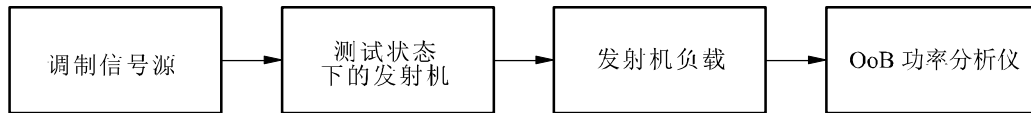
#### 3.2.3.1 占用带宽

- 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



1541-49

- 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带频率为中心，又以下部的邻频带频率为中心。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、在邻频带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带频率为中心，又以下部的邻频带频率为中心的规定的测量带宽内，在邻频带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) 下部的邻频带功率比  $ABPR_L$  的计算如下：

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

- g) 上部的邻频带功率比  $ABPR_U$  的计算如下：

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

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

### 3.2.3.3 功率谱密度的测量

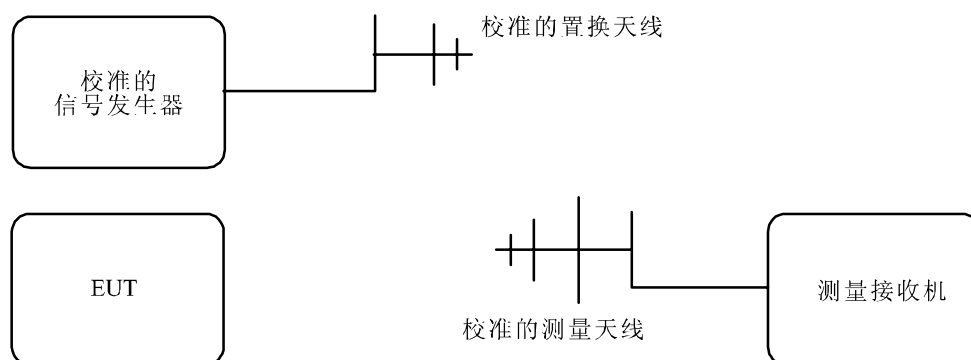
这一测量使用频谱分析仪来同时地将一个发射的 psd 与一组限值线段进行比较，以便核实发射不超过测量频率范围内任何给定频率处的限值。

## 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。

图 50

简化的 OoB 发射 e.i.r.p. 测量准备



1541-50

因为是在比较窄的频带内，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 $\pm 4$  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 $\pm 4$  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 (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

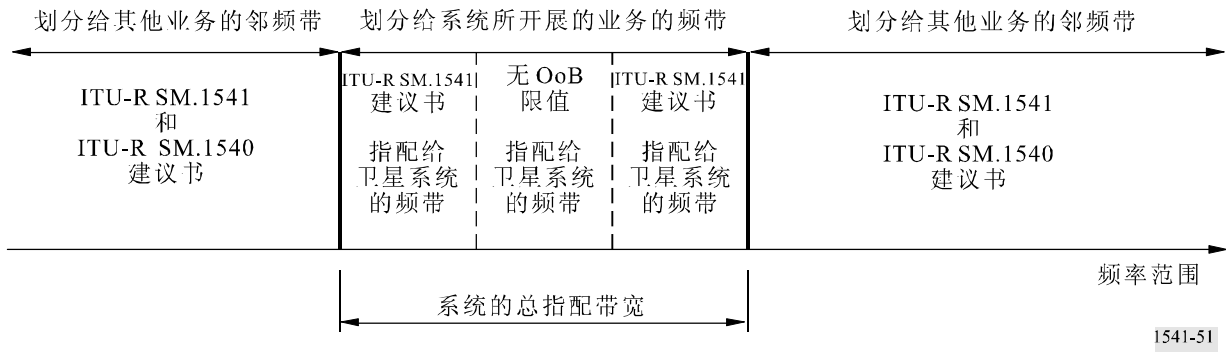
旨在将这些常规的 OoB 掩模应用在两方面：

- 那些考虑了 OoB 发射掩模的系统的指配频带之外，但所考虑的系统工作在划分给该业务的频带之内；和
- 在相邻的划分频带之内。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带内的发射。

将这两种情况汇总在图 51 中。

图 51

常规 OoB 发射掩模适用的频率范围



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