

国 际 电 信 联 盟

ITU-R
国际电联无线电通信部门

ITU-R F.1191-3 建议书
(05/2011)

**数字固定业务系统的必要和
占用带宽以及无用发射**

**F 系列
固定业务**



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
2011年，日内瓦

© ITU 2011

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 F.1191-3建议书*

数字固定业务系统的必要和占用带宽以及无用发射

(1995-1997-2001-2011年)

范围

本建议书对有关数字固定业务系统的无用发射和带宽的基本术语做出了解释，从而为固定业务系统的系统或设备设计者澄清了《无线电规则》、ITU-R SM.328 建议书和 ITU-R SM.329 建议书中相关定义的应用，以及有关术语使用的指导考虑。

此外，本建议书还考虑了多载波系统的占用带宽和针对频率组的指配所用系统的带外发射要求。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 数字固定业务系统（DFSS）的设计者有必要就带宽和无用发射的相关术语的应用提出指导意见；
- b) 相对而言DFSS的带外（OoB）发射不会对在临近频段工作的系统造成严重干扰，原因在于：
 - DFSS的功率频谱在占用带宽之外会迅速衰变；
 - 视距DFSS的等效全向辐射功率（e.i.r.p.）处于低水平或中等水平；
 - 采用高e.i.r.p.的超视距DFSS并未普遍使用；
- c) 就共用同一频段的其它系统所受的干扰而言，OoB发射造成的干扰一般不如必要带宽内的发射所造成的干扰强烈；
- d) DFSS设计者通常会将无用发射可能造成的系统内干扰相关问题纳入考虑；
- e) 为了控制功率溢出至相邻划分频段，相关ITU-R建议书对划分频段边缘ITU-R F.746建议书所定义的射频（RF）带边缘防护频段ZS做出了规定；
- f) 使DFSS的占用带宽小于或等于ITU-R或某一国家监管当局就划分的频段制定的相应RF信道安排中RF信道的带宽，这并非始终可行或方便；
- g) 在划分给作为主要业务的固定业务的大多数频段中，射频（RF）信道安排通常由相应的ITU-R建议书或由国家监管当局确定；

* 须提请无线电通信第1研究组注意本建议书。

- h) 在划分的频段内，这些基于RF信道安排的各种固定业务系统之间的协调利用了ITU-R F.746建议书中概括的频谱效率概念以及ITU-R P.530和ITU-R F.1093建议书中报告的传播特性的统计；
- j) DFSS进行适当加扰后，通常会产生带有峰值功率系数的发射频谱密度和无用发射，有可能被保守地视为类噪声；
- k) DFSS在带外和杂散发射域均会产生由类噪声和离散分量组成的无用发射；
- l) 单载波或多载波系统被广泛用于DFSS，

注意到

- a) ITU-R SM.328建议书介绍了评估各种调制格式的OoB频谱发射的相关信息；
- b) ITU-R SM.329建议书规定了包括固定业务在内的所有业务在杂散域内无用发射的限值和基准带宽；
- c) ITU-R SM.1541建议书规定了包括固定业务在内的多数业务在OoB域内无用发射的一般限值（见注1）；
- d) ITU-R SM.1539建议书就极窄带和甚宽带的OoB域与离散域之间的界限变化提供了相应指导；

建议

1 DFSS应采用下列术语：

1.1 划分的频段

就DFSS而言，可以认为划分的频段作为主要业务单独或共同划分给固定业务的所有频段；

1.2 指配的频段

在本建议书中，此术语亦可适用于根据一项单独的专用许可证指配给一运营商的一个或多个电台的一组频谱（针对频率组的指配，见ITU-R F.1488建议书、ITU-R F.748建议书和ITU-R F.749建议书）。中的示例）。

为了在上述条件内，在已经做出指配的地理地区部署无线网络，系统设计者一般可在单独的频率组指配中，将频率组细分为若干适当的更小的子频率组（见ITU-R F.1399建议书）。

1.3 射频信道间隔

等同于ITU-R F.746建议书中所定义的、划分的频段内确定的相关RF信道安排相邻信道频率间隔的带宽。

1.4 保护频段

等同于ITU-R F.746建议书定义为ZS的、RF信道安排最外侧信道的标称中心频率与划分频段边界之间频率间隔的带宽。

1.5 多载波系统

可同时从相关信道安排中的指定信道或一个特定的专用频率段 – 末级输出放大器或有源天线发射多个子载波的系统；

2 DFSS应使用下列具体的设计目标和术语；这些目标和定义的图示可见图1；

2.1 对于DFSS而言，百分比 $\beta/2$ 的值应取0.5%；此百分比假设值适用于单载波发射机；当涉及多载波系统时，有关整个子载波集总功率的这一百分比值应作为子载波数量和带宽的函数相应减小（详情见附件1第3段）；

