|  |
| --- |
| **ITU-R SF.675-4 建议书**  **(01/2012)** |
| **调角数字载波的最大功率密度**  **(平均到4 kHz或1 MHz)**  **的计算** |
| **SF 系列**  **卫星固定和固定业务系统**  **之间频率共用和协调** |

# 

# 前言

无线电通信部门的作用是确保所有无线电通信业务，包括卫星业务，合理、公平、有效和经济地使用无线电频谱，并开展没有频率范围限制的研究，在此基础上通过建议书。

无线电通信部门制定规章制度和政策的职能由世界和区域无线电通信大会以及无线电通信全会完成，并得到各研究组的支持。

**知识产权政策（IPR）**

ITU-R的知识产权政策在ITU-R第1号决议附件1引用的“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策”中做了说明。专利持有者提交专利和许可声明的表格可从[http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en](http://www.itu.int/ITUR/go/patents/en)获得，该网址也提供了“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策实施指南”以及ITU-R专利信息数据库。

|  |  |
| --- | --- |
| **ITU-R 建议书系列**  (可同时在以下网址获得：<http://www.itu.int/publ/R-REC/en>) | |
| **系列** | 标题 |
| **BO** | 卫星传输 |
| **BR** | 用于制作、存档和播放的记录；用于电视的胶片 |
| **BS** | 广播业务(声音) |
| **BT** | 广播业务(电视) |
| **F** | 固定业务 |
| **M** | 移动、无线电测定、业余无线电以及相关卫星业务 |
| **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** | **卫星固定和固定业务系统之间频率共用和协调** |
| **SM** | 频谱管理 |
| **SNG** | 卫星新闻采集 |
| **TF** | 时间信号和标准频率发射 |
| **V** | 词汇和相关课题 |

|  |
| --- |
| **注**：本ITU-R建议书英文版已按ITU-R第1号决议规定的程序批准。 |

电子出版物

2012年，日内瓦

© 国际电联 2012

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段翻印本出版物的任何部分。

ITU-R SF.675-4 建议书

调角数字载波的最大功率密度  
（平均到4 KHz或1 MHz）的计算

(1990-1992-1993-1994-2012年)

# 范围

本建议书提供一些用于计算平均到4 kHz或1 MHz内的不同类型载波的最大功率密度的计算方法。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

a) 主管部门被要求按照《无线电规则》（RR）附录3和4准备相应信息以便开展协调或通知；

b) 《无线电规则》附录3和4所列信息中有一项为天线输入端口处每赫兹的最大功率密度；

c) 《无线电规则》附录4中描述了的一个载波的每赫兹最大功率密度是指，在15 GHz频段以下为平均到最坏的4 kHz带宽内，在15 GHz频段以上为平均到最坏1 MHz带宽内的功率密度；

d) 提供通用的调角载波的最大功率密度计算方法是必要的；

e) 跟踪，遥测和遥控（TT&C）载波通常是含有调制参数特性的载波，这与其他类型的载波在频谱密度参数特性上是不同的，

建议

**1** 应使用附件1所提供的方法，来计算平均到4 kHz带宽上，采用调角的数字跟踪、遥测和遥控（TT&C）载波的最大功率密度；

**2** 应采用附件2所提供的方法，来计算平均到1 MHz带宽上，采用数字调制的TT&C载波的最大功率密度；

**3** 确定最大频谱功率密度，在其他相关主管部门同意条件下，第703号决议（WRC-07，修订版）的目标应该被遵守。

附件 1  
  
调角载波最大功率密度（平均到4 kHz）的计算

以下给出载波在最坏4 kHz（W/4 kHz）带宽的功率计算方法。《无线电规则》要求的功率密度在每赫兹带宽值可以通过将该值除以4000得到。

# 1 调频载波

## 1.1 多信道电话信号调制的调频载波

在基带传输的最大功率谱密度是由包括残留边带或者连续谱峰值功率等调制本身的特性所决定的。

残留边带载波功率表达式如下：

(1)

其中：

 (2)

在公式（2）中，*m*是多信道均方根调制指数， 常数*C*0, *C*2 和*C*4描述了通常的预加重参数，一般预加重参数表达式如下:

*p*(/*h*)   *C*0  *C*2(/*h*)2   *C*4(/*h*)4 (3)

其中是要考虑的特定基带频率，拥有和*h*相同的单位。当  /*h* 1时，预加重参数可以由下式近似：

(4)

因此，对于具有预加重的系统有：

 (5)

其中  *m*   /*h*.