2.2 对于DFSS而言，必要带宽的数值应被视为等同于占用带宽；

2.3 根据已经使用的RF信道安排类型（见注2）和发射信号的容量及调制格式，相似DFSS的必要带宽可能不宽过射频信道间隔的20%（见注2）；然而，工作在同一频段的不相似系统可能会产生某些不兼容，因而RF信道间隔和必要带宽之间的关系还需予以进一步研究；

2.4 占用带宽的确定应根据ITU-R SM.328建议书所述的频谱分析仪法进行，或者，在可行的情况下，通过对实际发射频谱进行附件1所报告的数值运算或积分进行；

2.5 在使用猝发传输的情况下（例如，用于时分多址（TDMA）DFSS），在评估带宽和发射时应取突发持续时间内功率的平均值；

2.6 DFSS应使用适当加扰电路系统，以保持所有频谱发射（包括有用发射和无用发射）与输入数据流无关；

2.7 如果无用发射落在RF信道中心频率以外的频率，且该频率与中心频率之间的带宽小于适用于该系统的相关频率间隔的250%，则该无用发射通常应被视为OoB域无用发射（见注4）；当DFSS在未制定RF信道安排的频段中予以使用时，应将必要带宽，而非信道间隔的250%倍作为界限；

2.8 如果无用发射落在准备使用该系统的、自RF信道中心频率距相关信道间隔250%以外的频率中，该无用发射通常应被视为杂散域无用发射（见注4）；当DFSS准备在未确定RF信道安排的频段中使用时，应使用必要带宽，而非信道间隔来评估250%倍的边界；

2.9 处于必要带宽限值上下的无用发射容许平均功率应小于或等于无线电天线端口处总发射平均功率的0.5%（见注3）；对于多载波系统而言，此规定可适用于最外端子载波；

2.10 从国际规则角度看，也许没有必要就DFSS无用发射的频谱形状规定任何额外的限制；

2.11 杂散发射的电平、测量杂散发射电平的频率范围以及规定具体电平值的基准带宽均应遵循ITU-R SM.329建议书的定义（见注4）。在专用频率组指配的情况下，在持有执照的运营商所设计的子信道上工作的发射机原则上在频率组内无须满足无用发射限值，但在频率组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持有这一频段的执照，因此应要求相关主管部门之间就此达成协议；

2.12 ITU-R制定的有关OoB域内无用发射的所有安全网限值均应被视为一切DFSS新设计必须遵循的最坏情形绝对限值；

2.13 如果共用相同频段边缘的主管部门未达成其它具体协议，在RF信道安排中最外信道频率工作的数字固定无线电发射机应具有一定的占用带宽，从而该占用带宽相对于信道中心频率的最外侧部分加上频差容限（见注5）的绝对值后，所得带宽值小于或等于第1.4段定义的ZS数值。

注1 – 一般而言，一般限值被视为基于最不受约束的OoB发射限值的一般最坏情况的包络，在无线电通信密度较高以及大部分地区属于无线电通信制造基地的区域内，该最不受约束的OoB发射限值已经被成功应用于国家规则或区域性规则中。使用“一般”一词旨在涵盖有可能使用特别不具约束性的掩模的特殊情况，例如，鼓励在无法开展工作的频段进行设备开发（见注意到c））。

2.14 下述注2至注5均应被视为本建议书的组成部分。

注2 – 关于交替、同信道模式频段复用和间插模式频段复用RF信道安排的定义，见ITU-R F.746建议书。对于交替频率信道安排而言，频道间隔被定义为 $XS/2$ ，而对于同信道和间插频率信道安排而言，频道间隔则为 XS 。

注3 – 由于可能出现的兼容性问题，在将本建议书用于高容系统、频段中有相邻信道中不相似系统以及与其它业务共用的频段时，需要特别谨慎。

注4 – ITU-R SM.1539建议书亦就涉及极窄带或甚宽带发射的界限变化提供了指导原则。此外，由于ITU-R SM.329建议书允许 $\pm 250\%$ 的界限值变化幅度，特针对在1 GHz频率以上工作、且信道间隔小于2 MHz的DFSS做出以下临时建议：

- 杂散发射和带外发射之间的界限设置为信道间隔的 $\pm 500\%$ ；
- 在该界限与标称中心频率 ± 20 MHz之间的频率范围内，基准带宽为100 kHz；

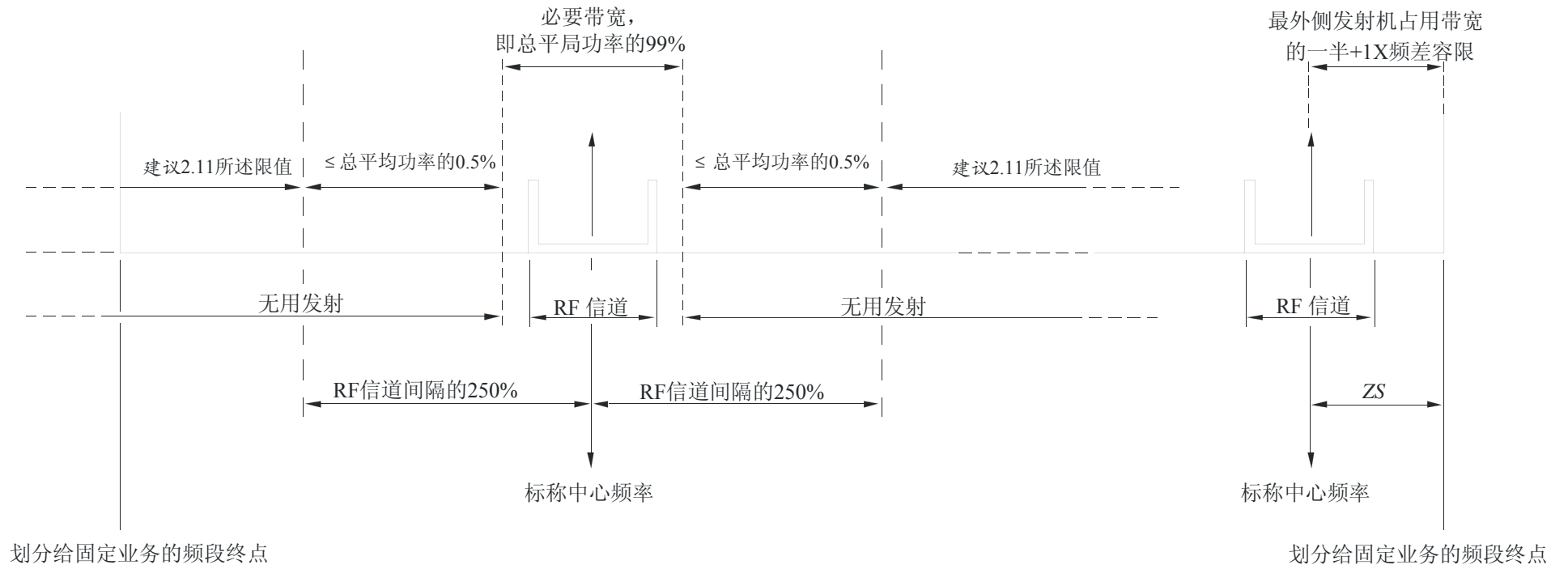
亦针对在1 GHz以上频率工作，发射机功率为20 W或更高且信道间隔介于2 MHz至14 MHz之间的DFSS：

- 杂散发射和OoB发射之间的边界设置为信道间隔的 $\pm 250\%$ ；
- 在该边界与标称中心频率 ± 70 MHz之间的频率范围内，基准带宽为100 kHz。