注1 – 为了协调的目的，主管部门需要明确频谱特性和上述(2) 和(3)公式的互相关系数。

在连续频谱部分上的最大功率谱密度可以通过查阅下图1和2获得近似值。

图1

信号最大谱密度（分布式组件）  
高斯噪声频率调制

–11

– 1

10

5

2

10

5

2

1

17

13

9

5

1

–3

–7

F

E

H

1 260

960

300

600

B

A

J

G

1 200

900

D

1 800

2 700

120

C

SF.0675-01

归一化频谱密度（每单元带宽功率/总载波功率）

归一化频偏，

*m = f*



/

*f*

*h*

曲线A: = 0.1

B: = 0.2

C: = 0.4

D: = 1.0

E: = 2.0

F: = 4.0

G: =

H: 小偏差近似

J: 大偏差近似















0

0

0

0

0

0

0

* 标准无线接力系统（如题）取值

是如下基本带宽限值：

120 信道 60-552kHz

960 信道60-4028kHz

1260 信道 60-5636kHz

图2

FDM-FM信号Vmax（最大谱密度）等效曲线图



 在上述等式和图标中，各参数含义如下：

*Pt* : 总载波功率（W）

 : 互信道均方根频偏（Hz）



****

*d* : 测试音均方根频偏(Hz)

*Nc* : 信道数

*h* : 基带顶部频率(Hz)

1 : 基带底部频率(Hz)

*m* : 多信道调制指数( /*h*)

  1 / *h*

*Vmax*  *Wmax* *h*/ *Pt*

*Wmax* : 每单元带宽最大频谱功率(W/Hz)。

对于1<N每 kHz带宽最大功率密度可以用下列公式近似计算：

                                对于*mb*  < 1 (6)

其中：

*Pt* : 载波总功率（W）

*mb* : 峰值调制指数（rad），当0 dBm测试音在基带最高信道频率时。

## 1.2 多信道话音信号和固定振幅三角波能量扩散信号调制的调频载波

三角波传播系统通常的设计，是为了确保在载波中心频率上每4 kHz带宽的最大功率谱密度维持3 dB满载功率值。

载波频率上的功率谱密度计算公式如下：

                      (7)

其中：

*Pt* : 载波总功率(W)

*F* : 能量扩散信号峰-峰值频偏（Hz）。

注1 – 公式（7）假设应用理想线性三角扩散波。

## 1.3 电视视频信号调制的 调频载波

– 对于视频信号调制的能量扩散三角波信号 ，每4 kHz最坏情况下的最大功率密度可以用下式近似计算：

                      (8)

其中：

*Pt* : 载波总功率(W)

*F* : 能量扩散信号峰-峰值频偏（Hz）。

注1 – 公式（8）假设应用理想线性三角扩散波。对于现在采用的FM-TV传输，该假设引起的结论偏差可以忽略。

– 对于未经电视信号和能量扩散信号调制的情况，每4 kHz带宽内的最大功率密度最坏情况下可以计算如下：

*Pt*mmmmmmW/4 kHz

# 2 多信道话音信号相位调制（PM）载波

当一个PM信号是被多信道话音信号进行调制时，信号最大功率密度应该位于载波中心频率处。当基带频率的顶部频率比底部频率大很多时，就会发生这样的情况。在该条件下的最大功率密度可以用下式表示：

– 对于*a*  2:                (9)

– 对于ß*a* < 2， 每4kHz带宽下的最大功率密度可以分为下列两种类型：

* 连续载波： (10)

*S*(0)可由表3直接查出，其表示为总载波功率与*h*(Hz)带宽功率密度之比。

– 残留载波： (11)

其中：

*Pt* : 载波总功率(W)

*a* : 多信道相位差（rad）

 : 测试语音均方根相位差（rad）

*a* : 多信道语音信号负载因子。

*a*  

*N* : 信道数

*h* : 基带顶部频率（Hz）。

图3

在中心频率上的带宽为*fh*的PM载波连续功率谱功率密度



# 3 必要带宽大于4 kHz的数字载波

数字载波的最大功率密度在每Hz带宽内可用下式计算：

*Po*= *Pt*/*B* (12)