注5 – 精确的频率容限数值由各国监管当局制定。

图1

DFSS的无用发射衰减目标和带宽

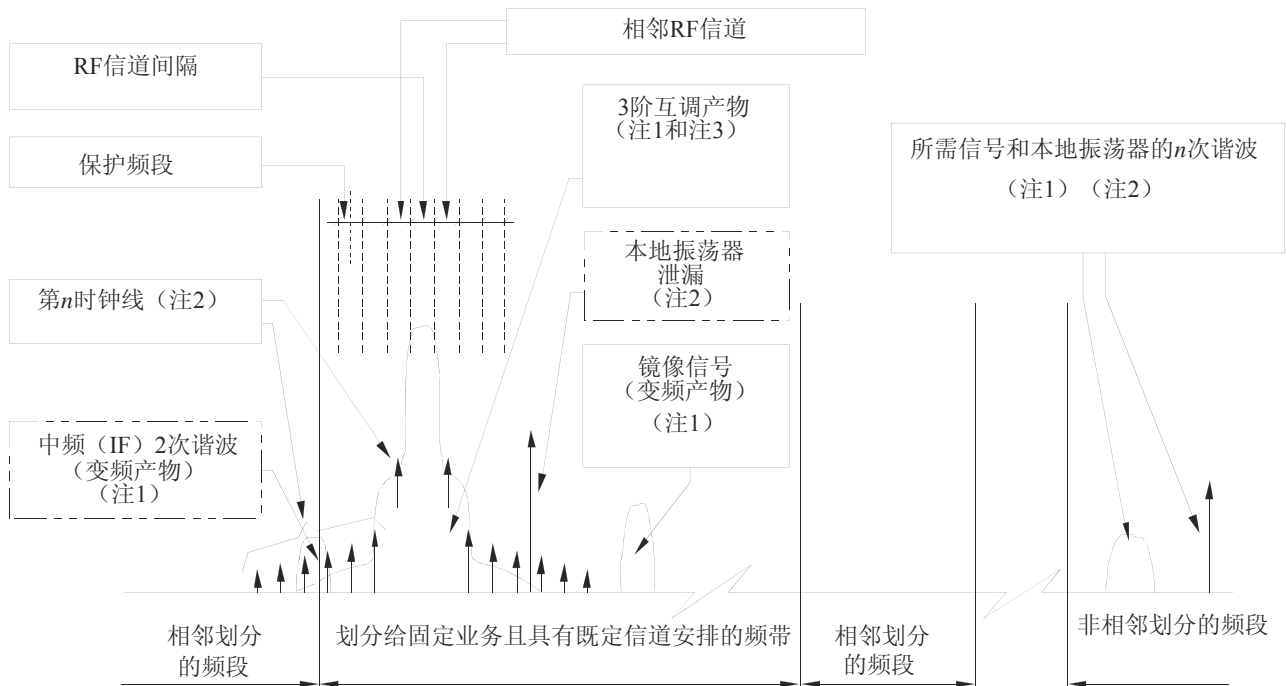


附件1

1 DFSS的典型发射情况

图2展示了基于外差数字无线电发射机的典型且最重要发射的典型情况。其它发射（例如载波产生过程中的其它变频产物和残余分量）未进行展示。对于直接调制的RF发射机而言，部分无用发射（例如变频产物和本地振荡器泄漏）并不适用于此。

图2
DFSS的频段和无用发射（典型情况）



注1 - 无用发射中类噪声分量的示例。

注2 - 无用发射中离散分量的示例。

注3 - 发射机的非线性特性产生带外发射，由于奇数阶互调产物的原因，这些发射会立即落在临近必要带宽的频率位置。

2 占用带宽的计算

一般而言，DFSS 调制载波的归一化功率频谱 $W(f)$ 可通过以下公式表述：

$$W(f) = S(f) \left(\frac{\sin(\pi f T)}{\pi f T} \right)^2 \quad (1)$$

其中：

$S(f)$ ：位于发射机中成形滤波器的频率响应

f ：与载波的频率间隔

T ：脉冲宽度。

因此，占用带宽 B_0 可以按照如下公式计算：

$$\int_{-B_0/2}^{+B_0/2} W(f) df = 0.99 \int_{-\infty}^{+\infty} W(f) df \quad (2)$$

2.1 使用理想平方根余弦滚降成形滤波器的调相或调幅信号的情况

在多数情况下，发射机端多采用平方根余弦滚降成形滤波器，理想的频率响应即可通过以下方式计算：

$$S(f) = \begin{cases} \left(\frac{\pi f T}{\sin(\pi f T)} \right)^2 & \text{for } |f| \leq \frac{1 - \alpha}{2T} \\ \frac{1}{2} \left(1 - \sin \left[\frac{\pi T}{\alpha} \left(|f| - \frac{1}{2T} \right) \right] \right) \left(\frac{\pi f T}{\sin(\pi f T)} \right)^2 & \text{for } \frac{1 - \alpha}{2T} < |f| \leq \frac{1 + \alpha}{2T} \\ 0 & \text{for } \frac{1 + \alpha}{2T} \leq |f| \end{cases} \quad (3)$$

其中 α 是数值在 0 和 1 之间的滚降系数。

将方程式(3)代入方程式(1)和(2)便可计算出理想的占用带宽如下：

$$B_0 = 2 K(\alpha) / T \quad (4)$$

其中 $K(\alpha)$ 是 α 的一个函数，计算方式如表 1 所示。

因此，可使用方程式(4)和表 1 计算占用带宽。

表1
 $K(\alpha)$ 的数值

α	$K(\alpha)$
0.1	0.510
0.2	0.537
0.3	0.567
0.4	0.600
0.5	0.634
0.6	0.669
0.7	0.705
0.8	0.742
0.9	0.779
1.0	0.816

2.2 使用其它成形滤波器的调相和调幅信号的情况

在有些情况下，还会使用不同的滤波器实际操作以及其它类型的成形滤波器。这些情况需要对方程式(2)进行更为复杂的数字运算，且仍在研究过程中。

2.3 调频和调相信号的情况

这些情况仍在研究之中。

3 多个子载波运行的占用带宽

3.1 均匀等间隔子载波的情况

部分情况下，DFSS 发射机可载有多个共用一个放大器或有源天线进行功率放大的独立调制子载波。该系统通常被称为多载波系统（见注 1）。

该系统运行时，占用带宽 B_0 应根据以下公式计算：

$$B_0 = b_0 + (m - 1) \Delta F \quad (5)$$

其中：

b_0 ：单个子载波的占用带宽

m ：子载波数量

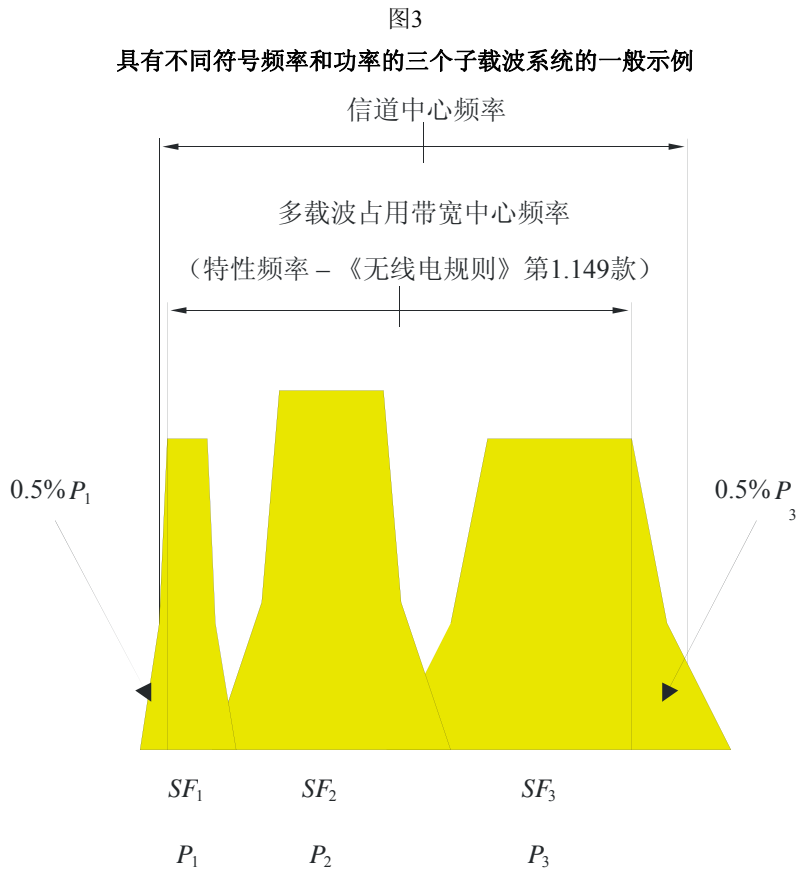
ΔF ：相邻子载波中心频率之间的频率间隔。

方程式(5)假设多个子载波均匀、等间隔分布，且发射机的噪声与最外侧子载波的 OoB 功率相比可以忽略不计。然而，须注意的是，在这种情况下，有关所有子载波总功率的百分比 $\beta/2$ 的数值应为 $0.5/m\%$ 。

注1 – 在本建议书中，使用正交频分调制的系统不属于多载波系统；在这些系统中，大量的子载波并未独立调制。

3.2 任意数量的不同功率子载波在频率中任意分布的情况

图 3 展示了有关此类情况的一个一般性示例。



F.1191-03

图 3 展示了具有任意子载波的多载波系统中，中心频率和占用带宽的一般概念。系统总功率超过已定义的占用带宽的功率百分比可根据以下公式计算：

$$\text{较低边缘: } \beta/2_L = 0.5 \frac{P_1}{P_1 + P_2 + P_3} \quad \%$$

$$\text{较高边缘: } \beta/2_U = 0.5 \frac{P_3}{P_1 + P_2 + P_3} \quad \%$$

为了均衡落入信道两端之外的功率，已定义的占用带宽的中心频率可以偏离信道中心频率。