其中：

*Pt* : 载波总功率（W）

*B* : 数字发射信号的必要带宽（Hz）。

每4 kHz最大功率密度在最坏情况下，可用上述公式（12）乘以系数4×103获得，即：

*P*4 kHz = *Po* \* 4 × 103 (W/4 kHz) (13)

# 4 必要带宽小于4 kHz的数字载波

对于那些多个相同载波，但必要带宽小于4 kHz时，即多个载波并不能填满4 kHz带宽时，下述公式适用：

*P*4 kHz = (*Pt* \* *N*) (W/4 kHz) (14)

其中：

*Pt*: 载波总功率（W）

*N*: 最大载波数量，或者部分载波数量，当这些载波带宽小于4 kHz带宽时。

等式（14）可以被归纳为如下情况，当有多个不同类型的带宽小于4 kHz的载波占有任意4 kHz带宽时，假设不同的类型的载波占用4 kHz带宽的功率就是所有载波在此4 kHz带宽内的总的功率。

# 5 TT&C载波

当考虑窄带TT&C载波时，根据《无线电规则》第1.23款，在频率低于15 GHz时，须认真评估这些载波在每4 kHz情况下的最大功率。这是因为这些载波可以是多个不同的且频谱明显区别的载波组成。因此，考虑这些TT&C载波的频谱特性时，选取4 kHz带宽内的最坏情况去评估最大功率密度值将是非常重要的。

附件2  
  
计算数字或TT&C载波的最大功率密度（平均在1 MHz）

以下给出计算在最坏的1 MHz(W/MHz)情况下的功率值。

# 1 必要带宽大于1 MHz的数字载波

数字载波在每Hz最大功率密度可由下式计算：

*Po* = *Pt* /*B*  (W/Hz) (15)

其中：

*Pt*: 载波总功率（W）

*B*: 数字发射的必要带宽（Hz）。

在最坏情况下每MHz最大功率密度可用上述（15）式乘以1×106计算等到：

*P*1 MHz = *Po* \* 1 × 106 (W/MHz) (16)

# 2 必要带宽小于1 MHz的数字载波

注意到对于数字载波当其必要带宽小于1 MHz时，在任意1MHz带宽范围内操作的最大载波数量，或者部分载波数量必须被首先确定。当最大载波数量未知时，应当假设在1 MHz的参考带宽内被多个独立载波的占用。在等式（15）和（16）假设前提下，每MHz最坏情况下的最大功率密度可以被估算。对于当载波带宽均小于1 MHz，且任意1 MHz带宽未被这些多个独立载波占满时，最坏情况下1MHz带宽的最大功率密度可用下式计算：

*P*1 MHz = (*Pt* \* *N*) (W/MHz) (17)

其中：

*Pt*: 载波总功率（W）

*N*: 载波最大数量，包括部分载波，这些载波的必要带宽小于1 MHz，且占用任意给定的1 MHz带宽。

等式（17）可以被概括为以下情况，当已知有多个不同类型的载波，且其必要带宽均小于1 MHz，占用任意给定的1 MHz带宽内，假设不同类型的独立载波占用1 MHz带宽的功率之和，就是该1 MHz带宽的总功率。

# 3 TT&C载波

当根据《无线电规则》第1.23款，考虑一个窄带的TT&C载波时，计算每MHz带宽的最大功率密度将导致过度评估潜在的干扰功率。这是因为事实上当一个单一的TT&C载波功率达到1 MHz带宽时，应用带宽因子将导致功率水平大于TT&C载波自身在给定频点上的小于1 MHz带宽指配的功率值。在这种情况下，由TT&C载波引起的潜在干扰可以更精确的评估，只要认识到这一事实，即在多数情况下，仅有单独的TT&C载波在给定的1 MHz带宽内传输。

因此，TT&C载波其必要带宽小于1 MHz时，其在1 MHz带宽的最大功率密度可由下式确定：

*Pt* (W/MHz) (18)

其中：

*Pt*: TT&C载波总功率。

对于TT&C载波的必要带宽大于1 MHz，但不大于1.5 MHz时，其在1 MHz带宽内最大功率密度可由下式确定：

*Pt* × (1 × 106/*B*) (W/MHz) (19)

其中：

*Pt*: TT&C载波总功率（W）

*B*: TT&C载波发射大于1 MHz（Hz）时的必要带宽。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_